

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-157799

(P2016-157799A)

(43) 公開日 平成28年9月1日(2016.9.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/14 A	3 K 1 0 7
HO 5 B 33/12 (2006.01)	HO 5 B 33/12 C	
HO 5 B 33/10 (2006.01)	HO 5 B 33/10	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-34215 (P2015-34215)
 (22) 出願日 平成27年2月24日 (2015.2.24)

(71) 出願人 502356528
 株式会社ジャパンディスプレイ
 東京都港区西新橋三丁目7番1号
 (74) 代理人 110000408
 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
 (72) 発明者 牛窪 孝洋
 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
 社ジャパンディスプレイ内
 (72) 発明者 徐 湘倫
 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
 社ジャパンディスプレイ内
 Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC09 CC45
 DD51 DD53 DD68 DD69 FF14
 GG04

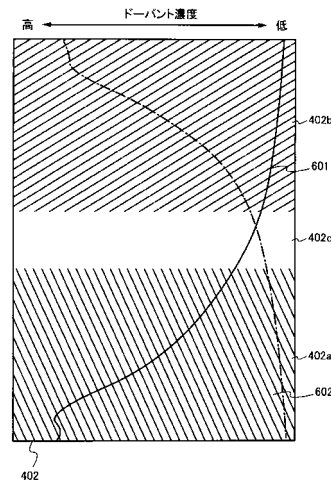
(54) 【発明の名称】 E L表示装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】発光特性を維持したE L表示装置を提供すること。

【解決手段】複数の画素を含む表示部を備えたE L表示装置であって、前記複数の画素は、ホストと、少なくとも2種類のドーパントを含む発光層を有するE L素子を含み、前記少なくとも2種類のドーパントは、前記ホストに対してそれぞれ異なる濃度分布を有する。前記少なくとも2種類のドーパントには、第1ドーパント及び第2ドーパントが含まれ、前記第1ドーパントは、第1方向に向かって徐々に濃度が低下する濃度分布を有し、前記第2ドーパントは、前記第1方向に向かって徐々に濃度が上昇する濃度分布を有してもよい。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の画素を含む表示部を備えた E L 表示装置であって、
前記複数の画素は、ホストと、少なくとも 2 種類のドーパントとを含む発光層を有する E L 素子を含み、

前記少なくとも 2 種類のドーパントは、前記ホストに対してそれぞれ異なる濃度分布を有する E L 表示装置。

【請求項 2】

前記少なくとも 2 種類のドーパントには、第 1 ドーパント及び第 2 ドーパントが含まれ、

前記第 1 ドーパントは、第 1 方向に向かって徐々に濃度が低下する濃度分布を有し、前記第 2 ドーパントは、前記第 1 方向に向かって徐々に濃度が上昇する濃度分布を有する請求項 1 に記載の E L 表示装置。

【請求項 3】

前記第 1 ドーパントは、前記画素電極側の一端近傍にピーク濃度を有し、前記第 2 ドーパントは、前記共通電極側の他端近傍にピーク濃度を有する請求項 2 に記載の E L 表示装置。

【請求項 4】

前記発光層は、前記ホストに対する前記第 1 ドーパント及び前記第 2 ドーパントの濃度が共に 15% 以下となる領域を有する請求項 2 に記載の E L 表示装置。

【請求項 5】

前記少なくとも 2 種類のドーパントは、黄色光を発光させるドーパント及び黄緑色光を発光させるドーパントを含む請求項 1 に記載の E L 表示装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 2 種類のドーパントは、青色光を発光させるドーパント及び緑色光を発光させるドーパントを含む請求項 1 に記載の E L 表示装置。

【請求項 7】

前記少なくとも 2 種類のドーパントは、赤色光を発光させるドーパント及び緑色光を発光させるドーパントを含む請求項 1 に記載の E L 表示装置。

【請求項 8】

前記 E L 素子は、前記発光層及び該発光層の発光色と補色の関係にある色の光を発する他の発光層を含む請求項 1 に記載の E L 表示装置。

【請求項 9】

絶縁表面上に画素電極を形成し、

前記画素電極上にホストと少なくとも 2 種類のドーパントとを含む発光層を、前記少なくとも 2 種類のドーパントが前記ホストに対してそれぞれ異なる濃度分布を有するように形成し、

前記発光層上に共通電極を形成することを含む、

E L 表示装置の製造方法。

【請求項 10】

前記少なくとも 2 種類のドーパントには、第 1 方向に向かって徐々に濃度が低下する濃度分布を有する第 1 ドーパント、及び前記第 1 方向に向かって徐々に濃度が上昇する濃度分布を有する第 2 ドーパントが含まれる請求項 9 に記載の E L 表示装置の製造方法。

【請求項 11】

前記第 1 ドーパントのピーク濃度が前記画素電極側の一端近傍に位置し、前記第 2 ドーパントのピーク濃度が前記共通電極側の他端近傍に位置するように、前記発光層を形成する請求項 10 に記載の E L 表示装置の製造方法。

【請求項 12】

前記ホストに対する前記第 1 ドーパント及び前記第 2 ドーパントの濃度が共に 15% 以下となる領域を有するように、前記発光層を形成する請求項 10 に記載の E L 表示装置の

10

20

30

40

50

製造方法。

【請求項 13】

前記少なくとも 2 種類のドーパントは、黄色光を発光させるドーパント及び黄緑色光を発光させるドーパントを含む請求項 9 に記載の EL 表示装置の製造方法。

【請求項 14】

前記少なくとも 2 種類のドーパントは、青色光を発光させるドーパント及び緑色光を発光させるドーパントを含む請求項 9 に記載の EL 表示装置の製造方法。

【請求項 15】

前記少なくとも 2 種類のドーパントは、赤色光を発光させるドーパント及び緑色光を発光させるドーパントを含む請求項 9 に記載の EL 表示装置の製造方法。

10

【請求項 16】

さらに、前記画素電極上に前記発光層の発光色と補色の関係にある色の光を発する他の発光層を形成する請求項 9 に記載の EL 表示装置の製造方法。

【請求項 17】

前記画素電極上に前記発光層を形成する際、前記第 1 ドーパント、前記ホスト、前記第 2 ドーパントの順に蒸着源を並べたインライン蒸着を行う請求項 10 に記載の EL 表示装置の製造方法。

【請求項 18】

絶縁表面上に画素電極を形成し、
前記画素電極上に、第 1 ドーパント、ホスト及び第 2 ドーパントの順にインライン蒸着を行って発光層を形成し、
前記発光層上に共通電極を形成することを含み、
EL 表示装置の製造方法。

20

【請求項 19】

前記発光層上に、さらに当該発光層が発する色と補色の関係にある色を発する他の発光層を形成することを含み、請求項 18 に記載の EL 表示装置の製造方法。

【請求項 20】

前記発光層及び前記他の発光層を形成する前後に、さらに電荷輸送層を形成する、請求項 19 に記載の EL 表示装置の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エレクトロルミネセンス (Electroluminescence : EL) 素子等の発光素子で構成される画素を有する表示装置に関する。特に、発光材料として、有機 EL 材料を用いた有機 EL 表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

エレクトロルミネセンス現象を利用した発光素子として、エレクトロルミネセンス (以下「EL」ともいう) 素子が知られている。EL 素子は、発光層を構成する発光材料の選択により様々な波長の色で発光させることが可能であり、表示装置や照明器具への応用が進められている。特に、発光材料として有機材料を用いた有機 EL 素子が注目されている。

40

【0003】

有機 EL 素子を表示装置に応用した有機 EL 表示装置においては、基板上にマトリクス状に配置した各画素に、発光素子としての有機 EL 素子と、その有機 EL 素子の発光制御を行うスイッチング素子が設けられている。そして、画素ごとにスイッチング素子のオン/オフを制御することにより、表示領域全体として任意の画像を表示することが可能である。

【0004】

50

有機EL素子の発光色は、EL素子の発光層に使用するEL材料の種類によって異なることができる。例えば、発光層の主成分となるEL材料（ホスト）の種類や発光層の副成分となるEL材料（ドーパント）の種類に応じて、様々な発光色を実現することができる。特に、近年では、色純度の高い白色発光を可能とする有機EL素子の開発が進んでいる。

【0005】

有機EL素子において、白色発光を実現するには、RGB各色に発光する発光層をそれぞれ積層する構造や青色に発光する発光層と黄色に発光する発光層とを積層した構造が知られている（特許文献1）。特に、青色に発光する発光層と黄色に発光する発光層とを積層した構造は、RGB各色の発光層を積層する場合に比べ、積層数を減らすことができるため注目されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-285708号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

黄色に発光する発光層を形成するに当たり、ホストに対してそれぞれ異なる色で発光するドーパントを添加することにより、色域を広くすることが可能である。この場合、それぞれのドーパントを異なる領域で発光させるために、各領域の間にほとんどドーパントを含まない層（つまり、実質的にホストのみで構成される層）を挟むことが好ましい。

20

【0008】

図10は、青色に発光する発光層と黄色に発光する発光層とを積層したEL素子の例を示す図である。図10において、図面の下から順に、画素電極（陽極）11、第1電荷輸送層12、第1発光層13、第2電荷輸送層14、第2発光層15、第3電荷輸送層16、及び共通電極（陰極）17が積層されている。ここでは、第1発光層13として、黄色に発光する発光層を示し、第2発光層15として、青色に発光する発光層を示す。

【0009】

なお、図10に示す例では、第1電荷輸送層12は、正孔注入層及び正孔輸送層で構成される。第2電荷輸送層14は、正孔注入層、正孔輸送層、電荷発生層、電子注入層及び電子輸送層で構成される。第3電荷輸送層16は、電子注入層及び電子輸送層で構成される。

30

【0010】

ここで、黄色に発光する第1発光層13は、3層の積層構造で構成される。第1層目は、ホストに対して第1ドーパントが添加された層（以下「第1発光領域」という）13a、第2層目は、ホストのみで構成される層（以下「非ドーパ領域」という）13b、第3層目は、ホストに対して第2ドーパントが添加された層（以下「第2発光領域」という）13cである。

【0011】

前述のように、このような構造とすることにより、第1発光領域13aと第2発光領域13cとでそれぞれ異なる色の発光を行うことができ、色域の広い黄色を表現することができる。例えば第1ドーパント及び第2ドーパントとしては、それぞれ黄緑色に発光するドーパント及び黄色に発光するドーパントを用いることができる。

40

【0012】

ここで、本発明者らが本発明に至るまでの試行過程について説明する。図11は、発光層の形成方法を模式的に示す図である。本発明者らは、開発当初、図10に示した積層構造を得るために図11に示すインライン蒸着を用いた発光層の形成方法を用いた。なお、「インライン蒸着」とは、複数の蒸着源からそれぞれ異なる材料を蒸着するに当たり、各材料の蒸着を、大気開放することなく直列に並んだ各チャンバー内で連続的に行うことを

50

指す。

【0013】

図11に示す形成方法では、まず、第1蒸着源21a、第2蒸着源22a及び第3蒸着源23aの上方において基板24を矢印の方向に移動させ、ドーパント（ここでは第1ドーパント）21b、第1ホスト22b及び第2ホスト23bが混在した層、すなわち第1発光領域13aを形成する。

【0014】

次に、第2蒸着源22a及び第3蒸着源23aの上方において、第1発光領域13aが形成された基板24を矢印の方向に移動させ、第1ホスト22b及び第2ホスト23bのみが混在した層、すなわち非ドーブ領域13bを形成する。

10

【0015】

最後に、第1蒸着源21a、第2蒸着源22a及び第3蒸着源23aの上方において、非ドーブ領域13bが形成された基板24を矢印の方向に移動させ、ドーパント（ここでは第2ドーパント）21b、第1ホスト22b及び第2ホスト23bが混在した層、すなわち第2発光領域13cを形成する。

【0016】

以上の形成方法を経て、図10に示した積層構造の第1発光層13を形成したところ、蒸着の際に、ドーパント、第1ホスト及び第2ホストが均一に混在せず、形成された各層の内部において濃度分布が生じていた。

【0017】

図12は、図11に示したインライン蒸着により第1発光領域13aを形成した場合における濃度分布を示す図である。図12において、曲線25及び26は、それぞれドーパントの濃度及び第2ホストの濃度を示している。なお、図12に示すドーパントの濃度及び第2ホストの濃度は、それぞれ第1ホストの濃度で規格化したものである。すなわち、第1ホストの濃度に対する割合を示している。

20

【0018】

図12から明らかなように、ドーパントは、第1発光領域13aの一端近傍にピーク濃度（極大値）を有し、第2ホストは、第1発光領域13aの他端近傍にピーク濃度（極大値）を有する。そこで、本発明者らは、このような濃度分布を無くすため、インライン蒸着の方法を改良した。

30

【0019】

図13は、改良した発光層の形成方法を模式的に示す図である。図13に示す形成方法では、蒸着源21a及び23aを蒸着源22aの方に傾け、その状態で蒸着を行う構成とした。これにより、ドーパント、第1ホスト及び第2ホストが濃度分布なく均一に混在するようになり、寿命や発光効率の改善された第1発光領域13aを形成し得ることが分かった。

【0020】

しかしながら、図13に示した形成方法では、蒸着源21a及び蒸着源23aを傾ける角度を精度よく調整する必要があり、蒸着源を交換する際に非常に時間がかかるという問題があった。また、図10に示した構造を得るためには、多くの蒸着源を用意する必要があり、製造コストの増加を招く要因ともなっていた。

40

【0021】

また、蒸着源の傾きがずれると第1発光領域13a内におけるドーパントや第2ホストの濃度分布が変化してしまい、発光層としての寿命や発光効率にも影響が出るという問題もあった。

【0022】

本発明は、発光特性に優れたEL表示装置を提供することを目的の一つとする。

【0023】

本発明は、生産性の高いEL表示装置の製造方法を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 2 4 】

本発明は、上述したような蒸着による濃度分布を無くす発想とはまったく逆の技術思想に基づくものであり、むしろ積極的に蒸着による濃度分布を利用し、ドーパントの濃度分布により図 10 に示した構造を達成するものである。

【 0 0 2 5 】

本発明の一態様は、複数の画素を含む表示部を備えた E L 表示装置であって、前記複数の画素は、ホストと、少なくとも 2 種類のドーパントとを含む発光層を有する有機 E L 素子を含み、前記少なくとも 2 種類のドーパントは、前記ホストに対してそれぞれ異なる濃度分布を有する。前記少なくとも 2 種類のドーパントには、第 1 ドーパント及び第 2 ドーパントが含まれ、前記第 1 ドーパントは、第 1 方向に向かって徐々に濃度が低下する濃度分布を有し、前記第 2 ドーパントは、前記第 1 方向に向かって徐々に濃度が上昇する濃度分布を有してもよい。前記第 1 ドーパントは、前記画素電極側の一端近傍にピーク濃度を有し、前記第 2 ドーパントは、前記共通電極側の他端近傍にピーク濃度を有してもよい。

10

【 0 0 2 6 】

本発明の一態様は、絶縁表面上に画素電極を形成し、前記画素電極上にホストと少なくとも 2 種類のドーパントとを含む発光層を、前記少なくとも 2 種類のドーパントが前記ホストに対してそれぞれ異なる濃度分布を有するように形成し、前記発光層上に共通電極を形成することを含む。前記少なくとも 2 種類のドーパントには、第 1 方向に向かって徐々に濃度が低下する濃度分布を有する第 1 ドーパント、及び前記第 1 方向に向かって徐々に濃度が上昇する濃度分布を有する第 2 ドーパントが含まれてもよい。前記第 1 ドーパントのピーク濃度が前記画素電極側の一端近傍に位置し、前記第 2 ドーパントのピーク濃度が前記共通電極側の他端近傍に位置するように、前記発光層を形成してもよい。

20

【 0 0 2 7 】

本発明の一態様は、絶縁表面上に画素電極を形成し、前記画素電極上に、第 1 ドーパント、ホスト及び第 2 ドーパントの順にインライン蒸着を行って発光層を形成し、前記発光層上に共通電極を形成することを含む。前記発光層上に、さらに当該発光層が発する色と補色の関係にある色を発する他の発光層を形成してもよい。また、前記発光層及び前記他の発光層を形成する前後に、さらに電荷輸送層を形成してもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態に係る E L 表示装置の全体構成を示す図である。

30

【 図 2 】 第 1 の実施形態に係る E L 表示装置の画素部を示す図である。

【 図 3 】 第 1 の実施形態に係る E L 表示装置の画素部の断面を示す図である。

【 図 4 】 第 1 の実施形態に係る E L 表示装置の E L 素子の断面を示す図である。

【 図 5 】 第 1 の実施形態に係る E L 表示装置の発光層の形成方法を示す図である。

【 図 6 】 第 1 の実施形態に係る E L 表示装置において、E L 素子を構成する第 1 発光層におけるドーパントの濃度分布を示す図である。

【 図 7 】 本発明の第 1 の実施形態に係る E L 表示装置の画素部の製造方法を示す図である。

【 図 8 】 本発明の第 1 の実施形態に係る E L 表示装置の画素部の製造方法を示す図である。

40

【 図 9 】 第 3 の実施形態に係る E L 表示装置の発光層の形成方法を示す図である。

【 図 10 】 E L 表示装置の E L 素子の断面を示す図である。

【 図 11 】 E L 表示装置の発光層の形成方法を示す図である。

【 図 12 】 E L 表示装置において、E L 素子を構成する第 1 発光領域におけるドーパント及び第 2 ホストの濃度分布を示す図である。

【 図 13 】 E L 表示装置の発光層の形成方法を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の各実施の形態について、図面等を参照しつつ説明する。但し、本発明は

50

、その要旨を逸脱しない範囲において様々な態様で実施することができ、以下に例示する実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0030】

また、図面は、説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して説明したものと同様の機能を備えた要素には、同一の符号を付して、重複する説明を省略することがある。

【0031】

(第1の実施形態)

<表示装置の構成>

図1は、本発明の第1の実施形態に係る有機EL表示装置100の全体構成を示す図である。有機EL表示装置100は、基板101上に形成された、画素部(表示領域)102、走査線駆動回路103、データ線駆動回路104、及びドライバIC105を備えている。ドライバICは、走査線駆動回路103及びデータ線駆動回路104に信号を与える制御部として機能する。

【0032】

なお、データ線駆動回路104は、ドライバIC105に含まれる場合もある。図1では、基板101上にドライバIC105を一体形成した例を示しているが、ICチップのような形態で別途基板101上に配置してもよい。また、ドライバIC105をFPC(Flexible Printed Circuits)に設けて外付けする形態を採用してもよい。

【0033】

図1に示す画素部102には、複数の画素がマトリクス状に配置される。各画素には、データ線駆動回路104から画像データに応じたデータ信号が与えられる。それらデータ信号を、各画素に設けられたトランジスタを介して画素電極に与えることにより、画像データに応じた画面表示を行うことができる。トランジスタとしては、典型的には、薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor)を用いることができる。但し、薄膜トランジスタに限らず、電流制御機能を備える素子であれば、如何なる素子を用いても良い。

【0034】

図2は、図1に示す有機EL表示装置100における画素部102の構成を示す図である。本実施形態において、画素201は、白色発光の画素であり、薄膜トランジスタ202が設けられる。後述するが、各画素に対応してRGB各色に対応するカラーフィルタが設けられており、薄膜トランジスタ202を用いて各画素201をオン/オフ制御して様々な色を表現することができる。

【0035】

なお、本実施形態では、すべての画素を白色発光とし、カラーフィルタを用いてカラー表示を行う例を示したが、これに限らず、RGBに白(W)又は黄(Y)を加えた4つのサブ画素で画素201を構成することもできる。この場合、特に白色又は黄色の画素に対して本発明を適用することが好ましい。

【0036】

また、画素配列として、同一色に対応する画素がストライプ配列された例を示したが、その他デルタ配列やベイヤー配列、又はペンタイル構造を実現する配列であってもよい。

【0037】

図3は、図2に示す画素201をIII-III'で切断した断面の構成を示す図である。図3において、第1基板301上には、下地層302として、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム等の無機材料で構成される絶縁層が設けられ、その上に薄膜トランジスタ303が形成されている。

【0038】

第1基板301としては、ガラス基板、石英基板、フレキシブル基板(ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートその他の曲げることが可能な基板

10

20

30

40

50

)を用いることができる。第1基板301が透光性を有する必要がない場合には、金属基板、セラミックス基板、半導体基板を用いることも可能である。

【0039】

薄膜トランジスタ303は、公知の方法で形成すればよい。薄膜トランジスタ303の構造は、トップゲート型であってもボトムゲート型であってもよい。本実施形態の有機EL表示装置100では、薄膜トランジスタ303を覆うように第1の絶縁層304を設け、薄膜トランジスタ303に起因する凹凸を平坦化する構造としている。第1の絶縁層304としては、樹脂材料を用いることが好ましい。例えば、ポリイミド、ポリアミド、アクリル、エポキシ等の公知の有機材料を用いることができる。平坦化効果を奏するのであれば、有機材料に代えて、酸化シリコン等の無機材料を用いてもよいし、有機材料と無機材料の積層構造とすることも可能である。

10

【0040】

第1の絶縁層304上には、画素電極305が設けられる。画素電極305は、第1の絶縁層304に形成されたコンタクトホールを介して薄膜トランジスタ303に接続されている。本実施形態の有機EL表示装置100において、画素電極305は、有機EL素子を構成する陽極(アノード)として機能する。

【0041】

画素電極305は、トップエミッション型であるかボトムエミッション型であるかで異なる構成とする。例えば、トップエミッション型である場合、画素電極305として反射率の高い金属膜を用いるか、酸化インジウム系透明導電膜(例えばITO)や酸化亜鉛系透明導電膜(例えばIZO、ZnO)といった仕事関数の高い透明導電膜と金属膜との積層構造を用いれば良い。逆に、ボトムエミッション型である場合、画素電極305として上述した透明導電膜を用いれば良い。本実施形態では、トップエミッション型の有機EL表示装置を例に挙げて説明する。

20

【0042】

隣接する画素電極305の間には、図3に示すように、バンク306が配置される。バンク306は、各画素電極306の端部(エッジ)を覆うように設けられ、結果として、各画素を区画する部材として機能する。なお、バンク306は、画素電極306の端部を覆うだけでなく、コンタクトホールに起因する凹部を埋める充填材として機能させてもよい。

30

【0043】

本実施形態では、バンク306としてポリイミド系、ポリアミド系、アクリル系、エポキシ系もしくはシロキサン系といった公知の樹脂材料を用いることができる。また、図3では、バンク306の頂部を含む断面(画素電極の主面に対して垂直な面で切断した断面)の輪郭が曲線状であるバンクを形成した例を示しているが、特に形状を限定する必要はなく、台形状であってもよい。

【0044】

画素電極305及びバンク306の上には、エレクトロルミネセンス層(EL層)307が設けられる。EL層307は、少なくとも発光層を有し、有機EL素子の発光部として機能する。EL層307には、発光層以外に、電子注入層、電子輸送層、正孔注入層、正孔輸送層といった各種の電荷輸送層も含まれ得る。EL層の詳細については後述する。

40

【0045】

本実施形態では、前述のとおり、白色光を発光するEL層307を設け、カラーフィルタで色分離する構成とする。EL層307には、公知の構造や公知の材料を用いることが可能であり、特に本実施形態の構成に限定されるものではない。また、EL層307は、各画素電極305上のみ形成されてもよい。すなわち、バンク306上には形成せず、画素ごとに塗り分けてもよい。

【0046】

EL層307の上には、有機EL素子の陰極(カソード)として機能する共通電極308が設けられる。本実施形態の有機EL表示装置100は、トップエミッション型である

50

ため、共通電極 308 として、MgAg 薄膜もしくは透明導電膜 (ITO や IZO) を用いることとする。共通電極 308 は、各画素間を跨いで画素部 102 の全面に設けられる。

【0047】

本実施形態では、画素電極 305、EL 層 307 及び共通電極 308 によって EL 素子 309 が構成される。さらに、EL 素子 309 を外部の水分等から保護するための絶縁膜 310 が設けられる。絶縁膜 310 としては、窒化シリコン膜など緻密性の良い無機絶縁膜を用いることが好ましい。

【0048】

以上説明した第 1 基板 301 から絶縁膜 310 までをまとめて、本実施形態ではアレイ基板と呼ぶ。

10

【0049】

アレイ基板には、接着材及び保護材として機能する充填材 (フィル材) 311 を介して封止基板が設けられる。充填材 311 としては、ポリイミド系、ポリアミド系、アクリル系、エポキシ系もしくはシロキサン系の公知の樹脂材料を用いることができる。一方、基板周辺部分で十分な封止、及び第 1 基板と第 2 基板とのギャップ保持が実現できるのであれば、充填材 311 を用いず、中空封止とすることもできる。

【0050】

なお、本実施形態において、「封止基板」とは、第 2 基板 312、第 2 基板 312 の主面 (第 1 基板 301 に対向する面) に設けられた RGB の各色にそれぞれ対応するカラーフィルタ 313R、313G、313B、及び、それらカラーフィルタの隙間に設けられたブラックマトリクス 314 を含む。

20

【0051】

ただし、封止基板の構造はこれに限定されるものではなく、ブラックマトリクス 314 を省略してもよい。また、EL 層 307 を RGBW の各色で分けて設ければ、封止基板からカラーフィルタを省略することも可能である。さらに、カラーフィルタを省略するか第 1 基板 301 側に形成すれば、封止基板そのものを省略することも可能である。

【0052】

ここで、本実施形態の有機 EL 表示装置 100 における EL 素子 309 の詳細について説明する。

30

【0053】

図 4 は、本実施形態の有機 EL 表示装置 100 の EL 素子 309 の断面を示す図である。図 4 において、図面の下から順に、画素電極 (陽極) 305、第 1 電荷輸送層 401、第 1 発光層 402、第 2 電荷輸送層 403、第 2 発光層 404、第 3 電荷輸送層 405、及び共通電極 (陰極) 308 が積層される。本実施形態では、第 1 発光層 402 として、黄色に発光する発光層を示し、第 2 発光層 404 として、青色に発光する発光層を示す。なお、この構成に限らず、第 1 発光層 402 と第 2 発光層 404 の位置を逆にしてもよい。

【0054】

第 1 電荷輸送層 401 は、正孔注入層及び正孔輸送層で構成される。ただし、正孔注入層又は正孔輸送層は、省略することも可能である。また、さらに複数の輸送層を積層してもよい。

40

【0055】

第 2 電荷輸送層 403 は、正孔注入層、正孔輸送層、電荷発生層、電子注入層及び電子輸送層で構成される。電荷発生層は、正孔及び電子を発生させる役割を果たす。ここで発生した正孔は、正孔注入層及び正孔輸送層を経て第 2 発光層 404 へと向かう。また、ここで発生した電子は、電子注入層及び電子輸送層を経て第 1 発光層 402 へと向かう。

【0056】

第 3 電荷輸送層 405 は、電子注入層及び電子輸送層で構成される。ただし、電子注入層又は電子輸送層は、省略することも可能である。また、さらに複数の輸送層を積層して

50

もよい。

【0057】

本実施形態では、前述のように、黄色に発光する第1発光層402を3層の積層構造で構成する。具体的には、第1層目としてホストに対して第1ドーパントを添加した層（第1発光領域）を設け、第2層目として実質的にホストのみで構成される層（非ドーブ領域）を設け、第3層目としてホストに対して第2ドーパントを添加した層（第2発光領域）を設けている。なお、本実施形態では、第2発光層404は、公知の青色発光材料を用いている。

【0058】

ここで、本実施形態の有機EL表示装置100は、第1発光層402を第1発光領域、非ドーブ領域及び第2発光領域で構成するに当たり、図13で説明した蒸着源を傾ける方法を用いずに発光層の形成を行っている。具体的には、図5に示すように、第1蒸着源501a、第2蒸着源502a及び第3蒸着源503aを傾けることなく並べ、その上方を基板504が通過する構成となっている。

10

【0059】

このとき、第1蒸着源501aからは第1ドーパント501bが拡散され、第2蒸着源502aからはホスト502bが拡散され、第3蒸着源503aからは第2ドーパント503bが拡散される。第1ドーパント501bと第2ドーパント503bは、それぞれ異なる色で発光するドーパントである。

【0060】

本実施形態では、第1ドーパント501bとして黄緑色に発光するドーパントを用い、第2ドーパント503bとして黄色に発光するドーパントを用いるが、これに限定されるものではない。例えば、第1ドーパント501bと第2ドーパント503bを添加する順番を逆にしてもよい。また、ホスト502bは、1種類に限る必要はなく、2種類以上のホストを含ませることも可能である。

20

【0061】

図11及び図12を用いて説明したように、3つの蒸着源を傾けることなく並べて発光層を形成した場合に、発光層の内部において発光材料の濃度に偏りが生じる。すなわち、基板の進行方向に対して最初に配置された蒸着源から拡散される材料と最後に配置された蒸着源から拡散される材料とでは、発光層内部における濃度分布がほぼ対称となり、濃度の極大値（ピーク濃度）の位置が逆の位置になる。

30

【0062】

本実施形態では、上述した本発明者らの試行過程とは逆に、上記現象を積極的に利用し、第1発光層402の内部において意図的にドーパント濃度を偏らせ、ドーパントごとに異なる発光領域を形成する。ここで、本実施形態の有機EL表示装置100における第1発光層402の具体的な構成を図6に示す。

【0063】

図6は、第1の実施形態に係る有機EL表示装置において、EL素子309を構成する第1発光層402の内部におけるドーパントの濃度分布を示す図である。曲線601は、黄緑色に発光する第1ドーパント501bの濃度分布を示し、曲線602は、黄色に発光する第2ドーパント503bの濃度分布を示している。なお、図6に示す第1ドーパント501bの濃度及び第2ドーパント503bの濃度は、それぞれホスト502bの濃度で正規化したものである。すなわち、ホスト502bの濃度に対する相対的な割合を示している。

40

【0064】

図6に示されるように、第1ドーパント501bは、画素電極側の一端近傍にピーク濃度（極大値）を有し、画素電極から共通電極に向かう方向（以下「第1方向」という）に向かって徐々に濃度が低下する濃度分布を有している。逆に、第2ドーパント503bは、共通電極側の他端近傍にピーク濃度（極大値）を有し、第1方向に向かって徐々に濃度が上昇する濃度分布を有している。なお、ここで「近傍」とは、第1発光層402の膜厚

50

で正規化した場合（第1発光層402の膜厚を「1」とした場合）において、第1発光層402と他の層との界面から0.3以内（典型的には、0.2以内）の範囲を指す。

【0065】

その結果、第1発光層402の内部には、ホスト502bに対して主として第1ドーパント501bが添加された第1発光領域402aと、ホスト502bに対して主として第2ドーパント503bが添加された第2発光領域402bとが形成されている。さらに、第1発光領域402aと第2発光領域402bとの間には、第1ドーパント501b及び第2ドーパント503bの濃度が十分に低い領域、すなわち実質的にホスト502bのみで構成される非ドーブ領域402cが形成されている。非ドーブ領域402cでは、第1ドーパント501b及び第2ドーパント503bの濃度がそれぞれ15%以下（好ましくは、10%以下）となることが望ましい。

10

【0066】

以上のように、本実施形態では、インライン蒸着によるドーパントの濃度分布の偏りを利用して、異なる2つの発光領域とその間の非ドーブ領域とで構成される発光層を形成することができる。そして、そのような発光層を含む有機EL表示装置を、蒸着源を傾けるという緻密な調整をすることなく、生産性の高い方法で提供することが可能となる。

【0067】

また、本実施形態の有機EL表示装置100は、第1発光領域402aと第2発光領域402bとの間に非ドーブ領域403cを設けた3層構造の第1発光層402を黄色に発光する発光層として有するため、色域が広く、発光特性に優れたものとすることができる。

20

【0068】

以下、上述した構成を備える本実施形態の有機EL表示装置100の製造工程について、図7、8を参照して説明する。

【0069】

<表示装置の製造方法>

まず、図7(A)に示すように、第1基板301上に下地層302を形成し、その上に公知の方法により薄膜トランジスタ(TFT)303を形成する。そして、薄膜トランジスタ303の形成により生じた凹凸を平坦化するように、第1の絶縁層304を形成する。

30

【0070】

第1基板301としては、ガラス基板、石英基板、フレキシブル基板（ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートその他の曲げることが可能な基板）等を用いることができる。第1基板301が透光性を有する必要がない場合には、金属基板、セラミックス基板、半導体基板を用いることも可能である。

【0071】

下地層302としては、典型的には、酸化シリコン系絶縁膜、窒化シリコン系絶縁膜またはそれらの積層膜を用いることができる。下地層302は、第1基板301からの汚染物質の侵入を防いだり、第1基板301の伸縮により発生する応力を緩和したりする機能を有する。

40

【0072】

本実施形態では、薄膜トランジスタ303としてトップゲート型TFTを形成する例を示しているが、ボトムゲート型TFTであっても良い。

【0073】

第1の絶縁層304は、ポリイミド系、ポリアミド系、アクリル系、エポキシ系もしくはシロキサン系といった公知の樹脂材料を塗布し、その後、塗布した樹脂材料を光もしくは熱により硬化させて形成すれば良い。第1の絶縁層304の膜厚は、薄膜トランジスタ303に起因する凹凸を平坦化するに十分な膜厚であれば良い。典型的には、1~3μmとすることができるが、これに限定されるものではない。

【0074】

50

次に、図7(B)に示すように、第1の絶縁層304に薄膜トランジスタ303に達するコンタクトホールを形成した後、公知の方法により画素電極305を形成する。本実施形態では、公知のスパッタ法によりITO(Indium Tin Oxide)とアルミニウム膜との積層膜を形成した後、公知のフォトリソグラフィにより積層膜をパターンングして画素電極305を形成する。画素電極305は、複数の画素に対応する位置にそれぞれ対応するようにパターンングされる。

【0075】

次に、樹脂材料で構成されるバンク306を形成する。本実施形態では、光硬化性樹脂を塗布することによりバンク306を形成する。バンク306の形成に関して、特に形状を限定する必要はなく、台形状であってもよいし、半円形状であってもよい。また、バンク306の形成に当たり、公知のフォトリソグラフィ、印刷法及び溶液塗布法のいずれを用いてもよい。

10

【0076】

次に、図8(A)に示すように、画素電極305及びバンク306の上にEL層307を形成する。本実施形態では、EL層307を白色光の発光部とし、すべての画素に対して共通に形成する。したがって、製造プロセスを簡略化でき、生産性の高い製造プロセスを構築することができる。

【0077】

なお、本実施形態では、EL層307の構造として、図4を用いて説明した積層構造を用いる。すなわち、本実施形態におけるEL層307は、第1電荷輸送層401、第1発光層402、第2電荷輸送層403、第2発光層404及び第3電荷輸送層405を含む積層構造を例とする。

20

【0078】

そして、本実施形態では、図5を用いて説明したインライン蒸着により第1発光層402を形成する。すなわち、図5に示したように、黄緑色に発光する第1ドーパント501bを蒸着するための第1蒸着源501aと、ホスト502bを蒸着するための第2蒸着源502aと、黄色に発光する第2ドーパント503bを蒸着するための第3蒸着源503aとを順に並べてインライン蒸着を行い、第1発光層402を形成する。

【0079】

これにより、図6を用いて説明した第1発光領域402aと第2発光領域402bとの間に非ドーパ領域402cを有する第1発光層402を形成することができる。この場合、蒸着源を精度よく傾けるとい調整が必要なく、通常と同様のインライン蒸着により第1発光層402を形成することができる。さらに、インライン蒸着による濃度分布の偏りを利用して、1回のインライン蒸着により第1発光領域402a、第2発光領域402b及び非ドーパ領域402cを含む第1発光層402を形成することができる。そのため、本実施形態によれば、蒸着源の数を減らして製造コストを抑えることができ、生産性の高いEL表示装置の製造方法を提供することができる。

30

【0080】

第1発光層402以外の層については、本実施形態では、いずれも蒸着法により形成する。EL層は水分に非常に弱いため、なるべく外気に触れさせないことが望ましい。したがって、第1発光層402をインライン蒸着により形成する以上、他の層についてもインライン蒸着を用いて形成することが好ましい。これにより、すべての層を外気に触れさせることなく連続的に積層することも可能である。勿論、そのような方法に限定する必要はなく、必要に応じてインクジェット法等の他の公知の方法を併用してもよい。

40

【0081】

以上のように、インライン蒸着法を用いて、画素電極305上に第1電荷輸送層401、第1発光層402、第2電荷輸送層403、第2発光層404及び第3電荷輸送層405を含むEL層307を形成する。

【0082】

次に、図8(B)に示すように、有機EL素子の陰極として機能する共通電極308を

50

形成する。本実施形態において、共通電極 308 としては、スパッタ法で形成したITO膜又はIZO膜を用いる。勿論、他の透明導電膜を用いてもよいし、MgAgといった金属膜を用いてもよい。その後、保護膜として窒化シリコン膜を含む絶縁膜 309 を形成する。このとき、共通電極 308 と絶縁膜 309 とを外気に触れさせることなく連続形成することが望ましい。

【0083】

最後に、第2基板 312 上に、公知のカラーフィルタ 313R、313G、313Bと金属膜または黒色顔料を含む樹脂で構成されるブラックマトリクス 314 とを設けた封止基板を用意し、充填材 311 を介してアレイ基板に貼り合わせる。こうして図3に示した有機EL表示装置 100 が完成する。

10

【0084】

(第2の実施形態)

上述した第1の実施形態では、白色発光のEL層を構成するために、第1発光層 402 として黄色に発光する発光層を用い、第2発光層 404 として青色に発光する発光層を用いた例を示した。しかし、本発明は、これとは異なる発光層の組み合わせにおいても実施することが可能である。なお、発光層の発光色の組み合わせが異なる以外は、第1の実施形態に係る有機EL表示装置 100 と同じ構成を有する。

【0085】

本実施形態によれば、例えば、第1発光層 402 として赤色に発光する発光層を用い、第2発光層 404 として青緑色に発光する発光層を用いてもよい。この場合、第2発光層 404 の形成に第1実施形態で説明したインライン蒸着を適用し得る。例えば、ホスト 502b に対して青色に発光する第1ドーパント 501b 及び緑色に発光する第2ドーパント 503b を添加すればよい。勿論、第1ドーパント 501b 及び第2ドーパント 502b を蒸着する順序は任意である。

20

【0086】

また、第1発光層 402 として赤緑色に発光する発光層を用い、第2発光層 404 として青色に発光する発光層を用いてもよい。この場合、第1発光層 402 の形成に第1実施形態で説明したインライン蒸着を適用し、例えば、ホスト 502b に対して赤色に発光する第1ドーパント 501b 及び緑色に発光する第2ドーパント 503b を添加すればよい。この場合も、第1ドーパント 501b 及び第2ドーパント 502b を蒸着する順序は任意である。

30

【0087】

以上のように、本実施形態では、第1発光層と、該第1発光層の発光色と補色の関係にある色の光を発する第2発光層とを用いて白色発光のEL素子を形成する。そして、第1の実施形態で説明した構造の発光層を、第1発光層及び第2発光層のいずれかに適用することができる。

【0088】

(第3の実施形態)

図9は、本発明の第3の実施形態に係る有機EL表示装置の発光層の形成方法を示す図である。第1の実施形態との違いは、第3の実施形態では、ホストとして2種類の材料を用いた点である。その他の構成は、第1の実施形態に係る有機EL表示装置 100 と同じである。

40

【0089】

本実施形態の場合、図5の第2蒸着源 502a に代えて、ホスト用の第2蒸着源として、蒸着源 901a 及び蒸着源 902a を用いる。蒸着源 901a は、第1ホスト 901b を拡散させ、蒸着源 902a は、第2ホスト 902b を拡散させる。本実施形態では、蒸着源 901a 及び 902a を隣接して並べることにより、2種類のホストを混在させた領域 903b を広く確保できるようにしてある。これにより、ホスト自体は2種類のホスト材料が濃度分布なく蒸着され、ホスト材料の濃度分布による悪影響を排除することができる。

50

【 0 0 9 0 】

なお、本実施形態では、蒸着源 9 0 1 a 及び 9 0 2 a を隣接して並べた例を示したが、両者を互いに向かって傾けて異なるホスト材料を混在させた領域 9 0 3 b を形成してもよい。

【 0 0 9 1 】

また、本実施形態では、異なる 2 種類のホスト材料を用いる例を示したが、3 種類以上のホスト材料を用いることも可能である。その場合においても、密接して複数の蒸着源を配置することにより、濃度分布なく複数のホスト材料を蒸着することが可能となる。

【 0 0 9 2 】

本発明の実施形態として上述した各実施形態は、相互に矛盾しない限りにおいて、適宜組み合わせる実施することができる。また、各実施形態の表示装置を基にして、当業者が適宜構成要素の追加、削除もしくは設計変更を行ったもの、又は、工程の追加、省略もしくは条件変更を行ったものも、本発明の要旨を備えている限り、本発明の範囲に含まれる。

10

【 0 0 9 3 】

また、上述した各実施形態の態様によりもたらされる作用効果とは異なる他の作用効果であっても、本明細書の記載から明らかなもの、又は、当業者において容易に予測し得るものについては、当然に本発明によりもたらされるものと解される。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 4 】

20

- 1 0 0 有機 E L 表示装置
- 1 0 2 画素部
- 1 0 3 走査線駆動回路
- 1 0 4 データ線駆動回路
- 1 0 5 ドライバ I C
- 2 0 1 画素
- 2 0 2 薄膜トランジスタ
- 3 0 1 第 1 基板
- 3 0 2 下地層
- 3 0 3 薄膜トランジスタ (T F T)
- 3 0 4 第 1 の絶縁層
- 3 0 5 画素電極 (陽極)
- 3 0 6 バンク
- 3 0 7 E L 層
- 3 0 8 共通電極 (陰極)
- 3 0 9 E L 素子
- 3 1 0 絶縁膜
- 3 1 1 充填材
- 3 1 2 第 2 基板
- 3 1 3 R R (赤) に対応するカラーフィルタ
- 3 1 3 G G (緑) に対応するカラーフィルタ
- 3 1 3 B B (青) に対応するカラーフィルタ
- 3 1 4 ブラックマトリクス
- 4 0 1 第 1 電荷輸送層
- 4 0 2 第 1 発光層
- 4 0 3 第 2 電荷輸送層
- 4 0 4 第 2 発光層
- 4 0 5 第 3 電荷輸送層
- 5 0 1 a 第 1 蒸着源
- 5 0 2 a 第 2 蒸着源

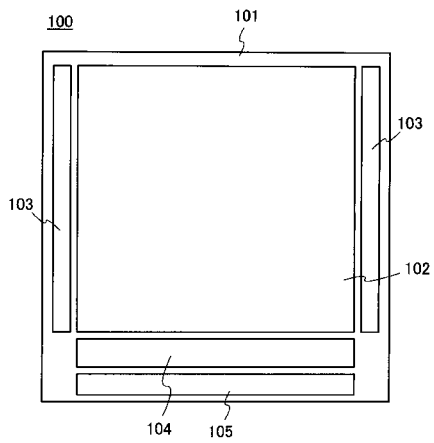
30

40

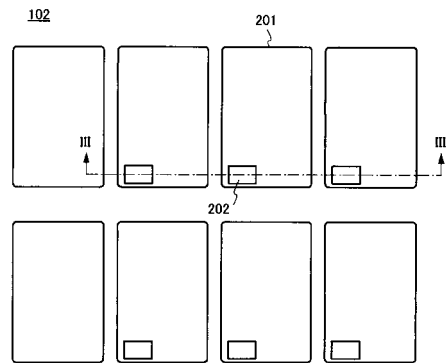
50

- 503 a 第3蒸着源
- 501 b 第1ドーパント
- 502 b ホスト
- 503 b 第2ドーパント
- 504 基板
- 402 a 第1発光領域
- 402 b 第2発光領域
- 402 c 非ドーブ領域
- 601 及び 602 濃度分布を示す曲線

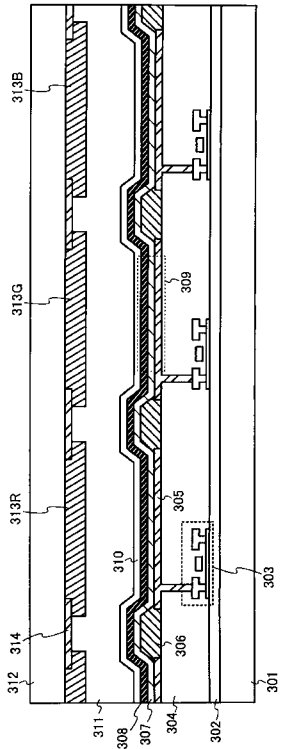
【図1】



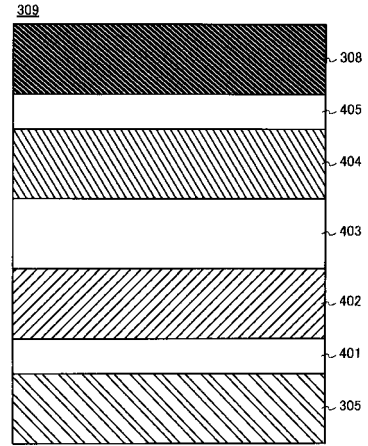
【図2】



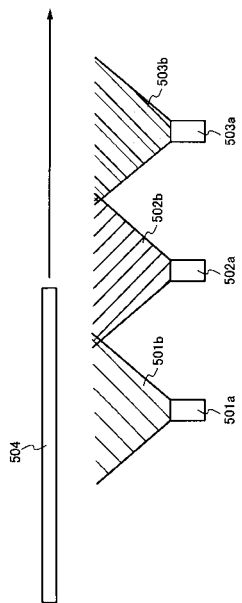
【 図 3 】



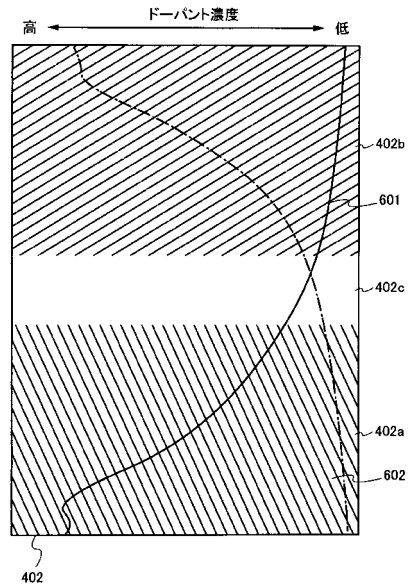
【 図 4 】



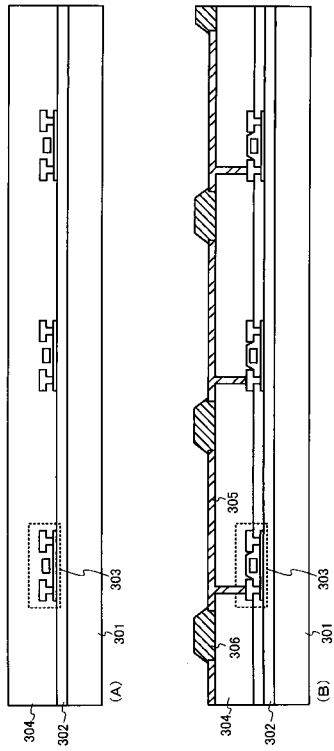
【 図 5 】



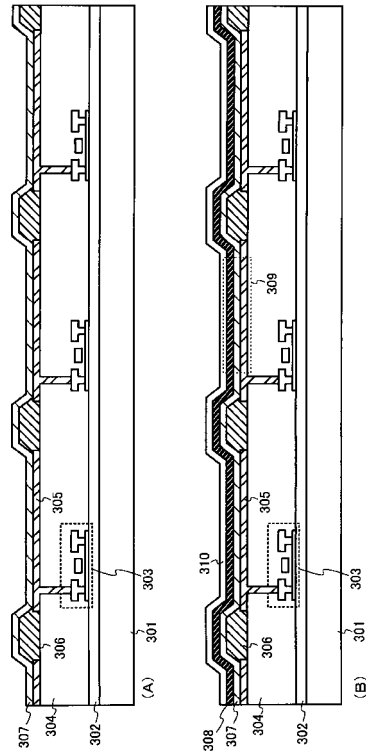
【 図 6 】



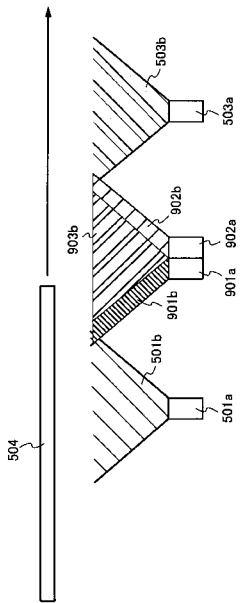
【 図 7 】



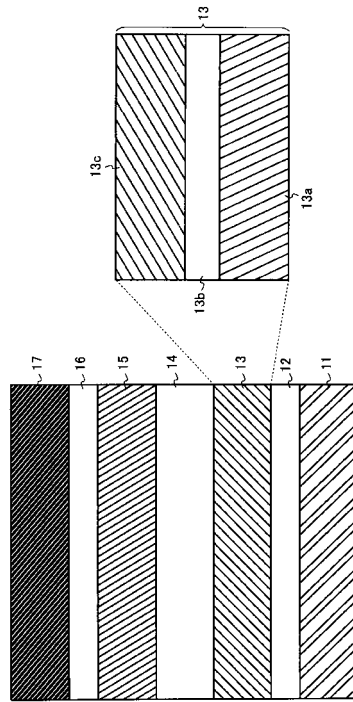
【 図 8 】



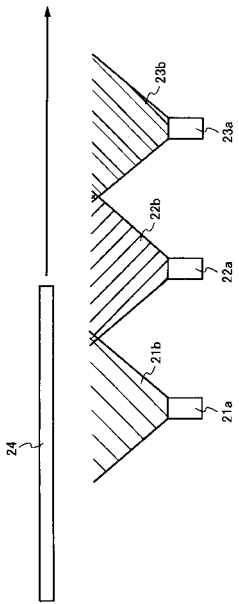
【 図 9 】



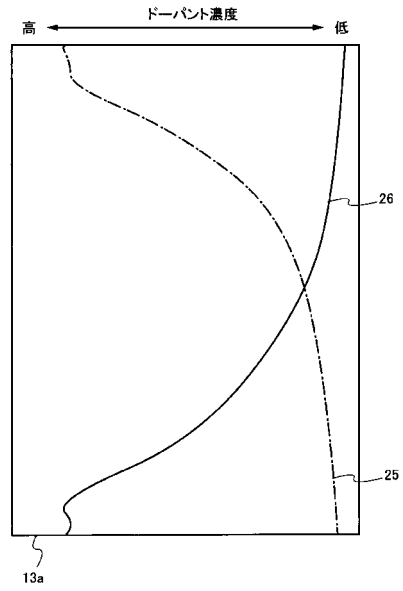
【 図 10 】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

