

(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2021-82388
(P2021-82388A)

(43) 公開日 令和3年5月27日(2021.5.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26 Z	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	5C094
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 B	5G435
H05B 33/22 (2006.01)	H05B 33/22 A	
H01L 27/32 (2006.01)	H05B 33/22 B	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 33 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-206297 (P2019-206297)
(22) 出願日 令和1年11月14日 (2019.11.14)

(71) 出願人 514188173
株式会社 J O L E D
東京都千代田区神田錦町三丁目23番地
(74) 代理人 110001900
特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
(72) 発明者 米田 和弘
東京都千代田区神田錦町三丁目23番地
株式会社 J O L E D 内
(72) 発明者 小松 隆宏
東京都千代田区神田錦町三丁目23番地
株式会社 J O L E D 内

最終頁に続く

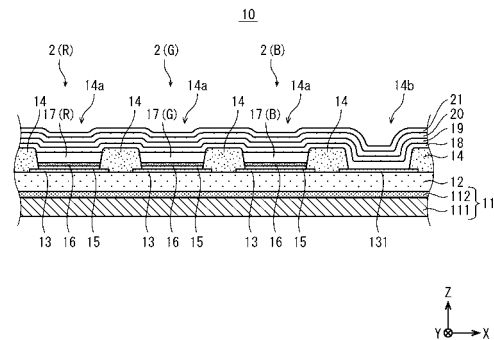
(54) 【発明の名称】 表示パネルおよび表示パネルの製造方法

(57) 【要約】

【課題】有機層をウエットプロセスで形成して製造コストを低減しつつ、発光効率の劣化を抑制して長寿命化を図ると共に輝度むらが抑制された表示パネルを提供する。

【解決手段】基板 11 上方に行列状に配された画素電極 13 上に有機発光層 17 が配された表示パネルであって、行方向に隣接する画素電極 13 の間隙の内の少なくとも 1 の間隙に列方向に延伸する補助電極 131 と、有機発光層 17 と補助電極 131 上に共通して配され Na F からなる中間層 18 と、有機発光層 17 と補助電極 131 上に中間層 18 を介して共通して配され有機材料に Y b がドーブされてなる機能層 19 と、有機発光層 17 と補助電極 131 上方に機能層を介して共通して配された対向電極 20 とを有し、中間層 18 の膜厚を x [nm]、機能層 19 における Y b のドーブ濃度を y [wt %] とした場合に、 $1 < x < 3$ 、 $20 < y < 40$ 、 $y > 10x + 10$ の関係を満たす。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上方に複数の画素電極が行列状に配され、各画素電極上に発光層が配されてなる表示パネルであって、

前記基板上的行または列方向に隣接する画素電極の間隙の内の少なくとも 1 の間隙上に、前記画素電極と非接触な状態で、列または行方向に延伸する給電補助電極と、

前記発光層上および前記給電補助電極上方に共通して配され、アルカリ金属またはアルカリ土類金属である第 1 金属のフッ化物を含む中間層と、

前記発光層および前記給電補助電極の上方に前記中間層を介して共通して配され、電子輸送性および電子注入性のうち少なくとも一方の性質を有する有機材料に、希土類金属に

10

属する第 2 金属がドーブされてなる機能層と、

前記発光層および前記給電補助電極の上方に前記機能層を介して共通して配された対向電極と、を有し、

前記中間層の膜厚を x [nm]、前記機能層における前記第 2 金属のドーブ濃度を y [wt %]とした場合に、

$$1 < x < 3, 20 < y < 40, y > 10x + 10$$

の関係を満たすことを特徴とする表示パネル。

【請求項 2】

前記第 1 金属は、Na である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の表示パネル。

20

【請求項 3】

前記第 2 金属は、Yb である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の表示パネル。

【請求項 4】

前記画素電極および前記給電補助電極は、同じ材料で構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項に記載の表示パネル。

【請求項 5】

前記機能層における前記第 2 金属の含有量が、前記中間層から前記対向電極に近づくに連れて連続的に多くなる

ことを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の表示パネル。

30

【請求項 6】

前記機能層は、前記中間層上に配された第 1 層部分と、前記第 1 層部分上に配された第 2 層部分とを含み、

前記第 2 層部分における前記第 2 金属の含有の割合が、前記第 1 層部分における前記第 2 金属の含有の割合よりも大きい

ことを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の表示パネル。

【請求項 7】

前記機能層は、前記中間層に近い側から第 1 層部分、第 2 層部分および第 3 層部分を順に積層してなり、前記第 1 層部分、第 2 層部分、第 3 層部分における前記第 2 金属の含有の割合をそれぞれ、 D_1 、 D_2 、 D_3 とすると、 $D_2 < D_1 < D_3$ である

ことを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の表示パネル。

40

【請求項 8】

前記機能層と前記対向電極との間に、透明導電膜が形成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項に記載の表示パネル。

【請求項 9】

前記発光層が、行方向に隣接する画素電極間を列方向に延在する隔壁によって仕切られている

ことを特徴とする請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の表示パネル。

【請求項 10】

トップエミッション型である

50

ことを特徴とする請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項に記載の表示パネル。

【請求項 1 1】

基板の上方に、画素電極と、前記基板の主面と平行な方向に前記画素電極と離れた給電補助電極とを形成し、

前記画素電極の上方に発光層を形成し、

アルカリ金属またはアルカリ土類金属である第 1 金属のフッ化物を含む中間層を、前記発光層上および前記給電補助電極上に共通して形成し、

電子輸送性および電子注入性のうち少なくとも一方の性質を有する有機材料に、希土類金属に属する第 2 金属がドーブされてなる機能層を、前記中間層を介して前記発光層および前記給電補助電極の上方に共通して形成し、

前記機能層を介して前記発光層および前記給電補助電極の上方に共通して対向電極を形成する工程を含み、

前記中間層の膜厚を x [nm]、前記機能層における前記第 2 金属のドーブ濃度を y [wt%] とした場合に、

$$1 < x < 3, 20 < y < 40, y < 10x + 10$$

の関係を満たすことを特徴とする表示パネルの製造方法。

【請求項 1 2】

前記画素電極を形成する工程と前記発光層を形成する工程との間に、正孔注入性および/または正孔輸送性を有する正孔移動容易化層を形成する工程をさらに含み、前記正孔移動容易化層および前記発光層の形成のうち少なくとも一つは、ウエットプロセスにより形成される

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の表示パネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、有機電界発光素子（以下「有機 EL 素子」という。）などの自発光型の発光素子を基板の主面に沿って二次元配置してなる表示パネルおよび当該表示パネルの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発光型のディスプレイとして、基板上に行列方向に沿って有機 EL 素子を複数配列した有機 EL 表示パネルが、電子機器のディスプレイとして実用化されている。

【0003】

各有機 EL 素子は、画素電極（陽極）と対向電極（陰極）の一对の電極対の間に有機発光材料を含む有機発光層が配設された基本構造を有し、駆動時に一对の電極対間に電圧を印加し、画素電極から有機発光層に注入される正孔と、対向電極から有機発光層に注入される電子との再結合に伴って発生する電流駆動型の発光素子である。

【0004】

特に、アクティブマトリクス方式で駆動する有機 EL 表示パネルでは、陰極である対向電極が複数の画素に共通して形成される場合が多い。このような場合、対向電極の外周部分から電圧が印加されるため、対向電極の電気抵抗（シート抵抗）により対向電極の中央部分では電圧降下が生じる。

【0005】

対向電極の外周部分から各画素までの距離は画素毎に異なるため、画素毎に画素電極と陰極との間に印加される電圧にばらつきが生じることとなり、有機 EL 表示パネルの輝度むら（以下、「シート抵抗由来の輝度むら」という。）の原因となる。

【0006】

これに対し、基板上に列方向に延伸する補助電極を設け、当該補助電極と対向電極とを電氣的に接続することで対向電極のシート抵抗を下げて、上記シート抵抗由来の輝度むらを抑制する構成が、特許文献 1 に開示されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

また、このような有機 E L 表示パネルにあっては、対向電極からの有機発光層への電子の注入性を向上させるために、対向電極と有機発光層との間に、有機材料に仕事関数の低いアルカリ金属やアルカリ土類金属（以下、「アルカリ金属等」という。）をドーブした機能層を形成する構成が知られている。

【 0 0 0 8 】

ところが、アルカリ金属等は、水分や酸素といった不純物と反応して、電子注入特性が劣化しやすいという短所がある。特に、有機発光層や、正孔輸送層などがウエットプロセスで形成される場合、これらの層中や表面に不純物（水分、酸素）が残存し、機能層中のアルカリ金属等を劣化させるおそれがある。

10

【 0 0 0 9 】

これに対し、発光層と機能層との間に、アルカリ金属等のフッ化物で構成された中間層を設けて、水分等の不純物の機能層への浸入をブロックする技術が特許文献 2 に開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 1 1 1 3 6 9 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 7 - 3 1 7 3 7 8 号 公 報

【 発明の概要 】

20

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

しかしながら、アルカリ金属等のフッ化物は絶縁性が高いので、良好な電子注入性を維持するために膜厚をあまり厚くできない。そのため、水分等の不純物が徐々に浸透して機能層のアルカリ金属等を劣化させるおそれがある。

【 0 0 1 2 】

一方、有機 E L 表示パネルでは、発光層よりも上に配置される層は、画素ごとに分ける必要が無い場合、製造工程の簡易化およびコストダウンの観点から、各画素に亘って共通した層として形成することが望ましい。

【 0 0 1 3 】

30

そうすると補助電極と対向電極とを直接接触させることができず、両者の間に中間層や機能層が介在することとなり、そのため補助電極と対向電極間の電気抵抗（以下、「コンタクト抵抗」という。）が大きくなって、補助電極の機能を十分に果たすことができず、対向電極のシート抵抗に由来する輝度むらが解消されないおそれもある。

【 0 0 1 4 】

本開示は、上記の問題点を鑑みてなされたものであり、補助電極と対向電極とのコンタクト抵抗を低減して輝度むらの発生を抑制すると共に、発光効率の向上と長寿命化が可能な表示パネルおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 5 】

40

上記目的を達成するため、本開示の一態様に係る表示パネルは、基板上方に複数の画素電極が行列状に配され、各画素電極上に発光層が配されてなる表示パネルであって、前記基板上的行または列方向に隣接する画素電極の間隙の内の少なくとも 1 の間隙上に、前記画素電極と非接触な状態で、列または行方向に延伸する給電補助電極と、前記発光層上および前記給電補助電極上方に共通して配され、アルカリ金属またはアルカリ土類金属である第 1 金属のフッ化物を含む中間層と、前記発光層および前記給電補助電極の上方に前記中間層を介して共通して配され、電子輸送性および電子注入性のうち少なくとも一方の性質を有する有機材料に、希土類金属に属する第 2 金属がドーブされてなる機能層と、前記発光層および前記給電補助電極の上方に前記機能層を介して共通して配された対向電極と、を有し、前記中間層の膜厚を x [nm]、前記機能層における前記第 2 金属のドーブ濃度

50

を y [wt%]とした場合に、 $1 < x < 3$ 、 $20 < y < 40$ 、 $y < 10x + 10$ の関係を満たすことを特徴としている。

【発明の効果】

【0016】

本開示の一態様に係る表示パネルにおいては、電子注入性の向上のため機能層にドーブされる第2金属を希土類金属としている。希土類金属は、水分等の不純物との反応性が低いので、表示パネルの長寿命化が可能となる。また、中間層の膜厚 x [nm] および、機能層ドーブ濃度 y [wt%] が、 $1 < x < 3$ 、 $20 < y < 40$ 、 $y < 10x + 10$ の関係を満たすため、給電補助電極と陰極である対向電極との間の電気抵抗が適切な範囲内に収まる。これにより、給電補助電極の機能が発揮されて対向電極の電圧のむらが解消され、表示パネルの輝度むらを抑制することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本開示の一態様に係る有機EL表示装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】上記有機EL表示装置における有機EL表示パネルの画像表示面の一部を拡大した模式平面図である。

【図3】図2のA-A線に沿った部分における有機EL表示パネルの断面を示す模式図である。

【図4】図2に示す有機EL表示パネルにおける、画素電極と補助電極とのレイアウトを示す平面図である。

20

【図5】(a)は、上記有機EL表示パネルにおける有機EL素子の部分の積層構造を示す模式図であり、(b)は、補助電極が配された部分における積層構造を示す模式図である。

【図6】(a)は、周波数の変化に対するBaとYbのそれぞれの消衰係数の変化を比較して示すグラフであり、(b)は、RGBの各発光色のピーク波長におけるBaとYbの消衰係数と、その比を示すテーブルである。

【図7】機能層におけるYbのドーブ濃度および中間層の膜厚を変えて行った有機EL表示パネルにおける補助電極と対向電極との間のコンタクト抵抗の測定結果を示すテーブルである。

【図8】図7の測定結果をグラフにプロットした図である。

30

【図9】本開示の一態様に係る有機EL表示パネルの製造過程を示す工程図である。

【図10】(a)～(c)は、本開示の一態様に係る有機EL表示パネルの製造過程を模式的に示す部分断面図である。

【図11】(a)～(d)は、図10の続きの有機EL表示パネルの製造過程を模式的に示す部分断面図である。

【図12】(a)、(b)は、図11の続きの有機EL表示パネルの製造過程を模式的に示す部分断面図である。

【図13】(a)～(c)は、図12の続きの有機EL表示パネルの製造過程を模式的に示す部分断面図である。

【図14】有機EL素子の機能層における第1変形例に係る積層構造を示す模式図である。

40

【図15】有機EL素子の機能層における第2変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【図16】有機EL素子の機能層における第3変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【図17】有機EL素子の別の変形例における積層構造を示す模式図である。

【図18】有機EL素子のさらに別の変形例における積層構造を示す模式図である。

【図19】本開示の一態様に係る有機EL表示パネルにおける、画素電極と補助電極とのレイアウトの変形例を示す平面図である。

【図20】上記変形例において、基板上に隔壁を形成した後、正孔注入層を形成した段階

50

における、図19のB-B線に相当する部分の模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本開示の一態様の概要

本開示の一態様に係る表示パネルは、基板上方に複数の画素電極が行列状に配され、各画素電極上に発光層が配されてなる表示パネルであって、前記基板上的行または列方向に隣接する画素電極の間隙の内の少なくとも1の間隙上に、前記画素電極と非接触な状態で、列または行方向に延伸する給電補助電極と、前記発光層上および前記給電補助電極上方に共通して配され、アルカリ金属またはアルカリ土類金属である第1金属のフッ化物を含む中間層と、前記発光層および前記給電補助電極の上方に前記中間層を介して共通して配され、電子輸送性および電子注入性のうち少なくとも一方の性質を有する有機材料に、希土類金属に属する第2金属がドーブされてなる機能層と、前記発光層および前記給電補助電極の上方に前記機能層を介して共通して配された対向電極と、を有し、前記中間層の膜厚を x [nm]、前記機能層における前記第2金属のドーブ濃度を y [wt%]とした場合に、 $1 < x < 3$ 、 $20 < y < 40$ 、 $y > 10x + 10$ の関係を満たしている。

10

【0019】

係る態様により、発光効率の改善と製品の長寿命化が可能になると共に、補助電極と対向電極との間の電気抵抗が適切な範囲内に収まって、表示面全体に亘って印加される電圧のばらつきを抑制することができ、表示パネルの輝度むらを抑制することができる。

【0020】

また、本開示の一態様に係る表示パネルは、前記第1金属が、Naである。

20

【0021】

アルカリ金属等のフッ化物は結晶性であり、不純物に対するブロック性が期待できるが、特に、NaFは、他のアルカリ金属等のフッ化物が水に難溶性であるのに対して、可溶性であり、水分等を吸収して内部に閉じ込めてしまうので、ブロックされて撥かれた水分等が他の構成要素に悪影響を及ぼすおそれも少なく、他よりブロック性に優れている。

【0022】

また、本開示の一態様に係る表示パネルは、前記第2金属が、Ybである。

【0023】

Ybは、希土類金属の中でも低仕事関数であり、かつ、水分等の不純物に対してアルカリ金属等に比べて安定性が高いので、発光効率を改善しつつ製品の長寿命化が図れる。

30

【0024】

また、本開示の一態様に係る表示パネルは、前記画素電極および前記給電補助電極は、同じ材料で構成されている。

【0025】

係る態様により、画素電極と給電補助電極とを同じ材料を用いて一度の工程で形成することができるため、工程数の低減による作業効率の向上および材料共通化によるコスト抑制に資することができる。

【0026】

また、本開示の一態様に係る表示パネルは、前記機能層における前記第2金属の含有量が、前記中間層から前記対向電極に近づくにつれて連続的に多くなっている。また、別の態様として、前記機能層が、前記中間層上に配された第1層部分と、前記第1層部分上に配された第2層部分とを含み、前記第2層部分における前記第2金属の含有の割合が、前記第1層部分における前記第2金属の含有の割合よりも大きい。

40

【0027】

係る態様により、機能層の中間層側には、中間層における第1金属を適度に還元して、中間層の電子注入性とブロック性を確保するのに必要な第2金属の含有量にしつつ、機能層の対向電極側における第2金属の含有量を中間層側よりも大きくすることで、対向電極側からの機能層への電子注入性を向上すると共に、外部からの不純物の浸入を阻止して、表示パネルの寿命をさらに延ばせることができる。しかも、このように機能層の膜厚方向

50

で第2金属の濃度に大小関係を設けているため、機能層全体としては第2金属のドーブ量がそれほど増加することはなく、光透過性が必要以上に低下しないようにすることができる。

【0028】

また、本開示の一態様に係る表示パネルは、前記機能層が、前記中間層に近い側から第1層部分、第2層部分および第3層部分を順に積層してなり、前記第1層部分、第2層部分、第3層部分における前記第2金属の含有の割合をそれぞれ、 $D1$ 、 $D2$ 、 $D3$ とすると、 $D2 < D1 < D3$ である。

【0029】

このように機能層の膜厚方向に第2金属の濃度を変化させることにより、第1層部分では、中間層の第1金属のフッ化物による対不純物ブロック性を発揮しつつ、適切に還元させて発光層への電子注入性を向上させるに必要な量の第2金属をドーブし、また、第3層部分のドーブ濃度を高くすることにより対向電極側からの機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの不純物の浸入を阻止して、表示パネルの寿命をさらに延ばせることができる。しかも、中間の第2層部分では、第2金属のドーブ量を少なくすることにより、機能層全体としては第2金属のドーブ量をそれほど増加させることもないので、光透過性が必要以上に低下しないようにできる。

10

【0030】

また、本開示の一態様に係る表示パネルは、前記機能層と前記対向電極との間に、透明導電膜が形成されている。

20

【0031】

係る態様によれば、透明導電膜の膜厚を調整することにより、発光色の波長に応じた適切な光共振器構造を構築することが可能となる。

【0032】

また、本開示の一態様に係る表示パネルは、前記発光層が、行方向に隣接する画素電極間を列方向に延在する隔壁によって仕切られている。

【0033】

係る態様によれば、いわゆるラインバンク方式の表示パネルが提供される。これにより発光層をウエットプロセスで形成する場合に、膜厚の均一化が図れるというメリットがある。この場合、発光層の中間層と接触する面積が増加して発光層に含まれる不純物が中間層や機能層に浸透するおそれが大きくなるが、機能層のドーブ金属が希土類金属であるので、不純物に対してアルカリ金属等に比して十分耐性があり、製品寿命を長くすることが可能である。

30

【0034】

また、本開示の一態様に係る表示パネルは、トップエミッション型である。

【0035】

トップエミッション型の表示パネルでは、光を射出する方向に、TFEなどからなる駆動回路が配されていないので、各発光部の開口率を大きくでき、発光効率に優れると共に、給電補助電極を画素電極と同じ層に同じ材料で形成することが可能となり、製造工程を簡易化でき、コストダウンに資する。

40

【0036】

また、本開示の一態様に係る表示パネルの製造方法は、基板の上方に、画素電極と、前記基板の主面と平行な方向に前記画素電極と離れた給電補助電極とを形成し、前記画素電極の上方に発光層を形成し、アルカリ金属またはアルカリ土類金属である第1金属のフッ化物を含む中間層を、前記発光層上および前記給電補助電極上に共通して形成し、電子輸送性および電子注入性のうち少なくとも一方の性質を有する有機材料に、希土類金属に属する第2金属がドーブされてなる機能層を、前記中間層を介して前記発光層および前記給電補助電極の上方に共通して形成し、前記機能層を介して前記発光層および前記給電補助電極の上方に共通して対向電極を形成する工程を含み、前記中間層の膜厚を x [nm]、前記機能層における前記第2金属のドーブ濃度を y [wt%] とした場合に、 $1 < x < 3$

50

、 $20 \leq y \leq 40$ 、 $y = 10x + 10$ の関係を満たしている。

【0037】

係る態様によれば、発光効率の改善と製品の長寿命化が可能になると共に、補助電極と対向電極との間の電気抵抗が適切な範囲内に収まって、表示面全体に亘って印加される電圧のばらつきを抑制して輝度むらが抑制された表示パネルを提供できる。

【0038】

また、本開示の一態様に係る表示パネルの製造方法では、前記画素電極を形成する工程と前記発光層を形成する工程との間に、正孔注入性および/または正孔輸送性を有する正孔移動容易化層を形成する工程をさらに含み、前記正孔移動容易化層および前記発光層の形成のうち少なくとも一つは、ウエットプロセスにより形成される。

10

【0039】

製造コスト低減のため発光層や正孔移動容易化層をウエットプロセスにより形成した場合でも、上記態様により機能層のドーパント金属が不純物に対して安定性が高いので、長寿命化が可能である。

【0040】

なお、上記各開示の態様において「上」とは、絶対的な空間認識における上方向（鉛直上方）を指すものではなく、発光部の積層構造における積層順を基に、相対的な位置関係により規定されるものである。具体的には、基板の主面に垂直な方向であって、基板から積層物側に向かう側を上方向とする。また、例えば「基板上」と表現した場合は、基板に直接接する領域のみを指すのではなく、積層物を介した基板の上方の領域も含めるものとする。また、例えば「基板の上方」と表現した場合、基板と間隔を空けた上方領域のみを指すのではなく、基板上の領域も含めるものとする。

20

【0041】

実施形態

以下、本開示の一態様に係る表示パネルについて、有機EL表示パネルを例にして図面を参照しながら説明する。なお、図面は、模式的なものを含んでおり、各部材の縮尺や縦横の比率などが実際とは異なる場合がある。

【0042】

1. 有機EL表示装置1の全体構成

図1は、本開示の態様に係る有機EL表示パネル10を搭載した有機EL表示装置1の全体構成を示すブロック図である。有機EL表示装置1は、例えば、テレビ、パーソナルコンピュータ、携帯端末、業務用ディスプレイ（電子看板、商業施設用大型スクリーン）などに用いられる表示装置である。

30

【0043】

有機EL表示装置1は、有機EL表示パネル10と、これに電氣的に接続された駆動制御部200とを備える。

【0044】

有機EL表示パネル10は、本実施の形態では、上面が長方形の画像表示面であるトップエミッション型の表示パネルである。有機EL表示パネル10では、画像表示面に沿って複数の有機EL素子（不図示）が配列され、各有機EL素子の発光を組み合わせる画像を表示する。なお、有機EL表示パネル10は、一例として、アクティブマトリクス方式を採用している。

40

【0045】

駆動制御部200は、有機EL表示パネル10に接続された駆動回路210と、計算機などの外部装置又はアンテナなどの受信装置に接続された制御回路220とを有する。駆動回路210は、各有機EL素子に電力を供給する電源回路、各有機EL素子への供給電力を制御する電圧信号を印加する信号回路、一定の間隔ごとに電圧信号を印加する箇所を切り替える走査回路などを有する。

【0046】

制御回路220は、外部装置や受信装置から入力された画像情報を含むデータに応じて

50

、駆動回路 210 の動作を制御する。

【0047】

なお、図 1 では、一例として、駆動回路 210 が有機 EL 表示パネル 10 の周囲に 4 つ配置されているが、駆動制御部 200 の構成はこれに限定されるものではなく、駆動回路 210 の数や位置は適宜変更可能である。また、以下では説明のため、図 1 に示すように、有機 EL 表示パネル 10 上面の長辺に沿った方向を X 方向、有機 EL 表示パネル 10 上面の短辺に沿った方向を Y 方向とする。

【0048】

2. 有機 EL 表示パネル 10 の構成

(A) 平面構成

図 2 は、有機 EL 表示パネル 10 の画像表示面の一部を拡大した模式平面図である。有機 EL 表示パネル 10 では、一例として、R (赤色)、G (緑色)、B (青色) (以下、単に R、G、B ともいう。) にそれぞれ発光する副画素 100R、100G、100B が行列状に配列されている。副画素 100R、100G、100B は、X 方向に交互に並び、X 方向に並ぶ一組の副画素 100R、100G、100B が、一つの画素 P を構成している。画素 P では、階調制御された副画素 100R、100G、100B の発光輝度を組み合わせることにより、フルカラーを表現することが可能である。

【0049】

また、Y 方向においては、副画素 100R、副画素 100G、副画素 100B のいずれかのみが並ぶことでそれぞれ副画素列 CR、副画素列 CG、副画素列 CB が構成されている。これにより、有機 EL 表示パネル 10 全体として画素 P が、X 方向及び Y 方向に沿った行列状に並び、この行列状に並ぶ画素 P の発色を組み合わせることにより、画像表示面に画像が表示される。

【0050】

副画素 100R、100G、100B には、それぞれ R、G、B の色に発光する有機 EL 素子 2 (R)、2 (G)、2 (B) (図 3 参照) が配置されている。

【0051】

また、本実施の形態に係る有機 EL 表示パネル 10 では、いわゆるラインバンク方式を採用している。すなわち、副画素列 CR、CG、CB を 1 列ごとに仕切る隔壁 (バンク) 14 が X 方向に間隔をおいて複数配置され、各副画素列 CR、CG、CB では、副画素 100R、100G、100B が、有機発光層を共有している。

【0052】

ただし、各副画素列 CR、CG、CB では、副画素 100R、100G、100B 同士を絶縁する画素規制層 141 が Y 方向に間隔をおいて複数配置され、各副画素 100R、100G、100B は、独立して発光することができるようになっている。

【0053】

なお、画素規制層 141 の高さは、有機発光層のインク塗布時における液面の高さよりも低くなっており、インク塗布時にレベリングにより液面の高さが均一になるように工夫されている。

【0054】

図 2 では、隔壁 14 及び画素規制層 141 は点線で表わされているが、これは、画素規制層 141 及び隔壁 14 が、画像表示面の表面に露出しておらず、画像表示面の内部に配置されているからである。

【0055】

また、本実施の形態では、各副画素列 CR、CG、CB と並行に補助電極領域 CE が形成されている。補助電極領域 CE は、隣接する副画素列 CB と CR と、隔壁 14 を介して仕切られるが、補助電極領域 CE 内部には、画素規制層 141 は形成されず、画素電極 13 と同じ層に補助電極 131 が列方向 (Y 方向) に延在する。詳しくは、後述する。

【0056】

(B) 断面構成

10

20

30

40

50

図3は、図2のA-A線に沿った模式断面図である。

【0057】

有機EL表示パネル10において、一つの画素は、R、G、Bをそれぞれ発光する3つの副画素からなり、各副画素は、対応する色を発光する有機EL素子2(R)、2(G)、2(B)で構成される。

【0058】

各発光色の有機EL素子2(R)、2(G)、2(B)は、基本的には、ほぼ同様の構成を有するので、区別しないときは、有機EL素子2として説明する。

【0059】

図3に示すように、有機EL素子2は、基板11、層間絶縁層12、画素電極(陽極)13、補助電極131、隔壁14、正孔注入層15、正孔輸送層16、有機発光層17、中間層18、機能層19、対向電極(陰極)20、および、封止層21とからなる。

10

【0060】

層間絶縁層12、中間層18、機能層19、対向電極20および封止層21は、画素ごとに形成されているのではなく、有機EL表示パネル10が備える複数の有機EL素子2に共通して形成されている。

【0061】

(1) 基板

基板11は、絶縁材料である基材111と、TFT(Thin Film Transistor)層112とを含む。TFT層112には、副画素ごとに駆動回路が形成されている。基材111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。

20

【0062】

プラスチック材料としては、熱可塑性樹脂、熱硬化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(PI)、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(PET)、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。

30

【0063】

(2) 層間絶縁層

層間絶縁層12は、基板11上に形成されている。層間絶縁層12は、樹脂材料からなり、TFT層112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3の断面図には示されていないが、層間絶縁層12には、副画素ごとにコンタクトホールが形成されている。

40

【0064】

(3) 画素電極

画素電極13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12上に形成されている。画素電極13は、副画素ごとに設けられ、コンタクトホール(不図示)を通じてTFT層112と電気的に接続されている。

【0065】

本実施の形態においては、画素電極13は、陽極として機能する。

【0066】

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

50

(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。

【0067】

画素電極13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。

【0068】

(4)補助電極

補助電極131は、基板11の主面に平行な方向において画素電極13と離れて、層間絶縁層12上に設けられている。補助電極131は、アルミニウム等の金属の導電性の材料から成る。なお、補助電極131は、導電性の材料から成る層が複数積層されて構成されてもよい。

10

【0069】

また、補助電極131は、画素電極13と同じ材料で構成されていてもよい。その場合、画素電極13と補助電極131とを共通の工程で一度に形成することができるため、製造が容易である。

【0070】

ここで、画素電極13および補助電極131の形状および相対的な位置関係について説明する。図4は、画素電極13および補助電極131の平面視におけるレイアウトを示す平面図である。

20

【0071】

同図に示すように、本実施の形態では、画素電極13は平面視矩形形状であり、補助電極131は、列方向(Y軸方向)に延びるライン状である。画素電極13は、行方向(X軸方向)および列方向(Y軸方向)に沿ってマトリクス状(行列状)に並べられて配置されている。

【0072】

隣り合う補助電極131間には、画素電極13のY軸方向の列が3列配されている。即ち、補助電極131は、画素電極13の列に並行であって3列おきに配置されている。このように補助電極131が配置され、対向電極20と電氣的に接続されることにより、対向電極20の外周部分からの距離に係らず、各画素に対して安定した電圧が印加され、対向電極20のシート抵抗に由来する輝度むらが生じにくい。

30

【0073】

(5)隔壁・画素規制層

図3に戻り、隔壁14は、基板11の上方に副画素ごとに配置された複数の画素電極13を、X方向(図2参照)において列毎に仕切るものであって、X方向に並ぶ副画素列CR、CG、CBの間においてY方向に延伸するラインバンク形状である。

【0074】

この隔壁14には、電気絶縁性材料が用いられる。電気絶縁性材料の具体例として、例えば、絶縁性の有機材料(例えば、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ノボラック樹脂、フェノール樹脂等)が用いられる。

40

【0075】

隔壁(列バンク)14は、有機発光層17をウエットプロセスで形成する場合に塗布された各色のインクが溢れて混色しないようにするための構造物として機能する。

【0076】

なお、樹脂材料を用いる際は、加工性の点から感光性を有することが好ましい。当該感光性は、ポジ型、ネガ型のいずれであってもよい。

【0077】

隔壁14は、有機溶媒や熱に対する耐性を有することが好ましい。また、インクの流出を抑制するために、隔壁14の表面は撥液性を有することが好ましい。

50

【0078】

画素電極13が形成されていない部分において、隔壁14の底面が層間絶縁層12の上
面と接している。

【0079】

画素規制層(行バンク)141は、電気絶縁性材料からなり、各副画素列においてY方
向(図2)に隣接する画素電極13の端部を覆い、当該Y方向に隣接する画素電極13同
士を仕切っている。

【0080】

画素規制層141は、インクが濡れやすい特徴を有している。これにより、各副画素列
CR、CG、CBにおける有機発光層17は、画素規制層141によっては仕切られず、
有機発光層17を形成する際のインクの流動が妨げられない。これにより塗布されたイン
クの液面がレベリングされ、各副画素列における有機発光層17の厚みを均一に揃えるこ
とが可能となる。

10

【0081】

画素規制層141は、上記構造により、Y方向に隣接する画素電極13の電気絶縁性を
向上しつつ、各副画素列CR、CG、CBにおける有機発光層17の段切れ抑制、画素電
極13と対向電極20との間の電気絶縁性の向上などの役割を有する。

【0082】

画素規制層141に用いられる電気絶縁性材料の具体例としては、上記隔壁14の材料
として例示した樹脂材料や無機材料などが挙げられる。また、上述のように上層となる有
機発光層17を形成する際、インクが濡れ広がりやすいように、画素規制層141の表面
はインクに対する親液性を有することが好ましい。

20

【0083】

(6) 正孔注入層

正孔注入層15は、画素電極13から有機発光層17への正孔の注入を促進させる目的
で、画素電極13上に設けられている。正孔注入層15は、例えば、Ag(銀)、Mo(モ
リブデン)、Cr(クロム)、V(バナジウム)、W(タングステン)、Ni(ニッケ
ル)、Ir(イリジウム)などの酸化物、あるいは、PEDOT(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からなる層である。例えば
パッタプロセスやウエットプロセスにより形成しても良い。

30

【0084】

上記のうち、酸化金属からなる正孔注入層15は、仕事関数が大きく、正孔輸送層16
あるいは、有機発光層17に対し安定的に正孔を注入する。

【0085】

正孔注入層15は、ウエットプロセスの場合、補助電極131上には形成されない。

【0086】

(7) 正孔輸送層

正孔輸送層16は、開口部14a内に形成されており、正孔注入層15から注入された
正孔を有機発光層17へ輸送する機能を有する。正孔輸送層16は、例えば、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、ウエットプロセスにより形成される。

40

【0087】

この正孔輸送層16も、補助電極131上には形成されない。

【0088】

(8) 有機発光層

有機発光層17は、開口部14a内に形成されており、正孔と電子の再結合により、R
、G、Bの各色の光を発光する機能を有する。なお、特に、発光色を特定して説明する必
要があるときには、有機発光層17(R)、17(G)、17(B)と記す。

【0089】

有機発光層17の材料として、具体的に例えば、オキシノイド化合物、ペリレン化合物

50

、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I I I族金属との錯体、オキシシ金属錯体、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。

【0090】

なお、有機発光層17は、補助電極131上には形成されない。

【0091】

(9) 中間層

中間層18は、有機発光層17、正孔輸送層16、正孔注入層15、隔壁14、画素規制層141の内部や表面に存在する不純物が、機能層19や対向電極20へと侵入するのを防止するための層である。製造上の便宜の観点から、中間層18は、複数の画素と補助電極領域CEに共通して設けられる。

【0092】

中間層18は、不純物に対するブロック性を有する材料からなり、具体的には、アルカリ金属のフッ化物およびアルカリ土類金属から選択された金属(以下、「第1金属」という。)のフッ化物であり、フッ化ナトリウム(NaF)、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)等を用いることができる。

【0093】

本実施の形態においてはNaFが用いられている。

【0094】

(10) 機能層

機能層19は、対向電極20から供給される電子を有機発光層17側へと注入・輸送する機能を有する。機能層19は、有機材料、特に、電子輸送性および電子注入性の少なくとも一方の特性(以下、「電子移動容易化特性」という。)を有する有機材料に、希土類金属に属する金属をドーブしてなる。有機材料にドーブされる金属(以下、「第2金属」という。)は、中間層18に含まれる第1金属のフッ化物を還元して第1金属とフッ素との結合を分解する機能を有する。本実施の形態では、第2金属として、Yb(イッテルビウム)を使用している。

【0095】

なお、上記電子移動容易化特性を有する有機材料(ホスト材料)として、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、Phen)などの電子系低分子有機材料が挙げられるが、これらに限定されない。

【0096】

(11) 対向電極

対向電極20は、透光性の導電性材料からなり、機能層19上に形成されている。対向電極20は、陰極として機能する。

【0097】

対向電極20としては、金属薄膜または、ITOやIZO、AZOなどの透明導電膜を用いることができる。本実施の形態では、光共振器構造をより効果的に得るため、対向電極20の材料として、アルミニウム、マグネシウム、銀、アルミニウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金等のうち少なくとも1つの材料からなる金属薄膜を形成するのが望

ましい。この場合において、金属薄膜の膜厚は、5 nm以上30 nm以下として半透過性（ハーフミラー）とすることが望ましい。

【0098】

(12) 封止層

封止層22は、正孔輸送層16、有機発光層17、機能層19などの有機層が外部の不純物に晒されて劣化するのを防止するために設けられるものである。

【0099】

封止層22は、窒化シリコン(SiN)、酸素窒化シリコン(SiON)などの透光性材料を用いて形成される。

【0100】

(13) その他

図3には示されていないが、封止層22上に透明な接着剤を介して防眩用の偏光板や上部基板を貼り合せてもよい。また、各有機EL素子2により発光される光の色度を補正するためのカラーフィルター基板を貼り合わせてもよい。これらにより、正孔輸送層16、有機発光層17、機能層19などを外部の不純物からさらに保護できる。

【0101】

3. 中間層、機能層の材質および膜厚の範囲、機能層のドーピング濃度について

図5(a)は、上記有機EL表示パネル10の各有機EL素子2における画素電極(陽極)13から封止層22までの積層構造がわかりやすいように模式的に示した図であり、図5(b)は、有機EL素子2の補助電極131の部分における補助電極131から対向電極20までの積層構造を模式的に示す図である。

【0102】

(1) 中間層について

図5(a)に示すように、有機発光層17の上には、不純物に対して高いブロック性を有するNaFからなる中間層18が形成され、その上に有機材料にYbをドーピングした機能層19が形成される。

【0103】

図3に示すように、中間層18は、有機発光層17の上面と隔壁14とを共通に覆っているため、有機発光層17およびそれより下層の正孔注入層15、正孔輸送層16の少なくとも一層を、印刷法などのウェットプロセスで形成して水分等の不純物が残存しても、それらが、機能層19に浸入するのをブロックすることができる。

【0104】

また、上に積層された機能層19中のYbにより、NaFの一部が還元されて、解離したNaにより有機発光層17への電子注入性が付与される。

【0105】

中間層18を形成するNaFは、上述のように有機発光層17への電子注入性と、不純物に対するブロック性を有しており、その膜厚は、1 nm以上、3 nm以下が望ましい。

【0106】

膜厚が1 nm未満であると、薄すぎて中間層18から有機発光層17への電子注入性と、機能層19への不純物のブロック性の効果を十分に発揮できず、また、膜厚が3 nmを超えると、機能層19のドーピング金属による還元作用が十分に中間層18内部に作用せず、コンタクト抵抗が大きくなって、補助電極の機能を十分に果たすことができず、対抗電極のシート抵抗に由来する輝度むらが解消されなくなってしまうからである。

【0107】

(2) 機能層について

また、上述のように、本実施の形態では、機能層19のドーピング金属として、従来のBa(アルカリ土類金属)とは異なる希土類金属のYb(イットルビウム)を採用している。

【0108】

希土類金属は、比較的仕事関数が低いため、それ自体で電子注入性に優れると共に、還元性を有するため、中間層18のアルカリ金属等のフッ化物を還元して解離させ、アルカ

10

20

30

40

50

り金属等の本来有する電子注入性を発揮させることができ、発光効率の向上に資する。

【0109】

また、アルカリ土類金属に比して、不純物との反応性が低いというメリットも併せ持つので、中間層18や対向電極20でブロックしきれない不純物が機能層19に浸入しても、電子注入特性が劣化しにくい。そのため有機EL素子の寿命をより長くすることができる。

【0110】

これにより、本実施の形態の構成によれば、有機EL素子2の正孔注入層15、正孔輸送層16、有機発光層17などのうち少なくとも1層をウエットプロセスにより塗布膜として形成して製造コストを低減させつつ、当該塗布膜に含有される不純物と、外部から浸入してくる不純物とをブロックし、機能層19の電子注入性の劣化を可及的に抑制することにより有機EL素子の寿命を大幅に延ばすことができる。

【0111】

なお、機能層19のドーパ金属であるYbは、陰極である対向電極20からの電子注入性に優れると共に、従来のBaなどと比べて透明度が高いので、その膜厚は、5nm以上、30nm以下の範囲とすることができる。

【0112】

膜厚が5nm未満であると、薄すぎて十分に中間層18のNaFを還元できずに対向電極20から十分電子を注入することができず、また、膜厚が30nmを超えると、光の透過率が悪くなって光取出し効率が悪化し、発光効率に支障を生ずるおそれがあるからである。

【0113】

なお、中間層18は、下層の有機層から機能層19への不純物の移動をブロックする機能と有機発光層17への電子注入の2つの機能を同時に担っているので、中間層18を有機発光層17上に直接積層すると共に、中間層18上に接して機能層19を形成するのが効果的である。

【0114】

(3) 機能層におけるYbのドーパ濃度

機能層19におけるYbのドーパ濃度を3wt%以上40wt%以下の範囲とすることが望ましい。3wt%未満であると必要な電子注入性を得られず、また、40wt%を超えると、透明度が劣化して発光効率を低下させるおそれがあるからである。

【0115】

なお、従来のようにBaをドーパ金属にした場合には、そのドーパ濃度は5wt%以上40wt%以下が望ましいとされてきた。YbとBaは、電子注入特性がほぼ同等であるが、Ybの方がドーパ濃度の下限が小さいのは、Ybは、Baに比べて水分等の不純物に対する反応性が低いため、ドーパ濃度が低くても一定以上の電子注入性を長時間確保できるからである。

【0116】

4. 希土類金属の中からYbを選択することの意義

希土類金属は、総じて仕事関数が低いため電子注入性を有すると共に、標準還元電位が負の値(-2.19V)であるため還元性を有し、かつ、その標準還元電位の負の値の絶対値が、Ba(-2.92)よりも小さいため、その分、化学的に安定しており、水分等との反応性が抑制されるので、有機EL素子のさらなる長寿命化が実現できる。

【0117】

とりわけ、Ybは、希土類金属の中では、仕事関数が一番低く(2.63eV)、電子注入性に優れると共に、標準還元電位の負の値の絶対値も比較的大きな部類に属するため、還元性に優れるというメリットがある。これにより中間層18におけるNaFの一部を解離させ電子注入性を増すことができる。

【0118】

また、Ybは他の希土類金属の中でも沸点が低く(1196)、蒸着プロセスに適し

10

20

30

40

50

ている。

【0119】

さらに、機能層19の消衰係数を実験により測定したところ、図6(a)のグラフに示すような結果が得られた。同グラフにおいて、横軸は、光の周波数を示しており、縦軸は、消衰係数の大きさを示している。消衰係数は無次元であり、その値が大きいほど光の透過性が悪いことを示す。

【0120】

また、実線は、電子輸送性の有機材料にYbを30wt%ドープした機能層についての実験結果を示し、破線は、同じ電子輸送性の有機材料にBaを30wt%ドープした機能層についての実験結果を示す。なお、双方のサンプルとも機能層の膜厚は同じもので実験した。

10

【0121】

図6(a)のグラフに示すように、一部の波長域(約530nm~570nm)を除き、Ybをドープした機能層の方がBaをドープした場合よりも消衰係数が小さく、透光性に優れていることが分かる。

【0122】

図6(b)は、良好なカラー表示画像を得るため、R、G、Bの各発光色の有機EL素子において目標とすべきピーク波長と、そのピーク波長における消衰係数を、ドープ金属がYbとBaとの場合で比較して示すテーブルである。

【0123】

同テーブルに示すように、B、G、Rの各目標ピーク波長(450nm、520nm、620nm)の全てにおいて、ドープ金属をYbにした方が、Baである場合よりも、消衰係数が小さく、両者の比(Yb/Ba)も、全て「1未満」となり、ドープ金属をYbとした方が透明性に優れていることが分かる。

20

【0124】

特に、発光色がRの場合には、消衰係数が、11%以上も小さくなるため、その分、光取り出し効率が増し、ひいては発光効率が向上する。

【0125】

以上の検討により、機能層19のドープ金属として希土類金属、特にYbを使用することにより、アルカリ土類金属であるBaをドープした場合よりも、水分等に対する耐性が強くさらなる長寿命化が可能となり、かつ、発光効率が向上すると共に、蒸着による成膜が容易であるという効果が得られる。

30

【0126】

5. 中間層の膜厚および機能層のYb濃度とコンタクト抵抗との関係

上記3では中間層の膜厚や機能層のYbのドープ濃度はあくまでも、有機EL素子2における発光効率や長寿命化の観点から考察したが、背景技術でも説明したように対向電極20のシート抵抗由来の輝度むらの解消には、補助電極131と対向電極20間のコンタクト抵抗をできるだけ下げることが望ましい。

【0127】

そこで、以下では、補助電極131と、対向電極20間のコンタクト抵抗が良好となる条件について検討する。

40

【0128】

図5(b)に示すように本実施の形態では、補助電極131と対向電極20との間には中間層18と機能層19が介在する。

【0129】

中間層18をNaFで形成し、機能層19は有機材料にYbをドープさせる構成において、コンタクト抵抗を低減させるためには、主に2つの方法が考えられる。

【0130】

第1に、電気絶縁性を有するNaFの量を少なくする、即ち、中間層18の膜厚を薄くする方法である。第2に、機能層19中のYbのドープ濃度を高くして、中間層18のN

50

a F をより多く還元して、N a を遊離させる方法である。

【0131】

そこで、中間層18の膜厚（即ち、N a F の量）と機能層19中のY b 濃度とを変えた16種類のサンプルを作成し、それぞれについて補助電極131と対向電極20間のコンタクト抵抗の値を測定した。

【0132】

本実験において、コンタクト抵抗は、機能層19の対向電極20との接触面のうち平坦な部分における第1点と、この第1点に対応する中間層18の補助電極131との接触面における第2点との間の抵抗を抵抗測定装置により計測して得た（第1点と第2点は、補助電極131に垂直な同一直線上にある。）。 10

【0133】

測定対象となったサンプルの構成およびコンタクト抵抗の測定結果を、図7のテーブルに示す。

【0134】

図7に示すように、機能層19中のY b のドーパ濃度（以下、単に「Y b 濃度」と言う。）については、サンプル1～4が10 [w t %] であり、サンプル5～8が20 [w t %] であり、サンプル9～12が30 [w t %] であり、サンプル13～16が40 [w t %] である。

【0135】

中間層18の膜厚については、サンプル1、5、9、13が1 [n m] であり、サンプル2、6、10、14が2 [n m] であり、サンプル3、7、11、15が3 [n m] であり、サンプル4、8、12、16が4 [n m] である。 20

【0136】

なお、サンプル1～4、および7、8については、コンタクト抵抗の値が測定機器の測定限界を超えたため、測定不能であった。

【0137】

本願発明者の知見によれば、コンタクト抵抗の値が 5.0×10^5 [] 以下であれば、高い抵抗を有する対向電極20ではなく、抵抗が低く応答性の高い、補助電極131を通じて給電が可能となる。すなわち、対向電極20のシート抵抗を低減させることとなり、その結果、輝度むらが解消する。 30

【0138】

図7のテーブルにおいて、コンタクト抵抗の値が 5.0×10^5 [] 以下であるのは、太枠で囲んだものであり、それぞれサンプル5、9、10、13、14、15の6つである。従って、これら3つのサンプルを実用に適する (S a t i s f a c t o r y) と判定し、それ以外のサンプルを実用に適さない (U n s a t i s f a c t o r y) と判定した。

【0139】

図8は、上記判定の結果を、縦軸 (y 軸) に機能層19中のY b 濃度 [w t %] を、横軸 (x 軸) に中間層18の膜厚 [n m] を取ってグラフ上にプロットした図である。

【0140】 40

なお、（輪郭線のみのも）は、コンタクト抵抗の値が実用に適する (S a t i s f a c t o r y) と判定されたサンプルを示し、（黒く塗りつぶされたダイヤ形）は、コンタクト抵抗の値が実用に適さない (U n s a t i s f a c t o r y) と判定されたサンプルを示す。また、図中の括弧内の数字は、サンプル番号を示す。

【0141】

図8に示すように、コンタクト抵抗が実用に適すると判定されたサンプルは、5、9、10、13、14、15の6個のみである。

【0142】

従って、この6つの点を含む領域（図8において、斜線で示す領域）内に位置するサンプルであれば、コンタクト抵抗の値が実用に適すると考えられる。 50

【0143】

ここで、サンプル5、10、15を結ぶ直線Lは、数式 $y = 10x + 10$ で表わされる。従って、上記の領域は、縦軸（y軸）に機能層19中のYb濃度[w t %]を、横軸（x軸）に中間層18の膜厚[nm]を取った場合に、 $1 < x < 3$ 、 $20 < y < 40$ 、 $y > 10x + 10$ の関係を満たす領域である。以下、上記の領域を、「実用適性領域」という。

【0144】

このような実用適正領域の範囲内で、中間層18の膜厚と機能層19のドーブ濃度を設定することにより、各有機EL素子における発光効率の改善と長寿命化が可能になると共に、有機EL表示パネル10全体として、対向電極20のシート抵抗由来の輝度むらを効果的に抑制することができるものである。

10

【0145】

6. 有機EL表示パネルの製造方法

次に、有機EL表示パネル10の製造方法の一例を、図9～図13を用いて説明する。

【0146】

図9は、有機EL表示パネル10の製造過程を示すフローチャートであり、図10～13は、有機EL表示パネル10の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

【0147】

(1) 基板準備工程（図9：ステップS1）

先ず、図10（a）に示すように、基材111上にTF T層112を成膜して基板11を準備する。TF T層112は、公知のTF Tの製造方法により成膜することができる。

20

【0148】

(2) 層間絶縁層形成工程（図9：ステップS2）

次に、図10（b）に示すように、基板11上に、層間絶縁層12を形成する。

【0149】

具体的には、一定の流動性を有する樹脂材料を、例えば、ダイコート法により、基板11の上面に沿って、TF T層112による基板11上の凹凸を埋めるように塗布した後、焼成する。これにより、層間絶縁層12の上面は、基材111の上面に沿って平坦化した形状となる。

30

【0150】

また、層間絶縁層12における、TF T素子の例えば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（不図示）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パターニングなどを用いて形成される。

【0151】

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12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エットエッチング法を用いてパターニングすればよい。

【0152】

(3) 画素電極・補助電極形成工程（図9：ステップS3）

続いて、図10（c）に示すように、層間絶縁層12上に画素電極13および補助電極131を形成する。

40

【0153】

画素電極13および補助電極131は、アルミニウムなどの真空蒸着法またはスパッタ法に基づき、厚み150[nm]程度の金属層を形成した後に、エッチングによりパターニングして形成する。

【0154】

このパターニングにより画素電極13は、副画素ごとに形成され、補助電極131は列方向にライン状に延在して形成される（図4参照）。

【0155】

50

このように画素電極 1 3 と補助電極 1 3 1 を、同じ金属材料で同じ層間絶縁層 1 2 上に同時に形成することにより製造プロセスの簡易化とコストダウンが図れる。

【 0 1 5 6 】

(4) 隔壁・画素規制層形成工程 (図 9 : ステップ S 4)

次に、隔壁 1 4 および画素規制層 1 4 1 を形成する。

【 0 1 5 7 】

本実施の形態では、画素規制層 1 4 1 と隔壁 1 4 を別工程で形成するようにしている。

【 0 1 5 8 】

(4 - 1) 画素規制層形成工程

まず、Y 方向 (図 2) における画素電極列を副画素毎に仕切るため、X 方向に伸びる画素規制層 1 4 1 を形成する。

10

【 0 1 5 9 】

図 1 1 (a) に示すように、画素電極 1 3、正孔注入層 1 5 が形成された層間絶縁層 1 2 上に、画素規制層 1 4 1 の材料となる感光性の樹脂材料を一様に塗布して、乾燥後に目標の画素規制層 1 4 1 の高さと同様になるような膜厚の画素規制層材料層 1 4 1 0 を形成する。

【 0 1 6 0 】

具体的な塗布方法として、例えばダイコート法やスリットコート法、スピンコート法などのウェットプロセスを用いることができる。塗布後には、例えば、真空乾燥及び 6 0 ~ 1 2 0 程度の低温加熱乾燥 (プリベーク) などを行って不要な溶媒を除去するとともに、画素規制層材料層 1 4 1 0 を層間絶縁層 1 2 に定着させることが好ましい。

20

【 0 1 6 1 】

そして、フォトリソグラフィ法を用いて、画素規制層材料層 1 4 1 0 をパターンニングする。

【 0 1 6 2 】

例えば、画素規制層材料層 1 4 1 0 がポジ型の感光性を有する場合は、画素規制層 1 4 1 として残す箇所を遮光し、除去する部分が透明なフォトマスク (不図示) を介して画素規制層材料層 1 4 1 0 を露光する。

【 0 1 6 3 】

次に、現像を行い、画素規制層材料層 1 4 1 0 の露光領域を除去することにより、画素規制層 1 4 1 を形成することができる。具体的な現像方法としては、例えば、基板 1 1 全体を、画素規制層材料層 1 4 1 0 の露光により感光した部分を溶解させる有機溶媒やアルカリ液などの現像液に浸した後、純水などのリンス液で基板 1 1 を洗浄すればよい。

30

【 0 1 6 4 】

その後、所定温度で焼成 (ポストベーク) することにより、層間絶縁層 1 2 上に、X 方向に延伸する画素規制層 1 4 1 を形成することができる (図 1 1 (b)) 。

【 0 1 6 5 】

なお、画素規制層 1 4 1 は、補助電極 1 3 1 の配された補助電極形成領域には形成されない。

【 0 1 6 6 】

(4 - 2) 隔壁形成工程

次に、Y 方向に伸びる隔壁 1 4 を上記画素規制層 1 4 1 と同様にして形成する。

40

【 0 1 6 7 】

すなわち、上記画素電極 1 3、正孔注入層 1 5、画素規制層 1 4 1 が形成された層間絶縁層 1 2 上に、隔壁用の樹脂材料を、ダイコート法などを用いて塗布して、乾燥後に目標の隔壁 1 4 の高さとなるような膜厚の隔壁材料層 1 4 0 を形成し (図 1 1 (c))、フォトリソグラフィ法により隔壁材料層 1 4 0 に Y 方向に延在する隔壁 1 4 をパターンニングした後、所定の温度で焼成して隔壁 1 4 を形成する (図 1 1 (d)) 。

【 0 1 6 8 】

なお、上記では、画素規制層 1 4 1 と隔壁 1 4 のそれぞれの材料層をウェットプロセス

50

で形成した後にパターンングするようにしたが、いずれか一方または双方の材料層をドライプロセスで形成して、フォトリソグラフィ法とエッチング法により、パターンングするようにしてもよい。

【0169】

また、隔壁14の形成工程においては、さらに、隔壁14の表面を所定のアルカリ性溶液や水、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14aに塗布するインク（溶液）に対する隔壁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。

【0170】

(5) 正孔注入層形成工程（図9：ステップS5）

10

次に、ウェットプロセスにより、隔壁14が規定する開口部14aに対して、印刷装置の塗布ヘッド301のノズル3011から吐出して正孔注入層の構成材料を含むインクを塗布し、正孔注入層15を形成する。本実施の形態では、補助電極131上にはインクを塗布せずに正孔注入層15を形成しないようになっている。できるだけ、補助電極131と対向電極20間に介在する層を減らしてコンタクト抵抗を低減させるためである。

【0171】

もっとも、補助電極131上に正孔注入層15を形成しても補助電極131と対向電極20間のコンタクト抵抗が、上記閾値内になるように、正孔注入層15の膜厚、材料が選択されるのであれば、補助電極131上に正孔注入層15を形成しても構わない。

【0172】

20

(6) 正孔輸送層形成工程（図9：ステップS6）

次に、正孔輸送層16の構成材料を含むインクを、印刷装置の塗布ヘッド301のノズル3011から吐出して開口部14a内の正孔注入層15上に塗布し（印刷法）、その後、乾燥させて、正孔輸送層16を形成する。この場合にも正孔輸送層16のインクは、画素電極列の上方においてY方向（図2）に沿って延伸するように塗布されるが、補助電極131の上方開口部14bには塗布されない。

【0173】

図12(a)は、正孔注入層15形成後、正孔輸送層16形成途中の様子を示す。

【0174】

(7) 有機発光層形成工程（図9：ステップS7）

30

次に、上記正孔輸送層16の上方に、有機発光層17を形成する。

【0175】

具体的には、図12(b)に示すように、各開口部14aに対応する発光色の発光材料を含むインクを、印刷装置の塗布ヘッド301のノズル3011から順次吐出して開口部14a内の正孔輸送層16上に塗布する。この際、インクを画素規制層141の上方においても連続するように塗布する。これにより、Y方向に沿ってインクが流動可能となり、その液面がレベリングされて、インクの塗布むらがなくなり、同一の副画素列における有機発光層17の膜厚を均一化することが可能となる。

【0176】

そして、インク塗布後の基板11を真空乾燥室内に搬入して真空環境下で加熱することにより、インク中の有機溶媒を蒸発させる。これにより、有機発光層17を形成できる。

40

【0177】

(8) 中間層形成工程（図9：ステップS8）

次に、図13(a)に示すように、有機発光層17および隔壁14並びに補助電極131上に、中間層18を共通に形成する。中間層18は、NaFを蒸着法により成膜することにより形成される。

【0178】

(9) 機能層形成工程（図9：ステップS9）

次に、図13(b)に示すように、中間層18上に、機能層19を形成する。機能層19は、例えば、電子輸送性の有機材料とドーパ金属であるYbを共蒸着法によって各副画

50

素に共通して成膜することにより形成される。

【0179】

(10) 対向電極形成工程(図9:ステップS10)

次に、機能層19上に、各副画素に共通して対向電極20を形成する。本実施の形態では、対向電極20は、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。

【0180】

(11) 封止層形成工程(図9:ステップS11)

次に、対向電極20上に、封止層21を形成する。封止層21は、SiON、SiN等を、スパッタリング法、CVD(Chemical Vapor Deposition)法などにより成膜して形成する。

10

【0181】

以上の工程を経ることにより有機EL表示パネル10が完成する。なお、上記中間層形成工程および機能層形成工程において、機能層19中のYb濃度および中間層18の膜厚が、実用適性領域内に収まるように調整される。

【0182】

[実施の形態のまとめ]

以上説明したように、本開示の一態様に係る有機EL表示パネル10の構成によれば、機能層19内にYbがドーブされることにより、有機EL表示パネル10のさらなる長寿命化を可能にすると共に発光効率の向上が望める。

20

【0183】

また、機能層19中のYb濃度および中間層18の膜厚が、実用適性領域内に収まるように調整されているため、コンタクト抵抗の値が実用に適する範囲内となり、各画素に印加される電圧のばらつきが抑制され、輝度むらを抑制することができる。

【0184】

ここで、実用適性領域とは、y軸に機能層19中のYb濃度[w t %]を、x軸に中間層18の膜厚[n m]を取った場合に、 $1 < x < 3$ 、 $20 < y < 40$ 、 $y < 10x + 10$ の関係を満たす領域である。

【0185】

変形例

以上、本発明の一態様に係る有機EL表示パネルおよびその製造方法などの実施の形態について説明したが、本発明は、その本質的な特徴的構成要素を除き、以上の説明に何ら限定を受けるものではない。以下では、本発明の他の開示の態様である変形例について説明する。

30

【0186】

なお、以下で紹介する有機EL素子の積層構造を示す図においては、簡略化のため、一部の例外(図18)を除き、原則として画素電極13から対向電極20までの積層構造を示し、その上方にある封止層21の図示を省略している。

【0187】

(1) 機能層の構成の変形例

上記実施の形態では、機能層19は単層で、かつ、Ybのドーブ濃度が均一になるようにしたが、次のような構成にしてもよい。

40

【0188】

(1-1) 機能層を単層構造のまま膜厚方向にYbの濃度勾配を設ける構成

図14は、第1変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

【0189】

同図に示すように、機能層19のYbのドーブ濃度が対向電極20に接する側は、 $D2$ w t %で、中間層18に近づくにつれてドーブ濃度が少なくなり、中間層18と接する部分では、 $D1$ w t % ($D1 < D2$)となるように構成されている。

【0190】

50

このように機能層19のYb含有量を連続して変化させることで、中間層のNaFの不純物に対するブロック性を発揮しつつ、中間層には弱い還元性を作用させ、電子注入性は制限しつつも不純物の機能層への侵入をより抑制でき、Ybドーパ量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることもできる。また、陰極側の濃度を高くすることで陰極側からの機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの不純物の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができる。

【0191】

これにより、より発光効率に優れ、長寿命化が可能な有機EL素子を提供できる。

【0192】

なお、Ybのドーパ濃度を徐々に変化させる方法として、例えば、共蒸着法において、Ybを加熱する電気炉の温度と有機材料を加熱する電気炉の温度をそれぞれ制御して、Ybの蒸着速度を、有機材料の蒸着速度に対して相対的に遅くさせていくことにより達成できる。

10

【0193】

本変形例の場合でも、ドーパ濃度D1、D2の双方の値と中間層18の膜厚が、上記実用適性領域の範囲内になるように設定される。

【0194】

(1-2)機能層が2層構造

図15は、第2変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

【0195】

同図に示すように、機能層19を、第1層部分191と第2層部分192の2層構造とし、第2層部分192のYbのドーパ濃度(D2wt%)を第1層部分191のYbのドーパ濃度(D1wt%)より高くしている(D1<D2)。

20

【0196】

なお、製造方法によっては、第1層部分191と第2層部分192との界面が必ずしも明確でない場合もあり得る(例えば、本来の界面となるべき面付近で、第2層部分192のドーパ濃度D2wt%が下がって、第1層部分191のドーパ濃度D1wt%に近づくような場合)。このような場合には、ドーパ濃度D2の例えば、80%の濃度までは、第2層部分192とし、残りの部分について第1層部分191として区別する。

【0197】

本変形例によっても上記(1-1)の変形例と同様、発光効率の向上と長寿命化が期待できる。また、ドーパ濃度D1、D2の双方の値と中間層18の膜厚が、上記実用適性領域の範囲内になるように設定される。

30

【0198】

(1-3)機能層が3層構造

図16は、第2変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

【0199】

同図に示すように、機能層19を、第1層部分191、第2層部分192、第3層部分193の3層構造とし、第1~第3層部分191~193のYbのドーパ濃度を、それぞれD1wt%、D2wt%、D3wt%としたときに、D2<D1<D3の関係を満たすように形成されている。

40

【0200】

なお、本変形例においても、第1層部分191~第3層部分193の各層の界面が必ずしも明確でない場合もあり得るが、上記(1-2)の場合と同様に判断する。

【0201】

本変形例によれば、対向電極20側の第3層部分193のドーパ濃度が、中間層18側の第1層部分191よりも大きいので、この部分で第2変形例と同じような効果を得られると共に、第1、第3層部分191、193の間にある第2層部分192のドーパ濃度が一番低くなるようにしているのでYbドーパ量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることができる。第1層部分191により、中間層のNaFの不純物に対

50

するブロック性を発揮しつつ、発光層への電子注入性を向上させることができる。

【0202】

また、第3層部分193の濃度を高くすることでより陰極側からの機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの不純物の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができるという効果を得ることができる。

【0203】

本変形例の場合でも、ドーブ濃度D1、D2、D3の各値と中間層18の膜厚が、上記実用適性領域の範囲内になるように設定されるのが望ましい。

【0204】

(2) 光共振器構造

(2-1) 発光効率をさらに向上するためには、光共振器構造を採用することが望ましい。

【0205】

図17は、有機EL素子2の別の態様に係る積層構造を示す模式図である。

【0206】

同図に示すように、機能層19と対向電極20との間に所定膜厚の透明導電膜23が形成されている。この透明導電膜23は、ITOやIZOなどをマグネトロンスパッタリング法などにより形成する。

【0207】

透明導電膜23を介在させることにより、対向電極20と透明導電膜23との組が、陰極として機能し、合成されたシート抵抗が低くなり、電圧降下による輝度の防止に寄与すると共に、ITO、IZOは透明度が高いので膜厚を比較的大きくとれるため、光共振器構造における光路長の調整に利用することができる。

【0208】

この透明導電膜23の膜厚は、15nm以上が望ましく、40nm以上がさらに望ましい。透明導電膜の膜厚を15nm以上にすることでキャビティ調整(光共振器構造のための膜厚調整)を効果的に利用することが出来、高効率化を実現できる。

【0209】

光共振器構造は、画素電極13の正孔注入層15との界面と、対向電極20の透明導電膜23との界面との間に構成され、特に、二次キャビティを構築するためには、有機発光層17における発光位置(例えば、有機発光層17と正孔輸送層16との界面)と対向電極20の反射面(対向電極20と透明導電膜23との界面)との光学長の調整が重要となるので、上記のように透明導電膜23の膜厚を調整することにより達成できる。

【0210】

なお、上述のようにYbは水分等の不純物と反応して変質しにくいので、機能層19にドーブするYbの量を最小限に抑制することができ、その結果として透明性が高く、その許容される膜厚の範囲も広いので、上記透明導電膜23と合わせた膜厚の許容範囲が広がり、光共振器構造の設計の自由度がより増す。

【0211】

また、ITO膜やIZO膜がスパッタ法により製膜されるときにおいても、機能層19がそのスパッタダメージを緩和することができるため、有機発光層が保護され、発光効率が良好で寿命が短くならない有機EL素子を得ることができる。

【0212】

本変形例においては、対向電極20と透明導電膜23を合わせて陰極(広義の対向電極)として捉えることができ、透明導電膜23は、補助電極131上方の機能層19上に積層されても構わない。

【0213】

(2-2) 図18は、有機EL素子2のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【0214】

10

20

30

40

50

同図に示すように、本変形例では、対向電極 20 の外側（有機発光層 17 と反対側）に透明薄膜部 25 を形成している。

【0215】

一般に、屈折率の異なる透明薄膜を複数積層した場合に、各隣接する透明薄膜の界面で、当該界面に入射した光の一部が反射する現象が生じることは公知である。

【0216】

本変形例では、例えば、対向電極 20 を Ag（屈折率 0.05）で形成し、透明薄膜部 25 を IZO（屈折率 2.05）で形成し、さらに封止層 21 は、SiN（屈折率 1.85）で形成するようにしている。これにより、対向電極 20 と機能層 19 の界面 20a 以外にも、対向電極 20、透明薄膜部 25、封止層 21 の各層の界面 25a、21a が反射面となる。

10

【0217】

そのため、各界面と画素電極 13 の反射面との間の光学的距離（共振長）が異なるキャビティ（光共振器構造）が複数形成されることになり、各キャビティにより異なるピーク波長を有するスペクトルの光が生成され、それらのスペクトルを合成してなるピーク波長を有するスペクトルの光が、有機 EL 素子 2 から出力される。

【0218】

したがって、対向電極 20 を含め透明薄膜部 25 における各層の屈折率と膜厚を調整することにより、出力される光の色度を微調整できるという効果が得られる。このような構成は、有機 EL 素子 2 における画素電極 13 と対向電極 20 間の積層構造や膜厚の制限によつては、B もしくは R、G の理想的なピーク波長を取得できない場合に、それらのピーク波長を理想的な波長域に補正するような場合に有効である。

20

【0219】

これらの膜厚を調整して、R、G、B のそれぞれの発光色において、色純度を高めることができる。

【0220】

また、透明薄膜部 25 が透明導電膜である IZO 膜からなり、対向電極 20 に直接接して形成されているため、対向電極 20 のシート抵抗による電圧降下を軽減し、有機 EL 表示パネル 10 が大型化しても、その画面中央部における電圧降下を抑制し、より良好な画質を得ることができる。透明薄膜部 25 は、他の透明導電膜、例えば ITO 膜であってもよい。

30

【0221】

（3）中間層、機能層のドーブ金属など

（3-1）中間層 18 の材料としては、NaF のみに限られず、アルカリ金属およびアルカリ土類金属から選択された金属（第 1 金属）のフッ化物であればよい。それらの金属のフッ化物は、光透過率が高いと共に、水分等の不純物を透過させにくく、また、還元された金属が電子注入性を発揮するという共通の性質に有するからである。

【0222】

もっとも、アルカリ金属等のフッ化物は、難溶性のものが多く、NaF は、可溶性であり、そのため、吸湿効果が高く、下層からの水分を内部に吸収して閉じ込める作用があり、下層部分にも水分が在留しないようにできるので、それらの機能の劣化の防止にも貢献しているのではないかと考えられ、この点でも他の金属のフッ化物よりも優れていると考えられる。

40

【0223】

（3-2）上記実施の形態では、機能層 19 のドーブ金属として特性の優れた Yb を使用したが、他の希土類金属であっても構わない。低仕事関数、光透過性、耐液性、還元性などの特性が Yb と類似している点が多いからである。

【0224】

（4）有機 EL 素子の積層構造の他の変形例

上記実施の形態では、有機 EL 素子の積層構成として、正孔注入層 15、正孔輸送層 1

50

6、有機発光層17、中間層18や機能層19を有する構成であるとしたが、これに限られない。例えば、正孔輸送層16を有しない有機EL素子であってもよい。また、例えば、正孔注入層15と正孔輸送層16とに替えて、単一層の正孔注入輸送層を有していてもよい。また、例えば、正孔注入層15が2層以上であってもよいし、正孔輸送層16が2層以上であってもよい。その場合、成膜される順番は、交互であってもよい。

【0225】

また、対向電極20と機能層19との間に電子注入層を形成してもよい。この場合、電子注入層は、例えば、リチウム、バリウム、カルシウム、カリウム、セシウム、ナトリウム、ルビジウム等の低仕事関数金属が望ましい。これらの金属は良導電性材料であるので、補助電極131上に形成しても補助電極131と対向電極20間のコンタクト抵抗にほとんど影響しないものと考えられる。

10

【0226】

(5)上記実施の形態に係る有機EL表示パネル10では、図2に示すように、画素規制層141の延伸方向が有機EL表示パネル10の長軸X方向、隔壁14の延伸方向が有機EL表示パネル10の短軸Y方向であったが、画素規制層141と隔壁14の延伸方向は、逆であってもよい。また、画素絶縁層及び隔壁の延伸方向は、有機EL表示パネル10の形状とは無関係な方向であってもよい。

【0227】

また、上記実施の形態に係る有機EL表示パネル10では、一例として画像表示面を長方形としたが、画像表示面の形状に限定はなく、適宜変更可能である。

20

【0228】

また、上記実施の形態に係る有機EL表示パネル10では、画素電極13を長方形平板状の部材としたが、これに限られない。

【0229】

さらに、上記実施の形態においてはラインバンク方式の有機EL表示パネルについて説明したが、一つの副画素ごとにその四方を隔壁で囲むようにした、いわゆるピクセルバンク方式の有機EL表示パネルであっても構わない。もっとも、ラインバンク方式の方が、画素規制層141上にも有機発光層17などの塗布膜が残ることになるので、ピクセルバンク方式の場合よりもインクの滴下量が多くなり、それだけ乾燥後に残留する水分等の不純物の量が多いので、機能層19のドーブ金属として不純物に対する耐性を有するYbを採用する効果はより大きくなる。

30

【0230】

(6)上記実施の形態では、補助電極131は、図4に示すように、3色の副画素列CR、CG、CBごとに設けられた補助電極形成領域CE(図2参照)に列方向に延在して形成するようにパターン化されていたが、対向電極20と補助電極131の接触面積が大きいほど、対向電極20のシート抵抗による電圧降下が抑制されるので、例えば、補助電極131を、1つの副画素列ごとに形成するようにしてもよい。

【0231】

また、隔壁14を列方向と行方向に形成して、各副画素の四方を隔壁14で囲むピクセルバンク方式の有機EL表示パネル10にあっては、図19に示すように、列方向に隣接する画素電極13間に行方向に延びる行補助電極132を設けて列方向の補助電極131と連結することも可能である。

40

【0232】

図20は、この場合の基板11上に隔壁を形成後、正孔注入層15を形成した段階における有機EL素子2の図19のB-B線に相当する部分の模式断面図である。

【0233】

行方向に延在する隔壁14は、2つのサブ隔壁14p、14qに分離され、その間の補助電極形成領域に行補助電極132が形成されている。

【0234】

もっとも、少なくとも、列方向もしくは行方向に延伸する補助電極が1つでもあれば、

50

対向電極 20 のシート抵抗による電圧降下が多少なりとも緩和される。

【0235】

(7) 上記実施の形態に係る有機 EL 表示パネル 10 では、R、G、B 色にそれぞれ発光する副画素 100R、100G、100B が配列されていたが、副画素の発光色はこれに限られず、例えば、R、G、B に加えて黄色 (Y) の 4 色であってもよい。また、一つの画素 P において、副画素は 1 色あたり 1 個に限られず、複数配置されてもよい。また、画素 P における副画素の配列は、図 2 に示すような、赤色、緑色、青色の順番に限られず、これらを入れ替えた順番であってもよい。

【0236】

(8) 上記実施の形態の図 3 などでは、有機 EL 素子の各層の膜厚が、各発光色で等しい例が開示されている。実際に光共振器構造を構築する場合には、各色の発光色の波長に応じて、例えば、(ア) 画素電極 13 と対向電極 20 の各反射面間の光学的距離、(イ) 画素電極 13 の反射面と、正孔輸送層 16 と有機発光層 17 の界面との距離、(ウ) 正孔輸送層 16 と有機発光層 17 の界面と、対向電極 20 の反射面との光学的距離、などが公知の光学的設計により決定され、そのため、例えば、正孔輸送層 16、有機発光層 17、機能層 19、透明導電膜 23 などの膜厚が調整されることになる。

10

【0237】

なお、全ての発光色について光共振器構造を採用しなくてもよく、また、同色の発光色が複数、1 画素内にある場合もあり得るので、このような表示パネルの積層構造をまとめるとすれば、次のような表現になる。

20

【0238】

「複数の発光部を含む画素が基板の主面に沿って二次元配置されてなる表示パネルであって、前記複数の発光部のうち少なくとも一の発光部は、前記複数の発光部における他の発光部と発光色が異なり、前記少なくとも一の発光部における、前記発光層および/または前記機能層の膜厚が、前記他の発光部と異なる表示パネル。」

(9) また、上記実施の形態に係る有機 EL 表示パネル 10 は、アクティブマトリクス方式を採用したが、これに限られず、パッシブマトリクス方式を採用してもよい。また、トップエミッション型の有機 EL 表示パネルだけでなくボトムエミッション型の有機 EL 表示パネルにも適用可能である。

30

【0239】

(10) 上記実施の形態では、発光層として有機 EL を使用した有機 EL 表示パネルについて説明したが、その他、発光層として量子ドット発光素子 (QLED: Quantum dot Light Emitting Diode) を使用した量子ドット表示パネル (例えば、特開 2010-199067 号公報参照) などの表示パネルについても、発光層の構造や種類が異なるだけで、画素電極と対向電極との間に発光層やその他の機能層を介在させるという構成において有機 EL 表示パネルと同じであり、当該発光層やその他の機能層の形成に塗布方式を採用する場合には、本発明を適用することができる。

【0240】

補足

以上、本開示に係る表示パネルおよびその製造方法について、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。

40

【産業上の利用可能性】

【0241】

本開示に係る表示パネルは、様々な電子機器に用いられる表示部として広く利用することができる。

【符号の説明】

【0242】

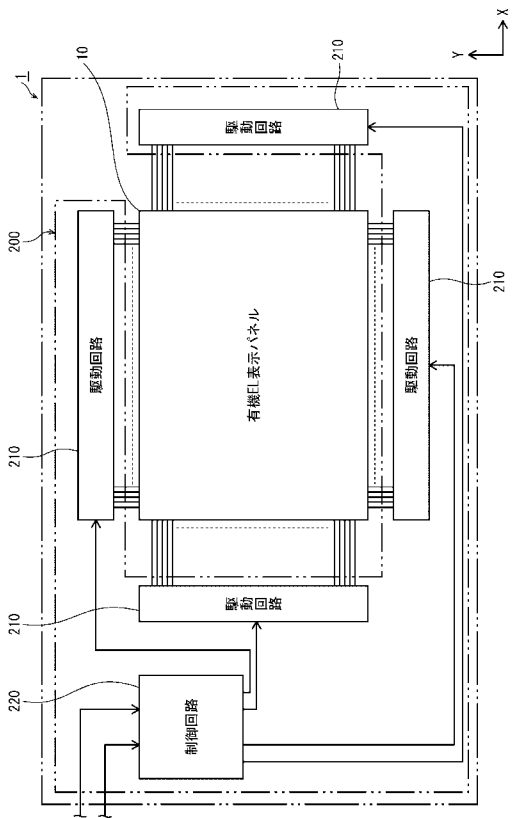
50

- 1 有機EL表示装置
- 2 有機EL素子
- 10 有機EL表示パネル
- 11 基板
- 12 層間絶縁層
- 13 画素電極
- 14 隔壁
- 15 正孔注入層
- 16 正孔輸送層
- 17 有機発光層
- 18 中間層
- 19 機能層
- 20 対向電極
- 21 封止層
- 23 透明導電膜
- 25 透明薄膜部
- 100B、100G、100R 副画素
- 141 画素規制層
- 191 第1層部分
- 192 第2層部分
- 193 第3層部分

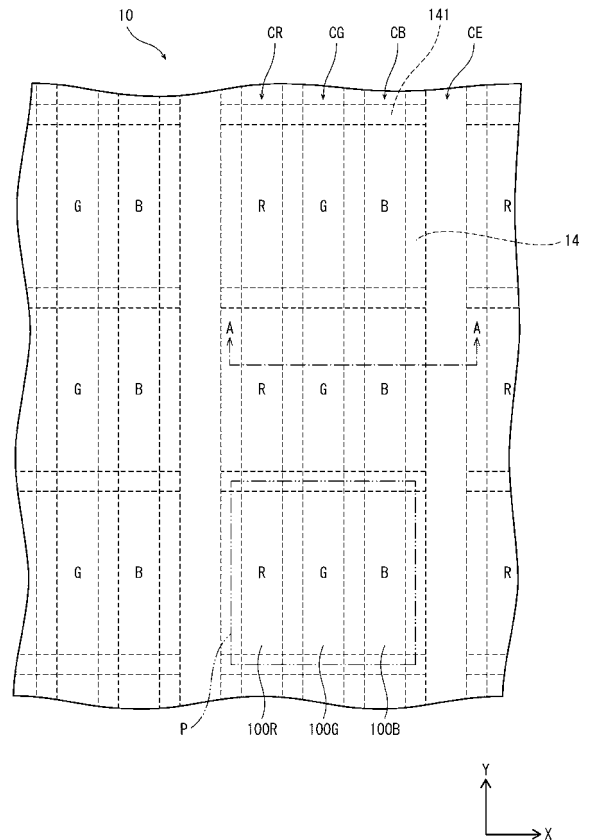
10

20

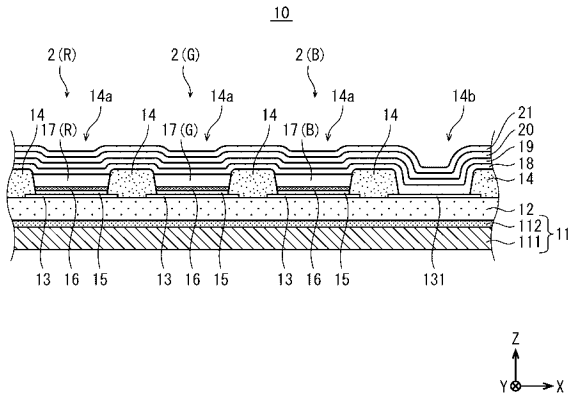
【図1】



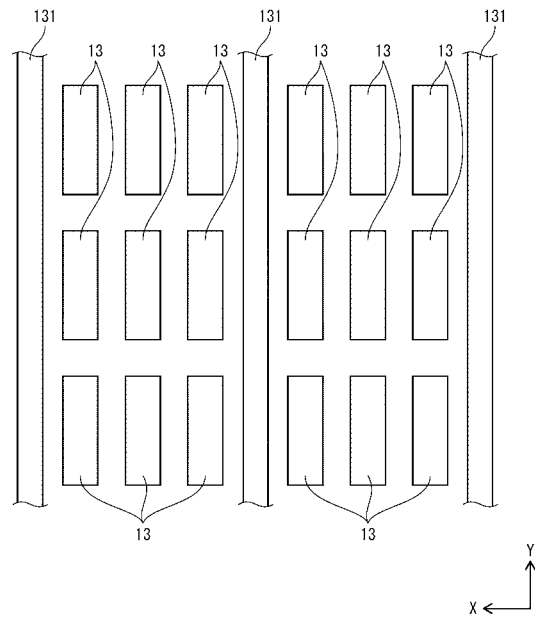
【図2】



【 図 3 】

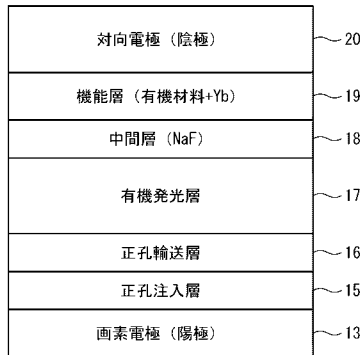


【 図 4 】



【 図 5 】

(a)

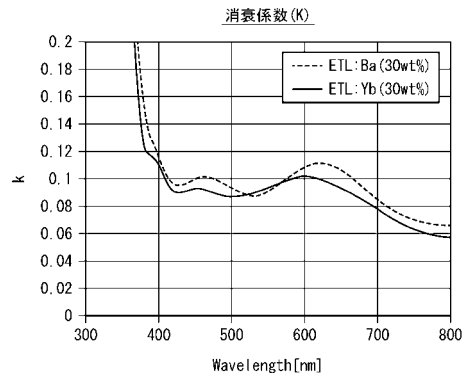


(b)



【 図 6 】

(a)



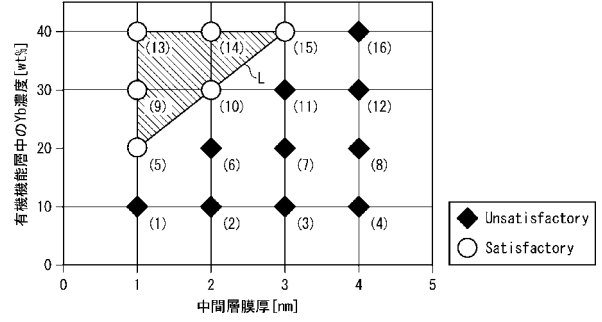
(b)

	wavelength [nm]	Ba	Yb	Yb/Ba
B	450	0.09898	0.0916	0.925
G	520	0.08849	0.0881	0.996
R	620	0.1116	0.09914	0.888

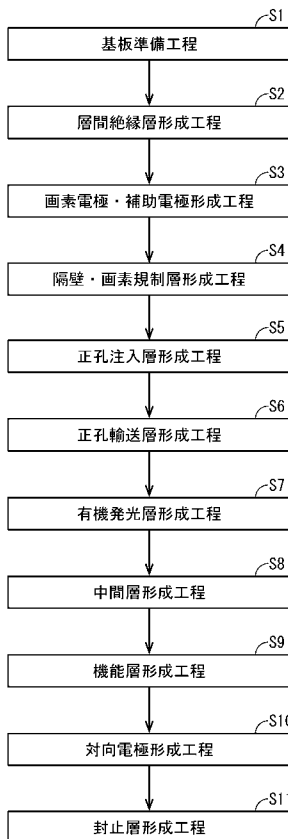
【 図 7 】

サンプル番号	1	2	3	4	5	6	7	8
有機機能層中のYb濃度 [wt%]	20							
中間層の膜厚 [nm]	1	2	3	4	1	2	3	4
コンタクト抵抗 [Ω]	測定限界	測定限界	測定限界	測定限界	4.89E+05	1.66E+06	測定限界	測定限界
サンプル番号	9	10	11	12	13	14	15	16
有機機能層中のYb濃度 [wt%]	30							
中間層の膜厚 [nm]	1	2	3	4	1	2	3	4
コンタクト抵抗 [Ω]	1.79E+05	3.80E+05	1.41E+06	2.88E+06	5.05E+04	1.48E+05	3.51E+05	8.53E+05

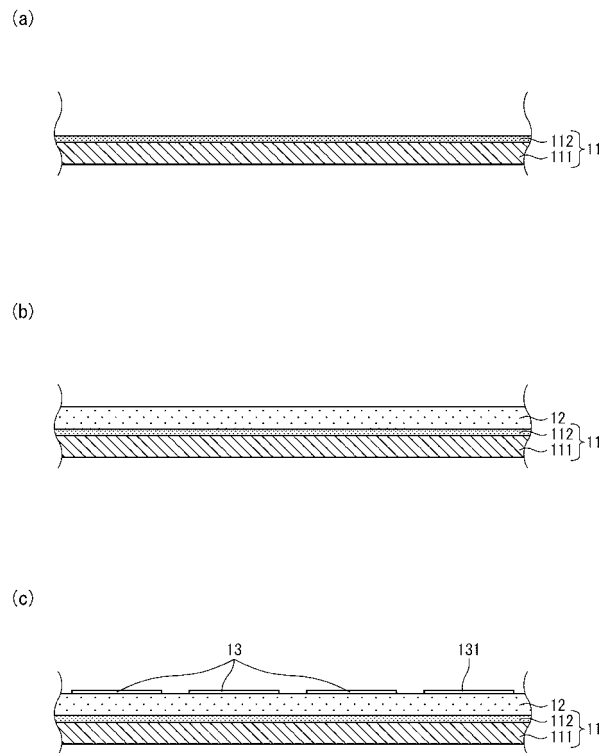
【 図 8 】



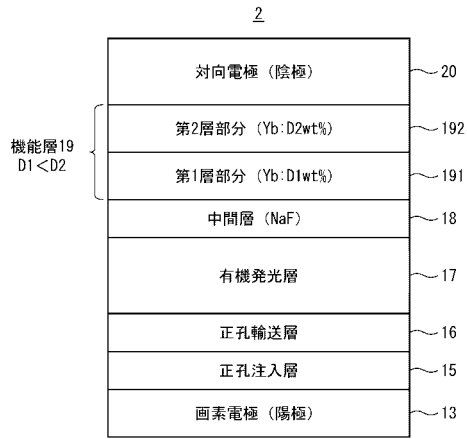
【 図 9 】



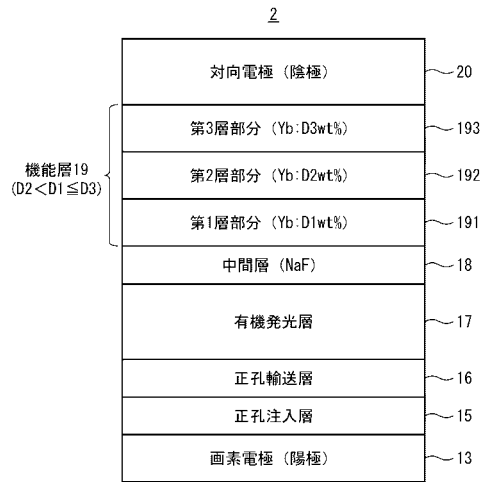
【 図 10 】



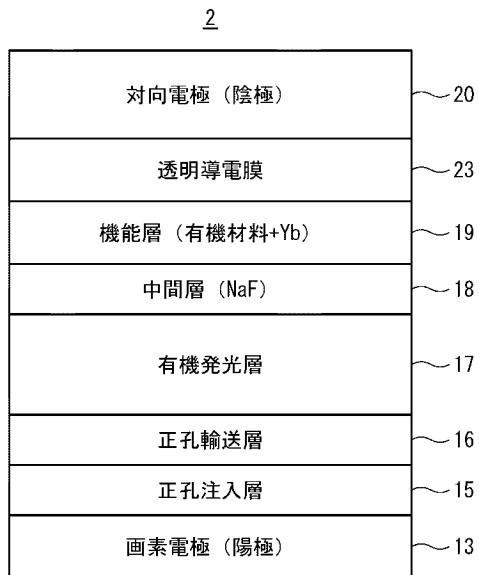
【 図 1 5 】



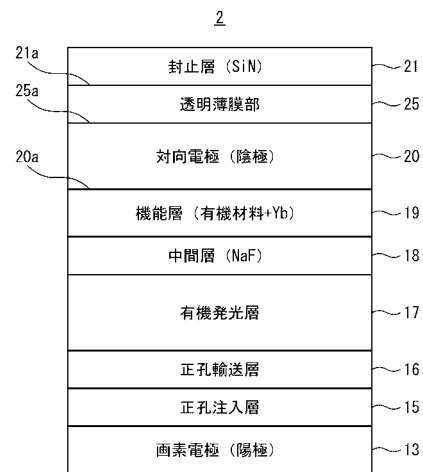
【 図 1 6 】



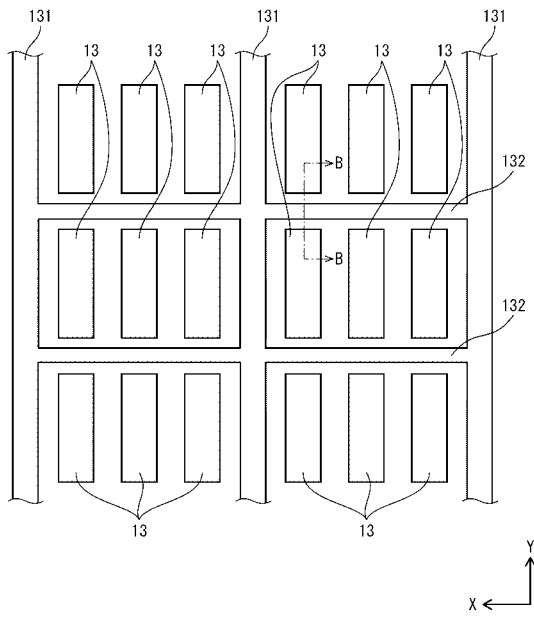
【 図 1 7 】



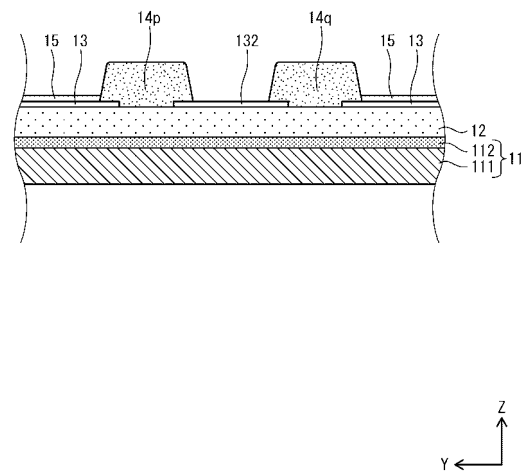
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
H 0 5 B 33/10 (2006.01)	H 0 5 B	33/22		Z
G 0 9 F 9/00 (2006.01)	H 0 1 L	27/32		
G 0 9 F 9/30 (2006.01)	H 0 5 B	33/10		
	H 0 5 B	33/22		C
	G 0 9 F	9/00	3 3 8	
	G 0 9 F	9/30	3 6 5	
	G 0 9 F	9/30	3 3 6	

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC21 CC33 DD03 DD37 DD72 DD75 DD76
DD78 DD86 DD89 EE03 FF14 FF15 GG06 GG28
5C094 AA03 AA10 AA37 BA27 CA19 DA13 EA04 EA05 FA01 FA02
FB02 FB12 JA01
5G435 AA01 AA03 BB05 CC09 HH12 KK05