

(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2011-9017

(P2011-9017A)

(43) 公開日 平成23年1月13日(2011.1.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05B 33/26 (2006.01)</b>	H05B 33/26	Z 3K107
<b>H05B 33/12 (2006.01)</b>	H05B 33/12	B
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/14	A
	H05B 33/22	D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-150293 (P2009-150293)  
 (22) 出願日 平成21年6月24日 (2009. 6. 24)

(71) 出願人 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100105050  
 弁理士 鷺田 公一  
 (72) 発明者 吉田 英博  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニック株式会社内  
 (72) 発明者 奥本 健二  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニック株式会社内  
 Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC05 CC45 DD23  
 DD25 DD71 DD78 DD87 DD89  
 EE07 FF06 FF15 GG06

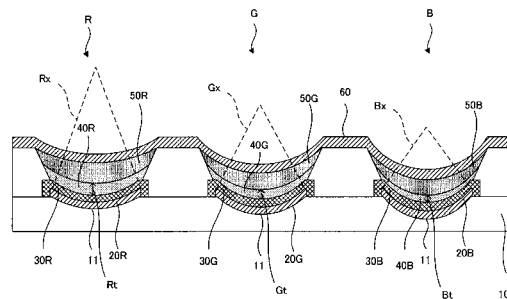
(54) 【発明の名称】 有機ELディスプレイパネル

(57) 【要約】

【課題】塗布型の有機ELディスプレイパネルにおいて、有機発光素子が発光の色毎に異なる有機発光層を有していても、全ての有機発光素子からの光取出し効率を高めることを目的とする。

【解決手段】基板と、前記基板に配置された赤色発光する有機発光素子Rと、緑色発光する有機発光素子Gと、青色発光する有機発光素子Bと、を含む有機ELディスプレイパネルであって、前記有機発光素子のそれぞれは、反射電極であり、かつ凹曲状の画素電極と、前記画素電極上に塗布形成された機能層と、前記機能層上に配置された有機発光層と、前記有機発光層上に配置された透明電極である対向電極と、前記塗布形成された機能層を規定するバンクと、を有し、前記塗布形成された機能層の量が、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違し、かつ前記凹曲状の画素電極の曲率半径が、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違する、有機ELディスプレイパネル。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板と、前記基板に配置された赤色発光する有機発光素子 R と、緑色発光する有機発光素子 G と、青色発光する有機発光素子 B と、を含む有機 E L ディスプレイパネルであって、

前記有機発光素子のそれぞれは、反射電極であり、かつ凹曲状の画素電極と、前記画素電極上に塗布形成された機能層と、前記機能層上に配置された有機発光層と、前記有機発光層上に配置された透明電極である対向電極と、前記塗布形成された機能層を規定するバンクと、を有し、

前記塗布形成された機能層の量が、前記素子 R と、前記素子 G と、前記素子 B 毎に相違し、かつ

前記凹曲状の画素電極の曲率半径が、前記素子 R と、前記素子 G と、前記素子 B 毎に相違する、有機 E L ディスプレイパネル。

## 【請求項 2】

前記塗布形成された機能層の厚さが、前記素子 R と、前記素子 G と、前記素子 B 毎に相違する、請求項 1 に記載の有機 E L ディスプレイパネル。

## 【請求項 3】

前記素子 R、前記素子 G および前記素子 B のうち最も量の多い前記機能層を有する素子の前記画素電極の曲率半径は最も大きく、

前記素子 R、前記素子 G および前記素子 B のうち最も量の少ない前記機能層を有する素子の前記画素電極の曲率半径は最も小さい、請求項 1 に記載の有機 E L ディスプレイパネル。

## 【請求項 4】

前記塗布形成された機能層は、正孔輸送層である、請求項 1 に記載の有機 E L ディスプレイパネル。

## 【請求項 5】

前記塗布形成された機能層は、正孔注入層である、請求項 1 に記載の有機 E L ディスプレイパネル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、有機 E L ディスプレイパネルに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

有機 E L ディスプレイパネルは、基板に配置された複数の有機発光素子を有する。有機発光素子は、基本的に、画素電極と、有機発光層と、対向電極とを有する。有機発光層で正孔と電子とが電子 - 正孔対を形成し、それが発光性の励起子として有機発光層が発光する。有機発光層から発せられた光は、画素電極または対向電極のうちの透明電極を通して、外部に取出される。この光の取出し効率は数%であり、向上が求められている。

## 【0003】

光の取出し効率を高めるために、画素電極または対向電極のうちの一方を透明電極として、かつもう一方を反射電極とする。有機発光層からの発光を効率的に透明電極から取出すためである。このとき、有機発光層からの発光の一部は、透明電極に向かって発光し；他の一部は反射電極に向かい、反射電極で反射されて透明電極に向かう。そのため、有機発光層から透明電極に向かう光と、反射電極で反射されて透明電極向かう光とが、互いに減衰しないようにすれば、光の取出し効率を向上させることができる。

## 【0004】

反射電極である金属電極と有機発光層との間にスパッタリングなどで透明導電膜を配置して、取出し光が減衰しないように、有機発光層から反射電極までの光学的距離を調整す

10

20

30

40

50

る技術が報告されている（例えば特許文献1を参照）。

【0005】

また、有機発光層や正孔輸送層などを、有機発光層や正孔輸送層などの材料を含む溶液を塗布し、乾燥させて形成する技術が知られている。溶液の塗布領域は、隔壁（バンク）で規定されている。

【0006】

塗布形成する機能層の形状プロフィールは、溶液の溶質や溶媒の種類、およびそれらの含有割合によって相違する。例えば、有機発光素子の各色のカラーフィルター膜を塗布形成しようとするときには、塗布する溶液の溶質が色毎に相違する。そのため、隔壁（バンク）の高さやテーパ角度が同じであると、カラーフィルター膜の形状が色毎に相違しやすい。そこで、カラーフィルター膜の色毎に、隔壁（バンク）の高さやテーパ角度を変えて、カラーフィルター膜の膜厚均一性を高める技術が報告されている（例えば特許文献2参照）。

10

【0007】

また、画素電極の形状を凹曲状にすることで、画素電極上に塗布形成される機能層の膜厚を均一にする技術が報告されている（例えば特許文献3参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2003-272855号公報

20

【特許文献2】特開2007-310156号公報

【特許文献3】特開2008-243773号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

有機発光素子は、赤色発光する有機発光素子Rと、緑色発光する有機発光素子Gと、青色発光する有機発光素子Bとに分類される。各有機発光素子に含まれる有機発光層の全てを白色発光する有機発光層として、白色光をカラーフィルターで着色することもあるが；有機発光素子毎に、赤色発光する有機発光層、緑色発光する有機発光層、または青色発光する有機発光層を配置してもよい。

30

【0010】

素子毎に有機発光層の成分が異なると、有機発光層から発せられる光の波長も相違する。波長が相違すると、光取出し効率を高めるための条件（光学的距離）も相違する。したがって、素子毎に有機発光層の成分が異なると、光の取出し効率を高めるための光学的距離も素子毎に相違する。

【0011】

しかしながら、特許文献1に開示された方法では、反射電極と有機発光層との間に透明導電膜をスパッタリングなどによって一括形成するので、素子ごとに光学的距離を調節するのは困難である。

【0012】

本発明は、塗布型の有機ELディスプレイパネルにおいて、有機発光素子が発光色毎に異なる有機発光層を有していても、全ての有機発光素子からの光取出し効率を高める手段を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者は、各有機発光素子における有機発光層と反射電極との間に配置され、塗布形成される機能層の厚さを調整することで、全ての有機発光素子のそれぞれの光取出し効率を高めることを検討した。

【0014】

塗布形成される機能層の厚さを調整するには、機能材料を含む溶液の塗布量を調整する

50

ことが考えられる。ところが、溶液の塗布量は、各有機EL素子を規定するバンクの形状によってある程度決定されるので、塗布量の調整には限界がある。一方で、塗布形成される機能層の厚さを調整するには、機能材料を含む溶液の濃度を調整することが考えられる。ところが前述したように、塗布する溶液の濃度によって、形成される機能層の形状プロフィールが変わってしまう。従って、各有機発光素子の機能層の形状を適切に制御することが困難となる。

#### 【0015】

詳細は後述するが本発明者は、塗布する溶液の濃度に応じて、素子毎に画素電極の形状を適切に制御すれば、機能層の形状を適切に制御することができ、全ての有機発光素子の光取出し効率を高めることができることを見だし、さらに検討を加えて本発明を完成させた。

10

#### 【0016】

本発明は、以下に示す有機ELディスプレイパネルに関する。これらの有機ELディスプレイパネルは、トップエミッション型となりうる。

[1] 基板と、前記基板に配置された赤色発光する有機発光素子Rと、緑色発光する有機発光素子Gと、青色発光する有機発光素子Bと、を含む有機ELディスプレイパネルであって、前記有機発光素子のそれぞれは、反射電極であり、かつ凹曲状の画素電極と、前記画素電極上に塗布形成された機能層と、前記機能層上に配置された有機発光層と、前記有機発光層上に配置された透明電極である対向電極と、前記塗布形成された機能層を規定するバンクと、を有し、前記塗布形成された機能層の量が、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違し、かつ前記凹曲状の画素電極の曲率半径が、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違する、有機ELディスプレイパネル。

20

[2] 前記塗布形成された機能層の厚さが、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違する、[1]に記載の有機ELディスプレイパネル。

[3] 前記素子R、前記素子Gおよび前記素子Bのうち最も量の多い前記機能層を有する素子の前記画素電極の曲率半径は最も大きく、前記素子R、前記素子Gおよび前記素子Bのうち最も量の少ない前記機能層を有する素子の前記画素電極の曲率半径は最も小さい、[1]に記載の有機ELディスプレイパネル。

[4] 前記塗布形成された機能層は、正孔輸送層である、[1]～[3]のいずれか一つに記載の有機ELディスプレイパネル。

30

[5] 前記塗布形成された機能層は、正孔注入層である、[1]～[3]のいずれか一つに記載の有機ELディスプレイパネル。

#### 【発明の効果】

#### 【0017】

本発明の有機ELディスプレイパネルは、有機発光素子に含まれる有機発光層の成分が、発光色毎に相違しているにもかかわらず、全ての有機発光素子の光取出し効率が高められている。そのため、輝度が高く、コントラストの高い有機ELディスプレイパネルが得られる。しかも、本発明の有機ELディスプレイパネルは、塗布型の有機ELディスプレイパネルとなりうるため、ディスプレイパネルの大型化や、その生産性の向上などが実現されうる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0018】

【図1】本発明の有機ELディスプレイパネルに含まれる有機EL素子の概略断面図であり、光学的距離Lを説明するための図である。

【図2】機能材料溶液の濃度と、形成される機能層の形状との関係を説明する図である。

【図3】機能材料溶液の濃度と、形成される機能層の形状と、画素電極の形状との関係を説明する図である。

【図4】本発明の有機ELディスプレイパネルに含まれる有機発光素子の設計プロセスのフローを示す。

【図5】光取出し効率と、正孔輸送層の厚さとの関係を示すグラフである。

50

【図6】実施の形態1の有機ELディスプレイパネルを示す断面図である。

【図7】実施の形態1の有機ELディスプレイパネルの製造方法のフローを示す図である。

【図8】実施の形態2の有機ELディスプレイパネルを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の有機ELディスプレイパネルは、基板と、前記基板に配置された複数の有機発光素子を有する。複数の有機発光素子には、赤色発光する有機発光素子Rと、緑色発光する有機発光素子Gと、青色発光する有機発光素子Bと、が含まれる。各有機発光素子は、RGB毎に、異なる成分の有機発光層を有することが好ましい。

10

【0020】

各有機発光素子は少なくとも、基板上に配置された画素電極と、画素電極上に配置された有機発光層と、有機発光層上に配置された対向電極とを有する。本発明では有機発光層は塗布形成されることが好ましい。また、各有機発光素子は、後述する光学的距離を調整する塗布形成された機能層を有する。また、各有機発光素子は、有機発光層や、機能層を規定するためのバンクを有する。

【0021】

本発明の有機ELディスプレイパネルは、RGB毎に機能層の量および画素電極の形状が調節されていることに特徴を有するが、他の構成は、本発明の効果を損なわない限り公知の有機ELディスプレイパネルと同じであってよい。例えば、本発明の有機ELディスプレイパネルは、ボトムエミッション型であっても、トップエミッション型であってもよい。

20

【0022】

有機ELディスプレイパネルをトップエミッション型とするには、画素電極を反射電極として、対向電極と透明電極とする。一方、有機ELディスプレイパネルをボトムエミッション型とするには、画素電極を透明電極として、対向電極を反射電極とする。反射電極の例には、アルミニウムや銀などの金属電極や、APC(AgPdCu)などの合金電極などが含まれる。透明電極の例には、ITO電極やIZO電極などが含まれる。

通常は、有機発光素子の画素電極がアノード電極であり、対向電極がカソード電極である。

30

【0023】

基板は、特に限定されないが、ガラス基板などである。また基板には、薄膜トランジスタ(駆動TFT)が配置されていてもよい。薄膜トランジスタ(TFT)のソースまたはドレイン電極が、有機発光素子の画素電極(後述)と接続していてもよい。

【0024】

画素電極は、基板上に配置された導電層である。画素電極上には、遷移金属の酸化物(例えば、タングステンオキサイド)からなる正孔注入層が配置されていてもよい。

【0025】

本発明では、画素電極が、凹曲状であることを特徴とする。通常画素電極上に塗布形成される層(機能層および有機発光層)は凹曲状になることから(図2参照)、画素電極を凹曲状にすることで、画素電極上に塗布形成される層の膜厚を均一にすることができる。また、本発明では、凹曲状の画素電極の曲率半径がRGB毎に異なることを特徴とする。RGB毎に画素電極の曲率半径を違える理由および具体的な画素電極の曲率半径については後述する。ここで「画素電極が凹曲状」とは、画素電極の表面のうち、後述する機能層に接する表面の中央部が基板側に窪んだ曲面であることを意味する。

40

【0026】

画素電極を凹曲状にするには、例えば、基板に凹曲部を形成し、凹曲部上に画素電極を形成すればよい。基板に凹曲部を形成するには、基板を直接ウェットエッチングまたはドライエッチングしてもよいし、凹曲部が形成される面に感光性樹脂層を配置し、感光性樹脂層を露光し、現像してもよい(図7参照)。

50

## 【 0 0 2 7 】

機能層とは、反射電極と有機発光層との間に塗布形成され、反射電極と有機発光層との間の光学的距離を調節するための層である。このように本発明は、塗布形成される機能層で、反射電極と有機発光層との間の光学的距離を調節することを特徴とする。

上述のように機能層は反射電極と有機発光層との間に塗布形成される層であるので、機能層は、有機ELディスプレイパネルがトップエミッション方式であるか、またはボトムエミッション方式であるかで異なる。

## 【 0 0 2 8 】

有機ELディスプレイパネルがトップエミッション方式である場合には、通常、反射電極が画素電極となるため、前記機能層の例には、有機発光層と画素電極との間に配置されるインターレーヤなどと呼ばれる正孔輸送層やPEDOT-PPSを含む正孔注入層などが含まれる。さらに、塗布形成できるのであれば、透明導電性膜（塗布型ITO膜など）であってもよい。また前記機能層は、好ましくは正孔輸送層（インターレーヤ）である。正孔輸送層の厚さが、多少増減しても、有機発光素子の発光特性が影響を受けにくいからである。

10

## 【 0 0 2 9 】

一方、有機ELディスプレイパネルがボトムエミッション方式である場合には、通常、反射電極が対向電極となるため、前記機能層の例には、有機発光層と対向電極との間に配置される電子輸送層や、塗布形成できる透明導電性膜（塗布型ITO膜など）などが含まれる。

20

## 【 0 0 3 0 】

本発明の有機ELディスプレイパネルは、反射電極と有機発光層との間の光学的距離を、RGB毎に適切に調整するために、有機発光層と反射電極との間に配置された塗布形成された機能層の厚さを、RGB毎に調整することを特徴とする。したがって、本発明では、RGB毎に機能層の膜厚が異なる。以下、図面を参照し、RGB毎に機能層の厚さを調節する理由について説明する。

## 【 0 0 3 1 】

図1には、基板1にトップエミッション型の有機発光素子を示す。図1に示されるように有機発光素子は、基板1と、反射電極2と、塗布形成された機能層3と、各色の有機発光層4と、透明電極5とを有する。もちろん有機発光素子には他の構成部材が含まれていてもよい。

30

## 【 0 0 3 2 】

図1に示されるように、有機発光層4が発光したとき、有機発光層4から発せられる光の一部は透明電極5に向かって、透明電極5を通過する（Xを参照）。一方、他の一部は反射電極2に向かい（Y1を参照）、反射電極2で反射されて、有機発光層4を通過して透明電極5に向かい（Y2を参照）、透明電極5を通過する。このとき、Xで示される光と、Y3で示される光とが強め合うことができれば、透明電極5を通して光を取出す効率が高まる。

## 【 0 0 3 3 】

Xで示される光とY3で示される光とが強めあうための条件は、有機発光層4からの発光波長と、有機発光層4から反射電極2までの光学的距離Lとに依存する。光学的距離Lは、有機発光層4および有機発光層と反射電極との間に積層された層（図1では機能層3のみ）のそれぞれの、「厚さ」と「屈折率」とに依存する。具体的に、光学的距離Lは下記式で示される。

40

## 【 数 1 】

$$L = \sum_i n_i d_i$$

## 【 0 0 3 4 】

50

上記数式において、 $d_i$  ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) は、有機発光層、および有機発光層と反射電極との間に積層された各層の「厚み」を示す。上記数式において、 $n_i$  ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) は、有機発光層、および有機発光層と反射電極との間に積層された各層の「屈折率」を示す。

【0035】

上記数式で示される光学的距離  $L$  が、有機発光層の発光波長  $\lambda$  と以下の関係を満たすときに、図1における  $X$  で示される光と  $Y_3$  で示される光とが強めあうことができる。

【数2】

$$L = \frac{2n+1}{4} \lambda \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

10

【0036】

前述の通り、本発明の有機ELディスプレイパネルの各有機発光素子は、RGB毎に、異なる成分の有機発光層を有する。有機発光素子Rに含まれる有機発光層の発光波長  $\lambda_R$ 、有機発光素子Gに含まれる有機発光層の発光波長  $\lambda_G$ 、有機発光素子Bに含まれる有機発光層の発光波長  $\lambda_B$  は、互いに異なる。従って、 $X$  で示される光と  $Y_3$  で示される光とが強めあうことができる光学的距離  $L$  も、有機発光素子のRGB毎に異なる。

【0037】

このように、本発明の有機ELディスプレイパネルでは、有機発光層と反射電極との間に配置された塗布形成された機能層の厚さを、RGB毎に調整することで、有機発光素子の光学的距離  $L$  を、RGB毎に適切に調整し、それぞれの有機発光素子からの光出し効率を高めることができる。その結果、本発明の有機ELディスプレイパネルでは、有機発光素子の有機発光層と反射電極との間に塗布形成された機能層の厚さが、RGB毎に異なる。

20

【0038】

塗布形成された機能層の厚さを調整するには、塗布する機能材料の量を調整すればよい。塗布する機能材料の量を調整するために、機能材料を含む溶液の塗布容量を調整してもよい。しかしながら、有機発光素子の塗布領域はバンクで規定されており、塗布領域に提供できる溶液の容量は、ある程度限定される。そこで、塗布する機能材料の量を調整するには、機能材料を含む溶液の濃度を調整することが多い。

30

【0039】

機能材料を含む溶液の濃度を調整すると、例えば溶液の粘度が変化する。塗布される溶液の粘度は、機能層の形状に大きな影響を与える。

機能材料溶液の濃度と、機能層の形状（例えば、膜厚均一性）との関係は、必ずしも一義的に定まるものではないが、例えば、図2Aに示されるようにバンク100で規定された塗布領域に、濃度の高い機能材料溶液を提供して乾燥させると、バンクのテーパ面101と乾燥後の機能層40との接触角度  $\theta$  が大きくなり、形成された機能層は比較的平坦になる（機能層の表面の曲率半径が大きくなる）。

【0040】

40

一方、図2Bに示されるように、濃度の低い機能材料溶液を提供して乾燥させると、バンク100のテーパ面101と乾燥後の機能層40との接触角度  $\theta'$  が小さくなり、形成された機能層の表面の窪みが深くなる（機能層の表面曲率半径が小さくなる）。従って、画素電極の形状が同じであった場合、濃度の異なる機能材料溶液を提供すると、機能層の膜厚が不均一になる。

【0041】

この接触角度  $\theta$  の差は、液滴の乾燥における後退接触角の差によるものである。液滴の溶液の濃度が高く、粘度が高い場合には、後退接触角が大きくなり；液滴の溶液の濃度が低く、粘度が低い場合には、後退接触角が小さくなる。

【0042】

50

本発明は、上述したように凹曲状の画素電極の曲率半径を素子ごとに調節することで、上述した素子毎の機能層の膜厚のばらつきを補正することを特徴とする。具体的には、濃度の高い機能材料溶液を提供する場合には、図3Aに示されるように形成される機能層40の表面の曲率半径が大きくなることから、画素電極20の曲率半径Xを大きくすればよい。一方、濃度の低い機能材料溶液を提供する場合には、図3Bに示されるように形成される機能層40の表面の曲率半径が小さくなることから、画素電極20の曲率半径Xを小さくすればよい。このように提供される機能材料溶液の濃度に応じて、画素電極の曲率半径を調節することで、形成される機能層の形状が異なったとしても、有機発光素子内の機能層の膜厚が均一になる。

【0043】

10

このように、本発明の有機ELディスプレイパネルの反射電極と有機発光層との間の光学的距離Lを、RGB毎に適切に設定するために、機能層の厚さをRGB毎に調整し；機能層の厚さを調整するために、塗布する機能材料の量を調整し；塗布する機能材料の量を調整するために、塗布する機能材料溶液の濃度を調整する。そして、機能材料溶液の濃度に応じて、各有機発光素子の画素電極の曲率半径を調整する。その結果、本発明の有機ELディスプレイパネルの各有機発光素子は、RGB毎に機能層の量が相違し、かつ画素電極の曲率半径が相違する。

【0044】

次に図4を参照して、本発明の有機ELディスプレイパネルにおける各有機発光素子の設計プロセスのフローを説明する。

20

【0045】

まず、有機発光素子の層構成を設定する(S1)。有機発光素子の層構成には、少なくとも、画素電極と、有機発光層と、対向電極とが含まれる。画素電極および対向電極のうちの一方を反射電極と設定し、他方を透明電極と設定する。有機発光層と反射電極の間には、さらに塗布形成される機能層を配置する。機能層の厚さにより、反射電極と有機発光層との間の光学的距離Lが調整される。

【0046】

有機発光素子の層構成を決定したのち、光学的距離を調整するための機能層以外の層の厚さを決定する。特に、有機発光層、および有機発光層と反射電極との間にある各層の膜厚 $d_i$ の決定が重要である。さらに、有機発光層、および有機発光層と反射電極との間にある各層の屈折率 $n_i$ を求める(S2)。

30

【0047】

次に、有機発光層からの発光波長 $\lambda$ を求める。有機発光層からの発光波長 $\lambda$ は、有機発光材料に依存する。前記の通り、光取出し効率を高めるには、光学的距離Lが、以下の式を満たす必要があるので、下記式を満たす所望の光学的距離L'を設定する(S3)。

【数3】

$$L' = \frac{2n+1}{4} \lambda \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

40

【0048】

そして、光学的距離L'を満たすように、機能層の厚さを特定する。つまり、機能層以外の各層の厚さは、予め決められているので、機能層以外の各層の厚さおよび屈折率を下記式にあてはめて、機能層の厚さを決めればよい(S4)。

【数4】

$$L' = \sum_i n_i d_i$$

【0049】

50

機能層の厚さを決定したのち、その厚さの機能層を形成するために必要な機能材料の量を求める (S5)。一方で、塗布領域に提供する機能材料溶液の容量を設定する。提供する機能材料溶液の容量は、塗布領域の面積や、バンクの高さなどに依存する。この結果、機能材料溶液の濃度が特定される (S6)。

【0050】

濃度を特定した機能材料溶液と、塗布領域を規定するバンクの表面自由エネルギーなどから、機能材料溶液の乾燥様式を考慮して、画素電極の曲率半径を決定する (S7)。一般的には前記の通り、機能材料溶液の濃度が高いほど画素電極の曲率半径を大きくし；機能材料溶液の濃度が低いほど画素電極の曲率半径を小さくする。

【0051】

このプロセスを、有機発光素子 R、有機発光素子 G、有機発光素子 B のそれぞれについて行う。

【0052】

機能層 M の厚さを決定するために、有機 EL デバイスシミュレータ setfos (semiconducting emissive thin film optics simulator) を用いてもよい。

【0053】

以下において、より具体的なトップエミッション型の有機発光素子の設計例を示す。

画素電極：APC 電極

正孔注入層：タングステンオキサイド ( $WO_x$ )、膜厚  $d_1$  ( $= 100 \text{ nm}$ )、屈折率  $n_1$

正孔輸送層 (インターレーヤー)：ポリアニリン、膜厚  $d_2$ 、屈折率  $n_2$

有機発光層：赤色光、緑色光または青色光 (発光波長 ) を発するポリフルオレン、膜厚  $d_3$  ( $= 50 \text{ nm}$ )、屈折率  $n_3$

対向電極：ITO 電極

【0054】

正孔注入層であるタングステンオキサイドは、スパッタリングなどによって一括成膜するので、素子毎に膜厚さを変えることは困難である。有機発光層は、塗布法 (インクジェット印刷法) により成膜されるので、素子毎に膜厚さを変えることは可能であるが、有機発光層の膜厚は素子の発光効率や寿命などに大きな影響を与える。そのため、有機発光層の膜厚の自由度には厳しい制限があり、光学的距離を調整するための機能層として有機発光層を用いることは困難である。

【0055】

そこで、塗布形成される正孔輸送層を、光学的距離を調整するための機能層として用いる。

【0056】

光学的距離  $L$  は、 $L = n_1 d_1 + n_2 d_2 + n_3 d_3$  で示される。一方、光学的距離  $L$  が、 $L = (2n + 1) \lambda / 4$  を満たすと、光取出し効率が高まる。よって、両者を満たすように、正孔輸送層の膜厚  $d_2$  を設定する。

【0057】

有機 EL デバイスシミュレータ setfos での分析結果を図 5 のグラフに示す。縦軸は、光取出し効率を、横軸は正孔輸送層の膜厚  $d_2$  を示す。図 5 のグラフに示されるように、RGB 毎に最適な膜厚  $d_2$  が相違することがわかる。例えば、素子 R は、正孔輸送層の厚さが約  $120 \text{ nm}$  であるときに光取出し効率が高く；素子 G は、正孔輸送層の厚さが約  $56 \text{ nm}$  であるときに、光取出し効率が高く；素子 B は、正孔輸送層の厚さが約  $16 \text{ nm}$  であるときに、光取出し効率が高い。

【0058】

また、素子 R の正孔輸送層の膜厚を低下させるべく、正孔注入層の厚さを  $100 \text{ nm}$  から  $180 \text{ nm}$  に変更したとすると、素子 R は正孔輸送層が  $18 \text{ nm}$  であるときに；素子 G は正孔輸送層が  $90 \text{ nm}$  であるときに；素子 B は正孔輸送層が  $34 \text{ nm}$  であるときに、光取出し効率が高くなる。このように、正孔輸送層の厚さを調整する必要がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 9 】

もちろん、有機発光層と反射画素電極との間に他の層を追加した場合も、正孔輸送層の厚さを調整する必要がある。

## 【 0 0 6 0 】

算出された正孔輸送層の膜厚から、正孔輸送層を形成するための塗布材料の濃度を求め、形成される正孔輸送層の形状を予測し、画素電極の曲率半径を設定する。それにより、光学的距離が調整され、光取出し効率が高い有機 E L ディスプレイパネルを得ることができる。

## 【 0 0 6 1 】

以下図面を参照し本発明の実施の形態について説明する。

10

## 【 0 0 6 2 】

## [ 実施の形態 1 ]

図 6 は、実施の形態 1 の有機 E L ディスプレイパネルを示す。図 6 には、実施の形態 1 の有機 E L ディスプレイパネルにおける有機発光素子 R、有機発光素子 G、有機発光素子 B の断面が示される。各有機発光素子は、基板 1 0 に配置されており；反射電極である画素電極 2 0 ( 2 0 R、2 0 G、2 0 B ) と、画素電極 2 0 上に配置された正孔注入層 3 0 と、正孔注入層 3 0 上に塗布形成された正孔輸送層 4 0 ( 4 0 R、4 0 G、4 0 B ) と、正孔輸送層 4 0 上に配置された有機発光層 5 0 ( 5 0 R、5 0 G、5 0 B ) と、有機発光層 5 0 上に配置された透明電極である対向電極 6 0 とを有する。有機発光素子 R に含まれる有機発光層 5 0 R は赤色光を発生し、有機発光素子 G に含まれる有機発光層 5 0 G は緑色光を発生し、有機発光素子 B に含まれる有機発光層 5 0 B は青色光を発生する。

20

## 【 0 0 6 3 】

基板 1 0 は、複数の凹曲部 1 1 を有する。凹曲部 1 1 上には凹曲状の画素電極 2 0 が配置されている。図 6 に示されるように、画素電極 2 0 R、画素電極 2 0 G、画素電極 2 0 B は、その曲率半径 X が相違しており、以下の式 ( 1 ) を満たす。

$$B x < G x < R x \quad \dots ( 1 )$$

## 【 0 0 6 4 】

正孔注入層 3 0 はタンゲステンオキサイドなどの遷移金属の酸化物からなり、例えばスパッタリングで形成される。

## 【 0 0 6 5 】

各有機発光素子の正孔輸送層 4 0 ( 4 0 R、4 0 G、4 0 B ) と、有機発光層 5 0 ( 5 0 R、5 0 G、5 0 B ) は塗布形成されており、バンク 1 0 0 によって規定されている。

30

## 【 0 0 6 6 】

また、正孔輸送層 4 0 R と、正孔輸送層 4 0 G と、正孔輸送層 4 0 B は、その膜厚が相違しており、その材料の量も相違している。具体的には、正孔輸送層 4 0 R の膜厚 R t と、正孔輸送層 4 0 G の膜厚 G t と、正孔輸送層 4 0 B の膜厚 B t とは、以下の式 ( 2 ) を満たす。

$$B t < G t < R t \quad \dots ( 2 )$$

## 【 0 0 6 7 】

このように、正孔輸送層の厚さを R G B 毎に調節することで各有機発光素子の光学的距離を調節することができる。これにより、光取出し効率が高い有機 E L ディスプレイパネルを提供することができる。また、画素電極の曲率半径を R G B 毎に調節することで、濃度の異なる正孔輸送層の材料液を画素電極上に塗布した場合であっても、均一な膜厚を有する正孔輸送層を形成することができる。

40

## 【 0 0 6 8 】

次に、実施の形態 1 の有機 E L ディスプレイパネルの好ましい製造方法について説明する。実施の形態 1 の有機 E L ディスプレイパネルの好ましい製造方法は、1) 基板を準備する第 1 ステップ ( 図 7 A )、2) 基板に 2 以上の凹曲部を形成する第 2 ステップ ( 図 7 B、図 7 C )、3) 基板の凹曲部に画素電極を形成する第 3 ステップ ( 図 7 D )、4) 画素電極上に正孔注入層を形成する第 4 ステップ ( 図 7 E )、5) 基板上にバンクを形成す

50

る第5ステップ(図7F)、6)バンクによって規定された領域に機能層の材料液を塗布し、機能層を形成する第6ステップ(図7G、図7H)、7)機能層上に有機発光層を形成する第7ステップ(図7H、図7I)、8)有機発光層上に陰極を形成する第8ステップ(図7I)を有する。

【0069】

図7Aは、第1ステップを示す。第1ステップでは基板10を準備する。基板10は感光性樹脂層10'を有する。基板10は、駆動TFTを内蔵していてもよい。

【0070】

図7Bおよび図7Cは、第2ステップを示す。第2ステップでは、基板10に凹曲部11を形成する。基板10に凹曲部11を形成するには、基板10の感光性樹脂層10'の材料をポジ形のリソグラフィ技術を用いて感光性樹脂層10'を露光すればよい。その後、基板10を現像することで、凹曲部11が形成された基板10を得ることができる。また、凹曲部11の曲率半径を調節することで、画素電極20の曲率半径を調節することができる。凹曲部11の曲率半径を調節するには、マスクMの開口度を調節すればよい。

【0071】

図7Dは、第3ステップを示す。第3ステップでは、基板10の凹曲部11上に画素電極20を形成する。画素電極20は、例えば、基板10の凹曲部11上に画素電極20の材料からなる層をスパッタリングなどで成膜し、成膜された層をエッチングによりパターニングすればよい。このように、凹曲部11上に画素電極20を形成することで、凹曲状の画素電極20が得られる。

【0072】

図7Eは、第4ステップを示す。第4ステップでは、画素電極20上に正孔注入層30を形成する。正孔注入層30は、例えば、凹曲状の画素電極20上に正孔注入層30の材料からなる層をスパッタリングなどで成膜し、成膜された層をエッチングによりパターニングすることで形成されてもよい。

【0073】

図7Fは第5ステップを示す。第5ステップではバンク100を形成する。バンク100は、フォトリソグラフィ技術または印刷技術を用いて形成される。

【0074】

図7Gおよび図7Hは、第6ステップを示す。第6ステップでは、正孔注入層30上に正孔輸送層40を形成する。正孔輸送層40は、バンク100によって規定された領域内に、正孔輸送層の材料液(例えば、ポリアニリンを含む有機溶媒)を塗布し(図7G)、塗布した材料液を乾燥させることで形成される。材料液を塗布する手段は特に限定されない。塗布する手段の例には、インクジェット、ディスペンサー、ノズルコート、スピニングコート、凹版印刷、凸版印刷などが含まれる。好ましい塗布手段は、インクジェットである。

【0075】

材料液を乾燥させることによって形成された正孔輸送層40は凹曲状となる。また、材料液の濃度によって正孔輸送層40の形状(曲率半径)が異なる。上述したように凹曲状の画素電極20の曲率半径は、正孔輸送層40の形状に合わせて調整されているので、均一な膜厚の正孔輸送層40が得られる。

【0076】

図7Hおよび図7I、第7ステップを示す。第7ステップでは、正孔輸送層40上に有機発光層50を形成する。有機発光層50は、正孔輸送層40上に、有機発光層の材料液を塗布し(図7H)、塗布した材料液を乾燥させることで形成される。

【0077】

図7Iは第8ステップを示す。第8ステップでは、有機発光層50上に対向電極60を形成する。対向電極60は例えば、蒸着法やスパッタリングで形成される。その後、対向

10

20

30

40

50

電極上に水分や酸素の浸入を防止するための封止膜を形成してもよい。

【 0 0 7 8 】

[ 実施の形態 2 ]

実施の形態 2 では、バンクが 2 層バンクである形態について説明する。図 8 は実施の形態 2 の有機 EL ディスプレイパネルを示す。図 8 には、実施の形態 2 の有機 EL ディスプレイパネルの各有機発光素子の断面が示されている。実施の形態 2 の有機 EL ディスプレイは、前述の実施の形態 1 の有機 EL ディスプレイと同様の層構成を有する。つまり、画素電極 20 ( 20 R、20 G、20 B ) と、正孔注入層 30 と、正孔輸送層と 40 ( 40 R、40 G、40 B ) と、有機発光層 50 ( 50 R、50 G、50 B ) と、対向電極 60 とを有する。さらに、正孔輸送層 40 R、40 G、40 B の厚さと材料の量および画素電極 20 R、20 B、20 C の曲率半径 X がそれぞれ相違している。

10

【 0 0 7 9 】

図 8 に示されるように実施の形態 2 では、バンク 100 は、下層バンク 100-1 と上層バンク 100-2 とを含む二層バンクである。下層バンク 100-1 は、おもに正孔輸送層 40 を規定しており；上層バンク 100-2 は、おもに有機発光層 50 を規定している。

【 0 0 8 0 】

下層バンク 100-1 のテーパ角度 ( R、G、B ) は、有機発光素子 RGB 毎に同一であってよい。一方、上層バンク 100-2 のテーパ角度 ( R、G、B ) は、有機発光素子 RGB 毎に異なっていることが好ましい。このように、上層バンク 100-2 のテーパ角度 を RGB 毎に調節し、RGB 毎に上層バンク 100-2 のテーパ角度 を違えることで、塗布形成される有機発光層 50 の膜厚を均一にすることができる。

20

【 0 0 8 1 】

上述の通り有機 EL ディスプレイの有機発光層 50 R、50 G、50 B は、その材料成分が相違する。従って、各有機発光材料を含む溶液の物性 ( 例えば粘度 ) も相違する。各有機発光材料を含む溶液の物性が相違すると、形成される有機発光層とバンクのテーパ面との接触角も相違する。このため、有機発光層 50 を規定する上層バンク 100-2 のテーパ角度 が RGB で同じであった場合、有機発光層の膜厚が不均一になる恐れがある。

一方、本実施の形態のように、バンク 100 を二層バンクとし、上層バンク 100-2 のテーパ角度 を RGB 毎に調節すれば、塗布形成される有機発光層 50 の膜厚を均一にすることができる。

30

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 2 】

本発明により、輝度が高く、コントラストの高い有機 EL ディスプレイパネルを、塗布法で得ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

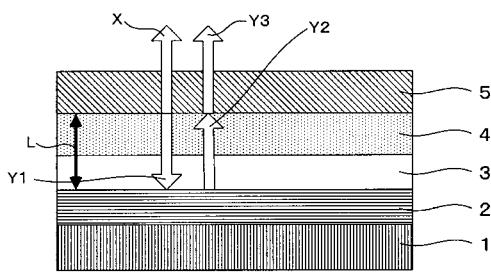
- 1 基板
- 2 反射電極
- 3 塗布形成される機能層
- 4 有機発光層
- 5 透明電極
- 10 基板
- 10' 感光性樹脂層
- 11 凹曲部
- 20 画素電極
- 30 正孔注入層
- 40, 40 R, 40 G, 40 B 正孔輸送層
- 50, 50 R, 50 G, 50 B 有機発光層
- 60 対向電極

40

50

- 100 バンク
- 101 バンクのテーパ面
- 100-1 下層バンク
- 100-2 上層バンク
- R 赤色発光する有機発光素子
- G 緑色発光する有機発光素子
- B 青色発光する有機発光素子
- M マスク

【図1】



【図2】

図2A

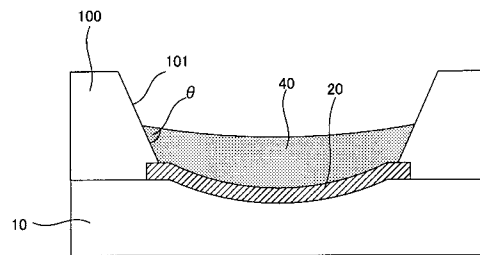
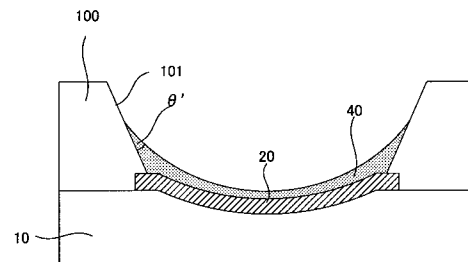


図2B



【 図 3 】

図3A

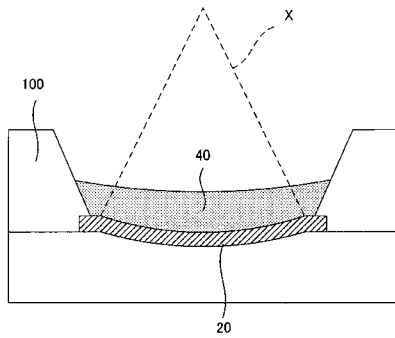
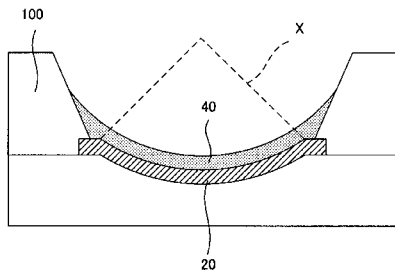
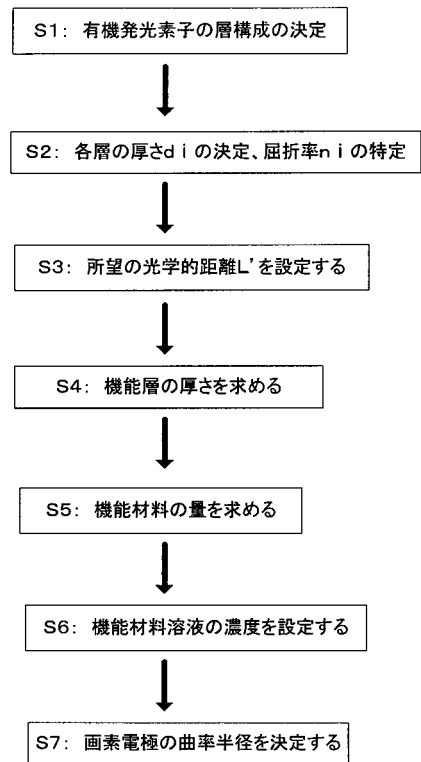


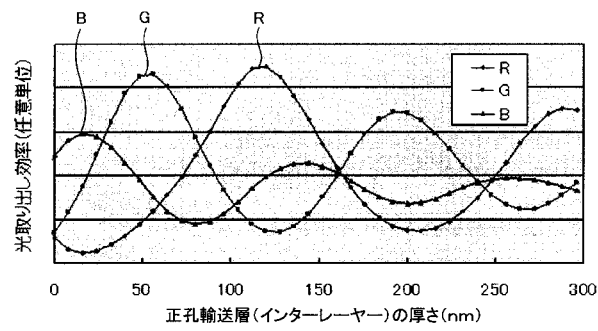
図3B



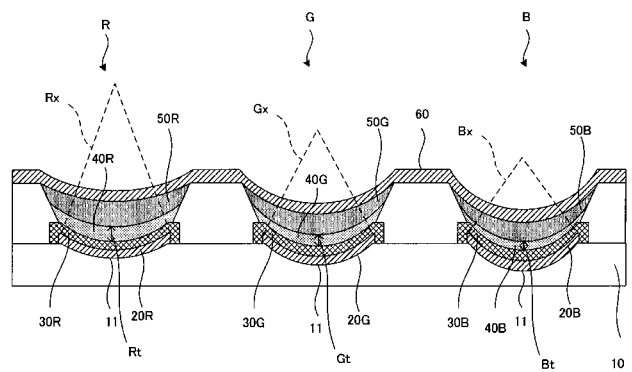
【 図 4 】



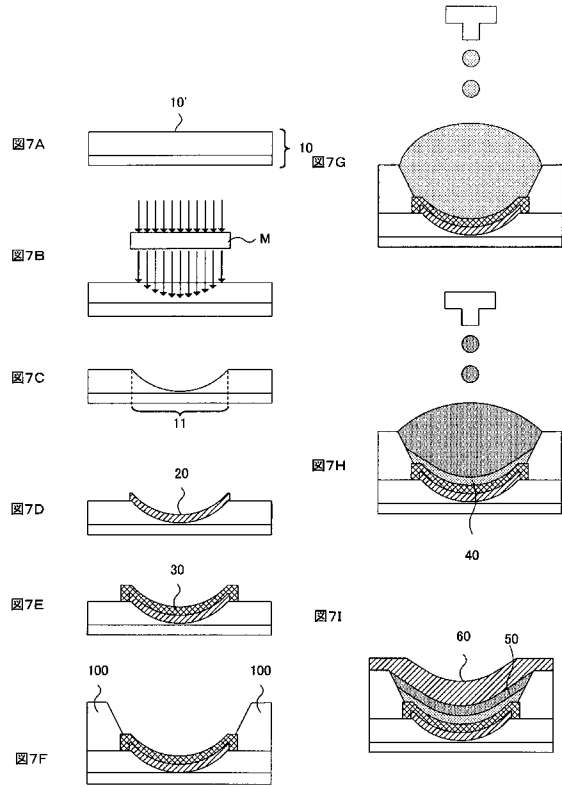
【 図 5 】



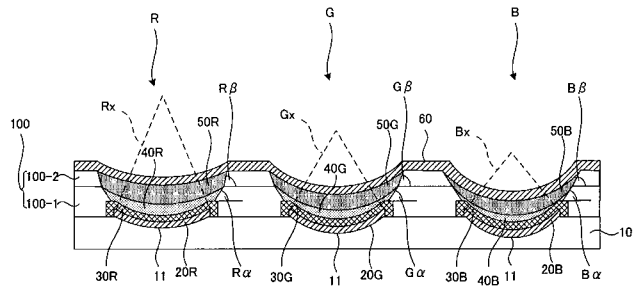
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



专利名称(译)	有机EL显示屏		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011009017A</a>	公开(公告)日	2011-01-13
申请号	JP2009150293	申请日	2009-06-24
[标]申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	吉田英博 奥本健二		
发明人	吉田 英博 奥本 健二		
IPC分类号	H05B33/26 H05B33/12 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5262 H01L27/3211 H01L27/3246 H01L27/3258 H01L51/5209		
FI分类号	H05B33/26.Z H05B33/12.B H05B33/14.A H05B33/22.D H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC45 3K107/DD23 3K107/DD25 3K107/DD71 3K107/DD78 3K107/DD87 3K107/DD89 3K107/EE07 3K107/FF06 3K107/FF15 3K107/GG06		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

一种有机EL显示面板，包括基板和发射红光的有机发光元件R，发射绿光的有机发光元件G和发射蓝光的有机发光元件B，其布置在基板上有机发光元件的一部分具有作为反射电极的凹形弯曲像素电极，在像素电极上形成有涂层的功能层，在功能层上设置的有机发光层，作为透明电极的对电极在有机发光层和限定由涂层形成的功能层的堤上，元件R，元件G和元件B具有不同量的功能层和元件R，元件G和元件B具有不同的曲率凹形弯曲像素电极的半径。

