

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4957318号
(P4957318)

(45) 発行日 平成24年6月20日(2012.6.20)

(24) 登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

(51) Int.Cl.		F I	
H05B 33/10	(2006.01)	H05B 33/10	
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/14	A
G09F 9/30	(2006.01)	G09F 9/30	338
H01L 27/32	(2006.01)	G09F 9/30	365Z

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-81322(P2007-81322)	(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成19年3月27日(2007.3.27)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(65) 公開番号	特開2008-243543(P2008-243543A)	(74) 代理人	100101465 弁理士 青山 正和
(43) 公開日	平成20年10月9日(2008.10.9)	(72) 発明者	石井 隆司 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
審査請求日	平成21年11月5日(2009.11.5)	(72) 発明者	茅野 祐治 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	池田 博一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1電極と第2電極との間に有機発光層を有した有機EL素子を、複数備えてなる有機EL装置の製造方法であって、

溶質あるいは分散質と、該溶質あるいは分散質を溶解あるいは分散させる溶剤とを含有するインク材料を用いて、異なる有機EL素子の形成領域に、互いに異なる機能材料からなる有機発光層を形成する際に、該有機発光層を形成するための前記インク材料として、配合比を20重量%：80重量%とするキシレンとシクロヘキシルベンゼンとを共通の溶剤とする複数種のインク材料を用い、これらインク材料をそれぞれ有機EL素子の形成領域に配し、

その後、前記インク材料を、該インク材料の溶剤中の沸点が最も高い溶剤の沸点より低い温度にて大気圧下で行う加熱処理によって一括乾燥処理することにより、前記の互いに異なる機能材料からなる有機発光層を形成することを特徴とする有機EL装置の製造方法

。

【請求項2】

前記加熱処理を、不活性ガス雰囲気下で行うことを特徴とする請求項1記載の有機EL装置の製造方法。

【請求項3】

前記複数種のインク材料をそれぞれ有機EL素子の形成領域に配する際、液滴吐出法によって該形成領域に選択的に配することを特徴とする請求項1又は2に記載の有機EL装

置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機EL装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）を備えてなる有機エレクトロルミネッセンス装置（有機EL装置）は、低電圧で高輝度の発光が得られることから、近年、その開発が広く進められている。このような有機EL装置における発光層等の有機機能層の形成方法としては、液滴吐出法等のウエットプロセス（液相法）と、真空蒸着法等の気相法とが知られている。特に、有機機能材料を溶媒に溶解した液状材料（インク材料）を用いて成膜するウエットプロセスは、高価な真空成膜装置が不要であり、塗布法や印刷法等で容易に成膜できることから、有機EL装置の低コスト化、大面積化が可能になるとして注目されている。

10

【0003】

中でも、インクジェット法等の液滴吐出法は、均一で微細な液滴を正確に吐出できるため、以下のような多くの利点が見られる。

- ・基板の大面積化が容易
- ・高解像度化が可能
- ・マスク無しで直接描画可能
- ・材料のロスが少なく廃棄物の回収も容易
- ・少ない設備投資とわずかな設置スペースで生産が可能

20

また、このように液滴吐出法で有機機能膜を形成する場合、インク材料吐出後の乾燥処理については、生産性を高めるため、一括して乾燥処理することが求められている。

【0004】

ところが、このような液滴吐出法によるウエットプロセスにおいても、以下のような課題がある。

液滴吐出法は微小な液滴を安定に吐出し、基板上にパターニングすることから、特に形成する膜の厚さを均一化するためには、吐出したインク材料の乾燥制御が重要となる。具体的には、乾燥を遅延させるため、例えば沸点が200以上の高沸点溶媒を使用することが必要となる。

30

【0005】

一般に、有機EL材料（有機機能材料）の導電性はさほど高くないため、これから形成される有機機能膜に流れる電流は、空間制限電流（SCLC）に関する以下の式におおよそ従う。

$$J = C \cdot (V^3 / d^2) \quad (\text{ただし、} C \text{ は定数})$$

すなわち、電流密度（J）は、電圧（V）の三乗に比例し、膜厚（d）の二乗に反比例する。そのため、有機機能膜のわずかな膜厚ムラは、膜中を流れる電流量のムラを生じさせ、輝度ムラに繋がる。そして、この輝度ムラは、寿命のムラなど、発光特性のパラッキへと繋がる。

40

【0006】

このような背景のもとに、特許文献1、特許文献2では、有機EL装置の膜厚ムラが問題になることが指摘されている。すなわち、有機EL装置の発光特性を考えるうえで、発光画素における有機発光層（有機EL層）の膜厚ムラを低減させることは非常に重要であり、これは、インクの乾燥性を制御するが重要であることに繋がる。

【特許文献1】特開2006-73276号公報

【特許文献2】特開2006-281490号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0007】

ところで、フルカラーの有機EL装置においては、各画素で使用する発光材料がそれぞれ異なり、例えば赤(R)、緑(G)、青(B)の各材料を用いた有機EL装置では、各色それぞれにインク材料として使用する必要がある。しかしながら、RGBの各発光材料は、これを溶解するのに最適な溶媒が異なることから、成膜に供するインク材料に調製する際、当然ながらそれぞれに最適な溶媒が選択され、配合されている。

すると、特にこれらRGBの各インク材料を配した後、一括して乾燥処理を施すと、RGBの各機能膜毎に膜厚ムラが生じてしまい、その結果、前記したように発光特性のパラツキを生じてしまう。

【0008】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、特にフルカラー表示の場合のように、有機機能膜を構成する材料が異なる場合にも、それぞれの有機機能膜の膜厚ムラを低減し得る有機EL装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の有機EL装置の製造方法は、第1電極と第2電極との間に有機発光層を有した有機EL素子を、複数備えてなる有機EL装置の製造方法であって、溶質あるいは分散質と、該溶質あるいは分散質を溶解あるいは分散させる溶剤とを含有するインク材料を用いて、異なる有機EL素子の形成領域に、互いに異なる機能材料からなる有機発光層を形成する際に、該有機発光層を形成するための前記インク材料として、配合比を20重量%：80重量%とするキシレンとシクロヘキシルベンゼンとを共通の溶剤とする複数種のインク材料を用い、これらインク材料をそれぞれ有機EL素子の形成領域に配し、その後、前記インク材料を、該インク材料の溶剤中の沸点が最も高い溶剤の沸点より低い温度にて大気圧下で行う加熱処理によって一括乾燥処理することにより、前記の互いに異なる機能材料からなる有機発光層を形成することを特徴とする。

本発明の有機EL装置の製造方法は、第1電極と第2電極との間に有機機能層を有した有機EL素子を、複数備えてなる有機EL装置の製造方法であって、溶質あるいは分散質と、該溶質あるいは分散質を溶解あるいは分散させる溶剤とを含有するインク材料を用いて、異なる有機EL素子の形成領域に、互いに異なる機能材料からなる有機機能層を形成する際に、該有機機能層を形成するための前記インク材料として、前記溶剤中の少なくとも沸点が最も高い溶剤が共通である複数種のインク材料を用い、これらインク材料をそれぞれ有機EL素子の形成領域に配し、その後、前記インク材料を一括乾燥処理することにより、前記の互いに異なる機能材料からなる有機機能層を形成することを特徴としている。

【0010】

この有機EL装置の製造方法によれば、有機機能層を形成するためのインク材料として、溶剤中の少なくとも沸点が最も高い溶剤が共通である複数種のインク材料を用い、これらインク材料をそれぞれ有機EL素子の形成領域に配し、その後一括乾燥処理するので、乾燥時、各インク材料において最後に残る溶剤は沸点が最も高い溶剤となるが、この溶剤は各インク材料で共通となっているので、最終的に得られる有機機能膜の形状、特にその膜厚が均一化される。すなわち、各インク材料毎に最後に残る溶剤(沸点が最も高い溶剤)が異なると、各領域のインク材料は、他の領域の溶剤蒸気の影響を受け、膜内においてその乾燥過程が不均一になり、結果として膜厚ムラが大きくなってしまふと考えられる。これに対し、本発明では、各インク材料全てが前記したように最後に残る溶剤が同じであることから、膜厚に最も影響がある乾燥後期において、他の領域の溶剤蒸気の影響を受けることがなく、したがって膜内においてその乾燥過程が均一になり、膜厚ムラが低減されて膜厚ムラが小さくなる。

【0011】

また、前記の有機EL装置の製造方法においては、前記有機機能層が有機発光層であるのが好ましい。

10

20

30

40

50

有機発光層の膜厚ムラは特に発光特性に与える影響が大きいことから、この有機発光層の膜厚ムラを低減することにより、発光特性が向上する。

【0012】

また、前記の有機EL装置の製造方法においては、前記の互いに異なる機能材料からなる有機機能層を形成する際の、該有機機能層を形成するための複数種のインク材料は、その溶剤の種類が全て共通であるのが好ましく、さらに、その場合に溶剤の配合比が全て共通であるのが好ましい。

このようにすれば、各インク材料毎の、一括乾燥時の乾燥過程がほぼ同じになり、したがって他の領域の溶剤蒸気の影響を受けることがほとんどなく、これにより膜内においてその乾燥過程がより均一になり、膜厚ムラがより小さくなる。

10

【0013】

また、前記の有機EL装置の製造方法においては、前記の一括乾燥処理は大気圧下での加熱処理工程を有し、該加熱処理工程では、前記インク材料の溶剤中の沸点が最も高い溶剤の沸点より低い温度で行うのが好ましい。

このようにすれば、一括乾燥時、各インク材料毎に最後に残る溶剤（沸点が最も高い溶剤）が急速に蒸発除去されることがなく、したがって、急速な蒸発除去に起因する膜厚ムラが防止される。

【0014】

また、前記の有機EL装置の製造方法においては、前記の一括乾燥処理は大気圧下での加熱処理工程を有し、該加熱処理工程では、不活性ガス雰囲気下にて加熱処理を行うのが好ましい。

20

このようにすれば、より良好な有機機能膜が形成される。

【0015】

また、前記の有機EL装置の製造方法においては、前記複数種のインク材料をそれぞれ有機EL素子の形成領域に配する際、液滴吐出法によって該形成領域に選択的に配するのが好ましい。

インク材料を液滴吐出法によって形成領域に選択的に配することにより、材料のロスを最小限に抑えることができるなど、種々の利点が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明を図面を参照して詳しく説明する。

まず、本発明の有機EL装置の製造方法の説明に先立ち、この方法で製造される有機EL装置の概略構成について説明する。なお、本実施形態では、参照する各図面における各層や各部材については、図面上で認識可能な程度の大きさとするため、それぞれ縮尺を異ならせて記載している。

30

【0017】

(有機EL装置)

図1は、本発明の製造方法により製造された有機EL装置の、配線構造を示す等価回路図、図2は、該有機EL装置を模式的に示す平面図、図3は、該有機EL装置の表示領域を模式的に示す要部側断面図である。

40

【0018】

図1に示すように、本発明に係る有機EL装置は、複数の走査線101と、走査線101に対して交差する方向に延びる複数の信号線102と、信号線102に対して並列する方向に延びる複数の電源線103とがそれぞれ設けられた構成を有している。走査線101及び信号線102の各交点付近には、画素領域Pが設けられている。

【0019】

信号線102には、シフトレジスタ、レベルシフタ、ビデオライン及びアナログスイッチを備えるデータ側駆動回路104が接続されている。また、走査線101には、シフトレジスタ及びレベルシフタを備える走査側駆動回路105が接続されている。

画素領域Pの各々には、走査線101を介して走査信号がゲート電極に供給されるスイ

50

ツチング用の薄膜トランジスタ122と、このスイッチング用の薄膜トランジスタ122を介して信号線102から供給される画素信号を保持する保持容量capと、該保持容量capによって保持された画素信号がゲート電極に供給される駆動用の薄膜トランジスタ123と、この駆動用薄膜トランジスタ123を介して電源線103に電氣的に接続したときに該電源線103から駆動電流が流れ込む画素電極（陽極；第1電極）111と、この画素電極111と対向電極（陰極；第2電極）12との間に位置する有機機能層110とが設けられている。そして、画素電極111および対向電極12と、これらの間に挟持された有機機能層110とにより、有機EL素子が構成されている。

【0020】

走査線101が駆動されてスイッチング用の薄膜トランジスタ122がオンになると、そのときの信号線102の電位が保持容量capに保持され、該保持容量capの状態に応じて駆動用の薄膜トランジスタ123のオン・オフ状態が決まる。そして、駆動用の薄膜トランジスタ123のチャネルを介して、電源線103から画素電極111に電流が流れ、さらに有機機能層110を介して陰極12に電流が流れる。すると、有機機能層110では流れる電流量に応じて発光する。

【0021】

この有機EL装置は、図3に示すようにガラス等からなる透明な基板2と、前記有機EL素子を基板2上にマトリクス状に配置して形成されたEL素子部11と、EL素子部11上に形成された陰極12とを備えて構成されたものである。

基板2は、図2に示すようにその中央に位置する表示領域2aと、周縁に位置して表示領域2aを囲む非表示領域2cとに区画されている。なお、表示領域2aは、マトリクス状に配置された有機EL素子によって形成された領域であり。

【0022】

また、非表示領域2cには、前記の電源線103が配設されており、表示領域2aの両側には、前記の走査側駆動回路105、105が配置されている。さらに、走査側駆動回路105、105の両側には、走査側駆動回路105、105に接続する駆動回路用制御信号配線105aと駆動回路用電源配線105bとが設けられている。表示領域2aの図示上側には製造途中や出荷時の表示装置の品質、欠陥の検査を行う検査回路106が配置されている。

【0023】

また、この有機EL装置には、図3に示すように基板2上に、TFTなどの回路等が形成された回路素子部14、有機機能層110が形成されたEL素子部11及び陰極12が順次積層されて構成されている。ここで、この有機EL装置は、有機機能層110から基板2側に発した光が、回路素子部14及び基板2を透過して基板2の下側（観測者側）に出射するとともに、有機機能層110から基板2の反対側に発し光が、陰極12で反射して回路素子部14及び基板2を透過し、基板2の下側（観測者側）に出射する、ボトムエミッション型となっている。なお、前記陰極12として透明な材料を用いれば、陰極側から発光光を出射するトップエミッション型とすることもできる。透明な陰極材料としては、ITO（インジウムスズ酸化物）、Pt、Ir、Ni、Pd等を挙げることができる。

【0024】

基板2上にはシリコン酸化膜からなる下地保護膜2cが形成されており、この下地保護膜2c上に、回路素子部14が形成されている。この回路素子部14には、多結晶シリコンからなる島状の半導体膜141が前記下地保護膜2c上に形成されており、この半導体膜141には、ソース領域141a及びドレイン領域141bと、チャネル領域141cとが形成されている。

【0025】

また、前記下地保護膜2c及び半導体膜141を覆う透明なゲート絶縁膜142が形成され、ゲート絶縁膜142上にはAl、Mo、Ta、Ti、W等からなるゲート電極143（走査線101）が形成され、ゲート電極143及びゲート絶縁膜142上には透明な第1層間絶縁膜144aと第2層間絶縁膜144bが形成されている。ゲート電極143

10

20

30

40

50

は、半導体膜 141 のチャンネル領域 141c に対応する位置に設けられている。また、第 1、第 2 層間絶縁膜 144a、144b には、これらを貫通して、半導体膜 141 のソース、ドレイン領域 141a、141b にそれぞれ通じるコンタクトホール 145、146 が形成されている。

【0026】

そして、第 2 層間絶縁膜 144b 上には、ITO 等からなる透明な画素電極（第 1 電極）111 が所定の形状にパターニングされて形成されており、一方のコンタクトホール 145 がこの画素電極 111 に通じている。また、他方のコンタクトホール 146 は電源線 103 に通じている。このような構成により、回路素子部 14 には各画素電極 111 に接続された駆動用の薄膜トランジスタ 123 が形成されている。

10

【0027】

EL 素子部 11 は、各画素電極 111 を区画してその内部に画素領域を形成する隔壁部 112 と、該隔壁部 112 の内部にて前記画素電極 111 上に形成された有機機能層 110 とを有して構成されている。隔壁部 112 は、基板 2 側に設けられた SiO₂ 等からなる無機隔壁 112a と、この無機隔壁 112a に設けられたアクリル樹脂等からなる有機隔壁 112b とによって構成されている。これら隔壁部 112 および有機機能層 110 上には、これらを覆って陰極（第 2 電極）12 が設けられている。なお、無機隔壁 112a には、画素電極 111 を露出させる下部開口部が形成されており、有機隔壁 112b には、前記の下部開口部に連通する上部開口部が形成されている。

【0028】

20

隔壁部 112 の内部、すなわち前記下部開口部および上部開口部の内部に形成された有機機能層 110 は、画素電極 111 上に設けられた正孔注入層 110a と、正孔注入層 110a 上に形成された有機発光層 110b とから構成されている。

正孔注入層 110a は、有機発光層 110b に正孔を注入する機能を有するとともに、正孔注入層 110a 内部において正孔を輸送する機能を有している。また、有機発光層 110b では、正孔注入層 110a から注入された正孔と、陰極 12 から注入される電子とが再結合し、発光するようになっている。したがって、正孔注入層 110a を画素電極 111 と有機発光層 110b との間に設けることにより、有機発光層 110b に正孔がより良好に注入されるようになり、有機発光層 110b の発光特性が向上する。

【0029】

30

ここで、正孔注入層 110a の形成材料（機能材料）としては、例えば、ポリエチレンジオキシチオフエン等のポリチオフエン誘導体とポリスチレンスルホン酸との混合物、具体的には、3,4-ポリエチレンジオキシチオフエン/ポリスチレンスルホン酸 [PEDOT/PSS] の分散液、すなわち、分散媒としてのポリスチレンスルホン酸に 3,4-ポリエチレンジオキシチオフエンを分散させ、さらにこれを水等に分散させた分散液などが用いられる。

【0030】

また、有機発光層 110b を形成するための発光材料（機能材料）としては、蛍光あるいは燐光を発光することが可能な公知の発光材料が用いられる。特に、本実施形態では、フルカラー表示を行うべく、その発光波長帯域が光の三原色にそれぞれ対応したものが用いられる。すなわち、発光波長帯域が赤色に対応した発光層、緑色に対応した発光層、青色に対応した発光層の三つの発光層（ドット）により、1 画素が構成され、これらが階調して発光することにより、有機 EL 装置が全体としてフルカラー表示をなすようになっている。

40

【0031】

この有機発光層 110b の発光材料として具体的には、（ポリ）フルオレン誘導体（PF）、（ポリ）パラフェニレンビニレン誘導体（PPV）、ポリフェニレン誘導体（PP）、ポリパラフェニレン誘導体（PPP）、ポリビニルカルバゾール（PVK）、ポリチオフエン誘導体、ポリメチルフェニルシラン（PMPS）などのポリシラン系などの高分子系材料が好適に用いられる。

50

また、これらの高分子系材料に、ペリレン系色素、クマリン系色素、ローダミン系色素などの高分子系材料や、ルブレン、ペリレン、9,10-ジフェニルアントラセン、テトラフェニルプタジエン、ナイルレッド、クマリン6、キナクリドン等の低分子材料をドーピングして用いることもでき、これらドーピング材料を適宜に選択することで、所望の色の発光を得ることができる。

【0032】

ここで、このような発光材料（機能材料）は、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の各発光層毎に異なるものの、製造時の材料形態、すなわち液滴吐出法等の液相法に供するためのインク材料としては、RGB間でその溶媒の少なくとも一部が共通化されている。前記のRGBの各発光材料は、いずれも一種あるいは複数種の溶媒に溶解させられることにより、インク材料とされ、液相法による成膜に供される。このインク材料を形成するのに用いられる溶媒として、本発明では、各インク材料を構成する溶剤中で沸点が最も高い溶剤が、全てのインク材料間で共通（同一）とされている。また、全てのインク材料間において、用いる溶剤の種類が全て共通（同一）であるのが好ましく、さらに、種類だけでなくその配合比も全て共通（同一）であるのがより好ましい。

10

【0033】

このようにすれば、後述するようにインク材料を配した後の一括乾燥時において、各インク材料はその乾燥過程がほぼ同じになる。したがって、他の領域の溶剤蒸気の影響を受けることがほとんどなく、これにより膜内においてその乾燥過程がより均一になり、膜厚ムラがより小さくなる。

20

【0034】

陰極12は、EL素子部11の全面に形成されたもので、画素電極111と対になって有機機能層110に電流を流す役割を果たしている。この陰極12は、例えば、カルシウム層とアルミニウム層とがこの順に積層されて構成されている。アルミニウム層は、発光層110bから発した光を基板2側に反射させる反射膜としても機能するものである。なお、Al膜に代えて、Ag膜、AlとAgの積層膜等を用いることもできる。さらにアルミニウム層上に、SiO、SiO₂、SiN等からなる酸化防止用の保護層を設けてもよい。

また、発光層110bと陰極12との間にLiF等の電子注入・輸送層を設け、発光効率をより高めるようにしてもよい。

30

【0035】

なお、図3に示すEL素子部11上には、図示しないものの封止部が備えられる。この封止部は、例えば基板2の周囲に環状に封止樹脂を塗布し、さらに封止缶によって封止することで形成することができる。前記封止樹脂は、熱硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂等からなり、特に、熱硬化樹脂の1種であるエポキシ樹脂よりなることが好ましい。この封止部は、陰極12またはEL素子部11内に形成された発光層の酸化を防止する目的で設けられる。また、前記封止缶の内側には水、酸素等を吸収するゲッター剤を設け、封止缶の内部に侵入した水又は酸素を吸収できるようにしてもよい。

【0036】

（有機EL装置の製造方法）

40

次に、前記有機EL装置を製造方法に基づいて、本発明の有機EL装置を製造方法の一実施形態を説明する。

本実施形態の製造方法は、（1）隔壁部形成工程、（2）隔壁部表面処理工程（撥液化工程）、（3）正孔注入層形成工程、（4）有機発光層形成工程、（5）陰極形成工程及び（6）封止工程等を有する。

【0037】

（1）隔壁部形成工程

まず、従来と同様にして画素電極111までを形成した基板2を用意し、この基板2の所定位置、すなわち画素電極11を区画する位置に、図4に示すように隔壁部112を形成する。ここで、この隔壁部112によって区画された領域が、本発明における有機EL

50

素子の形成領域となる。なお、この隔壁部 1 1 2 の形成については、従来と同様に無機隔壁 1 1 2 a を形成し、続いて有機隔壁 1 1 2 b を形成することで行う。

【 0 0 3 8 】

(2) 隔壁部表面処理工程

次に、形成した隔壁部 1 1 2 及び画素電極 1 1 1 を表面処理する。具体的には、酸素ガスを用いた O_2 プラズマ処理によって画素電極 1 1 1 表面を親液化し、その後、テトラフルオロメタンを用いた CF_4 プラズマ処理によって隔壁部 1 1 2 表面を撥液化する。

【 0 0 3 9 】

(3) 正孔注入層形成工程

次に、前記隔壁部 1 1 2 内の前記画素電極 1 1 1 上に、正孔注入層 1 1 0 a を形成する

10

。この正孔注入層形成工程では、正孔注入層形成材料として前記 PEDOT / PSS を水と N - メチルピロリドン、1, 3 - ジメチル - 2 - イミダゾリジノンで分散させたインク材料を用い、これをインクジェット法（液滴吐出法）で前記隔壁部 1 1 2 内に選択的に吐出し、その後乾燥することで正孔注入層 1 1 0 a を形成する。

【 0 0 4 0 】

すなわち、図 5 に示すようにインクジェットヘッド H 1 に形成された複数のノズルから前記材料 1 1 0 c を吐出し、隔壁部 1 1 2 内の画素電極 1 1 1 上に配する。その後、この材料 1 1 0 c を乾燥して溶媒を蒸発させ、図 6 に示すように厚さ 5 0 nm 程度の正孔注入層 1 1 0 a を形成する。乾燥処理の条件としては、例えば真空乾燥を行った後、大気中

20

【 0 0 4 1 】

(4) 有機発光層形成工程

次に、前記隔壁部 1 1 2 内の前記正孔注入層 1 1 0 a 上に、有機発光層 1 1 0 b を形成する。この有機発光層形成工程では、前記のインク材料として、ポリフルオレン系の発光材料を溶媒に溶解したものをを用いる。具体的には、RGB の各発光材料を、それぞれキシレン（沸点 1 4 0 ）とシクロヘキシルベンゼン（沸点 2 3 7 . 5 ）とが重量比で 2 0 : 8 0 となるように配合した混合溶媒に溶解したものをを用いる。すなわち、各インク材料は、発光材料のみ異なり、これを溶解する溶媒については、その種類および配合比が全て

30

【 0 0 4 2 】

そして、これら RGB の各インク材料を、図 7 に示すようにそれぞれ対応する領域、すなわち前記隔壁部 1 1 2 に区画された有機 EL 素子の形成領域における前記正孔注入層 1 1 0 a 上に、インクジェット法（液滴吐出法）で選択的に吐出する。

次いで、各領域のインク材料を一括乾燥処理する。具体的には、各インク材料を一括真空乾燥処理し、続いて、大気圧下での窒素雰囲気（不活性雰囲気）にて 9 0 で 3 0 分程度の一括加熱による乾燥処理を行う。これにより、図 8 に示すように各インク材料から溶媒が蒸発除去され、各発光材料からなる有機発光層 1 1 0 b が得られる。そして、これによって正孔注入層 1 1 0 a と有機発光層 1 1 0 b とからなる有機機能層 1 1 0 が得られる

40

【 0 0 4 3 】

このようにして一括乾燥処理すると、RGB の各インク材料はその溶剤の種類および配合比が全て共通（同一）であるので、各インク材料はその乾燥過程がほぼ同じになる。したがって、これら各インク材料は、他の領域の溶剤蒸気の影響を受けることがほとんどなく、これにより膜内においてその乾燥過程がより均一になり、膜厚ムラがより小さくなる。よって、RGB の各有機発光層 1 1 0 b の膜厚がそれぞれ均一になる。

すなわち、各インク材料毎に例えば最後に残る溶剤（沸点が最も高い溶剤）が異なるなど、溶剤の構成が異なっていると、各領域のインク材料は、他の領域の異なる溶剤蒸気の影響を受け、膜内においてその乾燥過程が不均一になり、結果として膜厚ムラが大きくなってしまふ。これに対し、本実施形態では、前記したように各インク材料の溶剤が全て同

50

じであることから、乾燥初期はもちろん、膜厚に最も影響がある乾燥後期においても、他の領域の溶剤蒸気の影響を受けることがなく、したがって膜内においてその乾燥過程が均一になり、膜厚ムラが低減されて膜厚ムラが小さくなる。

【0044】

(5) 陰極形成工程

次に、前記有機発光層110bおよび隔壁部112の全面を覆って電子注入層として機能するLiF層を厚さ2nm程度に形成し、さらにその上にCa層を厚さ20nm程度、Al層を厚さ200nm程度に順次積層し、これによって図9に示すように陰極12を形成する。

【0045】

(6) 封止工程

その後、エポキシ樹脂系の接着剤、よびガラス基板を用いて封止を行い、有機EL装置を得る。

【0046】

このような有機EL装置の製造方法にあつては、各インク材料を有機EL素子の形成領域に配した後、全てのインク材料を一括乾燥処理するので、RGBの各有機発光層110bを一括して形成することができる。その際、RGBの各インク材料について、その溶剤の種類および配合比を全て共通(同一)にしているため、各インク材料はその乾燥過程がほぼ同じになる。したがって、これら各インク材料は、他の領域の溶剤蒸気の影響を受けることがほとんどなく、これにより膜内においてその乾燥過程がより均一になり、膜厚ムラがより小さくなる。よって、本実施形態の製造方法によれば、RGBの各有機発光層110bの膜厚をそれぞれ均一にすることができる。

【0047】

(実験例)

前記実施形態で用いたRGBの各インク材料を用い、前記実施形態による成膜と同じ条件でRGBの各有機発光層110bを形成し、実施例1とした。なお、形成する有機発光層110bについては、隔壁部112で区画されてなる領域(有機EL素子の形成領域)の中心において、膜厚が80nmとなるようにして形成した。このようにして形成したRGBの各有機発光層110bについて、それぞれ前記の領域内にて7箇所膜厚を測定し、領域(画素)内での成膜性(膜の平坦性)、すなわち膜厚ムラを調べた。なお、膜厚ムラ(膜の平坦性)については、標準偏差の3倍(3)を算出することで評価した。得られた結果を下記の表に示す。

【0048】

また、RGBの各インク材料について、発光材料、および溶媒の種類を前記実施例1と同じにし、その配合比についてのみ互いに異ならせたものを用い、前記実施例1の成膜と同じ条件でRGBの各有機発光層110bを形成し、実施例2とした。そして、このようにして形成したRGBの各有機発光層についても、それぞれ実施例1と同様に7箇所膜厚を測定し、領域(画素)内での膜厚ムラ(膜の平坦性)を調べた。溶剤と得られた結果を下記表に併記する。

【0049】

さらに、RGBの各インク材料について、発光材料を前記実施例1と同じにし、溶剤については、沸点が最も高い溶剤を共通にしたものを用い、前記実施例1の成膜と同じ条件でRGBの各有機発光層110bを形成し、実施例3とした。そして、このようにして形成したRGBの各有機発光層についても、それぞれ実施例1と同様に7箇所膜厚を測定し、領域(画素)内での膜厚ムラ(膜の平坦性)を調べた。溶剤と得られた結果を下記表に併記する。

【0050】

また、比較のため、RGBの各インク材料について、発光材料は前記実施例1と同じとし、溶剤を実施例1とは変えて形成した。そして、これらRGBの各インク材料を用い、前記実施例1の成膜と同じ条件でRGBの各有機発光層を形成し、比較例1とした。そし

10

20

30

40

50

て、このようにして形成したRGBの各有機発光層についても、それぞれ実施例1と同様に7箇所膜厚を測定し、領域(画素)内での膜厚ムラ(膜の平坦性)を調べた。溶剤と得られた結果を下記表に併記する。

なお、下記表において、溶剤(溶媒)の配合比については、全て重量%とする。

【0051】

【表1】

項目		インク組成(沸点)			画素内の成膜性 (膜の平坦性)
		第1溶媒	第2溶媒	第3溶媒	
比較例1	Red	キシレン (20%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(80%) (237.5°C)	3σ=21nm
	Green	キシレン (20%) (140°C)	—	1,4-ジイソプロピル ベンゼン(80%) (220°C)	3σ=19nm
	Blue	—	2-メトキシ トルエン(20%) (171°C)	1,2,3,4-テトラメチル ベンゼン(80%) (203°C)	3σ=24nm
実施例1	Red	キシレン (20%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(80%) (237.5°C)	3σ=2.4nm
	Green	キシレン (20%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(80%) (237.5°C)	3σ=1.9nm
	Blue	キシレン (20%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(80%) (237.5°C)	3σ=1.1nm
実施例2	Red	キシレン (10%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(90%) (237.5°C)	3σ=4.2nm
	Green	キシレン (50%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(50%) (237.5°C)	3σ=3.4nm
	Blue	キシレン (30%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(70%) (237.5°C)	3σ=3.7nm
実施例3	Red	キシレン (20%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(80%) (237.5°C)	3σ=5.6nm
	Green	キシレン (20%) (140°C)	—	シクロヘキシル ベンゼン(80%) (237.5°C)	3σ=4.8nm
	Blue	—	2-メトキシ トルエン(20%) (171°C)	シクロヘキシル ベンゼン(80%) (237.5°C)	3σ=5.1nm

【0052】

前記表に示した結果より、溶剤を全て共通にした実施例1は、溶剤が異なる比較例1に比べ、RGBのいずれも3σが格段に小さくなっており、したがって膜厚ムラが十分に低減していることが確認された。

また、溶剤の種類を共通にし、配合比については異ならせた実施例2にあつては、実施例1よりは(3σ)が大きくなっているものの、比較例1に比べると、RGBのいずれも(3σ)が格段に小さくなっており、したがって膜厚ムラが十分に低減していることが確認された。

10

20

30

40

50

さらに、沸点が最も高い溶剤を共通にした実施例 3 にあっては、実施例 1、2 よりは (3) が大きくなっているものの、やはり比較例 1 に比べると、RGB のいずれも (3) が格段に小さくなっており、したがって膜厚ムラが十分に低減していることが確認された。

【0053】

ここで、隔壁部 112 で区画された領域内での膜形成について、図 10 を参照して説明する。

隔壁部 112 内の画素電極 111 上 (正孔注入層についてはその記載を省略する) にインク材料 A を配した後、これを乾燥すると、隔壁部 112 の近傍部 (領域周辺部) と領域中心部とでは乾燥の挙動が異なるため、得られる膜 B は、M 字形状 (U 字形状) になりやすい。乾燥過程は、発光材料の濃度、蒸発速度で異なり複雑である。特に、隔壁部 112 への液滴の付着の仕方とその形状は大きく変化する。

なお、領域の中心部において膜 B が凹む現象は、液滴 (インク材料 A) の表面がその厚み方向に比べて格段に大きいため、その自重で凹むものと考えられる。

また、領域の周辺部が盛り上がる現象は、コーヒーステイン現象で見られるように、液滴 (インク材料 A) の表面と周辺部での溶質濃度が高くなって溶媒の蒸発が進行するためであると考えられる。

【0054】

なお、本発明は前記実施形態に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しな範囲で種々の変更が可能である。

例えば、前記実施形態では、有機機能層のうち、有機発光層の形成の際に用いるインク材料について、本発明を適用したが、例えば正孔注入層について、その機能材料を RGB 毎に変えて形成する場合などにも、本発明を適用することができる。さらに、有機機能層の一つとして電子注入・輸送層を設ける場合にも、やはり本発明を適用することができる。

【0055】

(電子機器)

図 11 は、本発明の方法により製造された有機 EL 装置を用いた電子機器の一例を示す図である。本例の電子機器は、前述した方法によって製造された図 3 に示す有機 EL 装置を表示手段として備えている。ここでは、携帯電話の一例を斜視図で示しており、符号 1000 は携帯電話本体を示し、符号 1001 は前記の有機 EL 装置を用いた表示部を示している。このように有機 EL 装置を表示手段として備える電子機器では、良好な表示特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図 1】本発明に係る方法により製造された有機 EL 装置の等価回路図。

【図 2】図 1 に示した有機 EL 装置を模式的に示す平面図。

【図 3】図 1 に示した有機 EL 装置の表示領域を模式的に示す要部側断面図。

【図 4】実施形態に係る製造方法の工程説明図。

【図 5】実施形態に係る製造方法の工程説明図。

【図 6】実施形態に係る製造方法の工程説明図。

【図 7】実施形態に係る製造方法の工程説明図。

【図 8】実施形態に係る製造方法の工程説明図。

【図 9】実施形態に係る製造方法の工程説明図。

【図 10】隔壁部で区画された領域内での膜形成の説明図。

【図 11】電子機器の一例を示す斜視構成図。

【符号の説明】

【0057】

2 ... 基板、12 ... 陰極 (第 2 電極)、110 ... 有機機能層、110 a ... 正孔注入層、110 b ... 有機発光層、111 ... 画素電極 (第 1 電極)、112 ... 隔壁部

10

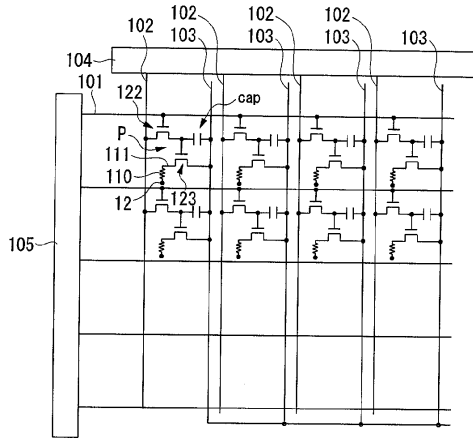
20

30

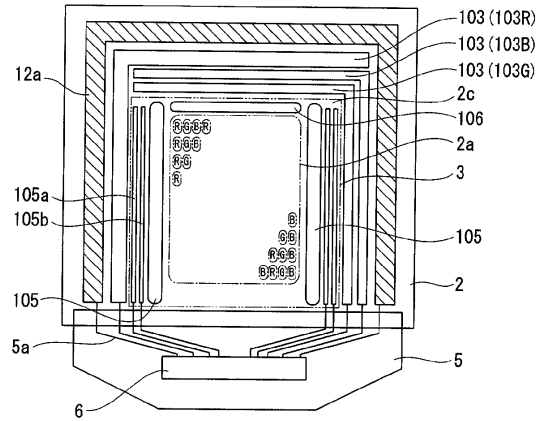
40

50

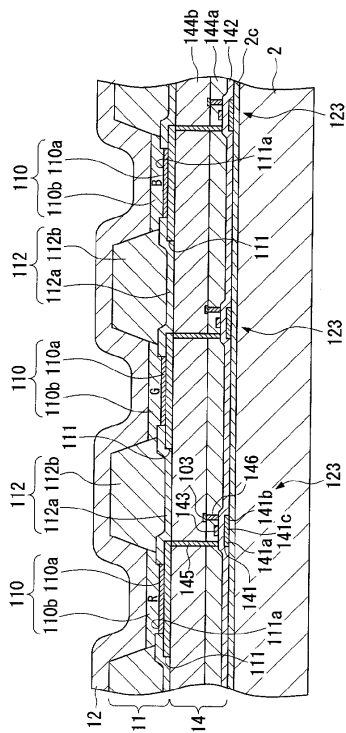
【 図 1 】



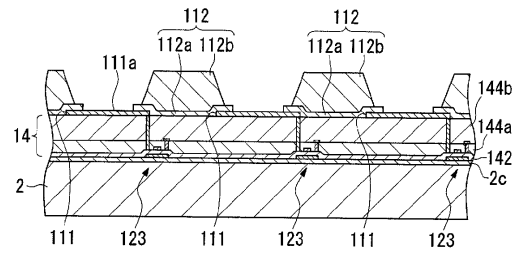
【 図 2 】



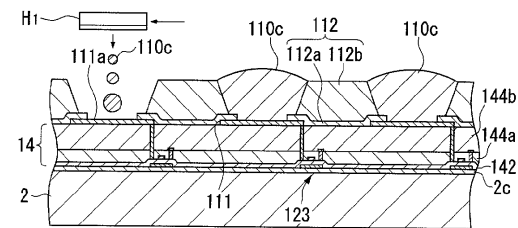
【 図 3 】



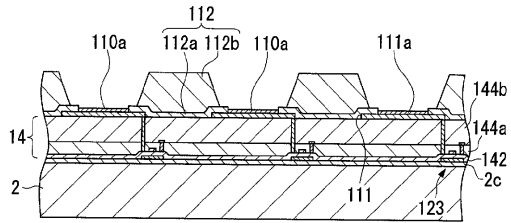
【 図 4 】



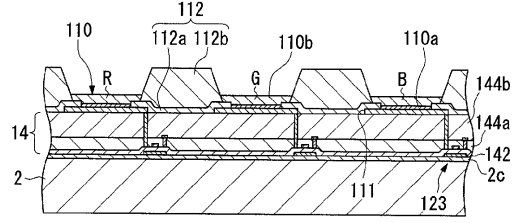
【 図 5 】



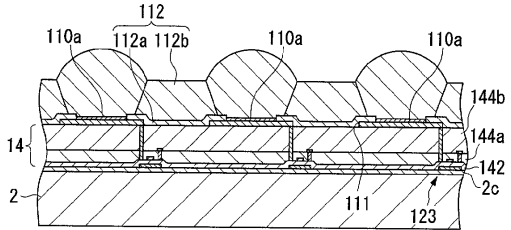
【図 6】



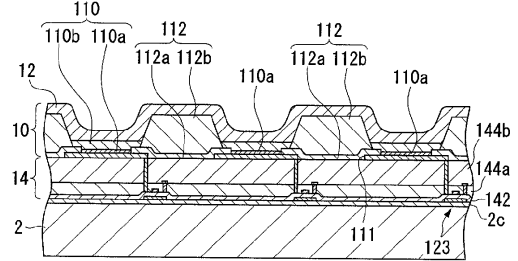
【図 8】



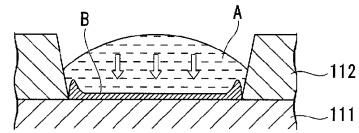
【図 7】



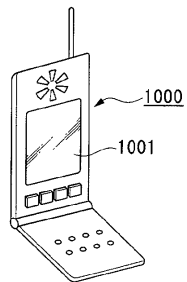
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-355913(JP,A)
特開2006-012762(JP,A)
特開2003-282248(JP,A)
特開2006-068598(JP,A)
国際公開第2008/105472(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50 - 51/56
H01L 27/32
H05B 33/00 - 33/28
G09F 9/30