

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6675931号
(P6675931)

(45) 発行日 令和2年4月8日(2020.4.8)

(24) 登録日 令和2年3月13日(2020.3.13)

(51) Int.Cl.	F I	
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A
B05C 5/00 (2006.01)	H05B 33/22	D
B05D 1/36 (2006.01)	B05C 5/00	I O I
B05D 3/02 (2006.01)	B05D 1/36	Z
請求項の数 9 (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-102742 (P2016-102742)	(73) 特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22) 出願日	平成28年5月23日(2016.5.23)	(74) 代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(65) 公開番号	特開2017-212048 (P2017-212048A)	(74) 代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
(43) 公開日	平成29年11月30日(2017.11.30)	(74) 代理人	100167634 弁理士 扇田 尚紀
審査請求日	平成31年2月25日(2019.2.25)	(72) 発明者	今田 雄 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	林 輝幸 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理システム、基板処理方法及び正孔注入層形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

青色及び青色とは別の色に発光する有機発光ダイオードの各色用の正孔注入層及び正孔輸送層並びに前記別の色用の発光層を基板上に形成する基板処理システムであって、

前記別の色用の正孔注入層を第1の焼成温度で基板上に形成する第1の正孔注入層形成装置と、

基板上に形成された前記別の色用の正孔注入層上に、前記第1の焼成温度より高い第2の焼成温度で、前記別の色用の正孔輸送層を形成する正孔輸送層形成装置と、

前記別の色用の正孔注入層及び前記別の色用の正孔輸送層が形成された基板上に、前記第1の焼成温度以下の第3の焼成温度で、青色用の正孔注入層を形成する第2の正孔注入層形成装置と、を備えることを特徴とする、基板処理システム。

10

【請求項2】

基板上に形成された前記別の色用の正孔輸送層及び青色用の正孔注入層上に、前記第3の焼成温度より低い焼成温度で、前記別の色用の発光層及び青色用の正孔輸送層をそれぞれ形成する異種層形成装置を備えることを特徴とする、請求項1に記載の基板処理システム。

【請求項3】

基板上に形成された前記別の色用の正孔輸送層上に、前記第3の焼成温度より低い焼成温度で、前記別の色用の発光層を形成する発光層形成装置と、

基板上に形成された前記青色用の正孔注入層上に、前記第3の焼成温度より低い別の焼成

20

温度で、前記青色用の正孔輸送層を形成する別の正孔輸送層形成装置を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の基板処理システム。

【請求項 4】

前記有機発光ダイオードは、前記別の色用の正孔輸送層上に、インクジェット方式を用いた成膜法で形成される前記別の色用の発光層と、青色用の正孔輸送層上に、前記別の色用の発光層をも覆うように、蒸着法で形成される青色発光層とを有することを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の基板処理システム。

【請求項 5】

青色及び青色とは別の色に発光する有機発光ダイオードの青色用の正孔注入層を基板の上に形成する正孔注入層形成装置であって、

10

前記別の色の正孔注入層及び前記別の色の正孔輸送層が形成された基板の上に、青色用の正孔注入層を構成する有機材料を基板に吐出する吐出装置を有することを特徴とする、正孔注入層形成装置。

【請求項 6】

前記吐出装置により基板に吐出された有機材料を乾燥する乾燥装置と、

該乾燥装置により乾燥された有機材料を焼成し前記青色用の正孔注入層を形成する焼成装置と、を有することを特徴とする、請求項 5 に記載の正孔注入層形成装置。

【請求項 7】

前記青色用の正孔注入層の形成時に、該青色の正孔注入層を構成する有機材料の気化成分が、前記別の色の正孔輸送層に付着することを防ぐ付着防止機構を有することを特徴とする、請求項 5 または 6 に記載の正孔注入層形成装置。

20

【請求項 8】

前記有機発光ダイオードは、前記別の色用の正孔輸送層上に、インクジェット方式を用いた成膜法で形成される前記別の色用の発光層と、青色用の正孔輸送層上に、前記別の色用の発光層をも覆うように、蒸着法で形成される青色発光層とを有することを特徴とする、請求項 5 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の正孔注入層形成装置。

【請求項 9】

青色及び青色とは別の色に発光する有機発光ダイオードの各色用の正孔注入層及び正孔輸送層並びに前記別の色用の発光層を基板の上に形成する基板処理方法であって、

前記別の色用の正孔注入層を第 1 の焼成温度で基板の上に形成するステップと、

30

基板に形成された前記別の色用の正孔注入層上に、前記第 1 の焼成温度より高い第 2 の焼成温度で、前記別の色用の正孔輸送層を形成するステップと、

前記別の色用の正孔注入層及び前記別の色用の正孔輸送層が形成された基板の上に、前記第 1 の焼成温度以下の第 3 の焼成温度で、青色用の正孔注入層を形成するステップと、を含むことを特徴とする、基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光ダイオードの正孔注入層等の有機層を、インクジェット方式を用いた成膜法で基板の上に形成する基板処理システム、基板処理方法及び正孔注入層形成装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、有機 EL (Electroluminescence) デバイスとして有機発光ダイオード (OLED : Organic Light Emitting Diode) が知られている。かかる有機発光ダイオードを用いた有機 EL ディスプレイは、薄型軽量かつ低消費電力であるうえ、応答速度や視野角、コントラスト比の面で優れているといった利点を有していることから、次世代のフラットパネルディスプレイ (FPD) として近年注目されている。

【0003】

有機発光ダイオードは、基板の上の陽極と陰極の間に有機層を挟んだ構造を有している。

50

有機層は、例えば、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層を含む。これら有機層のうち正孔注入層等を形成するにあたっては、有機層を構成する有機材料を、インクジェット方式で基板上に塗布し成膜する方法が用いられる。

【0004】

このような有機発光ダイオードのうち、有機ELディスプレイ等に用いられるものは、赤色、緑色及び青色それぞれについて有機EL素子を有し、これらの素子はそれぞれ個別の発光層を有する。これらの発光層の形成についても、上述の正孔注入層等と同様にインクジェット方式を採用可能であるが、青色発光層用のインクは発光輝度等の面で実用的でない。したがって、従来の有機発光ダイオードでは、赤色発光層と緑色発光層はインクジェット方式を用いた成膜方法で形成し、青色発光層は蒸着法で形成している（特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-171771号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1に開示のようにインクジェット方式を用いた成膜方法と蒸着法を併用するハイブリッド型の有機発光ダイオードは、青色有機EL素子の寿命、具体的には青色の光の点灯寿命に改善の余地がある。また、仮に有機発光ダイオードの作製方法を変更することにより青色の光の点灯寿命を長くすることができたとしても、赤色EL素子と緑色EL素子の発光特性が低下してしまっは問題である。

20

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、有機発光ダイオードの正孔注入層等の有機層を、インクジェット方式を用いた成膜法で基板上に形成する基板処理システム、基板処理方法及び正孔注入層形成装置に関し、有機発光ダイオードの各色の良好な発光特性を維持したまま、青色の光の点灯寿命を長くすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記の目的を達成するため、本発明は、青色及び青色とは別の色に発光する有機発光ダイオードの各色用の正孔注入層及び正孔輸送層並びに前記別の色用の発光層を基板上に形成する基板処理システムであって、前記別の色用の正孔注入層を第1の焼成温度で基板上に形成する第1の正孔注入層形成装置と、基板に形成された前記別の色用の正孔注入層上に、前記第1の焼成温度より高い第2の焼成温度で、前記別の色用の正孔輸送層を形成する正孔輸送層形成装置と、前記別の色用の正孔注入層及び前記別の色用の正孔輸送層が形成された基板上に、前記第1の焼成温度以下の第3の焼成温度で、青色用の正孔注入層を形成する第2の正孔注入層形成装置と、を備えることを特徴としている。

30

【0009】

基板処理システムは、さらに、基板に形成された前記別の色用の正孔輸送層及び青色用の正孔注入層上に、前記第3の焼成温度より低い焼成温度で、前記別の色用の発光層及び青色用の正孔輸送層をそれぞれ形成する異種層形成装置を備えていてもよい。

40

【0010】

また、基板処理システムは、異種層形成装置に代えて、基板に形成された前記別の色用の正孔輸送層上に、前記第3の焼成温度より低い焼成温度で、前記別の色用の発光層を形成する発光層形成装置と、基板に形成された前記青色用の正孔注入層上に、前記第3の焼成温度より低い別の焼成温度で、前記青色用の正孔輸送層を形成する別の正孔輸送層形成装置を備えていてもよい。

【0011】

別な観点による本発明は、青色及び青色とは別の色に発光する有機発光ダイオードの青

50

色用の正孔注入層を基板上に形成する正孔注入層形成装置であって、前記別の色の正孔注入層及び前記別の色の正孔輸送層が形成された基板上に、青色用の正孔注入層を構成する有機材料を基板に吐出する吐出装置を有することを特徴としている。

【0012】

正孔注入層形成装置は、前記吐出装置により基板に吐出された有機材料を乾燥する乾燥装置と、該乾燥装置により乾燥された有機材料を焼成し前記青色用の正孔注入層を形成する焼成装置と、を有することが好ましい。

【0013】

正孔注入層形成装置は、さらに、前記青色用の正孔注入層の形成時に、該青色の正孔注入層を構成する有機材料の気化成分が、前記別の色の正孔輸送層に付着することを防ぐ付着防止機構を有することが好ましい。

10

【0014】

さらに別な観点による本発明は、青色及び青色とは別の色に発光する有機発光ダイオードの各色用の正孔注入層及び正孔輸送層並びに前記別の色用の発光層を基板上に形成する基板処理方法であって、前記別の色用の正孔注入層を第1の焼成温度で基板上に形成するステップと、基板に形成された前記別の色用の正孔注入層上に、前記第1の焼成温度より高い第2の焼成温度で、前記別の色用の正孔輸送層を形成するステップと、前記別の色用の正孔注入層及び前記別の色用の正孔輸送層が形成された基板上に、前記第1の焼成温度以下の第3の焼成温度で、青色用の正孔注入層を形成するステップと、を含むことを特徴としている。

20

【0015】

上述の有機発光ダイオードは、前記別の色用の正孔輸送層上に、インクジェット方式を用いた成膜法で形成される前記別の色用の発光層と、青色用の正孔輸送層上に、前記別の色用の発光層をも覆うように、蒸着法で形成される青色発光層とを有するものである。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、有機発光ダイオードにおいて、各色の良好な発光特性を維持したまま、青色の光の点灯寿命を長くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施の形態に係る有機発光ダイオードの構成の概略を示す断面図である。

30

【図2】有機発光ダイオードの有機層の従来の形成方法を説明するための図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る基板処理システムによる、有機発光ダイオードの有機層の形成方法を説明するための図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る基板処理システムの構成例を説明するための図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る基板処理システムの構成例を説明する図である。

【図6】本発明に係る後述の第2の正孔注入層形成装置の他の例を説明するための図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0019】

本発明の実施の形態は、インクジェット方式を用いた成膜方法で有機発光ダイオードの有機層を基板上に形成する基板処理システムであるため、まず有機発光ダイオードについて説明する。

【0020】

50

図1は、本発明の実施の形態に係る有機発光ダイオードの構成の概略を示す断面図である。

有機発光ダイオード1は、赤色有機EL素子1R、緑色有機EL素子1G、青色有機EL素子1Bを有し、青色及び青色とは別の色（赤色及び緑色）に発光する。

【0021】

赤色有機EL素子1Rは、赤色の光を発するものであり、基板としてのガラス基板（以下、基板と省略）10上に、該基板10側から順に陽極（アノード）11R、正孔注入層12R、正孔輸送層13R、赤色発光層14R、連結層（Hybrid Connection Layer）15、青色発光層16、電子輸送層17、電子注入層18、陰極（カソード）19が積層された構成を有する。

10

【0022】

緑色有機EL素子1Gは、緑色の光を発するものであり、赤色有機EL素子1Rと同様に、基板10上に、該基板10側から順に陽極11G、正孔注入層12G、正孔輸送層13G、緑色発光層14G、連結層15、青色発光層16、電子輸送層17、電子注入層18、陰極19が積層された構成を有する。

【0023】

青色有機EL素子1Bは、青色の光を発するものであり、基板10上に、該基板G側から順に陽極11B、正孔注入層12B、正孔輸送層13B、連結層15、青色発光層16、電子輸送層17、電子注入層18、陰極19が積層された構成を有する。

【0024】

また、図示は省略するが、基板G上には、各素子1R、1G、1Bを駆動する駆動回路や、各素子間を絶縁すること等を目的とした隔壁が設けられている。なお、以下の説明では、有機発光ダイオード1において、陽極11R、11G、11B側の部分を下部、陰極19側の部分を上部として説明する。

20

【0025】

陽極11R、11G、11Bは、例えばITO（Indium Tin Oxide）からなる透明電極であり、蒸着法等を用いて形成される。

【0026】

正孔注入層12R、12G、12Bは、正孔注入効率を高めるための層であり、インクジェット方式を用いた成膜法で形成される。正孔注入層12R、12G、12Bには同一材料が用いられる。

30

【0027】

なお、インクジェット方式を用いた成膜法では、正孔注入層12R、12G、12B用の有機材料を塗布し、その後、該有機材料を乾燥し、所定の焼成温度で焼成することにより、正孔注入層12R、12G、12Bが形成される。他の層（例えば正孔輸送層13R、13G、13B）についてインクジェット方式を用いた成膜法を採用する場合も同様である。

【0028】

赤色有機EL素子1R及び緑色有機EL素子1Gの正孔輸送層13R、13Gはそれぞれ、赤色発光層14R及び緑色発光層14Gへの正孔輸送効率を高めるための層であり、青色有機EL素子1Bの正孔輸送層13Bは青色発光層16への正孔輸送効率を高めるための層である。

40

【0029】

赤色有機EL素子1R及び緑色有機EL素子1Gの正孔輸送層13R、13Gには同一材料が用いられる。

青色有機EL素子1Bの正孔輸送層13Bには、青色の発光効率等の関係から、赤色有機EL素子1Rの正孔輸送層13R、緑色有機EL素子1Gの正孔輸送層13Gの材料とは異なる材料が用いられる。

正孔輸送層13R、13G、13Bはインクジェット方式を用いた成膜法で形成される。

50

【 0 0 3 0 】

なお、正孔輸送効率を高くするための分子設計と正孔注入効率を高くするための分子設計は異なるため、赤色有機 E L 素子 1 R の正孔注入層 1 2 R と正孔輸送層 1 3 R とでは、各層を形成する際の好適な焼成温度が異なり、正孔注入層 1 2 R の有機材料に好適な焼成温度より、正孔輸送層 1 3 R の有機材料に好適な焼成温度の方が高くなっている。緑色有機 E L 素子 1 G についても同様である。

【 0 0 3 1 】

赤色発光層 1 4 R 及び緑色発光層 1 4 G はそれぞれ、当該層 1 4 R、1 4 G 内において電子と正孔とが再結合することにより、赤色及び緑色の光を発生する層である。赤色発光層 1 4 R 及び緑色発光層 1 4 G はインクジェット方式を用いた成膜法で形成される。

10

【 0 0 3 2 】

連結層 1 5 は、赤色発光層 1 4 R 及び緑色発光層 1 4 G で再結合しなかった正孔が青色発光層 1 6 に到達することを防ぐ層であり、基板 1 0 の全面にわたって形成されており、具体的には、赤色発光層 1 4 R 及び緑色発光層並びに正孔輸送層 1 3 B を覆うように形成されている。この連結層 1 5 は、例えば蒸着法により形成される。

【 0 0 3 3 】

青色発光層 1 6 は、当該層 1 6 において電子と正孔とが再結合することにより、青色の光を発生する層である。青色発光層 1 6 も、連結層 1 5 と同様に基板 1 0 の全面にわたって形成されており、具体的には、青色有機 E L 素子 1 B の正孔輸送層 1 3 B の上部だけでなく、赤色発光層 1 4 R 及び緑色発光層 1 4 G の上部も覆うように形成されている。青色発光層 1 6 は、例えば蒸着法により形成される。

20

【 0 0 3 4 】

電子輸送層 1 7 は、赤色発光層 1 4 R、緑色発光層 1 4 G、青色発光層 1 6 への電子輸送効率を高めるための層である。

電子注入層 1 8 は、電子注入効率を高めるための層である。

陰極 1 9 には、例えばアルミニウムが用いられる。

これら電子輸送層 1 7、電子注入層 1 8 及び陰極 1 9 は、例えば蒸着法により形成される。

【 0 0 3 5 】

有機発光ダイオード 1 を構成する層のうち、正孔注入層 1 2 R、1 2 G、1 2 B、正孔輸送層 1 3 R、1 3 G、1 3 B、赤色発光層 1 4 R、緑色発光層 1 4 G、連結層 1 5、青色発光層 1 6、電子輸送層 1 7、電子注入層 1 8 が有機材料からなる有機層である。また、これら有機層のうち、正孔注入層 1 2 R、1 2 G、1 2 B、正孔輸送層 1 3 R、1 3 G、1 3 B、赤色発光層 1 4 R、緑色発光層 1 4 G については上述したようにインクジェット方式による成膜方法で形成される。

30

【 0 0 3 6 】

以上の各部を有する有機発光ダイオード 1 は、赤色有機 E L 素子 1 R の陽極 1 1 R と陰極 1 9 との間に電圧を印加することによって、正孔注入層 1 2 R で注入された所定数量の正孔が正孔輸送層 1 3 R を介して赤色発光層 1 4 R に輸送され、また、電子注入層 1 8 で注入された所定数量の電子が電子輸送層 1 7、青色発光層 1 6 及び連結層 1 5 を介して赤色発光層 1 4 R に輸送される。そして、赤色発光層 1 4 R 内で正孔と電子が再結合して励起状態の分子を形成し、当該発光層 1 4 R が発光する。緑色有機 E L 素子 1 G についても同様である。

40

【 0 0 3 7 】

一方、青色有機 E L 素子 1 B の陽極 1 1 B と陰極 1 9 との間に電圧を印加することによって、正孔注入層 1 2 B で注入された所定量の正孔が正孔輸送層 1 3 B 及び連結層 1 5 を介して青色発光層 1 6 に輸送され、また、電子注入層 1 8 で注入された所定数量の電子が電子輸送層 1 7 を介して青色発光層 1 6 に輸送される。そして、青色発光層 1 6 内で正孔と電子が再結合して励起状態の分子を形成し、当該発光層 1 6 が発光する。

【 0 0 3 8 】

50

このような有機発光ダイオードでは、青色の光の発光寿命が短い。この点に関し、本発明者が検討を重ねた結果、青色有機EL素子の正孔注入層の焼成温度が低い方が、青色の光の発光寿命が長いことが明らかになった。

また、各色の正孔注入層の焼成温度を低くすると、正孔注入効率が上昇すること、すなわち電流量が増加することが明らかになった。さらに、赤色有機EL素子と緑色有機EL素子について、正孔注入層の焼成温度を低くすると、これらの素子の発光特性が悪化すること、具体的には、赤色有機EL素子、緑色有機EL素子からの光において、青色成分が増加することが明らかになった。

言い換えると、本実施形態に係る有機発光ダイオードの正孔注入層の材料は、焼成温度が低い場合に、青色の光の発光寿命が長くなり且つ赤色及び緑色有機EL素子の発光特性が低下する材料であることが明らかになった。

10

【0039】

正孔注入層の焼成温度を低くすると赤色有機EL素子の発光特性が悪化する理由としては以下のものが考えられる。正孔注入層の焼成温度を低くすることにより正孔注入効率が増加し、すなわち、正孔の量が増加し、連結層15が存在していても、赤色有機EL素子の赤色発光層だけでなく、青色発光層においても正孔と電子の再結合が生じ、青色の発光が起きていることが考えられる。緑色有機EL素子の発光特性についても同様の理由が考えられる。

【0040】

これらの知見に基づいて、本発明者は、赤色有機EL素子及び緑色有機EL素子の発光特性を悪化させることなく、青色有機EL素子の寿命を延ばすことができる、基板処理システムに想到した。

20

本発明の第1の実施形態に係る有機層の形成方法を説明する前に、有機発光ダイオードの有機層の従来形成方法について説明する。

【0041】

図2は、有機発光ダイオード1の有機層の従来形成方法を説明する図である。

従来の有機発光ダイオード1の有機層の形成方法では、まず、図2(A)に示すように、赤色有機EL素子1R、緑色有機EL素子1G及び青色有機EL素子1Bのそれぞれの陽極11R、11G、11B上に、正孔注入層12R、12G、12Bをインクジェット方式による成膜方法で形成する。具体的には、各陽極11R、11G、11B上に正孔注入層12R、12G、12Bの有機材料をインクジェット方式で塗布し、その後、該有機材料を乾燥し、所定の焼成温度(例えば150)で焼成し、正孔注入層12R、12G、12Bを形成する。

30

【0042】

次いで、図2(B)に示すように、赤色有機EL素子1Rの正孔注入層12R上に正孔輸送層13Rを、緑色有機EL素子1Gの正孔注入層12G上に正孔輸送層13Gを、インクジェット方式による成膜方法でそれぞれ形成する。具体的には、赤色有機EL素子1R及び緑色有機EL素子1Gの正孔注入層12R、12G上に、正孔輸送層13R、13Gの有機材料をインクジェット方式で塗布し、その後、該有機材料を乾燥し、正孔注入層12R、12G、12Bの所定の焼成温度より高い焼成温度(例えば200)で焼成し、正孔輸送層13R、13Gを形成する。

40

【0043】

この従来方法では、正孔注入層12R、12G、12Bを同時に形成した後に、すなわち、青色有機EL素子1Bの正孔注入層12Bを形成した後に、正孔注入層形成時より高い焼成温度での焼成を伴う正孔輸送層13R、13Bの形成が行われる。したがって、青色有機EL素子1Bの寿命を長くする目的で、正孔注入層12Bを含めた正孔注入層全体の焼成温度を低くしたとしても、所望の結果を得ることができない。

そこで、本発明の第1の実施形態に係る基板処理システムでは、有機発光ダイオード1の有機層を以下のように形成する。

【0044】

50

図3は、本実施の第1の実施形態に係る有機発光ダイオードの有機層の形成方法を説明する図である。

本形成方法では、図3(A)に示すように、赤色有機EL素子1R及び緑色有機EL素子1Gのそれぞれの陽極11R、11G上に、正孔注入層12R、12Gをインクジェット方式による成膜方法で形成する。具体的には、各陽極11R、11G上に正孔注入層12R、12Gの有機材料をインクジェット方式で塗布し、その後、該有機材料を乾燥し、第1の焼成温度(例えば150)で焼成し、正孔注入層12R、12Gを形成する。

【0045】

次いで、図3(B)に示すように、赤色有機EL素子1Rの正孔注入層12R上に正孔輸送層13Rを、緑色有機EL素子1Gの正孔注入層12G上に正孔輸送層13Gをインクジェット方式による成膜方法でそれぞれ形成する。具体的には、赤色有機EL素子1R及び緑色有機EL素子1Gの正孔注入層12R、12G上に、正孔輸送層13R、13Gの有機材料をインクジェット方式で塗布し、その後、該有機材料を乾燥し、上記第1の焼成温度より高い第2の焼成温度(例えば200)で焼成し、正孔輸送層13R、13Gを形成する。

10

【0046】

その後、図3(C)に示すように、青色有機EL素子1Bの陽極11B上に、正孔注入層12Bをインクジェット方式による成膜方法で形成する。具体的には、陽極11B上に正孔注入層12Bの有機材料をインクジェット方式で塗布し、その後、該有機材料を乾燥し、上記第1の焼成温度と等しい第3の焼成温度で焼成し、正孔注入層12Bを形成する。

20

【0047】

そして、図3(D)に示すように、赤色有機EL素子1Rの正孔輸送層13R上に赤色発光層14Rを、緑色有機EL素子1Gの正孔輸送層13G上に緑色発光層14Gを、青色有機EL素子1Bの正孔注入層12B上に正孔輸送層13Bをインクジェット方式による成膜法でそれぞれ形成する。具体的には、正孔輸送層13R上に赤色発光層14Rの有機材料を、正孔輸送層13G上に緑色発光層14Gの有機材料を、正孔注入層12B上に正孔輸送層13Bの有機材料をインクジェット方式で塗布し、これら有機材料を乾燥し、上記第1の焼成温度より低い焼成温度(例えば100)で焼成し、赤色発光層14R、緑色発光層14G、正孔輸送層13Bを形成する。

30

【0048】

これらインクジェット方式による成膜後、蒸着法により、連結層15や青色発光層16等が形成される。

【0049】

このように、本実施形態に係る基板処理システムにおける有機発光ダイオード1の有機層の形成方法では、青色有機EL素子1Bの正孔注入層12Bを、赤色有機EL素子1R及び緑色有機EL素子1Gの正孔注入層12R、12Gと同時に形成するのではなく、高温が必要となる正孔輸送層13R、13Gの形成後に形成する。したがって、青色有機EL素子1Bの正孔注入層12Bが高温に晒されることがないため、有機発光ダイオード1の青色の光の点灯寿命を、従来の方法で作製したものに比べて延ばすことができる。また、赤色有機EL素子1R及び緑色有機EL素子1Gの正孔注入層12R、12G及び正孔輸送層13R、13Gは従来と同様の焼成温度で焼成するため、赤色及び緑色の発光特性が従来の方法で作製したものに比べて劣化することがない。

40

【0050】

上述の有機発光ダイオード1の有機層の形成方法を行うため、本実施形態に係る基板処理システムは、以下のように構成される。

図4は、本実施形態に係る基板処理システムの構成例を説明するための図である。なお、図4の基板処理システム100で処理される基板10上には予め陽極11R、11G、11Bが形成されており、当該基板処理システム100は、正孔注入層12R、12G、12B、正孔輸送層13R、13G、13B、赤色発光層14R、緑色発光層14Gを形

50

成する。

【 0 0 5 1 】

図 4 の基板処理システム 1 0 0 は、第 1 の正孔注入層形成装置 1 1 0 と、正孔輸送層形成装置 1 2 0 と、第 2 の正孔注入層形成装置 1 3 0 と、異種層形成装置 1 4 0 とが、基板 1 0 の搬送路 1 0 1 に沿って、この順で並べて配置されている。

【 0 0 5 2 】

第 1 の正孔注入層形成装置 1 1 0 は、赤色有機 E L 素子 1 R の正孔注入層 1 2 R 及び緑色有機 E L 素子 1 G の正孔注入層 1 2 G を第 1 の焼成温度で基板 1 0 上に形成するものである。

【 0 0 5 3 】

この第 1 の正孔注入層形成装置 1 1 0 は、基板 1 0 における赤色有機 E L 素子 1 R 及び緑色有機 E L 素子 1 G の陽極 1 1 R、1 1 G に、正孔注入層 1 2 R、1 2 G の有機材料をインクジェット方式で塗布する吐出装置としてインクジェット式塗布装置（以下、I J 装置）1 1 1 を有する。

【 0 0 5 4 】

また、第 1 の正孔注入層形成装置 1 1 0 は、I J 装置 1 1 1 が塗布した有機材料を減圧乾燥する乾燥機 1 1 2 を有する。乾燥機 1 1 2 は、例えばターボ分子ポンプ（図示せず）を有し、該ターボ分子ポンプによって内部雰囲気例えば 1 P a 以下まで減圧して、有機材料を乾燥するように構成されている。

【 0 0 5 5 】

さらに、第 1 の正孔注入層形成装置 1 1 0 は、乾燥機 1 1 2 で乾燥された有機材料を第 1 の焼成温度で焼成する焼成機 1 1 3 を有する。焼成機 1 1 3 は、その内部に基板 1 0 を載置する熱板（図示せず）を有し、該熱板によって有機材料を焼成するように構成されている。

【 0 0 5 6 】

I J 装置 1 1 1 が塗布した有機材料を、乾燥機 1 1 2 によって乾燥し、焼成機 1 1 3 によって第 1 の焼成温度で焼成することで、正孔注入層 1 2 R、1 2 G が基板（の陽極 1 1 R、1 1 G）上に形成される。

【 0 0 5 7 】

なお、図示は省略するが、第 1 の正孔注入層形成装置 1 1 0 は、I J 装置 1 1 1、乾燥機 1 1 2、焼成機 1 1 3 へ基板 1 0 を搬送する基板搬送装置や、基板 1 0 を受け渡すためのトランジション装置、基板 1 0 を一時的に収容するバッファ装置、焼成機 1 1 3 で焼成された基板を所定の温度（例えば常温）に調節する温度調節装置等を有する。これら基板搬送装置やトランジション装置、バッファ装置、温度調節装置は、正孔輸送層形成装置 1 2 0、第 2 の正孔注入層形成装置 1 3 0、異種層形成装置 1 4 0 にも設けられている。

【 0 0 5 8 】

正孔輸送層形成装置 1 2 0 は、基板 1 0 に形成された正孔注入層 1 2 R 及び正孔注入層 1 2 G 上に、正孔輸送層 1 3 R 及び正孔輸送層 1 3 G をそれぞれ第 2 の焼成温度で形成するものである。

【 0 0 5 9 】

この正孔輸送層形成装置 1 2 0 は、基板 1 0 における正孔注入層 1 2 R、1 2 G に、正孔輸送層 1 3 R、1 3 G の有機材料をインクジェット方式で塗布する I J 装置 1 2 1 を有する。

【 0 0 6 0 】

また、正孔輸送層形成装置 1 2 0 は、I J 装置 1 2 1 が塗布した有機材料を減圧乾燥する乾燥機 1 2 2 を有する。乾燥機 1 2 2 の構成は上述の乾燥機 1 1 2 と同様である。

【 0 0 6 1 】

さらに、正孔輸送層形成装置 1 2 0 は、乾燥機 1 2 2 で乾燥された有機材料を第 2 の焼成温度で焼成する焼成機 1 2 3 を有する。焼成機 1 2 3 の構成は上述の焼成機 1 1 3 と同様である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

I J 装置 1 2 1 が塗布した有機材料を、乾燥機 1 2 2 によって乾燥し、焼成機 1 2 3 によって第 2 の焼成温度で焼成することで、正孔輸送層 1 3 R、1 3 G が基板（の正孔注入層 1 2 R、1 2 G）上に形成される。

【 0 0 6 3 】

第 2 の正孔注入層形成装置 1 3 0 は、正孔注入層 1 2 R、1 2 G 及び正孔輸送層 1 3 R、1 3 G が形成された基板 1 0 上に青色有機 E L 素子 1 B の正孔注入層 1 2 B を第 3 の焼成温度で形成するものである。

【 0 0 6 4 】

この第 2 の正孔注入層形成装置 1 3 0 は、赤色有機 E L 素子 1 R 及び緑色有機 E L 素子 1 G の正孔注入層 1 2 R、1 2 G 及び正孔輸送層 1 3 R、1 3 G が形成された基板 1 0 の陽極 1 1 B 上に、正孔注入層 1 2 B の有機材料をインクジェット方式で塗布する I J 装置 1 3 1 を有する。

10

【 0 0 6 5 】

また、第 2 の正孔注入層形成装置 1 3 0 は、I J 装置 1 3 1 が塗布した有機材料を減圧乾燥する乾燥機 1 3 2 を有する。乾燥機 1 3 2 の構成は上述の乾燥機 1 1 2 と同様である。

【 0 0 6 6 】

さらに、第 2 の正孔注入層形成装置 1 3 0 は、乾燥機 1 3 2 で乾燥された有機材料を第 3 の焼成温度で焼成する焼成機 1 3 3 を有する。焼成機 1 3 3 の構成は上述の焼成機 1 1 3 と同様である。

20

【 0 0 6 7 】

I J 装置 1 3 1 が塗布した有機材料を、乾燥機 1 3 2 によって乾燥し、焼成機 1 3 3 によって第 3 の焼成温度で焼成することで、正孔注入層 1 2 B が基板（の陽極 1 1 B）上に形成される。

【 0 0 6 8 】

異種層形成装置 1 4 0 は、正孔輸送層 1 3 R 上に赤色発光層 1 4 R を、正孔輸送層 1 3 G 上に緑色発光層 1 4 G を、正孔注入層 1 2 B 上に正孔輸送層 1 3 B を、第 4 の焼成温度でそれぞれ形成するものである。

【 0 0 6 9 】

30

この異種層形成装置 1 4 0 は、正孔輸送層 1 3 R 上に赤色発光層 1 4 R の有機材料を、正孔輸送層 1 3 G 上に緑色発光層 1 4 G の有機材料を、正孔注入層 1 2 B 上に正孔輸送層 1 3 B の有機材料を、インクジェット方式でそれぞれ塗布する I J 装置 1 4 1 を有する。I J 装置 1 4 1 は、赤色発光層 1 4 R の有機材料、緑色発光層 1 4 G の有機材料、正孔輸送層 1 3 B の有機材料は異なる材料であるため、有機材料毎に液滴吐出ヘッド（ノズル）を有する。

【 0 0 7 0 】

また、異種層形成装置 1 4 0 は、I J 装置 1 4 1 が塗布した有機材料を減圧乾燥する乾燥機 1 4 2 を有する。乾燥機 1 4 2 の構成は上述の乾燥機 1 1 2 と同様である。

【 0 0 7 1 】

40

さらに、異種層形成装置 1 4 0 は、乾燥機 1 4 2 で乾燥された有機材料を第 4 の焼成温度で焼成する焼成機 1 3 3 を有する。焼成機 1 3 3 の構成は上述の焼成機 1 1 3 と同様である。

【 0 0 7 2 】

I J 装置 1 4 1 が塗布した複数の有機材料を、乾燥機 1 4 2 によって一括して乾燥し、焼成機 1 3 3 によって第 4 の焼成温度で一括して焼成することで、赤色発光層 1 4 R、緑色発光層 1 4 G 及び正孔輸送層 1 3 B が基板（の正孔輸送層 1 3 R、1 3 G、正孔注入層 1 2 B）上に形成される。

【 0 0 7 3 】

なお、以上の基板処理システム 1 0 0 は、不図示の制御部を有する。基板処理システム

50

100の各装置110、120、130、140はこの制御部によって制御される。

【0074】

基板処理システム100では、上述のように、正孔注入層12R、12Gを形成する第1の正孔注入層形成装置110とは別に、正孔注入層12Bを形成する第2の正孔注入層形成装置130を設け、高温が必要となる正孔輸送層13R、13Gの形成後に第2の正孔注入層形成装置130によって正孔注入層12Bを形成する。したがって、正孔注入層12Bが高温に晒されることがないため、有機発光ダイオード1の青色の光の点灯寿命を、従来の方法で作製したものに比べて延ばすことができる。また、正孔注入層12R、12G及び正孔輸送層13R、13Gは従来と同様の焼成温度で焼成するため、赤色及び緑色の発光特性が従来の方法で作製したものに比べて劣化することがない。

10

【0075】

また、以上の説明では、第3の焼成温度すなわち青色有機EL素子1Bの正孔注入層12Bの焼成温度は、第1の焼成温度すなわち赤色有機EL素子1R及び緑色有機EL素子1Gの焼成温度と同じであるとしていたが、第3の焼成温度は第1の焼成温度より低くしてもよい。これにより、有機発光ダイオード1の青色の光の点灯寿命をさらに延ばすことができる。

【0076】

図5は、本発明の第2の実施形態に係る基板処理システムを説明する図である。

図4の基板処理システム100は、赤色発光層14R、緑色発光層14G及び青色有機EL素子1Bの正孔注入層12Bについては、同じ焼成温度（第4の焼成温度）で焼成するため、同一の装置すなわち異種層形成装置140で形成していた。

20

【0077】

それに対し、図5の基板処理システム200は、赤色発光層14R及び緑色発光層14Gを形成する装置（発光層形成装置210）と、正孔輸送層13Bを形成する装置（正孔輸送層形成装置220）とを別体の装置としている。

この構成は、発光層形成装置210の焼成機213の焼成温度、すなわち赤色発光層14R及び緑色発光層14Gの焼成温度と、正孔輸送層形成装置220の焼成機213の焼成温度、すなわち正孔注入層12Bの焼成温度とが異なる場合に好ましい。なお、これらの焼成温度は、上述の第3の焼成温度は低くなるよう設計される。

【0078】

発光層形成装置210及び正孔輸送層形成装置220のIJ装置211、221及び乾燥機212、222の構成は、異種層形成装置140のものと同様である。

30

【0079】

また、赤色発光層14Rの焼成温度と緑色発光層14Gの焼成温度とを異なるものにしてもよく、この場合は、赤色発光層14Rの形成装置と、緑色発光層14Gの形成装置とも別体の装置とすることが好ましい。

【0080】

図6は、第2の正孔注入層形成装置の他の例を説明する概略図である。

図6の第2の正孔注入層形成装置130'は、乾燥機132'に付着防止機構134を有する。

40

【0081】

付着防止機構134は、青色有機EL素子1Bの正孔注入層12Bの形成時に、該正孔注入層12Bの有機材料の気化成分が、赤色有機EL素子1Rの正孔輸送層13R及び/または青色有機EL素子1Bの正孔輸送層13B上に付着することを防ぐものである。付着防止機構134は、例えば、冷却板で構成することができる。冷却板とは、正孔輸送層13R、13Bが形成された基板10より低い温度に冷却された板状部材であり、当該装置（乾燥機132'）内に載置された基板10から離間した位置に設けられたものである。

【0082】

また、付着防止機構134は、正孔輸送層13R、13Bが形成された基板10を加熱

50

する加熱装置で構成することもできる。さらに、付着防止機構 134 は、これら冷却板と加熱装置とで構成することもできる。

【0083】

以上の例では、付着防止機構は第2の正孔注入層形成装置の乾燥機に設けていたが、IJ装置や焼成機に設けてもよく、また、IJ装置、乾燥機及び焼成機のいずれか2つに設けてもよく、全てに設けてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0084】

本発明は基板上に処理液を塗布する技術に有用である。

【符号の説明】

【0085】

100、200...基板処理システム

110...第1の正孔注入層形成装置

111、121、131、141、211、221...インクジェット式塗布装置(IJ装置)

112、122、132、132'、142、212、222...乾燥機

113、123、133、143、213、223...焼成機

120...正孔輸送層形成装置

130、130'...第2の正孔注入層形成装置

134...付着防止機構

140...異種層形成装置

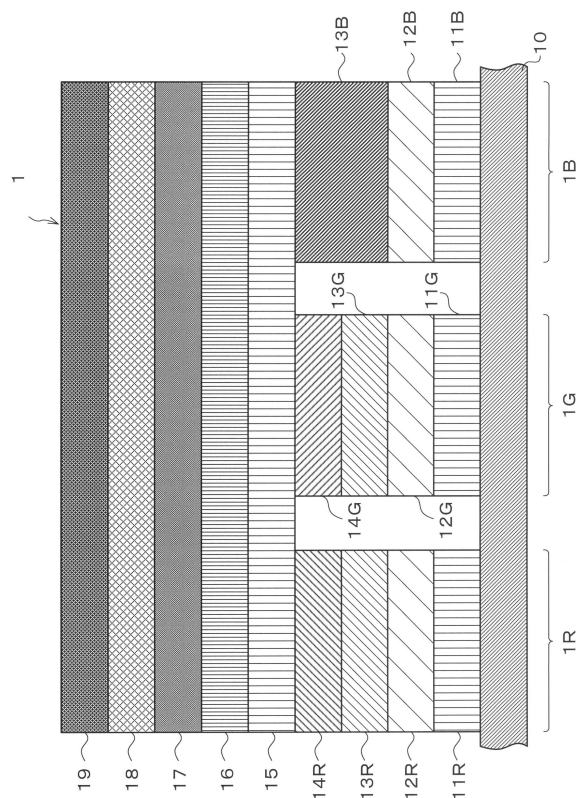
210...発光層形成装置

220...正孔輸送層形成装置

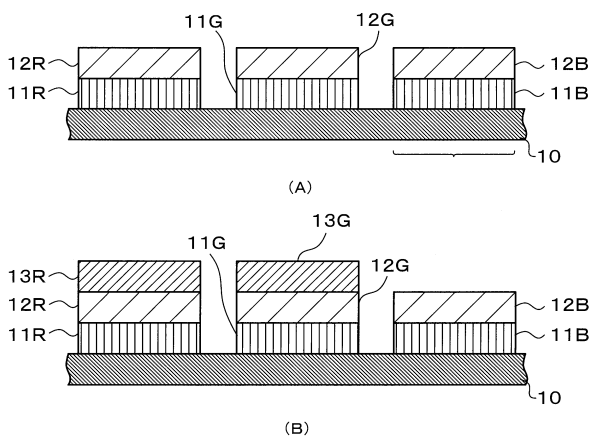
10

20

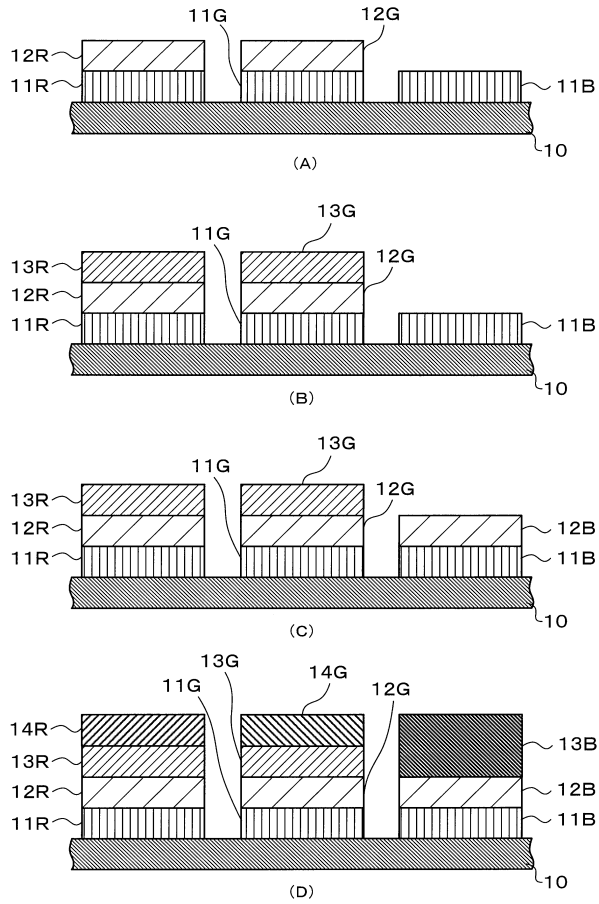
【図1】



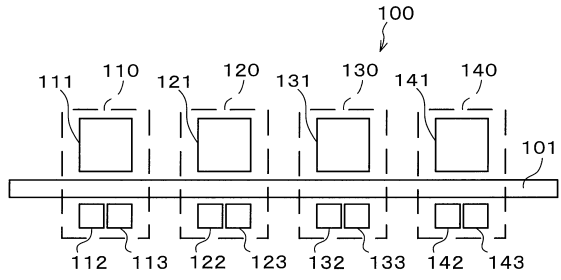
【図2】



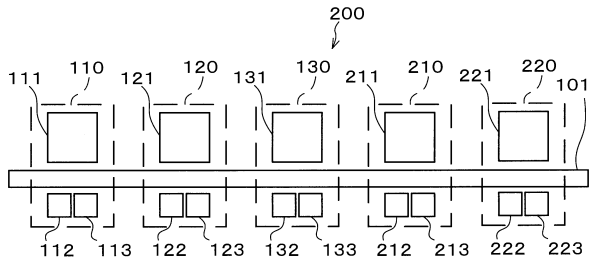
【図3】



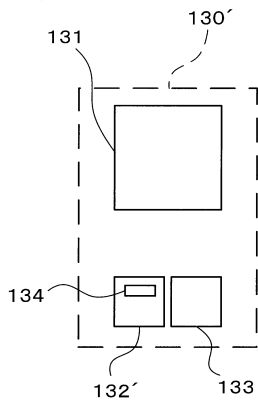
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 5 D 7/24 (2006.01) B 0 5 D 3/02 Z
B 0 5 D 7/24 3 0 1 Z

審査官 井亀 諭

(56)参考文献 特開2015-191978(JP,A)
特開2012-48844(JP,A)
特開2012-49173(JP,A)
国際公開第2015/144298(WO,A1)
特開2012-186021(JP,A)
特開2014-26764(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 5 B 3 3 / 1 0
B 0 5 C 5 / 0 0
B 0 5 D 1 / 3 6
B 0 5 D 3 / 0 2
B 0 5 D 7 / 2 4
H 0 1 L 5 1 / 5 0