

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5624047号
(P5624047)

(45) 発行日 平成26年11月12日(2014.11.12)

(24) 登録日 平成26年10月3日(2014.10.3)

(51) Int.Cl.	F I	
HO5B 33/10 (2006.01)	HO5B 33/10	
HO1L 51/50 (2006.01)	HO5B 33/14	A
HO5B 33/22 (2006.01)	HO5B 33/22	Z
HO5B 33/12 (2006.01)	HO5B 33/12	B
HO1L 27/32 (2006.01)	GO9F 9/30	365
請求項の数 13 (全 25 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-533451 (P2011-533451)
 (86) (22) 出願日 平成22年6月30日(2010.6.30)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/004311
 (87) 国際公開番号 W02012/001741
 (87) 国際公開日 平成24年1月5日(2012.1.5)
 審査請求日 平成25年5月28日(2013.5.28)

(73) 特許権者 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 110001900
 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
 (74) 代理人 100090446
 弁理士 中島 司朗
 (74) 代理人 100125597
 弁理士 小林 国人
 (74) 代理人 100146798
 弁理士 川畑 孝二
 (74) 代理人 100121027
 弁理士 木村 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL表示パネルとその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を準備する工程と、
 前記基板上にTF T層を形成する工程と、
 前記TF T層の上方に平坦化膜を形成する工程と、
 前記平坦化膜の上方に形成される電極層と前記TF T層とのコンタクト用の孔であるコンタクトホールを前記平坦化膜に形成するコンタクトホール形成工程と、
 有機EL素子形成領域を区画する開口部を複数個にわたり行列方向に配列し、このうち列方向に配列された前記複数個の開口部間に前記コンタクトホールが配置されるように、少なくとも表面が撥液性のバンクを前記平坦化膜の上方に形成し、前記コンタクトホール
 の上方を覆う前記バンクの上面に前記コンタクトホールの窪みに追従させて窪み部を形成するバンク及び窪み部形成工程と、

複数のノズルを配置したインクジェットヘッドと前記基板を相対移動させながら、一開口部に対し前記複数のノズルの中の所定数のノズルから有機材料及び溶媒を含む液滴を吐出し、溶媒を蒸発乾燥させて前記一開口部内に発光層を形成する発光層形成工程と、を含み、

バンク及び窪み部形成工程において、前記窪み部の底面を前記電極層の上面よりも下側に形成し、

発光層形成工程において、前記複数のノズルのうち、前記複数個の開口部間に位置するノズルから、前記液滴を前記窪み部に吐出することで、全ノズルから液滴を吐出する

有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 2】

平坦化膜を形成する工程と、コンタクトホール形成工程とを同時に行う、
請求項 1 記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 3】

コンタクトホール形成工程後バンク及び窪み部形成工程前において、前記平坦化膜の上方に電極層を形成する、

請求項 1 記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 4】

前記一窪み部に対する前記液滴の総量を、前記一開口部に対する前記液滴の総量よりも少なくする、

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 5】

前記一窪み部に吐出する液滴の吐出回数を、前記一開口部に吐出する液滴の吐出回数よりも少なくする、

請求項 4 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 6】

前記窪み部に吐出する一液滴当たりの吐出体積を、前記開口部に吐出する一液滴当たり吐出体積よりも小さくする、

請求項 4 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 7】

バンク及び窪み部形成工程後、発光層形成工程前において、前記複数のノズルを配置したインクジェットヘッドにより、一開口部に対し前記複数のノズルの中の所定数のノズルから有機材料及び溶媒を含む液滴を吐出し、溶媒を蒸発乾燥させて、前記一開口部内に電荷輸送層を形成する電荷輸送層形成工程を含み、

電荷輸送層形成工程において、前記複数のノズルのうち、前記複数個の開口部の間の位置に対応するノズルから、前記液滴を前記窪み部に吐出する、

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 8】

前記インクジェットヘッドを、前記複数のノズルが前記列方向に配列された前記基板上の各開口部に対応して並ぶように配置し、

当該インクジェットヘッドを行方向に移動させ、行列方向に配列された前記複数の開口部に前記液滴を吐出する、

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 9】

前記ノズルの各々が、列方向に沿って前記窪み部の各々の上方を通過するように、前記インクジェットヘッドを列方向に対して所定角度で配置する、

請求項 8 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 10】

発光層形成工程において、前記所定角度に配置されたインクジェットヘッドにより前記液滴を吐出する、

請求項 9 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 11】

前記インクジェットヘッドを、前記複数のノズルが前記行方向に配列された前記基板上の各開口部に対応して並ぶように配置し、当該インクジェットヘッドを列方向に移動させ、

行列方向に配列された前記複数の開口部に前記液滴を吐出する、

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 12】

前記バンクおよび窪み部形成工程では、前記窪み部の深さを前記バンクの高さよりも大きくするように形成する、

10

20

30

40

50

請求項 1 記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 1 3】

前記バンクおよび窪み部形成工程では、前記窪み部の深さを前記バンクの高さよりも小さくなるように形成する、

請求項 1 記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電氣的発光素子である有機電界発光素子（以下「有機 E L 素子」と称する）を用いた有機 E L 表示パネルとその製造方法に関し、特にインクジェットヘッドを用いた塗布工程の改良技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、実用化が進む有機 E L 素子は電流駆動型の発光素子であり、陽極と陰極の一对の電極対の間に有機発光材料を含む発光層が配設された基本構造を有する。駆動時には一对の電極対間に電圧を印加し、陽極から発光層に注入されるホールと、陰極から発光層に注入される電子との再結合で発生する電界発光現象を利用する。有機 E L 素子は自己発光を行うので視認性が高く、完全固体素子であるため耐衝撃性に優れるなどの特徴を有する。

【0003】

有機 E L 素子の種類としては、高分子材料や薄膜形成性の良い低分子を用い、これをインクジェット方式等によるウエットプロセス（塗布工程）で塗布し、発光層や電荷注入層を形成した塗布型が知られている。この塗布型の有機 E L 素子を発光単位とし、基板上に行列方向に沿って複数にわたり配設した有機 E L 表示パネルが、小型電子機器のディスプレイや画像表示装置等として実用化されている。

20

【0004】

代表的なインクジェット方式では、作業テーブルの上に塗布対象基板を載置し、当該基板上を行列方向のいずれかの方向に沿って横断するようにインクジェットヘッドを移動させ、基板上のバンクに区画された各有機 E L 素子形成領域に合わせて、発光層や電荷注入層の有機材料と溶媒を含む溶液（以下、単に「インク」と称する。）の液滴をノズルから吐出させる（特許文献 1 を参照）。インクジェットヘッドはピエゾ方式等の駆動方式で駆動される。前記バンクの形状としては複数の有機 E L 素子形成領域に共通して配されるラインバンクもあるが、各有機 E L 素子毎に区画・規制する形状（いわゆるピクセルバンク）が主流である。

30

【0005】

複数の有機 E L 素子を配設して有機 E L パネルを製造する場合、各有機 E L 素子の特性を揃えることが大切である。このため、各有機 E L 素子形成領域に吐出するインクの量を均一にするとともに、前記インクを蒸発乾燥させて形成する各発光層や電荷注入層の膜厚を揃えることが求められる。そこで通常は、前記塗布工程において、各々のノズルの印加電圧を調整し、インクがノズルから射出される速度（以下、「液滴速度」と称する。）を揃える等の方法で、基板上の各有機 E L 素子形成領域間のインク量の均一化が図られている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2003 - 241683 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 322656 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来のインクジェット方式で有機 E L 表示パネルを製造する場合、幾つ

50

かの課題がある。

第一の課題として、塗布したインクにより形成される層の膜厚の均一性が、未だ要求されるレベルに及び難いことが挙げられる。

図19は、従来の有機EL表示パネルの製造工程を示す、模式的な断面図である。基板1には、表面にTFT層2、平坦化膜4、下部電極6、バンク7が順次され、バンク7は列(Y)方向を長手とする略長形状の開口部13を形成するように配設される。インクジェットヘッドのヘッド部301から吐出されたインクの液滴は、この開口部13を有機EL素子形成領域として、インクジェットヘッドのノズル本体301に設けられたノズルから吐出される。吐出されたインク9xからは溶媒成分の多くが真上方向に蒸発して乾燥する。しかし、列(Y)方向で隣接する開口部13の間にはバンク7が介在し、各開口部13の間が比較的大きく隔てられている。このため、開口部13の列(Y)方向両端部付近では、インクから蒸発する溶媒の拡散自由度が比較的大きく、当該領域の溶媒の蒸気濃度が、各開口部の中央領域付近の蒸気濃度よりも高くなる。その結果、前記インクにより形成される層は、開口部13の前記中央領域の膜厚に比べて前記両端部領域の膜厚が厚くなり、全体として膜厚が不均一になる。ここで図20は、従来の発光層の膜厚測定結果を規格化して示したものであり、発光層9の長手方向両端で膜厚が厚く不均一になっている様子を示す。

10

【0008】

第二の課題として、インクジェットヘッドのノズルが目詰まりを生じる課題がある。

有機EL表示パネルの製造のためにインクジェットヘッドに充填されるインクは、一般にインクジェットプリンタで用いられる印字用インクに比べて高粘度である。この高粘度のインクを用いる場合、有機EL素子形成領域に対応しない特定のノズルについてインクを吐出しないように設定すると(図19(a)参照)、当該ノズルの内部でインクが凝固し、目詰まりを生じることがある。目詰まりを生じたノズルがあると、設定時間内に正しく液滴を吐出できない。また、一の開口部に複数のノズルで液滴を吐出する場合、目詰まりを生じたノズルがこの中に含まれていると、各有機EL形成領域でインクにより形成される層の厚みが不均一になり、発光ムラの原因にもなる。さらに、一の開口部に一つのノズルから液滴を吐出する場合、当該ノズルが目詰まりを起こして不吐出ノズルになっていると、インクジェットヘッドの走査方向に沿った複数の開口部の全てにインクを吐出できない不具合も生じうる。

20

30

【0009】

目詰まりを生じたノズルは基板上的印刷パターンの変更に対応できなくなる他、最悪の場合、基板のロスやインクジェットヘッドの交換が必要となる。また、ノズルの再生が望める場合でも、インクジェットヘッドを装置から取り外し、洗浄後に再度、装置側に高精度でアライメントして装着する手間(回復動作も含む)が必要であり、生産効率を著しく低下させる原因にもなる。

【0010】

本発明は以上の課題に鑑みてなされたものであって、第一の目的として、インクジェット方式により均一な膜厚の層を形成し、発光ムラを抑制して優れた画像表示性能を期待できる有機EL表示パネルとその製造方法を提供する。

40

また、第二の目的として、インクジェットヘッドのノズルの目詰まりを防止し、良好な生産効率で有機EL表示パネルを製造することが可能な有機EL表示パネルの製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明の一態様における有機EL表示パネルの製造方法は、基板を準備する工程と、前記基板上にTFT層を形成する工程と、前記TFT層の上方に平坦化膜を形成する工程と、前記平坦化膜の上方に形成される電極層と前記TFT層とのコンタクト用の孔であるコンタクトホールを前記平坦化膜に形成するコンタクトホール形成工程と、有機EL素子形成領域を区画する開口部を複数個にわたり行列方向に配列し

50

、このうち列方向に配列された前記複数個の開口部間に前記コンタクトホールが配置されるように、少なくとも表面が撥液性のバンクを前記平坦化膜の上方に形成し、前記コンタクトホールの上方を覆う前記バンクの上面に前記コンタクトホールの窪みに追従させて窪み部を形成する、複数のノズルを配置したインクジェットヘッドと前記基板を相対移動させながら、一開口部に対し前記複数のノズルの中の所定数のノズルから有機材料及び溶媒を含む液滴を吐出し、溶媒を蒸発乾燥させて前記一開口部内に発光層を形成する発光層形成工程と、を含み、発光層形成工程において、前記複数のノズルのうち、前記複数個の開口部間に位置するノズルから、前記液滴を前記窪み部に吐出することで、全ノズルから液滴を吐出するものとした。

【発明の効果】

10

【0012】

本発明の有機EL表示パネルの製造方法では、基板上に列方向に配列された各開口部の間におけるバンクの上面に窪み部を設け、発光層及び窪み部形成工程において、当該窪み部に発光層の材料である有機材料と溶媒を含む液滴を吐出する。この窪み部に滴下された液滴中の溶媒を開口部に滴下された液滴中の溶媒とともに蒸発させると、特に列方向で隣接する開口部の列方向両端部付近における溶媒の蒸気濃度が従来に比べて均一になる。その結果、均一な蒸気濃度の雰囲気中で溶媒を乾燥させることで、膜厚のばらつきの小さい発光層を得ることができる。これによりパネル全体において、発光ムラの少ない良好な画像表示性能が期待できる。

【0013】

20

また、発光層及び窪み部形成工程では、列方向で隣接する開口部に対し、インクジェットヘッドの複数のノズルのうちの所定のノズルから液滴を吐出するとともに、前記隣接する開口部の間に位置する窪み部にも、前記複数のノズルのうち、前記所定のノズルを除く他のノズルから液滴を吐出させるので、従来のように不吐出に設定するノズルが生じない。このように、基板の窪み部をノズルのダミー打ちの孔に利用し、全てのノズルから液滴を吐出させることで、インクジェットヘッドのノズルが目詰まりを生じる問題を低減でき、優れた生産効率で有機EL表示パネルを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態1に係る有機EL表示パネルの構成を示す模式的な断面図である。

30

【図2】窪み部周辺の構成を示す模式的な拡大断面図である。

【図3】窪み部周辺の構成を示す模式的な拡大断面図である。

【図4】有機EL表示パネルの製造過程を示す図である。

【図5】インクジェット装置システムの一部構成を示す図である。

【図6】インクジェット装置システムの機能ブロック図である。

【図7】インクジェットヘッドの構成を示す断面図である。

【図8】有機EL表示パネルの製造過程を示す図である。

【図9】インクジェットヘッドと塗布対象基板の位置関係（横打ち時）を示す図である。

【図10】インクジェットヘッドと塗布対象基板の位置関係（縦打ち時）を示す図である。

40

【図11】インク塗布直後の様子を示すパネルの断面斜視図である。

【図12】実施の形態2に係る有機EL表示パネルの構成を示す模式的な断面図である。

【図13】インク塗布直後の様子を示すパネルの断面斜視図である。

【図14】実施の形態3に係る有機EL表示パネルの構成を示す模式的な断面図である。

【図15】窪み部周辺の構成を示す模式的な拡大断面図である。

【図16】有機EL表示パネルの製造過程を示す図である。

【図17】有機EL表示パネルの製造過程を示す図である。

【図18】インク塗布直後の様子を示すパネルの断面斜視図である。

【図19】有機EL表示パネルの従来の製造過程の問題を示す図である。

【図20】従来の問題（発光層の膜厚不均一）を示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0015】

<発明の態様>

本発明の一態様における有機EL表示パネルの製造方法は、基板を準備する工程と、前記基板上にTFT層を形成する工程と、前記TFT層の上方に平坦化膜を形成する工程と、前記平坦化膜の上方に形成される電極層と前記TFT層とのコンタクト用の孔であるコンタクトホールを前記平坦化膜に形成するコンタクトホール形成工程と、有機EL素子形成領域を区画する開口部を複数個にわたり行列方向に配列し、このうち列方向に配列された前記複数個の開口部間に前記コンタクトホールが配置されるように、少なくとも表面が撥液性のバンクを前記平坦化膜の上方に形成し、前記コンタクトホールの上方を覆う前記バンクの上面に前記コンタクトホールの窪みに追従させて窪み部を形成する、複数のノズルを配置したインクジェットヘッドと前記基板を相対移動させながら、一開口部に対し前記複数のノズルの中の所定数のノズルから有機材料及び溶媒を含む液滴を吐出し、溶媒を蒸発乾燥させて前記一開口部内に発光層を形成する発光層形成工程と、を含み、発光層形成工程において、前記複数のノズルのうち、前記複数個の開口部間に位置するノズルから、前記液滴を前記窪み部に吐出することで、全ノズルから液滴を吐出するものとする。

10

【0016】

このように本発明では、列方向に配列された前記複数個の開口部間に前記コンタクトホールを設け、前記コンタクトホールの上方を覆う前記バンクの上面に前記コンタクトホールの窪みに追従させて窪み部を設け、各開口部と各窪み部の両方に、所定の有機材料及び溶媒を含む液滴を吐出し、溶媒を蒸発乾燥させる。これにより、特に列方向で隣接する開口部の列方向両端部付近において、溶媒の蒸気濃度が従来に比べて均一になる。従って溶媒を乾燥させると、前記開口部において均一な膜厚の発光層が形成され、均一な発光特性の有機EL素子を利用して、発光ムラが少ない良好な画像表示性能の有機EL表示パネルの製造を期待できる。

20

【0017】

また、基板において、列方向で隣接する各開口部と、その間のバンク上面に形成された窪み部に対し、ともにインクジェットヘッドのノズルでインクを吐出することによって、従来のようにインクを不吐出に設定するノズルが生じない。このように基板上の窪み部を用いてノズルのダミー打ちを行うことで、インクジェットヘッドのノズルが目詰まりを生じる問題を低減でき、優れた生産効率で有機EL表示パネルを製造することができる。

30

【0018】

また、本発明の別の態様として、上記バンク及び窪み部形成工程において、前記バンクの形成と前記窪み部の形成を同時に行うこともできる。この方法によれば、バンクのパターニングに合わせて効率よく窪み部を形成することができ、製造効率上、有利である。

また、本発明の別の態様として、基板を準備する工程と、前記基板上にTFT層を形成する工程と、前記TFT層の上方に平坦化膜を形成する工程と、前記平坦化膜の上方に形成される電極層と前記TFT層とのコンタクト用の孔であるコンタクトホールを前記平坦化膜に形成するコンタクトホール形成工程と、有機EL素子形成領域を区画する開口部を複数個にわたり行列方向に配列し、このうち列方向に配列された前記複数個の開口部間に前記コンタクトホールが配置されるように、少なくとも表面が撥液性のバンクを前記平坦化膜の上方に形成し、前記コンタクトホールの上方を覆う前記バンクの上面に前記コンタクトホールの窪みに追従させて窪み部を形成するバンク及び窪み部形成工程と、複数のノズルを配置したインクジェットヘッドにより、一開口部に対し前記複数のノズルの中の所定数のノズルから有機材料及び溶媒を含む液滴を吐出し、溶媒を蒸発乾燥させて前記一開口部内に発光層を形成する発光層形成工程と、を含み、発光層形成工程において、前記複数のノズルのうち、前記複数個の開口部間に位置するノズルから、前記液滴を前記窪み部に吐出するものとする。

40

【0019】

このように、コンタクトホールの形状に合わせて窪み部を形成することで、ノズルの目

50

詰まりを防止するために、基板上に孔や窪み部を別途設けるまでもなく、既存の基板の形状を活用して窪み部を用いることができる。このため、発明の実現性が高く、コスト面及び製造効率の面において特に有効である。

また、このようにコンタクトホール形状を利用した窪み部を利用しても、列方向で隣接する開口部において溶媒の蒸気濃度の均一化が図られ、均一な膜厚を有する発光層を形成できる。さらに、窪み部へもノズルから液滴を吐出することによって、インクジェットヘッドにおいて不吐出に設定するノズルを無くし、ノズルの目詰まりの問題を防止することもできる。

【0020】

また、本発明の別の態様として、上記の場合においても、平坦化膜を形成する工程と、コンタクトホール形成工程とを同時に行うことができる。このようにすれば、平坦化膜のパターニングに合わせてコンタクトホールも形成でき、製造効率上、有効である。

また、本発明の別の態様として、コンタクトホール形成工程後バンク及び窪み部形成工程前において、前記平坦化膜の上方に電極層を形成することもできる。前記窪み部はバンクの上面に形成されるため、電極層は従来と同様に形成することができる。

【0021】

ここで、本発明の別の態様として、前記一窪み部に対する前記液滴の総量を、前記一開口部に対する前記液滴の総量よりも少なくすることができる。このような工夫を行うことで、窪み部に使用するインク量の無駄をなくし、液滴のロスによるコストアップを抑制するほか、窪み部に吐出したインクが開口部に流れ込むおそれも防止することができる。

なお、前記液滴の総量の制御方法としては、本発明の別の態様として、前記一窪み部に吐出する液滴の吐出回数を、前記一開口部に吐出する液滴の吐出回数よりも少なくすることができる。この場合、インクジェットヘッドに対するパルス電圧の周波数を変更することで制御できる。

【0022】

或いは、前記本発明の別の態様として、前記窪み部に吐出する一液滴当たりの吐出体積を、前記開口部に吐出する一液滴当たり吐出体積よりも小さくすることができる。この場合、インクジェットヘッドにおける各ノズルへの印加電圧を変化させることで制御できる。

また、本発明の別の態様として、バンク及び窪み部形成工程後、発光層形成工程前において、前記複数のノズルを配置したインクジェットヘッドにより、一開口部に対し前記複数のノズルの中の所定数のノズルから有機材料及び溶媒を含む液滴を吐出し、溶媒を蒸発乾燥させて、前記一開口部内に電荷輸送層を形成する電荷輸送層形成工程を含み、電荷輸送層形成工程において、前記複数のノズルのうち、前記複数個の開口部の間の位置に対応するノズルから、前記液滴を前記窪み部に吐出することもできる。この場合、電荷輸送層についても、有機材料及び溶媒を含む液滴を開口部及び窪み部に吐出し、溶媒を蒸発乾燥させて形成することにより、列方向に並ぶ開口部の溶媒の蒸気濃度の均一化を図れるで、均一な膜厚で電荷輸送層を形成し、有機EL表示パネルにおける良好な画像表示性能を期待することができる。

【0023】

ここで液滴の塗布方法としては、本発明の別の態様として、前記インクジェットヘッドを、前記複数のノズルが前記列方向に配列された前記基板の各開口部に対応して並ぶように配置し、当該インクジェットヘッドを行方向に移動させ、行列方向に配列された前記複数の開口部に前記液滴を吐出することができる。

この場合、列方向に隣接する開口部の間における窪み部に対しても液滴を塗布できるため、インクジェットヘッド上においてインクを吐出しないように設定するノズルが生じない。これにより、ノズルの目詰まりを効果的に防止することができる。

【0024】

また、この場合、本発明の別の態様として、前記ノズルの各々が、列方向に沿って前記窪み部の各々の上方を通過するように、前記インクジェットヘッドを列方向に対して所定

10

20

30

40

50

角度で配置することもできる。このようにヘッドを配置すれば、各窪み部に確実に液滴を吐出することが可能である。

また本発明の別の態様として、発光層形成工程において、前記所定角度に配置されたインクジェットヘッドにより前記液滴を吐出することもできる。これにより、基板上的開口部及び窪み部に対するインクジェットヘッドの各ノズルのピッチを正確に合わせるができる。

【0025】

また、本発明の別の態様として、前記インクジェットヘッドを、前記複数のノズルが前記行方向に配列された前記基板上的各開口部に対応して並ぶように配置し、当該インクジェットヘッドを列方向に移動させ、行列方向に配列された前記複数の開口部に前記液滴を吐出することもできる。この方法によっても、列方向で隣接する開口部の間の窪み部に、各開口部とともに液滴が吐出されるので、溶媒の蒸発濃度の均一化を図り、発光層の膜厚を均一にする効果が得られる。

10

【0026】

また、本発明の別の態様として、前記窪み部の深さの値を、前記バンクの高さ値と同一またはこれより95%以上の値とすることもできる。

或いは本発明の別の態様として、前記窪み部の深さの値を、前記バンクの高さ値より大きく前記コンタクトホールの高さ値よりも浅い値とすることもできる。

このように窪み部の深さはある程度自由に設定できるので、インクジェットヘッド側の設定と併せることで、窪み部中に吐出すべきインクの量を調整することが可能である。

20

【0027】

また、本発明の別の態様における有機EL表示パネルは、基板と、前記基板の上に形成されたTF層と、前記TF層の上方に形成された平坦化膜とを有し、前記平坦化膜の上方には、一の有機EL素子形成領域を区画する開口部が行列方向に複数個にわたり配列するように、少なくとも表面が撥水性のバンクが形成され、前記列方向に配列された前記開口部間における前記バンクの上面には窪み部が形成され、前記各開口部と前記各窪み部には、ともに有機材料及び溶媒を含む液滴をインクジェットの複数のノズルから吐出し、液滴中の溶媒を蒸発乾燥させてなる層が配設され、このうち前記各開口部に配設された前記層が発光層であるものとした。これにより、特に列方向で隣接する開口部の列方向両端部付近において、前記液滴の蒸発乾燥時に溶媒の蒸気濃度が均一になり、各開口部において均一な膜厚の発光層が形成される。よって均一な発光特性の有機EL素子が形成され、発光ムラが少ない良好な画像表示性能の有機EL表示パネルが実現される。

30

【0028】

また、本発明の別の態様における有機EL表示パネルは、基板と、前記基板の上に形成されたTF層と、前記TF層の上方に形成された平坦化膜と、平坦化膜の上方に形成された電極層を有し、前記電極層は、前記平坦化膜に形成されたコンタクトホールを通じて前記TF層と電気接続され、前記電極層の上方には、一の有機EL素子形成領域を区画する開口部が行列方向に複数個にわたり配列するように、少なくとも表面が撥水性のバンクが形成され、前記コンタクトホールの上方を覆う前記バンクの上面には前記コンタクトホールの窪みに追従する窪み部が形成され、前記各開口部と前記各窪み部には、ともに同一の有機材料からなる層が配設され、このうち前記各開口部に配設された前記層が発光層であるものとした。

40

【0029】

この構成によっても、特に列方向で隣接する開口部の列方向両端部付近において、前記液滴の蒸発乾燥時に溶媒の蒸気濃度が均一になり、各開口部において均一な膜厚の発光層が形成される。よって均一な発光特性の有機EL素子が形成され、発光ムラが少ない良好な画像表示性能の有機EL表示パネルが実現される。また、基板上に形成されるコンタクトホールの形状に合わせて窪み部を形成するため、インクジェットヘッドのダミー打ちのために別途、孔や窪み部を形成する必要がないため、比較的低コストで実施することがで

50

き、優れた実現性を有している。

【0030】

<実施の形態1>

(有機EL表示パネル100の構成)

図1は、本発明の実施の形態1に係る有機EL表示パネル100の構成を模式的に示す断面図である。

当図に示される有機EL表示パネル100では、RGBのいずれかの色に対応する発光層9を有する有機EL素子11a~11cをサブピクセル(発光画素)とし、当該3つのサブピクセルの組み合わせを1画素(ピクセル)としている。各有機EL素子11a~11cはパネル全体において行(X)方向及び列(Y)方向にわたりマトリクス状に隣接配置されている。

10

【0031】

なお、当然ながら有機EL素子11a~11cを同色で発光させる構成とすることもできる。

TFT基板1(以下、単に「基板1」と称する。)の片側主面には、TFT配線部(TFT層2)、平坦化膜4、下部電極6が順次積層されてなる。

下部電極6の上には、各有機EL素子形成領域(開口部13)を区画するバンク7が形成される。開口部13の内部には発光層9、上部電極(陰極)10が順次積層形成される。

【0032】

20

基板1は有機EL表示パネル100におけるベース部分であり、無アルカリガラス、ソーダガラス、無蛍光ガラス、燐酸系ガラス、硼酸系ガラス、石英、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、シリコン系樹脂、又はアルミナ等の絶縁性材料のいずれかを用いて形成することができる。

【0033】

当該基板1の表面には、パネル全体の各素子11a~11cをアクティブマトリクス方式で駆動するためのTFT配線部(TFT層2)が形成されている。TFT層2の表面は絶縁性に優れる有機材料(平坦膜4)で被覆される。平坦膜4には、列(Y)方向に沿って隣接する開口部13の間の位置を、厚み方向(Z方向)に沿って掘り下げることにより、円形の底面を持つ孔(コンタクトホール5)が形成されている。当該コンタクトホール5の内部で、TFT層2は給電電極3において下部電極6と電氣的に接続されている。

30

【0034】

下部電極6は陽極であって、Ag(銀)の他、例えばAPC(銀、パラジウム、銀の合金)、ARA(銀、ルビジウム、金の合金)、MoCr(モリブデンとクロムの合金)、NiCr(ニッケルとクロムの合金)、等を用いて形成することができる。有機EL素子11a~11cをトップエミッション型とする場合は、光反射性材料を用いることが好適である。

【0035】

バンク7は、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、ノボラック型フェノール樹脂等)からなり、少なくとも表面が撥水性を持つように形成されている。バンク7のパターンとしては、各有機EL素子形成領域(開口部13)を取り囲むように、フォトリソグラフィ法等の方法に基づいて形成されている。バンク7は、全体的にはXY平面またはYZ平面に沿った断面が台形の断面形状を有しているが、前記コンタクトホール5に対応する位置では、バンク材料がシュリンク(収縮)して落ち込んだ形状となる。これにより、コンタクトホール5に対応する位置のバンクには、その上面に窪み部8が形成されている。

40

【0036】

下部電極6表面には、RGBのいずれかの色に対応する発光層9が形成される。発光層9は所定の有機材料を含むように構成されているが、その材料には公知材料が利用できる

50

。たとえば特開平5 - 1 6 3 4 8 8号公報に記載のオキシノイド化合物、ペリレン化合物、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、アンストラセン化合物、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 - ビ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、オキシニ金属錯体、希土類錯体等の蛍光物質等を挙げることができる。

10

【0037】

なお、パネル100では、バンク7の窪み部8に上記発光層9の材料と同一のインクを吐出し、その溶媒を蒸発乾燥してなる有機層12が形成されている。この有機層12はパネル100完成後に機能する構成要素ではないが、詳細を後述するように、インクジェット方式によるウェットプロセスにおいて、開口部13とともに窪み部8にもインクを吐出することで、発光層9と同時に形成されたものである。

【0038】

20

上部電極10は陰極であって、例えばITO、IZO（酸化インジウム亜鉛）等で構成される。有機EL素子をトップエミッション型にする場合は、光透過性材料を用いることが好適である。

なお、当図には図示しないが、上部電極10の上には公知の封止層が設けられる。封止層は、例えばSiN（窒化シリコン）、SiON（酸化窒化シリコン）等の材料で形成され、発光層9が水分や空気等に触れて劣化するのを抑制する。当該封止層も、有機EL素子をトップエミッション型にする場合は、光透過性材料で構成する。

【0039】

以上の構成を有する有機EL表示パネル100では、各有機EL素子11a~11cの構成要素である発光層9が、窪み部8中の有機層12とともに、インクジェット方式による同一の工程で有機材料及び溶媒を含むインクを塗布し、溶媒成分を蒸発・乾燥させて形成されている。開口部13及び窪み部8の両方からインク中の溶媒を蒸発させることで、特に開口部13の列（Y）方向に沿った両端部付近における溶媒の拡散自由度が従来よりも低減され、溶媒の蒸発濃度の均一化が図られる。この効果により、各有機EL素子11a~11cの発光層9は高度に均一な膜厚で形成され、筋ムラや面ムラ等、各種発光ムラの発生が抑制されている。その結果、有機EL素子11a~11cを複数にわたり配設してなる有機EL表示パネル100では、従来に比べて良好な画像表示性能を発揮させることが可能となっている。

30

【0040】

なお、実施の形態1では、窪み部8に前記インクを塗布することで、製造工程で用いるインクジェットヘッドのノズルの目詰まりを防止する効果も奏される。以下、この効果も含め、本発明の有機EL表示パネルの製造方法を例示する。

40

（有機EL表示パネル100の製造方法）

ここでは、先に有機EL表示パネル100の全体的な製造方法を例示する。その後、製造方法中のウェットプロセスについて詳細を説明する。

【0041】

まず、基板1を準備し、スパッタ成膜装置のチャンパー内に載置する。そしてチャンパー内に所定のスパッタガスを導入し、反応性スパッタ法に基づき、TFT層2及び給電電極3を形成する（図4（a））。

その後、フォトリソ法に基づき、TFT層2及び給電電極3の上に絶縁性に優れる

50

公知の有機材料を用いて、厚み約4 μm の平坦化膜4を形成する(図4(b))。このとき、後に平坦化膜4の上に形成する下部電極6と給電電極3とを電気接続するためのコンタクトホール5を、列(Y)方向で隣接する各開口部13の間の位置に合わせて形成する。所望のパターンマスクを用いたフォトリソ法を実施することで、平坦化膜4とコンタクトホール5を同時に形成することができる。なお、当然ながらコンタクトホール5の形成方法はこれに限定されない。例えば、一様に平坦化膜4を形成した後、所定の位置の平坦化膜4を除去して、コンタクトホール5を形成することもできる。

【0042】

続いて、平坦化膜4の上に、真空蒸着法またはスパッタ法に基づき、厚み50nm程度の金属材料からなる下部電極6を、前記給電電極3と電気接続させつつ、所望のパターン(例えば各有機EL素子形成領域毎)に形成する(図4(c))。

次に、ホール注入層4を反応性スパッタ法で成膜する。具体的には、モリブデンやタングステン等の金属材料をスパッタ源(ターゲット)として用い、スパッタガスとしてアルゴンガス、反応性ガスとして酸素ガスをそれぞれチャンパー内に導入する。これにより、モリブデンやタングステンの酸化物からなるホール注入層4が形成される。

【0043】

次に、バンク材料として、例えば感光性のレジスト材料、もしくはフッ素系やアクリル系材料を含有するレジスト材料を用意し、フォトリソ法に基づいてバンク7及び窪み部8を形成する。すなわち、バンク材料を下部電極6上に一様に塗布し、その上にフォトリソを重ねて塗布する。この上に、形成するバンク7のパターンに合わせたマスクを重ねる。このマスクとしては、公知のハーフトーンマスクが利用できる。続いてマスクの上から感光させ、レジストパターンを形成する。その後は、余分なバンク材料及び未硬化のフォトリソを水系もしくは非水系エッチング液(剥離剤)で洗い出す。これにより、バンク材料のパターニングが完了する。その後、パターニングされたバンク材料の上のフォトリソ(レジスト残渣)を純水で洗浄して除去する。以上で有機EL素子形成領域に開口部13、列(Y)方向で隣接する開口部13の間の上面に窪み部8を有する、表面が少なくとも撥水性のバンク7が完成する(図4(d))。本実施の形態1のように、コンタクトホール5を形成する場合、通常はバンク材料がコンタクトホール5の内部にシユリンクするため、窪み部8が自然に形成される。このため、別途窪み部8を形成するための工程が不要であり、生産コスト及び製造効率上において有利である。

【0044】

なお、図2の拡大断面図に示すように、窪み部8の深さD1はバンク7の高さHよりも深くすることが好適である。こうすることで、後に窪み部8に吐出するインクの量を豊富にでき、比較的長時間にわたり、インク中の溶媒の蒸発濃度の均一化を図ることができる。

一方、図3の拡大断面図に示すように、窪み部8の深さD2をバンク7の高さHと同一、または精度誤差を考慮して、高さHの95%以内の高さとすることもできる。このように深さD2の深さを比較的浅くすると、図2の構成とは反対に、窪み部8中の溶媒の蒸発時間を短くすることが可能である。

【0045】

もちろん、窪み部8の深さはバンク7の高さよりもさらに浅くすることが可能である。いずれの深さで窪み部8を形成する場合も、公知の材料の中からバンク材料を適宜選択する等の方法で深さの設定が可能である。

なお、バンク7の形成工程では、さらに、開口部13に塗布するインクに対するバンク7の接触角を調節したり、少なくとも表面に撥水性を付与するために、バンク7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、プラズマ処理を施してもよい。

【0046】

次に、発光層材料である有機材料と溶媒を所定比率で混合し、インクを調整する。このインクを、後述するインクジェット装置システム1000のインクジェットヘッド30に

10

20

30

40

50

供給する。公知のインクジェット方式によるウェットプロセスに基づき、各々の開口部 13 及び窪み部 8 に塗布する（図 8（e））。

ここで図 11 は、前記ウェットプロセスにより基板側に前記インクを塗布した直後の様子を示す部分斜視図である。当図では基板上において、行列（XY）方向に二次元的に開口部 13 をなすとともに、列（Y）方向に隣接する開口部 13 の間に窪み部 8 を設けるようにバンク 7 を形成した後、各開口部 13 及び各窪み部 8 にインクを滴下して塗布し、インク溜まり 9x、12x を形成した様子を示す。各インク溜まり 9x、12x は、いずれも高速で各開口部 13 及び各窪み部 8 に複数のインクの液滴を滴下し、その液滴の総和で形成されている。このようなインク溜まり 9x、12x の溶媒を蒸発させて乾燥させると発光層 9 及び有機層 12 が形成される（図 8（f））。

10

【0047】

次に、発光層 9 の表面に、ITO、IZO 等の材料を用い、真空蒸着法で成膜する。これにより上部電極 10 が形成される（図 8（g））。

なお、上部電極 10 の表面には、SiN（窒化シリコン）、SiON（酸化窒化シリコン）等の材料を真空蒸着法で成膜することで、封止層を形成する。

以上の工程を経ることにより全ての有機 EL 素子 11a ~ 11c が形成され、有機 EL 表示パネル 100 が完成する。

【0048】

（インクジェット装置システム 1000）

次に、前記ウェットプロセスで使用するインクジェット装置システム 1000 について説明する。

20

図 5 は、インクジェット装置システム（以下、「システム」と称する。）1000 の主要構成を示す図である。図 6 は、システム 1000 の機能ブロック図である。

【0049】

図 3 に示すように、システム 1000 は、インクジェットテーブル 20、インクジェットヘッド 30、制御装置（PC）15 等で構成される。

制御装置 15 は、CPU 150、記憶手段 151（HDD 等の大容量記憶手段を含む）、表示手段（ディスプレイ）153、入力手段 152 で構成される。当該制御装置 15 は、具体的にはパーソナルコンピュータ（PC）を用いることができる。記憶手段 151 には、制御装置 15 に接続されたインクジェットテーブル 20 を駆動するための各制御プログラムが格納されている。システム 1000 の駆動時には、CPU 150 が入力手段 152 を通じてオペレータにより入力された指示と、前記記憶手段 151 に格納された各制御プログラムに基づいて所定の制御を行う。

30

【0050】

なお、ここには示さないが、当該システム 1000 にはインクジェットヘッド 30 のインクの液滴を確認するための公知の液滴観察装置が CPU 150 に制御可能に接続されることもある。

（インクジェットテーブル 20）

インクジェットテーブル 20 は、いわゆるガントリー式の作業テーブルであって、基台のテーブルの上をガントリー部（移動架台）が一对のガイドシャフトに沿って移動可能に配されている。

40

【0051】

具体的構成として、板状の基台 200 には、その上面の四隅に柱状のスタンド 201A、201B、202A、202B が配設されている。これらのスタンド 201A、201B、202A、202B に囲まれた内側領域には、バンク 7 及び窪み部 8 を形成した基板（塗布対象基板）を載置するための固定ステージ ST と、塗布直前にインクを吐出させて安定化するために用いるインクパン（皿状容器）60 がそれぞれ配設されている。

【0052】

また基台 200 には、その長手（Y）方向に沿った一对の両側部に沿って、ガイドシャフト 203A、203B が前記スタンド 201A、201B、202A、202B により

50

平行に軸支されている。各々のガイドシャフト 203A、203Bにはリニアモーター 204、205が挿通され、当該リニアモーター 204、205に基台 20を横断するようにガントリー部 210が搭載されている。この構成により、システム 1000の駆動時には、一对のリニアモーター 204、205が駆動されることで、ガントリー部 210がガイドシャフト 203A、203Bの長手方向に沿って、スライド自在に往復運動する。

【0053】

ガントリー部 210には、L字型の台座からなる移動体（キャリッジ）220が配設される。移動体 220にはサーボモーター（移動体モーター）221が配設され、各モーターの軸の先端に不図示のギヤが配されている。ギヤはガントリー部 210の長手方向（X方向）に沿って形成されたガイド溝 211に嵌合される。ガイド溝 211の内部にはそれぞれ長手方向に沿って微細なラックが形成され、前記ギヤは当該ラックと噛合しているため、サーボモーター 221が駆動すると、移動体 220はいわゆるピニオンラック機構によって、X方向に沿って往復自在に精密に移動する。移動体 220にはインクジェットヘッド 30が装備される。

10

【0054】

なお、図 6 に示すようにリニアモーター 204、205、サーボモーター 221は、機能ブロックとして表わすと、それぞれ直接駆動を制御するための制御部 206に接続され、当該制御部 206は制御装置 15内の CPU 150に接続される。システム 1000の駆動時には、制御プログラムを読み込んだ CPU 150により、制御部 206を介してリニアモーター 204、205、サーボモーター 221の各駆動が制御される。

20

【0055】

また、リニアモーター 204、205、サーボモーター 221はそれぞれガントリー部 210、移動体 220の移動手段の例示にすぎず、これらの利用は必須ではない。例えばタイミングベルト機構やボールネジ機構を利用してガントリー部または移動体の少なくともいずれかを移動させてもよい。

（インクジェットヘッド 30）

インクジェットヘッド 30は公知のピエゾ方式を採用し、図 5 に示すヘッド部 301及び本体部 302と、図 6 に示す制御部 300で構成されている。本体部 302にはサーボモーター 303が内蔵され、インクジェットヘッド 30は移動体 220に対し、この本体部 302において固定されている。ヘッド部 301は図 5 に示すように直方体の外観形状を有し、その上面中央部付近において本体部 302のサーボモーター 303の軸先端から垂下されている。これにより、当該ヘッド部 301の底面に形成された複数のノズル 3030（図 7 参照）が、サーボモーター 303の軸回転に応じて固定ステージ STと所定の角度で対向する。

30

【0056】

図 7 はヘッド部 301の内構成を示す断面図である。図 7（a）は長手方向に沿った断面を示し、図 7（b）は（a）の A - A' 矢視断面（短手方向断面）を示す。当図では、ヘッド部 301において隣接して形成された 5つのインク吐出機構部を部分的に示す（液室 3020a ~ 3020e、ノズル 3030a ~ 3030e、圧電素子 3010a ~ 3010e 等）。

40

【0057】

当図に示すように、ヘッド部 301には長手方向に沿って、インクを吐出するためのインク吐出機構部が一定間隔毎に複数個（一例として 128 個）にわたり一列に形成されている。

各々のインク吐出機構部は、液室 3020及びノズル 3030が一体的に形成されたフレーム部 3050に対し、前記液室 3020を覆うように振動板 3040が配設され、その上に圧電素子 3010が積層されてなる。個々の圧電素子 3010への電圧印加によって、インク吐出機構部はそれぞれ独立に駆動される。

【0058】

フレーム部 3050は、例えば SUS 等の金属材料やセラミック材料で構成され、機械

50

加工やエッチング、あるいは放電加工を施すことにより、内部に複数の液室 3020 及びノズル 3030 がそれぞれ形成されている。

液室 3020 は吐出される直前のインクを貯留する空間であって、圧電素子 3010 の駆動により可逆的に体積が縮小・復元する。隣接する液室 3020 同士は図 7 (b) のように隔壁 3040 で区画されている。各々の液室 3020 の後部はインク流路 3060 と連通している。このインク流路 3060 には、ヘッド部 301 の外部に延出された輸液チューブ L1 (図 5 参照) が接続されている。システム 1000 の駆動時にはこの輸液チューブ L1 を通じ、不図示のインクタンクからポンプの駆動圧力によりインク流路 3060 へインクが供給される。これにより液室 3020 はインクで密に満たされる。

【0059】

10

ノズル 3030 はフレーム部 3050 の底面において、液室 3020 と連通するように一定のピッチで一列に形成されている。ここで、各々のノズル 3030 のピッチは構成的には一定であるが、固定ステージ ST に対するサーボモーター 303 の軸の回転角度を調節することで、塗布対象基板に対するノズルピッチを調節することができる。ここで CPU 150 は、全てのノズル 3030 を開口部 13 または窪み部 8 の上方を通過させるようにサーボモーター 303 を調節することで、不吐出ノズルを設定しないようにする。

【0060】

なお、ノズル 3030 の配列は上記した 1 列に限定されず、複数列や、複数列で且つ千鳥状にノズル 3030 を形成することもできる。

また、インク流路 3060 も一つに限定されず、ヘッド部 301 の内部で複数にわたり形成してもよい。この場合、幾つかのインク吐出機構部をグループごとに分け、当該グループごとに別経路でインクを分けて供給する (例えば色や成分が異なるインクを供給する) ようにしてもよい。

20

【0061】

振動板 3040 は、ステンレスやニッケルからなる薄板であり、上に積層された圧電素子とともに変形可能に配設されている。

圧電素子 3010 は公知の piezo 素子であって、例えばチタン酸ジルコン酸鉛等からなる板状の圧電体を一对の電極で挟設した積層体の構成を持つ。一对の電極への通電は、図 6 に示すように制御部 300 を介して CPU 150 に管理され、記憶手段 151 に格納された所定の制御プログラムに基づき、間欠的にインクが吐出される。具体的には前記一对の電極に対し、数百 Hz の駆動周波数で数百 μ s 幅の矩形パルス電圧が印加される。この各々の矩形パルス電圧の立ち上がり時に合わせて圧電素子 3010 が変形し、これに伴って振動板 3040 は液室 3020 の体積が減少または復元するように変形する。この体積減少時にインクがノズル 3030 から吐出される。なお、前記パルス電圧の波形は矩形に限定されず、ステップ状や一部曲線状を持つ形でもよい。

30

【0062】

駆動時には、CPU 150 が所定の制御プログラムを記憶手段 151 から読み出し、制御部 300 に対して各圧電素子 3010 にいずれのパルス電圧値または駆動周波数で電圧印加を行うかを指示する。通常の初期設定では、各ノズル 3030 は、例えば液滴速度 (液滴が塗布対象面に到達するまでの速度) が揃うように設定される。

40

さらに CPU 150 は、塗布対象基板が開口部 13 または窪み部 8 のそれぞれに対応して、ノズル 3030 より吐出するインクの量 (吐出体積) を調節する。通常、塗布対象基板上の開口部 13 の体積は、窪み部 8 への体積よりも大きい。従って開口部 13 への吐出体積は、窪み部 8 への吐出体積よりも多く設定する。

【0063】

従って、CPU 150 が行う各ノズル 3030 の吐出体積の調節方法としては、第一の方法として、各ノズル 3030 の一回の吐出体積 (一液滴の体積) をそれぞれ均一に設定した上で、パルス電圧の駆動周波数を調節することにより、開口部 13 への吐出回数を、窪み部 8 への吐出回数よりも多くなるように設定することができる。また、パルス電圧の駆動周波数を一定にし、塗布対象基板に対するインクジェットヘッド 30 の相対移動速度

50

を開口部 13 上では遅く、窪み部 8 上では速くなるように調節することで、開口部 13 または窪み部 8 へのインクの吐出回数を調節することも可能である。

【 0 0 6 4 】

或いは第二の方法として、開口部 13 または窪み部 8 への吐出回数を同一に設定した上で、パルス電圧値を調節することにより、各ノズル 3030 の一回の吐出体積（一液滴の体積）を、開口部 13 については多く、窪み部 8 については少なくなるように、それぞれ調節することも可能である。

また、当然ながら、上記第一の方法（吐出回数制御）及び第二の方法（液滴体積制御）を組み合わせることで吐出体積の調整を行うこともできる。

【 0 0 6 5 】

このような開口部 13 と窪み部 8 へのインクの各吐出体積の調節を行うことで、窪み部 8 に塗布するインクがあふれ出て開口部 13 側に流れ込む問題を防ぐことができるほか、無駄なインクの使用を避け、コストアップを防止する効果も期待できる。

（システム動作について）

以上の構成を有するシステム 1000 を用い、インクジェット方式によるウェットプロセスを行う場合、まずオペレータは、入力手段 152 を操作し、塗布対象基板に対し、行（X）方向または列（Y）方向のいずれの方向に沿ってインクジェットヘッド 30 を走査して塗布を実行するかを設定する。ここでは、まず行（X）方向に沿って塗布を行う（いわゆる横打ちを行う）場合を説明する。オペレータからの入力情報に基づき、CPU 150 は制御部 300 を介し、サーボモーター 303 を一定角度に回転駆動させて、固定ステージ ST に対するヘッド部 301 の角度を設定する。ここで図 9 は、横打ちを実施する際のインクジェットヘッド 30 と塗布対象基板との配置関係を示す図である。この図 9 の例では、ヘッド部 301 の長手方向を Y 方向に対して若干傾斜させることで、ノズル 3030 の塗布ピッチを狭く調節し、全てのノズル 3030 が開口部 13 または窪み部 8 の上方を通過するように（言い換えると、不吐出ノズルを設定しないように）調整し、開口部 13 または窪み部 8 へ確実にインクの塗布を行う。塗布対象基板に対するインクジェットヘッド 30 の角度調整は、当該基板の規格やサイズに合わせて適宜行う。

【 0 0 6 6 】

なお、インクジェットヘッド 30 の角度調整はインクを実際に塗布する前のいずれかのタイミングに行えばよい。

続いてオペレータは、インクタンクに組成を調整したインクを貯留させ、ポンプを起動させる。これにより輸液チューブ L1 を通してインクをヘッド部 301 内の液室 3020 に密に充填させる。

【 0 0 6 7 】

次にオペレータは制御装置 15 を操作し、ヘッド部 301 をインクパン 60 の上に移動させる。この状態で CPU 150 は制御部 300 を介し、各圧電素子 3010 に電圧印加し、全ノズル 3030 からインクパン 60 にインクを吐出させる。

なお、システム 1000 において液滴観察装置を用いる場合は、このときノズル 3030 から吐出されるインクの状態を CCD カメラで撮影し、CPU 150 によりリアルタイムで表示手段 153 に表示することができる。オペレータは表示手段 153 で全てのノズルから正しくインクが吐出されているかを確認し、インクの吐出が安定化するまで吐出を継続させるように CPU 150 に指示する。

【 0 0 6 8 】

次に CPU 150 は、記憶手段 151 に格納された前記制御プログラムに基づき、全ノズル 3030 から吐出されるインクの液滴速度が一定になるように、各ノズル 3030 の印加電圧値を予め定められた電圧（初期電圧）にそれぞれ初期設定する。設定が完了すると、CPU 150 は図 9 のように、パルス電圧を印加して間欠的にインクを吐出させながら、インクジェットヘッド 30（図中ではヘッド部 301）を行（X）方向に走査し、各開口部 13 及び各窪み部 8 へ各所定量のインクを塗布する。

【 0 0 6 9 】

10

20

30

40

50

ここで、行(X)方向に沿った各々の開口部13への塗布は、いずれかのグループa1、a2、・・・に属する、隣接する複数のノズル3030によって行う。この場合、各グループ間のノズル3030(b1、b2、・・・)は開口部13への塗布には用いないが、実施の形態1では、行(X)方向に沿った各ラインL1、L2、・・・上に配列されている各窪み部8への塗布にノズル3030(b1、b2、・・・)を用いる点に特徴がある。このように、インクジェットヘッド30における全てのノズル3030を開口部13又は窪み部8への塗布に用い、不吐出に設定するノズルを無くすことで、ノズル3030の目詰まりの防止を期待できる。

【0070】

次に、インクジェットヘッド30を列(Y)方向に沿って走査させてインクを塗布する(いわゆる縦打ちを行う)場合を説明する。図10は、縦打ちを実施する際のインクジェットヘッド30と基板との配置関係を示す図である。縦打ちの場合、インクジェットヘッド30の角度を調整することにより、全てのノズル3030の位置がそれぞれ隣接する行(X)方向に沿ったラインL1、L2、・・・上に配列されている各開口部13の位置と漏れなく対応する。そして、各ノズル3030は列(Y)方向に走査されることで、開口部13及び窪み部8の両方に交互に複数のインク液滴を滴下する。

【0071】

この縦打ちの場合、列(Y)方向に沿って、ノズル3030から間欠的にインクを吐出するが、各開口部13の間の窪み部8にもインクを吐出するため、従来に比べて各ノズル3030のインクの吐出を停止させる時間が短い。従って、この場合も各ノズル3030のインクが目詰まりを効果的に防止することができる。

上記のようにインクを塗布した後、図11に示す各開口部13及び各窪み部8中のインク溜まり9x、12xは、乾燥雰囲気中に載置されて溶媒を蒸発乾燥される。このとき、列(Y)方向で隣接する開口部13では、窪み部8中に存在するインク溜まり12xの溶媒が蒸発することによって、各開口部13の中央領域から列(Y)方向両端部付近にかけ、比較的均一な溶媒の蒸発濃度の雰囲気が形成されて乾燥が進む。このため図19に示した従来の不均一な溶媒の蒸発濃度下で乾燥が進む問題を防止し、特に開口部13の列(Y)方向両端部付近における膜厚が盛り上がるのを抑制することで、全体として膜厚が均一に調整された発光層9を得ることができる。

【0072】

なお、行(X)方向に沿った溶媒の乾燥については、もともと隣接する開口部13同士が列(Y)方向に比べて近接しているため、乾燥によって形成される膜厚のばらつきが生じる問題は小さいものの、上記のように溶媒の蒸発濃度の均一化を図ることで、より均一な膜厚の調整が図れることを期待できる。

次にインクの吐出量について例示する。図3のように、バンク7の高さHを1 μ m程度とし、窪み部8の底面の直径を約20 μ m、窪み部8の深さD2を1 μ m程度にそれぞれ設定する場合、窪み部8へのインク量はその頂部が底面から高さ15 μ m程度に盛り上がる程度に調整する。この場合、インク中の溶媒が完全に乾燥し、インクの体積がシュリンクすることによって、およそ50~100nm程度の膜厚の有機層12が形成される。ここで、窪み部8の形に追随させてインクをシュリンクさせるには、アクリル樹脂成分を含むインクを用いると好適であることが分かっている。

【0073】

以上のように、実施の形態1では、バンク7の上面に形成された窪み部8に発光層9の材料と同一のインクを滴下することで、均一な膜厚の発光層9を形成し、良好な画像表示性能を発揮できる有機EL表示パネル100が得られる。また、この効果に加え、インクジェットヘッド30におけるノズル3030の目詰まりを防止し、良好な生産効率で前記有機EL表示パネルを製造することが可能になっている。

【0074】

また、実施の形態1では、コンタクトホール5の位置に対応して形成される既存の構成である、バンク7の上面の窪み(窪み部8)を利用し、これをノズル3030のダミー打

10

20

30

40

50

ち用の構造物として活用する。従って、バンク 7 上に別途、ダミー打ちを行うための窪み部や凹部、孔等を設ける必要がないため、比較的低コストで実現が可能であり、良好な実現性を有するものである。

【 0 0 7 5 】

次に、本発明の別の実施の形態について、実施の形態 1 との差異を中心に説明する。

< 実施の形態 2 >

図 1 2 は、実施の形態 2 における有機 E L 表示パネル 1 0 0 A の構成を示す模式的な断面図である。

有機 E L 表示パネル 1 0 0 A では、発光層 9 の下に、キャリアを良好に発光層 9 側に輸送して発光効率を高めるための電荷輸送層 9 a を配設する。この電荷輸送層 9 a も、発光層 9 と同様にウェットプロセスで形成されたものである。すなわち電荷輸送層 9 a は、所定の有機材料（例えばバリウム、フタロシアニン、フッ化リチウム、或いはこれらのいずれかの組み合わせ）と溶媒を含むインクを滴下し、列（Y）方向に沿った溶媒蒸気濃度を均一に調整することで、良好な均一性を有する膜厚で構成されたものである。この電荷輸送層 9 a を形成した後、その上に実施の形態 1 と同じ要領で発光層 9 が形成されている。

【 0 0 7 6 】

この有機 E L 表示パネル 1 0 0 A の製造工程は基本的に有機 E L 表示パネル 1 0 0 と同じであるが、電荷輸送層 9 a 及び発光層 9 の各形成工程において、インクジェット方式による所定のウェットプロセスを実施し、開口部 1 3 及び窪み部 8 に所定のインクを塗布した後、インクの溶媒を蒸発乾燥させて各層を得ている。

ここで図 1 3 は、発光層 9 についてのウェットプロセスを実施した直後のパネルの様子を示す斜視図である。この例でも実施の形態 1 と同様の原理により、列（Y）方向に沿った各開口部 1 3 において、インク乾燥時における溶媒の蒸気濃度の均一化が図られ、膜厚の均一な電荷輸送層 9 a 及び発光層 9 が形成される。このため、有機 E L 表示パネル 1 0 0 A 全体では発光ムラの少ない有機 E L 素子 1 1 a ~ 1 1 c を用いることで、優れた画像表示性能が発揮される。また、インクジェットヘッド 3 0 におけるノズル 3 0 3 0 の目詰まりも、実施の形態 1 と同様に良好に防止され、生産効率の維持向上を期待することができる。

< 実施の形態 3 >

図 1 4 は、実施の形態 3 における有機 E L 表示パネル 1 0 0 B の構成を示す模式的な断面図である。

【 0 0 7 7 】

この有機 E L 表示パネル 1 0 0 B では、コンタクトホール 5 を形成しないので、バンク 7 の窪み部 8 はバンク 7 の形状のみを調整して構成される。ここでは図 1 5 に示すように、窪み部 8 の深さ D 3 は、バンク 7 の高さ H と同等に調整されているが、深さ D 3 は高さ H に対して浅く、或いは深くなるように設定することもできる。

このような構成においても、発光層 9 の形成工程におけるインクジェット方式によるウェットプロセスにおいて、開口部 1 3 及び窪み部 8 に同じインクを滴下することで、インクの乾燥時における溶媒の蒸気濃度の均一化が図られ、均一な膜厚の発光層 9 を形成できる。

【 0 0 7 8 】

また、窪み部 8 にもインクをダミー打ちすることで、インクジェットヘッド 3 0 からインクが吐出されないノズル 3 0 3 0 が生じるのを避けられるため、ノズル 3 0 3 0 の目詰まりを防止し、良好な生産効率を期待することもできる。

このように本発明は、コンタクトホール 5 を利用しない（もしくはコンタクトホール 5 を形成しない）構成の有機 E L 表示パネル 1 0 0 B においても、バンク 7 の上面に窪み部 8 を形成することで適用が可能である。

【 0 0 7 9 】

次に、有機 E L 表示パネル 1 0 0 B の製造工程を順次説明する。

まず、実施の形態 1 と同様の要領で基板 1 の表面に T F T 層 2 を形成し（図 1 6（a）

10

20

30

40

50

)、その表面に一樣に平坦化膜 4 を形成する (図 16 (b))。さらに、平坦化膜 4 の表面に沿って、所定のパターンで下部電極 6 を構成する (図 16 (c))。

次に、フォトリソ法に基づき、開口部 13 及び窪み部 8 を設けるように、バンク 7 を形成する。本実施の形態 3 では、窪み部 8 をバンク 7 のパターンングだけで形成する。従って、ハーフトーンマスク等を用い、列 (Y) 方向で隣接する開口部 13 の間のバンク 7 の上面に窪み部 8 を形成する (図 16 (d))。このように、窪み部 8 は、実際にはコンタクトホール 5 を利用しなくてもハーフトーンマスク等の利用によって比較的簡単に形成できるため、実施の形態 3 は実施の形態 1 に比べても遜色のない良好な実現性を有している。

【0080】

続いて、実施の形態 1 と同様に、システム 1000 を用い、ウェットプロセスで各開口部 13 及び各窪み部 8 にインクを滴下する (図 17 (e))。図 18 は、開口部 13 及び窪み部 8 にインク溜まり 9x、12x が形成された様子を示す、パネルの部分斜視図である。前記インクを乾燥させる際には、実施の形態 1 または 2 と同様に、列 (Y) 方向で隣接する開口部 13 の間の窪み部 8 において溶媒が蒸発することで、溶媒の蒸気濃度の均一化を図り、均一な膜厚の発光層 9 を形成することができる (図 17 (f))。

【0081】

発光層 9 を形成した後は、その上に上部電極 10 を形成し (図 17 (g))、図示しない封止層を積層すると、有機 EL 表示パネル 100B が完成する。

なお、実施の形態 3 においても、実施の形態 2 の構成と製造方法に従い、膜厚が均一な電荷輸送層 9a を設け、その上に発光層 9 を設けてもよい。

<その他の事項>

上記実施の形態では、作業テーブルとしてインクジェットテーブル 20 を用いる例を示したが、本発明はこれに限定しない。例えばインクジェットヘッド 30 の各位置を固定し、塗布対象基板を XY テーブルに載置して、前記インクジェットヘッド 30 に対して相対的に塗布対象基板を移動させることにより、インクを塗布することもできる。

【産業上の利用可能性】

【0082】

本発明は、携帯電話用のディスプレイやテレビなどの表示素子、各種光源などに使用される有機 EL 素子及びこれを利用した有機 EL 表示パネルとその製造方法として利用可能である。いずれの用途においても、表示ムラの少ない良好な発光特性または画像表示性能を発揮することのできる有機 EL 素子や有機 EL 表示パネルを期待することが可能である。

【符号の説明】

【0083】

- 1 基板
- 2 TFT 層
- 3 給電電極
- 4 平坦化膜
- 5 コンタクトホール
- 6 下部電極 (陽極)
- 7 バンク
- 8 窪み部
- 9x、12x インク溜まり部
- 9 発光層
- 10 上部電極 (陰極)
- 11a ~ 11c 有機 EL 素子 (サブピクセル)
- 12 発光層材料からなる有機層
- 12a ホール輸送層材料からなる有機層
- 13 開口部 (有機 EL 素子形成領域)

10

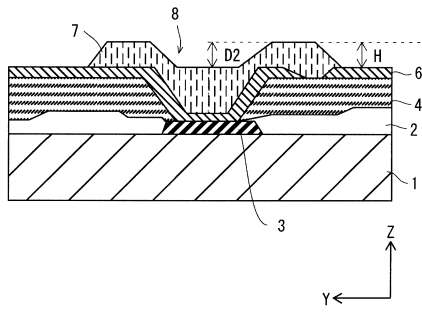
20

30

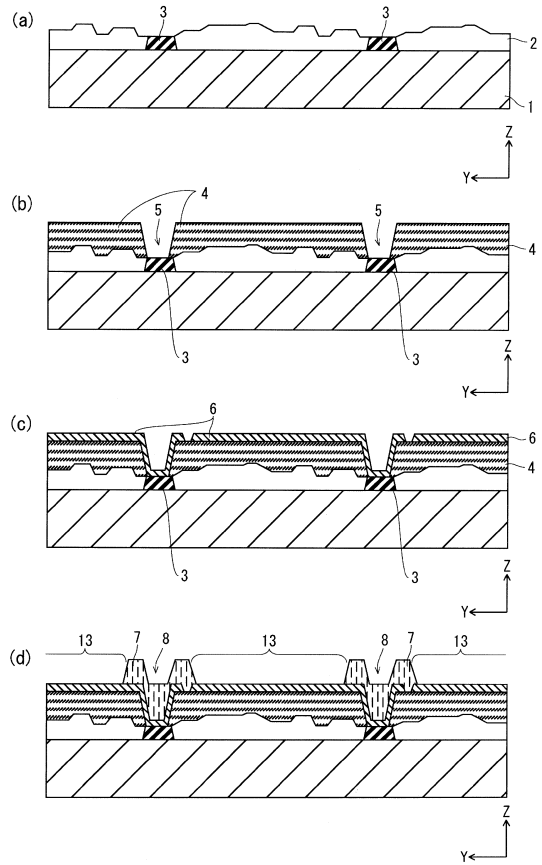
40

50

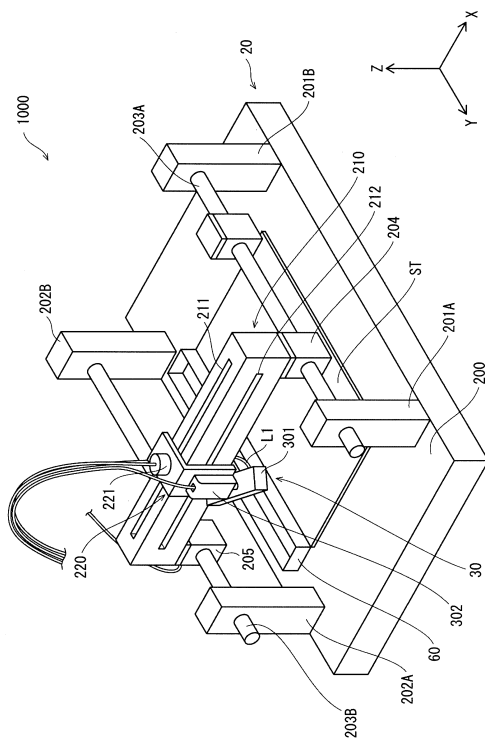
【図3】



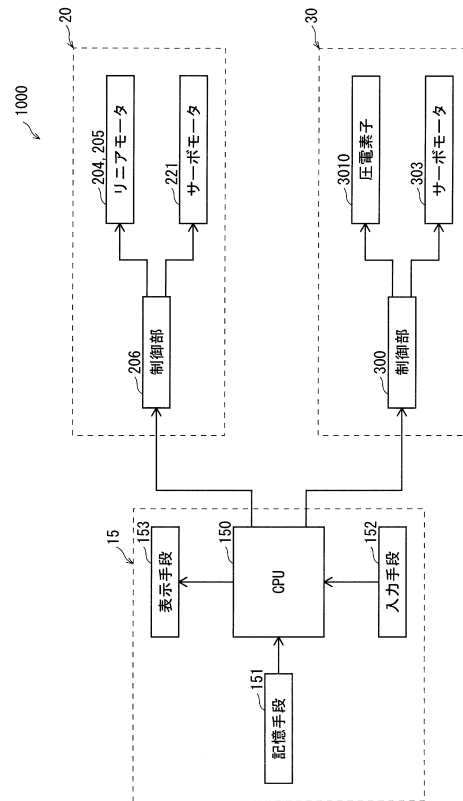
【図4】



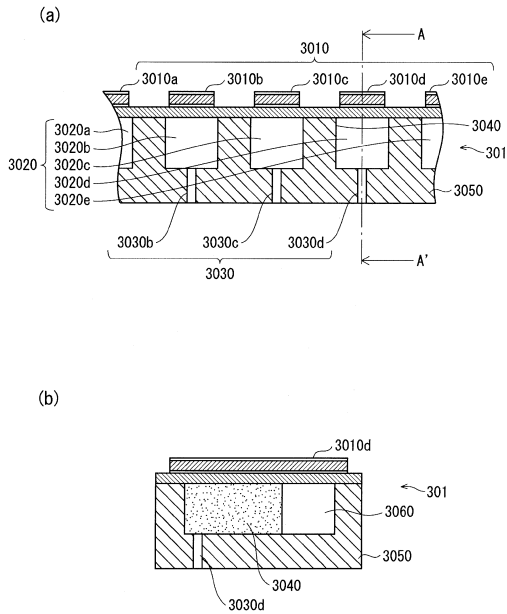
【図5】



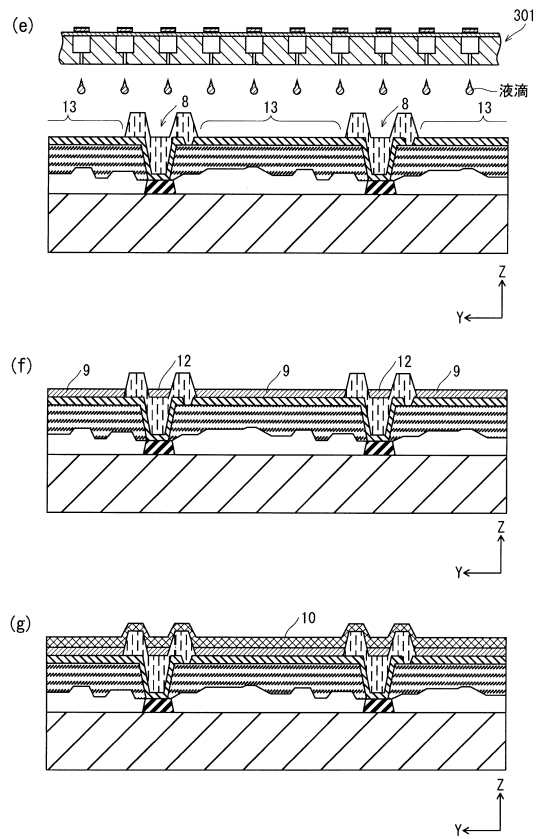
【図6】



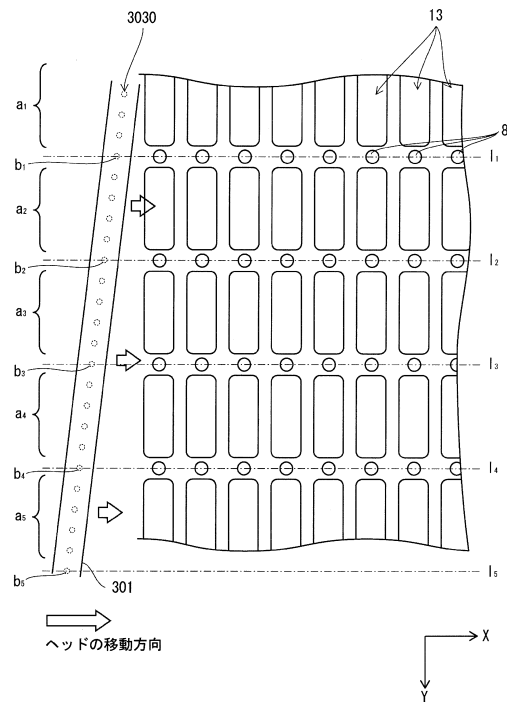
【図7】



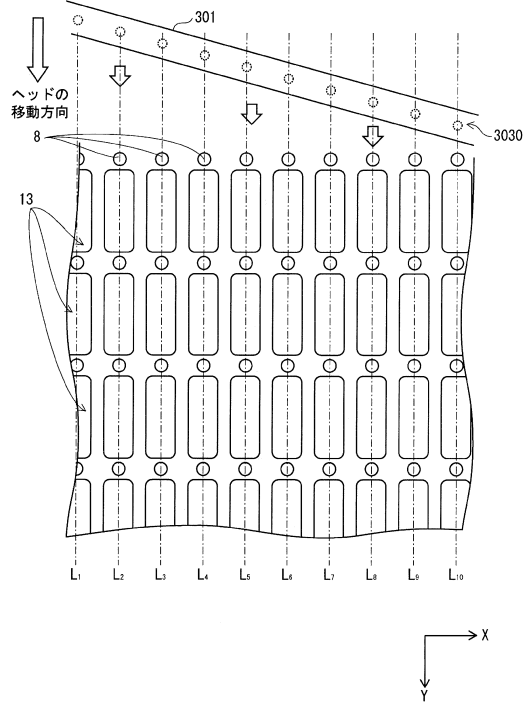
【図8】



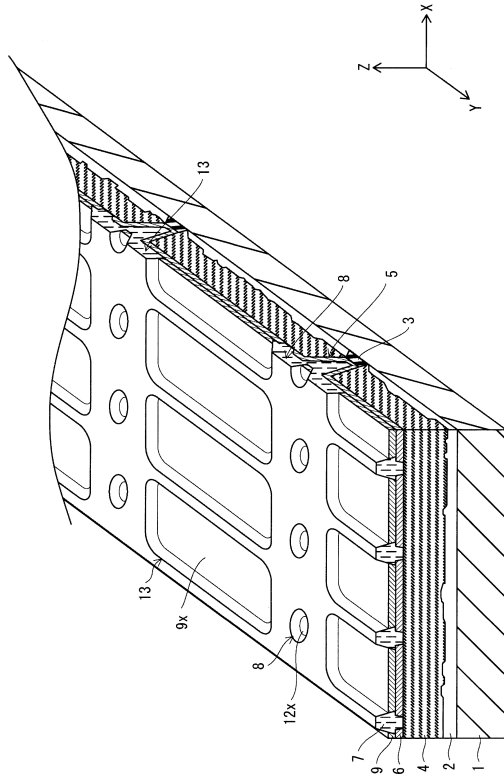
【図9】



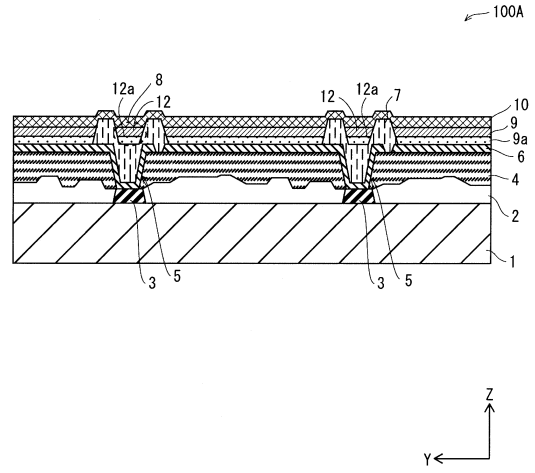
【図10】



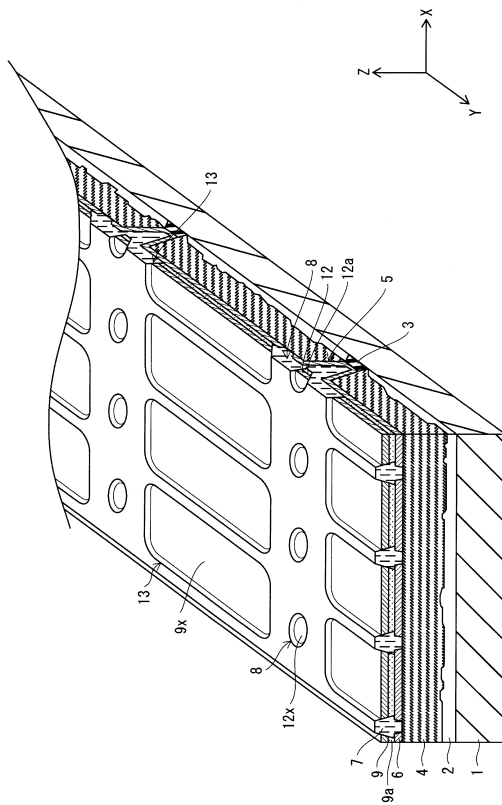
【図 1 1】



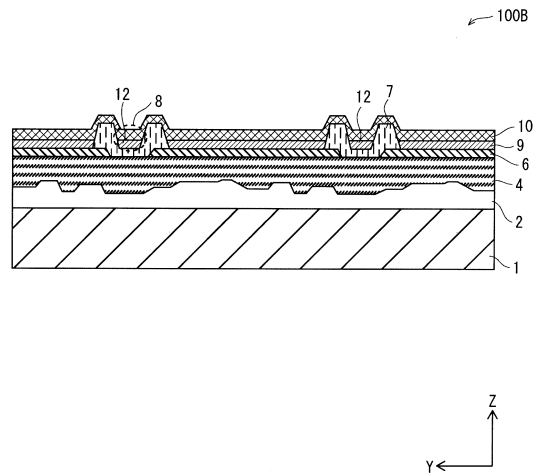
【図 1 2】



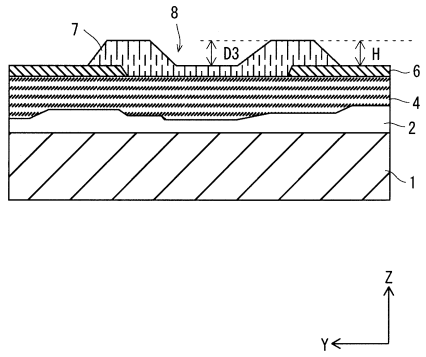
【図 1 3】



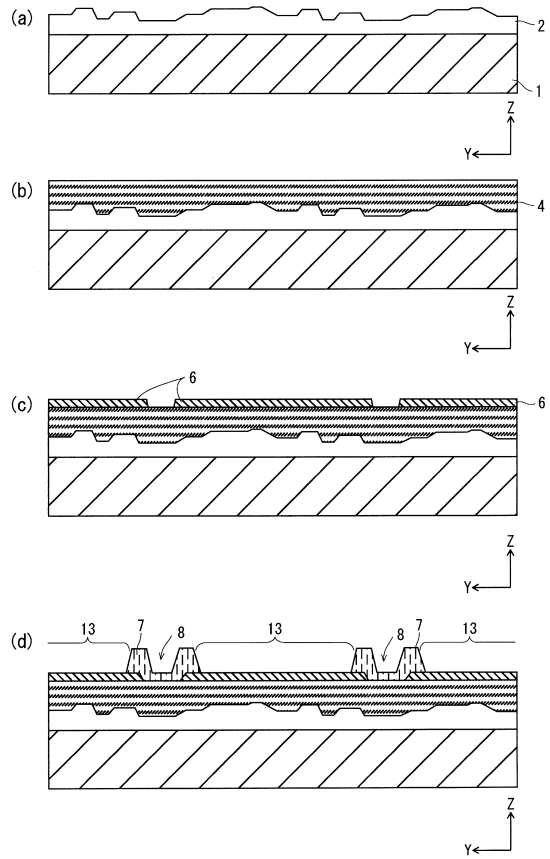
【図 1 4】



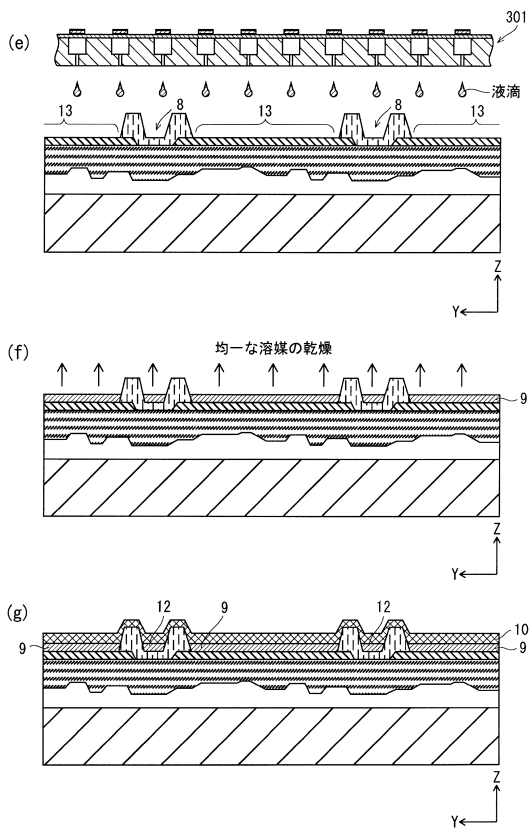
【図15】



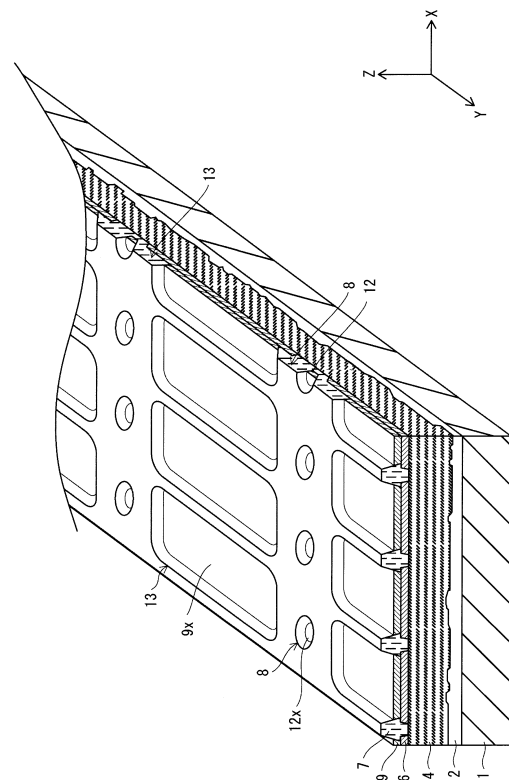
【図16】



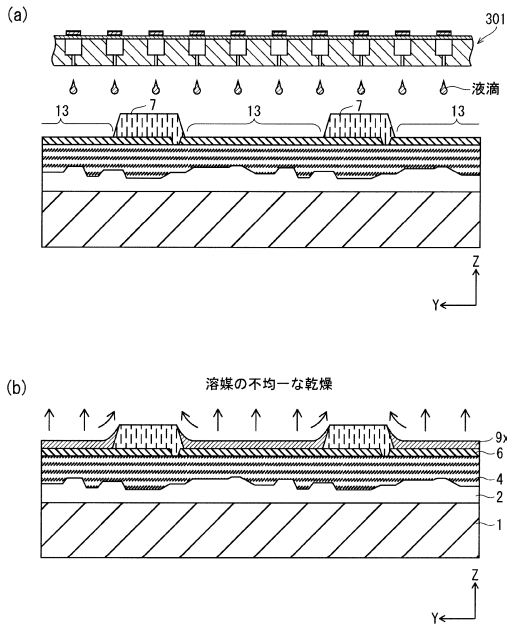
【図17】



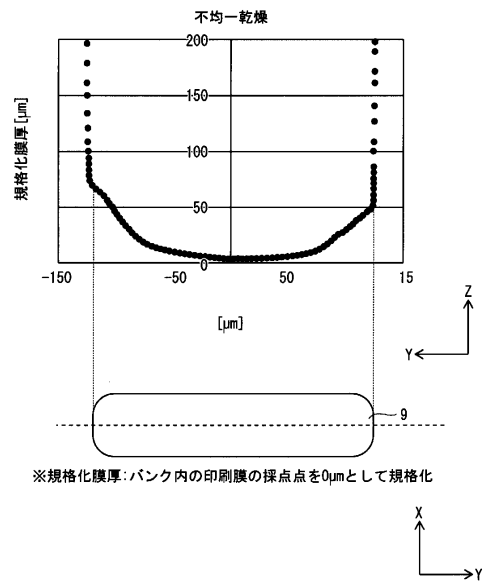
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

G 0 9 F 9/30 (2006.01)

(72)発明者 竹内 孝之

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

審査官 中山 佳美

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 0 7 3 6 0 2 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 3 1 0 9 0 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 0 9 5 2 9 0 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 0 2 6 9 7 0 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 4 5 5 9 9 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 3 3 5 3 5 1 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 1 0 4 8 6 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6

H 0 1 L 2 7 / 3 2

H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8

专利名称(译)	有机EL显示面板及其制造方法		
公开(公告)号	JP5624047B2	公开(公告)日	2014-11-12
申请号	JP2011533451	申请日	2010-06-30
[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		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	竹内孝之		
发明人	竹内 孝之		
IPC分类号	H05B33/10 H01L51/50 H05B33/22 H05B33/12 H01L27/32 G09F9/30		
CPC分类号	H01L51/56 H01L27/3246 H01L51/0005		
FI分类号	H05B33/10 H05B33/14.A H05B33/22.Z H05B33/12.B G09F9/30.365		
代理人(译)	中岛四郎 川端弘治 木村浩一		
审查员(译)	中山 佳美		
其他公开文献	JPWO2012001741A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种有机EL显示面板及其制造方法，该有机EL显示面板能够通过喷墨方法形成具有均匀厚度的层，抑制发光的不均匀性并期望优异的图像显示性能。本发明的另一个目的是提供一种制造有机EL显示板的方法，该方法能够防止喷墨头中的油墨堵塞，并且制造具有良好生产效率的有机EL显示板。具体地，在有机EL显示面板100中，凹陷部分8形成在堤7的上表面上，在行(Y)方向上相邻的开口13之间。在形成发光层9时，墨水基于喷墨系统落入开口13和凹槽8中。在开口13和凹部8中蒸发溶剂，并使有机材料中的溶剂蒸气沿Y方向的浓度相等，并使膜厚均匀。而且，通过向凹槽8喷射墨水，可以防止喷墨喷嘴的堵塞，并且提高了生产效率。

