

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5462257号
(P5462257)

(45) 発行日 平成26年4月2日 (2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日 (2014.1.24)

(51) Int.Cl.	F I
H O 5 B 33/12 (2006.01)	H O 5 B 33/12 B
H O 5 B 33/24 (2006.01)	H O 5 B 33/24
H O 5 B 33/10 (2006.01)	H O 5 B 33/10
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/14 A

請求項の数 25 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2011-517706 (P2011-517706)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成22年8月6日 (2010.8.6)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/004984		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02012/017494	(74) 代理人	100090446
(87) 国際公開日	平成24年2月9日 (2012.2.9)		弁理士 中島 司朗
審査請求日	平成25年1月8日 (2013.1.8)	(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
		(72) 発明者	西山 誠司
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 有機EL表示パネル、表示装置、及び有機EL表示パネルの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

T F T層と、
前記T F T層の上方に設けられた層間絶縁膜と、
前記層間絶縁膜上に形成され、ライン状に配列された複数の第1色用の電極板を含む第1電極板群と、
前記層間絶縁膜上に前記第1電極板群と隣接して形成され、ライン状に配列された複数の第2色用の電極板を含む第2電極板群と、
前記第1電極板群の一方の長辺部分に沿って形成された第1隔壁と、
前記第1電極板群の他方の長辺部分と、前記第2電極板群の一方の長辺部分との間に形成された第2隔壁と、
前記第2電極板群の他方の長辺部分に沿って形成された第3隔壁と、
前記第1隔壁と前記第2隔壁との間において前記第1電極板群の上方に形成された第1有機機能層と、
前記第2隔壁と前記第3隔壁との間において前記第2電極板群の上方に形成された第2有機機能層と、
前記第1有機機能層及び前記第2有機機能層の上方に設けられた対向電極と、
を具備し、
前記層間絶縁膜には、前記第1色用の電極板の各々とT F T層とを接続する第1コンタクトホール、及び、前記第2色用の電極板の各々とT F T層とを接続する第2コンタクト

10

20

ホールが設けられ、

前記第 1 色用の電極板の各々は、前記第 1 コンタクトホールの形状に沿って窪む第 1 窪み部を有し、前記第 2 色用の電極板の各々は、前記第 2 コンタクトホールの形状に沿って窪む第 2 窪み部を有しており、

前記第 1 色用の電極板に対応する第 1 コンタクトホール及び前記第 2 色用の電極板に対応する第 2 コンタクトホールの少なくとも一方は、段階的に狭くなる形状をしており、

前記第 1 コンタクトホールの容積は、前記第 2 コンタクトホールの容積より大きく、

前記第 1 色用の電極板上の領域に対応する前記第 1 有機機能層の体積は、前記第 2 色用の電極板上の領域に対応する前記第 2 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、

10

前記第 1 有機機能層の膜厚は、前記第 1 コンタクトホールに対応する第 1 窪み部に入り込む前記第 1 有機機能層の量が前記第 2 コンタクトホールに対応する第 2 窪み部に入り込む前記第 2 有機機能層の量より多いことにより、前記第 1 窪み部以外の前記第 1 色用の電極板上の領域において、前記第 2 窪み部以外の前記第 2 色用の電極板上の領域に形成された前記第 2 有機機能層の膜厚より薄い、
有機 E L 表示パネル。

【請求項 2】

前記第 1 色用の電極板に対応する第 1 コンタクトホールの上面積と前記第 2 色用の電極板に対応する第 2 コンタクトホールの上面積とは、同一又は同一の近傍値の範囲内である、

20

請求項 1 に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 3】

前記第 1 コンタクトホールおよび前記第 2 コンタクトホールの各コンタクトホールの上面積は、前記層間絶縁膜における前記各コンタクトホールの周縁部のもっとも高い位置から 10 %、又は 10 % の近傍値の範囲内に下がった位置における前記各コンタクトホールの直径で規定される円の面積である、

請求項 2 に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 4】

前記第 1 コンタクトホールに対応する前記第 1 窪み部は、第 1 画素規制層により覆われ、前記第 1 画素規制層の上方に第 1 有機機能層が形成され、

30

前記第 2 コンタクトホールに対応する前記第 2 窪み部は、第 2 画素規制層により覆われ、前記第 2 画素規制層の上方に第 2 有機機能層が形成されている、

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 5】

前記第 1 有機機能層は、インクジェット式塗布方法により所定の体積の液滴が塗布されることにより、前記第 1 電極板群の上方に連続して形成され、

前記第 2 有機機能層は、インクジェット式塗布方法により前記所定の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内の体積の液滴が塗布されることにより、前記第 2 電極板群の上方に連続して形成され、

前記第 1 色用の電極板上の領域に対応する前記第 1 有機機能層の体積は、前記第 2 色用の電極板上の領域に対応する前記第 2 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内である、

40

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 6】

前記第 1 有機機能層の膜厚と前記第 2 有機機能層の膜厚との差は、前記インクジェット式塗布方法により前記所定の体積の液滴が塗布される場合、前記第 1 色用の電極板ごとに塗布される前記液滴数が、 n 滴増加することにより形成される前記第 1 有機機能層の膜厚より大きく、前記液滴数が $n + 1$ 滴増加することにより形成される前記第 1 有機機能層の膜厚より小さい、

請求項 5 記載の有機 E L 表示パネル。

50

【請求項 7】

前記第 1 色は青色である、

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 8】

前記第 2 電極板群と隣接して形成され、ライン状に配列された複数の第 3 色用の電極板を第 3 電極板群と、

前記第 3 電極板群の前記第 2 電極板群と反対側の長辺部分に沿って形成された第 4 隔壁と、

前記第 3 隔壁と前記第 4 隔壁との間において前記第 3 電極板群の上方に形成された第 3 有機機能層と、

を含み、

前記対向電極は、前記第 3 有機機能層の上方に設けられ、

前記層間絶縁膜には、前記第 3 色用の電極板の各々と T F T 層とを接続する第 3 コンタクトホールが設けられ、

前記第 3 色用の電極板は、前記第 3 コンタクトホールの形状に沿って窪む第 3 窪み部を有しており、

前記第 3 色用の電極板に対応する第 3 コンタクトホールは、段階的に狭くなる形状をしており、

前記第 1 コンタクトホールの体積は、前記第 3 コンタクトホールの体積より大きく、

前記第 1 色用の電極板上の領域に対応する前記第 1 有機機能層の体積は、前記第 3 色用の電極板上の領域に対応する前記第 3 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、

前記第 1 有機機能層の膜厚は、前記第 1 コンタクトホールに対応する第 1 窪み部に入り込む前記第 1 有機機能層の量が前記第 3 コンタクトホールに対応する第 3 窪み部に入り込む前記第 3 有機機能層の量より多いことにより、前記第 1 窪み部以外の前記第 1 色用の電極板上の領域において、前記第 3 窪み部以外の前記第 3 色用の電極板上の領域に形成された前記第 3 有機機能層の膜厚より薄い、

請求項 1 記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 9】

前記第 1 色用の電極板に対応する第 1 コンタクトホールの上面積、前記第 2 色用の電極板に対応する第 2 コンタクトホールの上面積及び前記第 3 色用の電極板に対応する第 3 コンタクトホールの上面積とは、同一又は同一の近傍値の範囲内である、

請求項 8 記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 10】

前記第 1 コンタクトホールおよび前記第 2 コンタクトホールの各コンタクトホールの上面積は、前記各コンタクトホールが設けられた前記層間絶縁膜の前記各コンタクトホールの周縁部のもっとも高い位置から 10 % 下がった位置における前記各コンタクトホールの直径で規定される円の面積である、

請求項 9 に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 11】

前記第 1 有機機能層及び前記第 2 有機機能層は、電荷注入層あるいは電荷輸送層のいずれかであり、

前記第 1 有機機能層と前記対向電極との間に第 1 有機発光層が形成され、前記第 2 有機機能層と前記対向電極との間に第 2 有機発光層が形成されている、

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 12】

前記第 1 有機機能層、前記第 2 有機機能層、及び前記第 3 有機機能層は、電荷注入層あるいは電荷輸送層のいずれかであり、

前記第 1 有機機能層と前記対向電極との間に第 1 有機発光層が形成され、前記第 2 有機機能層と前記対向電極との間に第 2 有機発光層が形成され、前記第 3 有機機能層と前記対

10

20

30

40

50

向電極との間に第3有機発光層が形成されている、

請求項8ないし請求項10のいずれか1項に記載の有機EL表示パネル。

【請求項13】

前記第1有機機能層及び前記第2有機機能層は、有機発光層である、

請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の有機EL表示パネル。

【請求項14】

前記第1有機機能層、前記第2有機機能層、及び前記第3有機機能層は、有機発光層である、

請求項8ないし請求項10のいずれか1項に記載の有機EL表示パネル。

【請求項15】

前記第1色用の電極板および前記第2色用の電極板の各電極板は陽極であり、前記対向電極は陰極である、

請求項1ないし請求項14のいずれか1項に記載の有機EL表示パネル。

【請求項16】

前記第1色用の電極板および前記第2色用の電極板の各電極板は陰極であり、前記対向電極は陽極である、

請求項1ないし請求項14のいずれか1項に記載の有機EL表示パネル。

【請求項17】

請求項1ないし請求項16のいずれか1項に記載の有機EL表示パネルを備えた、表示装置。

【請求項18】

基板を準備する第1工程と、

前記基板上にTFT層を形成する第2工程と、

前記TFT層上に層間絶縁膜を形成する第3工程と、

複数の第1色用の電極板をライン状に配列した第1電極板群を前記層間絶縁膜上に形成し、前記第1電極板群と隣接して複数の第2色用の電極板をライン状に配列した第2電極板群を前記層間絶縁膜上に形成する第4工程と、

前記第1電極板群の一方の長辺部分に沿って第1隔壁を形成し、前記第1電極板群の他方の長辺部分と前記第2電極板群の一方の長辺部分との間に第2隔壁を形成し、前記第2電極板群の他方の長辺部分に沿って第3隔壁を形成する第5工程と、

前記第1隔壁と前記第2隔壁との間において前記第1電極板群の上方に連続して第1有機機能層を形成する第6工程と、

前記第2隔壁と前記第3隔壁との間において前記第2電極板群の上方に連続して第2有機機能層を形成する第7工程と、

前記第1有機機能層及び前記第2有機機能層の上方に対向電極を形成する第8工程と、を具備し、

前記第3工程において、

前記層間絶縁膜には、前記第1色用の電極板の各々とTFT層とを接続する第1コンタクトホール、及び、前記第2色用の電極板の各々とTFT層とを接続する第2コンタクトホールが形成され、

前記第1色用の電極板に対応する第1コンタクトホール及び前記第2色用の電極板に対応する第2コンタクトホールの少なくとも一方は、段階的に狭くなる形状に形成し、

前記第1コンタクトホールは、前記第2コンタクトホールより容積を大きく形成し、

前記第4工程において、

前記第1色用の電極板の各々には、前記第1コンタクトホールの形状に沿って第1窪み部が形成され、前記第2色用の電極板の各々には、前記第2コンタクトホールの形状に沿って第2窪み部が形成され、

前記第6工程で形成された前記第1有機機能層及び前記第7工程で形成された前記第2有機機能層において、

前記第1色用の電極板上の領域に対応する前記第1有機機能層の体積は、前記第2色用

10

20

30

40

50

の電極板上の領域に対応する前記第 2 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、

前記第 1 有機機能層の膜厚は、前記第 1 コンタクトホールに対応する第 1 窪み部に入り込む前記第 1 有機機能層の量が前記第 2 コンタクトホールに対応する第 2 窪み部に入り込む前記第 2 有機機能層の量より多いことにより、前記第 1 窪み部以外の前記第 1 色用の電極板上の領域において、前記第 2 窪み部以外の前記第 2 色用の電極板上の領域に形成された前記第 2 有機機能層の膜厚より薄い、

有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 19】

前記第 1 色用の電極板に対応するコンタクトホールの上面積と前記第 2 色用の電極板に対応するコンタクトホールの上面積とを、同一又は同一の近傍値の範囲内に形成する、

請求項 18 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 20】

前記第 4 工程と前記第 5 工程との間に、前記第 1 コンタクトホールに対応する前記第 1 窪み部を覆うように第 1 画素規制層を形成し、前記第 2 コンタクトホールに対応する前記第 2 窪み部を覆うように第 2 画素規制層を形成する工程を設け、

前記第 6 工程において、前記第 1 画素規制層の上方に前記第 1 有機機能層が形成され、

前記第 7 工程において、前記第 2 画素規制層の上方に前記第 2 有機機能層が形成される、

請求項 18 又は請求項 19 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 21】

前記第 6 工程において、前記第 1 有機機能層は、インクジェット式塗布方法により所定の体積の液滴を塗布することにより、前記第 1 電極板群の上方に連続して形成し、

前記第 7 工程において、前記第 2 有機機能層は、インクジェット式塗布方法により前記所定の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内の体積の液滴を塗布することにより、前記第 2 電極板群の上方に連続して形成される、

請求項 18 ないし請求項 20 のいずれか 1 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 22】

前記第 1 有機機能層の膜厚と前記第 2 有機機能層の膜厚との差は、前記インクジェット式塗布方法により前記所定の体積の液滴が塗布される場合、前記第 1 色用の電極板ごとに塗布される液滴数が、 n 滴増加することによる前記第 1 有機機能層の膜厚の増加分より大きく、前記液滴数が $n + 1$ 滴増加することによる前記第 1 有機機能層の膜厚の増加分より小さい、

請求項 21 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 23】

前記第 1 有機機能層及び前記第 2 有機機能層は、電荷注入層あるいは電荷輸送層のいずれかであり、

前記第 1 有機機能層と前記対向電極との間に第 1 有機発光層が形成され、前記第 2 有機機能層と前記対向電極との間に第 2 有機発光層が形成されている、

請求項 18 ないし請求項 22 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 24】

前記第 1 有機機能層及び前記第 2 有機機能層は、有機発光層である、

請求項 18 ないし請求項 22 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 25】

基板を準備する第 1 工程と、

前記基板上に T F T 層を形成する第 2 工程と、

前記 T F T 層上に層間絶縁膜を形成する第 3 工程と、

複数の第 1 色用の電極板をライン状に配列した第 1 電極板群を前記層間絶縁膜上に形成し、前記第 1 電極板群と隣接して複数の第 2 色用の電極板をライン状に配列した第 2 電極板群を前記層間絶縁膜上に形成し、前記第 2 電極板群と隣接して複数の第 3 色用の電極板

10

20

30

40

50

をライン状に配列した第3電極板群を前記層間絶縁膜上に形成する第4工程と、

前記第1電極板群の一方の長辺部分に沿って第1隔壁を形成し、前記第1電極板群の他方の長辺部分と前記第2電極板群の一方の長辺部分との間に第2隔壁を形成し、前記第2電極板群の他方の長辺部分と前記第3電極板群の一方の長辺部分との間に第3隔壁を形成し、前記第3電極板群の他方の長辺部分に沿って第4隔壁を形成する第5工程と、

前記第1隔壁と前記第2隔壁との間において前記第1電極板群の上方に連続して第1有機機能層を形成する第6工程と、

前記第2隔壁と前記第3隔壁との間において前記第2電極板群の上方に連続して第2有機機能層を形成する第7工程と、

前記第3隔壁と前記第4隔壁との間において前記第3電極板群の上方に連続して第3有機機能層を形成する第8工程と、

前記第1有機機能層、前記第2有機機能層及び前記第3有機機能層の上方に対向電極を形成する第9工程と、

を具備し、

前記第3工程において、

前記層間絶縁膜には、前記第1色用の電極板の各々とTFT層とを接続する第1コンタクトホール、前記第2色用の電極板の各々とTFT層とを接続する第2コンタクトホール、及び、前記第3色用の電極板の各々とTFT層とを接続する第3コンタクトホールが設けられ、

前記第1色用の電極板に対応する第1コンタクトホール、前記第2色用の電極板に対応する第2コンタクトホール、及び、前記第2色用の電極板に対応する第3コンタクトホールのうちの少なくとも2つは、段階的に狭くなる形状に形成し、

前記第1コンタクトホールは、前記第2コンタクトホール及び第3コンタクトホールの各々より容積を大きく形成し、

前記第4工程において、

前記第1色用の電極板の各々には前記第1コンタクトホールの形状に沿って窪む第1窪み部が形成され、前記第2色用の電極板の各々には前記第2コンタクトホールの形状に沿って窪む第2窪み部が形成され、前記第3色用の電極板の各々には前記第3コンタクトホールの形状に沿って窪む第3窪み部が形成され、

前記第6工程、前記第7工程及び前記第8工程でそれぞれ形成された前記第1有機機能層、前記第2有機機能層及び前記第3有機機能層において、

前記第1色用の電極板上の領域に対応する前記第1有機機能層の体積は、前記第2色用の電極板上の領域に対応する前記第2有機機能層の体積及び前記第3色用の電極板上の領域に対応する前記第3有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、

前記第1有機機能層の膜厚は、前記第1コンタクトホールに対応する第1窪み部に入り込む前記第1有機機能層の量が、前記第2コンタクトホールに対応する第2窪み部に入り込む前記第2有機機能層の量及び前記第3コンタクトホールに対応する第3窪み部に入り込む前記第3有機機能層の量より多いことにより、前記第1窪み部以外の前記第1色用の電極板上の領域において、前記第2窪み部以外の前記第2色用の電極板上の領域に形成された前記第2有機機能層の膜厚及び前記第3窪み部以外の前記第3色用の電極板上の領域に形成された前記第3有機機能層の膜厚より薄い、

有機EL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、有機電界発光素子（以下「有機EL素子」と称する）を配列した有機EL表示パネル、表示装置、及び有機EL表示パネルの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発光型の表示パネルとして、基板上に行列方向に沿って有機EL素子を複数配列

10

20

30

40

50

した有機EL表示パネルが、小型電子機器や小型の表示装置に用いられている。有機EL素子は、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形成された基本構造を有している。有機EL素子は、一对の電極対間に電圧が印加されると、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に伴って光を発する。この有機EL表示パネルは、各有機EL素子が自己発光を行うので視認性が高い。

【0003】

有機EL表示パネルにおいて、一般に発光層は、有機EL素子ごとに絶縁材料からなる隔壁（バンク）で仕切られていて、この隔壁によって発光層の形成領域が規定されている。また、陽極と発光層との間には、ホール注入層、ホール輸送層、ホール注入兼輸送層といった中間層が必要に応じて介挿される。また、陰極と発光層との間にも、必要に応じて電子注入層、電子輸送層または電子注入兼輸送層が介挿される。

10

【0004】

フルカラー表示の有機EL表示パネルにおいては、このような有機EL素子が、RGB（赤緑青）各色のサブピクセルを形成し、隣り合うRGBのサブピクセルが合わさって一画素が形成されている。

【0005】

各有機EL素子の発光層や中間層を形成する方法には、隣接する各有機EL素子同士を仕切る隔壁を基板上に形成しておいて、高分子材料や薄膜形成性の良い低分子材料を含むインクを、インクジェット等で塗布するウェット方式が多く用いられている。このウェット方式によれば、大型のパネルにおいても中間層や発光層を比較的容易に形成することができる。

20

【0006】

ウェット方式のうちの代表的なインクジェット方式では、例えば、塗布対象の基板の上方を行列方向のいずれかの方向にインクジェットヘッドを移動させ、基板上の隔壁で区画された領域に、中間層、発光層などを形成するための有機材料と溶媒とを含む溶液（以下、単に「インク」と称する。）の液滴をノズルから吐出させてインクを塗布する（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

30

【特許文献1】特開2003-241683号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、各有機EL素子の発光効率を高めるのに適した中間層の膜厚は、発光色の波長に依存する。例えば、トップエミッション型の有機EL素子では、発光層から基板側に放射された光が、一旦基板側の電極等によって反射させられた後、発光層を通過して出射する反射光と、発光層から直接上方（基板と反対側）へ出射する光とが強め合うように光路長が設定されていることが望ましい。

【0009】

40

すなわち、赤色光と緑色光と青色光では、その波長の違いにより、有機EL素子内での最適な光路長（共振条件）が異なるので、各色サブピクセルにおいて、発光色の波長に合わせて中間層の膜厚差を微調節することが発光効率を高める上で望ましい。

【0010】

しかし、実際にウェット方式で中間層を形成するときには、色ごとに中間層の膜厚を微調節することは實際上難しい。

具体的には、中間層の材料を含むインクは全ての色で共通とし、各サブピクセルに対して供給する中間層形成用のインク量を一定にしている。例えば、インクジェット方式で中間層のインクを塗布する場合、各色の有機EL素子を形成する領域に対して吐出するインクの液滴数は共通とし、且つノズルから吐出されるインク一滴あたりの体積も同じにしな

50

が行っている。

【0011】

ここで、インクジェット方式の場合、サブピクセルの色ごとに滴下するインク液滴数を変更することによって中間層の膜厚を調節することも考えられるが、各サブピクセルに供給するインク量は、インク液滴単位でしか変更することはできないので、やはり、サブピクセルの色ごとに中間層の膜厚を微調節することは實際上難しい。

【0012】

また、発光層については、例えば、所望の輝度や色度を得るための適切な膜厚が色ごとに異なるため、異なる色に対応する発光層間の膜厚差を微調節すること、あるいは中間層と同様に光路長を発光色の波長に適したものとするために膜厚差を微調節することが求め

10

【0013】

以上に述べた例から分かるように、有機EL表示パネルにおいて、ウェット方式で中間層や発光層を形成する場合に、それらの膜厚差を微調節することが求められている。

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであって、有機EL表示パネルにおいて、中間層又は発光層をウェット方式で形成しながら、異なる発光色間の中間層等の膜厚差を容易に微調節できるようにし、例えば、発光効率、発光色等を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

20

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表示パネルでは、TF T層と、前記TF T層の上方に設けられた層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜上に形成され、ライン状に配列された複数の第1色用の電極板を含む第1電極板群と、前記層間絶縁膜上に前記第1電極板群と隣接して形成され、ライン状に配列された複数の第2色用の電極板を含む第2電極板群と、前記第1電極板群の一方の長辺部分に沿って形成された第1隔壁と、前記第1電極板群の他方の長辺部分と、前記第2電極板群の一方の長辺部分との間に形成された第2隔壁と、前記第2電極板群の他方の長辺部分に沿って形成された第3隔壁と、前記第1隔壁と前記第2隔壁との間において前記第1電極板群の上方に形成された第1有機機能層と、前記第2隔壁と前記第3隔壁との間において前記第2電極板群の上方に形成された第2有機機能層と、前記第1有機機能層及び前記第2有機機能層の上方に設けられた対向電極と、を具備し、前記層間絶縁膜には、前記第1色用の電極板の各々とTF T層とを接続する第1コンタクトホール、及び、前記第2色用の電極板の各々とTF T層とを接続する第2コンタクトホールが設けられ、前記第1色用の電極板の各々は、前記第1コンタクトホールの形状に沿って窪む第1窪み部を有し、前記第2色用の電極板の各々は、前記第2コンタクトホールの形状に沿って窪む第2窪み部を有しており、前記第1色用の電極板に対応する第1コンタクトホール及び前記第2色用の電極板に対応する第2コンタクトホールの少なくとも一方は、段階的に狭くなる形状をしており、前記第1コンタクトホールの容積は、前記第2コンタクトホールの容積より大きく、前記第1色用の電極板上の領域に対応する前記第1有機機能層の体積は、前記第2色用の電極板上の領域に対応する前記第2有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、前記第1有機機能層の膜厚は、前記第1コンタクトホールに対応する第1窪み部に入り込む前記第1有機機能層の量が前記第2コンタクトホールに対応する第2窪み部に入り込む前記第2有機機能層の量より多いことにより、前記第1窪み部以外の前記第1色用の電極板上の領域において、前記第2窪み部以外の前記第2色用の電極板上の領域に形成された前記第2有機機能層の膜厚より薄い、という構成が採用されている。

30

40

【0015】

本発明の一態様における表示装置は、上記有機EL表示パネルを備えている。

本発明の一態様における有機EL表示パネルの製造方法では、基板を準備する第1工程と、前記基板上にTF T層を形成する第2工程と、前記TF T層上に層間絶縁膜を形成する第3工程と、複数の第1色用の電極板をライン状に配列した第1電極板群を前記層間絶

50

縁膜上に形成し、前記第 1 電極板群と隣接して複数の第 2 色用の電極板をライン状に配列した第 2 電極板群を前記層間絶縁膜上に形成する第 4 工程と、前記第 1 電極板群の一方の長辺部分に沿って第 1 隔壁を形成し、前記第 1 電極板群の他方の長辺部分と前記第 2 電極板群の一方の長辺部分との間に第 2 隔壁を形成し、前記第 2 電極板群の他方の長辺部分に沿って第 3 隔壁を形成する第 5 工程と、前記第 1 隔壁と前記第 2 隔壁との間において前記第 1 電極板群の上方に連続して第 1 有機機能層を形成する第 6 工程と、前記第 2 隔壁と前記第 3 隔壁との間において前記第 2 電極板群の上方に連続して第 2 有機機能層を形成する第 7 工程と、前記第 1 有機機能層及び前記第 2 有機機能層の上方に対向電極を形成する第 8 工程と、を具備し、前記第 3 工程において、前記層間絶縁膜には、前記第 1 色用の電極板の各々と T F T 層とを接続する第 1 コンタクトホール、及び、前記第 2 色用の電極板の各々と T F T 層とを接続する第 2 コンタクトホールが形成され、前記第 1 色用の電極板に対応する第 1 コンタクトホール及び前記第 2 色用の電極板に対応する第 2 コンタクトホールの少なくとも一方は、段階的に狭くなる形状に形成し、前記第 1 コンタクトホールは、前記第 2 コンタクトホールより容積を大きく形成し、前記第 4 工程において、前記第 1 色用の電極板の各々には、前記第 1 コンタクトホールの形状に沿って第 1 窪み部が形成され、前記第 2 色用の電極板の各々には、前記第 2 コンタクトホールの形状に沿って第 2 窪み部が形成され、前記第 6 工程で形成された前記第 1 有機機能層及び前記第 7 工程で形成された前記第 2 有機機能層において、前記第 1 色用の電極板上の領域に対応する前記第 1 有機機能層の体積は、前記第 2 色用の電極板上の領域に対応する前記第 2 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、前記第 1 有機機能層の膜厚は、前記第 1 コンタクトホールに対応する第 1 窪み部に入り込む前記第 1 有機機能層の量が前記第 2 コンタクトホールに対応する第 2 窪み部に入り込む前記第 2 有機機能層の量より多いことにより、前記第 1 窪み部以外の前記第 1 色用の電極板上の領域において、前記第 2 窪み部以外の前記第 2 色用の電極板上の領域に形成された前記第 2 有機機能層の膜厚より薄い、という構成が採用されている。

【発明の効果】

【0016】

本発明の一態様における有機 E L 表示パネルによれば、第 1 コンタクトホールと第 2 コンタクトホールとの少なくとも一方を段階的に狭くなる形状とすることで、容易に第 1 コンタクトホールの容積（体積）を第 2 コンタクトホールの容積（体積）より大きくすることができる。

【0017】

そのため、第 1 窪み部の容積が第 2 窪み部の容積よりも大きくなり、ウェット方式による有機機能層の形成において、例えば、電極板の上方に形成された第 1 有機機能層と第 2 有機機能層とが同体積である場合に、第 1 窪み部に入り込む第 1 有機機能層の量を、第 2 窪み部に入り込む第 2 有機機能層の量より多くすることができる。その結果、例えば、第 1 色用の電極板および第 2 色用の電極板の上方に同体積の有機機能層を形成した場合に、第 1 色用の電極板の第 1 窪み部以外の領域（例えば、平坦な領域）に対応する第 1 有機機能層の膜厚（以下、単に第 1 有機機能層の膜厚という）を、第 2 色用の電極板の第 2 窪み部以外の領域に対応する第 2 有機機能層の膜厚（以下、単に第 2 有機機能層の膜厚という）より薄くすることができる。

【0018】

ここで、第 1 窪み部の容積と第 2 窪み部の容積との差は、インクジェット式塗布方法においてノズルから吐出するインク一滴あたりの体積よりも小さい単位で調節が可能である。そのため、第 1 窪み部の容積と第 2 窪み部の容積との差を微調節することによって、第 1 有機機能層の膜厚と、第 2 有機機能層の膜厚との差を容易に微調節することができる。

【0019】

よって、異なる色に対応する有機機能層の膜厚差を微調節し易くなる。その結果、例えば、有機 E L 素子内での光の共振条件を色ごとに適切化でき、発光効率の優れた表示パネルを容易に得ることができる。

【 0 0 2 0 】

なお、有機 E L 素子内での光の共振条件を色ごとに適切化するために、有機機能層だけで光路長を適切化する必要はなく、他の層（例えば、透明電極層）も色ごとに膜厚を調節することができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の一態様における有機 E L 表示パネルの製造方法によれば、上述の有機 E L 表示パネルを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】実施の形態に係る有機 E L 表示パネル 1 0 0 の構成を模式的に示す断面図である。

10

【図 2】表示パネル 1 0 0 の概略構成を示す斜視図である。

【図 3】(a) は表示パネル 1 0 0 の概略構成を示す平面図、(b) は (a) の A - A ' 線で切断した断面図、(c) は (a) の B - B ' 線で切断した断面図である。

【図 4】表示パネル 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 5】表示パネル 1 0 0 の層間絶縁膜を形成する工程を説明するための図である。

【図 6】基板上に中間層形成用のインクを塗布した直後及び乾燥後の様子を示す断面模式図である。

【図 7】窪み部 1 5 の容積とホール輸送層 9 の膜厚との関係を説明するための模式図である。

20

【図 8】コンタクトホール 1 3 の上面積を説明するための図である。

【図 9】有機 E L 素子 2 0 内の光の進み方を説明するための模式図である。

【図 1 0】変形例 1 に係るコンタクトホール 1 3 d の形状を示す模式図である。

【図 1 1】実施の形態に係る表示装置 2 0 0 の全体構成を示す図である。

【図 1 2】表示装置 2 0 0 を用いたテレビシステムの一例を示す外観形状である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

< 発明の態様 >

本発明の一態様における有機 E L 表示パネルにおいては、T F T 層と、前記 T F T 層の上方に設けられた層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜上に形成され、ライン状に配列された複数の第 1 色用の電極板を含む第 1 電極板群と、前記層間絶縁膜上に前記第 1 電極板群と隣接して形成され、ライン状に配列された複数の第 2 色用の電極板を含む第 2 電極板群と、前記第 1 電極板群の一方の長辺部分に沿って形成された第 1 隔壁と、前記第 1 電極板群の他方の長辺部分と、前記第 2 電極板群の一方の長辺部分との間に形成された第 2 隔壁と、前記第 2 電極板群の他方の長辺部分に沿って形成された第 3 隔壁と、前記第 1 隔壁と前記第 2 隔壁との間において前記第 1 電極板群の上方に形成された第 1 有機機能層と、前記第 2 隔壁と前記第 3 隔壁との間において前記第 2 電極板群の上方に形成された第 2 有機機能層と、前記第 1 有機機能層及び前記第 2 有機機能層の上方に設けられた対向電極と、を具備し、前記層間絶縁膜には、前記第 1 色用の電極板の各々と T F T 層とを接続する第 1 コンタクトホール、及び、前記第 2 色用の電極板の各々と T F T 層とを接続する第 2 コンタクトホールが設けられ、前記第 1 色用の電極板の各々は、前記第 1 コンタクトホールの形状に沿って窪む第 1 窪み部を有し、前記第 2 色用の電極板の各々は、前記第 2 コンタクトホールの形状に沿って窪む第 2 窪み部を有しており、前記第 1 色用の電極板に対応する第 1 コンタクトホール及び前記第 2 色用の電極板に対応する第 2 コンタクトホールの少なくとも一方は、段階的に狭くなる形状をしており、前記第 1 コンタクトホールの容積は、前記第 2 コンタクトホールの容積より大きく、前記第 1 色用の電極板上の領域に対応する前記第 1 有機機能層の体積は、前記第 2 色用の電極板上の領域に対応する前記第 2 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、前記第 1 有機機能層の膜厚は、前記第 1 コンタクトホールに対応する第 1 窪み部に入り込む前記第 1 有機機能層の量が前記第 2 コンタクトホールに対応する第 2 窪み部に入り込む前記第 2 有機機能層の量より多いこと

30

40

50

により、前記第1窪み部以外の前記第1色用の電極板上の領域において、前記第2窪み部以外の前記第2色用の電極板上の領域に形成された前記第2有機機能層の膜厚より薄い、という構成が採用されている。

【0024】

本発明の一態様における有機EL表示パネルによれば、第1コンタクトホールと第2コンタクトホールとの少なくとも一方を段階的に狭くなる形状とすることで、容易に第1コンタクトホールの容積（体積）を第2コンタクトホールの容積（体積）より大きくすることができる。

【0025】

そのため、第1窪み部の容積が第2窪み部の容積よりも大きくなり、ウェット方式による有機機能層の形成において、例えば、電極板の上方に形成された第1有機機能層と第2有機機能層とが同体積である場合に、第1窪み部に入り込む第1有機機能層の量を、第2窪み部に入り込む第2有機機能層の量より多くすることができる。その結果、例えば、第1色用の電極板および第2色用の電極板の上方に同体積の有機機能層を形成した場合に、第1色用の電極板の第1窪み部以外の領域（例えば、平坦な領域）に対応する第1有機機能層の膜厚（以下、単に第1有機機能層の膜厚という）を、第2色用の電極板の第2窪み部以外の領域に対応する第2有機機能層の膜厚（以下、単に第2有機機能層の膜厚という）より薄くすることができる。

【0026】

ここで、第1窪み部の容積と第2窪み部の容積との差は、インクジェット式塗布方法においてノズルから吐出するインク一滴あたりの体積よりも小さい単位で調節が可能である。そのため、第1窪み部の容積と第2窪み部の容積との差を微調節することによって、第1有機機能層の膜厚と、第2有機機能層の膜厚との差を容易に微調節することができる。

【0027】

よって、異なる色に対応する有機機能層の膜厚差を微調節し易くなる。その結果、例えば、有機EL素子内での光の共振条件を色ごとに適切化でき、発光効率の優れた表示パネルを容易に得ることができる。

【0028】

なお、有機EL素子内での光の共振条件を色ごとに適切化するために、有機機能層だけで光路長を適切化する必要はなく、他の層（例えば、透明電極層）も色ごとに膜厚を調節することができる。

【0029】

ここで、有機EL素子内での光の共振条件が色ごとに適切化されているとは、例えば、仮に、本態様の有機EL表示パネルと同じ製造条件（有機EL素子の寸法、インク塗布量等の条件）で、第1及び第2コンタクトホールの容積を同じにして有機EL表示パネルを製造するとした場合に、第1色用及び第2色用の有機EL素子の両方の発光効率を向上させることは両立できないが、第1及び第2コンタクトホールの容積を異ならせることで両立させている状態をいう。

【0030】

なお、仮に第1及び第2コンタクトホールの容積を同じにした場合に、第1色用及び第2色用の有機EL素子の両方の発光効率を向上させることが両立できない状態の具体例としては、仮に本態様の有機EL表示パネルの第1コンタクトホールの容積を小さくして第2コンタクトホールの容積と同じにした場合に、第1色用の有機EL素子の発光効率が低下し、他方、仮に第2コンタクトホールの容積を大きくして第1コンタクトホールの容積と同じにした場合に、第2色用の有機EL素子の発光効率が低下する、などといった状態である。

【0031】

また、有機EL素子の発光色を色ごとに適切化する場合についても上記と同様のことが言える。なお、発光色の適切化は、例えば、各発光色の色純度を向上させることで行われる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

上記第 1 コンタクトホール の容積を第 1 窪み部 の容積と、第 2 コンタクトホール の容積を第 2 窪み部 の容積と読み替えてもよい。

段階的に狭くなるコンタクトホール の形状は、例えば、コンタクトホール が形成される層間絶縁膜を、ハーフトーンマスクを用いて露光、現像することにより形成される。そして、段階的に狭くなるコンタクトホール の段差数や各段差の広さおよび深さは任意に形成できる。また、段差はコンタクトホール の内周部の一部に形成されていてもよいし、全周にわたって形成されていてもよい。

【 0 0 3 3 】

なお、電極板上に有機機能層以外の層（例えば、画素規制層）が形成されていても、有機機能層以外の層が窪み部に凹入して窪んでいれば、有機機能層の膜厚差を微調節することができる。

10

【 0 0 3 4 】

ここで、「第 1 色用の電極板上の領域に対応する第 1 有機機能層の体積が、各第 2 色用の電極板上の領域に対応する第 2 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内」というのは、第 1 有機機能層の体積と第 2 有機機能層の体積が実質的に同一（誤差範囲内）であること、数値的には第 1 有機機能層の体積と第 2 有機機能層の体積の差が、第 1 有機機能層の体積に対して 10 % 以内であることを意味するものとする。

【 0 0 3 5 】

本態様において、第 1 窪み部の容積と第 2 窪み部の容積との差を、インクー滴の体積よりも大きくしてもよい（例えば、1 . 5 滴分）。

20

なお、第 1 有機機能層の体積と第 2 有機機能層の体積との差は、第 1 窪み部に堆積した第 1 有機機能層の体積から第 2 窪み部に堆積した第 2 有機機能層の体積を差し引いた体積未満であることが望ましい。

【 0 0 3 6 】

ここで、「第 1 窪み部以外の第 1 色用の電極板上の領域」とは、例えば、平面視において、第 1 色用の電極板上の領域のうち、第 1 窪み部が形成された領域（第 1 窪み部の周囲の領域を含む場合がある）を除いた平坦な領域をいう。具体的には、例えば、平面視において発光領域に位置する部分である。第 2 色用の電極板上の領域についても同様である。

【 0 0 3 7 】

本態様において、上方とは、有機機能層等の積層方向の上方を意味しており、T F T 層から遠ざかる方向となる。

30

なお、電極板上に有機機能層以外の層（例えば、画素規制層）が形成されていても、有機機能層以外の層が窪み部に凹入して窪んでいれば、有機機能層の膜厚差を微調節することができる。

【 0 0 3 8 】

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルは、前記第 1 色用の電極板に対応する第 1 コンタクトホール の上面積と前記第 2 色用の電極板に対応する第 2 コンタクトホール の上面積とは、同一又は同一の近傍値の範囲内である、という構成を採用することができる。

40

【 0 0 3 9 】

本態様によれば、第 1 コンタクトホール の上面積と第 2 コンタクトホール の上面積とを同一又は同一の近傍値の範囲内とした場合であっても、第 1 コンタクトホール と第 2 コンタクトホール との少なくとも一方に段差を設けることで、第 1 コンタクトホール の容積を第 2 コンタクトホール の容積よりも大きくすることができる。具体的には、例えば、第 2 コンタクトホール 内に段差を設け、段差面より下側の容積を小さくすることで、第 2 コンタクトホール の容積を第 1 コンタクトホール よりも小さくすることができる。その結果、第 1 有機機能層の膜厚と第 2 有機機能層の膜厚との差を微調節することができる。

【 0 0 4 0 】

また、第 1 及び第 2 コンタクトホール の上面積を実質同一にすることにより、第 1 及び

50

第2窪み部の開口面積も実質同一となり、塗布されたインクの窪み部内への入り込みやすさを概ね等しくすることができる。

【0041】

なお、上面積とは、例えば、層間絶縁膜の上面に開口したコンタクトホール of 開口面積とすることや、コンタクトホール of 上部を有機機能層等の積層方向と垂直な断面によって切断した場合における開口の面積とすることができる。コンタクトホール of 上部とは、例えば、コンタクトホール of 周縁部の最上部とコンタクトホール of 深さ寸法の15%下降した位置との間のいずれかの部分とすることができる。

【0042】

また、「同一又は同一の近傍値の範囲内」とは、第1コンタクトホール of 上面積と第2コンタクトホール of 上面積とが実質的に同一（誤差範囲内）であること、数値的には第1コンタクトホール of 上面積と第2コンタクトホール of 上面積との差が、第1コンタクトホール of 上面積に対して10%以内であることを意味するものとする。

【0043】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルに、前記コンタクトホール of 上面積は、前記層間絶縁膜における前記コンタクトホール of 周縁部のもっとも高い位置から10%、又は10%の近傍値の範囲内に下がった位置における前記コンタクトホール of 直径で規定される円の面積である、という構成を採用することができる。

【0044】

本態様は、コンタクトホール of 平面形状が円形とされており、コンタクトホール of 周縁部の最も高い位置からコンタクトホール of 深さの10%前後下降した位置におけるコンタクトホール of 直径によって上面積を規定するものである。これにより、コンタクトホール of 周縁部の最も高い位置およびその付近において、形状や高さのばらつきが存在する場合でも、その影響を低減することができる。なお、10%の近傍値の範囲内は、例えば、9%以上で11%以下の範囲内の値とすることができる。

【0045】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルに、前記第1コンタクトホールに対応する前記第1窪み部は、第1画素規制層により覆われ、前記第1画素規制層の上方に第1有機機能層が形成され、前記第2コンタクトホールに対応する前記第2窪み部は、第2画素規制層により覆われ、前記第2画素規制層の上方に第2有機機能層が形成されている、という構成を採用することができる。

【0046】

本態様によれば、絶縁性を有する画素規制層によって窪み部を覆うことで、窪み部と有機機能層とを電氣的に絶縁することができる。これにより、例えば、窪み部の開口縁上方において、発光層が、局所的な電流の集中によって窪み部の周囲と異なる輝度で発光することを防止することができる。

【0047】

第1画素規制層及び第2画素規制層の各々は、例えば、SiO₂（酸化ケイ素）膜、あるいはSiN（窒化ケイ素）膜、SiON（酸素窒化ケイ素）膜などの酸化物（窒化物を含む）で形成される。前記SiO膜、あるいはSiN膜などの酸化物は、第1有機機能層及び第2有機機能層の各々とのぬれ性が良好であるため、上記画素規制層上に有機機能層を含むインクが直接塗布される場合には、第1有機機能層の第1窪み部への入り込み及び第2有機機能層の第2窪み部への入り込みが良好となる。

【0048】

従って、異なる色に対応する有機機能層の膜厚差を微調節するためにより好適である。

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルは、前記第1有機機能層は、インクジェット式塗布方法により所定の体積の液滴が塗布されることにより、前記第1電極板群の上方に連続して形成され、前記第2有機機能層は、インクジェット式塗布方法により前記所定の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内の体積の液滴が塗布されることにより、前記第2電極板群の上方に連続して形成され、前記第1色用の電極板上の領域に対応する

10

20

30

40

50

前記第1有機機能層の体積は、前記第2色用の電極板上の領域に対応する前記第2有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内である、という構成を採用することができる。

【0049】

本態様は、有機機能層の形成において、インクジェット式塗布方法により、滴下される液滴の体積が、第1有機機能層の形成と第2有機機能層の形成とで実質同一（例えば、体積差が10%以内の誤差範囲内）にされている。また、第1有機機能層の体積は第2有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内（例えば、体積差が10%以内の誤差範囲内）であり、各電極板上の領域に滴下される液滴数は同一にされている。

【0050】

ここで、前述のように、第1コンタクトホールが第2コンタクトホールの容積よりも大きくされているため、第1色用の電極板の第1窪み部以外の部分に対応する第1有機機能層の膜厚を、第2色用の電極板の第2窪み部以外の部分に対応する第2有機機能層よりも薄くすることができる。

【0051】

このように、本態様によると、インクジェット式塗布方法において、塗布条件を同じにすることにより、製造装置あるいは製造プロセスを簡易化するとともに、第1コンタクトホールの容積を第2コンタクトホールよりも大きくすることで、第1有機機能層の膜厚を第2有機機能層よりも薄くすることができる。すなわち、異なる色に対応する有機機能層の膜厚差を微調節することができる。

【0052】

従来、インクジェット式塗布方法で有機EL発光素子の有機機能層を形成する場合は、インクジェット装置のショット数（例えば、サブピクセルあたりのインクの滴下数）をRGB等の色ごとに調節して各有機機能層の膜厚を調節していたため、有機機能層の膜厚の微調節が困難であった。例えば、第1色用の電極板に対応する領域に、有機機能層を構成する有機インクの液滴の10滴を滴下する場合は、ショット数を11滴に変更すると、膜厚は約1.1倍（約10%増）となる。すなわち、この場合には、インクジェット装置では約10%以下での膜厚制御は行なうことができない。従って、異なる色に対応する有機機能層の膜厚差を微調節することができない。

【0053】

また、前記有機機能層が中間層である場合は、RGBなどの各色で同じ材料を用いて印刷する。この際に、異なる色に対応する有機機能層の膜厚差を調節するためには、インクジェット装置のRGBそれぞれのノズルに対してショット数制御が必要となり、装置が複雑になる。

【0054】

それに対し、本態様では、第1有機機能層の体積と、第2有機機能層の体積とが実質同一である。そして、コンタクトホールの容積差を、例えばインクの1.5滴分等とすることができ、各色のショット数が同じであっても有機機能層の膜厚差を微調節することができる。すなわち、本態様ではRGB各色において有機機能層の膜を形成する際のインクジェット装置による滴下量は同じであっても、膜厚を各発光色に対応して任意に微調節ができるようになる。

【0055】

また、各発光色に対応したインクジェット装置の全ノズルからの液滴の滴下が、同じ条件で塗布することができるので、インクジェット装置の各発光色に対応した各ノズルの制御の必要が無く、装置の制御を簡易化することができる。

【0056】

この結果、前記第1色用の電極板上の領域に対応する前記第1有機機能層の体積は、前記第2色用の電極板上の領域に対応する前記第2有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内としつつ、前記窪み部の体積の調節により、前記有機機能層の膜厚を微調節することができるようになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルに、前記第 1 有機機能層の膜厚と前記第 2 有機機能層の膜厚との差は、前記インクジェット式塗布方法により前記所定の体積の液滴が塗布される場合、前記第 1 色用の電極板ごとに塗布される前記液滴数が、 n 滴増加することにより形成される前記第 1 有機機能層の膜厚より大きく、前記液滴数が $n + 1$ 滴増加することにより形成される前記第 1 有機機能層の膜厚より小さい、という構成を採用することができる。

【 0 0 5 8 】

本態様では、第 1 色用の電極板の第 1 窪み部以外の部分に対応する第 1 有機機能層の膜厚と、第 2 色用の電極板の第 2 窪み部以外の部分に対応する第 2 有機機能層の膜厚との差を、インクジェット装置のノズルから滴下される液滴の最小単位である 1 つの液滴で形成される膜厚よりも小さく微調節することができる（例えば、液滴の半分の膜厚）。なお、 n は 0 以上の整数（ $n \geq 0$ ）である。

10

【 0 0 5 9 】

なお、「液滴数が n 滴増加することにより形成される第 1 有機機能層の膜厚」は、 n 滴の液滴による第 1 有機機能層の膜厚の増加分とすることができる。また、「液滴数が $n + 1$ 滴増加することにより形成される前記第 1 有機機能層の膜厚」は、 $n + 1$ 滴の液滴による第 2 有機機能層の膜厚の増加分とすることができる。

【 0 0 6 0 】

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルに、前記第 1 色は青色である、という構成を採用することができる。

20

有機 E L 発光素子において、例えば、電極板側で反射して対向電極側に出射する光の光路長を各色の光の波長に適したものにしておき、発光層から対向電極側に直接出射する光と強めあうように干渉させるキャビティ構造が採用されている場合がある。このキャビティ構造の一部を有機機能層が構成している場合には、青色に対応する有機機能層の膜厚を薄くすることが好ましい。それは、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の発光色の中で青色の光の波長が、赤色、緑色の光の波長より短いため、光路長を短くすることが好ましいからである。

【 0 0 6 1 】

本態様は、前記第 1 色を青色としている。そのため、他の色の発光色の前記有機機能層の膜厚より、前記青色の前記有機機能層の膜厚を薄くすることとなる。従って、例えば、光取出し効率が優れた多数色の有機 E L 発光素子を実現できる。

30

【 0 0 6 2 】

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルに、前記第 2 電極板群と隣接して形成され、ライン状に配列された複数の第 3 色用の電極板を第 3 電極板群と、前記第 3 電極板群の前記第 2 電極板群と反対側の長辺部分に沿って形成された第 4 隔壁と、前記第 3 隔壁と前記第 4 隔壁との間において前記第 3 電極板群の上方に形成された第 3 有機機能層と、を含み、前記対向電極は、前記第 3 有機機能層の上方に設けられ、前記層間絶縁膜には、前記第 3 色用の電極板の各々と T F T 層とを接続する第 3 コンタクトホールが設けられ、前記第 3 色用の電極板は、前記第 3 コンタクトホールの形状に沿って窪む第 3 窪み部を有しており、前記第 3 色用の電極板に対応する第 3 コンタクトホールは、段階的に狭くなる形状をしており、前記第 1 コンタクトホールの体積は、前記第 3 コンタクトホールの体積より大きく、前記第 1 色用の電極板上の領域に対応する前記第 1 有機機能層の体積は、前記第 3 色用の電極板上の領域に対応する前記第 3 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、前記第 1 有機機能層の膜厚は、前記第 1 コンタクトホールに対応する第 1 窪み部に入り込む前記第 1 有機機能層の量が前記第 3 コンタクトホールに対応する第 3 窪み部に入り込む前記第 3 有機機能層の量より多いことにより、前記第 1 窪み部以外の前記第 1 色用の電極板上の領域において、前記第 3 窪み部以外の前記第 3 色用の電極板上の領域に形成された前記第 3 有機機能層の膜厚より薄い、という構成を採用することができる。

40

50

【0063】

本態様では、前記第1電極板群と前記第2電極板群に対応した有機EL発光素子に加えて、第3電極板群に対応した有機EL発光素子が存在する。即ち3色の発光色によって画像を表示する有機EL表示パネルが実現できる。そして、前記3色を赤、緑、青(RGB)とすることで、汎用性の高い有機EL表示パネルを実現することができる。

【0064】

本態様において、第3コンタクトホールを、第2コンタクトホールと異ならせた場合には、コンタクトホールの体積をRGB毎に異ならせることができる。RGBの各サブピクセルでは、通常、放射される光の取出し効率を向上させるために前述のキャビティ構造が採用される。この場合、RGBの各色の光の波長に対応した最適な光路長となるように有機機能層の膜厚差を微調節できることが好ましい。

10

【0065】

本態様によれば、コンタクトホールの体積は、コンタクトホールを形成する際のマスク形状、露光・洗浄・キュアなどの形成条件で決定することができるため、微調節がしやすいものである。その結果有機機能層の膜厚差の微調節が実現できる。

【0066】

したがって、インクジェット式塗布方法で有機機能層を形成する場合において、各サブピクセルのキャビティを適切化するための前記有機機能層の膜厚差を、RGBの各色に対応して形成されたコンタクトホールの体積を変えることで微調節できる。

【0067】

特に、RGBの各色の発光波長に対応してキャビティを適切化するために、例えば、コンタクトホールの体積を、B、G、Rの順に小さくすることができる($B > G > R$)。このことによって、有機機能層の膜厚を、B、G、Rの順に厚くすることができる($B < G < R$)。なお、キャビティには有機機能層以外の層が含まれているので、有機機能層以外の層の膜厚によっては、RGBの各色に対応する有機機能層の膜厚の厚さを上記順序と異ならせてもよい。

20

【0068】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルに、前記第1色用の電極板に対応する第1コンタクトホールの上面積、前記第2色用の電極板に対応する第2コンタクトホールの上面積及び前記第3色用の電極板に対応する第3コンタクトホールの上面積とは、同一又は同一の近傍値の範囲内である、という構成を採用することができる。

30

【0069】

本態様によれば、各色に対応するコンタクトホールの上面積を実質同一にした場合であっても、コンタクトホールの形状によって、前記有機機能層の膜厚を微調節できる。

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルに、前記コンタクトホールの上面積は、前記層間絶縁膜における前記コンタクトホールの周縁部のもっとも高い位置から10%下がった位置における前記コンタクトホールの直径で規定される円の面積である、という構成を採用することができる。

【0070】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルに、前記第1有機機能層及び前記第2有機機能層は、電荷注入層あるいは電荷輸送層のいずれかであり、前記第1有機機能層と前記対向電極との間に第1有機発光層が形成され、前記第2有機機能層と前記対向電極との間に第2有機発光層が形成されている、という構成を採用することができる。

40

【0071】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルに、前記第1有機機能層、前記第2有機機能層、及び前記第3有機機能層は、電荷注入層あるいは電荷輸送層のいずれかであり、前記第1有機機能層と前記対向電極との間に第1有機発光層が形成され、前記第2有機機能層と前記対向電極との間に第2有機発光層が形成され、前記第3有機機能層と前記対向電極との間に第3有機発光層が形成されている、という構成を採用することができる。

50

【 0 0 7 2 】

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルに、前記第 1 有機機能層及び前記第 2 有機機能層は、有機発光層である、という構成を採用することができる。

本態様によれば、第 1 コンタクトホールを、第 2 コンタクトホールより大きくすることで、各色に対応する有機発光層の膜厚の差を微調節することができる。その結果、有機発光層の色度や輝度をより適切にすることができる。あるいは、光の取出し効率を向上させることができる。

【 0 0 7 3 】

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルに、前記第 1 有機機能層、前記第 2 有機機能層、及び前記第 3 有機機能層は、有機発光層である、という構成を採用することができる。

10

【 0 0 7 4 】

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルに、前記電極板は陽極であり、前記対向電極は陰極である、という構成を採用することができる。

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルに、前記電極板は陰極であり、前記対向電極は陽極である、という構成を採用することができる。

【 0 0 7 5 】

さらに、本発明の一態様における表示装置は、上記いずれかの態様に記載の有機 E L 表示パネルを備えている。

本態様によれば、上記いずれかの態様に記載の有機 E L 表示パネルを備えた表示装置を実現できる。

20

【 0 0 7 6 】

さらに、本発明の一態様における有機 E L 表示パネルの製造方法は、基板を準備する第 1 工程と、前記基板上に T F T 層を形成する第 2 工程と、前記 T F T 層上に層間絶縁膜を形成する第 3 工程と、複数の第 1 色用の電極板をライン状に配列した第 1 電極板群を前記層間絶縁膜上に形成し、前記第 1 電極板群と隣接して複数の第 2 色用の電極板をライン状に配列した第 2 電極板群を前記層間絶縁膜上に形成する第 4 工程と、前記第 1 電極板群の一方の長辺部分に沿って第 1 隔壁を形成し、前記第 1 電極板群の他方の長辺部分と前記第 2 電極板群の一方の長辺部分との間に第 2 隔壁を形成し、前記第 2 電極板群の他方の長辺部分に沿って第 3 隔壁を形成する第 5 工程と、前記第 1 隔壁と前記第 2 隔壁との間において前記第 1 電極板群の上方に連続して第 1 有機機能層を形成する第 6 工程と、前記第 2 隔壁と前記第 3 隔壁との間において前記第 2 電極板群の上方に連続して第 2 有機機能層を形成する第 7 工程と、前記第 1 有機機能層及び前記第 2 有機機能層の上方に対向電極を形成する第 8 工程と、を具備し、前記第 3 工程において、前記層間絶縁膜には、前記第 1 色用の電極板の各々と T F T 層とを接続する第 1 コンタクトホール、及び、前記第 2 色用の電極板の各々と T F T 層とを接続する第 2 コンタクトホールが形成され、前記第 1 色用の電極板に対応する第 1 コンタクトホール及び前記第 2 色用の電極板に対応する第 2 コンタクトホールの少なくとも一方は、段階的に狭くなる形状に形成し、前記第 1 コンタクトホールは、前記第 2 コンタクトホールより容積を大きく形成し、前記第 4 工程において、前記第 1 色用の電極板の各々には、前記第 1 コンタクトホールの形状に沿って第 1 窪み部が形成され、前記第 2 色用の電極板の各々には、前記第 2 コンタクトホールの形状に沿って第 2 窪み部が形成され、前記第 6 工程で形成された前記第 1 有機機能層及び前記第 7 工程で形成された前記第 2 有機機能層において、前記第 1 色用の電極板上の領域に対応する前記第 1 有機機能層の体積は、前記第 2 色用の電極板上の領域に対応する前記第 2 有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、前記第 1 有機機能層の膜厚は、前記第 1 コンタクトホールに対応する第 1 窪み部に入り込む前記第 1 有機機能層の量が前記第 2 コンタクトホールに対応する第 2 窪み部に入り込む前記第 2 有機機能層の量より多いことにより、前記第 1 窪み部以外の前記第 1 色用の電極板上の領域において、前記第 2 窪み部以外の前記第 2 色用の電極板上の領域に形成された前記第 2 有機機能層の膜厚より薄い、という構成を採用している。

30

40

50

【0077】

本態様によれば、前述の本発明の一態様における有機EL表示パネルを製造することができる。よって、例えば、第1コンタクトホールと第2コンタクトホールの容積との差を微調節することによって、第1有機機能層の膜厚と、第2有機機能層の膜厚との差を容易に微調節することができる。その結果、例えば、有機EL素子内での光の共振条件を色ごとに適切化でき、発光効率の優れた表示パネルを容易に得ることができる。

【0078】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルの製造方法に、前記第1色用の電極板に対応するコンタクトホールの上面積と前記第2色用の電極板に対応するコンタクトホールの上面積とを、同一又は同一の近傍値の範囲内に形成する、という構成を採用する

10

【0079】

本態様によれば、前述の本発明の一態様における有機EL表示パネルを製造することができる。よって、例えば、第1コンタクトホールの上面積と第2コンタクトホールの上面積とを同一又は同一の近傍値の範囲内とした場合であっても、第1コンタクトホールと第2コンタクトホールとの少なくとも一方に段差を設けて形状を異ならせることで、第1コンタクトホールの容積を第2コンタクトホールの容積よりも大きくすることができる。

【0080】

よって、異なる色に対応する有機機能層の膜厚差を微調節し易くなる。その結果、例えば、発光効率の優れた有機EL表示パネルを製造することができる。

20

また、第1及び第2コンタクトホールの上面積を実質同一にすることにより、第1及び第2窪み部の開口面積も略同一となり、有機機能層を含むインクを窪み部内への入り込みやすさを概ね等しくすることができる。

【0081】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルの製造方法に、前記第4工程と前記第5工程との間に、前記第1コンタクトホールに対応する前記第1窪み部を覆うように第1画素規制層を形成し、前記第2コンタクトホールに対応する前記第2窪み部を覆うように第2画素規制層を形成する工程を設け、前記第6工程において、前記第1画素規制層の上方に前記第1有機機能層が形成され、前記第7工程において、前記第2画素規制層の上方に前記第2有機機能層が形成される、という構成を採用することができる。

30

【0082】

本態様によれば、絶縁性を有する画素規制層によって窪み部を覆うことで、窪み部と有機機能層とを電氣的に絶縁することができる。これにより、例えば、窪み部の開口縁上方において、発光層が、局所的な電流の集中によって窪み部の周囲と異なる輝度で発光することを防止することができる。

【0083】

また、第1画素規制層及び第2画素規制層の各々が、例えば、SiO₂膜、あるいはSiN膜などの酸化物（窒化物を含む）で形成され、かつ、上記画素規制層上に有機機能層を含むインクが直接塗布される場合には、第1有機機能層の第1窪み部への入り込み及び第2有機機能層の第2窪み部への入り込みが良好となる。

40

【0084】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルの製造方法に、前記第6工程において、前記第1有機機能層は、インクジェット式塗布方法により所定の体積の液滴を塗布することにより、前記第1電極板群の上方に連続して形成し、前記第7工程において、前記第2有機機能層は、インクジェット式塗布方法により前記所定の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内の体積の液滴を塗布することにより、前記第2電極板群の上方に連続して形成される、という構成を採用することができる。

【0085】

本態様によると、インクジェット式塗布方法において、色ごとの塗布条件を同じにすることにより、製造装置あるいは製造プロセスを簡易化するとともに、第1コンタクトホー

50

ルの容積を第2コンタクトホールよりも大きくすることで、第1有機機能層の膜厚を第2有機機能層よりも薄くすることができる。すなわち、異なる色に対応する有機機能層の膜厚差を微調節することができる。

【0086】

前記第1有機機能層の膜厚と前記第2有機機能層の膜厚との差は、前記インクジェット式塗布方法により前記所定の体積の液滴が塗布される場合、前記第1色用の電極板ごとに塗布される液滴数が、 n 滴増加することによる前記第1有機機能層の膜厚の増加分より大きく、前記液滴数が $n+1$ 滴増加することによる前記第1有機機能層の膜厚の増加分より小さい、という構成を採用することができる。

【0087】

本態様によれば、第1有機機能層の膜厚と第2有機機能層の膜厚との差を、インクジェット装置のノズルから滴下される液滴の最小単位である1つの液滴で形成される膜厚よりも小さく微調節することができる。なお、上記第1有機機能層の膜厚は、第1有機機能層のうちの第1色用の電極板の第1窪み部以外に対応する部分の膜厚である。第2有機機能層の膜厚についても同様である。

【0088】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルの製造方法に、前記第1有機機能層及び前記第2有機機能層は、電荷注入層あるいは電荷輸送層のいずれかであり、前記第1有機機能層と前記対向電極との間に第1有機発光層が形成され、前記第2有機機能層と前記対向電極との間に第2有機発光層が形成されている、という構成を採用することができる。

【0089】

さらに、本発明の一態様における有機EL表示パネルの製造方法に、前記第1有機機能層及び前記第2有機機能層は、有機発光層である、という構成を採用することができる。

さらに、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、基板を準備する第1工程と、前記基板上にTF層を形成する第2工程と、前記TF層上に層間絶縁膜を形成する第3工程と、複数の第1色用の電極板をライン状に配列した第1電極板群を前記層間絶縁膜上に形成し、前記第1電極板群と隣接して複数の第2色用の電極板をライン状に配列した第2電極板群を前記層間絶縁膜上に形成し、前記第2電極板群と隣接して複数の第3色用の電極板をライン状に配列した第3電極板群を前記層間絶縁膜上に形成する第4工程と、前記第1電極板群の一方の長辺部分に沿って第1隔壁を形成し、前記第1電極板群の他方の長辺部分と前記第2電極板群の一方の長辺部分との間に第2隔壁を形成し、前記第2電極板群の他方の長辺部分と前記第3電極板群の一方の長辺部分との間に第3隔壁を形成し、前記第3電極板群の他方の長辺部分に沿って第4隔壁を形成する第5工程と、前記第1隔壁と前記第2隔壁との間において前記第1電極板群の上方に連続して第1有機機能層を形成する第6工程と、前記第2隔壁と前記第3隔壁との間において前記第2電極板群の上方に連続して第2有機機能層を形成する第7工程と、前記第3隔壁と前記第4隔壁との間において前記第3電極板群の上方に連続して第3有機機能層を形成する第8工程と、前記第1有機機能層、前記第2有機機能層及び前記第3有機機能層の上方に対向電極を形成する第9工程と、を具備し、前記第3工程において、前記層間絶縁膜には、前記第1色用の電極板の各々とTF層とを接続する第1コンタクトホール、前記第2色用の電極板の各々とTF層とを接続する第2コンタクトホール、及び、前記第3色用の電極板の各々とTF層とを接続する第3コンタクトホールが設けられ、前記第1色用の電極板に対応する第1コンタクトホール、前記第2色用の電極板に対応する第2コンタクトホール、及び、前記第2色用の電極板に対応する第3コンタクトホールのうちの少なくとも2つは、段階的に狭くなる形状に形成し、前記第1コンタクトホールは、前記第2コンタクトホール及び第3コンタクトホールの各々より容積を大きく形成し、前記第4工程において、前記第1色用の電極板の各々には前記第1コンタクトホールの形状に沿って窪む第1窪み部が形成され、前記第2色用の電極板の各々には前記第2コンタクトホールの形状に沿って窪む第2窪み部が形成され、前記第3色用の電極板の各々には前記第3コンタク

10

20

30

40

50

トホールの形状に沿って窪む第3窪み部が形成され、前記第6工程、前記第7工程及び前記第8工程でそれぞれ形成された前記第1有機機能層、前記第2有機機能層及び前記第3有機機能層において、前記第1色用の電極板上の領域に対応する前記第1有機機能層の体積は、前記第2色用の電極板上の領域に対応する前記第2有機機能層の体積及び前記第3色用の電極板上の領域に対応する前記第3有機機能層の体積と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、前記第1有機機能層の膜厚は、前記第1コンタクトホールに対応する第1窪み部に入り込む前記第1有機機能層の量が、前記第2コンタクトホールに対応する第2窪み部に入り込む前記第2有機機能層の量及び前記第3コンタクトホールに対応する第3窪み部に入り込む前記第3有機機能層の量より多いことにより、前記第1窪み部以外の前記第1色用の電極板上の領域において、前記第2窪み部以外の前記第2色用の電極板上の領域に形成された前記第2有機機能層の膜厚及び前記第3窪み部以外の前記第3色用の電極板上の領域に形成された前記第3有機機能層の膜厚より薄い、という構成を採用することができる。

10

【0090】

本態様によれば、前記第1の電極板群と前記第2の電極板群に対応した有機EL発光素子に加えて、第3の電極板群に対応した発光色、即ち3色の発光色を有する有機EL発光素子可以实现できる。そして、前記3色を赤、緑、青(RGB)とすることで、光取出効率が低い有機EL表示パネルを実現することができる。

【0091】

さらに、本発明の一態様に係る有機EL表示パネルでは、上記構成において、前記コンタクトホールは、層間絶縁膜の上面側に開口する上側開口部と、下面側に開口する下側開口部とを有しており、前記電極板は、前記コンタクトホールに沿って窪む窪み部において、前記下側開口部を通じて前記TF層と電氣的に接続されている、という構成を採用することができる。

20

【0092】

さらに、本発明の一態様に係る有機EL表示パネルでは、上記構成において、前記コンタクトホールは、前記上側開口部から前記下側開口部に近づくに従い連続的に縮径する形状の上段部分と、前記下側開口部から前記上側開口部に近づくに従い連続的に拡径する形状の下段部分とを有し、上段部分と下段部分との間に段差(あるいは段差面)が存在する、という構成を採用することができる。

30

【0093】

<実施の形態>

(表示パネル100の構成)

図1は、実施の形態1に係る表示パネル100の要部構成を模式的に示す断面図である。図2は、表示パネル100の要部構成を示す斜視図である。

【0094】

表示パネル100は、有機材料の電界発光現象を利用した有機EL表示パネルである。表示パネル100では、画素(ピクセル)が縦方向及び横方向(X方向及びY方向)にマトリクス状に配列されており、各画素は、隣接するRGB(赤緑青)3色のサブピクセルによって構成されている。図2に示す有機EL素子20a、20b、20cはトップエミッション型の有機EL素子であって、有機EL素子20aは第1色(青色)のサブピクセル、有機EL素子20bは第2色(緑色)のサブピクセル、有機EL素子20cは第3色(赤色)のサブピクセルに対応する。

40

【0095】

ここで、平面視において、各有機EL素子20が形成された領域を「素子形成領域」と称し、素子形成領域のうち、発光に寄与する領域を「サブピクセル」と称する。

図2に示すように、青色の有機EL素子20a...が縦方向(Y方向)にライン状に配列され、それに隣接して、緑色の有機EL素子20b...が縦方向(Y方向)にライン状に配列され、さらに、それに隣接して、赤色の有機EL素子20b...が縦方向(Y方向)にライン状に配列されている。そして、横方向(X方向)に隣接する3つの有機EL素子20

50

a, 20b, 20c で一画素が形成される。

【0096】

図1は、配列された有機EL素子20c...を縦方向(Y方向)に切断した断面を示している。表示パネル100は、基板1と、基板1の主面上に積層形成されたTF T層2(薄膜トランジスタ層)とからなるTF T基板を備えている。

【0097】

また、表示パネル100において、TF T基板上に、層間絶縁膜3、陽極板5、画素規制層6、ホール注入層7が順に積層されている。さらに、それらの上に、隔壁8、ホール輸送層9、有機発光層10(以下、単に発光層という)、陰極層11が形成されて、有機EL素子20a, 20b, 20cが形成されている。

10

【0098】

なお、図1において、Z軸方向の最上部に、切断面の奥側にある隔壁8の側面が白塗りで図示されている(図3等も同様である)。また、図2では、ホール輸送層9、発光層10、陰極層11は示していない。

【0099】

基板1は、表示パネル100のベース部分となる基板であって、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で形成されている。

【0100】

20

TF T層2は、パネル全体の各有機EL素子20a~20cをアクティブマトリクス方式で駆動するためのTF T(薄膜トランジスタ)及び配線などからなる。なお図1において、TF T層2を二点鎖線で模式的に示し、TF Tのソース電極又はドレイン電極に接続されたSD電極22を代表的に図示している。

【0101】

層間絶縁膜3は、絶縁性に優れる有機材料、例えばポリイミド、ポリアミド、アクリル系樹脂材料からなり、基板1の上記TF T層2を全体的に被覆している。

この層間絶縁膜3には、各有機EL素子20a, 20b, 20cごとに、それぞれ厚み方向(Z方向)に掘り下げたコンタクトホール13a, 13b, 13cが形成されている(図1、図3参照)。コンタクトホール13は、層間絶縁膜3の上面側及び下面側の両側に開口した円形の孔である。各コンタクトホール13a, 13b, 13cを区別せずに、単にコンタクトホール13と記載する場合がある。なお、コンタクトホール13の断面形状(XY平面に平行な断面の形状)には、円形以外に、楕円形、矩形などの形状を採用してもよい。

30

【0102】

なお、コンタクトホール13内には、その内部形状に追従して陽極板5、画素規制層6、及びホール注入層7が凹入して積層される結果、ホール注入層7に、コンタクトホール13と似た形状の窪み部15が形成される。図2では、コンタクトホール13が窪み部15の下に隠れているため、破線の引き出し線を用いてコンタクトホール13に符号を付している(図3(a)も同様である)。

40

【0103】

次に、図3(a)~(c)を参照しながら、上記表示パネル100の構成を詳細に説明する。図3(a)は表示パネル100の概略構成を示す平面図、図3(b)は図3(a)のA-A'線で切断した断面、図3(c)は図3(a)のB-B'線で切断した断面である。なお、図3においても、ホール輸送層9、発光層10、陰極層11は示していない。

【0104】

図3(b)、(c)に示すように、層間絶縁膜3は、上面の大部分が平坦面であるが、コンタクトホール13が形成された箇所は窪んでいる。

図3(a)に示すように、コンタクトホール13は、有機EL素子20と同様に行列状に配列されている。そして、コンタクトホール13は、横方向(X方向)において近接し

50

て並べられ、縦方向（Ｙ方向）において所定の離間距離で等ピッチに配列されている。

【 0 1 0 5 】

図 3（b）に示すように、各色に対応するコンタクトホール 1 3 a , 1 3 b , 1 3 c の上面積が実質同一とされている（上面積については後に詳述する）。その一方で、3つのコンタクトホール 1 3 a , 1 3 b , 1 3 c は、形状及び容積が相異なっている。具体的には、コンタクトホール 1 3 a は、段差がなく、層間絶縁膜 3 の下面（ＳＤ電極側）に近づくに従い断面が連続的に狭くなる形状をしている。一方、コンタクトホール 1 3 b , c は、段差面 1 4 を有しており、層間絶縁膜 3 の下面に近づくに従い断面が段階的に狭くなる形状をしている。

【 0 1 0 6 】

コンタクトホール 1 3 b , c は、下段部分（段差面 1 4 よりも下側の部分）において、コンタクトホール 1 3 a よりも径が小さく、全体として容積が小さくされている。また、コンタクトホール 1 3 c は、コンタクトホール 1 3 b よりも容積が小さくされている。

【 0 1 0 7 】

つまり、青緑赤の各色に対応するコンタクトホール 1 3 a , 1 3 b , 1 3 c の容積（体積）は、青色に対応するコンタクトホール 1 3 a の容積が最も大きく設定され、赤色に対応するコンタクトホール 1 3 c の容積が最も小さく設定されている。そのため、青色の素子形成領域に形成される窪み部 1 5 a の容積が最も大きく、赤色の素子形成領域に形成される窪み部 1 5 c の容積が最も小さくなっている。

【 0 1 0 8 】

陽極板 5（5 a ~ 5 c）は、電極板の一例であり、平面視矩形状をなしている。陽極板 5 は、層間絶縁膜 3 上において、各有機 Ｅ Ｌ 素子 2 0 の素子形成領域（サブピクセル領域およびコンタクトホール 1 3 上の領域）に形成されている。各陽極板 5 は、サイズが等しくされ、縦方向（Ｙ方向）及び横方向（Ｘ方向）において、他の陽極板 5 と所定距離離間した状態で行列状に配列されている。

【 0 1 0 9 】

陽極板 5 には、図 3（b）,（c）に示すように、その一部がコンタクトホール 1 3 の内面に沿って凹入することで、コンタクトホール 1 3 と類似形状の窪み部 2 3 が形成されている。そして、陽極板 5 は、窪み部 2 3 の底壁部分において、ＴＦＴ層 2 のＳＤ電極 2 2 と電氣的に接続されている。

【 0 1 1 0 】

この陽極板 5 を形成する材料は、光反射性であることが好ましく、例えば銀 - パラジウム - 銅の合金、Ａｇ（銀）、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）、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属材料が用いられる。また、ＩＴＯ（Indium Tin Oxide）、ＩＺＯ（ $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ ）、ＺｎＯ、ＩｎＯ、ＳｎＯ等の半導体材料を用いてもよい。さらに、上記金属材料膜上に上記半導体材料膜を積層して陽極板 5 を形成してもよい。

【 0 1 1 1 】

画素規制層 6 は、横方向（Ｘ方向）に延設された電気絶縁性の膜であって、陽極板 5 の縦方向（Ｙ方向）における端部や、窪み部 2 3 を被覆している。

この画素規制層 6 が形成された箇所は、陽極板 5 と陰極層 1 1 との間の電氣的な導通が遮断され、有機 Ｅ Ｌ 素子 2 0 に駆動電圧が印加されても発光しないようにされている。したがって、この画素規制層 6 により、縦方向（Ｙ方向）に並ぶ複数のサブピクセルが区画されている。また、各画素規制層 6 は、縦方向（Ｙ方向）において、複数のサブピクセルのサイズが均等になるように、等幅にされ、等ピッチで配されている。

【 0 1 1 2 】

なお、画素規制層 6 によって、陽極板 5 の上記端部や窪み部 2 3 を被覆することにより、下記の輝度ムラの発生や、陽極板 5 と陰極層 1 1 との間のショートの発生を防止することができる。具体的には、陽極板 5 の上記端部や窪み部 2 3 の開口縁上方において発光層 1 0 の膜厚が薄くなり、局所的に電流が集中すると、局所的に輝度が大きくなり輝度ムラ

10

20

30

40

50

が発生する。また、陽極板 5 の上記端部や窪み部 2 3 の開口縁上方において、発光層 1 0 やその他の層が途切れていると陽極板 5 と陰極層 1 1 との間でショートが発生する場合がある。

【0113】

画素規制層 6 は、シリコンオキサイド (SiO_2)、シリコンナイトライド (SiN)、シリコンオキシナイトライド (SiON) などによって形成された絶縁性無機膜である。その厚さは 100 nm ~ 300 nm 程度である。

【0114】

ホール注入層 7 (7 a ~ 7 c) は、陽極板 5 及び画素規制層 6 上にモリブデンやタンゲステン等の酸化物が積層されて形成されている。

10

また、ホール注入層 7 は、コンタクトホール 1 3 上の領域において、画素規制層 6 とともに陽極板 5 の窪み部 2 3 に凹入し、窪み部 2 3 と類似形状の窪み部 1 5 を形成している。なお、窪み部 2 3 の大きさ (直径や深さ寸法) に比して、画素規制層 6 やホール注入層 7 の膜厚が遥かに小さいため、ホール注入層 7 に形成された窪み部 1 5 の容積と、陽極板 5 に形成された窪み部 2 3 の容積とは、略同じである。

【0115】

隔壁 8 (8 a ~ 8 c) 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液性を持つように形成されている。各隔壁 8 a, 8 b, 8 c は縦方向 (Y 方向) に長いライン状の形状をなしており、横方向 (X 方向) に連続して並ぶ有機 EL 素子 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c 同士の間を通過するように横方向 (X 方向) に等ピッチで形成されている。各隔壁 8 a, 8 b, 8 c の断面形状は台形であり、各隔壁幅 (X 方向の寸法) は均一である。

20

【0116】

ホール輸送層 9 (9 a ~ 9 c) は、前記有機機能層の一例であり、隣接する隔壁 8 同士で挟まれた領域に、ホール注入層 7 を覆うように形成されている。そして、各ホール輸送層 9 は、画素規制層 6 上において上記窪み部 1 5 に部分的に入り込んでいる。ホール輸送層 9 は、縦方向 (Y 方向) に連続して形成されている。

【0117】

なお、後述するように、各色に対応するコンタクトホール 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c の容積の違いに応じて窪み部 1 5 の容積が異なるため、発光領域等におけるホール輸送層 9 の膜厚が異なっている。

30

【0118】

ここで、隔壁 8 a と隔壁 8 b との間には、青色に対応するホール輸送層 9 a が形成され、隔壁 8 b と隔壁 8 c との間には、緑色に対応するホール輸送層 9 b が形成され、隔壁 8 c と隔壁 8 a との間には、赤色に対応するホール輸送層 9 c が形成されている。

【0119】

また、発光層 1 0 (1 0 a ~ 1 0 c) は、隣接する隔壁 8 同士で挟まれた領域において、ホール輸送層 9 の上に形成されている。そして、各発光層 1 0 は、各ホール輸送層 9 と共に上記窪み部 1 5 に部分的に入り込んでいる。

【0120】

40

ここで、ホール輸送層 9 a の上方に青色の光を発光する発光層 1 0 a が形成され、ホール輸送層 9 b の上方に緑色の光を発光する発光層 1 0 b が形成され、ホール輸送層 9 c の上方に赤色の光を発光する発光層 1 0 c が形成される。

【0121】

ホール輸送層 9 は、正孔移動度に優れる材料からなり、発光層 1 0 にホールを輸送する。ホール輸送層 9 を形成する材料の具体例としては、4, 4' - ビス [N - (ナフチル) - N - フェニル - アミノ] ビフェニル (α - NP B または α - NP D)、N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - (1, 1' - ビフェニル) - 4, 4' - ジアミン (TPD) などのトリアリールアミン系化合物を挙げることができる。その他の例として、ビフェニル誘導体、アントラセン誘導体、アニリン誘導体、チオフェン誘導体等がある。

50

【 0 1 2 2 】

なお、陽極板 5、ホール注入層 7、ホール輸送層 9 は、3 色の有機 E L 素子 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c で共通の材料が用いられているが、発光層 1 0 は、3 色の有機 E L 素子 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c で別々に、青色、緑色、赤色の光を発する発光材料で形成されている。

【 0 1 2 3 】

発光層 1 0 の材料としては、例えば、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。

【 0 1 2 4 】

陰極層 1 1 は、対向電極の一例であり、3 色の有機 E L 素子 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c の発光層 1 0 を一括して覆うように形成されている。陰極層 1 1 は、光透過性の材料、例えば I T O、I Z O (酸化インジウム亜鉛) 等で形成される。

【 0 1 2 5 】

なお、図示はしないが、陰極層 1 1 の上には、封止層が設けられる。この封止層は、例えば S i N (窒化シリコン)、S i O N (酸化窒化シリコン) 等の光透過性の材料で形成される。

【 0 1 2 6 】

このような表示パネル 1 0 0 において、上記のように隔壁 8 のピッチ及び隔壁幅は均等であり、画素規制層 6 のピッチ及び幅も均等なので、隔壁 8 及び画素規制層 6 で囲まれたサブピクセルのサイズは均等である。

【 0 1 2 7 】

本実施の形態において、図 3 に示すように、表示パネル 1 0 0 において、複数の青色用の陽極板 5 a が縦方向 (Y 方向) ライン状に配列されて第 1 陽極板群 (第 1 電極板群の一例である) が形成されている。当該第 1 陽極板群に隣接して、複数の緑色用の陽極板 5 b が縦方向 (Y 方向) ライン状に配列されて第 2 陽極板群 (第 2 電極板群の一例である) が形成されている。当該第 2 陽極板群に隣接して複数の赤色用の陽極板 5 c が縦方向 (Y 方向) ライン状に配列されて第 3 陽極板群 (第 3 電極板群の一例である) が形成されている。

【 0 1 2 8 】

ここで、図 3 (a) において、各陽極板群の全体的な形状は縦方向 (Y 方向) に細長い長方形をしており、各陽極板群は左右合わせて 2 つの長辺部分を有している。そして、第 1 陽極板群の一方 (左側) の長辺部分に沿って第 1 隔壁 (隔壁 8 a) が形成され、第 1 陽極板群の他方 (右側) の長辺部分と第 2 陽極板群の一方 (左側) の長辺部分との間に第 2 隔壁 (隔壁 8 b) が形成され、第 2 陽極板群の他方 (右側) の長辺部分と前記第 3 陽極板群の一方 (左側) の長辺部分との間に第 3 隔壁 (隔壁 8 c) が形成され、前記第 3 電極板群の他方 (右側) の長辺部分に沿って第 4 隔壁 (隔壁 8 a) が形成されている。なお、第 4 隔壁 (隔壁 8 a) は、隣接する画素における第 1 隔壁 (隔壁 8 a) となる。

【 0 1 2 9 】

(表示パネル 100 の製造方法)

まず、表示パネル 100 の製造方法の主要な部分について、図 4 を参照しながらその一例を説明する。

【0130】

TFT 基板を作製(製作)する工程について説明する。

表示パネル 100 のサイズに応じた基板 1 を準備する。なお、表示パネル 100 の数倍の大きさの基板を準備し、複数の表示パネル 100 の製造を同時に進行してもよい。

【0131】

TFT 層形成工程：

基板 1 上に、公知の製造方法(例えば、特開 2003 - 241683 号公報、特開 2008 - 300611 号公報等に記載)により、TFT 及び配線、SD 電極 22 からなる TFT 層 2 を形成する(図 4(a))。例えば、スパッタリング法や CVD 法(化学気相成膜法)等によって、TFT、SD 電極 22、配線等が形成される。

【0132】

TFT の形成において、ゲート電極、ゲート絶縁膜、ソース、ドレイン、チャネル層等が形成される。SD 電極 22 は、ソース及びドレインのいずれか一方に電氣的に接続して形成されている。配線は、例えば、Y 方向に延設された複数の信号用配線や、X 方向に延設された複数の走査用配線が形成され、各 TFT と接続される。なお、TFT は、ゲート電極がソース、ドレイン等よりも上方に形成されたトップゲート型としてもよいし、ゲート電極がソース、ドレイン等よりも下方に形成されたボトムゲート型としてもよい。

【0133】

層間絶縁膜を形成する工程について説明する。

層間絶縁膜形成工程：

上記 TFT 層 2 上に、ポジ型の感光性有機材料からなるレジスト膜 26 を塗布した後、そのレジスト膜 26 の SD 電極 22 上に位置する部分にコンタクトホール 13 を形成する。

【0134】

レジスト膜 26 は、スピンコート法等の液層成膜法によって塗布され、TFT 層 2 上の凹凸が埋まることで表面が平坦化される。なお、ディップコート法、スリットコート法、スプレーコート法、ロールコート法、ダイコート法等の液層成膜法によって塗布することもできる。

【0135】

コンタクトホール 13 の形成にはフォトリソグラフィ法が用いられる。コンタクトホール 13b、13c には、それぞれ段差面 14b、14c の上下に上段部分と下段部分とが形成されている(図 5 参照)。これは、露光及び現像処理において、上段部分と下段部分とを、2 回に分けて別個に形成する。例えば、最初の露光及び現像処理によって開口径の大きな上段部分を形成した後、再度露光及び現像処理によって開口径の小さな下段部分を形成する。

【0136】

なお、マルチトーンマスクを用いて 1 回の露光及び現像処理で、コンタクトホール 13b、13c を形成することもできる。この方法について、図 5(a)、(b)を用いて説明する。図 5(a)、(b)は、フォトリソグラフィ法を用いてコンタクトホール 13 を形成する処理を模式的に示す断面図である。

【0137】

露光処理に用いられるマルチトーンマスク 30 は、光を透過させる透光部 31 と、透光を弱める半透光部 32 と、光を遮る遮光部 33 とからなる。半透光部 32 は、露光機の解像度よりも充分微細なパターンを配置し、単位面積あたりに配置する微細パターンの数を調節して透過率を調節したものや、所定の透過率を持った膜をさらに積層して透過率を調節したもの等があり、このような半透光部 32 によって中間露光を実現している。特に、RGB 毎にコンタクトホール 13 の容積を異ならせる場合のマルチトーンマスク 30 は

、露光機の解像度よりも充分微細なパターンを配置し、単位面積あたりに配置する微細パターンの数を調節して透過率を調節したものが、好適である。

【0138】

各コンタクトホール13を形成するために、各透光部31a、31b、31cの開口径は、コンタクトホール13a、13b、13cの下側開口部35a、35b、35c（基板1側の開口、あるいは底面）の径と略同じにされている。また、各半透光部32b、32cの外径は、コンタクトホール13b、13cの段差面14b、14c（上段部分の底面に相当する）の外径と略同じにされている。そして、マルチトーンマスク30において、透光部31及び半透光部32以外の部分は遮光部33とされている。

【0139】

透光部31は光の透過率が高く、レジスト膜26のうち、透光部31を透過した光が照射された部分は、現像処理後にレジスト膜26の下面側に開口する。一方、半透光部32では照射光が弱められるため、半透光部32を透過した光が照射された部分は、現像処理後に上部が取り除かれて段差面14b、14cが形成される。上記マルチトーンマスク30による露光により、図5(a)において二点鎖線36a、36b、36cによって模式的に示す範囲が感光し、現像処理において溶解する。なお、透光部31及び半透光部32を透過した光は回折によって広がるため、レジスト膜26において、透光部31及び半透光部32よりも広い部分も多少露光され、コンタクトホール13の側面が傾斜面となる。

【0140】

この他に、上面が平坦面とされた絶縁膜を形成した後、コンタクトホール13を形成しようとする箇所をエッチングで除去する方法によっても、コンタクトホール13を形成することもできる。

【0141】

具体的に説明する。絶縁膜上にフォトレジストを重ねて塗布し、その上に、形成しようとするコンタクトホール13に合わせたパターンマスクを重ねる。なお、段差を有するコンタクトホール13b、13cについては、上段部分用のパターンマスクと、下段部分用のパターンマスクとが必要である。一方、段差を有しないコンタクトホール13aについては、コンタクトホール13b、13cの下段部分用のパターンマスクと共用することができる。

【0142】

続いてパターンマスクの上から感光した後、フォトレジストの感光部分（あるいは非感光部分）を現像処理によって取り除くことにより、レジストパターンを形成する。その後、絶縁膜のうちのレジストパターンの開口部分に露出した部分を、例えば、ウェットエッチング（ドライエッチングでもよい）によって取り除くことにより、絶縁膜に上段部分（下段部分、コンタクトホール13a）が形成される。このような露光及び現像処理を2回行うことでも絶縁膜をパターンニングし、層間絶縁膜3を形成することができる。

【0143】

以下に、各色の有機EL素子を形成する工程について説明する。

陽極板形成工程：

スパッタリング法により、層間絶縁膜3の上に、金属材料（銀、パラジウム及び銅の合金）を厚み100～200nm程度に薄膜成形し、金属材料膜上に半導体材料（IZO）を厚み90nm程度に薄膜成形する。

【0144】

その後、フォトリソグラフィ法により、行列状に並ぶ平面視矩形の陽極板5が形成される。具体的には、半導体材料膜上にレジスト膜を形成し、矩形の陽極板形状が行列状に並べて形成されたマスクパターンを用いてレジスト膜を露光後、TMAH（水酸化テトラメチルアンモニウム）によって露光部分を溶解除去して現像する。さらに、ウェットエッチング（例えば、リン酸、硝酸、酢酸の水溶液）によって、金属材料膜及び半導体材料膜のうちのレジスト膜によって被覆されていない格子状の部分を除去してパターンニングすることにより、矩形の陽極板5を形成する。

10

20

30

40

50

【0145】

このとき陽極板5は、コンタクトホール13の内面にも形成されるので、陽極板5はコンタクトホール13の内面に沿って凹入し、陽極板5に窪み部23が形成される。窪み部23の底壁部分は、コンタクトホール13の下側の開口を通じて、SD電極22に面接触して電気接続される(図4(c))。

【0146】

画素規制層形成工程：

次に、CVD法によって、SiONを100～300nmの厚さに成膜する。その後、フォトリソグラフィ法を用い、ドライエッチングでパターニングすることにより、画素規制層6を形成する(図4(e))。

10

【0147】

ホール注入層形成工程：次に、陽極板5及び画素規制層6の上に、酸化モリブデンや酸化タングステン等の酸化金属膜を反応性スパッタ法で成膜することにより、ホール注入層7を形成する(図4(d))。

【0148】

画素規制層6及びホール注入層7も、陽極板5に沿って部分的に窪み部23a, 23b, 23c内に凹入した形態となる。その結果、ホール注入層7に窪み部15a～15cが形成される。また、画素規制層6及びホール注入層7は、サブピクセルにおける膜厚と、窪み部23における膜厚とが同程度となる。

【0149】

隔壁形成工程：

次に、隔壁材料として、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、層間絶縁膜3上に塗布し、フォトリソグラフィ法でパターニングすることによって隔壁8a、8b、8cを形成する(図4(f))。

20

【0150】

なお、この隔壁形成工程では、次の工程で塗布されるインクに対する撥液性を付与するために、隔壁8の表面を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。

【0151】

ホール輸送層形成工程：

次に、ホール輸送層9を、インクジェット方式(インクジェット式塗布方法)で形成する(図4(g))。

30

【0152】

すなわち、ホール輸送層材料である有機材料と溶媒を所定比率で混合してホール輸送層用のインクを作製し、そのインクを、隣合う隔壁8同士の間塗布する。すなわち、公知のインクジェット方式によって、第1隔壁である隔壁8aと第2隔壁である隔壁8bとの間、第2隔壁である隔壁8bと第3隔壁である隔壁8cとの間、第3隔壁である隔壁8cと第4隔壁である隔壁8aとの間の領域に沿って、インクを塗布する。

【0153】

図6は、インクジェット方式で、基板上にホール輸送層形成用のインクを塗布した直後の様子を示す断面模式図である。なお、図6において、ホール注入層7の図示が省略されている。

40

【0154】

当図において各矢印は、インクジェット装置のノズルから、各素子形成領域において所定の複数箇所にインクを滴下することを示している。つまり、各素子形成領域に滴下される液滴数(例えば、8滴)及び、各素子形成領域における液滴が滴下される複数の箇所が等しくされている。これにより、塗布されたインクは、ホール注入層7の上を全体的に被覆し、コンタクトホール13の存在によって形成された窪み部15の中にも入り込む。

【0155】

ここで、ノズルから吐出する各インク液滴の量は一定であるので、複数の素子形成領域

50

に対して、インクの塗布量が均一になる。つまり、各陽極板 5 上方に塗布されるインク量も同等であって、そのバラツキは 5 % 以内である。

【 0 1 5 6 】

なお、ホール輸送層 9 を形成するインクをバンク間に充填する方法として、この他に、ディスペンサー法、ノズルコート法、印刷法等を用いてもよく、いずれの方法でも、各陽極板 5 及びホール注入層 7 の上に塗布するインクの量は、すべての色のサブピクセルで同等である。

【 0 1 5 7 】

このように形成されたインク層を乾燥させることによってホール輸送層 9 が形成される。

10

発光層形成工程：

ホール輸送層 9 の上に、インクジェット方式で発光層 10 を形成する。この工程は、上記ホール輸送層形成工程と同様であって、発光層形成用の有機発光材料を溶解させたインクを、隣り合う隔壁 8 同士の間塗布し、乾燥することによって形成するが、用いる有機発光材料が発光色ごとに異なっている。

【 0 1 5 8 】

なお、ホール輸送層 9 の上に、例えば、真空蒸着法によって低分子系有機発光材料からなる発光層 10 を形成することもできる。また、発光層 10 を形成するインクをバンク間に充填する方法として、この他に、ディスペンサー法、ノズルコート法、印刷法等を用いてもよい。

20

【 0 1 5 9 】

陰極層形成工程等：

次に、発光層 10 の表面上に、ITO、IZO 等の材料を、スパッタリング法、あるいは真空蒸着法で成膜する。これにより陰極層 11 を形成する。さらに、陰極層 11 の表面上に、SiN（窒化シリコン）、SiON（酸化窒化シリコン）等の材料をスパッタリング法、あるいは真空蒸着法で成膜することにより、封止層を形成する。

【 0 1 6 0 】

以上の工程により、全ての有機 EL 素子 20a ~ 20c が形成され、表示パネル 100 が完成する。

（コンタクトホール 13 及び窪み部 15 の容積とホール輸送層 9 の膜厚について）

30

表示パネル 100 において、コンタクトホール 13 の容積は、青色に対応するコンタクトホール 13a が最も大きく、赤色に対応するコンタクトホール 13c が最も小さく設定されている（ $13a > 13b > 13c$ ）。よって、窪み部 15 の容積は、コンタクトホール 13a 上方に形成された窪み部 15a が最も大きく、コンタクトホール 13c 上方に形成された窪み部 15c が最も小さくなる（ $15a > 15b > 15c$ ）。各色に対応するホール輸送層 9a, 9b, 9c は、各陽極板 5 上方の領域において互いに同じ体積とされているが、窪み部 15a, 15b, 15c に入り込む体積（量）が異なっている。

【 0 1 6 1 】

その結果、青色サブピクセルのホール輸送層 9a の膜厚（陽極板 5 上の領域における窪み部 15 以外の領域での膜厚）が最も薄くなり、緑色サブピクセルのホール輸送層 9b の膜厚は中間的な厚さになり、赤色サブピクセルのホール輸送層 9c の膜厚が最も厚くなる。

40

【 0 1 6 2 】

このように、各窪み部 15a, 15b, 15c の容積を異ならせることで、各ホール輸送層 9a, 9b, 9c の膜厚差を微調節することができる。従って、表示パネル 100 においては、サブピクセルの色ごとに、ホール輸送層 9 の膜厚を、発光色の波長に合った適値に設定するのが容易である。

【 0 1 6 3 】

以下に、陽極板 5 の上方に形成された窪み部 15 の容積とホール輸送層 9 の膜厚との関係について詳細に考察する。なお、窪み部 15 は、厳密に言えば、陽極板 5 に形成された

50

窪み部 2 3 に凹入したホール注入層 7 が、窪み部 2 3 の形状に沿って窪むことで形成されている。そして、画素規制層 6 やホール注入層 7 は、CVD やスパッタ法で形成されているため、窪み部 1 5 の形状は窪み部 2 3 と非常に似た形状となる。また、窪み部 2 3 の大きさ（直径および深さ）と比較してホール注入層 7 等の膜厚は遥かに小さく、窪み部 2 3 の容積に対する影響は小さい。

【 0 1 6 4 】

以上のような事情から、窪み部 2 3 と窪み部 1 5 とを同一視しても特に問題はない。よって、正確には、第 1 , 第 2 , 第 3 窪み部は、それぞれ窪み部 2 3 a , 2 3 b , 2 3 c によって構成されているが、便宜的に、第 1 , 第 2 , 第 3 窪み部を、それぞれ窪み部 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c が構成していると考えてもよい。

10

【 0 1 6 5 】

また、陽極板 5 の縦方向（Y 方向）の長さと比較して、縦方向に隣合う陽極板 5 間の隙間は非常に小さいため、隙間を考慮せずに計算を行うものとする。なお、サブピクセルにおけるホール輸送層 9 の膜厚を、単にホール輸送層 9 の膜厚と記載することとする。

【 0 1 6 6 】

1 つの素子形成領域で、陽極板 5 上のインク塗布領域（図 3（a）において符号 5 で示す領域）の面積を S、中間層用のインクの溶質濃度を N とする。また、1 つのインク塗布領域に塗布されるインク（図 6 中の斜線領域 C）の塗布量を V0、陽極板 5 上に形成される窪み部 1 5 の容積を V1（各色に対応する窪み部 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c の容積を、それぞれ V1a、V1b、V1c）とする。

20

【 0 1 6 7 】

図 7（a）,（b）,（c）は、それぞれ、インク塗布領域にインクが塗布された状態（左側）と、インクが乾燥した状態（右側）とを、図 6 よりも大幅に簡略化して示す模式図である。以下には、インク塗布領域、窪み部 1 5 等を図 7 に示す単純なモデルにして、窪み部 1 5 の容積とホール輸送層 9 の膜厚との関係について考察する。なお、図 7 において、陽極板 5、画素規制層 6 等の図示が省略されている。

【 0 1 6 8 】

（1）窪み部の有無によるホール輸送層 9 の膜厚の違いについて

まず、窪み部 1 5 の容積とホール輸送層 9 の膜厚との関係について述べる。

図 7（a）に、窪み部 1 5 が形成されていないと仮定した場合におけるインクの乾燥前後の状態を示す。仮に陽極板 5 の上面全てが平坦であり、窪み部がないとすると、陽極板 5 の上方に塗布されるインク層の仮想高さ H0 は、塗布量 V0 を面積 S で除して得られる。

30

【 0 1 6 9 】

$$H0 = V0 / S \quad \cdots (1 - 1)$$

乾燥後に形成されるホール輸送層 9 の仮想膜厚 h0 は、インク層の仮想高さ H0 に溶質濃度 N を乗じて求める。

【 0 1 7 0 】

$$h0 = N \cdot H0$$

$$= N \cdot V0 / S \quad \cdots (1 - 2)$$

一方、図 7（b）,（c）に、窪み部 1 5 が形成されている場合におけるインクの乾燥前後の状態を示す。なお、当図において、窪み部 1 5 内に充填されたインクが乾燥される部分と、窪み部 1 5 上方のインク層が乾燥されてなる部分とが区別して示されている。これについては、後に説明する。

40

【 0 1 7 1 】

陽極板 5 上方に窪み部 1 5（体積 V1）が形成されている場合、塗布されたインクの一部がその窪み部 1 5 に充填される。なお、図 6 中、斜線領域 D のように窪み部 1 5 の全体にインクが充填されるものとする。また、塗布されたインクの上面に多少の凹凸が生じる場合があるが、平坦であるとみなして概算する。

【 0 1 7 2 】

そうすると、サブピクセルにおけるインク層の高さ H は、インクの塗布量 V0 から窪み

50

部 1 5 への充填量 $V1$ だけ差し引いたインク残量 ($V0 - V1$) を、窪み部がない陽極板上に塗布した場合における高さと同じとみなすことができる (図 7 (b) 参照)。

【 0 1 7 3 】

従って、インク層の高さ H は、インク残量 ($V0 - V1$) を面積 S で除して、次式によって得られる。

$$H = (V0 - V1) / S \quad \cdots (1 - 3)$$

インク乾燥後のホール輸送層 9 の膜厚 h は、インク層の高さ H に、中間層用のインクの溶質濃度 N を乗じることで求められる。

【 0 1 7 4 】

$$h = N \cdot H$$

10

$$= N (V0 - V1) / S \quad \cdots (1 - 4)$$

図 7 の (a) と (b) とを比較すると、インクが窪み部 1 5 に充填されることによって、サブピクセルにおけるインク層の高さ H が、仮想高さ $H0$ (図 7 (b) において直線 J で示す) よりも小さくなることが分かる。その結果、乾燥後にホール輸送層 9 の膜厚 h が、仮想膜厚 $h0$ よりも小さくなるのである。

【 0 1 7 5 】

ここで、陽極板 5 に窪み部 1 5 が形成されていないと仮定した場合、前述のようにホール輸送層 9 の仮想膜厚 $h0$ は、 $N \cdot V0 / S$ である。よって、仮想膜厚 $h0$ との比較において、窪み部 1 5 の存在によりホール輸送層 9 の膜厚 h が減少した量 E は、次式となる。

【 0 1 7 6 】

20

$$E = h0 - h$$

$$= N \cdot V0 / S - N (V0 - V1) / S$$

$$= N \cdot V1 / S \quad \cdots (1 - 5)$$

すなわち、ホール輸送層 9 の仮想膜厚 $h0$ に対する膜厚 h の減少量 E は、原則的に、窪み部 1 5 の容積に基づいて定まるのである。よって、窪み部 1 5 の容積 ($V1$) を大きくすれば、ホール輸送層 9 の膜厚 h の仮想膜厚 $h0$ に対する減少量 E を大きくすることができる。

【 0 1 7 7 】

そして、各色の窪み部 1 5 の容積 $V1a$, $V1b$, $V1c$ の大小は、 $V1a > V1b > V1c$ となっている。したがって、例えば、インクの塗布量 $V0$ 及び溶質濃度 N を同じにした場合、青色のサブピクセルのホール輸送層 9 a の膜厚が最も薄くなり、赤色のサブピクセルのホール輸送層 9 c の膜厚が最も厚くなる。

30

【 0 1 7 8 】

(2) 各色に対応する窪み部 1 5 の容積の違いと、ホール輸送層 9 の膜厚の差について
図 7 (b)、(c) には、インク層の高さ Ha , Hb と、ホール輸送層 9 a, 9 b の膜厚 ha , hb とを示す。なお、図 7 では、簡略化のため、陽極板 5 等の図示を省略し、窪み部 1 5 の断面形状を矩形にしている。

【 0 1 7 9 】

ここで、異なる色に対応する窪み部 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c 間の容積の差 $\Delta V1$ と、ホール輸送層 9 の膜厚 ha , hb , hc の膜厚差 Δh との関係について述べる。

40

なお、インクの塗布量 $V0$ 及び溶質濃度 N は、各色のインク塗布領域で互いに等しくされているものとする。この場合に、例えば、青色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9 a の膜厚 ha と、緑色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9 b の膜厚 hb との膜厚差 Δhab は、次式によって得られる。

【 0 1 8 0 】

$$\Delta hab = ha - hb$$

$$= N (V0 - V1a) / S - N (V0 - V1b) / S$$

$$= N (V1b - V1a) / S$$

$$= N \cdot \Delta V1ab / S \quad \cdots (2 - 1)$$

すなわち、各色のインク塗布領域でインク量 $V0$ 及び溶質濃度 N が等しい場合、上記膜

50

厚差 Δh_{ab} は、原則的に、青色に対応する窪み部 15a の容積と、緑色に対応する窪み部 15b の容積との差 ΔV_{1ab} に比例するのである。よって、窪み部 15a, 15b, 15c 間の容積の差 ΔV_1 (例えば、 $V_{1a} - V_{1b}$) を調節することで、その容積の差 ΔV_1 に応じて、各色に対応するホール輸送層 9 の膜厚 h_a, h_b, h_c の膜厚差 Δh (例えば、 $h_a - h_b$) を調節することができる。ここで、窪み部 15a の容積 V_{1a} は、窪み部 15b の容積 V_{1b} よりも大きいので、容積 V_{1b} から容積 V_{1a} を引くと負の値となるが、これは、膜厚 h_a が膜厚 h_b よりも小さいことを示している。

【0181】

なお、対応色によってインクの塗布量 V_0 や溶質濃度 N が異なっても、同様の原理で膜厚差 Δh を調節することができる。

10

(3) ホール輸送層 9 の膜厚差の調節単位について

各窪み部 15 の大きさは、層間絶縁膜 3 に形成するコンタクトホール 13 の大きさによって規定されており、後述するように微調節可能である。従って、窪み部の体積 V_{1a}, V_{1b}, V_{1c} は、インク液滴 1 滴の体積と比べて、細かい単位で調節することができるので、対応色が異なるホール輸送層 9 の膜厚差を微調節できる。

【0182】

まず、比較例として、サブピクセルの色ごとに塗布するインク液滴の滴数を変える方法で膜厚を調節した場合について説明する。各インク塗布領域に塗布するインクの液滴数を M 滴とすると、インク 1 滴の体積は、インクの塗布量 V_0 をインクの液滴数 M で除した値 (V_0/M) となる。したがって、各インク塗布領域に塗布するインク液滴の滴数を 1 滴増減させた場合 (例えば、 M 滴と $M+1$ 滴とを比較した場合)、形成される中間層の膜厚は $N(V_0/M)/S$ だけ増減するので、 $N(V_0/M)/S$ 単位でしか膜厚差を調節できない。

20

【0183】

次に、本実施形態によれば、例えば、窪み部 15a, 15b, 15c 間の容積の差 (例えば、 $V_{1a} - V_{1b}$) を、インク 1 滴の体積 (V_0/M) よりも小さい単位で調節することができる (例えば、インク半滴分の体積 $V_0/2M$)。よって、ホール輸送層 9 の膜厚差 Δh を、例えば $N(V_0/2M)/S$ として、インク液滴数を 1 滴増減させた場合の膜厚差よりも小さく設定することができる。さらに、ホール輸送層 9 の膜厚差 Δh を、例えば、インク液滴数を n 滴増減させた場合の膜厚差よりも大きく、液滴数を $n+1$ 滴増減させた場合の膜厚差よりも小さく設定することもできる。

30

【0184】

したがって、例えば、(i) 青色サブピクセルのホール輸送層 9a の膜厚 h_a と、緑色サブピクセルのホール輸送層 9b の膜厚 h_b との膜厚差 Δh_{ab} を、(ii) 青色サブピクセルに滴下するインクの液滴数を n 滴増加させた場合のホール輸送層 9a の膜厚 h_a の増加分よりも大きく、かつ、インクの液滴数を $n+1$ 滴増加させた場合のホール輸送層 9a の膜厚 h_a の増加分よりも小さくすることができる。

【0185】

(4) ホール輸送層 9 のうちの窪み部 15 に入り込んだ部分について

図 7(b), (c) に示すように、窪み部 15 内のホール輸送層 9 の膜厚は、概ねサブピクセルにおけるホール輸送層 9 の膜厚よりも厚くなる。これは、窪み部 15 に充填されたインクによるものである。

40

【0186】

ここで、図 6 の下側の図において、窪み部 15 に入り込むホール輸送層 9 の量 (体積) v_3 は、直線 E と直線 F とに挟まれた部分の体積を指す。つまり、窪み部 15 に入り込むホール輸送層 9 の量は、平面視において窪み部 15 と同じ領域に形成されているホール輸送層 9 の量と表現することができる。

【0187】

そして、図 7 に戻り、窪み部 15 に入り込むホール輸送層 9 の量 (体積) v_3 は、窪み部 15 内に充填された第 1 インク部分 41 (体積 V_1) が乾燥されてなる第 1 部分 42 の

50

体積 v_1 と、インク層のうちの窪み部 15 上方に位置する第 2 インク部分 43 (体積 V_2) が乾燥されてなる第 2 部分 44 の体積 v_2 との和となる。

【0188】

$$v_3 = v_1 + v_2 \quad \cdots (3-1)$$

なお、体積 v_1 と体積 v_2 とは、次式で表わされる。

$$v_1 = N \cdot V_1 \quad \cdots (3-2)$$

$$v_2 = N \cdot V_2 \quad \cdots (3-3)$$

ここで、図 7 (b), (c) に示すように、窪み部 15 に入り込んだホール輸送層 9 のうち、第 2 部分 44 の元となる第 2 インク部分 43 は、サブピクセルにおけるインク層の高さ H に応じて変化するだけであり、ホール輸送層 9 の膜厚 h の変化に寄与していないと
10

【0189】

よって、窪み部 15 に入り込んだホール輸送層 9 の体積 v_3 のうち、ホール輸送層 9 の膜厚 h の変化に寄与するのは第 1 部分 42 の体積 v_1 である。そして、窪み部 15 の容積 V_1 が調節される結果、第 1 部分 42 の体積 v_1 が適切化され、ホール輸送層 9 の膜厚 h を適切なものとすることができる。

【0190】

さらに、各色に対応する第 1 インク部分 41a, 41b の容積 V_{1a} , V_{1b} の差を微調節することで、第 1 部分 42 の体積 v_{1a} , v_{1b} の差が適切化され、各色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9a, 9b, 9c の膜厚差が微調節されている。
20

【0191】

しかしながら、実際に、窪み部 15 に入り込んだホール輸送層 9 を第 1 部分 42 と第 2 部分 44 とに区別することは困難である。よって、サブピクセルにおけるホール輸送層 9 の量に基づいて、第 2 部分 44 の体積 v_2 に相当する体積相当値 v_2' を算出することとする。

【0192】

ここで、第 2 インク部分 43 の高さは、サブピクセルにおけるインク層 45 の高さ H と同じである。よって、窪み部 15 の上面積が S_1 であるとする、サブピクセルにおいて、ホール輸送層 9 の面積 S_1 当たり (符号 46 で例示する部分) の体積 v_4 が、第 2 部分 44 の体積 v_2 に相当し、体積相当値 v_2' になると考えられる。
30

【0193】

そこで、上記体積 v_4 は、サブピクセルにおけるホール輸送層 9 の膜厚 h に面積 S_1 を乗じて算出することができる。なお、膜厚 h は、例えば、サブピクセルにおけるホール輸送層 9 の膜厚の平均的な膜厚とすることができる。具体的には、例えば、サブピクセルにおけるホール輸送層 9 の膜厚を複数箇所測定し、その平均値とすることができる。

【0194】

$$\begin{aligned} v_2' &= v_4 \\ &= h \cdot S_1 \quad \cdots (3-4) \end{aligned}$$

よって、第 2 インク部分 43 の体積相当値 v_2' が得られ、第 1 インク 41 の体積相当値 v_1' が算出できる。なお、合計体積 v_3 の相当値 v_3' は、例えば、窪み部 15 内に入り込んだホール輸送層 9 の断面に基づいて算出することができる。具体的には、例えば、窪み部 15 の中心軸を含む断面が得られる場合は、ホール輸送層 9 の断面形状を中心軸周りに 1 回転させた回転体の体積を相当値 v_3' とすることができる。
40

【0195】

$$\begin{aligned} v_1' &= v_3' - v_2' \\ &= v_3' - h \cdot S_1 \quad \cdots (3-5) \end{aligned}$$

なお、理想的には、体積相当値 v_1' と、窪み部 15 a 容積 V_1 に溶質濃度 N を乗じて得られた体積 v_1 とは、同程度の値となる (例えば、 $\pm 10\%$ の範囲内)。

【0196】

窪み部 15 の上面積 S_1 は、後述するコンタクトホール 13 の上面積と同じように定義
50

することもできる。つまり、窪み部 15 の周縁部の最も高い位置から約 10 % 下がった位置における窪み部 15 の直径で規定される円の面積としてもよい。

【0197】

本実施の形態において、[i] 前記第 1 コンタクトホール (13a) の容積 ($V1a$) は、前記第 2 コンタクトホール (13b) の容積 ($V1b$) より大きく、[ii] 前記第 1 色用の電極板 (5a) 上の領域に対応する前記第 1 有機機能層 (9a) の体積 (例えば、 $N \cdot V0$) は、前記第 2 色用の電極板 (5b) 上の領域に対応する前記第 2 有機機能層 (9b) の体積 (例えば、 $N \cdot V0$) と同一又は同一の近傍値の範囲内であり、[iii] 前記第 1 有機機能層の膜厚 (h_a) は、前記第 1 コンタクトホールに対応する第 1 窪み部 (15a) に入り込む前記第 1 有機機能層の量 ($v3a$) が前記第 2 コンタクトホールに対応する第 2 窪み部 (15b) に入り込む前記第 2 有機機能層の量 ($v3b$) より多いことにより、前記第 1 窪み部以外の前記第 1 色用の電極板上の領域 (例えば、青色のサブピクセルにおける 9a) において、前記第 2 窪み部以外の前記第 2 色用の電極板上の領域 (例えば、緑色のサブピクセルにおける 9b) に形成された前記第 2 有機機能層の膜厚 (h_b) より薄い。

10

【0198】

また、本実施の形態において、[i] 前記第 1 コンタクトホール (13a) の容積 ($V1a$) は、前記第 2 コンタクトホール (13b) の容積 ($V1b$) より大きく、[ii] 第 1 色用の電極板 (例えば、5a) の第 1 窪み部 (15a) に入り込む前記第 1 有機機能層 (9a) の量 ($v3a$) と、第 1 色用の電極板の第 1 窪み部以外の部分 (例えば、青色のサブピクセルにおける 9a) に対応する前記第 1 有機機能層が、平面視において前記第 1 窪み部と同じ広さ (上面積 $S1$) 当たりに形成された量 ($v2a$) との差 ($v3a - v2a = v1a$) は、[iii] 第 2 色用の電極板 (例えば、5b) の第 2 窪み部 (15b) に入り込む前記第 2 有機機能層 (9b) の量 ($v3b$) と、第 2 色用の電極板の第 2 窪み部以外の部分 (例えば、緑色のサブピクセルにおける 9b) に対応する前記第 2 有機機能層が、平面視において前記第 2 窪み部と同じ広さ (上面積 $S1$) 当たりに形成された量 ($v2b$) との差 ($v3b - v2b = v1b$) よりも大きいということもできる。

20

【0199】

なお、上記括弧内の体積 $v1$ 、 $v2$ 、 $v3$ を、前述の体積相当値 $v1'$ 、 $v2'$ 、 $v3'$ とすることができる。

30

また、本実施の形態において、青色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9a が前記第 1 有機機能層に相当し、緑色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9b が前記第 2 有機機能層に相当し、赤色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9c が前記第 3 有機機能層に相当する。

【0200】

ここで、青色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9a が前記第 1 有機機能層に相当し、赤色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9c が前記第 2 有機機能層に相当すると考えることもできる。さらに、緑色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9b が前記第 1 有機機能層に相当し、赤色のサブピクセルにおけるホール輸送層 9c が前記第 2 有機機能層に相当すると考えることもできる。

40

【0201】

(5) 次に具体的な数値例を入れて考察する。

例えば、1つのサブピクセルで、陽極板 5 上のインク塗布領域 (図 3(a) の符合 5 で示す領域) のサイズを縦 $300 \mu\text{m}$ 、横 $70 \mu\text{m}$ とすると、陽極板 5 上のインク塗布領域の面積 $S = 21000 \mu\text{m}^2$ となる。

【0202】

また、中間層用のインクの溶質濃度 N を 0.02 (2 vol %) とし、インクジェットで吐出される 1 滴あたりの液滴量が 3 pL で、各サブピクセルの陽極板 5 の上に 7 滴ずつ充填するものとする、各インク塗布領域に充填されるインクの充填量 $V0 = 21 \text{ pL}$ ($21000 \mu\text{m}^3$) となる。

50

【 0 2 0 3 】

陽極板 5 に窪み部がないとすると、陽極板 5 の上に充填されるインク層の仮想高さ H_0 は、 $V_0 / S = 1 \mu\text{m} (= 1000 \text{ nm})$ となり、乾燥後に形成されるホール輸送層 9 の膜厚 h_0 は、次式によって得られる。

【 0 2 0 4 】

$$h_0 = N \cdot H_0$$

$$= 0.02 \mu\text{m} = 20 \text{ nm} \quad \dots (4 - 1)$$

ここで、青色に対応する窪み部 15 a は、上面半径が下面半径よりも大きな円錐台形状とし、上面半径 r_1 を $20 \mu\text{m}$ 、下面半径 r_2 を約 $17.7 \mu\text{m}$ 、高さ T を $4 \mu\text{m}$ 、側面の傾斜角度が $60 [^\circ]$ (XY 平面に対する傾斜角度) とした。窪み部 15 a の容積 V_{1a} は、次式で求められ、 π が 3.14 とすると、 $4468 \mu\text{m}^3$ (4.468 pL) となる。

【 0 2 0 5 】

$$V_{1a} = \pi \cdot T (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2) / 3 \quad \dots (4 - 2)$$

その結果、青色サブピクセルのホール輸送層 9 a の膜厚 h_a は、次式によって得られる。

【 0 2 0 6 】

$$h_a = N (V_0 - V_{1a}) / S = 15.7 \text{ nm} \quad \dots (4 - 3)$$

緑色に対応する窪み部 15 b は、上側が拡張した 2 つの円錐台が上下に積み重ねられた形状であり、上下の部分を実別々に計算する。まず、上側の円錐台部分は、上面半径 $20 \mu\text{m}$ 、下面半径を約 $19.1 \mu\text{m}$ 、高さを $1.5 \mu\text{m}$ 、側面の傾斜角度が $60 [^\circ]$ (XY 平面に対する傾斜角度) とした。次に、下側の円錐台部分は、上面半径 $15 \mu\text{m}$ 、下面半径を約 $13.6 \mu\text{m}$ 、高さを $2.5 \mu\text{m}$ 、側面の傾斜角度を $60 [^\circ]$ (XY 平面に対する傾斜角度) とした。

【 0 2 0 7 】

そして、上側の円錐台部分の容積は、 $1800 \mu\text{m}^3$ (1.800 pL)、下側の円錐台部分の容積は、 $1607 \mu\text{m}^3$ (1.607 pL) となる。よって、窪み部 15 b の容積 V_{1b} は、 $3407 \mu\text{m}^3$ (3.407 pL) となる。その結果、緑色サブピクセルのホール輸送層 9 b の膜厚 h_b は、次式によって得られる。

【 0 2 0 8 】

$$h_b = N (V_0 - V_{1b}) / S = 16.8 \text{ nm} \quad \dots (4 - 4)$$

赤色に対応する窪み部 15 c も、上側が拡張した 2 つの円錐台が上下に積み重ねられた形状であり、上下の部分を実別々に計算する。まず、上側の円錐台部分は、上面半径 $20 \mu\text{m}$ 、下面半径を約 $19.1 \mu\text{m}$ 、高さを $1.5 \mu\text{m}$ 、側面の傾斜角度が $60 [^\circ]$ (XY 平面に対する傾斜角度) とした。次に、下側の円錐台部分は、上面半径 $10 \mu\text{m}$ 、下面半径を約 $8.6 \mu\text{m}$ 、高さを $2.5 \mu\text{m}$ 、側面の傾斜角度を $60 [^\circ]$ (XY 平面に対する傾斜角度) とした。

【 0 2 0 9 】

そして、上側の円錐台部分の容積は、 $1800 \mu\text{m}^3$ (1.800 pL)、下側の円錐台部分の容積は、 $680 \mu\text{m}^3$ (0.680 pL) となる。よって、窪み部 15 c の容積 V_{1c} は、 $2480 \mu\text{m}^3$ (2.480 pL) となる。その結果、赤色サブピクセルのホール輸送層 9 c の膜厚 h_c は、次式によって得られる。

【 0 2 1 0 】

$$h_c = N (V_0 - V_{1c}) / S = 17.6 \text{ nm} \quad \dots (4 - 5)$$

よって、青色サブピクセルのホール輸送層 9 a の膜厚 h_a と、緑色サブピクセルのホール輸送層 9 b の膜厚 h_b との膜厚差 Δh_{ab} は、 1.0 nm となる。また、膜厚 h_b と膜厚 h_c との膜厚差 Δh_{bc} は、 0.9 nm となる。さらに、膜厚 h_a と膜厚 h_c との膜厚差 Δh_{ac} は、 1.9 nm となる。上記の場合、コンタクトホール 13 の容積差 ΔV_1 は、それぞれ ΔV_{1ab} (青色と緑色) 及び ΔV_{1bc} (緑色と赤色) が $1000 \mu\text{m}^3$ (1 pL) 程度、 ΔV_{1ac} (青色と赤色) が $2000 \mu\text{m}^3$ (2 pL) 程度である。

【0211】

このようにして、各色のサブピクセル間においてホール輸送層9の膜厚差を、微小単位（例えば、1 nm以下）で調節することができる。

一方、比較例では、1つのサブピクセルあたりに充填するインク液滴の滴数を1滴増減させた場合、形成される中間層の膜厚は約2.9 nmだけ増減するので、約2.9 nm単位でしか膜厚を調節できない。

【0212】

以上のように、本実施形態の表示パネル100の製法によれば、各色サブピクセルに形成する窪み部15a, 15b, 15cの体積をインク液滴の体積よりも細かく微調節することによって、各色サブピクセルのホール輸送層9の膜厚差を比較的容易に微調節できる。その結果、ホール輸送層9の膜厚を、サブピクセルの色ごとに、発光色の波長に合った適値に設定して効率よく光を取り出すようにすることが容易になる。

10

【0213】

なお、上記計算例において、コンタクトホール13の側面の傾斜（テーパ角度）を60度としたが、60度に限られず、任意の傾斜角度とすることができる。さらに、上段部分と下段部分とで傾斜角度が異なってもよい。

【0214】

また、上記膜厚差 Δh は、1 nmや2 nmに限られず、例えば、条件に応じて1 nm未満とすることや、3 nm以上にすることができる。

また、コンタクトホール13の上面半径も20 μm に限られず、例えば25 μm 以上にする等、任意の値にしてもよい。

20

【0215】

ここで、コンタクトホール13の上側開口部は、隔壁8の高さや形状に影響を及ぼさないようにするため、平面視において隔壁8が形成された領域と離間して形成されていることが好ましい。

【0216】

対応色が異なるコンタクトホール13の容積差 $\Delta V1$ は、コンタクトホール13aの容積の誤差よりも大きいことが好ましい。例えば、コンタクトホール13aの容積が4500 μm^3 で、誤差が10%である場合は、例えば容積差 $\Delta V1$ a bが450 μm^3 を超えていることが好ましい。

30

【0217】

（上面積について）

ここで、コンタクトホール13の上面積について説明する。

本実施の形態において、各色に対応するコンタクトホール13a, 13b, 13cの上面積が実質同一とされている。また、コンタクトホール13の上面積は、コンタクトホール13の周縁部の最も高い位置から約10%下がった位置におけるコンタクトホール13の直径で規定される円の面積とされる。

【0218】

図8(a), (b), (c)は、それぞれコンタクトホール13の断面を模式的に示す図である（なお、コンタクトホール13bの断面を代表的に示している）。なお、各図におけるコンタクトホール13の形状は、周縁部において異なっている。このような場合に、コンタクトホール13の直径をどのように規定するかを説明する。

40

【0219】

図8(a)では、コンタクトホール13の周縁部の最も高い位置は、層間絶縁膜3の上面50と同じ高さ（直線O1）になる。そして、10%下がった位置とは、コンタクトホール13の深さP1の10%（ $P1/10$ ）であり、直線Q1で示す。よって、当図の断面において、直線Q1とコンタクトホール13の側面との2つの交点の距離がコンタクトホール13の直径 $\phi 1$ となる。その結果、コンタクトホール13の上面積は、例えば、直径 $\phi 1$ の円の面積となる。

【0220】

50

図 8 (b) では、コンタクトホール 1 3 の開口縁が湾曲部 5 1 になっている。このような場合は、湾曲部 5 1 がコンタクトホール 1 3 の周縁部を構成していると考え、湾曲部 5 1 の最も高い位置、すなわち、層間絶縁膜 3 の上面 5 0 の高さ位置となる。そして、1 0 % 下がった位置は、上記 Q 1 と同様に、層間絶縁膜 3 の上面 5 0 から深さ P 2 の 1 0 % ($P 2 / 1 0$) 下がった位置 (Q 2) となる。よって、当図の断面において、直線 Q 2 とコンタクトホール 1 3 の側面との 2 つの交点の距離がコンタクトホール 1 3 の直径 $\phi 2$ となる。

【 0 2 2 1 】

図 8 (c) では、コンタクトホール 1 3 に隣接して隆起部 5 2 が形成されている。図のように、隆起部 5 2 の側面 5 3 がコンタクトホール 1 3 の側面の一部とみなせる場合には、隆起部 5 2 の頂部 5 4 の位置が、コンタクトホール 1 3 の周縁部の最も高い位置に該当する。この場合、コンタクトホール 1 3 の深さ P 3 は、隆起部 5 2 の頂部 5 4 から底までの距離 P 3 となる。よって、最も高い位置から約 1 0 % 下がった位置は、頂部 5 4 から深さ P 3 の 1 0 % ($P 3 / 1 0$) 下がった位置 (Q 3) となる。そして、当図の断面において、直線 Q 3 とコンタクトホール 1 3 の側面との 2 つの交点の距離がコンタクトホール 1 3 の直径 $\phi 3$ となる。

【 0 2 2 2 】

(光路長について)

図 9 は、有機 E L 素子 2 0 内での光の光路を模式的に示す断面図である。当図には、発光層 1 0 から陰極層 1 1 側に直接出射する直出光 6 1 と、陽極板 5 側で反射してから出射する反射光 6 2 とが示されている。なお、当図において、陽極板 5 を、金属層 6 3 と透明電極層 6 4 (I Z O) とに分けて示している。この場合、陽極板 5 の反射面は、透明電極層 6 4 側の金属層 6 3 の主面によって構成されている。

【 0 2 2 3 】

図 9 では、例えば、ホール輸送層 9、ホール注入層 7、及び透明電極層 6 4 の光路長に対して、有機 E L 素子 2 0 内での光の共振条件を最適化することができる。このような構造をキャビティあるいはキャビティ構造と称する。

【 0 2 2 4 】

本実施の形態において、ホール輸送層 9 の膜厚だけで光路差を調節してもよいし、ホール輸送層 9 に加え、ホール注入層 7、透明電極層 6 4 等の膜厚も調節して光路差を調節してもよい。

【 0 2 2 5 】

コンタクトホールの容積差を決定する方法について簡単に述べる。例えば、有機 E L 表示パネルの試作品を製造し、光の共振条件を色ごとに最適化するために各色の有機機能層の膜厚差をどのように変えるか、あるいは、有機機能層の膜厚差を維持しつつ全体的に膜厚を変化させるかを決定する。そして、試作品と同じ製造条件 (インクの塗布条件) のもと、コンタクトホールの容積を変更して有機 E L 表示パネルを製造する。このようにして、有機 E L 素子内での光の共振条件が最適化され、発光効率の高い有機 E L 表示パネルが得られる。

【 0 2 2 6 】

< 変形例 1 >

前記実施の形態において、コンタクトホール 1 3 b , 1 3 c は、上段部分と下段部分とを有しており、下段部分の上面半径が異なっていた。それに対して、上段部分と下段部分の深さを変えることによってもコンタクトホール 1 3 の容積を異ならせることができる。

【 0 2 2 7 】

図 1 0 は、図 3 (b) のうちコンタクトホール 1 3 b、1 3 c に相当する部分を模式的に示す断面図である。当図では、前記実施の形態のコンタクトホール 1 3 b に代えて、コンタクトホール 1 3 d が形成されている。また、コンタクトホール 1 3 c は、図 3 (b) に記載のものと同じにされている。

【 0 2 2 8 】

本変形例では、コンタクトホール 13 d は、段差面 14 d より上側の上段部分の深さがコンタクトホール 13 c の上段部分よりも深くされている。このようにすることで、コンタクトホール 13 d の容積を、前記コンタクトホール 13 a よりも小さく、コンタクトホール 13 c よりも大きくすることができる。

【0229】

本変形例において、コンタクトホール 13 c , 13 d を形成するために露光時に用いられるマルチトーンのパターンマスクについて説明する。

マルチトーンマスク 70 は、光を透過させる透光部 71 , 72 と、光の透過率が低い第 1 半透光部 73 と、第 1 半透光部 73 よりもさらに光の透過率が低い第 2 半透光部 74 と、光を遮る遮光部 75 とからなる。なお、透光部 71 及び第 1 半透光部 73 はコンタクトホール 13 d に対応し、透光部 72 及び第 2 半透光部 74 はコンタクトホール 13 c に対応している。

【0230】

透光部 71 , 72 の平面形状（平面視における開口の形状）は、それぞれコンタクトホール 13 d , 13 c の底面形状（35 d , 35 c）と略同じである。また、第 1 半透光部 73 の平面形状は、外周部の輪郭において、コンタクトホール 13 d の上段部分の底面形状（段差面 14 d の形状）と略同じである。同様に、第 2 半透光部 74 の平面形状は、外周部の輪郭において、コンタクトホール 13 c の上段部分の底面外形（段差面 14 c の形状）と略同じである。

【0231】

第 1 半透光部 73 を透過した光は、第 2 半透光部 74 を透過した光よりも明るいため、レジスト膜 26（図 5（a）参照）の深くまで露光される結果、コンタクトホール 13 d の上段部分が深くなる。

【0232】

本変形例では、コンタクトホール 13 間の上段深さ（d2、d4）と下段深さ（d1、d3）とを異ならせている。そして、上段深さ（d2、d4）を小さくすることで、コンタクトホール 13 の容積を小さくすることができる。

【0233】

ここで、コンタクトホール 13 d , 13 c 間の底面径 r1、r3 は互いに等しくされているものとする。このようにコンタクトホール 13 間の底面径（r1、r3）を等しくした場合には、各陽極板 5 と S D 電極 22 との接触面積を等しくすることができる。

【0234】

なお、上段部分の底面径（r2、r4）は、側面の傾斜角度と、前述の上面積を規定する際の円の直径とに応じて定まる。

さらに、コンタクトホール 13 間の上段深さ（d2、d4）及び下段深さ（d1、d3）と、底面径（r1、r3）との両方を異ならせることができる。また、側面の傾斜角度を異ならせてもよい。

【0235】

さらにまた、前記実施の形態および変形例ではコンタクトホール 13 b , 13 c , 13 d は段差面 14 が 1 つで上下 2 段にされていたが、段差面を複数形成して 3 段以上にしてもよい。

【0236】

< 変形例 2 >

前記実施の形態および変形例 1 において、各色に対応するコンタクトホール 13 の容積を変えることで、ホール輸送層 9 の膜厚差を微調節していたが、有機機能層の一例である発光層 10 の膜厚差を微調節することもできる。

【0237】

本変形例では、各コンタクトホール 13 a , 13 b , 13 c 等の容積差によって、各色のサブピクセルにおける発光層 10 a , 10 b , 10 c の膜厚差が生じる。その結果、各色の発光層 10 に適切な輝度や色度が得られやすくなる。あるいは、有機 E L 素子 20 内

10

20

30

40

50

における光の共振条件が適切化され、光の取出し効率が向上する。なお、各色のサブピクセルに塗布する有機発光材料を含むインクの液滴数を異ならせた上で、さらに、コンタクトホール１３の容積差によって膜厚差を微調節してもよい。

【０２３８】

なお、本変形例において、ホール輸送層は、蒸着法やスパッタ法によって形成することができる。また、ホール輸送層を前述のインクジェット法等によって形成してもよいし、省略してもよい。

【０２３９】

ところで、ホール注入層をインクジェット方式によって形成し、その膜厚差を微調節してもよい。この場合は、ホール注入層の材料として、PEDOT-PPS、芳香族アミン系高分子材料、ポリフェニレンビニレン等の有機材料を用いることができる。

【０２４０】

[その他]

１．表示装置の構成例

図１１は、上記表示パネル１００を用いた表示装置２００の構成を示す図である。

【０２４１】

図１２は、表示装置２００を用いたテレビシステムの一例を示す外觀形状である。

表示装置２００は、有機EL表示パネル１００と、これに接続された駆動制御部１２０とから構成されている。駆動制御部１２０は、４つの駆動回路１２１～１２４と制御回路１２５とから構成されている。駆動制御部１２０には図示を省略する電源供給部から電力が供給される。

【０２４２】

なお、前記TFT層２は、行列状に配列された有機EL素子２０の各列に対応する信号線用配線と各行に対応する走査線用配線とを備えている。信号線用配線は、Y方向に延設され、駆動回路１２１と駆動回路１２２との少なくとも一方に接続されると共に、各列の有機EL素子２０に対応するTFTと接続されている。また、走査線用配線は、X方向に延設され、駆動回路１２３と駆動回路１２４との少なくとも一方に接続されると共に、各行の有機EL素子２０に対応するTFTと接続されている。

【０２４３】

２．上記実施の形態および変形例では、本発明の構成および作用・効果を分かりやすく説明するために一例としての各構成を採用するものであり、本発明は、本質的な部分を除き、上記形態に限定されるものではない。例えば、上記実施の形態では、図１に示すように、発光層１０に対し、そのZ軸方向下側に陽極板５が配されている構成を一例として採用したが、本発明は、これに限らず有機発光層１０に対し、そのZ軸方向下側に陰極が配されているような構成を採用することもできる。

【０２４４】

３．上記実施の形態および変形例では、陽極板５を反射金属とし、陰極層１１を透明もしくは半透明金属としたトップエミッション構造としても良いし、陽極板５を透明もしくは半透明金属とし、陰極層１１を反射金属としたボトムエミッション構造としても良い。

【０２４５】

４．上記実施の形態および変形例では、基板上にTFT層２を有するアクティブマトリックス駆動を前提に説明したが、本願はパッシブマトリックス駆動にも適用できる。この場合、TFT層は必要なく、有機発光層を駆動するための駆動配線によって有機発光層に電流を供給することができる。

【０２４６】

５．上記実施の形態および変形例において、画素規制層６が、陽極板５とホール注入層７との間に形成されていたが、ホール注入層７の上に画素規制層６を形成してもよい。

６．上記実施の形態では、陽極板５の上方に、中間層としてホール輸送層をウェット方式で形成する例を示したが、中間層として、ホール注入層、ホール注入兼輸送層をウェット方式で形成する場合も、同様にして、その中間層の膜厚を微調節して、各発光色の光を

10

20

30

40

50

効率よくすることができる。

【 0 2 4 7 】

7. 上記実施の形態および変形例において、ホール輸送層 9 および発光層 10 の両方をインクジェット方式で塗布する場合、互いに異なる色のサブピクセル間における膜厚差の調節を、ホール輸送層 9 および発光層 10 の 2 つの層で行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 2 4 8 】

本発明に係る有機 EL 表示パネルは、携帯電話やテレビなどの電子機器のディスプレイとして用いることができる。

【符号の説明】

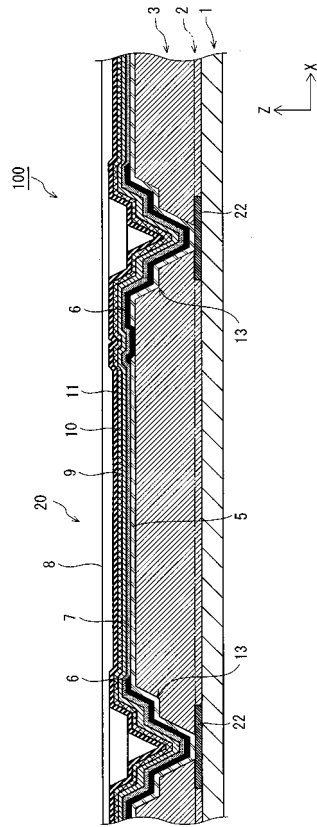
10

【 0 2 4 9 】

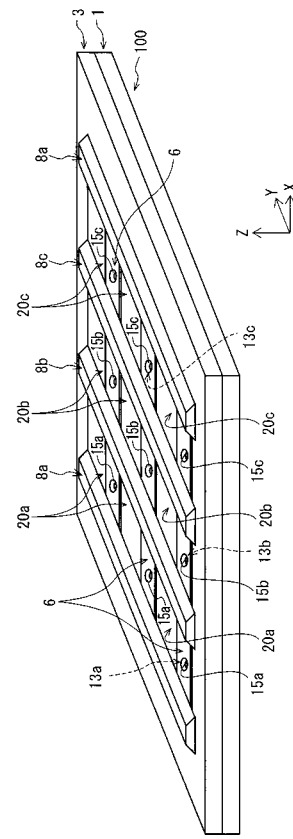
- 1 基板
- 2 TFT 層
- 3 層間絶縁膜
- 5 (5 a ~ 5 c) 陽極板
- 6 画素規制層
- 7 (7 a ~ 7 c) ホール注入層
- 8 (8 a ~ 8 c) 隔壁
- 9 (9 a ~ 9 c) 中間層
- 10 (10 a ~ 10 c) 有機発光層
- 11 陰極層
- 13 (13 a ~ 13 c) コンタクトホール
- 14 段差面
- 15 (15 a ~ 15 c) 窪み部
- 20 a ~ 20 c 有機 EL 素子
- 22 SD 電極
- 23 (23 a ~ 23 c) 窪み部
- 100 表示パネル

20

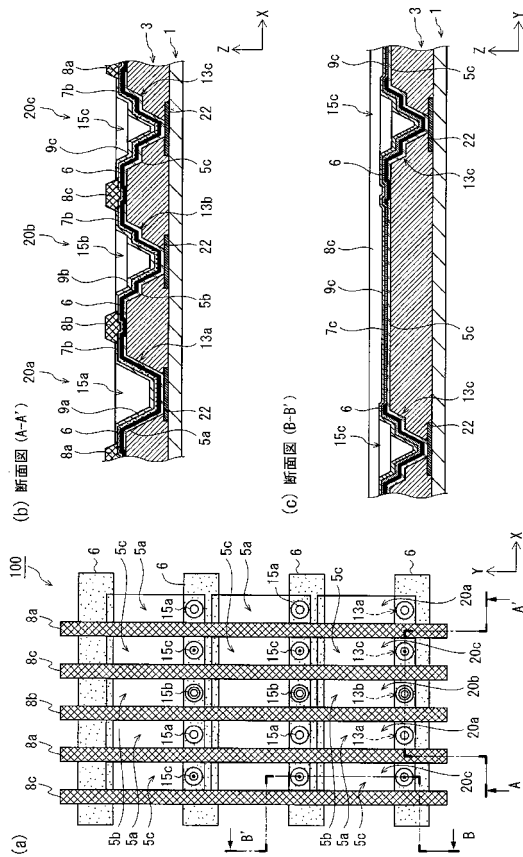
【図 1】



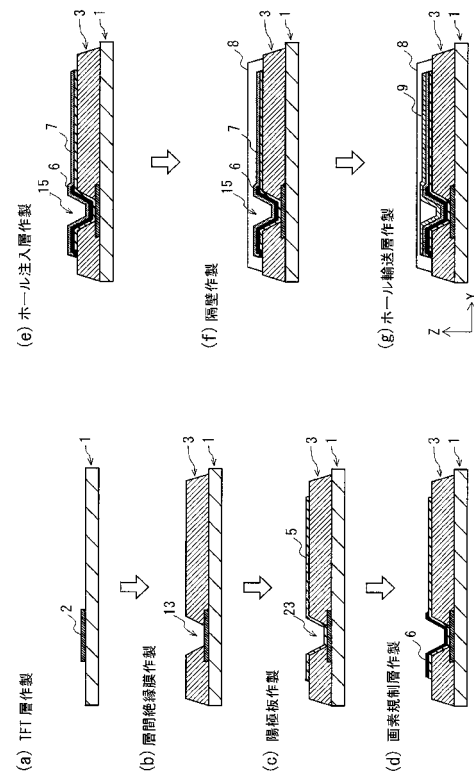
【図 2】



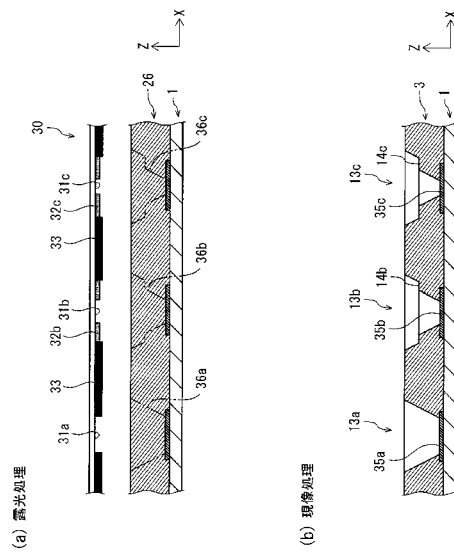
【図 3】



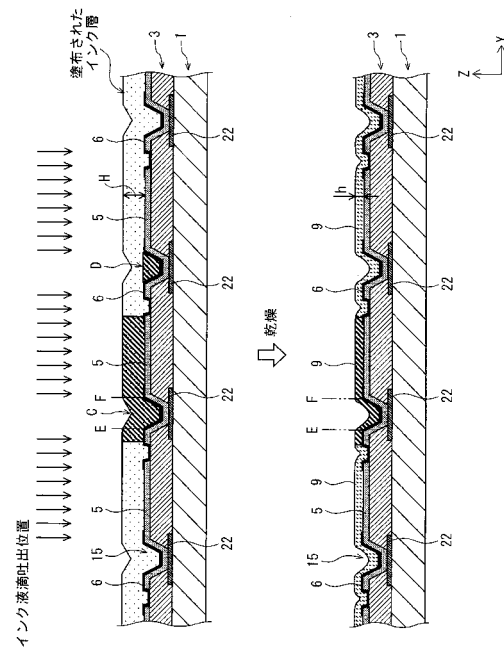
【図 4】



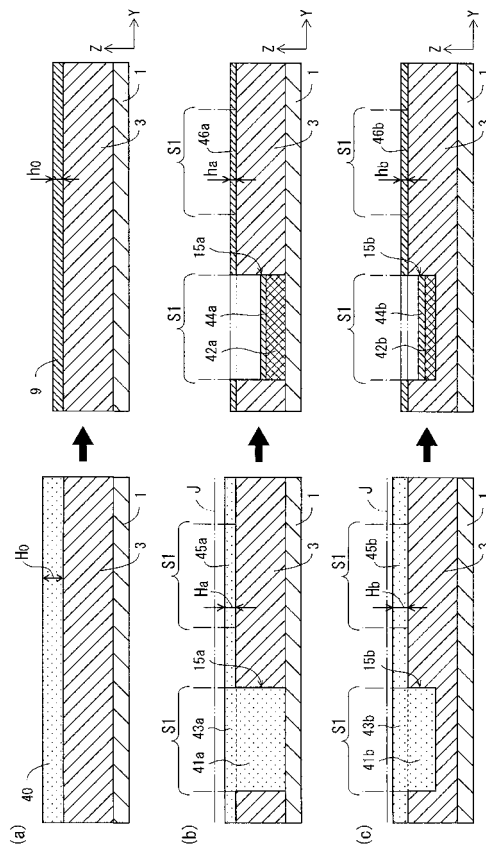
【図 5】



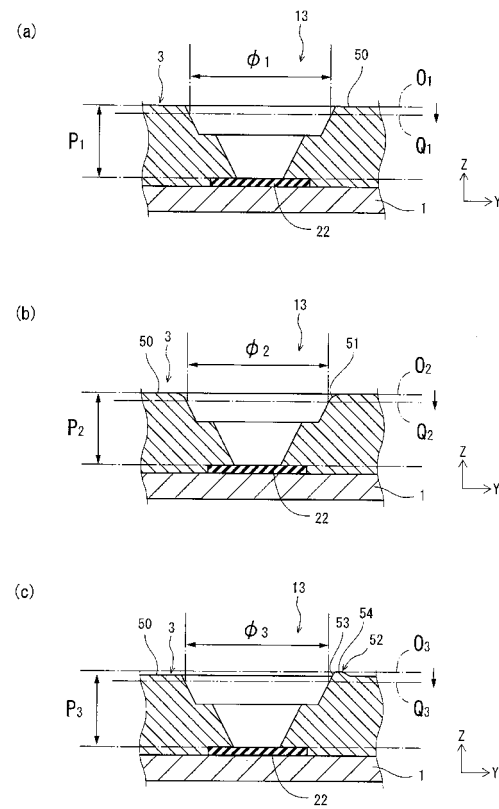
【図 6】



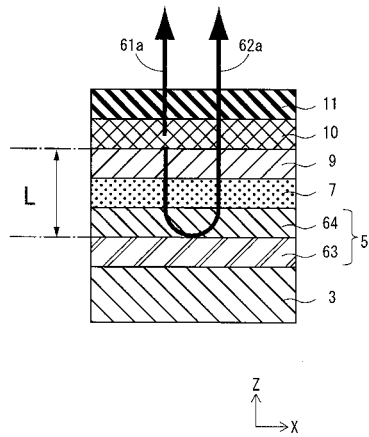
【図 7】



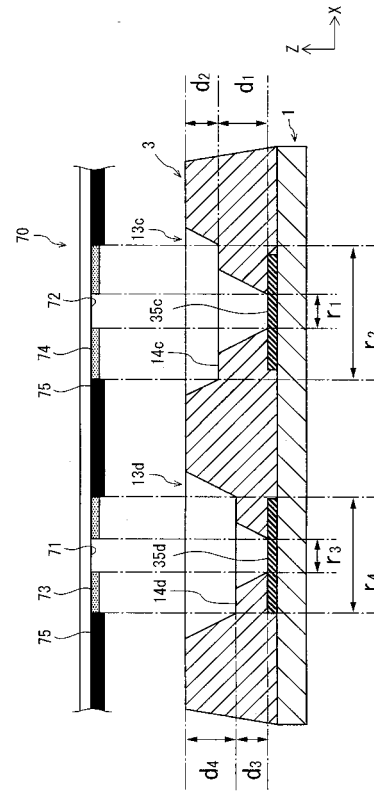
【図 8】



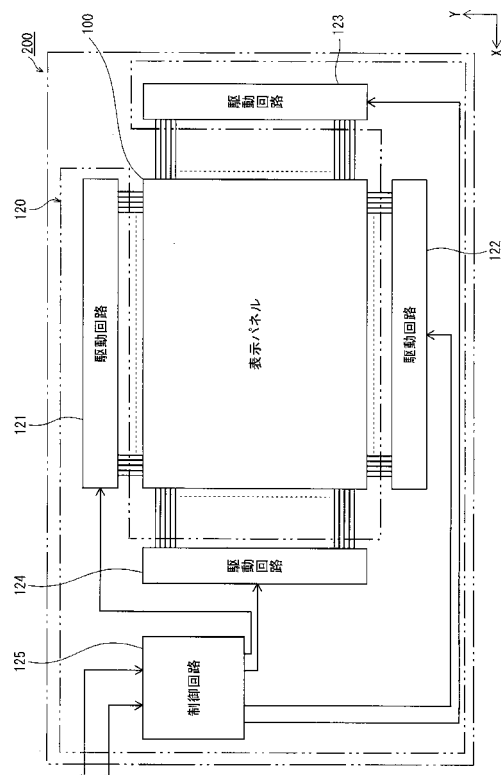
【図 9】



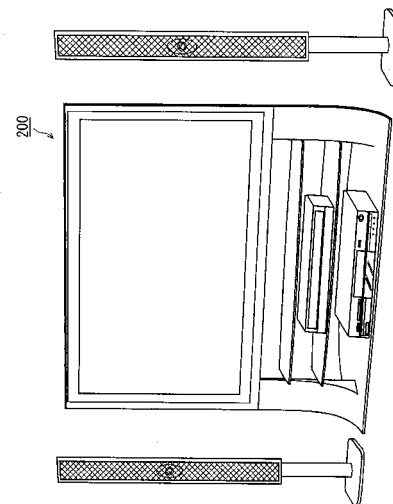
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 哲郎
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 東松 修太郎

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 0 9 7 6 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 5 7 3 0 0 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 2 2 0 3 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 9 / 0 8 4 2 0 9 (W O , A 1)
特表 2 0 0 4 - 5 1 4 2 6 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6
H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8

专利名称(译)	有机EL显示面板，显示装置和有机EL显示面板的制造方法		
公开(公告)号	JP5462257B2	公开(公告)日	2014-04-02
申请号	JP2011517706	申请日	2010-08-06
[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	西山誠司 近藤哲郎		
发明人	西山 誠司 近藤 哲郎		
IPC分类号	H05B33/12 H05B33/24 H05B33/10 H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3216 H01L27/3246 H01L51/5212 H01L2251/5315 H01L2251/558 H01L51/0508 H01L51/5296		
FI分类号	H05B33/12.B H05B33/24 H05B33/10 H05B33/14.A		
代理人(译)	中岛四郎 川端弘治 木村浩一		
其他公开文献	JPWO2012017494A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

通过容易地调节诸如中间层之类的具有不同发光颜色的层之间的膜厚差，来改善用于诸如电视机等的电子设备中的有机EL显示面板中的发光效率和发光颜色的设备和方法。中间层和发光层通过湿法形成。通过用颜色改变形成在作为有机EL元件的下层的层间绝缘膜中的接触孔的体积，来调节每个阳极板中的凹部的体积。当通过喷墨方法喷射包括用于中间层等的材料的墨时，中间层等的膜厚根据凹入的墨量而变化。

