

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-95938  
(P2016-95938A)

(43) 公開日 平成28年5月26日(2016.5.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05B 33/10</b> <b>(2006.01)</b>	H05B 33/10	3K107
<b>H05B 33/12</b> <b>(2006.01)</b>	H05B 33/12	B
<b>H05B 33/22</b> <b>(2006.01)</b>	H05B 33/22	Z
<b>H01L 51/50</b> <b>(2006.01)</b>	H05B 33/14	A
	H05B 33/22	B

審査請求 未請求 請求項の数 16 O.L. (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-230006 (P2014-230006)	(71) 出願人	514188173 株式会社 J O L E D 東京都千代田区神田錦町三丁目23番地
(22) 出願日	平成26年11月12日 (2014.11.12)	(74) 代理人	110001900 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
		(72) 発明者	南野 裕隆 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	岩本 章伸 福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62号 パナソニックシステムネットワークス株式会社内

最終頁に続く

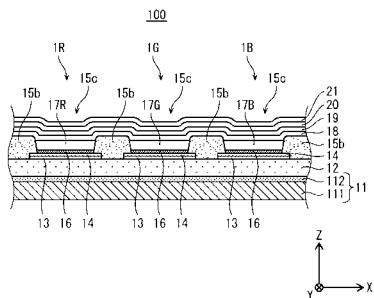
(54) 【発明の名称】有機EL表示パネルの製造条件決定方法および有機EL表示パネルの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】有機EL表示パネルの製造において有機発光機能層が目標膜厚となる製造条件決定方法を提供する。

【解決手段】基板11上に複数の長尺なバンク15bを互いに間隔をあけて並設し、基板11上の隣り合うバンク15b間の領域である開口部15cに、有機発光機能層材料が溶媒中に溶解されてなるインクを塗布して溶媒を乾燥させる手順を行って、有機発光機能層を形成する有機EL表示パネル100の製造方法における製造条件決定方法である。有機発光機能層の膜厚、インクの質量濃度、バンク間隔、乾燥回数などのパラメータで表される変数xに対し前記インクの前記バンクに対する接触角をy〔°〕とした場合に40°≤y≤70°、24°≤xであつて、

$$y \geq 0.0488x + 4.9481 \quad \dots \quad (\text{式2})$$



の関係を満たすように、 $X$ に対する各パラメータを定める。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板上に複数の長尺なバンクを互いに間隔をあけて並設し、前記基板上の隣り合う前記バンク間の領域である開口部に、有機発光機能層材料が溶媒中に溶解されてなるインクを塗布して前記溶媒を乾燥させる手順を 1 回行って、前記有機発光機能層材料の層である有機発光機能層を形成する有機 E L 表示パネルの製造方法における製造条件決定方法であって、

前記有機発光機能層の目標膜厚を [nm]、前記インクにおける前記有機発光機能層材料の質量濃度を [g / g]、隣り合う前記バンク間の間隔を [μm]としたとき、

【数 3】

10

$$x = \beta / \alpha \gamma / \sqrt{\delta} \quad \dots \quad (\text{式3})$$

で表される変数  $x$  に対し、前記インクの前記バンクに対する接触角を  $y$  [°] とした場合に、 $40 \leq y \leq 70$ 、 $24 \geq x$  であって、

【数 2】

20

$$y \geq 0.0488x + 4.9481 \quad \dots \quad (\text{式2})$$

の関係を満たすように、前記  $\beta$ 、前記  $\alpha$ 、前記  $\gamma$ 、前記  $\delta$  の値を定める有機 E L 表示パネルの製造条件決定方法。

## 【請求項 2】

前記有機発光機能層材料は、高分子材料である

請求項 1 に記載の有機 E L 表示パネルの製造条件決定方法。

30

## 【請求項 3】

前記高分子材料の分子量は、30000以上、300000以下である

請求項 2 に記載の有機 E L 表示パネルの製造条件決定方法。

## 【請求項 4】

前記高分子材料の分子量は、70000以上、250000以下である

請求項 2 または 3 に記載の有機 E L 表示パネルの製造条件決定方法。

## 【請求項 5】

前記有機発光機能層は、発光層、正孔輸送層、電子輸送層のうち少なくとも 1 つを含む

請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造条件決定方法。

## 【請求項 6】

40

前記有機発光機能層は、前記発光層または前記正孔輸送層である

請求項 5 に記載の有機 E L 表示パネルの製造条件決定方法。

## 【請求項 7】

前記溶媒は、芳香族系溶媒である

請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造条件決定方法。

## 【請求項 8】

前記芳香族系溶媒は、シクロヘキシリベンゼン、メトキシトルエン、キシレンのうち少なくとも 1 つを含む

請求項 7 に記載の有機 E L 表示パネルの製造条件決定方法。

## 【請求項 9】

50

基板上に複数の長尺なバンクを互いに間隔をあけて並設し、

前記基板上の隣り合う前記バンク間の領域である開口部に、有機発光機能層材料が溶媒中に溶解されてなるインクを塗布して前記溶媒を乾燥させる手順を 回行って、前記有機発光機能層材料の層である有機発光機能層を形成する有機EL表示パネルの製造方法であって、

形成される予定の前記有機発光機能層の膜厚を [nm]、前記インクにおける前記有機発光機能層材料の質量濃度を [g/g]、隣り合う前記バンク間の間隔を [ $\mu\text{m}$ ]としたとき、

【数3】

10

$$x = \beta / \alpha \gamma / \sqrt{\delta} \quad \dots \quad (\text{式3})$$

で表される変数xに対し、前記インクの前記バンクに対する接触角をy [°]とした場合に、40 y 70、24 xであって、

【数2】

20

$$y \geq 0.0488x + 4.9481 \quad \dots \quad (\text{式2})$$

の関係を満たすように、前記、前記、前記、前記の値が調整されている有機EL表示パネルの製造方法。

【請求項10】

前記有機発光機能層材料は、高分子材料である

請求項9に記載の有機EL表示パネルの製造方法。

30

【請求項11】

前記高分子材料の分子量は、30000以上、300000以下である

請求項10に記載の有機EL表示パネルの製造方法。

【請求項12】

前記高分子材料の分子量は、70000以上、250000以下である

請求項10または11に記載の有機EL表示パネルの製造方法。

【請求項13】

前記有機発光機能層は、発光層、正孔輸送層、電子輸送層のうち少なくとも1つを含む

請求項9から12の何れか1項に記載の有機EL表示パネルの製造方法。

【請求項14】

前記有機発光機能層は、前記発光層または前記正孔輸送層である

40

請求項13に記載の有機EL表示パネルの製造方法。

【請求項15】

前記溶媒は、芳香族系溶媒である

請求項9から14の何れか1項に記載の有機EL表示パネルの製造方法。

【請求項16】

前記芳香族系溶媒は、シクロヘキシリベンゼン、メトキシトルエン、キシレンのうち少なくとも1つを含む

請求項15に記載の有機EL表示パネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

**【0001】**

本発明は、塗布法により有機発光機能層を形成する有機EL表示パネルの製造方法における製造条件決定方法、および当該製造条件決定方法により決定された条件で行われる有機EL表示パネルの製造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、有機EL(Electro-Luminescence)表示パネルの開発が盛んに行われている。有機EL表示パネルは、陽極と陰極との間に発光層を含む複数の有機発光機能層が積層された構成を有する。これら複数の有機発光機能層は、インクジェットなどを用いて有機発光機能層を形成する材料である有機発光機能層材料が溶媒に溶解されたインクを塗布する方法(塗布法)により形成される場合がある(例えば、特許文献1)。

10

**【0003】**

また、有機EL表示パネルにおいても、近年、高画質化が求められており、より高解像度の画像描写を可能とするために高精細化が進められている。有機EL表示パネルが高精細化されると単位面積当たりの画素数が増加し、平面視における各サブピクセルの面積が小さくなる。即ち、各有機EL素子が形成される領域であるバンクの開口部の面積が小さくなり、バンクの開口幅(隣り合うバンク間の間隔)が狭くなる。すると、有機発光機能層の形成可能な最大膜厚が小さくなり、所望の発光特性を得るのに十分な膜厚が確保できなくなる場合がある。所望の発光特性を得るのに十分な膜厚が得られない場合、有機発光機能層の膜厚を増加させるには、インクのバンクに対する接触角(以下、「バンク接触角」という。)を増大させて開口部に塗布可能なインクの最大量を増加させる方法、インク濃度を増加させる方法、インクを複数回に分けて塗布する方法、高精細化の程度を緩和してバンク開口幅を広げる方法などがある。

20

**【0004】**

このように、高精細化によりバンク開口幅が変化すると形成される有機発光機能層の膜厚も変化する。従って、有機発光機能層の膜厚が所望の発光特性が得られるような膜厚となるように、実現可能な膜厚の見積もりを行って、インク塗布量、インク濃度、バンク接触角、バンク開口幅などの各種製造条件を決定する必要がある。

30

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0005】****【特許文献1】特開2009-54608号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかし、従来、実現可能な膜厚の見積もり精度が低いため、各種製造条件を決定する際には、実際に各種製造条件の値を変えたサンプルを複数個作成して発光特性を測定し、その結果を基に製造条件の値に修正を加えてサンプルを再び作成して発光特性を測定するという作業を繰り返しながら各種製造条件を確定させており、開発に手間と時間がかかるという問題がある。

40

**【0007】**

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、塗布法により有機発光機能層を形成する有機EL表示パネルの製造方法における製造条件決定方法、および当該製造条件決定方法により決定された製造条件で行われる有機EL表示パネルの製造方法を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法は、基板上に複数の長尺なバンクを互いに間隔をあけて並設し、前記基板上の隣り合う

50

前記バンク間の領域である開口部に、有機発光機能層材料が溶媒中に溶解されてなるインクを塗布して前記溶媒を乾燥させる手順を一回行って、前記有機発光機能層材料の層である有機発光機能層を形成する有機EL表示パネルの製造方法における製造条件決定方法であって、前記有機発光機能層の目標膜厚を〔nm〕、前記インクにおける前記有機発光機能層材料の質量濃度を〔g/g〕、隣り合う前記バンク間の間隔を〔μm〕としたとき、

【0009】

【数3】

$$x = \beta / \alpha \gamma / \sqrt{\delta} \quad \dots \quad (\text{式3})$$

10

【0010】

で表される変数xに対し、前記インクの前記バンクに対する接触角をy〔°〕とした場合に、40 y 70、24 xであって、

【0011】

【数2】

$$y \geq 0.0488x + 4.9481 \quad \dots \quad (\text{式2})$$

20

【0012】

の関係を満たすように、前記、前記、前記、前記の値を定めることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

上記本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法によれば、有機発光機能層の膜厚が目標の膜厚となるような製造条件を決定する際に、、、、の値が上記関係式を満たすようにそれぞれ決定すればよい。即ち、有機発光機能層の膜厚が目標膜厚となるような製造条件を決定する際に、インク濃度やインクのバンク接触角といった各種製造条件を振ったサンプルをいくつも実際に作成して膜厚を測定し、各種製造条件を決定するという作業を省略することができる。従って、所望の発光特性を実現することができる各種製造条件を決定するための手間と時間を削減することができ、有機EL表示パネルの開発および製造において時間およびコストの低減に資することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係る有機EL表示装置の概略構成を示す模式ブロック図である。

40

【図2】図1に示す有機EL表示パネルにおける、サブピクセルの配置形態を示す模式平面図である。

【図3】図2のA-A断面を示す模式断面図である。

【図4】図1に示す有機EL表示パネルの製造工程を示す模式工程図である。

【図5】図1に示す有機EL表示パネルの製造過程の一部を模式的に示す部分断面図である。(a)は、基材上にTFT層が形成された状態を示す部分断面図である。(b)は、TFT層上に層間絶縁層が形成された状態を示す部分断面図である。(c)は、層間絶縁層上に陽極が形成された状態を示す部分断面図である。(d)は、陽極上に正孔注入層が形成された状態を示す部分断面図である。(e)は、正孔注入層および層間絶縁層上に第1バンク材料層が形成された状態を示す部分断面図である。(f)は、正孔注入層および

50

層間絶縁層上に第1バンクが形成された状態を示す部分断面図である。

【図6】図5の続きの有機EL表示パネルの製造過程の一部を模式的に示す部分断面図である。(a)は、正孔注入層、層間絶縁層、および第1バンク上に第2バンク材料層が形成された状態を示す部分断面図である。(b)は、正孔注入層、層間絶縁層、および第1バンク上に第2バンクが形成された状態を示す部分断面図である。(c)は、バンクの開口部内に正孔輸送層が形成された状態を示す部分断面図である。(d)は、バンクの開口部内において正孔輸送層上に発光層が形成された状態を示す部分断面図である。

【図7】図6の続きの有機EL表示パネルの製造過程の一部を模式的に示す部分断面図である。(a)は、バンク上および発光層上に電子輸送層が形成された状態を示す部分断面図である。(b)は、電子輸送層上に電子注入層が形成された状態を示す部分断面図である。(c)は、電子注入層上に陰極および封止層が形成された状態を示す部分断面図である。

【図8】異なる製造条件で作成した複数のサンプルについて、目標膜厚を実現できたかどうか調べた実験の結果および各サンプルの製造条件を示す図である。

【図9】図8に示す実験結果を、グラフにプロットした図である。

【図10】(a)は、高精細化前の開口部にインクが塗布された状態を示す模式断面図である。(b)は、(a)の状態からインクが乾燥して有機発光機能層が形成された状態を示す模式断面図である。(c)は、高精細化後の開口部にインクが塗布された状態を示す模式断面図である。(d)は、(c)の状態からインクが乾燥して有機発光機能層が形成された状態を示す模式断面図である。(e)は、(c)および(d)とは異なるバンク接触角を有する高精細化後の開口部にインクが塗布された状態を示す模式断面図である。(f)は、(e)の状態からインクが乾燥して有機発光機能層が形成された状態を示す模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

### 【0015】

#### 本発明の一様の基礎となった知見

所望の発光特性を得るために、有機発光機能層の膜厚を増加させる場合、各開口部内に塗布するインクの量を多くすることが考えられる。しかし、インク塗布量が多くなりすぎると、インクが開口部からあふれて隣の開口部に流れ込み、混色を引き起こす原因となる。

### 【0016】

そこで、インクのバンクに対する接觸角度（以下、「バンク接觸角」という。）を大きくして、インクの盛り上がりを大きくし、各開口部内にあふれることなく塗布することができる最大インク量を増加させて有機発光機能層の膜厚を増加させることが考えられる。

バンク接觸角と有機発光機能層の膜厚との関係について、図10(a), (b), (c), (d), (e), (f)を参照して以下に説明する。なお、ここでは、バンク15の開口部15c内において陽極13上に有機発光機能層として発光層17が形成される場合を例に説明する。

### 【0017】

図10(a)は、高精細化前の有機EL表示パネルの製造過程において、開口部から溢れない最大量のインクが開口部内に塗布された状態を模式的に示す断面図である。図10(b)は、図10(a)に示す状態からインクが乾燥して開口部内に有機発光機能層が形成された状態を模式的に示す断面図である。図10(c)は、高精細化後の有機EL表示パネルの製造過程において、図10(a)と同じバンク接觸角1の場合に開口部から溢れない最大量のインクが開口部内に塗布された状態を模式的に示す断面図である。図10(d)は、図10(c)に示す状態からインクが乾燥して開口部内に有機発光機能層が形成された状態を模式的に示す断面図である。図10(e)は、高精細化後の有機EL表示パネルの製造過程において、1よりも大きな同じバンク接觸角2の場合に開口部から溢れない最大量のインクが開口部内に塗布された状態を模式的に示す断面図である。図10(f)は、図10(e)に示す状態からインクが乾燥して開口部内に有機発光機能層が

10

20

30

40

50

形成された状態を模式的に示す断面図である。

#### 【0018】

図10(a)に示すように、バンク開口幅W1, バンク接触角が1である場合に、開口部15cから溢れない最大量のインク17aを塗布すると、インク17aの盛り上がり頂点の高さはL1である。そして、インク17aが乾燥すると、図10(b)に示すように、膜厚L2の発光層17が形成される。

なお、インク17aの盛り上がり頂点の高さとは、ここでは、陽極13の上面(開口部15c内に露出している側の正面であって、基板11と反対側の正面)とインク17aの盛り上がり頂点との間の距離を指す。以下、図10(c), (e)についても同様である。

10

#### 【0019】

高精細化によりバンク開口幅が狭められ、W1よりも小さいW2となると、バンク接触角が同じ1である場合、図10(c)に示すように、インク17aの盛り上がり頂点の高さはL1よりも小さいL2となる。すると単位面積当たりのインク体積が少なくなるため、図10(d)に示すように、インク17aが乾燥した後に形成される発光層17の膜厚は、L2よりも小さい値であるL4となる。すると高精細化前よりも発光特性が低下してしまう。

#### 【0020】

一方、高精細化によりバンク開口幅がW2に狭められた場合であっても、図10(e)に示すように、バンク接触角を1よりも大きな値である2にすることで、インク17aの盛り上がり頂点高さを高精細化前と同じL1にすることができる。この場合、単位面積当たりのインク体積が高精細化前と同じになるため、図10(f)に示すように、インク17aが乾燥した後に形成される発光層17の膜厚は、高精細化前と同じL2となる。

20

#### 【0021】

このように、高精細化によりバンク開口幅が狭くなった場合であっても、バンク接触角を調整することにより、有機発光機能層の膜厚を増加させることができる。

バンク接触角を大きくするには、バンクの撥液性(インク溶媒に対するバンクの撥液性)を大きくすればよい。バンクの撥液性を大きくするには、バンクを形成する樹脂材料に添加するフッ素系添加材の量を増加させる方法が一般的である。しかし、フッ素系添加材の量を増加させると、バンク中のフッ素系添加材が発光層等の機能層中に浸入する量が増加する。フッ素系添加材が機能相中に浸入すると、機能層中の化学物質と反応して変質を引き起こし、発光特性が低下することとなる。そのため、バンクを形成する樹脂材料にあまり多くのフッ素系添加材を添加することは好ましくない。

30

#### 【0022】

次に、各開口部内に塗布するインクの濃度を高くすることが考えられる。しかし、インク溶媒中に分散される機能性材料が高分子系のポリマーである場合、濃度を高くするとインクの粘度が著しく上昇してしまい、吐出困難となってしまう。そこで、分子量の小さい機能性材料を用いることが考えられるが、例えば、B色(青)の発光材料の場合、分子量の小さい材料を用いるとデバイス性能が低下してしまう。

40

#### 【0023】

上記のように、インク塗布量、バンク接触角、インク濃度には、それがあまり大きくすると好ましくない事情が存在する。従って、いずれも許容範囲の最大限まで増加させても所望の膜厚が得られない場合には、複数回塗布することとなる。塗布回数が増えると、工程数が増えて生産性が低下するため、コスト上昇に繋がりあまり好ましくない。しかしながら、インクがバンクから溢れて混色が発生したり、フッ素系添加材により発光特性が低下したり、インクの吐出不良により輝度ムラや減点等が発生したりすると、有機EL表示パネルの品質を損なうため、複数回塗布もやむを得ない場合もある。

#### 【0024】

実際の商品開発の場においては、市場ニーズの動向によっては、高精細化の程度を多少緩和して、バンク開口幅を当初の目標よりも多少広く設定することにより複数回塗布を回

50

避してコスト抑制を優先させる場合も考えられる。

**本発明の一態様の概要**

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法は、基板上に複数の長尺なバンクを互いに間隔をあけて並設し、前記基板上の隣り合う前記バンク間の領域である開口部に、有機発光機能層材料が溶媒中に溶解されてなるインクを塗布して前記溶媒を乾燥させる手順を一回行って、前記有機発光機能層材料の層である有機発光機能層を形成する有機EL表示パネルの製造方法における製造条件決定方法であって、前記有機発光機能層の目標膜厚を [nm]、前記インクにおける前記有機発光機能層材料の質量濃度を [g/g]、隣り合う前記バンク間の間隔を [μm]としたとき、

【0025】

【数3】

10

$$x = \beta / \alpha \gamma / \sqrt{\delta} \quad \dots \quad (\text{式3})$$

【0026】

で表される変数xに対し、前記インクの前記バンクに対する接触角をy [°]とした場合に、40 y 70、24 xであって、

【0027】

【数2】

20

$$y \geq 0.0488x + 4.9481 \quad \dots \quad (\text{式2})$$

【0028】

の関係を満たすように、前記、前記、前記、前記の値を定めることを特徴とする。

上記本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法によれば、形成される有機発光機能層が目標の膜厚となる最適な各種製造条件の値を容易に決定することができる。これにより、各種製造条件の最適化のための手間と時間を減じて作業効率の向上およびコスト低減に資することができる。

【0029】

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法の特定の局面においては、前記有機発光機能層材料は、高分子材料であることを特徴とする。

これにより、有機発光機能層材料に高分子材料を用いた場合に、形成される有機発光機能層が目標の膜厚となる最適な各種製造条件の値を容易に決定することができる。

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法の特定の局面においては、前記高分子材料の分子量は、30000以上、30000以下であることを特徴とする。

【0030】

これにより、分子量が30000以上、30000以下の中分子材料が用いられた場合に、形成される有機発光機能層が目標の膜厚となる最適な各種製造条件の値を容易に決定することができる。

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法の特定の局面においては、前記高分子材料の分子量は、70000以上、25000以下であることを特徴とする。

【0031】

これにより、分子量が70000以上、25000以下の高分子材料が用いられた場

30

40

50

合に、形成される有機発光機能層が目標の膜厚となる最適な各種製造条件の値を容易に決定することができる。

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法の特定の局面においては、前記有機発光機能層は、発光層、正孔輸送層、電子輸送層のうち少なくとも1つを含むことを特徴とする。

【0032】

これにより、発光層、正孔輸送層、電子輸送層のうち少なくとも1つが塗布法により形成される場合に、形成される層が目標の膜厚となる最適な各種製造条件の値を容易に決定することができる。

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法の特定の局面においては、前記有機発光機能層は、前記発光層または前記正孔輸送層であることを特徴とする。

【0033】

これにより、発光層または正孔輸送層が塗布法により形成される場合に、形成される層が目標の膜厚となる最適な各種製造条件の値を容易に決定することができる。

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法の特定の局面においては、前記溶媒は、芳香族系溶媒であることを特徴とする。

これにより、芳香族系溶媒が用いられた場合に、形成される有機発光機能層が目標の膜厚となる最適な各種製造条件の値を容易に決定することができる。

【0034】

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造条件決定方法の特定の局面においては、前記芳香族系溶媒は、シクロヘキシリベンゼン、メトキシトルエン、キシレンのうち少なくとも1つを含むことを特徴とする。

これにより、芳香族系溶媒として、シクロヘキシリベンゼン、メトキシトルエン、キシレンのうち少なくとも1つが用いられた場合に、形成される有機発光機能層が目標の膜厚となる最適な各種製造条件の値を容易に決定することができる。

【0035】

また、本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法は、基板上に複数の長尺なバンクを互いに間隔をあけて並設し、前記基板上の隣り合う前記バンク間の領域である開口部に、有機発光機能層材料が溶媒中に溶解されてなるインクを塗布して前記溶媒を乾燥させる手順を1回行って、前記有機発光機能層材料の層である有機発光機能層を形成する有機EL表示パネルの製造方法であって、形成される予定の前記有機発光機能層の膜厚を [nm]、前記インクにおける前記有機発光機能層材料の質量濃度を [g/g]、隣り合う前記バンク間の間隔を [μm]としたとき、

【0036】

【数3】

$$x = \beta / \alpha \gamma / \sqrt{\delta} \quad \dots \quad (\text{式3})$$

【0037】

で表される変数xに対し、前記インクの前記バンクに対する接触角をy [°]とした場合に、40 y 70、24 xであって、

【0038】

【数2】

$$y \geq 0.0488x + 4.9481 \quad \dots \quad (\text{式2})$$

10

20

30

40

50

## 【0039】

の関係を満たすように、前記、前記、前記、前記の値が調整されていることを特徴とする。

本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法で有機発光機能層を形成することにより、当該有機発光機能層について目標とする膜厚を実現することができる。従つて、目標とする発光特性を有する有機EL表示パネルを得ることができる。

## 【0040】

本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法の特定の局面においては、前記有機発光機能層材料は、高分子材料であることを特徴とする。

これにより、有機発光機能層材料に高分子材料を用いた場合に、形成される有機発光機能層について目標とする膜厚を実現することができる。10

本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法の特定の局面においては、前記高分子材料の分子量は、30000以上、30000以下であることを特徴とする。

## 【0041】

これにより、分子量が30000以上、30000以下の中の高分子材料が用いられた場合に、形成される有機発光機能層について目標とする膜厚を実現することができる。

本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法の特定の局面においては、前記高分子材料の分子量は、70000以上、25000以下であることを特徴とする。

これにより、分子量が70000以上、25000以下の高分子材料が用いられた場合に、形成される有機発光機能層について目標とする膜厚を実現することができる。20

## 【0042】

本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法の特定の局面においては、前記有機発光機能層は、発光層、正孔輸送層、電子輸送層のうち少なくとも1つを含むことを特徴とする。

これにより、発光層、正孔輸送層、電子輸送層のうち少なくとも1つが塗布法により形成される場合に、形成される有機発光機能層について目標とする膜厚を実現することができる。

## 【0043】

本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法の特定の局面においては、前記有機発光機能層は、前記発光層または前記正孔輸送層であることを特徴とする。30

これにより、発光層または正孔輸送層が塗布法により形成される場合に、形成される有機発光機能層について目標とする膜厚を実現することができる。

本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法の特定の局面においては、前記溶媒は、芳香族系溶媒であることを特徴とする。

## 【0044】

これにより、芳香族系溶媒が用いられた場合に、形成される有機発光機能層について目標とする膜厚を実現することができる。

本発明の別の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法の特定の局面においては、前記芳香族系溶媒は、シクロヘキシリベンゼン、メトキシトルエン、キシレンのうち少なくとも1つを含むことを特徴とする。40

## 【0045】

これにより、芳香族系溶媒として、シクロヘキシリベンゼン、メトキシトルエン、キシレンのうち少なくとも1つが用いられた場合に、形成される有機発光機能層について目標とする膜厚を実現することができる。

以下、本発明の実施形態について具体例を示し、図面を参照しながら構成および作用・効果を説明する。

## 【0046】

なお、以下の説明で用いる実施形態は、本発明の一態様に係る構成および作用・効果を分かりやすく説明するために用いる例示であって、本発明は、その本質的部分以外に何ら以下の実施形態に限定を受けるものではない。また、数値範囲を示す際に用いる符号「～」50

」は、その両端の数値を含む。

#### 実施形態

以下、本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法の一例として、実施形態に係る製造方法および、当該製造方法により製造される実施形態に係る有機EL表示パネルの構成について、図1～図7を参照しながら説明する。

#### 【0047】

##### [1. 有機EL表示装置の構成]

図1は、実施形態に係る有機EL表示パネル100を備える有機EL表示装置1000の概略構成を示す模式ブロック図である。図1に示すように、有機EL表示装置1000は、有機EL表示パネル100と、これに接続された駆動制御部200とを有し構成されている。駆動制御部200は、4つの駆動回路210～240と制御回路250とから構成されている。有機EL表示パネル100は、有機発光デバイスの一種であって、発光層を形成する材料である有機発光材料の電界発光現象を利用した有機ELディスプレイである。

10

#### 【0048】

なお、実際の有機EL表示装置1000では、有機EL表示パネル100に対する駆動制御部200の配置については、これに限られない。

##### [2. 有機EL表示パネルの構成]

図2は、有機EL表示パネル100の概略構成を示す模式平面図である。図2に示すように、本実施形態に係る有機EL表示パネル100は、所謂ラインバンク構造を採用している。即ち、有機EL表示パネル100は、各々がX軸方向に長尺で、Y軸方向に互いに間隔をあけて配置された複数条の第1バンク15aと、各々がY軸方向に長尺で、X軸方向に互いに間隔をあけて配置された複数条の第2バンク15bとを備える。

20

#### 【0049】

隣接する一対の第1バンク15aと、隣接する一対の第2バンク15bとで規定される各領域に、発光素子1R, 1G, 1Bの何れかが形成され、各発光素子1R, 1G, 1Bがサブピクセルとなっている。各サブピクセルのY方向の長さは、例えば、300μmである。

発光素子1Rは赤色(R)の光を出射し、発光素子1Gは緑色(G)の光を出射し、発光素子1Bは青色(B)の光を出射する。X方向に隣接する3つの発光素子1R, 1G, 1Bで1つの画素(ピクセル)が構成されている。なお、発光色を特に限定する必要がない場合には、これらの発光素子を総称して発光素子1と呼ぶ。

30

#### 【0050】

また、第1バンク15aの高さは、例えば、第2バンク15bの高さの40%～70%の範囲内であって、より好ましくは、50%～55%の範囲内である。また、第1バンク15aと第2バンク15bとを特に区別する必要が無い場合には、総称してバンク15と呼ぶ。

図3は、図2におけるA-A断面図である。有機EL表示パネル100は、基板11、層間絶縁層12、陽極13、正孔注入層14、バンク15(図3では、第2バンク15bのみが表示されている)、正孔輸送層16、発光層17(17R, 17G, 17B)、電子輸送層18、電子注入層19、陰極20、および封止層21を備え、これらが積層された積層構造を有する。基板11、層間絶縁層12、電子輸送層18、電子注入層19、陰極20、および封止層21は、複数の画素に共通して形成されている。本実施形態においては、正孔輸送層16、発光層17、電子輸送層18が、有機発光機能層であり、塗布法により形成される。

40

#### 【0051】

続いて、有機EL表示パネル100の各部構成について説明する。

##### <基板>

基板11は、絶縁材料である基材111と、TFT(Thin Film Transistor)層112とを含む。TFT層112には、サブピクセル毎に駆動回路(不図

50

示)が形成されている。基材111が形成される材料としては、例えば、ガラスが用いられる。ガラス材料としては、具体的には例えば、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、石英等のガラスなどが挙げられる。

#### 【0052】

##### <層間絶縁層>

層間絶縁層12は、基板11上に形成されている。層間絶縁層12は、樹脂材料からなり、TFT層112の上面の段差を平坦化するためのものである。層間絶縁層12が形成される樹脂材料としては、例えば、ポジ型の感光性材料が用いられる。また、このような感光性材料としては、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂等が挙げられる。

10

#### 【0053】

##### <陽極>

陽極13は、導電材料からなり、層間絶縁層12上にサブピクセル毎に形成される。本実施形態に係る有機EL表示パネル100は、トップエミッション型であるので、陽極13は、光反射性を具備した導電材料により形成されるとよい。光反射性を具備する導電材料としては、金属が挙げられる。具体的には、Ag(銀)、Al(アルミニウム)、アルミニウム合金、Mo(モリブデン)、APC(銀、パラジウム、銅の合金)、ARA(銀、ルビジウム、金の合金)、MoCr(モリブデンとクロムの合金)、MoW(モリブデンとタンゲステンの合金)、NiCr(ニッケルとクロムの合金)等を用いることができる。また、陽極13は、上記光反射性を具備する導電材料と透明導電材料との積層構造であってもよい。この場合、透明導電材料としては、ITO(Indium Tin Oxide)、IZO(Indium Zinc Oxide)、ZnO(酸化亜鉛)等を用いることができる。

20

#### 【0054】

なお、この断面図には現れていないが、層間絶縁層12には、コンタクトホールがサブピクセル毎に形成されている。当該コンタクトホールにはTFT接続配線が埋め込まれており、陽極13は、TFT接続配線を介して、TFT層112に形成された駆動回路と電気的に接続されている。

##### <正孔注入層>

正孔注入層14は、陽極13から発光層17への正孔の注入を促進させる機能を有する。正孔注入層14は、例えば、金属酸化物から成り、陽極13上に配置される。正孔注入層14の形成は、例えば、スパッタリング法により行われる。正孔注入層14の形成材料である金属酸化物としては、例えば、酸化タンゲステン(WO<sub>x</sub>)、酸化モリブデン(MoO<sub>x</sub>)や、銀(Ag)、クロム(Cr)、バナジウム(V)、ニッケル(Ni)、イリジウム(Ir)等の酸化物を用いることができる。

30

#### 【0055】

##### <バンク>

バンク15は、正孔注入層14の上面の一部の領域を露出させ、その周辺の領域を被覆した状態で正孔注入層14上に形成されている。正孔注入層14の上面においてバンク15で被覆されていない領域(以下、「開口部」という。)は、サブピクセルに対応している。即ち、バンク15は、サブピクセル毎に設けられた開口部15cを有する。

40

#### 【0056】

バンク15は、例えば、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、ノボラック樹脂、フェノール樹脂等)からなる。バンク15は、発光層17を塗布法で形成する場合には、塗布されたインクがあふれ出ないようにするための構造物として機能し、発光層17を蒸着法で形成する場合には、蒸着マスクを載置するための構造物として機能する。本実施形態では、バンク15は、樹脂材料からなり、例えば、ポジ型の感光性材料を用いることができる。このような感光性材料として、具体的には、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂等が挙げられる。

#### 【0057】

50

## &lt; 正孔輸送層 &gt;

正孔輸送層 16 は、正孔注入層 14 から注入された正孔を発光層 17 へ輸送する機能を有し、有機材料から成る。正孔輸送層 16 を形成する有機材料としては、ポリフルオレンやその誘導体、あるいはポリアリールアミンやその誘導体等の高分子化合物を用いることができる。

## 【 0 0 5 8 】

また、正孔輸送層 16 はトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、ブタジエン化合物、ポリスチレン誘導体、ヒドラゾン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、テトラフェニルベンジン誘導体を用いて形成されてもよい。特に好ましくは、ポリフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物等を用いてもよい。この場合、正孔輸送層 16 は、真空蒸着法により形成される。

10

## 【 0 0 5 9 】

## &lt; 発光層 &gt;

発光層 17 は、有機発光材料を含み、陽極 13 の上方に位置する開口部 15c 内に形成されている。発光層 17 は、正孔と電子の再結合により R、G、B のうち何れか対応する発光色の光を出射する機能を有する。

20

発光層 17 に含まれる有機発光材料としては、例えば、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、キノロン化合物およびアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体およ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、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鎖体、2 - ビピリジン化合物の金属鎖体、シップ塩と I II 族金属との鎖体、オキシン金属鎖体、希土類鎖体等の蛍光物質を用いることができる。また、トリス(2 - フェニルピリジン)イリジウムなどの燐光を発光する金属錯体等の公知の燐光物質を用いることができる。また、発光層 17 は、ポリフルオレンやその誘導体、ポリフェニレンやその誘導体、あるいはポリアリールアミンやその誘導体等の高分子化合物等、もしくは前記低分子化合物と前記高分子化合物の混合物を用いて形成されてもよい。

30

## 【 0 0 6 0 】

## &lt; 電子輸送層 &gt;

電子輸送層 18 は、複数の画素に共通して発光層 17 およびバンク 15 上に設けられており、陰極 20 から注入された電子を発光層 17 へと輸送する機能を有する。電子輸送層 18 は、例えば、オキサジアゾール誘導体(OXD)、トリアゾール誘導体(TAZ)、フェナンスロリン誘導体(BCP、Bphen)などを用い形成されている。

40

## 【 0 0 6 1 】

## &lt; 電子注入層 &gt;

電子注入層 19 は、電子輸送層 18 上に複数の画素に共通して設けられており、陰極 20 から発光層 17 への電子の注入を促進させる機能を有する。電子注入層 19 は、例えば、リチウム、バリウム、カルシウム、カリウム、セシウム、ナトリウム、ルビジウム等の低仕事関数金属や、フッ化リチウム等の低仕事関数金属塩、酸化バリウム等の低仕事関数金属酸化物などを用いて形成されている。

50

## 【0062】

## &lt;陰極&gt;

陰極20は、電子注入層19上に複数の画素に共通して設けられている。陰極20は、例えば、例えれば、ITO(酸化インジウムスズ)、IZO(酸化インジウム亜鉛)等の導電性を有する光透過性材料で形成されている。陰極20が透明導電材料を用いて形成されることにより、発光層17で発生した光を、陰極20側から取り出すことができる。陰極20に用いられる透明導電材料としては、上記以外にも、例えれば、MgAg(マグネシウム銀)を用いることができる。この場合、陰極20の厚みを数10nm程度とすることで、光を透過させることができる。

## 【0063】

10

## &lt;封止層&gt;

陰極20の上には、封止層21が設けられている。封止層21は、基板11の反対側から不純物(水、酸素)が陰極20、電子注入層19、電子輸送層18、発光層17等へと侵入するのを防ぎ、不純物によるこれらの層の劣化を抑制する機能を有する。本実施形態に係る有機EL表示パネル100はトップエミッション型の表示パネルであるため、封止層21の材料としては、例えればSiN(窒化シリコン)、SiON(酸窒化シリコン)等の光透過性材料が用いられる。

## 【0064】

20

## &lt;その他&gt;

なお、図3には図示されていないが、封止層21の上にカラーフィルタや上部基板を載置し、接合してもよい。上部基板を載置および接合することにより、陰極20、電子注入層19、電子輸送層18、発光層17等に対する不純物からのさらなる保護を図ることができる。

## 【0065】

## [2. 有機EL表示パネルの製造方法]

次に、有機EL表示パネル100の製造方法の一例を、図4～図7を用いて説明する。なお、図4は、有機EL表示パネル100の製造過程を示す模式工程図であり、図5～7は、有機EL表示パネル100の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

先ず、図5(a)に示すように、基材111上にTFT層112を形成して、基板11を形成する(図4のステップS1)。

30

## 【0066】

次に、図5(b)に示すように、基板11上に層間絶縁層12を成膜する(図4のステップS2)。層間絶縁層12の材料である層間絶縁層用樹脂には、本実施形態においては、ポジ型の感光性材料であるアクリル樹脂を用いる。層間絶縁層12は、層間絶縁層用樹脂であるアクリル樹脂を層間絶縁層用溶媒(例えば、PGMEA)に溶解させた層間絶縁層用溶液を基板11上に塗布して成膜した後、焼成を行う(図4のステップS3)。焼成は、例えば、150以上210以下の温度で180分間行う。

## 【0067】

40

続いて、図5(c)に示すように、層間絶縁層12上に陽極13を形成する。陽極13は、例えれば、真空蒸着法またはスパッタ法により、150[nm]程度の厚みに形成する(図4のステップS4)。陽極13は、サブピクセルごとに形成される。

次に、図5(d)に示すように、陽極13上に正孔注入層14を形成する(図4のステップS5)。正孔注入層14は、例えれば、反応性スパッタ法により酸化タンゲステンの層として形成される。

## 【0068】

50

続いて、図5(e)に示すように、正孔注入層14および層間絶縁層12上に、第1バンク15aの材料である第1バンク用樹脂を塗布し、第1バンク材料層150aを形成する。第1バンク用樹脂には、例えれば、ポジ型の感光性材料であるフェノール樹脂が用いられる。第1バンク材料層150aは、第1バンク用樹脂であるフェノール樹脂を溶媒(例えれば、乳酸エチルとGBLの混合溶媒)に溶解させた溶液を正孔注入層14上および層間

絶縁層 12 上にスピンドルコート法などを用いて一様に塗布することにより形成される。そして、第1バンク材料層 150a にパターン露光と現像を行うことで第1バンク 15a を形成し(図5(f), 図4のステップ S6)、焼成して第1バンク 15a が完成する(図4のステップ S7)。

#### 【0069】

次に、図6(a)に示すように、正孔注入層 14, 層間絶縁層 12, および第1バンク 15a 上に、第2バンク 15b の材料である第2バンク用樹脂を塗布し、第2バンク材料層 150b を形成する。第2バンク用樹脂には、第1バンク用樹脂とは異なる種類の感光性材料(例えば、第1バンク用樹脂とは異なる波長の光により硬化する感光性材料)が用いられる。

10

#### 【0070】

第2バンク材料層 150b は、第1バンク材料層 150a よりも大きな膜厚で形成される。そして、第1バンク材料層 150a と同様にパターン露光と現像を行って第2バンク 15b を形成し(図6(b), 図4のステップ S8)、焼成して第2バンク 15b が完成する(図4のステップ S9)。

これにより、発光層 17 の形成領域となる開口部 15c が規定される。第1バンク 15a および第2バンク 15b の焼成は、例えば、150 以上 210 以下の温度で 60 分間行う。

#### 【0071】

なお、第1バンク 15a と第2バンク 15b とを同一の材料を用いて同時に形成してもよい。その場合、第1バンク 15a が形成される予定の領域と第2バンク 15b が形成される予定の領域とで、露光強度や露光深度を変えるなどして、第2バンク 15b よりも第1バンク 15a の方が低くなるようにするとよい。

20

また、バンク 15 の形成工程においては、さらに、バンク 15 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、プラズマ処理を施すこととしてもよい。これは、開口部 15c に塗布するインクに対するバンク 15 の接触角を調節する目的で、もしくは、表面に撥水性を付与する目的で行われる。なお、このような表面処理を、第1バンク 15a に対しては行わず、第2バンク 15b に対してのみ行ってもよい。

#### 【0072】

次に、開口部 15c に対し、正孔輸送層 16 の構成材料を含むインクを、インクジェットヘッド 301 のノズル 3030 から吐出して開口部 15c 内の正孔注入層 14 上に塗布した後、焼成(乾燥)を行って、正孔輸送層 16 を形成する(図6(c), 図4のステップ S10)。

30

そして、発光層 17 の構成材料を含むインクを、インクジェットヘッド 301 のノズル 3030 から吐出して開口部 15c 内の正孔輸送層 16 上に塗布した後、焼成(乾燥)を行って、発光層 17 を形成する(図6(d), 図4のステップ S11)。なお、このとき、本実施形態においては、発光層 17 の上面は、第1バンク 15a の上面よりも Z 軸方向において高い位置にあり、第1バンク 15a は発光層 17 に覆われている。

#### 【0073】

続いて、図7(a)に示すように、発光層 17 上および第2バンク 15b 上に、電子輸送層 18 を構成する材料を真空蒸着法またはスパッタリング法により各サブピクセルに共通して成膜し、電子輸送層 18 を形成する(図4のステップ S12)。

40

次に、図7(b)に示すように、電子注入層 19 を構成する材料を、蒸着法、スピンドルコート法、キャスト法などの方法により電子輸送層 18 上に成膜し、各サブピクセルに共通して電子注入層 19 を形成する(図4のステップ S13)。

#### 【0074】

そして、図7(c)に示すように、電子注入層 19 上に、陰極 20 および封止層 21 を形成する。具体的には、先ず、ITO, IZO 等の材料を用い、真空蒸着法、スパッタリング法等により成膜して、陰極 20 を形成する(図4のステップ S14)。続いて、陰極 20 上に、SiN を材料にスパッタリング法、CVD (Chemical Vap or

50

Deposition) 法等により成膜し、封止層 21 を形成する(図 4 のステップ S 15)。

【0075】

以上の工程を経ることにより有機 EL 表示パネル 100 が完成する。

なお、封止層 21 の上にカラーフィルタや上部基板を載置し、接合してもよい。

[3. 製造条件決定方法]

本発明の一態様の基礎となつた知見の項目でも説明したように、有機発光機能層の膜厚に係る製造条件として、主に、バンク接触角、インク濃度、バンク開口幅がある。本願の発明者らは、有機 EL 表示パネルの高精細化技術の開発において、上記各製造条件を種々に振ったサンプルを数多く作成して目標膜厚を達成できるかどうかの試験を数多く行ってきた。そして、上記各製造条件の値および目標膜厚の値と、目標膜厚達成の可否との間に、何らかの相関関係があるのでないかと考えて考察を重ねた結果、相関関係を表す式を導き出すことに成功した。その上で、導き出された式が有効であることを確認する確認試験を行つた。

10

【0076】

確認試験は、実施例 1 ~ 24 および比較例 C 1 ~ C 7 の合計 31 個のサンプルについて行われた。実施例 1 ~ 24 は、バンク接触角、インク濃度、バンク開口幅の値がそれぞれ異なつており、それぞれについて保液上限(開口部から溢れずに塗布可能なインク量の最大限度)までインクを塗布して有機発光機能層を作成した。そして、実施例 1 ~ 24 のそれぞれについて、有機発光機能層の膜厚が目標膜厚を達成しているかどうかについてそれぞれ判定を行つた。なお、形成された有機発光層の膜厚が目標膜厚を越えていた場合は、塗布するインクの量を保液上限よりも少なくすればよいので、その場合も目標膜厚を達成していると判定した。

20

【0077】

上記に加えて比較例として、バンク接触角、インク濃度、バンク開口幅の値を変えたサンプル(比較例 C 1 ~ C 7)を作成し、それぞれのサンプルについて目標膜厚となるように計算された量のインクを開口部に塗布した場合に、実際に目標膜厚が実現可能であるかどうか判定を行つた。

上記目標膜厚の実現可能性の可否については、1 回の塗布で実現可能かどうかについて判定を行つた。

30

【0078】

なお、上記実施例 1 ~ 24 および比較例 C 1 ~ C 7 は、具体的には、有機発光機能層として発光層および正孔輸送層について確認試験を行つた。確認試験に用いられたインクは、高分子材料を芳香族系溶媒に溶解させたものである。確認試験に用いられた高分子材料は、分子量が 70,000 以上、250,000 以下の有機発光機能層材料である。有機発光機能層材料として、本確認試験では、発光層を形成するための材料である有機発光材料(青色用、赤色用、緑色用)および、正孔輸送層を形成するための材料である正孔輸送材料が用いられた。芳香族系溶媒には、具体的には、シクロヘキシリベンゼンやメトキシトルエン、キシレン等が用いられた。

40

【0079】

図 8 に、上記確認試験の結果を示す。図 8 において変数 x とは、目標膜厚 [nm] を

、  
インク質量濃度 [g / g] を 、バンク開口幅 [ $\mu\text{m}$ ] を とした場合に、次の式 1 で表される変数である。インク質量濃度は、インク中の有機発光機能層材料の質量 [g] をインク(有機発光機能層材料および溶媒)の質量で割った値である。

【0080】

## 【数1】

$$x = \beta / \gamma / \sqrt{\delta} \quad \dots \quad (\text{式1})$$

## 【0081】

実施例1～24については、何れも目標膜厚が実現可能であると判定された。比較例C1～C5については、開口部からインクが溢れたため、1回の塗布では目標膜厚の実現は不可能であると判定された。比較例C6およびC7については、何れも目標膜厚が実現可能であると判定された。なお、比較例C6およびC7では、保液上限のインク量で目標膜厚を越えてしまった。これは即ち、比較例C6およびC7については、目標膜厚を得るために必要なインク量は、保液上限よりも少ない量であり、保液上限までまだ余裕があった。

10

## 【0082】

図9は、図8に示す実施例1～24、比較例C1～C7についての判定結果を、縦軸にバンク接触角を、横軸に変数xをとってグラフにプロットした図である。図中のC1～C5は、それぞれ比較例のサンプル番号を示す。

20

図9に示すように、保液上限までインクを塗布した実施例1～24のプロットは、3つの固まりに分かれており、これら3つの固まりを通る近似直線を引くことができる。実施例1～24は、全て当該近似直線上にほぼ位置しており、当該近似直線は、次の式2で表される。

## 【0083】

## 【数2】

$$y \geq 0.0488x + 4.9481 \quad \dots \quad (\text{式2})$$

## 【0084】

30

比較例C1～C5は、上記近似直線よりも右側の領域に位置しており、比較例C6、C7は、上記近似直線よりも左側の領域に位置している。即ち、保液上限のインク量を塗布した実施例が全て近似直線上に位置し、インクが溢れた（保液上限を超えた）比較例C1～C5が近似直線の右側の領域に位置し、保液上限までまだ余裕のある比較例C6、C7が近似直線の左側の領域に位置している。これは、次のように考えることができる。近似直線は、保液上限のインク量を塗布した場合に目標膜厚となる、言わば目標膜厚実現可否の限界線を示している。そして、その境界線よりも左側の領域は、1回で塗布するインク量をもっと増やすことができる、言い換えると、より厚い膜厚が必要となった場合でもインク塗布量を増やして対応することが可能な領域である。一方、境界線の右側の領域は、目標の膜厚を得るためにには1回のインク塗布では不可能であり、複数回塗布する必要がある領域である。

40

## 【0085】

本願の発明者らは、現実的な膜厚は5[nm]以上必要であると考え、そこから計算して変数xの下限値を24とした。また、現実的なバンク接触角は、40[°]以上70[°]以下の範囲であると考えられる。以上のことから、図9の斜線のハッチングで示された領域内であれば、1回のインク塗布で目標膜厚を達成することができる。

比較例C1～C5については、目標膜厚が得られるインク量を1回で塗布すると開口部から溢れてしまうため、インク塗布を複数回に分けて行う必要があるが、その場合であっても、各回のインク塗布量が保液上限を超えないように、各製造条件は図9の斜線で示す範囲内に収められる必要がある。

50

## 【0086】

ここで、インクの塗布回数は、インク濃度とトレードオフの関係にあると考えることができる。例えば、同一の膜厚を得る場合、2回インク塗布を行うということは、2倍の濃度のインクを1回塗布することに相当する。従って、有機発光機能層を形成する際に、インクを塗布する回数を $x$ とすると、式1は、以下に示す式3のようにモディファイすることができる。

## 【0087】

## 【数3】

$$x = \beta / \alpha \gamma / \sqrt{\delta} \quad \dots \quad (\text{式3})$$

10

## 【0088】

そして、式3により定義される変数 $x$ をX軸に、バンク接触角をY軸にとった場合に、図9に斜線で示す範囲内に位置していれば、開口部から溢れることなく目標膜厚を達成することができる。

また、式3を用いると、1回のインク塗布では目標膜厚の有機発光機能層を形成することができず、インクを複数回塗布する必要がある場合に、図9に斜線で示す範囲内に位置する最小の $x$ の値を計算により容易に求めることができるため、インク塗布回数を含めた製造条件の決定に費やす手間と時間を削減することができる。例えば、目標とする膜厚を実現するのにインク塗布を3回行う必要がある場合に、従来のように、何とか2回で済ませることができないかとあれこれ製造条件を変えて無駄に試行錯誤に手間と時間を費やす必要が無い。また、本当はインク塗布を2回で済ませることができるので、試行錯誤の結果、インク塗布2回で目標膜厚を実現することができる製造条件を見つけられずに、インク塗布を3回行って有機EL表示パネルを製造するという事態を回避して生産性の低下およびコスト上昇を抑制することができる。

20

## 【0089】

## [実施形態のまとめ]

以上説明したように、本発明の一態様である有機EL表示パネルの製造条件決定方法によれば、有機発光機能層を形成するための有機発光機能層材料を含むインクの塗布回数を $x$ 、有機発光機能層の目標膜厚を $[nm]$ 、インク中の有機発光機能層材料の質量濃度を $[g/g]$ 、隣り合うバンク間の間隔であるバンク開口幅を $[\mu m]$ とすると、

30

## 【0090】

## 【数3】

$$x = \beta / \alpha \gamma / \sqrt{\delta} \quad \dots \quad (\text{式3})$$

40

## 【0091】

で表される変数 $x$ をX軸に、インクのバンク接触角 $[^\circ]$ をY軸にとった場合、 $40 \leq y \leq 70, 24 \geq x$ であって、

## 【0092】

## 【数2】

$$y \geq 0.0488x + 4.9481 \quad \dots \quad (\text{式2})$$

50

## 【0093】

の関係を満たすように、 $\text{、}$ 、 $\text{、}$ 、 $\text{、}$ の値を定める。

上記関係を満たすように $\text{、}$ 、 $\text{、}$ 、 $\text{、}$ の値を定めると、目標の膜厚を有する有機発光機能層を形成することができる。そのような $\text{、}$ 、 $\text{、}$ 、 $\text{、}$ の値は、計算により容易に求めることができるために、有機EL表示パネルの開発および製造において時間およびコストの低減に資することができる。

## 【0094】

なお、上記確認試験においては、分子量は70,000以上、250,000以下の高分子材料が用いられたが、これに限られず、例えば、分子量30,000以上、300,000以下の高分子材料を用いてもよい。この場合であっても、上記の数式を満たすように $\text{、}$ 、 $\text{、}$ 、 $\text{、}$ の値を定めると、目標の膜厚を有する有機発光機能層を形成することができると考えられる。10

## 【0095】

また、上記確認試験は、発光層および正孔輸送層について行われたが、電子輸送層が有機材料を用いて塗布法により形成される場合にも、上記の数式を満たすように $\text{、}$ 、 $\text{、}$ 、 $\text{、}$ の値を定めると、目標の膜厚を有する有機発光機能層を形成することができると考えられる。

また、溶媒として芳香族系溶媒であるシクロヘキシリベンゼン、メトキシトルエン、キシレンのうち何れか1種類の溶媒を単独で用いてもよいし、これらのうちの複数種類を混合して用いてもよい。さらには、上記芳香族系溶媒と芳香族系溶媒以外の溶媒を混合して用いてもよい。20

## 【0096】

## 変形例

以上、本発明の一態様を実施形態に基づいて説明したが、本発明が上述の実施形態に限定されないのは勿論であり、以下のような変形例を実施することが出来る。

## 1. 電子注入層、電子輸送層、正孔注入層、正孔輸送層

上記実施形態に係る有機EL表示パネル100は、正孔注入層14、正孔輸送層16、電子輸送層18、電子注入層19を備えていたが、これに限られない。これらのうちの何れか、または全部を備えない構成であってもよい。

## 2. 構成

上記実施形態に係る有機EL表示パネル100は、基板とは反対側から光が取り出されるトップエミッション型であったが、これに限られず、ボトムエミッション型であってもよい。ボトムエミッション型である場合には、陽極13を透明導電材料の単層構造とすればよい。30

## 【産業上の利用可能性】

## 【0097】

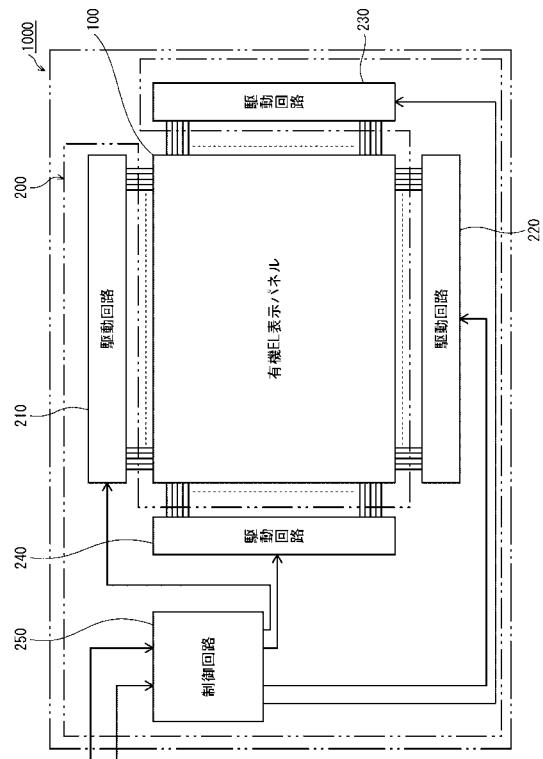
本発明は、例えば、有機EL表示パネル、照明装置等に利用可能であって、例えば、家庭用もしくは公共施設用、あるいは業務用の各種表示装置、テレビジョン装置、各種電子機器のディスプレイ等として用いられる有機EL表示パネルの製造条件の決定方法および有機EL表示パネルの製造方法に好適に利用可能である。40

## 【符号の説明】

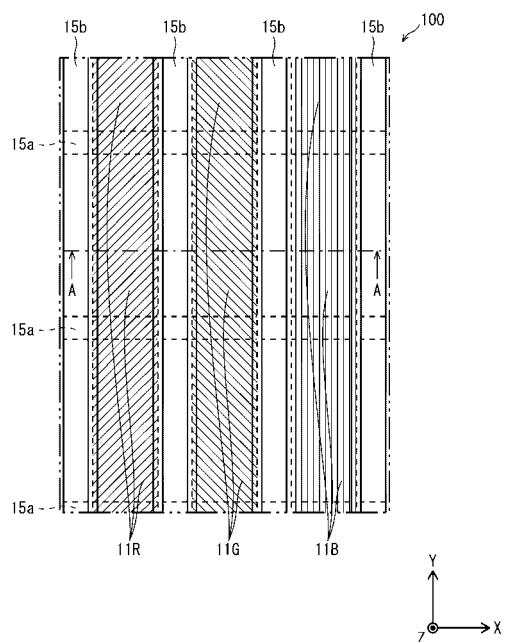
## 【0098】

1 1	基板
1 5	バンク
1 5 c	開口部
1 0 0	有機EL表示パネル

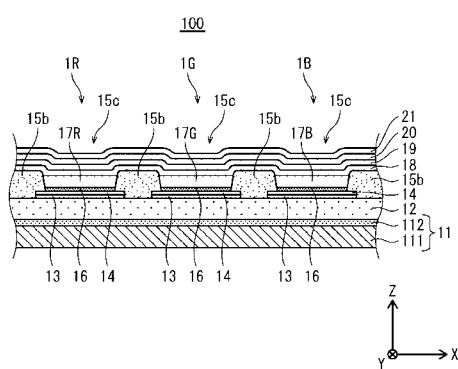
【図1】



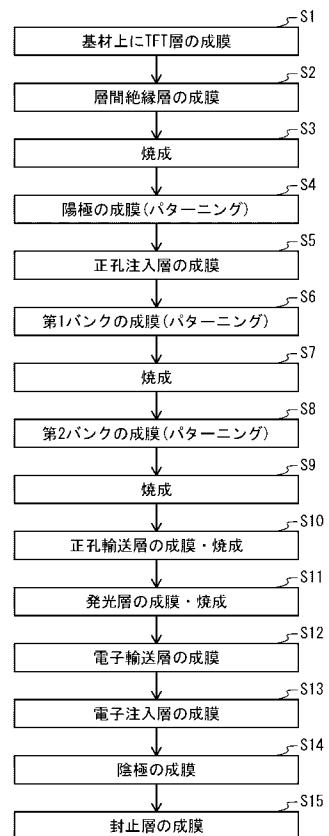
【図2】



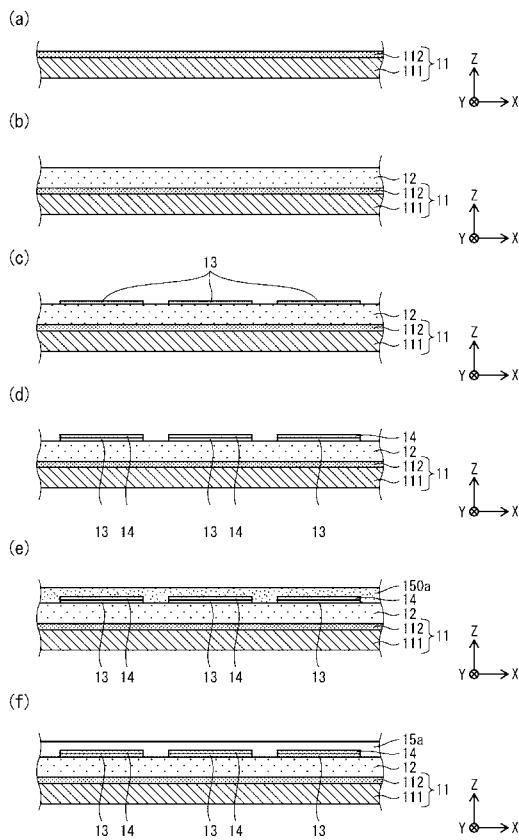
【図3】



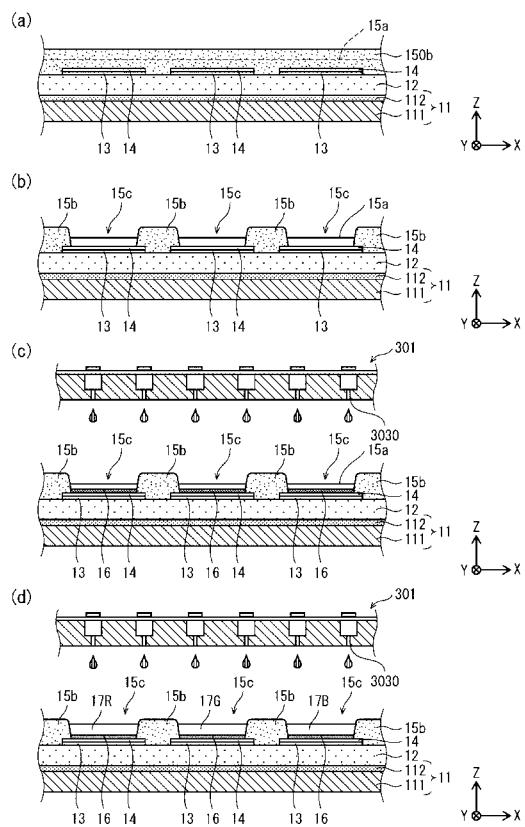
【図4】



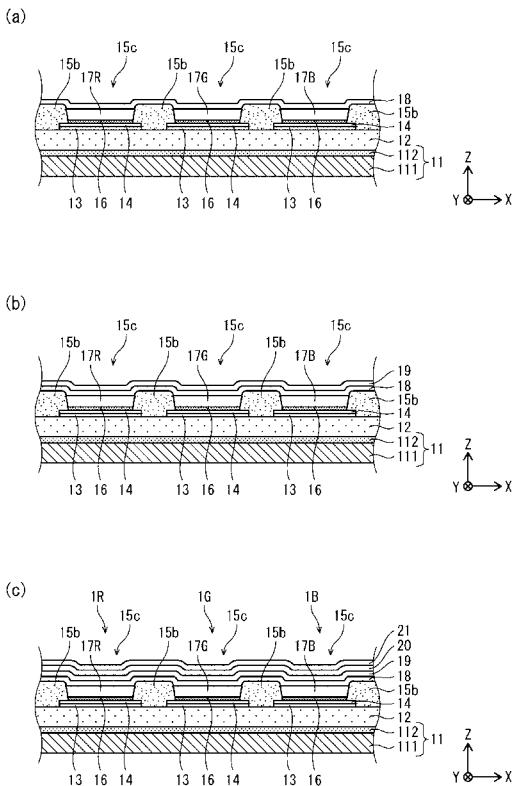
【図5】



【図6】



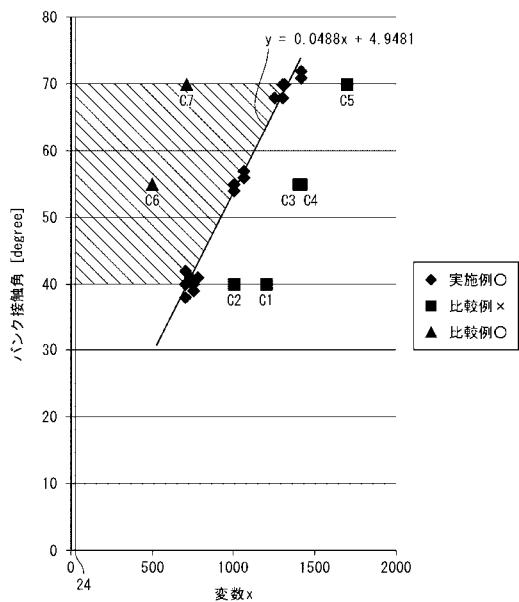
【図7】



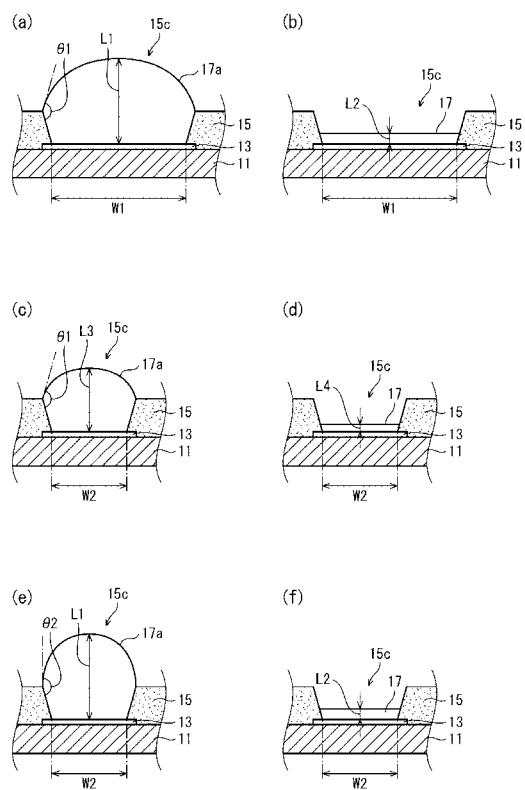
【図8】

サンプルNo.	バンク接觸角 [°]	インク濃度 [g/g]	バンク開口幅 [μm]	目標膜厚 [nm]	変数x (膜厚/濃度/(目標膜厚×0.5))	判定結果 (目標膜厚の実現)
実施例	1	40	0.005	16	15.0	750 ○
	2	42	0.005	25	17.5	700 ○
	3	41	0.005	50	27.5	778 ○
	4	39	0.010	16	30.0	750 ○
	5	38	0.010	25	35.0	700 ○
	6	40	0.010	50	52.5	742 ○
	7	41	0.030	16	87.5	729 ○
	8	40	0.030	25	105.0	700 ○
	10	54	0.005	16	20.0	1000 ○
	11	54	0.005	25	25.0	1000 ○
	12	57	0.005	50	37.5	1061 ○
	13	55	0.010	16	40.0	1000 ○
	14	55	0.010	25	50.0	1000 ○
	15	56	0.010	50	75.0	1061 ○
	16	55	0.030	16	120.0	1000 ○
比較例×	19	68	0.005	16	25.0	1250 ○
	20	70	0.005	25	32.5	1300 ○
	21	71	0.005	50	50.0	1414 ○
	22	70	0.010	16	52.5	1313 ○
	23	68	0.010	25	65.0	1300 ○
比較例○	24	72	0.010	50	100.0	1414 ○
	C1	40	0.005	25	30.0	1200 ×溢れ
C2	40	0.010	25	50.0	1000 ×溢れ	
	C3	55	0.010	25	70.0	1400 ×溢れ
C4	55	0.010	50	100.0	1414 ×溢れ	
	C5	70	0.010	50	120.0	1697 ×溢れ
C6	55	0.010	50	35.0	495 ○	
	C7	70	0.010	50	50.0	707 ○

【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 05 B 33/22

D

(72)発明者 高田 昌和

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC33 CC35 CC45 DD53 DD60 DD70 DD73  
DD76 DD79 DD87 FF09 FF14 FF15 FF18 GG06 GG28

【要約の続き】

【選択図】図3

专利名称(译)	确定有机EL显示板的制造条件的方法和制造有机EL显示板的方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2016095938A</a>	公开(公告)日	2016-05-26
申请号	JP2014230006	申请日	2014-11-12
[标]申请(专利权)人(译)	日本有机雷特显示器股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	株式会社JOLED		
[标]发明人	南野 裕隆 岩本 章伸 高田 昌和		
发明人	南野 裕隆 岩本 章伸 高田 昌和		
IPC分类号	H05B33/10 H05B33/12 H05B33/22 H01L51/50		
F1分类号	H05B33/10 H05B33/12.B H05B33/22.Z H05B33/14.A H05B33/22.B H05B33/22.D H01L27/32		
F-Term分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC33 3K107/CC35 3K107/CC45 3K107/DD53 3K107/DD60 3K107/DD70 3K107/DD73 3K107/DD76 3K107/DD79 3K107/DD87 3K107/FF09 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/FF18 3K107/GG06 3K107/GG28		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

解决的问题：提供一种制造条件确定方法，其中在制造有机EL显示面板时有机发光功能层具有目标膜厚度。解决方案：多个长堤15b并排间隔排列在基板11上，并且有机发光功能层材料是开口15c中的溶剂，该开口15c是基板11上相邻堤15b之间的区域。这是在制造有机EL显示面板100的方法中确定制造条件的方法，其中通过执行施加溶解在其中的墨水并干燥溶剂的步骤来形成有机发光功能层。当油墨相对于堤的接触角相对于变量x为40(y)时，变量x由诸如有机发光功能层的膜厚，油墨质量浓度，堤间隔和干燥次数等参数表示的变量x表示。70, 24≤x, 确定X的每个参数以满足关系。[选择图]图3

