

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5938669号
(P5938669)

(45) 発行日 平成28年6月22日 (2016. 6. 22)

(24) 登録日 平成28年5月27日 (2016. 5. 27)

(51) Int. Cl.		F I	
H05B 33/10	(2006.01)	H05B 33/10	
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/14	A
B05D 1/26	(2006.01)	B05D 1/26	Z
B05D 7/00	(2006.01)	B05D 7/00	H

請求項の数 43 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2012-533821 (P2012-533821)	(73) 特許権者	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
(86) (22) 出願日	平成23年9月28日 (2011. 9. 28)	(74) 代理人	110001900 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/005468	(72) 発明者	川浪 悠子 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(87) 国際公開番号	W02013/046265	(72) 発明者	石野 真一郎 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(87) 国際公開日	平成25年4月4日 (2013. 4. 4)	(72) 発明者	榊田 知樹 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
審査請求日	平成26年6月9日 (2014. 6. 9)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光素子の製造方法、有機発光素子、有機表示装置、有機発光装置、機能層の形成方法、機能性部材、表示装置および発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第1工程であって、
第1溶媒と、
前記第1溶媒とは異なる第2溶媒と、前記第1溶媒および前記第2溶媒に溶解する、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、を有し、
前記第1溶媒は、前記第2溶媒を前記第1溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、有機発光素子の発光領域において、前記仮作した機能層が、その両端部側の膜厚がその中央部側の膜厚に対して厚く、前記両端部側の上面が前記中央部側の上面に対して上方に位置する形状を成す溶媒であって、
前記第2溶媒は、前記第1溶媒を前記第2溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、有機発光素子の発光領域において、前記仮作した機能層が、その中央部側の膜厚がその両端部側の膜厚に対して厚く、前記中央部側の上面が前記両端部側の上面に対して上方に位置する形状を成す溶媒であって、
前記第1溶媒と前記第2溶媒の沸点は、同等である、インクを準備する第1工程と、
前記インクを、インク吐出口を有するインクジェット装置に充填する第2工程と、
第1電極を含む下地層を有する基板を準備する第3工程と、
前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第4工程と、
前記第4工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形

成する第 5 工程と、
 前記インク液滴膜から、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部側から中央部側にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第 6 工程と、
 前記機能層の上方に、前記第 1 電極とは異なる第 2 電極を形成する第 7 工程と、
 を有する、
 ことを特徴とする有機発光素子の製造方法。

【請求項 2】

前記第 1 工程は、
 前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒とを、前記機能層の上面の高さが前記両端部から前記中央部にわたって等しく、且つ、前記機能層の膜厚が前記両端部から前記中央部にわたって等しくなるような混合比で混合する、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

10

【請求項 3】

前記第 1 工程は、
 前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を、有機発光素子の発光領域において、前記機能層の中央部側の膜厚 d_C と、前記機能層の一端部側、他端部側の膜厚 d_L 、 d_R との差で下記 [式 1] の平坦度 PI を示した場合に、下記 [式 2] の平坦度 PI_1 の絶対値の逆数 と、平坦度 PI_2 の絶対値の逆数 とで示される混合比 / に基づき混合する、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

$$PI = d_C - (d_L + d_R) / 2 \quad \dots [\text{式 1}]$$

20

PI : 平坦度、 d_C : 中央部側の膜厚、 d_L : 一端部側の膜厚、 d_R : 他端部側の膜厚

$$\times PI_1 = \quad \times PI_2 \quad \dots [\text{式 2}]$$

PI_1 : 第 2 溶媒を第 1 溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、

: 平坦度 PI_1 の絶対値の逆数、

PI_2 : 第 1 溶媒を第 2 溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、

: 平坦度 PI_2 の絶対値の逆数

【請求項 4】

前記第 1 工程において、
 前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒は、請求項 3 に記載された混合比 / に基づいて定められるそれぞれの体積濃度に対して $\pm 15 \text{ vol} \%$ 以内である、請求項 3 記載の有機発光素子の製造方法。

30

【請求項 5】

前記第 1 工程において、
 前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との沸点差は 9 以下である、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 工程において、
 前記第 2 溶媒の沸点は、前記第 1 溶媒の沸点に比べて高い、請求項 5 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 7】

40

前記第 1 工程において、
 インクの粘度 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$) と表面張力 (mNm^{-1}) の比 (/) を とするとき、前記第 2 溶媒を前記第 1 溶媒に置き換え仮作したインクは > 1.9 であり、前記第 1 溶媒を前記第 2 溶媒に置き換え仮作したインクは < 1.9 である、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 8】

前記機能層の両端部は、前記発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ前記発光領域の 12.5% の長さに対応する位置であり、
 前記機能層の中央部は、前記発光領域の中央に対応する位置である、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

50

【請求項 9】

前記機能層は平面視において矩形状を有し、前記発光領域は、その短辺方向に対応する、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 工程において、

前記第 1 溶媒はシクロヘキシルベンゼンであり、前記第 2 溶媒は 1 - メチルナフタレンであり、前記機能性材料は F 8 - F 6 である、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 11】

前記第 1 工程において、

前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との混合比 / は、28 / 72 ~ 78 / 22 である、請求項 10 記載の有機発光素子の製造方法。

10

【請求項 12】

前記第 1 工程において、

前記第 1 溶媒はヘプチルベンゼンであり、前記第 2 溶媒は 1 - メチルナフタレンであり、前記機能性材料は F 8 - F 6 である、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 13】

前記第 1 工程において、

前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との混合比 / は、5 / 95 ~ 38 / 62 である、請求項 12 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 14】

前記機能性材料は有機性の発光材料である、請求項 1 記載の有機発光素子の製造方法。

20

【請求項 15】

有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第 1 工程であって、

第 1 溶媒と、

前記第 1 溶媒とは異なる第 2 溶媒と、

前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒に溶解する、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、を有し、

前記第 1 溶媒は、単独で用いたときに、隔壁間に形成される機能層が、その両端部側の膜厚がその中央部側の膜厚に対して厚く、前記両端部側の上面が前記中央部側の上面に対し、上方に位置する形状を成す溶媒であって、

30

前記第 2 溶媒は、単独で用いたときに、隔壁間に形成される機能層が、その中央部側の膜厚がその両端部側の膜厚に対して厚く、前記中央部側の上面が前記両端部側の上面に対し、上方に位置する形状を成す溶媒であって、

前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒の沸点は、同等である、インクを準備する第 1 工程と、

前記インクを、インク吐出口を有するインクジェット装置に充填する第 2 工程と、

第 1 電極を含む下地層を有する基板を準備する第 3 工程と、

前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第 4 工程と、

前記第 4 工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形成する第 5 工程と、

40

前記インク液滴膜から、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部側から中央部側にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第 6 工程と、

前記機能層の上方に、前記第 1 電極とは異なる第 2 電極を形成する第 7 工程と、

を有する、

ことを特徴とする有機発光素子の製造方法。

【請求項 16】

有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第 1 工程であって、

第 1 溶媒と、

前記第 1 溶媒とは異なる第 2 溶媒と、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒に溶解する、有機

50

発光素子の機能層を構成する機能性材料と、を有し、
 前記インクの粘度（ $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ）と表面張力（ mNm^{-1} ）の比（ γ/η ）を > 1.9 とするとき、
 前記第 2 溶媒を前記第 1 溶媒に置き換えて仮作したインクは、 $\gamma/\eta > 1.9$ であり、
 前記第 1 溶媒を前記第 2 溶媒に置き換えて仮作したインクは、 $\gamma/\eta < 1.9$ であり、
 前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との沸点差は 9°C 以下である、
 インクを準備する第 1 工程と、
 前記インクをインク吐出ノズルを有するインクジェット装置に充填する第 2 工程と、
 第 1 電極を含む下地層を有する基板を準備する第 3 工程と、
 前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第 4 工程と、
 前記第 4 工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形成する第 5 工程と、
 前記インク液滴膜から、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部から中央部にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第 6 工程と、
 前記機能層の上方に、前記第 1 電極とは異なる第 2 電極を形成する第 7 工程と、
 を有する、
 ことを特徴とする有機発光素子の製造方法。 10

【請求項 17】 20
 前記第 1 工程は、
 前記機能性材料、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を混合した状態で、 $\gamma/\eta = 1.9$ となるように、前記機能性材料、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を混合する、請求項 16 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 18】
 前記第 1 工程は、
 前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒とを、前記機能層の上面の高さが両端部から中央部にわたって等しく、且つ、前記機能層の膜厚が前記両端部から中央部にわたって等しくなるような混合比で混合する、請求項 16 記載の有機発光素子の製造方法。 30

【請求項 19】 30
 前記第 1 工程は、
 前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒とを、有機発光素子の発光領域において、前記機能層の中央部側の膜厚 d_C と、前記機能層の一端部側、他端部側の膜厚 d_L 、 d_R との差で下記 [式 1] の平坦度 PI を示した場合に、下記 [式 2] の平坦度 PI_1 の絶対値の逆数 $1/|PI_1|$ と、平坦度 PI_2 の絶対値の逆数 $1/|PI_2|$ とで示される混合比 $1/|PI_1| : 1/|PI_2|$ に基づき混合する、請求項 16 記載の有機発光素子の製造方法。

$PI = d_C - (d_L + d_R) / 2 \dots [式 1]$
 PI : 平坦度、 d_C : 中央部側の膜厚、 d_L : 一端部側の膜厚、 d_R : 他端部側の膜厚
 $\times PI_1 = \times PI_2 \dots [式 2]$
 PI_1 : 第 2 溶媒を第 1 溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、 40
 $1/|PI_1|$: 平坦度 PI_1 の絶対値の逆数、
 PI_2 : 第 1 溶媒を第 2 溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、
 $1/|PI_2|$: 平坦度 PI_2 の絶対値の逆数

【請求項 20】
 前記第 1 工程において、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒は、請求項 19 に記載された混合比 $1/|PI_1| : 1/|PI_2|$ に基づいて定められるそれぞれの体積濃度に対して $\pm 15 \text{ vol} \%$ 以内である、請求項 19 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 21】
 前記第 1 工程において、前記第 2 溶媒の沸点は、前記第 1 溶媒の沸点に比べて高い、請求項 16 記載の有機発光素子の製造方法。 40

【請求項 2 2】

前記機能層の両端部は、前記発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ前記発光領域の 12.5% の長さに対応する位置であり、
前記機能層の中央部は、前記発光領域の中央に対応する位置である、請求項 1 9 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 3】

前記機能層は平面視において矩形状を有し、前記発光領域は、その短辺方向に対応する、請求項 1 9 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 4】

前記第 1 工程において、
前記第 1 溶媒はシクロヘキシルベンゼンであり、前記第 2 溶媒は 1 - メチルナフタレンであり、前記機能性材料は F 8 - F 6 である、請求項 1 6 記載の有機発光素子の製造方法。

10

【請求項 2 5】

前記第 1 工程において、
前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との混合比 / は、28 / 72 ~ 78 / 22 である、請求項 2 4 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 6】

前記第 1 工程において、
前記第 1 溶媒はヘプチルベンゼンであり、前記第 2 溶媒は 1 - メチルナフタレンであり、前記機能性材料は F 8 - F 6 である、請求項 1 6 記載の有機発光素子の製造方法。

20

【請求項 2 7】

前記第 1 工程において、
前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との混合比 / は、5 / 95 ~ 38 / 62 である、請求項 2 6 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 8】

前記機能性材料は有機性の発光材料である、請求項 1 6 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 9】

有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第 1 工程であって、
第 1 溶媒と、
前記第 1 溶媒とは異なる第 2 溶媒と、
前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒に溶解する、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、を有し、
前記機能性材料の溶媒として単独で用いたときのインクの粘度 (m P a · s) と表面張力 (m N m⁻¹) の比 (/) を とするとき、
前記第 1 溶媒を用いたインクは、 > 1.9 であり、
前記第 2 溶媒を用いたインクは、 < 1.9 であり、
前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との沸点差は 9 以下である、
インクを準備する第 1 工程と、
前記インクをインク吐出ノズルを有するインクジェット装置に充填する第 2 工程と、
第 1 電極を含む下地層を有する基板を準備する第 3 工程と、
前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第 4 工程と、
前記第 4 工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形成する第 5 工程と、
前記インク液滴膜から、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部から中央部にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第 6 工程と、
前記機能層の上方に、前記第 1 電極とは異なる第 2 電極を形成する第 7 工程と、
を有する、
ことを特徴とする有機発光素子の製造方法。

30

40

50

【請求項 30】

第1溶媒と、前記第1溶媒とは異なる第2溶媒と、前記第1溶媒および前記第2溶媒に溶解する機能性材料と、を有する機能層の形成方法であって、
 前記第2溶媒を前記第1溶媒に置き換えて機能層を仮作した場合に、前記仮作した機能層の両端部側が中央部側に対して上方に突出する形状を成す第1溶媒と、
 前記第1溶媒を前記第2溶媒に置き換えて機能層を仮作した場合に、前記仮作した機能層の中央部側が両端部側に対して上方に突出する形状を成す第2溶媒と、を含むインクを準備する第1工程と、
 前記インクを下地層に塗布した後、インク塗布膜から前記第1溶媒および前記第2溶媒を同時期に蒸発させ、前記インク塗布膜における前記第1溶媒と前記第2溶媒の組成比を保持した状態で前記インク塗布膜を乾燥させていくことにより、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように前記機能層を形成する第2工程と、
 を有することを特徴とする機能層の形成方法。

10

【請求項 31】

前記第1工程は、
 前記第1溶媒と前記第2溶媒とを、前記機能層の上面の高さが前記両端部から前記中央部にわたって等しく、且つ、前記機能層の膜厚が前記両端部から前記中央部にわたって等しくなるような混合比で混合する、請求項30記載の機能層の形成方法。

【請求項 32】

前記第1工程は、
 前記第1溶媒および前記第2溶媒とを、機能層の形成領域において、前記機能層の中央部側の膜厚 d_C と、前記機能層の一端部側、他端部側の膜厚 d_L 、 d_R との差で下記[式1]の平坦度 PI を示した場合に、下記[式2]の平坦度 PI_1 の絶対値の逆数 と、平坦度 PI_2 の絶対値の逆数 とで示される混合比 / に基づき混合する、請求項30記載の機能層の形成方法。

20

$$PI = d_C - (d_L + d_R) / 2 \quad \dots [式1]$$

$$PI : \text{平坦度、} d_C : \text{中央部側の膜厚、} d_L : \text{一端部側の膜厚、} d_R : \text{他端部側の膜厚} \\ \times PI_1 = \quad \times PI_2 \quad \dots [式2]$$

PI_1 : 第2溶媒を第1溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、
 : 平坦度 PI_1 の絶対値の逆数、

30

PI_2 : 第1溶媒を第2溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、
 : 平坦度 PI_2 の絶対値の逆数

【請求項 33】

前記第1工程において、
 前記第1溶媒および前記第2溶媒は、請求項32に記載された混合比 / に基づいて定められるそれぞれの体積濃度に対して $\pm 15 \text{ vol} \%$ 以内である、請求項32記載の機能層の形成方法。

【請求項 34】

前記第1工程において、
 前記第1溶媒と前記第2溶媒との沸点差は9以下である、請求項30記載の機能層の形成方法。

40

【請求項 35】

前記第1工程において、
 前記第2溶媒の沸点は、前記第1溶媒の沸点に比べて高い、請求項34記載の機能層の形成方法。

【請求項 36】

前記第1工程において、
 インクの粘度 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$) と表面張力 ($\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$) の比 (/) を とするとき、前記第2溶媒を前記第1溶媒に置き換え仮作したインクは > 1.9 であり、前記第1溶媒を前記第2溶媒に置き換え仮作したインクは < 1.9 である、請求項30記載

50

の機能層の形成方法。

【請求項 37】

前記機能層の両端部は、前記機能層の上面の両端から中央部に向かって、それぞれ前記機能層の上面の両端間の 12.5% の長さに対応する位置であり、
前記機能層の中央部は、前記機能層の上面の中央に対応する位置である、請求項 30 記載の機能層の形成方法。

【請求項 38】

前記機能層は平面視において矩形状を有し、前記機能層の上面の両端は、その短辺方向に対応する、請求項 37 記載の機能層の形成方法。

【請求項 39】

前記第 1 工程において、
前記第 1 溶媒はシクロヘキシルベンゼンであり、前記第 2 溶媒は 1 - メチルナフタレンであり、前記機能性材料は F8 - F6 である、請求項 30 記載の機能層の形成方法。

【請求項 40】

前記第 1 工程において、
前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との混合比 / は、28 / 72 ~ 78 / 22 である、請求項 39 記載の機能層の形成方法。

【請求項 41】

前記第 1 工程において、
前記第 1 溶媒はヘプチルベンゼンであり、前記第 2 溶媒は 1 - メチルナフタレンであり、前記機能性材料は F8 - F6 である、請求項 30 記載の機能層の形成方法。

【請求項 42】

前記第 1 工程において、
前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との混合比 / は、5 / 95 ~ 38 / 62 である、請求項 41 記載の機能層の形成方法。

【請求項 43】

前記機能性材料は有機性の発光材料である、請求項 30 記載の機能層の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光素子の製造方法、有機発光素子、有機表示装置、有機発光装置、機能層の形成方法、機能性部材、表示装置および発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、研究・開発が進んでいる有機発光素子は、有機材料の電界発光現象を利用した発光素子であって、陽極と陰極との間に発光層が介挿された構造を有している。

【0003】

一般に、有機発光素子の発光層は、素子ごとに絶縁材料からなるバンクで仕切られていて、このバンクによって発光層の形状が規定されている。また、陽極と発光層の間には、例えば、必要に応じてホール注入層、ホール輸送層またはホール注入兼輸送層が介挿され、陰極と発光層の間には、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。発光層、ホール注入層、ホール輸送層、ホール注入兼輸送層、電子注入層、電子輸送層、および電子注入兼輸送層は、各々発光、電荷の注入と輸送といった固有の機能を果たすので、これらの層を総称して「機能層」と称する。

【0004】

フルカラー表示の有機表示装置においては、このような有機発光素子が、RGB 各色のサブピクセルに相当し、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、この画素がマトリックス状に配列されて画像表示領域が形成されている。

【0005】

このような有機表示装置において、高精細な画像を得るために、各画素の一辺長さを 5

10

20

30

40

50

00 μm程度以下の微小サイズで形成することが要請されている。このように画素サイズが微小のものでは各素子における機能層の膜厚も数十～数百nmと薄く設定する必要がある。

【0006】

そして、有機表示装置を製造する際には、基板上に機能層を形成する工程がある。この機能層形成工程において、低分子材料を真空プロセスで成膜する方式も用いられているが、機能層を形成するための機能性材料を溶媒に溶解させたインク（塗布液）を、インクジェット法（液滴吐出法）などでバンク間に充填して、充填されたインクを乾燥するウェット方式が多く用いられている。ウェット方式によれば、大型のパネルにおいても機能層を比較的容易に形成することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-69140号公報

【特許文献2】特開平5-163488号公報

【特許文献3】特開2006-219663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、有機発光素子の発光特性は、機能層の膜厚に敏感であるため、機能層をウェット方式で形成する際には、各素子内で機能層の膜厚バラツキをなくして、機能層を平坦に形成することが要求される。しかしながら、上記のように、基板上的バンク間における各素子形成予定領域にインクを充填して乾燥させる方法で機能層を形成すると、前記領域内において領域の端部の膜厚が領域の中央部の膜厚よりも厚くなり、膜厚の平坦性を確保しにくい。その理由は、バンク間に充填されたインクの液溜まりから溶媒が蒸発するとき、中央部よりも端部において溶媒が蒸発し易いので、インク液溜まりの中でインクが中央部から端部に流動しながら乾燥が進むためと考えられる。

20

【0009】

このような課題に対して、例えば、特許文献1には、インクの溶媒として混合溶媒（例えばジエチレングリコールと水の混合溶媒）を使用し、インク液滴膜を乾燥させる際に、1種の溶媒（水）の飽和蒸気圧で減圧を停止することによって、機能層の平坦性を向上させる技術が開示されている。しかしながら、画素サイズが大きい場合には、この乾燥方法で機能層の平坦性が向上することが期待できるが、画素サイズが1辺数百μm以下の微小な場合、あるいは形成しようとする機能層の膜厚が数十～数百nmオーダーと小さい場合には、大気圧から減圧して停止圧力に到るまでに溶媒が蒸発してしまうため、機能層の膜厚の平坦性を確保することは難しい。

30

【0010】

本発明は、上記の課題に鑑み、有機発光素子の機能層をウェット法で形成する際に、平坦性の良い機能層を形成することのできる有機発光素子の製造方法、有機発光素子、有機表示装置、有機発光装置、機能層の形成方法、機能性部材、表示装置および発光装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法は、有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第1工程であって、第1溶媒と、前記第1溶媒とは異なる第2溶媒と、前記第1溶媒および前記第2溶媒に溶解する、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、を有し、前記第1溶媒は、前記第1溶媒を前記第2溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、有機発光素子の発光領域において、前記仮作した機能層が、その両端部の膜厚がその中央部の膜厚に対して厚く、前記両端部上面が前記中央部上面に対して上方に位置する形状を成す溶媒であって、前記第2溶媒は、前記第

50

1 溶媒を前記第 2 溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、有機発光素子の発光領域において、前記仮作した機能層が、その中央部の膜厚がその両端部の膜厚に対して厚く、前記中央部上面が前記両端部上面に対して上方に位置する形状を成す溶媒であって、前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒の沸点は、同等である、インクを準備する第 1 工程と、前記インクを、インク吐出口を有するインクジェット装置に充填する第 2 工程と、第 1 電極を含む下地層を有する基板を準備する第 3 工程と、前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第 4 工程と、前記第 4 工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形成する第 5 工程と、前記インク液滴膜から、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部から中央部にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第 6 工程と、前記機能層の上方に、前記第 1 電極とは異なる第 2 電極を形成する第 7 工程と、を有する、ことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法は、第 2 溶媒を第 1 溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、前記仮作した機能層が、その両端部側の膜厚がその中央部側の膜厚に対して厚く、前記両端部側の上面が前記中央部側の上面に対して上方に位置する形状を成す第 1 溶媒と、前記第 1 溶媒を前記第 2 溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、前記仮作した機能層が、その中央部側の膜厚がその両端部側の膜厚に対して厚い、前記中央部側の上面が前記両端部側の上面に対して上方に位置する形状を成す第 2 溶媒とを有するインクで機能層を形成するため、互いの溶媒が有する機能層の形状に関する特性が相殺しあって、それぞれの溶媒のみで形成される形状の中間的な形状の機能層、すなわち、いずれか一方の溶媒のみで形成する場合よりも平坦性の良い機能層が形成される。

20

【0013】

さらに、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法は、第 1 溶媒と第 2 溶媒の沸点が同等であるため、それら溶媒を同時期に蒸発させることが可能である。もし、一方の低沸点成分の溶媒が先に揮発することによりインクが高濃度化すると、高粘度化したインクの状態では機能層を形成することになるが、このときのインクの組成は、初期のインクの組成と異なっているので、機能層の平坦性の制御が困難である。しかしながら、第 1 溶媒と第 2 溶媒を同時期に蒸発させることで、初期のインクと組成が異なってしまうことを抑制

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】単独系インクで形成した機能層の形状についての検討結果を示す図。

【図 2】実施例 1 の組み合わせを説明した図である。

【図 3】実施例 2 の組み合わせを説明した図である。

【図 4】比較例 1 の組み合わせを説明した図である。

【図 5】比較例 2 の組み合わせを説明した図である。

【図 6】溶媒の表面張力および沸点を示す図である

【図 7】機能層の両端部および中央部を説明した図である。

40

【図 8】混合比 $\frac{C}{H}$ を説明した図である。

【図 9】CHB と 1MN の混合比 $\frac{C}{H}$ についての検討結果を示す図である。

【図 10】HB と 1MN の混合比 $\frac{C}{H}$ についての検討結果を示す図である。

【図 11】沸点差が溶媒の蒸発に及ぼす影響を説明した図である。

【図 12】沸点差が機能層の形状に及ぼす影響についての検討結果を示す図である。

【図 13】マランゴニ数を説明した図である。

【図 14】 $\frac{C}{H}$ 値と平坦度 P I との関係性をまとめた図である。

【図 15】 $\frac{C}{H}$ 値と平坦度 P I との関係性についての検討結果を示す図である。

【図 16】 $\frac{C}{H}$ 値と平坦度 P I との関係性についての検討結果を示す図である。

【図 17】機能層の膜厚が平坦度 P I に及ぼす影響についての検討結果を示す図である。

50

【図 18】機能層の膜厚が平坦度 PI に及ぼす影響についての検討結果を示す図である。

【図 19】ピクセルバンクにおける機能層の両端部を説明した図である。

【図 20】ピクセルバンクにおける 値と平坦度 PI との関係についての検討結果を示す図である。

【図 21】本発明の一態様に係る有機発光素子の各層の積層状態を示す模式図である。

【図 22】本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図 23】本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図 24】本発明の一態様に係る有機表示装置の全体構成を示す図である。

10

【図 25】本発明の一態様に係る有機表示装置を用いたテレビシステムを示す斜視図である。

【図 26】本発明の一態様に係る有機発光装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の一態様に係る有機発光素子用インク、当該インクの製造方法、有機発光素子の製造方法、有機発光素子、有機表示装置、有機発光装置、機能層の形成方法、機能性部材、表示装置および発光装置について、図面を参照しながら説明する。

【0016】

[本発明の一態様の概要]

20

本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法は、有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第 1 工程であって、第 1 溶媒と、前記第 1 溶媒とは異なる第 2 溶媒と、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒に溶解する、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、を有し、前記第 1 溶媒は、前記第 2 溶媒を前記第 1 溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、有機発光素子の発光領域において、前記仮作した機能層が、その両端部側の膜厚がその中央部側の膜厚に対して厚く、前記両端部側の上面が前記中央部側の上面に対して上方に位置する形状を成す溶媒であって、前記第 2 溶媒は、前記第 1 溶媒を前記第 2 溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、有機発光素子の発光領域において、前記仮作した機能層が、その中央部側の膜厚がその両端部側の膜厚に対して厚く、前記中央部側の上面が前記両端部側の上面に対して上方に位置する形状を成す溶媒であって、前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒の沸点は、同等である、インクを準備する第 1 工程と、前記インクを、インク吐出口を有するインクジェット装置に充填する第 2 工程と、第 1 電極を含む下地層を有する基板を準備する第 3 工程と、前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第 4 工程と、前記第 4 工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形成する第 5 工程と、前記インク液滴膜から、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部側から中央部側にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第 6 工程と、前記機能層の上方に、前記第 1 電極とは異なる第 2 電極を形成する第 7 工程と、を有する、ことを特徴とする。

30

【0017】

40

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第 1 工程は、前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒とを、前記機能層の上面の高さが前記両端部から前記中央部にわたって等しく、且つ、前記機能層の膜厚が前記両端部から前記中央部にわたって等しくなるような混合比で混合する。

【0018】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第 1 工程は、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を、有機発光素子の発光領域において、前記機能層の中央部側の膜厚 d_c と、前記機能層の一端部側、他端部側の膜厚 d_L 、 d_R との差で下記 [式 1] の平坦度 PI を示した場合に、下記 [式 2] の平坦度 PI_1 の絶対値の逆数と、平坦度 PI_2 の絶対値の逆数 とで示される混合比 α に基づき混合する。

50

【0019】

$$P I = d_c - (d_L + d_R) / 2 \quad \dots [式1]$$

P I : 平坦度、 d_c : 中央部側の膜厚、 d_L : 一端部側の膜厚、 d_R : 他端部側の膜厚

$$\times P I_1 = \times P I_2 \quad \dots [式2]$$

P I₁ : 第2溶媒を第1溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、

: 平坦度 P I₁ の絶対値の逆数、

P I₂ : 第1溶媒を第2溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、

: 平坦度 P I₂ の絶対値の逆数

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒および前記第2溶媒は、前記混合比 / に基づいて定められるそれぞれの体積濃度に対して ±15 vol % 以内である。

10

【0020】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒と前記第2溶媒との沸点差は9以下である。

【0021】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第2溶媒の沸点は、前記第1溶媒の沸点に比べて高い。

【0022】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程において、インクの粘度 ($mPa \cdot s$) と表面張力 (mNm^{-1}) の比 (/) をとるときに、前記第2溶媒を前記第1溶媒に置き換え仮作したインクは > 1.9 であり、前記第1溶媒を前記第2溶媒に置き換え仮作したインクは < 1.9 である。

20

【0023】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記機能層の両端部は、前記発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ前記発光領域の12.5%の長さに対応する位置であり、前記機能層の中央部は、前記発光領域の中央に対応する位置である。

【0024】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記機能層は平面視において矩形状を有し、前記発光領域は、その短辺方向に対応する。

30

【0025】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒はシクロヘキシルベンゼンであり、前記第2溶媒は1-メチルナフタレンであり、前記機能性材料はF8-F6である。また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒と前記第2溶媒との混合比 / は、28/72 ~ 78/22 である。

【0026】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒はヘプチルベンゼンであり、前記第2溶媒は1-メチルナフタレンであり、前記機能性材料はF8-F6である。また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒と前記第2溶媒との混合比 / は、5/95 ~ 38/62 である。

40

【0027】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記機能性材料は有機性の発光材料である。

【0028】

本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法は、有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第1工程であって、第1溶媒と、前記第1溶媒とは異なる第2溶媒と、前記第1溶媒および前記第2溶媒に溶解する、有機発光素子の機能層を構成する

50

機能性材料と、を有し、前記第1溶媒は、単独で用いたときに、隔壁間に形成される機能層が、その両端部側の膜厚がその中央部側の膜厚に対して厚く、前記両端部側の上面が前記中央部側の上面に対し、上方に位置する形状を成す溶媒であって、前記第2溶媒は、単独で用いたときに、隔壁間に形成される機能層が、その中央部側の膜厚がその両端部側の膜厚に対して厚く、前記中央部側の上面が前記両端部側の上面に対し、上方に位置する形状を成す溶媒であって、前記第1溶媒と前記第2溶媒の沸点は、同等である、インクを準備する第1工程と、前記インクを、インク吐出口を有するインクジェット装置に充填する第2工程と、第1電極を含む下地層を有する基板を準備する第3工程と、前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第4工程と、前記第4工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形成する第5工程と、前記インク液滴膜から、前記第1溶媒および前記第2溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部側から中央部側にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第6工程と、前記機能層の上方に、前記第1電極とは異なる第2電極を形成する第7工程と、を有する、ことを特徴とする。

10

【0029】

本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法は、有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第1工程であって、第1溶媒と、前記第1溶媒とは異なる第2溶媒と、前記第1溶媒および前記第2溶媒に溶解する、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、を有し、前記インクの粘度 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$) と表面張力 (mNm^{-1}) の比 (γ/η) を > 1.9 とするとき、前記第2溶媒を前記第1溶媒に置き換えて仮作したインクは、 > 1.9 であり、前記第1溶媒を前記第2溶媒に置き換えて仮作したインクは、 < 1.9 であり、前記第1溶媒と前記第2溶媒との沸点差は9以下である、インクを準備する第1工程と、前記インクをインク吐出ノズルを有するインクジェット装置に充填する第2工程と、第1電極を含む下地層を有する基板を準備する第3工程と、前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第4工程と、前記第4工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形成する第5工程と、前記インク液滴膜から、前記第1溶媒および前記第2溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部から中央部にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第6工程と、前記機能層の上方に、前記第1電極とは異なる第2電極を形成する第7工程と、を有する、ことを特徴とする。

20

30

【0030】

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程は、前記機能性材料、前記第1溶媒および前記第2溶媒を混合した状態で、 $\gamma/\eta = 1.9$ となるように、前記機能性材料、前記第1溶媒および前記第2溶媒を混合する。

【0031】

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程は、前記第1溶媒と前記第2溶媒とを、前記機能層の上面の高さが両端部から中央部にわたって等しく、且つ、前記機能層の膜厚が前記両端部から中央部にわたって等しくなるような混合比で混合する。

【0032】

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第1工程は、前記第1溶媒および前記第2溶媒とを、有機発光素子の発光領域において、前記機能層の中央部側の膜厚 d_C と、前記機能層の一端部側、他端部側の膜厚 d_L 、 d_R との差で下記[式1]の平坦度 PI を示した場合に、下記[式2]の平坦度 PI_1 の絶対値の逆数 $1/|PI_1|$ と、平坦度 PI_2 の絶対値の逆数 $1/|PI_2|$ とで示される混合比 $1/|PI_1| : 1/|PI_2|$ に基づき混合する。

40

【0033】

$$PI = d_C - (d_L + d_R) / 2 \quad \dots \text{[式1]}$$

PI : 平坦度、 d_C : 中央部側の膜厚、 d_L : 一端部側の膜厚、 d_R : 他端部側の膜

50

厚

$$\times P I_1 = \times P I_2 \cdots [式 2]$$

$P I_1$: 第 2 溶媒を第 1 溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、
: 平坦度 $P I_1$ の絶対値の逆数、

$P I_2$: 第 1 溶媒を第 2 溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、
: 平坦度 $P I_2$ の絶対値の逆数

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第 1 工程において、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒は、前記混合比 / に基づいて定められるそれぞれの体積濃度に対して $\pm 15 \text{ vol} \%$ 以内である。

【 0 0 3 4 】

10

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第 1 工程において、前記第 2 溶媒の沸点は、前記第 1 溶媒の沸点に比べて高い。

【 0 0 3 5 】

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記機能層の両端部は、前記発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ前記発光領域の 12.5% の長さに対応する位置であり、前記機能層の中央部は、前記発光領域の中央に対応する位置である。

【 0 0 3 6 】

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記機能層は平面視において矩形状を有し、前記発光領域は、その短辺方向に対応する。

20

【 0 0 3 7 】

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第 1 工程において、前記第 1 溶媒はシクロヘキシルベンゼンであり、前記第 2 溶媒は 1 - メチルナフタレンであり、前記機能性材料は F 8 - F 6 である。また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第 1 工程において、前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との混合比 / は、 $28 / 72 \sim 78 / 22$ である。

【 0 0 3 8 】

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第 1 工程において、前記第 1 溶媒はヘプチルベンゼンであり、前記第 2 溶媒は 1 - メチルナフタレンであり、前記機能性材料は F 8 - F 6 である。また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記第 1 工程において、前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との混合比 / は、 $5 / 95 \sim 38 / 62$ である。

30

【 0 0 3 9 】

また、本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法の特定の局面では、前記機能性材料は有機性の発光材料である。

【 0 0 4 0 】

本発明の別の態様に係る有機発光素子の製造方法は、有機発光素子の機能層を形成するためのインクを準備する第 1 工程であって、第 1 溶媒と、前記第 1 溶媒とは異なる第 2 溶媒と、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒に溶解する、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、を有し、前記機能性材料の溶媒として単独で用いたときのインクの粘度 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$) と表面張力 (mNm^{-1}) の比 (/) を とするとき、前記第 1 溶媒を用いたインクは、 > 1.9 であり、前記第 2 溶媒を用いたインクは、 < 1.9 であり、前記第 1 溶媒と前記第 2 溶媒との沸点差は 9 以下である、インクを準備する第 1 工程と、前記インクをインク吐出ノズルを有するインクジェット装置に充填する第 2 工程と、第 1 電極を含む下地層を有する基板を準備する第 3 工程と、前記下地層に対し、前記インクジェット装置から前記インクの液滴を吐出させる第 4 工程と、前記第 4 工程により吐出させた前記インク液滴を前記下地層に塗布し、インク液滴膜を形成する第 5 工程と、前記インク液滴膜から、前記第 1 溶媒および前記第 2 溶媒を同時期に蒸発させ、前記機能層を、その両端部から中央部にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する第 6 工程と、前記機能層の上方に、前記第 1 電極とは異なる第 2

40

50

電極を形成する第7工程と、を有する、ことを特徴とする。

【0041】

本発明の一態様に係る有機発光素子は、上記製造方法により製造されることを特徴とする。

【0042】

本発明の一態様に係る有機表示装置は、上記有機発光素子を有することを特徴とする。

【0043】

本発明の一態様に係る有機発光装置は、上記有機発光素子を有することを特徴とする。

【0044】

本発明の一態様に係る機能層の形成方法は、第1溶媒と、前記第1溶媒とは異なる第2溶媒と、前記第1溶媒および前記第2溶媒に溶解する機能性材料と、を有する機能層の形成方法であって、前記第2溶媒を前記第1溶媒に置き換えて機能層を仮作した場合に、前記仮作した機能層の両端部側が中央部側に対して上方に突出する形状を成す第1溶媒と、前記第1溶媒を前記第2溶媒に置き換えて機能層を仮作した場合に、前記仮作した機能層の中央部側が両端部側に対して上方に突出する形状を成す第2溶媒と、を含むインクを準備する第1工程と、前記インクを下地層に塗布した後、インク塗布膜から前記第1溶媒および前記第2溶媒を同時期に蒸発させ、前記インク塗布膜における前記第1溶媒と前記第2溶媒の組成比を保持した状態で前記インク塗布膜を乾燥させていくことにより、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように前記機能層を形成する第2工程と、を有することを特徴とする。

【0045】

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程は、前記第1溶媒と前記第2溶媒とを、前記機能層の上面の高さが前記両端部から前記中央部にわたって等しく、且つ、前記機能層の膜厚が前記両端部から前記中央部にわたって等しくなるような混合比で混合する。

【0046】

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程は、前記第1溶媒および前記第2溶媒とを、機能層の形成領域において、前記機能層の中央部側の膜厚 d_c と、前記機能層の一端部側、他端部側の膜厚 d_L 、 d_R との差で下記[式1]の平坦度 PI を示した場合に、下記[式2]の平坦度 PI_1 の絶対値の逆数 と、平坦度 PI_2 の絶対値の逆数 とで示される混合比 / に基づき混合する。

【0047】

$$PI = d_c - (d_L + d_R) / 2 \quad \dots [式1]$$

PI : 平坦度、 d_c : 中央部側の膜厚、 d_L : 一端部側の膜厚、 d_R : 他端部側の膜厚

$$\times PI_1 = \times PI_2 \quad \dots [式2]$$

PI_1 : 第2溶媒を第1溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、

: 平坦度 PI_1 の絶対値の逆数、

PI_2 : 第1溶媒を第2溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度、

: 平坦度 PI_2 の絶対値の逆数

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒および前記第2溶媒は、前記混合比 / に基づいて定められるそれぞれの体積濃度に対して $\pm 15 \text{ vol} \%$ 以内である。

【0048】

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒と前記第2溶媒との沸点差は9以下である。

【0049】

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第2溶媒の沸点は、前記第1溶媒の沸点に比べて高い。

【0050】

10

20

30

40

50

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程において、インクの粘度 ($\text{mPa}\cdot\text{s}$) と表面張力 (mNm^{-1}) の比 (/) を とするとき、前記第2溶媒を前記第1溶媒に置き換え仮作したインクは > 1.9 であり、前記第1溶媒を前記第2溶媒に置き換え仮作したインクは < 1.9 である。

【0051】

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記機能層の両端部は、前記発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ前記発光領域の12.5%の長さに対応する位置であり、前記機能層の中央部は、前記発光領域の中央に対応する位置である。

【0052】

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記機能層は平面視において矩形状を有し、前記形成領域は、その短辺方向に対応する。

【0053】

vの一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒はシクロヘキシルベンゼンであり、前記第2溶媒は1-メチルナフタレンであり、前記機能性材料はF8-F6である。また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒と前記第2溶媒との混合比 / は、 $28/72 \sim 78/22$ である。

【0054】

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒はヘプチルベンゼンであり、前記第2溶媒は1-メチルナフタレンであり、前記機能性材料はF8-F6である。また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記第1工程において、前記第1溶媒と前記第2溶媒との混合比 / は、 $5/95 \sim 38/62$ である。

【0055】

また、本発明の一態様に係る機能層の形成方法の特定の局面では、前記機能性材料は有機性の発光材料である。

【0056】

本発明の一態様に係る機能性部材は、上記形成方法により形成された機能層を有することを特徴とする。

【0057】

本発明の一態様に係る表示装置は、第1電極と第2電極とを有し、前記第1電極と前記第2電極との間に、上記形成方法により形成された機能層を有することを特徴とする。

【0058】

本発明の一態様に係る発光装置は、第1電極と第2電極とを有し、前記第1電極と前記第2電極との間に、上記形成方法により形成された機能層を有することを特徴とする。

【0059】

[有機発光素子用インク]

本発明の一態様に係る有機発光素子用インク(以下、単にインクと称する。)は、少なくとも、機能性材料、第1溶媒および第2溶媒を含み、前記第1溶媒と前記第2溶媒とは沸点が同等である。

【0060】

<機能性材料>

機能性材料は、有機発光素子の機能層を構成する材料であり、例えば有機性の発光材料である。有機性の発光材料の好ましい例として、F8-F6(F8(ポリジオクチルフルオレン)とF6(ポリジヘキシルフルオレン)との共重合体)が挙げられる。

【0061】

また、F8-F6以外の機能性材料として、F8、F6等のF8-F6以外のフルオレン化合物、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

10

20

30

40

50

物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、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、ピラゾロ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、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-ピピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩とⅠⅠⅠ族金属との錯体、オキシニル錯体、希土類錯体、等が挙げられる（特許文献2参照）。なお、これら化合物や錯体は、単独で用いても良いし、複数を混合して用いても良い。

10

【0062】

機能性材料は、第1溶媒と第2溶媒のそれぞれに完全に溶解する。

【0063】

<第1溶媒>

第1溶媒は、第2溶媒を第1溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、有機発光素子の発光領域において、前記仮作した機能層が、その両端部側の膜厚がその中央部側の膜厚に対して厚く、前記両端部側の上面が前記中央部側の上面に対して上方に位置する形状を成す溶媒である。或いは、第1溶媒は、第2溶媒を第1溶媒に置き換えて機能層を仮作した場合に、有機発光素子の発光領域において、前記仮作した機能層の両端部側が中央部側に対して上方に突出する形状を成す溶媒である。或いは、第1溶媒は、単独で用いたときに、バンク（隔壁）間に形成される機能層が、その両端部側の膜厚がその中央部側の膜厚に対して厚く、前記両端部側の上面が前記中央部側の上面に対し、上方に位置する形状を成す溶媒である。

20

【0064】

第2溶媒を第1溶媒に置き換えて仮作した機能層の具体的な形状としては、例えば凹形状が挙げられる。凹形状とは、例えば上面が凹面であり下面が平面である形状であるが、この形状に限られない。例えば、下面は必ずしも平面である必要はなく、凹面や凸面であっても良いし、凹凸があっても良い。但し、上面は凹面であることが好ましい。

30

【0065】

ここで、両端部側とは、両端部付近のいずれかの位置、の意味であり、中央部側とは、中央部付近のいずれかの位置、の意味である。したがって、両端部側の膜厚が中央部側の膜厚に対して厚いとは、両端部付近のいずれかの位置の膜厚が中央部側付近のいずれかの位置の膜厚よりも厚い、の意味であり、両端部に近づくほど膜厚が厚くなっているという意味に限定されるものではない。したがって、凹形状は、必ずしも中央部の上面が最下方に位置している必要はなく、中央部といずれかの端部との中間部の上面が最下方に位置した凹形状であっても良い。さらに、凹形状は、両端部から中央部へ向けて漸次下方に下がっている必要はなく、中央部と両端部との中間部において一時的に上方に上がっていても良い。すなわち、必ずしも両端部から中央部へ向けて上面がなだらかに下がっている必要はなく、上面には多少の凹凸があっても良い。

40

【0066】

第1溶媒に該当し得る溶媒としては、具体例には、シクロヘキシルベンゼン（CHB）、ヘプチルベンゼン（HB）、メトキシトルエン（MT）、ブチルフェニルエーテル（BPE）、ペンチルベンゼン（PB）、等が挙げられるが、これら溶媒に限定されない。

【0067】

第1溶媒は、インクの粘度（ $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ）と表面張力（ mNm^{-1} ）の比（ γ ）を $\gamma > 1.9$ とするとき、第2溶媒を第1溶媒に置き換えて仮作したインクが、 $\gamma > 1.9$ であることが好ましい。なお、 γ 値の詳細については後述する。

【0068】

50

< 第 2 溶媒 >

第 2 溶媒は、第 1 溶媒を第 2 溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、素子形成予定領域において、前記仮作した機能層が、その中央部側の膜厚がその両端部側の膜厚に対して厚く、前記中央部側の上面が前記両端部側の上面に対して上方に位置する形状を成す溶媒である。或いは、第 2 溶媒は、第 1 溶媒を第 2 溶媒に置き換えて機能層を仮作した場合に、前記仮作した機能層の中央部側が両端部側に対して上方に突出する形状を成す溶媒である。或いは、第 2 溶媒は、単独で用いたときに、バンク間に形成される機能層が、その中央部側の膜厚がその両端部側の膜厚に対して厚く、前記中央部側の上面が前記両端部側の上面に対し、上方に位置する形状を成す溶媒である。

【 0 0 6 9 】

第 1 溶媒を第 2 溶媒に置き換えて仮作した機能層の具体的な形状としては、例えば凸形状が挙げられる。凸形状とは、例えば上面が凸面であり下面が平面である形状であるが、この形状に限られない。例えば、下面は必ずしも平面である必要はなく、凹面や凸面であっても良いし、凹凸があっても良い。但し、上面は凸面であることが好ましい。

【 0 0 7 0 】

ここで、両端部側および中央部側の意味は上述した通りである。したがって、中央部側の膜厚が両端部側の膜厚に対して厚いとは、中央部付近のいずれかの位置の膜厚が両端部側付近のいずれかの位置の膜厚よりも厚い、の意味であり、中央部に近づくほど膜厚が厚くなっているという意味に限定されるものではない。したがって、凸形状は、必ずしも中央部の上面が最上方に位置している必要はなく、中央部といずれかの端部との中間部の上面が最上方に位置した凸形状であっても良い。さらに、凸形状は、両端部から中央部へ向けて漸次上方に上がっている必要はなく、中央部と両端部との中間部において一時的に下方に下がっていても良い。すなわち、必ずしも両端部から中央部へ向けて上面がなだらかに上がっている必要はなく、上面には多少の凹凸があっても良い。

【 0 0 7 1 】

第 2 溶媒に該当し得る溶媒としては、具体例には、1 - メチルナフタレン (1 M N)、ノニルベンゼン (N B)、1 - エチルナフタレン等が挙げられるが、これら溶媒に限定されない。

【 0 0 7 2 】

第 2 溶媒は、第 1 溶媒を第 2 溶媒に置き換えて仮作したインクが、 $< 1 . 9$ であることが好ましい。なお、 γ 値の詳細は後述する。

【 0 0 7 3 】

[実験および考察]

< 単独系インクで形成した機能層の形状 >

図 1 は、単独系インクで形成した機能層の形状についての検討結果を示す図である。機能性材料を各種溶媒に溶解させて単独系インクを作製し、それらインクを使用して形成した機能層の形状を確認した。

【 0 0 7 4 】

実験において、機能性材料としては F 8 - F 6 を使用し、濃度 1 . 2 w t % のインクを作製した。機能層は、平面視において矩形状かつライン状のものを、短辺方向の幅が 6 0 μ 、平均膜厚 (短辺方向における両端部間の平均膜厚) が 8 0 n m となるように形成した。機能層の形状を示す各グラフにおいて、X 軸は機能層の前記短辺方向の幅を示し、Y 軸は機能層の膜厚を示す。なお、特に言及しない場合は、他の実験においても、機能層は上記の条件で形成した。

【 0 0 7 5 】

図 1 (a) に示すように、M T、H B、B P E および P B を使用した場合は、機能層が凹形状に成り、図 1 (b) に示すように、1 M N および N B を使用した場合は、機能層が凸形状に成った。また、図 1 (a)、(b) に示すように、また、機能層形成後の放置時間によらず、M T、H B、B P E および P B を使用した場合は、機能層が凹形状を維持し、1 M N および N B を使用した場合は、機能層が凸形状を維持した。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

以上のように、発明者の予想通り、溶媒次第で、凹形状の機能層だけでなく、凸形状の機能層も得られることがわかった。そして、凹形状の機能層を形成できる特性を有する溶媒（以下、凹形状特性の溶媒）と、凸形状の機能層を形成できる特性を有する溶媒（凸形状特性の溶媒）とを適宜組み合わせれば、凹形状特性と凸形状特性とが相殺しあって、平坦性の良い機能層が得られるとの着想に至った。なお、機能性材料の濃度が薄いときは凹形状の機能層が形成されるが、機能性材料の濃度が濃くなれば凸形状の機能層が形成される溶媒も有り得るが、ここでの凹形状特性および凸形状特性は、完成したインクの機能性材料の濃度での特性である。

【 0 0 7 7 】

< 溶媒の組み合わせ >

混合系インクを種々作製し、好適な溶媒の組み合わせを検討した。実施例 1, 2 として、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒とを組み合わせ、平坦性の良い機能層が得られた例を紹介する。また、比較例 1 として、2 種類の凹形状特性の溶媒を組み合わせてみたが、平坦性の良い機能層は得られなかった例を紹介する。さらに、比較例 2 として、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒とを組み合わせたにも拘わらず、平坦性の良い機能層が得られなかった例を紹介する。

【 0 0 7 8 】

図 2 は、実施例 1 の組み合わせを説明した図である。図 2 (a) に示すように、C H B を使用した単独系インクで形成した機能層は凹形状に成った (C H B は第 1 溶媒に該当する) 。一方、1 M N を使用した単独系インクで形成した機能層は凸形状に成った (1 M N は第 2 溶媒に該当する) 。図 2 (b) に示すように、C H B と 1 M N を使用した混合系インクで形成した機能層は、C H B または 1 M N を使用した単独系インクで形成した機能層よりも、平坦度が高かった。また、所定の混合比 (C H B / 1 M N = 7 0 / 3 0) とすることで、極めて平坦性の良い機能層が得られた。

【 0 0 7 9 】

図 3 は、実施例 2 の組み合わせを説明した図である。図 3 (a) に示すように、H B を使用した単独系インクで形成した機能層は凹形状に成った (H B は第 1 溶媒に該当する) 。一方、1 M N を使用した単独系インクで形成した機能層の形状については先に述べた通りである。図 3 (b) に示すように、H B と 1 M N を使用した混合系インクで形成した機能層は、H B または 1 M N を使用した単独系インクで形成した機能層よりも、平坦度が高かった。また、所定の混合比 (H B / 1 M N = 2 0 / 8 0) とすることで、極めて平坦性の良い機能層が得られた。

【 0 0 8 0 】

図 4 は、比較例 1 の組み合わせを説明した図である。図 4 (a) に示すように、P B を使用した単独系インクで形成した機能層は凹形状に成った (P B は第 1 溶媒に該当する) 。一方、1 M N を使用した単独系インクで形成した機能層の形状については先に述べた通りである。図 4 (b) に示すように、P B と 1 M N を使用した混合系インクで形成した機能層は、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒の組み合わせであるにも拘わらず、予想に反し平坦度が低かった。しかも、1 M N を使用した単独系インクで形成した機能層よりも突出した凸形状となった。

【 0 0 8 1 】

図 5 は、比較例 2 の組み合わせを説明した図である。図 5 (a) に示すように、C H B を使用した単独系インクで形成した機能層の形状も、H B を使用した単独系インクで形成した機能層の形状も、先に述べた通りである。図 5 (b) に示すように、C H B と H B を使用した混合系インクで形成した機能層は、凹形状特性の溶媒同士の組み合わせであったため、混合比に拘わらず凹形状にしか成らなかった。平坦度についての改善もみられず、H B を使用した単独系インクで形成した機能層よりも平坦度が高くなることはなかった。

【 0 0 8 2 】

以上、図 2 ~ 図 5 に示す結果から、次のことがわかった。まず、実施例 1, 2 の結果か

10

20

30

40

50

ら、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒を組み合わせれば、より平坦性の良い機能層が得られ、それらを好適な混合比で混合すれば、極めて平坦性の良い機能層が得られることがわかった。しかしながら、比較例 1 に示すように、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒を組み合わせであっても平坦度が改善されない場合があり、単に、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒を組み合わせるだけでは不十分であることもわかった。また、凹形状特性の溶媒同士を組み合わせても、機能層は凹形状にしか成らなかつたことから、同じ形状特性の溶媒同士を組み合わせても、平坦度は改善されないことがわかった。

【 0 0 8 3 】

図 6 は、溶媒の表面張力および沸点を示す図である。図 6 に示すように、実施例 1 で使用した C H B と 1 M N は沸点が同等であり、また、実施例 2 で使用した H B と 1 M N も沸点が同等である。一方、比較例 1 で使用した P B と 1 M N は沸点が大きく異なる。このことから、発明者は、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒との組み合わせにおいて、平坦度が改善される場合と、改善されない場合があるのは、溶媒の沸点が影響しているのではないかと考えた。そして、平坦性の良い機能層を得るための条件として、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒を単に組み合わせるだけでなく、それら溶媒の沸点を同等にすることが必要であるとの考えに至った。さらに、沸点が同等の溶媒を実際に混合して検討を重ねた結果、沸点が同等の溶媒を混合した場合は、機能層の形状の変化が混合比の変化に対して連続的になることを見出した。

10

【 0 0 8 4 】

すなわち、凹形状特性の溶媒と凸形状特性の溶媒とを組み合わせることによって、凹形状特性と凸形状特性とを相殺させる、さらに、沸点を同等とすることで、それら溶媒をインクから同時期に蒸発させ、これによって蒸発中の溶媒の組成比を一定に維持し、ひいては特性が相殺しあつた状態を維持し、その状態で蒸発を完了させることによって、平坦な機能層を得るとの着想に至った。

20

【 0 0 8 5 】

< 平坦度 P I による評価 >

発明者は、より平坦性の良い機能層を形成できるインクを得るために、より厳密に平坦度を評価する方法について検討した。そして、平坦度を、機能層の中央部側と端部側との膜厚差により評価することにした。具体的には、中央部側の膜厚値から左右両端部側の膜厚値の平均を引いて、その値を平坦度 P I とし、この平坦度 P I によって機能層の平坦度を評価することにした。

30

【 0 0 8 6 】

平坦度 P I は、上記 [式 1] に示すように、有機発光素子の発光領域において、機能層の中央部側の膜厚 d_c と、機能層の一端部側、他端部側の膜厚 d_L 、 d_R との差で示す。平坦度 P I がマイナスの場合、機能層は凹形状であり、平坦度 P I がプラスの場合、機能層は凸形状である。また、平坦度 P I の絶対値は凹凸の程度を表す。

【 0 0 8 7 】

図 7 は、機能層の両端部および中央部を説明した図である。図 7 に示すように、本発明において、機能層（仮作した機能層も含む）の中央部は、発光領域の中央に対応する位置である。機能層（仮作した機能層も含む）の両端部は、有機発光素子の発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ発光領域の 12.5% の長さに対応する位置である。具体的には、発光領域の幅が $60 \mu\text{m}$ の場合、機能層の両端部は、発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ $7.5 \mu\text{m}$ の長さに対応する位置である。なお、発光領域の両端とは、例えば機能層の上面の両端である。

40

【 0 0 8 8 】

さらに厳密に機能層の平坦度を評価するために、平坦度を、機能層の中央部側と中間部との膜厚差によっても評価することにした。具体的には、中央部側の膜厚値から左右中間部の膜厚値の平均を引いて、その値を平坦度 $P I_M$ とし、この平坦度 $P I_M$ によっても機能層の平坦度を評価することにした。

【 0 0 8 9 】

50

平坦度 PI_M は、下記 [式3] に示すように、有機発光素子の発光領域において、機能層の中央部側の膜厚 d_C と、一端部側・他端部側と中央部側との中間点における機能層の膜厚 d_{ML} 、 d_{MR} との差で示す。平坦度 PI_M がマイナスの場合、機能層は凹形状であり、平坦度 PI_M がプラスの場合、機能層は凸形状である。また、平坦度 PI_M の絶対値は凹凸の程度を表す。

【0090】

$$PI_M = d_C - (d_{ML} + d_{MR}) / 2 \quad \dots [式3]$$

PI_M : 平坦度、 d_C : 中央部側の膜厚、 d_{ML} : 一方の中間部の膜厚、
 d_{MR} : 他方の中間部の膜厚

図7に示すように、本発明において、機能層（仮作した機能層も含む）の中間部は、発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ発光領域の25%の長さに対応する位置である。具体的には、発光領域の幅が60 μm の場合、機能層の両中間部は、発光領域の両端から中央部に向かって、それぞれ15 μm の長さに対応する位置である。

【0091】

なお、平坦度 PI および平坦度 PI_M は、機能層の平均膜厚（機能層の端部間の平均膜厚）が80 nmの場合の値であり、実際に形成した機能層の平均膜厚が80 nmでなかった場合は、80 nmの場合に換算した値である。

【0092】

< 溶媒の混合比 >

第1溶媒と第2溶媒とは、機能層の上面の高さが両端部から中央部にわたって等しく、且つ、前記機能層の膜厚が前記両端部から中央部にわたって等しくなるような混合比で混合されていることが好ましい。好ましい混合比を得るための検討を行なった結果、平坦度 PI の絶対値の逆数比で混合すれば平坦な機能層が得られることがわかった。

【0093】

図8は、混合比 / を説明した図である。図8に示すように、第1溶媒と第2溶媒は、上記 [式2] の平坦度 PI_1 の絶対値の逆数 と、平坦度 PI_2 の絶対値の逆数 とで示される混合比 / に基づき混合されていることが好ましい。

【0094】

図9は、CHBと1MNの混合比 / についての検討結果を示す図である。第1溶媒がCHBであり、第2溶媒が1MNである実施例1では、図9に示すように、CHBと1MNの混合比 / は、28 / 72 ~ 78 / 22であることが好ましく、53 / 47であることがより好ましい。混合比 / が28 / 72 ~ 78 / 22であれば、平坦度 PI を ± 4 nmの範囲内にすることができ、混合比 / が53 / 47であれば、平坦度 PI を0 nmにすることができる。

【0095】

なお、機能層に膜厚バラツキがあると、膜厚の薄い部分に電界集中が生じて通電量が大きくなり、その膜厚の薄い部分が極端に劣化して、有機発光素子が短寿命化することが知られている。そして、膜厚バラツキが機能層の膜厚の10%以内に収まっていれば許容の寿命を得られることもわかっている。実験では機能層の膜厚が80 nmであるため、膜厚バラツキが ± 4 nmであれば、有機発光素子の短寿命化を防止できる。

【0096】

図10は、HBと1MNの混合比 / についての検討結果を示す図である。第1溶媒がHBであり、第2溶媒が1MNである実施例2では、図10に示すように、HBと1MNの混合比 / は、5 / 95 ~ 38 / 62であることが好ましく、22 / 78であることがより好ましい。混合比 / が5 / 95 ~ 38 / 62であれば、平坦度 PI を ± 4 nmの範囲内にすることができ、混合比 / が22 / 78であれば、平坦度 PI を0 nmにすることができる。

【0097】

実施例1および実施例2の結果から、第1溶媒および第2溶媒は、混合比 / に基づいて定められる平坦度 PI が0 nmとなるそれぞれの体積濃度に対して ± 15 vol%以

10

20

30

40

50

内であることが好ましいことがわかった。そうであれば、平坦度 P I を $\pm 4 \text{ nm}$ の範囲内にすることができる。

【 0 0 9 8 】

以上のように、第 1 溶媒を使用した単独系インクで仮作した機能層の平坦度 P I と、第 2 溶媒を使用した単独系のインクで仮作した機能層の平坦度 P I とを求めるだけで、平坦性の良い機能層を形成するのに好適な混合比を得ることができる。同様に、第 2 溶媒を第 1 溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度 P I₁ と、第 1 溶媒を第 2 溶媒に置き換えて仮作した機能層の平坦度 P I₂ とを求めるだけで、平坦性の良い機能層を形成するのに好適な混合比を得ることができる。

【 0 0 9 9 】

< 溶媒の沸点差 >

第 1 溶媒と第 2 溶媒の沸点が同等であれば、平坦性の良い機能層を形成できると述べたが、それら第 1 溶媒と第 2 溶媒との沸点差がどの程度の範囲であれば同等と判断できるのかについて検討した。

【 0 1 0 0 】

図 1 1 は、沸点差が溶媒の蒸発に及ぼす影響を説明した図である。まず、結論から述べると、図 1 1 に示すように、第 1 溶媒と第 2 溶媒との沸点差は 9 以下であることが好ましいことがわかった。

【 0 1 0 1 】

図 1 1 (a) に示すように、第 1 溶媒と第 2 溶媒の沸点差が 9 以下の場合、第 1 溶媒と第 2 溶媒とが同時期に蒸発するため、第 1 溶媒と第 2 溶媒とからなる混合溶媒は、経過時間によらず、蒸発速度は一定であり、トータル蒸発量の増加度合いも一定である。このような場合、乾燥工程における雰囲気環境の制御が簡単であり、平坦性の良い機能層を得易いため、好ましい沸点差であると判定した(「 \square 」と判定した)。

【 0 1 0 2 】

一方、図 1 1 (b) に示すように、第 1 溶媒と第 2 溶媒の沸点差が 9 を超える場合、第 1 溶媒と第 2 溶媒とが同時期に蒸発せず、低沸点の溶媒が先に蒸発してしまうため、経過時間によって、混合溶媒の蒸発速度は変化し、トータル蒸発量の増加度合いも変化する。このような場合、機能層形成時の溶媒組成をインク設計で制御し難く、平坦性の良い機能層を簡単に形成することは容易ではないため、好ましい沸点差でないと判定した(「 \times 」と判定した)。なお、蒸発速度が変化する理由は、第 1 溶媒および第 2 溶媒の蒸発において、蒸発開始当初は主に低沸点の溶媒が蒸発するのに対し、時間がある程度経過して低沸点の溶媒が減少した後は主に高沸点の溶媒が蒸発するようになり、そうすると高沸点の溶媒の蒸発速度は遅いため、蒸発速度が変化するのである。

【 0 1 0 3 】

図 1 2 は、沸点差が機能層の形状に及ぼす影響についての検討結果を示す図である。図 1 2 に示すように、第 1 溶媒および第 2 溶媒に該当する溶媒を種々組み合わせるインクを作製し、それらインクから蒸発する溶媒の蒸発速度が一定になるか否かを評価した。その結果、沸点差が 9 以下の場合、蒸発速度が一定であり、好ましい沸点差であると判定した(「 \square 」と判定した)。沸点差が 9 を超える場合は、蒸発速度が一定でなく、好ましい沸点差でないと判定した(「 \times 」と判定した)。

【 0 1 0 4 】

なお、C H B と H B の組み合わせは、沸点差が 9 以下であるため蒸発速度についての判定は「 \square 」であったが、凹形状特性の溶媒同士の組み合わせであるため、平坦性の良い機能層を形成することはできなかった。

【 0 1 0 5 】

また、C H B と P T (フェノキシトルエン)との組み合わせは、混合溶媒の蒸発速度は一定ではなかったが、平坦性の良い機能層を形成することができた。これは、一方の溶媒(P T)が高沸点・高粘度の溶媒であるため、先に他方の溶媒が蒸発し終わり、残った高粘度の溶媒の作用により平坦性の良い機能層を形成することができたと考えられる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 6 】

このように、低沸点の溶媒と高沸点の溶媒とを使用してインクを作製し、インク吐出時はインクを低粘度に維持し、バンク間に充填後は速やかに低沸点の溶媒を蒸発させることによって、インクを一気に高粘度化しインクの流動を抑制することによって機能層の平坦度を高める方法は従来から知られている（特許文献3）。しかしながら、このような沸点差の大きい2種類の溶媒を使用する方法は、同等の沸点の溶媒を使用する方法と比べて、機能層形成時の溶媒組成をインク設計で制御し難く、平坦性の良い機能層を簡単に形成することは容易ではない。

【 0 1 0 7 】

本発明の一態様に係るインクは、同等の沸点を有する2種類の溶媒を組み合わせることによって、同時期にそれら溶媒を蒸発させ、平坦性の良い機能層を簡単に形成するものであり、このような技術的思想は、特許文献2に記載の方法のように、あえて沸点差の大きい2種類の溶媒を使用する方法に基づいて容易に想到し得ないものである。

【 0 1 0 8 】

さらに、沸点に関して、凸形状特性の溶媒が、凹形状特性の溶媒よりも、沸点が高いことが好ましい。すなわち、第2溶媒の沸点が、第1溶媒の沸点に比べて高いことが好ましい。なぜなら、第2溶媒の沸点の方が高ければ、第2溶媒の方が第1溶媒よりも長くインクに残留する。したがって、機能層の形状が固定される直前まで、第2溶媒の特性が強く反映されることになる。第2溶媒の特性は、機能性材料がインク液溜まりの端部に偏るのを抑制するものであるため、機能層はより平坦になり易い。なお、本願では、沸点差が9

以下の場合に沸点が同等と判断しているが、その同等とみなす範囲内において、凸形状特性の溶媒が凹形状特性の溶媒よりも沸点が高い場合に、機能層はより平坦になり易いという意味である。

【 0 1 0 9 】

< 値について >

実際に機能層を形成することなく、インクの物性からそのインクを使用して形成した機能層の形状、および平坦度PIを簡単に予想できる方法について説明する。

【 0 1 1 0 】

図13は、マランゴニ数を説明した図である。図13に示すように、マランゴニ数を参照すると、粘度と表面張力が流動性に影響を及ぼすことがわかる。この点にヒントを得て、発明者は、インクの粘度とインクの表面張力に基づいて、機能層の平坦度PIを予想する方法を得るに至った。

【 0 1 1 1 】

具体的には、インクの粘度（ $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ）とインクの表面張力（ mNm^{-1} ）の比（ γ/η ）である値に基づいて、機能層の平坦度PIを予想することができる。

【 0 1 1 2 】

図14は、 γ/η 値と平坦度PIとの関係をまとめた図である。図14に示すように、インクが $\gamma/\eta = 0$ の場合はそのインクで形成した機能層は平坦になり、インクが $\gamma/\eta > 1.9$ の場合はそのインクで形成した機能層は凹形状になり、インクが $\gamma/\eta < 1.9$ の場合はそのインクで形成した機能層は凸形状に成る。すなわち、 $\gamma/\eta = 1.9$ を閾値として機能層の形状を凹形状と凸形状とに分けることができる。

【 0 1 1 3 】

そして、 $\gamma/\eta = 1.9$ の場合の機能層は平坦度PI = 0 nmとなり、 $\gamma/\eta < 1.9$ の場合の機能層は平坦度PI > 0 nmとなり、 $\gamma/\eta > 1.9$ の場合の機能層は平坦度PI < 0 nmとなる。すなわち、インクの γ/η 値を1.9に近づくほど、平坦性の良い機能層を形成できるインクになる。

【 0 1 1 4 】

図15および図16は、 γ/η 値と平坦度PIとの関係についての検討結果を示す図である。なお、インク粘度 η は、粘度計AR-G2（TA Instruments）を使用して測定した。インク表面張力 γ は、表面張力計DSA100（KRÜSS製）を使用し

10

20

30

40

50

て測定した。

【0115】

図15および図16に示すように、種々の単独系インクで仮作した機能層、混合系インクで形成した機能層について、 α 値と平坦度PIとの相関性を評価した結果、 $\alpha < 1.9$ の場合は平坦度PI > 0 になり、 $\alpha > 1.9$ の場合は平坦度PI < 0 になり、 α 値と平坦度PIは相関関係にあることが確認できた。また同様に、 α 値と平坦度PI_Mとの相関性について、 $\alpha < 1.9$ の場合は平坦度PI_M > 0 になり、 $\alpha > 1.9$ の場合は平坦度PI_M < 0 になり、相関関係にあることが確認できた。

【0116】

以上のことから、 $\alpha = 1.9$ となるようにインクを調整すれば、平坦性の良い機能層を形成できるインクを得られることがわかった。

10

【0117】

ここで、第1溶媒と第2溶媒は、機能層の上面の高さが両端部から中央部にわたって等しく、且つ、機能層の膜厚が両端部から中央部にわたって等しくなるような混合比で混合されていることが好ましい。そのためには、平坦度PI = 0 nmとなるような混合比で混合されていることが好ましい。したがって、 $\alpha = 1.9$ となるように、機能性材料、第1溶媒および第2溶媒が混合されていることが好ましい。そして、第1溶媒を使用した単独系インクの α 値と、第2溶媒を使用した単独系インクの α 値とから、 α 値が1.9となるインクの混合比を算出することが考えられる。

【0118】

20

<機能層の膜厚の影響>

機能層の膜厚が、 $\alpha = 1.9$ を閾値とした評価に及ぼす影響について検討した。図17および図18は、機能層の膜厚が平坦度PIに及ぼす影響についての検討結果を示す図である。図17に示すように、種々の単独系のインクで仮作した機能層、および、混合系インクで形成した機能層について、種々の膜厚の機能層の平坦度PIおよび平坦度PI_Mを評価した。それら結果を、膜厚別にまとめてみると、図18(a)に示す膜厚80 nmの場合、図18(b)に示す膜厚5 nmの場合、図18(c)に示す膜厚90 nmの場合のいずれにおいても、平坦度PIがプラスになるかマイナスになるかの閾値は $\alpha = 1.9$ であった。

【0119】

30

以上のことから、機能層の膜厚は、 $\alpha = 1.9$ を閾値として平坦度PIを評価することには、特に影響を及ぼさないとの結論に至った。厳密には、機能層の膜厚は、少なくとも5 nm ~ 90 nmの範囲で、 $\alpha = 1.9$ を閾値として平坦度PIを評価することに、影響を及ぼさないことが確認できた。

【0120】

<バンク形状の影響>

これまで説明した実験は、全てラインバンクの有機発光素子を使用して実施したものであるが、ピクセルバンクの場合でも同様の結果が得られるのか確認した。

【0121】

図19は、ピクセルバンクにおける機能層の両端部を説明した図である。図19に示すように、ピクセルバンクの機能層は平面視において矩形状を有するが、この場合に本実施の形態に係る有機発光素子の発光領域の両端は、機能層の短辺方向に対応し、図19において「L」および「R」で示す位置が機能層の両端部L、Rである。また、「C」で示す位置が機能層の中央部Cであり、「M_L」、「M_R」で示す位置が機能層の両中間部M_L、M_Rである。実験では、機能層の短辺方向の幅が一定である範囲、すなわち図19において「P₁」と「P₂」の間の範囲において、機能層の長辺方向の中間である「P₃」の位置で機能層の形状を測定した。

40

【0122】

図20は、ピクセルバンクにおける α 値と平坦度PIとの関係についての検討結果を示す図である。図20に示すように、ピクセルバンクにおいても、ラインバンクと同様に、

50

平坦度 P I がプラスになるかマイナスになるかの閾値は $= 1.9$ であった。

【 0 1 2 3 】

[有機発光素子]

図 2 1 は、本発明の一態様に係る有機発光素子の各層の積層状態を示す模式図である。図 2 1 に示すように、有機表示パネル 1 1 0 は、本発明の一態様に係る有機発光素子（機能性部材）1 1 1 上にシール材 1 1 2 を介してカラーフィルター基板 1 1 3 を貼り合わせた構成を有する。

【 0 1 2 4 】

有機発光素子 1 1 1 は、R G B の各サブピクセルがライン状またはマトリクス状に配置されてなるトップエミッション型の有機発光素子であり、各サブピクセルは T F T 基板 1 1 1 上に各層を積層した積層構造となっている。

10

【 0 1 2 5 】

T F T 基板 1 1 1 上には、第 1 電極を構成する第 1 アノード電極 2 および第 2 アノード電極 3 がライン状またはマトリクス状に形成されており、それらアノード電極 2 , 3 上にホール注入層 4 が積層されている。ホール注入層 4 上には、サブピクセルを規定するバンク 5 が形成されており、バンク 5 で規定された領域内にホール輸送層 6 および有機発光層 7 がこの順で積層されている。さらに、有機発光層 7 の上には、電子輸送層 8、第 2 電極であるカソード電極 9、および封止層 1 0 が、それぞれバンク 5 で規定された領域を超えて隣のサブピクセルのものと連続するように形成されている。

【 0 1 2 6 】

20

バンク 5 で規定された領域は、ホール注入層 4、ホール輸送層 6、有機発光層 7 および電子輸送層 8 がその順で積層された多層積層構造となっており、それらの積層構造で機能層が構成されている。なお、機能層には電子注入層等の他の層が含まれていても良い。

【 0 1 2 7 】

機能層の代表的な構成としては、(1) ホール注入層 / 有機発光層、(2) ホール注入層 / ホール輸送層 / 有機発光層、(3) ホール注入層 / 有機発光層 / 電子注入層、(4) ホール注入層 / ホール輸送層 / 有機発光層 / 電子注入層、(5) ホール注入層 / 有機発光層 / ホール阻止層 / 電子注入層、(6) ホール注入層 / ホール輸送層 / 有機発光層 / ホール阻止層 / 電子注入層、(7) 有機発光層 / ホール阻止層 / 電子注入層、(8) 有機発光層 / 電子注入層等の素子構成が挙げられる。

30

【 0 1 2 8 】

T F T 基板 1 1 1 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、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からなるベース基板上に、アモルファス T F T (有機発光素子ドライブ回路) が形成されたものである。

【 0 1 2 9 】

第 1 アノード電極 2 は、例えば、A g (銀)、A P C (銀、パラジウム、銅の合金)、A R A (銀、ルビジウム、金の合金)、M o C r (モリブデンとクロムの合金)、または N i C r (ニッケルとクロムの合金) 等で形成されている。トップエミッション型の有機発光素子の場合、光反射性の材料で形成されていることが好ましい。

40

【 0 1 3 0 】

第 2 アノード電極 3 は、第 1 アノード電極 2 およびホール注入層 4 の間に介在し、各層間の接合性を良好にする機能を有する。

【 0 1 3 1 】

ホール注入層 4 は、例えば、金属酸化物、金属窒化物、または金属酸窒化物等の金属化合物で形成されていることが好ましい。ホール注入層 4 が金属酸化物で形成されている場合は、ホールの注入が容易になるため、有機発光層 7 内で電子が有効に発光に寄与し良好な発光特性を得ることができる。金属酸化物としては、例えば、C r (クロム)、M o (モリブデン)、W (タングステン)、V (バナジウム)、N b (ニオブ)、T a (タンタ

50

ル)、Ti(チタン)、Zr(ジルコニウム)、Hf(ハフニウム)、Sc(スカンジウム)、Y(イットリウム)、Th(トリウム)、Mn(マンガン)、Fe(鉄)、Ru(ルテニウム)、Os(オスミウム)、Co(コバルト)、Ni(ニッケル)、Cu(銅)、Zn(亜鉛)、Cd(カドミウム)、Al(アルミニウム)、Ga(ガリウム)、In(インジウム)、Si(シリコン)、Ge(ゲルマニウム)、Sn(錫)、Pb(鉛)、Sb(アンチモン)、Bi(ビスマス)、およびLa(ランタン)からLu(ルテチウム)までのいわゆる希土類元素等の酸化物が挙げられる。なかでも、 Al_2O_3 (酸化アルミニウム)、 CuO (酸化銅)、および SiO (酸化シリコン)は、特に長寿命化に有効である。

【0132】

バンク5は、例えば、樹脂等の有機材料またはガラス等の無機材料で形成されていることが好ましい。有機材料の例には、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が挙げられ、無機材料の例には、 SiO_2 (シリコンオキサイド)、 Si_3N_4 (シリコンナイトライド)等が挙げられる。バンク5は、有機溶媒耐性を有することが好ましく、また可視光をある適度透過させることが好ましく、さらに絶縁性を有することが好ましく、加えてエッチング処理やベーク処理等がされることがあるので、それらの処理に対する耐性の高い材料で形成されることが好ましい。

【0133】

なお、バンク5は、ラインバンクであっても、ピクセルバンクであっても良い。ラインバンクの場合、複数のサブピクセルを列ごとまたは行ごとに区切るようにバンク5が形成され、バンク5は有機発光層7の行方向両側または列方向両側だけに存在し、有機発光層7は同列または同行のものが連続した構成となる。一方、ピクセルバンクの場合、サブピクセルごと有機発光層7の全周を囲繞するようにバンク5が形成される。

【0134】

ホール輸送層6は、アノード電極2, 3から注入されたホールを有機発光層7へ輸送する機能を有し、例えば、ポリスチレンスルホン酸をドーブしたポリ(3, 4-エチレンジオキシチオフェン)(PEDOT-PSS)や、その誘導体(共重合体など)で形成されていることが好ましい。

【0135】

有機発光層7は、電界発光現象を利用して発光する機能を有し、例えば、本発明の一態様に係るインクに含まれる機能性材料で構成されていることが好ましい。有機発光層7が、本発明の一態様に係る有機発光素子用インク、有機発光素子の製造方法、および機能層の形成方法によるものか否かを確認する方法としては、例えば、有機発光層7中の第1溶媒および第2溶媒の残留量を測定することが挙げられる。

【0136】

一例として、第1溶媒としてCHBを使用し、第2溶媒としてHBを使用したインクを作製し、そのインクを使用してスピンコート法により有機発光層7を形成し、真空乾燥を3分間行い、170で30分間ベーク処理して形成された有機発光層7について、その有機発光層7を採取し、ガスクロマトグラフィーにより分析した結果、CHBの残留量は 0.64 ng/cm^2 であり、HBの残留量は 0.48 ng/cm^2 であった。

【0137】

電子輸送層8は、カソード電極9から注入された電子を有機発光層7へ輸送する機能を有し、例えば、バリウム、フタロシアニン、フッ化リチウム、またはこれらの混合物等で形成されていることが好ましい。

【0138】

カソード電極9は、例えば、ITO、IZO(酸化インジウム亜鉛)等で形成される。トップエミッション型の有機発光素子の場合、光透過性の材料で形成されることが好ましい。

【0139】

封止層10は、有機発光層7等が水分に晒されたり、空気に晒されたりすることを抑制

10

20

30

40

50

する機能を有し、例えば、SiN（窒化シリコン）、SiON（酸窒化シリコン）等の材料で形成される。トップエミッション型の有機発光素子の場合は、光透過性の材料で形成されることが好ましい。

【0140】

以上の構成からなる有機発光素子111は平坦性の良いインクを用いて有機発光層7が形成されているため、発光特性が良好である。

【0141】

[有機発光素子の製造方法]

図22および図23に基づいて、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法を説明する。あわせて、本発明の一態様に係る有機発光素子用インクの製造方法、および、機能層の形成方法を説明する。図22および図23は、本発明の一態様に係る有機発光素子の製造方法を説明するための工程図である。

10

【0142】

まず、図22(a)に示すような上面が保護レジストで保護されたTF T基板1を準備する。

【0143】

次に、図22(b)に示すように、TF T基板1を覆っている保護レジストを剥離し、TF T基板1上に、有機樹脂をスピンコートし、PR / PE（フォトレジスト / フォトエッチングでパターンングすることによって、図22(c)に示すように、平坦化膜1a（例えば厚さ4 μm）を形成する。

20

【0144】

次に、図22(d)に示すように、平坦化膜1a上に第1アノード電極2を形成する。第1アノード電極2は、例えば、スパッタリングによりAPCで薄膜を形成し、当該薄膜をPR / PEでマトリックス状にパターンングすることによって形成する（例えば厚さ150 nm）。なお、第1アノード電極2は真空蒸着等で形成しても良い。

【0145】

次に、図22(e)に示すように、第2アノード電極3をマトリックス状に形成する。第2アノード電極3は、例えばプラズマ蒸着法でITO薄膜を形成し、当該ITO薄膜をPR / PEによりパターンングすることにより形成する（例えば厚さ110 nm）。

【0146】

次に、図22(f)に示すように、第2アノード電極3の上からホール注入層4を形成する。ホール注入層4は、ホール注入機能を果たす材料をスパッタリングし、PR / PEによりパターンングすることで形成する（例えば厚さ40 nm）。なお、ホール注入層4は、アノード電極3上だけでなく、TF T基板1の上面全体に亘って形成する。

30

【0147】

次に、図22(g)に示すように、ホール注入層4上にバンク5を形成する。ホール注入層4上においてバンク5を形成する領域は、隣り合う発光層形成予定領域どうしの境界に相当する領域である。バンク5は、ホール注入層4上の全体を覆うようにバンク材料層を形成し、形成したバンク材料層の一部をPR / PEで除去することによって形成する（例えば厚さ1 μm）。なお、バンク5は、列方向または行方向にだけ伸長するストライプ状のラインバンクであっても良いし、列方向および行方向に伸長し平面形状が井桁状のピクセルバンクであっても良い。

40

【0148】

次に、図23(a)に示すように、バンク5間の凹部に、ホール輸送層の材料を含むインクを充填し、乾燥させることによって、ホール輸送層6を形成する（例えば厚さ20 nm）。

【0149】

次に、図23(b)に示すように、TF T基板1上の全体に亘って、バンク5間の凹部にインクジェット法で本発明の一態様に係る有機発光素子用インクを充填し、充填したインクを例えば雰囲気25の減圧下で乾燥し、ベーク処理することによって、有機発光層

50

7を形成する(例えば厚さ5~90nm)。なお、インクをバンク5間に充填する方法は、インクジェット法に限定されず、ディスペンサー法、ノズルコート法、スピコート法、凹版印刷、凸版印刷等であっても良い。

【0150】

有機発光層7は、詳細には、以下の第1~第6工程を順次経ることにより形成される。

【0151】

第1工程では、有機発光層7を形成するためのインクを作製し準備する。インクは、上述した機能性材料、第1溶媒および第2溶媒を準備し、それら機能性材料、第1溶媒および第2溶媒を混合して製造する。それらを混合する際は、まず第1溶媒および第2溶媒を混合して混合溶媒とし、その混合溶媒に機能性材料を溶解させる手順で混合しても良いし、

10

まず一方の溶媒に機能性材料を溶解させ、そこに他方の溶媒を加える手順で混合しても良い。

【0152】

第1溶媒および第2溶媒以外に、インクに第3溶媒が含まれる場合は、機能性材料を第1溶媒および第2溶媒に溶解させた後に第3溶媒を加えても良いし、先ず第3の溶媒に機能性材料を溶解させてから、そこに第1溶媒および第2溶媒を加えても良い。

【0153】

第1溶媒と第2溶媒の混合は、機能層の上面の高さが両端部から中央部にわたって等しく、且つ、機能層の膜厚が両端部から中央部にわたって等しくなるような混合比で混合する。具体的には、例えば、第1溶媒と第2溶媒とを上述した混合比 / で混合する。

20

【0154】

第2工程では、前記インクを、インク吐出口を有するインクジェット装置に充填する。

【0155】

第3工程では、第1電極を含む下地層を有する基板を準備する。本実施の形態では、第1アノード電極2、第2アノード電極3、ホール注入層4、バンク5およびホール輸送層6が形成されたTFT基板1がこれに該当する。

【0156】

第4工程では、ホール輸送層6に対し、インクジェット装置からインクの液滴を吐出させる。

【0157】

第5工程では、第4工程により吐出させたインク液滴をホール輸送層6に塗布し、インク液滴膜を形成する。

30

【0158】

第6工程では、インク液滴膜から、第1溶媒および第2溶媒を蒸発させ、有機発光層7を、その両端部から中央部にわたって、その上面の高さが等しく且つその膜厚が等しくなるように形成する。第1溶媒および第2溶媒は、沸点が同等であるため、同時期に蒸発する。第1溶媒および第2溶媒を蒸発させるタイミングは、雰囲気環境によって制御する。第1溶媒および第2溶媒が同時期に蒸発するため、雰囲気環境の制御が簡単である。なお、同時期には、同時の場合だけでなく、平坦性の良い有機発光層7が得られる混合比を維持可能な程度に多少の時差がある場合も含まれる。

40

【0159】

次に、図23(c)に示すように、バンク5および有機発光層7を覆うように、ETL蒸着で電子輸送層8を形成する(厚さ20nm)。

【0160】

次に、図23(d)に示すように、機能層の上方に第1電極と異なる極性を有する第2電極を形成する(第7工程)。具体的には、光透過性の材料をプラズマ蒸着することによって、電子輸送層8の上からカソード電極9を形成する(厚さ100nm)。

【0161】

次に、図23(e)に示すように、カソード電極9の上からCVDで封止層10を形成する(厚さ1μm)。

50

【 0 1 6 2 】

以上で、トップエミッション型の有機発光素子が作製される。

【 0 1 6 3 】

〔 有機表示装置 〕

図 2 4 および図 2 5 に基づいて、本発明の一態様に係る有機表示装置（表示装置）について説明する。図 2 4 は、本発明の一態様に係る有機表示装置の全体構成を示す図である。図 2 5 は、本発明の一態様に係る有機表示装置を用いたテレビシステムを示す斜視図である。

【 0 1 6 4 】

図 2 4 に示すように、有機表示装置 1 0 0 は、有機表示パネル 1 1 0 と、これに接続された駆動制御部 1 2 0 とを備える。駆動制御部 1 2 0 は、4 つの駆動回路 1 2 1 ~ 1 2 4 と制御回路 1 2 5 とから構成されている。なお、実際の有機表示装置 1 0 0 では、有機表示パネル 1 1 0 に対する駆動制御部 1 2 0 の配置や接続関係については、これに限られない。

10

【 0 1 6 5 】

以上の構成からなる有機表示装置 1 0 0 は、発光特性が良好な有機発光素子を用いているため画質が優れている。

【 0 1 6 6 】

〔 有機発光装置 〕

図 2 6 は、本発明の一態様に係る有機発光装置（発光装置）を示す図であって、(a) は縦断面図、(b) は横断面図である。図 2 6 に示すように、有機発光装置 2 0 0 は、本発明の一態様に係る複数の有機発光素子 2 1 0 と、それら有機発光素子 2 1 0 が上面に実装されたベース 2 2 0 と、当該ベース 2 2 0 にそれら有機発光素子 2 1 0 を挟むようにして取り付けられた一対の反射部材 2 3 0 と、から構成されている。各有機発光素子 2 1 0 は、ベース 2 2 0 上に形成された導電パターン（不図示）に電氣的に接続されており、前記導電パターンにより供給された駆動電力によって発光する。各有機発光素子 2 1 0 から出射された光の一部は、反射部材 2 3 0 によって配光が制御される。

20

【 0 1 6 7 】

以上の構成からなる有機発光装置 2 0 0 は、発光特性が良好な有機発光素子を用いているため発光特性が優れている。

30

【 0 1 6 8 】

〔 変形例 〕

以上、本発明の一態様に係る有機発光素子用インク、当該インクの製造方法、有機発光素子の製造方法、有機発光素子、有機表示装置、有機発光装置、機能層の形成方法、機能性部材、表示装置および発光装置を具体的に説明してきたが、上記実施の形態は、本発明の構成および作用・効果を分かり易く説明するために用いた例であって、本発明の内容は、上記の実施の形態に限定されない。

【 0 1 6 9 】

例えば、本発明の一態様に係る有機発光素子用インクには、第 1 溶媒および第 2 溶媒の特性（機能層の形状に関する特性）を損なわない範囲で、機能性材料以外の溶質や、第 1 溶媒および第 2 溶媒以外の第 3 溶媒が含まれても良い。第 3 の溶媒は、第 1 溶媒および第 2 溶媒を第 3 溶媒に置き換えて機能層を仮作したときに、その仮作した機能層が凹形状を成す溶媒であっても良いし、凸形状を成す溶媒であっても良い。インクには、さらに第 4 溶媒、第 5 溶媒、或いはそれ以上の溶媒が含まれていても良い。また、インクには、機能性材料以外の溶質が含まれていても良い。

40

【 0 1 7 0 】

第 1 溶媒および第 2 溶媒以外の溶媒が含まれる場合、それら溶媒の沸点は、第 1 溶媒および第 2 溶媒と同等である、或いは、第 1 溶媒および第 2 溶媒のいずれとも沸点差が 9 以下である、ことが好ましい。また、インクは、完成時に $\eta = 1.9$ であることが好ましい。

50

【0171】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子用インクは、有機発光層を形成するためのインクに限定されず、ホール輸送層、電子輸送層、ホール注入層、電子注入層、ブロッキング層など有機発光層以外の機能層を形成するためのインクであっても良い。さらに、本発明の一態様に係る有機発光素子用インクは、有機発光素子用に限定されず、無機発光素子用に利用しても良い。

【0172】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子用インクは、形状特性を調整済みの単独系インクを複数混合して得られるインクであっても良い。

【0173】

すなわち、上記実施の形態では、単独系インクとした場合に機能層が凹形状に形成される溶媒と、単独系インクとした場合に機能層が凸形状に形成される溶媒とに形成される溶媒とを選択し、それら溶媒の混合比を調整することで好適な混合溶媒を得て、その混合溶媒を使用して平坦形状の機能層が形成されるインクを作製していた。しかしながら、本発明の一態様に係る有機発光素子用インクは、これに限らず、複数の単独系インクを個々においてできるだけ機能層の形状が平坦になるように予め調整しておき、それら調整済みの単独系インクを複数混合することで、平坦形状の機能層を形成することができるインクを作製するものであっても良い。

【0174】

具体的には、一方の溶媒のみを用いて形成した機能層における凹凸形状が顕著であった場合、前記機能層の形状が平坦化されるように、前記溶媒の濃度および/または分子量をあらかじめ調整する。そして、前記濃度および/または分子量を調整した一方の溶媒と、他の溶媒とを混合することにより、機能層の形状を平坦化させるという方法が挙げられる。

【0175】

例えば、機能層が凹形状に形成される単独系インクの場合は、インクジェット装置で吐出可能な範囲において、機能性材料の濃度を濃くすることで、機能層を平坦に近づける調整が可能である。また、使用する機能性材料の分子量を大きくすることによっても、機能層の凸形状化を図ることが可能である。一方、機能層が凸形状に形成される単独系インクの場合は、インクの濃度を薄くしたり、機能性材料の分子量を小さくしたりすることにより、機能層を平坦に近づけることが可能となる。

【0176】

さて、上記において機能層の形状とは、インクを塗布後に直ちに乾燥させた場合に形成される機能層の形状を意味している。つまり、本発明の一態様に係る有機発光素子用インクは、インクを塗布後に放置しないという条件の下で、平坦な機能層を形成する方法に関するものである。このように、インクを塗布後に放置しない構成であれば、放置時間は不要であるため、その分、有機発光パネルの製造時間を短縮でき、より実用的である。

【0177】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子用インクは、混合溶媒系に限らず、単独溶媒にも適用できる。

【0178】

すなわち、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、機能性材料を溶解する単一の溶媒とを含む有機発光素子用インクであっても良い。この場合、粘度 ($\text{mPa}\cdot\text{s}$) と表面張力 ($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$) の比 () を とするとき、 を 1.9 に等しい範囲とすれば、上記実施の形態と同様の効果が見込まれる。

【0179】

ところで、単独溶媒系において機能層の形状を調整すること、すなわち、値を設定することは、二種類以上の溶媒を用いる混合溶媒系の場合に較べ、一見、困難なように思われる。ここで、表面張力は、インクジェット用インクのような低濃度のインクである場合には、インクに使用している溶媒の表面張力からの変動が微少であるけれども、インク粘

10

20

30

40

50

度は、濃度および/または分子量の変化に伴って比較的大きく変動することになる。このことより、単独溶媒系において、インク粘度をコントロールすることにより、 η 値を 1.9 付近に調整できる。

【0180】

具体的には、インクについて、インク濃度および/またはポリマーの分子量を調整する。たとえば、機能層が凹形状を有する場合、インク濃度を増大および/またはポリマーの分子量を増大させることにより、インク粘度を増大させ、 η 値を 1.9 付近に調整する。一方、機能層が凸形状を有する場合、インク濃度を低下および/またはポリマーの分子量を低下させることにより、インク粘度を低下させ、 η 値を 1.9 付近に調整する。

【0181】

以上のように、単独溶媒系においても、機能層の形状を平坦化できる。

【0182】

具体的に、上記した単一溶媒系の有機発光素子用インクは、下記の製造方法を用いて製造することができる。

【0183】

すなわち、有機発光素子の機能層を構成する機能性材料と、前記機能性材料を溶解する溶媒を混合し、インクを仮作する第1工程と、前記仮作したインクの表面張力 ($\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$) を求める第2工程と、粘度 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$) と表面張力 γ との比 (η/γ) をとるときに、インクの η/γ が 1.9 に等しい値を満たす粘度 η を求める第3工程と、前記求めた粘度 η に基づき、粘度 η とインク濃度との関係から、インク濃度を求める第4工程と、前記求めたインク濃度を満たすように、前記機能性材料と前記溶媒を混合して、インクを調製する第5工程と、 η/γ を有するインクの製造方法である。

【0184】

なお、図15に示す結果から、 η/γ 値は、混合溶媒系、単一溶媒系のいずれにおいても、1.87よりも大きく1.94よりも小さいことが望ましいと考えられ、この範囲が η/γ が 1.9 に等しい範囲である。

【0185】

また、本発明の一態様に係る有機発光素子は、トップエミッション型に限定されず、ボトムエミッション型であっても良い。さらに、本発明の一態様に係る有機発光素子について、上記実施の形態では、有機発光層の発光色については言及しなかったが、単色表示に限らず、フルカラー表示にも適用できる。フルカラー表示の有機発光素子においては、有機発光素子が、RGB各色のサブピクセルに相当し、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、この画素がマトリクス状に配列されて画像表示領域が形成される。

【産業上の利用可能性】

【0186】

本発明の一態様に係る有機発光素子用インクは、ウェット法による有機発光素子の製造プロセスに広く利用できる。また、本発明の一態様に係る有機発光素子は、例えばパッシブマトリクス型或いはアクティブマトリクス型の有機表示装置および有機発光装置の分野全般などで広く利用できる。

【符号の説明】

【0187】

- 1 基板
- 2, 3 アノード電極
- 4 ホール注入層
- 5 バンク
- 6 ホール輸送層
- 7 有機発光層
- 8 電子輸送層
- 9 カソード電極

10

20

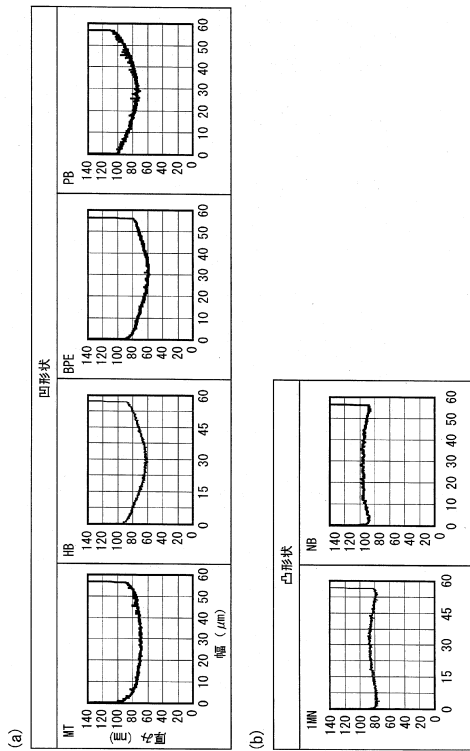
30

40

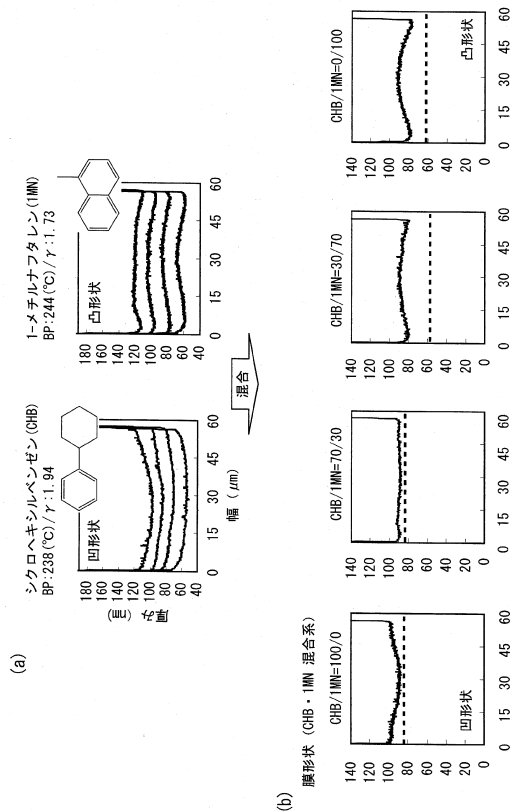
50

- 1 0 封止層
- 1 0 0 有機表示装置
- 1 1 0 有機表示パネル
- 1 1 1, 2 1 0 有機発光素子
- 1 1 2 シール材
- 1 1 3 カラーフィルター基板
- 1 2 0 駆動制御部
- 1 2 1 ~ 1 2 4 駆動回路
- 1 2 5 制御回路
- 2 0 0 有機発光装置
- 2 2 0 ベース
- 2 3 0 反射部材

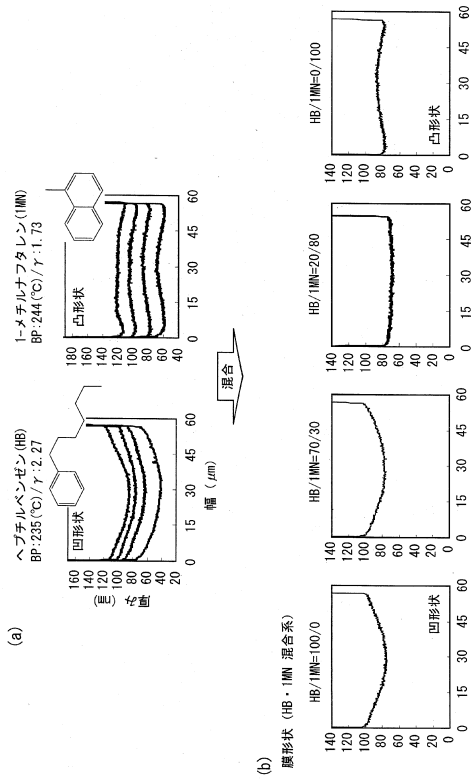
【 図 1 】



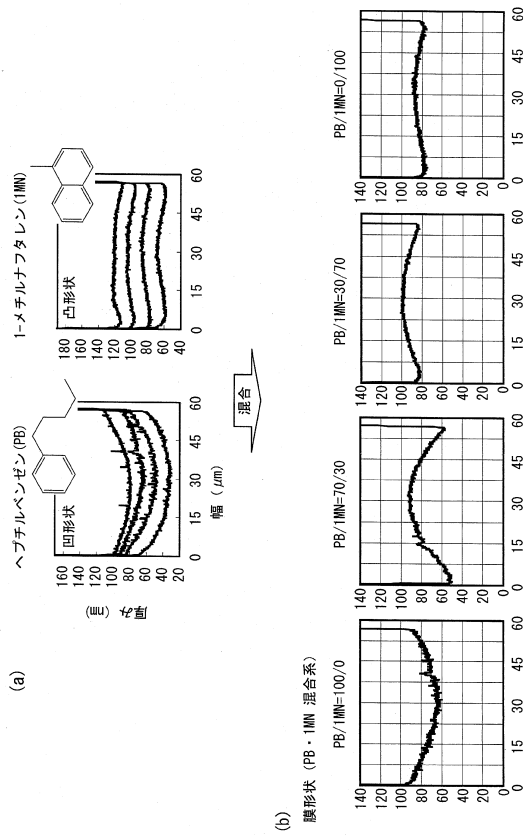
【 図 2 】



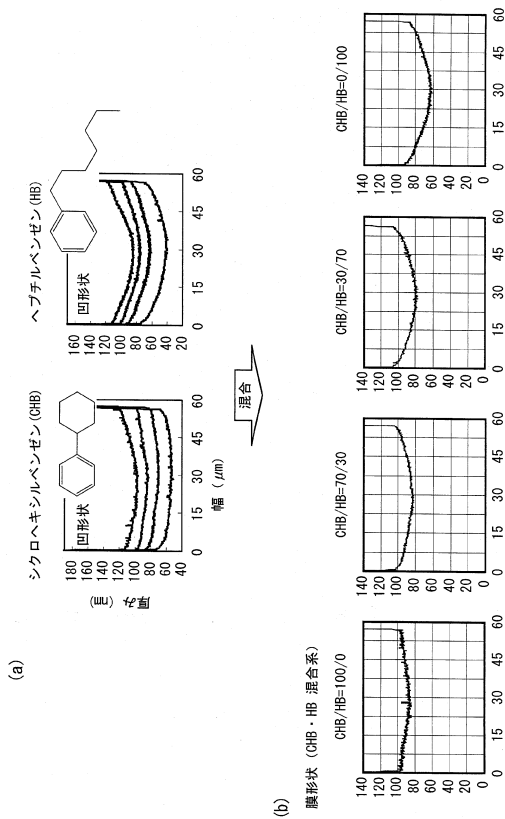
【 図 3 】



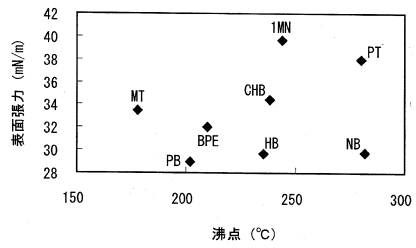
【 図 4 】



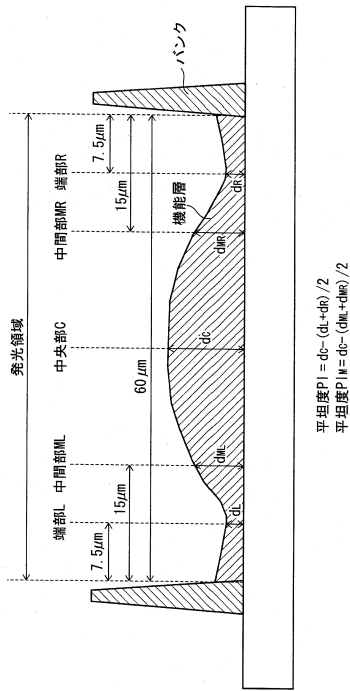
【 図 5 】



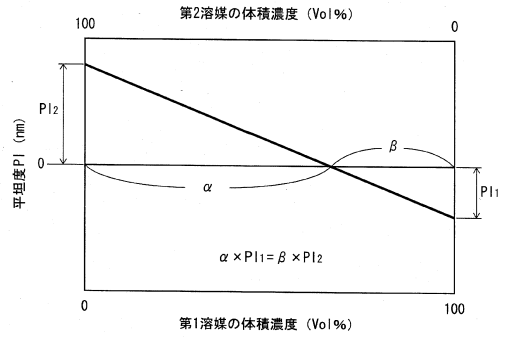
【 図 6 】



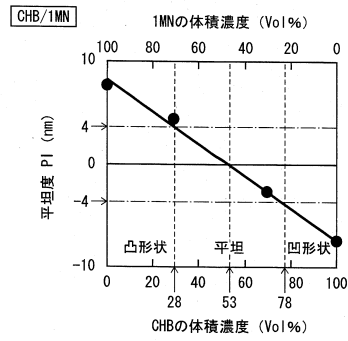
【図7】



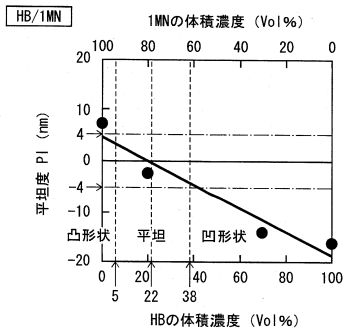
【図8】



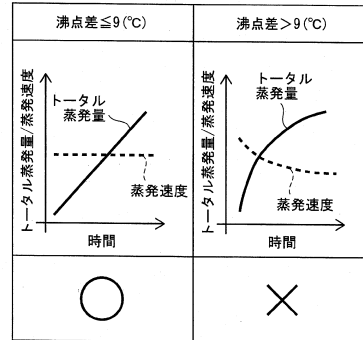
【図9】



【図10】



【図11】



【図 1 2】

溶媒	沸点(°C)	溶媒	沸点(°C)	沸点差(°C)	判定	補足
CHB	238	HB	235	3	○	凹形状(溶媒が両方 $\gamma > 1.9$)
CHB	238	1MN	244	6	○	平坦
HB	235	1MN	244	9	○	平坦
CHB	238	PB	202	36	×	凸形状(PBが揮発し増粘)
PB	202	1MN	244	42	×	凸形状(PBが揮発し増粘)
CHB	238	PT	280	42	×	平坦(PTが高沸点・高粘度)
CHB	238	MT	178	60	×	凸形状(MTが揮発し増粘)

【図 1 3】

マランゴニ数 (Ma)

$$Ma = \frac{-\Delta T \cdot H \cdot \left(\frac{\partial \sigma}{\partial T}\right)}{\eta \cdot \alpha}$$

ΔT : 系の温度差 (K)
 H : 代表長 (m)
 σ : 表面張力 (N/m)
 η : 粘性係数 (Pa·s)
 α : 熱拡散率 (m²/c)

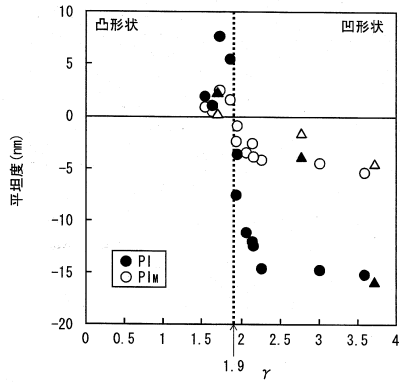
【図 1 4】

膜形状 [表面張力 σ (mNm ⁻¹) / 粘度 η (mPas)]	膜形状	判定	平坦度	
			P_I	P_{II}
$\gamma > 1.9$	凹形状	< 0		
$\gamma = 1.9$	平坦	0		
$\gamma < 1.9$	凸形状	> 0		
平坦度 P_I [$d\sigma / (dt + d\eta) / 2$]				

【図 1 5】

溶媒	粘度 (mPas)	表面張力 (mNm ⁻¹)	平坦度		γ	
			P_I	P_{II}		
PB	7.9	28.4	-15.2	-5.4	3.59	
HB	13.2	30.0	-14.7	-4.3	2.27	
NB	18.3	30.0	0.9	0.4	1.64	
BPE	10.6	32.0	-14.9	-4.5	3.02	
MT	5.7	33.5	-7.5	-1.8	5.88	
CHB	17.7	34.4	-7.7	-2.4	1.94	
PT	24.6	38.0	1.8	0.8	1.54	
1MN	22.1	38.3	7.7	2.5	1.73	
CHB/1MN	30/70	20.0	37.3	5.4	1.6	1.87
CHB/1MN	70/30	18.3	35.7	-3.7	-1.0	1.95
HB/CHB	30/70	16.0	33.2	-11.2	-3.6	2.08
HB/CHB	70/30	14.5	31.4	-12.4	-4.0	2.16
HB/1MN	70/30	15.1	32.5	-12.2	-2.6	2.15

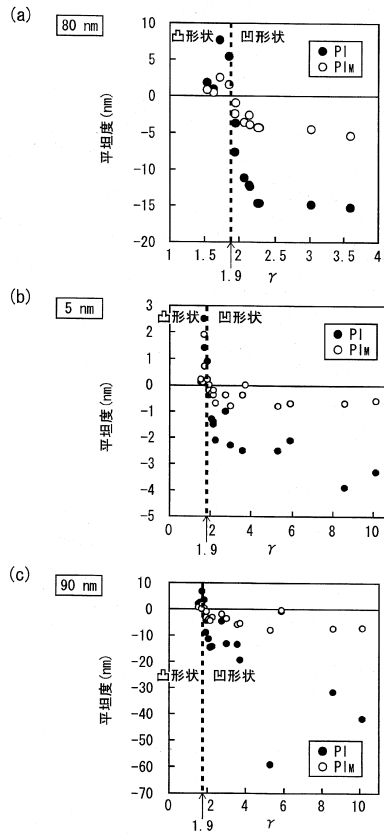
【図 16】



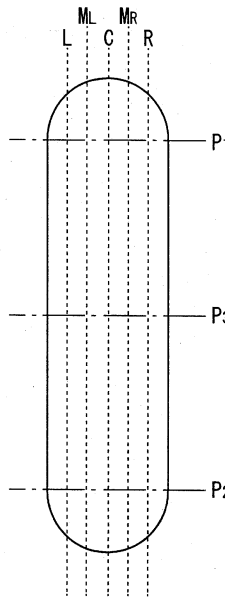
【図 17】

溶媒	濃度 (w/v%) F8-F6	粘度 (mPas)	表面張力 (mNm ⁻¹)	膜厚: 80nm		膜厚: 5nm		膜厚: 90nm		γ
				PI (nm)	PI_M (nm)	PI (nm)	PI_M (nm)	PI (nm)	PI_M (nm)	
PB		7.9	28.4	-15.2	-5.4	-2.5	-0.4	-13.5	-5.9	3.59
HB		13.2	30.0	-3.8	-15.0	-2.1	-0.7	-14.2	-3.2	2.27
BPE		10.6	32.0	-14.9	-4.5	-2.3	-0.8	-13.3	-3.7	3.02
MT		5.7	33.5	-4.5	-1.6	-2.1	-0.7	-0.8	-0.4	5.88
PT		24.6	38.0	1.8	0.8	0.1	0.2	2.0	0.6	1.54
HB		18.3	30.0	0.8	0.5	0.1	0.1	2.5	1.0	1.64
CHB		17.7	34.4	-7.7	-2.5	-0.4	0	-8.9	-3.2	1.94
1MN		22.1	38.3	7.7	2.5	1.4	0.7	6.7	1.7	1.73
CHB/1MN 30/70	1.2	20.0	37.3	4.4	0.5	0.9	0.2	3.4	0.2	1.87
CHB/1MN 70/30		18.3	35.7	-2.8	-0.4	-0.2	-0.2	-4.4	-1.1	1.95
HB/CHB 30/70		16.0	33.2	-11.2	-3.6	-1.3	-0.3	-11.5	-4.0	2.08
HB/CHB 70/30		14.5	31.4	-14.1	-4.2	-1.5	-0.4	-14.4	-4.4	2.16
HB/1MN 70/30		15.1	32.5	-14.2	-3.9	-1.4	-0.2	-14.7	-4.5	2.15

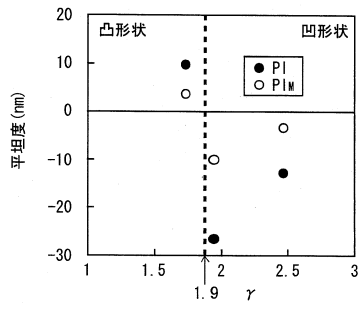
【図 18】



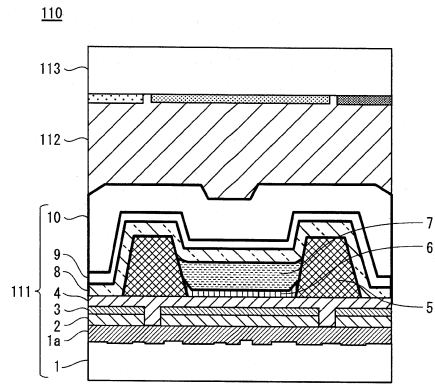
【図 19】



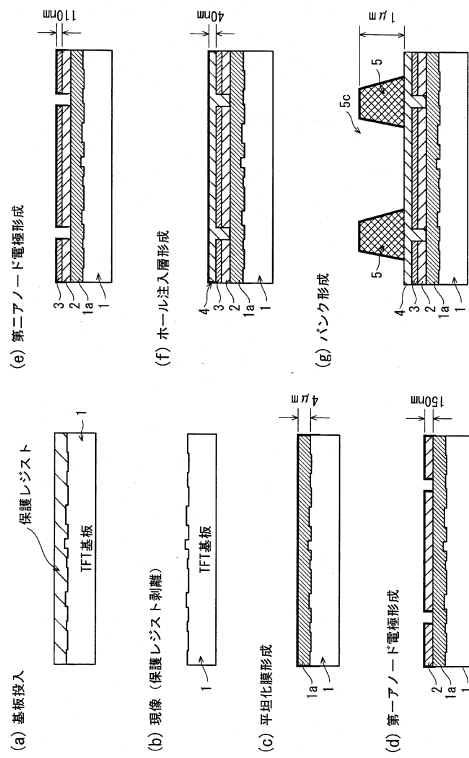
【図20】



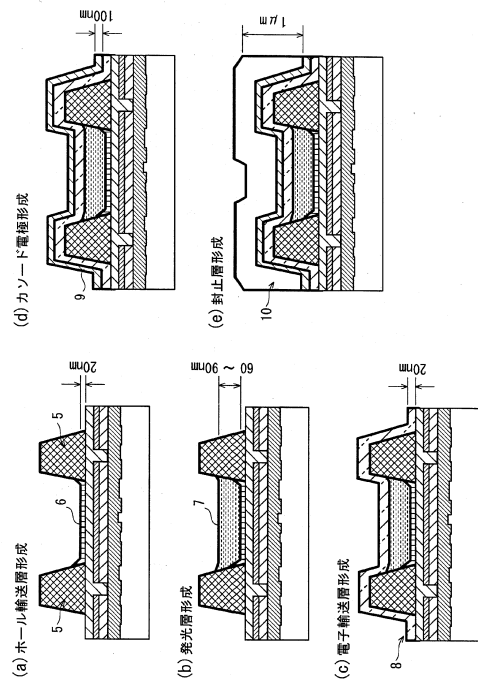
【図21】



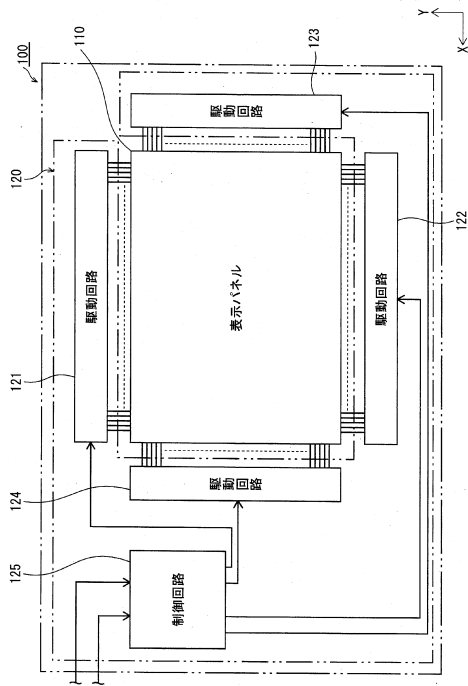
【図22】



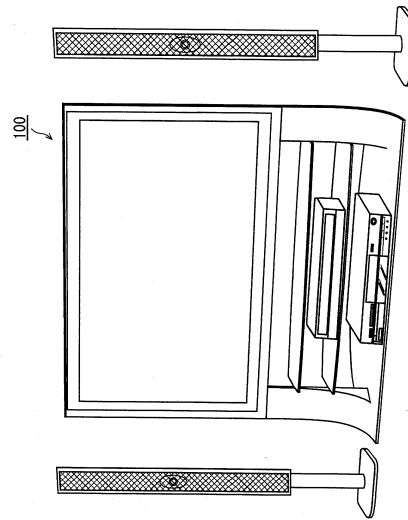
【図23】



【図 24】

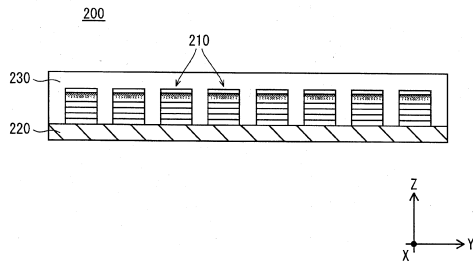


【図 25】

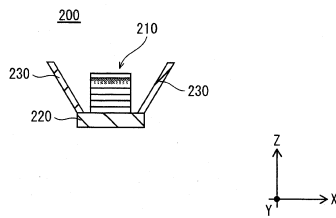


【図 26】

(a)



(b)



フロントページの続き

- (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 松末 哲征
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 池田 博一

- (56)参考文献 特開2009-054608(JP,A)
特開2007-069140(JP,A)
特開2010-177156(JP,A)
特開2009-140922(JP,A)
特開2007-265823(JP,A)
国際公開第2009/084413(WO,A1)
特開2008-238023(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/10
H01L 51/50
B05D 1/26
B05D 7/00

专利名称(译)	有机发光装置的制造方法，有机发光装置，有机显示装置，有机发光装置，功能层形成方法，功能构件，显示装置和发光装置		
公开(公告)号	JP5938669B2	公开(公告)日	2016-06-22
申请号	JP2012533821	申请日	2011-09-28
[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)	株式会社JOLED		
[标]发明人	川浪悠子 石野真一郎 榊田知樹 南野裕隆 松末哲征		
发明人	川浪 悠子 石野 真一郎 榊田 知樹 南野 裕隆 松末 哲征		
IPC分类号	H05B33/10 H01L51/50 B05D1/26 B05D7/00		
CPC分类号	H01L51/50 H01L27/3246 H01L51/0005 H01L51/0007 H01L51/5088 H01L51/56		
FI分类号	H05B33/10 H05B33/14.A B05D1/26.Z B05D7/00.H		
审查员(译)	池田弘		
其他公开文献	JPWO2013046265A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机光形成的湿式法的情况下，为了提供一种制造有机发光器件，其能够形成平坦性良好的功能层，第一溶剂的方法的发光元件，所述的功能层，所述第一溶剂和是从第二溶剂不同，溶解在第一溶剂和所述第二溶剂具有构成有机发光元件的功能层，第一溶剂中的功能性材料，所述第二溶剂当通过用第一溶剂替换介质来临时制造功能层时，在有机发光元件的发光区域中，临时生成的功能层形成为使得其两个端部处的膜厚被设定为中央部分侧的膜厚度其中，第一溶剂是具有第一溶剂较厚且两端部侧的上表面位于中央部侧的上表面上的形状的溶剂，当假想功能层碲，在有机发光器件的发光区域中，假想所述功能层是中央部侧相对于两端部的膜厚时，中央部分厚的膜厚度在位于上方的所述端部侧的上表面上的上表面的形状的溶剂，第二溶剂和第一溶剂的沸点，使用的墨水等价物形成的功能层

(21) 出願番号	特願2012-533821 (P2012-533821)	(73) 特許権者	514188173 株式会社JOLED 東京都千代田区神田錦町三丁目2番地
(86) (22) 出願日	平成23年9月28日 (2011.9.28)	(74) 代理人	110001900 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/005468	(72) 発明者	川浪 悠子 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(87) 国際公開番号	W02013/046265	(72) 発明者	石野 真一郎 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(87) 国際公開日	平成25年4月4日 (2013.4.4)	(72) 発明者	榊田 知樹 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
審査請求日	平成26年6月9日 (2014.6.9)		最終頁に続く