

(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2005-108641

(P2005-108641A)

(43) 公開日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int.Cl.⁷

H05B 33/14

H05B 33/10

F I

H05B 33/14

H05B 33/10

テーマコード (参考)

3K007

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-340525 (P2003-340525)

(22) 出願日 平成15年9月30日 (2003. 9. 30)

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(74) 代理人 100089004

弁理士 岡村 俊雄

(72) 発明者 宮林 毅

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB11 AB18 BA06 DB03 FA01

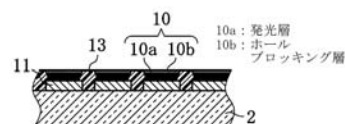
(54) 【発明の名称】 表示素子及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 発光層上に積層して別の有機化合物層を形成する際の結晶化を防止して表示素子の安定性を高める。

【解決手段】 発光層10a形成用の第1溶液をインクジェット法によりITO11上に塗布した直後に、ホールブロッキング層10b形成用の第2溶液をスプレー法により塗布するため、ITO11上に塗布された第1溶液が乾燥する前に第2溶液が塗布されて、発光層10aとホールブロッキング層10bとの界面近傍が徐々に混合割合が変化するように混合されたグラデュエーション層に形成される。従って、発光層10aとホールブロッキング層10bとの界面が安定するし、ホールブロッキング層10bを形成したときに結晶化等の素子欠陥も生じず、素子の安定性に優れ、素子寿命が長くなる。

【選択図】 図2 - 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 対の電極とこれら 1 対の電極の間に挟まれた発光用有機化合物層とを有する表示素子において、

前記発光用有機化合物層は、

一方の電極上に形成され発光材料を含む第 1 の有機化合物層と、

この第 1 の有機化合物層上に形成された第 2 の有機化合物層とを備え、

前記第 1、第 2 の有機化合物層の界面近傍が、徐々に混合度合が変化するように部分的に混合されたグラデュエーション層に形成されたことを特徴とする表示素子。

【請求項 2】

前記第 2 の有機化合物層は、ホールブロッキング層であることを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 3】

前記第 2 の有機化合物層は、電子輸送層であることを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 4】

前記第 1 の有機化合物層がインクジェット法により形成された直後に、第 2 の有機化合物層がスプレイ法により形成されたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の表示素子。

【請求項 5】

1 対の電極とこれら 1 対の電極の間に挟まれた発光用有機化合物層とを有する表示素子の製造方法において、

一方の電極上に、溶媒に溶解させた 1 又は複数種の有機化合物を含む第 1 の溶液をインクジェット法により塗布して発光材料を含む第 1 の有機化合物層を形成する第 1 工程と、

この第 1 工程の直後に、溶媒に溶解させた 1 又は複数種の有機化合物を含む第 2 の溶液をスプレイ法により塗布して第 1 の有機化合物層上に第 2 の有機化合物層を形成する第 2 工程と、

を備えたことを特徴とする表示素子の製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 工程において、一方の電極上に形成された第 1 の有機化合物層が乾燥する前に、第 2 の溶液を塗布して第 2 の有機化合物層を形成することを特徴とする請求項 5 に記載の表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光層の上にホールブロッキング層や電子輸送層等の有機化合物層が積層した構造を有する表示素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ディスプレイ等の表示装置の分野において、有機発光材料を含む有機 EL 層を 1 対の電極で挟んだ構成を有し、前記有機 EL 層に電子及びホール（正孔）を注入して有機 EL 層内で再結合させることにより発光する、有機 EL 素子が注目されている。ここで、有機 EL 層は、RGB 3 色を発光させる為の発光材料や、電子輸送材料、ホール輸送材料等、複数種の有機材料で構成されている。このような有機 EL 素子には、発光材料と電子輸送材料及びホール輸送材料とを混合して、発光層をこれらの有機材料を混合して形成した混合層で構成したものもあるが、発光材料を含む発光層と、電子輸送層及びホール輸送層とを別々に形成して積層させた構造を有するものもある。

【0003】

さらに、陽極から発光層に注入されるホールの移動度が陰極から注入される電子の移動度よりも大きい場合には、発光層と陰極又は電子輸送層との間に、ホールが陰極側へ抜ける

10

20

30

40

50

のを阻止する低分子有機材料からなるホールブロッキング層が設けられる場合もある。このホールブロッキング層は、発光材料としてリン光材料を用いた場合にも有効である。即ち、リン光材料を用いた場合には、発光層内で電子とホールが結合して基底状態から励起状態に励起された後、まず、一重項励起状態から項間交差と呼ばれる無放射遷移を経て三重項励起状態へ移行し、次いで、三重項励起状態から基底状態へ移行する際にリン光を発光する。このように三重項励起状態から基底状態へ移行する際にも発光するため、リン光材料の内部量子効率発率は蛍光材料よりも高くなるが、発光層で電子とホールが再結合して生成された三重項励起子が陰極側へ抜け出てしまうと、発光層でリン光を発生させる効率が低下してしまう。そこで、ホールブロッキング層を設けることにより、三重項励起子が陰極側へ抜け出てしまうのを阻止する。

10

【0004】

ここで、発光層と、この発光層の上の電子輸送層やホールブロッキング層等の低分子有機材料からなる層を形成するには、真空蒸着法（例えば、非特許文献1参照）や、スピコート法（例えば、非特許文献2参照）等、厚さが均一で平滑的な層を形成するのに適した方法が広く用いられている。しかし、特に、フルカラーディスプレイに使用される有機EL素子においては、RGBの3種類の色素に対応する発光材料を溶解させた3種類の溶液を、3原色を発光させる所定の位置に夫々適切に塗り分ける必要があるため、発光層を形成するのに適したインクジェット法（例えば、特許文献1参照）が用いられることもある。

【特許文献1】特開平10-12377号公報（第3頁、図1-2）

20

【非特許文献1】Applied Physics Letters 第51巻第913-915頁、W.Tang and S.A.VanSlyke等、1987年

【非特許文献2】Applied Physics Letters 第69巻第3117-3119頁、C.C.Wu, J.C.Sturm, R.A.Pegister and M.E.Thmpson等、1996年

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、非特許文献1に記載のように、真空蒸着法により発光層、電子輸送層等の複数層の有機化合物層を形成する場合には、マスク、露光、エッチング等、複数の工程が必要になり製造工程が煩雑になる。

30

【0006】

また、複数の有機化合物層を積層した構造の有機EL素子では、複数種の有機材料を混合させて1つの混合層で構成した有機EL素子に比べて、層界面における素子の安定性に欠ける。しかし、非特許文献2に記載された方法のように、スピコート法を用いて複数の有機化合物層を形成する場合には、RGBの3色の発光層を夫々所定の位置に塗り分けるのが困難な上、複数の有機化合物層を連続的に間断なく形成していくことが難しく、乾燥した発光層の上にホールブロッキング層等の低分子材料層が形成されることになる。この場合には、後から塗布して形成した低分子材料層が乾燥したときに結晶化が起こり素子欠陥が生じる虞がある。インクジェット法を用いれば発光層の塗り分けは容易であるが、やはり、前述のスピコート法の場合と同様に低分子材料層に結晶化が生じる虞がある。

40

本発明の目的は、発光層上に積層して別の有機化合物層を形成する際の結晶化を防止すること、表示素子の安定性を高めること、等である。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1の表示素子は、1対の電極とこれら1対の電極の間に挟まれた発光用有機化合物層とを有する表示素子において、前記発光用有機化合物層は、一方の電極上に形成された発光材料を含む第1の有機化合物層と、この第1の有機化合物層上に形成された第2の有機化合物層とを備え、前記第1、第2の有機化合物層の界面近傍が、徐々に混合度合が変化するように部分的に混合されたグラデュエーション層に形成されたことを特徴とするものである。

50

【 0 0 0 8 】

この表示素子には、1対の電極間に発光用有機化合物層が設けられており、この発光用有機化合物層において1対の電極から夫々注入された電子及びホールを再結合させることにより発光するものである。ここで、発光用有機化合物層は、発光材料を含む第1の有機化合物層と、この第1の有機化合物層上に形成された第2の有機化合物層とを積層した構造を有する。第2の有機化合物層としては、第1の有機化合物層内の発光材料に電子を輸送する電子輸送層や、陽極から注入されたホールが第1の有機化合物層から陰極側へ抜け出るのを防止するホールブロッキング層などがある。

【 0 0 0 9 】

ここで、第1の有機化合物層と第2の有機化合物層の界面近傍が、徐々に混合度合が変化するよう部分的に混合されたグラデュエーション層に形成されている。従って、これら積層された2つの有機化合物層の安定性が増し、さらに、第2の有機化合物層を形成する際に結晶化等の素子欠陥も生じないため、素子の安定性に優れ、素子寿命も長くなる。

【 0 0 1 0 】

請求項2の表示素子は、請求項1の発明において、前記第2の有機化合物層は、ホールブロッキング層であることを特徴とするものである。このホールブロッキング層は、陽極から注入されたホールが第1の有機化合物層から陰極側へ抜け出るのを防止したり、発光材料としてリン光材料を用いた場合に第1の有機化合物層内で生成された三重項励起子を第1の有機化合物層内に封じ込めるためのものであり、ホールブロッキング層は第1の有機化合物層の陰極側に設けられる。そして、発光材料を含む第1の有機化合物層とその上に形成されたホールブロッキング層との界面近傍がグラデュエーション層に形成されているため、表示素子の安定性に優れる。

【 0 0 1 1 】

請求項3の表示素子は、請求項1の発明において、前記第2の有機化合物層は、電子輸送層であることを特徴とするものである。このように、発光材料を含む第1の有機化合物層とその上に形成された電子輸送層の界面近傍がグラデュエーション層に形成されているため、表示素子の安定性に優れる。

【 0 0 1 2 】

請求項4の表示素子は、請求項1～3の何れかの発明において、前記第1の有機化合物層がインクジェット法により形成された直後に、第2の有機化合物層がスプレイ法により形成されたことを特徴とするものである。例えば、カラーディスプレイ等にこの表示素子を使用した場合には、発光材料を含む第1の有機化合物層は、R G Bの3原色を発光させる3種類の発光材料を溶解させた3種類の溶液を夫々所定の位置に塗り分けて形成する必要があるため、この第1の有機化合物層を形成するには、部分塗り分け性に優れるインクジェット法が適している場合が多い。

【 0 0 1 3 】

一方、第2の有機化合物層を、溶液をスプレイヘッドから広範囲に噴射する、成膜性に優れるスプレイ法を用いることで、第1の有機化合物層の全面にわたって溶液を均一な厚さで塗布して、電子輸送層やホールブロッキング層などの第2の有機化合物層を第1の有機化合物層上に平滑的に形成することができる。

【 0 0 1 4 】

ここで、第1の有機化合物層がインクジェット法により形成された直後に、第2の有機化合物層がスプレイ法により形成されるので、第1の有機化合物層が完全に乾燥してしまう前に、その上に第2の有機化合物層が形成されることになり、第1、第2の有機化合物層の界面近傍において、互いに他方の層に部分的に浸透して混合してグラデュエーション層が形成される。従って、第2の有機化合物層を第1の有機化合物層の上に形成したときに結晶化が起らず、表示素子の安定性に優れる。

【 0 0 1 5 】

請求項5の表示素子の製造方法は、1対の電極とこれら1対の電極の間に挟まれた発光用有機化合物層とを有する表示素子の製造方法において、一方の電極上に、溶媒に溶解さ

10

20

30

40

50

せた１又は複数種の有機化合物を含む第１の溶液をインクジェット法により塗布して発光材料を含む第１の有機化合物層を形成する第１工程と、この第１工程の直後に、溶媒に溶解させた１又は複数種の有機化合物を含む第２の溶液をスプレー法により塗布して第１の有機化合物層上に第２の有機化合物層を形成する第２工程とを備えたことを特徴とするものである。

【００１６】

第１工程においては、部分塗り分け性に優れるインクジェット法で第１の溶液を一方の電極上に塗布することにより、発光材料を含む第１の有機化合物層を電極上の所定の位置に的確に塗り分けて形成する。一方、第２工程においては、第１の有機化合物層上に、成膜性に優れるスプレー法で第２の溶液を塗布して第２の有機化合物層を均一な厚さで平滑的に形成する。

10

【００１７】

ここで、第１工程において第１の溶液をインクジェット法により電極上に塗布して第１の有機化合物層を形成した直後に、第２工程において第２の溶液をスプレー法により第１の有機化合物層の上に塗布して第２の有機化合物層を形成するので、第１の有機化合物層が完全に乾燥してしまう前に、その上に第２の有機化合物を形成することができる。つまり、第１、第２の有機化合物層が、その界面近傍において、互いに他方の層に部分的に浸透して混合し、グラデュエーション層が形成される。従って、第１の有機化合物層上に第２の有機化合物層を形成したときに結晶化が起きるのを防止でき、製造される表示素子の安定性を向上させることができる。

20

【００１８】

請求項６の表示素子の製造方法は、請求項５の発明において、前記第２工程において、一方の電極上に形成された第１の有機化合物層が乾燥する前に、第２の溶液を塗布して第２の有機化合物層を形成することを特徴とするものである。従って、まだ乾燥していない第１の有機化合物層の上に第２の溶液が塗布されて第２の有機化合物層が形成されるため、第１、第２の有機化合物層が、その界面近傍において、互いに他方の層に部分的に浸透して混合しやすくなり、グラデュエーション層が形成される。

【発明の効果】

【００１９】

請求項１の発明によれば、発光材料を含む第１の有機化合物層とこの第１の有機化合物層上に形成された第２の有機化合物層との界面近傍が、徐々に混合度合が変化するように部分的に混合されたグラデュエーション層に形成されているため、これら積層された２つの有機化合物層の安定性が増し、さらに、第２の有機化合物層を形成する際に結晶化等の素子欠陥も生じないため、素子の安定性に優れ、素子寿命も長くなる。

30

【００２０】

請求項２の発明によれば、発光材料を含む第１の有機化合物層とホールブロッキング層の界面近傍がグラデュエーション層に形成されているため、表示素子の安定性に優れる。

請求項３の発明によれば、発光材料を含む第１の有機化合物層と電子輸送層の界面近傍がグラデュエーション層に形成されているため、表示素子の安定性に優れる。

【００２１】

請求項４の発明によれば、発光材料を含む第１の有機化合物層を、部分塗り分け性に優れるインクジェット法で形成し、一方、第１の有機化合物層上の第２の有機化合物層を均一な厚さに塗布することが可能なスプレー法で形成することで、各々の層の性質及び機能に応じた適切な方法により第１、第２の有機化合物層を形成できる。

40

【００２２】

さらに、第１の有機化合物層がインクジェット法により形成された直後に、第２の有機化合物層がスプレー法により形成されるので、第１の有機化合物層が完全に乾燥してしまう前に、その上に第２の有機化合物が形成されることになり、第１、第２の有機化合物層の界面近傍において、互いに他方の層に部分的に浸透して混合し、グラデュエーション層が形成される。従って、第２の有機化合物層を塗布した際に結晶化が生じることがなく、表

50

示素子の安定性に優れる。

【0023】

請求項5の発明によれば、第1工程において第1の溶液をインクジェット法により電極上に塗布して第1の有機化合物層を形成した直後に、第2工程において第2の溶液をスプレー法により第1の有機化合物層の上に塗布して第2の有機化合物層を形成するので、第1の有機化合物層が完全に乾燥してしまう前に、その上に第2の有機化合物を形成することができる。つまり、第1、第2の有機化合物層が、その界面近傍において、互いに他方の層に部分的に浸透して混合し、グラデュエーション層が形成されやすくなる。従って、第2の有機化合物層を形成したときに結晶化が起こるのを防止でき、製造される表示素子の安定性を向上させることができる。

10

【0024】

請求項6の発明によれば、第2工程において、一方の電極上に形成された第1の有機化合物層が乾燥する前に、第2の溶液を塗布して第2の有機化合物層を形成するので、まだ乾燥していない第1の有機化合物層の上に第2の溶液が塗布されて第2の有機化合物層が形成されるため、第1、第2の有機化合物層が、その界面近傍において互いに他方の層に部分的に浸透して混合して、グラデュエーション層がより形成されやすくなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

発光層上に積層して別の有機化合物層を形成する際の結晶化を防止すること、表示素子の安定性を高めること、といった本発明の目的を達成するために、1対の電極とこれら1対の電極の間に挟まれた発光用有機化合物層とを有する表示素子において、前記発光用有機化合物層は、一方の電極上に形成され発光材料を含む第1の有機化合物層と、この第1の有機化合物層上に形成された第2の有機化合物層とを備え、前記第1、第2の有機化合物層の界面近傍が、徐々に混合度合が変化するように部分的に混合されたグラデュエーション層に形成されるようにし、また、1対の電極とこれら1対の電極の間に挟まれた発光用有機化合物層とを有する表示素子の製造方法において、一方の電極上に、溶媒に溶解させた1又は複数種の有機化合物を含む第1の溶液をインクジェット法により塗布して発光材料を含む第1の有機化合物層を形成する第1工程と、この第1工程の直後に、溶媒に溶解させた1又は複数種の有機化合物を含む第2の溶液をスプレー法により塗布して第1の有機化合物層上に第2の有機化合物層を形成する第2工程とを備えることで実現した。

20

30

【実施例1】

【0026】

本発明の実施例について説明する。本実施例は、有機ELディスプレイに使用される有機EL素子に本発明を適用した一例である。

図1に示すように、有機ELディスプレイ1は、ガラス基板2と、そのガラス基板2上に基盤の目状に配置された複数の有機EL素子3（表示素子）、電流駆動TFT4、水平駆動回路5、垂直駆動回路6及び封止層7を備えている。各有機EL素子3は、表示用の有機EL層10（発光用有機化合物層）と、その有機EL層10を上下から挟む陽極（ITO（インジウム・錫酸化物）11）及び陰極12とを備えている。

【0027】

40

各有機EL素子3において、陽極であるITO11と陰極12との間に直流電圧をかけると有機EL層10内の発光材料が励起されて発光し、ガラス基板2を透過して、図1における下方に光を照射する。一方、陽極（ITO11）と陰極12との間の電圧がOFFの時には消光する。

【0028】

電流駆動TFT4は、個々の有機EL素子3ごとに1個ずつ設けられており、対応する有機EL素子3への電流供給を制御するスイッチとして作用する。水平駆動回路5及び上記垂直駆動回路6は、各有機EL素子3に対応する電流駆動TFT4をオン又はオフとすることにより、各有機EL素子3の独立発光及び消灯制御を行う。これら電流駆動TFT4、水平駆動回路5及び上記垂直駆動回路6は公知の技術であるのでその説明は省略する。

50

封止層 7 は、有機 E L 素子 3、電流駆動 T F T 4、水平駆動回路 5、垂直駆動回路 6 等を上方から覆い、これらを保護するものである。

【0029】

次に、有機 E L 素子 3 について説明する。

有機 E L 素子 3 は、1 対の電極（陽極 I T O 1 1 及び陰極 1 2）と、これら 1 対の電極に挟まれた有機 E L 層 1 0 を備えており、有機 E L 層 1 0 は、発光材料を含む発光層 1 0 a（第 1 の有機化合物層）と、この発光層 1 0 a 上に形成されたホールブロッキング層 1 0 b（第 2 の有機化合物層）とを有する。

【0030】

以下、有機 E L 素子 3 をその製造工程に従って説明する。

10

まず、図 2 - 1 に示すように、ガラス基板 2 上に I T O 1 1 を 1 5 0 n m の厚みで蒸着し、陽極を形成する。

そして、図 2 - 2 に示すように、I T O 1 1 の表面に、露光用のレジストをスピンコート法などの方法で塗布してから、所望の電極パターンをマスク露光する。その後、濃硝酸と濃硫酸の混合液である王水を用いたエッチングにより、露光されていない部分のレジスト及び I T O 1 1 を除去し、所望の電極パターンを形成する。さらに、電極パターンが形成された I T O 1 1 の表面を、中性洗剤洗浄、アセトン洗浄、I P A（イソプロピルアルコール）洗浄及び U V オゾン洗浄により、順次洗浄する。

【0031】

次に、図 2 - 3 に示すように、P M M A 及びポリカーボネートを炭化水素系溶媒に溶解させて作製した溶液を、スピンコート法やインクジェット法等、既存の方法により I T O 1 1 上に塗布して絶縁層を形成してから、パターンニングされた I T O 1 1 に対応する位置の絶縁層を光露光により除去し、隔壁 1 3 を形成する。尚、隔壁 1 3 の上面には、次の工程において塗布される 2 種類の第 1、第 2 溶液 1 5，1 6 をはじくための被膜処理を施し、一方、隔壁 1 3 の側壁部には、第 1、第 2 溶液 1 5，1 6 に対する濡れ性を向上させるための被膜処理を施しておく。

20

【0032】

次に、パターンニングされた I T O 1 1 の上に有機 E L 層 1 0 を形成する。有機 E L 層 1 0 は、発光材料を含む発光層 1 0 a と、この発光層 1 0 a の上に形成され、ホールや、発光層内 1 0 a でホールと電子が再結合して生成された三重項励起子が、発光層 1 0 a から陰極 1 2 側へ流出するのを阻止する為のホールブロッキング層 1 0 b とを有する。そして、以下説明するように、発光層 1 0 a をインクジェット法、ホールブロッキング層 1 0 b をスプレー法により、I T O 1 1 上に順次連続的に形成していく。

30

【0033】

まず、発光層 1 0 a を形成する際に塗布する溶液として、ホール輸送性ポリマーである P V K（ポリ（N - ビニルカルバゾール））、電子輸送材料としての B N D（2，5 - ビス（1 - ナフチル）- 1，3，4 - オキサジアゾール）、発光材料としての T P D（N，N' - ビス（3 - メチルフェニル）- N，N' - ジフェニルベンジジン）を炭化水素系溶媒（テトラリン）に溶解させて第 1 溶液を作製する。さらに、有機 E L 素子 3 の内部量子効率を高めるために、この第 1 溶液に、リン光材料としてイリジウム錯体 I r（p p y）3（トリス（2 - フェニルピリジン）イリジウム）を加える。

40

一方、ホールブロッキング層 1 0 b を形成する際に塗布する溶液として、B C P（2，9 - ジメチル - 4，7 - ジフェニル - フェナントロリン）を炭化水素系溶媒に溶解させて第 2 溶液を作製する。

【0034】

このようにして、発光層 1 0 a 形成用の第 1 溶液と、ホールブロッキング層 1 0 b 形成用の第 2 溶液を作製した後、第 1 溶液をインクジェット法で I T O 1 1 上に塗布してから、続けて第 2 溶液をスプレー法で塗布するが、その際に使用する溶液塗布装置 2 0 を図 3 に示す。

【0035】

50

この溶液塗布装置 20 は、装置本体 21 と、この装置本体 21 に図 3 の左右方向に並べて設けられたインクジェットヘッド 22 及びスプレイヘッド 23 とを有し、装置本体 21 をガラス基板 2 に対して相対的に左右に移動させてインクジェットヘッド 22 から第 1 溶液 15 を滴下させると同時に、スプレイヘッド 23 から第 2 溶液 16 を噴射させる。

【0036】

インクジェットヘッド 22 は、図 4 に示すように、圧電素子 22a を備えた圧電素子方式のインクジェットヘッドであり、ドライバ 22c からの信号に応じて、インクジェットヘッド 22 に形成されたオリフィス 22b から、第 1 溶液 15 の液滴を吐出して ITO 11 上に塗布する（図 2 - 4）。尚、このインクジェットヘッド 22 からのインクの着弾性は比較的悪いため、インクジェットヘッド 23 から ITO 11 までの距離は 0.1 ~ 1.0 mm 程度と、その距離が近くなるように構成してある。

10

【0037】

次に、スプレイヘッド 23 に窒素、アルゴン等の不活性ガスを供給し、スプレイヘッド 23 から第 2 溶液 16 を不活性ガスとともに霧状に噴射させて、図 2 - 5 に示すように、第 2 溶液 16 を発光層 10a の上に塗布する。ここで、スプレイヘッド 23 から噴射される液滴の粒子径は非常に小さく（例えば、数 μm ~ 数十 μm ）であるため、発光層 10a の上にホールブロッキング層 10b を均一の厚さに塗布することが容易である。尚、スプレイヘッド 23 からガラス基板 2 までの距離は 1.0 ~ 5.0 cm 程度である。

【0038】

ここで、第 1 溶液 15 が ITO 11 上に塗布されてから時間が経過して発光層 10a が乾いてしまってから、スプレイヘッド 23 から第 2 溶液 16 を発光層 10a 上に塗布すると、第 2 溶液 16 の溶媒が乾いたときにホールブロッキング層 10b に針状結晶が形成されてしまうことがあり、この針状結晶は有機 EL 素子 3 の安定性を低下させる大きな要因となる。そこで、インクジェットヘッド 22 から第 1 溶液 15 を ITO 11 上に滴下させた直後に、スプレイヘッド 23 から第 2 溶液 16 を噴出させる。

20

【0039】

すると、ITO 11 上に塗布された第 1 溶液 15 が乾く前に、その上に第 2 溶液 16 が塗布されるため、第 1、第 2 溶液 15, 16 が部分的に混ざり合い、図 5 に示すように、発光層 10a とホールブロッキング層 10b との界面近傍が、徐々に混合度合が変化するように混合されたグラデュエーション層に形成される。図 2 - 6 に示すように、このようにして形成された有機 EL 層 10 においては、発光層 10a とホールブロッキング層 10b の界面が安定し、ホールブロッキング層 10b を形成したときに針状結晶が生じないため、素子の安定性に優れ、有機 EL 素子 3 の素子寿命も向上する。

30

【0040】

最後に、有機 EL 層 10 の上に、図 2 - 7 に示すように、真空蒸着により、電子注入層としての LiF（フッ化リチウム）と、Al の層からなる陰極 12 を形成する。ここで、LiF 層と Al 層の厚みは夫々 10、1000 とし、連続的に積層させる。

【0041】

以上説明した有機 EL 素子及びその製造方法によれば、発光層 10a 形成用の第 1 溶液 15 をインクジェットヘッド 22 から ITO 11 上に滴下させた直後に、ホールブロッキング層 10b 形成用の第 2 溶液 16 をスプレイヘッド 23 から噴出させるため、ITO 11 上に塗布された第 1 溶液 15 が乾く前に、その上に第 2 溶液 16 が塗布される。従って、第 1、第 2 溶液 15, 16 が部分的に混ざり合って、発光層 10a とホールブロッキング層 10b との界面近傍が、徐々に混合度合が変化するように混合されたグラデュエーション層に形成される。そのため、発光層 10a とホールブロッキング層 10b との界面が安定するし、ホールブロッキング層 10b を形成したときに結晶化等の素子欠陥も生じず、素子の安定性に優れ、素子寿命が長くなる。

40

【0042】

次に、前記実施例に種々の変更を加えた変更例について説明する。

1] 発光層 10a に含まれる有機化合物は、前記実施例のものに限られるものではない。

50

まず、発光材料としては、例えば、ペリレン、クンマリン、ルブレン、ナイルレッド、DCM (4 - ジシアノメチレン - 2 - メチル - 6 - ジメチルアミノスチリル - 4 - ピラン)、DCJTB (4 - ジシアノメチレン - 6 - シーピージュロリジノスチリル - 2 - ターシャルブチル - 4H - ピラン)、スクアリリウム、アルミニウム錯体等がある。また、リン光材料としては、白金錯体、ユウロピウム (Eu) 錯体等の重金属の金属錯体等がある。

【0043】

さらに、ホール輸送材料としては、オキサジアゾール、オキサゾール、トリフェニルメタン、ヒドラゾリン系、アリアルアミン系、ヒドラゾン系、スチルベン系等のホール輸送材料があり、具体的には、TPD、 α -NPD (N, N' - ジ (1 - ナフチル) - N, N' - ジフェニルベンジジン)、TAPC (1, 1 - ビス (ジ4トリルアミノフェニル) - シクロヘキサン)、PPD (N, N' - ジ (9 - フェナントリル) - N, N' - ジフェニルベンジジン)、TRP、NPB (α -NPDの2量体) 等がある

10

【0044】

さらに、電子輸送材料としては、例えば、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、アルミニウム錯体等の電子輸送材料があり、具体的には、tBu-PBD (2 - (4 - ビフェニル) - 5 - (パラ - ターシャル - ブチルフェニル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール)、TAZ (3 - (4' - ターシャル - ブチルフェニル) - 4 - フェニル - 5 - (4'' - ビフェニル) - 1, 2, 4 - トリアゾール)、AlQ3 (トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (III))、BND (2, 5 - ビス (1 - ナフチル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール)、Bphen (バソフェナントロリン)、P-EtTAZ (3 - (4' - ターシャル - ブチルフェニル) - 4 - (パラエチルフェニル) - 5 - (4'' - ビフェニル) - 1, 2, 4 トリアゾール) 等がある。

20

【0045】

2] 隔壁13を構成する材料は、前記実施例のものに限られるものではない。例えば、PVK、ポリスチレン、ナイロン、ポリアセタール、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンオキシド、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアミドイミド、ポリイミド、フッ素樹脂等がある。

【0046】

3] ITO11の上に、発光層10a内の発光材料にホールを注入する為のホール注入層を形成してから、前述のように第1溶液15と第2溶液16とを連続的に塗布するようにしてもよい。この場合、図2-2に示すように、ITO11を所定の電極パターンにパターンニングした後、スピンコート法、インクジェット法、あるいは、スプレイ法等の種々の方法により、ITO11の上に塗布して乾燥させる。その後、前述したように、有機EL層10をインクジェット法及びスプレイ法により形成する。ホール注入層を構成する材料としては、ポリエチレンジオキシチオフエンポリスチレンサルフォネート (PEDOT/PSS)、銅フタロシアニン、トリフェニルアミン誘導体などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

30

【0047】

4] 陰極12の電子注入層を形成する材料としては、前記実施例のLiFの他、酸化リチウム、フッ化セシウム等の他の材料を使用してもよい。

40

5] 前記実施例では、ホール輸送材料、電子輸送材料を発光材料とともに溶媒に溶解させて第1溶液15を作製して、発光材料、ホール輸送材料及び電子輸送材料を混合させた発光層10aをITO11上に形成したが、ホール輸送層、電子輸送層を、単独でスピンコート法、インクジェット法、あるいは、スプレイ法等の種々の方法により形成して、有機EL層10を、ホール輸送層、発光層、ホールブロッキング層及び電子輸送層が夫々積層した構造にしてもよい。

【0048】

次に、本発明の別実施例について説明する。

前記実施例では、インクジェット法により形成した発光層10aの上に、スプレイ法によりホールブロッキング層10bを形成したが、図6-7に示すように、発光層10aの

50

上に電子輸送層 10c を積層した構造を有する有機 EL 素子 3A に本発明を適用すること
もできる。

【0049】

即ち、図 6 - 1 ~ 図 6 - 7 に示すように、前記実施例と同様に、ITO 11 を蒸着して
(図 6 - 1)、パターニングしてから(図 6 - 2)、隔壁 13 を形成した後(図 6 - 3)、
発光材料としての TPD を炭化水素系溶媒に溶解させて作製した第 1 溶液 15 をインク
ジェット法により ITO 11 上に塗布して、発光層 10a を形成する(図 6 - 4)。そし
て、第 1 溶液 15 を塗布した直後に、図 6 - 5 に示すように、電子輸送材料としての BCP
を炭化水素系溶媒に溶解させて作製した第 2 溶液 16 をスプレー法により発光層 10a
の上に塗布して、電子輸送層 10c を形成する。

10

【0050】

すると、ITO 11 上の発光層 10a が完全に乾燥する前に、その上に第 2 溶液 16 が塗
布されるため、図 6 - 6 に示すように、発光層 10a と電子輸送層 10c が部分的に混ざ
り合い、発光層 10a と電子輸送層 10c との界面近傍が、徐々に混合度合が変化するよ
うに混合されたグラデュエーション層に形成される。従って、発光層 10a と電子輸送層
10c との間の界面が安定するし、電子輸送層 10c を形成したときに結晶化が起こるの
を防止できるため、有機 EL 素子 3 の素子寿命が向上する。

そして、最後に、有機 EL 層 10A の上に、図 6 - 7 に示すように、真空蒸着により陰
極 12 を形成して、有機 EL 素子 3A の製造を完了する。

【図面の簡単な説明】

20

【0051】

【図 1】本発明の実施例に係る有機 EL ディスプレイの全体構成図である。

【図 2 - 1】ITO 蒸着における有機 EL 素子の断面図である。

【図 2 - 2】ITO パターニング工程における有機 EL 素子の断面図である。

【図 2 - 3】隔壁形成工程における有機 EL 素子の断面図である。

【図 2 - 4】インクジェット法による第 1 溶液塗布工程における有機 EL 素子の断面図で
ある。

【図 2 - 5】スプレー法による第 2 溶液塗布工程における有機 EL 素子の断面図である。

【図 2 - 6】有機 EL 層形成工程における有機 EL 素子の断面図である。

【図 2 - 7】陰極蒸着工程における有機 EL 素子の断面図である。

30

【図 3】溶液塗布装置の概略構成図である。

【図 4】インクジェットヘッドの概略構成図である。

【図 5】図 2 - 6 の要部拡大図である。

【図 6 - 1】別実施例の製造工程における ITO 蒸着工程の有機 EL 素子の断面図である
。

【図 6 - 2】別実施例の製造工程における ITO パターニング工程の有機 EL 素子の断面
図である。

【図 6 - 3】別実施例の製造工程における隔壁形成工程の有機 EL 素子の断面図である。

【図 6 - 4】別実施例の製造工程におけるインクジェット法による第 1 溶液塗布工程の有
機 EL 素子の断面図である。

40

【図 6 - 5】別実施例の製造工程におけるスプレー法による第 2 溶液塗布工程の有機 EL
素子の断面図である。

【図 6 - 6】別実施例の製造工程における有機 EL 層形成工程の有機 EL 素子の断面図で
ある。

【図 6 - 7】別実施例の製造工程における陰極蒸着工程の有機 EL 素子の断面図である。

【符号の説明】

【0052】

3, 3A 有機 EL 素子

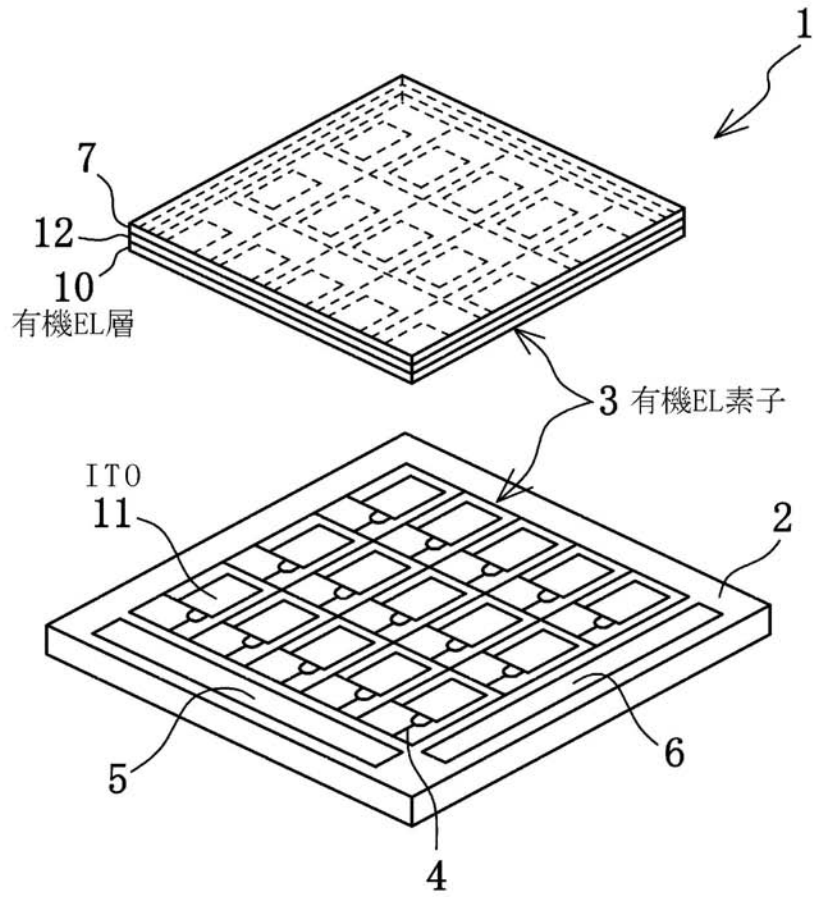
10, 10A 有機 EL 層

10a 発光層

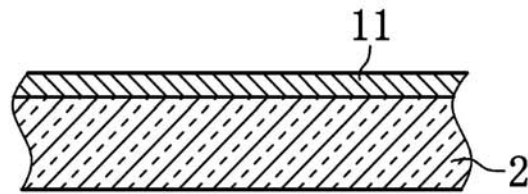
50

- 1 0 b ホールブロッキング層
- 1 0 c 電子輸送層
- 1 1 I T O
- 1 2 陰極
- 1 5 第 1 溶液
- 1 6 第 2 溶液

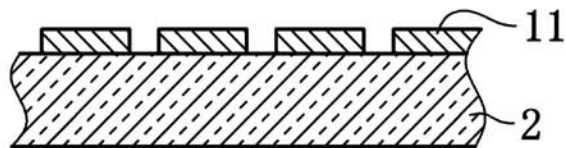
【図 1】



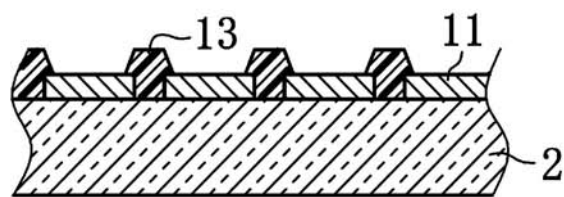
【図 2 - 1】



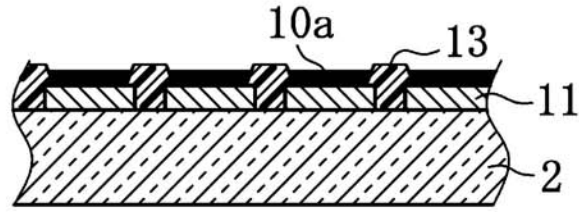
【図 2 - 2】



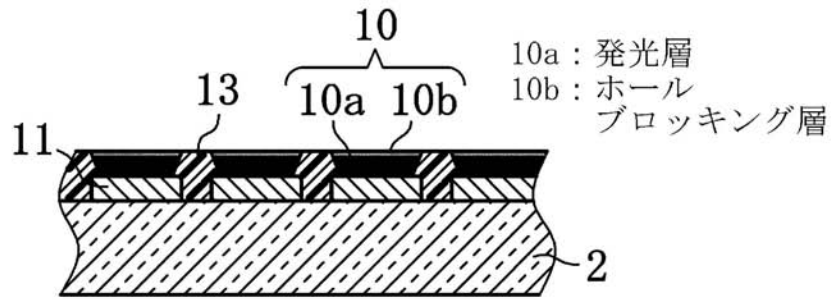
【図 2 - 3】



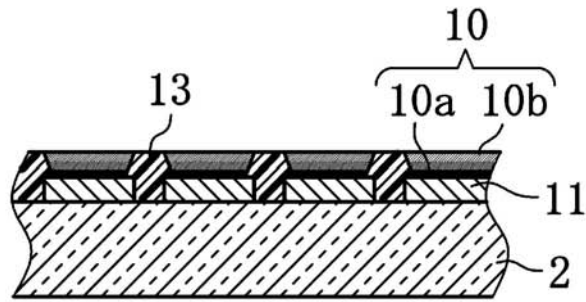
【図 2 - 4】



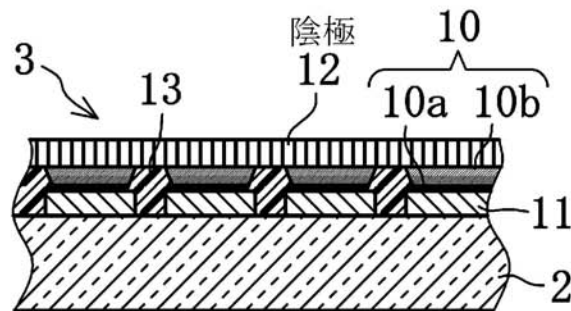
【図 2 - 5】



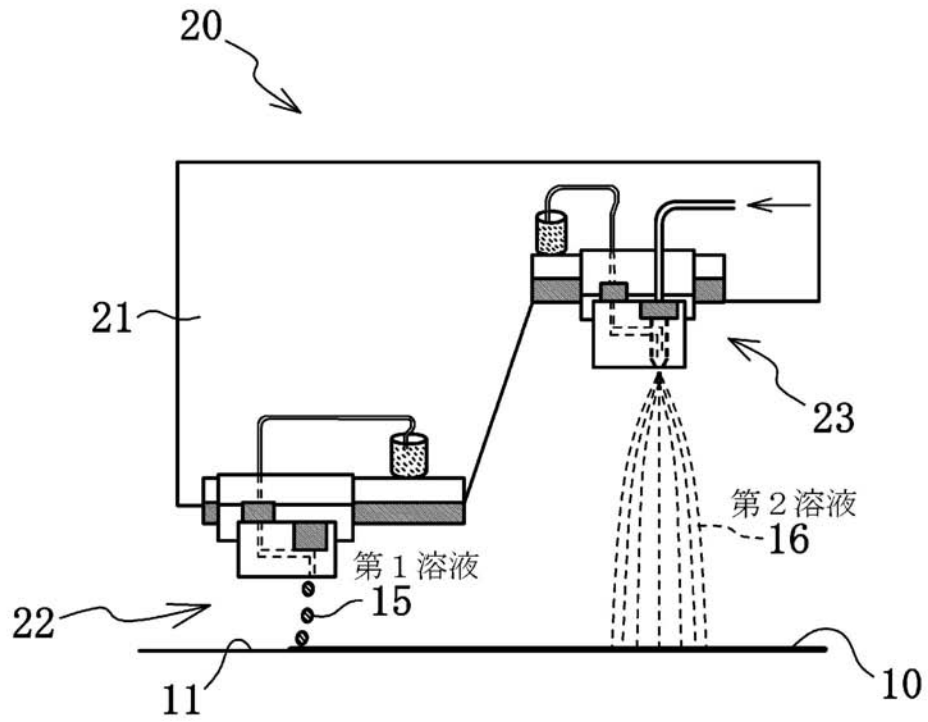
【図 2 - 6】



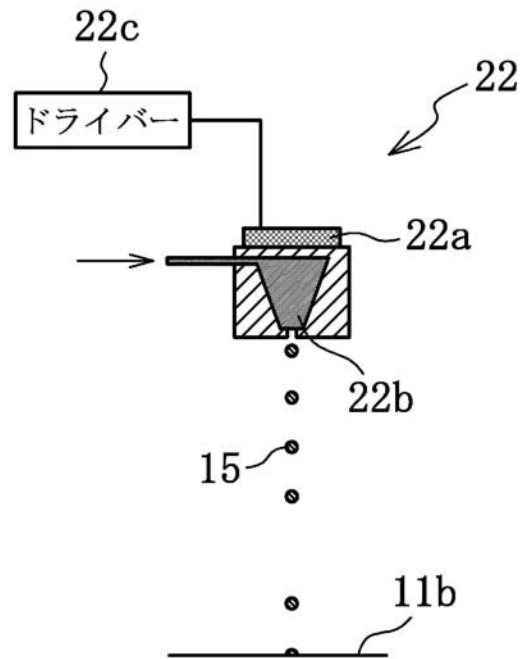
【図 2 - 7】



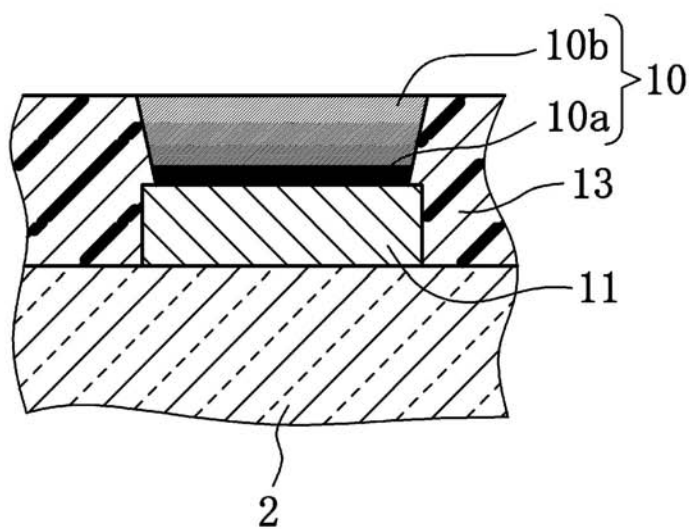
【図 3】



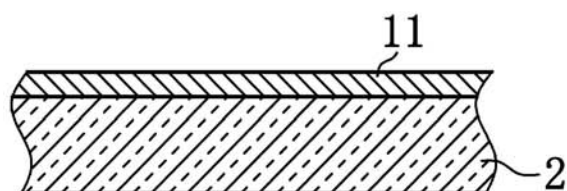
【図 4】



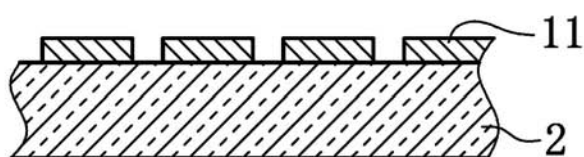
【図 5】



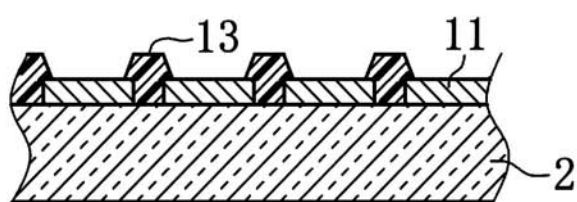
【図 6 - 1】



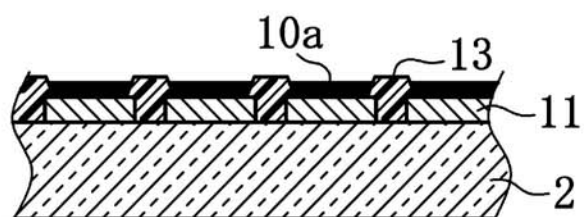
【図 6 - 2】



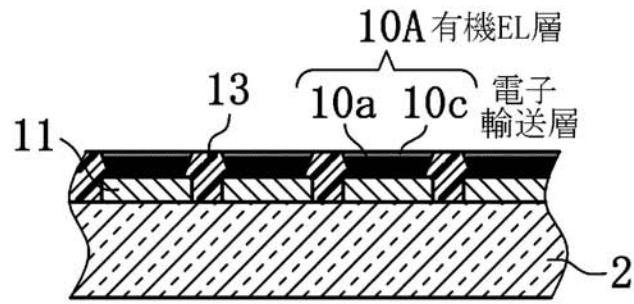
【図 6 - 3】



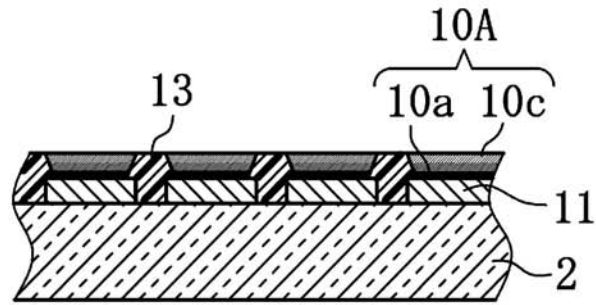
【図 6 - 4】



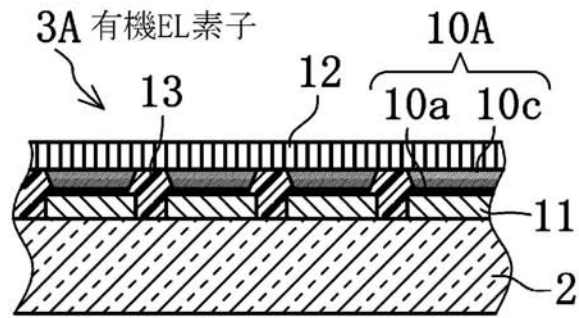
【図 6 - 5】



【図 6 - 6】



【図 6 - 7】



专利名称(译)	显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	JP2005108641A	公开(公告)日	2005-04-21
申请号	JP2003340525	申请日	2003-09-30
[标]申请(专利权)人(译)	兄弟工业株式会社		
申请(专利权)人(译)	兄弟工业株式会社		
[标]发明人	宫林毅		
发明人	宫林 毅		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10 H05B33/14		
FI分类号	H05B33/14.A H05B33/10		
F-TERM分类号	3K007/AB11 3K007/AB18 3K007/BA06 3K007/DB03 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC21 3K107/CC45 3K107/DD74 3K107/GG06 3K107/GG08		
代理人(译)	冈村俊夫		
其他公开文献	JP4487235B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：通过层压在发光层上以增强显示元件的稳定性来防止在形成另一有机化合物层时的结晶。 在通过喷墨法将用于形成发光层10a的第一溶液涂覆在ITO 11上之后，立即通过喷涂法将用于形成空穴阻挡层10b的第二溶液涂覆在ITO 11上。 在干燥第一溶液以形成渐变层之前涂覆第二溶液，在该渐变层中混合发光层10a和空穴阻挡层10b之间的界面附近，使得混合度逐渐变化。 因此，发光层10a和空穴阻挡层10b之间的界面变得稳定，并且当形成空穴阻挡层10b时不会发生诸如结晶的元件缺陷，元件稳定性极好，并且延长了元件寿命。 [选择图]图2-5

