

(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2011-108421

(P2011-108421A)

(43) 公開日 平成23年6月2日(2011.6.2)

(51) Int.CI.

H05B 33/10 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

F 1

H05B 33/10
H05B 33/14

テーマコード(参考)

3K107

B

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 45 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2009-260254 (P2009-260254)
平成21年11月13日 (2009.11.13)

(71) 出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号

(74) 代理人 100098785
弁理士 藤島 洋一郎

(74) 代理人 100109656
弁理士 三反崎 泰司

(74) 代理人 100130915
弁理士 長谷部 政男

(74) 代理人 100155376
弁理士 田名網 孝昭

(72) 発明者 宮木 幸夫
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

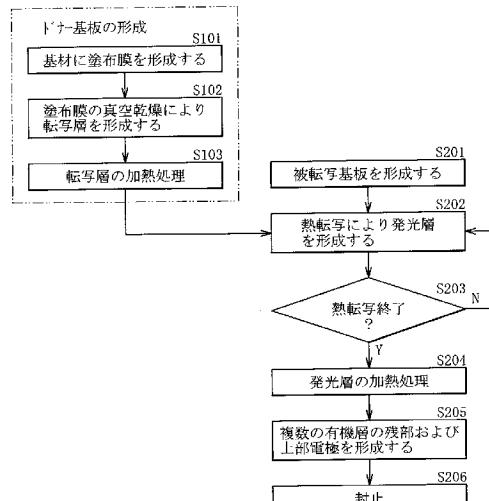
(54) 【発明の名称】表示装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】均一な転写層を形成し、発光特性を向上させることが可能な表示装置の製造方法を提供する。

【解決手段】有機材料および沸点140℃以上230℃以下の溶媒を含む塗布液が基材11に塗布され、塗布膜15が形成される。続いて、この塗布膜15の真空乾燥により転写層14が形成され、その後、転写層14が加熱処理される。塗布膜15の真空乾燥により、塗布膜15に含まれる溶媒の一部が除去され、得られた転写層14の溶媒混入度が低くなる。よって、転写層14が加熱処理される際に、穴などの乾燥不良の発生が抑えられる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に、下部電極、発光層を含む複数の有機層および上部電極を順に有する有機発光素子を形成する表示装置の製造方法であって、

基材に有機材料を含む転写層を設けることによりドナー基板を形成する工程と、

前記基板に前記下部電極および前記複数の有機層の一部を設けることにより被転写基板を形成する工程と、

前記転写層を前記被転写基板に対向配置し、前記転写層を昇華または気化させて被転写基板に熱転写することにより発光層を形成する工程と、

前記複数の有機層の残部および前記上部電極を形成する工程と
を含み、

前記ドナー基板を形成する工程は、

有機材料および沸点 140 以上 230 以下の溶媒を含む塗布液を前記基材に塗布して塗布膜を形成する工程と、

前記塗布膜を真空乾燥することにより転写層を形成する工程と、

前記転写層を加熱処理する工程と

を含む表示装置の製造方法。

【請求項 2】

前記有機材料はホスト材料およびドーパント材料であり、前記ホスト材料はアントラセン骨格を含む

請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 3】

前記塗布膜を真空乾燥して得られた転写層の溶媒混入度を、 1000 ppm 以下とする
請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 4】

前記溶媒がシクロヘキサンを含む

請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 5】

前記転写層を加熱処理する工程を、酸素濃度 100 ppm 以下、露点 -50 度以下の不活性ガス中、または 0.5 Torr 以下の真空下で行う

請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 6】

前記基材の一辺の長さが 60 cm 以上であり、

前記塗布膜を形成する工程において、前記塗布液の総固形分濃度を 0.1 重量 % 以上 1 重量 % 以下とし、

前記塗布膜を形成したのち、5 秒以上 120 秒以内に前記塗布膜の真空乾燥を開始し、

前記塗布膜を真空乾燥する工程を室温よりも -10 以上 +10 以下の温度で行う

請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 7】

前記塗布膜を形成する工程を、窒素を主成分とし、酸素含有率が 1 ppm 以上 1000 ppm 以下であり、露点が -80 以上 -30 未満の雰囲気で行う

請求項 6 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 8】

前記塗布液の水分含有率を 0.1 ppm 以上 1000 ppm 以下とする

請求項 7 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 9】

前記基材の一辺の長さが 60 cm 以上であり、

前記塗布膜を形成する工程を行う塗布装置と、前記塗布装置から前記塗布膜を真空乾燥する工程を行う減圧乾燥装置まで前記基材を搬送する搬送空間とを、露点 -80 以上 -30 以下の雰囲気に制御すると共に、前記搬送空間における前記基材から前記搬送空間

10

20

30

40

50

の天井までの距離 L (m) および前記基材の搬送速度 V (m / sec) が、数 1 を満たすようにし、

前記塗布膜を真空乾燥する工程を室温よりも - 10 以上 + 10 以下の温度で行う
請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

(数 1)

0 . 3 < L 0 . 9

0 . 3 $V / L < 4$

【請求項 1 0 】

前記塗布装置および前記搬送空間を、窒素を主成分とする雰囲気とする
請求項 9 記載の表示装置の製造方法。

10

【請求項 1 1 】

前記塗布装置および前記搬送空間を、窒素を主成分とし、酸素含有率が 0 . 1 ppm 以上 5000 ppm 以下の雰囲気とする

請求項 9 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 1 2 】

前記塗布膜を形成する工程を、スリットコート法により行う

請求項 1 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法。

【請求項 1 3 】

前記塗布膜を形成する工程を、インクジェット法により行う

請求項 1 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、有機電界発光素子を用いた表示装置の製造において発光層を熱転写法により形成する場合に好適な表示装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

有機材料のエレクトロルミネッセンス (Electroluminescence) を利用した有機電界発光素子は、下部電極と上部電極との間に、発光層を含む有機層を備えたものであり、低電圧直流駆動による高輝度発光が可能な発光素子として注目されている。

30

【0 0 0 3】

有機電界発光素子を用いた表示装置の製造においては、R (赤)、G (緑)、B (青) の各色に発光する有機発光材料からなる発光層を、発光素子毎に形成する必要がある。発光層の形成は、例えば、多数の開口を有するマスクを介して有機発光材料を蒸着するシャドウマスク法によって行われている。

【0 0 0 4】

しかしながら、シャドウマスク法では、マスク開口の微細加工が困難なので、有機電界発光素子の微細化が困難である。また、マスクの撓みや延びによって位置精度が低下しやすく、大型基板への適用は極めて難しい。

【0 0 0 5】

一方、発光層の他の形成方法として、エネルギー源 (熱源) を用いた転写法 (熱転写法) がある。熱転写法では、例えば、基材に有機材料を含む転写層を有する転写用のドナー基板を形成し、このドナー基板を被転写基板に対向配置して、レーザ光照射やヒータ加熱などにより転写層を昇華または気化させて被転写基板に転写することにより、発光層を形成する。

【0 0 0 6】

基材への転写層の成膜方法としては、真空蒸着法のほか、有機発光材料を溶剤に溶解させた溶液を塗布または印刷する方法も用いられている。また、塗布により形成した転写層を加熱処理したのちに、熱転写を行うことも提案されている (例えば、特許文献 1 参照。)

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平2008-235010号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1に記載された方法では、加熱処理により転写層に局所的または全面に穴（いわゆる、膜抜け、はじき等）などの乾燥不良が生じ、熱転写後の発光層の特性に影響を及ぼす場合があり、更に改善の余地があった。

10

【0009】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、均一な転写層を形成し、発光特性を向上させることが可能な表示装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明による表示装置の製造方法は、基板に、下部電極、発光層を含む複数の有機層および上部電極を順に有する有機発光素子を形成するものであって、基材に有機材料を含む転写層を設けることによりドナー基板を形成する工程と、基板に下部電極および複数の有機層の一部を設けることにより被転写基板を形成する工程と、転写層を被転写基板に対向配置し、転写層を昇華または気化させて被転写基板に熱転写することにより発光層を形成する工程と、複数の有機層の残部および上部電極を形成する工程とを含み、ドナー基板を形成する工程は、以下の（A）～（C）の工程を含むものである。

20

（A）有機材料および沸点140以上230以下の溶媒を含む塗布液を基材に塗布して塗布膜を形成する工程

（B）塗布膜を真空乾燥することにより転写層を形成する工程

（C）転写層を加熱処理する工程

【0011】

本発明の表示装置の製造方法では、ドナー基板を形成する工程において、有機材料および沸点140以上230以下の溶媒を含む塗布液が基材に塗布され、塗布膜が形成される。続いて、この塗布膜の真空乾燥により転写層が形成され、そののち、転写層が加熱処理される。ここでは、塗布膜の真空乾燥により、塗布膜に含まれる溶媒の一部が除去され、得られた転写層の溶媒混入度が低くなる。よって、転写層が加熱処理される際に、孔などの乾燥不良の発生が抑えられる。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明の表示装置の製造方法によれば、有機材料および沸点140以上230以下の溶媒を含む塗布液を基材に塗布して塗布膜を形成し、この塗布膜を真空乾燥することにより転写層を形成するようにしたので、均一な転写層を形成し、発光特性を向上させることが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る表示装置の製造方法の流れを表す図である。

【図2】図1に示した製造方法を工程順に表す断面図である。

【図3】図2に続く工程を表す断面図である。

【図4】図3に続く工程を表す断面図である。

【図5】図4に続く工程を表す断面図である。

【図6】図5に続く工程を表す断面図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態に係る表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図8】上記実施の形態の製造方法により製造された表示装置の構成を表す図である。

50

【図9】図8に示した画素駆動回路の一例を表す図である。

【図10】上記実施の形態の製造方法により製造された表示装置を含むモジュールの概略構成を表す平面図である。

【図11】上記実施の形態の製造方法により製造された表示装置の適用例1の外観を表す斜視図である。

【図12】(A)は適用例2の表側から見た外観を表す斜視図であり、(B)は裏側から見た外観を表す斜視図である。

【図13】適用例3の外観を表す斜視図である。

【図14】適用例4の外観を表す斜視図である。

【図15】(A)は適用例5の開いた状態の正面図、(B)はその側面図、(C)は閉じた状態の正面図、(D)は左側面図、(E)は右側面図、(F)は上面図、(G)は下面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施の形態(塗布膜の真空乾燥により転写層を形成し、この転写層を加熱処理する例)

2. 第2の実施の形態(塗布液の総固体分濃度、塗布膜を形成したのち真空乾燥の開始までの時間、および真空乾燥工程の温度を所定範囲とする例)

3. 第3の実施の形態(塗布装置および搬送空間の雰囲気、搬送空間の寸法および搬送速度、並びに真空乾燥工程の温度を所定範囲とする例)

4. 表示装置の構成および適用例

5. 実施例

【0015】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る表示装置の製造方法の流れを表したものであり、図2ないし図6は、この製造方法を工程順に表したものである。

【0016】

(ドナー基板を形成する工程)

まず、例えば、図2(A)に示したように、基材11を用意し、この基材11に、例えばスパッタリング法により、モリブデン(Mo)よりなる光熱変換層12を200nmの厚みで形成する。

【0017】

基材11は、十分に平滑で、加熱処理用の光の透過性を有し、かつ加熱処理の温度に対する耐久性を有する材質であればよく、ガラス基板、石英基板、または透光性セラミック基板等からなる。また、加熱温度に対する寸法制御性に問題がない範囲であれば、樹脂基板を用いても良い。

【0018】

光熱変換層12を構成する材料としては、後述する熱転写の工程において熱源として用いるレーザ光の波長範囲に対して低い反射率を持つ材料が好ましい。例えば、固体レーザ光原からの波長800nm程度のレーザ光を用いる場合には、クロム(Cr)やモリブデン(Mo)等が低反射率、高融点を持つ材料として好ましいが、これらに限定されることは無い。光熱変換層12は、基材11の全面に設けてもよいが、素子形状に合わせてストライプ状などに成形してもよい。

【0019】

次いで、同じく図2(A)に示したように、光熱変換層12を設けた基材11の表面の全面に、例えばCVD(chemical vapor deposition)法により、SiNxやSiO₂等よりなる酸化保護層13を形成する。

【0020】

10

20

30

40

50

続いて、同じく図2(A)に示したように、基材11に、光熱変換層12および酸化保護膜13を間にして、赤色塗布膜15R、緑色塗布膜15Gまたは青色塗布膜15Bのいずれか(以下、塗布膜15と総称する。)を形成する(ステップS101)。この塗布膜15は、有機材料および沸点140以上230以下の溶媒を含む塗布液(インク)を基材11に塗布することにより形成する。

【0021】

有機材料は、ホスト材料およびドーパント材料(ゲスト材料、有機発光材料)であり、ホスト材料はアントラセン骨格を含むものであることが好ましい。アントラセン骨格を有するホスト材料を用いることにより、高い発光特性を得られるからである。具体的にはADN(アントラセンジナフチル)が好ましい。

10

【0022】

なお、ADNは主に電子輸送性を有するホスト材料であるが、ここで、電子輸送性を有するホスト材料とは、後述する正孔輸送層24Bを構成する材料と比較して電子輸送性が高いことを意味する。具体的には、正孔輸送層24Bを構成する-NDPの最高占有軌道のエネルギー準位(以下、HOMOと略す)よりも、塗布膜15のホスト材料のHOMOが低い準位であり、より具体的には両者の差が0.2eV以上である。

【0023】

ドーパント材料は、蛍光性のものでも燐光性のものでもよいが、発光特性の制御の容易さから蛍光性のものが好ましい。

20

【0024】

塗布法は、従来用いられてきた真空蒸着法に比べて材料の使用効率や生産性を高めることが可能である。具体的には、例えばスリットコート法が好ましい。上述したアントラセン骨格を有するホスト材料の中には、溶媒への溶解度が低く、高くとも0.5%程度の固形分の塗布液しか得られないものがある。スリットコート法は、0.5%程度の固形分の塗布液を用いて、広い面積の基材11に均一に塗布することが可能である。また、塗布法としては、スリットコート法のほか、インクジェット法など他の方法を用いることも可能である。

【0025】

溶媒としては、沸点140以上230以下のものを用いる。これにより、塗布液の安定性を保つと共に、後述する真空乾燥(減圧乾燥)による溶媒の乾燥が可能となる。

30

【0026】

すなわち、沸点が140よりも低いと、乾燥速度が著しく速くなり、スリットコータの吐出口またはインクジェットノズルに塗布液の乾燥物が付着し、塗布スジの発生またはノズル詰まりなどの塗布故障が発生しやすくなる。また、乾燥が速いので、塗布の途中または真空乾燥前に溶媒の乾燥が部分的に開始してしまい、乾燥ムラが激しくなり、均一な塗布膜15が得られない。

【0027】

また、沸点が230よりも高いと、後述する真空乾燥工程において十分な乾燥速度を得ることが難しく、乾燥ムラが生じてしまうおそれがある。また、乾燥時間が長くなるので、溶質の巨大析出粒子が膜中に混入しやすくなる。

40

【0028】

具体的には、シクロヘキサン(沸点155)、ジイソブチルケトン(沸点170)、Nメチルピロリドン(沸点204)、N,Nジメチルアセトアミド(沸点166)、ブチルラクトン(沸点204)が挙げられる。

【0029】

溶媒の沸点は140以上200以下であれば、より好ましい。スリットコート法に好適であり、均一な塗布が可能となるからである。また、溶媒の沸点は150以上170以下であれば、更に好ましい。均一な塗布に加えて、後述する真空乾燥工程において乾燥不良の抑制が可能となるからである。

【0030】

50

具体的には、溶媒は、シクロヘキサン（沸点155）を含むことが好ましい。また、ジイソブチルケトン（沸点170）も好ましい。

【0031】

具体的には、赤色塗布膜15Rは、例えば、次のようにして形成することができる。まず、ホスト材料としての-NPDに、赤色発光性のゲスト材料として2,6-ビス[（4'-メトキシジフェニルアミノ）スチリル]-1,5-ジシアノナフタレン(BSN)を30重量%混合する。次いで、この混合物を、上述した溶媒に所定の濃度で混合して赤色塗布液を調製し、基材11に塗布することにより赤色塗布膜15Rを形成する。

【0032】

緑色塗布膜15Gは、例えば、次のようにして形成することができる。まず、ホスト材料としてのADNに、緑色発光性のゲスト材料であるクマリン6を5重量%混合する。次いで、この混合物を、上述した溶媒に所定の濃度で混合して緑色塗布液を調製し、基材11に塗布することにより緑色塗布膜15Gを形成する。

10

【0033】

青色塗布膜15Bは、例えば、次のようにして形成することができる。まず、ホスト材料としてのADNに、青色発光性のゲスト材料である4,4'-ビス[2-(4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル)ビニル]ビフェニル(DPABi)を2.5重量%混合する。次いで、この混合物を、上述した溶媒に所定の濃度で混合して青色塗布液を調製し、基材11に塗布することにより青色塗布膜15Bを形成する。

20

【0034】

なお、塗布液の塗布厚みは、転写層14の厚みが所望の値となるように調整することが望ましい。

【0035】

塗布膜15を形成したのち、図2(B)に示したように、塗布膜15を真空乾燥することにより転写層14（赤色転写層14R、緑色転写層14Gまたは青色転写層14B）を形成する（ステップS102）。ここでは、塗布膜15の真空乾燥により、塗布膜15に含まれる溶媒の一部が除去され、得られた転写層14の溶媒混入度が低くなる。よって、後続する加熱処理の前に、転写層14の溶媒混入度を低くしておき、加熱処理での孔（いわゆる膜抜け）などの乾燥不良の発生を抑えることが可能となる。従って、転写層14の均一性を高め、発光特性を向上させることが可能となる。また、加熱乾燥を行わないようにしたことにより、大面積の基材11を用いた場合にも、加熱温度ムラ由來の乾燥ムラの発生を抑制することが可能となる。この乾燥ムラは、加熱温度ムラに対して著しく敏感であり、1程度の温度差でも生じることが本発明者の検討により判明している。

30

【0036】

なお、ホットプレートを用いた乾燥、または赤外線乾燥は、特に一辺が50cm以上の基材11を用いる場合には、昇温の不均一から乾燥ムラが生じやすいので望ましくない。また、送風による乾燥では、風が当たることによるムラの発生が避けられないことに加えて、使用する溶媒によっては送風乾燥だけでは乾燥できない場合もある。そのため、加温と送風とを組み合わせる必要があるが、これにより乾燥ムラが発生しやすくなる。

40

【0037】

真空乾燥後において、赤色転写層14Rの厚みは例えば45nm程度、緑色転写層14Gの厚みは例えば30nm程度、青色転写層14Bの厚みは例えば30nm程度とすることができます。

【0038】

塗布膜15を真空乾燥して得られた転写層14の溶媒混入度は、1000ppm以下とすることが好ましい。1000ppmより高いと、以後の加熱段階などで膜ヌケが発生する恐れがある。また、溶媒によっては特性への悪影響が懸念される。なお、溶媒混入度の下限については特に限定されない。

【0039】

転写層14を形成したのち、同じく図2(B)に示したように、転写層14を加熱処理

50

する（ステップS103）。この加熱処理は、転写層14を構成する有機材料、すなわちホスト材料である-NPD（赤色転写層14Rの場合）またはADN（緑色転写層14Gおよび青色転写層14Bの場合）のガラス転移点以上でかつ融点より低い温度で行うことが好ましい。-NPDのガラス転移温度は96であり融点は285であるので、例えば150において30分程度行う。ADNのガラス転移温度は106であり融点は389であるので、例えば160において30分程度行う。

【0040】

転写層14を加熱処理する工程は、真空状態を含む不活性な雰囲気中において行うことが望ましい。具体的には酸素濃度100ppm以下、露点-50度以下の不活性ガス中、または0.5Torr以下の真空下で行うことが好ましい。真空度が悪い、または不活性ガスの純度が低いと、混入気体により有機材料の変質が起きるおそれがあるからである。

10

【0041】

以上により、基材11に有機材料を含む転写層14（赤色転写層14R、緑色転写層14Gまたは青色転写層14B）を有するドナー基板10（赤色ドナー基板10R、緑色ドナー基板10Gまたは青色ドナー基板10B）が完成する。

【0042】

（被転写基板を形成する工程）

一方、図3（A）に示したように、基板21に下部電極22、絶縁膜23、正孔注入層24Aおよび正孔輸送層24Bを設けることにより、被転写基板20Aを形成する（ステップS201）。

20

【0043】

基板21としては、ガラス、シリコン、プラスチック基板、またはTFT（thin film transistor）が設けられたTFT基板などを用いる。特にここで作製する表示装置が基板21側から発光を取り出す透過型である場合には、基板21として光透過性を有する材料で構成されたものを用いる。

【0044】

次いで、図3（A）に示したように、基板21に、第1電荷を供給する下部電極22をパターン形成する。ここで、第1電荷が正電荷である場合、下部電極22は陽極として形成される。一方、第1電荷が負電荷である場合、下部電極22は陰極として形成される。

30

【0045】

下部電極22は、ここで作製する表示装置の駆動方式に適する形状にパターンニングする。例えば、この表示装置の駆動方式が単純マトリックス方式である場合には、下部電極22を複数の画素で連続したストライプ状に形成する。また、表示装置の駆動方式が画素毎にTFTを備えたアクティブマトリックス方式である場合には、下部電極22を各画素に対応させてパターン形成すると共に、各画素に設けられたTFTに対して、これらのTFTを覆う層間絶縁膜に形成されたコンタクトホール（図示省略）を介して接続する。

【0046】

また、下部電極22は、ここで作製する表示装置の光取り出し方式に適する材質を選択して用いる。すなわち、この表示装置が基板21と反対側から発光光を取り出す上面発光型である場合には、高反射性材料で下部電極22を構成する。一方、この表示装置が、基板21側から発光光を取り出す透過型または両面発光型である場合には、光透明性材料で下部電極22を構成する。

40

【0047】

例えば、表示装置が上面発光型であり、第1電荷を正電荷とし、下部電極22を陽極とする場合には、下部電極22は、銀（Ag）、アルミニウム（Al）、クロム（Cr）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、タンタル（Ta）、タンゲステン（W）、プラチナ（Pt）または金（Au）など、反射率の高い導電性材料、及びその合金で構成する。

【0048】

50

表示装置が上面発光型であるが、下部電極22を陰極として用いる（つまり第1電荷を負電荷とする）場合には、下部電極22は仕事関数が小さな導電性材料を用いて構成される。このような導電性材料としては、例えば、Li、Mg、Ca等の活性な金属とAg、Al、In等の金属との合金、或いはこれらを積層した構造を使用できる。また、機能層4との間に例えば、Li、Mg、Ca等の活性な金属とフッ素、臭素等のハロゲンや酸素等との化合物層を薄く挿入した構造としても良い。

【0049】

表示装置が透過型、または両面発光型であり下部電極22を陽極として用いる場合には、ITO(Indium-Tin-Oxide)やIZO(Indium-Zinc-Oxide)のように、透過率の高い導電性材料で下部電極22を構成する。

10

【0050】

なお、表示装置の駆動方式としてアクティブマトリックス方式を採用する場合には、有機電界発光素子の開口率を確保するために、表示装置を上面発光型とすることが望ましい。

【0051】

続いて、同じく図3(A)に示したように、絶縁膜23を形成する。絶縁膜23には、下部電極22に対応して開口を設ける。この開口には下部電極22を露出しており、この露出した部分が発光領域（画素）となる。絶縁膜23の材料としては、ポリイミドあるいはフォトレジスト等の有機絶縁材料、または酸化シリコンのような無機絶縁材料を用いる。

20

【0052】

そののち、同じく図3(A)に示したように、例えば蒸着法により、正孔注入層24A（第1電荷注入層）を形成する。正孔注入層24Aの材料としては、一般的な正孔注入材料、例えばm-MTDATA[4,4,4-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine]を用いる。正孔注入層24Aの厚みは、例えば10nmとする。正孔注入層24Aは、下部電極22および絶縁膜23を覆う共通層として形成してもよい。

【0053】

正孔注入層24Aを形成したのち、同じく図3(A)に示したように、例えば蒸着法により、正孔輸送層24B（第1電荷輸送層）を形成する。正孔輸送層24Bの材料としては、一般的な正孔輸送材料、例えば-NPD[4,4-bis(N-1-naphthyl-N-phenylamino)bisphenyl]を用いる。正孔輸送層24Bの厚みは、例えば35nmとする。正孔輸送層24Bは、正孔注入層24Aを覆う共通層として形成してもよい。なお、正孔輸送層24Bを構成する一般的な正孔輸送材料としては、例えばベンジジン誘導体、スチリルアミン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、ヒドラゾン誘導体などが挙げられる。

30

【0054】

正孔注入層24Aおよび正孔輸送層24Bは、それぞれを複数層からなる積層構造としてもよい。

【0055】

（熱転写により発光層を形成する工程）

被転写基板20Aを形成したのち、転写層14を被転写基板20Aに対向配置し、転写層14を昇華または気化させて被転写基板20Aに熱転写することにより赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CB（以下、発光層24Cと総称する。）を形成する（ステップS202）。

40

【0056】

すなわち、まず、図3(B)に示したように、赤色ドナー基板10Rの赤色転写層14Rを被転写基板20Aに対向配置する。この際、被転写基板20Aと赤色ドナー基板10Rとを密着させるが、被転写基板20Aには絶縁膜23が設けられているので、赤色転写層14Rは絶縁膜23に支持された状態となり、下部電極22上の正孔輸送層24Bに赤色ドナー基板10Rが接触することはない。

【0057】

50

次いで、同じく図3(B)に示したように、赤色ドナー基板10Rの裏面側から、例えば波長800nmのレーザ光hrを照射する。照射されたレーザ光hrは、光熱変換層12に吸収され、その熱により赤色転写層14Rが昇華または気化して被転写基板20Aに熱転写される。これにより、赤色発光層24CRが形成される。

【0058】

レーザ光hrは、例えば、赤色発光素子の形成予定領域、すなわち下部電極22が絶縁膜23から露出している領域に選択的にスポット照射する。また、レーザ光hrの照射は、下部電極22が絶縁膜23から露出している領域が、赤色発光層24CRによって完全に覆われるように行う。

【0059】

赤色発光層24CRを形成したのち、図4(A)に示したように、赤色発光層24CRと同様にして、緑色ドナー基板10Gの緑色転写層14Gを被転写基板20Aに対向配置し、レーザ光hrの照射により、緑色転写層14Gを昇華または気化させて被転写基板20Aに熱転写し、緑色発光層24CGを形成する。

【0060】

緑色発光層24CGを形成したのち、図4(B)に示したように、赤色発光層24CRと同様にして、青色ドナー基板10Bの青色転写層14Bを被転写基板20Aに対向配置し、レーザ光hrの照射により、青色転写層14Bを昇華または気化させて被転写基板20Aに熱転写し、青色発光層24CBを形成する。

【0061】

熱転写の工程は、大気圧中でも可能であるが、真空中で行うことが望ましい。真空中で熱転写を行うことにより、より低エネルギーでのレーザを使用した転写が可能になり、転写される発光層24に与えられる熱的な悪影響を軽減することができる。また、熱転写の工程を真空中で行うことにより、被転写基板20Aとドナー基板10との密着性が高まり、転写のパターン精度が良好になる。更に、全プロセスを連続して真空中で行うようにすることで、素子の劣化を防ぐことが可能である。

【0062】

なお、赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBの熱転写の工程は、どの順に行っても良い。

【0063】

上述した熱転写工程では、全ての熱転写が終了したか否かを判断する(ステップS203)。終了していない(ステップS203;N)と判断された場合には、熱転写の工程(ステップS202)に戻る。終了した(ステップS203;Y)と判断された場合には、発光層24Cの加熱処理を行う(ステップS204)。

【0064】

(発光層の加熱処理)

熱転写が終了したのち、発光層24Cの加熱処理を行う(ステップS204)。転写層14の加熱処理(ステップS103)および発光層24Cの加熱処理(ステップS204)の2回の加熱処理を行うことにより、転写層14の加熱処理(ステップS103)のみを行う場合と比較して、更に有機電界発光素子の特性向上を図ることが可能となる。

【0065】

発光層24Cの加熱処理は、発光層24Cを構成する有機材料、すなわちホスト材料である-NPDおよびADNのガラス転移点以上でかつ融点より低い温度で行われる。赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBが異なる有機材料(ホスト材料)を用いて構成されている場合には、それらのうちの最も高いガラス転移点以上で、かつそれらのうちの最も低い融点よりも低い温度で加熱処理を行う。

【0066】

発光層24Cの加熱処理は、ドナー基板10の作製における転写層14の加熱処理よりも低い温度で行うことが好ましい。発光層24Cの加熱処理を、転写層14の加熱処理よりも高い温度で行うと、正孔輸送層24Bと発光層24Cとの反応が生じたりして好ましく

10

20

30

40

50

ない。

【0067】

また、発光層24Cの加熱処理は、基板21上に形成されている有機層、すなわち正孔注入層24A、正孔輸送層24B、赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24Bを構成する各有機材料の融点よりも低い範囲で、かつ正孔輸送層24Aおよび赤色発光層24Rを構成する各有機材料のガラス転移点付近の温度での加熱処理を行う。これにより、正孔輸送層24Aおよび赤色発光層24CRの露出表面を平坦化する。

【0068】

ここでの、ガラス転移付近の温度とは、正孔輸送層24Aを支配的に構成している有機材料のガラス転移点と、赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBを支配的に構成している有機材料のガラス転移点との中間の温度±30以内の温度であることとする。

【0069】

例えば、正孔輸送層24Aおよび赤色発光層24CRを構成する主材料は-NPDであり、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBを構成する主材料はADNである。

-NPDのガラス転移温度は96であり、ADNのガラス転移点は106である。このため、発光層24Cの加熱処理は、例えば100において30分程度行う。

【0070】

発光層24Cの加熱処理は、真空状態を含む不活性な雰囲気中において行う。

【0071】

(複数の有機層の残部および上部電極を形成する工程)

発光層24Cの加熱処理を行ったのち、図5(A)に示したように、例えば蒸着法により、電子輸送層24D(第2電荷輸送層)を形成する(ステップS205)。電子輸送層24Dの材料としては、一般的な電子輸送材料、例えば8ヒドロキシキノリンアルミニウム(A1q3)を用いる。電子輸送層24Dの厚みは、例えば20nm程度とする。電子輸送層24Dは、発光層24Cの上に、全面に共通層として形成する。これにより、正孔注入層24A、正孔輸送層24B、発光層24Cおよび電子輸送層24Dよりなる有機層24が形成される。

【0072】

有機層24を形成したのち、図5(B)に示したように、例えば真空蒸着法により、電子注入層25(第1電荷注入層)を形成する(ステップS205)。電子注入層25の材料としては、一般的な電子注入材料、例えばLiFが挙げられる。電子注入層25の厚みは例えば約0.3nmとし、蒸着速度は例えば0.01nm/sec以下とする。電子注入層25は、電子輸送層24Dの上に、全面に共通層として形成する。

【0073】

電子注入層25を形成したのち、同じく図5(B)に示したように、電子注入層25上に、上部電極26を形成する(ステップS205)。この上部電極26は、下部電極22が陽極である場合には陰極として用いられ、下部電極22が陰極である場合には陽極として用いられる。

【0074】

ここで作製する表示装置が単純マトリックス方式である場合には、上部電極26を、例えば下部電極22のストライプと交差するストライプ状に形成する。一方、この表示装置がアクティブマトリックス方式である場合には、この上部電極26を、電子注入層25の上に、全面にペタ膜状に形成し、各画素に共通の電極として用いる。この場合、下部電極22と同一層で補助電極(図示省略)を形成し、この補助電極に対して上部電極26を接続させることで、上部電極26の電圧降下を防止するようにしてよい。

【0075】

これにより、下部電極22と上部電極26との交差部において、発光層24Cを含む有機層24が挟持された部分に、赤色発光素子20R、緑色発光素子20Gおよび青色発光素子20Bがそれぞれ形成される。

10

20

30

40

50

【0076】

上部電極26には、作製する表示装置の光取り出し方式に適する材質を選択して用いる。すなわち、この表示装置が基板21と反対側から発光層24Cでの発光光を取り出す上面発光型または両面発光型である場合には、上部電極26を光透過性材料または半透過性材料で構成する。一方、この表示装置が基板21側からのみ発光光を取り出す下面発光型である場合には、上部電極26を高反射性材料で構成する。

【0077】

表示装置が上面発光型であり、下部電極22を陽極、上部電極26を陰極として用いる場合には、上部電極26を、有機層24に対して電子を効率的に注入できるように、下部電極22の形成工程で例示した仕事関数の小さい材料のうちから光透過性の良好な材料を用いて形成する。具体的には、上部電極26をMg-Ag合金により構成し、厚みを例えば10nm程度とする。上部電極26の成膜方法は、下地に対して影響を及ぼすことのない程度に、成膜粒子のエネルギーが小さい成膜方法、例えば蒸着法（真空蒸着法）またはCVD（chemical vapor deposition）法を用いることが望ましい。

10

【0078】

また、表示装置が上面発光型である場合には、上部電極26を半透過性とすることにより、上部電極26と下部電極22との間で共振器構造を構成し、取り出し光の強度を高めるようにしてもよい。

【0079】

表示装置が透過型であり、上部電極26を陰極として用いる場合には、上部電極26を、仕事関数が小さくかつ反射率の高い導電性材料で構成する。表示装置が透過型であり、上部電極26を陽極として用いる場合には、上部電極26を、反射率の高い導電性材料で構成する。

20

【0080】

(封止工程)

このようにして有機電界発光素子20R, 20G, 20Bを形成したのち、図6に示したように、上部電極26の上に保護膜27を成膜する（ステップS206）。この保護膜27は、有機層24への水分の到達防止を目的とし、透過水性、吸水性の低い材料を用いて十分な膜厚で形成する。また、ここで作製する表示装置が上面発光型である場合には、保護膜27を発光層24で発生した光を透過する材料により構成し、例えば80%程度の透過率を確保する。

30

【0081】

保護膜27は、例えば、絶縁性材料により構成してもよい。保護膜27を絶縁性材料により構成する場合には、無機アモルファス性の絶縁性材料、例えばアモルファスシリコン（-Si）、アモルファス炭化シリコン（-SiC）、アモルファス窒化シリコン（-Si_{1-x}N_x）さらにはアモルファスカーボン（-C）等を好適に用いることができる。このような無機アモルファス性の絶縁性材料は、グレインを構成しないため透水性が低く、良好な保護膜となる。

【0082】

例えば、アモルファス窒化シリコンからなる保護膜27を形成する場合には、CVD法によって2~3μmの膜厚で形成する。その際、有機層24の劣化による輝度の低下を防止するため成膜温度を常温に設定し、更に、保護膜27の剥がれを防止するために膜のストレスが最小になる条件で成膜することが望ましい。

40

【0083】

また、ここで作製する表示装置がアクティブマトリックス方式であって、上部電極26をベタ膜の共通電極として設ける場合には、保護膜27は、導電性材料により構成してもよい。保護膜27を導電性材料により構成する場合には、例えばITOやIZOのような透明導電性材料を用いる。

【0084】

転写層14の加熱処理（ステップS103）から、上部電極26の形成（ステップS2

50

05)まで、より好ましくは保護膜27の形成(ステップS206)までは、大気暴露されることなく一連の真空状態を含む不活性な雰囲気中で行う。これらの途中工程で、ドナー基板10または基板21(被転写基板20A)を大気中の酸素や水分に曝すことがなくなり、特性の低下を抑えることが可能となる。

【0085】

保護膜27を形成したのち、同じく図6に示したように、保護膜27の上に、樹脂材料よりもなる接着層30を形成し、この接着層30を間にして封止用基板40を貼り合わせる(ステップS206)。接着層30の樹脂材料としては、例えば紫外線硬化樹脂を用いる。封止用基板40としては例えばガラス基板を用いる。ここで作製する表示装置が上面発光型である場合には、接着層30および封止用基板40は、光透過性を有する材料により構成する。

10

【0086】

以上により、基板21上有機電界発光素子20R, 20G, 20Bを配列した表示装置が完成する。

【0087】

この表示装置では、下部電極22と上部電極26との間に所定の電圧が印加されると、発光層24Cに電流が注入され、正孔と電子とが再結合することにより発光が起こる。この光は、例えば上面発光の場合、上部電極26, 保護層27および封止用基板40を透過して取り出される。ここでは、発光層24Cが、塗布膜15の真空乾燥により得られた均一性の高い転写層14を用いて形成されているので、発光層24Cの均一性も高くなっている。発光特性が向上する。

20

【0088】

このように本実施の形態では、有機材料および沸点140以上230以下の溶媒を含む塗布液を基材11に塗布して塗布膜15を形成し、この塗布膜15を真空乾燥することにより転写層14を形成するようにしたので、均一な転写層14を形成し、発光特性を向上させることが可能となる。

【0089】

(第2の実施の形態)

次いで、本発明の第2の実施の形態に係る表示装置の製造方法について説明する。本実施の形態の製造方法は、一辺の長さが60cm以上の大型の基材11を用いる場合に関するものであり、塗布液の総固形分濃度、塗布膜15を形成したのち真空乾燥の開始までの時間、および真空乾燥工程の温度を所定範囲とするようにしている。このことを除いては、本実施の形態の製造方法は第1の実施の形態と同様であるので、重複する工程については第1の実施の形態および図1ないし図6を参照して説明する。

30

【0090】

(ドナー基板を形成する工程)

まず、第1の実施の形態と同様にして、図2(A)に示した工程により、基材11に、光熱変換層12および酸化保護層13を形成する。基材11としては、一辺の長さが60cm以上のものを用いることが好ましい。製造コストを低減することができるからである。

40

【0091】

次いで、第1の実施の形態と同様にして、同じく図2(A)に示した工程により、基材11に、光熱変換層12および酸化保護層13を間にして、赤色塗布膜15R、緑色塗布膜15Gまたは青色塗布膜15Bのいずれか(以下、塗布膜15と総称する。)を形成する(ステップS101)。この塗布膜15は、第1の実施の形態と同様に、有機材料および沸点140以上230以下の溶媒を含む塗布液(インク)を基材11に塗布することにより形成する。

【0092】

その際、塗布液の総固形分濃度を0.1重量%以上1重量%以下とすることが好ましい。0.1重量%より小さいと、所望の厚みの塗布膜15を得るために必要な塗布液の塗布

50

厚みが増し、乾燥工程で乾燥すべき溶媒の量が増えるので、均一に乾燥することが難しくなり、塗布膜15のムラが生じやすくなつて、発光ムラの原因となる。一方、1重量%よりも大きいと、有機発光材料は溶媒に対する溶解性が低いものが多いので、有機発光材料と溶媒との組み合わせが限定され、必要な特性を得ることが難しくなる。また、塗布液の塗布厚みが小さくなるので、スリットコータでは塗布液の吐出量が低くなり、塗布液ビードが不安定となり、塗布液の液膜が途切れてしまうなどの塗布不良が発生するおそれがある。更に、固体分が析出して粒状になつてしまい、発光ムラの原因となる。

【0093】

なお、塗布液の固形成分の含有量は、各成分の室温における飽和溶解量の80%以下であることが好ましく、70%以下であれば更に好ましい。塗布液が飽和溶解量に近い濃度で作られていると、冬季に配管温度が下がつたり、容器壁付着などで溶媒が揮発することで材料の析出が起きるおそれがある。この析出ヅツは塗布液に混入し、塗布品質を著しく悪化させる。

10

【0094】

塗布液の水分含有率は、0.1 ppm以上1000 ppm以下とすることが好ましい。1000 ppmより高いと、水分により素子特性の悪化が生じるからである。

【0095】

塗布膜15を形成する工程は、窒素を主成分とし、酸素含有率が0.1 ppm以上1000 ppm以下であり、露点が-80以上-30未満の雰囲気で行うことが好ましい。酸素含有率が1000 ppmより高い、または露点-30以上では、素子特性の悪化が生じる。また、酸素含有率が0.1 ppmより低い、または露点が-80より低いと、素子特性の悪化は生じないが、大面積の基材11を用いた場合には、非常に高いコストの雰囲気精製装置が必要となり、現実的ではない。

20

【0096】

続いて、第1の実施の形態と同様にして、図2(B)に示した工程により、塗布膜15を真空乾燥することにより転写層14(赤色転写層14R, 緑色転写層14Gまたは青色転写層14B)を形成する(ステップS102)。

【0097】

塗布膜15の真空乾燥は、塗布膜15を形成したのち、5秒以上120秒以内に開始することが好ましい。5秒より短く、または120秒よりも長いと、塗布膜15のムラが大きくなり、発光ムラの原因となるからである。

30

【0098】

また、塗布膜15を真空乾燥する工程は、室温よりも-10以上+10以下の温度で行うことが好ましい。基材11が塗布温度(室温すなわち23)と異なる温度に保持された減圧乾燥機に導入される際に、温度差が大きいと、昇温が均一に進行せず、塗布膜15面内の温度ムラが液体の流動を引き起こし、塗布膜15にムラが生じて、発光ムラや発光強度低下の原因となるからである。

【0099】

すなわち、本実施の形態で使用する沸点140以上230以下の溶媒は、室温においてわずかな蒸気圧を有している。そのため、塗布膜15を形成したのち、減圧乾燥機に導入され、乾燥の設定温度に達するまでの時間内にも、微量の溶媒が揮発し、その気化熱が塗布膜15の面内で不均一に奪われることによって、塗布膜15の面内にわずかな温度分布が生じる。これにより、塗布膜15を構成する塗布液のごく微小な移動が生じ、塗布膜15の厚みムラを引き起こす。このムラは、基材11のサイズが小さい場合には顕著には現れないが、一辺の長さが60cm以上の大きな基材11を用いる場合には顕著な問題となる。

40

【0100】

そこで、塗布膜15の真空乾燥を室温よりも-10以上+10以下の温度で行うことにより、塗布膜15を形成したのち、減圧乾燥機に導入され、乾燥の設定温度に達するまでの時間内に生じる塗布膜15の温度分布を著しく小さくすることができ、塗布膜15

50

の厚みムラを抑制することが可能となる。

【0101】

そののち、第1の実施の形態と同様にして、同じく図2(B)に示した工程により、転写層14を加熱処理する(ステップS103)。これにより、基材11に有機材料を含む転写層14(赤色転写層14R、緑色転写層14Gまたは青色転写層14B)を有するドナー基板10(赤色ドナー基板10R、緑色ドナー基板10Gまたは青色ドナー基板10B)が完成する。

【0102】

(被転写基板を形成する工程)

一方、第1の実施の形態と同様にして、図3(A)に示した工程により、基板21に下部電極22、絶縁膜23、正孔注入層24Aおよび正孔輸送層24Bを設けることにより、被転写基板20Aを形成する(ステップS201)。

【0103】

(熱転写により発光層を形成する工程)

被転写基板20Aを形成したのち、第1の実施の形態と同様にして、図3(B)、図4(A)および図4(B)に示した工程により、転写層14を被転写基板20Aに対向配置し、転写層14を昇華または気化させて被転写基板20Aに熱転写することにより赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBを形成する(ステップS202)。

【0104】

熱転写工程では、全ての熱転写が終了したか否かを判断する(ステップS203)。終了していない(ステップS203; N)と判断された場合には、熱転写の工程(ステップS202)に戻る。終了した(ステップS203; Y)と判断された場合には、発光層24Cの加熱処理を行う(ステップS204)。

【0105】

熱転写が終了したのち、第1の実施の形態と同様にして、発光層24Cの加熱処理を行う(ステップS204)。

【0106】

(複数の有機層の残部および上部電極を形成する工程)

発光層24Cの加熱処理を行ったのち、第1の実施の形態と同様にして、図5(A)、図5(B)に示した工程により、電子輸送層24D、電子注入層25および上部電極26を形成する(ステップS205)。これにより、下部電極22と上部電極26との交差部において、発光層24Cを含む有機層24が挟持された部分に、赤色発光素子20R、緑色発光素子20Gおよび青色発光素子20Bがそれぞれ形成される。

【0107】

(封止工程)

このようにして有機電界発光素子20R、20G、20Bを形成したのち、第1の実施の形態と同様にして、図6に示した工程により、上部電極26の上に保護膜27および接着層30を形成し、接着層30を間にて封止用基板40を貼り合わせる(ステップS206)。以上により、基板21上に有機電界発光素子20R、20G、20Bを配列した表示装置が完成する。

【0108】

このように本実施の形態では、塗布液の総固体分濃度、塗布膜15を形成したのち真空乾燥の開始までの時間、および真空乾燥工程の温度を所定範囲とするようにしたので、塗布膜15のムラ等を抑えて、発光ムラや発光強度低下を抑えることが可能となる。よって、製造コスト低減のために一辺の長さが60cm以上の大型の基材11を用いた場合にも、均一な転写層14を形成し、発光特性を向上させることが可能となる。

【0109】

(第3の実施の形態)

続いて、本発明の第3の実施の形態に係る表示装置の製造方法について説明する。本実

10

20

30

40

50

施の形態の製造方法は、一辺の長さが 60 cm 以上の大型の基材 11 を用いる場合に関するものであり、塗布装置および搬送空間の雰囲気、搬送空間の寸法および搬送速度、並びに真空乾燥工程の温度を所定範囲とするようにしている。このことを除いては、本実施の形態の製造方法は第 1 の実施の形態と同様であるので、重複する工程については第 1 の実施の形態および図 1 ないし図 6 を参照して説明する。

【0110】

(ドナー基板を形成する工程)

まず、第 1 の実施の形態と同様にして、図 2 (A) に示した工程により、基材 11 に、光熱変換層 12 および酸化保護層 13 を形成する。基材 11 としては、第 2 の実施の形態と同様に、一辺の長さが 60 cm 以上のものを用いることが好ましい。製造コストを低減することができるからである。

【0111】

次いで、第 1 の実施の形態と同様にして、同じく図 2 (A) に示した工程により、基材 11 に、光熱変換層 12 および酸化保護膜 13 を間にして、赤色塗布膜 15 R、緑色塗布膜 15 G または青色塗布膜 15 B のいずれか (以下、塗布膜 15 と総称する。) を形成する (ステップ S101)。この塗布膜 15 は、第 1 の実施の形態と同様に、有機材料および沸点 140 以上 230 以下の溶媒を含む塗布液 (インク) を基材 11 に塗布することにより形成する。

【0112】

続いて、第 1 の実施の形態と同様にして、図 2 (B) に示した工程により、塗布膜 15 を真空乾燥することにより転写層 14 (赤色転写層 14 R、緑色転写層 14 G または青色転写層 14 B) を形成する (ステップ S102)。

【0113】

そののち、第 1 の実施の形態と同様にして、同じく図 2 (B) に示した工程により、転写層 14 を加熱処理する (ステップ S103)。これにより、基材 11 に有機材料を含む転写層 14 (赤色転写層 14 R、緑色転写層 14 G または青色転写層 14 B) を有するドナー基板 10 (赤色ドナー基板 10 R、緑色ドナー基板 10 G または青色ドナー基板 10 B) が完成する。

【0114】

図 7 は、塗布膜 15 を形成する工程を行う塗布装置 51 と、塗布膜 15 を真空乾燥して転写層 14 を形成する工程を行う減圧乾燥装置 52 と、転写層 14 を加熱処理する工程を行う真空ベーク炉 53 との位置関係を表したものである。

【0115】

塗布装置 51 は、例えばスリットコーラにより構成されると共に、雰囲気制御のための筐体 51 A に収容されている。

【0116】

塗布装置 51 の筐体 51 A と減圧乾燥装置 52 との間には、搬送空間 54 が設けられている。この搬送空間 54 は、塗布装置 51 から減圧乾燥装置 52 まで基材 11 を搬送するためのものであり、雰囲気制御のための筐体 54 A を有している。

【0117】

塗布装置 51 の筐体 51 A の天井 51 B には、制御された雰囲気を導入するための導入口 51 C が設けられている。また、搬送空間 54 の筐体 54 A の天井 54 B には、筐体 51 A と同様に、制御された雰囲気を導入するための導入口 54 C が設けられている。

【0118】

塗布装置 51 (すなわち筐体 51 A 内部) および搬送空間 54 (すなわち筐体 54 A 内部) を、窒素を主成分とする雰囲気とすることが好ましい。有機 EL 材料は水、酸素への暴露により特性の劣化が生じやすいからである。

【0119】

具体的には、塗布装置 51 および搬送空間 54 を、窒素を主成分とし、酸素含有率が 0.1 ppm 以上 5000 ppm 以下の雰囲気とすることが好ましい。5000 ppm より

10

20

30

40

50

高いと発光材料の劣化が生じ、発光ムラや発光強度低下の原因となるからである。また、0.1 ppmより低いと、大面積の基材11を用いた場合に、基材11が置かれる雰囲気を維持するための設備コストが膨大となり現実的ではない。

【0120】

塗布装置51と、搬送空間54とは、露点-80以上-30以下の雰囲気に制御することが好ましい。この範囲外では塗布膜15のムラが生じ、発光ムラや発光強度低下の原因となるからである。

【0121】

また、搬送空間54における基材11から搬送空間の天井54Bまでの距離L(m)および基材11の搬送速度V(m/sec)を、数1を満たすようにすることが好ましい。これにより、搬送に起因する塗布膜15のムラを改善すると共に、生産コストの上昇を抑えることが可能となる。すなわち、距離Lが0.3mよりも小さいと、搬送空間54が狭すぎることにより搬送に伴って風が起き、塗布膜15のムラが生じ、発光ムラや発光強度低下の原因となる。また距離Lが0.9mよりも大きいと、雰囲気維持のための気体の製造・使用コストが大きくなり、製造コスト増大の原因となる。V/Lが数1の範囲外の場合には、塗布膜15のムラが生じ、発光ムラの原因となる。

10

【0122】

(数1)

$$0.3 < L < 0.9$$

$$0.3 < V/L < 4$$

20

【0123】

ここで、距離Lは、搬送空間54の筐体54Aの天井54Bの高さが場所により異なっている場合には、基材11の搬送方向に20cm以上の厚さを有する空間のうちで、最も短い距離をいう。このとき、減圧乾燥装置52や塗布装置51に基材11を出し入れするための開口部、測定治具などの突起、基材11の搬送方向に20cm以下の厚さの空間(間仕切りなど)は含めない。

【0124】

搬送速度Vは、基材11が併進運動ではなく、円弧など基材11の部位によって異なる速さで動く場合には、基材11の中で最も速い速度で運動する部位の速度をいう。

30

【0125】

なお、減圧乾燥装置52と真空ベーク炉53との間にも、搬送空間(図示せず)が設けられている。しかし、真空乾燥後では、転写層14の流動性が低いので搬送条件は特に限定されず、酸素含有率および露点のみを上記範囲内に制御すれば足りる。

【0126】

塗布膜15を真空乾燥する工程は、第2の実施の形態と同様に、室温よりも-10以上+10以下の温度で行うことが好ましい。塗布膜15に乾燥温度ムラが生じ、発光ムラや発光強度低下の原因となるからである。

【0127】

(被転写基板を形成する工程)

一方、第1の実施の形態と同様にして、図3(A)に示した工程により、基板21に下部電極22、絶縁膜23、正孔注入層24Aおよび正孔輸送層24Bを設けることにより、被転写基板20Aを形成する(ステップS201)。

40

【0128】

(熱転写により発光層を形成する工程)

被転写基板20Aを形成したのち、第1の実施の形態と同様にして、図3(B)、図4(A)および図4(B)に示した工程により、転写層14を被転写基板20Aに対向配置し、転写層14を昇華または気化させて被転写基板20Aに熱転写することにより赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBを形成する(ステップS202)。

【0129】

50

熱転写工程では、全ての熱転写が終了したか否かを判断する（ステップS203）。終了していない（ステップS203；N）と判断された場合には、熱転写の工程（ステップS202）に戻る。終了した（ステップS203；Y）と判断された場合には、発光層24Cの加熱処理を行う（ステップS204）。

【0130】

熱転写が終了したのち、第1の実施の形態と同様にして、発光層24Cの加熱処理を行う（ステップS204）。

【0131】

（複数の有機層の残部および上部電極を形成する工程）

発光層24Cの加熱処理を行ったのち、第1の実施の形態と同様にして、図5（A），図5（B）に示した工程により、電子輸送層24D，電子注入層25および上部電極26を形成する（ステップS205）。これにより、下部電極22と上部電極26との交差部において、発光層24Cを含む有機層24が挟持された部分に、赤色発光素子20R、緑色発光素子20Gおよび青色発光素子20Bがそれぞれ形成される。

【0132】

（封止工程）

このようにして有機電界発光素子20R，20G，20Bを形成したのち、第1の実施の形態と同様にして、図6に示した工程により、上部電極26の上に保護膜27および接着層30を形成し、接着層30を間に封止用基板40を貼り合わせる（ステップS206）。以上により、基板21上に有機電界発光素子20R，20G，20Bを配列した表示装置が完成する。

【0133】

このように本実施の形態では、塗布装置51および搬送空間54の雰囲気、搬送空間54の寸法および搬送速度V、並びに真空乾燥工程の温度を所定範囲とすることによって、製造コスト低減のために一辺の長さが60cm以上の大型の基材11を用いた場合にも、均一な転写層14を形成し、発光特性を向上させることが可能となる。

【0134】

（表示装置の構成）

図8は、上記各実施の形態の製造方法によって製造された表示装置の全体構成の一例を表したものである。この表示装置は、極薄型の有機発光カラーディスプレイ装置などとして用いられるものであり、例えば、ガラスよりなる駆動用基板11の上に、後述する複数の有機発光素子20R，20G，20Bがマトリクス状に配置されてなる表示領域110が形成されると共に、この表示領域110の周辺に、映像表示用のドライバである信号線駆動回路120および走査線駆動回路130が形成されたものである。

【0135】

表示領域110内には画素駆動回路140が形成されている。図9は、画素駆動回路140の一例を表したものである。この画素駆動回路140は、下部電極22の下層に形成され、駆動トランジスタTr1および書き込みトランジスタTr2と、その間のキャパシタ（保持容量）Csと、第1の電源ライン（Vcc）および第2の電源ライン（GND）の間に於いて駆動トランジスタTr1に直列に接続された有機発光素子10R（または10G，10B）とを有するアクティブ型の駆動回路である。駆動トランジスタTr1および書き込みトランジスタTr2は、一般的な薄膜トランジスタ（TFT（Thin Film Transistor））により構成され、その構成は例えば逆スタガー構造（いわゆるボトムゲート型）でもよいレスタガー構造（トップゲート型）でもよく特に限定されない。

【0136】

画素駆動回路140において、列方向には信号線120Aが複数配置され、行方向には走査線130Aが複数配置されている。各信号線120Aと各走査線130Aとの交差点が、有機発光素子10R，10G，10Bのいずれか一つ（サブピクセル）に対応している。各信号線120Aは、信号線駆動回路120に接続され、この信号線駆動回路120

10

20

30

40

50

から信号線 120A を介して書き込みトランジスタ Tr 2 のソース電極に画像信号が供給されるようになっている。各走査線 130A は走査線駆動回路 130 に接続され、この走査線駆動回路 130 から走査線 130A を介して書き込みトランジスタ Tr 2 のゲート電極に走査信号が順次供給されるようになっている。

【0137】

(モジュールおよび適用例)

以下、上述した各実施の形態の製造方法により製造された表示装置の適用例について説明する。この表示装置は、テレビジョン装置、デジタルカメラ、ノート型パーソナルコンピュータ、携帯電話等の携帯端末装置あるいはビデオカメラなど、外部から入力された映像信号あるいは内部で生成した映像信号を、画像あるいは映像として表示するあらゆる分野の電子機器の表示装置に適用することが可能である。

10

【0138】

(モジュール)

上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置は、例えば、図 10 に示したようなモジュールとして、後述する適用例 1 ~ 5 などの種々の電子機器に組み込まれる。このモジュールは、例えば、基板 21 の一辺に、封止用基板 40 および接着層 30 から露出した領域 210 を設け、この露出した領域 210 に、信号線駆動回路 120 および走査線駆動回路 130 の配線を延長して外部接続端子(図示せず)を形成したものである。外部接続端子には、信号の入出力のためのフレキシブルプリント配線基板(FPC; Flexible Printed Circuit) 220 が設けられていてもよい。

20

【0139】

(適用例 1)

図 11 は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置が適用されるテレビジョン装置の外観を表したものである。このテレビジョン装置は、例えば、フロントパネル 310 およびフィルターガラス 320 を含む映像表示画面部 300 を有しており、この映像表示画面部 300 は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置により構成されている。

30

【0140】

(適用例 2)

図 12 は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置が適用されるデジタルカメラの外観を表したものである。このデジタルカメラは、例えば、フラッシュ用の発光部 410、表示部 420、メニュースイッチ 430 およびシャッターボタン 440 を有しており、その表示部 420 は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置により構成されている。

40

【0141】

(適用例 3)

図 13 は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置が適用されるノート型パーソナルコンピュータの外観を表したものである。このノート型パーソナルコンピュータは、例えば、本体 510、文字等の入力操作のためのキーボード 520 および画像を表示する表示部 530 を有しており、その表示部 530 は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置により構成されている。

【0142】

(適用例 4)

図 14 は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置が適用されるビデオカメラの外観を表したものである。このビデオカメラは、例えば、本体部 610、この本体部 610 の前方側面に設けられた被写体撮影用のレンズ 620、撮影時のスタート/ストップスイッチ 630 および表示部 640 を有しており、その表示部 640 は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置により構成されている。

50

【0143】

(適用例 5)

図15は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置が適用される携帯電話機の外観を表したものである。この携帯電話機は、例えば、上側筐体710と下側筐体720とを連結部(ヒンジ部)730で連結したものであり、ディスプレイ740、サブディスプレイ750、ピクチャーライト760およびカメラ770を有している。そのディスプレイ740またはサブディスプレイ750は、上記各実施の形態の製造方法により製造された表示装置により構成されている。

【実施例】

【0144】

更に、本発明の具体的な実施例について説明する。

【0145】

(実施例1-1~1-7)

上記第1の実施の形態と同様にして、基材11に緑色転写層14Gを有する緑色ドナー基板10Gを作製した。まず、基材11として30cm×35cmのガラス基板を用意し、この基材11に、スパッタリング法により、モリブデン(Mo)よりなる光熱変換層12を200nmの厚みで形成した。次いで、光熱変換層12の上に、CVD法により、窒化シリコン(SiNx)よりなる酸化保護膜13を100nmの厚みで形成した。続いて、濡れ性向上のため、エキシマUVを用いて、基板11の前処理を行った。

【0146】

そののち、ホスト材料としてのADNに、緑色発光性のドーパント材料としてクマリンを混合し、この混合物を溶媒に溶解させて塗布液を調製した。その際、実施例1-1~1-7で、溶媒の種類および沸点を、表1に示したように異ならせた。

【0147】

【表1】

| | 溶媒 | 沸点 (°C) | 備考 |
|--------|------------|------------|----------------------------|
| 実施例1-1 | テトラヒドロフラン | 66 | スリットコート中に、塗布分が乾燥開始し、ムラとなる。 |
| 実施例1-2 | トルエン | 110 | スリットコート中に、塗布分が乾燥開始し、ムラとなる。 |
| 実施例1-3 | シクロヘンタノン | 131 | スリットコート中に、塗布分が乾燥開始し、ムラとなる。 |
| 実施例1-4 | シクロヘキサン | 155 | 全面に均一な塗布膜が得られた。 |
| 実施例1-5 | ジイソブチルケトン | 170 | 全面に均一な塗布膜が得られた。 |
| 実施例1-6 | N-メチルピロリドン | 204 | 真空乾燥中に、乾燥ムラが生じた。 |
| 実施例1-7 | γ-ブチルラクトン | 204 | 真空乾燥中に、乾燥ムラが生じた。 |

【0148】

塗布液を調製したのち、この塗布液をスリットコーティングを用いて基材11に幅250mm、液膜の厚み約10μmで塗布し、緑色塗布膜15Gを形成した。スリットコートの塗布速度は30mm/secとし、塗布長さは280mmとした。

【0149】

緑色塗布膜15Gを形成したのち、この緑色塗布膜15Gを真空乾燥することにより緑色転写層14Gを形成した。その際、真空デシケータを用い、室温で真空引き(到達真空度1Torr)を行うことにより、溶媒を除去した。

【0150】

スリットコート後および真空乾燥後の緑色塗布膜15Gの状態を目視により観察した。その結果を表1に併せて示す。

10

20

30

40

50

【0151】

表1から分かるように、沸点156の溶媒を用いた実施例1-4と、沸点170の溶媒を用いた実施例1-5では、それ以外の実施例に比べて、緑色塗布膜15Gの均一性が向上していた。一方、沸点66の溶媒を用いた実施例1-1、沸点110の溶媒を用いた実施例1-2、沸点131の溶媒を用いた実施例1-3では、溶媒の沸点が低いので、スリットコート中に溶媒の乾燥が部分的に始まってしまい、ムラが生じた。また、沸点204の溶媒を用いた実施例1-6, 1-7では、スリットコート後には均一な緑色塗布膜15Gが得られていたものの、真空乾燥後に乾燥ムラが生じた。

【0152】

すなわち、塗布液の溶媒として沸点140以上200以下のものを用いれば、均一な塗布膜15を形成することができる事が分かった。更に、沸点150以上170以下のものを用いれば、塗布膜15を均一に真空乾燥させて、均一な転写層14を形成することができる事が分かった。 10

【0153】

(実施例2-1~2-10)

上記第1の実施の形態と同様にして、基材11に緑色転写層14Gを有する緑色ドナー基板10Gを作製した。まず、基材11として30cm×35cmのガラス基板を用意し、この基材11に、スパッタリング法により、モリブデン(Mo)よりなる光熱変換層12を200nmの厚みで形成した。次いで、光熱変換層12の上に、CVD法により、窒化シリコン(SiNx)よりなる酸化保護膜13を100nmの厚みで形成した。続いて、濡れ性向上のため、エキシマUVを用いて、基板11の前処理を行った。 20

【0154】

そののち、ホスト材料として実施例2-1~2-5ではADN、実施例2-6~2-10では-NPDを用い、これらのホスト材料に、緑色発光性のドーパント材料としてクマリンを混合し、この混合物を溶媒としてのシクロヘキサンに溶解させて塗布液を調製した。

【0155】

塗布液を調製したのち、この塗布液をスリットコーティング用いて基材11に幅250mm、液膜の厚み約10μmで塗布し、緑色塗布膜15Gを形成した。

【0156】

緑色塗布膜15Gを形成したのち、この緑色塗布膜15Gを真空乾燥することにより緑色転写層14Gを形成した。その際、真空デシケータを用い、室温で真空引き(到達真空度1Torr)を行うことにより、溶媒を除去した。真空乾燥後の緑色転写層14Gの溶媒混入度を、実施例2-1~2-10で表2に示したように異ならせた。 30

【0157】

【表2】

| | | 溶媒混入度 (ppm) | 加熱後の膜状態 |
|----------|---------------|----------------|---------|
| 実施例 2-1 | ADN | 500 | 良好 |
| 実施例 2-2 | ADN | 800 | 良好 |
| 実施例 2-3 | ADN | 1000 | 良好 |
| 実施例 2-4 | ADN | 2000 | 膜抜け不良 |
| 実施例 2-5 | ADN | 3000 | 膜抜け不良 |
| 実施例 2-6 | α -NPD | 500 | 良好 |
| 実施例 2-7 | α -NPD | 800 | 良好 |
| 実施例 2-8 | α -NPD | 1000 | 良好 |
| 実施例 2-9 | α -NPD | 2000 | 良好 |
| 実施例 2-10 | α -NPD | 3000 | 良好 |

10

20

【0158】

緑色転写層15Gを形成したのち、この緑色転写層15Gに対して、ホットプレートで180、10分間の加熱処理を行い、放冷し、得られた緑色転写層14Gの状態を目視により観察した。その結果を表2に併せて示す。

【0159】

表2から分かるように、ホスト材料としてADNを用いた実施例2-1～2-5では、真空乾燥後の溶媒混入度を1000ppm以下とした実施例2-1～2-3のほうが、溶媒混入度を2000ppm、3000ppmとした実施例2-4、2-5に比べて加熱処理後の緑色転写層14Gの状態が良好になっていた。なお、実施例2-4、2-5では、加熱処理後の緑色転写層14Gに孔（いわゆる膜抜け）が生じていた。一方、ホスト材料として α -NPDを用いた実施例2-6～2-10では、真空乾燥後の溶媒混入度によって、加熱処理後の緑色転写層14Gの状態に違いは見られなかった。

30

【0160】

すなわち、ホスト材料としてADNを用いた場合には、真空乾燥後の溶媒混入度を1000ppm以下とすることにより、加熱処理後の緑色転写層14Gの状態を良好にすることができることが分かった。

【0161】

（実施例3-1～3-3）

上記第1の実施の形態と同様にして、緑色発光素子20Gを形成した。その際、ドナー基板10の基材11および被転写基板20Aの基板21として、25mm×25mmのガラス基板を用い、緑色発光素子20Gの大きさは2mm×2mmとした。

40

【0162】

まず、基材11に緑色転写層14Gを有する緑色ドナー基板10Gを作製した。基材11として25mm×25mmのガラス基板を用意し、この基材11に、スパッタリング法により、モリブデン（Mo）よりなる光熱変換層12を200nmの厚みで形成した。次いで、光熱変換層12の上に、CVD法により、窒化シリコン（SiNx）よりなる酸化保護膜13を100nmの厚みで形成した。続いて、濡れ性向上のため、エキシマUVを用いて、基板11の前処理を行った。

【0163】

その後、ホスト材料としてのADNに、緑色発光性のドーパント材料としてクマリン

50

を混合し、この混合物を溶媒としてのシクロヘキサンに0.3重量%溶解させて塗布液を調製した。

【0164】

塗布液を調製したのち、この塗布液を小型ディスペンサーを用いて基材11に、液膜の厚み約10μmで塗布し、緑色塗布膜15Gを形成した。

【0165】

緑色塗布膜15Gを形成したのち、この緑色塗布膜15Gを真空乾燥機に移動させ、真空乾燥することにより緑色転写層14Gを形成した。その際、真空簡素後の緑色転写層14Gの溶媒混入度が500ppm以下となるまで十分に真空引きを行った。

【0166】

緑色転写層14Gを形成したのち、この緑色転写層14Gに対して、窒素ガス中において加熱処理を行った。その際、加熱温度は、実施例3-1では160、実施例3-2では180、実施例3-3では190とした。

【0167】

上記第1の実施の形態と同様にして被転写基板20Aを作製した。基板21として25mm×25mmのガラス基板を用意し、この基板21に、下部電極22として、厚み120nmのAg-Pu-Cu合金膜と、厚み10nmのITO膜とを順に形成した。

【0168】

次いで、スパッタリング法により酸化シリコンよりなる絶縁膜23を形成し、この絶縁膜23に、リソグラフィ法により、下部電極22に対応して開口を設けた。

【0169】

続いて、蒸着法により、厚み10nmのm-MADATAよりなる正孔注入層24Aと、厚み35nmの-NPDよりなる正孔輸送層24Bとを順に形成した。これにより、被転写基板20Aを形成した。

【0170】

そののち、緑色転写層14Gを被転写基板20Aに対向配置し、真空中で密着させた。緑色ドナー基板10Gと被転写基板20Aとの間には、絶縁膜23の厚みによって、約3μmの間隙が維持されていた。この状態で、緑色ドナー基板10Gの裏側から波長800nmのレーザ光hrを照射することにより、緑色転写層14Gを昇華または気化させて、被転写基板20Aに熱転写し、緑色発光層24CGを形成した。レーザ光hrは、スポットサイズ300μm×10μmとし、スポット形状の長手方向に対して直交する方向に走査した。エネルギー密度は1.8J/cm²とした。

【0171】

緑色発光層24CGを形成したのち、緑色発光層24CGが形成された基板21全体に対して100、30分間、加熱処理を行った。

【0172】

緑色発光層24CGの加熱処理を行ったのち、蒸着法により、厚み20nm程度のAl_q3よりなる電子輸送層24Dを形成した。続いて、蒸着法により、厚み約0.3nmのLiFよりなる電子注入層25を形成した。電子注入層25の蒸着速度は0.01nm/sec以下とした。そののち、蒸着法により、厚み10nmのMg-Ag合金よりなる上部電極26を形成した。

【0173】

上部電極26を形成したのち、CVD法により、厚み1000nmの窒化シリコン(SiNx)よりなる保護膜27を形成した。保護膜27の上に、紫外線硬化樹脂(スリーボンド社製「3027C」)よりなる接着層30をディスペンサーにより一様に塗布し、封止用基板40を貼り合わせ、紫外線ランプによって接着層30を硬化させた。

【0174】

(比較例3-1)

緑色転写層14Gの加熱処理を行わなかったことを除いては、実施例3-1~3-3と同様にして緑色発光素子20Gを作製した。

10

20

30

40

50

【0175】

得られた実施例3-1～3-3および比較例3-1の緑色発光素子20Gについて、10mA/cm²の低電流密度を印加して初期発光効率を調べた。また、実施例3-1～3-3と比較例3-1とで、同色、同輝度で発光するように電流印加を設定した状態で寿命試験を行い、100時間経過後の輝度減少率を調べた。得られた結果を表3に示す。

【0176】

【表3】

| | S103 加熱条件 | 初期効率(cd/A) | 100h 後輝度減少率 |
|--------|-----------|------------|-------------|
| 実施例3-1 | 160°C | 8.2 | 25 |
| 実施例3-2 | 180°C | 8.5 | 20 |
| 実施例3-3 | 190°C | 8.2 | 22 |
| 比較例3-1 | なし | 5.6 | 40 |

10

【0177】

表3から分かるように、緑色転写層14Gの加熱処理を行った実施例3-1～3-3では、緑色転写層14Gの加熱処理を行わなかった比較例3-1に比べて、初期効率、100時間経過後の輝度減少率のいずれも良好な結果が得られた。

20

【0178】

すなわち、緑色塗布膜15Gを真空乾燥させて緑色転写層14Gを形成したのち、緑色転写層14Gを加熱処理することにより、発光効率や輝度半減寿命などの特性を向上させることができることが分かった。

【0179】

(実施例4-1)

上記第2の実施の形態と同様にして表示装置を作製した。その際、ドナー基板10の基材11として、60cm×72cmのガラス基板を用いた。

30

【0180】

まず、基材11に赤色転写層14Rを有する緑色ドナー基板10Rを作製した。基材11として60cm×72cmのガラス基板を用意し、この基材11に、スパッタリング法により、モリブデン(Mo)よりなる光熱変換層12を200nmの厚みで形成した。次いで、光熱変換層12の上に、CVD法により、窒化シリコン(SiNx)よりなる酸化保護膜13を100nmの厚みで形成した。

【0181】

そののち、露点-80、酸素濃度0.3ppmのグローブボックス内で、水分含有率35ppmのシクロヘキサンに上記組成の窒素を10分間バーリングした。ホスト材料としての-NPDに、赤色発光性のドーパント材料としてBSNを30重量%混合し、この混合物をシクロヘキサンに0.5重量%の濃度で溶解させて赤色塗布液を調製した。

40

【0182】

赤色塗布液を調製したのち、この赤色塗布液を、露点-75、酸素濃度1ppmの雰囲気に制御された筐体を有するスリットコータを用いて、室温(23)で基材11に塗布し、赤色塗布膜15Rを形成した。

【0183】

赤色塗布膜15Rを形成したのち、赤色塗布膜15Rを形成した基材11を機械式搬送機により、室温(23)の減圧乾燥機に移動させ、真空乾燥することにより赤色転写層14Rを形成した。塗布終了から減圧開始までの時間は23秒とした。12Paまで減圧したのち、窒素にて大気圧までバージした。

50

【0184】

赤色転写層14Rを形成したのち、この緑色転写層14Gを、100℃に保たれた真空チャンバーに導入し、10分間加熱処理を行い、そのうち窒素を導入した。赤色転写層14Rの厚みは50nmとなるようにした。

【0185】

赤色ドナー基板10Rと同様にして、緑色転写層14Gを有する緑色ドナー基板10Rを作製した。その際、ホスト材料としてのADNに、緑色発光性のドーパント材料としてクマリン6を5重量%の濃度で混合し、この混合物をシクロヘキサンに0.3重量%の濃度で溶解させて緑色塗布液を調製した。緑色転写層14Gの厚みは30nmとなるようにした。

10

【0186】

赤色ドナー基板10Rと同様にして、青色転写層14Bを有する青色ドナー基板10Bを作製した。その際、ホスト材料としてのADNに、青色発光性のドーパント材料としてDPAVBiを2.5重量%混合し、この混合物をシクロヘキサンに0.3重量%の濃度で溶解させて青色塗布液を調製した。青色転写層14Bの厚みは30nmとなるようにした。

【0187】

上記第1の実施の形態と同様にして被転写基板20Aを作製した。基板21としてガラス基板を用意し、この基板21に、下部電極22として、厚み120nmのAg-Pu-Cu合金膜と、厚み10nmのITO膜とを順に形成した。

20

【0188】

次いで、スパッタリング法により酸化シリコンよりなる絶縁膜23を形成し、この絶縁膜23に、リソグラフィ法により、下部電極22に対応して開口を設けた。

【0189】

続いて、蒸着法により、厚み10nmのm-MADATAよりなる正孔注入層24Aと、厚み35nmの-NPDよりなる正孔輸送層24Bとを順に形成した。これにより、被転写基板20Aを形成した。

【0190】

そののち、赤色転写層14Rを被転写基板20Aに対向配置し、真空中で密着させた。赤色ドナー基板10Rと被転写基板20Aとの間には、絶縁膜23の厚みによって、約3μmの間隙が維持されていた。この状態で、赤色ドナー基板10Rの裏側から波長800nmのレーザ光hrを照射することにより、赤色転写層14Rを昇華または気化させて、被転写基板20Aに熱転写し、赤色発光層24CRを形成した。

30

【0191】

赤色発光層24CRと同様にして、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBを形成した。

【0192】

赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBを形成したのち、これら赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBが形成された基板21全体に対して100℃、30分間、加熱処理を行った。

40

【0193】

赤色発光層24CR、緑色発光層24CGおよび青色発光層24CBの加熱処理を行ったのち、蒸着法により、厚み20nm程度のAlq3よりなる電子輸送層24Dを形成した。続いて、蒸着法により、厚み約0.3nmのLiFよりなる電子注入層25を形成した。電子注入層25の蒸着速度は0.01nm/sec以下とした。その後、蒸着法により、厚み10nmのMg-Ag合金よりなる上部電極26を形成した。

【0194】

上部電極26を形成したのち、CVD法により、厚み1000nmの窒化シリコン(SiNx)よりなる保護膜27を形成した。保護膜27の上に、紫外線硬化樹脂(スリーボンド社製「3027C」)よりなる接着層30をディスペンサーにより一様に塗布し、封

50

止用基板40を貼り合わせ、紫外線ランプによって接着層30を硬化させた。

【0195】

(実施例4-2)

溶媒としてブチロラクトン(沸点204°C)を用いたことを除いては、実施例4-1と同様にして表示装置を作製した。

【0196】

(実施例4-3)

塗布方式、基材11のサイズ、溶媒、塗布終了から乾燥開始までの時間、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度、成膜雰囲気の水分濃度を表4に示したように異ならせたことを除いては、実施例4-1と同様にして表示装置を作製した。

10

【0197】

(実施例4-4, 4-5)

塗布液の固体分濃度および塗布終了から乾燥開始までの時間を表4に示したように異ならせたことを除いては、実施例4-1と同様にして表示装置を作製した。

【0198】

【表4】

| | 実施例4-1 | 実施例4-2 | 実施例4-3 | 実施例4-4 | 実施例4-5 |
|------------|----------|----------|-------------|--------------|--------------|
| 塗布方式 | スリットコータ | スリットコータ | インクジェット | スリットコータ | スリットコータ |
| 基板サイズ | 60×72cm | 60×72cm | 68×88cm | 60×72cm | 60×72cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | γブチロラクトン | 3メチルシクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン |
| 沸点 | 155°C | 204°C | 170°C | 155°C | 155°C |
| 固体分濃度 | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.09wt% | 1.2wt% |
| 塗布-乾燥時間間隔 | 23sec | 23sec | 10sec | 10sec | 10sec |
| 減圧乾燥温度 | 室温(23°C) | 室温(23°C) | 16°C | 室温(23°C) | 室温(23°C) |
| 塗布雰囲気の酸素濃度 | 1ppm | 1ppm | 3ppm | 3ppm | 3ppm |
| 塗布液の水分濃度 | 35ppm | 30ppm | 30ppm | 35ppm | 35ppm |
| 成膜雰囲気の露点 | -75°C | -75°C | -75°C | -75°C | -75°C |
| 塗布膜の状態 | ○○○ | ○○○ | ○○ | ××△大 析出△多 | ××△大 析出△多 |
| 発光の均一性 | ○○○ | ○○○ | ○○ | ××△大 | ××△大 |
| 発光強度 | ○○○ | ○○ | ○○○ | ○ | ○ |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

20

30

40

【0199】

得られた実施例4-1~4-5の表示装置について、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度および製造コストの評価を行った。その結果を表4に併せて示す。また、評価の基準を表5に示す。

【0200】

50

【表5】

| 項目 | 評価結果 | | | | |
|--------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | ○○○ | ○○ | ○ | × | ×× |
| 塗布膜の状態 | 膜品質良好、均一性良好、実用上問題のない程度のムラがまれに見出される | 膜品質良好、均一性良好だが実用上問題のない程度のムラが見出される | 膜品質良好、均一性良好だが実用上問題のない程度のムラが見出される | 実用上問題のあるムラ、あるいはブツなどの膜欠陥が見出される | 実用上問題のあるムラ、あるいはブツなどの膜欠陥が多数見出される |
| 発光の均一性 | 発光均一性良好、実用上問題ない程度の微弱な発光ムラがまれに見出される | 発光均一性良好、実用上問題ない程度の微弱な発光ムラが見出される | 発光均一性良好、実用上問題ない程度の微弱な発光ムラが見出される | 実用上問題のある発光ムラ、あるいは不発光などの欠陥が見出される | 実用上問題のある発光ムラ、あるいは不発光などの欠陥が多数見出される |
| 発光強度 | 発光強度が実用レベルの1.5倍以上 | 発光強度が実用レベルの1.3倍以上 | 発光強度が実用レベルの1倍以上 | 発光強度が実用レベルの70%以下 | 発光強度が実用レベルの40%以下 |
| 製造コスト | | | 表示素子1枚当たり製造コストが廉価実用レベル | 表示素子1枚当たり製造コストが高価実用不可レベル | |

10

20

30

40

50

【0201】

表4から分かるように、実施例4-3では、実施例4-1, 4-2とほぼ同等の結果が得られた。従って、塗布方式、基材11のサイズ、溶媒、塗布終了から乾燥開始までの時間、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度、成膜雰囲気の水分濃度については、結果に影響するものではないことが分かった。

【0202】

また、実施例4-1~4-3では、実施例4-4, 4-5に比べて、塗布膜15の状態および発光の均一性が向上した。これは、実施例4-4, 4-5では塗布液の固体分濃度が低すぎる、または高すぎることによるものである。つまり、固体分濃度を0.09重量%とした実施例4-4は、所望の厚みの塗布膜15を得るために必要な塗布液の塗布厚みが増し、乾燥工程で乾燥すべき溶媒の量が増えたので、均一な乾燥が難しくなり、塗布膜15のムラが生じて、発光ムラとなったものである。一方、固体分濃度を1.2重量%とした実施例4-5では、塗布液の塗布厚みが小さくなり、スリットコータの塗布液の吐出量が低くなり、塗布液ビードが不安定となり、塗布液の液膜が途切れてしまうなどの塗布不良が発生した。更に、固体分が析出して粒状になってしまい、発光ムラの原因となった。

【0203】

すなわち、塗布液の固体分濃度を0.09重量%より高く、1.2重量%より低くすれば、塗布膜15のムラを低減し、発光の均一性を向上させることができることが分かった。

【0204】

(実施例4-6, 4-7)

塗布終了から乾燥開始までの時間を表6に示したように異ならせたことを除いては、実施例4-1と同様にして表示装置を作製した。

【0205】

【表6】

| | 実施例4-1 | 実施例4-3 | 実施例4-6 | 実施例4-7 | 実施例4-8 |
|------------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| 塗布方式 | スリットコータ | インクジェット | スリットコータ | スリットコータ | スリットコータ |
| 基板サイズ | 60×72cm | 68×88cm | 60×72cm | 60×72cm | 30×35cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | 3メチルシクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン |
| 沸点 | 155°C | 170°C | 155°C | 155°C | 155°C |
| 固形分濃度 | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.3wt% |
| 塗布-乾燥時間間隔 | 23sec | 10sec | 3sec | 180sec | 180sec |
| 減圧乾燥温度 | 室温(23°C) | 16°C | 室温(23°C) | 室温(23°C) | 室温(23°C) |
| 塗布雰囲気の酸素濃度 | 1ppm | 3ppm | 3ppm | 3ppm | 3ppm |
| 塗布液の水分濃度 | 35ppm | 30ppm | 35ppm | 35ppm | 35ppm |
| 成膜雰囲気の露点 | -75°C | -75°C | -75°C | -75°C | -75°C |
| 塗布膜の状態 | ○○○ | ○○ | ××ムラ大 | ××ムラ大 | ○ |
| 発光の均一性 | ○○○ | ○○ | ××ムラ大 | ××ムラ大 | ○ |
| 発光強度 | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○ |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ | ○ | × |

【0206】

(実施例4-8)

基材11として30cm×35cmのガラス基板を用いたことを除いては、実施例4-7と同様にして表示装置を作製した。

【0207】

得られた実施例4-6～4-8の表示装置について、表5に示した基準に基づいて、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度および製造コストの評価を行った。その結果を表6に併せて示す。また、表6には、実施例4-1, 4-3の結果も併せて示す。

【0208】

表6から分かるように、実施例4-1, 4-3では、実施例4-6, 4-7に比べて、塗布膜15の状態および発光の均一性が向上した。これは、実施例4-6, 4-7では塗布終了から真空乾燥開始までの時間が短すぎる、または長すぎることによるものである。

【0209】

一方、実施例4-8では、実施例4-7に比べて製造コストは増大していたものの、塗布膜15の状態および発光の均一性は向上していた。すなわち、塗布終了から真空乾燥開始までの時間が長すぎることによるムラは、小型の基材11を用いる場合には特に問題にならないことが分かった。

10

20

30

40

50

【0210】

すなわち、塗布膜15を形成したのち、10秒以上180秒より短い時間内に真空乾燥を開始すれば、一辺が60cm以上の大型の基材11を用いた場合にも、厚みムラの少ない均一な塗布膜15を形成することができる事が分かった。

【0211】

(実施例4-9)

真空乾燥温度および塗布終了から乾燥開始までの時間を表7に示したように異ならせたことを除いては、実施例4-1と同様にして表示装置を作製した。

【0212】

【表7】

10

| | 実施例4-1 | 実施例4-3 | 実施例4-9 |
|------------|----------|-------------|---------|
| 塗布方式 | スリットコータ | インクシエット | スリットコータ |
| 基板サイズ | 60×72cm | 68×88cm | 60×72cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | 3メチルシクロヘキサン | シクロヘキサン |
| 沸点 | 155°C | 170 | 155 |
| 固形分濃度 | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.3wt% |
| 塗布-乾燥時間間隔 | 23sec | 10sec | 10sec |
| 減圧乾燥温度 | 室温(23°C) | 16°C | 38°C |
| 塗布雰囲気の酸素濃度 | 1ppm | 3ppm | 3ppm |
| 塗布液の水分濃度 | 35ppm | 30ppm | 35ppm |
| 成膜雰囲気の露点 | -75°C | -75°C | -20°C |
| 塗布膜の状態 | ○○○ | ○○ | ××ムラ大 |
| 発光の均一性 | ○○○ | ○○ | ××ムラ大 |
| 発光強度 | ○○○ | ○○○ | × |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ |

20

30

40

【0213】

得られた実施例4-9の表示装置について、表5に示した基準に基づいて、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度および製造コストの評価を行った。その結果を表7に併せて示す。また、表7には、実施例4-1, 4-3の結果も併せて示す。

【0214】

表7から分かるように、実施例4-1では、実施例4-9に比べて、塗布膜15の状態、発光の均一性および発光強度のいずれも向上していた。塗布膜15の状態および発光の均一性の違いは、実施例4-9では真空乾燥の温度が高すぎることによるものである。すなわち、実施例4-9は、塗布温度(室温、23)と真空乾燥温度(38)との温度差が大きいので、昇温が均一に進行せず、塗布膜15面内の温度ムラが液体の流動を引き

50

起こし、塗布膜15にムラが生じて、発光ムラや発光強度低下の原因となったものである。発光強度の違いは、実施例4-9では、成膜雰囲気の露点が高すぎることによるものである。

【0215】

なお、実施例4-1, 4-3は同等の結果が得られており、実施例4-3, 4-9の塗布終了から乾燥開始までの時間は同じであることから、実施例4-1, 4-9の塗布終了から乾燥開始までの時間の違いは結果に影響していないことが分かる。

【0216】

すなわち、塗布膜15の真空乾燥を室温よりも-7より高く、+15よりの低い温度で行うようにすれば、塗布膜15を形成したのち、減圧乾燥機に導入され、乾燥の設定温度に達するまでの時間内に生じる塗布膜15の温度分布を著しく小さくすることができ、塗布膜15の厚みムラを抑制することができることが分かった。

【0217】

(実施例4-10～4-12)

基材11のサイズ、溶媒、塗布液の固体分濃度、塗布終了から乾燥開始までの時間、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度、成膜雰囲気の水分濃度および露点を表8に示したように異ならせたことを除いては、実施例4-1と同様にして表示装置を作製した。

【0218】

【表8】

10

20

30

40

| | 実施例4-1 | 実施例4-10 | 実施例4-11 | 実施例4-12 |
|------------|----------|---------------|-----------|----------|
| 塗布方式 | スリットコータ | スリットコータ | スリットコータ | スリットコータ |
| 基板サイズ | 60×72cm | 60×72cm | 68×88cm | 60×72cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | N,Nジメチルアセトアミド | Nメチルピロリドン | シクロヘキサン |
| 沸点 | 155°C | 166°C | 204°C | 155°C |
| 固体分濃度 | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.7wt% | 0.3wt% |
| 塗布-乾燥時間間隔 | 23sec | 23sec | 60sec | 10sec |
| 減圧乾燥温度 | 室温(23°C) | 29°C | 18°C | 室温(23°C) |
| 塗布雰囲気の酸素濃度 | 1ppm | 5ppm | 500ppm | 2000ppm |
| 塗布液の水分濃度 | 35ppm | 25ppm | 40ppm | 35ppm |
| 成膜雰囲気の露点 | -75°C | -75°C | -75°C | -20°C |
| 塗布膜の状態 | ○○○ | ○○○ | ○○ | ○ |
| 発光の均一性 | ○○○ | ○○○ | ○○ | ×ムラ大 |
| 発光強度 | ○○○ | ○○ | ○ | ×× |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ | ○ |

【0219】

得られた実施例4-10～4-12の表示装置について、表5に示した基準に基づいて

50

、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度および製造コストの評価を行った。その結果を表8に併せて示す。また、表8には、実施例4-1の結果も併せて示す。

【0220】

表8から分かるように、実施例4-10, 4-11では、実施例4-1とほぼ同等の結果が得られた。よって、基材11のサイズ、溶媒、塗布液の固形分濃度、塗布終了から乾燥開始までの時間、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度、成膜雰囲気の水分濃度は、結果に影響していないことが分かった。

【0221】

一方、実施例4-10, 4-11では、実施例4-12に比べて、発光の均一性および発光強度のいずれも向上した。これは、実施例4-12では、塗布雰囲気の酸素濃度および成膜雰囲気の露点が高すぎることによるものである。

10

【0222】

すなわち、塗布膜15を形成する工程を、酸素雰囲気を1ppm以上、2000ppmより低く、露点を-75以上、-20よりも低くすれば、発光の均一性および発光強度を向上させることができることが分かった。

【0223】

(実施例4-13～4-15)

塗布方式、基材11のサイズ、溶媒、塗布液の固形分濃度、塗布終了から乾燥開始までの時間、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度、成膜雰囲気の水分濃度および露点を表9に示したように異ならせたことを除いては、実施例4-1と同様にして表示装置を作製した。

20

【0224】

【表9】

| | 実施例4-1 | 実施例4-3 | 実施例4-13 | 実施例4-14 | 実施例4-15 | 比較例4-1 | 比較例4-2 |
|------------|----------|-------------|-------------|-------------|---------|--------------|----------|
| 塗布方式 | スリットコート | イシグジエット | イシグジエット | イシグジエット | イシグジエット | スリットコート | イシグジエット |
| 基板サイズ | 60×72cm | 68×88cm | 68×88cm | 60×72cm | 10×10cm | 60×72cm | 60×72cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | 3メチルシクロヘキサン | 3メチルシクロヘキサン | 3メチルシクロヘキサン | シクロヘキサン | P-キシレン | 安息香酸アツチル |
| 沸点 | 155°C | 170°C | 170°C | 170°C | 155°C | 138°C | 250°C |
| 固形分濃度 | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.5wt% | 0.3wt% | 0.3wt% | 0.30 wt% | 0.3 wt% |
| 塗布-乾燥時間間隔 | 23sec | 10sec | 30sec | 10sec | 10sec | 10sec | 10sec |
| 減圧乾燥温度 | 室温(23°C) | 16°C | 33°C | 43°C | 43°C | 室温(23°C) | 室温(23°C) |
| 塗布霧囲気の酸素濃度 | 1ppm | 3ppm | 500ppm | 2000ppm | 3ppm | 2000ppm | 800ppm |
| 塗布液の水分濃度 | 35ppm | 30ppm | 100ppm | 35ppm | 35ppm | 10ppm | 40ppm |
| 成膜霧囲気の露点 | -75°C | -75°C | -60°C | -20°C | -75°C | -60°C | -20°C |
| 塗布膜の状態 | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ××△△大 | ○○○ | ×塗布ノズル詰まり,ムラ | ×析出アツ多 |
| 発光均一性 | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ×△△大 | ○○○ | ×△△大 | ×△△大 |
| 発光強度 | ○○○ | ○○○○ | ○○○○ | ××× | ○○○○ | ××× | ××× |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

【0225】

(比較例4-1, 4-2)

塗布方式、溶媒、塗布終了から乾燥開始までの時間、塗布霧囲気の酸素濃度、成膜霧囲気の水分濃度および露点を表9に示したように異ならせたことを除いては、実施例4-1と同様にして表示装置を作製した。

【0226】

得られた実施例4-13~4-15および比較例4-1, 4-2の表示装置について、表5に示した基準に基づいて、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度およ

び製造コストの評価を行った。その結果を表9に併せて示す。また、表9には、実施例4-1, 4-3の結果も併せて示す。

【0227】

表9から分かるように、実施例4-3では、実施例4-13に比べて、発光強度が向上した。これは、実施例4-13では塗布雰囲気の酸素濃度および成膜雰囲気の水分濃度が高すぎることによるものである。

【0228】

一方、実施例4-13では、実施例4-14に比べて、塗布膜15の状態、発光の均一性および発光強度のいずれも向上した。これは、実施例4-14では、塗布雰囲気の酸素濃度および成膜雰囲気の露点が高すぎることによるものである。

10

【0229】

これに対して、実施例4-15では、実施例4-14に比べて製造コストは増大していたものの、塗布膜15の状態、発光の均一性および発光強度は向上していた。すなわち、塗布雰囲気の酸素濃度および成膜雰囲気の露点が高すぎることによるムラは、小型の基材11を用いる場合には特に問題にならないことが分かった。

【0230】

更に、沸点138の溶媒を用いた比較例4-1では、塗布ノズル詰まりによる塗布ムラにより発光の均一性が低く、塗布雰囲気の酸素濃度が高いので発光強度が低下していた。沸点250の溶媒を用いた比較例4-2では、多数の析出粒子による塗布ムラにより発光の均一性が低く、塗布雰囲気の酸素濃度および露点が高すぎることにより発光強度も低下していた。

20

【0231】

すなわち、塗布膜15を形成する工程において、酸素含有率を1ppm以上、2000ppmより低く、露点を-75以上、-20よりも低くすれば、発光の均一性および発光強度を向上させることができることが分かった。

【0232】

(実施例5-1~5-5)

上記第3の実施の形態と同様にして表示装置を作製した。その際、基材11のサイズ、基材11の搬送速度V、搬送空間54の天井高さL、V/L、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度を、表10に示したように異ならせたことを除いては、実施例4-1と同様とした。

30

【0233】

【表10】

| | 実施例5-1 | 実施例5-2 | 実施例5-3 | 実施例5-4 | 実施例5-5 |
|----------------|----------|----------|---------|----------|----------|
| 塗布方式 | スリットコータ | スリットコータ | スリットコータ | スリットコータ | スリットコータ |
| 基板サイズ | 60×72cm | 60×72cm | 60×72cm | 60×72cm | 30×35cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン |
| 沸点 | 155°C | 155°C | 155°C | 155°C | 155°C |
| V | 0.1 | 0.3 | 1.2 | 2.1 | 2.1 |
| 天井高さ L(m) | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| V/L | 0.3 | 1 | 4 | 7 | 7 |
| 減圧乾燥 温度 | 室温(23°C) | 室温(23°C) | 29°C | 室温(23°C) | 室温(23°C) |
| 塗布雰囲気 の酸素濃度 | 1ppm | 1ppm | 5ppm | 5ppm | 3ppm |
| 成膜雰囲気 の露点 | -75°C | -75°C | -75°C | -75°C | -75°C |
| 塗布膜の 状態 | ○○○ | ○○○ | ○○ | ××ムラ大 | ○ |
| 発光の 均一性 | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ××ムラ大 | ○ |
| 発光強度 | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○ |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ | ○ | × |

10

20

30

【0234】

得られた実施例5-1～5-5の表示装置について、表5に示した基準に基づいて、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度および製造コストの評価を行った。その結果を表10に併せて示す。

【0235】

表10から分かるように、実施例5-1～5-3はほぼ同等な結果が得られた。従って、基材11の搬送速度V、搬送空間54の天井高さL、V/L、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度は結果に影響していないことが分かった。

【0236】

一方、実施例5-1～5-3は、実施例5-4に比べて、塗布膜15の状態および発光の均一性が向上していた。これは、搬送速度Vが速すぎてV/Lが大きいため、塗布膜15のムラが大きくなつたからである。

【0237】

これに対して、実施例5-5では、実施例5-4に比べて製造コストは増大していたものの、塗布膜15の状態および発光の均一性は向上していた。すなわち、搬送速度Vが速すぎてV/Lが大きくなることによるムラは、小型の基材11を用いる場合には特に問題にならないことが分かった。

【0238】

すなわち、 $0.3 < V/L < 4$ とすれば、塗布膜15の状態および発光の均一性を向上させることができることが分かった。

40

50

【0239】

(実施例5-6, 5-7)

塗布方式、基材11のサイズ、基材11の搬送速度V、搬送空間54の天井高さL、V/L、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度および露点を、表11に示したように異ならせたことを除いては、実施例5-1と同様にして表示装置を作製した。

【0240】

得られた実施例5-6, 5-7の表示装置について、表5に示した基準に基づいて、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度および製造コストの評価を行った。その結果を表11に併せて示す。なお、表11には実施例5-1の結果を併せて示す。

【0241】

【表11】

| | 実施例5-1 | 実施例5-6 | 実施例5-7 |
|------------|----------|----------|---------|
| 塗布方式 | スリットコータ | インクジェット | スリットコータ |
| 基板サイズ | 60×72cm | 68×88cm | 60×72cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン |
| 沸点 | 155°C | 155°C | 155°C |
| V | 0.1 | 0.7 | 0.7 |
| 天井高さL(m) | 0.3 | 0.7 | 0.7 |
| V/L | 0.3 | 1 | 1 |
| 減圧乾燥温度 | 室温(23°C) | 室温(23°C) | 38°C |
| 塗布雰囲気の酸素濃度 | 1ppm | 3ppm | 3ppm |
| 成膜雰囲気の露点 | -75°C | -75°C | -20°C |
| 塗布膜の状態 | ○○○ | ○○○ | ××△大 |
| 発光の均一性 | ○○○ | ○○○ | ××△大 |
| 発光強度 | ○○○ | ○○○ | × |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ |

【0242】

表11から分かるように、実施例5-1, 5-6はほぼ同等な結果が得られた。従って、塗布方式、基材11のサイズ、基材11の搬送速度V、搬送空間54の天井高さL、V/L、塗布雰囲気の酸素濃度は結果に影響していないことが分かった。

【0243】

一方、実施例5-6は、実施例5-7に比べて、塗布膜15の状態、発光の均一性および発光強度が向上していた。塗布膜15の状態および発光の均一性の違いは、真空乾燥温度の違いによるものである。発光強度の差は、成膜雰囲気の露点の違いによるものである。

【0244】

10

20

30

40

50

すなわち、真空乾燥温度を室温よりも +15 よりも低い温度で行うようにすれば、塗布膜 15 の状態および発光の均一性を向上させることができることが分かった。

【0245】

また、露点を -75 以上、 -20 より低くすれば、発光強度を向上させることができることも分かった。

【0246】

(実施例 5-8, 5-9)

塗布方式、基材 11 のサイズ、基材 11 の搬送速度 V、搬送空間 54 の天井高さ L、V/L、真空乾燥温度、塗布雰囲気の酸素濃度を、表 12 に示したように異ならせたことを除いては、実施例 5-1 と同様にして表示装置を作製した。

10

【0247】

得られた実施例 5-8, 5-9 の表示装置について、表 5 に示した基準に基づいて、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度および製造コストの評価を行った。その結果を表 12 に併せて示す。なお、表 12 には実施例 5-1, 5-2 の結果を併せて示す。

【0248】

【表 12】

| | 実施例 5-1 | 実施例 5-2 | 実施例 5-8 | 実施例 5-9 |
|------------|----------|----------|---------|----------|
| 塗布方式 | スリットコータ | スリットコータ | インクジェット | インクジェット |
| 基板サイズ | 60×72cm | 60×72cm | 60×72cm | 10×10cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン |
| 沸点 | 155°C | 155°C | 155°C | 155°C |
| V | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 天井高さ L(m) | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| V/L | 0.3 | 1 | 3 | 3 |
| 減圧乾燥 温度 | 室温(23°C) | 室温(23°C) | 29°C | 室温(23°C) |
| 塗布雰囲気の酸素濃度 | 1ppm | 1ppm | 5ppm | 3ppm |
| 成膜雰囲気の露点 | -75°C | -75°C | -75°C | -75°C |
| 塗布膜の状態 | ○○○ | ○○○ | ××ムラ大 | ○ |
| 発光の均一性 | ○○○ | ○○○ | ×ムラ大 | ○ |
| 発光強度 | ○○○ | ○○○ | ×× | ○ |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ | × |

20

30

40

【0249】

表 12 から分かるように、実施例 5-1, 5-2 は、実施例 5-8 に比べて、塗布膜 15 の状態、発光の均一性および発光強度が向上していた。これは搬送空間 54 の天井高さ L の違いによるものである。すなわち、天井高さ L が不適切（狭すぎる）な場合には、搬送空間 54 内の風の不均一が生じやすくなり、この風の不均一さが塗布膜 15 のムラにつ

50

ながる。

【0250】

これに対して、実施例5-9では、実施例5-8に比べて製造コストは増大していたものの、塗布膜15の状態、発光の均一性および発光強度は向上していた。すなわち、搬送空間54の天井高さLが低すぎることによるムラは、小型の基材11を用いる場合には特に問題にならないことが分かった。

【0251】

すなわち、天井高さLを0.3Lとすれば、塗布膜15の状態、発光の均一性および発光強度を向上させることができることが分かった。

【0252】

(実施例5-10～5-14)

塗布方式、基材11のサイズ、基材11の搬送速度V、搬送空間54の天井高さL、V/L、真空乾燥温度、塗布霧囲気の酸素濃度および露点を、表13に示したように異ならせたことを除いては、実施例5-1と同様にして表示装置を作製した。

【0253】

(比較例5-1, 5-2)

塗布方式、溶媒、基材11の搬送速度V、搬送空間54の天井高さL、V/L、真空乾燥温度、塗布霧囲気の酸素濃度および露点を、表13に示したように異ならせたことを除いては、実施例5-1と同様にして表示装置を作製した。

【0254】

得られた実施例5-10～5-14および比較例5-1, 5-2の表示装置について、表5に示した基準に基づいて、真空乾燥後の塗布膜の状態、発光の均一性、発光強度および製造コストの評価を行った。その結果を表13に併せて示す。なお、表13には実施例5-1, 5-6の結果を併せて示す。

【0255】

10

20

【表13】

| | 実施例 5-1 | 実施例 5-6 | 実施例 5-10 | 実施例 5-11 | 実施例 5-12 | 実施例 5-13 | 実施例 5-14 | 実施例 5-1 | 実施例 5-2 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|----------------|--------------|---------------------------------|-----------------------|--------------|
| 塗布方式 | スリットコート | インクジェット | インクジェット | スリットコート | スリットコート | インクジェット | スリットコート | スリットコート | インクジェット |
| 基板サイズ | 60×72cm | 68×88cm | 68×88cm | 68×88cm | 68×88cm | 68×88cm | 68×88cm | 60×72cm | 60×72cm |
| 溶媒 | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン | N-メチルピロリドン | N,N-ジメチルアセトアミド | γ-ブチラクトン | シクロヘキサン | P-キジレ | 安息香酸アツチル |
| 沸点 | 155°C | 155°C | 155°C | 204°C | 166°C | 204°C | 155°C | 138°C | 250°C |
| V | 0.1 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.6 | 0.3 | 0.3 |
| 天井高さ L(m) | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.6 | 0.3 | 0.3 |
| V/L | 0.3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 減圧乾燥 温度 | 室温 (23°C) | 室温 (23°C) | 室温 (23°C) | 18°C | 室温 (23°C) | 室温 (23°C) | 室温 (23°C) | 室温 (23°C) | 室温 (23°C) |
| 塗布霧気濃度 の酸素濃度 | 1ppm | 3ppm | 500ppm | 500ppm | 500ppm | 3000ppm | 500ppm | 7000ppm | 500ppm |
| 成膜霧気 の露点 | -75°C | -75°C | -60°C | -75°C | -50°C | -40°C | -75°C | -20°C | -75°C |
| 塗布膜の 状態 | ○○○ | ○○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ××ムラ大 | ×塗布ノズル 詰まり,ムラ 多 | ○ |
| 発光均一性 | ○○○ | ○○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ××ムラ大 | ×ムラ大 | ○ |
| 発光強度 | ○○○ | ○○○ | ○○ | ○ | ○ | ○○ | ○○ | ×× | × |
| 製造コスト | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | | | | | | × (霧气回維持 のための気 体のコスト大) | | |

【0256】

表13から分かるように、実施例5-1, 5-6は、実施例5-10~5-14に比べて、発光強度が向上していた。これは、実施例5-10~5-14では塗布霧気の酸素濃度が高かったからである。

【0257】

一方、実施例 5 - 10 ~ 5 - 13 は、実施例 5 - 14 に比べて、塗布膜 15 の状態および発光の均一性が向上し、製造コストも低かった。塗布膜 15 の状態および発光の均一性の違いは、実施例 5 - 14 では天井高さ L が高すぎるので、搬送時の風に起因するムラが生じたことによるものである。製造コストの差は、実施例 5 - 14 では天井高さ L が大きく、雰囲気維持のための気体のコストが大きくなつたからである。

【0258】

更に、沸点 138 の溶媒を用いた比較例 5 - 1 では、塗布ノズル詰まりによる塗布ムラにより発光の均一性が低く、塗布雰囲気の酸素濃度および露点が高いので発光強度が低下していた。沸点 250 の溶媒を用いた比較例 5 - 2 では、多数の析出粒子による塗布ムラにより発光の均一性が低く、塗布雰囲気の酸素濃度が高すぎることにより発光強度も低下していた。

10

【0259】

すなわち、塗布装置および搬送空間との露点を -75 以上、-20 よりも低くすると共に、天井高さ L を 0.3 L 0.9 とすれば、塗布膜 15 の状態、発光の均一性および発光強度を向上させることができることが分かった。

【0260】

また、酸素含有率を 1 ppm 以上、3000 ppm より低くすれば、発光強度を向上させることができることも分かった。

【0261】

以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態および実施例に限定されるものではなく、種々変形が可能である。例えば、上記実施の形態および実施例では、転写工程でレーザ光 h r を照射する場合について説明したが、フラッシュランプ、ヒートバー、サーマルヘッドなど他の光源を用いて輻射線を照射するようにしてもよい。

20

【0262】

また、上記実施の形態では、R, G, B すべての発光層 24C を転写法により形成する場合について説明したが、赤色発光層 24CR および緑色発光層 24CG のみを転写法により形成したのち、青色発光層 24CB を蒸着法により全面成膜するようにしてもよい。このとき、有機発光素子 20R では、赤色発光層 24CR と、青色発光層 24CB とが形成されているが、最もエネルギー準位の低い赤色にエネルギー移動が起こり、赤色発光が支配的となる。有機発光素子 20G では、緑色発光層 24CG と、青色発光層 24CB とが形成されているが、よりエネルギー準位の低い緑色にエネルギー移動が起こり、緑色発光が支配的となる。有機発光素子 20B では、青色発光層 24CB のみを有するので、青色発光が生じる。

30

【0263】

更に、例えば、上記実施の形態および実施例において説明した各層の材料および厚み、または成膜方法、成膜条件およびレーザ光の照射条件などは限定されるものではなく、他の材料および厚みとしてもよく、または他の成膜方法、成膜条件および照射条件としてもよい。例えば、下部電極 22 は、誘電体多層膜を有するようにすることもできる。

30

【0264】

加えて、例えば、上記実施の形態においては、基板 21 の上に、下部電極 22、有機層 24 および上部電極 26 を基板 21 の側から順に積層し、封止用基板 40 の側から光を取り出すようにした場合について説明したが、積層順序を逆にして、基板 21 の上に、上部電極 26、有機層 24 および下部電極 22 を基板 21 の側から順に積層し、基板 21 の側から光を取り出すようにすることもできる。

40

【0265】

更にまた、例えば、上記実施の形態では、下部電極 22 を陽極、上部電極 26 を陰極とする場合について説明したが、陽極および陰極を逆にして、下部電極 22 を陰極、上部電極 26 を陽極としてもよい。さらに、下部電極 22 を陰極、上部電極 26 を陽極とすると共に、基板 21 の上に、上部電極 26、有機層 24 および下部電極 22 を基板 21 の側か

50

ら順に積層し、基板 21 の側から光を取り出すようにすることもできる。

【0266】

加えてまた、上記実施の形態では、有機発光素子 20R, 20G, 20B の構成を具体的に挙げて説明したが、全ての層を備える必要はなく、また、他の層を更に備えていてもよい。例えば、下部電極 22 と有機層 24との間に、酸化クロム (III) (Cr₂O₃), ITO (Indium-Tin Oxide: インジウム (In) およびスズ (Sn) の酸化物混合膜) などからなる正孔注入用薄膜層を備えていてもよい。

【0267】

更にまた、上記各実施の形態では、アクティブマトリクス型の表示装置の場合について説明したが、本発明はパッシブマトリクス型の表示装置への適用も可能である。更にまた、アクティブマトリクス駆動のための画素駆動回路の構成は、上記各実施の形態で説明したものに限られず、必要に応じて容量素子やトランジスタを追加してもよい。その場合、画素駆動回路の変更に応じて、上述した信号線駆動回路 120 や走査線駆動回路 130 のほかに、必要な駆動回路を追加してもよい。

10

【0268】

加えてまた、塗布膜 15 ないし転写層 14 は、例えば印刷方式を適用することにより、基材 11 上に所定のパターンで形成してもよい。この場合には、熱転写においては、広い範囲にレーザ光を一括照射することで、所定のパターンを有する転写層 14 が被転写基板 20A 上の目的とする位置に一括転写される。

【0269】

更にまた、ドナー基板 10 を形成する工程では、基材 11 に光熱変換層 12 を所定のパターンで形成し、この上部に酸化保護膜 13 を介して転写層 14 を全面に塗布形成しても良い。この場合にも、熱転写においては、広い範囲にレーザ光を一括照射することで、所定のパターンを有する転写層 14 が被転写基板 20A 上の目的とする位置に一括転写される。

20

【0270】

加えてまた、ドナー基板 10 を形成する工程では、例えば印刷法を用いることによって、同一の基材 11 に複数色の転写層 14R, 14G, 14B を所定のパターンで形成しても良い。基材 11 には、各転写層 14R, 14G, 14B の位置合わせ用のマーカーを配置することが望ましい。

30

【0271】

この場合、転写層 14 の加熱処理は、各転写層 14R, 14G, 14B を構成する有機材料のガラス転移点以上でかつ融点より低い温度で行う。このため、例えば各転写層 14R, 14G, 14B に対して設定される加熱処理温度のうち、最も低い温度を採用すればよい。上記実施の形態では、赤色転写層 14R に対する熱処理温度が 150 であり、緑色転写層 14G と青色転写層 14B に対する熱処理温度が 160 なので、3 種類の転写層 14R, 14G, 14B を同一の基材 11 に形成した場合の転写層 14 の熱処理温度は 150 とする。

【0272】

このように同一の基材 11 に転写層 14R, 14G, 14B を有するドナー基板 10 を用いた場合には、熱転写において、広い範囲にレーザ光を一括照射することで、所定のパターンを有する転写層 14 が被転写基板 20A 上の目的とする位置に一括転写される。更に、複数種類の転写層 14R, 14G, 14B を一度の熱転写によって一括して被転写基板 20A に熱転写できる。また、この場合にも、基材 11 上の転写層 14R, 14G, 14B に対して加熱処理を行わない場合に比較して、十分な特性向上の効果を得ることができる。

40

【0273】

更にまた、本発明は、上述した正孔注入層 24A, 正孔輸送層 24B, 電子輸送層 24D などの共通層を各画素ごとに分離した素子においても、また、例えば特開 2003-272860 に示されるように、発光層を有する有機層のユニット (発光ユニット) を積層

50

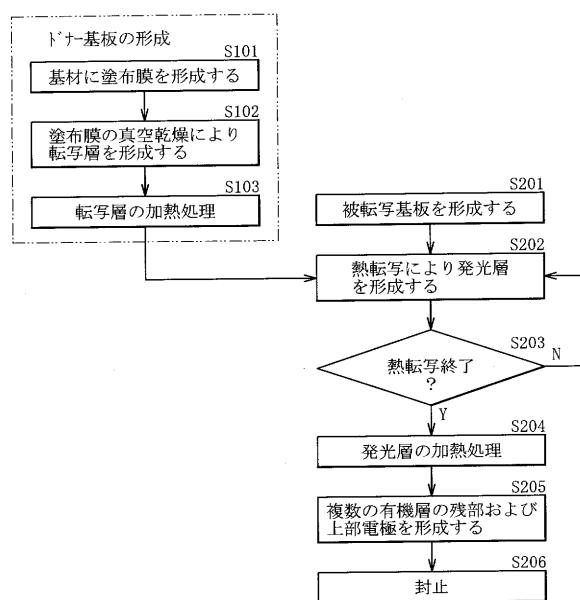
してなるタンデム型の有機EL素子においても有効であり、同様の効果を得ることができる。

【符号の説明】

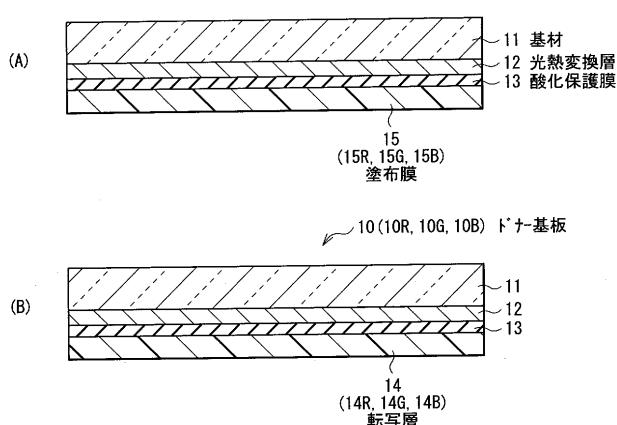
【0274】

11...基材、12...光熱変換層、13...酸化保護膜、14...転写層、15...塗布膜、20R...赤色発光素子、20G...緑色発光素子、20B...青色発光素子、21...基板、22...下部電極(陽極)、23...絶縁膜、24CR...赤色発光層、24CG...緑色発光層、24CB...青色発光層、26...上部電極(陰極)

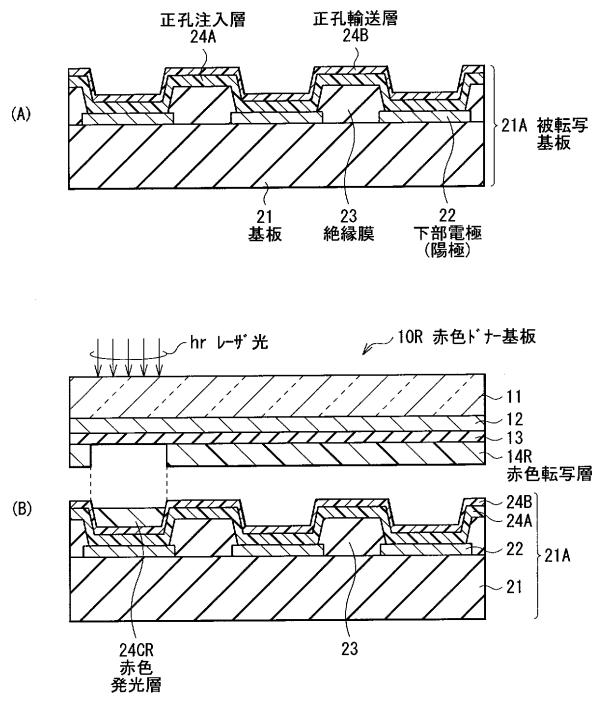
【図1】



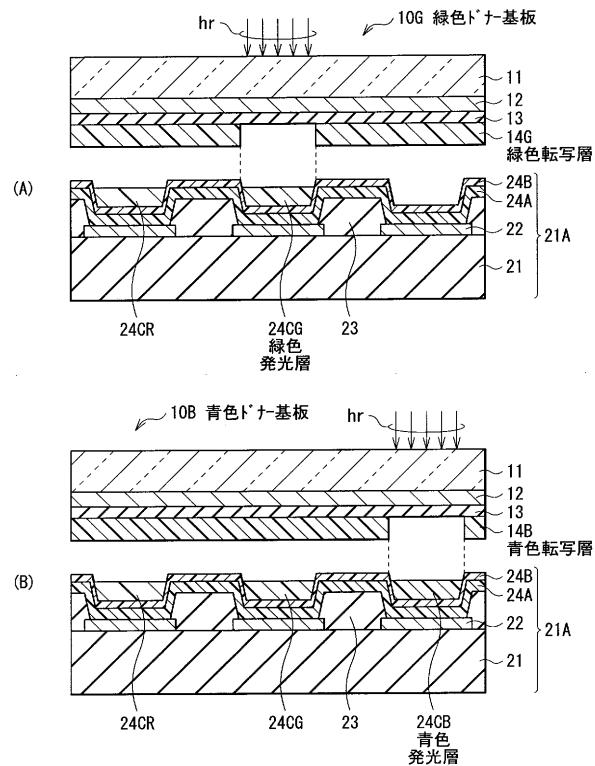
【図2】



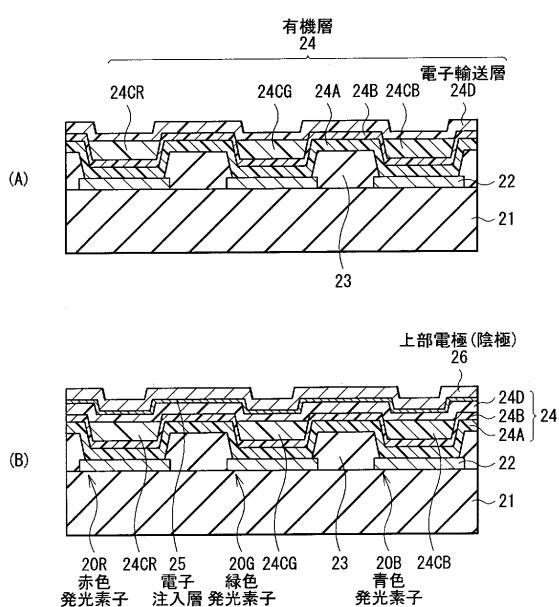
【図3】



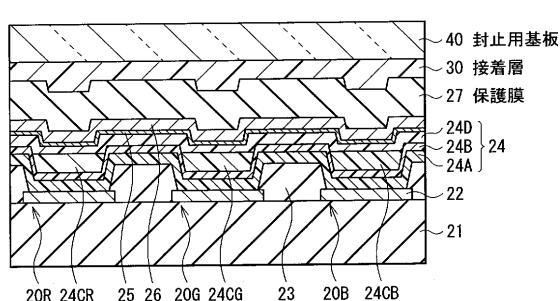
【図4】



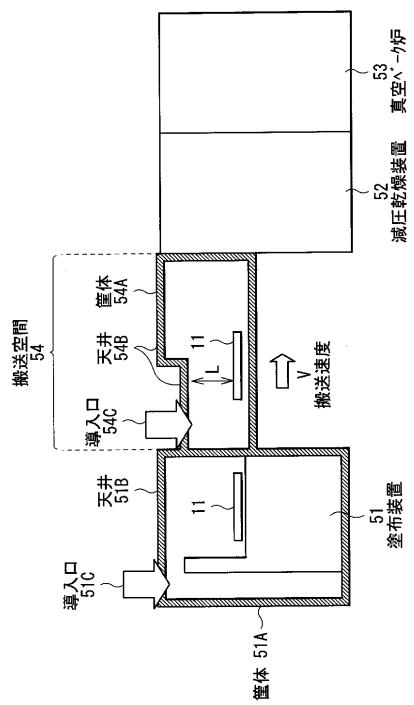
【図5】



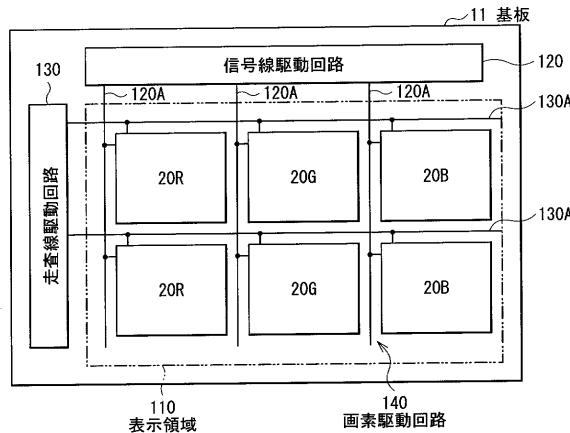
【図6】



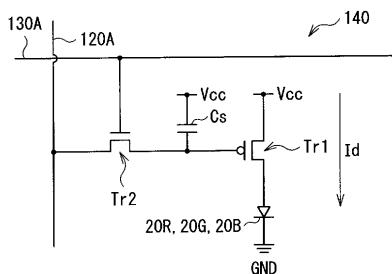
【図 7】



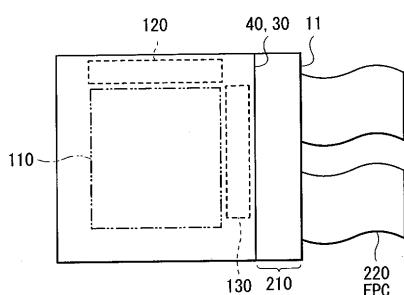
【図 8】



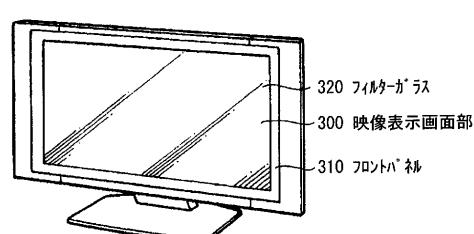
【図 9】



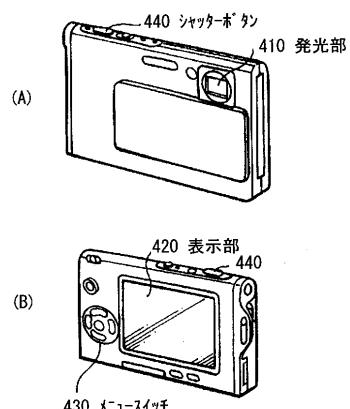
【図 10】



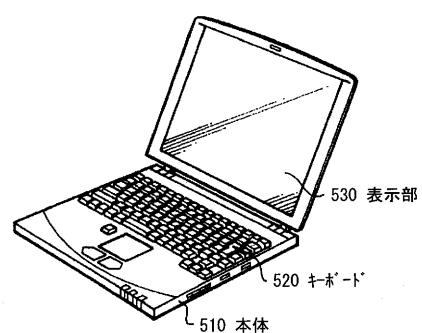
【図 11】



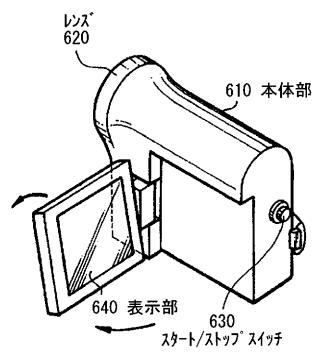
【図 12】



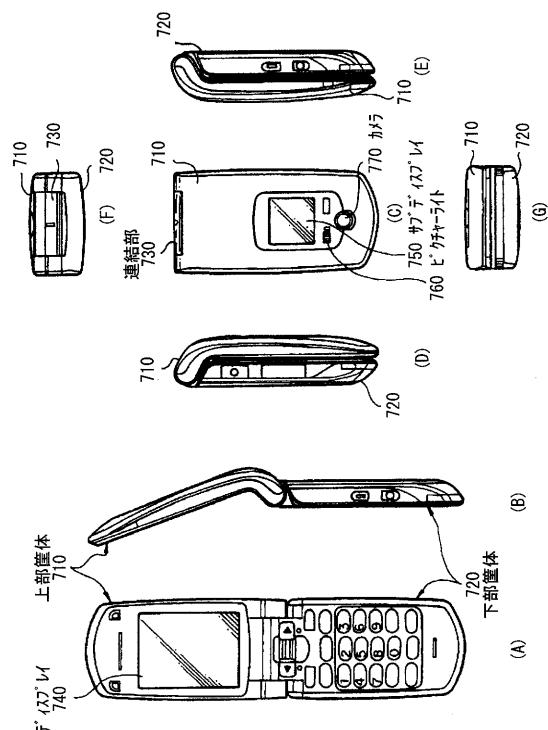
【図 13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 江嶋 一行
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 尾花 良哲
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC02 CC33 CC45 DD53 DD59 DD68 FF00 FF05
FF14 FF15 FF16 FF17 GG06 GG08 GG09 GG28

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 显示装置的制造方法 | | |
| 公开(公告)号 | JP2011108421A | 公开(公告)日 | 2011-06-02 |
| 申请号 | JP2009260254 | 申请日 | 2009-11-13 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 索尼公司 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 索尼公司 | | |
| [标]发明人 | 宫木幸夫 江嶋一行 尾花良哲 | | |
| 发明人 | 宮木 幸夫 江嶋 一行 尾花 良哲 | | |
| IPC分类号 | H05B33/10 H01L51/50 | | |
| FI分类号 | H05B33/10 H05B33/14.B | | |
| F-TERM分类号 | 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC33 3K107/CC45 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD68 3K107/FF00 3K107/FF05 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/FF16 3K107/FF17 3K107/GG06 3K107/GG08 3K107/GG09 3K107/GG28 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

本发明提供一种制造显示装置的方法，该显示装置能够形成均匀的转印层并改善发光特性。将包含有机材料和沸点为140°C以上且230°C以下的溶剂的涂布溶液涂布到基板11上以形成涂膜15。随后，通过真空干燥涂膜15形成转印层14，然后，对转印层14进行热处理。通过真空干燥涂膜15，除去涂膜15中含有的一部分溶剂，所得到的转印层14的溶剂污染程度变低。因此，当转印层14经受热处理时，可以抑制诸如孔的干燥缺陷的发生。[选图]图1

