

(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2006-66372

(P2006-66372A)

(43) 公開日 平成18年3月9日(2006.3.9)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
H05B 33/10	(2006.01)	H05B 33/10		2H111
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/14	A	3K007
B41M 5/382	(2006.01)	B41M 5/26	Q	
B41M 5/46	(2006.01)			

審査請求 有 請求項の数 38 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-377990 (P2004-377990)	(71) 出願人	590002817 三星エスディアイ株式会社
(22) 出願日	平成16年12月27日 (2004.12.27)		大韓民国京畿道水原市靈通区▲しん▼洞5 75番地
(31) 優先権主張番号	2004-068773	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
(32) 優先日	平成16年8月30日 (2004.8.30)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
		(74) 代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
		(72) 発明者	宋 明原 大韓民国京畿道水原市靈通区新洞575番 地 三星エスディアイ株式会社内 最終頁に続く

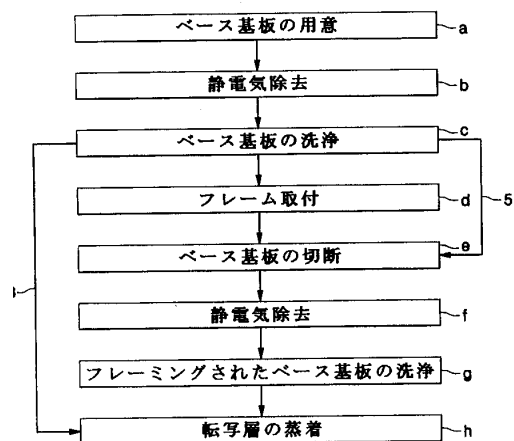
(54) 【発明の名称】 有機電界発光表示装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ドナー基板のベース基板を用意するに際して、前記ベース基板上に存在する汚染物を除去することによって、レーザ転写工程時において汚染物によるドナー基板の不良を防止し、前記ドナー基板を使用して製造される有機電界発光表示装置の欠陥を防止すること。

【解決手段】 本発明に係る有機電界発光表示装置の製造方法は、ドナー基板のベース基板を用意する段階と、前記ベース基板を洗浄する段階と、前記洗浄されたベース基板上に転写層を形成する段階と、前記ドナー基板を画素電極が形成された基板と対向するようにして、前記転写層をパターンニングする段階と、を備えることを特徴とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ドナー基板のベース基板を用意する段階と、
前記ベース基板を洗浄する段階と、
前記洗浄されたベース基板上に転写層を形成する段階と、
前記ドナー基板を画素電極が形成された基板と対向するようにして、前記転写層をパターンニングする段階と、を備えることを特徴とする有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 2】

前記ベース基板を洗浄する段階前に、帯電器に通過させて静電気を除去する段階を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

10

【請求項 3】

前記ベース基板を洗浄する段階は、湿式洗浄を使用することを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 4】

前記湿式洗浄を使用することは、脱イオン水又はイソプロピルアルコールを使用することを特徴とする請求項 3 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 5】

前記ベース基板を洗浄する段階は、乾式洗浄を使用することを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 6】

前記乾式洗浄を使用することは、CO₂ を利用する方式、超音波方式、又はレーザパルス波方式を使用することを特徴とする請求項 5 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

20

【請求項 7】

前記ベース基板を切断し、2次洗浄する段階をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 8】

前記切断されたベース基板を洗浄する段階は、湿式洗浄を使用することを特徴とする請求項 7 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 9】

前記湿式洗浄を使用することは、脱イオン水又はイソプロピルアルコールを使用することを特徴とする請求項 8 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

30

【請求項 10】

前記切断されたベース基板を洗浄する段階は、乾式洗浄を使用することを特徴とする請求項 7 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 11】

前記乾式洗浄を使用することは、CO₂ を利用する方式、超音波方式、又はレーザパルス波方式を使用することを特徴とする請求項 10 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 12】

前記洗浄されたベース基板をフレーミングする段階をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

40

【請求項 13】

前記フレーミングされたベース基板を2次洗浄する段階をさらに備えることを特徴とする請求項 12 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 14】

前記フレーミングされたベース基板を洗浄する段階は、湿式洗浄を使用することを特徴とする請求項 13 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 15】

前記湿式洗浄を使用することは、脱イオン水又はイソプロピルアルコールを使用するこ

50

とを特徴とする請求項 1 4 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 1 6】

前記フレーミングされたベース基板を洗浄する段階は、乾式洗浄を使用することを特徴とする請求項 1 2 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 1 7】

前記乾式洗浄を使用することは、 CO_2 を利用する方式、超音波方式、又はレーザパルス波方式を使用することを特徴とする請求項 1 6 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 1 8】

前記転写層は、有機電界発光素子の発光層であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

10

【請求項 1 9】

前記転写層は、正孔注入層、正孔輸送層、正孔抑制層及び電子注入層よりなる群から選ばれた 1 つ以上の層をさらに含むことを特徴とする請求項 1 8 に記載の有機電界発光表示装置の製造方法。

【請求項 2 0】

ベース基板を用意する段階と、

前記ベース基板を洗浄する段階と、

前記洗浄されたベース基板上に転写層を形成する段階と、を備えることを特徴とするドナー基板の製造方法。

20

【請求項 2 1】

前記ベース基板を洗浄する段階前に、帯電器に通過させて静電気を除去する段階を備えることを特徴とする請求項 2 0 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 2 2】

前記ベース基板を洗浄する段階は、湿式洗浄を使用することを特徴とする請求項 2 0 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 2 3】

前記湿式洗浄を使用することは、脱イオン水又はイソプロピルアルコールを使用することを特徴とする請求項 2 2 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 2 4】

前記ベース基板を洗浄する段階は、乾式洗浄を使用することを特徴とする請求項 2 0 に記載のドナー基板の製造方法。

30

【請求項 2 5】

前記乾式洗浄を使用することは、 CO_2 を利用する方式、超音波方式、又はレーザパルス波方式を使用することを特徴とする請求項 2 4 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 2 6】

前記ベース基板を切断し、2 次洗浄する段階をさらに備えることを特徴とする請求項 2 0 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 2 7】

前記切断されたベース基板を洗浄する段階は、湿式洗浄を使用することを特徴とする請求項 2 6 に記載のドナー基板の製造方法。

40

【請求項 2 8】

前記湿式洗浄を使用することは、脱イオン水又はイソプロピルアルコールを使用することを特徴とする請求項 2 7 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 2 9】

前記切断されたベース基板を洗浄する段階は、乾式洗浄を使用することを特徴とする請求項 2 6 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 3 0】

前記乾式洗浄を使用することは、 CO_2 を利用する方式、超音波方式、又はレーザパルス波方式を使用することを特徴とする請求項 2 9 に記載のドナー基板の製造方法。

50

【請求項 3 1】

前記洗浄されたベース基板をフレーミングする段階をさらに備えることを特徴とする請求項 2 0 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 3 2】

前記フレーミングされたベース基板を 2 次洗浄する段階をさらに備えることを特徴とする請求項 3 1 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 3 3】

前記フレーミングされたベース基板を洗浄する段階は、湿式洗浄を使用することを特徴とする請求項 3 2 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 3 4】

前記湿式洗浄を使用することは、脱イオン水又はイソプロピルアルコールを使用することを特徴とする請求項 3 3 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 3 5】

前記フレーミングされたベース基板を洗浄する段階は、乾式洗浄を使用することを特徴とする請求項 3 2 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 3 6】

前記乾式洗浄を使用することは、CO₂ を利用する方式、超音波方式、又はレーザーパルス波方式を使用することを特徴とする請求項 3 5 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 3 7】

前記転写層は、有機電界発光素子の発光層であることを特徴とする請求項 2 0 に記載のドナー基板の製造方法。

【請求項 3 8】

前記転写層は、正孔注入層、正孔輸送層、正孔抑制層及び電子注入層よりなる群から選ばれた 1 つ以上の層をさらに含むことを特徴とする請求項 3 7 に記載のドナー基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、有機電界発光表示装置の製造方法に関し、より詳細には、ベース基板の洗浄段階を経て製造されたドナー基板を使用する有機電界発光表示装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

平板表示装置の中で、有機電界発光表示装置は、応答速度が 1 m s 以下と高速の応答速度を有し、消費電力が低く、自己発光するので、視野角に問題がなくて、装置のサイズに関わらず、動画像表示媒体として長所がある。また、低温製作が可能であり、既存の半導体工程技術を土台にして製造工程が簡単なので、今後次世代平板表示装置として注目されている。

【0 0 0 3】

前記有機電界発光表示装置は、有機電界発光素子に使用する材料と工程によって、大きく、湿式工程を使用する高分子型素子と、蒸着工程を使用する低分子型素子とに分けられる。

【0 0 0 4】

前記高分子型有機電界発光素子は、画素電極を含む基板の上に、インクジェットプリント方法やスピンコート方法を使用して、発光層を含む有機層を積層し、対向電極を形成し、素子を製作する。

【0 0 0 5】

また、前記低分子型有機電界発光素子は、画素電極を含む基板の上に、蒸着工程により発光層を含む有機層を積層し、対向電極を形成し、素子を完成する。

【0 0 0 6】

前記高分子又は低分子発光層のパターニング方法のうち、インクジェットプリント方法

10

20

30

40

50

の場合、発光層以外の有機層の材料が制限的であり、基板上にインクジェットプリントのための構造を形成しなければならないという面倒さがある。

【0007】

また、蒸着工程による発光層のパターニングの場合、金属マスクの使用に起因して大型素子の製作に難しさがある。

【0008】

前述のようなパターニングの方法に代替できる技術として、レーザ熱転写法(LITI: Laser Induced Thermal Imaging)が最近開発されている。

【0009】

レーザ熱転写法とは、光源から出るレーザを熱エネルギーに変換し、この熱エネルギーにより、パターン形成物質を対象基板に転写させて、パターンを形成する方法を言い、このような方法のためには、転写層が形成されたドナー基板と、光源、及び被写体としての基板が必要である。

10

【0010】

一般に、前記レーザ転写用ドナー基板は、ベース基板上に光熱変換層及び転写層を形成することによって製造される。従って、前記光熱変換層と転写層を保護し、効果的なレーザ熱転写工程を行うために、前記ベース基板は汚染されていないことが必要である。

【0011】

図1は、前記ベース基板上に汚染が発生したことを示す写真である。汚染物Aは、ベース基板の輸送過程や、ドナー基板の製造過程に発生したものであって、前記汚染物Aは、後続のレーザ転写工程時に発光層及び画素電極に残存することができる。このような汚染物Aは、発光領域のスポットや画素の不良のような表示素子の欠陥を発生させることができ、これにより、前記表示素子の特性を低下させることができる。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、ドナー基板のベース基板を用意するに際して、前記ベース基板上に存在する汚染物を除去することによって、レーザ転写工程時において汚染物によるドナー基板の不良を防止し、前記ドナー基板を使用して製造される有機電界発光表示装置の欠陥を防止することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために、本発明は、ドナー基板のベース基板を用意する段階と、前記ベース基板を洗浄する段階と、前記洗浄されたベース基板上に転写層を形成する段階と、前記ドナー基板を画素電極が形成された基板と対向するようにして、前記転写層をパターニングする段階と、を備えることを特徴とする有機電界発光表示装置の製造方法を提供する。

【0014】

前記洗浄されたベース基板を切断し、2次洗浄する段階をさらに備えることができる。

【0015】

前記洗浄されたベース基板をフレーミングする段階をさらに備えることができる。

40

【0016】

また、上記目的を達成するために、本発明は、ベース基板を用意する段階と、前記ベース基板を洗浄する段階と、前記洗浄されたベース基板上に転写層を形成する段階と、を備えることを特徴とするドナー基板の製造方法を提供することができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明に係るドナー基板の製造方法によれば、ドナー基板のベース基板上に存在する汚染物を除去することによって、レーザ転写工程中に汚染物によるドナー基板の不良を防止することができるという効果を奏する。従って、前記ドナー基板を使用して製造される有

50

機電界発光表示装置は、画素領域の欠陥が改善されることができると。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、添付の図面を参照して、本発明の好適な実施例を詳細に説明する。下記の実施例は、当業者に本発明の思想が十分に伝達され得るようにするために一例として提示されるものである。したがって、本発明は、下記の実施例に限らず、様々な変形が可能である。なお、図面において、層及び領域の長さ、厚さなどは、便宜のために誇張されて表現されることもできる。本明細書において、同一の参照番号は、同一の構成要素を示す。

【0019】

図2は、本発明の実施例に係るレーザ転写用ドナー基板の製造過程を示す流れ図である。 10

【0020】

図面を参照すれば、本発明のレーザ転写用ドナー基板は、ベース基板を用意(a)し、前記ベース基板に存在する静電気を除去(b)した後、前記静電気が除去されたベース基板を洗浄(c)し、前記ベース基板上に層を蒸着し、ドナー基板を完成する過程を経る。

【0021】

詳細に説明すれば、ベース基板を用意(a)する。

【0022】

前記ベース基板は、シートタイプの形態を有することができる。前記シートタイプの形態を有するものは、金属及びガラスのような堅固な基板であってもよい。 20

【0023】

また、前記ベース基板は、ロールタイプの形態を有することができる。前記ロールタイプの形態を有するものは、柔軟性あるフィルムであってもよい。

【0024】

帯電器を使用して前記ベース基板の静電気を除去(b)する。前記静電気の除去過程により、前記ベース基板上に存在する異物を一次的に除去することができる。

【0025】

前記静電気を除去したベース基板を洗浄(c)する。

【0026】

前記ベース基板を洗浄することは、湿式洗浄を使用することができる。 30

【0027】

前記湿式洗浄は、脱イオン水又はイソプロピルアルコールを使用して行うことができる。例えば、前記ドナー基板の製造設備内に前記溶液が入っているパッチを設置し、ベース基板の移送中に前記パッチを通るようにして、前記湿式洗浄を行うことができる。

【0028】

また、前記ベース基板を洗浄することは、乾式洗浄を使用することができる。

【0029】

前記乾式洗浄を使用することは、CO₂を利用する方式、超音波方式、又はレーザパルス波方式を使用することができる。

【0030】

前記CO₂を利用する方式は、CO₂固体であるドライアイス昇華させると同時に、基板上に衝突させて、汚染物を除去することである。すなわち、前記ベース基板と衝突後に膨脹するドライアイスの物理的な力と熱力学的な力を利用した洗浄メカニズムであると言える。 40

【0031】

前記レーザパルス波方式は、レーザパルス波を前記ドナー基板の転写層の表面に照射して、前記基板の表面に存在するパーティクルを除去するか、又は前記レーザパルス波を用いて前記ドナー基板周辺の空気を振動させることによって、パーティクルを浮遊させて、前記基板の表面に存在するパーティクルを除去することである。前記浮遊されたパーティクルは、ブロー又は吸入で除去することができる。 50

【0032】

前記超音波方式は、超音波高速気体を前記ドナー基板の転写層の表面に噴射して、パーティクルを分離及び吸引除去することである。

【0033】

従って、外部環境や工程進行過程により前記ベース基板の上部に存在していた汚染物は、前記湿式又は乾式洗浄により除去されることができ、これにより、レーザ転写工程時に発光層及び画素電極に残された汚染物が発生させた発光領域のスポットや画素の不良のような表示素子の欠陥を防止することができ、前記表示素子の特性を向上させることができる。

【0034】

前記洗浄されたベース基板をフレームに取り付け(d)、切断(e)する段階を備えることができる。また、前記フレーミングされたベース基板を2次洗浄する段階(g)をさらに備えることができる。前記2次洗浄前に、前記フレーミングされたベース基板の静電気を除去する段階(f)を行うことができる。従って、静電気によって付着された汚染物を一次的に除去した後、2次洗浄段階に進入することができる。

10

【0035】

前記フレーミングされたベース基板を2次洗浄(g)することは、湿式洗浄を使用したり、又は乾式洗浄を使用することができる。前記湿式洗浄を使用することは、脱イオン水又はイソプロピルアルコールを使用することができる。また、前記乾式洗浄を使用することは、CO₂を利用する方式、超音波方式、又はレーザパルス波方式を使用することができる。

20

【0036】

従って、前記ベース基板の切断過程及びフレーミング過程により発生した汚染物は、上記の2次洗浄により除去されることができ、前記ベース基板は、さらに清潔な表面状態を有することができる。

【0037】

前記フレーミング過程は、省略されてもよい。

【0038】

すなわち、柔軟性あるロールタイプの場合には、洗浄後に切断過程を経ることなく、インライン工程(3)で転写層を蒸着(h)することができる。

30

【0039】

また、シートタイプの堅固な基板の場合には、フレーミング過程を経ることなく(5)、ベース基板を切断(e)し、上記のような2次洗浄(g)を行った後、転写層を蒸着(h)することができる。

【0040】

図3は、前記ドナー基板を使用してレーザ熱転写法を行うことを示す有機電界発光表示装置の単位画素に対する断面図である。

【0041】

図面を参照すれば、上記の過程を経て完成されたベース基板110上に光熱変換層120を形成し、前記光熱変換層上に転写層140を形成することによって、ドナー基板100が完成される。

40

【0042】

前記光熱変換層120は、赤外線-可視光線領域の光を吸収する性質を有する光吸水性物質で形成する。レーザ光吸収物質が含まれている有機膜、金属及びこれらの複合層のいずれか1つである。

【0043】

前記光熱変換層120は、前記レーザ照射装置で照射されたレーザを熱エネルギーに変換させる役目をし、前記熱エネルギーは、前記転写層140と前記光熱変換層120間の接着力を変化させることによって、前記転写層を被写体である基板上に転写する役目をする。

50

【 0 0 4 4 】

前記光熱変換層 1 2 0 上に転写層 1 4 0 を形成する。転写物質の損傷を防止し、前記転写層 1 4 0 と前記ドナー基板の接着力を効果的に調節するために、前記光熱変換層 1 2 0 と前記転写層 1 4 0 との間にバッファ層 1 3 0 を介在することができる。

【 0 0 4 5 】

前記転写層 1 4 0 は、有機電界発光素子の発光層であってもよい。

【 0 0 4 6 】

また、前記ドナー基板の転写層 1 4 0 は、正孔注入層、正孔輸送層、正孔抑制層及び電子注入層よりなる群から選ばれた少なくとも 1 つの層をさらに含むことができる。

【 0 0 4 7 】

薄膜トランジスタ及び画素電極 2 9 0 が形成された基板の上に、上記の洗浄段階を含む製造過程を経たドナー基板 1 0 0 が位置する。

【 0 0 4 8 】

詳細に説明すれば、基板 2 1 0 上に、半導体層 2 3 0、ゲート電極 2 5 0、ソース電極 2 7 0 a 及びドレイン電極 2 7 0 b よりなる薄膜トランジスタが形成されていて、前記薄膜トランジスタの前記ソース電極 2 7 0 a 又は前記ドレイン電極 2 7 0 b に連結され、画素定義膜 2 9 5 により露出された画素電極 2 9 0 が形成されている。

【 0 0 4 9 】

前記ドナー基板 1 0 0 上にレーザ 3 0 0 転写工程を実施すれば、前記露出された画素電極 2 9 0 上に転写層 1 4 0 a が転写されることによって、発光層がパターンニングされる。

【 0 0 5 0 】

前記転写層 1 4 0 は、前記洗浄工程により汚染物が除去されたベース基板 1 1 0 上に形成されたので、上述した通り、有機電界発光表示装置の発光領域のスポットや画素の不良のような表示素子の欠陥を防止することができる。

【 0 0 5 1 】

以上において説明した本発明は、本発明が属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で、様々な置換、変形及び変更が可能であるので、上述した実施例及び添付された図面に限定されるものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 2 】

【 図 1 】 ベース基板上に汚染が発生したことを示す写真である。

【 図 2 】 本発明の実施例に係るレーザ転写用ドナー基板の製造過程を示す流れ図である。

【 図 3 】 前記ドナー基板を使用してレーザ熱転写法を行うことを示す有機電界発光表示装置の単位画素に対する断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 3 】

- A 汚染物
- 1 0 0 ドナー基板
- 2 9 0 画素電極
- 1 4 0 転写層

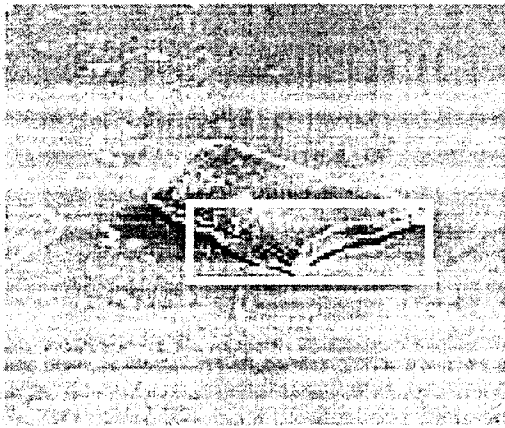
10

20

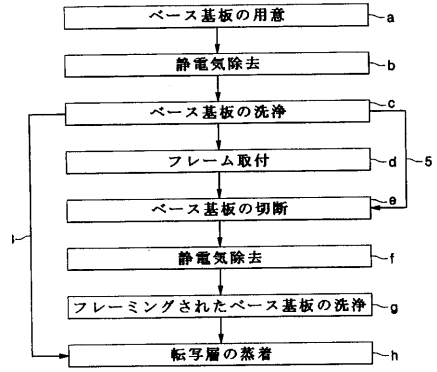
30

40

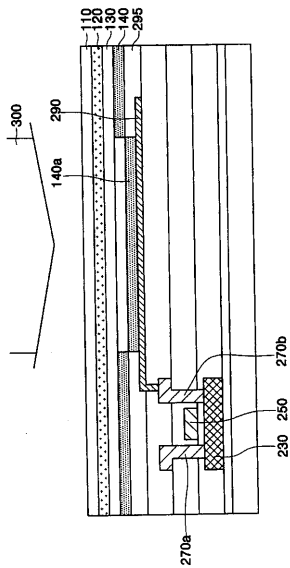
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 李 城宅

大韓民国京畿道水原市靈通區新洞 5 7 5 番地 三星エスディアイ株式会社内

(72)発明者 金 茂顯

大韓民国京畿道水原市靈通區新洞 5 7 5 番地 三星エスディアイ株式会社内

(72)発明者 陳 炳斗

大韓民国京畿道水原市靈通區新洞 5 7 5 番地 三星エスディアイ株式会社内

Fターム(参考) 2H111 AA01 AA26 AA35 BA03

3K007 AB18 DB03 FA01

专利名称(译)	制造有机发光显示装置的方法		
公开(公告)号	JP2006066372A	公开(公告)日	2006-03-09
申请号	JP2004377990	申请日	2004-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	三星斯笛爱股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星エスディアイ株式会社		
[标]发明人	宋明原 李城宅 金茂顯 陳炳斗		
发明人	宋 明原 李 城宅 金 茂顯 陳 炳斗		
IPC分类号	H05B33/10 H01L51/50 B41M5/382 B41M5/46		
CPC分类号	H01L51/0013 H01L27/3244		
FI分类号	H05B33/10 H05B33/14.A B41M5/26.Q B41M5/46.510		
F-TERM分类号	2H111/AA01 2H111/AA26 2H111/AA35 2H111/BA03 3K007/AB18 3K007/DB03 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC42 3K107/CC45 3K107/DD50 3K107/DD58 3K107/DD71 3K107/DD74 3K107/DD78 3K107/GG00 3K107/GG09 3K107/GG21		
代理人(译)	渡边 隆 村山彦		
优先权	1020040068773 2004-08-30 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：通过去除基础基板上存在的污染物，从而制备供体基板的基础基板，从而防止在激光转移过程中由于污染物而导致的供体基板的缺陷，并使用供体基板。为防止在制造有机发光显示装置时出现缺陷。用于制造根据本发明的有机发光显示装置的方法包括：准备供体基板的基础基板；清洁基础基板；以及在清洁的基础基板上形成转移层。以及对转移层进行构图步骤，以使施主衬底面对其上形成有像素电极的衬底。 [选择图]图2

