

(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2007-173145

(P2007-173145A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>H05B 33/10</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B 33/10		3K007
<b>H01L 51/50</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B 33/14	A	

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2005-371748 (P2005-371748)	(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
(22) 出願日	平成17年12月26日 (2005.12.26)	(74) 代理人	100086298 弁理士 船橋 國則
		(72) 発明者	松田 英介 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	平野 貴之 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	3K007 AB02 AB03 AB11 AB18 DB03 FA00 FA01

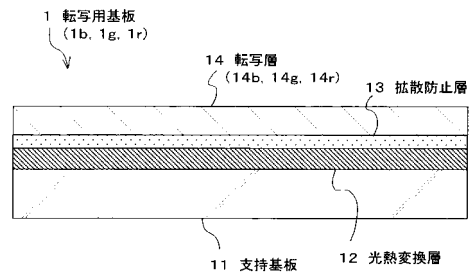
(54) 【発明の名称】 転写用基板、転写方法、および有機電界発光素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 転写用基板側の転写層を、不純物を混入させることなく被転写基板側に熱転写することが可能な転写用基板を提供する。

【解決手段】 支持基板 11 と、支持基板 11 上に形成された光熱変換層 12 と、光熱変換層 12 上に形成された有機材料で構成された転写層 14 とを備えた転写用基板 1 において、光熱変換層 12 と転写層 14 との間に、光熱変換層 12 を構成する材料の拡散を防止する拡散防止層 13 を設けた。拡散防止層 13 はシリコンの窒化物またはシリコンの酸化物からなる。光熱変換層 12 は金属材料を用いて構成されている。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

支持基板上に、光熱変換層、および有機材料からなる転写層がこの順に形成された転写用基板において、

前記光熱変換層と前記転写層との間に、当該光熱変換層を構成する材料の拡散を防止する拡散防止層が設けられている

ことを特徴とする転写用基板。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の転写用基板において、

前記拡散防止層がシリコンの窒化物またはシリコンの酸化物からなる

ことを特徴とする転写用基板。

10

## 【請求項 3】

請求項 1 記載の転写用基板において、

前記光熱変換層は金属材料を用いて構成されている

ことを特徴とする転写用基板。

## 【請求項 4】

請求項 1 記載の転写用基板において、

前記転写層は、発光材料を含有する

ことを特徴とする転写用基板。

## 【請求項 5】

支持基板上に、光熱変換層、拡散防止層、および有機材料からなる転写層をこの順に形成してなる転写用基板を、被転写基板に対して当該転写層を向けた状態で対向配置し、

前記支持基板側から光を照射することにより、前記光熱変換層を構成する材料の前記転写層側への拡散を防止しつつ、当該光熱変換層において前記光を熱変換することにより当該転写層を前記被転写基板側に熱転写する

ことを特徴とする転写方法。

20

## 【請求項 6】

基板上に下部電極をパターン形成した後、前記下部電極上に少なくとも発光層を含む有機層を成膜し、次に有機層を介して前記下部電極上に積層する状態で上部電極を形成する有機電界発光素子の製造方法において、

基板上に下部電極をパターン形成した後、

支持基板上に光熱変換層、拡散防止層、および発光材料を含む有機材料で構成された転写層をこの順に形成してなる転写用基板を、前記基板に対して当該転写層を向けた状態で対向配置し、

前記支持基板側から光を照射することにより、前記光熱変換層を構成する材料の前記転写層側への拡散を防止しつつ、当該光熱変換層において前記光を熱変換することにより当該転写層を前記下部電極上に熱転写して前記発光層を形成する

ことを特徴とする有機電界発光素子の製造方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本発明は、転写用基板、転写方法、および有機電界発光素子の製造方法に関し、特に有機材料層のパターン形成に好適に用いられる転写用基板、およびこの転写基板を用いた転写方法および有機電界発光素子の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

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、正孔輸送層や発光層を積層させた有機層を設けてなり、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。

## 【0003】

50

このような有機電界発光素子を用いたフルカラーの表示装置は、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色の有機電界発光素子を基板上に配列形成してなる。このような表示装置の製造においては、少なくとも各色に発光する有機発光材料からなる発光層を、発光素子毎にパターン形成する必要がある。発光層のパターン形成は、例えばシートに開口パターンを設けてなるマスクを介して発光材料を蒸着または塗布するシャドーマスキング法、さらにはインクジェット法によって行われている。

【0004】

ところが、シャドーマスキング法によるパターン形成では、マスクに形成する開口パターンのさらなる微細化加工が困難であること、およびマスクの撓みや伸びによって発光素子領域への位置精度の高いパターン形成が困難であること等から、さらなる有機電界発光素子の微細化および高集積化が困難となっている。また、開口パターンが形成されたマスクの接触により、先に形成された有機層を主体とした機能層に破壊が生じ易く、製造歩留まりを低下させる要因になっている。

10

【0005】

また、インクジェット法によるパターン形成は、そのパターンニング精度の限界から、発光素子の微細化および高集積化、および基板の大型化が困難となっている。

【0006】

そこで、有機材料で構成された発光層やその他の機能層の新たなパターン形成方法として、エネルギー源（熱源）を用いた転写方法（すなわち熱転写法）が提案されている。熱転写法を用いた表示装置の製造は、例えば次のように行う。まず、表示装置の基板（以下、装置基板と称する）上に下部電極を形成しておく。一方、別の支持基板上に、光熱変換を行うための光吸収層を介して、発光層（転写層）を成膜した構成の転写用基板を用意する。光吸収層としては、例えば色素やカーボンのような顔料、さらにはニッケル、チタンのような金属が用いられる。そして、発光層と下部電極とを対向させる状態で、装置基板と転写用基板とを配置し、転写用基板側からレーザー光を照射することにより、装置基板の下部電極上に発光層を熱転写させる。この際、レーザー光をスポット照射しながら走査することにより、下部電極上の所定領域のみに発光層が熱転写される（以上下記特許文献1参照）。

20

【0007】

また、熱転写法においては、工程中や工程間に、酸素や水分の付着汚染による発光層の消光を防止することを目的として、発光層の上部に性能向上層を設けた構成が提案されている。性能向上層は、アルカリ金属等の金属材料や有機化学還元剤を含み、熱蒸発法、電子ビーム蒸発法などにより、発光層の上部に形成される（下記特許文献2参照）。

30

【0008】

【特許文献1】特開2002-110350号公報（0007, 0081段落参照）

【特許文献2】特開2004-247309号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述の転写用基板を用いた転写方法では、熱転写の際、光熱変換用の光吸収層の少なくとも一部が転写層に混入してしまうことが分かった。このように転写層中に光吸収層が混入してしまうことは、発光効率や輝度寿命の低下に繋がると考えられる。これは、熱転写法によって形成された発光層の上部に、性能向上層を設けた場合であっても同様である。

40

【0010】

そこで本発明は、転写用基板側に形成した転写層を、不純物を混入させることなく被転写基板側に熱転写することが可能な転写用基板を提供すること、さらには不純物の混入なく転写層を被転写基板側に熱転写可能な転写方法、および熱転写によって不純物の混入のない発光層を形成可能でこれにより発光効率および輝度寿命を高く維持できる有機電界発光素子の製造方法を提供することを目的とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

このような目的を達成するための本発明の転写用基板は、支持基板上に、光熱変換層、および有機材料からなる転写層がこの順に形成されており、さらには光熱変換層と転写層との間に、当該光熱変換層を構成する材料の拡散を防止する拡散防止層が設けられていることを特徴としている。

ここで、材料の拡散とは、材料の少なくとも一部が、当初の領域を越えて存在することを意味し、材料が広がった範囲や広がった材料の量は問わない。

## 【0012】

このような構成の転写用基板では、光熱変換層と転写層との間に、光熱変換層を構成する材料の拡散を防止する拡散防止層を設けたことにより、光熱変換層から転写層側への材料の拡散が防止される。

## 【0013】

また本発明の転写方法は、上述した転写用基板を用いた転写方法であり、被転写基板に対して転写層を向けた状態で転写用基板を対向配置し、転写用基板における支持基板側から光を照射することにより、光熱変換層を構成する材料の転写層側への拡散を防止しつつ、光熱変換層で光を熱変換することにより、転写層を被転写基板側に熱転写することを特徴とする。

## 【0014】

さらに本発明の有機電界発光素子の製造方法は、基板上に下部電極をパターン形成した後、前記下部電極上に少なくとも発光層を含む有機層を成膜し、次に有機層を介して前記下部電極上に積層する状態で上部電極を形成する有機電界発光素子の製造方法において、下部電極上に発光層を形成するに際して、上述した転写方法を行うことを特徴としている。この場合、転写用基板の転写層を、発光材料を含む有機材料で構成されたものとする。

## 【発明の効果】

## 【0015】

以上説明したように本発明によれば、光熱変換層から転写層側への材料の拡散を拡散防止層によって防止できるため、不純物を混入させることなく転写層を被転写基板側に熱転写することが可能になる。これにより、有機電界発光素子の製造においては、この熱転写によって不純物の混入のない発光層を形成可能となり、発光効率および輝度寿命が高く維持された有機電界発光素子を得ることが可能になる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0016】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。以下の各実施形態においては、基板上に赤（R）、緑（G）、青（B）の各色の有機電界発光素子を配列してなるフルカラー表示の表示装置を製造する場合に用いる転写用基板と、この転写用基板を用いた転写方法を含む表示装置の製造方法を説明する。

## 【0017】

## &lt; 転写用基板 &gt;

図1は、実施形態の転写用基板1の構成を説明するための断面構成図である。この図に示す転写用基板1は、例えば有機電界発光素子の発光層を形成するためのものであり、支持基板11上に、光熱変換層12、拡散防止層13、および転写層14をこの順に形成してなる。

## 【0018】

このうち支持基板11は、この転写用基板1を用いて行う転写において照射される所定波長の光 $h\nu$ を透過する材料からなる。例えば、この光 $h\nu$ として、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、ガラス基板を支持基板11として用いて良い。

## 【0019】

光熱変換層12は、上記光 $h\nu$ を熱に変換する光熱変換効率が高く、かつ融点が高い材

10

20

30

40

50

料を用いて構成される。例えば、光  $h\nu$  として、先の波長 800 nm 程度のレーザー光を用いる場合には、クロム (Cr) やモリブデン (Mo) 等の低反射率な高融点金属からなる光熱変換層 12 が好ましく用いられる。またこの光熱変換層 12 は、必要十分な光熱変換効率を得られるような膜厚に調整されていることとし、例えばモリブデン (Mo) 膜を光熱変換層 12 として構成する場合、膜厚 200 nm 程度で用いられることとする。このような光熱変換層 12 は、例えばスパッタ成膜法によって形成される。尚、光熱変換層 12 としては、上述した金属材料に限定されることはなく、光吸収材料として顔料を含有する膜やカーボンからなる膜であっても良い。

#### 【0020】

そして本発明に特徴的である拡散防止層 13 は、光熱変換層 12 を構成する材料の拡散を防止するための層として設けられている。このような拡散防止層 13 は、熱伝導性に優れ、安定な材料で構成することが好ましい。例えばシリコンの窒化物、またはシリコンの酸化物で構成される。具体的には、酸化シリコン膜 ( $\text{SiO}_2$ )、窒化シリコン膜 ( $\text{SiN}_x$ )、酸窒化シリコン膜 ( $\text{SiON}_x$ ) などである。特に、窒化シリコン膜 ( $\text{SiN}_x$ ) は、緻密な膜構成での成膜が可能であると共に、この拡散防止層 13 の影響による転写層 14 や光熱変換層 12 の酸化も防止できるため好ましい。また拡散防止層 13 は、窒化チタン ( $\text{TiN}$ ) や酸窒化チタン ( $\text{TiON}$ ) などの金属の酸化膜または窒化膜、さらには有機材料で構成されていても良い。有機材料を用いる場合には、例えば十分に架橋が進んだポリイミドなど、耐熱性の良好な材料が用いられることとする。

#### 【0021】

また、以上の材料からなる拡散防止層 13 は、これらの材料膜の積層体であっても良い。

#### 【0022】

転写層 14 は、この転写用基板 1 を用いた熱転写によって形成する発光層の構成材料を含む有機材料層であり、例えば各色の発光性ゲスト材料とホスト材料とで構成されている。このうち発光性ゲスト材料は、蛍光性のものでも燐光性のものでもよい。またホスト材料は、正孔輸送性のホスト材料、電子輸送性のホスト材料、および両電荷輸送性のホスト材料のうち少なくとも 1 種であることとする。

#### 【0023】

例えば、この転写用基板 1 が、青色の発光層を形成するための転写用基板 1b である場合、転写層 14 として青色の発光材料を含む青色転写層 14b が設けられている。この青色転写層 14b は、例えば電子輸送性のホスト材料である ADN (anthracene dinaphtyl) 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)ピニル]ピフェニル (DPAVBi) を 2.5 重量% で混合した材料によって構成され、30 nm 程度の膜厚で蒸着成膜されていることとする。

#### 【0024】

また、この転写用基板 1 が、緑色の発光層を形成するための転写用基板 1g である場合、転写層 14 として緑色の発光材料を含む緑色転写層 14g が設けられている。この緑色転写層 14g は、例えば上記 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% で混合した材料によって構成され、30 nm 程度の膜厚で蒸着成膜されていることとする。

#### 【0025】

同様に、この転写用基板 1 が、赤色の発光層を形成するための転写用基板 1r である場合、転写層 14 として赤色の発光材料を含む赤色転写層 14r が設けられている。この赤色転写層 14r は、例えば上記 ADN、赤色発光性のゲスト材料である 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% で混合した材料によって構成され、30 nm 程度の膜厚で蒸着成膜されていることとする。

#### 【0026】

< 表示装置の製造方法 >

図2～図4は、上述した構成の転写用基板1(1b, 1g, 1r)を用いた転写方法、およびこの転写方法を用いた有機電界発光素子の製造方法を含む表示装置の製造方法を示す断面工程図である。以下、これらの断面工程図に基づいて、工程手順を説明する。

【0027】

まず、図2(1)に示すように、有機電界発光素子が配列形成される装置基板21を用意する。この基板21は、ガラス、シリコン、プラスチック基板、さらにはTFT(thin film transistor)が形成されたTFT基板などからなる。特にここで作製する表示装置が装置基板21側から発光を取り出す透過型である場合には、この装置基板21は光透過性を有する材料で構成されることとする。

【0028】

次に、この装置基板21上に、陽極または陰極として用いられる下部電極23をパターン形成する。

【0029】

この下部電極23は、ここで作製する表示装置の駆動方式によって適する形状にパターンニングされていることとする。例えば、この表示装置の駆動方式が単純マトリクス方式である場合には、この下部電極23は例えばストライプ状に形成される。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クス方式である場合には、下部電極23は複数配列された各画素に対応させてパターン形成され、同様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)を介してそれぞれが接続される状態で形成されることとする。

【0030】

またこの下部電極23は、ここで作製する表示装置の光取り出し方式によってそれぞれ適する材質が選択して用いられることとする。すなわち、この表示装置が装置基板21と反対側から発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23を構成する。一方、この表示装置が、装置基板21側から発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23を構成する。

【0031】

例えばここでは、表示装置が上面発光型であり、下部電極23を陽極として用いることとする。この場合、下部電極10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)、タングステン(W)、プラチナ(Pt)さらには金(Au)のように、反射率の高い導電性材料、及びその合金で構成される。

【0032】

尚、表示装置が上面発光型であるが、下部電極23を陰極として用いる場合には、下部電極23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。

【0033】

これに対して、表示装置が透過型、または両面発光型であり下部電極23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23を構成する。

【0034】

尚、ここで作製する表示装置の駆動方式としてアクティブマトリ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。

【0035】

次に、以上のような下部電極23(ここでは陽極)を形成した後、これらの下部電極2

10

20

30

40

50

3の周縁を覆う状態で、絶縁膜25をパターン形成する。これにより、この絶縁膜25に形成された窓から下部電極23を露出させた部分を、各有機電界発光素子が設けられる画素領域とする。この絶縁膜25は、例えばポリイミドやフォトレジスト等の有機絶縁材料や、酸化シリコンのような無機絶縁材料を用いて構成することとする。

【0036】

その後、下部電極23および絶縁膜25を覆う共通層として、正孔注入層27を形成する。このような正孔注入層27は、一般的な正孔注入材料を用いて構成され、一例としてm-MTDATA〔4,4,4-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine〕を25nmの膜厚で蒸着成膜する。

【0037】

次に、正孔注入層27を覆う共通層として、正孔輸送層29を形成する。このような正孔輸送層29は、一般的な正孔輸送材料を用いて構成され、一例として-NPD〔4,4-bis(N-1-naphthyl-N-phenylamino)biphenyl〕を30nmの膜厚で蒸着成膜する。尚、正孔輸送層29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いられる。

【0038】

また以上の正孔注入層27および正孔輸送層29は、それぞれを複数層からなる積層構造として形成しても良い。

【0039】

以上までの工程は、通常の有機電界発光素子を用いた表示装置の作製と同様に行って良い。そして、次の工程では、以上のようにして形成した正孔輸送層29上に、熱転写法によって各色の発光層を形成する工程を行うが、この工程において、図1を用いて説明した転写用基板1を用いるところが本実施形態に特徴的な工程となる。

【0040】

すなわち、先ず、図2(2)に示すように、先に説明した構成の転写用基板1を用意する。ここでは先ず、転写層14として青色の発光層を形成するための青色転写層14bが設けられた転写用基板1bを用意する。

【0041】

そして、この転写用基板1bを、正孔輸送層29が形成された装置基板21に対向配置させる。この際、青色転写層14bと正孔輸送層29とが向き合うように、転写用基板1bと装置基板21とを配置する。また、装置基板21と転写用基板1bとを密着させ、装置基板21側の最上層を構成する正孔輸送層29と、転写用基板1b側の最上層を構成する青色転写層14bとを接触させても良い。このようにした場合であっても、装置基板21側の絶縁膜25上に転写用基板1bが支持された状態となり、下部電極23上の正孔輸送層29の部分に青色転写層14bが接触することはない。

【0042】

次に、このような状態で装置基板21に対向配置された転写用基板1bの支持基板11側から、例えば波長800nmのレーザ光hrを照射する。この際、青色発光素子の形成領域に対応する部分に、レーザ光hrを選択的にスポット照射する。

【0043】

これにより、光熱変換層12にレーザ光hrを吸収させて熱変換する共に、拡散防止層13によって光熱変換層12を構成する材料の転写層14b側への拡散を防止しつつ、変換された熱を利用して青色転写層14bを装置基板21側の下部電極23b上方に熱転写させる。そして、装置基板21上に成膜された正孔輸送層29上に、青色転写層14bを位置精度良好に熱転写させてなる青色発光層31bをパターン形成する。

【0044】

このような熱転写においては、例えばレーザ光hrの照射エネルギーにより、転写用基板1b側の青色転写層14bを構成する各材料の濃度勾配を調整する。具体的には、照射エネルギーを高めを設定することにより、青色転写層14bを構成する各材料が略均一に混ざり合った混合層として青色発光層31bを形成する。

10

20

30

40

50

## 【0045】

またここでは、青色発光素子の形成部分（画素領域）において絶縁膜25から露出している下部電極23上が、青色発光層31bによって完全に覆われるように、レーザー光hr照射を行うことが重要である。

## 【0046】

そして、以上のような熱転写の工程を繰り返し行うことで、順次、緑色発光層および赤色発光層を形成する。

## 【0047】

すなわち、図3(3)に示すように、例えば先に説明した構成の転写用基板1のうち、転写層14として緑色の発光層を形成するための緑色転写層14gが設けられた転写用基板1gを用意する。

10

## 【0048】

そして、この転写用基板1gを、正孔輸送層29が形成された装置基板21に対向配置させ、転写用基板1g側から緑色発光素子の形成領域に対応する部分に、レーザーhrを選択的にスポット照射する。

## 【0049】

これにより、装置基板21の下部電極23上に正孔輸送層29を介して選択的に緑色転写層14gを熱転写させてなる緑色発光層31gをパターン形成する。このような熱転写は、図2(2)を用いて説明した青色発光層31bのパターン形成と同様に、拡散防止層13によって光熱変換層12を構成する材料の転写層14g側への拡散を防止しつつ、緑色転写層14gを構成する各材料が、略均一に混ざり合わせた状態で緑色発光層31gが形成されるように行われることとする。

20

## 【0050】

また、図3(4)に示すように、例えば先に説明した構成の転写用基板1のうち、転写層14として赤色の発光層を形成するための赤色転写層14rが設けられた転写用基板1rを用意する。

## 【0051】

そして、この転写用基板1rを、正孔輸送層29が形成された装置基板21に対向配置させ、転写用基板1r側から赤色発光素子の形成領域に対応する部分に、レーザーhrを選択的にスポット照射する。

30

## 【0052】

これにより、装置基板21の下部電極23上に正孔輸送層29を介して選択的に赤色転写層14rを熱転写させてなる赤色発光層31rをパターン形成する。このような熱転写は、図2(2)を用いて説明した青色発光層31bのパターン形成と同様に、拡散防止層13によって光熱変換層12を構成する材料の転写層14r側への拡散を防止しつつ、赤色転写層14rを構成する各材料が、略均一に混ざり合わせた状態で赤色発光層31rが形成されるように行われることとする。

## 【0053】

尚、以上の図2(2)～図3(4)を用いて説明した各熱転写の工程は、特に決められた順番はなく、どの色の発光層31b, 31g, 31rから順に熱転写しても良い。

40

## 【0054】

また、繰り返し行われる熱転写の工程は、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ーを使用した転写が可能になり、転写される発光層に与えられる熱的な悪影響を軽減することが出来る。さらに、熱転写の工程を真空中で行うことにより、基板同士の密着性が高まり、転写のパターン精度が良好になり、望ましい。しかも、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。

## 【0055】

また、以上説明したレーザーhrを選択的にスポット照射する工程においては、レーザー照射装置におけるレーザーヘッドの駆動部分が精密なアライメント機構を備えている場合には

50



、下部電極 2 3 に沿って、レーザー h r を適正なスポット径において転写用基板 1 ( 1 b , 1 g , 1 r ) 上に照射すればよい。この場合、装置基板 2 1 と転写用基板 1 ( 1 b , 1 g , 1 r ) との位置合わせを厳密に行う必要はない。一方、レーザーヘッドの駆動部分が精密なアライメント機構を備えていない場合には、転写用基板側にレーザー h r が照射される領域を制限する遮光膜を形成しておく必要がある。具体的には、転写用基板 1 ( 1 b , 1 g , 1 r ) の裏面に、レーザーを反射する高反射金属層に開口部を設けた遮光膜を設ける。また、この上に低反射性金属を成膜しても良い。この場合、装置基板 2 1 と転写用基板 1 ( 1 b , 1 g , 1 r ) との位置合わせを正確に行う必要が生じる。

【 0 0 5 6 】

以上の後、図 4 ( 5 ) に示すように、各色発光層 3 1 b , 3 1 g , 3 1 r が形成された装置基板 2 1 上の全面を覆う状態で、蒸着成膜法により電子輸送層 3 3 を成膜する。この電子輸送層 3 3 は、装置基板 2 1 上の全面に共通層として蒸着成膜される。このような電子輸送層 3 3 は、一般的な電子輸送材料を用いて構成され、一例として 8 ヒドロキシキノリンアルミニウム ( A l q 3 ) を 2 0 n m 程度の膜厚で蒸着してなる。

10

【 0 0 5 7 】

以上までで成膜した正孔注入層 2 7、正孔輸送層 2 9、各色発光層 3 1 b , 3 1 g , 3 1 r、および電子輸送層 3 3 によって、有機層 3 5 が構成される。

【 0 0 5 8 】

次に、蒸着成膜法により、電子輸送層 3 3 上に電子注入層 3 7 を成膜する。この電子注入層 3 7 は、装置基板 2 1 上の全面に共通層として蒸着成膜される。このような電子注入層 3 7 は、一般的な電子注入材料を用いて構成され、一例として L i F を真空蒸着法により約 0 . 3 n m ( 蒸着速度 ~ 0 . 0 1 n m / s e c ) の膜厚で形成してなる。

20

【 0 0 5 9 】

次に、電子注入層 3 7 上に、上部電極 3 9 を形成する。この上部電極 3 9 は、下部電極 2 3 が陽極である場合には陰極として用いられ、下部電極 2 3 が陰極である場合には陽極として用いられる。また、ここで作製する表示装置が単純マトリクス方式である場合には、例えば下部電極 2 3 のストライプと交差するストライプ状に上部電極 3 9 が形成される。また、この表示装置が、アクティブマトリクス方式である場合には、この上部電極 3 9 は、装置基板 2 1 上の一面を覆う状態で成膜されたベタ膜状に形成され、各画素に共通の電極として用いられることとする。この場合、下部電極 2 3 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 3 9 を接続させることで、上部電極 3 9 の電圧降下を防止する構成とすることができる。

30

【 0 0 6 0 】

そして、下部電極 2 3 と上部電極 3 9 との積層部において、各色発光層 3 1 b , 3 1 g , 3 1 r をそれぞれ含む有機層 3 5 等が狭持された各部分に、各有機電界発光素子、すなわち青色発光素子 4 1 b、緑色発光素子 4 1 g、および赤色発光素子 4 1 r がそれぞれ形成される。

【 0 0 6 1 】

またこの上部電極 3 9 は、ここで作製する表示装置の光取り出し方式によってそれぞれ適する材質が選択して用いられることとする。すなわち、この表示装置が装置基板 2 1 と反対側から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、光透過性材料または半透過性材料で上部電極 3 9 を構成する。一方、この表示装置が、装置基板 2 1 側から発光光を取り出す透過型である場合には、高反射性材料で上部電極 3 9 を構成する。

40

【 0 0 6 2 】

ここでは、表示装置が上面発光型であり、下部電極 2 3 を陽極として用いるため、上部電極 3 9 は陰極として用いられることになる。この場合、上部電極 3 9 は、有機層 3 5 に対して電子を効率的に注入できるように、下部電極 2 3 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されることとする。

【 0 0 6 3 】

このため例えば、真空蒸着法により 1 0 n m の膜厚で形成された M g A g からなる共通

50

の陰極として、上部電極 39 を形成する。この際、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、例えば蒸着法や CVD (chemical vapor deposition) 法によって、上部電極 39 の成膜を行うこととする。

【0064】

また、表示装置が上面発光型である場合、上部電極 39 を半透過性として構成することにより、上部電極 39 と下部電極 23 との間で共振器構造を構成することで取り出し光の強度が高められるように設計されることが好ましい。

【0065】

尚、表示装置が透過型であり、上部電極 39 を陰極として用いる場合には、仕事関数が小さくかつ反射率の高い導電性材料で上部電極 39 を構成する。さらに表示装置が透過型であり、上部電極 39 を陽極として用いる場合には、反射率の高い導電性材料で上部電極 39 を構成する。

【0066】

以上のようにして各色の発光素子 41b, 41g, 41r を形成した後には、図 4(6) に示すように、上部電極 39 を覆う状態で、保護膜 43 を成膜する。この保護膜 43 は、有機層 35 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されることとする。さらに、ここで作製する表示装置が上面発光型である場合には、この保護膜 43 は各色発光層 31b, 31g, 31r で発生した光を透過する材料からなり、例えば 80% 程度の透過率が確保されていることとする。

【0067】

このような保護膜 43 は、絶縁性材料で構成されていて良い。保護膜 43 を絶縁性材料で構成する場合には、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 43 となる。

【0068】

例えば、アモルファス窒化シリコンからなる保護膜 43 を形成する場合には、CVD 法によって 2 ~ 3  $\mu m$  の膜厚に形成されることとする。ただし、この際、有機層 35 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、さらに、保護膜 43 の剥がれを防止するために膜のストレスを最小になる条件で成膜することが望ましい。

【0069】

また、ここで作製する表示装置がアクティブマトリクス方式であって、装置基板 21 上の一面を覆う共通電極として上部電極 39 が設けられている場合には、保護膜 43 は、導電性材料を用いて構成されても良い。保護膜 43 を導電性材料で構成する場合には、ITO や IXO のような透明導電性材料が用いられる。

【0070】

尚、以上のような各色発光層 31b, 31g, 31r を覆う各層 33 ~ 43 は、マスクを用いることなくベタ膜状に形成される。また、これらの各層 33 ~ 43 の形成は、望ましくは大気に暴露されることなく同一の成膜装置内において連続して行われることが好ましく、これにより大気中の水分による有機層 35 の劣化を防止する。

【0071】

そして、以上のように保護膜 43 が形成された装置基板 21 に対して、保護膜 43 側に接着用の樹脂材料 (図示省略) を介して保護基板 45 を貼り合わせる。接着用の樹脂材料としては、例えば紫外線硬化樹脂が用いられる。また保護基板 45 としては例えばガラス基板が用いられる。ただし、ここで作製する表示装置が上面発光型である場合には、接着用の樹脂材料および保護基板 45 は、光透過性を有する材料で構成されることが必須となる。

【0072】

以上により、装置基板 21 上に各色発光素子 41b, 41g, 41r を配列形成してな

10

20

30

40

50

るフルカラーの表示装置 47 を完成させる。

【0073】

以上説明した製造方法では、例えば図 2 (2) 他を用いて説明したように、光熱変換層 12 と転写層 14 との間に、光熱変換層 12 を構成する材料の拡散を防止する拡散防止層 13 を設けた転写用基板 1 を用い、この転写用基板 1 における転写層 14 を各色発光層 31b, 31g, 31r として装置基板 21 上に熱転写させている。これにより、光熱変換層 12 から転写層 14 側への材料の拡散が防止される。このため、各色発光層 31b, 31g, 31r は、光熱変換層 12 に起因した酸化や汚染から保護された清浄な層として形成される。

【0074】

これにより、不純物の混入や汚染のない発光層 31b, 31g, 31r を形成可能となる。そしてこのようにして形成された各色発光素子 41b, 41g, 41r は、次の実施例で示すように、拡散防止層 13 が設けられていない従来の転写用基板を用いた転写方法によって発光層を形成した有機電界発光素子と比較して、高い発光効率を得られると共に、駆動電圧が低くなり、かつ輝度寿命が長くなることが確認された。

【0075】

したがって、以上説明した実施形態によれば、熱転写法によって位置精度良好に各色発光層 31b, 31g, 31r をパターン形成することが可能であり、しかも、従来の転写用基板を用いて発光層を形成した場合と比較して、発光効率および輝度寿命が高く維持された各色発光素子 41b, 41g, 41r を得ることが可能になる。

【0076】

尚、以上の実施形態では、主に下部電極 23 を陽極、上部電極 39 を陰極とした場合を説明した。しかしながら、本発明は、下部電極 23 が陰極であり、上部電極 39 が陽極である場合にも適用可能である。このような場合には、下部電極 23 と上部電極 39 との間の各層 25 ~ 37 は、逆の積層順となる。

【0077】

さらに、以上実施形態に基づいて説明した本発明は、上述した共通層を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。

【0078】

また本発明の転写用基板は、有機層のパターン形成に広く用いることが可能であり、例えば有機半導体トランジスタなどの有機半導体素子の製造における有機半導体層の形成にも適用可能である。この場合、図 1 を用いて説明した転写用基板 1 における転写層 14 を有機半導体材料からなる層として形成する。そして、このような転写用基板 1 を用いた熱転写により、位置精度良好にかつ不純物の混入や汚染を防止して有機半導体層をパターン形成することが可能になる。これにより、素子特性に優れた有機半導体素子を得ることが可能になる。

【実施例】

【0079】

次に、本発明の具体的な実施例、およびこれらの実施例に対する比較例として、フルカラー表示装置を構成する各色発光の有機電界発光素子の製造手順を、図 1 ~ 図 3 および最後に示した表 1 を参照して説明する。またその後、これらの評価結果を説明する。

【0080】

<実施例 1>

表示装置を構成する青色発光素子 41b を、下記 (1) ~ (4) の手順で作製した。

【0081】

(1) 次のようにして転写用基板 1b を作製した。まず、ガラス基板（支持基板）11 の上に、厚さ 200 nm のモリブデン (Mo) からなる光熱変換層 12 を通常のスパッタリング法により成膜した。次に、光熱変換層 12 上に、窒化シリコン (SiN<sub>x</sub>) からなる

10

20

30

40

50

拡散防止層 13 を 100 nm の膜厚で CVD 法によって成膜した。そして拡散防止層 13 上に、ADN からなるホスト材料に、DPABi からなる青色発光性のゲスト材料を 2.5 重量% の割合で混合した青色転写層 14b を、真空蒸着により成膜した。

【0082】

(2) 一方、素子作製の装置基板となるガラス装置 21 の上に、銀合金層である APC (Ag-Pd-Cu) 層 (膜厚 120 nm)、ITO からなる透明導電層 (膜厚 10 nm) をこの順に形成した 2 層構造の下部電極 23 を陽極として形成した。次に下部電極 23 の周縁を覆う状態で酸化シリコンの絶縁膜 25 をスパッタリング法により約 2 μm の厚さで成膜し、リソグラフィ法により下部電極 23 を露出させ、画素領域とした。その表面の上に、正孔注入層 27 として、m-MTDA を 25 nm の膜厚で蒸着した。次に、正孔輸送層 29 として、 $\text{NPD}$  を 30 nm の膜厚で蒸着した。

10

【0083】

(3) 次に、成膜された有機層同士が向き合う状態で、(1) において作製した転写用基板 1b を素子作製の装置基板 21 の上に配置し、真空中で密着させた。両基板は、絶縁膜 25 の厚さによって、約 2 μm の小さな間隙が維持されていた。この状態で、素子作製の装置基板 21 の青色画素領域に相対する配置において、転写用基板 1b の裏側から波長 800 nm のレーザ光を照射することにより、転写用基板 1b から青色転写層 14b を熱転写させ、青色発光層 31b を形成した。レーザ光線のスポットサイズは、300 μm × 10 μm とした。レーザ光線は、該光線の長手寸法に対して直交する方向において走査した。エネルギー密度は、 $2.6 \text{E-}3 \text{ J} / \mu\text{m}^2$  とした。

20

【0084】

(4) 青色発光層 31b を転写形成した後、電子輸送層 33 を成膜した。電子輸送層 33 として、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム (Alq3) を 20 nm 程度の膜厚で蒸着成膜した。続いて、電子注入層 37 として、LiF を約 0.3 nm (蒸着速度 ~ 0.01 nm/sec) の膜厚で蒸着成膜した。次いで、上部電極 39 となる陰極として MgAg を 10 nm の膜厚で蒸着成膜し、青色発光素子 41b を得た。

【0085】

< 実施例 2 >

実施例 1 (1) の転写用基板 1b の作製工程において、光熱変換層 12 上に、酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) からなる拡散防止層 13 を 100 nm の膜厚で CVD 法によって成膜し、その上に青色転写層 14b を成膜した事以外は、実施例 1 と同様にして青色発光素子 41b を作製した。

30

【0086】

< 比較例 1 >

実施例 1 (1) の転写用基板 1b の作製工程において、光熱変換層 12 上に、拡散防止層 13 を成膜せず、青色転写層 14b を直接成膜したこと以外は、実施例 1 と同様にして青色発光素子 41b を作製した。

【0087】

< 実施例 3 >

実施例 1 (1) の転写用基板 1b の作製手順において、転写層の材料構成を換えたこと以外は、実施例 1 と同様の手順で緑色発光素子 41g を作製した。

40

【0088】

つまり、(1) 転写用基板 1g の作製においては、ガラス基板 11 の上に成膜した光熱変換層 12 上に窒化シリコン ( $\text{SiN}_x$ ) からなる拡散防止層 13 を 100 nm の膜厚で CVD 法によって成膜し、その上に、ADN からなるホスト材料に、クマリン 6 からなる緑色発光性のゲスト材料を 5 重量% の割合で混合した緑色転写層 14g を、真空蒸着により成膜した。

【0089】

その後、上記で作製した転写用基板を用い、実施例 1 の (2) (3) (4) と同様の手順を行い、緑色発光素子 41g を作製した。

50

## 【0090】

## &lt;比較例2&gt;

実施例3(1)における転写用基板1gの作製工程において、光熱変換層12上に、拡散防止層13を形成せず、緑色転写層14gを直接成膜したこと以外は、実施例4と同様にして緑色発光素子41gを作製した。

## 【0091】

## &lt;実施例4&gt;

実施例1(1)の転写用基板1bの作製手順において、転写層の材料構成を換えたこと以外は、実施例1と同様の手順で赤色発光素子41rを作製した。

## 【0092】

つまり、(1)転写用基板1rの作製においては、ガラス基板11の上に成膜した光熱変換層12上に窒化シリコン(SiN<sub>x</sub>)からなる拡散防止層13を100nmの膜厚でCVD法によって成膜し、その上にADNからなるホスト材料に、BSNからなる赤色発光性のゲスト材料を30重量%の割合で混合した赤色転写層14rを、真空蒸着により成膜した。

## 【0093】

その後、上記で作製した転写用基板を用い、実施例1の(2)(3)(4)と同様の手順を行い、赤色発光素子41rを作製した。

## 【0094】

## &lt;比較例3&gt;

実施例4(1)の転写用基板1rの作製工程において、光熱変換層12上に、拡散防止層13を成膜せず、光熱変換層12上に赤色転写層14rを直接成膜したこと以外は、実施例1と同様にして赤色発光素子41rを作製した。

## 【0095】

## 評価結果

以上のような実施例1~4および比較例1~3については、それぞれの例と同様の工程で各発光層を転写形成した状態において、二次イオン質量分析(SIMS)による発光層への光熱変換層(Mo)の拡散の有無を調べた。この結果、比較例1~3では、発光層の領域において光熱変換層を構成する元素(Mo)が検出され、光熱変換層の発光層側(転写層側)への拡散が確認された。これに対して実施例1~4では、発光層の領域において光熱変換層を構成する元素(Mo)の拡散は確認されなかった。これにより、光熱変換層と転写層との間に、拡散防止層を設けることによる光熱変換層の拡散防止の効果が確認された。

## 【0096】

また、以上のようにして作製した各色の有機電界発光素子について、40mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度を印加した状態で、分光放射輝度計を用いて色度および発光効率を測定した。さらに、同じ発光性のゲスト材料を用いた素子同士が同輝度で発光するように電流印加を設定した状態で、駆動電圧を測定し、また寿命試験を行って100時間経過後の相対輝度の減少率を測定した。これらの結果を下記表1に示す。

## 【0097】

10

20

30

40

【表 1】

		拡散防止層13	CIE色度		発光効率	駆動電圧	輝度減少率
			X	Y	[cd/A]	[V]	[%]
青色発光素子	実施例1	SiNx	0.16	0.33	9.94	5.01	18
	実施例2	SiO <sub>2</sub>	0.16	0.31	9.41	5.14	27
	(比較例1)	—	0.16	0.32	4.25	6.09	34
緑色発光素子	実施例3	SiNx	0.22	0.68	23.20	5.11	13
	(比較例2)	—	0.22	0.66	14.00	6.09	35
赤色発光素子	実施例4	SiNx	0.64	0.32	8.76	5.14	13
	(比較例3)	—	0.63	0.32	6.02	6.51	29

10

## 【0098】

先ず、実施例1、2および比較例1で作製した青色発光素子の評価結果を比較すると、拡散防止層13を備えた転写用基板1bを用いて作製された実施例1、2の青色発光素子においては、拡散防止層を設けていない転写用基板を用いて作製された比較例1の青色発光素子と比較して、発光効率を2倍以上に大幅に上昇させる効果と、駆動電圧を低下させる効果、さらには輝度減少率を小さく抑える効果が得られていることが確認された。また、これらの青色発光素子においては、同程度の色度が得られていることが確認された。

20

## 【0099】

さらに、実施例1と実施例2の素子を比較すると、実施例1に示したSiNxを酸化保護層として用いた素子の方が、実施例2に示したSiO<sub>2</sub>を酸化保護層として用いた素子と比較して寿命が向上する効果が見られた。これは、SiO<sub>2</sub>でもMo(その表面上で生成されたMoO<sub>x</sub>)からの材料拡散や酸化を防ぐ効果はあるが、SiNxを用いた素子の方がその効果がより顕著であることを示していると考えられる。

## 【0100】

また、実施例3および比較例2で作製した緑色発光素子の評価結果を比較した場合であっても、SiNxからなる拡散防止層13を備えた転写用基板1gを用いて作製された実施例3の緑色発光素子は、拡散防止層を設けていない転写用基板を用いて作製された比較例2の緑色発光素子と比較して、発光色を変化させずに、発光効率、駆動電圧、輝度減少率の全てにおいて良好な特性が得られることが確認された。そして特に、これらの緑色発光素子における緑色発光性のゲスト材料として用いたクマリン6は、電荷輸送性が小さく、このようなゲスト材料を用いた発光層を転写する際に拡散防止層を備えた転写用基板を用いることで、特に発光効率を上昇させる効果が顕著であることが確認された。

30

## 【0101】

さらに、実施例4および比較例3で作製した赤色発光素子の評価結果を比較した場合であっても、SiNxからなる拡散防止層13を備えた転写用基板1rを用いて作製された実施例4の赤色発光素子は、拡散防止層を設けていない転写用基板を用いて作製された比較例3の赤色発光素子と比較して、発光色を変化させずに、発光効率、駆動電圧、輝度減少率の全てにおいて良好な特性が得られることが確認された。

40

## 【0102】

そして以上の結果から、本発明に従って、熱転写法により各色発光層31b, 31g, 31rを形成することで、有機電界発光素子を用いたフルカラーの表示装置において、各色に発光する有機電界発光素子41b, 41g, 41rの特性を良好に維持することが可能であることが確認された。

## 【図面の簡単な説明】

50

【0103】

【図1】実施形態の転写用基板の構成を示す断面図である。

【図2】実施形態の表示装置の製造方法を示す断面工程図（その1）である。

【図3】実施形態の表示装置の製造方法を示す断面工程図（その2）である。

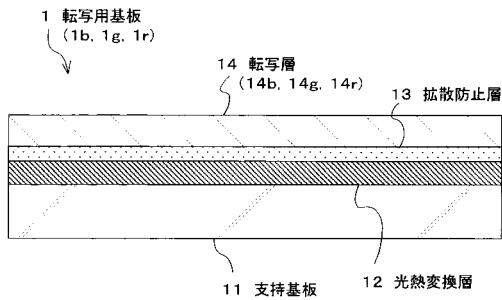
【図4】実施形態の表示装置の製造方法を示す断面工程図（その2）である。

【符号の説明】

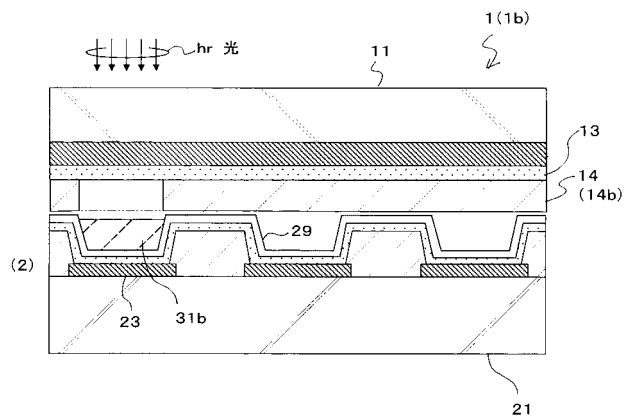
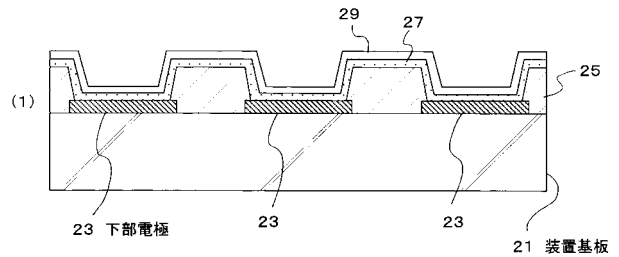
【0104】

1, 1b, 1g, 1r ... 転写用基板、11 ... 支持基板、12 ... 光熱変換層、13 ... 拡散防止層、14, 14b, 14g, 14r ... 転写層、21 ... 装置基板（基板）、23 ... 下部電極、31b, 31g, 31r ... 発光層、35 ... 有機層、39 ... 上部電極、41b ... 青色発光素子（有機電界発光素子）、41g ... 緑色発光素子（有機電界発光素子）、41r ... 赤色発光素子（有機電界発光素子）、hr ... 光

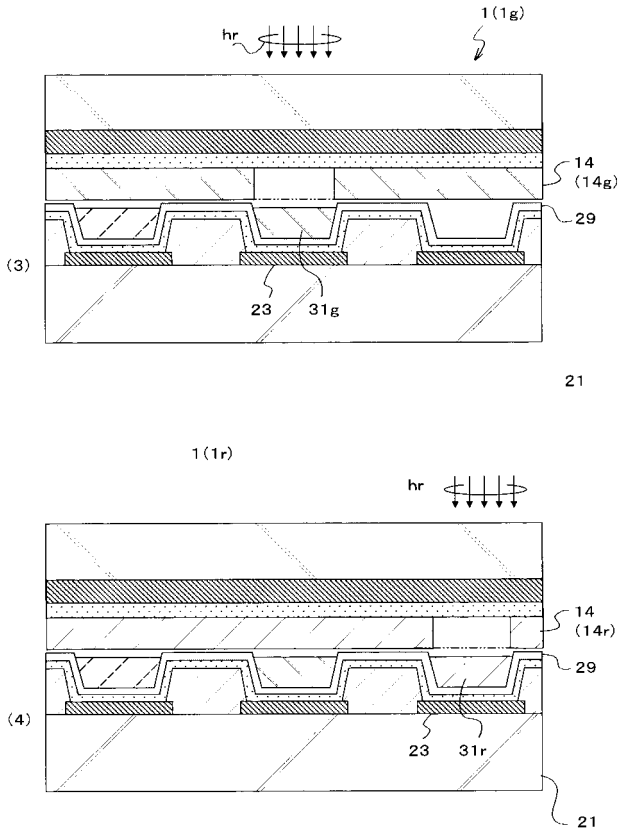
【図1】



【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

