

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5543599号
(P5543599)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/10 (2006.01)

H05B 33/10

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14

A

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/12

B

H05B 33/22 (2006.01)

H05B 33/22

Z

H05B 33/22

C

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-527464 (P2012-527464)
 (86) (22) 出願日 平成22年8月6日(2010.8.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/004955
 (87) 国際公開番号 W02012/017486
 (87) 国際公開日 平成24年2月9日(2012.2.9)
 審査請求日 平成25年5月16日(2013.5.16)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100090446
 弁理士 中島 司朗
 (74) 代理人 100125597
 弁理士 小林 国人
 (74) 代理人 100146798
 弁理士 川畑 孝二
 (74) 代理人 100121027
 弁理士 木村 公一
 (74) 代理人 100175411
 弁理士 土田 幸雄
 (74) 代理人 100174861
 弁理士 中島 安洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1電極と第2電極との間に、少なくとも電荷注入輸送層と発光層との積層体を介挿し、かつ、バンクで規定された領域に前記発光層を配設する発光素子の製造方法であって、電荷注入輸送層を形成する工程と、

前記電荷注入輸送層上にバンクを構成する材料からなるバンク材料層を形成する工程と、

、

前記バンク材料層の一部を除去して前記電荷注入輸送層の一部を露出させる工程と、

前記電荷注入輸送層上の前記バンク材料層の残留部に熱処理を施す工程と、

前記熱処理工程後、前記露出した電荷注入輸送層上に発光層を形成する工程とを含み、

前記電荷注入輸送層は、前記電荷注入輸送層の一部が露出した状態で用いられる液体により浸食される材料で構成し、

前記電荷注入輸送層の露出面を、前記液体の浸食により前記バンク材料層の残留部底面のレベルから沈下した凹入構造に形成し、

前記熱処理工程では、前記バンク材料層の残留部に流動性を与えることにより、前記残留部から前記バンクを構成する材料を前記凹入構造の凹部の縁まで延出させ、

前記発光層は、レーザー転写法を利用した発光層形成工程により形成する、

発光素子の製造方法。

【請求項2】

前記電荷注入輸送層は、金属の酸化物、窒化物、または酸窒化物からなる正孔注入層で

10

20

ある

請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 3】

前記正孔注入層と前記発光層との間に、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を設ける、

請求項 2 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 4】

前記電荷注入輸送層を構成する材料は、前記バンクを形成するときに用いられる液体により浸食される材料である

請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

10

【請求項 5】

前記液体は水または T M A H 溶液である

請求項 4 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 6】

前記バンクの一部を、前記電荷注入輸送層の凹入構造における凹部の底面まで達するように形成し、前記バンクの側面を、前記凹部底面への到達点から頂点にかけて上り斜面になるように形成する

請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 7】

前記バンクの一部を、前記電荷注入輸送層の凹入構造における凹部の底面まで達しないように形成する

20

請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 8】

前記バンクを、絶縁性を有する材料を含むように形成する

請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 9】

前記発光層は、有機 E L 層である

請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 10】

前記電荷注入輸送層を、前記バンクの底面に沿って前記バンクの側方に延出させて形成する

30

請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 11】

前記電荷注入輸送層の凹部の縁は、前記電荷注入輸送層の上面において凹入されていない領域と前記凹部の側面とで形成された凸角部分として形成する

請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 12】

前記発光層形成工程では、

前記バンクで規定された領域ごとに、異なる色の転写層を有する転写基板にレーザー照射し、各転写層を前記電荷注入輸送層上に昇華させて転写することにより、異なる色の前記発光層を形成する

40

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の発光素子の製造方法。

【請求項 13】

前記発光層形成工程では、

光熱変換層と、第 1 の発光色の第 1 の転写層とが同順に積層されてなる第 1 の転写基板に対し、レーザー照射して第 1 の転写層を昇華させて転写し、第 1 の発光色の発光層を形成する第 1 のステップと、

第 1 のステップ後に、光熱変換層と、第 2 の発光色の第 2 の転写層とが同順に積層されてなる第 2 の転写基板に対し、レーザー照射して第 2 の転写層を昇華させて転写し、第 2 の発光色の発光層を形成する第 2 のステップとを有する

50

請求項 1 2 に記載の発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、研究・開発が進んでいる有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機 EL 素子」と記載する。）は、有機材料の電界発光現象を利用した発光素子である。有機 EL 素子は、第 1 電極（陽極）と第 2 電極（陰極）との間に発光層が介挿された構造を有する。発光層の側方には、絶縁材料からなるバンクが形成されていて、このバンクにより発光層の形状が規定されている。第 1 電極と発光層との間には、例えば、必要に応じてホール注入層、ホール輸送層またはホール注入兼輸送層が介挿され、第 2 電極と発光層との間には、必要に応じて電子注入層、電子輸送層または電子注入兼輸送層が介挿される（以下、ホール注入層、ホール輸送層、ホール注入兼輸送層、電子注入層、電子輸送層、および電子注入兼輸送層を総称して「電荷注入輸送層」と記載する）。

10

【0003】

従来の有機 EL 素子では、PEDOT（ポリチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物）などの導電性ポリマー材料を用い電荷注入輸送層が形成されていたが、遷移金属酸化物などの金属化合物を用い電荷注入輸送層を形成することが提案されている（例えば、特許文献 1 などを参照）。金属化合物は PEDOT に比べて電圧 - 電流密度特性に優れ、また、大電流を流して発光強度を高める場合にも劣化し難いと考えられている。そのため、金属化合物の電荷注入輸送層への利用が期待されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 203339 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 344459 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

ところで、上記のように、電荷注入輸送層として金属化合物を適用した構成においても、発光特性について更なる改善を図る必要がある。

【0006】

そこで、本発明は、良好な発光特性を有する発光素子の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様である発光素子の製造方法は、第 1 電極と第 2 電極との間に、少なくとも電荷注入輸送層と発光層との積層体を介挿し、かつ、バンクで規定された領域に前記発光層を配設する発光素子の製造方法であって、電荷注入輸送層を形成する工程と、前記電荷注入輸送層上にバンクを構成する材料からなるバンク材料層を形成する工程と、前記バンク材料層の一部を除去して前記電荷注入輸送層の一部を露出させる工程と、前記電荷注入輸送層上の前記バンク材料層の残留部に熱処理を施す工程と、前記熱処理工程後、前記露出した電荷注入輸送層上に発光層を形成する工程とを含み、前記電荷注入輸送層は、前記電荷注入輸送層の一部が露出した状態で用いられる液体により浸食される材料で構成し、前記電荷注入輸送層の露出面を、前記液体の浸食により前記バンク材料層の残留部底面のレベルから沈下した凹入構造に形成し、前記熱処理工程では、前記バンク材料層の残留部に流動性を与えることにより、前記残留部から前記バンクを構成する材料を前記凹入構造の凹部の縁まで延出させ、前記発光層は、レーザー転写法を利用した発光層形成工程に

40

50

より形成するものとする。

【発明の効果】

【0008】

上記構成によれば、電荷注入輸送層に形成された凹部の縁がバンクの一部で被覆されているので、発光時に凹部の縁に電界が集中するのを抑制することができ、その結果、発光層に局部的に電流が流れるのを抑制することができる。したがって、発光面内の輝度ムラを抑制することができ、発光特性を更に改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一態様を得るに至った経緯を説明するための端面図である。

10

【図2】本発明の実施の形態に係る有機ELディスプレイの一部を示す平面図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る有機ELディスプレイの一部断面を模式的に示す端面図である。

【図4】図3における一点鎖線で囲まれたB部の拡大端面図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る有機ELディスプレイの製造方法を説明する工程図である。

【図6】本発明の実施の形態に係る有機ELディスプレイの製造方法を説明する工程図である。

【図7】レーザー転写法による発光層形成工程を説明する図である。

【図8】レーザー転写法による発光層形成工程の課題と本発明の実施の形態の効果を説明する図である。

20

【図9】本発明の実施の形態に係る有機ELディスプレイの製造方法を説明する工程図である。

【図10】本発明の変形例に係る有機ELディスプレイの一部断面を模式的に示す端面図である。

【図11】本発明の変形例に係る有機ELディスプレイの製造方法を説明する工程図である。

【図12】本発明の変形例に係る有機ELディスプレイの一部断面を模式的に示す端面図である。

【図13】本発明の変形例に係る有機ELディスプレイの一部を示す平面図である。

30

【図14】本発明の変形例に係る有機ELディスプレイの一部を示す端面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

<本発明に係る一形態を得るに至った経緯>

本発明者は、「背景技術」の欄において記載した、金属化合物を適用した有機EL素子に関し、鋭意研究により、発光面内における輝度ムラの発生や局所的な劣化による寿命の低下の可能性があることを新たに見出した。

【0011】

そして、この点に関し、本発明者は検討を重ねた末、以下の知見を得た。

【0012】

40

図1は、有機ELディスプレイの製造工程を示す端面図である。図1(a)は、TFT基板1上に、第1電極2、ITO層3、ホール注入層4およびバンク5が形成された状態を示している。また、図1(b)は、さらに、発光層6、電子注入層7、第2電極8および封止層9が形成された状態を示している。

【0013】

電荷注入輸送層(この例ではホール注入層4)に金属化合物を適用した構成によれば、バンク5の形成過程においてホール注入層4の上面に凹部4aが形成されてしまう(図1(a)参照)。その状態で発光層6を形成した場合(図1(b)参照)、発光時に凹部の縁4c付近に電界が集中してしまう。この結果、発光層6に局部的に電流が流れてしまう場合があり、この局部的な電流の発生により、発光面内の輝度ムラや局所的な劣化による

50

短寿命化という問題が発生するおそれがある。

【 0 0 1 4 】

上記の課題および知見は、金属化合物を適用した有機 E L 素子における特有であり、且つ、これまでは明らかにされていなかったと考えられる点で、技術的な意義を有するものである。

【 0 0 1 5 】

以上の通り、一連の研究および検討を通じ、本発明者は、電荷注入輸送層に形成された凹部の縁をバンクの一部によって被覆することにより、発光時における凹部の縁付近の電荷の集中を抑制し、その結果、発光層における局所的な電流の流れを抑制する、という技術的特徴に想到することができたのである。

10

【 0 0 1 6 】

< 発明の一態様の概要 >

本発明の一態様である発光素子の製造方法は、第 1 電極と第 2 電極との間に、少なくとも電荷注入輸送層と発光層との積層体を介挿し、かつ、バンクで規定された領域に前記発光層を配設する発光素子の製造方法であって、電荷注入輸送層を形成する工程と、前記電荷注入輸送層上にバンクを構成する材料からなるバンク材料層を形成する工程と、前記バンク材料層の一部を除去して前記電荷注入輸送層の一部を露出させる工程と、前記電荷注入輸送層上の前記バンク材料層の残留部に熱処理を施す工程と、前記熱処理工程後、前記露出した電荷注入輸送層上に発光層を形成する工程とを含み、前記電荷注入輸送層は、前記電荷注入輸送層の一部が露出した状態で用いられる液体により浸食される材料で構成し、前記電荷注入輸送層の露出面を、前記液体の浸食により前記バンク材料層の残留部底面のレベルから沈下した凹入構造に形成し、前記熱処理工程では、前記バンク材料層の残留部に流動性を与えることにより、前記残留部から前記バンクを構成する材料を前記凹入構造の凹部の縁まで延出させ、前記発光層は、レーザー転写法を利用した発光層形成工程により形成するものとする。

20

【 0 0 1 7 】

上記製造方法によれば、電荷注入輸送層に形成された凹部の縁がバンクの一部で被覆されるので、発光時に凹部の縁に電界が集中するのを抑制することができ、その結果、発光層に局所的に電流が流れるのを抑制することができる。したがって、発光面内の輝度ムラを抑制することができ、発光特性を更に改善することができる。

30

【 0 0 1 8 】

ここで、本発明の別の態様として、前記電荷注入輸送層は、金属の酸化物、窒化物、または酸窒化物からなる正孔注入層とすることもできる。これらの材料は一般的に親水性である。したがって、バンクを形成する工程中の純水での洗浄工程において凹部を形成することができる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の別の態様として、前記正孔注入層と前記発光層との間に、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を設けることもできる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の別の態様として、前記電荷注入輸送層を構成する材料には、前記バンクを形成するときに用いられる液体により浸食される材料を用いてもよい。

40

【 0 0 2 1 】

この場合、本発明の別の態様として、前記液体は水または T M A H 溶液とすることもできる。これにより、バンクを形成する工程において、特別に工程を追加することなく、凹部を形成することができる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の別の態様として、前記バンクの一部を、前記電荷注入輸送層の凹入構造における凹部の底面まで達するように形成し、前記バンクの側面を、前記凹部底面への到達点から頂点にかけて上り斜面になるように形成してもよい。これにより、発光層をインクジェット法などの印刷技術で形成する場合に、バンクに規定される領域内の隅々にイン

50

クを入り込ませやすくでき、ボイド等の発生を抑えることができる。

【0023】

また、本発明の別の態様として、前記バンクの一部を、前記電荷注入輸送層の凹入構造における凹部の底面まで達しないように形成してもよい。凹部の縁をバンクの一部で覆われるようにするには、例えば、バンク材料に熱処理を施すことによりバンク材料を流動化させて、バンク材料の一部で凹部の縁を覆わせることが考えられる。上記構成によれば、バンク材料を凹部底面まで流さなくてもよいので、熱処理の温度および時間を低温かつ短時間にすることができる。

【0024】

また本発明の別の態様として、前記バンクを、絶縁性を有する材料を含むように形成してもよい。これにより、隣接する発光層どうしを絶縁することができる。

10

【0025】

また本発明の別の態様として、前記発光層を、有機EL層として構成してもよい。

【0026】

また本発明の別の態様として、前記電荷注入輸送層を、前記バンクの底面に沿って前記バンクの側方に延出させて形成してもよい。

【0027】

また本発明の別の態様として、前記電荷注入輸送層の凹部の縁は、前記電荷注入輸送層の上面において凹入されていない領域と前記凹部の側面とで形成された凸角部分として形成してもよい。

20

【0028】

また本発明の別の態様として、前記発光層形成工程では、前記バンクで規定された領域ごとに、異なる色の転写層を有する転写基板にレーザー照射し、各転写層を前記電荷注入輸送層上に昇華させて転写することにより、異なる色の前記発光層を形成してもよい。

【0029】

この場合、本発明の別の態様として、前記発光層形成工程では、光熱変換層と、第1の発光色の第1の転写層とが同順に積層されてなる第1の転写基板に対し、レーザー照射して第1の転写層を昇華させて転写し、第1の発光色の発光層を形成する第1のステップと、第1のステップ後に、光熱変換層と、第2の発光色の第2の転写層とが同順に積層されてなる第2の転写基板に対し、レーザー照射して第2の転写層を昇華させて転写し、第2の発光色の発光層を形成する第2のステップとを有するものとしてもよい。

30

【0030】

以下、本発明を実施するための形態を、図面を参照して詳細に説明する。ここでは、発光素子としては発光層に有機EL材料を用いた有機EL素子、発光素子を複数備えた発光装置としては有機ELディスプレイを例に挙げて説明する。なお、各図面における部材の縮尺は実際のものとは異なる。

【0031】

< 概略構成 >

図2は、本発明の実施の形態に係る有機ELディスプレイの一部を示す平面図である。

【0032】

40

有機ELディスプレイ100は、RGBの何れかの発光層を具備する有機EL素子10a、10b、10cをマトリックス状に配置してなるトップエミッション型の有機ELディスプレイである。各有機EL素子がサブピクセルとして機能し、RGBの3色の有機EL素子が一組でピクセルとして機能する。

【0033】

図2の例では、井桁状のピクセルバンク55が採用されており、Y軸方向に延伸するバンク要素55aにより、X軸方向に隣接する発光層56a1、56b1、56c1が区分けされると共に、発光層56a2、56b2、56c2が区分けされる。

【0034】

一方、X軸方向に延伸するバンク要素55bにより、Y軸方向に隣接する発光層56a

50

1、5 6 a 2 が区分けされ、発光層 5 6 b 1、5 6 b 2 が区分けされ、さらに、発光層 5 6 c 1、5 6 c 2 が区分けされる。

【0035】

図3は、本発明の実施の形態に係る有機ELディスプレイの一部断面を模式的に示す端面図であり、図2のA-Aの断面を示している。図4は、図3における一点鎖線で囲まれたB部の拡大端面図である。

【0036】

TFT基板1（以下、単に「基板1」）上には、陽極である第1電極2がマトリックス状に形成されており、第1電極2上に、ITO（酸化インジウムスズ）層3及び、ホール注入層4がその順で積層されている。なお、ITO層3が第1電極2上にのみ積層されているのに対し、ホール注入層4は第1電極2上だけでなく基板1の上面全体に亘って形成されている。

10

【0037】

第1電極2の周辺上部にはホール注入層4を介してバンク5が形成されており、バンク5で規定された領域内に発光層6が積層されている。さらに、発光層6の上には、電子注入層7、陰極である第2電極8、及び封止層9が、それぞれバンク5で規定された領域を超えて隣接する有機EL素子10a、10b、10cのものと連続するように形成されている。

【0038】

<各部構成>

20

基板1は、例えば、無アルカリガラス、ソーダガラス、無蛍光ガラス、燐酸系ガラス、硼酸系ガラス、石英、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、シリコン系樹脂、又はアルミナ等の絶縁性材料で形成されている。

【0039】

第1電極2は、Ag（銀）で形成されている。なお、第1電極2は、例えば、APC（銀、パラジウム、銅の合金）、ARA（銀、ルビジウム、金の合金）、MoCr（モリブデンとクロムの合金）、NiCr（ニッケルとクロムの合金）等で形成されていても良い。有機ELディスプレイ100がトップエミッション型の場合は、光反射性の材料で形成されていることが好ましい。

30

【0040】

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

【0041】

ホール注入層4は、WOx（酸化タングステン）又はMoxWyOz（モリブデン-タングステン酸化物）で形成されている。なお、ホール注入層4は、ホール注入機能を果たす金属化合物で形成されていれば良く、そのような金属化合物としては、例えば、金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物が挙げられる。

【0042】

ホール注入層4が特定の金属化合物で形成されている場合は、ホールを容易に注入することができ、発光層6内で電子が有効に発光に寄与するため、良好な発光特性を得ることができる。前記の特定の金属化合物としては、遷移金属が好ましい。遷移金属は、複数の酸化数をとるためこれにより複数の準位をとることができ、その結果ホール注入が容易になり駆動電圧を低減することができる。

40

【0043】

図4に示すように、ホール注入層4は、バンク5の底面5a、5bに沿って側方に延出していると共に、上面の一部が凹入して凹部4aが形成されている。凹部4aの内底面部としての底面4bは、バンク底面5aのレベル5cよりも沈下している。凹部4aは、底面4bと、これに連続する内側面部としての側面4dとで構成されており、凹部4aの深さは、概ね5nm～30nm程度である。凹部の縁4cは、ホール注入層4の上面におい

50

て凹入されていない領域 4 e と凹部の側面 4 d とで形成された凸角部分であり、バンク 5 の一部である被覆部 5 d により被覆されている。

【 0 0 4 4 】

凹部の縁 4 c は、凹部の底面 4 b に対して突出しているため、仮に、凹部の縁 4 c が絶縁性の被覆部 5 d で覆われていなければ、ここに電界集中が生じて発光層 6 に局部的に電流が流れ、その結果、発光面内での輝度ムラや発光層 6 の局部的劣化による製品の短寿命化という問題が生じる。しかしながら、本実施の形態では、凹部の縁 4 c が絶縁性の被覆部 5 d により被覆されているので、そのような問題が生じるのを抑制することができる。なお、電界集中を効果的に抑制するには、被覆部 5 d の厚み（凹部の縁 4 c から発光層 6 までの最短距離）を 2 nm ~ 5 nm とするのが望ましい。

10

【 0 0 4 5 】

また、凹部の縁 4 c の形状は、一例として示した図 4 のようなエッジ形状よりも、多角形、あるいは丸みを帯びた形状とすることで、電界集中をより抑制できる。

【 0 0 4 6 】

また、本実施の形態では、被覆部 5 d は凹部 4 a の底面 4 b まで達し、バンク 5 の側面は、凹部底面 4 b への到達点から頂点にかけて上り斜面になっている。これにより、発光層 6 をインクジェット法などの印刷技術で形成する場合に、バンクに規定される領域内の隅々にインクを入り込ませやすくでき、ボイド等の発生を抑えることができる。

【 0 0 4 7 】

バンク 5 は、サブピクセルごとに発光層 6 を区画するためのものであり、樹脂等の有機材料で形成されており絶縁性を有する。有機材料の例には、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ノボラック型フェノール樹脂等が挙げられる。バンク 5 は、有機溶剤耐性を有することが好ましい。さらに、バンク 5 はエッチング処理、ベーク処理等がされることがあるので、それらの処理に対して過度に変形、変質などをしないような耐性の高い材料で形成されることが好ましい。

20

【 0 0 4 8 】

発光層 6 は、機能層を構成し、例えば、特開平 5 - 1 6 3 4 8 8 号公報に記載のオキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノロン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサnten化合物、アンスラセン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8 - ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、2 - ビピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩と I I I 族金属との錯体、オキシシン金属錯体、希土類錯体等の蛍光物質で形成されることが好ましい。

30

40

【 0 0 4 9 】

電子注入層 7 は、第 2 電極 8 から注入された電子を発光層 6 へ輸送する機能を有し、例えば、バリウム、フタロシアニン、フッ化リチウム、あるいはこれらの組み合わせで形成されることが好ましい。

【 0 0 5 0 】

第 2 電極 8 は、例えば、ITO、IZO（酸化インジウム亜鉛）等で形成される。有機 EL ディスプレイ 100 がトップエミッション型の場合は、光透過性の材料で形成されることが好ましい。

【 0 0 5 1 】

封止層 9 は、発光層 6 等が水分に晒されたり、空気に晒されたりすることを抑制する機

50

能を有し、例えば、 SiN （窒化シリコン）、 SiON （酸窒化シリコン）等の材料で形成される。有機ELディスプレイ100がトップエミッション型の場合は、光透過性の材料で形成されることが好ましい。

【0052】

<製造方法>

図5乃至図9は、本発明の実施の形態に係る有機ELディスプレイの製造方法を説明する工程図である。

【0053】

まず、図5(a)に示すように、基板1上に例えばスパッタリングによりAg薄膜を形成し、当該Ag薄膜を例えばフォトリソグラフィでパターニングすることによりマトリックス状に第1電極2を形成する。なお、Ag薄膜は真空蒸着等で形成しても良い。

10

【0054】

次に、図5(b)に示すように、例えばスパッタリングによりITO薄膜を形成し、当該ITO薄膜を例えばフォトリソグラフィによりパターニングすることによりITO層3を形成する。続いて、 WOx 又は Mo x Wy Oz を含む組成物を用いて真空蒸着、スパッタリングなどの技術により WOx 又は Mo x Wy Oz の薄膜11を形成する。

【0055】

次に、図5(c)に示すように、薄膜11上に有機材料からなるバンク材料を用いてバンク材料層12を形成し、バンク材料層12の一部を除去して薄膜11の一部を露出させる。バンク材料層12の形成は、例えば塗布等により行うことができる。バンク材料層12の除去は、所定の現像液（テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド（TMAH）溶液等）を用いてパターニングをすることにより行うことができる。

20

【0056】

このとき、薄膜11を構成する材料である WOx 又は Mo x Wy Oz は純水やTMAH溶液に溶けやすい性質をもつので、前記現像液により薄膜11の表面に付着するバンク残渣を洗浄し、かつ、図6(a)に示すように、薄膜11の露出部分が浸食されて凹入構造に形成される。この結果、凹部4aを具備するホール注入層4が形成される。

【0057】

次に、図6(b)に示すように、熱処理を施してバンク材料層12の残留部にある程度の流動性を与え、残留部からバンク材料を凹部の縁4cまで延出させる。これにより、凹部の縁4cは被覆部5dに覆われることになる。熱処理は、例えば、熱キュアを採用することができる。熱キュアの温度および時間は、バンク材料の種類や必要とする被覆部5dの厚み等を勘案して適宜決定すればよい。その後、必要に応じて、バンク材料層12の残留部表面に例えばフッ素プラズマ等による撥液処理を施して、バンク5を形成する。

30

【0058】

次に、図6(c)に示すように、バンク5で規定された領域内において、ホール注入層4の凹部4a上に発光層6を形成する。この発光層形成工程としては、例えばレーザー転写法を用いた方法を例示することができる。図7は、この方法による発光層形成工程を説明するための模式的な断面図である。

【0059】

当図に示すように、レーザー転写法では、透明基板（ガラス基板21）上に金属層（光熱変換層22）、転写層6Xを順次一様に積層してなるドナー基板20を、バンク5を形成した基板上に配設する。

40

【0060】

光熱変換層22は、使用前は一定の粘着力で転写層6Xを保持しているが、使用時にレーザー照射されると、レーザー光のエネルギーを光熱変換することで転写層6Xを加熱し、これを昇華させる。具体的に光熱変換層22としては、レーザー光を吸収して熱変換できる材料（たとえばCr、Mo等の金属材料）を用い、スパッタリングにより膜厚200nmで成膜したものを利用することができる。

【0061】

50

転写層 6 X は、発光層 6 の材料であり、上記した所定の発光色の有機材料（蛍光物質）を 1 . 0 w t / V % 程度の濃度のキシレン溶液に加え、これを公知のスピンコート法に基づいて光熱変換層 2 2 の表面に滴下し、乾燥させて成膜した層である。膜厚は 4 0 n m ~ 6 0 n m 程度に調整できる。なお転写層 6 X はスピンコート法のほか、公知のインクジェット法やダイコート法、或いは各種蒸着法により成膜することもできる。

【 0 0 6 2 】

発光層形成工程では、このような構成のドナー基板 2 0 を、バンク 5 を形成した基板と重ね合わせる。そして、隣接するバンク 5 の間の位置に合わせ、ガラス基板 2 0 側からレーザー照射する。これによりレーザー照射された部分のみにおいて、選択的に光熱変換層 2 2 が加熱され、当該加熱された部分の光熱変換層 2 2 が、これに対応する位置の転写層 6 X をホール注入層 4 の凹部 4 a 上に昇華させ、転写させる。これにより発光層 6 が形成される。このようなレーザー転写法による発光層形成工程を、R G B それぞれの発光色の転写層 6 X を備えるドナー基板 2 0 を用い、順次実施すれば、全ての発光色の発光層 6 を形成することができる。

10

【 0 0 6 3 】

（レーザー転写法について）

レーザー転写法は、有機 E L ディスプレイ等における発光素子の微細化と大画面化を同時に実現しうる有力な方法として、近年注目されている方法である（たとえば特許文献 2 参照）。その他のメリットとして、所定の発光色の転写層を備えるドナー基板を予め作り置きできるほか、真空蒸着法のように大型の真空装置（チャンバー）を用いなくても、大気中で大型基板に対する成膜が可能であり、実現性に優れている。

20

【 0 0 6 4 】

一方、本願発明者らは、有機 E L 素子の電荷注入層として、金属化合物を適用し、発光特性の向上を目指している。これらの点について本願発明者らが鋭意検討した結果、以下の知見を得た。

【 0 0 6 5 】

一般的なレーザー転写法では、ドナー基板 2 0 を部分的にレーザー照射し、隣接するバンク 5 に規定された領域に選択的に転写層 6 X を昇華させて転写して発光層 6 を形成する。この過程において、レーザー転写法では以下に示す課題がある。

【 0 0 6 6 】

30

〔空隙と転写拡散の課題〕

レーザー転写法は、原理的には有機材料の昇華を利用した蒸着法であるため、転写対象面に比較的急峻な段差等が存在する場合は、液体材料を用いた場合と違い、段差の奥まで昇華した材料が届きにくい。従って従来、図 8（a）に示すように、段差部分（この場合はホール注入層 4 の凹部周縁）を中心に発光層 6 Y が浮き上がって形成され、ホール注入層 4 との間に空隙 S 1 生じることがある。このような空隙 S 1 は、その後の製造工程や完成後の有機 E L ディスプレイの駆動時、或いは保存環境の温度上昇によって体積増加することがあり、発光層 6 とホール注入層 4 間の密着性の低下を招き、有機 E L ディスプレイ全体の発光特性が低下する。なお、仮に空隙 S 1 が生じなくても、レーザー照射位置がずれていれば、レーザー転写の際に昇華した転写層の材料が不要な方向に拡散し、発光材料の堆積量が減って正常な膜厚の発光層 6 Y が形成されない場合もある（転写拡散の課題）。この場合も、空隙 S 1 を生じる場合と同様の課題を生じる。

40

〔ホール注入層が露出する課題〕

また、バンク 5 を形成した基板に対し、ドナー基板 2 0 を介したレーザー照射位置が位置ずれを生じていると、図 8（a）のようにホール注入層 4 上に主として形成される発光層 6 Y も位置ずれを生じる。これにより、隣接するバンク 5 の片方、もしくはバンク 5 の一部（図では縁 4 c 寄りの位置）に発光層 6 Y が偏って形成され、ホール注入層 4 の表面が露出した領域 S 2（図では縁 4 c 寄りの位置）が生じうる。このような露出領域 S 2 が存在すると、有機 E L ディスプレイが完成した後の有機 E L 素子では、輝度ムラを引き起こす。また局所的な電流が露出領域 S 2（縁 4 c 付近）で生じていたとすると、縁 4 c

50

’と反対側の縁4c付近には全く電流が流れない。この場合、露出領域S2とともに、縁4c付近に形成された発光層6Yの部分も非発光領域となるため、画像表示性能に著しい影響を与える。

【0067】

さらに、発光層6Yの上に陰極(第2電極8)、または低抵抗材料からなる電子輸送層7及び第2電極8がともに形成されると、露出領域S2付近ではホール注入層4と第2電極8または電子輸送層7とが直接接して短絡し、有機EL素子の全面にわたって発光しなくなる問題も生じうる。

【0068】

[本実施の形態の優位性]

上記各課題に対し、本実施の形態の有機ELディスプレイ100では、ホール注入層4に形成された凹部4aの縁4c、4c’がバンク5の一部(被覆部5d)で被覆されており、この被覆部5dにより発光層6は縁4c、4c’に触れることなく配設される。従って、発光層形成領域には、凹部の縁4c、4c’に起因する、比較的急峻な段差が存在しないため、空隙S1の発生を防いで均一な発光層6を密に形成することができる。これにより、発光層形成工程後のプロセスや、発光素子の駆動時、保管時等における、温度環境の変化に対しても、安定な形態の積層構造を維持することができる。特に完成後の有機ELディスプレイ100の駆動時においては、凹部4aの縁4c、4c’に電界が集中するのを抑制でき、結果として発光層6に局部的に電流が流れるのを抑制できる。従って、発光面内における輝度ムラの発生を抑制し、発光特性の改善効果を良好に期待できる。

【0069】

さらには被覆部5dを形成することで、レーザー照射位置をバンク5が設けられた基板と位置合わせする際の位置ずれ誤差の許容範囲として、被覆部5dの底辺長さ相当を確保できる。これにより、図8(b)のように、位置ずれを生じたドナー基板20のガラス基板側から、レーザー照射を行っても、ある程度適切に発光層6Yを形成することができる。このようにレーザー照射位置の位置合わせ精度を緩和でき、生産効率の向上を期待することができる。被覆部5dの厚み(凹部4aの縁4c~発光層6までの最短距離)は、2nm~5nmとするのが望ましい。また被覆部5dの底辺長さは、2nm~1μmとするのが好適である。被覆部5dの底辺長さに応じて、レーザー照射位置の位置合わせ精度の緩和を図ることができる。

【0070】

また、上記のように被覆部5dの底辺長さ分にわたるホール注入層4の表面部分には転写層6Xを被着させずに済むため、ホール注入層4上の発光層形成領域の面積を無駄なく縮小できる。このためレーザー照射により昇華された転写層6Xが当該領域に集中して堆積される(図8(b))。これにより転写拡散を防止し、十分な膜厚を持つ発光層6Yを適切に形成できる効果も奏される。

【0071】

続いて、発光層形成工程以降の工程を説明する。

【0072】

図9(a)に示すように、例えば真空蒸着により電子注入層7となるバリウム薄膜を形成し、図9(b)に示すように、例えばスパッタリングにより第2電極8となるITO薄膜を形成し、図9(c)に示すように、さらに封止層9を形成する。

【0073】

上記製造方法によれば、製造過程においてホール注入層4の露出部分に凹部4aが形成されたとしても、凹部の縁4cが被覆部5dで被覆され、その後、発光層6が形成されるため、凹部の縁4cに電界が集中するのを抑制することができる。

【0074】

また、上記製造方法によれば、一旦、一様な厚みの薄膜11を形成した後、現像液を用いたバンク残渣の洗浄時において、その表面部分を一部溶解させ、凹入構造を持つように形成することで、発光領域における厚み部分を薄くし、ホール注入層4を形成する。この

10

20

30

40

50

ように、実際の成膜プロセスにおいては、最初から薄い膜を形成するよりも、一旦厚い膜を形成し、その後、厚みを調節する方が、安定した生産性を発揮できる。

【 0 0 7 5 】

すなわち一般に、成膜プロセスにおいて非常に薄い膜を成膜する場合には、成膜開始から終了までを比較的短い時間で実施する必要があるが、このような薄い膜は、膜厚、膜質等が安定せず、バラツキが生じやすい。これは、成膜条件が安定するまでの時間（例えばスパッタ法では、放電によってチャンバー内にプラズマを生成し、プラズマ状態が安定するまでの時間）においても成膜がなされるため、この時間内に成膜された不安定な特性を持つ膜の厚みの全膜厚に占める割合が大きくなるからである。これに対し上記製造方法によれば、最初に一定の厚みの薄膜 1 1 を形成した後、部分的に表面を溶解させて凹入構造を形成することにより、電荷注入輸送性能に優れ、かつ発光領域では膜厚の薄いホール注入層 4 を効率よく作製できるので有利である。

【 0 0 7 6 】

< その他の事項 >

以上、実施の形態に基づいて説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限られない。例えば、以下のような変形例が考えられる。

(1) 上記実施の形態では、ホール注入層 4 を構成する材料として WO_x 又は Mo_xWyO_z を用いて説明しているが、一般に、金属の酸化物、窒化物、酸窒化物は純水に浸食されやすいので、 Mo (モリブデン)、 W (タングステン) 以外の金属を用いた場合でも本実施の形態を適用することにより同様の効果を奏することができる。

(2) 上記実施の形態では、ホール注入層は洗浄の際に純水に浸食されて凹部が形成されているが、本発明を採用すれば、それ以外の理由により凹部が形成されたとしても、凹部の縁に電界が集中するのを抑制するという効果を得ることができる。それ以外の理由とは、例えば、ホール注入層がエッチングの際にエッチング液に浸食される場合や、レジスト剥離の際に剥離剤に浸食される場合などが挙げられる。このように、ホール注入層がバンクを形成する際に用いられる液体に浸食される材料からなる場合、より詳細には、ホール注入層の一部が露出した状態で用いられる液体に浸食される材料からなる場合に、本発明は有効である。

(3) 上記実施の形態では、バンクから延出した被覆部は凹部の縁 4 c を越えて凹部の底面 4 b まで到達しているが、本発明は、凹部の縁 4 c を被覆することさえできれば、これに限られない。例えば、図 1 0 に示すように、被覆部 5 d が凹部の底面 4 b まで到達しない場合でも構わない。図 1 0 の構成を採用した場合には、バンク材料を凹部底面まで流さなくてもよいので、熱処理の温度および時間を低温かつ短時間にすることができる。

【 0 0 7 7 】

上記実施の形態では、ホール注入層 4 の凹部 4 a を形成する方法の一例として、バンク形成工程での現像によるものを示したが、本発明は、その他の形成方法としてマスクパターニングなどを用いることもできる。

(4) 図 6 (a) では、バンク材料 1 2 の斜面の下端と凹部の縁 4 c とが一致しているが、必ずしもこのようになるとは限らない。バンク材料によっては、図 1 1 (a) に示すように、バンク材料 1 2 の斜面が後退することにより、凹入されていない領域 4 e の一部が露出する場合もある。この場合でも、バンク材料 1 2 に適切に熱処理を施すことにより、凹部の縁 4 c をバンク材料の一部で覆わせることとすればよい (図 1 1 (b) 参照) 。

(5) 上記実施の形態では、電荷注入輸送層としてホール注入層 4 のみが第 1 電極と発光層との間に介挿されているが、本発明は、これに限られない。例えば、図 1 2 に示すように、ホール注入層 4 上にホール輸送層 1 3 が形成され、これらが電荷注入輸送層として介挿されることとしてもよい。この場合、ホール輸送層 1 3 の上面に凹部が形成されることになり、ホール輸送層に形成された凹部の縁が被覆部で覆われることになる。

さらには、電荷注入輸送層がホール注入層のみから構成され、このホール注入層、および、機能層を構成するホール輸送層が、第 1 電極と発光層との間に介挿されていてもよい。具体的には、図 1 4 の部分 B に示すように、ホール注入層 4 の凹部 4 a の縁 4 c がバンク

5の被覆部5dにより被覆された状態で、ホール注入層4の凹部4a上に、ホール輸送材料を含むインクを塗布してホール輸送層13を形成し、このホール輸送層13上に発光材料を含むインクを塗布して発光層6を形成してもよい。

(6) 上記実施の形態では、第1電極2をAg薄膜で形成しているため、ITO層3をその上に形成することとしている。第1電極2をAl系にしたときは、ITO層3を無くして陽極を単層構造にすることができる。

(7) 上記実施の形態では、発光素子を複数備えた発光装置として、有機ELディスプレイを例に挙げて説明しているが、本発明はこれに限らず、照明装置等にも適用可能である。

(8) 上記実施の形態では、所謂、ピクセルバンク(井桁状バンク)を採用しているが、本発明は、これに限らない。例えば、ラインバンク(ライン状のバンク)を採用することができる。図13の例では、ラインバンク65が採用されており、X軸方向に隣接する発光層66a、66b、66cが区分けされる。なお、図13に示すように、ラインバンク65を採用する場合には、Y軸方向に隣接する発光層同士はバンク要素により規定されていないが、駆動方法および陽極のサイズおよび間隔などを適宜設定することにより、互いに影響せず発光させることができる。

(9) 上記実施の形態では、トップエミッション型で説明しているが、これに限定されず、ボトムエミッション型であっても良い。

(10) 上記実施の形態では、発光層と第2電極との間に電子注入層のみが介挿されているが、これに加えて電子輸送層が介挿されていることとしてもよい。

(11) 上記実施形態では、バンク材料として、有機材料が用いられていたが、無機材料も用いることができる。

【0078】

この場合、バンク材料層の形成は、有機材料を用いる場合と同様、例えば塗布等により行うことができる。バンク材料層の除去は、バンク材料層上にレジストパターンを形成し、その後、所定のエッチング液(テトラメチルアンモニウムハイドロキシオキシサイド(TMAH)溶液等)を用いてエッチングをすることにより行うことができる。レジストパターンは、エッチング後に例えば水系もしくは非水系の剥離剤により除去される。次に、エッチング残渣を純水で洗浄する。このとき、薄膜を構成する材料であるWOx又はMo x Wy Ozは純水やTMAH溶液に溶けやすい性質をもつので、図6(a)に示す場合と同様、薄膜の露出部分が浸食されて凹入構造に形成される。この結果、凹部を具備するホール注入層が形成される。このため、バンク材料として無機材料を用いる場合も、有機材料を用いる場合と同様、本発明が適用できる。

【産業上の利用可能性】

【0079】

本発明は、有機ELディスプレイ等に利用可能である。

【符号の説明】

【0080】

- 1 TFT基板
- 2 第1電極
- 3 ITO層
- 4 ホール注入層
- 4a 凹部
- 4b 凹部の底面
- 4c、4c' 凹部の縁
- 4d 凹部の側面
- 4e ホール注入層の上面において凹入されていない領域
- 5 バンク
- 5a、5b バンクの底面
- 5c バンクの底面のレベル

10

20

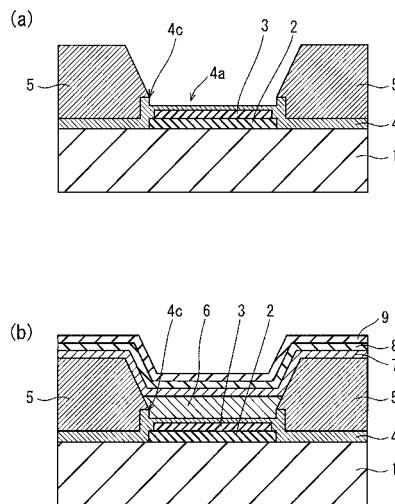
30

40

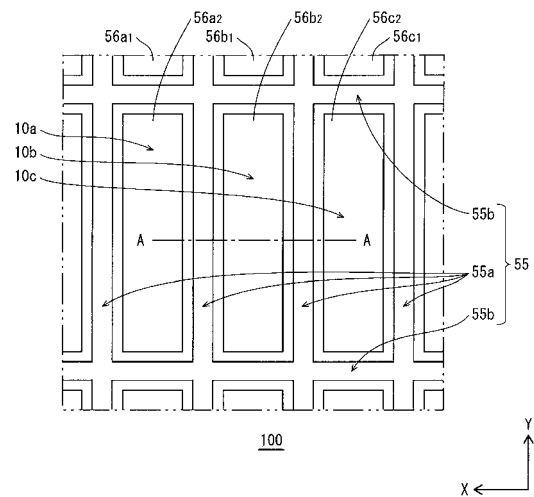
50

5 d	被覆部	
6、6 Y	発光層	
6 X	転写層	
7	電子注入層	
8	第 2 電極	
9	封止層	
10 a、10 b、10 c	有機 E L 素子	
11	薄膜	
12	バンク材料層	
13	ホール輸送層	10
20	ドナー基板（転写基板）	
21	ガラス基板	
22	光熱変換層	
55	ピクセルバンク	
55 a	バンク要素	
55 b	バンク要素	
56 a 1、56 a 2、56 b 1、56 b 2、56 c 1、56 c 2	発光層	
65	ラインバンク	
66 a、66 b、66 c	発光層	
100	有機 E L ディスプレイ	20

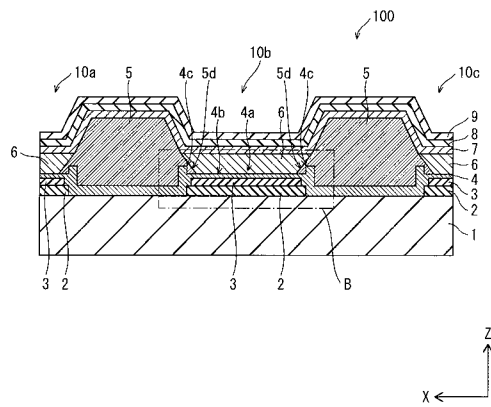
【図 1】



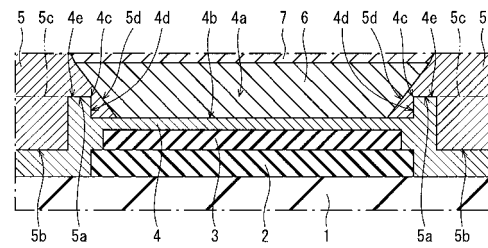
【図 2】



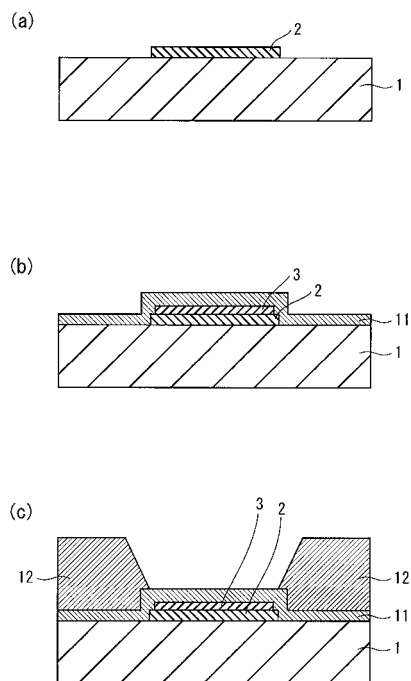
【 図 3 】



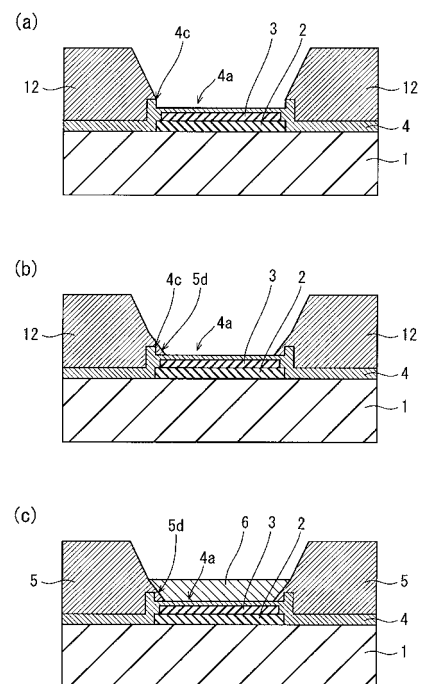
【 図 4 】



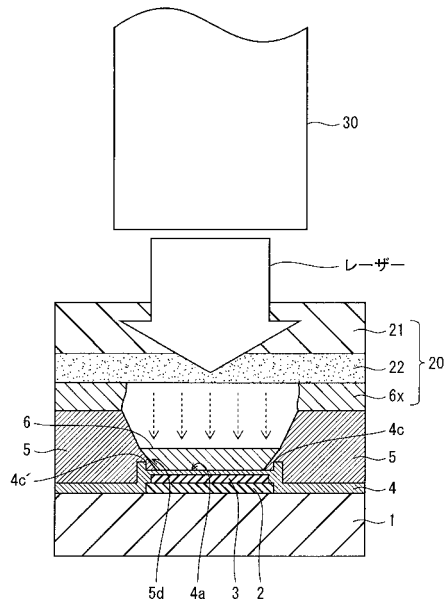
【 図 5 】



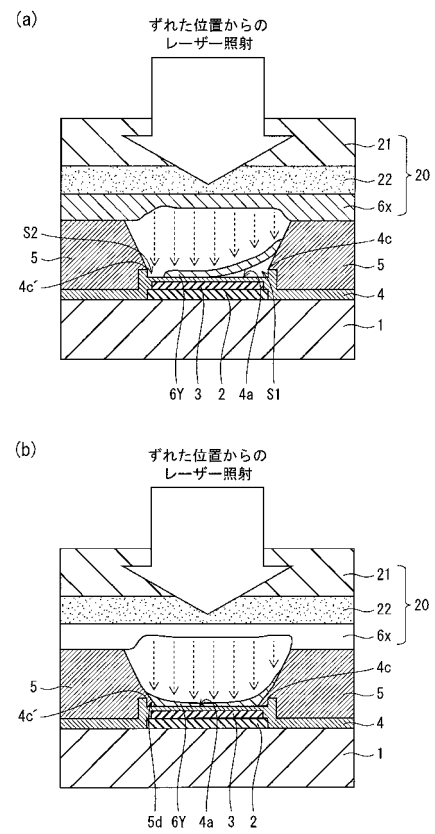
【 図 6 】



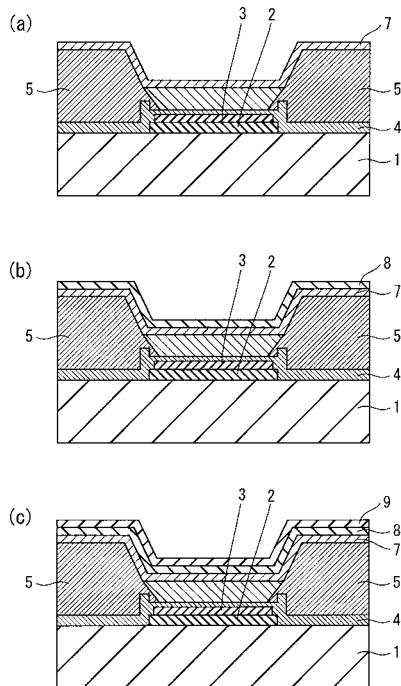
【図 7】



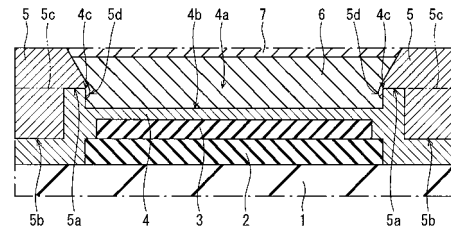
【図 8】



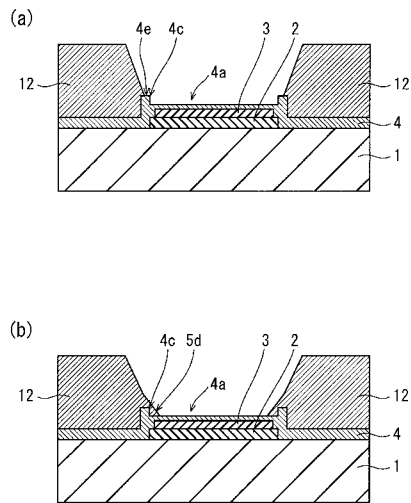
【図 9】



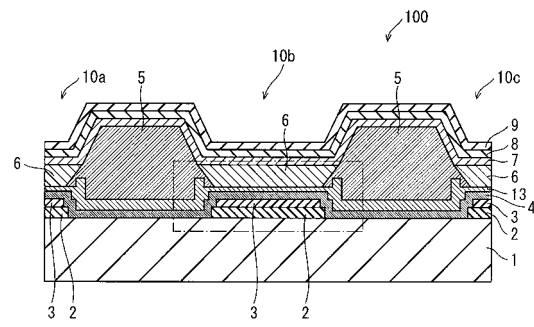
【図 10】



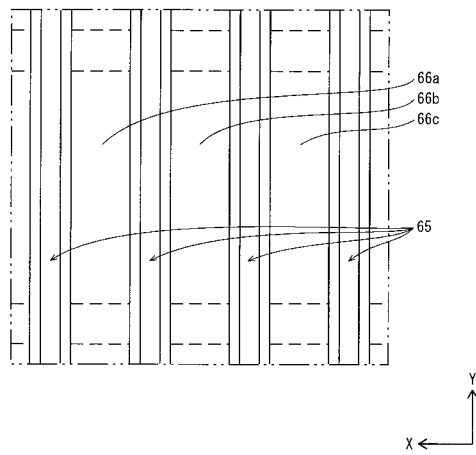
【図 1 1】



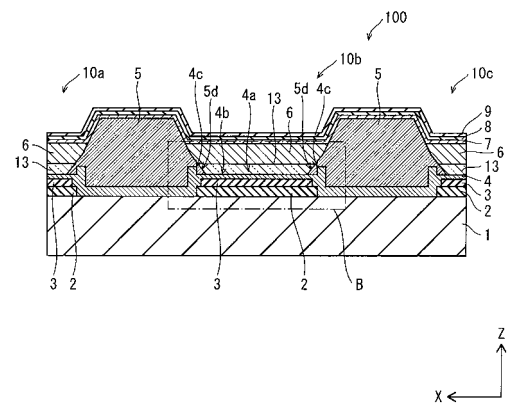
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100148194

弁理士 小林 義周

(72)発明者 西山 誠司

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

審査官 素川 慎司

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 3 3 9 7 2 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 5 4 5 8 2 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 2 1 1 6 2 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 1 0 6 7 0 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 2 6 4 0 8 3 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 9 5 6 0 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 B 3 3 / 1 0

H 0 1 L 5 1 / 5 0

H 0 5 B 3 3 / 1 2

H 0 5 B 3 3 / 2 2