
本発明は、良好な発光特性を有する発光素子、発光素子を備えた発光装置および発光素子の製造方法を提供することを目的とする。具体的には、第1電極2と第2電極8との間に、少なくともホール注入層4と発光層6とが積層され、かつ、バンク5で規定された領域に発光層6が存する有機EL素子10a、10b、10cを構成する。ここでホール注入層4を、バンク5で規定された領域においては上面が沈下した凹入構造に形成する。ホール注入層4の凹入構造における凹部の縁4cは、バンク5の一部で被覆する。

明 細 書

発明の名称：

発光素子、発光素子を備えた発光装置および発光素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、発光素子、発光素子を備えた発光装置および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が介挿される（以下、ホール注入層及び電子注入層を総称して「電荷注入層」と記載する）。

[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層への利用が期待されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-203339号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、上記のように、電荷注入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、発光素子を備えた発光装置および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は、第1電極と第2電極との間に、少なくとも電荷注入層と電荷輸送層と発光層の積層体が介挿され、かつ、バンクで形状が規定された発光素子であって、前記電荷注入層は、前記バンクで規定された領域においては上面が沈下した凹入構造に形成され、前記電荷注入層の凹入構造における凹部の縁は、前記バンクの一部で被覆され、前記電荷輸送層は、その縁が前記バンクの一部で被覆された前記電荷注入層の前記凹部における前記沈下した部分に対向するように形成されている。

発明の効果

[0008] 上記構成によれば、電荷注入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、電荷輸送層を介して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
[図2]本発明の実施形態に係る有機ELディスプレイの一部を示す平面図
[図3]本発明の実施形態に係る有機ELディスプレイの一部断面を模式的に示す端面図
[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
[図5]本発明の実施形態に係る有機ELディスプレイの製造方法を説明する工程図

[図6]本発明の実施形態に係る有機ELディスプレイの製造方法を説明する工程図

[図7]本発明の実施形態に係る有機ELディスプレイの製造方法を説明する工程図

[図8]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

[図9]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

[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

[図11]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

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と新たに見出した。

[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] 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短寿命化とい

う問題が発生するおそれがある。

[0014] 上記の課題および知見は、金属化合物を適用した有機EL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。

[0015] 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。

[0016] <発明の一態様の概要>

本発明の一態様である発光素子は、第1電極と第2電極との間に、少なくとも電荷注入層と電荷輸送層と発光層の積層体が介挿され、かつ、バンクで形状が規定された発光素子であって、前記電荷注入層は、前記バンクで規定された領域においては上面が沈下した凹入構造に形成され、前記電荷注入層の凹入構造における凹部の縁は、前記バンクの一部で被覆され、前記電荷輸送層は、その縁が前記バンクの一部で被覆された前記電荷注入層の前記凹部における前記沈下した部分に対向するように形成されている。

[0017] 上記構成によれば、電荷注入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。

[0018] また、前記電荷輸送層は、前記バンクにおける、前記電荷注入層の凹部の縁を被覆する被覆部に接触している構成とすることもできる。

[0019] また、前記電荷輸送層は、前記バンクで規定された領域における前記電荷注入層の前記凹部の前記沈下した部分と、前記バンクにおける前記電荷注入層の凹部の縁を被覆する被覆部とにより囲まれる領域に形成されている構成とすることもできる。

- [0020] また、前記電荷注入層を構成する材料は、前記バンクを形成するとき用いられる液体により浸食される材料であることとしてもよい。
- [0021] この場合、本発明の別の態様として、前記液体は水またはTMAH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。
- [0022] また、前記電荷注入層を構成する材料は、金属の酸化物、窒化物または酸窒化物であることとしてもよい。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。
- [0023] また、前記バンクの一部は、前記電荷注入層の凹入構造における凹部の底面まで達し、前記バンクの側面は、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っていることとしてもよい。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クを入り込ませやすくでき、ポイド等の発生を抑えることができる。
- [0024] また、前記バンクの一部は、前記電荷注入層の凹入構造における凹部の底面まで達していないこととしてもよい。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。
- [0025] また、前記バンクは、絶縁性を有する材料を含むこととしてもよい。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。
- [0026] また、前記発光層は、有機EL層であることとしてもよい。
- [0027] また、前記電荷注入層は、前記バンクの底面に沿って前記バンクの側方に延出していることとしてもよい。
- [0028] また、前記電荷注入層の凹部の縁は、前記電荷注入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であること

としてもよい。

[0029] 本発明の一態様である発光装置は、上記の発光素子を複数備えている。

[0030] また、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層と電荷輸送層と発光層との積層体が介挿され、かつ、バンクで形状が規定された発光素子の製造方法であって、前記電荷注入層を形成する工程と、前記電荷注入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層の一部を露出させる工程と、前記電荷注入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、前記露出した前記電荷注入層上に電荷輸送層を形成する工程と、前記形成された電荷輸送層上に発光層を形成する工程と、を含み、前記電荷注入層は、前記電荷注入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からなり、前記電荷注入層の露出面は、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され、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、前記電荷輸送層形成工程では、前記電荷輸送層は、その縁が前記バンク材料層の一部で被覆された前記電荷注入層の前記凹部における露出面に対向するように形成されるものとする。

[0031] 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。

[0032] <概略構成>

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

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 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56a1、56a2が区分けされ、発光層56b1、56b2が区分けされ、さらに、発光層56c1、56c2が区分けされる。

[0036] 図3は、本発明の実施形態に係る有機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。

[0037] 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、ホール輸送層6A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。

[0038] 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ホール輸送層6A及び発光層6Bが積層されている。さらに、発光層6B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。

[0039] <各部構成>

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。

- [0040] 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。トップエミッション型の発光素子の場合には、光反射性の材料で形成されていることが好ましい。
- [0041] 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。
- [0042] ホール注入層4は、 WO_x （酸化タングステン）又は Mo_xWyO_z （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。
- [0043] 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6B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。
- [0044] 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の上面において凹入されていない領域4eと凹部の側面4d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5dにより被覆されている。

- [0045] 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、ホール輸送層 6 A を介して発光層 6 B 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 B 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ため、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 からホール輸送層 6 A までの最短距離）を 2 nm ~ 5 nm とするのが望ましい。
- [0046] また、凹部の縁 4 c の形状は、一例として示した図 4 のようなエッチ形状よりも、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。
- [0047] また、本実施形態では、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 B 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。
- [0048] バンク 5 は、サブピクセルごとに発光層 6 B 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。
- [0049] ホール輸送層 6 A は、厚み 10 nm ~ 20 nm 程度の層であって、ホール注入層 4 から注入された正孔（ホール）を発光層 6 B 内へ輸送する機能を有する。ホール輸送層 6 A としては、ホール輸送性の有機材料を用いる。正孔輸送性の有機材料とは、生じた正孔を分子間の電荷移動反応により伝達する

性質を有する有機物質である。これは、p-型の有機半導体と呼ばれることもある。

[0050] ホール輸送層6Aは、高分子材料でも低分子材料であってもよいが、湿式印刷法で製膜される。上層である発光層6Bを形成する際に、これに溶出しにくいよう、架橋剤を含むことが好ましい。正孔輸送性の材料の例としてはフルオレン部位とトリアリールアミン部位を含む共重合体や低分子量のトリアリールアミン誘導体を用いることができる。架橋剤の例としては、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレートなどを用いることができる。この場合、ポリスチレンスルホン酸をドーブしたポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)(PEDOT-PSS)や、その誘導体(共重合体など)で形成されていることが好適である。

[0051] 発光層6Bは、厚み50nm~80nm程度の有機発光層であって、例えば、特開平5-163488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、チオキサンテン化合物、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III族金属との錯体、オキシシ金属錯体、希土類錯体等の蛍光物質で形成されることが好ましい。

- [0052] 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 B 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。
- [0053] 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。トップエミッション型の発光素子の場合は、光透過性の材料で形成されることが好ましい。
- [0054] 封止層 9 は、発光層 6 B 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能を有し、例えば、SiN（窒化シリコン）、SiON（酸化窒化シリコン）等の材料で形成される。トップエミッション型の発光素子の場合は、光透過性の材料で形成されることが好ましい。
- [0055] <製造方法>
- 図 5 乃至図 7 は、本発明の実施形態に係る有機 EL ディスプレイの製造方法を説明する工程図である。
- [0056] 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。
- [0057] 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、 WO_x 又は Mo_xWyO_z 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 WO_x 又は Mo_xWyO_z の薄膜 11 を形成する。
- [0058] 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ヒドロキシド（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。

- [0059] このとき、薄膜 11 を構成する材料である $W O_x$ 又は $M o_x W y O_z$ 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 4 a を具備するホール注入層 4 が形成される。
- [0060] 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 4 c まで延出させる。これにより、凹部の縁 4 c は被覆部 5 d 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 5 d 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。
- [0061] 次に、バンク 5 内に規定された領域に、たとえば湿式印刷法に基づき、ホール輸送層 6 A を形成する。湿式印刷法としては、特に限定されるものではないが、インクジェット法に代表されるノズルジェット法や、ディスペンサー法を用いることができる。この場合、インクジェット法は、インク化した有機成膜材料をノズルから金属酸化物層へ噴射する。これによりホール輸送層 6 A を形成する。
- [0062] 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、前記形成したホール輸送層 6 A の上から、例えばインクジェット法により有機 EL 材料を含む組成物インク（以下、単に「インク」と称する）を滴下し、そのインクを乾燥させて発光層 6 B を形成する。なお、ディスペンサー法、ノズルコート法、スピコート法、凹版印刷、凸版印刷等によりインクを滴下しても良い。
- [0063] 次に、図 7 (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 7 (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 7 (c) に示すように、さらに封止層 9 を形成する。

- [0064] 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、ホール輸送層6A及び発光層6Bが順次形成されるため、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。
- [0065] 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、純水を用いたエッチング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。
- [0066] 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11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。
- [0067] 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 8 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 8 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。

[0068] 上記実施形態では、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エッチング後の洗浄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クス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 9 (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 9 (b) 参照)。

(5) なお、ホール輸送層の材料によっては、ホール輸送層を一旦形成した後にバンク形成工程を実施し、エッチング後の洗浄を行った場合、図 10 に示すようにホール輸送層の表面に凹部が形成される場合も想定される。この

場合、ホール輸送層 13 の上面に凹部が形成されるが、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ので、やはり駆動時に凹部の縁に電界集中が生じる問題は防止される。

(6) 上記実施形態では、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 11 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 11 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。

[0069] 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ヒドロキシオキサイド（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 WO_x 又は Mo_xWyOz 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

[0070] 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

- [0071]
- 1 TFT基板
 - 2 第1電極
 - 3 ITO層
 - 4 ホール注入層
 - 4 a 凹部
 - 4 b 凹部の底面
 - 4 c 凹部の縁
 - 4 d 凹部の側面
 - 4 e 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
 - 5 a、5 b バンクの底面
 - 5 c バンクの底面のレベル
 - 5 d 被覆部
 - 6 A ホール輸送層
 - 6 B 発光層
 - 7 電子注入層
 - 8 第2電極

- 9 封止層
- 10 a、10 b、10 c 有機EL素子
- 11 薄膜
- 12 バンク材料層
- 13 ホール輸送層
- 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ELディスプレイ

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層と電荷輸送層と発光層の積層体が介挿され、かつ、バンクで形状が規定された発光素子であって、
- 前記電荷注入層は、前記バンクで規定された領域においては上面が沈下した凹入構造に形成され、
- 前記電荷注入層の凹入構造における凹部の縁は、前記バンクの一部で被覆され、
- 前記電荷輸送層は、その縁が前記バンクの一部で被覆された前記電荷注入層の前記凹部における前記沈下した部分に対向するように形成されている、
- ことを特徴とする発光素子。
- [請求項2] 前記電荷輸送層は、前記バンクにおける、前記電荷注入層の凹部の縁を被覆する被覆部に接触している、
- ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項3] 前記電荷輸送層は、前記バンクで規定された領域における前記電荷注入層の前記凹部の前記沈下した部分と、前記バンクにおける前記電荷注入層の凹部の縁を被覆する被覆部とにより囲まれる領域に形成されている、
- ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項4] 前記電荷注入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
- ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項5] 前記液体は水またはTMAH溶液である
- ことを特徴とする請求項4に記載の発光素子。
- [請求項6] 前記電荷注入層を構成する材料は、金属の酸化物、窒化物または酸窒化物である
- ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

- [請求項7] 前記バンクの一部は、前記電荷注入層の凹入構造における凹部の底面まで達し、前記バンクの側面は、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っている
ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項8] 前記バンクの一部は、前記電荷注入層の凹入構造における凹部の底面まで達していない
ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項9] 前記バンクは、絶縁性を有する材料を含む
ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項10] 前記発光層は、有機EL層であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項11] 前記電荷注入層は、前記バンクの底面に沿って前記バンクの側方に延出している
ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項12] 前記電荷注入層の前記凹部の縁は、前記電荷注入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である
ことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。
- [請求項13] 請求項1～12の何れかに記載の発光素子を複数備えた発光装置。
- [請求項14] 第1電極と第2電極との間に、少なくとも電荷注入層と電荷輸送層と発光層との積層体が介挿され、かつ、バンクで形状が規定された発光素子の製造方法であって、
前記電荷注入層を形成する工程と、
前記電荷注入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層の一部を露出させる工程と、
前記電荷注入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、前記露出した前記電荷注入層上に電荷輸送層を形成する工程と

前記形成された電荷輸送層上に発光層を形成する工程と、

を含み、

前記電荷注入層は、前記電荷注入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からなり、

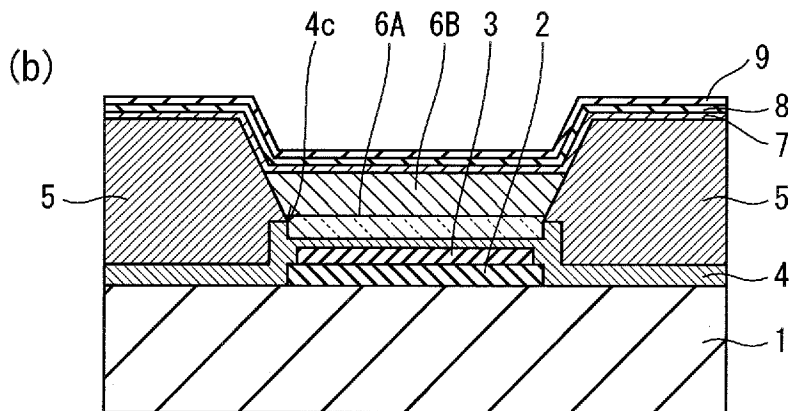
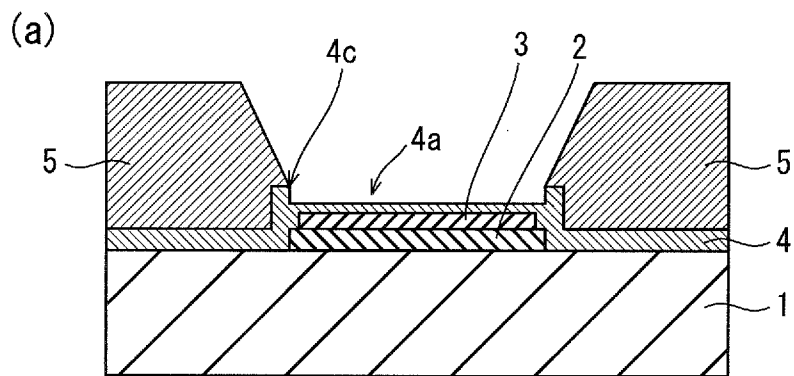
前記電荷注入層の露出面は、前記液体の浸食により前記バンク材料層の残留部底面のレベルから沈下した凹入構造に形成され、

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、

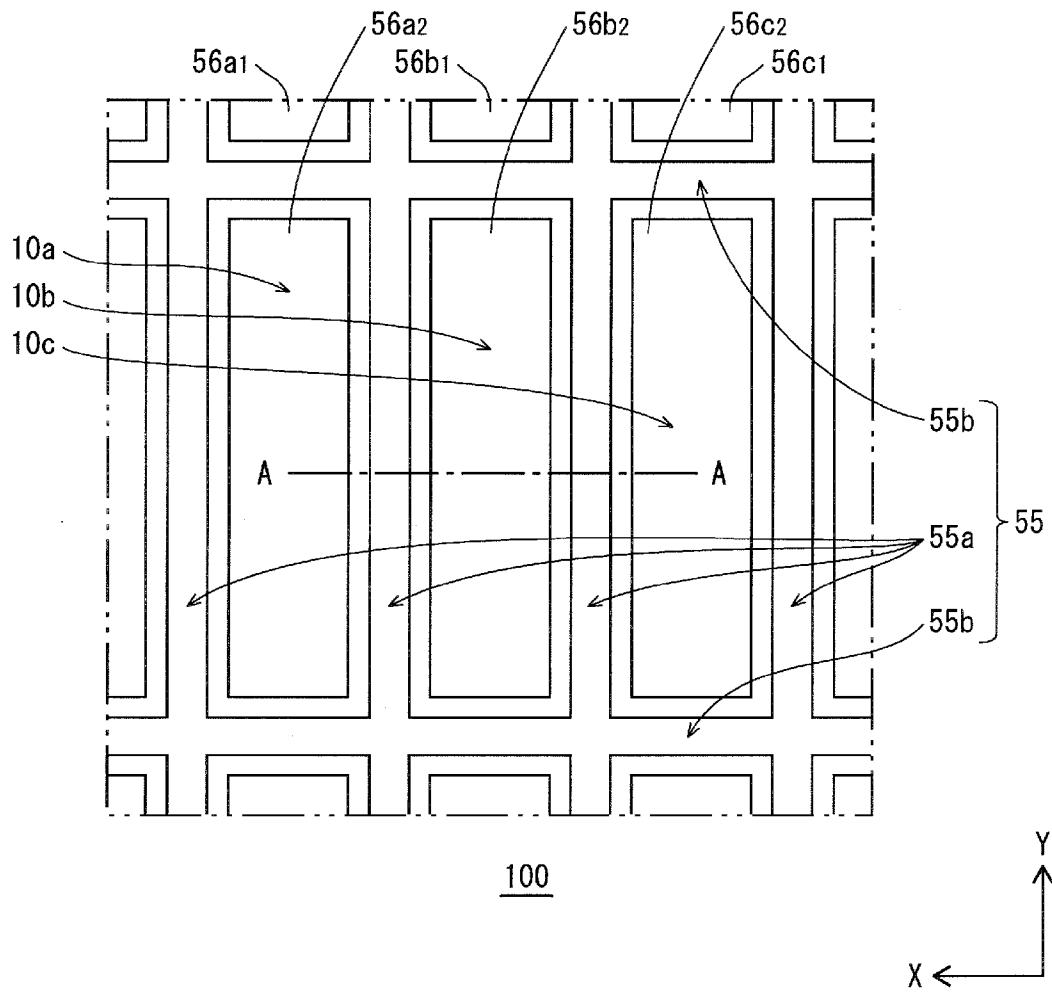
前記電荷輸送層形成工程では、前記電荷輸送層は、その縁が前記バンク材料層の一部で被覆された前記電荷注入層の前記凹部における露出面に対向するように形成される、

ことを特徴とする発光素子の製造方法。

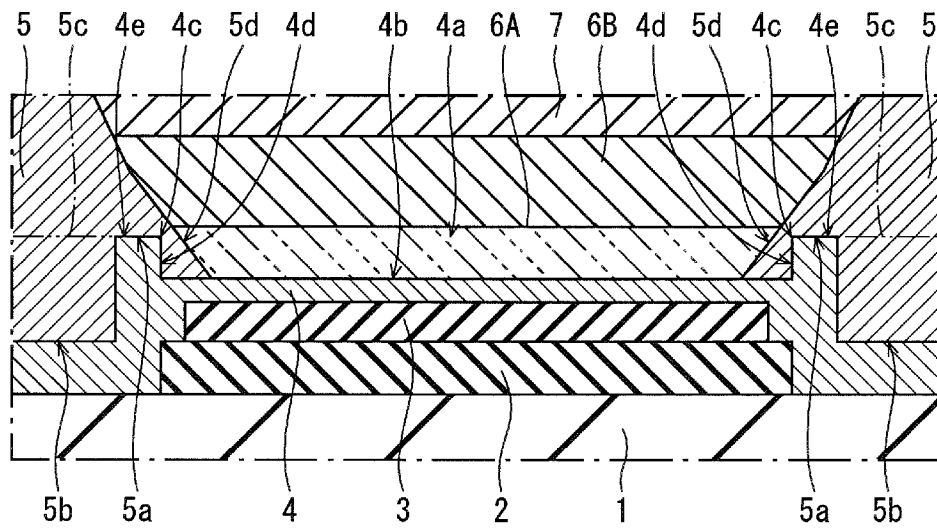
[図1]



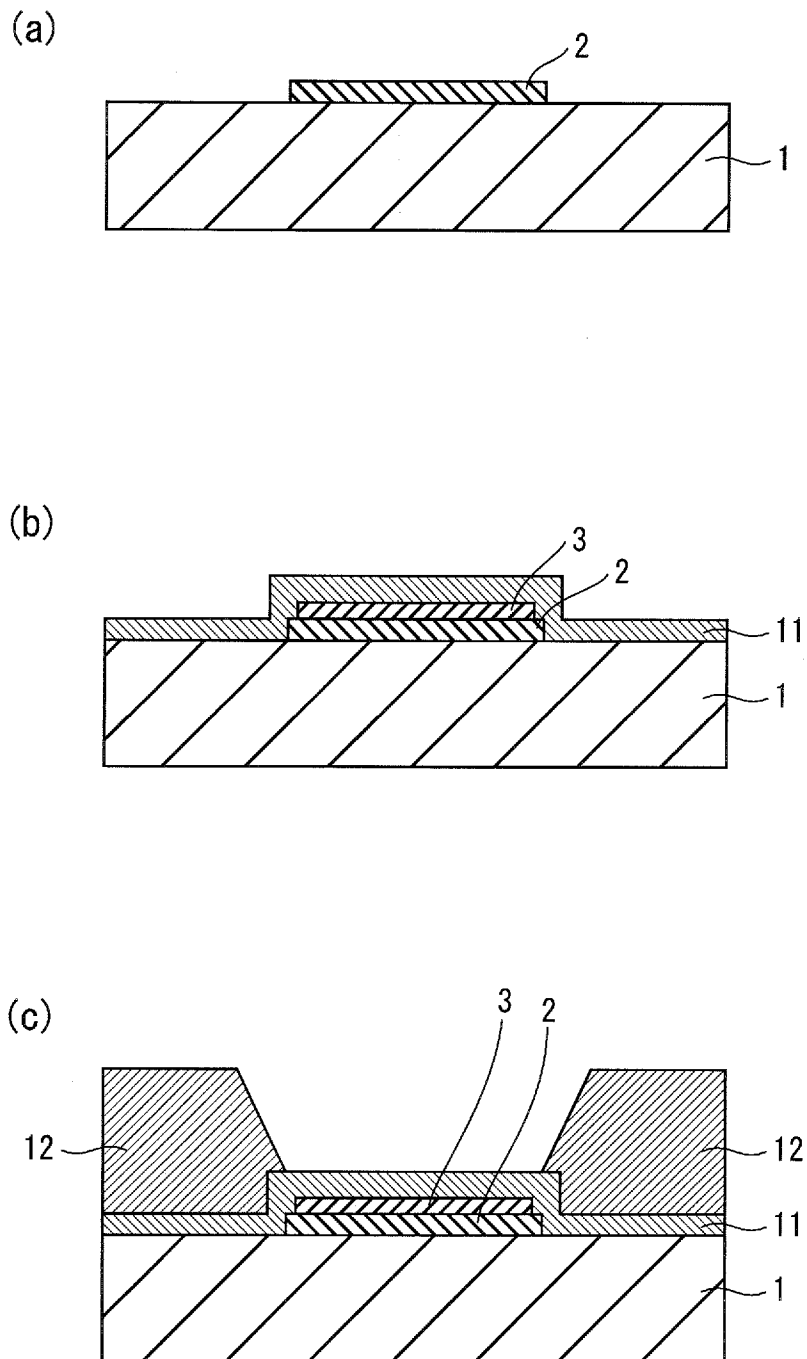
[図2]



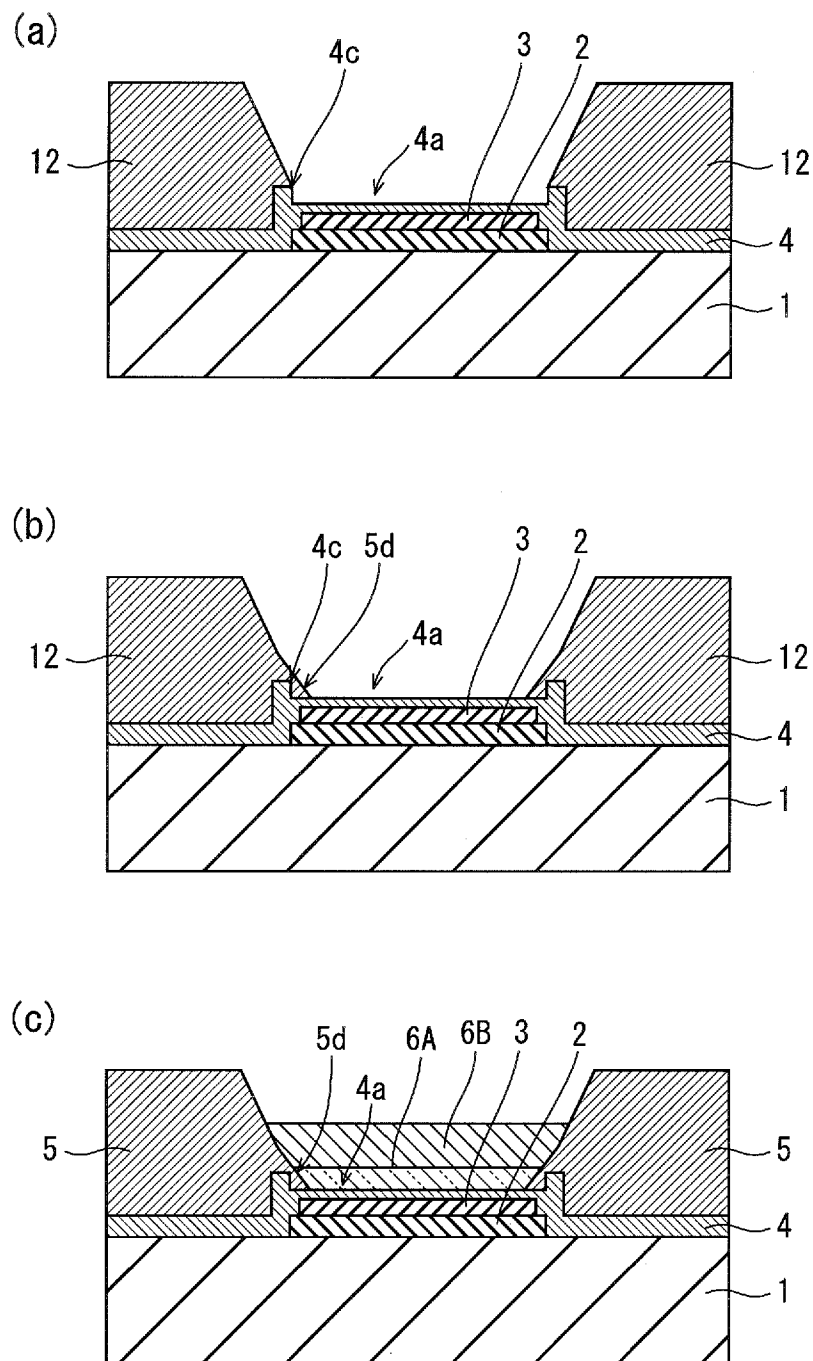
[図4]



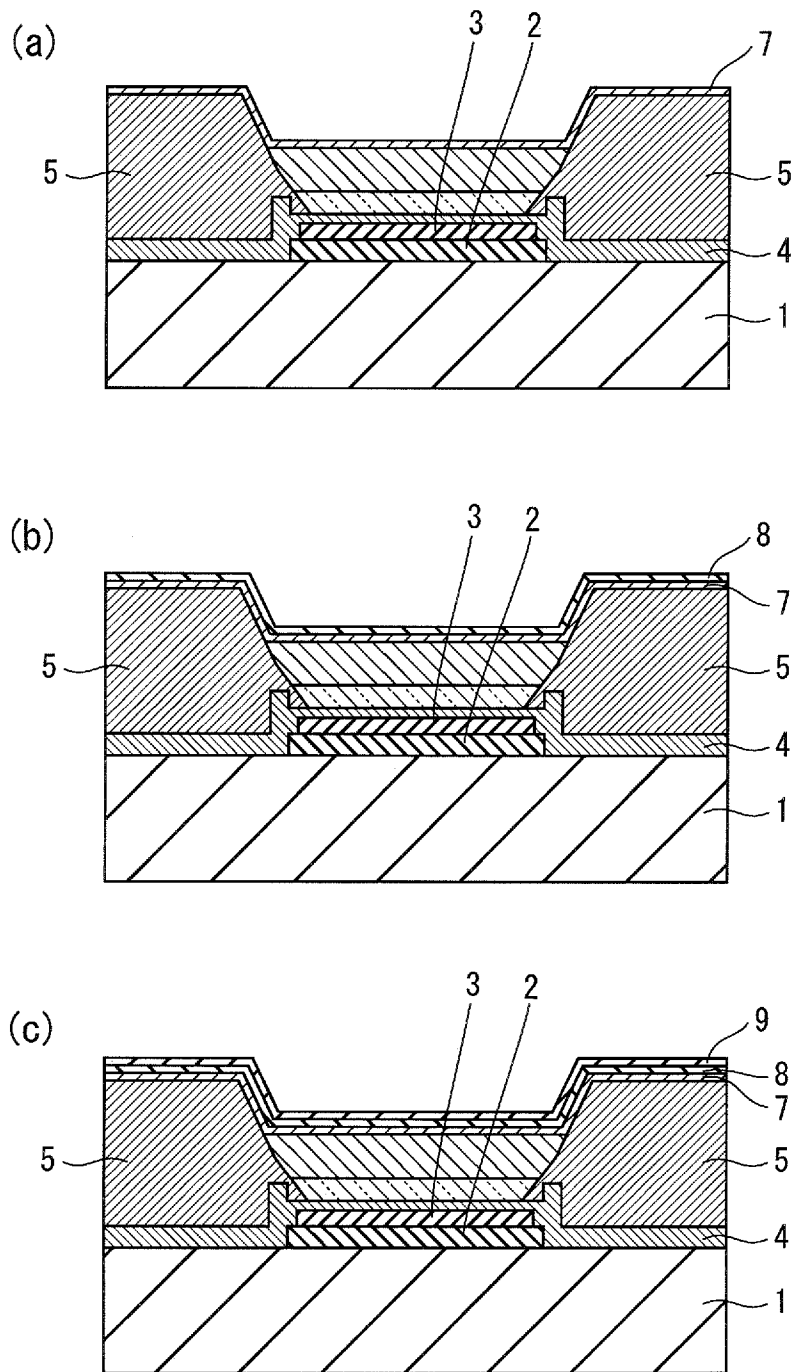
[図5]



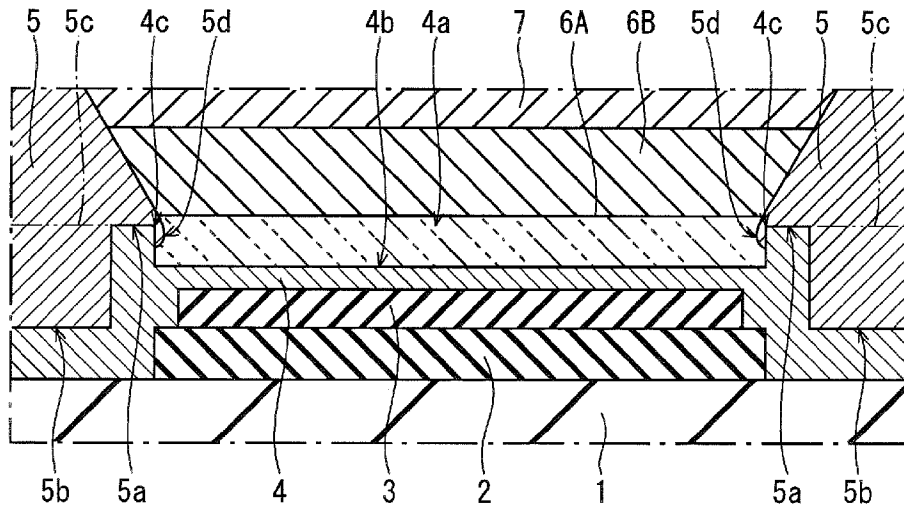
[図6]



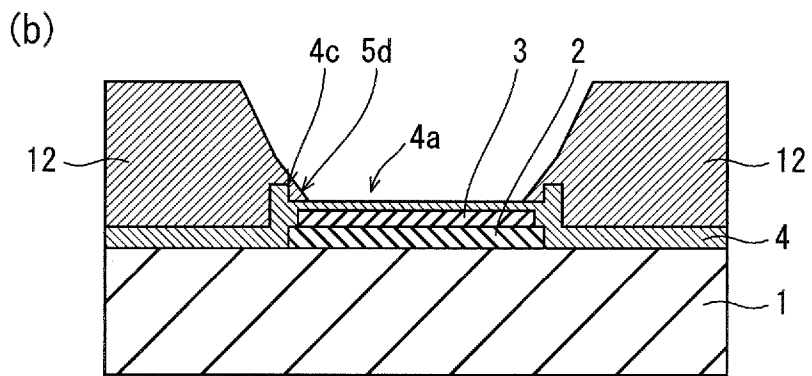
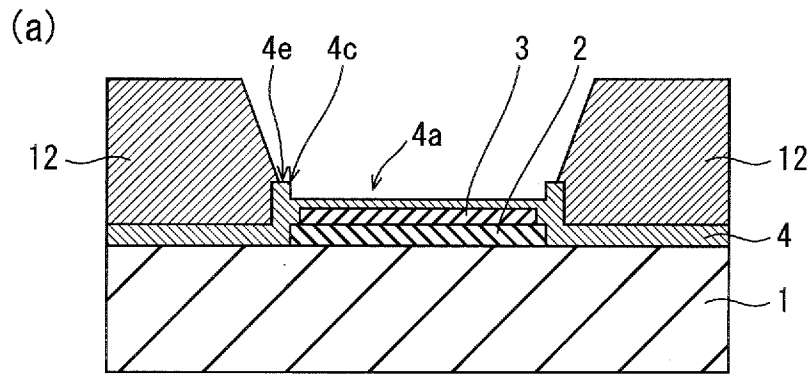
[図7]



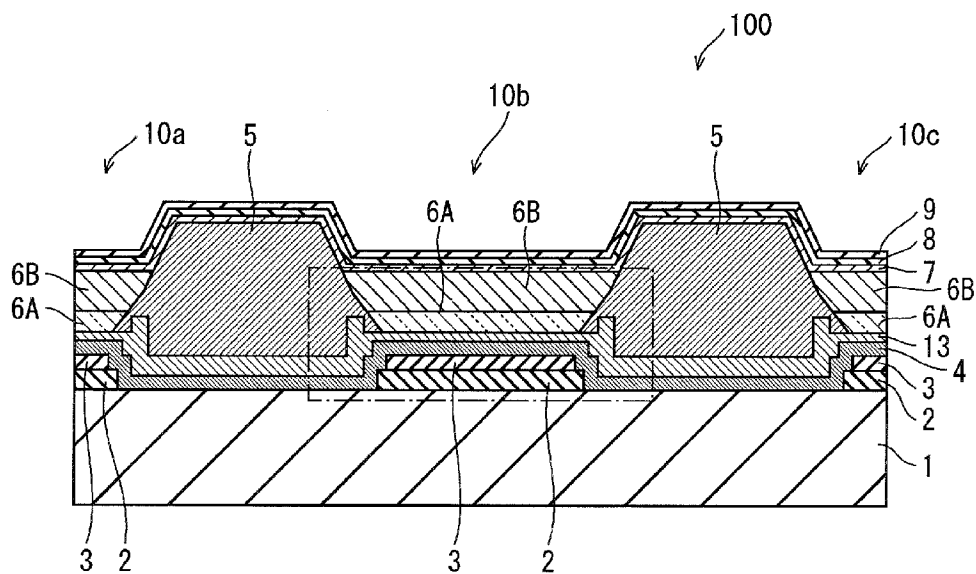
[図8]



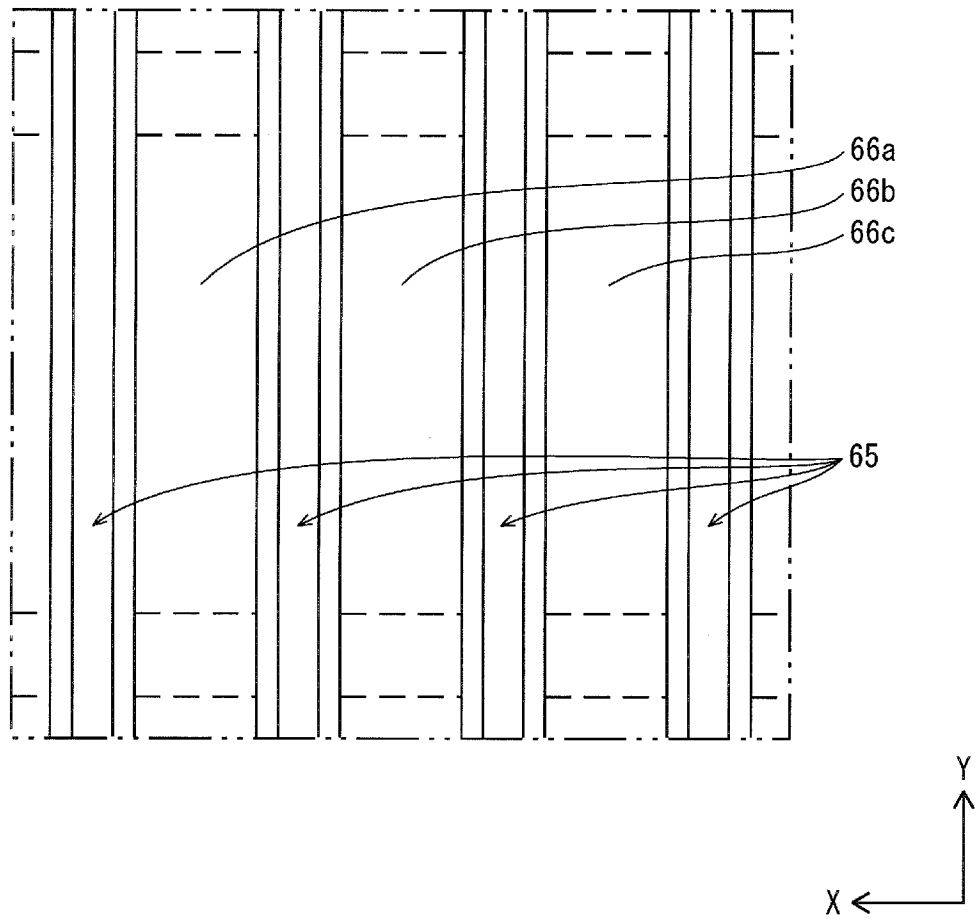
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L51/50, H05B33/10, H05B33/12, H05B33/22, H05B33/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/032443 A1 (Panasonic Corp.), 25 March 2010 (25.03.2010), paragraphs [0001], [0022] to [0023], [0027], [0059], [0063], [0070] to [0075], [0094] to [0099], [0112] to [0121]; fig. 1, 3, 4 & WO 2010/032444 A1	1-14
A	JP 2009-004347 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 08 October 2009 (08.10.2009), abstract; paragraphs [0019], [0023], [0025] to [0028]; fig. 3 (Family: none)	1-3,7,8,14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 August, 2010 (31.08.10)

Date of mailing of the international search report
07 September, 2010 (07.09.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004962

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-197189 A (Seiko Epson Corp.), 21 July 2005 (21.07.2005), paragraphs [0028], [0047] to [0048], [0055] to [0057]; fig. 1, 2C, 2D (Family: none)	1-3, 7, 8, 14
A	JP 2005-012173 A (Seiko Epson Corp.), 13 January 2005 (13.01.2005), paragraph [0135]; fig. 16 & US 2005/0064633 A1 & KR 10-2004-0103779 A & CN 1575105 A & TW 272643 B	1-3, 7, 8, 14
A	JP 2004-234901 A (Seiko Epson Corp.), 19 August 2004 (19.08.2004), paragraphs [0038] to [0040] (Family: none)	1-3, 7, 8, 14
A	JP 2009-58897 A (Hitachi Displays, Ltd.), 19 March 2009 (19.03.2009), paragraphs [0004], [0005] (Family: none)	1-3, 7, 8, 14
A	JP 2005-268099 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraphs [0012], [0028] to [0029], [0033], [0040], [0058] to [0068], [0077], [0083] to [0092]; fig. 12 (Family: none)	1-14
A	JP 2009-218156 A (Casio Computer Co., Ltd.), 24 September 2009 (24.09.2009), paragraphs [0001], [0032] to [0037], [0049]; fig. 5 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L51/50, H05B33/10, H05B33/12, H05B33/22, H05B33/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2010/032443 A1 (パナソニック株式会社) 2010.03.25, 段[0001], [0022]-[0023], [0027], [0059], [0063], [0070]-[0075], [0094]-[0099], [0112]-[0121], [図1], [図3], [図4] & WO 2010/032444 A1	1-14
A	JP 2009-004347 A (凸版印刷株式会社) 2009.10.08, 【要約】, 段落【0019】, 【0023】, 【0025】 - 【0028】, 【図3】 (ファミリーなし)	1-3, 7, 8, 14

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.08.2010

国際調査報告の発送日

07.09.2010

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)	20	4749
磯貝 香苗		
電話番号 03-3581-1101 内線	3271	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-197189 A (セイコーエプソン株式会社) 2005. 07. 21, 段落【0028】 , 【0047】 - 【0048】 , 【0055】 - 【0057】 , 【図 1】 , 【図 2C】 , 【図 2D】 (ファミリーなし)	1-3, 7, 8, 14
A	JP 2005-012173 A (セイコーエプソン株式会社) 2005. 01. 13, 段落【0135】 , 【図 16】 & US 2005/0064633 A1 & KR 10-2004-0103779 A & CN 1575105 A & TW 272643 B	1-3, 7, 8, 14
A	JP 2004-234901 A (セイコーエプソン株式会社) 2004. 08. 19, 段落【0038】 - 【0040】 (ファミリーなし)	1-3, 7, 8, 14
A	JP 2009-58897 A (株式会社日立ディスプレイズ) 2009. 03. 19, 段落【0004】 , 【0005】 (ファミリーなし)	1-3, 7, 8, 14
A	JP 2005-268099 A (三菱電機株式会社) 2005. 09. 29, 段落【0012】 , 【0028】 - 【0029】 , 【0033】 , 【0040】 , 【0058】 - 【0068】 , 【0077】 , 【0083】 - 【0092】 , 【図 12】 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2009-218156 A (カシオ計算機株式会社) 2009. 09. 24, 段落【0001】 , 【0032】 - 【0037】 , 【0049】 , 【図 5】 (ファミリーなし)	1-14