(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2019-8942
(P2019-8942A)
(43)公開日　平成31年1月17日(2019.1.17)

| (51)Int.Cl. | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|
| H05B 33/28 | (2006.01) | H05B | 33/28 | | 3K107 |
| H01L 51/50 | (2006.01) | H05B | 33/14 | A | |
| H05B 33/26 | (2006.01) | H05B | 33/26 | Z | |
| H05B 33/10 | (2006.01) | H05B | 33/10 | | |

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 12 頁）

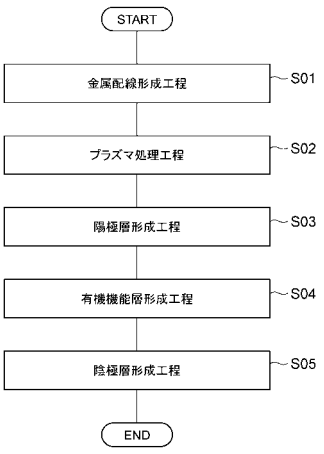
(21)出願番号　特願2017-122291 (P2017-122291)
(22)出願日　平成29年6月22日 (2017.6.22)

(71)出願人　000002093
住友化学株式会社
東京都中央区新川二丁目２７番１号
(74)代理人　100088155
弁理士　長谷川　芳樹
(74)代理人　100128381
弁理士　清水　義憲
(74)代理人　100124062
弁理士　三上　敬史
(72)発明者　合田　匡志
愛媛県新居浜市大江町１番１号　住友化学株式会社内
(72)発明者　赤對　真人
愛媛県新居浜市大江町１番１号　住友化学株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】透明電極の製造方法及び電子デバイスの製造方法

(57)【要約】
【課題】信頼性の高い電子デバイスを与え得る透明電極の製造方法及び電子デバイスの製造方法を提供する。
【解決手段】透明電極１０の製造方法は、支持基板３上に第１電極５の材料をドライプロセスにより成膜して第１電極５を形成する第１形成工程Ｓ０１と、第１電極５にプラズマ処理を施す処理工程Ｓ０２と、処理工程の後に、第１電極５上に第２電極７を形成する第２形成工程Ｓ０３と、を含む。
【選択図】図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
支持基板上に第１電極の材料をドライプロセスにより成膜して前記第１電極を形成する第１形成工程と、
前記第１電極にプラズマ処理を施す処理工程と、
前記処理工程の後に、前記第１電極上に第２電極を形成する第２形成工程と、を含む、透明電極の製造方法。
【請求項２】
前記第１形成工程では、前記第１電極を金属で形成し、
前記処理工程では、不活性ガスの雰囲気下で前記第１電極にプラズマ処理を施し、
前記第２形成工程では、前記第２電極を塗布法により形成する、請求項１に記載の透明電極の製造方法。
【請求項３】
前記第１形成工程では、複数の開口部を含む所定パターンを有する前記第１電極を形成し、
前記第２形成工程では、前記第１電極上及び前記開口部から露出する前記支持基板上に前記第２電極を形成する、請求項１又は２に記載の透明電極の製造方法。
【請求項４】
請求項１～３のいずれか一項に記載の透明電極の製造方法により製造された透明電極上に有機機能層を形成する第３形成工程と、
前記有機機能層上に第３電極を形成する第４形成工程と、を含む、電子デバイスの製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、透明電極の製造方法及び電子デバイスの製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来の透明電極の製造方法として、例えば、特許文献１に記載された方法が知られている。特許文献１に記載の透明電極の製造方法では、基板上に透明な電極を形成した後に、透明な電極上にドライプロセスにより補助電極を形成し、補助電極の透明な電極と接していない表面をプラズマ処理している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００４－３４９１３８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、従来の透明電極の製造方法では、補助電極の表面のプラズマ処理を行ったときに、補助電極が設けられていない部分の電極（露出している電極部分）もプラズマ処理により削れることがある。これにより、透明電極では、削られた部分の電極の厚さが薄くなるため、当該箇所の電気抵抗値が増大し得る。したがって、従来の透明電極の製造方法では、削られた部分と他の部分との電気抵抗値が異なる値を示し得るため、均一に電圧を印加できないおそれがある。一方で、電極が削れないように、プラズマ処理における電源出力を低下させたり、処理時間を短くしたりすると、補助電極の欠陥（成膜時やパターン形成時等に生じ得る突起等）を除去できないおそれがある。このような透明電極を用いて電子デバイスを製造した場合、有機ＥＬ素子においては発光輝度が不均一になったり（発光ムラが生じたり）、電流がリークすることにより素子特性が低下したり、絶縁破壊したりするおそれがある。したがって、電子デバイスの信頼性が低下するおそれがある。

【０００５】
本発明の一側面は、信頼性の高い電子デバイスを与え得る透明電極の製造方法及び電子デバイス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】
【０００６】
本発明の一側面に係る透明電極の製造方法は、支持基板上に第１電極の材料をドライプロセスにより成膜して第１電極を形成する第１形成工程と、第１電極にプラズマ処理を施す処理工程と、処理工程の後に、第１電極上に第２電極を形成する第２形成工程と、を含む。
【０００７】
本発明の一側面に係る透明電極の製造方法では、ドライプロセスにより成膜して形成された第１電極にプラズマ処理を施す。ドライプロセスにより成膜して形成された第１電極の表面は、突起等の欠陥が生じやすいが、第１電極にプラズマ処理を施すことで、第１電極の表面の欠陥を除去することができるため、信頼性の高い電子デバイスを製造できる。また、本発明の一側面に係る透明電極の製造方法では、第１電極にプラズマ処理を施した後で、第２電極を形成する。この方法では、第２電極にプラズマ処理が施されないため、第２電極の厚みに変化が生じない。これにより、透明電極の厚みに起因する電気抵抗値の変化を抑制できる。また、プラズマ処理における電源出力を低下させたり、処理時間を短くしたりする必要がないため、第１電極の欠陥等を確実に除去できる。その結果、透明電極を用いた有機ＥＬ素子等では、発光輝度の不均一（発光ムラ）を低減することができると共に、リーク電流を抑制でき、信頼性の高い電子デバイスを製造できる。なお、本明細書におけるドライプロセスとは、第１電極の材料を気相化した状態で支持基板上に堆積させることにより、第１電極を形成するプロセスのことである。
【０００８】
一実施形態においては、第１形成工程では、第１電極を金属で形成し、処理工程では、不活性ガスの雰囲気下で第１電極にプラズマ処理を施し、第２形成工程では、第２電極を塗布法により形成してもよい。この方法では、不活性ガスの雰囲気下でプラズマ処理を実施するため、第１電極が酸化することを抑制できる。そのため、第１電極の電気抵抗値が増大することを抑制できる。また、第２電極を塗布法により形成することにより、第２電極を簡易に形成することができる。ここで、本明細書における塗布法とは、支持基板を含む塗布対象物の塗布面に、第２電極を形成するための材料を含む液を塗布して、該材料を含む塗布膜を形成し、該塗布膜を乾燥したり、紫外光照射により重合したりして第２電極を形成する方法である。
【０００９】
一実施形態においては、第１形成工程では、複数の開口部を含む所定パターンを有する第１電極を形成し、第２形成工程では、第１電極上及び開口部から露出する支持基板上に第２電極を形成してもよい。第１電極には、成膜時、又はパターン形成時等にその表面に欠陥が生じ得る。欠陥の除去のため、複数の開口部を含む所定パターンを有する第１電極を備えた透明電極の製造方法では、第１電極をプラズマ処理することが特に有効である。一実施形態では、第１電極にプラズマ処理が施され、その後第２電極が形成されるため、第２電極の厚みを変化させずに製造することができる。
【００１０】
本発明の一側面に係る電子デバイスの製造方法は、上記の透明電極の製造方法により製造された透明電極上に有機機能層を形成する第３形成工程と、有機機能層上に第３電極を形成する第４形成工程と、を含む。
【００１１】
本発明の一側面に係る電子デバイスの製造方法では、上記透明電極の製造方法により透明電極を製造するため、信頼性の高い電子デバイスを与え得る。
【発明の効果】
【００１２】

本発明の一側面によれば、信頼性の高い電子デバイスを与え得る。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】図１は、一実施形態に係る透明電極の製造方法により製造された透明電極を備えた有機ＥＬ素子の断面構成を示す図である。
【図２】図２は、金属配線を示す図である。
【図３】図３は、有機ＥＬ素子の製造方法を示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。
【００１５】
図１に示されるように、有機ＥＬ素子（電子デバイス）１は、支持基板３と、金属配線（第１電極）５と、陽極層（第２電極）７と、有機機能層９と、陰極層（第３電極）１１と、を備えている。金属配線５及び陽極層７は、透明電極１０を構成している。ここで、透明電極１０とは、少なくとも波長５５０ｎｍの光に対し５０％以上の透過率を有する電極を指す。
【００１６】
［支持基板］
支持基板３は、可視光（波長４００ｎｍ～８００ｎｍの光）に対して透光性を有する部材から構成されている。支持基板３としては、例えば、ガラス等が挙げられる。支持基板３がガラスである場合、その厚さは、例えば、０．０５ｍｍ～１．１ｍｍである。
【００１７】
支持基板３は、樹脂から構成されていてもよく、例えば、フィルム状の基板（フレキシブル基板、可撓性を有する基板）であってもよい。この場合、支持基板３の厚さは、例えば、３０μｍ以上５００μｍ以下である。
【００１８】
支持基板３が樹脂である場合、その材料としては、例えば、プラスチックフィルム等が挙げられる。支持基板３の材料は、例えば、ポリエーテルスルホン（ＰＥＳ）；ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエチレンナフタレート（ＰＥＮ）等のポリエステル樹脂；ポリエチレン（ＰＥ）、ポリプロピレン（ＰＰ）、環状ポリオレフィン等のポリオレフィン樹脂；ポリアミド樹脂；ポリカーボネート樹脂；ポリスチレン樹脂；ポリビニルアルコール樹脂；エチレン－酢酸ビニル共重合体のケン化物；ポリアクリロニトリル樹脂；アセタール樹脂；ポリイミド樹脂；エポキシ樹脂等が挙げられる。
【００１９】
支持基板３の材料は、上記樹脂の中でも、耐熱性が高く、線膨張率が低く、かつ、製造コストが低いことから、ポリエステル樹脂、又はポリオレフィン樹脂が好ましく、ポリエチレンテレフタレート、又はポリエチレンナフタレートがさらに好ましい。また、これらの樹脂は、１種を単独で用いてもよいし、２種以上を組み合わせて用いてもよい。
【００２０】
支持基板３の一方の主面３ａ上には、ガスバリア層、或いは、水分バリア層（バリア層）が配置されていてもよい。支持基板３の他方の主面３ｂは、発光面である。支持基板３の他方の主面３ｂには、光取り出しフィルム等が設けられていてもよい。
【００２１】
［金属配線］
図１に示されるように、金属配線５は、支持基板３の一方の主面３ａ上に配置されている。金属配線５は、導電体であり、ネットワーク構造を構成している。金属配線５の材料は、例えば、銀、アルミニウム、銅、パラジウム、金、ニッケル、鉄、モリブデン、クロム、又は、これらの金属のうち１種以上を含む合金又は積層体（例えば、ＭＡＭ（モリブデン・アルミニウム・モリブデン））等が挙げられる。

【００２２】
金属配線５は、図２に示されるように、複数の開口部６を有する所定のパターンを有している。所定パターンは、例えば、格子状のパターンである。格子状のパターンの場合、複数の開口部６は、網目に対応する。網目の形状は、例えば、長方形又は正方形のような四角形、三角形、及び、六角形を含む。所定パターンは、金属配線５がネットワーク構造を有すればその形態は限定されない。
【００２３】
金属配線５の厚さ、すなわち金属配線５の支持基板３の一方の主面３ａからの高さは、１０ｎｍ以上１μｍ以下であり、好ましくは３０ｎｍ以上３００ｎｍ以下である。金属配線５の線幅は、５００μｍ以下であることが好ましく、０．５μｍ以上５００μｍ以下であることがより好ましい。金属配線５同士の間隔は、５０μｍ以上であることが好ましく、５０μｍ以上１ｃｍ以下がより好ましい。
【００２４】
金属配線５は、例えば、フォトリソグラフィー法を利用して形成され得る。この場合、最初に、物理蒸着（ＰＶＤ）法及びスパッタリング法等のドライプロセスにより成膜し、金属配線５となるべき金属層を形成する。その後、金属層を、フォトリソグラフィー法を用いて所定のパターンにパターニングすることで、金属配線５が得られる。
【００２５】
また、金属配線５は、リフトオフ法を用いて形成されてもよい。この場合、最初に、所定パターンの金属配線５が形成されるべき領域が開口されているマスクを形成する。その後、物理蒸着及びスパッタリング法等によりマスクの開口部に金属を堆積させて金属配線を形成する。続いて、マスクを除去することで、所定パターンの金属配線５が得られる。
【００２６】
［陽極層］
陽極層７は、金属配線５上、及び、金属配線５の開口部６から露出する支持基板３上に配置されている。陽極層７には、光透過性を示す電極層が用いられる。光透過性を示す電極としては、電気伝導度の高い金属酸化物、金属硫化物及び金属等の薄膜を用いることができ、光透過率の高い薄膜が好適に用いられる。例えば酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ、インジウム錫酸化物（Ｉｎｄｉｕｍ　Ｔｉｎ　Ｏｘｉｄｅ：略称ＩＴＯ）、インジウム亜鉛酸化物（Ｉｎｄｉｕｍ　Ｚｉｎｃ　Ｏｘｉｄｅ：略称ＩＺＯ）、金、白金、銀、銅等からなる薄膜が用いられ、これらの中でもＩＴＯ、ＩＺＯ、又は酸化スズからなる薄膜が好適に用いられる。陽極層７として、ポリアニリン及びその誘導体、ポリチオフェン及びその誘導体等の有機物の透明導電膜を用いてもよい。
【００２７】
陽極層７の厚さは、光の透過性、電気伝導度等を考慮して決定することができる。陽極層７の厚さは、通常、１０ｎｍ～１０μｍであり、好ましくは２０ｎｍ～２００ｎｍである。
【００２８】
陽極層７の形成方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法等のドライプロセス、インクジェット法、スリットコーター法、グラビア印刷法、スクリーン印刷法、スプレーコーター法等の塗布法を挙げることができる。また、陽極層７は、さらにフォトリソ法、ドライエッチング法、レーザートリミング法等を用いてパターンを形成することができる。塗布法を用いて支持基板３上に直接塗布することで、フォトリソ法、ドライエッチング法、レーザートリミング法等を用いることなくパターンを形成することもできる。
【００２９】
［有機機能層］
有機機能層９は、陽極層７の主面（金属配線５又は支持基板３に接する面の反対側）上に配置されている。有機機能層９は、発光層を含んでいる。有機機能層９は、通常、主として蛍光及び／又はりん光を発光する発光材料、或いは該発光材料とこれを補助する発光

層用ドーパント材料を含む。発光層用ドーパント材料は、例えば発光効率を向上させたり、発光波長を変化させたりするために加えられる。なお、蛍光及び／又はりん光を発光する発光材料は、低分子化合物であってもよいし、高分子化合物であってもよい。有機機能層９を構成する有機物としては、例えば下記の色素材料、金属錯体材料、高分子材料等の蛍光及び／又はりん光を発光する発光材料や、下記の発光層用ドーパント材料等を挙げることができる。

【００３０】

（色素材料）

色素材料としては、例えばシクロペンダミン及びその誘導体、テトラフェニルブタジエン及びその誘導体、トリフェニルアミン及びその誘導体、オキサジアゾール及びその誘導体、ピラゾロキノリン及びその誘導体、ジスチリルベンゼン及びその誘導体、ジスチリルアリーレン及びその誘導体、ピロール及びその誘導体、チオフェン化合物、ピリジン化合物、ペリノン及びその誘導体、ペリレン及びその誘導体、オリゴチオフェン及びその誘導体、オキサジアゾールダイマー、ピラゾリンダイマー、キナクリドン及びその誘導体、クマリン及びその誘導体等を挙げることができる。

【００３１】

（金属錯体材料）

金属錯体材料としては、例えばＴｂ、Ｅｕ、Ｄｙ等の希土類金属、又はＡｌ、Ｚｎ、Ｂｅ、Ｐｔ、Ｉｒ等を中心金属に有し、オキサジアゾール、チアジアゾール、フェニルピリジン、フェニルベンゾイミダゾール、キノリン構造等を配位子に有する金属錯体等を挙げることができる。金属錯体としては、例えばイリジウム錯体、白金錯体等の三重項励起状態からの発光を有する金属錯体、アルミニウムキノリノール錯体、ベンゾキノリノールベリリウム錯体、ベンゾオキサゾリル亜鉛錯体、ベンゾチアゾール亜鉛錯体、アゾメチル亜鉛錯体、ポルフィリン亜鉛錯体、フェナントロリンユーロピウム錯体等を挙げることができる。

【００３２】

（高分子材料）

高分子材料としては、例えばポリパラフェニレンビニレン及びその誘導体、ポリチオフェン及びその誘導体、ポリパラフェニレン及びその誘導体、ポリシラン及びその誘導体、ポリアセチレン及びその誘導体、ポリフルオレン及びその誘導体、ポリビニルカルバゾール及びその誘導体、上記色素材料、又は金属錯体材料を高分子化した材料等を挙げることができる。

【００３３】

（発光層用ドーパント材料）

発光層用ドーパント材料としては、例えばペリレン及びその誘導体、クマリン及びその誘導体、ルブレン及びその誘導体、キナクリドン及びその誘導体、スクアリウム及びその誘導体、ポルフィリン及びその誘導体、スチリル色素、テトラセン及びその誘導体、ピラゾロン及びその誘導体、デカシクレン及びその誘導体、フェノキサゾン及びその誘導体等を挙げることができる。

【００３４】

有機機能層９の厚さは、通常約２ｎｍ～２００ｎｍである。有機機能層９は、例えば、上記のような発光材料を含む塗布液（例えばインク）を用いる塗布法により形成される。発光材料を含む塗布液の溶媒としては、発光材料を溶解するものであれば、限定されない。また、上記のような発光材料は、真空蒸着によって形成されてもよい。

【００３５】

［陰極層］

陰極層１１は、有機機能層９の主面（陽極層７に接する面の反対側）上に配置されている。陰極層１１の材料としては、例えばアルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属及び周期表第１３族金属等を用いることができる。陰極層１１の材料としては、具体的には、例えばリチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、ベリリウム、マグネシ

ウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、アルミニウム、スカンジウム、バナジウム、亜鉛、イットリウム、インジウム、セリウム、サマリウム、ユーロピウム、テルビウム、イッテルビウム等の金属、前記金属のうちの２種以上の合金、前記金属のうちの１種以上と、金、銀、白金、銅、マンガン、チタン、コバルト、ニッケル、タングステン、錫のうちの１種以上との合金、又はグラファイト若しくはグラファイト層間化合物等が用いられる。合金の例としては、マグネシウム－銀合金、マグネシウム－インジウム合金、マグネシウム－アルミニウム合金、インジウム－銀合金、リチウム－アルミニウム合金、リチウム－マグネシウム合金、リチウム－インジウム合金、カルシウム－アルミニウム合金等を挙げることができる。

【００３６】

また、陰極層１１としては、例えば、導電性金属酸化物や、導電性有機物等からなる透明導電性電極を用いることができる。導電性金属酸化物としては、具体的には、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ、ＩＴＯ、ＩＺＯ等を挙げることができ、導電性有機物としてポリアニリン及びその誘導体、ポリチオフェン及びその誘導体等を挙げることができる。なお、陰極層１１は、２層以上を積層した積層体で構成されていてもよい。なお、後述の電子注入層が陰極層１１として用いられる場合もある。

【００３７】

陰極層１１の厚さは、電気伝導度、耐久性を考慮して設定される。陰極層１１の厚さは、通常、１０ｎｍ～１０μｍであり、好ましくは２０ｎｍ～１μｍであり、さらに好ましくは５０ｎｍ～５００ｎｍである。

【００３８】

陰極層１１の形成方法としては、例えば、インクジェット法、スリットコーター法、グラビア印刷法、スクリーン印刷法、スプレーコーター法等の塗布法、真空蒸着法、スパッタリング法、金属薄膜を熱圧着するラミネート法等を挙げることができ、真空蒸着法、又はスパッタリング法が好ましい。

【００３９】

［有機ＥＬ素子の製造方法］

続いて、上記構成を有する有機ＥＬ素子１の製造方法について、図３を参照しながら説明する。

【００４０】

支持基板３が可撓性を有し、長手方向に延在する基板である形態では、ロールツーロール方式が採用され得る。ロールツーロール方式で有機ＥＬ素子１を製造する場合、巻出しロールと巻取りロールとの間に張り渡された長尺の可撓性の支持基板３を連続的に搬送ロールで搬送しながら、各層を支持基板３側から順に形成する。

【００４１】

図３に示されるように、有機ＥＬ素子１を製造する場合、最初に、支持基板３の一方の主面３ａ上に、金属配線５を形成する（金属配線形成工程（第１形成工程）Ｓ０１）。金属配線５は、金属配線５の説明の際に例示した形成方法で形成し得る。本実施形態では、金属配線５の材料をドライプロセスにより成膜して金属層を形成し、金属層を所定の形状にパターニングすることにより形成する。具体的には、例えば、ＰＶＤ法により、金属配線５となるべき金属層を形成し、金属層をフォトリソグラフィー法によって所定のパターンにパターニングする。

【００４２】

続いて、金属配線５にプラズマ処理を施す（プラズマ処理工程（処理工程）Ｓ０２）。プラズマ処理としては、ＤＣプラズマ処理、ＲＣプラズマ処理等の公知のプラズマ処理を用いることができる。本実施形態では、不活性ガスの雰囲気下で金属配線５をプラズマ処理する。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素等を用いることができる。プラズマ処理では、例えば、周波数を１３．５６［ＭＨｚ］、電力を０．１～５．０［ｋＷ］とする。プラズマ処理の時間としては、例えば、１０～５０［秒］とする。

【００４３】

続いて、金属配線５上及び金属配線５の開口部６から露出する支持基板３の一方の主面３ａ上に陽極層７を形成する（陽極層形成工程（第２形成工程）Ｓ０３）。陽極層７は、陽極層７の説明の際に例示した形成方法で形成し得る。本実施形態では、陽極層７は、金属配線５よりも電気抵抗値が高い材料とし、塗布法で形成する。

【００４４】

続いて、陽極層７上に有機機能層９を形成する（有機機能層形成工程（第３形成工程）Ｓ０４）。有機機能層９は、有機機能層９の説明の際に例示した形成方法で形成し得る。そして、有機機能層９上に陰極層１１を形成する（陰極層形成工程（第４形成工程）Ｓ０５）。陰極層１１は、陰極層１１の説明の際に例示した形成方法で形成し得る。以上により、図１に示される有機ＥＬ素子１が製造される。なお、有機ＥＬ素子１では、陰極層１１上に封止部材等が設けられてもよい。

【００４５】

ドライプロセスにより成膜し、所定の形状にパターニングされた金属配線５の表面は、成膜時やパターン形成時に突起等の欠陥が生じやすい。本実施形態に係る有機ＥＬ素子１の製造方法では、金属配線５にプラズマ処理を施すため、金属配線５の表面の欠陥を除去することができる。そのため、金属配線５の欠陥箇所と陰極層１１との間で電流がリークすることを抑制できる。したがって、電流がリークすることによる素子特性の低下及び絶縁破壊が生じ難い、信頼性の高い有機ＥＬ素子１を製造できる。

【００４６】

また、本実施形態に係る有機ＥＬ素子１では、金属配線５にプラズマ処理を施した後で、陽極層７を形成する。そのため、陽極層７にプラズマ処理が施されないため、陽極層７の厚みに変化が生じない。これにより、透明電極１０の厚みに起因する電気抵抗値の変化を抑制できる。その結果、透明電極１０を用いた有機ＥＬ素子１では、発光輝度の不均一（発光ムラ）を低減することができ、信頼性の高い有機ＥＬ素子１を得ることができる。

【００４７】

本実施形態に係る有機ＥＬ素子１の製造方法では、プラズマ処理工程Ｓ０２において、不活性ガスの雰囲気下で金属配線５にプラズマ処理を実施する。この方法では、不活性ガスの雰囲気下でプラズマ処理が実施するため、金属配線５が酸化することを抑制できる。そのため、金属配線５の電気抵抗値が増大することを抑制できる。

【００４８】

本実施形態に係る有機ＥＬ素子１の製造方法では、金属配線形成工程Ｓ０１において、金属配線５の材料をドライプロセスにより成膜して金属層を形成し、金属層を所定の形状にパターニングして金属配線５を形成する。これにより、ネットワーク構造を有する金属配線５を簡易且つ確実に形成できる。金属配線５には、成膜時又はパターン形成時にその表面に欠陥が生じ得る。したがって、金属配線５を有する透明電極１０を備えた有機ＥＬ素子１の製造方法では、金属配線５をプラズマ処理することが特に有効である。

【００４９】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

【００５０】

例えば、上記実施形態では、透明電極１０（陽極層７）と陰極層１１との間に発光層を含む有機機能層９が配置された有機ＥＬ素子１を例示した。しかし、有機機能層９は、以下の構成を有していてもよい。

（ａ）（透明電極）／発光層／（陰極層）
（ｂ）（透明電極）／正孔注入層／発光層／（陰極層）
（ｃ）（透明電極）／正孔注入層／発光層／電子注入層／（陰極層）
（ｄ）（透明電極）／正孔注入層／発光層／電子輸送層／電子注入層／（陰極層）
（ｅ）（透明電極）／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／（陰極層）
（ｆ）（透明電極）／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／（陰極層）
（ｇ）（透明電極）／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／（陰

極層）
（ｈ）（透明電極）／発光層／電子注入層／（陰極層）
（ｉ）（透明電極）／発光層／電子輸送層／電子注入層／（陰極層）
ここで、記号「／」は、記号「／」を挟む各層が隣接して積層されていることを示す。上記（ａ）に示す構成は、上記実施形態における有機ＥＬ素子１の構成を示している。
【００５１】
正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層及び電子注入層のそれぞれの材料は、公知の材料を用いることができる。正孔注入層、正孔輸送層、及び電子輸送層のそれぞれは、例えば、有機機能層９と同様に塗布法により形成できる。正孔注入層は、陽極層７から発光層への正孔注入効率を向上させる機能を有する機能層である。正孔輸送層は、陽極層７、正孔注入層又は陽極層７により近い正孔輸送層から発光層へ正孔を輸送する機能を有する機能層である。電子輸送層は、陰極層１１、電子注入層又は陰極層１１により近い電子輸送層から発光層へ電子を輸送する機能を有する機能層である。電子注入層は、陰極層１１から発光層への電子注入効率を向上させる機能を有する機能層である。
【００５２】
ここで、電子注入層は、アルカリ金属若しくはアルカリ土類金属、又は、アルカリ金属若しくはアルカリ土類金属の酸化物、フッ化物を含有していてもよい。電子注入層の成膜法としては、塗布法、真空蒸着法等を挙げることができる。酸化物及びフッ化物の場合は、電子注入層の厚さは０．５ｎｍ～２０ｎｍが好ましい。電子注入層は、特に絶縁性が強い場合は、有機ＥＬ素子１の駆動電圧上昇を抑制する観点からは、薄膜であることが好ましく、その厚さは、例えば、０．５ｎｍ～１０ｎｍであることが好ましく、また、電子注入性の観点からは、２ｎｍ～７ｎｍであることが好ましい。
【００５３】
有機ＥＬ素子１は、単層の有機機能層９を有していてもよいし、２層以上の有機機能層９を有していてもよい。上記（ａ）～（ｉ）の層構成のうちのいずれか１つにおいて、陽極層７と陰極層１１との間に配置された積層構造を「構造単位Ａ」とすると、２層の有機機能層９を有する有機ＥＬ素子の構成として、例えば、下記（ｊ）に示す層構成を挙げることができる。２個ある（構造単位Ａ）の層構成は、互いに同じであっても、異なっていてもよい。
（ｊ）陽極層／（構造単位Ａ）／電荷発生層／（構造単位Ａ）／陰極層
【００５４】
ここで電荷発生層とは、電界を印加することにより、正孔と電子とを発生する層である。電荷発生層としては、例えば酸化バナジウム、ＩＴＯ、酸化モリブデン等からなる薄膜を挙げることができる。
【００５５】
また、「（構造単位Ａ）／電荷発生層」を「構造単位Ｂ」とすると、３層以上の有機機能層９を有する有機ＥＬ素子の構成として、例えば、以下の（ｋ）に示す層構成を挙げることができる。
（ｋ）陽極層／（構造単位Ｂ）ｘ／（構造単位Ａ）／陰極層
【００５６】
記号「ｘ」は、２以上の整数を表し、「（構造単位Ｂ）ｘ」は、（構造単位Ｂ）がｘ段積層された積層体を表す。また複数ある（構造単位Ｂ）の層構成は同じでも、異なっていてもよい。
【００５７】
電荷発生層を設けずに、複数の有機機能層９を直接的に積層させて有機ＥＬ素子を構成してもよい。
【００５８】
上記実施形態では、第１電極である金属配線５の材料をドライプロセスにより成膜して金属層を形成し、金属層を所定の形状にパターニングすることにより、第１電極である金属配線５を形成する第１形成工程を説明した。しかし、第１形成工程は、所定の形状にパ

ターニングしなくてもよく、所定パターンを有していない第１電極を形成してもよい。

【００５９】

前述のとおり、第１電極の材料には導電性の高い金属、合金又はその積層体が適しているが、これらの材料は光透過性が低いため、第１電極が所定パターンを有していない場合（光が通過できる隙間がなく形成されている場合）は、厚みを薄く形成して光透過性をもたせることが好ましい。しかし、ドライプロセスにより形成された第１電極の薄膜には、通常、海島状の隙間が生じやすいため、厚みの薄い第１電極を用い、上記特許文献１と同様に、基板上に第２電極と該第１電極をこの順に形成した後にプラズマ処理を施すと、第１電極の隙間から第２電極にもプラズマが進入し、第１電極だけでなく、第２電極まで削れてしまうおそれがある。しかし、本実施形態のように、第１電極にプラズマ処理を施した後で、第２電極を形成することで、第２電極の厚みに変化が生じず、信頼性の高い有機ＥＬ素子を得ることができる。また、上記実施形態では、第１電極である金属配線５がネットワーク構造を有する形態を一例に説明した。しかし、第１電極の形状はこれに限定されない。

【００６０】

上記実施形態では、プラズマ処理工程Ｓ０２において、不活性ガスの雰囲気下でプラズマ処理を実施する形態を一例に説明した。しかし、プラズマ処理は、不活性ガス以外の雰囲気下で実施されてもよい。

【００６１】

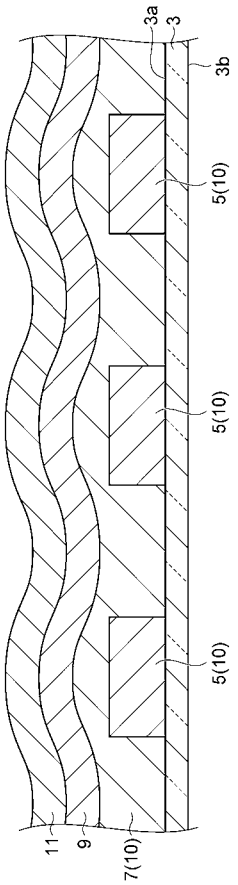
上記実施形態では、透明電極１０上に有機機能層９を形成して有機ＥＬ素子１を製造する形態を一例に説明した。しかし、透明電極１０は、有機ＥＬデバイスの他、有機薄膜トランジスタ、有機フォトディテクタ、有機センサー、有機薄膜太陽電池等の電子デバイスに用いられてもよい。

【符号の説明】

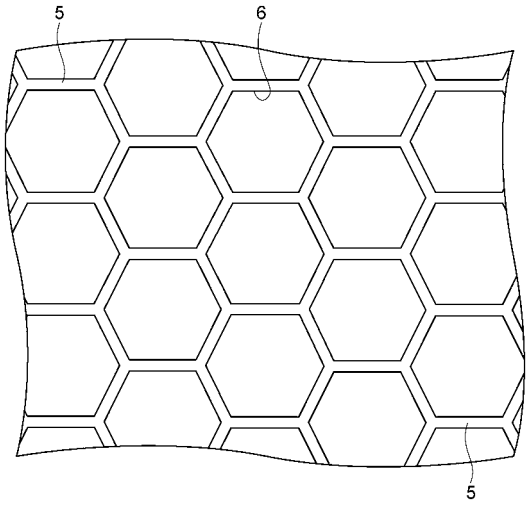
【００６２】

３…支持基板、５…金属配線（第１電極）、６…開口部、７…陽極層（第２電極）、９…有機機能層、１０…透明電極、１１…陰極層（第３電極）。

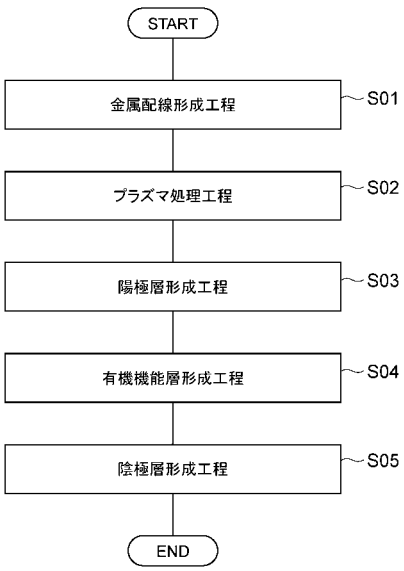
【図１】


3a
3
3b
5(10)
5(10)
5(10)
11
9
7(10)

【図２】


5
6
5

【図３】


START
金属配線形成工程
S01
プラズマ処理工程
S02
陽極層形成工程
S03
有機機能層形成工程
S04
陰極層形成工程
S05
END

フロントページの続き

(72)発明者　海保　昭雄
愛媛県新居浜市大江町１番１号　住友化学株式会社内

Ｆターム(参考) 3K107 AA01 CC21 CC33 CC45 DD22 DD27 DD37 DD44X DD44Y GG02
GG06 GG21