

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 4 月 17 日(17.04.2014)



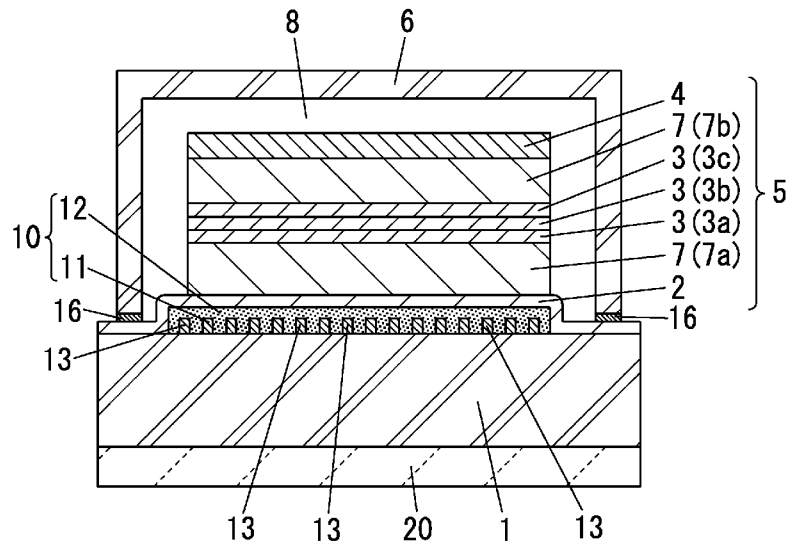
(10) 国際公開番号
WO 2014/057647 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/02 (2006.01) *H05B 33/10* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)
H05B 33/04 (2006.01) *F21Y 105/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/005947
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 7 日(07.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-226297 2012 年 10 月 11 日(11.10.2012) JP
特願 2013-154836 2013 年 7 月 25 日(25.07.2013) JP
- (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 山江 和幸(YAMAE, Kazuyuki). 奥村 真(OKUMURA, Shin). 高野 仁路(TAKANO, Hitomi-chi). 太田 益幸(OTA, Masuyuki).
- (74) 代理人: 西川 恵清, 外(NISHIKAWA, Yoshiakiyo et al.); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田 1 丁目 1 2 番 1 7 号梅田スクエアビル 9 階 北斗特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT AND LIGHTING DEVICE

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子及び照明装置



(57) Abstract: An organic electroluminescence element provided with: a light-permeable moisture-resistant substrate; a light-emitting layered body having, in sequence from the moisture-resistant substrate, a light-permeable first electrode, a light-emitting layer for emitting two or more lights having different emission wavelengths, and a second electrode; and a sealant bonded to the moisture-resistant substrate and used to cover the light-emitting layered body. The organic electroluminescence element is provided, on the first electrode side of the moisture-resistant substrate, with a light extraction structure having a concavo-convex structure formed of a material having a refractive index that is substantially identical to or smaller than that of the moisture-resistant substrate. The concavo-convex structure is formed so that a plurality of convex parts substantially equal in height are divided among individual matrix-shaped concavo-convex segments and arranged in a planar shape. The concavo-convex structure is such that the area ratio of the convex parts in a unit region, as seen in a plan view, is substantially the same for each region.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/057647 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

有機エレクトロルミネッセンス素子は、光透過性を有する防湿性基板と、防湿性基板側から光透過性の第 1 電極、発光波長の異なる二以上の光を発する発光層、及び、第 2 電極を有する発光積層体と、防湿性基板に接着され発光積層体を覆う封止材と、を備える。有機エレクトロルミネッセンス素子は、防湿性基板の第 1 電極側に、防湿性基板と屈折率が略同じか防湿性基板よりも屈折率が小さい材料で形成された凹凸構造を有する光取り出し構造を備えている。凹凸構造は、高さが略等しい複数の凸部がマトリックス状の凹凸の一区画ごとに割り当てられて面状に配置することにより形成されている。凹凸構造は、平面視での単位領域における凸部の面積率が各領域において略同一である。

明 細 書

発明の名称：有機エレクトロルミネッセンス素子及び照明装置 技術分野

[0001] 本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた照明装置に関する。

背景技術

[0002] 一般的な構造を有する有機エレクトロルミネッセンス素子（以下「有機ＥＬ素子」ともいう）として、透明基板の表面に、透明電極からなる陽極、ホール輸送層、発光層、電子注入層、陰極が順に積層されたものが知られている。そして、このような有機ＥＬ素子を利用して面状発光素子（照明パネル）を得ることが知られている。有機ＥＬ素子では、陽極と陰極の間に電圧を印加することによって有機発光層で発した光は、透明電極、透明基板を通して取り出される。

[0003] 有機ＥＬ素子は、自発光であること、比較的高効率の発光特性を示すこと、各種の色調で発光可能であること等の特徴を有している。そのため、表示装置、例えばフラットパネルディスプレイ等の発光体として、あるいは光源、例えば液晶表示機用のバックライトや照明への活用が期待され、また一部のものはすでに実用化されている。これらの用途に有機ＥＬ素子を応用展開するために、より高効率・長寿命・高輝度の優れた特性を有する有機ＥＬ素子の開発が望まれている。

[0004] 有機ＥＬ素子の効率を支配する要因は、主として電気－光変換効率、駆動電圧、光取り出し効率の３つである。電気－光変換効率は、最近のいわゆる燐光材料の登場により、外部量子効率が２０％を超えるものが報告されている。この値は、内部量子効率に換算するとほぼ１００％と考えられ、電気－光変換効率の観点では、いわゆる限界値に到達した例が実験的に確認されたといえる。また駆動電圧についても、エネルギーギャップに相当する電圧の１０～２０％増し程度の電圧で比較的高輝度の発光を示す素子が得られるよ

うになってきている。言い換えると、低電圧化による有機EL素子の効率向上の余地はさほど大きくない。よってこれら2つの要因の克服による有機EL素子の効率向上はあまり期待できない。

[0005] 一方、有機EL素子の光取り出し効率は、一般に20～30%程度と言われており（この値は発光パターンや内部の層構造によって多少変化する）、この数値は高くはない。光取り出し効率が低い値になる要因としては、光の発生部位及びその周辺を構成する材料が高屈折率や吸光性などの特性を有するために、屈折率の異なる界面での全反射、材料による光の吸収などが生じ、外界へ有効に光が伝播できないからであると考えられる。これはすなわち、いわゆる発光として有効に活用できていない光が全発光量の70～80%を占めるということであり、光取り出し効率向上による有機EL素子効率向上の期待値は、非常に大きい。

[0006] 以上の背景に伴い、光取り出し効率を向上するための試みがこれまで非常に多くなされている。中でも特に、有機層から基板への到達光を増やす試みが多くなされている。有機層の屈折率が約1.7とすると、通常、基板として用いられるガラス層の屈折率が約1.5であるため、有機層とガラス層の界面で発生する全反射ロス、全放射光の約50%に達すると考えられる。なお、この値は点光源近似で得られる値であり、発光が有機分子からの3次元放射光の積算であることを考慮している。このように有機層と基板との界面での全反射ロスは大きく、この有機層－基板間の全反射ロスを低減することで、有機EL素子の光取り出し効率を大きく改善することが可能である。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第2931211号公報

特許文献2：特許第2991183号公報

特許文献3：特開2006-294491号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 有機層と基板との界面の全反射ロスを低減するための方法として、特許文献 1 ～ 3 の技術が開示されている。特許文献 1 には、基板の内部又は外部にレンズシートからなる光散乱部を形成する技術が開示されている。この文献の技術では、光散乱部により全反射ロスが低減し、光取り出し効率を高めることができる。また、特許文献 2 には、回折格子を用いた技術が開示されている。回折格子を用いた場合、光の角度を変化させて進行方向を曲げることで、光取り出し効率を高めることができる。また、特許文献 3 には、透明電極と基板との間に散乱性を有する高屈折率材料の層を挿入する技術が開示されている。散乱性を有する高屈折率材料の層によって、光取り出し効率を高めることができる。

[0009] しかしながら、一般的に、特許文献 1 や特許文献 3 のような光散乱による光取り出し構造は、散乱された光のうち内側に戻って進行する光の影響が大きく、内部吸収が増加するために、設計したほどには光取り出し効率を向上することができない。また、光散乱構造は基本的にランダムな構造が支配的であるため、光取り出し効果の制御が困難になる。一方、先行文献 2 には、回折格子という形状が制御された微細構造を用いており、その回折作用によって光取り出し効率の向上が期待できる。しかしながら、回折作用による光取り出し効果は光の波長と方向に強く依存するため、取り出された光が見る角度によって色座標が変化する（色差が大きくなる）といった視野角依存性が高くなるおそれがある。特に照明用途で用いる有機 EL 素子、とりわけ発光色が白色の有機 EL 素子においては、視野角依存性は小さい方がよく、見る角度によって色変化が少ない低色差の発光が強く要求される。

[0010] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、全反射ロスを低減して光取り出し効率を高めるとともに、視野角依存性を抑制して低色差で発光する有機エレクトロルミネッセンス素子及び照明装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、光透過性を有する防湿性基板と、前記防湿性基板側から光透過性の第1電極、発光波長の異なる二以上の光を発する発光層、及び、第2電極をこの順で有する発光積層体と、前記防湿性基板に接着され前記発光積層体を覆う封止材と、を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子である。有機エレクトロルミネッセンス素子は、前記防湿性基板の前記第1電極側に、前記防湿性基板と屈折率が略同じか前記防湿性基板よりも屈折率が小さい材料で形成された凹凸構造を有する光取り出し構造を備えている。前記凹凸構造は、高さが略等しい複数の凸部がマトリックス状の凹凸の一區画ごとに割り当てられて面状に配置することにより形成され、平面視での単位領域における前記凸部の面積率が各領域において略同一である。
- [0012] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記光取り出し構造の側面は、前記防湿性基板の表面に垂直な方向から内側に傾いた斜面であることが好ましい。
- [0013] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記光取り出し構造は、前記光取り出し構造の側面は、平面視において側方に凸凹となった側面凹凸構造を有していることが好ましい。
- [0014] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記側面凹凸構造は、凹凸の平均ピッチが $0.3\mu\text{m}$ より大きく $10\mu\text{m}$ より小さいことが好ましい。
- [0015] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記光取り出し構造は、前記凹凸構造よりも大きく凹んだ凹所が前記第1電極側に設けられ、前記第1電極は、前記光取り出し構造の表面において凹所に沿った形状で形成されていることが好ましい。
- [0016] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記凹所は、前記光取り出し構造を貫通していることが好ましい。
- [0017] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記光取り出し構造は、前記防湿性基板よりも屈折率が高い材料で形成され前記凹凸構造を被

覆する透明被覆層を有することが好ましい。

[0018] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記透明被覆層は樹脂により形成されていることが好ましい。

[0019] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記光取り出し構造は、平面視において前記封止材よりも内側に形成されていることが好ましい。

[0020] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記光取り出し構造と前記第1電極との間に、防湿性を有する光透過性のバリア層が形成されていることが好ましい。

[0021] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記バリア層の厚みは、このバリア層の平均屈折率を n としたときに、 $400/n$ [nm] 以下であることが好ましい。

[0022] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記凹凸構造は、回折光学構造として形成されていることが好ましい。

[0023] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記光取り出し構造は、前記封止材を前記防湿性基板に接着する接着剤よりも吸水性の高い吸水材料を有することが好ましい。

[0024] 上記の有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記光取り出し構造は、第1の光取り出し構造であり、前記防湿性基板は、前記第1電極とは反対側の表面に、光散乱構造を有する第2の光取り出し構造が設けられていることが好ましい。

[0025] 上記有機エレクトロルミネッセンス素子にあっては、前記第2の光取り出し構造は、前記防湿性基板の粗面化により形成されていることが好ましい。

[0026] 本発明に係る照明装置は、上記の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えている。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、凹凸構造を有する光取り出し構造が設けられることにより、全反射ロスを低減して光取り出し効率を高めるとともに、視野角依存性

を抑制して低色差で発光する有機エレクトロルミネッセンス素子及び照明装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例を示す断面図である。

[図2]凹凸構造のパターンの一例を示し、(A)は概略平面図、(B)は概略断面図である。

[図3] (A) ~ (F) は、有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法の一例を示す平面図である。

[図4]有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例を示す断面図である。

[図5]有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例を示す断面図である。

[図6]有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例を示す断面図である。

[図7]有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例を説明する拡大平面図である。

[図8]有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例を示す断面図である。

[図9]有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例を示す断面図である。

[図10]有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法の一例を示す斜視図である。

[図11]有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法の一例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0029] 図1に、有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）の実施形態の一例を示す。この有機EL素子は、光透過性を有する防湿性基板1と、発

光積層体 5 と、発光積層体 5 を覆う封止材 6 とを備えている。発光積層体 5 は、光透過性の第 1 電極 2、発光波長の異なる二以上の光を発する発光層 3、及び、第 2 電極 4 を、防湿性基板 1 側からこの順で有する。封止材 6 は、防湿性基板 1 に接着されている。有機 EL 素子は、防湿性基板 1 の第 1 電極 2 側に、防湿性基板 1 と屈折率が略同じか防湿性基板 1 よりも屈折率が小さい材料で形成された凹凸構造 11 を有する光取り出し構造を備えている。この光取り出し構造は、第 1 の光取り出し構造 10 として構成されている。凹凸構造 11 は、高さが略等しい複数の凸部 13 がマトリックス状の凹凸の一区画ごとに割り当てられて面状に配置することにより形成されている。凹凸構造 11 は、平面視での単位領域における凸部 13 の面積率が各領域において略同一である。

[0030] 防湿性基板 1 は、光透過性があり防湿性の高い適宜の基板材料により構成することができる。それにより、光を取り出すことが可能になるとともに、第 1 電極 2 側から水分が素子内部に侵入することを抑制できる。例えば、防湿性基板 1 をガラスや防湿透明樹脂などの材料で構成すると、外部から防湿性基板 1 を介して水分が透過するのを抑制できるとともに、発光積層体 5 で発光した光を外部に取り出すことができる。防湿性を高める観点からは、防湿性基板 1 はガラスで構成されることが好ましい。防湿性基板 1 の屈折率は、例えば、1.5 程度にすることができるが、これに限定されるものではない。

[0031] 防湿性基板 1 の材料としては、ソーダガラスや無アルカリガラスを用いることができる。本形態では、このうち、ソーダガラスを好ましく用いることができる。ソーダガラスを用いることにより、ソーダガラスは比較的安価なため低コスト化を図ることができる。また、本形態では、防湿性基板 1 と第 1 電極 2 との間には下地層として機能し得る第 1 の光取り出し構造 10 が形成されるため、ソーダガラスを用いたとしても、ITO 等の透明金属酸化物層などで構成される第 1 電極 2 へのアルカリ拡散の影響を抑えることができる。

[0032] 発光積層体 5 は、第 1 電極 2 と発光層 3 と第 2 電極 4 とを含む積層体である。発光積層体 5 は、第 1 電極 2 と発光層 3 と第 2 電極 4 とが防湿性基板 1 側からこの順で防湿性基板 1 に形成されて構成されている。発光積層体 5 の設けられる領域は、平面視（基板表面に垂直な方向から見た場合）において、防湿性基板 1 の中央部の領域である。有機 EL 素子では、平面視における発光積層体 5 が設けられた領域が発光領域となる。

[0033] 第 1 電極 2 及び第 2 電極 4 は、互いに対となる電極であり、一方が陽極を構成し、他方が陰極を構成する。本形態では、第 1 電極 2 により陽極を構成し、第 2 電極 4 により陰極を構成することができるが、その逆であってもよい。第 1 電極 2 は、光透過性を有することが好ましく、その場合、第 1 電極 2 は光取り出し側の電極となる。第 1 電極 2 は、透明な導電層によって構成することができる。また、第 2 電極 4 は光反射性を有していてもよい。その場合、第 2 電極 4 側に向って発せられる発光層 3 からの光を、第 2 電極 4 で反射させて防湿性基板 1 側から取り出すことができる。また、第 2 電極 4 は光透過性の電極であってもよい。第 2 電極 4 が光透過性を有する場合、封止材 6 側の面から光を取り出す構造にすることが可能である。あるいは、第 2 電極 4 が光透過性を有する場合、第 2 電極 4 における発光層 3 とは反対側の面に光反射性の層を設けることによって、第 2 電極 4 の方向に進行した光を反射させて、防湿性基板 1 側から取り出すことが可能である。

[0034] 第 1 電極 2 は陽極として形成することができる。陽極は、発光層 3 内にホールを注入するための電極である。陽極の材料としては、仕事関数の大きい金属、合金、電気伝導性化合物、あるいはこれらの混合物からなる電極材料を用いることが好ましい。また、陽極の材料として、HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) 準位との差が大きくなりすぎないように、仕事関数が 4 eV 以上 6 eV 以下のものを用いることが好ましい。陽極の電極材料としては、例えば、ITO、酸化錫、酸化亜鉛、IZO、ヨウ化銅など、PEDOT、ポリアニリンなどの導電性高分子および任意のアクセプタなどでドーピングした導電性高分子、カーボンナノチューブなどの導電性光透過性材料

を挙げることができる。ここにおいて、陽極は、第1電極2として形成する場合、防湿性基板1の一表面側に、スパッタ法、真空蒸着法、塗布法などによって薄膜として形成することができる。透明な陽極として形成する第1電極2の屈折率は、例えば1.8～2程度にすることができるが、これに限定されるものではない。また、有機層と基板との界面の全反射ロス低減のためには、第1電極2と防湿性基板1との間の屈折率差は小さい方が好ましい。有機層とは第1電極2と第2電極4との間に配置される有機物を含む層のことであってよい。なお、陽極のシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下とすることが好ましく、特に好ましくは100 $\Omega/\square$ 以下がよい。ここで、陽極の膜厚は500nm以下、好ましくは10nm～200nmの範囲で設定するのがよい。陽極を通して光を取り出すにあたって、陽極を薄くすればするほど光の透過率が改善するが、シート抵抗が膜厚と反比例して増加するため、素子の大面積化の際に高電圧化や輝度均斉度の不均一化（電圧降下による電流密度分布の不均一化による）が発生し得る。このトレードオフを回避するため、メタルなどによって構成されるグリッド状の補助配線を陽極上に形成することも有効である。この際、グリッド配線が遮光材料として働かないよう、グリッド部に発光層3に向けて電流が流れないような絶縁処理を施すことがより好ましい。

[0035] 陽極にITOを用いる場合、ITOが結晶化する150℃以上で成膜するか、低温成膜したあとでアニール処理（150℃以上の加熱）を行うことが好ましい。結晶化させると導電性が向上し、前記トレードオフ条件がより緩和する。また、結晶化によって構造が密になることから、樹脂から発生するアウトガス（水など）が発光層3に伝わるのを抑制する効果も期待される。

[0036] 第2電極4は陰極として形成することができる。陰極は、発光層3内に電子を注入するための電極である。陰極の材料としては、仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物およびこれらの混合物からなる電極材料を用いることが好ましい。また、陰極の材料として、LUMO（Lowest Unoccupied Molecular Orbital）準位との差が大きくなりすぎないように、仕事関数が

1. 9 e V以上5 e V以下のものを用いることが好ましい。陰極の電極材料としては、例えば、アルミニウム、銀、マグネシウムなど、およびこれらと他の金属との合金、例えばマグネシウム－銀混合物、マグネシウム－インジウム混合物、アルミニウム－リチウム合金を例として挙げることができる。また、金属の導電材料、金属酸化物など、およびこれらと他の金属との混合物、例えば、酸化アルミニウムからなる極薄膜（ここでは、トンネル注入により電子を流すことが可能な1 nm以下の薄膜）とアルミニウムからなる薄膜との積層膜なども使用可能である。

[0037] 発光積層体5は、少なくとも一つの発光層3を備えている。発光層3は、陽極（第1電極2）から注入された正孔と、陰極（第2電極4）から注入された電子とを結合させて発光させるための層である。発光層3は、発光層3を構成する層媒体にドーパントがドーピングされた構成であってよい。層媒体は電子輸送性材料や正孔輸送性材料などで構成されるものであってよい。

[0038] 第1電極2及び第2電極4は、互いに接触せずに電氣的に絶縁されて形成されている。そして、第1電極2及び第2電極4は、延伸されて延伸部分が封止材6よりも外側にはみ出して設けられている。あるいは、第1電極2及び第2電極4は、封止材6の内側から外側にはみ出すように形成された電極材料と接触して形成されていてもよい。第1電極2及び第2電極4に給電するためには、封止された領域よりも外側に第1電極2及び第2電極4と導通した部分を有する必要があるが、電極材料がはみ出すことにより、有機EL素子への給電が可能になる。図1では、第1電極2が延伸して封止材6よりも外部側にはみ出した様子が示されている。

[0039] 本形態の発光層3は、発光波長の異なる二以上の光を発するものである。

「発光層3が発光波長の異なる二以上の光を発する」とは、発光層3の全体において、発光波長の異なる二以上の光が発せられることである。複数の発光層3における各発光層3の発光波長が異なることで、全体として二以上の光が発せられてもよいし、一の発光層3から二以上の光が発せられてもよい。図1の形態では、複数の発光層3が設けられており、具体的には三つの発

光層 3（第 1 発光層 3 a、第 2 発光層 3 b 及び第 3 発光層 3 c）が設けられている。この三つの発光層 3 は、発光波長が異なっている。そのため、発光層 3 全体として発光波長の異なる三つの光が発せられる。このように複数の発光層 3 を備えることにより、白色光をより簡単に発することができる。例えば、複数の発光層 3 が、緑色発光層、赤色発光層、青色発光層の三色の発光層 3 を有していると、白色発光が可能になる。複数の発光層 3 の積層構造においては、例えば、青色正孔輸送性発光層と緑色電子輸送性発光層と赤色電子輸送性発光層との積層構造を採用してもよいし、青色電子輸送性発光層と緑色電子輸送性発光層と赤色電子輸送性発光層との積層構造を採用してもよい。また、四つ以上の発光層 3 を積層させるようにしてもよい。発光は、蛍光発光であっても、リン光発光であってもよく、また、蛍光発光層とリン光発光層の両方を備えるものであってもよい。

[0040] 発光層 3 の構成は、図 1 の形態に限られるものではない。発光層 3 は単層構造であってもよく、多層構造であってもよい。単層構造の場合、2 種類以上のドーパントを用いることにより、発光波長の異なる光を発することができる発光層 3 を形成することができる。さらに単層構造では、例えば、所望の発光色が白色の場合には、発光層 3 中に赤色、緑色、青色の 3 種類のドーパント色素をドーピングすることにより白色発光が可能になる。また、白色発光は、2 色によって得ることも可能である。例えば、橙色発光のドーパントを用いれば、もう一方のドーパントを適宜選択することにより 2 色発光で白色発光を得ることが可能である。2 色発光の場合、単層の発光層 3 に 2 種類のドーパントをドーピングしてもよいし、異なるドーパントがドーピングされた二つの発光層 3 を用いるようにしてもよい。

[0041] また、陽極と陰極とで挟んで電圧を印加すれば発光する機能を有する積層構造を 1 つの発光ユニットとして、複数の発光ユニットを光透過性および導電性を有する中間層を介して積層して電氣的に直列接続したマルチユニット構造を採用してもよい。マルチユニット構造とは、1 つの陽極と 1 つの陰極との間に、厚み方向に重なる複数の発光ユニットを備えた構造のことである

。

[0042] 発光積層体 5 は、発光層 3 への正孔又は電子の注入及び輸送を行うための層として、電荷移動層 7 を備えることが好ましい。電荷移動層 7 は、ホール注入層、ホール輸送層、電子輸送層、電子注入層、中間層などから適宜選ばれるものである。図 1 の形態では、発光層 3 の陽極（第 1 電極 2）側には第 1 電荷移動層 7 a が設けられている。第 1 電荷移動層 7 a は、ホール輸送層や、ホール注入層とホール輸送層との積層構造などによって形成することができる。また、発光層 3 の陰極（第 2 電極 4）側には第 2 電荷移動層 7 b が設けられている。第 2 電荷移動層 7 b は、電子注入層や、電子輸送層と電子注入層との積層構造などによって形成することができる。電荷移動層 7 は、複数の発光層 3 の間に挟まれて設けられるものであってもよい。例えば、マルチユニット構造では、複数の発光層 3 の間に、中間層を含む電荷移動層 7 が形成されることにより、複数の発光ユニットを形成することが可能になる。なお、発光が可能であるならば、発光積層体 5 に電荷移動層 7 が設けられない形態であってももちろんよい。

[0043] 発光積層体 5 の積層構造は、具体的には、例えば、発光層 3 の単層構造や、ホール輸送層と発光層 3 と電子輸送層との積層構造や、ホール輸送層と発光層 3 との積層構造や、発光層 3 と電子輸送層との積層構造など、適宜の層構造を採用することができる。もちろん、陽極とホール輸送層との間にホール注入層を介在させてもよい。

[0044] ホール注入層の材料としては、ホール注入性の有機材料、金属酸化物、いわゆるアクセプタ系の有機材料あるいは無機材料、p-ドーパ層などを用いることができる。ホール注入性の有機材料とは、ホール注入性を有し、また仕事関数が 5.0～6.0 eV 程度であり、陽極との強固な密着性を示す材料などがその例として挙げられる。例えば、CuPc、スターバーストアミンなどがその例である。また、ホール注入性の金属酸化物とは、例えば、モリブデン、レニウム、タングステン、バナジウム、亜鉛、インジウム、スズ、ガリウム、チタン、アルミニウムのいずれかを含有する金属酸化物である

。また、1種の金属のみの酸化物ではなく、例えばインジウムとスズ、インジウムと亜鉛、アルミニウムとガリウム、ガリウムと亜鉛、チタンとニオブなど、上記のいずれかの金属を含有する複数の金属の酸化物であってもよい。また、これらの材料からなるホール注入層は、蒸着法、転写法などの乾式プロセスによって成膜してもよいし、スピコート法、スプレーコート法、ダイコート法、グラビア印刷法などの湿式プロセスによって成膜するものであってもよい。

[0045] ホール輸送層の材料としては、例えば、ホール輸送性を有する化合物の群から選定することができる。この種の化合物としては、例えば、4, 4'-ビス[N-(ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(α -NPD)、N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-(1, 1'-ビフェニル)-4, 4'-ジアミン(TPD)、2-TNATA、4, 4', 4''-トリス(N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(MTDATA)、4, 4'-N, N'-ジカルバゾールビフェニル(CBP)、スピローNPD、スピローTPD、スピローTAD、TNBなどを代表例とする、アリールアミン系化合物、カルバゾール基を含むアミン化合物、フルオレン誘導体を含むアミン化合物などを挙げることができるが、一般に知られる任意のホール輸送材料を用いることが可能である。具体的には、ホール輸送層(正孔輸送層)の材料として、TPD、NPD、TPAC、DTASiなどを用いることができる。

[0046] 電子輸送層の材料としては、電子輸送性を有する化合物の群から選定することができる。この種の化合物としては、Alq₃等の電子輸送性材料として知られる金属錯体や、フェナントロリン誘導体、ピリジン誘導体、テトラジン誘導体、オキサジアゾール誘導体などのヘテロ環を有する化合物などが挙げられるが、この限りではなく、一般に知られる任意の電子輸送材料を用いることが可能である。具体的には、電子輸送層の材料としては、BCP、TAZ、BAIq、Alq₃、OXD7、PBDなどを用いることができる。

[0047] 電子注入層の材料としては、例えば、フッ化リチウムやフッ化マグネシウム

ムなどの金属フッ化物、塩化ナトリウム、塩化マグネシウムなどに代表される金属塩化物などの金属ハロゲン化物や、アルミニウム、コバルト、ジルコニウム、チタン、バナジウム、ニオブ、クロム、タンタル、タングステン、マンガン、モリブデン、ルテニウム、鉄、ニッケル、銅、ガリウム、亜鉛、シリコンなどの各種金属の酸化物、窒化物、炭化物、酸化窒化物など、例えば酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化鉄、窒化アルミニウム、窒化シリコン、炭化シリコン、酸窒化シリコン、窒化ホウ素などの絶縁物となるものや、 SiO_2 や SiO などをはじめとする珪素化合物、炭素化合物などから任意に選択して用いることができる。また、上述したような LiF 、 Li_2O 、 MgO 、 Li_2CO_3 などのアルカリ金属やアルカリ土類金属のフッ化物や酸化物、炭酸化物の他に、リチウム、ナトリウム、セシウム、カルシウム等のアルカリ金属単体やアルカリ土類金属単体などを用いることもできる。また、有機物層にドナー系の有機材料や上述の金属材料をドーピングした層（いわゆるnドーピング層）などを用いることもできる。これらの材料は、真空蒸着法やスパッタ法や塗布法などにより形成することで薄膜状に形成することができる。

[0048] 防湿性基板1の発光積層体5側の面には、発光積層体5を収納して封止する封止材6が接着されて設けられている。発光積層体5は、防湿性基板1に接着される封止材6によって覆われて封止されている。発光積層体5を封止材6によって封止して保護することにより、物理的衝撃を抑制するとともに、水分の浸入を抑えて発光積層体5の劣化を抑制することができる。封止材6は発光積層体5を封止して保護するものであり、適宜の材料により構成される。本形態では、ガラス基板などにより構成される封止基板によって封止材6が形成されている。

[0049] 封止材6は、水分の透過性が低い基板材料を用いて形成することができる。封止材6としては、例えば、ガラス基板を用いることができる。ガラス基板を用いることにより、水分が浸入するのを抑制することができる。また、封止材6として、発光積層体5を収納する収納凹部が表面に設けられた封止

基板を用いることができる。いわゆるキャップ状の封止基板である。収納凹部を設けた封止基板を用いることにより、発光積層体 5 を密封性よく封止することができる。

[0050] 封止材 6 は、接着剤によって防湿性基板 1 に接着されている。接着剤としては、例えば、樹脂製の接着剤を用いることができる。樹脂製の接着剤は、防湿性を有しているものが好ましい。例えば、乾燥剤を含有することにより防湿性を高めることができる。樹脂製の接着剤は、熱硬化性樹脂や紫外線硬化樹脂などを主成分とするものであってもよい。接着剤の硬化により封止接着部 16 が形成される。

[0051] 封止材 6 は、発光積層体 5 の外周を取り囲む領域で封止接着部 16 によって防湿性基板 1 に接着することができる。それにより、防湿性基板 1 と封止基板とを外周に亘って接着し、発光積層体 5 を密封性高く封止して外部から遮断することができる。封止接着部 16 は枠状に設けられるものであってよい。発光積層体 5 の封止によって、収納凹部の空間には封止間隙 8 が設けられる。有機 EL 素子では、この封止間隙 8 に充填剤を充填して充填密封構造にしてもよいし、封止間隙 8 を空洞となった封止空間にして中空構造にしてもよい。封止間隙 8 を封止空間にする場合には、封止空間に乾燥剤を設けることができる。それにより、封止空間に水分が浸入したとしても、浸入した水分を吸収することができる。また、封止間隙 8 を充填剤で充填する場合には、乾燥剤を含んだ充填剤を用いることができる。それにより、素子内部に水分が浸入したとしても、浸入した水分を吸収することができる。

[0052] また、封止材 6 は、表面が平坦な平板状の封止基板が、発光積層体 5 の外周部を取り囲むように設けられた封止壁部に接着されて形成されるものであってもよい。封止壁部は、封止接着部 16 で構成され得る。封止基板として表面が平坦な面となったものを用いた場合には、発光積層体 5 を封止するための凹部を設けなくてよく、簡単に封止を行うことができる。封止壁部はガラス材や防湿性を有する封止樹脂剤などによって構成することができる。封止壁部の厚みを発光積層体 5 よりも厚くすることにより、発光積層体 5 の厚

み分のスペースを確保して、平坦な封止基板で封止することができる。この場合においても封止間隙 8 は、充填剤で充填して充填密封構造にすることができる。このとき、封止壁部は、充填剤を充填する際にせき止めるいわばダム層として機能することができる。

[0053] 封止材 6 は、例えば、露点管理（例えば -70°C (d p) 以下）されたグローブボックス内で、キャップガラスなどを防湿性基板 1 の表面に接着することにより設けることができる。発光積層体 5 は、水やガスなどに弱い、封止することによって空気との接触をより避けることができる。このとき、上記したように乾燥剤や吸湿剤を内部に含めることにより、さらに保管寿命を改善することが可能である。

[0054] そして、本形態の有機 EL 素子においては、防湿性基板 1 の第 1 電極 2 側に、防湿性基板 1 と屈折率が略同じか防湿性基板 1 よりも屈折率が小さい材料で形成された凹凸構造 11 を有する光取り出し構造を備えている。この光取り出し構造は、第 1 の光取り出し構造 10 と定義される。第 1 の光取り出し構造 10 は、防湿性基板 1 と第 1 電極 2 との間に設けられている。第 1 の光取り出し構造 10 は、好ましくは、防湿性基板 1 の第 1 電極 2 側の表面に設けられる。防湿性基板 1 は、一方の面（発光積層体 5 側の面）に、第 1 の光取り出し構造 10 が光取り出し構造として設けられていることになる。防湿性基板 1 と第 1 の光取り出し構造 10 とは接してよい。第 1 の光取り出し構造 10 は、防湿性基板 1 の第 1 電極 2 側の表面に設けられた凹凸構造 11 を有して構成されている。この凹凸構造 11 は、防湿性基板 1 と屈折率が略同じか防湿性基板 1 よりも屈折率が小さい材料で形成されたものである。このように、凹凸構造 11 を有する第 1 の光取り出し構造 10 が設けられることにより、全反射ロスを低減して光取り出し効率を高めるとともに、視野角依存性を抑制して低色差で発光することができる。すなわち、第 1 の光取り出し構造 10 の凹凸構造 11 によって、第 1 電極 2 と防湿性基板 1 との間において全反射ロスを低減させることができるため、光をより多く防湿性基板 1 側に取り出すことができる。このとき、凹凸構造 11 によって光を取

り出すと、凹凸構造 11 によって光が散乱されるため、凹凸構造 11 を設けないときに比べて、基板に垂直な方向から見た色と斜め方向から見た色との差（色差）が発生することを抑制することができる。そのため、視野角依存性を抑制し、低色差で発光することができる。

[0055] 本形態では、防湿性基板 1 は、第 1 電極 2 とは反対側の表面に、光散乱構造を有する第 2 の光取り出し構造 20 が設けられていることが好ましい。防湿性基板 1 の第 1 電極 2 とは反対側の表面に設けられる光取り出し構造は、第 2 の光取り出し構造 20 と定義される。図 1 では、防湿性基板 1 は、第 1 の光取り出し構造 10 が設けられた面とは反対側の面（光取り出し側の面）に第 2 の光取り出し構造 20 が設けられている。第 2 の光取り出し構造 20 は、防湿性基板 1 の第 1 電極 2 とは反対側の表面に設けられ、光散乱構造を有して構成されている。このように、第 2 の光取り出し構造 20 が設けられることにより、全反射ロスをより低減して光取り出し効率を高めるとともに、視野角依存性をより抑制して低色差で発光することができる。ここで、凹凸構造 11 によって複数の発光波長を有する光を取り出した場合、発光波長の違いから発光面に対する角度によって色座標が変化し、基板に垂直な方向から見た色と斜め方向から見た色との差（色差）が、場合によっては十分に低減できない可能性がある。特に、本形態のように発光波長の異なる複数種の光を発する発光層 3 を備えた有機 EL 素子においては、色度のズレは大きくなりやすい。いわゆる視野角依存性の問題が生じ得るのである。しかしながら、第 2 の光取り出し構造 20 として、光散乱構造を有する構造を防湿性基板 1 の外部側の面に設けた場合には、光散乱により、複数種の発光波長で発光する場合であっても、光の出射方向の違いによる色変化（色差）を抑制することができる。そのため、視野角依存性をさらに抑制し、低色差で発光することができるものである。また、第 2 の光取り出し構造 20 は、出射する面で光を散乱させることができるため、大気界面での反射ロスを抑制して光取り出し性を高めることができる。また、二つの光取り出し構造によって、非発光時においてぎらつきを抑制することができ、外観（見栄え）を向上

させることができるものである。

[0056] もちろん、有機EL素子においては、第2の光取り出し構造20を有せずに、第1の光取り出し構造10のみを防湿性基板1の表面の光取り出し構造として有するものであってもよい。その場合でも、凹凸構造11を有する光取り出し構造（第1の光取り出し構造10）が設けられることにより、全反射ロスを低減して光取り出し効率を高めるとともに、視野角依存性を抑制して低色差で発光することができる。ただし、防湿性基板1の両面に光取り出し構造（第1の光取り出し構造10及び第2の光取り出し構造20）を設けた方が、より有利な構成となる。

[0057] 有機EL素子では、第1の光取り出し構造10は、層状に形成されていることが好ましい。この場合、第1の光取り出し構造10は、全体として層状になっていればよい。第1の光取り出し構造10が層状になった場合、防湿性基板1は、少なくとも発光積層体5が設けられる領域が、第1の光取り出し構造10に覆われる。透明被覆層12が設けられる場合、透明被覆層12は層状であるため、凹凸構造11が層であっても層でなくても、第1の光取り出し構造10は全体として層状になる。透明被覆層12が設けられなかったとしても、凹凸構造11が凹凸層として層状に形成されていれば、凹凸構造11（凹凸層）で構成される第1の光取り出し構造10は全体として層状になる。

[0058] 凹凸構造11は、防湿性基板1と屈折率が略同じか防湿性基板1よりも屈折率が小さい材料で形成される。凹凸構造11は、凹凸を有する層（凹凸層）として構成されるものであってよい。そのため、凹凸層は、防湿性基板1と屈折率が略同じか防湿性基板1よりも屈折率が小さい材料で形成される。図1では、凹凸構造11を構成する凸部13が分断されているように図示されているが、各凸部13は分断されていてもよいし、各凸部13は防湿性基板1側において凹凸層の材料が広がって連結されていてもよい。ここで、防湿性基板1と屈折率が略同じとは、屈折率差が絶対値で0.1以下のことを意味する。凹凸構造11は、防湿性基板1と屈折率が略同じ材料で形成され

ることが好ましい一態様である。この場合、屈折率差の低減により光をより多く取り出すことができる。凹凸構造 11 は、防湿性基板 1 の屈折率以下の屈折率の材料で形成されることが好ましい一態様である。この場合、全反射を抑制し、光をより多く取り出すことができる。凹凸構造 11 は、防湿性基板 1 よりも屈折率が小さい材料で形成されていることが好ましい一態様である。この場合、全反射をさらに抑制し、光をより多く取り出すことができる。例えば、凹凸構造 11 の屈折率は、防湿性基板 1 の屈折率よりも 0.1 以上小さくてもよいが、これに限定されるものではない。

[0059] 本形態における第 1 の光取り出し構造 10 の凹凸構造 11 は、高さが略等しい複数の凸部 13 がマトリックス状の凹凸の一区画ごとに割り当てられて面状に配置することにより形成されるものである。そして、凹凸構造 11 は、平面視での単位領域における凸部 13 の面積率が各領域において略同一であるように形成されている。このような、凹凸構造 11 を設けることにより、光取り出し性を効率よく向上させることができる。

[0060] 図 2 は、凹凸構造 11 の一例を示している。図 2 (A) は防湿性基板 1 の表面と垂直な方向から見た様子を示し、図 2 (B) は防湿性基板 1 の表面と平行な方向から見た様子を示している。図 2 (A) では凸部 13 が設けられている区画を斜線で示している。図 2 (A) に示すライン L1、L2、L3 は、図 2 (B) におけるライン L1、L2、L3 に対応する。

[0061] 図 2 (A) に示すように、凹凸構造 11 は、縦横に複数の正方形がマス目（行列型）のように並んで構成されるマトリックス状の凹凸区画 15 に、凸部 13 が割り当てられて配置されて形成されている。各凹凸区画 15 は面積が等しく形成されている。凹凸の一区画（一つの凹凸区画 15）には一つの凸部 13 及び凹部 14 のいずれかが割り当てられている。凸部 13 の割り当ては規則的であってもよいし、不規則であってもよい。図 2 の形態では、不規則に凸部 13 が割り当てられている形態が示されている。図 2 (B) に示すように、凸部 13 が割り当てられた区画では、凹凸構造 11 を構成する材料が第 1 電極 2 側に突出することにより凸部 13 を形成している。また、複数

の凸部 1 3 は高さが略等しく設けられている。ここで、凸部 1 3 の高さが略等しいとは、例えば、凸部 1 3 の高さを平均した場合、平均の高さの $\pm 10\%$ 以内に、あるいは好ましくは $\pm 5\%$ 以内に、凸部 1 3 の高さが収まって揃うことであってよい。

[0062] 図 2 (B) では、凸部 1 3 の断面形状は矩形状になっているが、ひだ状、逆三角形状、台形状など適宜の形状であってよい。一の凸部 1 3 と他の凸部 1 3 とが隣り合う部分では、凸部 1 3 は連結して、大きな凸部 1 3 が形成されている。また、一の凹部 1 4 と他の凹部 1 4 とが隣り合う部分では、凹部 1 4 は連結して、大きな凹部 1 4 が形成されている。凸部 1 3 及び凹部 1 4 の連結個数は、特に限定されるものではないが、連結個数が大きくなると微細な凹凸構造 1 1 にならなくなるおそれがあるため、例えば、100 個以下、50 個以下、20 個以下又は 10 個以下などに適宜設定することができる。

[0063] 凹凸構造 1 1 においては、単位領域における凸部 1 3 の面積率が各領域において略同一となるように形成される。例えば、図 2 (A) では、縦 10 個、横 10 個の合計 100 個の凹凸区画 1 5 が図示されており、このような 100 区画分の領域を単位領域にすることができる。そして、このとき、凹凸構造 1 1 の面内において、凸部 1 3 の形成された面積率は、各単位領域ごとにほぼ等しいものとなる。すなわち、図 2 (A) に示すように、単位領域において、50 個分の凸部 1 3 が設けられているとすると、凹凸の区画数が同じで面積の等しい他の領域においても 50 個分程度（例えば 45～55 個又は 48～52 個）の凸部 1 3 が設けられるものであってよい。単位領域は 100 区画分に限られるものではなく、適宜の区画数分の大きさにすることができる。例えば、1000 区画、10000 区画、100000 区画、又はそれ以上の区画数であってもよい。凸部 1 3 の面積率は、領域の取り方によって多少異なる場合があるが、本形態では、面積率は略同一であるようにする。例えば、面積率の上限及び下限の範囲を平均の 10% 以下にすることが好ましく、5% 以下にすることがより好ましく、3% 以下にすることがさ

らに好ましく、１％以下にすることがさらにより好ましい。面積率がより等しくなることにより面内においてより均一に光取り出し性を高めることができる。単位領域における凸部１３の面積率は、特に限定されるものではないが、例えば、２０～８０％の範囲内に、好ましくは３０～７０％の範囲内に、より好ましくは４０～６０％の範囲内に設定することができる。

[0064] 凸部１３は、単位領域内において不規則に割り当てられて配置されることが好ましい一形態である。それにより、角度依存性なく、複数の光をより多く取り出すことができる。

[0065] 凹凸構造１１は、微細な凹凸であることが好ましい。それにより、光取り出し性をより高めることができる。例えば、凹凸の一区画を一边が０．１～１００μｍの正方形の範囲にすることにより、微細凹凸構造を形成することができる。凹凸の一区画を形成する正方形の一边は０．５～１０μｍであってもよく、例えば、この一边を１μｍにすると、微細な凹凸構造１１を精度よく形成することができる。また、単位領域は、縦１ｍｍ×横１ｍｍの正方形の領域にしたり、あるいは、縦１０ｍｍ×横１０ｍｍの正方形の領域にしたりすることができる。なお、図１及び図２では、凹部１４には凹凸構造１１を構成する材料が設けられていない様子を示しているが、凹部１４に凹凸構造１１を構成する材料が設けられていてもよい。その場合、凹凸構造１１は、面全体で連続した層となり、凸部１３の部分の厚みが厚く、凹部１４の部分の厚みが薄い層となるものであってよい。その場合、凹凸構造１１は、いわば凹凸層により構成されることになる。

[0066] 凸部１３の高さは、特に限定されるものではないが、例えば、０．１～１００μｍの範囲であってよい。それにより、光取り出し性の高い凹凸構造１１を得ることができる。例えば、凸部１３の高さを１～１０μｍの範囲にすると、微細な凹凸を精度よく形成することができる。

[0067] 凹凸構造１１を構成する複数の凸部１３は同一形状のものであってよい。図２（Ａ）では、凸部１３が一つの凹凸区画１５全体に設けられて、平面視における形状が矩形状（長方形又は正方形）である凸部１３を示しているが

、これに限定されるものでなく、凸部 13 の平面形状は他の形状であってもよい。例えば、円状や、多角形状（三角形、五角形、六角形、八角形など）であってもよい。このとき、凸部 13 の立体形状は、円柱状、角柱状（三角錐、四角柱など）、角錐状（三角錐、四角錐など）といった適宜の形状であってよい。

[0068] 凹凸構造 11 は、透明材料により形成することができる。凹凸構造 11 の材料としては、アクリル系、エポキシ系などの透明樹脂を用いてもよいし、または、スピノンガラスのような無機系材料を用いてもよい。凹凸構造 11 の材料は、屈折率が防湿性基板 1 よりも低いものが用いられる。例えば、防湿性基板 1 がガラスである場合、このガラスよりも屈折率が低い材料で凹凸構造 11 は形成される。それにより、透明な凹凸構造 11 からガラス基板へ向かう光が全反射して光取り出し効率がロスする影響を抑制することができる。また、凹凸構造 11 を構成する透明材料の透過率は高いほどよい。この透明材料は、好ましくは全可視波長領域で消衰係数 $k = 0$ であるが、材料の膜厚によって許容される範囲が決定されるものであってよい。凹凸構造 11 の材料は塗布により防湿性基板 1 の表面に設けることができる。材料の塗布方法は、適宜のコート法を採用することができ、スピコートを用いてもよく、あるいは、スリットコート、バーコート、スプレーコート、インクジェットなどの方法を用途や基板サイズなどに応じて採用することができる。

[0069] 凹凸構造 11 における凹凸は適宜の方法により形成することができる。例えば、透明材料にビーズのような粒子を混合して、その粒子形状に起因して凹凸を形成することができる。また、インプリント法により凹凸構造 11 の凹凸を形成することも好ましい。インプリント法によれば、微細な凹凸を効率よく精度高く形成することができる。また、図 2 で示したように、凹凸区画 15 ごとに凸部 13 又は凹部 14 を割り当てて凹凸を形成する場合、インプリント法を用いれば、精度高く微細な凹凸を形成することが可能になる。インプリント法によって凹凸を形成する場合、一つの凹凸区画 15 は、プリントを行うドットにより構成されるものであってよい。インプリント法は

微細構造を形成し得るものが好ましく、例えば、ナノインプリントと称せられる方法を用いることができる。

[0070] インプリント法は大きく分けてUVインプリント法と熱インプリント法があり、両者のどちらを用いてもよい。本形態では、例えば、UVインプリント法を用いることができる。UVインプリント法により簡単に凹凸をプリント（転写）して凹凸構造11を形成することができる。UVインプリント法では、例えば、周期2 μm 、高さ1 μm の矩形（ピラー）構造をパターンニングしたNiマスターモールドから型取りしたフィルムモールドを用いる。そして、UV硬化性のインプリント用透明樹脂を基板に塗布し、この基板の樹脂表面にモールドを押し付ける。その後、UV光（例えば波長 $\lambda = 365\text{ nm}$ のi線など）を基板側から基板を通して、またはモールド側からフィルムモールドを通して照射し、樹脂を硬化させる。そして、樹脂の硬化後にモールドを剥離する。このとき、モールドには事前に離型処理（フッ素系コーティング剤など）を施していることが好ましく、それにより、容易に基板からモールドを剥離することができる。これにより、モールドの凹凸形状を基板に転写することができる。なお、このモールドには、図2に示したような凹凸構造11の形状と対応した凹凸が設けられている。そのため、モールドの凹凸が転写されたときには、所望の凹凸形状が防湿性基板1の表面に形成される。例えば、モールドとして不規則に凹部14が区画ごとに割り当てられて形成されているものを用いれば、不規則に凸部13が割り当てられた凹凸構造11を得ることができる。

[0071] 凹凸構造11は、回折光学構造として形成されていることが好ましい一形態である。このとき、凸部13は回折構造となるように一定の規則性をもって設けられていることが好ましい。回折光学構造では周期性をもって凸部13が形成されることがさらに好ましい。第1の光取り出し構造10が回折光学構造を有する場合、光取り出し性を向上することができる。また、本形態では、第1の光取り出し構造10を回折構造にした場合でも、第2の光取り出し構造20によって光散乱を生じさせることができるため、視野角依存性

の影響を低減することができる。

[0072] 回折光学構造においては、二次元の凹凸構造 11 の周期 P （周期性がない構造の場合は、凹凸構造 11 の平均的な周期）は、媒質内の波長を λ （真空中の波長を媒質の屈折率で除した値）として、波長 λ の $1/4 \sim 100$ 倍の範囲で適宜設定することが好ましい。この範囲は、発光層 3 で発光する光の波長が $300 \sim 800 \text{ nm}$ の範囲内にある場合に設定されるものであってよい。このとき、周期 P を例えば $5\lambda \sim 100\lambda$ の範囲で設定した場合には、幾何光学的な効果、つまり、入射角が全反射角未満となる表面の広面積化により、光取り出し効率を向上することができる。また、周期 P を例えば $\lambda \sim 5\lambda$ の範囲で設定した場合には、回折光による全反射角以上の光を取り出す作用により、光の取り出し効率を向上することができる。また、周期 P を $\lambda/4 \sim \lambda$ の範囲で設定した場合には、凹凸構造部付近の有効屈折率が防湿性基板 1 の表面からの距離が大きくなるにつれて徐々に低下することとなる。そのため、基板と、凹凸被覆の層、または陽極との間に、凹凸構造部の媒質の屈折率と、被覆層又は陽極の屈折率との中間の屈折率を有する薄膜層を介在させるのと同等となり、フレネル反射を低減させることが可能となる。要するに、周期 P を $\lambda/4 \sim 100\lambda$ の範囲で設定すれば、反射（全反射あるいはフレネル反射）を抑制することができ、光取り出し効率を向上することができるものである。この中でも、周期 P について特に $\lambda \sim 5\lambda$ の領域（回折効果を得やすい領域）を用いることが有効である。周期 P が λ より小さい場合はフレネルロス抑制効果しか発揮できなくなり光取り出し効果が小さくなるおそれがある。一方、 5λ を超えるとそれに対応して凹凸の高さも大きくすることが求められ（位相差を得るため）、被覆層での平坦化が容易でなくなるおそれがある。被覆層を非常に厚くする手法（例えば $10 \mu\text{m}$ 以上）も考えられるが、透過率の低下や材料コスト、樹脂材料の場合はアウトガス増加など、非常に弊害が多いため、厚くする手法は不利益な点もある。そのため、周期 P を上記のように設定することが好ましいものである。例えば平均ピッチ $1 \mu\text{m}$ （白色素子の平均発光波長を 550 nm 、被覆層に用いる樹

脂の屈折率を1.7とすると、およそ3λになる)、高さ0.5 μmの回折構造を凹凸構造11に用いることができる。この場合、凹凸構造11がない素子の場合に対して、およそ1.5倍程度の光取り出し効率が得られることを確認している。

[0073] 本形態では、第1の光取り出し構造10は、凹凸構造11を被覆する透明被覆層12を有している。このように、透明被覆層12が設けられると、凹凸構造11が平坦化されるため、発光積層体5を安定して設けることができる。そのため、凹凸に起因する断線不良やショート不良を抑制することができる。また、透明被覆層12を設けた場合、高さ(深さ)の大きい凹凸構造11を設けた場合であっても、発光積層体5を良好に積層形成することが可能になる。このように、透明被覆層12は平坦化層として機能することが可能であり好ましい。また、透明被覆層12は透明であり光透過性を有するため、光を有効に取り出すことができる。

[0074] 透明被覆層12は、防湿性基板1よりも屈折率が高い材料で形成されることが好ましい。それにより、屈折率差を低減して、光取り出し効率をさらに高めることができる。ここで、透明被覆層12の屈折率の設定は重要である。透明被覆層12の屈折率は、少なくとも防湿性基板1より大きいように設定されるが、さらに好ましくは、有機層(有機発光層)と同等の屈折率、例えば屈折率が1.7以上であることが好ましい。それにより、屈折率差をより低減することができる。有機発光層は発光層3のことであってよい。また、隣接する層である第1電極2との屈折率差を小さくすることも好ましい。例えば、第1電極2と透明被覆層12との屈折率差を1以下にすると、屈折率差を低減して光取り出し性を高めることができる。

[0075] 透明被覆層12は樹脂により形成されていることが好ましい。それにより、屈折率を容易に調整することができるとともに、凹凸の平坦化を簡単に行うことができる。樹脂材料を用いた場合、比較的高屈折率のものを容易に得ることができる。また、樹脂は塗布によって層を形成することができるため、凹部14に樹脂を侵入させて表面が平坦面となった層をより簡単に形成す

ることができる。

[0076] 透明被覆層 1 2 の材料としては、 TiO_2 などの高屈折率ナノ粒子を分散した樹脂などが挙げられる。樹脂は、アクリル系やエポキシ系などの有機樹脂であってよい。また、樹脂には、樹脂を硬化させるための添加剤（硬化剤、硬化促進剤、硬化開始剤など）が添加されていてもよい。なお、透明被覆層 1 2 の材料は、凹凸形成に用いた材料と同様に消衰係数 k になるべく小さいことが好ましく、理想的には $k = 0$ （または測定不能なレベルの数値）となることが好ましい。なお、樹脂以外の材料としては、 SiN などで構成される無機膜や、無機酸化物（ SiO_2 など）の膜などが例示される。

[0077] 透明被覆層 1 2 によって被覆された表面（透明被覆層 1 2 の第 1 電極 2 側の面）は平坦な面であることが好ましい。それにより、ショート不良や積層不良を抑制して、発光積層体 5 をより安定して形成することができる。

[0078] なお、透明被覆層 1 2 を設けなくても発光性能などに影響がないのであれば、透明被覆層 1 2 は設けられなくてもよい。透明被覆層 1 2 を設けない場合、層の数を減らすことができるので、素子をより簡単に製造することが可能になる。例えば、凸部 1 3 の高さが上層の成膜に影響を与えない程度の高さであるならば、透明被覆層 1 2 は設けないようにしてもよい。透明被覆層 1 2 を設けていない場合であっても、凹凸構造 1 1 で構成された第 1 の光取り出し構造 1 0 によって光取り出し性を高めることが可能である。ただし、ショート不良や断線不良の抑制のためには上記したように透明被覆層 1 2 を形成することが好ましいものである。

[0079] 図 1 の形態では、第 1 の光取り出し構造 1 0 は、平面視において封止材 6 よりも内側に形成されている。すなわち、第 1 の光取り出し構造 1 0（凹凸構造 1 1 及び透明被覆層 1 2）は、封止材 6 によって封止された封止空間に收容されている。そして、第 1 の光取り出し構造 1 0 は封止材 6 の底面よりも小さい大きさで形成されており、封止材 6 の接着部分には、第 1 の光取り出し構造 1 0（凹凸構造 1 1 及び透明被覆層 1 2）は形成されていない。このように、第 1 の光取り出し構造 1 0 が封止材 6 よりも内側に形成されるこ

とにより、水分の浸入を抑制することができ、水分による劣化を抑制した信頼性の高い有機EL素子を得ることができる。ここで、凹凸を形成したり凹凸を被覆したりする膜に樹脂層を用いる場合、樹脂は空気（水、酸素）を透過しやすいため、この樹脂層が大気に直接接触すると、樹脂層を通して発光積層体5（発光層3）にダメージを与えるおそれがある。しかしながら、図1の形態では、第1の光取り出し構造10を形成し得る樹脂層が封止材6の内側に設けられており、外部に露出していないため、樹脂層から水分や酸素が透過するのを抑制することができる。

[0080] 第1の光取り出し構造10を封止材6よりも小さく形成する方法としては、樹脂層をパターニングして形成する方法が挙げられる。例えば、パターニングの一例としては、凹凸構造11及び透明被覆層12がUV硬化性樹脂で形成される場合、所要の部分のみ樹脂を硬化させ、不要部は有機溶剤などで除去することによりパターニングが可能である。UV硬化性樹脂によれば、簡単にパターニングすることができる。あるいは、パターニング方法として、インクジェットなどによるパターン塗布やマスキング等によってもパターニングが可能である。熱硬化性樹脂の場合、塗布を部分的に行うことにより簡単にパターニングすることができる。

[0081] また、凹凸構造11においては、例えば、紫外線硬化樹脂では、モールドにより凹凸を形成し、所望の部分（封止材6の内側）を紫外線で硬化させた後、溶剤で洗い流すことにより、凹凸形成と平面形状のパターニングとを行うことができる。なお、凹凸構造11や透明被覆層12に用いる樹脂の硬化方法として、紫外線硬化を例示しているが、もちろん熱硬化性の樹脂を用いてもよい。その場合、加熱することにより、樹脂を硬化させることができる。

[0082] 第1の光取り出し構造10は、封止材6を防湿性基板1に接着する接着剤よりも吸水性の高い吸水材料を有することが好ましい。本形態では、光学部材である第1の光取り出し構造10に吸水性を持たせることによって、接着剤（封止接着部16）から侵入してきた水分を光学部材中の吸水材料で吸水

することができるため、有機層の劣化を抑制することができ、信頼性を向上することができる。吸水材料は、第1の光取り出し構造10のうちのいずれかの部位に含まれていればよい。吸水材料は、凹凸構造11（凹凸層）に含有されることが好ましい一態様である。吸水材料は、透明被覆層12に含有されることが好ましい他の一態様である。吸水材料は、凹凸構造11及び透明被覆層12の両方に含有されることが好ましいさらに他の一態様である。要するに、吸水材料は、第1の光取り出し構造10内に含まれていればよく、凹凸構造11及び透明被覆層12のうちの少なくとも一方に含まれていればよい。

[0083] 図1では、第1の光取り出し構造10が第1電極2に被覆された位置での断面が示されているが、第1の光取り出し構造10は封止された内部において、第1電極2に被覆されていない部分が存在し得る。そのため、封止接着部16から侵入してきた水分を第1の光取り出し構造10内の吸水材料で吸水することができる。

[0084] 第1の光取り出し構造10に含まれる吸水材料の一態様としては、吸水性を有する樹脂が例示される。第1の光取り出し構造10を構成する樹脂として、吸水性を有する樹脂が用いられる態様である。この場合、凹凸構造11及び透明被覆層12は樹脂により形成され得るものであり、これらのうちの一方又は両方の樹脂において、吸水性の樹脂を用いるようにする。吸水性の樹脂としては、親水性の官能基を有する樹脂が例示される。吸水性を高く得るためには、硬化後に親水基が残存していることが好ましい。親水基としては、水酸基、カルボキシル基、カルボン酸基、スルホン基、スルホニル基、スルホン酸基などが例示される。

[0085] 第1の光取り出し構造10に含まれる吸水材料の他の一態様としては、吸湿材が例示される。第1の光取り出し構造10を構成する樹脂中に、吸湿材が含有される態様である。この場合、凹凸構造11及び透明被覆層12は樹脂により形成され得るものであり、これらのうちの一方又は両方の樹脂において、吸湿材を含むようにする。吸湿材は粒子で構成されていてよい。吸湿

材としては、物理吸着性の吸湿材が例示される。物理吸着性の吸湿材では、製造時において吸水したとしても、ベークにより吸水性を回復させることが可能である。吸湿材としては、シリカゲル、ゼオライト、モレキュラーシーブなどが例示される。なお、第1の光取り出し構造10の一部又は全部を、吸湿材を含んだ吸水性を有する樹脂で形成してもよい。これは、吸水材料として、吸湿材と、吸水性を有する樹脂とを併用する態様である。その場合、吸水性がさらに高まり、信頼性をより向上することができる。

[0086] 図1に示すように、本形態の有機EL素子は、防湿性基板1における第1の光取り出し構造10が形成された側とは反対側（外部側）の表面に、第2の光取り出し構造20が設けられることが好ましい。第2の光取り出し構造20を設けることにより、防湿性基板1（ガラス基板）と大気間での全反射ロスを抑制することができ、光取り出し効率をさらに高めることができる。また、第2の光取り出し構造20は光散乱性の構造である。そのため、散乱性を付与することにより発光層3からさまざまな角度に発する光が十分に混ざり合い、視野角による色度のずれをより小さくすることができる。特に、白色の有機EL素子では、照明用途などにおいて、視野角依存性は極めて重要な指標であり、本形態においては、見る角度によって色ズレの少ない低色差の有機EL素子を得ることができる。そして、パネル状の有機EL素子を構成した場合においても、角度による色差の少ない発光性能の優れた有機EL素子を得ることができるものである。

[0087] ここで、第2の光取り出し構造20（光散乱構造）を設けていない有機EL素子（白色）と、第2の光取り出し構造20（光散乱構造）を設けた有機EL素子（白色）とについて、色差（色ズレ）の比較を行った。すると、第2の光取り出し構造20がない場合、色差は $\Delta u' v' = 0.018$ であったのに対し、第2の光取り出し構造20がある場合、色差は、 $\Delta u' v' = 0.004$ であった。この、 $\Delta u' v'$ は、色度の $u' v'$ 座標が正面から視野角 80° の範囲において平均値からのずれた量の2乗平均（ $\Delta u'^2 + \Delta v'^2$ ） $^{(1/2)}$ の最大値を意味している。なお、「 $\wedge$ 」は乗数

を示す記号である。このように、第2の光取り出し構造20を設けることにより、視野角依存性を低減して、見る角度によって色の変化の少ない低色差の発光を得ることができるものである。

[0088] 第2の光取り出し構造20は、光散乱性を有する適宜の構造を設けることにより得ることができる。例えば、光散乱性構造を有する光取り出しフィルムを貼り付けることにより簡単に光取り出し構造を設けることができる。また、基板に直接光取り出し構造を形成することも好ましく、非常に有効な方法である。例えば、第2の光取り出し構造20は、防湿性基板1の粗面化により形成されていることが好ましい。それにより、使用部材を減らすことができ、生産性を高めることができる。

[0089] 防湿性基板1の粗面化は、例えば、防湿性基板1の表面をサンドブラストや反応性エッチングによってあらすことにより行うことができる。それにより、防湿性基板1を簡単に直接粗面化して加工することができる。例えば、基板にガラスを使用し、サンドブラストで加工を行う場合、#400（平均粒径30 μ m）の酸化アルミナを研磨剤として使用することで、比較的容易に粗面化の形状加工を行うことが可能である。もちろん、サンドブラストの粒子としては、SiCやアルミナ、ジルコンなどの他の研磨剤を使用してもよいし、所望する加工形状によって平均粒径を任意に変更してよい。粗面化の加工は、第1の光取り出し構造10を形成する前の基板のみの状態で行ってもよいし、第1の光取り出し構造10の形成後の発光積層体5を積層する前に行ってもよいし、封止材6で封止した後に行ってもよい。ただし、サンドブラスト法を用いる場合、研磨剤の残留物がショート要因等になるおそれがあるため、封止を行った後に加工することが好ましい。なお、光散乱性のフィルムにより第2の光取り出し構造20を形成する場合、封止後にフィルムを防湿性基板1の表面に貼り付けることにより第2の光取り出し構造20を形成することができる。

[0090] 図3は、有機EL素子の製造方法の一例を示している。図3では、図1の形態に示すような、第1の光取り出し構造10が封止材6の接着部分よりも

内側に形成された有機EL素子を製造する工程が示されている。

[0091] 有機EL素子の製造にあたっては、まず、図3（A）に示すように防湿性基板1を準備し、図3（B）に示すように、この防湿性基板1の表面に第1の光取り出し構造10を形成する。なお、防湿性基板1は、第1の光取り出し構造10とは反対側の表面に、粗面化などによってあらかじめ第2の光取り出し構造20が設けられているものを用いてもよい。第1の光取り出し構造10は、凹凸構造11及び透明被覆層12を順に積層することにより形成することができる。凹凸構造11は、上記で説明したように、樹脂を塗布し、モールドで凹凸転写することにより形成することができる。また、透明被覆層12は樹脂を塗布して凹凸構造11の凹凸を平坦化することにより形成することができる。なお、凹凸構造11及び透明被覆層12は、パターンニングにより封止材6の接着部分よりも内側の領域に形成するようにする。パターンニングは、全面塗布後に外周部を除去する方法、及び、中央部に部分塗布する方法のいずれを用いてもよい。

[0092] 次に、図3（C）に示すように、第1電極2を積層して形成する。このとき、第1電極2の層を第1の光取り出し構造10よりも外側にはみ出させて、封止材6によって封止される領域よりも外側に延伸させる。それにより、第1電極2の一部が封止材6よりも外部に引き出されるため、給電する部位を形成することができる。

[0093] 次に、図3（D）に示すように、電荷移動層7及び発光層3を構成する各層を適宜の順序で積層して、発光積層体5の有機層を形成する。そして、図3（E）に示すように、第2電極4を積層して形成する。第2電極4は第1電極2に直接接触しないようにして積層形成することができる。このとき、本形態では、第2電極4の層を第1の光取り出し構造10よりも外側にはみ出させて、封止材6によって封止される領域よりも外側に延伸させている。それにより、第2電極4の一部が封止材6よりも外部に引き出されるため、給電する部位を形成することができる。第1電極2、発光層3、電荷移動層7及び第2電極4の積層により、発光積層体5が形成される。発光積層体5

の各層（第１電極２、発光層３、電荷移動層７及び第２電極４）の積層方法としては蒸着法を用いることができる。蒸着により効率よく薄膜を積層することができる。また、これらの層のうちの一部を塗布やスパッタにより形成してもよい。適宜の成膜方法を用いることにより、製造性を高め得る。

[0094] そして、発光積層体５の形成の後、封止用の接着剤で封止材６を防湿性基板１の表面に接着することにより発光積層体５を封止することができる。図３（Ｆ）においては、封止材６の接着部位（封止接着部１６）を斜線で示している。封止はキャップガラス封止などで行うことができる。その後、第２の光取り出し構造２０をまだ形成していない場合には、防湿性基板１の外表面を粗面化したり、防湿性基板１の外表面に光散乱フィルムを貼り付けたりするなどして第２の光取り出し構造２０を防湿性基板１の表面に形成する。以上により、図１の形態に示す有機ＥＬ素子を得ることができる。

[0095] 図４は、有機ＥＬ素子の実施形態の他の一例である。上記の形態と同様の構成には同じ符号を付して説明を省略する。本形態では、第１の光取り出し構造１０は防湿性基板１の表面全体に形成されている。そして、第１の光取り出し構造１０（透明被覆層１２）の表面（上面）はバリア層９によって被覆されている。バリア層９は、光透過性と防湿性とを有するものである。このように、第１の光取り出し構造１０と第１電極２との間に、防湿性を有する光透過性のバリア層９が形成されていることが好ましい一形態である。それにより、透明被覆層１２からの水分の浸入を効果的に抑制することができる。また、第１の光取り出し構造１０の一部又は全部が樹脂で構成された場合、樹脂から発生するアウトガスの影響で発光積層体５が劣化するおそれがあるが、バリア層９を設けることにより、アウトガスの侵入を抑制することができる。

[0096] 第１の光取り出し構造１０を防湿性基板１の全面に設けた場合、透明被覆層１２は封止材６よりも外側にはみ出して形成されることになる。その際、透明被覆層１２が樹脂で構成されていると、この透明被覆層１２が水分の浸入経路となるおそれがあり、水分の浸入によって素子の信頼性の低下を招く

おそれがある。そこで、透明被覆層 12 の表面にバリア層 9 を形成して、透明被覆層 12 の表面全体をバリア層 9 で覆って、透明被覆層 12 が封止領域の内部で露出しないようにさせることにより、水分の浸入を抑制して素子の劣化を抑制することができる。また、バリア層 9 を設けることにより、第 1 電極 2 と透明被覆層 12 とが直接接触することがないため、水分の浸入による劣化をさらに抑制することができる。

[0097] バリア層 9 は、パシベーション膜で構成することができる。それにより、水分に対するバリア性を高めることができる。パシベーション膜は不導態化の膜であってよい。パシベーション膜はパッシベーション膜とも称せられる。

[0098] バリア層 9 の材料としては、 SiO_2 、 SiN 、 TiO_2 などの無機膜や、無機層と有機層を多層化した積層膜であることが好ましい。無機膜を有することにより、水分を浸入させにくくすることができる。

[0099] バリア層 9 の厚みは、このバリア層 9 の平均屈折率を n としたときに、 $400/n$ [nm] 以下であることが好ましい。それにより、発光性能を高めながらバリア性を高めることができる。バリア層 9 は厚みが厚いほど、バリア性を高めることができる。ただし、バリア層 9 (パシベーション膜) の膜厚は、膜の屈折率や消衰係数にも依存するが、厚みが厚すぎると、干渉の影響が生じやすくなり、スペクトルや視野角依存性に影響するおそれがある。また、バリア層 9 の厚みが過剰に厚くなると光吸収などにより不透明になって光を取り出すことが難しくなるおそれがあり、また全反射の影響も大きくなるおそれがある。そこで、バリア層 9 の厚みは、上記の範囲に設定されることが好ましいものである。バリア層 9 の厚みの下限は、特に限定されるものではないが、例えば、 $1/n$ [nm]、 $10/n$ [nm] 又は $100/n$ [nm] などに行うことができる。具体的にはバリア層 9 の厚みは 50 [nm] 以上であってよい。また、バリア層 9 は、屈折率が樹脂層よりも低い場合には界面で全反射が発生し、効率が低下する弊害が生じるおそれがあるため、屈折率は樹脂層よりも高いことが好ましい。なお、この場合、樹脂層は

透明被覆層 12 であり得る。

[0100] 本形態でも、第 1 の光取り出し構造 10 は、封止材 6 を防湿性基板 1 に接着する接着剤よりも吸水性の高い吸水材料を有することが好ましい。本形態では、第 1 の光取り出し構造 10 に封止接着部 16 よりも高い吸水性を持たせることによって、バリア層 9 による水分のバリア性を第 1 の光取り出し構造 10 によって補助することができる。そのため、有機層の劣化を抑制することができ、信頼性を向上することができる。吸水材料は、第 1 の光取り出し構造 10 内のいずれかの部位に含まれていればよい。吸水材料の具体例は、図 1 の形態で説明したものと同様である。

[0101] 本形態の有機 EL 素子は、図 3 に示す方法に準じて製造することができる。すなわち、第 1 の光取り出し構造 10 をパターンニングすることなく全面に設けるようにすることができる。そして、第 1 の光取り出し構造 10 の表面にバリア層 9 を形成するようにする。バリア層 9 の形成は、蒸着により行ってもよいし、スパッタにより行ってもよいし、塗布により行ってもよい。バリア層 9 の形成後は、図 3 の方法と同様にして、発光積層体 5 を形成し、封止材 6 で封止する。

[0102] 図 4 の形態では、第 1 の光取り出し構造 10 を全面に設ければよいので、図 1 の形態に比べて製造が容易になる可能性があるという利点がある。また、図 4 の形態では、第 1 の光取り出し構造 10 が全面に設けられているため、第 1 の光取り出し構造 10 によって段が形成されておらず、層を積層したときに層が段切れすることを抑制することができるという利点がある。ただし、図 1 の形態では、バリア層 9 を設けなくてもよいので、その点で製造が容易になる可能性があるという利点がある。また、図 1 の形態では、バリア層 9 を設けなくてもよいので、バリア層 9 の形成による光取り出し性の低下を抑制することができるという利点がある。なお、図 1 の形態において、第 1 の光取り出し構造 10（透明被覆層 12）の表面にバリア層 9 を設けるようにしても、もちろんよい。

[0103] 図 5 は、有機 EL 素子の実施形態の他の一例である。上記の形態と同様の

構成には同じ符号を付して説明を省略する。本形態では、バリア層 9 の端部の構造が異なる以外は、図 4 の形態とほぼ同様の構成となっている。

[0104] 上記の図 4 の形態ではバリア層 9 の形成により水分の浸入を抑制することができるが、第 1 の光取り出し構造 10（透明被覆層 12）の端部の側面は外部に露出しているため、この部分から樹脂層に水分が浸入するおそれがある。そこで、図 5 の形態では、第 1 の光取り出し構造 10 を防湿性基板 1 よりも小さく形成し、バリア層 9 を平面視において第 1 の光取り出し構造 10 よりも大きい大きさにして、側面を含めてバリア層 9 で第 1 の光取り出し構造 10 の全体を被覆している。そのため、第 1 の光取り出し構造 10（透明被覆層 12）の端部の側面 10a（12a）は外部に露出していない。このように、バリア層 9 で第 1 の光取り出し構造 10 を被覆すると、第 1 の光取り出し構造 10 は防湿性基板 1 とバリア層 9 とによって囲まれて密封されることになる。そのため、第 1 の光取り出し構造 10 が外部に露出することがなくなり、外部から第 1 の光取り出し構造 10 を構成する樹脂層に水分が浸入することを抑制することができる。そのため、水分の浸入により劣化すること抑制して信頼性の高い有機 EL 素子を得ることができる。

[0105] 本形態でも、第 1 の光取り出し構造 10 は、封止材 6 を防湿性基板 1 に接着する接着剤よりも吸水性の高い吸水材料を有することが好ましい。本形態では、第 1 の光取り出し構造 10 に封止接着部 16 よりも高い吸水性を持たせることによって、バリア層 9 による水分のバリア性を第 1 の光取り出し構造 10 によって補助することができる。そのため、有機層の劣化を抑制することができ、信頼性を向上することができる。吸水材料は、第 1 の光取り出し構造 10 内のいずれかの部位に含まれていればよい。吸水材料の具体例は、図 1 の形態で説明したものと同様である。

[0106] 本形態の有機 EL 素子は、図 4 の形態と同様の方法で製造することができる。このとき、第 1 の光取り出し構造 10 をパターンニングによって、防湿性基板 1 よりも小さい範囲で形成するようにする。このとき、防湿性基板 1 よりもやや小さい範囲で第 1 の光取り出し構造 10 を形成することが好ましい

。それにより、発光面積をできるだけ大きくすることができる。そして、バリア層 9 を第 1 の光取り出し構造 10 を覆うようにして防湿性基板 1 の表面に形成する。バリア層 9 は第 1 の光取り出し構造 10 の端部で段切れしないように形成するようにする。それにより、第 1 の光取り出し構造 10 を外部に露出させないようにして密封することができる。バリア層 9 は例えば防湿性基板 1 の面全体に設けることができる。バリア層 9 の形成後は、図 3 の方法と同様にして、発光積層体 5 を形成し、封止材 6 で封止する。

[0107] 図 5 の形態においても、図 4 の形態と同様に、図 1 の形態に比べて製造が容易になる可能性があるという利点や、段切れを抑制することができるという利点がある。また、第 1 の光取り出し構造 10 を形成する際の樹脂層のパターニングに求められる精度を緩和することができ、装置の設計自由度が高まり、コスト低減を図ることが可能であるという利点もある。

[0108] ところで、有機 EL 素子においては、複数の有機 EL 素子が防湿性基板 1 の表面に形成されて連結した有機 EL 素子連結体を作製し、その後、防湿性基板 1 を切断して個別化することにより、有機 EL 素子を製造することもできる。この場合も、上記の各形態の有機 EL 素子においては、効率よく製造することが可能である。そして、製造された有機 EL 素子は、特に白色発光において、光取り出し性に優れ、視野角依存性を少なくすることができる。

[0109] 有機 EL 素子においては、第 1 の光取り出し構造 10 をさらに好適化することによって、さらなる光取り出し効率の向上を図ることができる。以下、図 6 ～図 11 により、第 1 の光取り出し構造 10 についての好ましい態様を説明する。以下では、バリア層 9 が設けられていない態様を説明するが、バリア層 9 は設けられていなくてもよいし、設けられていてもよい。また、第 2 の光取り出し構造 20 は、設けられていなくてもよいし、設けられていてもよいが、設けられている方がより好ましい。なお、以下では、第 1 の光取り出し構造 10 を単に光取り出し構造 10 という。

[0110] 図 6 は、有機 EL 素子の実施形態の他の一例である。上記の形態と同様の構成には同じ符号を付して説明を省略する。

[0111] 光取り出し構造 10 の側面 10a は、防湿性基板 1 の表面に垂直な方向から内側に傾いた斜面であることが好ましい。それにより、第 1 電極 2 及びその延長部分が段切れして分断されたり薄くなったりするなどして導通接続性が低下することを抑制することができる。光取り出し構造 10 の側面 10a が斜面になっていると、基板表面に対して垂直な面である場合よりも、第 1 電極 2 のつきまわりがよくなり、それによって信頼性が向上するのである。図 6 の形態では、光取り出し構造 10 は、凹凸構造 11 を構成する凹凸層と、透明被覆層 12 との積層構造により構成されている。そして、凹凸層と透明被覆層 12 との積層構造の端面となった側面 10a が斜面となっている。光取り出し構造 10 では、凹凸層の側面が斜面となっている。透明被覆層 12 の側面が斜面となっている。もし透明被覆層 12 が設けられない場合、光取り出し構造 10 は凹凸層（凹凸構造 11）で構成され得るが、このとき凹凸層の側面が斜面となるものであってよい。あるいは、もし凹凸構造 11 の側面を含めて凹凸構造 11 全部を透明被覆層 12 で覆っている場合、光取り出し構造 10 の側面は透明被覆層 12 の側面のみで構成され得るが、このとき透明被覆層 12 の側面が斜面となるものであってよい。斜面とは、いわば、テーパ状となった面ということができる。

[0112] 図 6 では、光取り出し構造 10 の側面 10a は平面となっている。光取り出し構造 10 の側面 10a は、曲面によって構成されていてもよい。光取り出し構造 10 の側面 10a は、外側に出っ張った凸状の曲面であってもよく、あるいは、内側に引っ込んだ凹状の曲面であってもよい。

[0113] 光取り出し構造 10 の側面 10a の傾斜角度は、特に限定されるものではないが、光取り出し構造 10 の側面 10a と防湿性基板 1 の表面とのなす角度が 85 度以下であることが好ましい。それにより、層の段切れをさらに抑制することができる。光取り出し構造 10 の側面 10a と防湿性基板 1 の表面とのなす角度は、80 度以下がより好ましく、70 度以下がさらに好ましい。ただし、この角度は小さくなりすぎると、裾野が広がりすぎることになるので、光取り出し構造 10 の側面 10a と防湿性基板 1 の表面とのなす角

度は、例えば、25度以上であってよい。光取り出し構造10の側面10aと防湿性基板1の表面とのなす角度は、側面10aの上端と下端とを結ぶ直線と防湿性基板1の表面とがなす角度と定義される。なお、光取り出し構造10の側面10aが斜面でなく防湿性基板1の表面に対して垂直な場合、光取り出し構造10の側面10aと防湿性基板1の表面とのなす角度は、90度となる。

[0114] 図7は、有機EL素子の実施形態の他の一例である。上記の形態と同様の構成には同じ符号を付して説明を省略する。図7では、平面視した有機EL素子の端部を拡大して図示している。なお、素子構成が分かりやすいように、第1電極2の延長部分と封止材6とを省略して図示しているが、もちろん、有機EL素子は、これらの構成を備えていてよい。図7では、発光積層体5の外縁を二点鎖線で示している。

[0115] 光取り出し構造10の側面10aは、平面視において側方に凸凹となった側面凹凸構造30を有していることが好ましい。それにより、側方に凸凹となった光取り出し構造10の表面に沿って第1電極2が形成されるので、光取り出し構造10と第1電極2との密着性を高めることができる。また、側面凹凸構造30が設けられると、この凹凸によって光散乱性が付与されるため、光取り出し効率を高めることができる。

[0116] 図7の形態では、光取り出し構造10に側面凹凸構造30が形成されている。側面凹凸構造30は、側方に突出する側面凸部31と、側方に凹む側面凹部32とを有している。側面凹凸構造30は、側方に突出する部分と凹む部分とが交互に配置される構造であってよい。

[0117] 図7の形態では、光取り出し構造10の側面10aは、防湿性基板1の表面に対して垂直な面であってもよい。あるいは、光取り出し構造10の側面10aは、防湿性基板1の表面に垂直な方向から内側に傾斜した斜面であってもよい。好ましくは、光取り出し構造10は、図6のようにその側面10aが斜面となり、さらに、図7のようにその側面10aが側面凹凸構造30を有する態様となる。それにより、第1電極2の密着性を高くすることがで

きるとともに、光取り出し効率に優れた有機EL素子を得ることができる。

[0118] 図7では、側面凹凸構造30の形状が波型となっている例が示されている。側面凹凸構造30は、波型に限られるものではない。例えば、側面凹凸構造30は、角張った凹凸形状であってもよい。ただし、層の段切れを少なくするためには、側面凹凸構造30は、その端縁が、角張っておらず、曲線となった構造であることが好ましい。波型の側面凹凸構造30では、端縁が曲線となる。

[0119] 側面凹凸構造30は、側面凸部31の横幅と、側面凹部32の横幅とが同じであってもよい。その場合、側面凸部31と側面凹部32との全体での占める割合を等しくすることができるため、光取り出し性を効率よく高めることができる。側面凸部31及び側面凹部32の横幅とは、側面凸部31が突出する方向と垂直な方向での幅のことである。図7では、これらの横幅は、縦方向での距離で表される。もちろん、側面凸部31の横幅が側面凹部32の横幅よりも大きかったり、あるいは小さかったりしてもよい。

[0120] 側面凹凸構造30の凹凸幅は、側面凸部31の横幅及び側面凹部32の横幅よりも小さくてもよい。凹凸幅が大きくなりすぎると、層が段切れしやすくなったり、層に無駄が生じたりするおそれがある。側面凹凸構造30の凹凸幅とは、側面凸部31が突出する方向における、側面凹部32の最も凹んだ位置と側面凸部31の最も突出した位置との間の距離のことである。図7では、側面凹凸構造30の凹凸幅は横方向の距離で表されることになる。もちろん、側面凹凸構造30の凹凸幅は、側面凸部31の横幅及び側面凹部32の横幅よりも大きくてもよい。

[0121] 側面凹凸構造30が設けられた場合、発光積層体5の外縁は、側面凹部32の最も凹んだ位置よりも内側に配置されることが好ましい。それにより、安定な発光を得ることができる。

[0122] 側面凹凸構造30は、凹凸の平均ピッチが $0.3\mu\text{m}$ より大きく $10\mu\text{m}$ より小さいことが好ましい。それにより、第1電極2の密着性と光取り出し効率とをさらに高めることができる。凹凸の平均ピッチとは、隣り合う二つ

の側面凸部 31 において、突出方向と垂直な方向での側面凸部 31 の中心位置の間の距離の平均と定義することができる。

[0123] 図 8 は、有機 EL 素子の実施形態の他の一例である。上記の形態と同様の構成には同じ符号を付して説明を省略する。図 8 では、光取り出し構造 10 に凹所 40 が設けられている。図 8 では、第 1 電極 2 と第 2 電極 4 との間に配置された積層構造を有機層 3A として図示している。この有機層 3A は、発光層 3 と電荷移動層 7 との積層構造により構成され得る。有機層 3A は少なくとも発光層 3 を含む。

[0124] 光取り出し構造 10 は、凹凸構造 11 よりも大きく凹んだ凹所 40 が第 1 電極 2 側に設けられ、第 1 電極 2 は、光取り出し構造 10 の表面において凹所 40 に沿った形状で形成されていることが好ましい。それにより、凹所 40 が設けられていない場合に比べて、有機層 3A の総面積が大きくなるため、全体の発光量を増やすことができる。また、第 2 電極 4 を反射性電極で構成した場合、横方向に放射する光を第 2 電極 4 で反射させて外部に取り出すことができ、光取り出し効率をさらに高めることができる。第 2 電極 4 を光透過性にして、第 2 電極 4 の有機層 3A とは反対側に反射層を設けた場合も同様の効果を得ることができる。

[0125] 凹所 40 は、深さが凹凸構造 11 の突出幅よりも大きい。凹所 40 は、横幅が凹凸構造 11 の横幅よりも大きい。マクロ光学構造を形成することにより、光取り出し性を高めることができるのである。

[0126] 発光積層体 5 は、凹所 40 の凹み形状に沿って形成されていることが好ましい。図 8 では、第 1 電極 2 は、凹所 40 に沿って、光取り出し構造 10 の表面に形成されている。第 1 電極 2 は、凹所 40 の位置で凹んでいる。また、有機層 3A は、凹所 40 の形状に沿って、第 1 電極 2 の表面に形成されている。有機層 3A は、凹所 40 の位置で凹んでいる。このとき、有機層 3A を構成する各層も凹所 40 の形状に沿って凹んでいてよい。また、第 2 電極 4 は、凹所 40 の形状に沿って、有機層 3A の表面に形成されている。第 2 電極 4 は、凹所 40 の位置で凹んでいる。したがって、発光積層体 5 は、凹

所 40 の位置で凹んでいる。発光積層体 5 が湾曲しているといってもよい。このように、発光積層体 5 が凹所 40 に沿って形成されることにより、光取り出し性を効率よく高めることができる。

[0127] 光取り出し構造 10 の凹所 40 における側面 40a は、斜面であることが好ましい。この場合の斜面とは、防湿性基板 1 の表面に垂直な方向から内側に傾いた面のことである。凹所 40 の側面 40a が斜面であることにより、光取り出し性をさらに高めることができる。凹所 40 の側面 40a が斜面である場合、凹所 40 の側面 40a と防湿性基板 1 の表面とのなす角度は、光取り出し構造 10 の側面 10a が斜面である場合と同様の角度にすることができる。すなわち、この角度は、85 度以下が好ましく、80 度以下がより好ましく、70 度以下がさらに好ましい。また、この角度は、例えば、25 度以上であってよい。

[0128] 図 8 の矢印で示されるように、有機層 3A で生じた光においては、光取り出し方向（防湿性基板 1 側に向かう方向）だけでなく、横方向に進む光も存在する。ここで、凹所 40 が形成されていると、横方向の光を反射させたり散乱させたりして光取り出し方向に進む光に変換させることが可能である。図 8 では、凹所 40 に向かって横方向に進む光は第 2 電極 4 で反射して、外部に向かう光に変換されている。また、凹凸構造 11 に向かって横方向に進む光は、凹凸構造 11 で散乱されて、外部に向かう光に変換されている。そのため、光取り出し効率を高めることができる。また、全反射ロスを低減することができる。凹所 40 による光取り出し性の向上は、凹凸構造 11 を有する光取り出し構造 10 が設けられたときに特に有効に作用する。

[0129] 図 9 は、有機 EL 素子の実施形態の他の一例である。上記の形態と同様の構成には同じ符号を付して説明を省略する。図 9 の形態は、図 8 の形態の変形例である。図 9 では、凹所 40 が、深さが深くなって、光取り出し構造 10 を貫通している。図 9 の形態は、凹所 40 以外の構成は、図 8 の形態と同じであってよい。

[0130] 光取り出し構造 10 に設けられた凹所 40 は、光取り出し構造 10 を貫通

していることが好ましい一態様である。それにより、光取り出し性をさらに高めることができる。

[0131] 図9では、凹所40の位置においては、光取り出し構造10が設けられていない。凹所40の位置において、光取り出し構造10に穴が開いていると言える。凹所40の位置では、第1電極2は、光取り出し構造10の下層に接している。図9の形態では、第1電極2は、凹所40の位置において、防湿性基板1に接している。

[0132] 図8及び図9においては、凹所40は、溝状に設けられてもよいし、点状に設けられてもよい。点状に凹所40が設けられる場合、凹所40は、平面視において、規則的に設けられていてもよいし、ランダムに設けられていてもよい。凹所40がランダムに設けられた場合、光散乱性を高めることができる。溝状に凹所40が設けられる場合、凹所40は、線状に設けられていてもよい。溝状の凹所40は直線状の溝であってもよいし、曲線状の溝であってもよい。

[0133] 凹所40の深さは、透明被覆層12の厚みよりも小さくてもよいが、好ましくは、凹所40の深さは、透明被覆層12の厚みよりも大きい。このとき、凹所40の位置においては、凹凸構造11の凹凸が凹所40によって消失していてもよい。図8では、凹所40の深さは、透明被覆層12の厚みよりも大きくなっている。図9では、凹所40の深さは、光取り出し構造10の厚みと同じであると言える。

[0134] 隣り合う二つの凹所40の間の距離は、100 μm 以下であることが好ましい。すなわち、凹所40によって分断される光取り出し構造10の凸所の幅は、100 μm 以下になることが好ましい。それにより、光取り出し性を高めることができる。隣り合う二つの凹所40の間の距離は、1 μm 以上であってよい。凹所40の間の距離が小さくなりすぎると、凹凸構造11の凹凸の大きさに近づくため、所望の効果が得られにくくなるおそれがある。より好ましくは、凹所40で分断された凸所の幅は、1～10 μm である。

[0135] 凹所40の幅は、100 μm 以下であることが好ましい。凹所40が溝状

である場合、凹所40の幅は、溝幅となる。凹所40が点状である場合、凹所40の幅は、凹所40の直径となる。凹所40の幅が、 $100\mu\text{m}$ 以下であることにより、光取り出し性をさらに高めることができる。凹所40の幅は、 $1\mu\text{m}$ 以上であってよい。凹所40の幅が小さくなりすぎると、凹凸構造11の凹凸の大きさに近づくため、所望の効果が得られにくくなるおそれがある。より好ましくは、凹所40の幅は、 $1\sim 10\mu\text{m}$ である。なお、光取り出し構造10は、凹所40の幅と、凸所の幅とが略等しくてもよい。光取り出し構造10は、凹所40の幅よりも凸所の幅が大きくてもよい。光取り出し構造10は、凹所40の幅よりも凸所の幅が小さくてもよいが、光取り出し構造10による光取り出し性を高めるためには、凹所40の幅は凸所の幅と同じかそれによりも小さいことがより好ましい。

[0136] 図8及び図9においては、凹所40の側面40aは、凹所40の側面凹凸構造が設けられていてもよい。この側面凹凸構造は、図7の形態の側面凹凸構造30と同様のものであってよい。凹所40の側面凹凸構造は、側方に突出する部分と凹む部分とが交互に配置される構造であってよい。凹所40の側面40aが凹凸を有することで、第1電極2と光取り出し構造10との密着性を高めることができる。また、凹所40の側面40aが凹凸を有すると、光散乱性を付与することができ、光取り出し効率を高めることができる。凹所40の側面40aは、光取り出し構造10の側面10aの一つということもできる。その場合、凹所40における光取り出し構造10の側面10a(40a)に、側面凹凸構造が設けられるといってもよい。なお、凹所40の側面40aは、光取り出し構造10の内部領域における側面であるといえ、図7で説明した光取り出し構造10の側面10aは、光取り出し構造10の側端面であるといえる。

[0137] 図6～図9では、光取り出し構造（光取り出し構造10）の形状に特徴がある。図6及び図7では、光取り出し構造10の端縁に特徴がある。図8及び図9では、光取り出し構造10の内部の凹所40に特徴がある。このような光取り出し構造10の形成方法について説明する。

[0138] 図10は、有機EL素子の製造方法の一例を示している。図10では、光取り出し構造10をレーザ光51で加工する様子が示されている。光取り出し構造10は、レーザ照射装置50によって、レーザ光51が照射され、加工が施される。図10では、多数個取りの方法で有機EL素子を形成する様子を示しており、有機EL素子1個分の領域よりも大型の防湿性基板1に光取り出し構造10を形成し、その光取り出し構造10の端部を加工する様子が示されている。光取り出し構造10の内部においても、同様にレーザ光51で加工することが可能である。なお、光取り出し構造10は、大型の光取り出し構造10が防湿性基板1に貼り付けられた後、光取り出し構造10の端部を加工する過程で、1個の素子分に分断されてもよい。その場合、効率よく光取り出し構造10の分断と端部の加工とを行うことができる。

[0139] 光取り出し構造10は、レーザ加工により形成することが好ましい。レーザ加工を用いた場合、光取り出し構造10の端縁部分を容易に斜面にしたり、凹凸形状を付与したりすることができる。また、レーザ加工では、形状の厳密な制御を行うことができ、簡便で低コストで光取り出し構造10の形成を行うことができる。光取り出し構造10は、ふき取りやマスク制御、フォトリソによるウェットパターニングなどによって形成されてももちろんよい。しかしながら、レーザ加工では、テーパ形状の厳密な制御をより行うことが可能である。レーザパターニングはパターニング精度が有利となるのである。

[0140] 光取り出し構造10の加工は、防湿性基板1の表面に光取り出し構造10を設けた後、レーザによって加工することにより行うことができる。光取り出し構造10の加工は、発光積層体5の形成前に行うことが好ましい。光取り出し構造10は樹脂で構成され得るため、好ましくは、樹脂を加工することが可能なレーザが用いられる。レーザ加工では、斜面を簡単に精度よく形成することができる。レーザ加工では、側面凹凸構造30を簡単に精度よく形成することができる。レーザ加工では、凹所40を簡単に精度よく形成することができる。

[0141] レーザとしては、樹脂を加工することが可能な任意のレーザを用いることができる。レーザとしてはレーザ光51が好ましい。もちろん、レーザは光に限られなくてもよい。レーザとしては、例えば、ガスレーザ、エキシマレーザ、固体レーザなどを用いることができる。ガスレーザとしては、CO₂レーザなどが例示される。エキシマレーザとしては、KrF、XeClレーザなどが例示される。固体レーザとしては、YVO₄、YAGの基本波および高調波などを用いたレーザが例示される。紫外線波長域のレーザを用いることが好ましい一態様である。紫外線波長域のレーザとしては、エキシマレーザ、YVO₄の第三高調波のレーザ、YAGの第三高調波のレーザなどが例示される。紫外線波長域のレーザは、樹脂への吸収がよく、熱影響が小さいため好ましい。YVO₄のピコ秒基本波のレーザ、第二高調波のレーザなどを用いることが好ましい一態様である。これらは、ピコ秒、フェムト秒などの短パルスレーザを用いるレーザであってよい。それにより、熱加工ではなく多光子吸収によるアブレーション加工が可能となるため好ましい。

[0142] レーザ加工においては、レーザのフォーカス位置調整、アパーチャ、ビームホモジナイザーのうちの1つ以上の手法を用いることが好ましい。それにより、任意のビームプロファイルを作製することができるので、光取り出し構造10の側面10aを斜面にしたり、側面凹凸構造30を形成したり、その両方の形状を付与したりすることができる。アパーチャとは、レーザの端部のエネルギー密度の弱い部分をカットすることである。ビームホモジナイザーとは、ビーム強度分布を均一にする光学素子のことである。側面の凹凸構造のサイズ（凹凸幅及び凹凸ピッチ）は、レーザの周波数と走査速度の制御によって調整することが可能である。実用的な加工タクトを実現するために、高周波のレーザを用いることが好ましい。高周波数とは、例えば、500kHz以上の周波数であってよい。高周波の上限は、特に限定されるものではないが、1GHzであってよい。例えば、周波数600kHz、走査速度6000mm/sで加工した場合には、10μmピッチ（6000mm/600kのピッチ）となった凹凸ピッチの側面凹凸構造30を形成すること

ができる。

[0143] 図11は、レーザ加工によって、光取り出し構造10の端部を加工する様子を示している。図11に示すように、レーザ光51が照射されることによって、光取り出し構造10の側面10aは斜面となる。また、光取り出し構造10の側面10aが凹凸面になり得る。光取り出し構造10に設けられる凹所40についても、同様にレーザ加工によって形成され得る。図11では、斜め方向にレーザ光51が照射されているが、もちろん、レーザ光51の照射角度はこれに限定されるものではなく、レーザ加工における適宜の調整により、光取り出し構造10の加工が可能である。防湿性基板1の表面と垂直な方向から、レーザ光51を照射してもよい。防湿性基板1の表面に対して傾斜させて、レーザ光51を照射してもよい。

[0144] レーザ加工は、光取り出し構造10の端部だけではなく、光取り出し構造10の内部の加工においても有用である。レーザ加工を光取り出し構造10の平面視における内部領域に施すことによって、凹所40を形成することができる。レーザを用いた場合、出力の調整等によって、凹所40を光取り出し構造10を貫通しないように設けることもできるし、凹所40を光取り出し構造10を貫通して設けることもできる。線状にレーザを照射すれば、溝状の凹所40を形成することができる。点状にレーザを照射すれば、点状の凹所40を形成することができる。

[0145] レーザ加工では、凹所40を容易に形成することができる。レーザ加工では、凹所40の側面40aを容易に斜面にすることができる。レーザ加工では、凹所40の側面40aを容易に凹凸面にすることができる。レーザ加工によれば、前述したようなレーザのビームプロファイルの調整によって、種々の形状の加工を容易に行うことができる。光取り出し構造10は、第2の光取り出し構造20との組み合わせによっても、サイズや形状が調整され得る。

[0146] 照明装置は、上記の有機EL素子を備える。この照明装置は有機EL素子を備えているため、発光性に優れた照明装置を得ることができる。一つの有

機ＥＬ素子の発光面は、例えば、縦１０ｃｍ以上、横１０ｃｍ以上の矩形状にすることができるが、これに限定されるものではない。照明装置は、複数の有機ＥＬ素子が面状に配置されたものであってよい。照明装置は、一つの有機ＥＬ素子で構成されていてもよい。照明装置は、有機ＥＬ素子に給電するための配線構造を備えるものであってよい。照明装置は、有機ＥＬ素子を支持する筐体を備えるものであってよい。照明装置は、有機ＥＬ素子と電源とを電氣的に接続するプラグを備えるものであってよい。照明装置は、パネル状に構成することができる。照明装置は面状に構成することができる。照明装置は、厚みを薄くすることができるため、省スペースの照明器具を提供することが可能である。

符号の説明

[0147]	1	防湿性基板
	2	第１電極
	3	発光層
	4	第２電極
	5	発光積層体
	6	封止材
	7	電荷移動層
	8	封止間隙
	9	バリア層
	10	光取り出し構造（第１の光取り出し構造）
	11	凹凸構造
	12	透明被覆層
	13	凸部
	14	凹部
	15	凹凸区画
	20	第２の光取り出し構造
	30	側面凹凸構造

3 1 側面凸部

3 2 側面凹部

4 0 凹所

請求の範囲

- [請求項1] 光透過性を有する防湿性基板と、前記防湿性基板側から光透過性の第1電極、発光波長の異なる二以上の光を発する発光層、及び、第2電極をこの順で有する発光積層体と、前記防湿性基板に接着され前記発光積層体を覆う封止材と、を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、
- 前記防湿性基板の前記第1電極側に、前記防湿性基板と屈折率が略同じか前記防湿性基板よりも屈折率が小さい材料で形成された凹凸構造を有する光取り出し構造を備え、
- 前記凹凸構造は、高さが略等しい複数の凸部がマトリックス状の凹凸の一区画ごとに割り当てられて面状に配置することにより形成され、平面視での単位領域における前記凸部の面積率が各領域において略同一であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項2] 前記光取り出し構造の側面は、前記防湿性基板の表面に垂直な方向から内側に傾いた斜面であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項3] 前記光取り出し構造の側面は、平面視において側方に凸凹となった側面凹凸構造を有していることを特徴とする請求項1又は2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項4] 前記側面凹凸構造は、凹凸の平均ピッチが $0.3\mu\text{m}$ より大きく $10\mu\text{m}$ より小さいことを特徴とする請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項5] 前記光取り出し構造は、前記凹凸構造よりも大きく凹んだ凹所が前記第1電極側に設けられ、
- 前記第1電極は、前記光取り出し構造の表面において凹所に沿った形状で形成されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項6] 前記凹所は、前記光取り出し構造を貫通していることを特徴とする

請求項5に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項7] 前記光取り出し構造は、前記防湿性基板よりも屈折率が高い材料で形成され前記凹凸構造を被覆する透明被覆層を有することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項8] 前記透明被覆層は樹脂により形成されていることを特徴とする請求項7に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項9] 前記光取り出し構造は、平面視において前記封止材よりも内側に形成されていることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項10] 前記光取り出し構造と前記第1電極との間に、防湿性を有する光透過性のバリア層が形成されていることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項11] 前記バリア層の厚みは、このバリア層の平均屈折率を n としたときに、 $400/n$ [nm] 以下であることを特徴とする請求項10に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項12] 前記凹凸構造は、回折光学構造として形成されていることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項13] 前記光取り出し構造は、前記封止材を前記防湿性基板に接着する接着剤よりも吸水性の高い吸水材料を有することを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

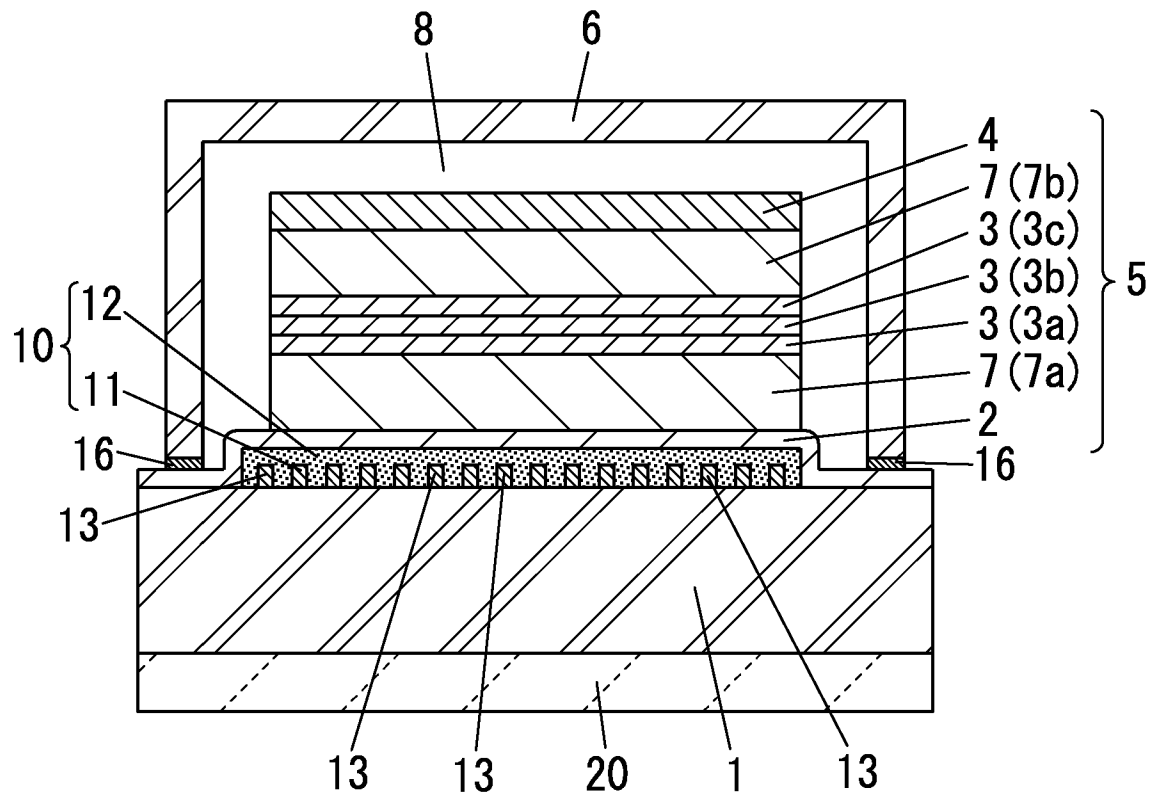
[請求項14] 前記光取り出し構造は、第1の光取り出し構造であり、
前記防湿性基板は、前記第1電極とは反対側の表面に、光散乱構造を有する第2の光取り出し構造が設けられていることを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項15] 前記第2の光取り出し構造は、前記防湿性基板の粗面化により形成

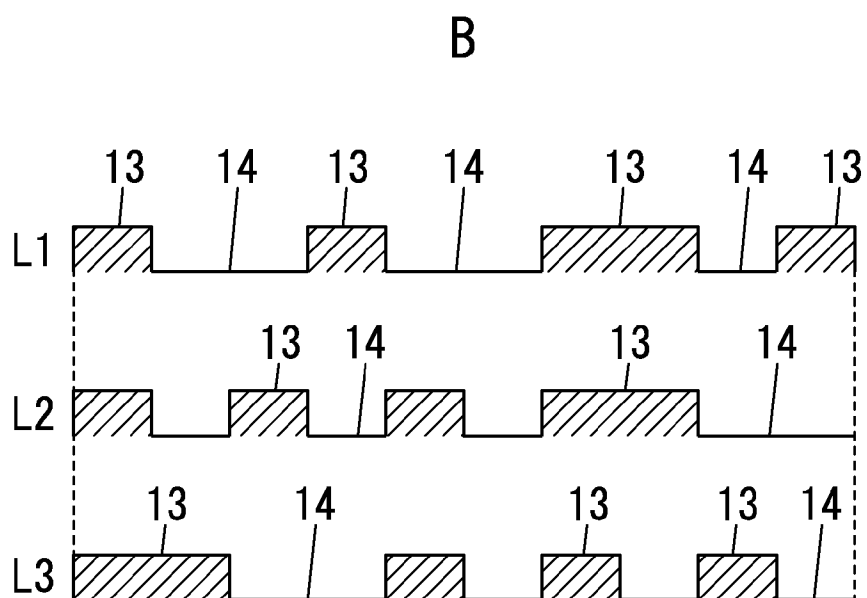
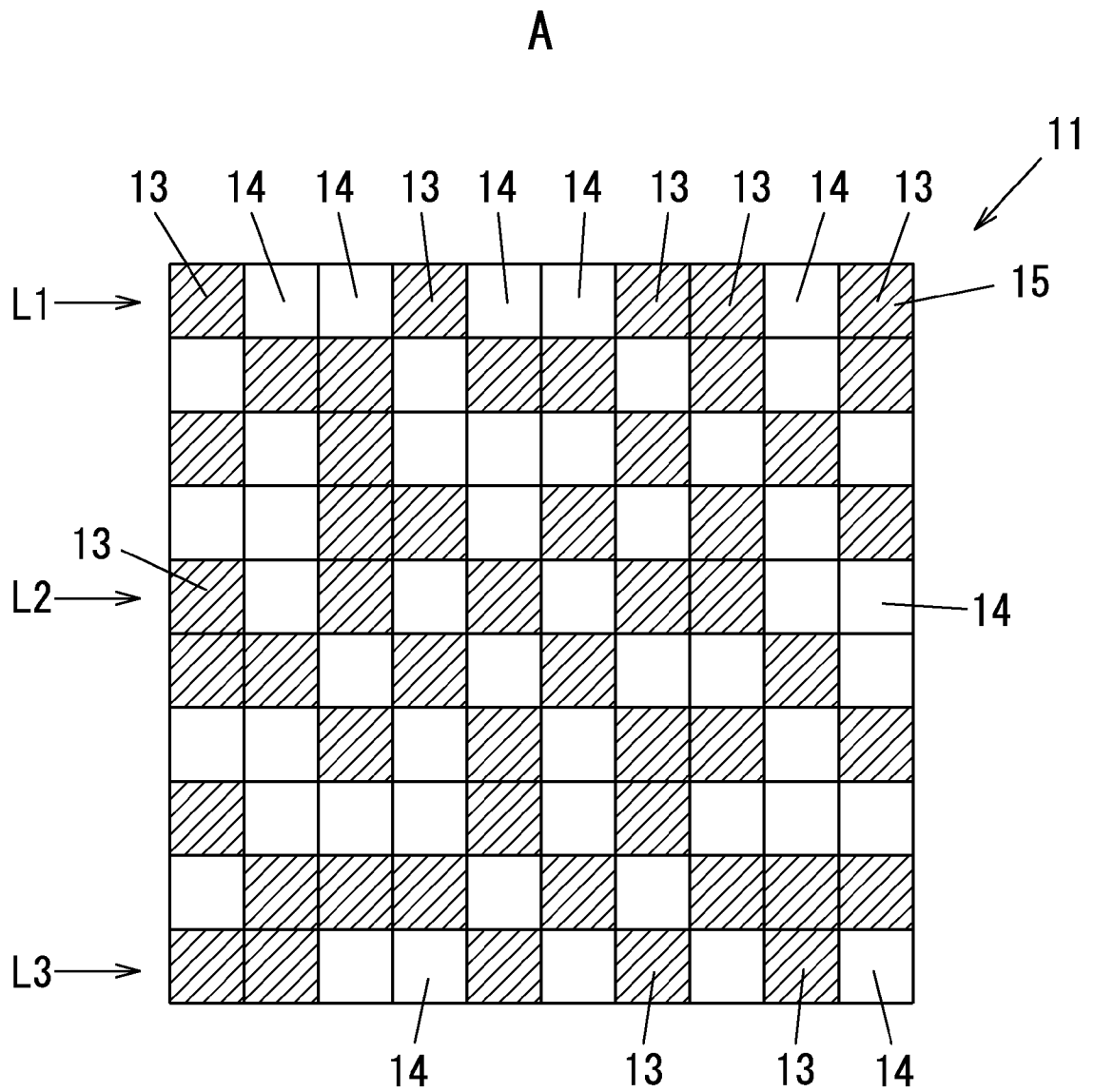
されていることを特徴とする請求項 14 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項16] 請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えた照明装置。

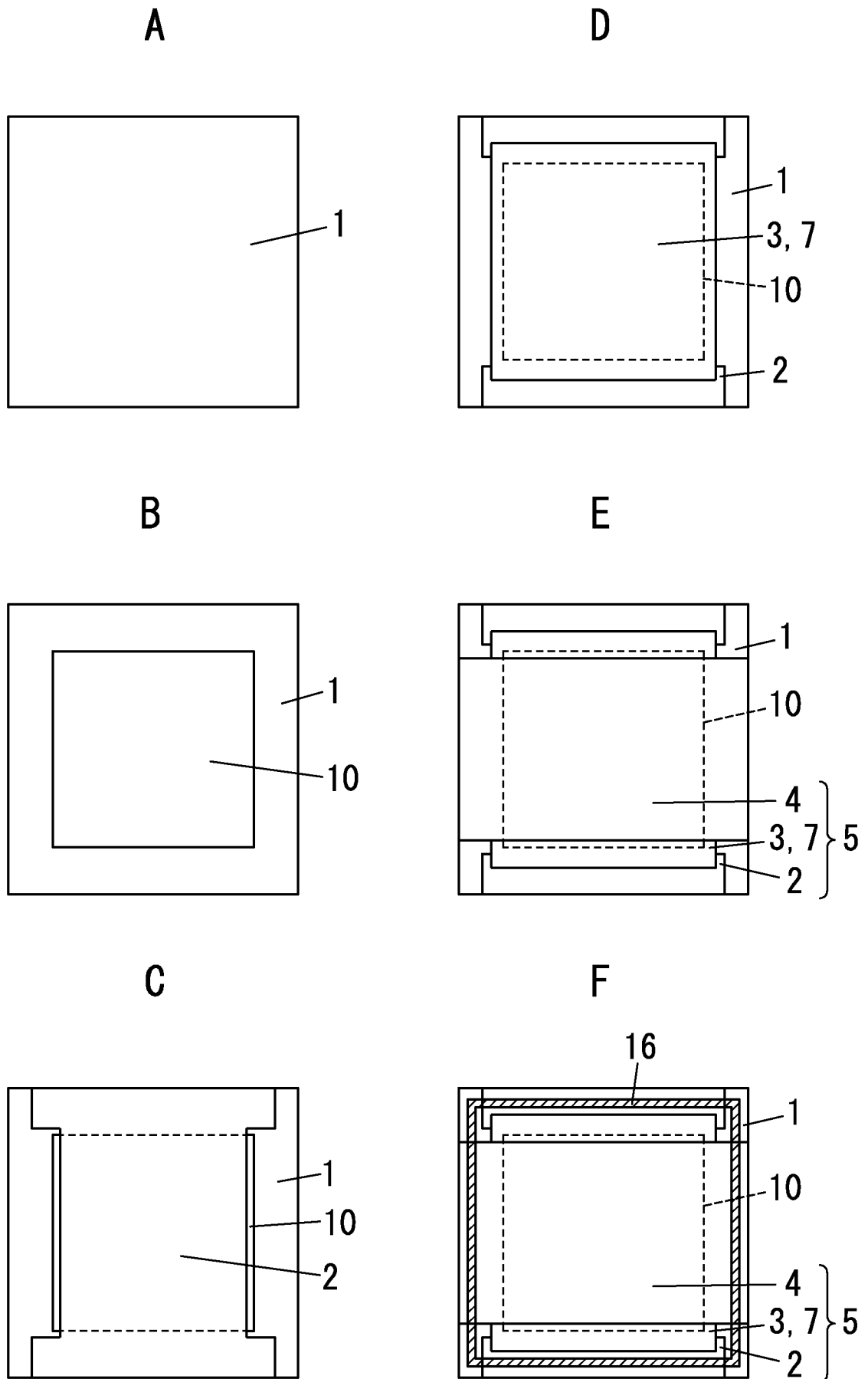
[図1]



[図2]



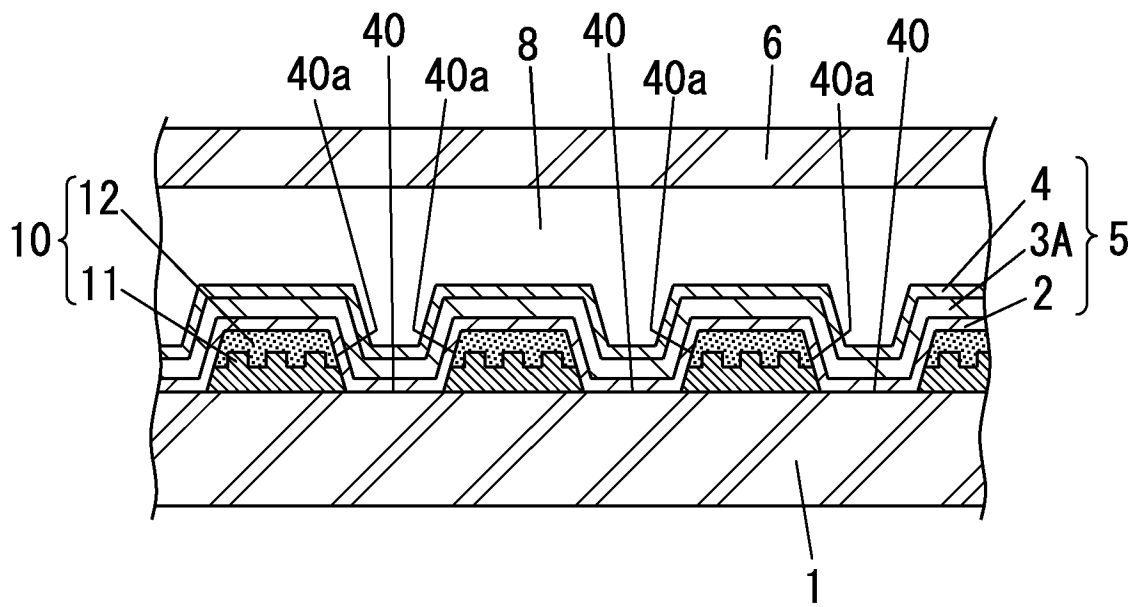
[図3]



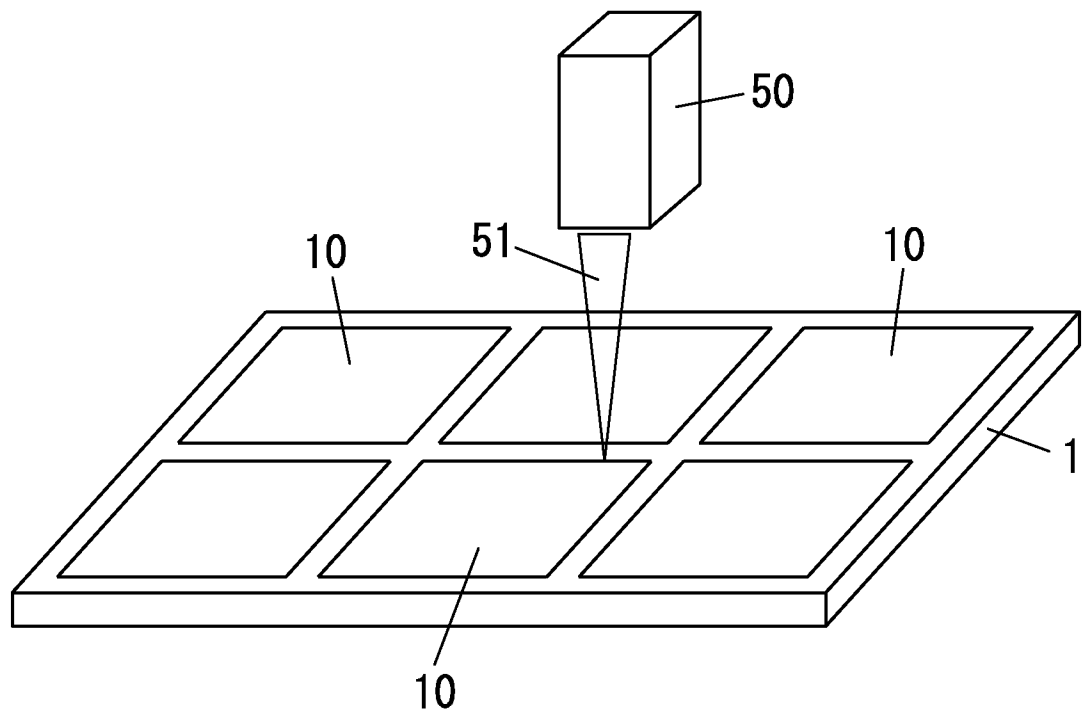
[illegible]

This cross-sectional view shows a semiconductor device with a trench structure. The device is built on a substrate 1. A trench 10 is formed in the substrate, with its bottom surface 11 and side surface 12. The trench is filled with a material 2, which has a top surface 3A. A layer 4 is formed on the top surface 3A. A layer 5 is formed on the side surface 12. A layer 6 is formed on the top surface 4. A layer 8 is formed on the side surface 5. A layer 40 is formed on the top surface 6, and a layer 40a is formed on the side surface 8. Arrows indicate the direction of light emission from the bottom surface 11 and the side surface 12.

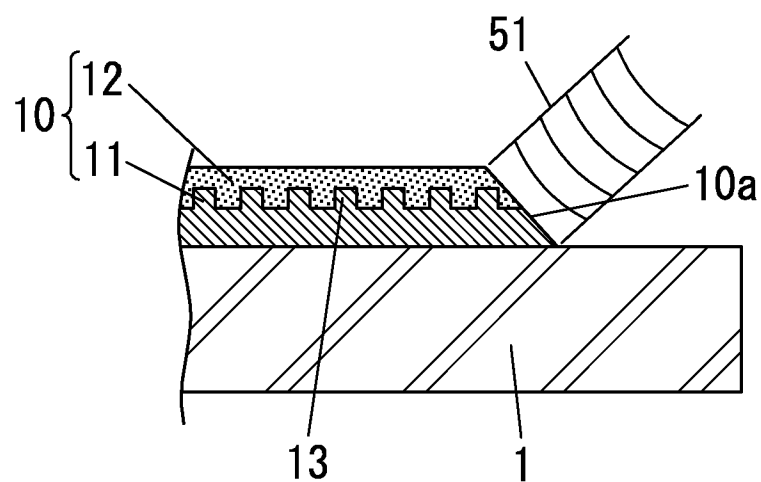
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/02(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, F21Y105/00(2006.01)n

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)

H05B33/02, H01L51/50, H05B33/04, H05B33/10, H05B33/22, F21Y105/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y A	JP 2012-174410 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 10 September 2012 (10.09.2012), paragraphs [0007] to [0015], [0018] to [0020], [0040] to [0057], [0062], [0076]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-2, 5-16 3-4
Y A	WO 2011/132773 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 4 & US 2012/0286258 A1 & EP 2563093 A1 & CN 102742352 A & KR 10-2013-0071414 A	1-2, 5-16 3-4

☒ 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
11 December, 2013 (11.12.13)

Date of mailing of the international search report
24 December, 2013 (24.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005947

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-217292 A (Panasonic Corp.), 24 September 2009 (24.09.2009), paragraphs [0056] to [0064], [0078] to [0080]; fig. 1, 23 & US 2010/0046236 A1 & WO 2009/063636 A1 & CN 101578537 A	1-2, 5-16 3-4
Y A	JP 2009-522593 A (LG Chem, Ltd.), 11 June 2009 (11.06.2009), claims 1 to 11; paragraphs [0038] to [0073]; fig. 1, 4 & US 2009/0021678 A1 & EP 1969419 A & WO 2007/078130 A1 & KR 10-2007-0071442 A & CN 101351738 A & TW 00I380100 B	2 1, 3-16
Y A	JP 2004-281380 A (Sony Corp.), 07 October 2004 (07.10.2004), paragraphs [0005] to [0007], [0024], [0027] to [0028], [0032]; fig. 1 to 2 & US 2004/0217704 A1 & US 2006/0099873 A1 & KR 10-2004-0076214 A & CN 1538786 A & SG 135947 A & TW 00I311736 B	2 1, 3-16
Y A	JP 2007-335253 A (Toshiba Matsushita Display Technology Co., Ltd.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraphs [0027] to [0042]; fig. 2 (Family: none)	5-6 1-4, 7-16
Y A	JP 2012-109255 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0021] to [0022], [0046], [0092] to [0102]; fig. 6, 8 & US 2008/0176041 A1 & GB 2439231 A & WO 2006/095612 A1	10-11 1-9, 12-16
Y A	JP 2003-142262 A (Seiko Epson Corp.), 16 May 2003 (16.05.2003), paragraphs [0062] to [0064]; fig. 3 & US 2003/0116719 A1 & US 2005/0157367 A1 & EP 1309017 A2 & KR 10-2003-0038431 A & CN 1423510 A & CN 1992373 A & TW 290805 B	13 1-12, 14-16
Y A	WO 03/026357 A1 (Nissan Chemical Industries, Ltd.), 27 March 2003 (27.03.2003), page 5, line 15 to page 6, line 24; fig. 3 & US 2004/0241421 A1 & EP 1435762 A1 & CN 1554212 A	14-15 1-13, 16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05B33/02(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i,
H05B33/22(2006.01)i, F21Y105/00(2006.01)n

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（I P C））

Int.Cl. H05B33/02, H01L51/50, H05B33/04, H05B33/10, H05B33/22, F21Y105/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
Y A	JP 2012-174410 A（三菱レイヨン株式会社）2012.09.10, 段落【0007】-【0015】、【0018】-【0020】、【0040】-【0057】、【0062】、 【0076】、【図1】、【図3】 (ファミリーなし)	1-2, 5-16 3-4
Y A	WO 2011/132773 A1（出光興産株式会社）2011.10.27, 段落 [0020] - [0022] , [図4] & US 2012/0286258 A1 & EP 2563093 A1 & CN 102742352 A & KR 10-2013-0071414 A	1-2, 5-16 3-4

☒ 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

1 1 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 4 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

素川 慎司

2 0

4 8 4 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

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
Y A	JP 2009-217292 A (パナソニック株式会社) 2009. 09. 24, 段落【0056】 - 【0064】 , 【0078】 - 【0080】 , 【図 1】 , 【図 23】 & US 2010/0046236 A1 & WO 2009/063636 A1 & CN 101578537 A	1-2, 5-16 3-4
Y A	JP 2009-522593 A (エルジー・ケム・リミテッド) 2009. 06. 11, 【請求項 1】 - 【請求項 11】 , 段落【0038】 - 【0073】 , 【図 1】 , 【図 4】 & US 2009/0021678 A1 & EP 1969419 A & WO 2007/078130 A1 & KR 10-2007-0071442 A & CN 101351738 A & TW 00I380100 B	2 1, 3-16
Y A	JP 2004-281380 A (ソニー株式会社) 2004. 10. 07, 段落【0005】 - 【0007】 , 【0024】 , 【0027】 - 【0028】 , 【0032】 , 【図 1】 - 【図 2】 & US 2004/0217704 A1 & US 2006/0099873 A1 & KR 10-2004-0076214 A & CN 1538786 A & SG 135947 A & TW 00I311736 B	2 1, 3-16
Y A	JP 2007-335253 A (東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社) 2007. 12. 27, 段落【0027】 - 【0042】 , 【図 2】 (ファミリーなし)	5-6 1-4, 7-16
Y A	JP 2012-109255 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2012. 06. 07, 段落【0021】 - 【0022】 , 【0046】 , 【0092】 - 【0102】 , 【図 6】 , 【図 8】 & US 2008/0176041 A1 & GB 2439231 A & WO 2006/095612 A1	10-11 1-9, 12-16
Y A	JP 2003-142262 A (セイコーエプソン株式会社) 2003. 05. 16, 段落【0062】 - 【0064】 , 【図 3】 & US 2003/0116719 A1 & US 2005/0157367 A1 & EP 1309017 A2 & KR 10-2003-0038431 A & CN 1423510 A & CN 1992373 A & TW 290805 B	13 1-12, 14-16
Y A	WO 03/026357 A1 (日産化学工業株式会社) 2003. 03. 27, 第 5 頁 15 行目-第 6 頁第 24 行目, 図 3 & US 2004/0241421 A1 & EP 1435762 A1 & CN 1554212 A	14-15 1-13, 16