

(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 6 月 5 日(05.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/084209 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/02 (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01) *H05B 33/26* (2006.01)
H05B 33/10 (2006.01) *H05B 33/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/081781
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 26 日(26.11.2013)
- (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 2012-258133 2012 年 11 月 27 日(27.11.2012) JP
- (71) 出願人: 昭和電工株式会社(SHOWA DENKO K.K.)
[JP/JP]; 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目 1 3 番 9 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 白根 浩朗(SHIRANE Koro); 〒1058518 東京都港区芝大門 1 丁目 1 3 番 9 号 昭和電工株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 古部 次郎, 外(FURUBE, Jiro et al.); 〒1076022 東京都港区赤坂 1 - 1 2 - 3 2 アー

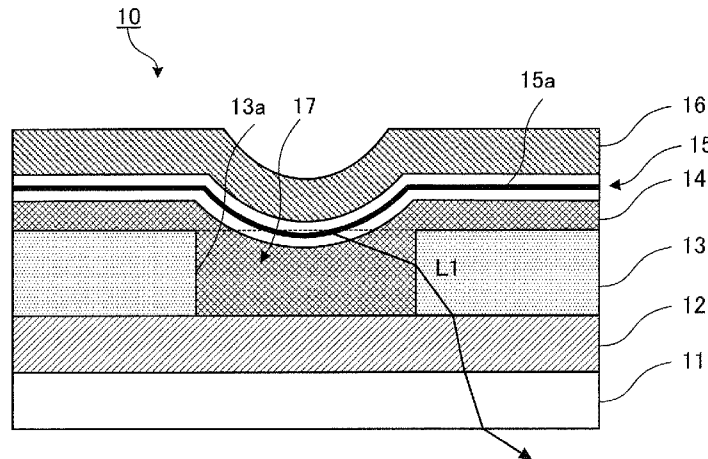
ク森ビル 2 2 階 私書箱 5 1 3 号 セリオ国際特許商標事務所 Tokyo (JP).

- (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 LIGHT EMITTING ELEMENT, METHOD FOR MANUFACTURING ORGANIC LIGHT EMITTING ELEMENT, DISPLAY DEVICE AND LIGHTING DEVICE

(54) 発明の名称: 有機発光素子、有機発光素子の製造方法、表示装置および照明装置



(57) Abstract: An organic light emitting element (10) which is characterized by being provided with: a positive electrode layer (12) that is formed on a substrate (11); an insulating low-refractive-index layer (13) that is formed on the positive electrode layer (12); a hole (17) that is formed so as to penetrate through at least the low-refractive-index layer (13); a light transmitting conductive layer (14) that is formed only along the entire bottom surface of the hole (17) or at least along the entire bottom surface and the lateral surface of the hole (17), and is electrically connected to the positive electrode layer (12); an organic semiconductor layer (15) that contains a light emitting layer (15a) and is formed on the light transmitting conductive layer (14) such that at least a part of the organic semiconductor layer (15) enters into the hole (17); and a negative electrode layer (16) that is formed on the organic semiconductor layer (15). The organic light emitting element (10) is also characterized in that: the low-refractive-index layer (13) has a lower refractive index than the light transmitting conductive layer (14) and the organic semiconductor layer (15); the hole (17) has a maximum width of 3 μm or less when viewed in plan; and the organic semiconductor layer (15) is formed to have a uniform thickness at a position where the hole (17) is formed.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/084209 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

基板 1 1 上に形成される陽極層 1 2 と、陽極層 1 2 上に形成される絶縁性の低屈折率層 1 3 と、少なくとも低屈折率層 1 3 を貫通して形成される穴部 1 7 と、穴部 1 7 の底面全体のみまたは少なくとも穴部 1 7 の底面全体と側面に沿って形成されるとともに陽極層 1 2 と電氣的に接して形成される透光性導電層 1 4 と、発光層 1 5 a を含み、透光性導電層 1 4 上に形成されるとともに穴部 1 7 内部に少なくとも一部が入り込むように形成される有機半導体層 1 5 と、有機半導体層 1 5 上に形成される陰極層 1 6 と、を備え、低屈折率層 1 3 は、透光性導電層 1 4 および有機半導体層 1 5 より屈折率が小さく、穴部 1 7 を平面視したときの最大幅が $3\ \mu\text{m}$ 以下であり、有機半導体層 1 5 は、穴部 1 7 が形成される位置において均一な厚さで形成されることを特徴とする有機発光素子 1 0。

明 細 書

発明の名称：

有機発光素子、有機発光素子の製造方法、表示装置および照明装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、表示装置や照明装置に用いられる有機発光素子等に関する。

背景技術

[0002] 有機発光素子の代表的な構成は、図19に示すように、透明基板111上に順に透光性の第1電極112、発光層を含む有機層115、反射性の第2電極116が積層された構造である。ここで、各層の代表的な屈折率は、例えば、透明基板111が1.5、透光性の第1電極112が1.9、有機層115が1.7である。このような積層構造において、光の進行方向に沿って屈折率が高い方から低い方へと変化している界面では、入射角（入射光線と入射する界面の法線がなす角度）が臨界角以上の光は全反射して界面を透過することができない。

[0003] ところで、屈折率が n_1 の媒質から屈折率が n_2 の媒質に光が進行する場合、界面の法線に対する入射角 θ_1 と出射角 θ_2 の間には（1）式で表されるSnellの法則、

$$\sin \theta_1 / \sin \theta_2 = n_2 / n_1 \quad (1)$$

が成り立つ。また、全反射が起こる臨界角 θ_{cr} は出射角 θ_2 が 90° となる時の入射角であり、（2）式で表される。

$$\theta_{cr} = \sin^{-1} (n_2 / n_1) \quad (2)$$

[0004] 図19で示される有機発光素子100では、透明基板111／空気の界面、および透光性の第1電極112／透明基板111の界面で全反射が起こる。ここで、各層の屈折率が上記の代表的な値の場合、これらの界面における臨界角はそれぞれ 42° と 52° である。図19に、有機層115中の発光位置Pから発する光の放射角（基板平面の法線に対する角度）によって光の

進行が異なる様子を示す。ここで、発光位置Pからの放射角が 36° の光は、透光性の透明基板111／空気の界面での入射角が臨界角(42°)となる光に対応する。また、発光位置Pからの放射角が 62° の光は、透光性の第1電極112／基板111の界面での入射角が臨界角(52°)となる光に対応する。従って、発光位置Pからの放射角が 36° 以下の光（例えば光線L1、放射角 30° ）は透明基板111から外部へ透過する。しかし、発光位置Pからの放射角が $36^{\circ} \sim 62^{\circ}$ の光（例えば光線L2、放射角 40° ）は透明基板111の外表面と有機層115／第2電極116の界面の間に閉じ込められる導波モードとなる。また、発光位置Pからの放射角が 62° 以上の光（例えば光線L3、放射角 70° ）は透光性の第1電極112／基板111の界面と有機層115／第2電極116の界面の間に閉じ込められる導波モードとなる。

[0005] このように、一般的な有機発光素子100の構成では、発光層で発生した光の大部分は全反射により素子内に閉じ込められ、外部に取り出される光は全体の20%程度であることが知られている。

[0006] 光取り出し効率を向上させるには全反射光を減少させることが必要であり、このための多くの試みがなされている（例えば、特許文献1～7参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特開2003-036969号公報
特許文献2：特開2002-260845号公報
特許文献3：特開平11-214162号公報
特許文献4：特開2001-230069公報
特許文献5：特表2010-509729号公報
特許文献6：特表2010-524153号公報
特許文献7：特開2004-311419号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、従来の技術が有する上記の問題点に鑑みてなされたものである。

即ち、本発明の目的は、特に発光層で発生した光の配光分布を変化させることにより全反射を抑制する有機発光素子を対象とし、光の取り出し効率が低いとともに耐久性に優れた有機発光素子等を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] かくして本発明の有機発光素子は、基板上に形成される第1電極層と、第1電極層上に形成される絶縁性の低屈折率層と、少なくとも低屈折率層を貫通して形成される穴部と、穴部の底面全体のみ、または少なくとも穴部の底面全体と側面に沿って形成されるとともに第1電極層と電氣的に接して形成される透光性導電層と、発光層を含み、透光性導電層上に形成されるとともに穴部内部に少なくとも一部が入り込むように形成される有機半導体層と、有機半導体層上に形成される第2電極層と、を備え、低屈折率層は、透光性導電層および有機半導体層より屈折率が小さく、穴部を平面視したときの最大幅が $3\mu\text{m}$ 以下であり、有機半導体層は、穴部が形成される位置において均一な厚さで形成されることを特徴とする。

[0010] ここで、有機半導体層の発光層は、穴部内部に少なくとも一部が入り込むように形成されることが好ましく、透光性導電層の有機半導体層側の表面は、穴部が形成される位置において第1電極層側に凹む形状をなすことが好ましく、第1電極層側に凹む形状は、曲面形状であることがさらに好ましい。

また透光性導電層は、低屈折率層上に延在して形成されることが好ましく、透光性導電層は、穴部の内面に沿って均一な厚さで形成されることが好ましい。

そして第1電極層は、有機半導体層の発光層から発した光を反射し、第2電極層は、発光層から発した光を透過するようにしてもよく、第1電極層は、有機半導体層の発光層から発した光を透過し、第2電極層は、発光層から発した光を反射するようにしてもよい。

さらに穴部は、第1電極層の少なくとも一部をさらに穿って形成されるが好ましく、穴部は、基板の一部をさらに穿って形成されることが好ましい。

[0011] また本発明の有機発光素子の製造方法は、基板上に第1電極層を形成する第1電極層形成工程と、第1電極層上に絶縁性の低屈折率層を形成する低屈折率層形成工程と、少なくとも低屈折率層を貫通し、平面視したときの最大幅が $3\mu\text{m}$ 以下の穴部を形成する穴部形成工程と、少なくとも穴部の内部に形成されるとともに第1電極層と電氣的に接する透光性導電層を塗布法により形成する透光性導電層形成工程と、透光性導電層上であって穴部内部に少なくとも一部が入り込むように発光層を含む有機半導体層を形成する有機半導体層形成工程と、有機半導体層上に第2電極層を形成する第2電極層形成工程と、を備え、低屈折率層は、透光性導電層および有機半導体層より屈折率が小さいことを特徴とする。

[0012] また本発明の表示装置は、上記の有機発光素子を備える。

[0013] また本発明の照明装置は、上記の有機発光素子を備える。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、光の取り出し効率が高いとともに耐久性に優れた有機発光素子等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1-1]本実施の形態が適用される有機発光素子の第1の例を説明した部分断面図である。

[図1-2]発光層が穴部内部に入り込まない場合の一例を示した図である。

[図1-3]有機半導体層の膜厚の測定例を示した図である。

[図1-4] (a) ~ (b) は、有機発光素子を構成する各層が積層される上側から見た穴部の配置の例を説明した図である。

[図2]本実施の形態が適用される有機発光素子の第2の例を説明した部分断面図である。

[図3]本実施の形態が適用される有機発光素子の第3の例を説明した部分断面図である。

[図4]本実施の形態が適用される有機発光素子の第4の例を説明した部分断面図である。

[図5]本実施の形態が適用される有機発光素子の第5の例を説明した部分断面図である。

[図6]本実施の形態が適用される有機発光素子の第6の例を説明した部分断面図である。

[図7]本実施の形態が適用される有機発光素子の第7の例を説明した部分断面図である。

[図8]本実施の形態が適用される有機発光素子の第8の例を説明した部分断面図である。

[図9]本実施の形態が適用される有機発光素子の第9の例を説明した部分断面図である。

[図10]本実施の形態が適用される有機発光素子の第10の例を説明した部分断面図である。

[図11]本実施の形態が適用される有機発光素子の第11の例を説明した部分断面図である。

[図12]本実施の形態が適用される有機発光素子の第12の例を説明した部分断面図である。

[図13]本実施の形態が適用される有機発光素子の第13の例を説明した部分断面図である。

[図14]本実施の形態が適用される有機発光素子の第14の例を説明した部分断面図である。

[図15-1]従来技術の有機発光素子における光取り出しについて説明した図である。

[図15-2]本実施の形態が適用される有機発光素子における低屈折率層による光取り出しについて説明した図である。

[図16] (a) ~ (f) は、本実施の形態が適用される有機発光素子の製造方法について説明した図である。

[図17]本実施の形態における有機発光素子を用いた表示装置の一例を説明した図である。

[図18]実施の形態における有機発光素子を備える照明装置の一例を説明した図である。

[図19]従来技術の有機発光素子における光取り出しについて説明した図である。

[図20]第1の従来技術の一例であって、光出射側表面を凹凸形状に加工した有機発光素子について説明した図である。

[図21-1]従来技術の有機発光素子について説明した図である。

[図21-2]従来技術の有機発光素子について説明した図である。

発明を実施するための形態

[0016] 光取り出し効率を向上させるための第1の従来技術として、全反射が起こる平坦な界面に加工を施して平坦面を崩すことにより全反射を起こりにくくする方法が挙げられる。この第1の従来技術としては、上記特許文献1に例示される、有機発光素子の光出射側表面を凹凸形状に加工したもの（従来技術1-1）や、上記特許文献2に例示される、光出射側表面に微小レンズを設けた有機発光素子が挙げられる（従来技術1-2）。これらの方法では、これまで外部へ取り出せなかった光が取り出せるようになる。しかし、界面が平坦面の場合には外部へ取り出されていた光の一部が取り出されなくなり、光取り出し効率の大きな改善は得られない。

[0017] 図20は、第1の従来技術の一例であって、光出射側表面を凹凸形状に加工した有機発光素子について説明した図である。

この有機発光素子100は透明基板111の外表面に傾斜角 45° の斜面からなる凹凸構造を有する以外は図19に示される有機発光素子100と同じ構成である。ここで、発光位置Pから放射角 40° で放射される光線L2は、図19の有機発光素子100の場合には透明基板111の外表面で全反射するが、図20の有機発光素子100の場合には透明基板111の外表面の傾斜角 45° の斜面に対し入射角 2° で入射して透過する。しかし、発光

位置Pから放射角 0° で放射される光線L4は、図19の有機発光素子100では取り出されるが、図20の有機発光素子100では透明基板111の外表面の斜面に対し 45° の入射角で入射するため全反射し、外部へは取り出されない。

[0018] 上記第1の従来技術の問題点に対し、光取り出し効率を向上させる第2の従来技術として、全反射を起こす界面は平坦面のままにしておき、この界面に入射する光の配光分布を変化させて、界面への入射角が臨界角より小さい光を増加させる方法が挙げられる。以下に具体的な方法を例示する。

[0019] 例えば、上記特許文献3に例示される、光の出射面側に位置する電極に微小な突起を設け、これにより対向電極に凹面形状を付与させる技術が挙げられる（従来技術2-1）。この対向電極の凹面形状の傾斜鏡面での反射により光の進行方向が変化するため、光の取り出し効率が向上しやすくなる。

[0020] また上記特許文献4に例示される、有機薄膜層と光の出射側の電極との間に、基板面に平行な方向に周期構造を有するSiO₂からなる回折格子を形成させる技術が挙げられる（従来技術2-2）。この周期構造により、特に発光層から水平方向（基板面内方向）に近い方向に発せられる光が効率よく外部に取り出されて発光効率が向上しやすくなる。

[0021] さらに上記特許文献5に例示される、素子面積に対する発光域の面積を増加させる目的で、誘電体層を貫通するキャビティを設け、キャビティ内に有機層を充填したキャビティエレクトロルミネセント素子が挙げられる（従来技術2-3）。尚、特許文献5においては、誘電体層の屈折率については言及していないが、有機層より低屈折率の材料（酸化ケイ素等）の使用も開示されている。従って、特許文献5に開示されたキャビティエレクトロルミネセント素子は、誘電体層の材料として有機層より低屈折率の材料を用いた場合には、後述の特許文献6に開示された光取り出し効果を有すると考えられる。

[0022] またさらに上記特許文献6に例示される、2つの電極間の有機発光材料を含む領域内にこれより低屈折率の透明材料の領域を設ける技術が挙げられる

(従来技術 2-4)。この低屈折率領域があることにより、これがない場合には導波モードとなって取り出されない光が低屈折率領域に入射する際に屈折して取り出されやすくなる。

[0023] またさらに上記特許文献 7 に例示される、発光素子内に導波モードとして閉じ込められ、外部へ取り出されない光を取り出すために、導波モードから放射モードへ変換するモード変換手段を設ける技術が挙げられる(従来技術 2-5)。このモード変換手段は、導波モードとなる光の伝搬が禁止されるような屈折率の周期構造を形成したものである。

[0024] しかし、上記のうち従来技術 2-1 および従来技術 2-2 の有機発光素子では、これまで外部へ取り出せなかった光が取り出せるようになる一方で、凹面形状の反射面や回折格子等の配光分布を変化させる手段がない場合に外部へ取り出されていた光の一部が取り出されなくなり、光取り出し効率の大きな改善は得られない。

[0025] また上記従来技術 2-3 ~ 従来技術 2-5 の方法は、従来技術 2-1 および従来技術 2-2 の方法に見られた、配光分布を変化させる手段がない場合に外部へ取り出されていた光の一部が取り出されなくなるという問題点はかなり解消される一方で、新たに次のような問題が生じる。

すなわち、従来技術 2-3 の一例である特許文献 5 に開示されたキャビティエレクトロルミネセント素子では、実際に有機層を成膜する際に、凹凸構造があるために有機層の膜厚が不均一になりやすい。以下、例を挙げて具体的に説明する。

[0026] 図 2-1-1 に示す有機発光素子 100 においては、基板 121 上に陽極層 122、誘電体層 123 が順に積層され、誘電体層 123 にはこれを貫通する複数の穴部(キャビティ) 127 が形成されている。そして、この上に発光層を含む有機層 125 を形成する。ここで、特許文献 5 に開示されているように有機層 125 としてポリマー材料を塗布により成膜すると、有機層 125 が穴部 127 内に落ち込んだ形状に成膜される。この上に形成する陰極層 126 も有機層 125 の落ち込みに沿った形に成膜される。

[0027] このように陽極層 1 2 2 と陰極層 1 2 6 の間で有機層 1 2 5 が不均一な厚さで成膜されると、電流は両電極間の距離が最短の部分である穴部 1 2 7 の中央部（C 1 の部分）を流れる。従って、図 2 1 - 1 に示す有機発光素子 1 0 0 は穴部 1 2 7 の中心付近のみが発光し、穴部 1 2 7 内にある発光材料の利用効率が低く、結果として高輝度が達成できない。更に、電流が集中して流れる部分では劣化が局所的に進行するため、有機発光素子 1 0 0 の耐久性が低下しやすい。

[0028] 一方、図 2 1 - 2 に示す有機発光素子 1 0 0 は、穴部 1 2 7 が誘電体層 1 2 3 のみならず陽極層 1 2 2 も貫通している点のみが図 2 1 - 1 に示す有機発光素子 1 0 0 と異なる。この場合も同様に、有機層 1 2 5 が穴部 1 2 7 内に落ち込んだ形状に成膜される。

図 2 1 - 2 の有機発光素子 1 0 0 では、有機層 1 2 5 の膜厚が不均一であることに加え、陽極層 1 2 2 が端面で有機層 1 2 5 に接する。これにより、電流は穴部 1 2 7 の側面近傍（C 2 の部分）を流れる。従って、図 2 1 - 2 に示す有機発光素子 1 0 0 は穴部 1 2 7 の側面付近のみが発光し、図 2 1 - 1 に示す有機発光素子 1 0 0 と同様に高輝度が達成できず、有機発光素子 1 0 0 の耐久性も低下しやすい。

[0029] また、特許文献 5 に例示される有機発光素子 1 0 0 においては、特に誘電体層 1 2 3 の屈折率が有機層 1 2 5 より小さい場合、穴部 1 2 7 内に発光層（発光位置）を配置することが重要と考えられる。しかし、特許文献 5 には、有機層 1 2 5 中の発光層（発光位置）と穴部 1 2 7 の相対的な位置関係について何ら開示がない。

[0030] さらに従来技術 2 - 4 の一例である特許文献 6 に開示された低屈折率領域を有する有機発光素子では、低屈折率領域が基板に平行な面内において六角形グリッドや長方形グリッド（低屈折率領域がグリッドの枠の部分）のような繰り返しパターンで配置されている。ここで、グリッド内部の有機発光領域の寸法としては $4\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ が開示されている。有機発光層材料の消衰係数が一般に $0.01 \sim 0.1$ 程度であることから、仮に波長 $555\ \text{nm}$

(視感度最大)の光が4 μm 進んだ場合を想定すると、光強度は消衰係数が0.01の場合は元の0.01%に減衰し、消衰係数が0.1の場合は元の40%に減衰する。従って、特許文献6に開示された構造の有機発光素子では導波光の大部分は低屈折率領域に入射する前に減衰し、低屈折率領域による光取り出し効果は十分に発揮されないと推測される。

[0031] また、特許文献6には、キャビティエレクトロルミネセント素子では有機発光領域として複数の有機層を基板に平行に積層した構造(各層の膜厚が均一)を取ることが可能なことが開示されている。しかし、実際にこれを実現する具体的な方法は示されていない。

[0032] またさらに従来技術2-5の一例である特許文献7に開示された有機発光素子のモード変換手段は、導波モードとなるような光の伝搬が禁止されるような屈折率の周期構造を有するもので、所謂フォトリック結晶の原理に基づくものである。このフォトリック結晶の構造としては、光の実効波長(発光波長/媒質の屈折率:サブミクロンのオーダーとなる)程度の周期で屈折率が変化する微細な周期構造が必要である。しかし、このようなサブミクロンの構造をフォトリック結晶の機能に要求される厳しい寸法精度で加工することは極めて困難である。従って、フォトリック結晶を利用した光の取り出し効率の高い有機発光素子を製造することは容易ではない。また、仮にフォトリック結晶として機能する周期構造が製造できたとしても、特許文献5に開示された有機発光素子の場合と同様に、凹凸部に有機層を形成する際に有機層の膜厚が不均一になりやすいという問題点を有している。また、特許文献7には、有機層中の発光層(発光位置)と凹凸構造との相対的な位置関係についても何ら開示されていない。

[0033] 以上のように、従来技術2-3～従来技術2-5の有機発光素子についても、発光層で発生した光の配光分布を変化させる凹凸構造の凹部内に有機層を均一な膜厚で成膜すること、および有機発光領域から発した光が有機発光領域中で減衰する前に低屈折率領域に取り出すことが可能な構成は開示されていない。

[0034] 発明者らは本発明を考案するに当たり、キャビティや低屈折率層を有する従来技術の有機発光素子において以下の点に着目した。すなわち、従来技術の有機発光素子においては、光取り出し効率を向上させるために、有機層が形成される下地面にキャビティや、有機層と屈折率の異なる領域による凹凸があり、この上に形成される有機層および上側電極（基板から離れた側の電極）は凹部に落ち込んで形成される。従って、上側電極と下側電極（基板側の電極）の間隔は均一にはならない。そしてこのことにより不均一な発光が起こり、光取り出し効率も低下し、寿命も短くなると考えた。そこで、発明者らは、光取り出しに関わるキャビティの内面（屈折率が異なる界面）は変化させずに、上側電極と下側電極との間隔を均一にするために、キャビティの内面を形成する下側電極面とは別に実質的な下側電極面を設けることに想到し、本発明を完成するに至った。

[0035] 上記のキャビティや低屈折率層を有する従来技術の有機発光素子においては、下側電極面と、発光層からの発光を外部に取り出されやすい方向に屈折させる屈折率の界面のいずれもがキャビティ内面に存在する。これに対し、本実施の形態においては、下側電極面をキャビティ内面から分離したことを特徴とする。すなわち、キャビティ内面に露出した下側電極に接して有機層とほぼ同じ屈折率を有する透光性導電層を形成することにより、屈折率界面はキャビティ内面に留まるが、透光性導電層の表面が実質的な下側電極面となる。ここで、キャビティ内における透光性導電層の形成位置（透光性導電層／有機層の界面の位置）を制御することにより、発光層がキャビティ内で光取り出し効率の高い位置に最適化される。また、透光性導電層の表面形状を、この上に形成する有機層の膜厚が均一になりやすい形状とすることにより、キャビティ内での均一な発光が得られる。

[0036] 本実施の形態の有機発光素子においては、上側電極と下側電極は、いずれが陽極であっても陰極であってもよい。また、少なくともいずれかの電極が透光性であればよい。以下、本発明の具体的な実施の形態について説明を行う。

[0037] [下側電極が透光性の陽極層である有機発光素子]

(有機発光素子)

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図１－１は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第１の例を説明した部分断面図である。なお実際の有機発光素子１０は、この構造が図中横方向に繰り返された形態を採る。

図１－１に示した有機発光素子１０は、基板１１と、基板１１上に形成され正孔を注入するための第１電極層としての陽極層１２と、電子を注入するための第２電極層としての陰極層１６と、陽極層１２と陰極層１６の間に形成される絶縁性の低屈折率層１３とが積層された構造を採る。ここで、陽極層１２は透光性であり、基板１１側から光が取り出される。

[0038] また有機発光素子１０は、少なくとも低屈折率層１３を貫通して形成される穴部１７を有する。さらに、有機発光素子１０は、透光性導電層１４と、有機半導体層１５とを有する。透光性導電層１４は、穴部１７の内部に形成されるとともに、陽極層１２と電氣的に接して形成される。有機半導体層１５は、発光層１５ａを含み、透光性導電層１４上に形成されるとともに、穴部１７内部に少なくとも一部が入り込むように形成される。

[0039] 有機発光素子１０は、有機半導体層１５の発光層１５ａが発光を行なうことにより発光面を形成する。また本実施の形態では、透光性導電層１４および有機半導体層１５は、穴部１７の位置において形成されるだけでなく、低屈折率層１３上に延在して形成される。そのため陰極層１６は、有機半導体層１５の全面にわたって、有機半導体層１５上に位置するように形成される。なお本実施の形態において、「穴部１７の位置」および「穴部１７が形成される位置」と言った場合、上記各層が積層される上側から見た穴部１７の位置のことを意味するものとする。

[0040] (基板)

基板１１は、陽極層１２、低屈折率層１３、透光性導電層１４、有機半導

体層 1 5 および陰極層 1 6 を形成する支持体となるものである。基板 1 1 には、有機発光素子 1 0 に要求される機械的強度を満たす材料が用いられる。

[0041] 基板 1 1 の材料としては、本第 1 の例のように有機発光素子 1 0 の基板 1 1 側から光を取り出す場合は、発光層 1 5 a から出る光に対して光透過性であることが必要である。具体的な材料としては、サファイアガラス、ソーダガラス、石英ガラス等のガラス類；アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ナイロン樹脂、シリコーン樹脂等の透明樹脂；窒化アルミ等の金属窒化物、アルミナ等の透明金属酸化物等が挙げられる。なお基板 1 1 として、上記透明樹脂からなる樹脂フィルム等を使用する場合は、水、酸素などのガスに対するガス透過性が低いことが好ましい。ガス透過性が高い樹脂フィルム等を使用する場合は、光の透過性を損なわない範囲でガスの透過を抑制するバリア性薄膜を形成することが好ましい。

[0042] 基板 1 1 の厚さは、要求される機械的強度にもよるが、好ましくは、0.1 mm～1.0 mm、より好ましくは0.25 mm～2 mmである。

[0043] (陽極層)

陽極層 1 2 は、陰極層 1 6 との間に電圧を印加することにより、有機半導体層 1 5 に正孔を注入する。本第 1 の例では基板 1 1 側から光を取り出すため、陽極層 1 2 の材料としては発光層 1 5 a から出る光に対して光透過性であることが必要である。また、陽極層 1 2 は、基板 1 1 上に沿って面状に形成され、上面が微細な凹凸などを極力含まない平滑面であることが好ましい。陽極層 1 2 に使用される材料としては、電気伝導性を有するものであることが必要である。具体的には仕事関数の高いものであり、仕事関数は、4.5 eV 以上であることが好ましい。加えて、アルカリ性水溶液に対し、電気抵抗が顕著に変化しないことが好ましい。

[0044] このような条件を満たす材料として、透光性の金属酸化物が使用できる。具体的な化合物としては、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、IZO（インジウム－亜鉛酸化物）、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛等が挙げられる。陽極層 1 2 の厚さは、例えば、2 nm～2 μmで形成することが

できる。なお仕事関数は、例えば、紫外線光電子分光分析法により測定することができる。

[0045] (低屈折率層)

低屈折率層 13 は、有機半導体層 15 から発した光を屈折させることで外部に取り出されやすくするためのものである。そのため低屈折率層 13 は、透光性導電層 14 および有機半導体層 15 より屈折率が小さい。より具体的には、低屈折率層 13 の屈折率は、透光性導電層 14 および有機半導体層 15 の屈折率より 0.1 以上小さいことが好ましく、0.2 以上小さいことがより好ましく、0.3 以上小さいことがより一層好ましい。

[0046] そして低屈折率層 13 の屈折率を透光性導電層 14 および有機半導体層 15 の屈折率より低くすることで、有機半導体層 15 から発した光 L1 (低屈折率層 13 および穴部 17 のない従来構造の有機発光素子では内部で全反射を起こし外部に取り出されない光) は、例えば、図 1-1 に示す経路を辿る。つまり図 1-1 に示すように、低屈折率層 13 の穴部 17 が形成される面である側面 13a に入射して、より基板 11 の法線方向寄りの角度に屈折する。その結果、低屈折率層 13 を設けない場合に比較して、陽極層 12 や基板 11 に達した光 L1 は、陽極層 12 と基板 11 の界面、および基板 11 の外表面において全反射を生じにくくなる。そのため、低屈折率層 13 を設けることにより、有機半導体層 15 から発した光を基板 11 側から、より多く取り出すことができ、光の取り出し効率が向上する。

[0047] 本実施の形態では、低屈折率層 13 は絶縁性である。これにより、低屈折率層 13 は、陽極層 12 と陰極層 16 とを所定の間隔にて分離して絶縁するため、有機半導体層 15 に電圧を印加して発光させることができる。このため低屈折率層 13 は高抵抗率材料であることが必要で、電気抵抗率が $10^8 \Omega \text{ cm}$ 以上、好ましくは $10^{12} \Omega \text{ cm}$ 以上であることが要求される。具体的な材料としては、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化アルミニウム等の金属窒化物；酸化ケイ素(二酸化ケイ素)、酸化アルミニウム等の金属酸化物、フッ化ナトリウム、フッ化リチウム、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウム、フ

ッ化バリウムなどの金属フッ化物が挙げられるが、他にポリイミド、ポリフッ化ビニリデン、パリレン等の高分子化合物、ポリフェニルシルセスキオキサン (Poly(phenylsilsesquioxane)) 等の塗布型シリコーン、スピノングラス (SOG) も使用可能である。

[0048] ここで、短絡・電流リークを生じにくい有機発光素子 10 を再現よく製造するためには、低屈折率層 13 の厚さは厚いほど好ましいが、一方で有機発光素子 10 全体の厚さを抑えるために低屈折率層 13 の厚さは、 $1\ \mu\text{m}$ を越えないことが好ましい。また、陽極層 12 と陰極層 16 との間隔が狭い方が、発光のために必要な電圧が低くて済むので、この観点からは低屈折率層 13 は薄い方がより好ましい。但し、薄すぎると有機発光素子 10 を駆動するための電圧に対し、絶縁耐力が十分でなくなるおそれがある。ここで絶縁耐力については、穴部 17 が形成されない低屈折率層 13 を直接陽極層 12 と陰極層 16 で挟んだ状態で、定格の駆動電圧を印加した場合に、陽極層 12 と陰極層 16 の間に流れる電流密度が、 $0.1\ \text{mA}/\text{cm}^2$ 以下であることが好ましく、 $0.01\ \text{mA}/\text{cm}^2$ 以下であることがより好ましい。また有機発光素子 10 の定格の駆動電圧より、 $2\ \text{V}$ 高い電圧に耐えることが好ましいため、例えば、定格の駆動電圧が $5\ \text{V}$ である場合は、低屈折率層 13 の両面に接して形成した陽極と陰極の間に約 $7\ \text{V}$ の電圧を印加した場合に上記の電流密度を満たすことが必要である。これを満たす低屈折率層 13 の厚さは、上限としては、 $750\ \text{nm}$ 以下であることが好ましく、 $400\ \text{nm}$ 以下であることがより好ましく、 $200\ \text{nm}$ 以下であることがより一層好ましい。また下限としては $15\ \text{nm}$ 以上であることが好ましく、 $30\ \text{nm}$ 以上であることがより好ましく、 $50\ \text{nm}$ 以上であることがより一層好ましい。

[0049] (透光性導電層)

透光性導電層 14 は従来技術の有機発光素子構造においては必ずしも形成されてはいない。これに対し、本発明の有機発光素子 10 において透光性導電層 14 は必須のものであり、次に挙げる 3 つの役割を担っている。

(i) 有機半導体層 15 に電圧を印加するための実質的な下側電極として機

能すること

(ii) 穴部 17 が下側電極層を貫通して形成されている場合に穴部 17 の中央まで通電すること

(iii) 穴部 17 内に透光性導電層 14 を、その表面が凹面状になるように形成することにより、この上に形成する有機半導体層 15 の膜厚を均一にすること

[0050] 透光性導電層 14 は、有機半導体層 15 の発光層 15 a において発せられる光に対し、透過性を有するとともに導電性を有する。また、更に有機半導体層 15 への正孔の注入障壁を下げて正孔の注入効率を上げる機能を有することが好ましい。

[0051] 本実施の形態では、透光性導電層 14 は、陽極層 12 と電氣的に接して形成される。ここで、透光性導電層 14 は有機半導体層 15 に較べて高い導電率を有しており、素子として有機半導体層 15 に電圧を印加する機能に着目すると、この透光性導電層 14 が実質的な陽極として機能している。透光性導電層 14 の導電率は $1 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$ 以上であることが好ましく、 1 S/cm 以上であることがより好ましい。

[0052] 透光性導電層 14 の屈折率は有機半導体層 15 の屈折率との差が 0.1 以下であることが好ましい。これにより、透光性導電層 14 は電氣的には実質的な陽極として機能するが、光学的には屈折率が有機半導体層 15 とほぼ同じであるため、屈折率の観点からは有機半導体層 15 と一体の層として機能する。そして、この一体の層と低屈折率層 13 が高屈折率／低屈折率の界面を形成し、光取り出し効率の向上に寄与する。一方、透光性導電層 14 と有機半導体層 15 の屈折率の差が 0.1 より大きいと、両層の間に新たな屈折率の界面ができる。この場合、この余分な界面を経由して低屈折率層 13 に入射する光は上記一体の層と低屈折率層 13 の間の高屈折率／低屈折率の界面で十分な光取り出し効果が得られない。

このような条件を満たすために透光性導電層 14 に使用される材料は、例えば、導電性高分子材料等を用いることができる。さらに具体的には、銅フ

タロシアニン、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）とポリスチレンスルホン酸（PSS）の混合物（PEDOT：PSS）、フルオロカーボンなどが挙げられる。また、無機の透光性導電材料も使用できる。例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、IZO（インジウム－亜鉛酸化物）、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛などが挙げられる。

[0053] さらに本実施の形態の透光性導電層 14 は、穴部 17 の内部に形成される。そして特に穴部 17 の底面に沿って配置した場合、透光性導電層 14 を設けない場合に対して、発光が起こる箇所を相対的に上部にすることができる。つまり透光性導電層 14 を設けない場合は、下側の電極面は、穴部 17 の底面にある。そのため穴部 17 の底面近傍の箇所で発光が生じやすい。これに対して本実施の形態では、実質的な下側の電極面は、透光性導電層 14 と有機半導体層 15 との界面となる。そしてこの場合、穴部 17 の底面に透光性導電層 14 が配置されるため、穴部 17 の底面近傍では発光が生じず、透光性導電層 14 のさらに上部に形成される有機半導体層 15 の発光層 15 a において発光が生じる。即ち、透光性導電層 14 を設けることで、穴部 17 内における発光箇所を相対的に上方に移動させることができる。そしてこれにより低屈折率層 13 の穴部 17 の側面 13 a には低入射角で入射する光が増加する。つまり透光性導電層 14 が配置されず、穴部 17 の底面近傍で発光が生じた場合は、基板 11 面に平行な水平に近い角度で進み外部に取り出されにくい光が穴部 17 の側面 13 a に有効に入射しないため、光取り出し効率の向上の程度は小さい。一方、本実施の形態のように透光性導電層 14 を設けた場合は、基板 11 面に平行な水平に近い角度で進む光の多くが穴部 17 の側面 13 a に入射し、光の進行方向が基板 11 の法線寄りに変化するため、陽極層 12 と基板 11 の界面、および基板 11 の外表面において全反射されにくくなり、外部に取り出される光が増加する。

[0054] また、本実施形態の透光性導電層 14 は、穴部 17 の底面全体のみならず側面 13 a に沿って形成されることが好ましい。言い換えると、透光性導電層 14 の上面（有機半導体層 15 側の表面）が、穴部 17 が形成される位置

において陽極層 12 側に凹む形状をなすことが好ましい。透光性導電層 14 が穴部 17 の側面 13a の上にも形成されると、穴部 17 内の側面 13a に近い位置にある有機半導体層 15 にも電流が供給され、この部分にある発光層 15a においても発光が起こる。すなわち、穴部 17 内の広い領域で発光が起こるため、低屈折率層 13 の側面 13a に入射する光が多くなり、光取り出し効率が向上する。また、電流が局所的に流れることを抑制できるため、有機発光素子 10 の耐久性が向上する。

そしてこの透光性導電層 14 の上面の形状はゆるやかに曲率が変化する凹曲面であることが更に好ましい。この形状により、この上に形成する有機半導体層 15 の膜厚は比較的均一になる。従って、発光が均一に起こり発光領域が広がるため輝度が向上し、電流が局所に集中せず均一に流れるため耐久性も向上する。詳しくは後述するように、透光性導電層 14 は塗布法で成膜して形成することができる。塗布法で透光性導電層 14 を形成する場合、透光性導電層 14 の上面を凹曲面形状とすることはより容易であり、そのため有機発光素子 10 の製造がより容易になる。

[0055] また本実施の形態では、透光性導電層 14 は、低屈折率層 13 上に延在して形成されてもよい。このように透光性導電層 14 が穴部 17 の内部のみならず低屈折率層 13 上の両方に形成されると、穴部 17 内のみに形成される場合に比べ、有機半導体層 15 全体に電流が分布するため、局所的な発熱が抑えられ、有機発光素子 10 の耐久性が向上する。

[0056] (有機半導体層)

有機半導体層 15 は、発光層 15a を含む 1 層または積層された複数の有機化合物からなる層からなり、透光性導電層 14 上に形成される。そしてこの際に有機半導体層 15 は、穴部 17 内部に少なくとも一部が入り込むように形成される。このようにすることで、有機半導体層 15 に含まれる発光層 15a から発した光のうち、基板 11 面に平行な水平に近い方向に進み、外部に取り出されにくい光を、穴部 17 の側面 13a から低屈折率層 13 により多く入射させることができる。

またこれに加え、有機半導体層 15 の発光層 15 a は、穴部 17 内部に少なくとも一部が入り込むように形成されることがさらに好ましい。このようにすることにより、発光する領域がより確実に穴部 17 内に存在することになり、光取り出し効率がさらに向上する。なお図 1-1 では、発光層 15 a が穴部 17 内部に少なくとも一部が入り込む場合を示しているが、図 1-2 で、発光層 15 a が穴部 17 内部に入り込まない場合の一例を示した。つまり本実施の形態で、穴部 17 は、図 1-1、図 1-2 で示した点線より図中下側の部分である。そして図 1-1 では発光層 15 a の一部分が点線より下側の部分に入り込む。対して、図 1-2 では、有機半導体層 15 の一部分は、点線より下側の部分に入り込むものの、発光層 15 a は点線より上側の部分に形成される。

[0057] また有機半導体層 15 は、穴部 17 が形成される位置において均一な厚さで形成されることが好ましい。これにより穴部 17 の位置において、より均一に発光層 15 a で発光を生じさせることができる。つまり有機半導体層 15 の膜厚が、穴部 17 が形成される位置において不均一であると、膜厚が厚い部分より薄い部分の方に電流が流れやすいため、この部分においてより発光が生じやすく、発光が不均一になる。また、この場合、電流が局所的に集中し、発熱が生じるため、有機半導体層 15 の劣化が生じやすく、有機発光素子 10 の耐久性が低下する。一方、有機半導体層 15 の膜厚が穴部 17 が形成される位置において均一な厚さであると、電流も均一に流れるため、発光も均一になる。そしてこの場合、電流が局所的に流れることがないため、有機発光素子 10 の耐久性を向上させることができる。また穴部 17 内またはその上方に発光領域が広く分布するため、低屈折率層 13 の側面 13 a に入射する光が多くなり、光取り出し効率が向上する。

[0058] そしてそのために有機半導体層 15 の厚さのばらつきについては、(膜厚の最小値) / (膜厚の最大値) ≥ 0.7 であることが好ましい。本実施の形態において、有機半導体層 15 の厚さが均一であるとは、膜厚のばらつきがこの範囲内になることを意味する。

[0059] なお本実施の形態において、有機半導体層 15 の膜厚の測定は、有機発光素子 10 の縦断面サンプルの SEM 写真を撮影することにより行うことができる。ここで、測定を行う断面は、穴部 17 を平面視でほぼ 2 等分する断面とする。尚、穴部 17 の平面形状が矩形の場合は、角部を横切らず、辺をできるだけ垂直に横切る断面とする。

図 1-3 に有機半導体層 15 の膜厚の測定例を示す。サンプルは次のようにして作製されたものである。まず、ガラス基板上に陽極層 12 (ITO) と低屈折率層 13 (SiO_2) を積層し、この 2 層を貫通する穴部 17 を形成する。この凹凸構造の上に、まず透明導電層としてポリエチレンジオキシチオフェン (PEDOT) とポリスチレンスルホン酸 (PSS) の混合物 (PEDOT:PSS) をスピコートにより成膜し、続いてこの上に有機半導体層 15 として Alq_3 を真空蒸着により成膜する。図 1-3 の断面写真において、有機半導体層 15 の穴部 17 領域における膜厚は最大値が約 80 nm、最小値が約 60 nm であり、最小値/最大値の比は 0.75 である。

[0060] 有機半導体層 15 に含まれる発光層 15a は、陽極層 12 と陰極層 16 の間に電圧を印加することで発光する発光材料を含む。発光材料としては、低分子化合物及び高分子化合物のいずれも使用することができる。本実施の形態では、発光材料として、リン光発光性有機化合物および金属錯体を使用することが好ましい。金属錯体の中にはリン光性を示すものもあり、かかる金属錯体も好ましく用いられる。本実施の形態においては、特にシクロメタル化錯体を用いることが発光効率向上の観点から非常に望ましい。シクロメタル化錯体としては、例えば、2-フェニルピリジン誘導体、7,8-ベンゾキノリン誘導体、2-(2-チエニル)ピリジン誘導体、2-(1-ナフチル)ピリジン誘導体、2-フェニルキノリン誘導体等の配位子を有する Ir、Pd および Pt 等の錯体が挙げられるが、イリジウム (Ir) 錯体が特に好ましい。シクロメタル化錯体は、シクロメタル化錯体を形成するのに必要な配位子以外に、他の配位子を有していてもよい。なお、シクロメタル化錯体には、三重項励起子から発光する化合物も含まれ、発光効率向上の観点か

ら好ましい。

また、発光性高分子化合物としては、MEH-PPVなどのポリ-p-フェニレンビニレン（PPV）誘導体；ポリフルオレン誘導体、ポリチオフェン誘導体等の π 共役系の高分子化合物；低分子色素とテトラフェニルジアミンやトリフェニルアミンを主鎖や側鎖に導入したポリマー；等が挙げられる。発光性高分子化合物と発光性低分子化合物とを併用することもできる。

発光層15aは発光材料とともにホスト材料を含み、ホスト材料中に発光材料が分散されていることもある。このようなホスト材料は電荷輸送性を有していることが好ましく、正孔輸送性化合物や電子輸送性化合物であることが好ましい。

[0061] ここで有機半導体層15は、透光性導電層14から正孔を受け取り発光層15aへ輸送するための正孔輸送層を含んでいてもよい。正孔輸送層は、透光性導電層14と発光層15aの間に配される。

このような正孔輸送層を形成する正孔輸送材料としては、公知の材料を使用することができ、例えば、TPD（N，N'-ジメチル-N，N'-（3-メチルフェニル）-1，1'-ビフェニル-4，4'-ジアミン）； α -NPD（4，4'-ビス[N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ]ビフェニル）；m-MTDATA（4，4'，4'''-トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミン）等の低分子トリフェニルアミン誘導体；ポリビニルカルバゾール；上記トリフェニルアミン誘導体に重合性置換基を導入して重合した高分子化合物などが挙げられる。上記正孔輸送材料は、1種単独でも、2種以上を混合して用いてもよく、異なる正孔輸送材料を積層して用いてもよい。正孔輸送層の厚さは、正孔輸送層の導電性などに依存するため、一概に限定できないが、好ましくは1nm～5 μ m、より好ましくは5nm～1 μ m、特に好ましくは10nm～500nmであることが望ましい。

[0062] また有機半導体層15は、陰極層16から電子を受け取り、発光層15aへ輸送するための電子輸送層を含んでいてもよい。電子輸送層は、陰極層1

6と発光層15aの間に配される。

このような電子輸送層に用いることができる材料としては、キノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体などが挙げられる。更に具体的には、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq）、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト）ベリリウム、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（4-フェニルフェノラト）アルミニウム、ビス[2-（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾオキサゾラト]亜鉛、ビス[2-（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾチアゾラト]亜鉛、2-（4-ビフェニリル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾールや、1,3-ビス[5-（p-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン、3-（4-ビフェニリル）-4-フェニル-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,2,4-トリアゾール（略称：TAZ）、バソフェナントロリン、バソキュプロイン（略称：BCP）、トリフェニルビスイミダゾール（BPBI）、2,2',2''-（1,3,5-Benzenetriyl）tris[1-phenyl-1H-benzimidazole]（略称：TPBI）、3,3'-[5'-[4-（3-Pyridinyl）phenyl][1,1':3',1''-terphenyl]-4,4''-diyl]bispyridine（略称：TPyTPB）、4,4'-[5'-[3-（4-Pyridinyl）phenyl][1,1':3',1''-terphenyl]-3,3''-diyl]bispyridine（略称：m4TPyTPB）、3,3'-[5'-[3-（3-Pyridinyl）phenyl][1,1':3',1''-terphenyl]-3,3''-diyl]bispyridine（略称：mTPyTPB）、2,2'-[5'-[3-（2-Pyridinyl）phenyl][1,1':3',1''-terphenyl]-3,3''-diyl]bispyridine（略称：m2TPyTPB）、3-[4-[Bis（2,4,6-trimethylphenyl）boryl]-3,5-dimethylphenyl]pyridine（略称：Py211B）などである。この中でも、T

P B I、T P y T P B、m 4 T P y T P B、m T P y T P B、m 2 T P y T P B、P y 2 1 1 Bをより好ましく用いることができる。

[0063] さらに有機半導体層 1 5 は、上記電子輸送層と発光層 1 5 a の間に、正孔ブロック層が設けられていてもよい。この正孔ブロック層を設けることで、正孔が発光層 1 5 a を通過することを抑え、発光層 1 5 a 内で正孔と電子とを効率よく再結合させることができる。

上記正孔ブロック層を形成するために、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体などの公知の材料が用いられる。

[0064] (陰極層)

陰極層 1 6 は、陽極層 1 2 との間に電圧を印加することにより、有機半導体層 1 5 に電子を注入する。陰極層 1 6 は、有機半導体層 1 5 とともに、発光面の全面にわたって連続的に形成されている。

陰極層 1 6 に使用される材料としては、陽極層 1 2 と同様に電気伝導性を有するものであれば、特に限定されるものではないが、仕事関数が低く、かつ化学的に安定なものが好ましい。仕事関数は、化学的安定性を考慮すると 2. 9 e V 以下であることが好ましい。具体的には、A l、M g A g 合金、A l L i や A l C a などの A l とアルカリ金属の合金等の材料を例示することができる。陰極層 1 6 の厚さは 1 0 n m ~ 1 μ m が好ましく、5 0 n m ~ 5 0 0 n m がより好ましい。本実施の形態の有機発光素子 1 0 の場合は、有機半導体層 1 5 から発した光を基板 1 1 側から取り出す。そのため陰極層 1 6 は、不透明材料により形成されていてもよい。更に、光を基板 1 1 側のみから取り出す場合は、陰極層 1 6 の材料は発光層 1 5 a から出る光に対して反射性の材料であることが好ましい。陰極層 1 6 に光反射性の材料を用いた場合、発光層 1 5 a から発して陰極層 1 6 側へ向かう光が陰極層 1 6 の表面で反射して基板側から取り出されるため、光取り出し効率が向上する。この場合、陰極層 1 6 に用いる材料の反射率が高いほど光取り出し効率が向上する。この観点からは、陰極層 1 6 の材料として A l、A g、P t、R h、およびこれらの合金を用いることが好ましい。

[0065] また、陰極層 16 から有機半導体層 15 への電子の注入障壁を下げて電子の注入効率を上げる目的で、図示しない陰極バッファ層を、陰極層 16 に隣接して設けてもよい。

陰極バッファ層は、陰極層 16 より仕事関数の低い金属材料などが好適に用いられる。例えば、アルカリ金属 (Na、K、Rb、Cs)、アルカリ土類金属 (Sr、Ba、Ca、Mg)、希土類金属 (Pr、Sm、Eu、Yb)、あるいはこれら金属のフッ化物、塩化物、酸化物から選ばれる単体あるいは 2 つ以上の混合物を使用することができる。陰極バッファ層の厚さは 0.05 nm ~ 50 nm が好ましく、0.1 nm ~ 20 nm がより好ましく、0.5 nm ~ 10 nm がより一層好ましい。

[0066] (穴部)

穴部 17 は、有機半導体層 15 から発した光を取り出すためのものであり、本実施の形態では、低屈折率層 13 を貫通するように形成する。このように穴部 17 を設けることにより有機半導体層 15 から発せられた光は、主に穴部 17 の内部および低屈折率層 13 を伝搬し、基板 11 側および陰極層 16 の側から取り出すことができる。

[0067] 穴部 17 の形状は、特に限定されることはないが、形状制御が行いやすいという観点から例えば円柱形状または四角柱などの多角柱形状、あるいはストライプ形状とすることが好ましい。これらの形状では、低屈折率層 13 の面内における形状が、低屈折率層 13 の厚み方向で変化してもよく、あるいは形状の大きさが変化してもよい。即ち、例えば円錐形状、角錐形状、円錐台形状、角錐台形状などであってもよい。穴部 17 の形状を適宜選択することにより、有機半導体層 15 で発光した光を外部へ取り出す際の配光分布などを制御することができる。

[0068] 穴部 17 の大きさが大きいと、穴部 17 内で発光した光は、直接あるいは陰極層 16 表面や低屈折率層 13 表面で反射しながら進んで低屈折率層 13 の側面 13a に入射するまでに、有機半導体層 15 または透光性導電層 14 に吸収されて減衰する。このような有機半導体層 15 または透光性導電層 1

4による吸収損失を小さくするために、穴部17の大きさは、基板11の法線方向から見た場合、すなわち平面視で最大幅が $3\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。ここで、最大幅とは穴部17の平面図形に接してこれを挟む平行な2直線間の距離の最大値である。また、穴部17の大きさは、平面視で最大幅が $1\mu\text{m}$ 以下であることが更に好ましい。

[0069] 図1-1の部分断面図において、低屈折率層13の側面13aは、基板11面に対して垂直に形成されており、この場合の穴部17の側面13aの傾斜角（基板11平面に対する角度）は、 90° である。ただし傾斜角は、これに限られるものではなく、低屈折率層13に使用する材料等によって適宜変化させ、有機半導体層15で発光した光を外部へ取り出す効率を高くすることができる。本実施の形態では、傾斜角が 45° 以上であることが好ましく、 60° 以上であることがさらに好ましい。また本実施の形態では、側面13aは、平面状であったがこれに限られるものではなく、曲面状であってもよい。

[0070] また有機発光素子10を構成する各層が積層される上側から見た穴部17の配置は、特に限定されるものではなく、規則的であっても、不規則であってもよい。典型的な配置の例としては、図1-4(a)に示すように各穴部17が繰り返し単位を正方形として配列する四角（正方）配置や、図1-4(b)に示すように各穴部17が、繰り返し単位を正三角形または正六角形として配置する三角配置（六角配置、千鳥配置）が挙げられる。

[0071] 以上詳述した有機発光素子10では、透光性導電層14は、低屈折率層13上に延在して形成されているが、これに限られるものではない。

図2は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第2の例を説明した部分断面図である。

図2に示した有機発光素子10は、図1-1に示した有機発光素子10では透光性導電層14が低屈折率層13上にも形成されているのに対し、透光性導電層14が低屈折率層13上には形成されず、穴部17内部に選択的に形成されている。

この場合、透光性導電層 14 による正孔の輸送が、低屈折率層 13 上に形成されている有機半導体層 15 の部分まで届きにくい。そのため有機半導体層 15 の発光層 15 a による発光領域が穴部 17 の位置にほぼ限定され、発光領域の全体またはほとんどの部分が穴部 17 内に存在するため、光取り出し効率が高くなりやすい。

[0072] また更に、有機半導体層 15 についても、低屈折率層 13 上に延在して形成される必要はない。

図 3 は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第 3 の例を説明した部分断面図である。

図 3 に示した有機発光素子 10 は、図 2 に示した有機発光素子 10 では有機半導体層 15 が低屈折率層 13 上にも形成されているのに対し、有機半導体層 15 が低屈折率層 13 上には形成されず、穴部 17 内部に選択的に形成されている。これにより図 2 に示した有機発光素子 10 よりも有機半導体層 15 の発光層 15 a による発光領域が穴部 17 の内部に更に限定されることになり、光取り出し効率が更に高くなる。特に、穴部 17 の側面 13 a に隣接する領域にも有機半導体層 15 が存在することから、側面 13 a を通して低屈折率層 13 に入射する光が多くなり、光取り出し効率が向上する。

[0073] また上述した例では、穴部 17 が形成される位置において有機半導体層 15 の透光性導電層 14 の有機半導体層 15 側の表面が陽極層 12 側に凹む曲面形状をなす場合を挙げたが、以下にその他の場合について説明を行なう。

図 4 ～図 7 は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第 4 ～第 7 の例を説明した部分断面図である。

図 4 に示した有機発光素子 10 は、図 1-1 に示した有機発光素子 10 とは、透光性導電層 14 の有機半導体層 15 側の表面が、穴部 17 が形成される位置において陽極層 12 側に矩形形状に凹む点のみが異なる。そして図 5 に示した有機発光素子 10 は、図 2 に示した有機発光素子 10 とは、透光性導電層 14 の有機半導体層 15 側の表面が、穴部 17 が形成される位置において陽極層 12 側に矩形形状に凹む点のみが異なる。

[0074] そして図6で示した有機発光素子10は、図5に示した有機発光素子10とは、穴部17の底面にのみ透光性導電層14を形成した点のみが異なる。この場合、透光性導電層14と低屈折率層13の側面13aとが接触する箇所は、穴部17の底面の周囲に限られる。

さらに図7で示した有機発光素子10は、図3に示した有機発光素子10とは、透光性導電層14の有機半導体層15側の表面が、穴部17が形成される位置において凹まず平坦になっている点のみが異なる。

[0075] 図4～図7で示した有機発光素子10の場合、透光性導電層14は、穴部17の内面に沿って均一な厚さで形成されることが好ましい。この場合、透光性導電層14の有機半導体層15側の表面が曲面形状に凹む場合に比べ、低屈折率層13の側面13aの近傍に発光領域が位置することになる。そのため側面13aに入射する光がより多くなり、光取り出し効率がより向上する。ここで透光性導電層14の厚さが均一であるとは、透光性導電層14の膜厚について、 $(\text{膜厚の最小値}) / (\text{膜厚の最大値}) \geq 0.7$ であることを意味する。

[0076] また上述した例では、穴部17は、低屈折率層13のみを貫通して形成されていたが、これに限られるものではない。

図8は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第8の例を説明した部分断面図である。

図8に示した有機発光素子10は、図4で示した有機発光素子10に対し、穴部17が低屈折率層13を貫通するだけでなく、陽極層12も更に貫通して形成されている。この場合、陽極層12が穴部17の位置で除去されているため、穴部17底部から取り出される光について陽極層12による吸収損失が減る。そのため光取り出し効率が向上する。

穴部17は、陽極層12を貫通して形成する必要はなく、途中まで穿って形成されていてもよい。つまり陽極層12の一部を穿って形成されていてもよい。

[0077] また図9は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第9の例を説明し

た部分断面図である。

図9に示した有機発光素子10は、基板11が、穴部17が形成される位置において窪んだ穿孔部18を有する。図9では、穴部17と穿孔部18の境界部を図中下側の点線で図示している。穿孔部18を設けることで、図8に示した有機発光素子10の場合には、穴部17の底面である基板11の上面において反射する光も、穿孔部18の側面18aにおいて基板11内に侵入することができる。そのため光取り出し効率がより向上する。

尚、図8および図9に示した有機発光素子10の場合、透光性導電層14の有機半導体層15側の表面が、穴部17が形成される位置において陽極層12側に矩形形状に凹んでいるが、この界面は曲面形状に凹んでいてもよい。

[0078] 図10～図11は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第10～第11の例を説明した部分断面図である。

図10に示した有機発光素子10は、図2に示した有機発光素子10に較べて、透光性導電層14が、穴部17の外周部において低屈折率層13の上面より上に隆起する形で形成されている。また透光性導電層14上に形成される有機半導体層15および陰極層16についても、上記透光性導電層14の形状に対応して穴部17の外周部近傍において隆起する形状となっている。そして図11に示した有機発光素子10は、図5に示した有機発光素子10に較べて、透光性導電層14、有機半導体層15、および陰極層16が、図10に示した有機発光素子10の場合と同様にして穴部17の外周部または外周部近傍において隆起する形状となっている。

透光性導電層14が、このような形態を採るのは、有機発光素子10の製造において、透光性導電層14をマスクを使用して形成する場合に生じやすい。詳しくは後述するが、透光性導電層14は、低屈折率層13に穴部17を形成した後に、この穴部17に透光性導電層14を形成する材料を充填することで形成する。ここで穴部17の位置に選択的に透光性導電層14を形成するために、例えば、低屈折率層13に穴部17を形成するときに使用し

たマスクをそのまま残しておき、このマスクを利用して穴部 17 に透光性導電層 14 を形成する方法を採ることがある。このときマスクの上から透光性導電層 14 を形成した後、マスクを除去すると、透光性導電層 14 が穴部 17 の外周部に隆起する形で残存する。続いてこの上に有機半導体層 15 および陰極層 16 を形成することにより、図 10～図 11 に示した有機発光素子 10 が製造される。

[0079] 尚、図 10 および図 11 に示した有機発光素子 10 の場合、穴部 17 は低屈折率層 13 のみに形成されているが、穴部 17 が陽極層 12 を貫通して形成されてもよい。また、穴部 17 が更に基板 11 を穿孔して形成されてもよい。

[0080] [上側電極が透光性の陰極層である有機発光素子]

図 1-1～図 11 で説明した本発明の有機発光素子 10 の実施の形態の適用例はすべて透光性の陽極層 12 が基板 11 に接して設けられ、基板 11 側から光を取り出す構造である。これに対し、電極構成が異なる別の実施の形態について、具体的な適用例を示して以下に説明する。

[0081] 図 12 は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第 12 の例を説明した部分断面図である。これは、電極構成が異なる 1 つの実施形態の適用例であり、基板 11 と反対側の電極層が透光性の陰極層 16 であり、基板 11 と反対側から光を取り出す構造を有する。この第 12 の例として示す電極構成が異なる実施の形態の適用例は、図 1-1～図 11 に示すすべての構造について対応して存在する。ここでは図 1-1 に対応する図 12 で代表して説明を行うが、図 1-2～図 11 に示される他の構造についても同様に本実施の形態が適用され得る。尚、図 8 および図 9 に対応する構造は、不透明な陽極層 12 を用いた場合でも、穴部 17 が基板 11 側の不透明な陽極層 12 を貫通するため、基板 11 側からも光が出射する。

[0082] 透光性の陰極層 16 の材料としては導電性透明金属酸化物を用いることができる。この導電性透明酸化物の具体的な化合物としては、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、IZO（インジウム-亜鉛酸化物）、酸化インジ

ウム、酸化スズ、酸化亜鉛等が挙げられる。

また、透光性の陰極層 1 6 と有機半導体層 1 5 間に図示しない陰極バッファ層を形成し、有機半導体層 1 5 への電子注入効率を向上させることが好ましい。陰極バッファ層に適用可能な材料としては、例えば、アルカリ金属（Na、K、Rb、Cs）、アルカリ土類金属（Sr、Ba、Ca、Mg）、希土類金属（Pr、Sm、Eu、Yb）、あるいはこれら金属のフッ化物、塩化物、酸化物から選ばれる単体あるいは2つ以上の混合物等が挙げられる。陰極バッファ層の膜厚は、透過損失を抑えるために10nm以下とすることが好ましい。

[0083] 本第12の例のように、有機発光素子10の基板11側から光を取り出す必要がない場合は、基板11の材料としては、可視光に対して透明であるものには限られず、不透明なものも使用できる。具体的には、シリコン（Si）、銅（Cu）、銀（Ag）、金（Au）、白金（Pt）、タングステン（W）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、もしくはニオブ（Nb）の単体、またはこれらの合金、あるいはステンレス等も使用することができる。

[0084] 陽極層12に使用される材料としては、電気伝導性を有するものであることが必要である。具体的には仕事関数の高いものであり、仕事関数は、4.5eV以上であることが好ましい。加えて、アルカリ性水溶液に対し、電気抵抗が顕著に変化しないことが好ましい。このような条件を満たす材料として、透光性の金属酸化物が使用できる。具体的な化合物としては、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、IZO（インジウム亜鉛酸化物）、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛等が挙げられる。

[0085] 更に、光を基板11と反対側のみから取り出す場合は、基板11側にある陽極層12の材料は発光層15aから出る光に対して反射性の材料であることが好ましい。陽極層12に光反射性の材料を用いた場合、発光層15aから発して陽極層12側へ向かう光が陽極層12の表面で反射して基板11と反対側から取り出されるため、光取り出し効率が向上する。この場合、陽極層12に用いる材料の反射率が高いほど光取り出し効率が向上する。反射性

の陽極層 12 に適用可能な材料としては、Al、Ag、Mo、W、Ni、Cr 等の高反射率の金属、NiP、NiB、CrP、CrB 等の高反射率のアモルファス合金、NiAl 等の高反射率の微結晶合金等が挙げられる。

[0086] また、反射性の陽極層 12 と有機半導体層 15 間に図示しない陽極バッファ層を形成し、有機半導体層 15 への正孔注入効率を向上させることが好ましい。陽極バッファ層に適用可能な材料としては、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、IZO（インジウム－亜鉛酸化物）、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛等が挙げられる。

本第 12 の例の有機発光素子 10 におけるその他の構成要素の説明は、図 1-1 で説明した第 1 の例の説明と同じである。

[0087] [上側電極が透光性の陽極層である有機発光素子]

図 13 は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第 13 の例を説明した部分断面図である。この第 13 の例として示す電極構成が異なる実施の形態の適用例は、図 1-1 ～図 11 に示すすべての構造について対応して存在する。ここでは図 1-1 に対応する図 13 で代表して説明を行うが、図 1-2 ～図 11 に示される他の構造についても同様に本実施の形態が適用され得る。尚、図 8 および図 9 に対応する構造は、不透明な陰極層 16 を使用した場合でも穴部 17 が基板 11 側の不透明な陰極層 16 を貫通するため、基板 11 側からも光が出射する。

[0088] 図 13 に示す有機発光素子 10 の構造は、図 1-1 の有機発光素子 10 において透光性の陽極層 12 と陰極層 16 の位置を入れ替えた構造である。

透光性の陽極層 12 の材料としては導電性透明金属酸化物を用いることができる。この導電性透明酸化物の具体的な化合物としては、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、IZO（インジウム－亜鉛酸化物）、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛等が挙げられる。

[0089] 本第 13 の例における透光性導電層 14 は、有機半導体層 15 の発光層 15a において発せられる光に対し、透過性を有するとともに導電性を有する。また、更に有機半導体層 15 への電子の注入障壁を下げて電子の注入効率

を上げる機能を有することが好ましい。このような条件を満たすために透光性導電層 14 に使用される材料としては、例えば、n 型ドーピングされた導電性高分子等を用いることができる。n 型ドーピングされた導電性高分子の具体的な化合物としては、ポリパラフェニレン、ポリパラフェニレンビニレン等が挙げられる。また、n 型ドーピングされた導電性高分子は塗布成膜が可能なため、穴部 17 が形成される位置において、有機半導体層 15 と透光性導電層 14 の界面を基板 11 側に凹む曲面形状とすることが容易である。本第 13 の例の透光性導電層の実施形態に関するその他の事項の説明は第 1 の例の説明と同じである。

[0090] 本第 13 の例のように、有機発光素子 10 の基板 11 側から光を取り出す必要がない場合には、基板 11 の材料としては、可視光に対して透明であるものには限られず、不透明なものも使用できる。具体的には、シリコン (Si)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、金 (Au)、白金 (Pt)、タングステン (W)、チタン (Ti)、タンタル (Ta)、もしくはニオブ (Nb) の単体、またはこれらの合金、あるいはステンレス等も使用することができる。

[0091] 陰極層 16 に使用される材料としては、陽極層 12 と同様に電気伝導性を有するものであれば、特に限定されるものではないが、仕事関数が低く、かつ化学的に安定なものが好ましい。仕事関数は、化学的安定性を考慮すると 2.9 eV 以下であることが好ましい。具体的には、Al、MgAg 合金、AlLi や AlCa などの Al とアルカリ金属の合金等の材料を例示することができる。陰極層 16 の厚さは 10 nm ~ 1 μm が好ましく、50 nm ~ 500 nm がより好ましい。

[0092] 更に、光を基板 11 と反対側のみから取り出す場合は、陰極層 16 の材料は発光層 15a から出る光に対して反射性の材料であることが好ましい。陰極層 16 に光反射性の材料を用いた場合、発光層 15a から発して陰極層 16 側へ向かう光が陰極層 16 の表面で反射して基板 11 側から取り出されるため、光取り出し効率が向上する。この場合、陰極層 16 に用いる材料の反射率が高いほど光取り出し効率が向上する。この観点からは、陰極層 16 の

材料として A l、A g、P t、R h、およびこれらの合金を用いることが好ましい。

[0093] また、透光性の陰極層 1 6 と有機半導体層 1 5 間に図示しない陰極バッファ層を形成し、有機半導体層 1 5 への電子注入効率を向上させることが好ましい。陰極バッファ層に適用可能な材料としては、例えば、アルカリ金属（N a、K、R b、C s）、アルカリ土類金属（S r、B a、C a、M g）、希土類金属（P r、S m、E u、Y b）、あるいはこれら金属のフッ化物、塩化物、酸化物から選ばれる単体あるいは 2 つ以上の混合物等が挙げられる。陰極バッファ層の膜厚は、透過損失を抑えるために 1 0 n m 以下とすることが好ましい。

本第 1 3 の例の有機発光素子 1 0 におけるその他の構成要素の説明は、図 1 - 1 で説明した第 1 の例の説明と同じである。

[0094] [下側電極が透光性の陰極層である有機発光素子]

図 1 4 は、本実施の形態が適用される有機発光素子の第 1 4 の例を説明した部分断面図である。これは、電極構成が異なる更に別の実施形態の適用例であり、基板 1 1 に接する側の電極層が透光性の陰極層 1 6 であり、基板 1 1 側から光を取り出す構造を有する。この第 1 4 の例として示す電極構成が異なる実施の形態の適用例は、図 1 - 1 ~ 図 1 1 に示すすべての構造について対応して存在する。ここでは図 1 - 1 に対応する図 1 4 で代表して説明を行うが、図 1 - 2 ~ 図 1 1 に示される他の構造についても同様に本実施の形態が適用され得る。

[0095] 透光性の陰極層 1 6 の材料としては導電性透明金属酸化物を用いることができる。この導電性透明酸化物の具体的な化合物としては、例えば、I T O（酸化インジウムスズ）、I Z O（インジウム-亜鉛酸化物）、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛等が挙げられる。

また、透光性の陰極層 1 6 と有機半導体層 1 5 間に図示しない陰極バッファ層を形成し、有機半導体層 1 5 への電子注入効率を向上させることが好ましい。陰極バッファ層に適用可能な材料としては、例えば、アルカリ金属（

N a、K、R b、C s)、アルカリ土類金属 (S r、B a、C a、M g)、希土類金属 (P r、S m、E u、Y b)、あるいはこれら金属のフッ化物、塩化物、酸化物から選ばれる単体あるいは2つ以上の混合物等が挙げられる。陰極バッファ層の膜厚は、透過損失を抑えるために10nm以下とすることが好ましい。

[0096] 本第14の例における透光性導電層14は、有機半導体層15の発光層15aにおいて発せられる光に対し、透過性を有するとともに導電性を有する。また、更に有機半導体層15への電子の注入障壁を下げて電子の注入効率を上げる機能を有することが好ましい。このような条件を満たすために透光性導電層14に使用される材料としては、例えば、n型ドーピングされた導電性高分子等を用いることができる。n型ドーピングされた導電性高分子の具体的な化合物としては、ポリパラフェニレン、ポリパラフェニレンビニレン等が挙げられる。また、n型ドーピングされた導電性高分子は塗布成膜が可能なため、穴部17が形成される位置において、有機半導体層15と透光性導電層14の界面を基板11側に凹む曲面形状とすることが容易である。本第14の例の透光性導電層の実施形態に関するその他の事項の説明は第1の例の説明と同じである。

[0097] 基板11の材料としては、本第1の例のように有機発光素子10の基板11側から光を取り出す場合は、発光層15aから出る光に対して光透過性であることが必要である。具体的な材料としては、サファイアガラス、ソーダガラス、石英ガラス等のガラス類；アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ナイロン樹脂、シリコーン樹脂等の透明樹脂；窒化アルミ等の金属窒化物、アルミナ等の透明金属酸化物等が挙げられる。なお基板11として、上記透明樹脂からなる樹脂フィルム等を使用する場合は、水、酸素などのガスに対するガス透過性が低いことが好ましい。ガス透過性が高い樹脂フィルム等を使用する場合は、光の透過性を損なわない範囲でガスの透過を抑制するバリア性薄膜を形成することが好ましい。

[0098] 基板11の厚さは、要求される機械的強度にもよるが、好ましくは、0.

1 mm～10 mm、より好ましくは0.25 mm～2 mmである。

更に、光を基板11側のみから取り出す場合は、基板11と反対側にある陽極層12の材料は発光層15aから出る光に対して反射性の材料であることが好ましい。陽極層12に光反射性の材料を用いた場合、発光層15aから発して陽極層12側へ向かう光が陽極層12の表面で反射して基板11側から取り出されるため、光取り出し効率が向上する。この場合、陽極層12に用いる材料の反射率が高いほど光取り出し効率が向上する。反射性の陽極層に適用可能な材料としては、Al、Ag、Mo、W、Ni、Cr等の高反射率の金属、NiP、NiB、CrP、CrB等の高反射率のアモルファス合金、NiAl等の高反射率の微結晶合金等が挙げられる。

[0099] また、反射性の陽極層12と有機半導体層15間に図示しない陽極バッファ層を形成し、有機半導体層15への正孔注入効率を向上させることが好ましい。陽極バッファ層に適用可能な材料としては、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、IZO（インジウム亜鉛酸化物）、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛等が挙げられる。

本第14の例の有機発光素子10におけるその他の構成要素の説明は、図1-1で説明した第1の例の説明と同じである。

[0100] 尚、上記の本発明の有機発光素子10の実施の形態の適用例の説明においては、すべて基板11に隣接する下側電極と基板11から離れた側の上側電極のいずれか一方が発光層からの発光光に対し透光性を有する素子構造を中心に説明したが、両方の電極が透光性を有して有機発光素子10の上下面の両方から光を取り出す素子構造としてもよい。

[0101] （光取り出し効果の説明）

次に本実施の形態の有機発光素子における低屈折率層による光取り出し効果を図15-1、図15-2により説明する。

図15-1は図19と同じ従来技術の有機発光素子100の構造を示したものであり、透明基板111上に順に透光性の第1電極112、発光層を含む有機層115、反射性の第2電極116が積層された構造を示す。ここで

、発光位置Pからの放射角（基板平面の法線に対する角度）の大きさにより光の進行の様子が異なる。放射角が小さいうちは光線L1で示すように外部に取り出される。しかし、放射角が大きくなると先ず透明基板111の外表面で全反射が起こる（光線L2）。更に放射角が大きくなると透光性の第1電極112／透明基板111の界面で全反射が起こる（光線L3）。これらの全反射光は、反射性の第2電極116の表面でも反射して導波モードとなり、外部へ取り出されることはない。

[0102] 一方、図15-2は、図15-1の有機発光素子100の有機層115の一部を有機層115より屈折率が低い低屈折率層113で置き換えた構造を採る。図15-2には有機層115と低屈折率層113の界面が透明基板111平面に垂直な場合を示す。ここで、光線L1が低屈折率層113に入射せず、光線L2と光線L3が低屈折率層113に入射するような位置に低屈折率層113を設けることにより、光線L1の進路を変化させることなしに、光線L2と光線L3を外部へ取り出すことができる。すなわち、光線L2と光線L3は低屈折率層113の側面13aに入射すると透明基板111平面の法線方向寄りに屈折する。また、光線L2と光線L3は低屈折率層113／透光性の第1電極112の界面での屈折する際にも、有機層115／透光性の第1電極112の界面での屈折に較べてより透明基板111平面の法線方向寄りに屈折する。このようにして光線L2と光線L3が透光性の第1電極112以降の部分を進む進路は低屈折率層113がない場合に較べて大きく透明基板111平面の法線方向寄りに変化する。この光線L2と光線L3の進路が透明基板111平面の法線方向寄りに変化する程度は低屈折率層113の屈折率に依存しており、具体的に与えられた光線L2や光線L3に対して低屈折率層113の屈折率を適切に選ぶことにより、透光性の第1電極112／透明基板111の界面および透明基板111の外表面への入射角を臨界角より小さくすることができ、外部へ取り出すことができる。

[0103] そして本実施の形態の有機発光素子10は、陽極層12と陰極層16の間に複数の貫通する穴部17を有する低屈折率層13と有機半導体層15を有

する。電圧印加時には、低屈折率層 13 は絶縁性であるため穴部 17 内に配置された有機半導体層 15 にしか電流は流れない（但し、PEDOT のような導電性バッファ層を孔部外の領域にまで形成する場合には穴部 17 外の領域にも電流は流れる）。

[0104] ここで、本実施の形態の有機発光素子 10 は、穴部 17 内については有機半導体層 15 の膜厚が均一であるため、穴部 17 内では一様な発光が得られ、低屈折率層 13 の側面 13a に入射する光が多くなる。低屈折率層 13 に入射した光はその進行方向が基板 11 平面の法線方向寄りに変わるため、外部に取り出され、取り出し効率が向上する。また、電流が局所的に流れることがなくなるため、耐久性が向上する。

本実施の形態の有機発光素子 10 は、透光性導電層 14 が低屈折率層 13 の穴部 17 の底面全体のみまたは底面全体と側面 13a に沿って形成されている。この構成により、有機発光素子 10 を断面視した場合に、発光位置が穴部 17 内に位置する確率が高くなる。従って、発光位置から放射されて低屈折率層 13 の側面 13a に入射する光が多くなる。低屈折率層 13 に入射した光はその進行方向が基板 11 平面の法線方向寄りに変わるため、外部に取り出され、取り出し効率が向上する。

[0105] また本実施の形態の有機発光素子 10 において、低屈折率層 13 に形成される穴部 17 の平面視での最大幅は $3\ \mu\text{m}$ 以下である。これにより、発光位置から発光した光が低屈折率層 13 の側面 13a に入射するまでに通過する透光性導電層 14 による吸収損失を小さく抑えることができる。例えば、透光性導電層 14 を形成する材料の消衰係数が一般に $0.01 \sim 0.1$ 程度であることから、仮に波長を $555\ \text{nm}$ （視感度最大）とし、発光位置が穴部 17 の中央にある場合を考える。この場合、光は基板 11 面内方向に $1.5\ \mu\text{m}$ 進むと低屈折率層 13 に入射するが、このときの光強度は消衰係数が 0.01 のときは元の光強度の 71% であり、消衰係数が 0.1 のときは元の光強度の 3% である。従って、本実施の形態の有機発光素子 10 では、穴部 17 の中心から発した光が低屈折率層 13 に入射するまでに少なくとも元の

光強度の数%以下になることはなく、透光性導電層 14 による透過損失が抑えられる。

[0106] (有機発光素子の製造方法)

次に、本実施の形態が適用される有機発光素子の製造方法について、図 1-1 で説明を行った有機発光素子 10 の場合を例に取り説明を行う。

図 16 (a) ~ (f) は、本実施の形態が適用される有機発光素子 10 の製造方法について説明した図である。

まず基板 11 上に第 1 電極層である陽極層 12 を形成し (図 16 (a) : 第 1 電極層形成工程)、続いて陽極層 12 上に絶縁性の低屈折率層 13 を形成する (図 16 (b) : 低屈折率層形成工程)。本実施の形態では、基板 11 として、ガラス基板を使用する。また陽極層 12 を形成する材料として ITO を使用し、また低屈折率層 13 を形成する材料として二酸化ケイ素 (SiO_2) を使用する。

陽極層 12 および低屈折率層 13 を基板 11 上に形成するには、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、CVD 法などのドライ法、スピンコーティング法、ディップコーティング法、インクジェット法、印刷法、スプレー法、ディスペンサー法などのウェット法を用いることができる。

なお基板 11 に陽極層 12 として ITO が既に形成されているいわゆる電極付き基板を用いることで、陽極層 12 を形成する工程を省略することができる。

[0107] 次に、図 16 (b) の工程で形成した低屈折率層 13 を貫通する穴部 17 を形成する (図 16 (c) : 穴部形成工程)。

[0108] 低屈折率層 13 に穴部 17 を形成する方法としては、例えば、リソグラフィを用いた方法が使用できる。これを行うには、まず低屈折率層 13 の上にレジスト液を塗布し、スピンコート等により余分なレジスト液を除去して、レジスト層を形成する。次に穴部 17 を形成するための所定のパターンが描画されたマスクをかぶせ、紫外線 (UV : Ultra Violet)、電子線 (EB : E

lectron Beam) 等により露光を行うと、レジスト層に穴部 17 に対応した所定のパターンが露光される。そして現像液を用いてレジスト層の露光部分を除去すると、露光されたパターンの部分のレジスト層が除去される。これにより露光されたパターンの部分に対応して、低屈折率層 13 の表面が露出する。

次に、残存したレジスト層をマスクとして、露出した低屈折率層 13 の部分をエッチング除去する。エッチングとしては、ドライエッチングとウェットエッチングの何れをも使用することができる。またこの際に等方性エッチングと異方性エッチングを組合せることで、穴部 17 の形状の制御を行うことができる。ドライエッチングとしては、反応性イオンエッチング (RIE : Reactive Ion Etching) や誘導結合プラズマエッチングが利用でき、またウェットエッチングとしては、希塩酸や希硫酸への浸漬を行う方法などが利用できる。最後に残存したレジスト層をレジスト除去液等により除去することで、低屈折率層 13 に穴部 17 が形成される。

[0109] また穴部 17 の形成は、ナノインプリント法によって行うことができる。具体的にはレジスト層を形成した後に、パターンを形成するための所定の凸パターンが描画されたマスクを、レジスト層表面に、圧力をかけて押し当てる。そしてこの状態で、熱および／または光をレジスト層に照射することにより、レジスト層を硬化させる。次にマスクを除去することにより、レジスト層表面に凸パターンに対応する穴部 17 のパターンが形成される。続いて、前述したエッチングを行うことにより、穴部 17 を形成することができる。

[0110] 次に少なくとも穴部 17 の内部に形成されるとともに陽極層 12 と電氣的に接する透光性導電層 14 を形成する (図 16 (d) : 透光性導電層形成工程)。

透光性導電層 14 を形成するには、陽極層 12 や低屈折率層 13 を形成したのと同様の手法を使用することができる。ただし透光性導電層 14 として高分子有機化合物が含まれる層を成膜する場合は、特に塗布法が好ましい。

塗布法により成膜を行なう場合は、透光性導電層 14 を構成する材料を、有機溶媒や水等の所定の溶媒に分散させた塗布溶液を塗布する。塗布を行う際にはスピンコーティング、スプレーコーティング、ディップコーティング法、インクジェット法、スリットコーティング法、ディスペンサー法、印刷等の種々の方法を使用することができる。塗布を行った後は、加熱あるいは真空引きを行うことで塗布溶液を乾燥させることで透光性導電層 14 が形成される。

- [0111] 透光性導電層 14 上であって穴部 17 内部に少なくとも一部が入り込むように発光層 15 a を含む有機半導体層 15 を形成する（図 16（e）：有機半導体層形成工程）。

有機半導体層 15 を構成する各層を形成するには、透光性導電層 14 を形成したのと同様の手法を使用することができる。

- [0112] 次に有機半導体層 15 上に第 2 電極層である陰極層 16 を形成する（図 16（f）：第 2 電極層形成工程）。

陰極層 16 を形成するには、陽極層 12 や低屈折率層 13 を形成したのと同様の手法を使用することができる。

また、穴部 17 の側面に沿って均一な厚さで透光性導電層 14 や有機半導体層 15 を形成する場合（図 4、図 5、図 6、図 8、図 9、図 11 のような場合）には、ドライ法（真空蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法など）を用い、成膜する成分の粒子が蒸着源またはターゲットから基板面に対して斜めに放出されるようにし、基板を回転させながら成膜することが好ましい。

- [0113] 以上の工程により、有機発光素子 10 を製造することができる。

なお有機発光素子 10 を長期安定的に用い、有機発光素子 10 を外部から保護するための保護層や保護カバー（図示せず）を装着することが好ましい。保護層としては、高分子化合物、金属酸化物、金属フッ化物、金属ホウ化物、窒化ケイ素、酸化ケイ素等のシリコン化合物などを用いることができる。そして、これらの積層体も用いることができる。また、保護カバーとして

は、ガラス板、表面に低透水率処理を施したプラスチック板、金属などを用いることができる。この保護カバーは、熱硬化性樹脂や光硬化性樹脂で素子基板と貼り合わせて密閉する方法を採ることが好ましい。またこの際に、スペーサを用いることで所定の空間を維持することができ、有機発光素子 10 が傷つくのを防止できるため好ましい。そして、この空間に窒素、アルゴン、ヘリウムのような不活性なガスを封入すれば、上側の陰極層 16 の酸化を防止しやすくなる。特にヘリウムを用いた場合、熱伝導が高いため、電圧印加時に有機発光素子 10 より発生する熱を効果的に保護カバーに伝えることができるため、好ましい。更に酸化バリウム等の乾燥剤をこの空間内に設置することにより上記一連の製造工程で吸着した水分が有機発光素子 10 にダメージを与えるのを抑制しやすくなる。

[0114] 本実施の形態の有機発光素子 10 は、例えば、マトリックス方式またはセグメント方式による画素として表示装置に好適に用いられる。また、画素を形成せずに、面発光光源としても好適に用いられる。具体的には、コンピュータ、テレビ、携帯端末、携帯電話、カーナビゲーション、標識、看板、ビデオカメラのビューファインダー等における表示装置、バックライト、電子写真、照明、レジスト露光、読み取り装置、インテリア照明、光通信システム等における面発光光源に好適に用いられる。

[0115] (表示装置)

次に、以上詳述した有機発光素子 10 を備える表示装置について説明を行う。

図 17 は、本実施の形態における有機発光素子 10 を用いた表示装置の一例を説明した図である。

図 17 に示した表示装置 200 は、いわゆるパッシブマトリクス型の表示装置であり、表示装置基板 202、陽極配線 204、陽極補助配線 206、陰極配線 208、絶縁膜 210、陰極隔壁 212、有機発光素子 10、封止プレート 216、シール材 218 とを備えている。

[0116] 表示装置基板 202 としては、例えば、矩形状のガラス基板等の透明基板

を用いることができる。表示装置基板 202 の厚みは、特に限定されないが、例えば 0.1 mm ~ 1 mm のものを用いることができる。

[0117] 表示装置基板 202 上には、複数の陽極配線 204 が形成されている。陽極配線 204 は、一定の間隔を隔てて平行に配置される。陽極配線 204 は、透明導電膜により構成され、例えば ITO (Indium Tin Oxide) を用いることができる。また陽極配線 204 の厚さは例えば、100 nm ~ 150 nm とすることができる。そして、それぞれの陽極配線 204 の端部の上には、陽極補助配線 206 が形成される。陽極補助配線 206 は陽極配線 204 と電氣的に接続されている。このように構成することにより、陽極補助配線 206 は、表示装置基板 202 の端部側において外部配線と接続するための端子として機能し、外部に設けられた図示しない駆動回路から陽極補助配線 206 を介して陽極配線 204 に電流を供給することができる。陽極補助配線 206 は、例えば、厚さ 500 nm ~ 600 nm の金属膜によって構成される。

[0118] また、有機発光素子 10 上には、複数の陰極配線 208 が設けられている。複数の陰極配線 208 は、それぞれが平行となるよう、かつ、陽極配線 204 と直交するように配設されている。陰極配線 208 には、Al 又は Al 合金を使用することができる。陰極配線 208 の厚さは、例えば、100 nm ~ 150 nm である。また、陰極配線 208 の端部には、陽極配線 204 に対する陽極補助配線 206 と同様に、図示しない陰極補助配線が設けられ、陰極配線 208 と電氣的に接続されている。よって、陰極配線 208 と陰極補助配線との間に電流を流すことができる。

[0119] 表示装置基板 202 上には、陽極配線 204 を覆うように絶縁膜 210 が形成される。絶縁膜 210 には、陽極配線 204 の一部を露出するように矩形状の開口部 220 が設けられている。複数の開口部 220 は、陽極配線 204 の上にマトリクス状に配置されている。この開口部 220 において、後述するように陽極配線 204 と陰極配線 208 の間に有機発光素子 10 が設けられる。すなわち、それぞれの開口部 220 が画素となる。従って、開口

部 220 に対応して表示領域が形成される。ここで、絶縁膜 210 の膜厚は、例えば、200 nm ~ 300 nm とすることができ、開口部 220 の大きさは、例えば、300 μ m $\times$ 300 μ m とすることができる。

[0120] 陽極配線 204 上の開口部 220 の位置に対応した箇所に、有機発光素子 10 が形成されている。有機発光素子 10 は、開口部 220 において陽極配線 204 と陰極配線 208 とに挟持されている。すなわち、有機発光素子 10 の陽極層 12 (図 1-1 参照) が陽極配線 204 と接触し、陰極層 16 (図 1-1 参照) が陰極配線 208 と接触する。有機発光素子 10 の厚さは、例えば、150 nm ~ 200 nm とすることができる。

[0121] 絶縁膜 210 の上には、複数の陰極隔壁 212 が陽極配線 204 と垂直な方向に沿って形成されている。陰極隔壁 212 は、陰極配線 208 の配線同士が導通しないように、複数の陰極配線 208 を空間的に分離するための役割を担っている。従って、隣接する陰極隔壁 212 の間にそれぞれ陰極配線 208 が配置される。陰極隔壁 212 の大きさとしては、例えば、高さが 2 μ m ~ 3 μ m、幅が 10 μ m のものを用いることができる。

[0122] 表示装置基板 202 は、封止プレート 216 とシール材 218 を介して貼り合わせられている。これにより、有機発光素子 10 が設けられた空間を封止することができ、有機発光素子 10 が空気中の水分により劣化するのを防ぐことができる。封止プレート 216 としては、例えば、厚さが 0.7 mm ~ 1.1 mm のガラス基板を使用することができる。

[0123] このような構造の表示装置 200 において、図示しない駆動装置により、陽極補助配線 206、図示しない陰極補助配線を介して、有機発光素子 10 に電流を供給し、発光層 15a (図 1-1 参照) を発光させ、光を出射させることができる。そして、上述の画素に対応した有機発光素子 10 の発光、非発光を制御装置により制御することにより、表示装置 200 に画像を表示させることができる。

[0124] (照明装置)

次に、本実施の形態の有機発光素子 10 を用いた照明装置について説明を

行う。

図 1 8 は、本実施の形態における有機発光素子 1 0 を備える照明装置の一例を説明した図である。

図 1 8 に示した照明装置 3 0 0 は、上述した有機発光素子 1 0 と、有機発光素子 1 0 の基板 1 1 の 1 つの端部に設置され陽極層 1 2 (図 1 - 1 参照) に接続される端子 3 0 2 と、基板 1 1 の他の端部に設置され有機発光素子 1 0 の陰極層 1 6 (図 1 - 1 参照) に接続される端子 3 0 3 と、端子 3 0 2 と端子 3 0 3 とに接続し有機発光素子 1 0 を駆動するための点灯回路 3 0 1 とから構成される。

[0125] 点灯回路 3 0 1 は、図示しない直流電源と図示しない制御回路を内部に有し、端子 3 0 2 と端子 3 0 3 を通して、有機発光素子 1 0 の陽極層 1 2 と陰極層 1 6 との間に電流を供給する。そして、有機発光素子 1 0 を駆動し、発光層 1 5 a (図 1 - 1 参照) を発光させて、穴部 1 7 (図 1 - 1 参照) および低屈折率層 1 3 (図 1 - 1 参照) から基板 1 1 を通し、光を出射させ、照明光として利用する。発光層 1 5 a は白色光を出射する発光材料より構成されていてもよく、また緑色光 (G)、青色光 (B)、赤色光 (R) を出射する発光材料を使用した有機発光素子 1 0 をそれぞれ複数個設け、その合成光が白色となるようにしてもよい。なお、本実施の形態の照明装置 3 0 0 では、穴部 1 7 の径と間隔を小さくして発光させた場合、人間の目には面発光しているように見える。

符号の説明

[0126] 1 0、1 0 0…有機発光素子、1 1…基板、1 2…陽極層、1 3…低屈折率層、1 4…透光性導電層、1 5…有機半導体層、1 5 a…発光層、1 6…陰極層、1 7…穴部、2 0 0…表示装置、3 0 0…照明装置

請求の範囲

- [請求項1] 基板上に形成される第1電極層と、
 前記第1電極層上に形成される絶縁性の低屈折率層と、
 少なくとも前記低屈折率層を貫通して形成される穴部と、
 前記穴部の底面全体のみ、または少なくとも前記穴部の底面全体と側面に沿って形成されるとともに、前記第1電極層と電氣的に接して形成される透光性導電層と、
 発光層を含み、前記透光性導電層上に形成されるとともに前記穴部内部に少なくとも一部が入り込むように形成される有機半導体層と、
 前記有機半導体層上に形成される第2電極層と、
 を備え、
 前記低屈折率層は、前記透光性導電層および前記有機半導体層より屈折率が小さく、
 前記穴部を平面視したときの最大幅が $3\mu\text{m}$ 以下であり、
 前記有機半導体層は、前記穴部が形成される位置において均一な厚さで形成される
 ことを特徴とする有機発光素子。
- [請求項2] 前記有機半導体層の前記発光層は、前記穴部内部に少なくとも一部が入り込むように形成されることを特徴とする請求項1に記載の有機発光素子。
- [請求項3] 前記透光性導電層の前記有機半導体層側の表面は、前記穴部が形成される位置において前記第1電極層側に凹む形状をなすことを特徴とする請求項1または2に記載の有機発光素子。
- [請求項4] 前記第1電極層側に凹む形状は、曲面形状であることを特徴とする請求項3に記載の有機発光素子。
- [請求項5] 前記透光性導電層は、前記低屈折率層上に延在して形成されることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の有機発光素子。
- [請求項6] 前記透光性導電層は、前記穴部の内面に沿って均一な厚さで形成さ

れることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の有機発光素子。

[請求項7] 前記第 1 電極層は、前記有機半導体層の前記発光層から発した光を反射し、前記第 2 電極層は、前記発光層から発した光を透過することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の有機発光素子。

[請求項8] 前記第 1 電極層は、前記有機半導体層の前記発光層から発した光を透過し、前記第 2 電極層は、前記発光層から発した光を反射することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の有機発光素子。

[請求項9] 前記穴部は、前記第 1 電極層の少なくとも一部をさらに穿って形成されることを特徴とする請求項 8 に記載の有機発光素子。

[請求項10] 前記穴部は、前記基板の一部をさらに穿って形成されることを特徴とする請求項 9 に記載の有機発光素子。

[請求項11] 基板上に第 1 電極層を形成する第 1 電極層形成工程と、
前記第 1 電極層上に絶縁性の低屈折率層を形成する低屈折率層形成工程と、

少なくとも前記低屈折率層を貫通し、平面視したときの最大幅が 3 μm 以下の穴部を形成する穴部形成工程と、

少なくとも前記穴部の内部に形成されるとともに前記第 1 電極層と電氣的に接する透光性導電層を塗布法により形成する透光性導電層形成工程と、

前記透光性導電層上であって前記穴部内部に少なくとも一部が入り込むように発光層を含む有機半導体層を形成する有機半導体層形成工程と、

前記有機半導体層上に第 2 電極層を形成する第 2 電極層形成工程と、

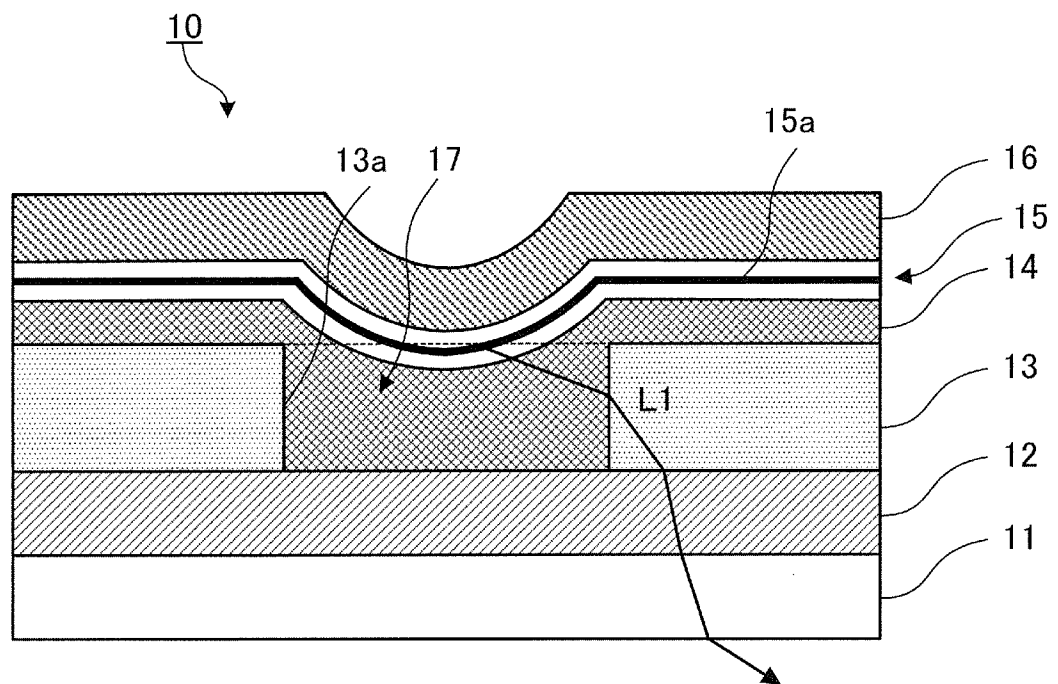
を備え、

前記低屈折率層は、前記透光性導電層および前記有機半導体層より屈折率が小さいことを特徴とする有機発光素子の製造方法。

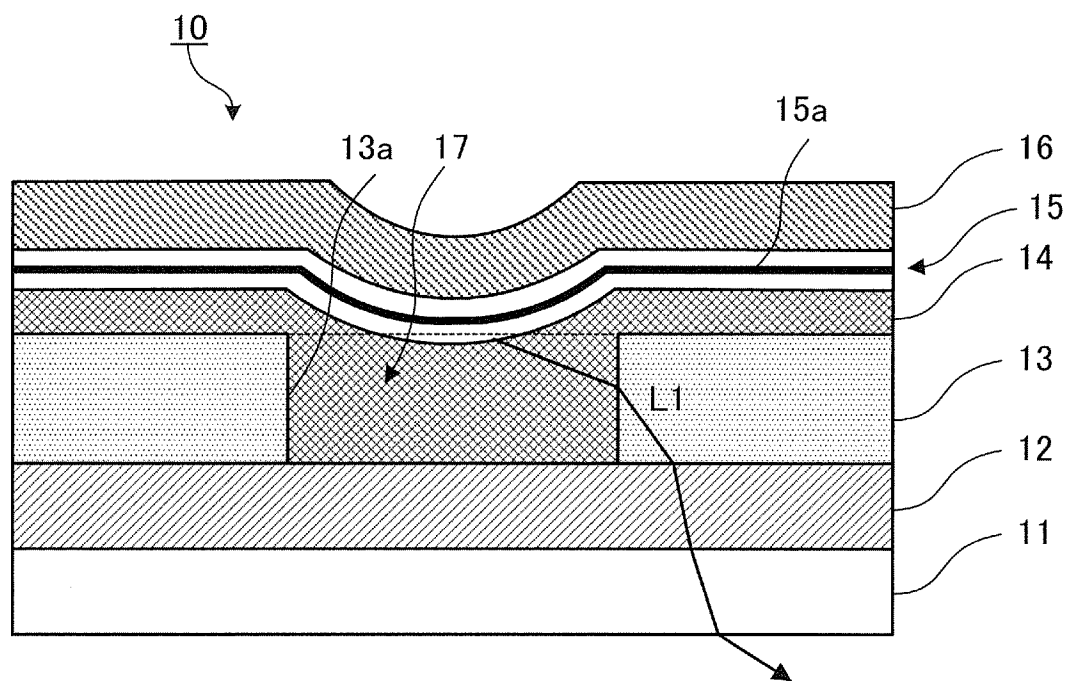
[請求項12] 請求項1乃至10の何れか1項に記載の有機発光素子を備える表示装置。

[請求項13] 請求項1乃至10の何れか1項に記載の有機発光素子を備える照明装置。

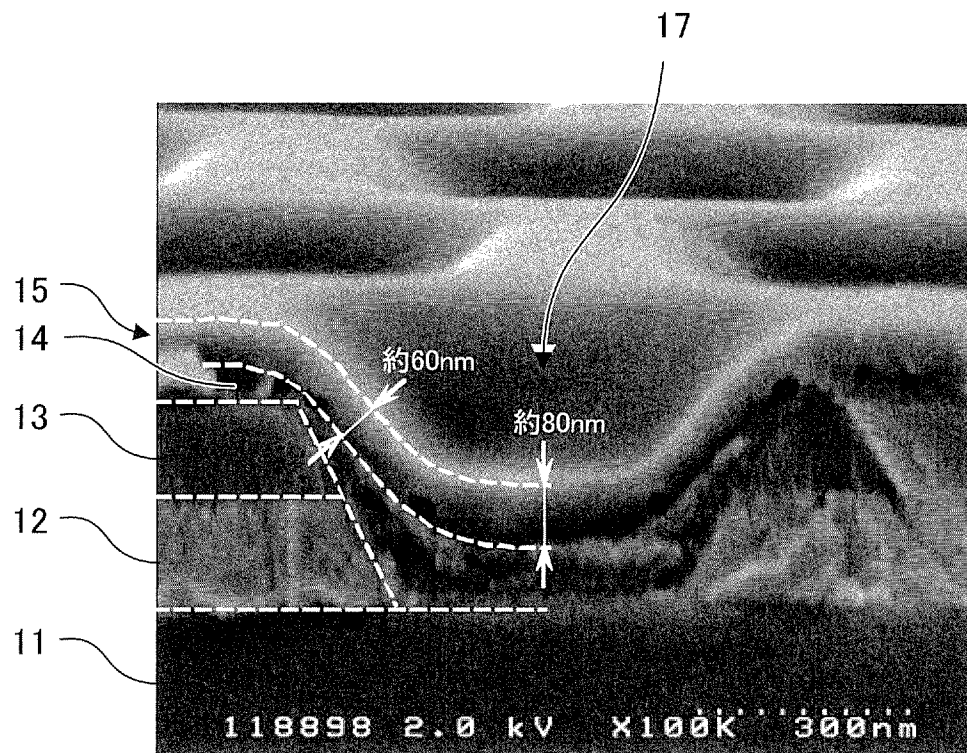
[図1-1]



[図1-2]

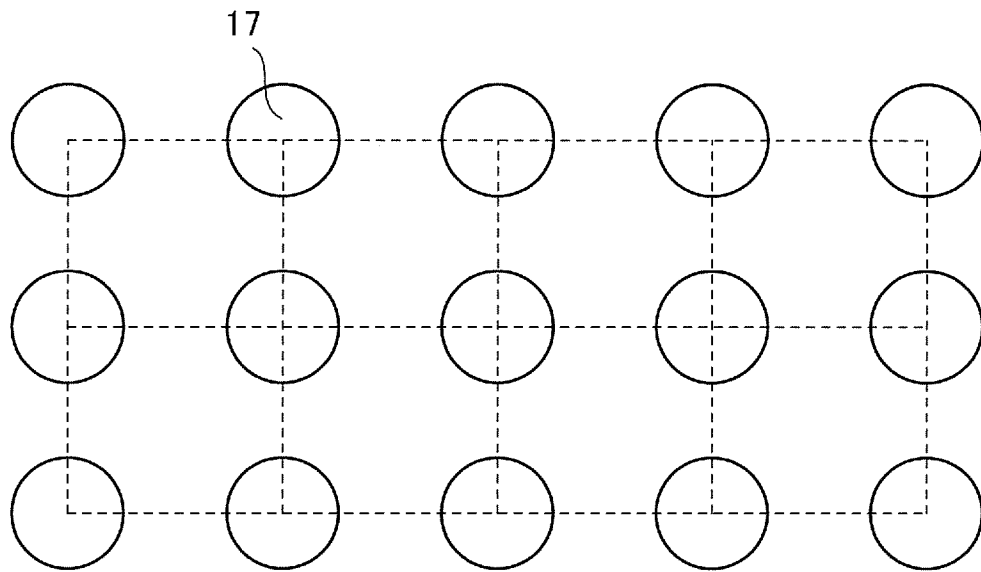


[図1-3]

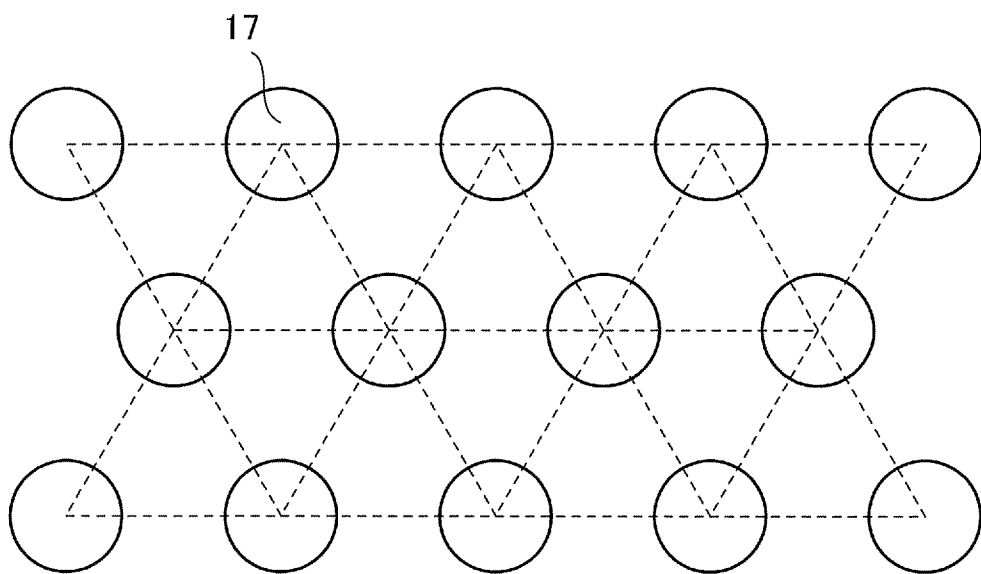


[図1-4]

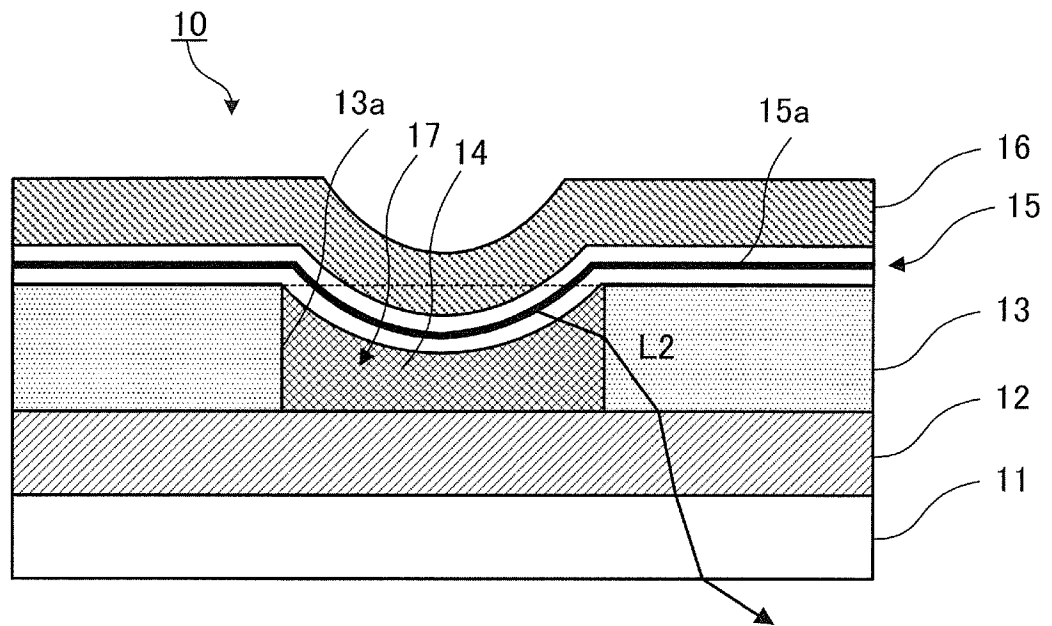
(a)



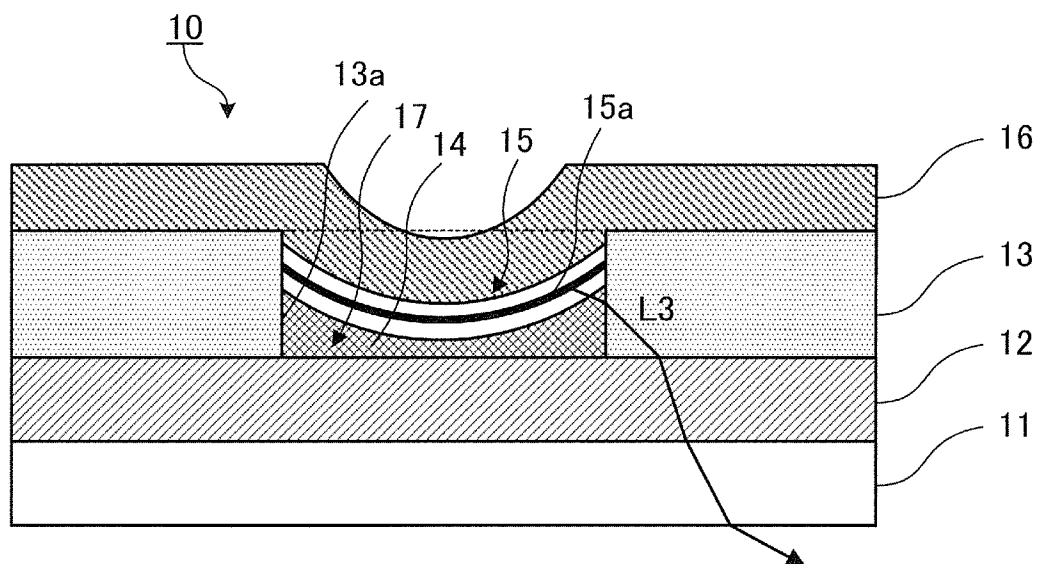
(b)



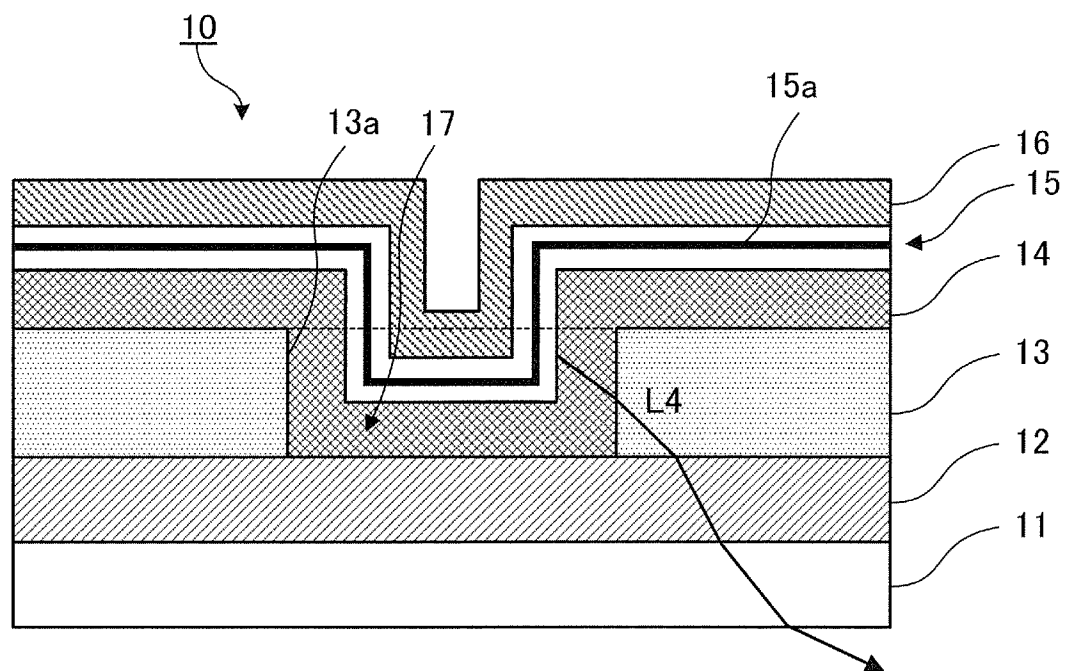
[図2]



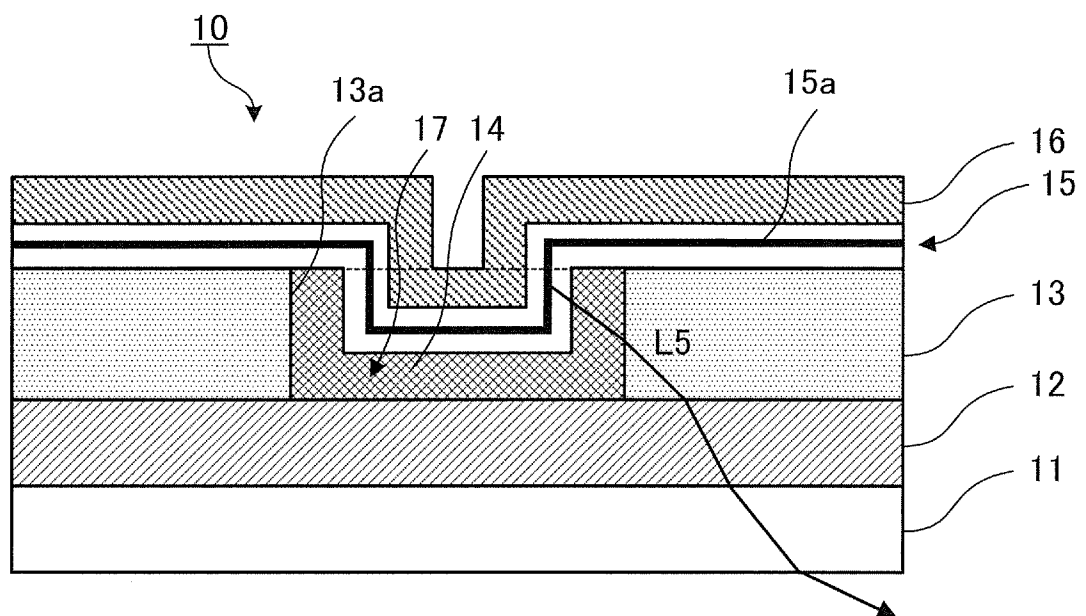
[図3]



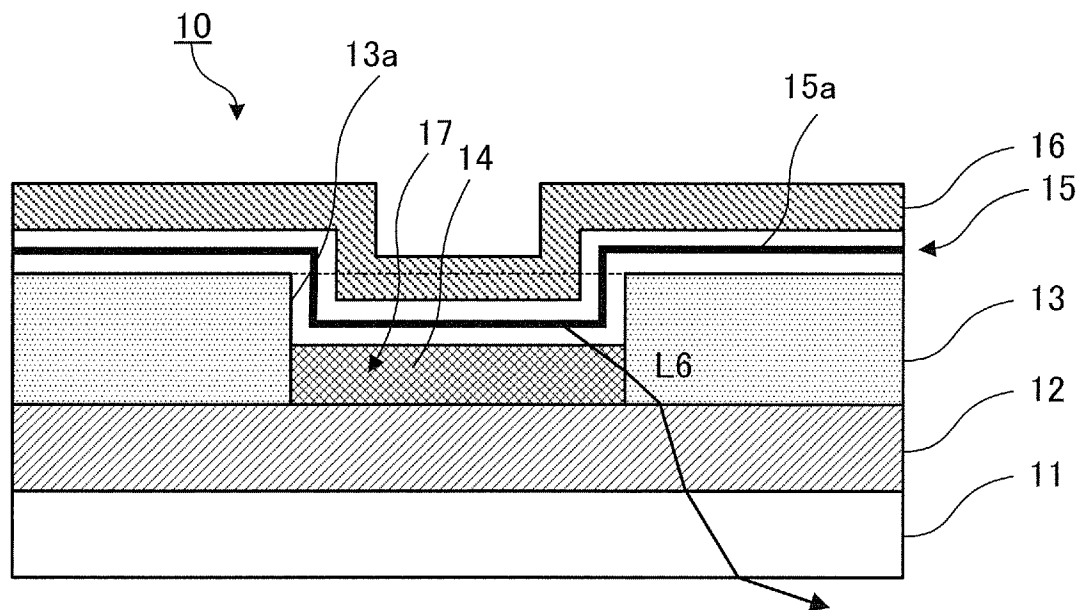
[図4]



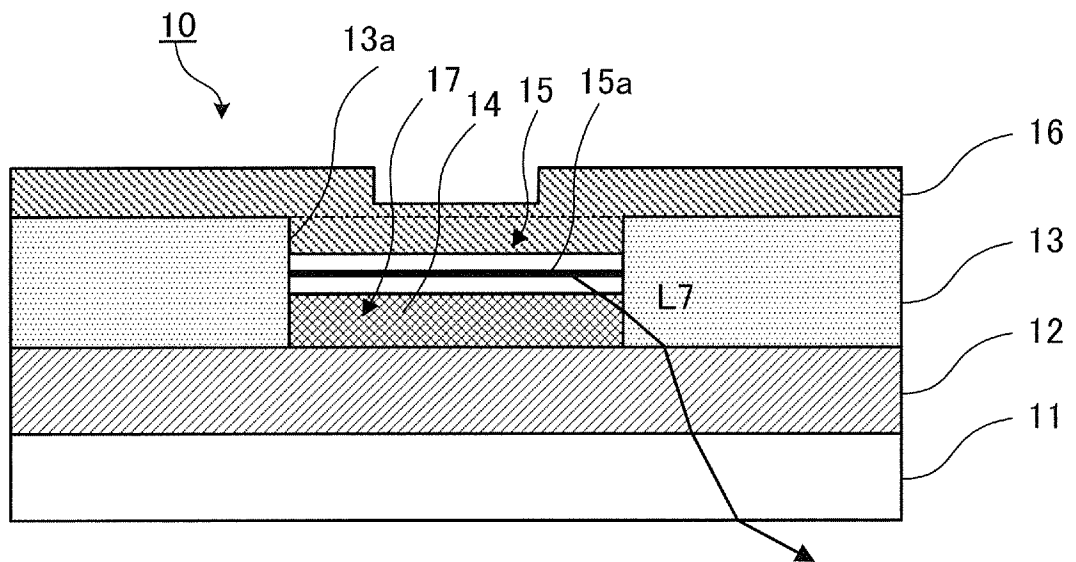
[図5]



[図6]

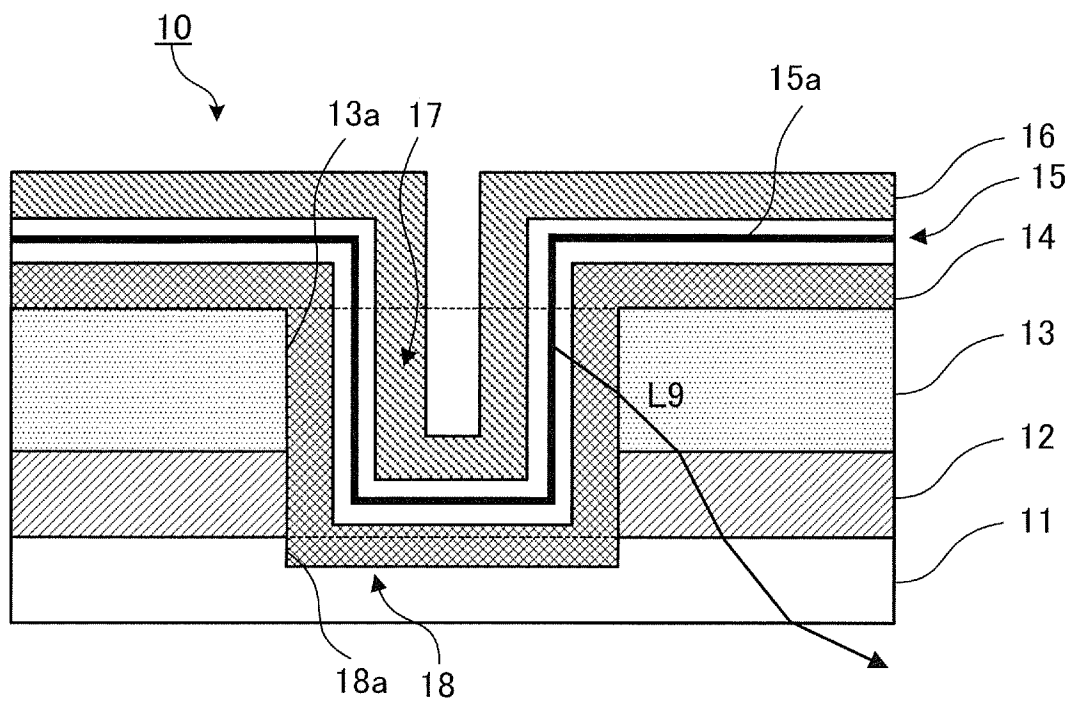


[図7]

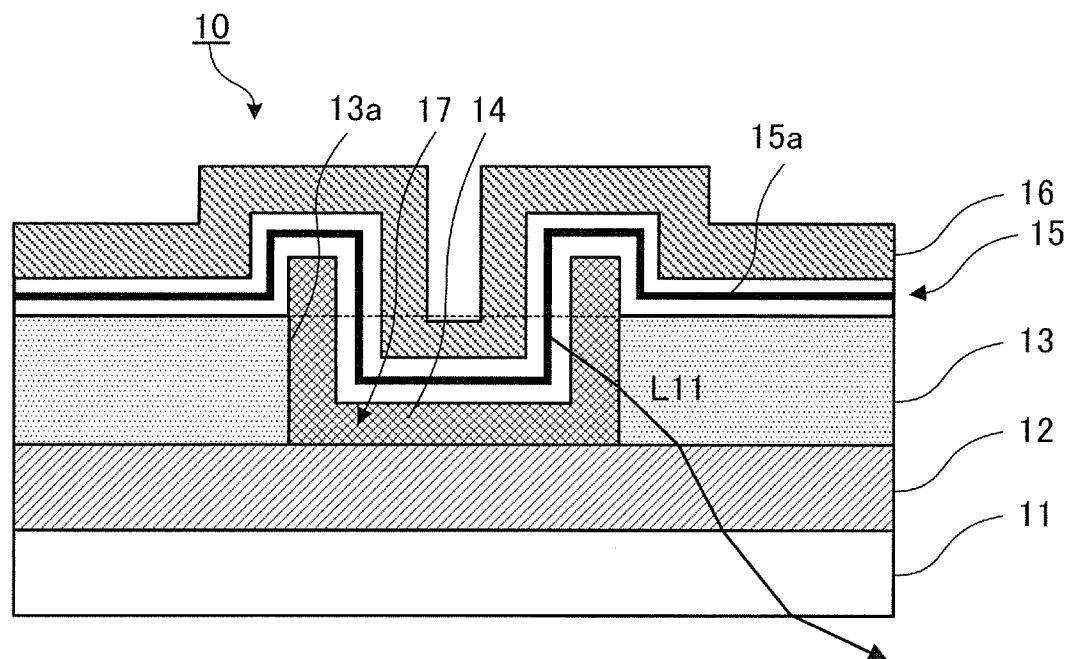


A cross-sectional view of a semiconductor device 10. The device features a substrate 11 with multiple layers 12, 13, and 14. A trench structure 13a is formed in the substrate, containing a conductive layer 15a. A layer 16 is formed on top of the trench structure. A label L8 points to a specific region within the trench structure.

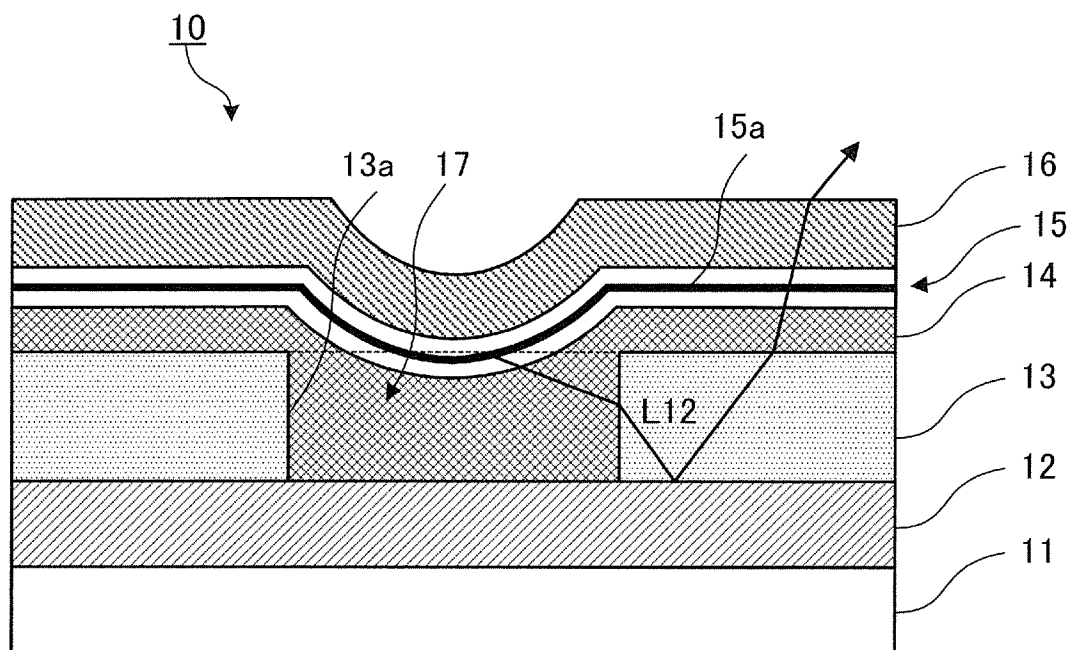
[図9]



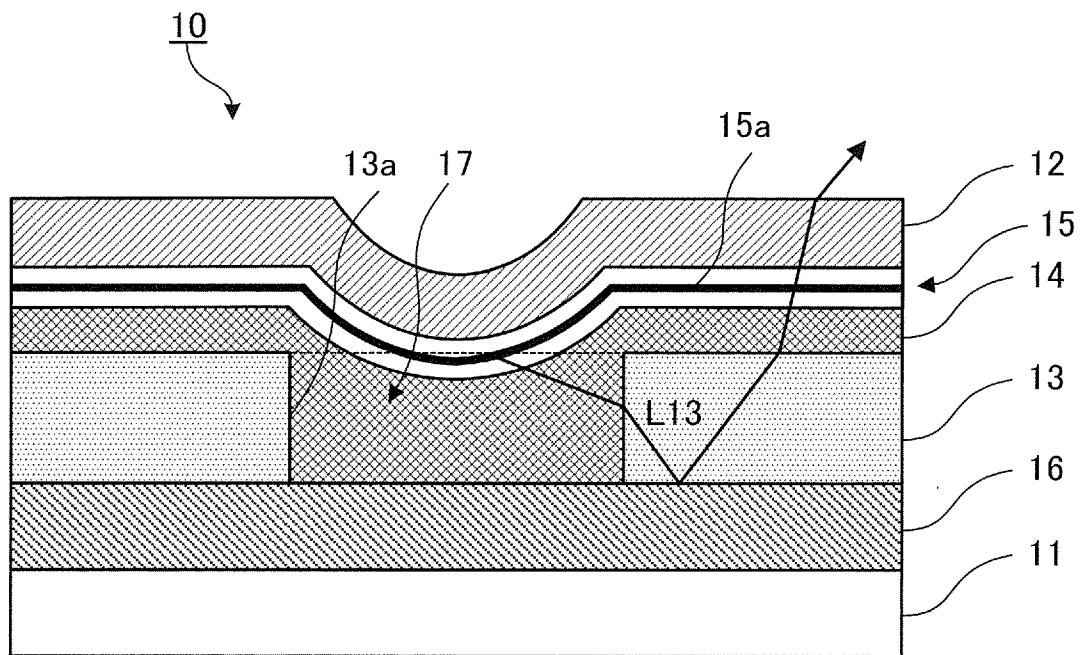
[図11]



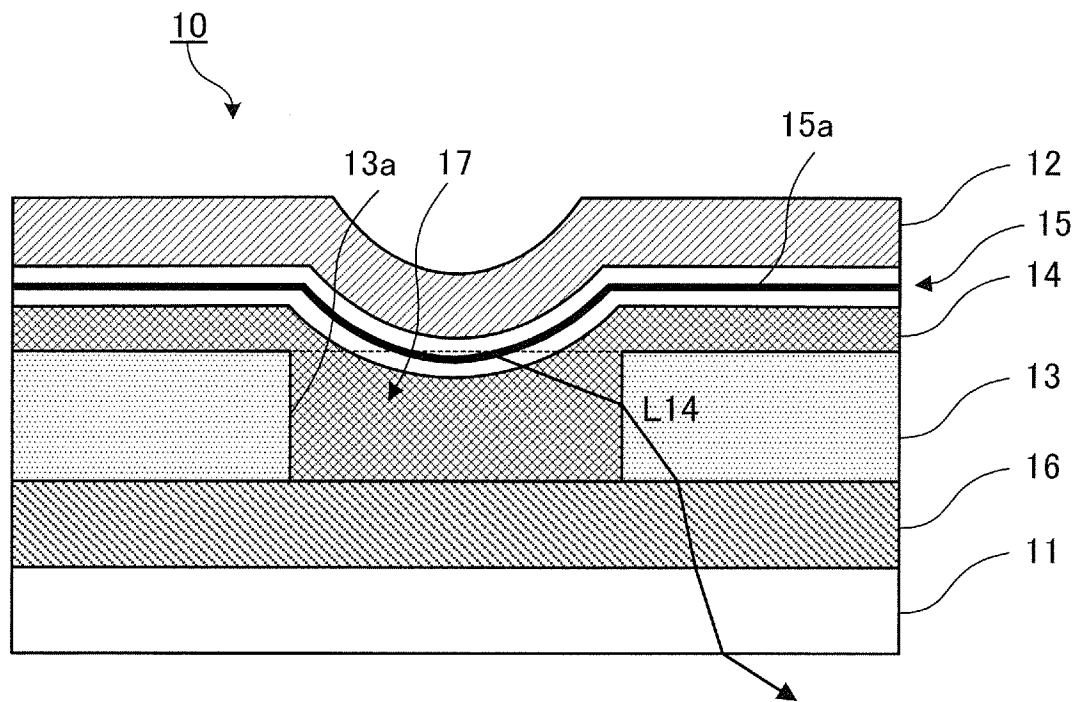
[図12]



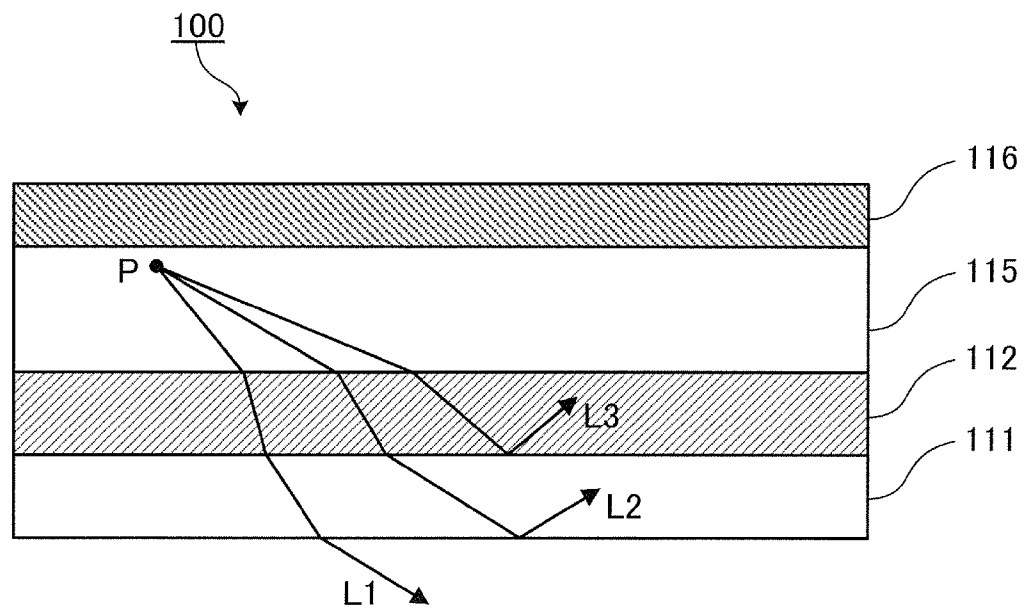
[図13]



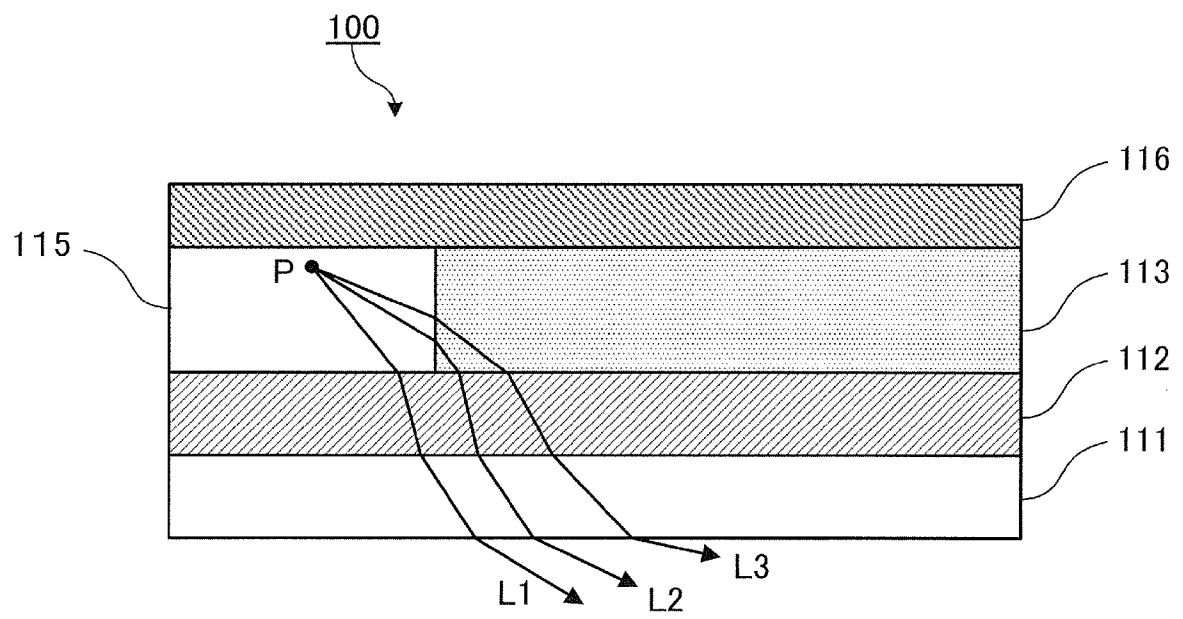
[図14]



[図15-1]



[図15-2]

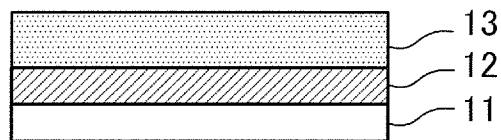


[図16]

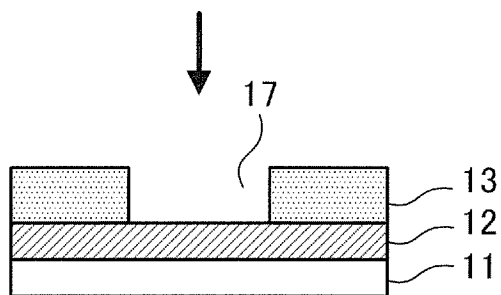
(a)



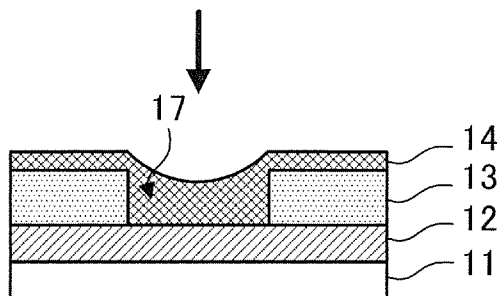
(b)



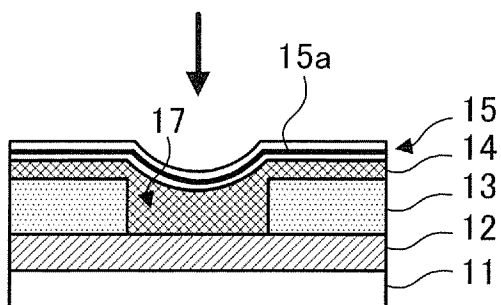
(c)



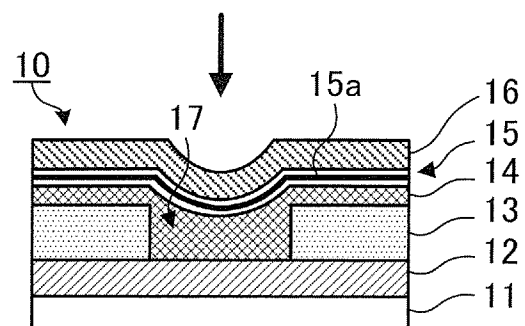
(d)



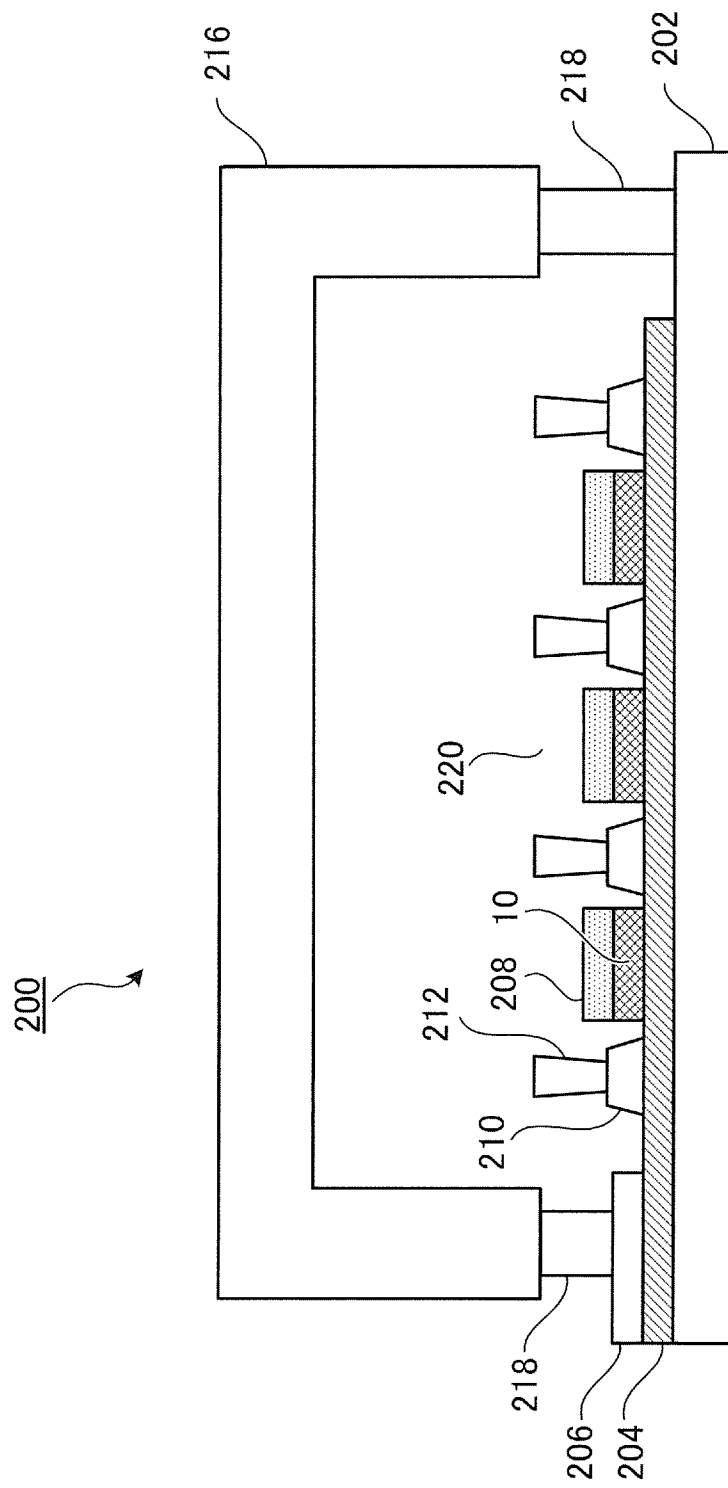
(e)



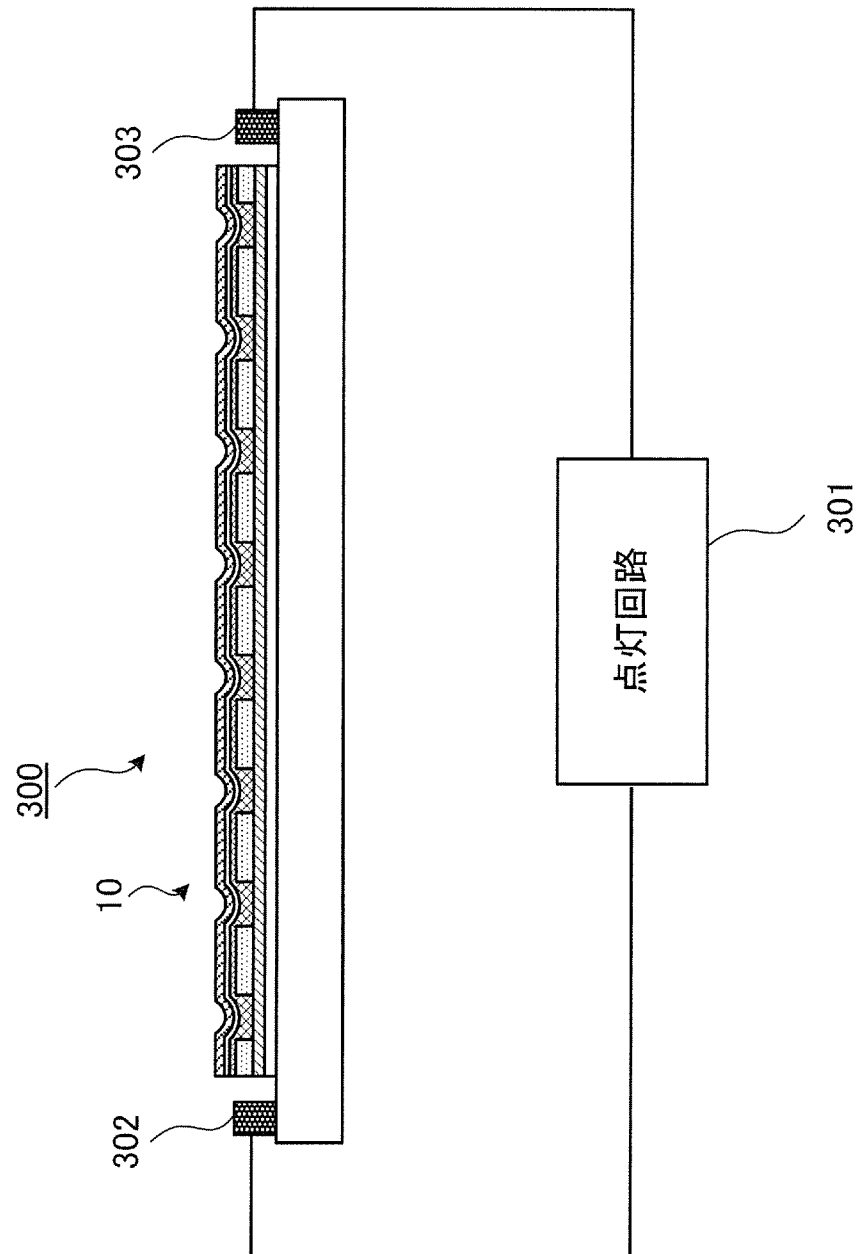
(f)



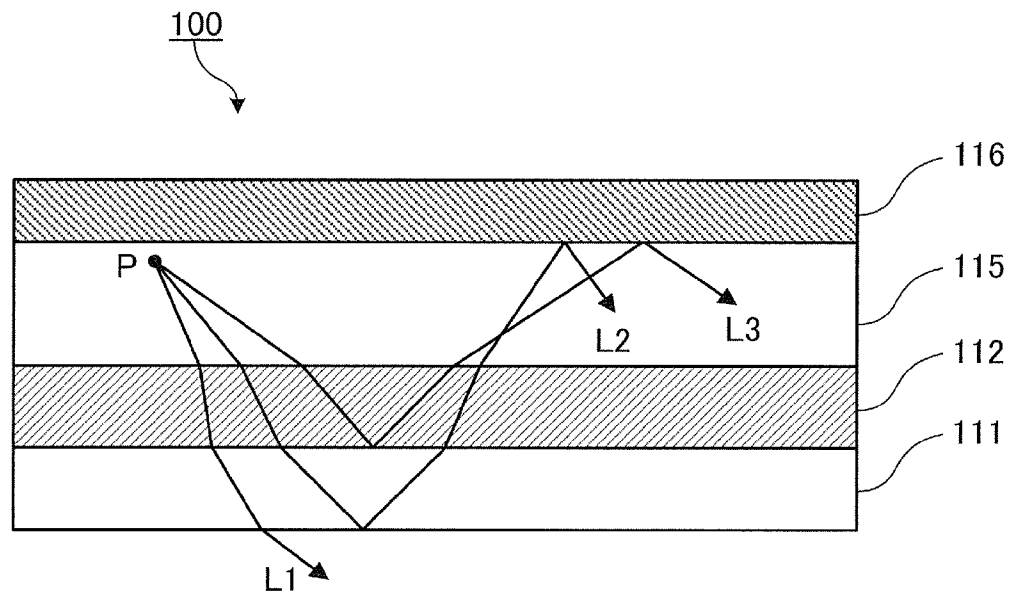
[図17]



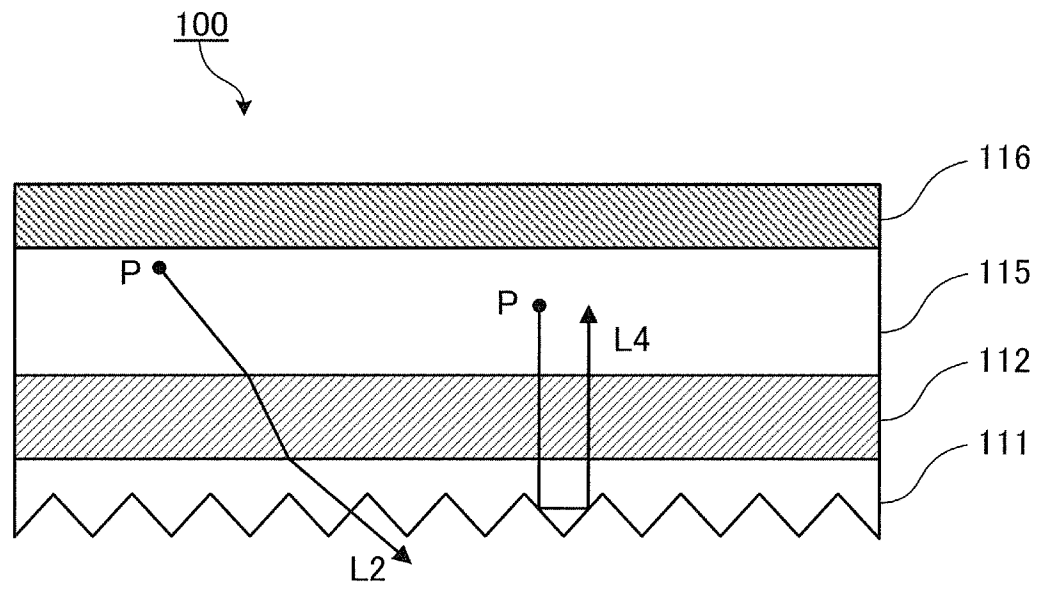
[図18]



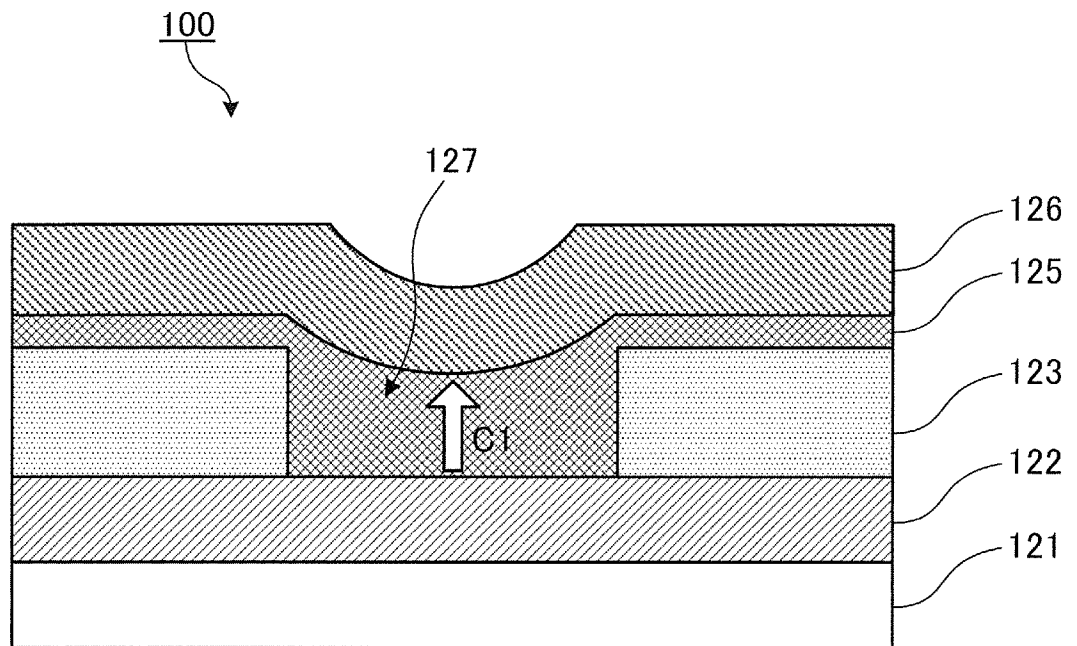
[図19]



[図20]



[図21-1]



A cross-sectional view of a semiconductor device 100. The device consists of a substrate 121 with a central region 127. Above the substrate, there are several layers: a layer 122, a layer 123, a layer 125, and a top layer 126. The central region 127 is defined by a recessed area in the top layer 126 and the underlying layers 125, 123, and 122. Two arrows labeled C2 point towards the central region 127, indicating a specific direction or process. The label 100 points to the entire device structure.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081781

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/02(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i, H05B33/28(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)

H05B33/02, H01L51/50, H05B33/10, H05B33/22, H05B33/26, H05B33/28

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.
X Y	WO 2011/043210 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 14 April 2011 (14.04.2011), paragraphs [0001], [0099], [0112]; fig. 1, 6 (Family: none)	1-9, 11-13 10
X	WO 2010/067861 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 17 June 2010 (17.06.2010), paragraphs [0037], [0059], [0066], [0071], [0072], [0098], [0112]; fig. 8, 12, 16 & TW 201031263 A	1-9, 11-13

☒ 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
26 December, 2013 (26.12.13)

Date of mailing of the international search report
14 January, 2014 (14.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081781

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-82192 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 21 April 2011 (21.04.2011), fig. 1 & US 2012/0267614 A1 & EP 2458937 A1 & WO 2011/010503 A1 & TW 201116150 A & CN 102474929 A	10

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, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i, H05B33/28(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（I P C））

Int.Cl. H05B33/02, H01L51/50, H05B33/10, H05B33/22, H05B33/26, H05B33/28

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
X	WO 2 0 1 1 / 0 4 3 2 1 0 A 1 （昭和電工株式会社）2 0 1 1 . 0 4 . 1 4、段落【0 0 0 1】、【0 0 9 9】、【0 1 1 2】、図1、6	1-9、11-13
Y	（ファミリーなし）	10
X	WO 2 0 1 0 / 0 6 7 8 6 1 A 1 （昭和電工株式会社）2 0 1 0 . 0 6 . 1 7、段落【0 0 3 7】、【0 0 5 9】、【0 0 6 6】、【0 0 7 1】、【0 0 7 2】、【0 0 9 8】、【0 1 1 2】、図8、12、16 & TW 201031263 A	1-9、11-13

☒ 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

2 6 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 1 . 2 0 1 4

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）

中山 佳美

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

20

3911

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	J P 2011-82192 A (昭和電工株式会社) 2011. 04. 21、図1 & US 2012/0267614 A1 & EP 2458937 A1 & WO 2011/010503 A1 & TW 201116150 A & CN 102474929 A	10