(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 7 月 3 日(03.07.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/103892 A1

(51) 国際特許分類:
H05B 33/02 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01) *H05B 33/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/084151

(22) 国際出願日: 2013 年 12 月 19 日(19.12.2013)

(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 2012-288518 2012 年 12 月 28 日(28.12.2012) 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１３番９号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 下平 祥貴(SHIMODAIRA Yoshiki); 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目１３番９号 昭和電工株式会社内 Tokyo (JP). 山▲崎▼ 祐介(YAMAZAKI Yusuke); 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目１３番９号 昭和電工株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

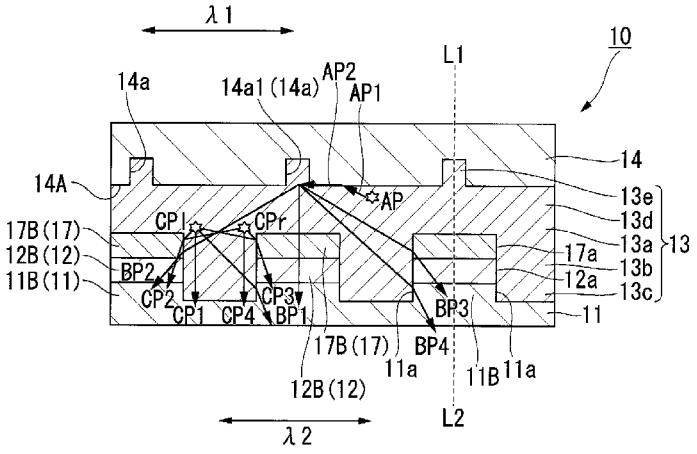
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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 EL ELEMENT AND IMAGE DISPLAY DEVICE AND LIGHTING DEVICE PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称 : 有機ＥＬ素子並びにそれを備えた画像表示装置及び照明装置



(57) **Abstract**: This organic EL element (10) is provided with a first electrode (12), an organic layer (13) containing a light-emitting layer comprising an organic EL material, and a second electrode (14) in this order on a substrate (11), and is configured to pull light from the first electrode side to the outside. The second electrode (14) comprises a plurality of emission origin points that are cyclically arranged on the surface (14A) of the organic layer side thereof. A dielectric layer (17) that has a lower refractive index than the organic layer (13) and that comprises a plurality of openings is provided between the first electrode (12) and the second electrode (14). The organic layer (13) comprises an opening inner surface covering section (13a) that covers the inner surface of the openings (17A). A cycle (λ1) in which the openings (17A) are arranged and a cycle (λ2) in which the emission origin points (14a) are arranged correspond in at least one in-plane direction of the element.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/103892 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

この有機ＥＬ素子（１０）は、基板（１１）上に、第１電極（１２）と、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層（１３）と、第２電極（１４）とを順に具備し、第１電極側から外部に光を取り出すように構成された有機ＥＬ素子（１０）であって、第２電極（１４）は、その有機層側の表面（１４Ａ）に周期的に配置される複数の放射起点部（１４ａ）を有するものであり、第１電極（１２）と第２電極（１４）との間に、有機層（１３）の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部を備えた誘電体層（１７）を具備し、有機層（１３）は、開口部（１７Ａ）の内側面を被覆する開口内側面被覆部（１３ａ）を有し、開口部（１７Ａ）が配置される周期λ１と放射起点部（１４ａ）が配置される周期λ２とが、少なくとも素子面内の一方向において一致するものである。

明　細　書

発明の名称 ：

有機ＥＬ素子並びにそれを備えた画像表示装置及び照明装置

技術分野

[0001] 本発明は、有機ＥＬ素子並びにそれを備えた画像表示装置及び照明装置に関するものである。本願は、２０１２年１２月２８日に、日本に出願された特願２０１２－２８８５１８に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 有機ＥＬ素子は、広視野角、高速応答、鮮明な自発光表示等の特徴を有し、また、薄型軽量で低消費電力であること等の理由から、次世代の照明装置や画像表示装置等の柱として期待されている。

有機ＥＬ素子は、有機発光層で発生した光が取り出される向きに応じて、支持基板側から光が取り出されるボトムエミッション型と、支持基板の反対側から光が取り出されるトップエミッション型とに分けられる。

[0003] ボトムエミッション型の有機ＥＬ素子において、発光層で発光した光のうち、透明基板に垂直に入射した光は透明基板を透過して素子の外部に取り出される。発光層で発光した光のうち、透明基板（例えば、ガラス（屈折率：１．５２））と空気（屈折率：１．０）との界面に臨界角以下の小さい入射角（入射光線と入射する界面の法線がなす角度）で入射した光も、その界面で屈折して素子の外部に取り出される。本明細書では、これらの光を外部モード（External Mode）光という。

これに対して、発光層で発光した光のうち、透明基板と空気との界面に臨界角より大きい入射角で入射した光はその界面で全反射されて素子の外部に取り出されず、最終的に材料に吸収されうる。本明細書では、この光を基板モード（Substrate Mode）光といい、これによる損失を基板損失という。

発光層で発光した光のうち、透明導電性酸化物からなる陽極（例えば、酸

化インジウム錫（ＩＴＯ（屈折率：１．８２））と透明基板（例えば、ガラス（屈折率：１．５２））との界面に臨界角より大きい入射角で入射した光もその界面で全反射されて素子の外部に取り出されず、最終的に材料に吸収されうる。本明細書では、この光を導波モード（Waveguide Mode）光といい、これによる損失を導波損失という。

発光層で発光した光のうち、金属陰極等の金属層表面に入射して金属陰極の自由電子振動と結合し、表面プラズモンポラリトン（SPP；Surface Plasmon Polariton）として金属陰極の表面に捕捉された光も素子の外部に取り出されず、最終的に材料に吸収されうる。本明細書では、この光をSPPモード光（SPP Mode）といい、これによる損失をプラズモン損失という。

[0004] 有機ＥＬ素子の光取り出し効率（発光層で発光した光に対して素子の外部に取り出される光の割合）は一般に２０％程度に留まっている（例えば、特許文献１）。すなわち、発光層で発光した光のうち、約８０％が損失となっており、これらの損失を低減して光の取り出し効率を向上させることが大きな課題となっている。

ここで、基板モード光の取り出しについては透明基板上に光拡散シートなどを設けることで対処できる（例えば、特許文献２）。しかし、導波モード光及びSPPモード光の低減や取り出し、特にSPPモード光の低減や取り出しについては研究が緒に就いたばかりといえる。

[0005] 導波モード光は、光が高屈折率材料から低屈折率材料に入射する際に全反射が起きることにより生じる。そのため、導波モード光を低減するには全反射を起きにくくする、あるいは、全反射を生じる光の割合を低減することによって導波モード光を低減する方策が知られている。

特許文献３には、有機発光層の近傍に有機発光層や透明電極よりも屈折率の高い高屈折率層を挿入する構成が開示されている。特許文献２には、有機発光層及び透明電極に有機発光層及び透明電極よりも低屈折率の微粒子を分散させることで、等価的に有機発光層及び透明電極の屈折率を下げる構成が開示されている。

[0006] 特許文献４及び特許文献５には、基板上に順に形成された陽極層及び誘電体層にキャビティを有する構成が開示されている。

このキャビティの側面（基板に対して垂直に延びる界面）に入射する光は、この界面において基板側に屈折する。基板側に屈折した光は、陽極と基板の界面、及び基板と空気の界面で全反射を生じる光の割合を低減することができる。

[0007] 一方、金属層の表面に捕捉されたSPPモード光を取り出す方法として、金属層の表面に周期的な凹凸構造を形成する構成が知られている（特許文献６～９）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２００８－２１０７１７号公報

特許文献2：特開２０１１－２４３６２５号公報

特許文献3：特開２０１１－２３３２８８号公報

特許文献4：特表２００３－５２２３７１号公報

特許文献5：特開２０１１－８２１９２号公報

特許文献6：特開２００６－３１３６６７号公報

特許文献7：特開２００９－１５８４７８号公報

特許文献8：特表２００５－５３５１２１号公報

特許文献9：特開２００４－３１３５０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、SPPモード光を有機層中に伝播光として取り出しても、その光が導波モード光となって素子の外部に取り出すことができなければ、光取り出し効率を向上させることができない。

[0010] 本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、SPPモード光及び導波モード光を効果的に取り出して光取り出し効率が向上した有機ＥＬ素子並びにそ

れを備えた画像表示装置及び照明装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは、まず、SPPモード光を伝播光として取り出し、その次に、その伝播光を導波モード光とせずに素子の外部に取り出すという２ステップの光取り出し機構を想定して多数の構造の中から、光取り出し効率を向上させる有効な構造を鋭意検討した。

光取り出し効率を直接計測することは困難であるため、シミュレーションに基づいて検討を行った。

[0012] ２ステップの光取り出し機構は、SPPモード光を生成し、生成されたSPPモード光を有機層中に伝播光として取り出すことを可能にする周期的に配置される複数の放射起点部を備えた第２電極側構造と、その伝播光として取り出した光を導波モード光とせずに外部に取り出すための第１電極側構造とからなる。

[0013] 第２電極側構造の放射起点部とは、金属をはじめとする光反射性の材料からなる第２電極表面に捕捉されたSPPモード光が伝播光として再放射される起点になる部分である。

平坦な金属表面に生成されるSPPモード光の角振動数をω、波数ベクトルをk_{sp}とすると、この分散関係は、金属の誘電率の実部ε_mと、金属表面に接触する誘電体の誘電率ε_dによって決まる。近似的には、次式（１）によって与えられる（ｃは入射光の速さ）。

[数1]

$$k_{sp} = \frac{\omega}{c}\sqrt{\frac{\varepsilon_d \cdot \varepsilon_m}{(\varepsilon_d + \varepsilon_m)}} \qquad \cdots (1)$$

一方、誘電体中を伝播する光の波数の大きさは次の式（２）によって与えられる。

[数2]

$$k = \frac{\omega}{c}\sqrt{\varepsilon_d} \qquad \cdots (2)$$

第２電極として用いられる金属等の材料においては、$\varepsilon_m < 0$なので、式（２）はＳＰＰモード光の波数k_{sp}より小さく、式（１）の分散曲線と交点をもたない。そのため、誘電体中の伝播光では金属表面に直接ＳＰＰモード光を励起することはできない。平坦な金属表面に存在するＳＰＰモード光を直接、誘電体中に伝播光として取り出すこともできない。

[0014] 有機ＥＬ素子においても、第２電極の有機層側表面が平坦であって凹凸構造を有さない場合には、SPPモード光は有機層に取り出されることなく熱損失となってしまう。しかし、第２電極表面に凹凸構造を設けると、この凹凸構造を中心として有機層中へＳＰＰモード光が伝播光として再放射される。すなわち、第２電極側構造のこの凹凸構造は放射起点部として機能する。

[0015] 次に、第１電極側構造について以下に説明する。

第１電極側構造としては、第１電極表面に対して垂直または垂直に近い屈折率の界面を導入した。この界面により、再放射された伝播光が屈折して、有機層と反対側の第１電極表面への入射角およびその表面からの出射角が小さくなる。

[0016] 本発明者らは、シミュレーションにより、放射起点部を有する第２電極側構造と、有機層中へ再放射された伝播光を第１電極から見て有機層と反対側に屈折させる、第１電極表面に対して垂直または垂直に近い界面を備えた第１電極側構造とを組み合わせることにより、かかる第２電極側構造及び第１電極側構造の単独の光取り出し効率の向上効果からは予測できないほどの顕著な効果を奏することを見い出し、本発明を完成させた。

[0017] 上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

（１）基板上に、第１電極と、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層と、第２電極とを順に具備し、前記第１電極側から外部に光を取り出すように

構成された有機ＥＬ素子であって、前記第２電極は、その前記有機層側の表面に周期的に配置される複数の放射起点部を有するものであり、前記第１電極と前記第２電極との間に、前記有機層の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部を備えた誘電体層を具備し、　前記有機層は、前記開口部の内側面を被覆する開口内側面被覆部を有し、前記開口部が配置される周期と前記放射起点部が配置される周期とが、少なくとも素子面内の一方向において一致することを特徴とする有機ＥＬ素子。

（２）第１電極と、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層と、第２電極とを順に具備し、前記第１電極側から外部に光を取り出すように構成された有機ＥＬ素子であって、前記第２電極は、その前記有機層側の表面に周期的に配置される複数の放射起点部を有するものであり、前記第１電極と前記第２電極との間に、前記有機層の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部を備えた誘電体層を具備し、前記有機層は、前記開口部の内側面を被覆する開口内側面被覆部を有し、前記開口部が配置される周期と前記放射起点部が配置される周期とが,少なくとも素子面内の一方向において一致することを特徴とする有機ＥＬ素子。

（３）前記第１電極は、前記開口部に連通する第１電極開口部を備え、　前記有機層はさらに、前記第１電極開口部の内側面を被覆する第１電極開口内側面被覆部を有することを特徴とする（１）に記載の有機ＥＬ素子。

（４）前記第１電極は、前記開口部に連通する第１電極開口部を備え、　前記有機層はさらに、前記第１電極開口部の内側面を被覆する第１電極開口内側面被覆部を有することを特徴とする（２）に記載の有機ＥＬ素子。

（５）前記基板は、前記第１電極開口部に連通する凹部を備え、前記有機層はさらに、前記凹部の内側面を被覆する凹内側面被覆部を有することを特徴とする（３）に記載の有機ＥＬ素子。

（６）前記有機層はさらに、前記誘電体層及び前記開口内側面被覆部と前記第２電極との間に配置される層状部を有することを特徴とする（１）～（５）のいずれか一項に記載の有機ＥＬ素子。

（７）前記放射起点部は、凹状又は凸状に形成されてなることを特徴とする（１）～（６）のいずれか一項に記載の有機ＥＬ素子。

（８）（１）～（７）のいずれか一項に記載の有機ＥＬ素子を備えたことを特徴とする画像表示装置。

（９）（１）～（７）のいずれか一項に記載の有機ＥＬ素子を備えたことを特徴とする照明装置。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、SPPモード光及び導波モード光を効果的に取り出して、光取り出し効率が向上した有機ＥＬ素子並びにそれを備えた画像表示装置及び照明装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第１の実施形態に係る有機ＥＬ素子（逆位相の構成）を説明するための断面模式図である。

[図2]放射起点部１４ａと開口部１７Ａの面内配置の例を示す平面模式図である。（ａ）は、放射起点部１４ａと開口部１７Ａが共にドット状となる構成の場合、（ｂ）は、放射起点部１４ａがドット状であり、開口部１７Ａがライン状となる構成の場合、（ｃ）は、放射起点部１４ａがライン状であり、開口部１７Ａがドット状となる構成の場合、（ｄ）は、放射起点部１４ａと開口部１７Ａが共にライン状となる構成の場合の例である。

[図3]図１の逆位相の構成に対して、同位相の構成のモデル構造を説明するための断面模式図である。

[図4]本発明の第２の実施形態に係る有機ＥＬ素子（逆位相の構成）を説明するための断面模式図である。

[図5]本発明の第３の実施形態に係る有機ＥＬ素子（逆位相の構成）を説明するための断面模式図である。

[図6]本発明の有機ＥＬ素子を備えた画像表示装置の一例を説明するための断面模式図である。

[図7]本発明の有機ＥＬ素子を備えた照明装置の一例を説明するための断面模

式図である。

[図8]本発明の第１の実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図9]本発明の第２の実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図10]本発明の第３の実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図11]本発明の第２の実施形態の有機ＥＬ素子の光取り出し効率のコンピュータシミュレーションの結果を示す図である。

[図12]図４の逆位相の構成に対して、同位相の構成のモデル構造を説明するための断面模式図である。

[図13]図１１のコンピュータシミュレーションを行ったモデル構造のサイズを説明するための断面模式図である。

[図14]本発明の第３の実施形態の有機ＥＬ素子の光取り出し効率のコンピュータシミュレーションの結果を示す図であり、（ａ）は周期が５００ｎｍのものであり、（ｂ）は周期が１０００ｎｍのものである。

[図15]図１４のコンピュータシミュレーションを行ったモデル構造のサイズを説明するための断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明を適用した有機ＥＬ素子並びにそれを備えた画像表示装置及び照明装置について、図面を用いてその構成を説明する。以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合がある。各構成要素の寸法比率などは実際と同じであるとは限らない。以下の説明において例示される材料、寸法等は一例であって、本発明はそれらに限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で適宜変更して実施することが可能である。

本発明において、第１電極及び第２電極は一方が陽極で他方が陰極であるが、以下では、第１電極を陽極、第２電極を陰極とする構成を例に挙げて説

明する。

本発明の有機ＥＬ素子は、トップエミッション型、ボトムエミッション型のいずれを適用してもよい。以下では、ボトムエミッション型の構成を例に挙げて説明する。

本発明の有機ＥＬ素子は本発明の効果を損ねない範囲で以下に記載していない層を備えてもよい。

[0021]（有機ＥＬ素子（第１の実施形態））

図１は、本発明の第１の実施形態に係る有機ＥＬ素子の一例を説明するための断面模式図である。

本発明の第１の実施形態に係る有機ＥＬ素子１０は、基板１１上に、陽極（第１電極）１２と、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層１３と、陰極（第２電極）１４とを順に具備する。陰極１４は、その有機層側の表面１４Ａに周期的に配置される複数の放射起点部１４ａを有する。陽極１２と陰極１４との間には、有機層１３の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部１７Ａ（図８（ｆ）参照）を備えた誘電体層１７を具備する。有機層１３は、開口部１７Ａの内側面７ａを被覆する開口内側面被覆部１３ａを有する。開口部１７Ａが配置される周期λ１と放射起点部１４ａが配置される周期λ２とは、少なくとも素子面内の一方向において一致する。

図１に示す例では、陽極１２は、開口部１７Ａに連通する陽極開口部（第１電極開口部）１２Ａ（図８（ｇ）参照）を備え、基板１１は、陽極開口部１２Ａに連通する凹部１１Ａ（図８（ｈ）参照）を備える。

[0022] 有機層１３はさらに、放射起点部１４ａの形状に対応する部分（図１の例では、凸部１３ｅ）と、陽極開口部１２Ａの内側面１２ａを被覆する陽極開口内側面被覆部（第１電極開口内側面被覆部）１３ｂと、凹部１１Ａの内側面１１ａを被覆する凹内側面被覆部１３ｃとを有するものである。有機層１３のうち、放射起点部１４ａの形状に対応する部分１３ｅは、図１のように放射起点部１４ａが凹状であれば、凸状になるし、放射起点部１４ａが凸状であれば、凹状になる。

図１に示す構成はボトムエミッション型の有機ＥＬ素子の場合のものである。トップエミッション型素子の場合は、基板１１は、陰極１４の有機層１３とは反対側に配置される。

図１に示す例では、有機層１３はさらに、誘電体層１７及び開口内側面被覆部１３ａと陰極１４との間に配置される層状部１３ｄを有する。このように、有機層１３は、符号１３ａ～１３ｅで示す部分全てを備える構成でも、層状部１３ｄを有さず、符号１３ａ～１３ｃ及び１３ｅで示す部分を備える構成でもよい。

開口内側面被覆部１３ａ、陽極開口内側面被覆部１３ｂ及び凹内側面被覆部１３ｃは、有機層を構成する層のうちの一部によって構成されていてもよい。

上記のように誘電体層１７の周辺の構造について屈折率の比較を行う場合には、有機層の屈折率とは、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む全ての層の平均の屈折率をいう。後述する他の実施形態の場合も同様である。

[0023] 開口部１７Ａ、陽極開口部１２Ａ及び凹部１１Ａの形状はそれらの内側面で光を基板側へ屈折させる効果を奏するものであれば特に限定はされない。導波モード光を陽極面に対しより垂直方向寄りに屈折させる観点からは基板１１側の開口部底面積より陰極１４側の開口部上面積が小さい形状が好ましい。光線を屈折させることなくまっすぐ基板まで取り出す観点からは陰極１４側の開口部上面積より基板１１側の開口部底面積が小さい形状が好ましい。導波モード光を屈折させ、より少ない伝播距離で取り出す観点からは開口部両底面の面積が小さいほど好ましいので、これら形状自体のサイズが小さいことが望ましい。

図１で示した例では、開口部１７Ａ、陽極開口部１２Ａ及び凹部１１Ａの内側面は陽極表面および基板面に対して直交して配置される構成であるが、かかる構成に限定されない。これらの内側面が基板面に対する角度は４５°以上が好ましく、６０°以上がより好ましく、７５°以上がより一層好ましい。これらの内側面をこのような角度とすることにより、発光位置から陽極

側へ向かう光（例えば、図１のＣＰ１～ＣＰ３で示した光）とＳＰＰモード光から再放射された伝播光（例えば、図１のＢＰ１～ＢＰ４で示した光）がこれらの内側面に外側から入射して基板側に屈折し、基板の外表面から外部へ取り出される。

[0024] この有機ＥＬ素子１０は、発光層で発光した光を基板側から取り出すボトムエミッション型の有機ＥＬ素子である。そのため、基板１１は透光性の基板であり、通常、可視光に対して透明であることが必要である。ここで、「可視光に対し透明である」とは、発光層から発する波長の可視光を透過することができればよいという意味であり、可視光領域全域にわたり透明である必要はない。４００～７００ｎｍの可視光における透過率が５０％以上で、平滑な基板が好ましい。

[0025] 基板１１の材料として具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。またポリマー板としては、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。

発光光が可視光でない場合は、少なくとも発光波長領域に対して、可視光の場合と同様に透明であることが必要である。透過率としては、発光が最大強度となる波長に対し、５０％以上であることが好ましく、７０％以上であることが更に好ましい。

[0026] 本実施形態に係る有機ＥＬ素子の構成がトップエミッション型である場合は、上記と同様な材料の他に、不透明な材料も使用できる。具体的には、例えばＣｕ、Ａｇ、Ａｕ、Ｐｔ、Ｗ、Ｔｉ、Ｔａ、Ｎｂ、ＡｌＩの単体、またはこれらの元素を含んだ合金、あるいはステンレスなどの金属材料、Ｓｉ、ＳｉＣ、ＡｌＮ、ＧａＮ、ＧａＡｓ、サファイアなどの非金属材料、その他のトップエミッション型の有機ＥＬ素子で通常用いられる基板材料を用いること

ができる。素子の発光に伴い生じる熱を逃がすため、熱伝導率の高い材料を基板に用いることが好ましい。

[0027] 基板１１の厚さは、要求される機械的強度にもよるし、限定されるものではない。好ましくは、０．０１ｍｍ～１０ｍｍ、より好ましくは０．０５ｍｍ～２ｍｍである。

但し、本実施形態では、基板１１は複数の凹部１１Ａを備えるので、より精確に加工しやすい材料であるのが好ましい。好ましい材料としては限定されるものではないが、例えば、石英が挙げられる。

複数の凹部１１Ａはそれぞれ、陽極開口部１２Ａを介して、誘電体層１７の開口部１７Ａに連通しているため、開口部１７Ａと同じ配列をとる。すなわち、凹部１１Ａは、平面視でドット状の凹部（離散配置する凹部）、ライン状（平行ストライプ状）の凹部、およびこれらを面内で複合したもののいずれでもよい。凹部１１Ａの素子面内方向の配列は放射起点部１４ａの周期配列に合わせて、１次元的な配列でも２次元的な配列でもよい。

[0028] 陽極１２は、複数の陽極開口部１２Ａ（図８（ｇ）参照）を備えている。その陽極開口部１２Ａの内側面１２ａが有機層１３によって被覆されている（陽極開口内側面被覆部１３ｂ）。陽極１２の上面は誘電体層１７によって被覆されている。陽極開口内側面被覆部１３ｂは内側面１２ａを被覆していれば、陽極開口部１２Ａを充填する構成でも、一部を埋める構成でもよい。

複数の陽極開口部１２Ａはそれぞれ、開口部１７Ａに連通しているため、開口部１７Ａと同じ配列をとる。すなわち、陽極開口部１２Ａは、平面視でドット状の開口部（離散配置する開口部）、ライン状の開口部、およびこれらを面内で複合したもののいずれでもよい。陽極開口部１２Ａの素子面内方向の配列は放射起点部１４ａの周期配列に合わせて、１次元的な配列でも２次元的な配列でもよい。

[0029] 陽極１２は陰極１４との間で電圧を印加し、陽極１２より発光層に正孔を注入するための電極である。仕事関数の大きい金属、合金、導電性化合物、あるいはこれらの混合物からなる材料を用いることが好ましい。陽極１２に

接する有機層１３のＨＯＭＯ（Highest Occupied Molecular Orbital）準位との差が過大にならないように仕事関数が４ｅＶ以上６ｅＶ以下のものを用いるのが好ましい。陽極１２の材料としては透光性でかつ導電性の材料であれば特に制限はない。例えば、酸化インジウム錫（ＩＴＯ）、酸化インジウム亜鉛（ＩＺＯ）、酸化錫、酸化亜鉛などの透明無機酸化物、ＰＥＤＯＴ：ＰＳＳ、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プした導電性高分子、カーボンナノチューブ、グラフェンなどの透明カーボン材料を挙げることができる。ここにおいて、陽極２は、基板１上に例えば、スパッタ法、真空蒸着法（抵抗加熱蒸着法や電子ビーム蒸着法）、ＣＶＤ法、イオンプレーティング法、塗布法などによって形成することができる。

[0030] 陽極１２の厚さは限定されるものではないが、例えば１０～２０００ｎｍであり、好ましくは５０～１０００ｎｍである。陽極１２の厚さが１０ｎｍより薄いと誘電体層17の体積を大きくしにくくなり、導波モード光の散乱がされにくくなる。陽極１２の厚さが２０００ｎｍより厚いと有機層１３の平坦度を保てなくなると共に、陽極の透過率が低下する。

[0031] 誘電体層１７は、有機層１３の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部１７Ａを備えている。この開口部１７Ａの内側面１７ａは有機層１３によって被覆されている（開口内側面被覆部１３ａ）。開口内側面被覆部１３ａは内側面１７ａを被覆していれば、開口部１７Ａを充填する構成でも、一部を埋める構成でもよい。

複数の開口部１７Ａはそれぞれ、陽極開口部１２Ａを介して、凹部１１Ａに連通している。すなわち、開口部１７Ａは、平面視でドット状の開口部（離散配置する開口部）、ライン状（平行ストライプ状）の開口部、およびこれらを面内で複合したもののいずれでもよい。開口部１７Ａの素子面内方向の配列は放射起点部の周期配列に合わせて、１次元的な配列でも２次元的な配列でもよい。

[0032] 誘電体層１７の材料としては、透光性でかつ有機層１３の屈折率より低い

屈折率を有する材料であれば特に制限はない。例えば、ＳＯＧ（代表的な屈折率：１．２５）、MgF_2（代表的な屈折率：１．３８）等の金属フッ化物、ＰＴＦＥ等の有機フッ素化合物、SiO_2（代表的な屈折率：１．４５）、各種の低融点ガラス、多孔性物質が挙げられる。

誘電体層１７の厚さは限定されるものではないが、例えば１０～２０００ｎｍであり、好ましくは５０～１０００ｎｍである。誘電体層１７の厚さが１０ｎｍより薄いと有機層も薄く形成しなければならず、このため突き抜け電流を生じやすくなって内部量子効率が低下する。誘電体層１７の厚さが２０００ｎｍより厚いと有機層１３の平坦度を保ちにくくなる。

[0033] 陰極１４は、その有機層側の表面１４Ａに周期的に配置される複数の放射起点部１４ａを有する。図１に示す例では、その放射起点部１４ａは、平面視して誘電体層１７の開口部１７Ａ以外の部分（誘電体層１７の実質的部分）１７Ｂに重なる位置に配置されるが、特にこの位置関係に限定されない。図１に示す例では、放射起点部１４ａはさらに、平面視して陽極１２の陽極開口部１２Ａ以外の部分（陽極１２の実質的部分）１２Ｂ及び基板１１の凹部１１Ａ以外の部分（基板１１の実質的部分）１１Ｂに重なる位置に配置されるが、特にこの位置関係に限定されない。

[0034] 陰極１４は、発光層に電子を注入するための電極であり、仕事関数の小さい金属、合金、導電性化合物、あるいはこれらの混合物からなる材料を用いることが好ましい。陰極１４に接する有機層１３のＬＵＭＯ(Lowest Unoccupied Molecular Orbital)準位との差が過大にならないように仕事関数が１．９ｅＶ以上５ｅＶ以下のものを用いるのが好ましい。具体的には、例えば、Ａｌ、ＭｇＡｇ合金、ＡｌＬｉやＡｌＣａ等のＡｌとアルカリ（土類）金属との合金等の材料を例示することができる。

陰極１４の厚さ（放射起点部１４ａを含めた厚さ）は限定されるものではないが、例えば３０ｎｍ～１μｍであり、好ましくは５０～５００ｎｍである。陰極１４の厚さが、３０ｎｍより薄いとシート抵抗が増加して、駆動電圧が上昇する。陰極１４の厚さが、１μｍより厚いと成膜時の熱や放射線に

よるダメージ、膜応力による機械的ダメージが電極や有機層に蓄積する。

[0035] 図１に示す放射起点部１４ａは凹形状を有するものであるが、凹形状に限定されず、凸形状、凹凸形状などの形状でもよい。平面視したときの放射起点部１４ａの一つ一つの形状は、ドット状の凹凸（離散配置する凹凸）、ライン状（平行ストライプ状）の凹凸等の形状でもよい。

一つの放射起点部１４ａ（放射起点部の単位構造）は、１個の凹または凸構造からなるものでも、複数の起伏をなす凹凸構造からなるものでもよい。中でも、一つの放射起点部１４ａは、平面視して誘電体層１７の開口部１７Ａ以外の部分（誘電体層１７の実質的部分）のサイズより小さいことが好ましい。

複数の放射起点部１４ａの面内方向の周期配列は、１次元的な配列でも２次元的な配列でもよい。

[0036] 複数の放射起点部１４ａが配置される周期は、SPPモード光が伝播できる１０μｍ以下であることが好ましい。このような周期とすることで、ＳＰＰモード光が熱として散逸する前に、放射起点部１４ａによってＳＰＰモード光を散乱させ、伝播光として再放射させることが可能となる。

放射起点部１４ａの配置の周期は、誘電体層１７における開口部１７Ａの配置の周期と少なくとも面内の一方向について同じである。ここで、面内の一方向について周期が同じであるとは、放射起点部１４ａの周期構造に対応する実格子ベクトルの１つと、開口部１７Ａの周期構造に対する実格子ベクトルの一つが互いに一致していることを意味する。

[0037] 図２（ａ）は、放射起点部１４ａと開口部１７Ａが共にドット状となる構成の場合の面内配置の例である。各々の図中に実線の矢印で図示されているものが、放射起点部１４ａと開口部１７Ａとで共通する実格子ベクトルである。この構成の場合、放射起点部１４ａと開口部１７Ａは、図２（ａ）の左図のようにもう１つの実格子ベクトル（点線矢印）についても互いに一致していることが好ましい。

図２（ｂ）は、放射起点部１４ａがドット状であり、開口部１７Ａがライン

状となる構成の場合の面内配置の例である。各々の図中に実線の矢印で図示されているものが、放射起点部１４ａと開口部１７Ａとで共通する実格子ベクトルである。この構成の場合、図２（ｂ）の左側の三つの図のように、放射起点部１４ａの中心が開口部１７Ａの中心線上、または隣り合う開口部１７Ａの丁度中間に位置することが好ましい。

図２（ｃ）は、放射起点部１４ａがライン状であり、開口部１７Ａがドット状となる構成の場合の面内配置の例である。各々の図中に実線の矢印で図示されているものが、放射起点部１４ａと開口部１７Ａとで共通する実格子ベクトルである。この構成の場合、図２（ｃ）の左側の三つの図のように、開口部１７Ａの中心が放射起点部１４ａの中心線上、または隣り合う開口部１７Ａの丁度中間に位置することが好ましい。

図２（ｄ）は、放射起点部１４ａと開口部１７Ａが共にライン状となる構成の場合の面内配置の例である。各々の図中に実線の矢印で図示されているものが、放射起点部１４Ａと開口部１７Ａとで共通する実格子ベクトルである。この構成の場合、図２（ｄ）の左側の二つの図のように、放射起点部１４ａの中心線は、開口部１７Ａの中心線上、または隣り合う１７Ａの丁度中間に位置することが好ましい。

[0038] 有機層１３は、開口部１７Ａの内側面１７ａを被覆する開口内側面被覆部１３ａと、陽極開口部１２Ａの内側面１２ａを被覆する陽極開口内側面被覆部１３ｂと、凹部１１Ａの内側面１１ａを被覆する凹内側面被覆部１３ｃと、放射起点部１４ａの形状に対応する部分１３ｅとを有する。図１に示す例ではさらに、誘電体層１７及び開口内側面被覆部１３ａと陰極１４との間に配置される層状部１３ｄを有する。

発光層の材料としては、有機ＥＬ素子用の材料として知られる任意の材料を用いることができる。

[0039] 有機層１３は、有機ＥＬ材料からなる発光層の他、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層等を備えてもよい。

正孔注入層は陽極１２から発光層１３への正孔注入を助ける層である。こ

のような正孔注入層としてはより低い電界強度で正孔を発光層に注入する材料が好ましい。正孔注入層を形成する材料としては、上記の機能を備えるものであれば特に制限はなく、公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。正孔輸送層は、発光領域まで正孔を輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常５．５ｅＶ以下と小さい。正孔輸送層を形成する材料としては、上記の機能を備えるものであれば特に制限はなく、公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

[0040] 電子注入層は陰極１４から有機層１３への電子注入を助ける層である。このような電子注入層としてはより低い電界強度で電子を有機層１３に注入する材料が好ましい。電子注入層を形成する材料としては、上記の機能を備えるものであれば特に制限はなく、公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。電子輸送層は発光領域まで、電子を輸送する層であって、電子移動度が大きい。電子輸送層を形成する材料としては、上記機能を備えるものであれば特に制限はなく、公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

[0041] 有機層１３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、スピンコート法、スプレーコート法、ダイコート法、グラビア印刷法など、湿式プロセスによって成膜してもよい。

有機層１３の厚さは限定されるものではないが、例えば５０～２０００ｎｍであり、好ましくは１００～１０００ｎｍである。有機層１３の厚さが、５０ｎｍより薄いと突き抜け電流による内部量子効率の低下や損失性表面波モードカップリング（lossy surface wave mode coupling）など、陰極１４によるSPPカップリング以外の消光が起こる。有機層１３の厚さが、２０００ｎｍより厚いと駆動電圧が上昇する。

[0042] 次に、本実施形態の有機ＥＬ素子の作用効果を、図１を用いて模式的に説明する。図１に矢印で示した光の伝播の仕方は、作用効果の原理をわかりやすく説明するために模式的に示したものである。

[0043] 有機層１３に含まれる発光層のＡＰ点で発光した光のうち一部（ＡＰ１）は、発光点の周りの近接場を介し、陰極１４の表面１４ＡにＳＰＰモード光として捕捉される。このようなＳＰＰモード光へのエネルギー移動は、陰極が金属層からなる一般的な有機ＥＬ素子において、発光分子と金属層が近い場合に生じることが広く知られている。このＳＰＰモード光は表面１４Ａに沿って移動して（矢印ＡＰ２）、放射起点部１４ａ$_1$（１４ａ）で放射されて伝播光となる。さらに誘電体層１７等を透過して基板１１に入射し（矢印ＢＰ１、ＢＰ２、ＢＰ３、ＢＰ４）、基板外に取り出される。

ここで、有機層１３のＡＰ点で発光した光は全方位に進むので矢印ＡＰ１以外の方向に進む光も当然存在する。矢印ＡＰ１は本発明の作用効果を説明するために、そのうちの一部の光の伝播を模式的に示している。矢印ＡＰ２及び矢印ＢＰ１～ＢＰ４で示した光、並びに後述する矢印ＣＰ１～ＣＰ４で示した光についても一部の光の伝播を模式的に示している。

[0044] 放射起点部１４ａ$_1$（１４ａ）で再放射された、矢印ＢＰ１～ＢＰ４で示した伝播光のうち、光ＢＰ１は基板１１に対して垂直に基板側に進む光である。この光は、有機層１３と誘電体層１７との界面、誘電体層１７と陽極１２との界面及び陽極１２と基板１１との界面でも屈折することなく、誘電体層１７内、陽極１２内、基板１１内を進み、外部に取り出される。

放射起点部１４ａ$_1$（１４ａ）で再放射された光ＢＰ２は、有機層１３ａ（１３）と誘電体層１７との界面（開口部１７Ａの内側面１７ａ）で屈折し、誘電体層１７を透過し、誘電体層１７と陽極１２との界面で屈折して陽極１２内を進み、陽極１２と基板１１との界面で屈折した後、基板１１内を通って外部に取り出されうる。

ここで、光ＢＰ２が有機層１３から誘電体層１７へ進む際、有機層１３ａ（１３）と誘電体層１７との界面（開口部１７Ａの内側面１７ａ）における屈折により、陽極１２及び基板１１への入射角が小さい角度（基板１１の法線方向により近い角度）に変わる。陽極１２と基板１１（例えば、ガラス）の界面または基板１１と空気との界面に臨界角以上の角度で入射すると光は

全反射するが、この開口部１７Ａの内側面１７ａでの屈折により光の進行方向が基板１１の法線寄りに変わる。そのため、陽極１２と基板１１の界面及び基板１１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する。すなわち、開口部１７Ａの内側面１７ａを備える構成を有することにより、光取り出し効率が向上する。

光ＢＰ３も、有機層１３ａ（１３）と誘電体層１７との界面（開口部１７Ａの内側面１７ａ）における屈折により、光の進行方向が基板１１の法線寄りに変わる。従って、光ＢＰ２と同様に、陽極１２と基板１１の界面及び基板１１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する効果が得られる。

さらに、光ＢＰ４が、有機層１３ｃ（１３）と基板１１の凸部１１Ｂとの界面（凹部１１Ａの内側面１１ａ）で屈折する場合にも、この屈折により光の進行方向が基板１１の法線寄りに変わる。従って、同様に、陽極１２と基板１１の界面及び基板１１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する効果が得られる。

[0045] この構成においては、陰極１４と陽極１２との間の最短距離近傍が最も電流密度が高く、発光量が多くなる。有機層１３に含まれる発光層のＣＰＩ及びＣＰｒ点での発光はこの発光量が多い点での発光を模式的に示すものである。

有機層１３に含まれる発光層のＣＰＩ点で発光した光のうち、光ＣＰ１は基板１１に対して垂直方向に基板側に進む光であり、有機層１３と基板１１との界面で屈折することなく基板１１内を進み、外部に取り出される。

光ＣＰ２は、有機層１３ａ（１３）と誘電体層１７Ｂ（１７）との界面（開口部１７Ａの内側面１７ａ）で屈折し、誘電体層１７Ｂ（１７）を透過し、誘電体層１７Ｂ（１７）と陽極１２との界面で屈折して陽極１２内を進み、陽極１２と基板１１との界面で屈折した後、基板１１内を通って外部に取り出されうる。

ここで、光ＣＰ２が有機層１３から誘電体層１７へ進む際、有機層１３ａ

（１３）と誘電体層１７Ｂ（１７）との界面（開口部１７Ａの内側面１７ａ）における屈折により、光の進行方向が基板１１の法線寄りに変わる。光が、陽極１２と基板１１（例えば、ガラス）の界面または基板１１と空気との界面では臨界角以上の角度で入射すると光は全反射するが、この開口部１７Ａの内側面１７ａでの屈折により光の進行方向が基板１１の法線寄りに変わる。そのため、陽極１２と基板１１の界面及び基板１１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する。光ＣＰ３についても同様の効果が得られる。

さらに、ＣＰＩ点から有機層１３を通って進む光ＣＰ４が有機層１３ｃと基板１１の凸部１１Ｂとの界面（凹部１１Ａの内側面１１ａ）で屈折する場合にも、この屈折により光の進行方向が基板１１の法線寄りに変わる。従って、同様に、陽極１２と基板１１の界面及び基板１１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する効果が得られる。

有機層１３に含まれる発光層のＣＰｒ点で発光した光についても、ＣＰＩ点で発光した光と同様な効果が得られる。

[0046] このように、本発明の有機ＥＬ素子では、有機層に含まれる発光層で発光した光が、陰極表面にＳＰＰモード光として捕捉されても、そのＳＰＰモード光は陰極表面の放射起点部で伝播光として再放射されて取り出すことができる。さらにその陰極表面から取り出した伝播光を、有機層と誘電体層との界面（開口部の内側面）、及び、有機層と基板の凸部との界面（凹部の内側面）で基板の法線方向寄りへ屈折させて、基板から外部への光の取り出し量を増大させることができる。

[0047] 図３は、図１で示した有機ＥＬ素子１０と比較すると、誘電体層１７の開口部１７Ａ以外の部分１７Ｂと陰極１４の放射起点部１４ａとの相対位置が半周期ずれた構成の有機ＥＬ素子を示す断面模式図である。

図１に示した有機ＥＬ素子１０では、陰極１４の放射起点部１４ａは、平面視して誘電体層１７の開口部１７Ａ以外の部分（誘電体層の実質的な部分）１７Ｂに重なる位置に配置されている。特に図１に示した例では、基板面

に対し垂直な一断面において、陰極１４の放射起点部１４ａの基板１１に直交する中心軸Ｌ１が、誘電体層１７の開口部１７Ａ以外の部分１７Ｂの中心軸Ｌ２と一致する。以下において、陰極の放射起点と誘電体層の開口部以外の部分（誘電体層１７の実質的な部分）との相対位置関係が図１で示すような構成、すなわち、陰極１４の放射起点部１４ａが平面視して誘電体層の実質的な部分と重なる相対位置関係を有する構成を「逆位相」ということがある。

[0048] これに対して、図３に示す有機ＥＬ素子では、陰極１４の放射起点部１４ａは、平面視して誘電体層１７の開口部１７Ａ以外の部分（誘電体層の実質的な部分）１７Ｂに重ならない位置に配置されている。特に図３に示した例では、基板面に対し垂直な一断面において陰極１４の放射起点部１４ａの基板に直交する中心軸Ｌ１が誘電体層１７の開口部１７Ａ以外の部分１７Ｂの中心軸Ｌ２と半周期ずれた構成である。以下において、陰極１４の放射起点部１４ａと誘電体層１７の開口部１７Ａ以外の部分（誘電体層１７の実質的な部分）１７Ｂとの相対位置関係が図３で示すような構成、すなわち、陰極１４の放射起点部１４ａが平面視して誘電体層１７の実質的な部分１７Ｂと重ならない相対位置関係を有する構成を「同位相」ということがある。

本発明の有機ＥＬ素子は、「同位相」、「逆位相」のいずれの構成でもよい。後述するように、「同位相」と「逆位相」とでほぼ同程度の光取り出し効率が得られる。

[0049]（有機ＥＬ素子（第２の実施形態））

図４は、本発明の第２の実施形態に係る有機ＥＬ素子の一例を説明するための断面模式図である。

本発明の第２の実施形態に係る有機ＥＬ素子２０は、基板２１上に、陽極２２と、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層２３と、陰極２４とを順に具備する。陰極２４は、その有機層側の表面２４Ａに周期的に配置される複数の放射起点部２４ａを有する。陽極２２と陰極２４との間には、有機層２３の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部２７Ａ（図９（ａ

）参照）を備えた誘電体層２７を具備する。有機層２３は、開口部２７Ａの内側面２７ａを被覆する開口内側面被覆部２３ａを有し、開口部２７Ａが配置される周期λ１と放射起点部２４ａが配置される周期λ２とが、少なくとも素子面内の一方向において一致する。

第２の実施形態に係る有機ＥＬ素子について、陰極の放射起点部が平面視して誘電体層の実質的な部分と重なる相対位置関係を有する「逆位相」の構成を備える場合を例に挙げて説明する。

[0050] 有機層２３はさらに、放射起点部２４ａの形状に対応する部分（図４の例では、凸部２３ｃ）を備える。有機層２３はさらに、誘電体層２７及び開口内側面被覆部２３ａと陰極２４との間に配置される層状部２３ｂを有する。このように、有機層２３は、符号２３ａ～２３ｃで示す部分全てを備える構成でも、層状部２３ｂを有さず、符号２３ａ及び２３ｃで示す部分を備える構成でもよい。有機層２３のうち、放射起点部２４ａの形状に対応する部分は、図４のように放射起点部２４ａが凹状であれば、凸部２３ｃとなるし、放射起点部２４ａが凸状であれば、凹部となる。

開口内側面被覆部２３ａは、有機層２３を構成する層のうちの一部によって構成されていてもよい。

[0051] 開口部２７Ａの形状はその内側面で光を基板側へ屈折させる効果を奏するものであれば特に限定はされない。導波モード光を陽極表面に対してより垂直方向寄りに屈折させる観点からは基板２１側の開口部底面積より陰極２４側の開口部上面積が小さい形状が好ましい。光線を屈折させることなくまっすぐ基板まで取り出す観点からは陰極２４側の開口部上面積より基板２１側の開口部底面積が小さい形状が好ましい。導波モード光を屈折させ、より少ない伝播距離で取り出す観点からは開口部の両底面の面積が小さいほど好ましいので、これら形状自体が小さいことが望ましい。

図４で示した例では、開口部の内側面は基板面に対して直交して配置される構成であるが、かかる構成に限定されない。この内側面が基板面に対する角度は４５°以上が好ましく、６０°以上がより好ましく、７５°以上がよ

り一層好ましい。この内側面をこのような角度とすることにより、発光位置から陽極側へ向かう光（例えば、図４のＣＱ１～ＣＱ３で示した光）とＳＰＰモード光から再放射された伝播光（例えば、図４のＢＱ１～ＢＱ３で示した光）がこの内側面に外側から入射して基板側に屈折し、基板の外表面から外部へ取り出される。

[0052] この有機ＥＬ素子２０は、第１の実施形態の有機ＥＬ素子１０と同様に、ボトムエミッション型の有機ＥＬ素子であるが、トップエミッション型であってもよい。基板２１の材料及び厚さとしては、上記基板１１と同様なものを用いることができる。

[0053] 陽極２２の材料及び厚さとしては、第１の実施形態と同様なものを用いることができる。

[0054] 誘電体層２７は、有機層２３の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部２７Ａを備えている。この開口部２７Ａの内側面２７ａは有機層２３（開口内側面被覆部２３ａ）によって被覆されている。開口内側面被覆部２３ａは内側面２７ａを被覆していれば、開口部２７Ａを充填する構成でも、一部を埋める構成でもよい。

誘電体層２７の材料及び厚さとしては、第１の実施形態と同様なものを用いることができる。また、開口部２７Ａの形状及び配列についても、第１の実施形態と同様とすることができる。

[0055] 有機層２３は、開口部２７Ａの内側面２７ａを被覆する開口内側面被覆部２３ａと、誘電体層２７及び開口内側面被覆部２３ａと陰極２４との間に配置される層状部２３ｂと、放射起点部２４ａの形状に対応する凸部２３ｃとを有している。

発光層の材料としては、第１の実施形態と同様に、有機ＥＬ素子用の材料として知られる任意の材料を用いることができる。

有機層２３の厚さも、第１の実施形態と同様である。

有機層２３は、有機ＥＬ材料からなる発光層の他、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層等を備えてもよいことも第１の実施形態と同様

である。

[0056] 陰極２４の材料及び厚さとしては、第１の実施形態と同様なものを用いることができる。放射起点部２４ａの形状及び配列についても、第１の実施形態の放射起点部と同様とすることができる。

[0057] 次に、本実施形態の有機ＥＬ素子の作用効果を、図４を用いて模式的に説明する。図４に矢印で示した光の伝播の仕方は、作用効果の原理をわかりやすく説明するために模式的に示したものである。

[0058] 有機層２３に含まれる発光層のＡＱ点で発光した光のうち一部（ＡＱ１）は、発光点周りの近接場を介し、陰極２４の表面２４ＡにＳＰＰモード光として捕捉される。このＳＰＰモード光は表面２４Ａに沿って移動して（矢印ＡＱ２）、放射起点部２４ａ$_1$（２４ａ）で再放射されて伝播光となり、さらに誘電体層２７等を透過して基板２１に入射し、基板外に取り出される。

ここで、有機層２３のＡＱ点で発光した光は全方位に進むので矢印ＡＱ１以外の方向に進む光も当然存在する。矢印ＡＱ１は本発明の作用効果を説明するために、そのうちの一部の光の伝播を模式的に示している。矢印ＡＱ２及び矢印ＢＱ１～ＢＱ３で示した光、並びに後述する矢印ＣＱ１～ＣＱ３で示した光についても一部の光の伝播を模式的に示している。

[0059] 放射起点部２４ａ$_1$（２４ａ）で再放射された、矢印ＢＱ１～ＢＱ３で示した伝播光のうち、光ＢＱ１は基板２１に対して垂直に基板側に進む光であり、有機層２３ｂ（２３）と誘電体層２７との界面、誘電体層２７と陽極２２との界面及び陽極２２と基板２１との界面でも屈折することなく、誘電体層２７内、陽極２２内、基板２１内を進み、外部に取り出される。

放射起点部２４ａ$_1$（２４ａ）で放射された光ＢＱ２は、有機層２３ａ（２３）と誘電体層２７Ｂ（２７）との界面（開口部２７Ａの内側面２７ａ）で屈折し、誘電体層２７Ｂ（２７）を透過し、誘電体層２７Ｂ（２７）と陽極２２との界面で屈折して陽極２２内を進み、陽極２２と基板２１との界面で屈折した後、基板２１内を通って外部に取り出されうる。

ここで、光ＢＱ２が有機層２３ａ（２３）から誘電体層２７へ進む際、有

機層２３ａ（２３）と誘電体層２７Ｂ（２７）との界面（開口部２７Ａの内側面２７ａ）における屈折により、陽極２２及び基板２１への入射角が小さい角度（基板２１の法線方向により近い角度）に変わる。光が、陽極２２と基板２１（例えば、ガラス）と空気との界面に臨界角以上の角度で入射すると全反射するが、この開口部２７Ａの内側面２７ａでの屈折により光の進行方向が基板２１の法線寄りに変わる。そのため陽極２２と基板２１の界面及び基板２１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する。すなわち、開口部２７Ａの内側面２７ａを備える構成を有することにより、光取り出し効率が向上する。

光ＢＱ３も、有機層２３ａ（２３）と誘電体層２７Ｂ（２７）との界面（開口部２７Ａの内側面２７ａ）における屈折により、光の進行方向が基板２１の法線寄りに変わる。従って、光ＢＱ２と同様に、陽極２２と基板２１の界面及び基板２１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する効果が得られる。

[0060] 有機層２３に含まれる発光層のＣＱ点で発光した光のうち、光ＣＱ１は基板に対して垂直方向に基板側に進む光であり、有機層２３と基板２１との界面で屈折することなく基板２１内を進み、外部に取り出される。

光ＣＱ２は、有機層２３ａ（２３）と誘電体層２７との界面（開口部２７Ａの内側面２７ａ）で屈折し、誘電体層２７を透過し、誘電体層２７と陽極２２との界面で屈折して陽極２２内を進み、陽極２２と基板２１との界面で屈折した後、基板２１内を通って外部に取り出されうる。

ここで、光ＣＱ２が有機層２３から誘電体層２７へ進む際、有機層２３ａ（２３）と誘電体層２７との界面（開口部２７Ａの内側面２７ａ）における屈折により、光の進行方向が基板２１の法線寄りに変わる。光が、陽極２２と基板２１（例えば、ガラス）の界面または基板２１と空気との界面では臨界角以上の角度で入射すると光は全反射するが、この開口部２７Ａの内側面２７ａでの屈折により光の進行方向が基板２１の法線寄りに変わる。そのため、陽極２２と基板２１の界面及び基板２１と空気との界面での全反射を避

けられる光が増えて光取り出し効率が向上する。光ＣＱ３についても同様の効果が得られる。

[0061] このように、本発明の有機ＥＬ素子では、有機層に含まれる発光層で発光した光が、陰極表面にＳＰＰモード光として捕捉されても、そのＳＰＰモード光は陰極表面の放射起点部で伝播光として再放射されて取り出すことができ、さらに、その陰極表面から取り出した伝播光を、有機層と誘電体層との界面（開口部の内側面）で基板の法線方向寄りへ屈折させて、基板から外部への光の取り出し量を増大させることができる。

[0062] （有機ＥＬ素子（第３の実施形態））

図５は、本発明の第３の実施形態に係る有機ＥＬ素子の一例を説明するための断面模式図である。

本発明の第３の実施形態に係る有機ＥＬ素子３０は、基板３１上に、陽極３２と、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層３３と、陰極３４とを順に具備する。陰極３４は、その有機層側の表面３４Ａに周期的に配置される複数の放射起点部３４ａを有する。陽極３２と陰極３４との間には、有機層３３の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部３７Ａ（図１０（ａ）参照）を備えた誘電体層３７を具備する。有機層３３は、開口部３７Ａの内側面３７ａを被覆する開口内側面被覆部３３ａを有し、開口部３７Ａが配置される周期λ１と放射起点部３４ａが配置される周期λ２とが、少なくとも素子面内の一方向において一致する。

図５に示す例では、陽極３２は、開口部３７Ａに連通する陽極開口部３２Ａ（図１０（ａ）参照）を備える。

第３の実施形態に係る有機ＥＬ素子について、陰極の放射起点部が平面視して誘電体層の実質的な部分と重なる相対位置関係を有する「逆位相」の構成を例に挙げて説明する。

[0063] 有機層３３はさらに、放射起点部３４ａの形状に対応する部分（図５の例では、凸部３３ｄ）と、陽極開口部３２Ａの内側面３２ａを被覆する陽極開口内側面被覆部３３ｂとを有するものである。図５に示す例では、有機層３

３はさらに、誘電体層３７及び開口内側面被覆部３３ａと陰極３４との間に配置される層状部３３ｃを有する。このように、有機層３３は、符号３３ａ～３３ｄで示す部分全てを備える構成でも、層状部３３ｃを有さず、符号３３ａ、３３ｂ及び１３ｄで示す部分を備える構成でもよい。有機層３３のうち、放射起点部３４ａの形状に対応する部分３３ｄは、図５のように放射起点部３４ａが凹状であれば、凸状になるし、放射起点部３４ａが凸状であれば、凹状になる。

開口内側面被覆部及び陽極開口内側面被覆部は、有機層を構成する層のうちの一部によって構成されていてもよい。

開口部３７Ａ及び陽極開口部３２Ａの形状はそれらの内側面で光を基板側へ屈折させる効果を奏するものであれば特に限定はされない。導波モード光を陽極表面に対してより垂直方向寄りに屈折させる観点からは基板３１側の開口部底面積より陰極３４側の開口部上面積が小さい形状が好ましい。光線を屈折させることなくまっすぐ基板まで取り出す観点からは陰極３４側の開口部上面積より基板３１側の開口部底面積が小さい形状が好ましい。導波モード光を屈折させ、より少ない伝播距離で取り出す観点からは開口部底面の面積が小さいほど好ましいので、これら形状自体が小さいことが望ましい。

図５で示した例では、開口部及び陽極開口部の内側面は基板面に対して直交して配置する構成であるが、かかる構成に限定されない。これらの内側面が基板面に対する角度は４５°以上が好ましく、６０°以上がより好ましく、７５°以上がより一層好ましい。これらの内側面をこのような角度とすることにより、発光位置から陽極側へ向かう光（例えば、図５のＣＲ１～ＣＲ３）とＳＰＰモード光から再放射された伝播光（例えば、図５のＢＲ１～ＢＲ３）がこれらの内側面に外側から入射して基板側に屈折し、基板の外表面から外部へ取り出される。

[0064] この有機ＥＬ素子３０は、第１の実施形態の有機ＥＬ素子と同様に、ボトムエミッション型の有機ＥＬ素子であるが、トップエミッション型でもよい。基板３１の材料及び厚さとしては、上記基板１１と同様なものを用いるこ

とができる。

[0065] 陽極３２は第１の実施形態と同様に、複数の陽極開口部３２Ａを備えており、その陽極開口部３２Ａの内側面３２ａが有機層３３によって被覆されている。陽極開口内側面被覆部３３ｂは内側面３２ａを被覆していれば、陽極開口部３２Ａを充填する構成でも、一部を埋める構成でもよい。

陽極３２の材料及び厚さとしては、第１の実施形態と同様なものを用いることができる。陽極開口部３２Ａの形状及び配列についても、第１の実施形態と同様とすることができる。

[0066] 誘電体層３７は、有機層３３の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部３７Ａを備えている。この開口部３７Ａの内側面３７ａは有機層３３（開口内側面被覆部３３ａ）によって被覆されている。開口内側面被覆部３３ａは内側面３７ａを被覆していれば、開口部３７Ａを充填する構成でも、一部を埋める構成でもよい。

誘電体層３７の材料及び厚さとしては、第１の実施形態と同様なものを用いることができる。また、開口部３７Ａの形状及び配列についても、第１の実施形態と同様とすることができる。

[0067] 有機層３３は、開口部３７Ａの内側面３７ａを被覆する開口内側面被覆部３３ａと、陽極開口部３２Ａの内側面を被覆する陽極開口内側面被覆部３３ｂと、放射起点部３４ａの形状に対応する部分３３ｄとを有する。また、図５に示す例ではさらに、誘電体層３７及び開口内側面被覆部３３ａと陰極３４との間に配置される層状部３３ｃを有している。

発光層の材料としては、第１の実施形態と同様に、有機ＥＬ素子用の材料として知られる任意の材料を用いることができる。

有機層３３は、有機ＥＬ材料からなる発光層の他、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層等を備えてもよいことも第１の実施形態と同様である。

[0068] 陰極３４の材料及び厚さとしては、第１の実施形態と同様なものを用いることができる。放射起点部３４ａの形状及び配列についても、第１の実施形

態の放射起点部と同様とすることができる。

[0069] 次に、本実施形態の有機ＥＬ素子の作用効果を、図５を用いて模式的に説明する。図５に矢印で示した光の伝播の仕方は、作用効果の原理をわかりやすく説明するために模式的に示したものである。

[0070] 有機層３３に含まれる発光層のＡＲ点で発光した光のうち一部（ＡＲ１）は、発光点周りの近接場を介し、陰極３４の表面３４ＡにＳＰＰモード光として捕捉される。このＳＰＰモード光は表面３４Ａに沿って移動して（矢印ＡＲ２）、放射起点部$34a_1$（３４ａ）で再放射されて伝播光となり、さらに誘電体層３７等を透過して基板３１に入射し、基板外に取り出される。

ここで、有機層３３のＡＲ点で発光した光は全方位に進むので矢印ＡＲ１以外の方向に進む光も当然存在する。矢印ＡＲ１は本発明の作用効果を説明するために、そのうちの一部の光の伝播を模式的に示している。矢印ＡＲ２及び矢印ＢＲ１～ＢＲ３で示した光、並びに後述する矢印ＣＲ１～ＣＲ３で示した光についても一部の光の伝播を模式的に示している。

[0071] 放射起点部$34a_1$（３４ａ）で再放射された、矢印ＢＲ１～ＢＲ３で示した伝播光のうち、光ＢＲ１は基板３１に対して垂直に基板側に進む光であり、有機層３３と誘電体層３７との界面、誘電体層３７と陽極３２との界面及び陽極３２と基板３１との界面でも屈折することなく、誘電体層３７内、陽極３２内、基板３１内を進み、外部に取り出される。

放射起点部$34a_1$（３４ａ）で再放射された光ＢＲ２は、有機層３３ａ（３３）と誘電体層３７Ｂ（３７）との界面（開口部３７Ａの内側面３７ａ）で屈折し、誘電体層３７を透過し、誘電体層３７Ｂ（３７）と陽極３２との界面で屈折して陽極３２内を進み、陽極３２と基板３１との界面で屈折した後、基板３１内を通って外部に取り出されうる。

ここで、光ＢＲ２が有機層３３から誘電体層３７へ進む際、有機層３３ａ（３３）と誘電体層３７Ｂ（３７）との界面（開口部３７Ａの内側面３７ａ）における屈折により、陽極３２及び基板３１への入射角が小さい角度（基板３１の法線方向により近い角度）に変わる。光が、陽極３２と基板３１（

例えば、ガラス）の界面または基板３１と空気との界面に臨界角以上の角度で入射すると光は全反射するが、この開口部３７Ａの内側面３７ａでの屈折により光の進行方向が基板３１の法線寄りに変わる。そのため、陽極３２と基板３１の界面及び基板３１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する。すなわち、開口部３７Ａの内側面３７ａを備える構成を有することにより、光取り出し効率が向上する。

光ＢＲ３も、有機層３３ａ（３３）と誘電体層３７Ｂ（３７）との界面（開口部３７Ａの内側面３７ａ）における屈折により、光の進行方向が基板３１の法線寄りに変わる。従って、光ＢＲ２と同様に、基板と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する効果が得られる。

[0072] この構成においては、陰極３４と陽極３２との間の最短距離近傍が最も電流密度が高く、発光量が多くなる。有機層３３に含まれる発光層のＣＲｌ及びＣＲｒ点での発光はこの発光量が多い点での発光を模式的に示すものである。

有機層３３に含まれる発光層のＣＲｌ点で発光した光のうち、光ＣＲ１は基板３１に対して垂直方向に基板側に進む光であり、有機層３３と基板３１との界面で屈折することなく基板３１内を進み、外部に取り出される。

光ＣＲ２は、有機層３３ａ（３３）と誘電体層３７Ｂ（３７）との界面（開口部３７Ａの内側面３７ａ）で屈折し、誘電体層３７Ｂ（３７）を透過し、誘電体層３７Ｂ（３７）と陽極３２との界面で屈折して陽極３２内を進み、陽極３２と基板３１との界面で屈折した後、基板３１内を通って外部に取り出されうる。

ここで、光ＣＲ２が有機層３３から誘電体層３７へ進む際、有機層３３ａ（３３）と誘電体層３７Ｂ（３７）との界面（開口部３７Ａの内側面３７ａ）における屈折により、光の進行方向が基板３１の法線寄りに変わる。光が、陽極３２と基板３１（例えば、ガラス）の界面または基板３１と空気との界面では臨界角以上の角度で入射すると光は全反射するが、この開口部３７

Ａの内側面３７ａでの屈折により光の進行方向が基板３１の法線寄りに変わる。そのため、陽極３２と基板３１の界面及び基板３１と空気との界面での全反射を避けられる光が増えて光取り出し効率が向上する。光ＣＲ３についても同様の効果が得られる。

有機層３３に含まれる発光層のＣＲｒ点で発光した光についても、ＣＲＩ点で発光した光と同様な効果が得られる。

[0073] このように、本発明の有機ＥＬ素子では、有機層に含まれる発光層で発光した光が、陰極表面にＳＰＰモード光として捕捉されても、そのＳＰＰモード光は陰極表面の放射起点部で再放射されて取り出すことができ、さらに、その陰極表面から取り出した光を、有機層と誘電体層との界面（開口部の内側面）で基板の法線方向よりへ屈折させて、基板から外部への光の取り出し量を増大させることができる。

[0074] （画像表示装置）

次に、上記の有機ＥＬ素子１０を備えた画像表示装置について説明を行う。上記の有機ＥＬ素子２０及び３０を備えた画像表示装置も同様である。

図６は、上記の有機ＥＬ素子を備えた画像表示装置の一例を説明した図である。

図６に示した画像表示装置１００は、いわゆるパッシブマトリクス型の画像表示装置であり、有機ＥＬ素子１０の他に、陽極配線１０４、陽極補助配線１０６、陰極配線１０８、絶縁膜１１０、陰極隔壁１１２、封止プレート１１６、シール材１１８とを備えている。

[0075] 本実施の形態において、有機ＥＬ素子１０の基板１１上には、複数の陽極配線１０４が形成されている。陽極配線１０４は、一定の間隔を隔てて平行に配置される。陽極配線１０４は、透明導電膜により構成され、例えばＩＴＯを用いることができる。陽極配線１０４の厚さは例えば、１００ｎｍ～１５０ｎｍとすることができる。そして、それぞれの陽極配線１０４の端部の上には、陽極補助配線１０６が形成される。陽極補助配線１０６は陽極配線１０４と電気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１０６は、基板１１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１０６を介して陽極配線１０４に電流を供給することができる。陽極補助配線１０６は、例えば、厚さ５００ｎｍ～６００ｎｍの金属膜によって構成される。

[0076] 有機ＥＬ素子１０上には、複数の陰極配線１０８が設けられている。複数の陰極配線１０８は、それぞれが平行となるよう、かつ、陽極配線１０４と直交するように配設されている。陰極配線１０８には、ＡＩ又はＡＩ合金を使用することができる。陰極配線１０８の厚さは、例えば、１００ｎｍ～１５０ｎｍである。陰極配線１０８の端部には、陽極配線１０４に対する陽極補助配線１０６と同様に、図示しない陰極補助配線が設けられ、陰極配線１０８と電気的に接続されている。よって、陰極配線１０８と陰極補助配線との間に電流を流すことができる。

[0077] 更に基板１１上には、陽極配線１０４を覆うように絶縁膜１１０が形成される。絶縁膜１１０には、陽極配線１０４の一部を露出するように矩形状の開口部１２０が設けられている。複数の開口部１２０は、陽極配線１０４の上にマトリクス状に配置されている。この開口部１２０において、陽極配線１０４と陰極配線１０８の間に有機ＥＬ素子１０が設けられる。すなわち、それぞれの開口部１２０が画素となる。従って、開口部１２０に対応して表示領域が形成される。ここで、絶縁膜１１０の膜厚は、例えば、２００ｎｍ～１００ｎｍとすることができ、開口部１２０の大きさは、例えば、１００μｍ×１００μｍとすることができる。

[0078] 有機ＥＬ素子１０は、開口部１２０において陽極配線１０４と陰極配線１０８の間に位置している。そしてこの場合、有機ＥＬ素子１０の陽極１２が陽極配線１０４と接触し、陰極１４が陰極配線１０８と接触する。有機ＥＬ素子１０の厚さは、例えば、１５０ｎｍ～２００ｎｍとすることができる。

[0079] 絶縁膜１１０の上には、複数の陰極隔壁１１２が陽極配線１０４と垂直な方向に沿って形成されている。陰極隔壁１１２は、陰極配線１０８の配線同

士が導通しないように、複数の陰極配線１０８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１１２の間にそれぞれ陰極配線１０８が配置される。陰極隔壁１１２の大きさとしては、例えば、高さが２μｍ～３μｍ、幅が１０μｍのものを用いることができる。

[0080] 基板１１は、封止プレート１１６とシール材１１８を介して貼り合わせられている。これにより、有機ＥＬ素子１０が設けられた空間を封止することができ、有機ＥＬ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１１６としては、例えば、厚さが０．７ｍｍ～１．１ｍｍのガラス基板を使用することができる。

[0081] このような構造の画像表示装置１００において、図示しない駆動装置により、陽極補助配線１０６、図示しない陰極補助配線を介して、有機ＥＬ素子１０に電流を供給し、発光層を発光させることができる。そして基板１１から基板１１を通し、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ＥＬ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、画像表示装置１００に画像を表示させることができる。

[0082] （照明装置）

次に、上記の有機ＥＬ素子１０を用いた照明装置について説明を行う。上記の有機ＥＬ素子２０及び３０を備えた照明装置についても同様である。

図７は、上記の有機ＥＬ素子１０を備える照明装置の一例を説明した図である。

図７に示した照明装置２００は、上述した有機ＥＬ素子１０と、有機ＥＬ素子１０の基板１１（図１参照）に隣接して設置され陽極１２（図１参照）に接続される端子２０２と、陰極１４（図１参照）に接続される端子２０３と、端子２０２と端子２０３とに接続し有機ＥＬ素子１０を駆動するための点灯回路２０１とから構成される。

[0083] 点灯回路２０１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２０２と端子２０３を通して、有機ＥＬ素子１０の陽極層１２と陰極１４との間に電流を供給する。そして、有機ＥＬ素子１０を駆動し発光層

を発光させて、基板１１を通して光を出射させ、照明光として利用する。発光層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ＥＬ素子１０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。

[0084] （有機ＥＬ素子の製造方法）

次に、本発明の第１の実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造方法について図８を参照して説明する。

まず、図８（ａ）に示すように、基板１１上に、陽極１２、誘電体層１７を順に形成する。この陽極１２、誘電体層１７の形成方法は、特に限定はされない。例えば、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法などを用いることができる。

陽極１２を形成した後に、陽極１２の表面処理を行うことで、オーバーコートされる層の性能（陽極１２との密着性、表面平滑性、ホール注入障壁の低減化など）を改善することができる。表面処理を行うには高周波プラズマ処理を始めとしてスパッタリング処理、コロナ処理、ＵＶオゾン照射処理、紫外線照射処理、または酸素プラズマ処理などがある。

[0085] 更に、陽極１２の表面処理の表面処理を行う代わりに、もしくは表面処理に追加して、図示しない陽極バッファ層を形成することで表面処理と同様の効果が期待できる。そして、陽極バッファ層をウェットプロセスにて塗布して作製する場合には、スピンコート法、キャスティング法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイアーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェットプリント法等の塗布法などを用いて成膜することができる。

[0086] 次に、図８（ａ）の工程で形成した陽極１２及び誘電体層１７を貫通する形で、互いに連通する陽極開口部１２Ａ及び開口部１７Ａの形成を行う。陽極開口部２Ａ及び開口部１７Ａを形成するには、例えば、フォトリソグラフ

ィを用いた方法が使用できる。これを行うには、図８（ｂ）に示すように、まず誘電体層１７の上にポジ型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１９を形成する。

[0087] そして、陽極開口部１２Ａ及び開口部１７Ａを形成するための所定のパターンが描画されたマスク（図示せず）をかぶせ、紫外線（ＵＶ）、電子線（ＥＢ）等により露光を行うと、図８（ｃ）に示すように、レジスト層１９に開口部１７Ａ（図８（ｆ）参照）に対応した所定のパターンが露光される（露光された部分１９ａ）。そして現像液を用いてレジスト層１９の露光されたパターンの部分のレジスト層１９ａを除去する。これにより露光されたパターンの部分に対応して、誘電体層１７の表面が露出する（図８（ｄ））。

[0088] 残存したレジスト層１９をマスクとして、図８（ｆ）に示すように、誘電体層１７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。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、開口部１７Ａ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、誘電結合プラズマや容量結合プラズマを用いた反応性イオンエッチング（ＲＩＥ：Reactive Ion Etching）が利用できる。ウェットエッチングとしては、塩化鉄水溶液をはじめとする金属塩の溶液や、希塩酸や希硫酸をはじめとする酸への浸漬を行う方法などが利用できる。このエッチングにより上記パターンに対応して、陽極１２の表面が露出する。

[0089] 次に残ったレジスト層を、レジスト除去液等を用いて除去し（図８（ｆ））、図８（ｇ）に示すように、誘電体層１７をマスクとして、露出した陽極１２の部分をエッチング除去する。エッチングの方法としては、図８（ｆ）で説明した方法と同様の方法を用いることができるが、エッチング条件の変更により、誘電体層１７にあまり影響を及ぼさずに、陽極１２を選択的にエッチングすることができる。これにより、上記パターンに対応して、基板１１の表面が露出し、陽極開口部１２Ａが形成される。図８（ｆ）および図８（ｇ）で説明した各工程は、陽極１２および誘電体層１７を貫通し、連通す

る開口部１７Ａ及び陽極開口部１２Ａを形成する工程として捉えることができる。

[0090] 次に、図８（ｈ）に示すように、連通する開口部１７Ａ及び陽極開口部１２Ａを形成した部分以外の部分をマスクとして、露出した基板１１の部分をエッチング除去する。エッチングとしては、図８（ｆ）および図８（ｇ）で説明した方法と同様の方法を用いることができるが、エッチング条件の変更により、誘電体層１７及び陽極１２にあまり影響を及ぼさずに、基板１１を選択的にエッチングすることができる。これにより、上記パターンに対応して、開口部１７Ａ及び陽極開口部１２Ａに連通する凹部１１Ａを形成することができる。逆に、凹部１１Ａ以外の部分は凸部１１Ｂとなる。この方法によれば、別途マスクを用意してフォトリソグラフィを行なう必要がないため、容易に凹部１１Ａを形成することが可能となる。

[0091] 次に、図８（ｉ）に示すように、開口部１７Ａの内側面１７ａ、陽極開口部１２Ａの内側面１２ａ、凹部１１Ａの内側面１１ａを被覆すると共に、誘電体層１７及び開口内側面被覆部１３ａ上を被覆する、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層１３を形成する。有機層１３は、開口内側面被覆部１３ａと、陽極開口内側面被覆部１３ｂと、凹内側面被覆部１３ｃと、層状部１３ｄとを有する。有機層１３の形成には従来公知の方法を用いることができ限定はされない。例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、ＬＢ法等の方法を用いることができる。

[0092] 次に、有機層１３の表面に、この後に形成する陰極１４の放射起点部１４ａに対応する位置に凸部１３ｅ（図１参照）を有するように凹凸構造を形成する。この凹凸形成には例えば、フォトリソグラフィを用いた方法を使用できる。これを行うには、図８（ｊ）に示すように、まず有機層１３の上にポジ型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２９を形成する。

[0093] そして、凸部１３を形成するための所定のパターンが描画されたマスク（図示せず）をかぶせ、紫外線（ＵＶ）、電子線（ＥＢ）等により露光を行う

と、図８（ｋ）に示すように、レジスト層２９に放射起点部１４ａに対応した所定のパターンが露光される（露光された部分２９ａ）。そして現像液を用いて露光されたパターンの部分のレジスト層２９ａを除去する。これにより露光されたパターンの部分に対応して、有機層１３の表面が露出する（図８（ｌ））。

[0094] 次に、図８（ｍ）に示すように、残存したレジスト層２９をマスクとして、露出した有機層１３の部分をエッチング除去して凸部１３ｅ形成する。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。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、凸部１３ｅ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）、酸素プラズマアッシング処理等が利用できる。ウェットエッチングとしては、希塩酸や希硫酸、各種有機溶媒への浸漬を行う方法などが利用できる。このエッチングにより上記パターンに対応して、放射起点部１４ａに対応する凸部１３ｅを含む凹凸構造を有機層１３の表面に形成することができる。

フォトリソグラフィは１μｍ程度までは位置合わせ精度があるため、陰極の放射起点部と陽極開口部とが平面視して重なるように形成することも可能となる。

[0095] 次に、図８（ｎ）に示すように、陰極材料を有機層１３上に蒸着して、有機層１３の凹凸構造を追従させて放射起点部１４ａを有する陰極１４を形成する。

[0096] 以上の有機ＥＬ素子の製造方法では陽極側から作製する方法を説明したが、陰極側から作製してもよい。

[0097] 以上の工程により、有機ＥＬ素子１０を製造することができる。これら一連の工程後、有機ＥＬ素子１０を長期安定的に用い、有機ＥＬ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。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、低融点ガラス等で基板１１と貼り合わせて密閉する方法を採ることが好ましい。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ＥＬ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、素子上部の陰極金属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ＥＬ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ＥＬ素子１０にダメージを与えるのを抑制しやすくなる。

[0098] 次に、本発明の第２の実施形態の有機ＥＬ素子の製造方法は、図９を参照して説明する。

図８（ａ）～図８（ｅ）までは、第１の実施形態の有機ＥＬ素子の製造方法と同様である。図９（ａ）は図８（ｆ）に相当する。

図８（ｅ）と同様に、残存したレジスト層をマスクとして、誘電体層２７をエッチング除去して開口部２７Ａを形成する（図９（ａ））。

[0099] 次に、図９（ｂ）に示すように、開口部２７Ａの内側面２７ａを被覆する開口内側面被覆部２３ａを形成すると共に、誘電体層２７及び開口内側面被覆部２３ａと陰極２４との間に配置される層状部２３ｂを形成するために、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層を成膜する。有機層の成膜には第１の実施形態の製造方法と同様な方法を用いることができる。

[0100] これ以降、放射起点部２４ａを有する陰極２４を形成する工程は第１の実施形態の製造方法と同様に行って、図９（ｃ）に示す第２の実施形態の有機ＥＬ素子を得る。

以上の有機ＥＬ素子の製造方法では陽極側から作製する方法を説明したが、陰極側から作製してもよい。

[0101] 次に、本発明の第３の実施形態の有機ＥＬ素子の製造方法は、図１０を参照して説明する。

図８（ａ）～図８（ｆ）までは、第１の実施形態の有機ＥＬ素子の製造方法と同様である。図１０（ａ）は図８（ｇ）に相当する。

図８（ｆ）と同様に、残存したレジスト層をマスクとして、誘電体層３７をエッチング除去して開口部３７Ａを形成し、次いで、図１０（ａ）に示すように、開口部３７Ａを形成した誘電体層３７をマスクとして陽極開口部３２Ａを形成する。

[0102] 次に、図１０（ｂ）に示すように、開口部３７Ａの内側面３７ａを被覆する開口内側面被覆部３３ａ、及び、陽極開口部３２Ａの内側面を被覆する陽極開口内側面被覆部３３ｂを形成すると共に、誘電体層３７及び開口内側面被覆部３３ａと陰極３４との間に配置される層状部３３ｃとを形成して、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層３３を形成する。有機層３３の形成には第１の実施形態の製造方法と同様な方法を用いることができる。

[0103] これ以降、放射起点部３４ａを有する陰極３４を形成する工程は第１の実施形態の製造方法と同様に行って、図１０（ｃ）に示す第３の実施形態の有機ＥＬ素子を得る。

以上の有機ＥＬ素子の製造方法では陽極側から作製する方法を説明したが、陰極側から作製してもよい。

実施例

[0104] 本発明の有機ＥＬ素子の実施例について以下に説明する。

[0105] 図１０は、本発明の第２の実施形態の有機ＥＬ素子２０（図４参照）の効果を確認するために、有限差分時間領域（ＦＤＴＤ：Finite Difference Time Domain Method）法を用いて、全放射強度に対する基板中への光の放射強度を光取り出し効率として、コンピュータシミュレーション計算した結果を示す。ＦＤＴＤ法は、電磁界の時間変化を記述するＭａｘｗｅｌｌの方程式を空間的・時間的に差分化し、空間の各点における電磁界の時間変化を追跡する解析手法である。より具体的には、発光層における発光を微小ダイポール

からの放射と捉えて、その放射(電磁界)の時間変化を追跡するという計算手法を採る。シミュレーション結果は、基板まで取り出した光の光取り出し効率を計算した結果を示すものである。

図１１は、等方（ランダム）のダイポールからの放射光の光取り出し効率（η）を示す。

[0106] 図１１の凡例における「逆位相」とは、図１３に示すように、陰極の放射起点部が平面視して誘電体層の開口部以外の部分（誘電体層の実質的な部分）と重なる相対位置関係を有することを意味する。より具体的には、図１１に示したグラフに係る「逆位相」とは、図４に示すように、陰極２４の放射起点部２４ａと誘電体層２７の開口部２７Ａ以外の部分（誘電体層の実質的な部分）２７Ｂとが平面視して重なる配置の関係にあること、特に、陰極の放射起点部の基板に直交する中心軸Ｌ１が誘電体層２７の実質的な部分２７Ｂの中心軸Ｌ２と一致する関係にあることを意味する。

[0107] 図１１の凡例における「同位相」とは、図１２に示すように、陰極の放射起点部と誘電体層の開口部以外の部分（誘電体層の実質的な部分）とが平面視して重ならない配置の関係にあること、特に、陰極の放射起点部の基板に直交する中心軸Ｌ１が誘電体層２７の実質的な部分２７Ｂの中心軸Ｌ２と半周期ずれて配置する関係にあることを意味する。

[0108] 図１１の凡例における“陰極凹凸+「逆位相」”とは、陰極の放射起点部と誘電体層の開口部以外の部分（誘電体層の実質的な部分）とが上記の逆位相の配置の関係を有すると共に、陰極に放射起点部として後述する形状の凹部を有する構造を意味する。

[0109] 図１１の凡例における“陰極凹凸+「同位相」”とは、陰極の放射起点部と誘電体層の開口部以外の部分（誘電体層の実質的な部分）とが上記の同位相の配置の関係を有すると共に、陰極に放射起点部として後述する形状の凹部を有する構造を意味する。

[0110] 図１１の凡例における“陰極凹凸のみ”とは、“陰極凹凸+「同位相」”及び“陰極凹凸+「逆位相」”と同様の構成の放射起点部を有する陰極、有機層

、陽極開口部を有さない層状の陽極が順に、後述する厚さで積層された構造を意味する。すなわち、陰極側構造は本発明のものと同様であるが、陽極側構造は本発明と異なる構成である。

[0111] 図１１の凡例における“標準”とは、放射起点部を有さない層状の陰極、有機層、陽極開口部を有さない層状の陽極が順に、後述する厚さで積層された構造（ベタ構造）を意味する。

[0112] コンピュータシミュレーションで用いた第２の実施形態の有機ＥＬ素子の各構成の材料及びその屈折率は以下の通りである。

基板２１はガラスからなるとして、屈折率としては１．５２を用いた。陽極２２はＩＴＯからなるとして、屈折率としては５５０ｎｍで１．８２+０．００９ｉとし、その他の波長はローレンツモデルで外挿した。誘電体層２７はＳＯＧからなるとして、屈折率としては１．２５を用いた。有機層２３の屈折率としては１．７２を用いた。陰極２４はアルミニウム（Ａｌ）からなるとして、屈折率としては５５０ｎｍで０．６４９+４．３２ｉを用い、その他の波長はドルーデモデルで外挿した。以後、特に断りが無い場合、ガラス、有機層、アルミニウムの屈折率はそれぞれ上記の値を用いている。

[0113] 図１３に、コンピュータシミュレーションで用いた第２の実施形態の有機ＥＬ素子（陰極凹凸＋「逆位相」の構成）の各構成のサイズを示す。

陽極２２、有機層２３（２３ａ及び２３ｂの部分）、陰極２４の層厚はそれぞれ、１５０ｎｍ、１５０ｎｍ、２００ｎｍとした。

複数の放射起点部の配置の周期は５００ｎｍ、放射起点部をなす凹部の深さは１００ｎｍ、幅は１００ｎｍとした。

隣接する誘電体層２７の開口部２７Ａ以外の部分（誘電体層の実質的な部分）２７Ｂの中心軸間の距離（配置の周期）も陰極の放射起点部の配置の周期と同様に、５００ｎｍとした。

“陰極凹凸+「同位相」”の各構成についても同様なサイズとした。

ここで、放射起点部および開口部は、紙面奥行き方向には並進対称な構造としている。すなわち、平面視で、凸部および開口部は面内の一方向を無限に

伸びるライン状の形状をしている。ただし、光源は紙面奥行き方向に並進対称ではなく、有機層の層状部領域中に点状に置いている。

[0114] 図１１に計算結果を示す。本発明の実施例である“陰極凹凸+「同位相」”の構成、及び、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成は、“標準”構成及び“陰極凹凸のみ”の構成の場合よりも、計算を行った全範囲である４５０ｎｍ～７５０ｎｍの範囲にわたり、高い光取り出し効率が得られた。

特に、本発明の実施例である“陰極凹凸+「同位相」”の構成、及び、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成は、“標準”構成の場合よりも、４５０ｎｍ～７５０ｎｍの範囲にわたり、顕著に高い光取り出し効率が得られた。

本発明の実施例である“陰極凹凸+「同位相」”の構成、及び、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成は、“陰極凹凸のみ”の構成の場合よりも特に、５２０ｎｍ～６８０ｎｍの範囲では、大きな差が見られた。

以上の結果は、陰極凹凸構造（第２電極側構造）の光取り出し効率の向上効果を示すとともに、本発明のように陽極側構造（第１電極側構造）と組み合わせることにより、さらに光取り出し効率を向上させることができることを示すものである。

このようなことは、理論的には予測することが困難であり、シミュレーションを行って初めて知ることができたものである。

[0115] 図１４（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第３の実施形態の有機ＥＬ素子（図５参照）について、有限差分時間領域（ＦＤＴＤ：Finite Difference Time Domain Method）法を用いて、全放射強度に対する基板中への光の放射強度を光取り出し効率としてコンピュータシミュレーション計算した結果を示す。

図１４（ａ）及び（ｂ）も等方（ランダム）のダイポールからの放射光の光取り出し効率（η）を示すものである。図１４（ａ）、（ｂ）はそれぞれ、複数の放射起点部の配置の周期が５００ｎｍ、１０００ｎｍのものである。

[0116] コンピュータシミュレーションで用いた第３の実施形態の有機ＥＬ素子の各構成の材料及びその屈折率は図１１で示したものと同様である。

[0117] 図１５に、コンピュータシミュレーションで用いた第３の実施形態の有機ＥＬ素子（陰極凹凸＋「逆位相」の構成）の各構成のサイズを示す。

陽極３２、誘電体層３７、有機層３３の層状部３３ｃ、陰極３４の層厚はそれぞれ、１５０ｎｍ、１２０ｎｍ、１００ｎｍ、２００ｎｍとした。

複数の放射起点部の配置の周期は５００ｎｍ（図１４（ａ））、１０００ｎｍ（図１４（ｂ））、放射起点部をなす凹部の深さは１００ｎｍ、幅は１００ｎｍとした。

隣接する誘電体層３７の開口部３７Ａ以外の部分（誘電体層の実質的な部分）３７Ｂの中心軸間の距離（配置の周期）も陰極の放射起点部の配置の周期と同様に、５００ｎｍ（図１４（ａ））、１０００ｎｍ（図１４（ｂ））とした。

“陰極凹凸+「同位相」”の各構成についても同様なサイズとした。

[0118] 図１４（ａ）に、周期が５００ｎｍの場合の計算結果を示す。周期が５００ｎｍの場合、本発明の実施例である“陰極凹凸+「同位相」”の構成、及び、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成は、“標準”構成及び“陰極凹凸のみ”の構成の場合よりも、計算を行った全範囲である４５０ｎｍ～７５０ｎｍの範囲にわたり、高い光取り出し効率が得られた。

特に、本発明の実施例である“陰極凹凸+「同位相」”の構成、及び、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成は、“標準”構成の場合に比べて高波長ほど差が大きかったのに対して、“陰極凹凸のみ”の構成の場合に比べると、４５０ｎｍ～５５０ｎｍの範囲における差が大きかった。図１１に示した結果に比べて、光取り出し効率の差が大きい波長範囲が異なる。

[0119] 図１４（ｂ）に、周期が１０００ｎｍの場合の計算結果を示す。周期が１０００ｎｍの場合も５００ｎｍの場合と同様に、本発明の実施例である“陰極凹凸+「同位相」”の構成、及び、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成は、“標準”構成及び“陰極凹凸のみ”の構成の場合よりも、計算を行った全範囲である４５０ｎｍ～７５０ｎｍの範囲にわたり、高い光取り出し効率が得られた。

光取り出し効率の差は、周期が５００ｎｍの場合の方が１０００ｎｍの場合よりも大きかった。これは、周期の選択により、本発明の効果を大きくすることができることを示している。

[0120] 図１１において、本発明の第２の実施形態の有機ＥＬ素子の場合は、“陰極凹凸+「同位相」”の構成、及び、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成においては、４５０ｎｍ～７５０ｎｍの全範囲にわたり、光取り出し効率の差はほとんどなかった。これに対して、図１４（ａ）及び（ｂ）において、本発明の第３の実施形態の有機ＥＬ素子の場合は、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成の方が“陰極凹凸+「同位相」”の構成よりも高い光取り出し効率が得られた。

これは、“陰極凹凸+「逆位相」”又は“陰極凹凸+「同位相」”の選択により、本発明の効果を大きくすることができることを示している。

特に、本発明の実施例である“陰極凹凸+「同位相」”の構成、及び、“陰極凹凸+「逆位相」”の構成は、“標準”構成の場合に比べて高波長ほど差が大きかったのに対して、“陰極凹凸のみ”の構成の場合に比べると、４５０ｎｍ～５５０ｎｍの範囲における差が大きかった。図１４（ａ）及び（ｂ）に示した第３の実施形態の有機ＥＬ素子の場合の結果は、図１１に示した第２の実施形態の有機ＥＬ素子の場合の結果に比べて、光取り出し効率の差が大きい波長範囲が異なる。

[0121] 以上の結果は、理論的には予測することが困難であり、シミュレーションを行って初めて知ることができたものである。

符号の説明

[0122] １１、２１、３１　基板　１１Ａ　凹部　１１ａ　凹部の内側面　１２、２２、３２　第１電極　１２Ａ、３２Ａ　第１電極開口部　１２ａ、３２ａ　第１電極開口部の内側面　１３、２３、３３　有機層　１４、２４、３４　第２電極　１４ａ、２４ａ、３４ａ　放射起点部　１７、２７、３７　誘電体層　１７Ａ、２７Ａ、３７Ａ　開口部　１７ａ、２７ａ、３７ａ　開口部の内側面　１０、２０、３０　有機ＥＬ素子　１００　画像表示装置　２

００　照明装置

請求の範囲

[請求項1] 基板上に、第１電極と、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層と、第２電極とを順に具備し、前記第１電極側から外部に光を取り出すように構成された有機ＥＬ素子であって、

前記第２電極は、その前記有機層側の表面に周期的に配置される複数の放射起点部を有するものであり、

前記第１電極と前記第２電極との間に、前記有機層の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部を備えた誘電体層を具備し、

前記有機層は、前記開口部の内側面を被覆する開口内側面被覆部を有し、

前記開口部が配置される周期と前記放射起点部が配置される周期とが、少なくとも素子面内の一方向において一致することを特徴とする有機ＥＬ素子。

[請求項2] 第１電極と、有機ＥＬ材料からなる発光層を含む有機層と、第２電極とを順に具備し、前記第１電極側から外部に光を取り出すように構成された有機ＥＬ素子であって、

前記第２電極は、その前記有機層側の表面に周期的に配置される複数の放射起点部を有するものであり、

前記第１電極と前記第２電極との間に、前記有機層の屈折率より低い屈折率を有すると共に複数の開口部を備えた誘電体層を具備し、

前記有機層は、前記開口部の内側面を被覆する開口内側面被覆部を有し、

前記開口部が配置される周期と前記放射起点部が配置される周期とが, 少なくとも素子面内の一方向において一致することを特徴とする有機ＥＬ素子。

[請求項3] 前記第１電極は、前記開口部に連通する第１電極開口部を備え、

前記有機層はさらに、前記第１電極開口部の内側面を被覆する第１電極開口内側面被覆部を有することを特徴とする請求項１に記載の有

機ＥＬ素子。

[請求項4] 前記第１電極は、前記開口部に連通する第１電極開口部を備え、

前記有機層はさらに、前記第１電極開口部の内側面を被覆する第１電極開口内側面被覆部を有することを特徴とする請求項２に記載の有機ＥＬ素子。

[請求項5] 前記基板は、前記第１電極開口部に連通する凹部を備え、

前記有機層はさらに、前記凹部の内側面を被覆する凹内側面被覆部を有することを特徴とする請求項３に記載の有機ＥＬ素子。

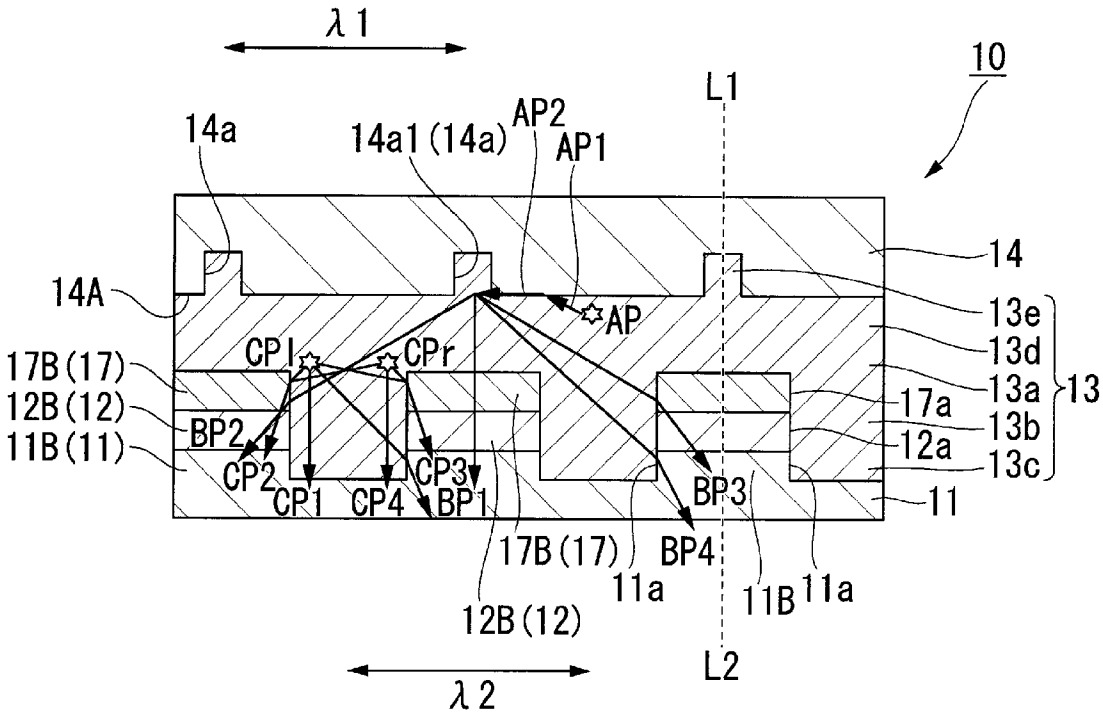
[請求項6] 前記有機層はさらに、前記誘電体層及び前記開口内側面被覆部と前記第２電極との間に配置される層状部を有することを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の有機ＥＬ素子。

[請求項7] 前記放射起点部は、凹状又は凸状に形成されてなることを特徴とする請求項１～６のいずれか一項に記載の有機ＥＬ素子。

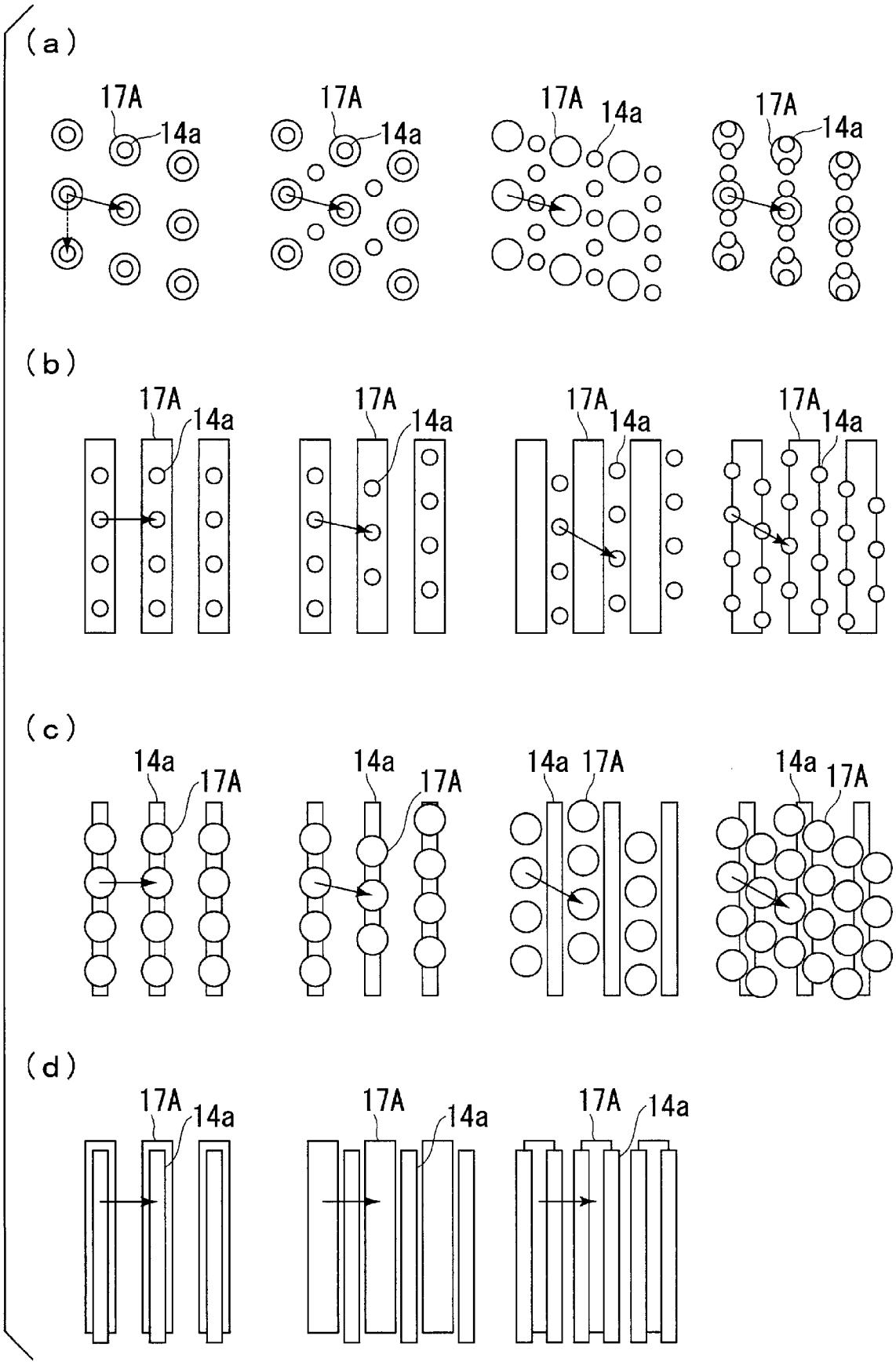
[請求項8] 請求項１～７のいずれか一項に記載の有機ＥＬ素子を備えたことを特徴とする画像表示装置。

[請求項9] 請求項１～７のいずれか一項に記載の有機ＥＬ素子を備えたことを特徴とする照明装置。

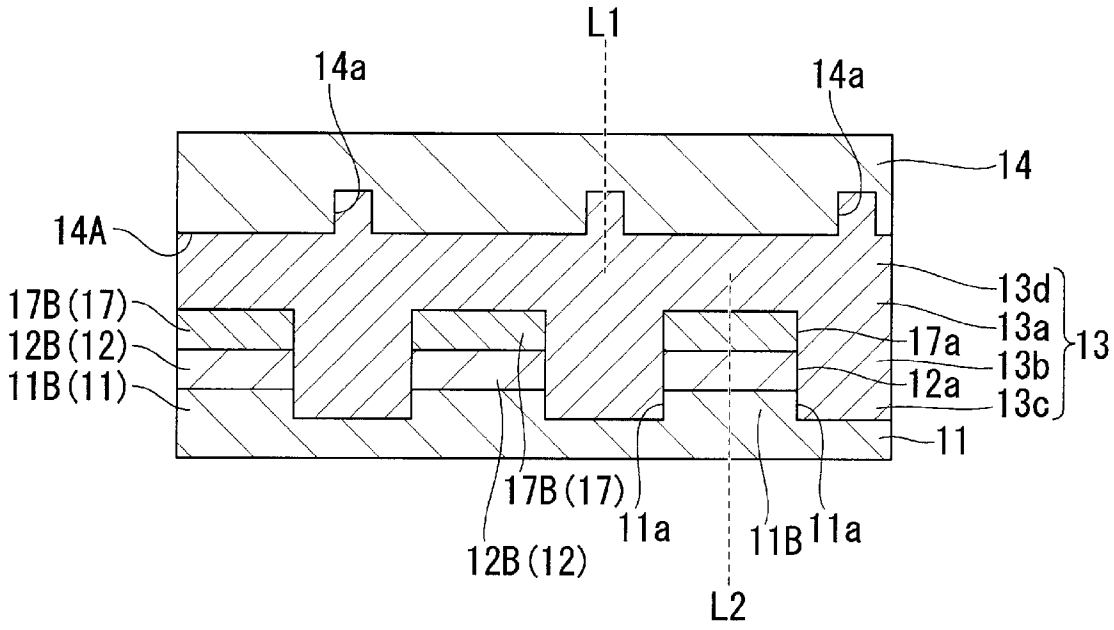
[図1]


λ1
10
L1
14a
14a1 (14a)
AP2
AP1
14
14A
13e
13d
13a
13
AP
CP1
CPr
17B (17)
12B (12)
11B (11)
BP2
17a
13b
12a
13c
CP2
CP1
CP4
CP3
BP1
BP3
11
17B (17)
BP4
11a
11B
11a
12B (12)
L2
λ2

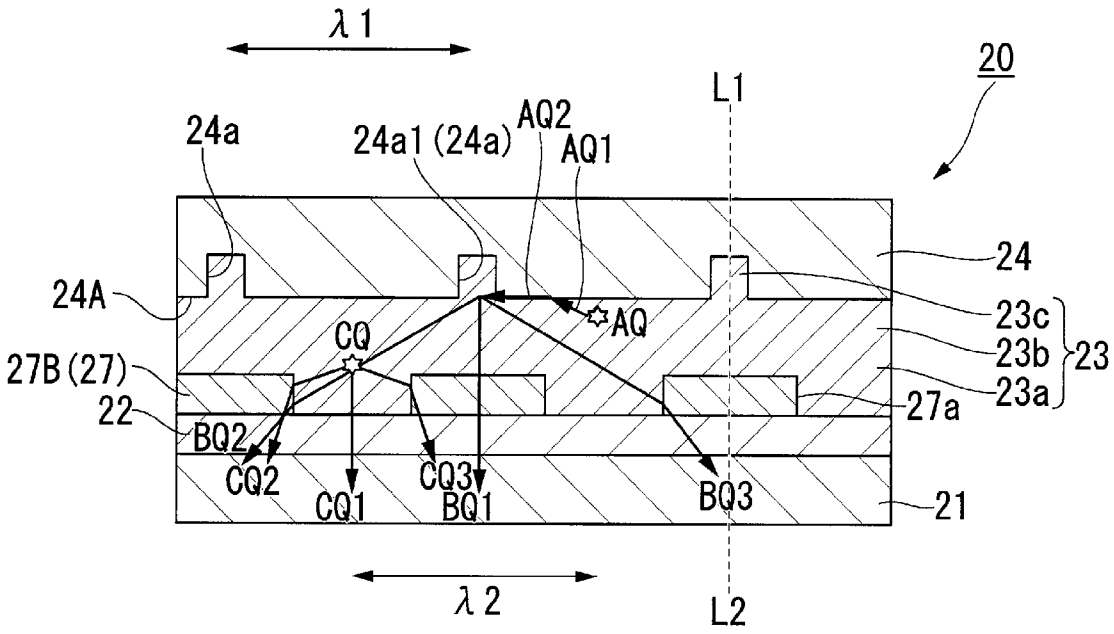
[図2]



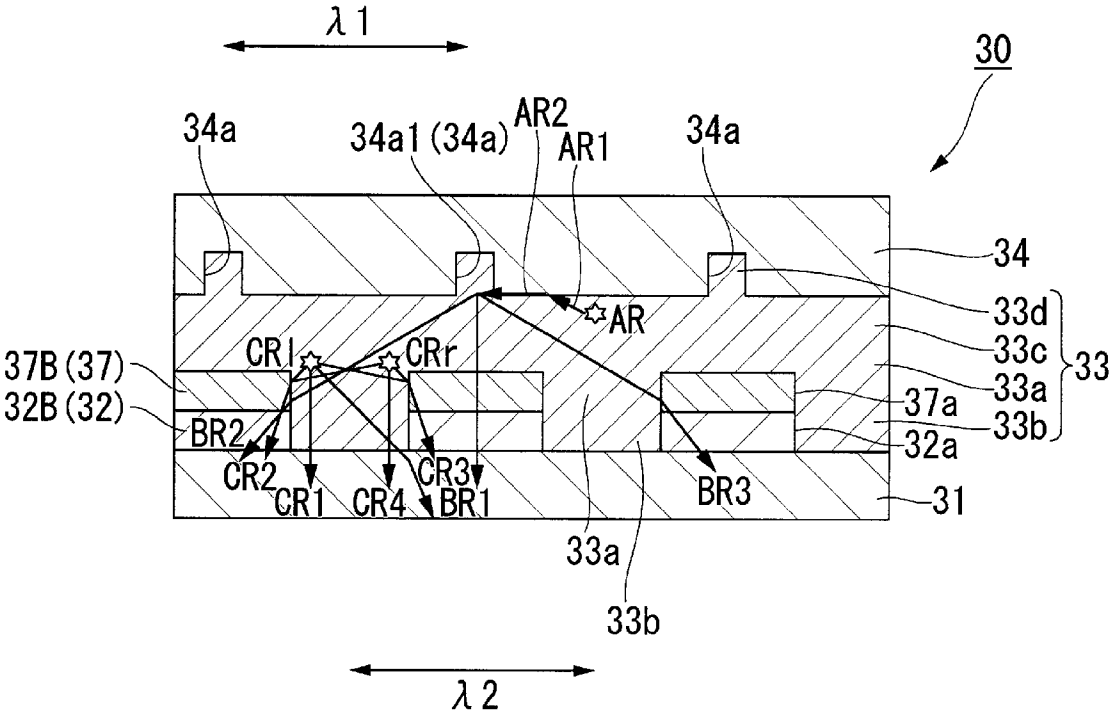
[図3]


L1
14a
14a
14
14A
17B(17)
12B(12)
11B(11)
13d
13a
17a
13b
12a
13c
13
11
17B(17)
11a
11B
11a
12B(12)
L2

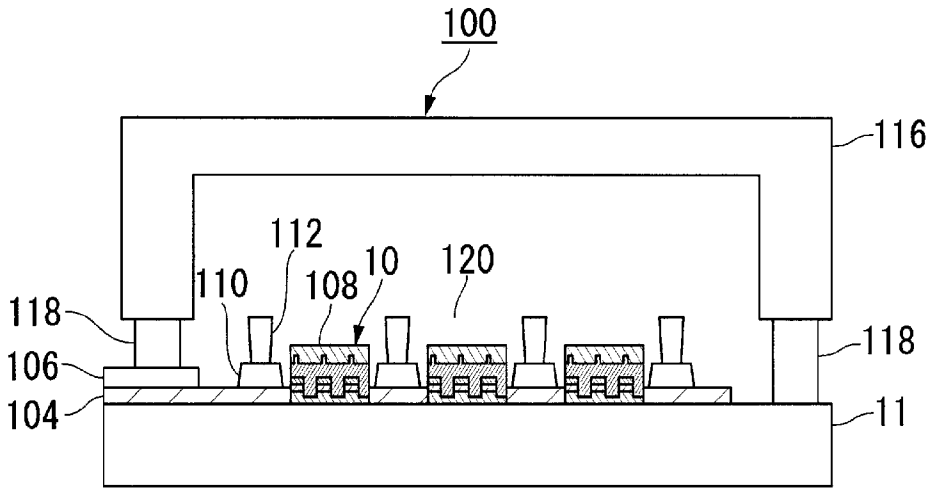
[図4]


λ1
20
L1
24a
24a1 (24a)
AQ2
AQ1
24
24A
23c
AQ
CQ
23b
23
27B (27)
23a
22
27a
BQ2
CQ2
CQ1
CQ3
BQ1
BQ3
21
λ2
L2

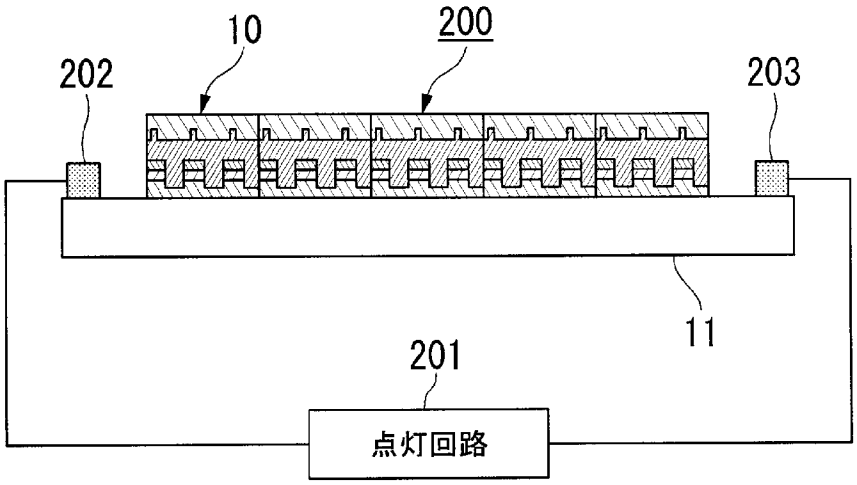
[図5]


λ1
30
34a
34a1 (34a)
AR2
AR1
34a
34
33d
AR
33c
CR1
CRr
33
37B (37)
33a
37a
32B (32)
33b
BR2
32a
CR2
CR1
CR4
CR3
BR1
BR3
31
33a
33b
λ2

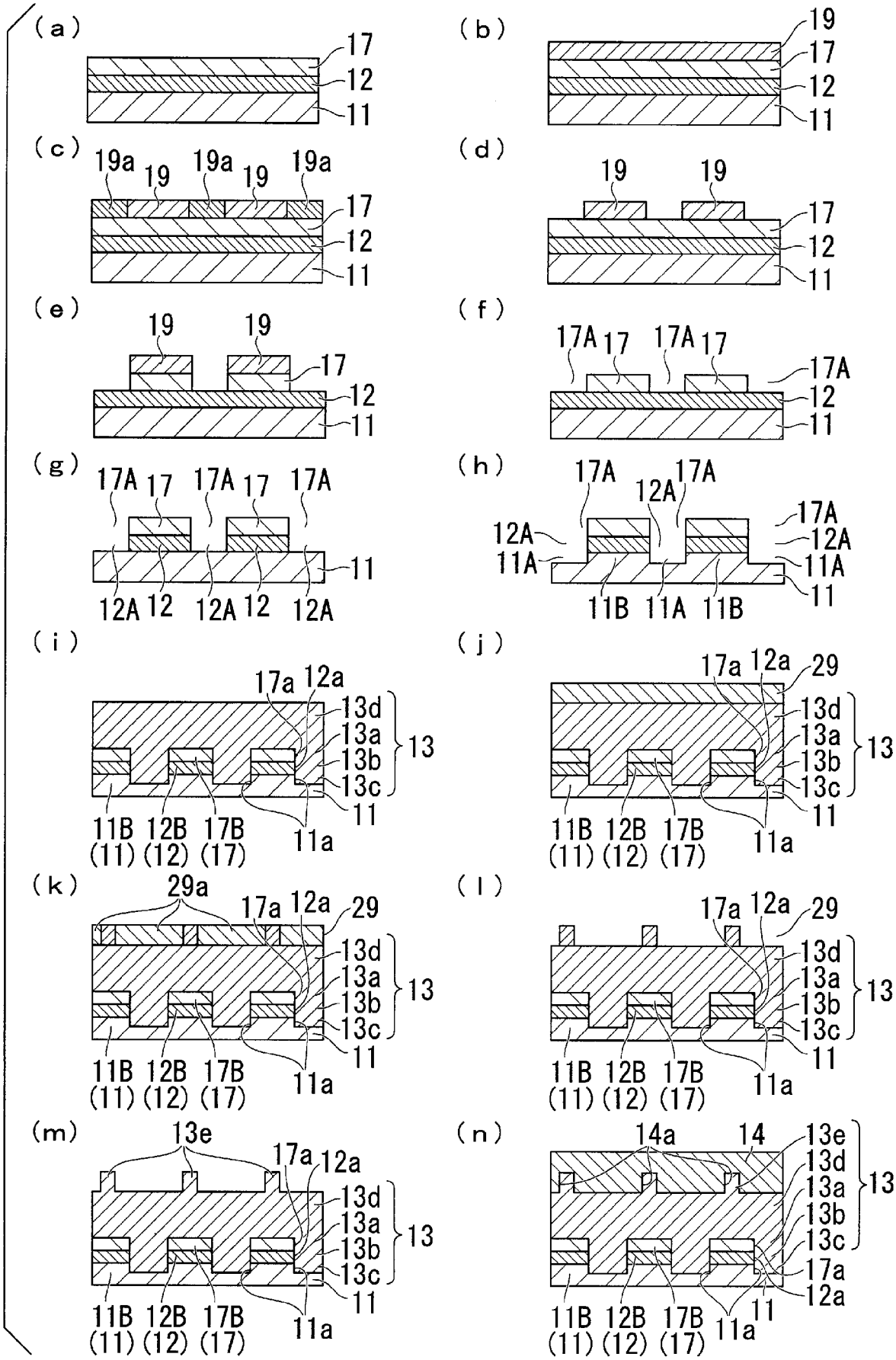
[図6]


100
116
112
110
108
10
120
118
106
104
118
11

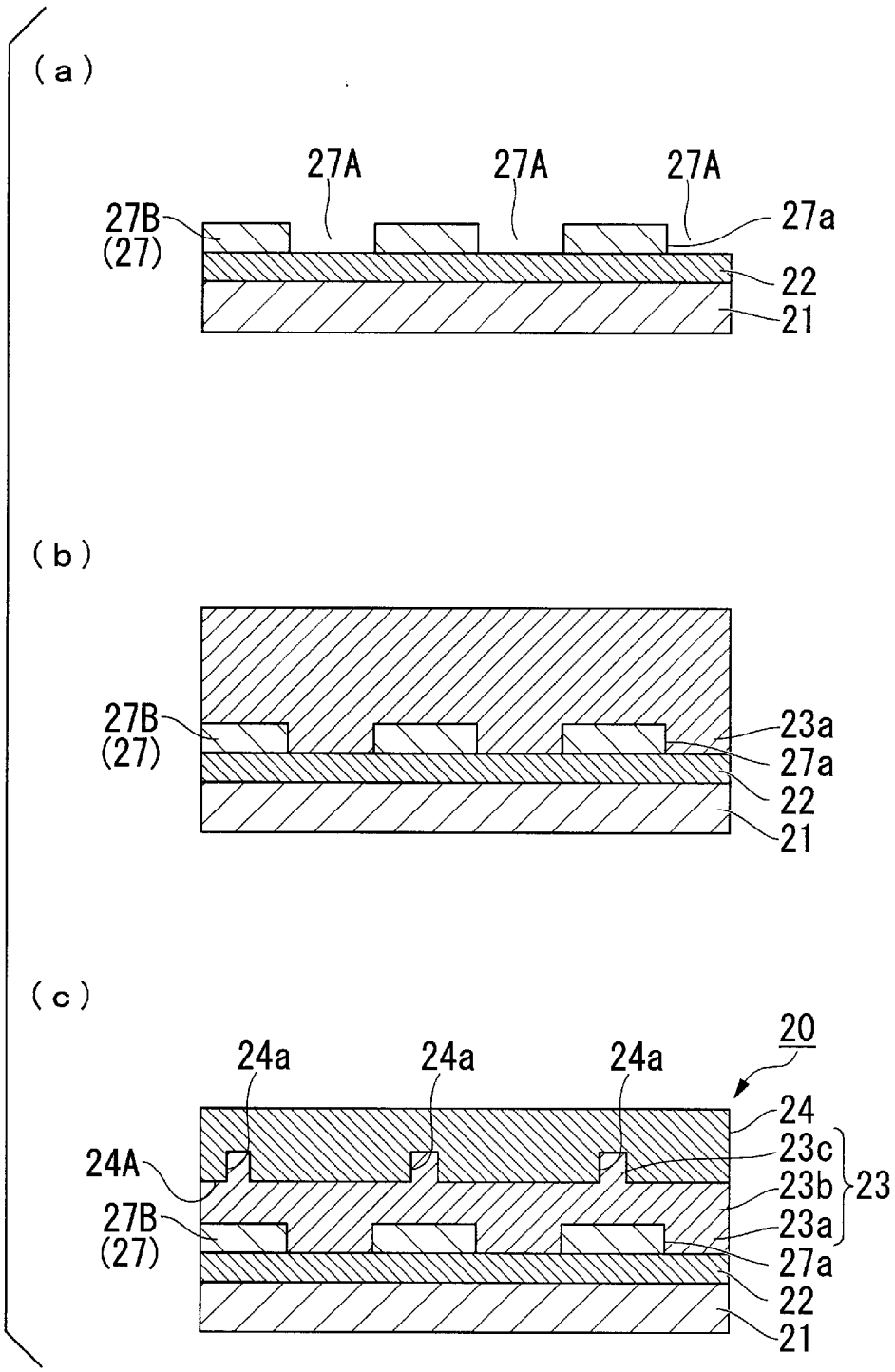
[図7]


10
200
202
203
11
201
点灯回路

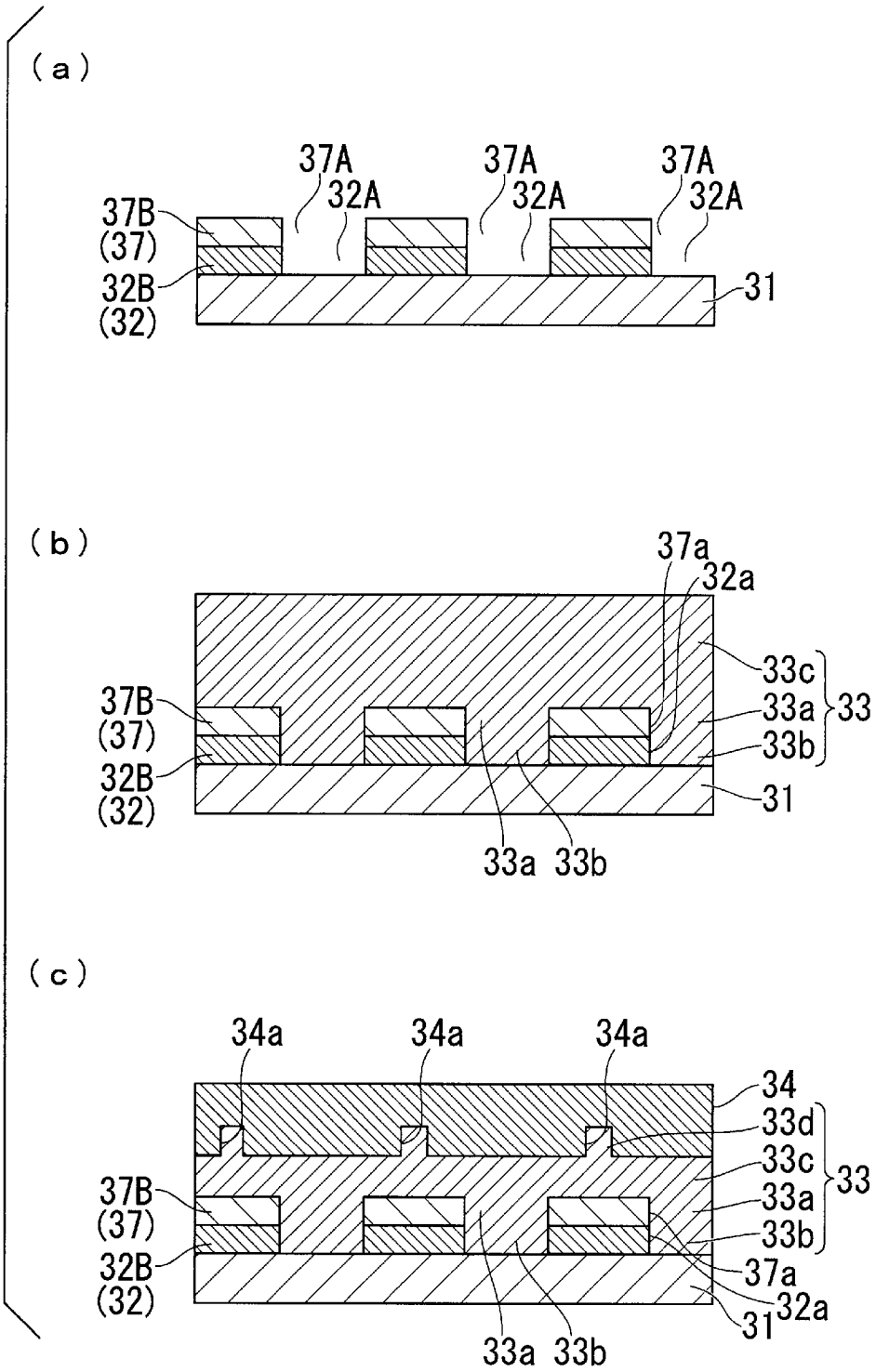
[図8]


(a)
17
12
11
(b)
19
17
12
11
(c)
19a
19
19a
19
19a
17
12
11
(d)
19
19
17
12
11
(e)
19
19
17
12
11
(f)
17A
17
17A
17
17A
12
11
(g)
17A
17
17A
17
17A
11
12A
12
12A
12
12A
(h)
17A
12A
17A
17A
12A
12A
11A
11A
11
11B
11A
11B
(i)
17a
12a
13d
13a
13b
13c
13
11
11B
12B
17B
(11)
(12)
(17)
11a
(j)
17a
12a
29
13d
13a
13b
13c
13
11
11B
12B
17B
(11)
(12)
(17)
11a
(k)
29a
17a
12a
29
13d
13a
13b
13c
13
11
11B
12B
17B
(11)
(12)
(17)
11a
(l)
17a
12a
29
13d
13a
13b
13c
13
11
11B
12B
17B
(11)
(12)
(17)
11a
(m)
13e
17a
12a
13d
13a
13b
13c
13
11
11B
12B
17B
(11)
(12)
(17)
11a
(n)
14a
14
13e
13d
13a
13b
13c
13
17a
12a
11
11B
12B
17B
(11)
(12)
(17)
11a

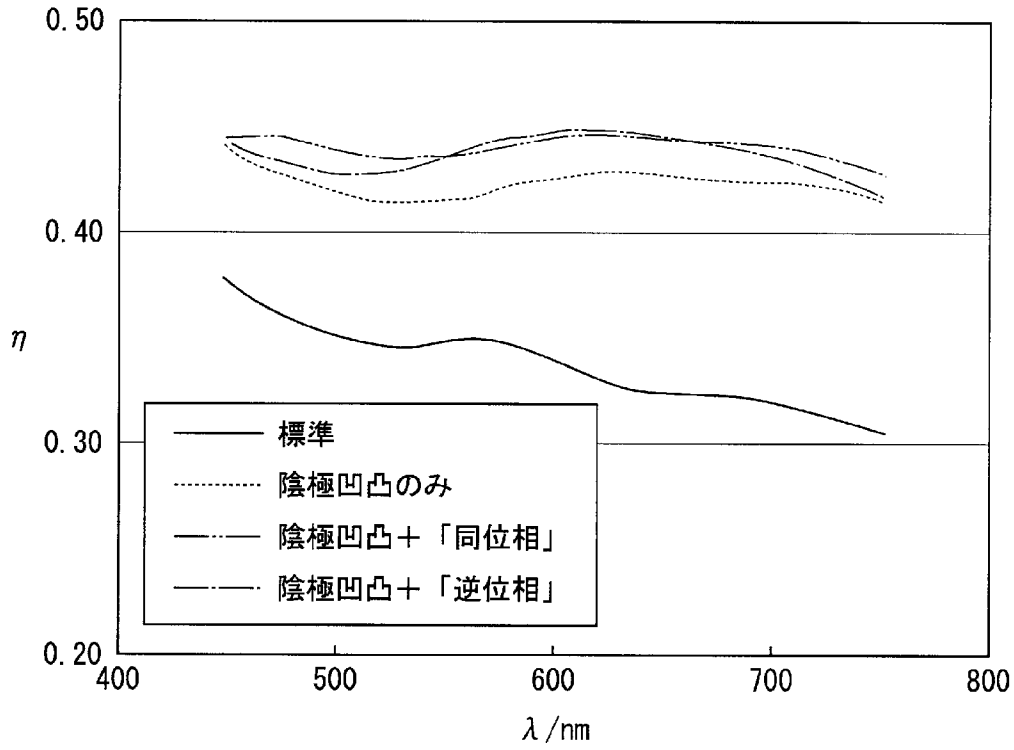
[図9]


(a)
27A
27A
27A
27B
(27)
27a
22
21
(b)
27B
(27)
23a
27a
22
21
(c)
20
24a
24a
24a
24
24A
23c
23b
23
23a
27B
(27)
27a
22
21

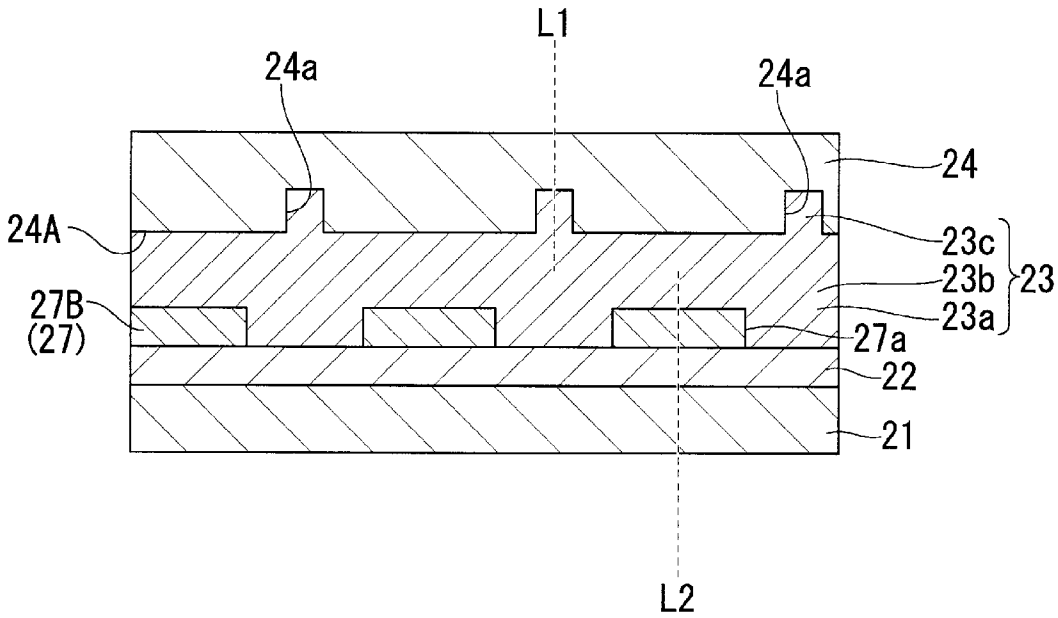
[図10]


(a)
37A
32A
37A
32A
37A
32A
37B
(37)
32B
(32)
31
(b)
37a
32a
33c
33a
33
33b
37B
(37)
32B
(32)
31
33a
33b
(c)
34a
34a
34a
34
33d
33c
33a
33
33b
37B
(37)
32B
(32)
37a
32a
31
33a
33b

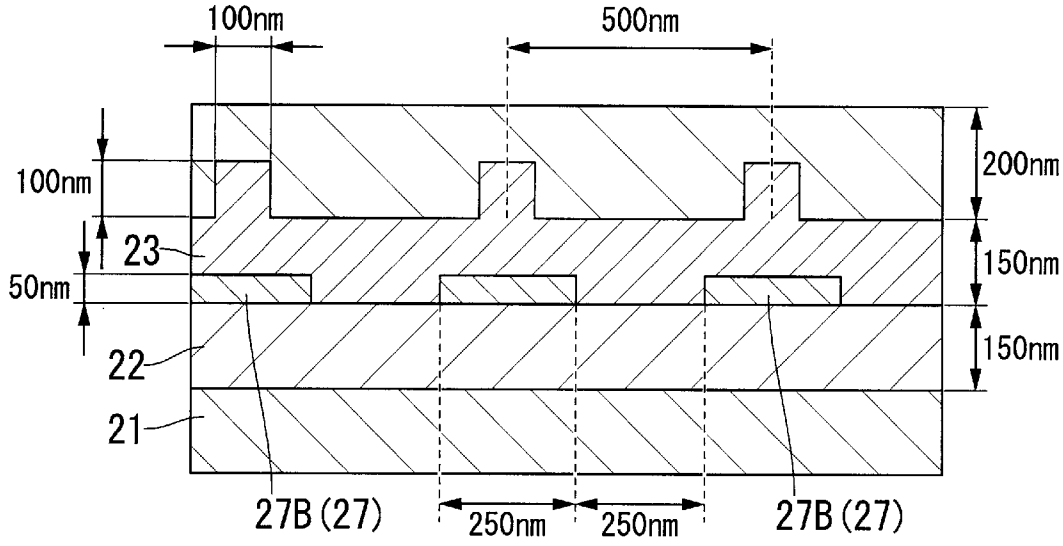
[図11]


0.50
0.40
0.30
0.20
η
400
500
600
700
800
λ/nm
標準
陰極凹凸のみ
陰極凹凸＋「同位相」
陰極凹凸＋「逆位相」

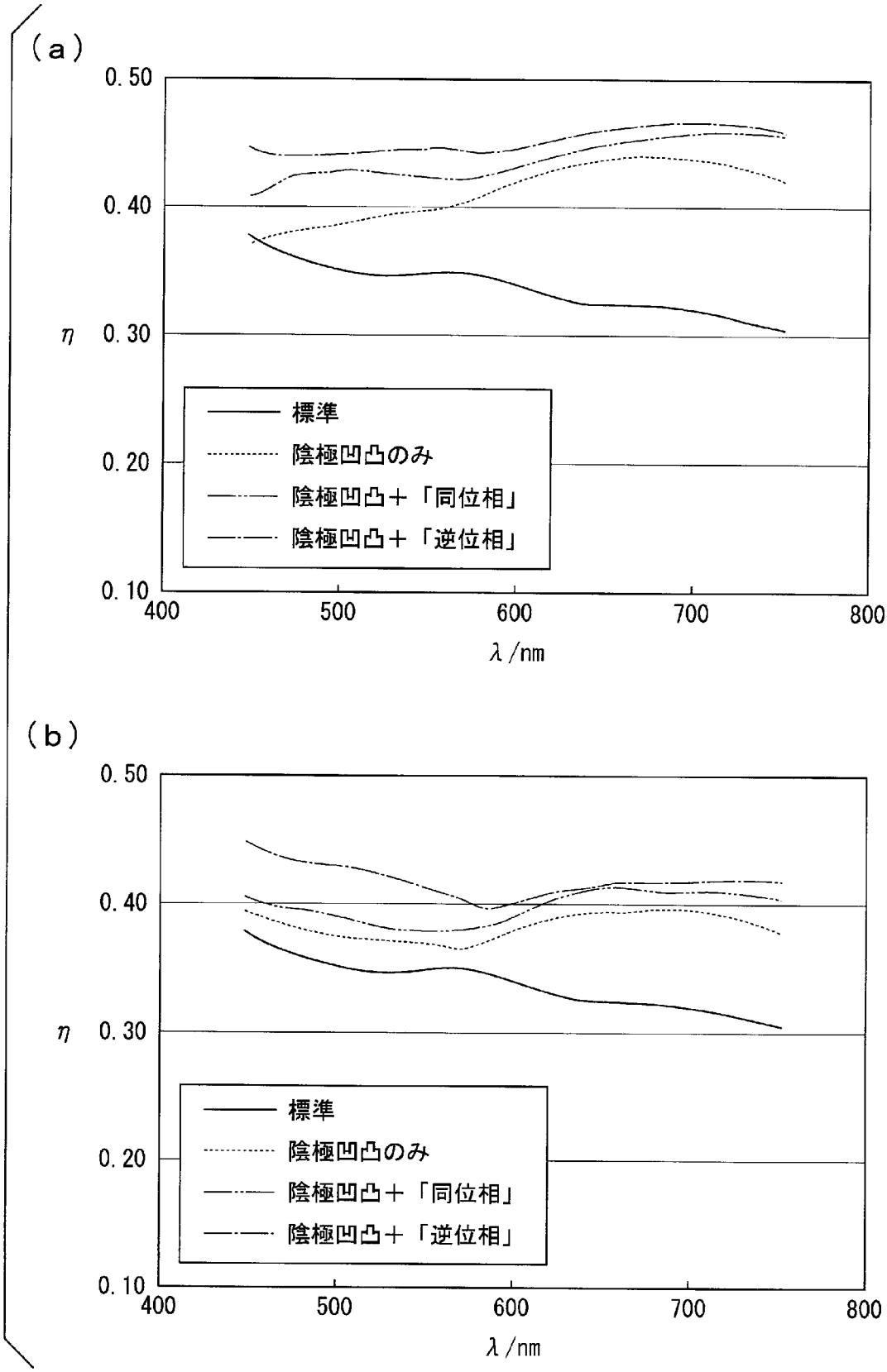
[図12]


L1
24a
24a
24
24A
23c
23b
23
23a
27B
(27)
27a
22
21
L2

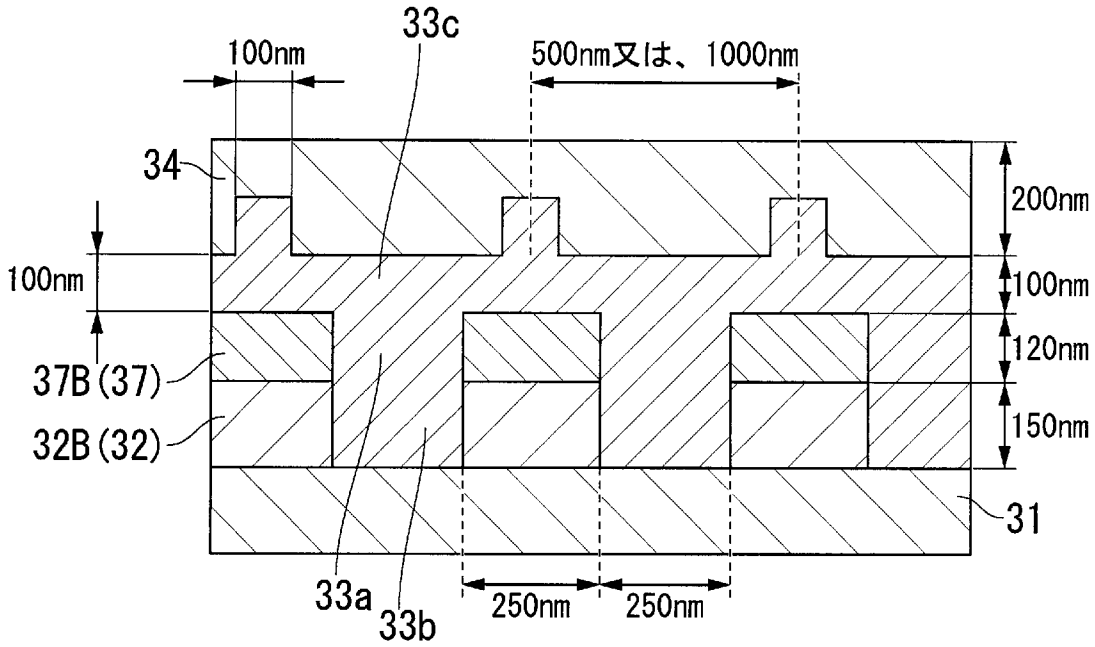
[図13]


100nm
500nm
100nm
200nm
23
50nm
150nm
22
150nm
21
27B (27)
250nm
250nm
27B (27)

[図14]


(a)
0.50
0.40
η
0.30
0.20
0.10
400
500
600
700
800
λ/nm
標準
陰極凹凸のみ
陰極凹凸＋「同位相」
陰極凹凸＋「逆位相」
(b)
0.50
0.40
η
0.30
0.20
0.10
400
500
600
700
800
λ/nm
標準
陰極凹凸のみ
陰極凹凸＋「同位相」
陰極凹凸＋「逆位相」

[図15]


33c
100nm
500nm又は、1000nm
34
200nm
100nm
100nm
120nm
37B (37)
150nm
32B (32)
31
33a
33b
250nm
250nm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/084151

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H05B33/02(2006.01)i, *G09F9/30*(2006.01)i, *H01L27/32*(2006.01)i, *H01L51/50*(2006.01)i, *H05B33/22*(2006.01)i, *H05B33/26*(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05B33/02, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/22, H05B33/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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	JP 2011-082192 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0011] to [0012], [0014], [0065]; fig. 1, 14 to 16 & JP 4675435 B & US 2012/0267614 A1 & EP 2458937 A1 & WO 2011/010503 A1 & TW 201116150 A & CN 102474929 A	1-9
X A	WO 2011/081057 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 07 July 2011 (07.07.2011), paragraphs [0016], [0021] to [0022], [0106]; fig. 1, 9 to 12 & US 2012/0299469 A1	1-4,6-9 5

☒ 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	Date of mailing of the international search report
10 March, 2014 (10.03.14)	18 March, 2014 (18.03.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/084151

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-243517 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 10 December 2012 (10.12.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2011-507196 A (Transpacific Infinity, LLC), 03 March 2011 (03.03.2011), entire text; all drawings & US 2009/0152533 A1 & EP 2223358 A & WO 2009/079396 A1 & CN 101946341 A	1-9
A	JP 2006-313667 A (Riken, Japan), 16 November 2006 (16.11.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０８４１５１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05B33/02(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05B33/02, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/22, H05B33/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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	JP 2011-082192 A (昭和電工株式会社) 2011.04.21, 段落【００１１】－【００１２】,【００１４】,【００６５】, 図１, １４－１６ & JP 4675435 B & US 2012/0267614 A1 & EP 2458937 A1 & WO 2011/010503 A1 & TW 201116150 A & CN 102474929 A	1-9
X－A	WO 2011/081057 A1 (昭和電工株式会社) 2011.07.07, 段落[００１６], [００２１]－[００２２], [０１０６], 図１, ９－１２ & US 2012/0299469 A1	1-4, 6-9 - 5

☑　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 １０．０３．２０１４	国際調査報告の発送日 １８．０３．２０１４
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｏ　４０７４ 大竹　秀紀 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2012-243517 A (昭和電工株式会社) 2012.12.10, 全文全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2011-507196 A (トランスパシフィック・インフィニティ, リミテッド・ライアビリティ・カンパニー) 2011.03.03, 全文全図 & US 2009/0152533 A1 & EP 2223358 A & WO 2009/079396 A1 & CN 101946341 A	1-9
A	JP 2006-313667 A (独立行政法人理化学研究所) 2006.11.16, 全文全図 (ファミリーなし)	1-9