

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4748835号
(P4748835)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日(2011.5.27)

(51) Int.Cl.	F 1
H05B 33/00	(2006.01) HO5B 33/00
H05B 33/02	(2006.01) HO5B 33/02
H05B 33/12	(2006.01) HO5B 33/12 D
H01L 51/50	(2006.01) HO5B 33/14 A
H05B 33/24	(2006.01) HO5B 33/24

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-232369 (P2000-232369)
 (22) 出願日 平成12年7月31日 (2000.7.31)
 (65) 公開番号 特開2002-50467 (P2002-50467A)
 (43) 公開日 平成14年2月15日 (2002.2.15)
 審査請求日 平成19年7月20日 (2007.7.20)

前置審査

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 水上 真由美
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 瀬尾 哲史
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 西 毅
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 審査官 川村 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明器具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の発光装置を有し、

前記複数の発光装置は、それぞれ、

曲面形状である基板層と、前記基板層の上に形成されたEL層と、を有し、

前記EL層の陽極層及び陰極層は、光反射性を有し、

前記EL層の発光層から発した光が、前記陽極層及び前記陰極層で反射した導波光を用いて発光するものであり、

前記複数の発光装置は重ねて並べられ、光の導出方向がそろっており、前記複数の発光装置は線状の光源となることを特徴とする照明器具。 10

【請求項 2】

複数の発光装置を有し、

前記複数の発光装置は、それぞれ、

曲面形状である基板層と、前記基板層の上に形成されたEL層と、を有し、

前記基板層と、前記EL層の陰極層とは、光反射性を有し、

前記EL層の発光層から発した光が、前記基板層及び前記陰極層で反射した導波光を用いて発光するものあり、

前記複数の発光装置は重ねて並べられ、光の導出方向がそろっており、前記複数の発光装置は線状の光源となることを特徴とする照明器具。

【請求項 3】

複数の発光装置を有し、

前記複数の発光装置は、それぞれ、

曲面形状である基板層と、前記基板層の表面に形成されたEL層と、前記基板層の裏面に形成された光反射性部材と、を有し、

前記EL層の陰極層は、光反射性を有し、

前記EL層の発光層から発した光が、前記陰極層及び前記光反射性部材で反射した導波光を用いて発光するものであり、

前記複数の発光装置は重ねて並べられ、光の導出方向がそろっており、前記複数の発光装置は線状の光源となることを特徴とする照明器具。

【請求項4】

10

請求項1乃至請求項3のいずれか一において、

前記基板層はフレキシブルな材料を用いることを特徴とする照明器具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エレクトロルミネッセンス(Electro luminescence:以下ELと記す)が得られる有機化合物からなる薄膜(以下、「有機EL膜」と記載)を電極間に挟んだ素子(以下、「有機EL素子」と記載)を含む発光装置に関する。特に、有機EL膜と電極との界面に沿う方向(以下、「横方向」と記載)から取り出せる光を用いることを特徴とする発光装置に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子として有機EL素子を用いた発光デバイスを指す。

20

【0002】

【従来の技術】

有機EL素子は電場を加えることにより発光する素子であり、軽量、直流低電圧、高速応答性などの特性から、次世代のフラットパネルディスプレイに用いる素子として注目を浴びている。また、自発光で視野角が広いことから、携帯機器の表示画面をはじめとする自発光の面状表示素子として有効であると考えられている。

【0003】

さらに、光の三原色(赤、緑、青)それぞれの色を呈する発光材料を一素子内に導入することにより、白色光を発光させることも可能である(文献1:J. Kido, C. Ohtaki, K. Hwangawa, K. Okuyama and K. Nagai, "1,2,4-Triazole Derivative as an Electron Transport Layer in Organic Electroluminescent Devices", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 32, pp. L917-L920 (1993))。文献1では、キャリアアブロック層の厚さを調節することにより、電子輸送層および正孔輸送層の両方を発光させ、白色光を取り出している。白色光が可能であるということから、特に軽量であるという利点を活かし、ディスプレイのバックライトや照明としての利用も考えられている。

30

【0004】

有機EL素子の発光機構としては、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機EL膜中の発光中心で再結合して励起子を形成し、その励起子が基底状態に戻る時にエネルギーを放出して発光すると言われている。

40

【0005】

また、有機EL素子の構造であるが、主としてガラス基板やプラスチック基板(以下、単に「基板」と記載)上に、陽極である透明電極(例えばITO)、有機EL膜、陰極材料を積層し、対向基板を張り合わせるという手法を用いて作製している。陰極は可視光を透過しない材料が使われているため、有機EL膜中で発生したフォトンは有機EL膜層、透明電極層、基板層を透過して取り出され、発光素子として利用されている。

【0006】

ここで、注入されたキャリアの数に対して、有機EL素子外部に取り出されるフォトンの数の割合(以下、「外部量子効率」と記載)は、以下の式で表される(文献2:「有機LED素子の残された重要課題と実用化戦略」、編集 有機エレクトロニクス材料研究会、ぶん

50

しん出版、p.106-107)。

【0007】

【数1】

$$_{\text{ext}} = \quad \quad \quad _{\text{e}} \quad \quad \quad (1)$$

【0008】

なお、各記号はそれぞれ、 $_{\text{ext}}$ ：外部量子効率、 \quad ：一重項励起状態からの発光であれば0.25。三重項励起状態からの発光も加味すれば1。 \quad ：量子収率（キャリアが再結合して生じた励起子の数に対して、有機EL膜中で無放射失活せずにフォトンとして発生する割合で、最大で1）。 \quad ：キャリアバランス因子（注入される電子および正孔のバランスで、最大で1）。 $_{\text{e}}$ ：取り出し効率を表す。

10

【0009】

および \quad は、用いる有機EL膜材料固有の数値である。 \quad は、有機EL素子のデバイス構造、電極の種類などで決定する因子である。つまりこれらの数値は、有機EL膜材料および電極材料の選択・組み合わせにより1に近づくことになる。これに対して取り出し効率 $_{\text{e}}$ は、発生したフォトンのうち素子外部に取り出せるものの割合のことであり、有機EL膜層、透明電極層、基板層それぞれ固有の異なる屈折率が原因で決定される。

【0010】

式(1)から、 \quad 、 \quad 、 \quad 、 $_{\text{e}}$ のいずれを高めることによっても外部量子効率を高めることができる。外部量子効率が高まれば発光効率も向上するため、より消費電力が少なく、明るい発光装置を作製することができる。三重項発光を利用した高効率発光素子などは、 \quad を高めた一例である（文献3：T. Tsutsui, M.-J. Yang, M. Yahiro, K. Nakamura, T. Watanabe, T. Tsuji, Y. Fukuda, T. Wakimoto and S. Miyaguchi, "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, pp. L1502-L1504 (1999)）。

20

【0011】

しかしながら現在、取り出し効率 $_{\text{e}}$ の値は、有機EL素子において20%程度にすぎないとと言われている（文献4：C. F. Madigan, M.-H. Lu and J. C. Sturm, "Improvement of output coupling efficiency of organic light-emitting diodes by backside substrate modification", Applied Physics Letters, Vol. 76, No. 13, 1650-1652 (2000)）。つまり有機EL素子においては、陽極-陰極間の方向（以下、「縦方向」と記載）へ取り出せる光、すなわち基板面から発生する面状発光が、発生した光全体の20%であることを指し示している。したがって、材料面でどれだけ工夫をしたとしても、従来技術では外部量子効率は最大で20%というのが限界である。

30

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明では、光の取り出し効率を高めることによって、発光効率が従来よりも高い有機EL素子を提供することを課題とする。また、前記有機EL素子を用いて、明るく消費電力の少ない、軽量な発光装置、電気器具を提供することを課題とする。

40

【0013】

【課題を解決するための手段】

有機EL素子において取り出し効率の限界が20%程度であるというのは、屈折率の高い物質から低い物質へ光が通過しようとする際に、ある入射角以上で発現する全反射の現象に由来するものである。つまり、例えば陽極としてITOを用いたとすると、発生した光のうちの残り80%は、理論的にはITOと基板との界面、あるいは基板と素子外部との界面において全反射する。

【0014】

そして、対向基板側には光を透過しない陰極があるため、全反射した光は陰極で再び反射し、それを繰り返すことによって有機EL素子の横方向に向かって進行する（図1(a)参照）

50

)。あるいは図1(b)のように、陰極による反射を生じる前に、横方向へ向かって素子外部に取り出される光も存在する。これらの光は導波光と呼ばれる。なお、ITOの屈折率は有機EL膜のそれより大きく、ITOと有機EL膜との界面では全反射が起こらないので、図1では便宜上、ITOと有機EL膜間で起こる屈折の表現は省略してある。

【0015】

ここで、基板の厚み(ミリ～サブミリオーダー)は有機EL膜の厚み(サブミクロンオーダー)に比べてきわめて大きいため、図1(a)において、である。従って、実際に素子外部に取り出される導波光は、の経路中、すなわち基板部分から取り出される光がきわめて多い。また、図1(b)のパターンで、基板部分から取り出される光も多くなる。

【0016】

このように、基板の厚みと有機EL膜の厚みの違いを考えると、導波光のほとんどは有機EL膜からではなく、基板層から横方向に取り出される。基板層を進行する導波光は、基板面に対して平行に近い角度で進行する、すなわち図1(c)中の角度が小さいため、基板の端面においては全反射は起きずにはほぼ完全に光を取り出すことができる。

【0017】

そこで本発明者は、前記課題を解決するために、有機EL素子から放出される導波光に着目した。陰極ではある程度の光の吸収などが生じると思われるが、それでも最終的には、導波光の方が従来の縦方向から取り出せる20%の光よりも取り出し効率が高いと、本発明者は考えている。

【0018】

したがって、導波光を用いることにより、従来よりも外部量子効率が高い、すなわち発光効率の高い有機EL素子を作製することが可能となる。このような有機EL素子を適用すれば、従来より明るく、消費電力も少ない発光装置を作製することができる。

【0019】

しかしながら従来は、導波光に注目されることはなかった。なぜならば、有機EL素子においては平面状の層を縦方向に積層していくため、例えばディスプレイの画素として用いる場合などには、縦方向の光を取り出した方が構造的に薄く、プロセスも容易なフラットパネルディスプレイが作製できるからである。

【0020】

前記フラットパネルディスプレイの画素は面状表示素子として用いられるため、縦方向の光は平面光源として利用されることになる。導波光は横方向、すなわち平面状素子の面に沿う方向に放出される光であるから、従来通りに平面光源として用いようとしてもプロセス的に難点が多い。したがって、導波光を活用するならば、従来有機EL素子で考えられているような平面光源としての利用方法はあまり適切でなく、新たな利用方法を適用しなければならない。

【0021】

このような理由から、本発明者は有機EL膜層がサブミクロンのオーダーの厚みしか持たないことを考慮し、導波光を利用した有機EL素子は線光源もしくは点光源としての使用が適切であると考えた。

【0022】

そこで、導波光を光漏れすることなく線状光もしくは点状光として使用するために、光反射性の基板を用いるか、あるいは基板周囲を光反射性の部材で覆うことによって縦方向から放出される光を完全に遮断する手法を用いた。これにより、光が放出される方向が横方向のみに限定される有機EL素子を作製できる。なお、本明細書中における光反射性とは、各種金属に代表されるように、少なくとも可視光を反射する性質のことをさす。

【0023】

また、前記EL素子は平面光源の発光素子として使いにくいため、従来の平面光源を用いた発光装置とは異なる装置構造が必要となる。本発明者は、前記EL素子の導波光を積極的に活用できる発光装置の構造、および応用例を考えた。

【0024】

10

20

30

40

50

【発明の実施の形態】

本発明が開示する、導波光を発光として積極的に利用できる有機EL素子は、以下に示す図2～図4のような形態で実施される。なお、図2～図4における波線塗りつぶし部分は、光反射性の材料を使用している箇所を示す。

【0025】

図2では、基板層204、透明陽極層203、有機EL膜202、光反射性である陰極層201、および光反射性部材205を積層した有機EL素子を示す。有機EL膜で発生した光は、陰極層201または光反射性部材205により全反射するか、あるいは基板層204と透明陽極層203との界面で全反射することによって、導波光として横方向から取り出すことができる。

【0026】

図2の場合、基板層204にフレキシブルな材料（プラスチックなど）を用いたときに、光反射性部材205を薄膜化することによりフレキシブルな有機EL素子を作製できる利点がある。

【0027】

図3では、光反射性基板層304、透明陽極層303、有機EL膜302、および光反射性である陰極層301を積層した有機EL素子を示す。有機EL膜で発生した光は、陰極層301または光反射性基板層304により全反射し、導波光として横方向から取り出すことができる。

【0028】

図3の構造は図2に比べて一層少ないため、プロセス的に簡便であるという利点がある。しかしながら、光反射性基板層304に使用しうる材料は、光沢のある材料（金属など）であると考えられるため、フレキシブルな基板を用いた素子として作製する場合は図2の方が適当であると思われる。

【0029】

図4では、基板層404、光反射性陽極層403、有機EL膜402、光反射性である陰極層401を積層した有機EL素子を示す。有機EL膜で発生した光は、陰極層401または光反射性陽極層403により全反射し、導波光として横方向から取り出すことができる。

【0030】

図4の構造では、図3と同様のプロセスで作製できる上に、図2の利点と同様にフレキシブル素子化も容易である。したがって、有機EL膜402のHOMO準位と光反射性陽極層403の仕事関数との組み合わせに由来する正孔注入性が、適正な組み合わせになるように材料を選択することによって、コスト的、特性的に図2～図4の中ではもっとも良い素子になる。

【0031】

次に、本発明で開示された有機EL素子を用いて作製できる発光装置に関して、実施の形態を図5～図6に例示する。なお、図5～図6では、図面手前が光を導出する箇所（以下、「光の取り出し口」と記載）になっている。

【0032】

図5は、方形型の素子である。光の取り出し口を一通りにするためには、方形の四辺のうち三辺を光反射性の部材で覆うことによって達成できる。しかしこの場合、垂直に交わる三辺で周囲を覆われていることが原因で、光の取り出し口から取り出せない光も存在する。したがって、取り出し効率が高いという導波光の利点を半減していると言える。プロセス的には平板を切り出すだけなので、簡便である。

【0033】

図6は図5の欠点を補うべく、光の取り出し口以外、すなわち光反射性部材で覆う部分の形態を変えたものである。図6(a)は三角形タイプ、図6(b)は半円形タイプである。特に半円形タイプは集光をねらったものであり、より高い輝度を達成できる。

【0034】

以上に示した有機EL素子、および前記有機EL素子を用いた発光装置を用いることにより、従来よりも高い取り出し効率を達成することができる。したがって、明るく消費電力の少ない発光装置や、前記発光装置を用いた電気器具を作製することができる。

【0035】

10

20

30

40

50

【実施例】

[実施例 1]

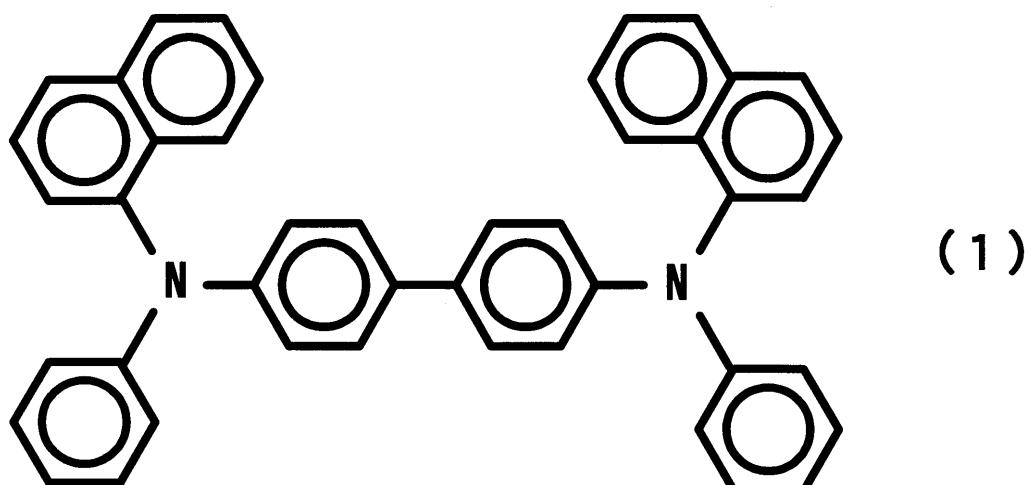
本実施例では、発明の実施の形態において図2で示した有機EL素子の構成材料、およびその有機EL素子を用いた発光素子の作製手法を具体的に例示する。図7にその素子構造を示す。

【0036】

まず、ガラス基板701上に、透明電極である陽極としてITO(インジウム錫酸化物)702をスパッタリングにより成膜する。その上に、正孔輸送層として化学式(1)で表される-NPD703を、電子輸送性発光層として化学式(2)で表されるAlq₃704を、抵抗加熱による真空蒸着法で積層して有機EL膜を成膜する。さらに陰極として光を透過しないイッテルビウム(Yb)705を蒸着により成膜し、積層構造の有機EL素子を作製する。
10

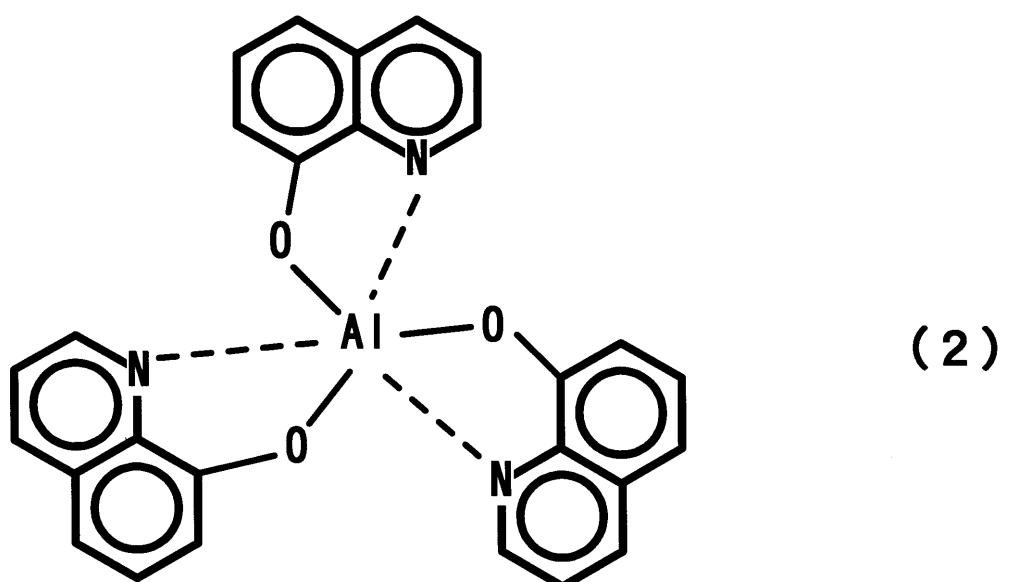
【0037】

【化1】



【0038】

【化2】



【0039】

これとは別に、UV硬化樹脂707をディスペンサーにより塗布したガラスを対向基板706として用意し、前記有機EL素子を積層したガラス基板701と張り合わせたあと、UVを照射して
50

接着させる。最後に陽極側のガラス基板にアルミニウム708をEB蒸着し、光反射性の部材とする。

【0040】

[実施例2]

本実施例では、実施例1により作製された有機EL素子を、発光装置として用いる手法を具体的に例示する。

【0041】

図7で作製した素子は、方形あるいは三角形にスクライプすることによって、図8(a)、図8(b)のような平板型素子を切り出すことができる。また、図13のように半円形の素子は、スクライプするのは困難であるため、あらかじめ基板をそのような形にしておく必要がある。その後、光の取り出し口以外の部分にアルミニウムをEB蒸着することにより、発明の実施の形態で示した図5、図6の発光装置が作製できる。10

【0042】

なお、実施例1、2で用いた光反射性の材料は、少なくとも可視光を反射する材料であればアルミニウム以外でもよく、酸化などの経時劣化が起こらないことが望ましい。

【0043】

[実施例3]

本実施例では、本発明で開示された発光装置を、照明器具として適用するための構成手法を例示する。

【0044】

平板型の発光装置を図9のように並べることによって、線状の光源が得られる。並べる量が多数にまたがる場合でも、基板にプラスチックのようにガラスよりも軽量な材質を適用することにより、軽量な照明を提供することができる。20

【0045】

また、プラスチックなどのフレキシブルな基板を用いることによって、曲面形状を有する発光装置を作製することができる。図14のように、この場合光反射性部材を陽極側に設けず、縦方向の光(従来の面状発光)も放出させることによって、縦方向および横方向(導波光)の光の両方を図中の矢印1の方向に集約することができる。

【0046】

したがって、曲面形状の基板を含む有機EL素子の利用は、導波光を利用した本発明を実施する際に非常に有効な手段といえる。30

【0047】

[実施例4]

本実施例では、本発明で開示された発光装置を、フラットパネルディスプレイのフロントライトに適用するための構成手法を例示する。ここでは、図13に示される発光装置を用いた。

【0048】

平板型の発光装置において横方向の光を取り出すことを考慮し、フラットパネルディスプレイのフロントライトとしては、図10のようにディスプレイの周囲に平板の発光装置を配置する方法が最適である。この配置により、薄くて軽量であるというフラットパネルディスプレイの利点を生かしつつ、従来の有機EL素子を用いた発光装置よりも明るい光源を実現できる。40

【0049】

[実施例5]

本発明の発光装置は、明るく低消費電力で、軽量であるという利点を有するため、様々な電気器具の光源として有用である。代表的には、液晶表示装置のバックライトもしくはフロントライトとして用いる光源、または照明機器の光源として用いることができる。

【0050】

本実施例では、本発明の発光装置を光源として用いた電気器具を例示する。その具体例を図11に示す。なお、本実施例の電気器具に含まれる有機EL素子には、図2～図4のいず50

れの構造を用いても良い。また、本実施例の電気器具に含まれる発光装置の形態は、図5～図6のいずれの形態を用いても良い。

【0051】

図11(a)は電気スタンドであり、照明部1101、支持台1102、操作スイッチ1103を含む。本発明の発光装置は、発光部1101に用いることができる。特に図14で示した発光装置を用いることにより、均一で明るい電気スタンドを提供することができる。また、光反射性の部材で覆われているため、従来とは異なり電気スタンドの笠が必要ないという利点もある。

【0052】

図11(b)は室内照明であり、本体1201、発光部1202、支持棒1203、操作スイッチ1204を含む。本発明の発光装置は、発光部1202に用いることができる。従来の蛍光灯などに比べて軽く、損傷した場合でもより安全な照明器具を提供することができる。

10

【0053】

図11(c-1), (c-2)は、手元や足元など、特定部分のみを照らすための照明であり、本体1301、発光部1302、操作スイッチ1303を含む。本発明における特徴でもある線状発光を活かし、周囲の環境は暗所で、ある一部分だけを照らしたい場合に有効な照明器具である。例えば飛行機内などで、周囲にあまり光が漏れないように手元だけを照らし、本などを読む場合(図11(c-1))に有効である。また、例えば劇場・映画館などでは上映中に照明をつけることができないが、本発明を用いて、上映の妨げにならないよう足元だけを照らすことができる(図11(c-2))。それにより、上映中に席を立つ場合でも不自由しなくなる。

20

【0054】

図12(a)は携帯電話であり、本体1401、音声出力部1402、音声入力部1403、表示部1404、操作スイッチ1405、アンテナ1406を含む。本発明の発光装置は、表示部1404のフロントライトもしくはバックライトとして用いることができる。ここでは、フロントライト1407として用いた。

【0055】

図12(b)は音響機器(具体的には車載用オーディオ)であり、本体1501、表示部1502、操作スイッチ1503、1504を含む。本発明の発光装置は、表示部1502のフロントライトもしくはバックライトとして用いることができる。ここでは、フロントライト1505として用いた。また、本実施例では車載用オーディオを例として示すが、家庭用オーディオに用いても良い。

30

【0056】

図12(c)は腕時計であり、ベルト1601、表示部1602、操作スイッチ1603を含む。本発明の発光装置は、表示部1602のフロントライトもしくはバックライトとして用いることができる。ここでは、フロントライト1604として用いた。

【0057】

【発明の効果】

本発明を実施することにより、光の取り出し効率が従来よりも高い有機EL素子を作製し、明るく消費電力の少ない、軽量な発光装置を得ることができる。また、そのような発光装置を光源として用いることにより、明るく消費電力の少ない、軽量な電気器具を作製することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】 導波光を表す図。

【図2】 有機EL素子の断面構造を示す図。

【図3】 有機EL素子の断面構造を示す図。

【図4】 有機EL素子の断面構造を示す図。

【図5】 発光装置の構成を示す図。

【図6】 発光装置の構成を示す図。

【図7】 有機EL素子の具体的な断面構造を示す図。

50

【図 8】 発光装置の具体的な構成を示す図。

【図 9】 発光装置を照明器具として用いるための構成を示す図。

【図 10】 発光装置をフロントライトとして用いるための構成を示す図。

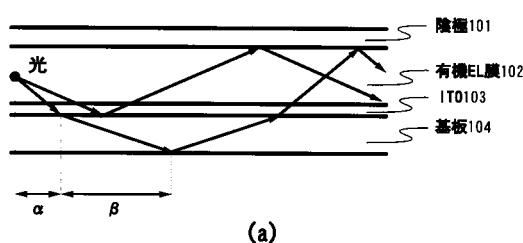
【図 11】 電気器具の具体例を示す図。

【図 12】 電気器具の具体例を示す図。

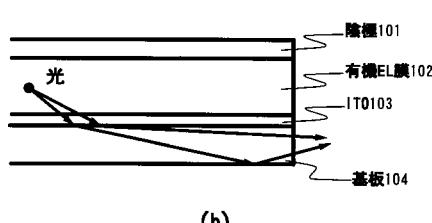
【図 13】 発光装置の具体的な構成を示す図。

【図 14】 発光装置を照明器具として用いるための構成を示す図。

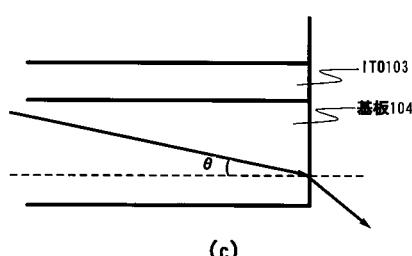
【図 1】



(a)

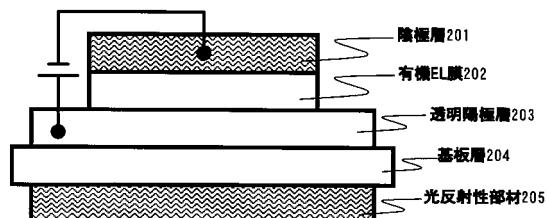


(b)

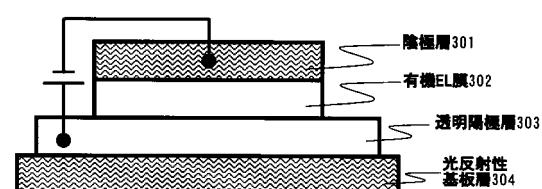


(c)

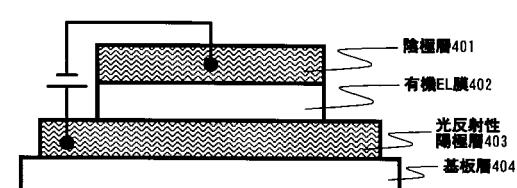
【図 2】



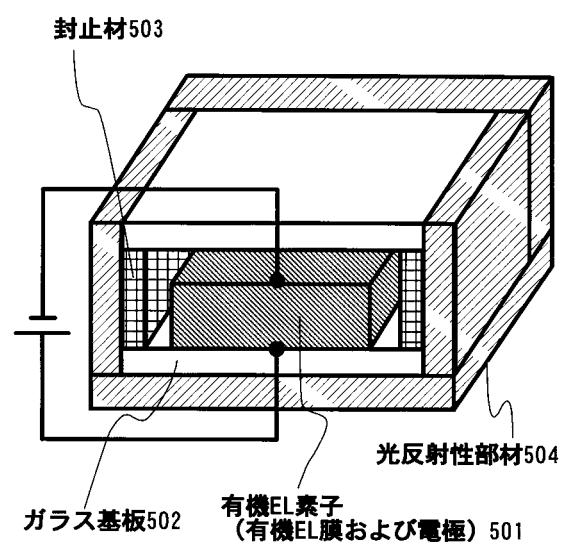
【図 3】



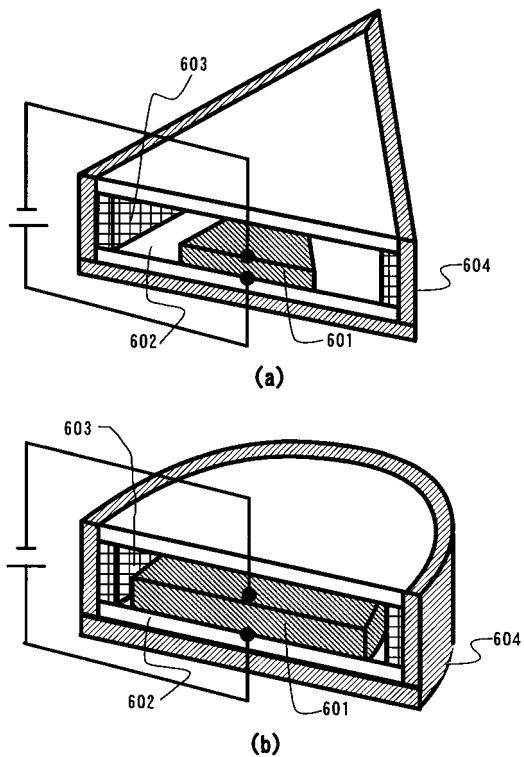
【図 4】



【図5】

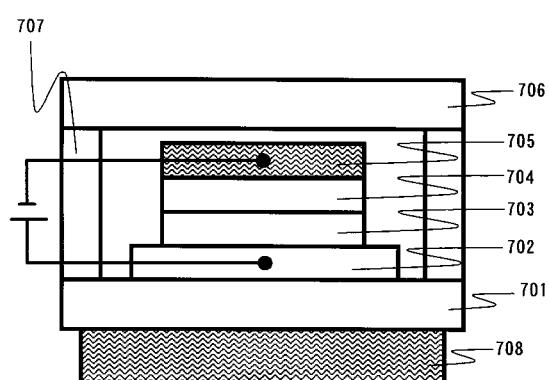


【図6】



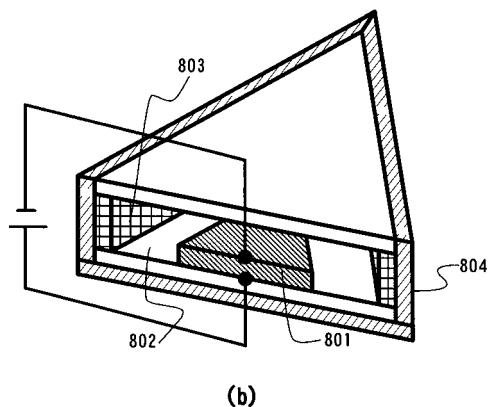
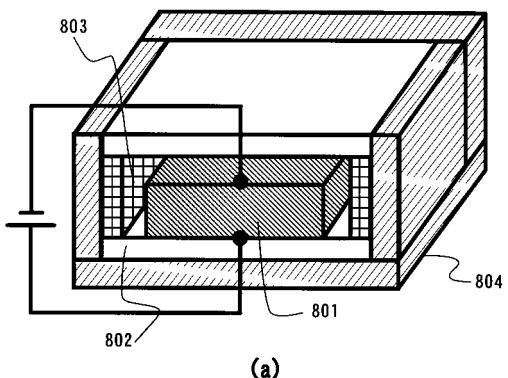
601；有機EL素子（有機EL膜および電極）
602；ガラス基板
603；封止材
604；光反射性部材

【図7】

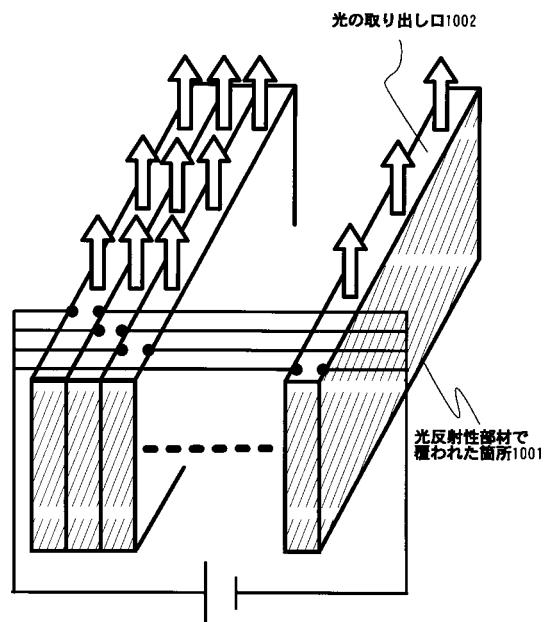


701；ガラス基板
702；インジウム錫酸化物（ITO）
703； α -NPD
704；Alq3
705；イッテルビウム
706；ガラス基板（対向）
707；封止材（UV硬化樹脂）
708；アルミニウム

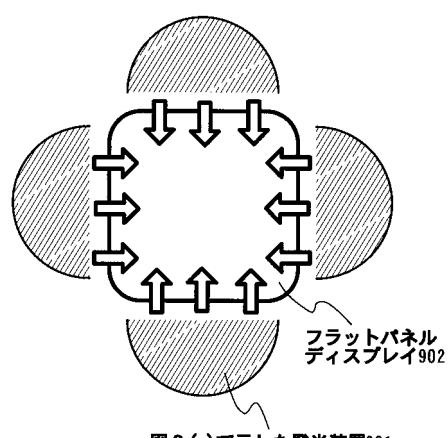
【図8】



【図9】



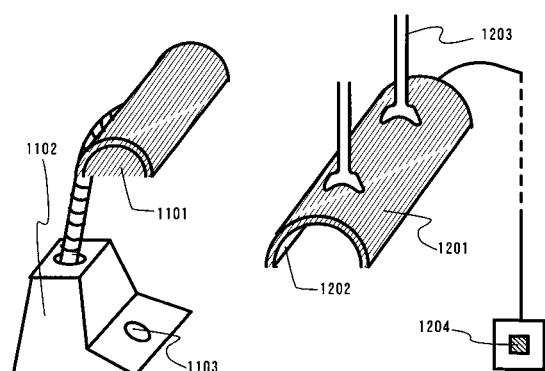
【図10】



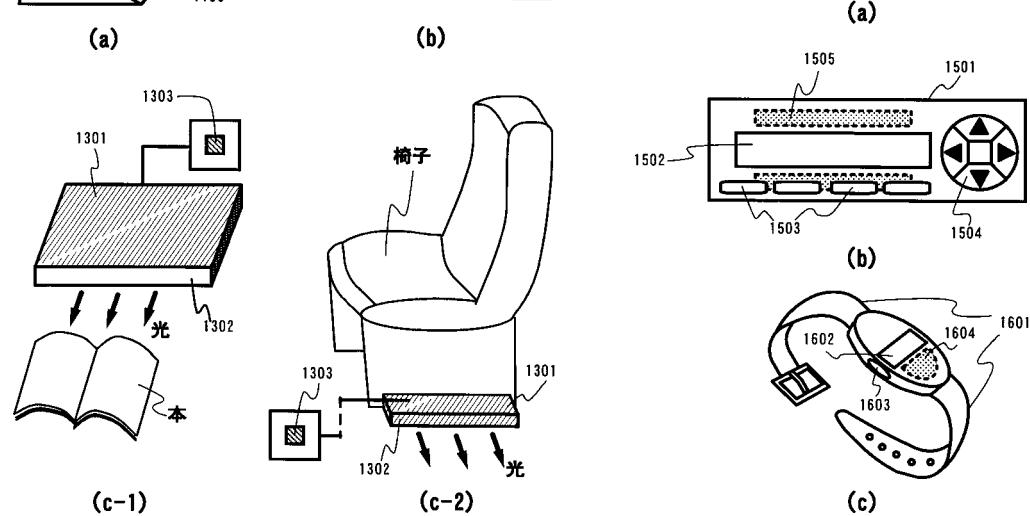
↑ ; 光の導出方向

↑ ; 光の導出方向

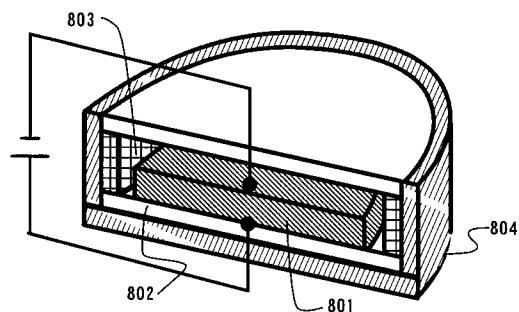
【図11】



【図12】



【図13】



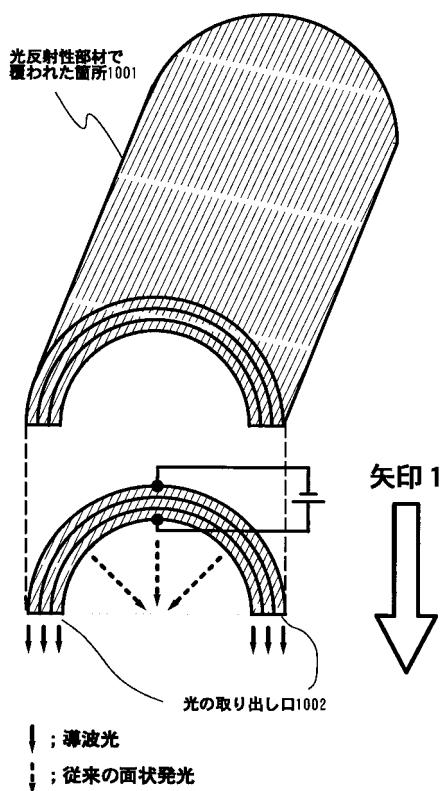
801 ; 図7中の701, 702, 703, 704からなる
有機EL素子

802 ; ガラス基板

803 ; UV硬化樹脂（封止材）

804 ; アルミニウム膜

【図14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05-299171(JP,A)
特開平09-007762(JP,A)
特開平03-205783(JP,A)
特開平08-138870(JP,A)
特開昭47-003224(JP,A)
実開平07-022846(JP,U)
特開平11-167215(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50-51/56

H05B 33/00-33/28