(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
2011 年 8 月 25 日(25.08.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/102023 A1

(51) 国際特許分類:
*H05B 33/28* (2006.01) *H05B 33/12* (2006.01)
*H01L 51/50* (2006.01) *H05B 33/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/069162

(22) 国際出願日: 2010 年 10 月 28 日(28.10.2010)

(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 2010-032408 2010 年 2 月 17 日(17.02.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡本 健(OKAMOTO, Ken). 藤田 悦昌(FUJITA, Yoshimasa). 尾方 秀謙(OGATA, Hidenori). 小林 勇毅(KOBAYASHI, Yuhki). 山田 誠(YAMADA, Makoto). 近藤 克己(KONDOH, Katsumi).

(74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

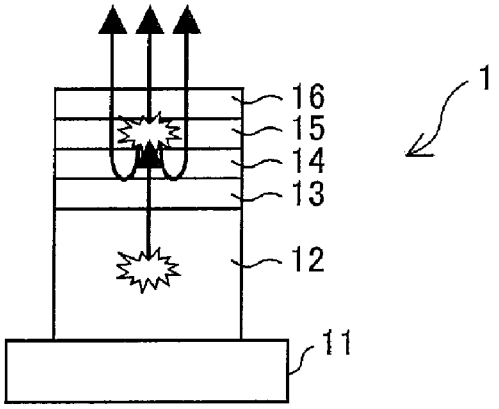
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT COMPONENT AND DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称 : 有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置

[図1]




(57) **Abstract**: Disclosed is an organic electroluminescent component (1) comprised of a reflecting anode (11), an organic light-emitting unit (12), a semi-transparent cathode (13) and a colour conversion layer (15). The colour conversion layer (15) absorbs light emitted by the organic light-emitting unit (12) and emits light of a different colour therefrom. The film thickness of the semi-transparent cathode (13) is between 20-30nm, and it efficiently reflects the light emitted by the colour conversion layer (15) towards the light extraction side.

(57) 要約: 本発明に係る有機ＥＬ素子（１）は、反射陽極（１１）、有機発光ユニット（１２）、半透明陰極（１３）、及び、色変換層（１５）を有する。色変換層（１５）は、有機発光ユニット（１２）から発光された光を吸収して当該光の色とは異なる色の変換光を放出する。半透明陰極（１３）は、その膜厚が２０ｎｍ以上、３０ｎｍ以下であり、色変換層（１５）から放出された光を光取り出し側へ効率よく反射する。

WO 2011/102023 A1

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた表示装置に関するものである。

## 背景技術

[0002] 近年、液晶表示装置に代わる表示装置として、有機ＥＬ（Electro Luminescence）ディスプレイが開発されている。有機ＥＬ部は自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、また薄膜型の完全固体素子であるために省スペースや携帯性等の観点から注目されている。

[0003] このような状況の中、有機ＥＬ素子の発光効率を向上させることが求められている。そのための方法の１つとして、微小共振構造を用いて有機ＥＬ素子の有機発光層から光を効率的に取り出す方法が知られている。

[0004] 図７は、微小共振構造を有する有機ＥＬ素子を示す模式図である。図７に示すように、有機発光層を含む有機発光ユニット１０２から発生した光が反射電極１０１と半反射電極１０３との間で反射を繰り返すことによって、半反射電極１０３の側から波長の一致した光のみが出射する。これにより、特定波長の強度を強め、かつ出射光に指向性をもたせることができる。

[0005] ところで、有機ＥＬをカラーディスプレイに適用する場合、一般に、３原色（ＲＧＢ）の各色に対応した有機ＥＬ素子が形成される。ＲＧＢ毎の有機ＥＬ素子を形成する方法としては、発光層から放射される光を吸収して異なる波長の光を発光する色変換層を用いる蛍光変換法が存在する。例えば、特許文献１には、蛍光変換法と上述の微小共振器構造を組み合わせた有機ＥＬ素子が開示されている。

[0006] しかしながら、上記色変換層からの発光は等方的に生じるため、光取り出し方向とは逆側への発光も生じ、これによって光取り出しロスが発生してしまう。これについて図８及び図９を用いて具体的に説明する。図８及び図９

は、色変換層からの発光の様子を説明するための図であり、色変換部材を用いた有機ＥＬ素子を示す模式図である。なお、図８は微小共振器構造を有さない有機ＥＬ素子を示し、図９は微小共振器構造を有する有機ＥＬ素子を示す。

[0007] 図８及び図９に示す有機ＥＬ素子は、反射電極１０１、有機発光ユニット１０２、半透明電極１０３（または透明電極１１３）、封止樹脂１０４、色変換層１０５、カラーフィルタ１０６を有している。色変換層１０５は、有機発光ユニット１０２からの光を吸収して光を発する。色変換層１０５で生じた光は、空間的に等方であるため、光取り出し側（カラーフィルタ付き基板１０６が配置された側）へ放出される成分とともに、後方側（半透明電極１０３が配置された側）へ放出される成分も存在する。このため、有機ＥＬ素子の外部へ取り出される割合が少なくなり、光取り出しロスが発生する。

[0008] なお、図８に示す有機ＥＬ素子では、有機発光ユニット１０２における発光も等方散乱するため、光取り出しロスが更に大きくなる。

[0009] そこで、特許文献２には、色変換層により変換された光を効率良く取り出す技術が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0010] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開平６－２８３２７１号公報（１９９４年１０月７日公開）」

特許文献2：国際公開ＷＯ２００６／００９０３９（２００６年１月２６日公開）

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0011] 上述したように、色変換法を用いた有機ＥＬ素子では、光取り出しロスに起因して消費電力が高くなる傾向にあり、その光取り出し効率を向上させることが重要な課題であるといえる。

[0012] 特許文献２では、一対の電極の間に有機発光層を備える発光素子と、当該発光素子の光取り出し側に配置された色変換層とを備える構成において、色変換層の発する光に対する発光素子の反射率を高めることで、色変換層の発する光の取り出し効率を向上させている。しかしながら、上記反射率は、上記発光素子が備える第一の電極と第二の電極間との間の光学距離によって調整されている。このため、特許文献２に開示された構成において、上記光学距離を設定しようとすると当該光学距離が長くなり過ぎてしまう場合があり（例えば微小共振器構造についても考慮する場合など）、この場合、好ましい取り出し効率を実現することが困難である。すなわち、特許文献２に開示された技術によっては、有機ＥＬの光取り出し効率を好適に向上させることができない。

[0013] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光取り出し効率を好適に向上させた有機ＥＬ素子及び当該有機ＥＬ素子を用いた表示装置を提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0014] 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子（有機ＥＬ素子）は、上記課題を解決するために、一方が半透明電極である一対の電極と、上記一対の電極に挟持された有機発光ユニットと、上記半透明電極を挟んで上記有機発光ユニットとは反対側に設けられ、上記有機発光ユニットから発光された光を吸収して当該光の色とは異なる色の変換光を放出する色変換層とを備え、上記半透明電極は金属系化合物から構成されており、当該半透明電極の膜厚は２０ｎｍ以上、３０ｎｍ以下であることを特徴とする。

[0015] 上記構成において、色変換層は有機発光ユニットが発光した光を吸収し、当該光の色とは異なる色の変換光を等方向に放出する。色変換層が放出した光のうち、光取り出し方向とは逆方向へ向かった光は、膜厚が２０ｎｍ以上、３０ｎｍ以下である半透明電極に到達する。

[0016] 上記半透明電極は、上記膜厚を有することによって、色変換層が放出した光に対する反射率が高められている。このため、色変換層から放出された後

に半透明電極に到達した変換光は、半透明電極において光取り出し方向へと効率的に反射される。

[0017] したがって、本発明に係る有機ＥＬ素子では、色変換層から放出される光の光取り出しロスを減少させ、従来に比べて光取り出し効率を好適に向上させることができる。

## 発明の効果

[0018] 本発明に係る有機ＥＬ素子は、一方が半透明電極である一対の電極と、上記一対の電極に挟持された有機発光ユニットと、上記半透明電極を挟んで上記有機発光ユニットとは反対側に設けられ、上記有機発光ユニットから発光された光を吸収して当該光の色とは異なる色の変換光を放出する色変換層とを備え、上記半透明電極は金属系化合物から構成されており、当該半透明電極の膜厚は２０ｎｍ以上、３０ｎｍ以下であるため、色変換層から光取り出し方向と逆方向に出た光を半透明電極で効率的に反射させることが出来得る。それにより発光効率を好適に向上させるという効果を奏する。

## 図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態に係る表示装置における有機ＥＬ素子を示す概略断面図である。

[図2]半透明電極の膜厚と外部量子収率との関係を示すグラフである。

[図3]緑色蛍光体層を有する有機ＥＬ素子において、半透明電極の膜厚と外部量子収率との関係を示すグラフである。

[図4]赤色蛍光体層を有する有機ＥＬ素子において、半透明電極の膜厚と外部量子収率との関係を示すグラフである。

[図5]光の波長と半透明電極の反射率との関係を示すグラフである。

[図6]光の波長と半透明電極の透過率との関係を示すグラフである。

[図7]微小共振器構造を説明するための模式図である。

[図8]従来の有機ＥＬ素子を示す概略断面図である。

[図9]微小共振器構造を有する有機ＥＬ素子を示す概略断面図である。

## 発明を実施するための形態

[0020] 以下に、本実施形態に係る有機ＥＬ素子１について、図１を参照して説明する。図１は、有機ＥＬ素子１を示す概略断面図である。

[0021] なお、本実施形態に係る有機ＥＬ素子１を配列することによって表示装置を構成することができる。以下の説明では、主に、表示装置の赤色画素または緑色画素に対応する有機ＥＬ素子１について説明するが、本発明はこれに限られない。例えば、有機ＥＬ素子１は、白、黄色、マジェンダ、またはシアン等の他の色を発光する発光素子であってもよく、このような発光素子を用いることにより表示装置の低消費電力化や、多原色化、または色再現性を向上することもできる。

[0022] 図１に示すように、有機ＥＬ素子１は、基板（図示しない）、第１電極１１、有機発光ユニット１２、第２電極１３、封止膜１４、蛍光体層（色変換層）１５、及び、ＣＦ（カラーフィルタ）付き基板１６を順に有している。

[0023] 有機発光ユニット１２は、有機発光層を含む有機層によるユニットであり、表示装置（ディスプレイ）に使用するために、青色または紫外光の有機ＥＬ光を発することが望ましい。これによって、高エネルギーの光から緑、赤、あるいは青色に色を変換させることができる。本実施形態では、有機発光ユニット１２は青色光を発光するものとする。

[0024] また、図示していないが、有機ＥＬ素子１において、基板と第１電極１１との間には、ＴＦＴ、層間絶縁膜、及び平坦化膜が順に積層されており、光取り出し側には偏光板が設けられていてもよい。

[0025] また、有機ＥＬ素子１では、第１電極１１と第２電極１３との間の光学距離が微小共振器構造を構成するように調整されている。

[0026] なお、図１に示すように、有機ＥＬ素子１は、トップエミッションタイプの構造を採用している。なお、本発明はこれに限定されず、ボトムエミッションタイプを採用してもよい。

[0027] 以下、本実施形態に係る有機ＥＬ素子１について、その構成部材及び形成方法をより具体的に説明するが、本発明は後述する説明に限定されるものではない。

[0028] （１．基板）

有機ＥＬ素子１に用いられる基板としては、例えば、ガラスもしくは石英等からなる無機材料基板、ポリエチレンテレフタレート、ポリカルバゾール、もしくはポリイミド等からなるプラスティック基板、または、アルミナ等からなるセラミックス基板等の絶縁性基板を用いることができる。あるいは、基板として、アルミニウム（Ａｌ）もしくは鉄（Ｆｅ）等からなる金属基板、当該金属基板の表面に酸化シリコン（$SiO_2$）もしくは有機絶縁材料等からなる絶縁物をコーティングした基板、または、当該金属基板の表面に陽極酸化等の方法で絶縁化処理を施した基板等を用いることができる。

[0029] 上述した基板のうち、ストレス無く湾曲部や折り曲げ部を形成することを可能にするためには、プラスティック基板または金属基板を用いる事が好ましい。

[0030] ここで、一般的に、有機ＥＬは、特に低量の水分に対しても劣化が起こることが知られている。このため、プラスティック基板を基板として用いる場合、水分の透過による有機ＥＬの劣化という問題が存在する。また、有機ＥＬの膜厚は、１００～２００ｎｍ程度と非常に薄いため、画素部の電流には突起によるリーク（ショート）が生じやすいことが知られている。そこで、有機ＥＬが形成される基板は、特に、無機材料をコートしたプラスティック基板、または無機絶縁材料をコートした金属基板であることがより好ましい。これらの基板によれば、上述した問題をいずれも解消することが可能となる。

[0031] また、基板上にＴＦＴを形成する場合には、５００℃以下の温度で融解せず、歪みも生じない基板を用いることが好ましい。ここで、一般的な金属基板は、その熱膨張率がガラスと異なるため、従来の生産装置で金属基板上にＴＦＴを形成することが困難である。しかしながら、線膨張係数が$1\times10^{-5}$／℃以下の鉄－ニッケル系合金である金属基板を用いて、その線膨張係数をガラスに合わせ込む事によって、従来の生産装置で金属基板上にＴＦＴを安価に形成する事が可能となる。また、一般的なプラスティック基板は耐熱温

度が非常に低いが、ガラス基板上にＴＦＴを形成した後、プラスティック基板にＴＦＴを転写することによって、プラスティック基板上にＴＦＴを転写形成することが可能である。

[0032] なお、本実施形態のように、有機発光ユニット１２の発光を基板側とは逆側から取り出す場合には、基板の透過性について制約はないが、仮に有機発光ユニット１２の発光を基板側から取り出す場合には透明または半透明の基板を用いる必要がある。

[0033] （２．ＴＦＴ）

上述した基板上には、有機ＥＬ素子１のスイッチング及び駆動のためのＴＦＴが形成されることが好ましい。これによって、有機ＥＬ素子１をアクティブ駆動型に構成することができる。

[0034] 本実施形態にて用いられるＴＦＴは、公知の材料、構造、及び形成方法を用いて形成することができる。以下に、本実施形態にて用いられるＴＦＴの材料、構造及び形成方法について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0035] まず、ＴＦＴを構成する活性層の材料としては、例えば、非晶質シリコン（アモルファスシリコン）、多結晶シリコン（ポリシリコン）、微結晶シリコン、及びセレン化カドミウム等の無機半導体材料、酸化亜鉛、及び酸化インジウム－酸化ガリウム－酸化亜鉛等の酸化物半導体材料、ならびに、ポリチオフェン誘導体、チオフエンオリゴマー、ポリ（ｐ－フェリレンビニレン）誘導体、ナフタセン、及びペンタセン等の有機半導体材料が挙げられる。また、ＴＦＴの構造としては、例えば、スタガ型、逆スタガ型、トップゲート型、またはコプレーナ型が挙げられる。

[0036] ＴＦＴを構成する活性層の形成方法としては、以下の様々な方法が挙げられる。

[0037] 第１の方法としては、プラズマ誘起化学気相成長（ＰＥＣＶＤ）法により成膜したアモルファスシリコンに不純物をイオンドーピングする方法が挙げられる。第２の方法としては、シラン（$SiH_4$）ガスを用いた減圧化学気相

成長（ＬＰＣＶＤ）法によりアモルファスシリコンを形成し、固相成長法によりアモルファスシリコンを結晶化してポリシリコンを得た後、イオン打ち込み法によりイオンドーピングする方法が挙げられる。第３の方法としては、$Si_2H_6$ガスを用いたＬＰＣＶＤ法または$SiH_4$ガスを用いたＰＥＣＶＤ法によりアモルファスシリコンを形成し、エキシマレーザー等のレーザーによりアニールし、アモルファスシリコンを結晶化してポリシリコンを得た後、イオンドーピングを行う方法（低温プロセス）が挙げられる。第４の方法としては、ＬＰＣＶＤ法またはＰＥＣＶＤ法によりポリシリコン層を形成し、１０００℃以上で熱酸化することによりゲート絶縁膜を形成し、その上に、ｎ＋ポリシリコンのゲート電極を形成し、その後、イオンドーピングを行う方法（高温プロセス）が挙げられる。第５の方法としては、有機半導体材料をインクジェット法等により形成する方法が挙げられる。また、第６の方法としては、有機半導体材料の単結晶膜を得る方法が挙げられる。

[0038] また、本発明で用いられるＴＦＴのゲート絶縁膜は、公知の材料及び方法を用いて形成することができる。例えば、ＰＥＣＶＤ法またはＬＰＣＶＤ法等により形成された$SiO_2$、及び、ポリシリコン膜を熱酸化して得られる$SiO_2$等が挙げられる。

[0039] また、本発明で用いられるＴＦＴの信号電極線、走査電極線、共通電極線、第１駆動電極及び第２駆動電極は、公知の材料を用いて形成することができ、例えば、タンタル（Ｔａ）、アルミニウム（ＡｌＩ）、または銅（Ｃｕ）等が挙げられる。

[0040] なお、ＴＦＴの代わりに金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）ダイオードを用いてもよい。

[0041] （３．層間絶縁膜）

上述のようにＴＦＴが形成された基板上には、層間絶縁膜が形成されることが好ましい。

[0042] 本実施形態にて用いられる層間絶縁膜は、公知の材料及び形成方法を用いて形成することができる。以下に、本実施形態にて用いられる層間絶縁膜の

材料及び形成方法について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0043] まず、層間絶縁膜の材料としては、例えば、酸化シリコン（$SiO_2$）、窒化シリコン（ＳｉＮまたは$Si_2N_4$）、及び酸化タンタル（ＴａＯまたは$Ta_2O_5$）等の無機材料、ならびに、アクリル樹脂及びレジスト材料等の有機材料等が挙げられる。また、その形成方法としては、化学気相成長（ＣＶＤ）法及び真空蒸着法等のドライプロセス、ならびに、スピンコート法等のウエットプロセスが挙げられる。また、必要に応じてフォトリソグラフィー法等によりパターニングすることもできる。

[0044] また、層間絶縁膜は、遮光性を兼ね備えた遮光性絶縁膜であることがより好ましい。遮光性絶縁膜によれば、外光が基板上に形成されたＴＦＴに入射することに起因するＴＦＴ特性の変化を防ぐことができる。なお、遮光性絶縁膜は、上記絶縁膜と組み合わせて用いてもよい。

[0045] 遮光性層間絶縁膜としては、フタロシアニンもしくはキナクロドン等の顔料または染料をポリイミド等の高分子樹脂に分散したもの、カラーレジスト、ブラックマトリクス材料、及び、$Ni_xZn_yFe_2O_4$等の無機絶縁材料等が挙げられる。

[0046] （４．平坦化膜）

基板上にＴＦＴを形成した場合には、その表面に凸凹が形成され、この凸凹によって有機ＥＬ部の欠陥（例えば、画素電極の欠損、有機ＥＬ層の欠損、対向電極の断線、画素電極と対向電極の短絡、耐圧の低下等）等が発生する恐れがある。そこで、これらの欠陥が生じることを防止するために、上記層間絶縁膜上には、平坦化膜が形成されることが好ましい。

[0047] 上記平坦化膜は、公知の材料及び形成方法を用いて形成することができる。平坦化膜の材料としては、例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化タンタル等の無機材料、ポリイミド、アクリル樹脂、レジスト材料等の有機材料等が挙げられる。また、平坦化膜の形成方法としては、ＣＶＤ法、真空蒸着法等のドライプロセス、及びスピンコート法等のウエットプロセスが挙げ

られる。

[0048] なお、本発明はこれらの材料及び形成方法に限定されるものではない。また、平坦化膜は、単層構造でも多層構造でもよい。

[0049] （５．有機ＥＬ）

有機ＥＬ素子１は、一対の電極である第１電極１１及び第２電極１３と、これらの電極間に配置された有機発光ユニット１２とから有機ＥＬ構造を構成している。

[0050] （５－１．有機発光ユニット１２）

有機発光ユニット１２は、有機発光ユニットは単層構造でも、有機発光層と電荷輸送層を含む多層構造であってもよい。有機発光ユニット１２の構成について、具体的には、下記の構成が挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

（１）有機発光層

（２）正孔輸送層／有機発光層

（３）有機発光層／電子輸送層

（４）正孔輸送層／有機発光層／電子輸送層

（５）正孔注入層／正孔輸送層／有機発光層／電子輸送層

（６）正孔注入層／正孔輸送層／有機発光層／電子輸送層／電子注入層

（７）正孔注入層／正孔輸送層／有機発光層／正孔防止層／電子輸送層

（８）正孔注入層／正孔輸送層／有機発光層／正孔防止層／電子輸送層／電子注入層

（９）正孔注入層／正孔輸送層／電子防止層／有機発光層／正孔防止層／電子輸送層／電子注入層

ここで、有機発光層、正孔注入層、正孔輸送層、正孔防止層、電子防止層、電子輸送層及び電子注入層の各層は、単層構造であっても多層構造であってもよい。これらの層の構成について以下にそれぞれ記載する。

[0051] まず、有機発光層について説明する。有機発光層は、以下に例示する有機発光材料から構成されてもよく、発光性のドーパントとホスト材料の組み合

わせから構成されていてもよい。また、有機発光ユニットは、正孔輸送材料、電子輸送材料、及び添加剤（ドナー、アクセプター等）等を任意に含む構成でもよく、これらの材料が高分子材料（結着用樹脂）または無機材料中に分散された構成であってもよい。なお、発光効率及び寿命の観点からは、有機発光層は、ホスト材料中に発光性のドーパントが分散された構成であることが好ましい。

[0052] 有機発光材料としては、有機ＥＬ用の公知の発光材料を用いることができる。このような発光材料は、低分子発光材料または高分子発光材料等に分類される。各分類の発光材料について、具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。

[0053] 低分子有機発光材料としては、例えば、４，４’－ビス（２，２’－ジフェニルビニル）－ビフェニル（ＤＰＶＢｉ）等の芳香族ジメチリデン化合物、５－メチル－２－［２－［４－（５－メチル－２－ベンゾオキサゾリル）フェニル］ビニル］ベンゾオキサゾール等のオキサジアゾール化合物、３－（４－ビフェニルイル）－４－フェニル－５－ｔ－ブチルフェニル－１，２，４－トリアゾール（ＴＡＺ）等のトリアゾール誘導体、１，４－ビス（２－メチルスチリル）ベンゼン等のスチリルベンゼン化合物、及び、フルオレノン誘導体等の蛍光性有機材料等が挙げられる。

[0054] また、高分子発光材料としては、例えば、ポリ（２－デシルオキシ－１，４－フェニレン）（ＤＯ－ＰＰＰ）等のポリフェニレンビニレン誘導体、及び、ポリ（９，９－ジオクチルフルオレン）（ＰＤＡＦ）等のポリスピロ誘導体が挙げられる。

[0055] なお、上記発光材料は、蛍光材料または燐光材料等に分類されてもよく、低消費電力化の観点からは、発光効率の高い燐光材料を用いる事が好ましい。

[0056] 有機発光層に含まれる発光性のドーパントとしては、有機ＥＬ用の公知のドーパント材料を用いることができる。このようなドーパント材料としては、例えば、スチリル誘導体等の蛍光発光材料、ならびに、ビス［（４，６－

ジフルオロフェニル）－ピリジナト－Ｎ，Ｃ２’］ピコリネート　イリジウム（ｌｌｌ）（ＦＩｒｐｉｃ）、及び、ビス（４’，６’－ジフルオロフェニルポリジナト）テトラキス（１－ピラゾイル）ボレート　イリジウム（ｌｌｌ）（ＦＩｒ６）等の燐光発光有機金属錯体等が挙げられる。

[0057] また、ドーパントを用いる場合のホスト材料としては、有機ＥＬ用の公知のホスト材料を用いることができる。このようなホスト材料としては、上述した低分子発光材料、高分子発光材料、４，４’－ビス（カルバゾール）ビフェニル、９，９－ジ（４－ジカルバゾール－ベンジル）フルオレン（ＣＰＦ）、及び、３，６－ビス（トリフェニルシリル）カルバゾール（ｍＣＰ）、（ＰＣＦ）等のカルバゾール誘導体、４－（ジフェニルフォスフォイル）－Ｎ，Ｎ-ジフェニルアニリン（ＨＭ－Ａ１）等のアニリン誘導体、ならびに、１，３－ビス（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）ベンゼン（ｍＤＰＦＢ）、及び、１，４－ビス（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）ベンゼン（ｐＤＰＦＢ）等のフルオレン誘導体等が挙げられる。

[0058] 次に、電荷注入輸送層について説明する。電荷注入輸送層は、電荷（正孔、電子）の電極からの注入と有機発光層への輸送（注入）をより効率よく行う目的で、電荷注入層（正孔注入層、電子注入層）と電荷輸送層（正孔輸送層、電子輸送層）に分類される。

[0059] 電荷注入輸送層は、以下に例示する電荷注入輸送材料から構成されていてもよく、任意に添加剤（ドナー、アクセプター等）等を含んで構成されていてもよく、これらの材料が高分子材料（結着用樹脂）または無機材料中に分散されて構成されてもよい。

[0060] 電荷注入輸送材料としては、有機ＥＬ用、有機光導電体用の公知の電荷注入輸送材料を用いることができる。このような電荷注入輸送材料は、正孔注入輸送材料と電子注入輸送材料とに分類される。各分類の電荷注入輸送材料について、具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。

[0061] まず、正孔注入・正孔輸送材料としては、例えば、酸化バナジウム（$V_2O$

$_5$）及び酸化モリブデン（$MoO_2$）等の酸化物、無機ｐ型半導体材料、ポルフィリン化合物、Ｎ，Ｎ’－ビス（３－メチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ビス（フェニル）－ベンジジン（ＴＰＤ）、及び、Ｎ，Ｎ’－ジ（ナフタレン－１－イル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－ベンジジン（ＮＰＤ）等の芳香族第三級アミン化合物、ヒドラゾン化合物、キナクリドン化合物、及びスチリルアミン化合物等の低分子材料、ならびに、ポリアニリン（ＰＡＮＩ）、ポリアニリン－樟脳スルホン酸（ＰＡＮＩ－ＣＳＡ）、３，４－ポリエチレンジオキシチオフェン／ポリスチレンサルフォネイト（ＰＥＤＯＴ／ＰＳＳ）、ポリ（トリフェニルアミン）誘導体（Ｐｏｌｙ－ＴＰＤ）、ポリビニルカルバゾール（ＰＶＣｚ）、ポリ（ｐ－フェニレンビニレン）（ＰＰＶ）、及びポリ（ｐ－ナフタレンビニレン）（ＰＮＶ）等の高分子材料等が挙げられる。

[0062] また、正孔注入層に使用する材料としては、陽極からの正孔の注入・輸送をより効率よく行う観点から、正孔輸送層に使用する正孔注入輸送材料より最高被占分子軌道（ＨＯＭＯ）のエネルギー準位が低い材料を用いることが好ましい。また、正孔輸送層に使用する材料としては、正孔注入層に使用する正孔注入輸送材料より正孔の移動度が、高い材料を用いることが好ましい。

[0063] また、正孔の注入・輸送性をより向上させるために、上述の正孔注入・輸送材料にアクセプターをドープすることが好ましい。アクセプターとしては、有機ＥＬ用の公知のアクセプター材料を用いることができる。アクセプター材料について、具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。

[0064] アクセプター材料としては、Ａｕ、Ｐｔ、Ｗ、Ｉｒ、$POCl_3$、$AsF_6$、Ｃｌ、Ｂｒ、Ｉ、酸化バナジウム（$V_2O_5$）、及び酸化モリブデン（$MoO_2$）等の無機材料、ＴＣＮＱ（７，７，８，８，－テトラシアノキノジメタン）、$TCNQF_4$（テトラフルオロテトラシアノキノジメタン）、ＴＣＮＥ（テトラシアノエチレン）、ＨＣＮＢ（ヘキサシアノブタジエン）、及びＤＤＱ（ジシクロジシアノベンゾキノン）等のシアノ基を有する化合物、ＴＮ

Ｆ（トリニトロフルオレノン）及びＤＮＦ（ジニトロフルオレノン）等のニトロ基を有する化合物、ならびに、フルオラニル、クロラニル、及びブロマニル等の有機材料が挙げられる。よりキャリア濃度を効果的に増加させるためには、上述の化合物のうち、ＴＣＮＱ、ＴＣＮＱＦ$_4$、ＴＣＮＥ、ＨＣＮＢ、及びＤＤＱ等のシアノ基を有する化合物を用いることが好ましい。

[0065] 一方、電子注入・電子輸送材料としては、例えば、ｎ型半導体である無機材料、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、チオピラジンジオキシド誘導体、ベンゾキノン誘導体、ナフトキノン誘導体、アントラキノン誘導体、ジフェノキノン誘導体、フルオレノン誘導体、及びベンゾジフラン誘導体等の低分子材料、ならびに、ポリ（オキサジアゾール）（Ｐｏｌｙ－ＯＸＺ）、及びポリスチレン誘導体（ＰＳＳ）等の高分子材料が挙げられる。特に、電子注入材料としては、フッ化リチウム（ＬｉＦ）、及びフッ化バリウム（ＢａＦ$_2$）等のフッ化物、ならびに、酸化リチウム（Ｌｉ$_2$Ｏ）等の酸化物等が挙げられる。

[0066] また、電子注入層に使用する材料としては、陰極からの電子の注入・輸送をより効率よく行う観点から、電子輸送層に使用する電子注入輸送材料より最低空分子軌道（ＬＵＭＯ）のエネルギー準位が高い材料を用いることが好ましい。また、電子輸送層に使用する材料としては、電子注入層に使用する電子注入輸送材料より電子の移動度が高い材料を用いることが好ましい。

[0067] また、電子の注入・輸送性をより向上させるため、上記の電子注入・輸送材料にドナーをドープすることが好ましい。ドナーとしては、有機ＥＬ用の公知のドナー材料を用いることができる。ドナー材料について、具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。

[0068] ドナー材料としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類元素、Ａｌ、Ａｇ、Ｃｕ、及びＩｎ等の無機材料、アニリン類、フェニレンジアミン類、ベンジジン類（Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラフェニルベンジジン、Ｎ，Ｎ’－ビス－（３－メチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ビス－（フェニル）－ベ

ンジジン、Ｎ，Ｎ’－ジ（ナフタレン－１－イル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－ベンジジン等）、トリフェニルアミン類（トリフェニルアミン、４，４’４’’－トリス（Ｎ，Ｎ－ジフェニル－アミノ）－トリフェニルアミン、４，４’４’’－トリス（Ｎ－３－メチルフェニル－Ｎ－フェニル－アミノ）－トリフェニルアミン、４，４’４’’－トリス（Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－フェニル－アミノ）－トリフェニルアミン等）、及びトリフェニルジアミン類（Ｎ，Ｎ’－ジ－（４－メチル－フェニル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－１，４－フェニレンジアミン）等の芳香族３級アミンを骨格にもつ化合物、フェナントレン、ピレン、ペリレン、アントラセン、テトラセン、及びペンタセン等の縮合多環化合物（ただし、縮合多環化合物は置換基を有してもよい）、ならびに、ＴＴＦ（テトラチアフルバレン）類、ジベンゾフラン、フェノチアジン、及びカルバゾール等の有機材料が挙げられる。よりキャリア濃度を効果的に増加させるためには、上述の化合物のうち、芳香族３級アミンを骨格にもつ化合物、縮合多環化合物、またはアルカリ金属を用いることが好ましい。

[0069] 上述した発光層、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層及び電子注入層からなる有機発光ユニット１２は、以下の方法によって形成することができる。

[0070] すなわち、上記の材料を溶剤に溶解、分散させた有機ＥＬ層形成用塗液を用いて、スピンコーティング法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法等の塗布法、インクジェット法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法、またはマイクログラビアコート法等の印刷法等による公知のウエットプロセスを用いることができる。また、上記の材料を抵抗加熱蒸着法、電子線（ＥＢ）蒸着法、分子線エピタキシー（ＭＢＥ）法、スパッタリング法、もしくは有機気相蒸着（ＯＶＰＤ）法等の公知のドライプロセス、または、レーザー転写法等を用いることができる。

[0071] なお、ウエットプロセスにより有機発光ユニット１２を形成する場合には、有機ＥＬ層形成用塗液は、レベリング剤又は粘度調整剤等の塗液の物性を

調整するための添加剤を含んでいてもよい。また、各有機ＥＬ層は、ボトムエミッションタイプのデバイスで構成されてもよいし、トップエミッションタイプのデバイスで構成されてもよい。但し、どちらのデバイスにおいても両電極共に反射性電極であり、有機ＥＬ光が電極間のマイクロキャビティにより、蛍光体層１５に効率良く届く設計になっていることが好ましい。

[0072] 有機発光ユニット１２の膜厚は、通常１～１０００ｎｍ程度であるが、１０～２００ｎｍであることが好ましい。膜厚が１０ｎｍ未満であると、本来必要とされる物性（電荷の注入特性、輸送特性、閉じ込め特性）が得られない。また、ゴミ等の異物による画素欠陥が生じるおそれがある。また、膜厚が２００ｎｍを超えると、有機発光ユニット１２の抵抗成分により駆動電圧の上昇が生じ、消費電力の上昇に繋がる。

[0073] （５－２．第１電極１１及び第２電極１３）

第１電極１１は、ＴＦＴ上に層間絶縁膜及び平坦化膜を介して配置されている。また、第２電極１３は、有機発光ユニット１２上に配置されている。

[0074] 第１電極１１及び第２電極１３は、有機ＥＬの陽極又は陰極として対で機能する。つまり、第１電極１１を陽極とした場合には、第２電極１３は陰極となり、第１電極１１を陰極とした場合には、第２電極１３は陽極となる。なお、第１電極１１が基板上に配置される電極であるとする。

[0075] 第１電極１１及び第２電極１３を形成する電極材料としては公知の電極材料を用いることができる。以下に、具体的な化合物及び形成方法を例示するが、本発明はこれらの材料及び形成方法に限定されるものではない。

[0076] 陽極を形成する電極材料としては、有機発光ユニット１２への正孔の注入をより効率よく行う観点から、仕事関数が４．５ｅＶ以上のインジウム（Ｉｎ）と錫（Ｓｎ）からなる酸化物（ＩＴＯ）、錫（Ｓｎ）の酸化物（$SnO_2$）、及びインジウム（Ｉｎ）と亜鉛（Ｚｎ）からなる酸化物（ＩＺＯ）等の透明電極材料と、反射率を高めるための金属材料とを組み合わせることが挙げられる。金属材料としては、例えば金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、ニッケル（Ｎｉ）、銀（Ａｇ）、及びアルミニウム（Ａｌ）等の金属が挙げられる。

また、金属材料だけで形成しても構わない。

[0077] また、陰極を形成する電極材料としては、有機発光ユニット１２への電子の注入をより効率よく行う観点から、仕事関数が４．５ｅＶ以下のリチウム（Ｌｉ）、カルシウム（Ｃａ）、セリウム（Ｃｅ）、バリウム（Ｂａ）等、及びアルミニウム（ＡｌＩ）等の金属、ならびに、これらの金属を含有するＭｇ：Ａｇ合金、及びＬｉ：ＡｌＩ合金等の合金が挙げられる。また上記材料と、反射性の高い金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、ニッケル（Ｎｉ）、銀（Ａｇ）、及びアルミニウム（ＡｌＩ）等の金属とを組み合わせても良い。また、透明電極材料と組み合わせて用いても構わない。

[0078] 第１電極１１及び第２電極１３は、上記の材料を用いて、ＥＢ蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、または抵抗加熱蒸着法等の公知の方法により形成することができるが、本発明はこれらの形成方法に限定されるものではない。また、必要に応じて、フォトリソグラフフィー法またはレーザー剥離法により、形成した電極をパターン化してもよく、また、シャドーマスクと組み合わせることで直接パターン化した電極を形成してもよい。

[0079] また、第１電極１１と第２電極１３との間の光学距離は、微小共振器構造（マイクロキャビティ構造）を構成するように調整されている。この場合、第１電極１１として反射電極を用い、第２電極１３として半透明電極を用いることが好ましい。

[0080] 第１電極１１及び第２電極１３により微小共振器構造が構成されると、有機発光ユニット１２の発光を正面方向（光取り出し方向）に集光することができる。すなわち、有機発光ユニット１２の発光に指向性を持たせることができるため、周囲に逃げる発光ロスを低減することができ、その発光効率を高めることができる。これにより、上記有機発光ユニットで生じる発光エネルギーをより効率良く色変換層へ伝搬することができ、ひいては本実施形態に係る表示装置の正面輝度を高めることができる。

[0081] また、上記微小共振器構造によれば、有機発光ユニット１２の発光スペク

トルを調整することも可能となり、所望の発光ピーク波長及び半値幅に調整することができる。このため、有機発光ユニット１２の発光スペクトルを、色変換層中の蛍光体を効果的に励起することが可能なスペクトルに制御することができる。

[0082] また、本実施形態では、第２電極１３を色変換光に対する反射膜として構成している。具体的には、第２電極１３は、以下のように構成されることによって、蛍光体層１５が発する光に対する反射率が高められている。

[0083] まず、第２電極１３を構成する材料としては、金属系化合物を単体で用いたり、金属系化合物と透明電極材料との組み合わせを用いたりすることができる。上記金属系化合物としては、銀、銀合金、金、または金合金を用いることが好ましい。金は、青色領域の光に対する反射率は低いが、緑色及び赤色領域の光に対する反射率は銀と同様の反射率であることが知られている。

[0084] また、金属系化合物から構成される第２電極１３の膜厚は、２０ｎｍ以上、３０ｎｍ以下であり、より好ましくは２２ｎｍ以上、２７ｎｍ以下であり、最も好ましくは２５ｎｍである。

[0085] 以上のような構成によって、第２電極１３は、蛍光体層１５が発する光を光取り出し側へ効率よく反射することができる。

[0086] 一方、反射電極である第１電極１１としては、光を反射する反射率の高い電極を用いることが好ましい。反射電極としては、例えば、アルミニウム、銀、金、アルミニウムーリチウム合金、アルミニウムーネオジウム合金、及びアルミニウムーシリコン合金等の反射性金属電極が挙げられる。なお、反射電極として、透明電極と上記の反射性金属電極を組み合わせた電極を用いてもよい。

[0087] （５－３．エッジカバー）

上述した第１電極１１のエッジ部には、エッジカバーが設けられることが好ましい。エッジカバーを設けることによって、第１電極１１と第２電極１３との間でリークを起こすことを防止することができる。

[0088] エッジカバーは、絶縁材料を用いて、ＥＢ蒸着法、スパッタリング法、イ

オンプレーティング法、または抵抗加熱蒸着法等の公知の方法により形成し、公知のドライ法又はウエット法によるフォトリソグラフィー法によりパターン化することができる。

[0089] エッジカバーを形成する絶縁材料としては、公知の材料を用いることができるが、光を透過する必要があり、例えば、ＳｉＯ、ＳｉＯＮ、ＳｉＮ、ＳｉＯＣ、ＳｉＣ、ＨｆＳｉＯＮ、ＺｒＯ、ＨｆＯ、及びＬａＯ等が挙げられる。また、エッジカバーの膜厚としては、１００～２０００ｎｍであることが好ましい。仮にエッジカバーの膜厚が１００ｎｍ未満であると、絶縁性が十分ではなく、第１電極１１と第２電極１３との間でリークが起こってしまい、消費電力の上昇や非発光の原因となる。また、仮にエッジカバーの膜厚が２０００ｎｍより大きいと、成膜プロセスに時間がかかり生産性が悪化したり、エッジカバーにより第２電極１３が断線したりする恐れがある。

[0090] なお、本発明は上述の形成方法や材料に限定されるものではない。

[0091] 以上の処理により、第１電極１１、有機発光ユニット１２、及び第２電極１３（並びにエッジカバー）が形成された基板を有機ＥＬ基板と称する。

[0092] （６．封止膜１４）

第２電極１３上には封止膜１４が配置されている。封止膜１４を設けることによって、外部から有機発光ユニット１２内へ酸素や水分が混入することを防止することができ、発光素子の寿命を向上することができる。

[0093] 封止膜１４は、公知の封止材料及び封止方法により形成することができるが、本実施形態では光透過性の材料を使用する必要がある。例えば、封止膜１４は、第２電極１３上に、スピンコート法、ＯＤＦ、またはラミレート法を用いて樹脂を塗布する、または、樹脂を貼り合わせることによって形成にすることもできる。また、封止膜１４は、第２電極１３上に、プラズマＣＶＤ法、イオンプレーティング法、イオンビーム法、またはスパッタ法等によって、ＳｉＯ、ＳｉＯＮ、またはＳｉＮ等の無機膜を形成した後、さらにスピンコート法、ＯＤＦ、またはラミレート法を用いて樹脂を塗布する、または、樹脂を貼り合わせることによって形成することができる。

[0094] また、有機発光ユニット１２を封止するためには、後述するＣＦ付き基板１６の基板として封止基板を用いてもよい。上記封止基板は、窒素ガスまたはアルゴンガス等の不活性ガスを封入したガラスまたは金属等であってもよい。ここで、水分による有機発光ユニット１２の劣化を効果的に低減するためには、封入する不活性ガス中に、酸化バリウム等の吸湿剤等を混入することが好ましい。

[0095] なお、本実施形態に係る有機ＥＬ素子１は、例えば、有機ＥＬが形成された基板（有機ＥＬ基板）と、蛍光体層１５が形成されたＣＦ付き基板１６（蛍光体基板）とを、封止膜１４を介して張り合わせることによって作製することができる。

[0096] （７．蛍光体層１５）

蛍光体層１５は、封止膜１４上に配置されており、有機発光ユニット１２から発光する青色光を吸収し、赤色または緑色等の光を発光する。赤色画素に用いられる有機ＥＬ素子１では、蛍光体層１５として赤色蛍光体層を利用し、緑色画素に用いられる有機ＥＬ素子１では、蛍光体層１５として緑色蛍光体層を利用する。なお、青色画素に用いられる有機ＥＬ素子には、蛍光体層１５は設けられない。

[0097] 以下に、蛍光体層１５の形成材料及び形成方法について説明する。

[0098] 蛍光体層１５は、以下に例示する蛍光体材料のみから構成されていてもよく、任意に添加剤等を含んで構成されてもよく、これらの材料が高分子材料（結着用樹脂）または無機材料中に分散して構成されてもよい。また、蛍光体層間には、ブラックマトリックスを形成することが好ましい。

[0099] 蛍光体層１５を形成する蛍光体材料としては、公知の蛍光体材料を用いることができる。このような蛍光体材料は、有機系蛍光体材料と無機系蛍光体材料とに分類される。これらの蛍光体材料について、具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。

[0100] まず、有機系蛍光体材料について例示する。赤色蛍光体層に用いる蛍光体材料としては、シアニン系色素：４－ジシアノメチレン－２－メチル－６－

（ｐ－ジメチルアミノスチルリル）－４Ｈ－ピラン、ピリジン系色素：１－エチル－２－［４－（ｐ－ジメチルアミノフェニル）－１，３－ブタジエニル］－ピリジニウム－パークロレート、及びローダミン系色素：ローダミンＢ、ローダミン６Ｇ、ローダミン３Ｂ、ローダミン１０１、ローダミン１１０、ベーシックバイオレット１１、スルホローダミン１０１等が挙げられる。また、緑色蛍光体層に用いる蛍光体材料としては、クマリン系色素：２，３，５，６－１Ｈ、４Ｈ－テトラヒドロ－８－トリフロメチルキノリジン（９，９ａ、１－ｇｈ）クマリン（クマリン１５３）、３－（２′－ベンゾチアゾリル）―７－ジエチルアミノクマリン（クマリン６）、３－（２′－ベンゾイミダゾリル）―７－Ｎ，Ｎ－ジエチルアミノクマリン（クマリン７）、及び、ナフタルイミド系色素：ベーシックイエロー５１、ソルベントイエロー１１、ソルベントイエロー１１６等が挙げられる。

[0101] 次に、無機系蛍光体材料について例示する。赤色蛍光体層に用いる蛍光体材料としては、$Y_2O_2S:Eu^{3+}$、$YAlO_3:Eu^{3+}$、$Ca_2Y_2(SiO_4)_6:Eu^{3+}$、$LiY_9(SiO_4)_6O_2:Eu^{3+}$、$YVO_4:Eu^{3+}$、$CaS:Eu^{3+}$、$Gd_2O_3:Eu^{3+}$、$Gd_2O_2S:Eu^{3+}$、$Y(P,V)O_4:Eu^{3+}$、$Mg_4GeO_{5.5}F:Mn^{4+}$、$Mg_4GeO_6:Mn^{4+}$、$K_5Eu_{2.5}(WO_4)_{6.25}$、$Na_5Eu_{2.5}(WO_4)_{6.25}$、$K_5Eu_{2.5}(MoO_4)_{6.25}$、及び、$Na_5Eu_{2.5}(MoO_4)_{6.25}$等が挙げられる。また、緑色蛍光体層に用いる蛍光体材料としては、$(BaMg)Al_{16}O_{27}:Eu^{2+},Mn^{2+}$、$Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu^{2+}$、$(SrBa)Al_{12}Si_2O_8:Eu^{2+}$、$(BaMg)_2SiO_4:Eu^{2+}$、$Y_2SiO_5:Ce_{3+},Tb^{3+}$、$Sr_2P_2O_7-Sr_2B_2O_5:Eu^{2+}$、$(BaCaMg)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$、$Sr_2Si_3O_8-2SrCl_2:Eu^{2+}$、$Zr_2SiO_4$、$MgAl_{11}O_{19}:Ce^{3+},Tb^{3+}$、$Ba_2SiO_4:Eu^{2+}$、$Sr_2SiO_4:Eu^{2+}$、及び、$(BaSr)SiO_4:Eu^{2+}$等が挙げられる。また、上記無機系蛍光体材料には、必要に応じて表面改質処理を施すことが好ましく、その方法としては、シランカップリング剤等の化学的処理によるものや、サブミクロンオーダーの微粒

子等の添加による物理的処理によるもの、また、それらの併用によるもの等が挙げられる。励起光による劣化や発光による劣化等を考慮すると、その安定性のために無機系蛍光体材料を使用する方が好ましい。また、上記無機系蛍光体材料を用いる場合には、当該材料の平均粒径（ｄ５０）が、０．５～５０μｍであることが好ましい。仮に平均粒径が０．５μｍ未満であると、蛍光体の発光効率が急激に低下する。また仮に平均粒径が５０μｍより大きいと、平坦な膜を形成する事が非常に困難となり、蛍光体層１５と有機ＥＬとの間に空乏が出来てしまう。すなわち、有機ＥＬ（屈折率：約１．７）と無機蛍光体層１５（屈折率：約２．３）との間に出来た空乏（屈折率：１．０）によって、有機ＥＬからの光が効率よく蛍光体層１５に届かず、蛍光体層１５の発光効率の低下が生じてしまう場合がある。

[0102] また、前記高分子樹脂として、感光性の樹脂を用いることで、フォトリソグラフィー法により、パターン化が可能となる。ここで、上記感光性樹脂としては、アクリル酸系樹脂、メタクリル酸系樹脂、ポリ桂皮酸ビニル系樹脂、及び、硬ゴム系樹脂等の反応性ビニル基を有する感光性樹脂（光硬化型レジスト材料）のうち、一種類または複数種類の混合物を用いる事が可能である。

[0103] また、蛍光体層１５は、上記の蛍光体材料（顔料）と樹脂材料を溶剤に溶解及び分散した蛍光体層形成用塗液を用いて、公知のウエットプロセス、ドライプロセス、又は、レーザー転写法等により形成することができる。ここで、公知のウエットプロセスとしては、スピンコーティング法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法等の塗布法、インクジェット法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法、及びマイクログラビアコート法等の印刷法等が挙げられる。また、公知のドライプロセスとしては、抵抗加熱蒸着法、電子線（ＥＢ）蒸着法、分子線エピタキシー（ＭＢＥ）法、スパッタリング法、及び有機気相蒸着（ＯＶＰＤ）法等が挙げられる。

[0104] また、蛍光体層１５の膜厚は、通常１００ｎｍ～１００μｍ程度であるが

、１～１００μｍであることが好ましい。仮に赤色蛍光体層または緑色蛍光体層の各々の膜厚が１００ｎｍ未満であると、有機発光ユニット１２から発光する青色光を十分吸収することが不可能であるため、有機ＥＬ素子１における発光効率の低下や、変換光に青色の透過光が混じることによる色純度の悪化といった問題が生じる。さらに、有機発光ユニット１２から発光する青色光の吸収を高め、色純度の悪影響を及ぼさない程度に青色の透過光を低減する為には、１μｍ以上の膜厚であることが好ましい。また、仮に赤色蛍光体層または緑色蛍光体層の各々の膜厚が１００μｍを超えても、有機発光ユニット１２からの発光する青色光は既に十分吸収されているため、有機ＥＬ素子１における発光効率の上昇には繋がらない。このため、単に材料を消費するのみであり、材料コストのアップに繋がる。

[0105] また、蛍光体層１５が形成された基板（蛍光体層基板）上は、上述した平坦化膜等によって平坦化することが好ましい。これにより、蛍光体層基板と有機ＥＬ基板とを張り合わせる際、有機ＥＬと蛍光体層１５との間に空乏が出来ることを防止でき、かつ、蛍光体層基板と有機ＥＬ基板と密着性を上げることができる。

[0106] なお、表示装置が、赤色、緑色、及び青色の発光素子以外に、白色、黄色、マジェンダ、及びシアン等の多原色素子を備える場合には、各色に対応した蛍光体層１５を用いてもよい。これにより低消費電力化を図ったり、及び色再現範囲を広げたりすることが可能である。また、多原色の蛍光体層１５は、マスク塗り分け等を用いるよりも、レジストによるフォト、印刷法、またはウエット形成法を用いることによって、容易に形成することができる。

[0107] （８．ＣＦ付き基板１６）

本実施形態に係る有機ＥＬ素子１は、光取り出し側にＣＦ付き基板１６を設けることが好ましい。上記カラーフィルタとしては従来のカラーフィルタを用いることが可能である。

[0108] ＣＦ付き基板１６のカラーフィルタによれば、有機ＥＬ素子の色純度（例えば赤色、緑色、または青色）を高めることができ、有機ＥＬ１を用いた表

示装置の色再現範囲を拡大することができる。また、赤色カラーフィルタ及び緑色カラーフィルタは、外光の青色成分及び紫外成分を吸収するため、外光による蛍光体層の発光を低減または防止することができる。したがって、有機ＥＬ１を用いた表示装置では、ＣＦ付き基板１６を設けることにより、そのコントラストの低下を低減または防止することができる。

[0109] （９．偏光板）

本実施形態に係る有機ＥＬ素子１には、光取り出し側に偏光板が設けられることが好ましい。偏光板としては、従来の直線偏光板とλ／４板とを組み合わせたものを用いることができる。偏光板を設けることによって、第１電極１１及び第２電極１３からの外光反射や、基板または封止基板の表面における外光反射等を防止する事ができる。したがって、有機ＥＬ１を用いた表示装置では、偏光板を設けることにより、そのコントラストを向上させることができる。

[0110] （表示装置）

本実施形態に係る有機ＥＬ素子１を用いて、高効率な表示装置を構成することができる。例えば、カラー表示装置を構成する場合、赤色発光素子及び緑色発光素子として、上述した構成を有する有機ＥＬ素子１を用い、青色発光素子には、上述した構成のうち、蛍光体層１５を除いた構成を有する発光素子を用いることができる。

[0111] なお、この場合、青色発光素子は、蛍光体層１５の代わりに、膜厚調整層を備えることが好ましい。膜厚調整層は、酸化シリコン、窒化シリコン、もしくは酸化タンタルを含む無機材料、または、ポリイミド、アクリル樹脂、もしくはレジスト材料を含む有機材料から構成することができる。

[0112] また、上述の実施形態では、青色光を発光する有機発光ユニット１２を用いた場合について記載しているが、本発明はこれに限られず、紫外光を発光する有機発光ユニットを用いた有機ＥＬ素子を構成することができ、さらにこの有機ＥＬ素子を用いて表示装置を構成することもできる。この表示装置は、上述の実施形態と同様に高効率な表示装置であり、また、青色、赤色、

緑色の各発光素子の視野角特性を合わせることができる観点から好ましい表示装置である。

[0113] （その他）

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0114] 以上に述べたとおり、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子（有機ＥＬ素子）は、一方が半透明電極である一対の電極と、上記一対の電極に挟持された有機発光ユニットと、上記半透明電極を挟んで上記有機発光ユニットとは反対側に設けられ、上記有機発光ユニットから発光された光を吸収して当該光の色とは異なる色の変換光を放出する色変換層とを備え、上記半透明電極は金属系化合物から構成されており、当該半透明電極の膜厚は２０ｎｍ以上、３０ｎｍ以下であることを特徴とする。

[0115] また、本発明に係る有機ＥＬ素子において、上記一対の電極による微小共振器構造を有することが好ましい。

[0116] 上記構成によれば、有機発光ユニットで発光する光が小共振器構造によって指向性を有し、特定波長の強度が強められる。すなわち、有機発光ユニットの光取り出し効率についても向上されるため、本発明に係る有機ＥＬ素子の発光効率をより向上させることができる。

[0117] また、本発明に係る有機ＥＬ素子において、上記半透明電極の膜厚は２２ｎｍ以上、２７ｎｍ以下であることが好ましい。

[0118] 上記構成によれば、色変換層の発光する変換光に対する半透明電極の反射率をより好ましい値に調整することができる。

[0119] また、本発明に係る有機ＥＬ素子において、上記有機発光ユニットは青色光または紫外光を発光し、上記半透明電極の反射率は、上記青色光または上記紫外光に対して６０％以下であり、かつ、上記変換層の放出する変換光に対して６０％以上であることが好ましい。さらに、本発明に係る表示装置に

おいて、上記半透明電極の透過率は、上記青色光または上記紫外光に対して２５％以上であることが好ましい。

[0120] 上記構成によれば、有機発光ユニットの発光する青色光または紫外光は上記半透明電極を効率よく透過して上記色変換層まで到達する。また、色変換層の発光する変換光は上記半透明電極で効率よく反射される。これによって、より光取り出し効率の良い有機ＥＬ素子を実現することができる。

[0121] また、本発明において、上記有機発光ユニットは紫外光を発光し、上記半透明電極の反射率は、上記紫外光に対して５０％以下であり、かつ上記変換層の放出する変換光に対して５０％以上であることが更に好ましい。さらに、本発明に係る表示装置において、上記半透明電極の透過率は、上記紫外光に対して４０％以上であることが好ましい。

[0122] また、本発明に係る有機ＥＬ素子において、上記半透明電極を構成する金属系化合物は、銀、銀合金、金、または金合金であることが好ましい。

[0123] 上記構成によれば、上記反射率の点で好ましい半透明電極を構成することができる。

[0124] 本発明に係る表示装置は、上述のいずれかの有機ＥＬ素子を備えることが好ましい。これによって、より発光効率の良い表示装置を提供することができる。

[0125] また、本発明に係る表示装置は、赤色発光素子、緑色発光素子、及び青色発光素子を含む複数の発光素子が配列された表示装置であって、上記赤色発光素子及び上記緑色発光素子は、上述の有機ＥＬ素子から構成され、上記青色発光素子は、上述の有機ＥＬ素子から上記色変換層を除いて構成され、各発光素子における上記有機発光ユニットは青色光を発光し、上記赤色発光素子及び上記緑色発光素子の各々における上記半透明電極の上記変換光に対する反射率は、上記青色発光素子における上記半透明電極の上記変換光に対する反射率よりも大きいことを特徴とする。

[0126] 上記構成によれば、色変換層を有する赤色発光素子及び緑色発光素子では、色変換層を有さない青色発光素子におけるものよりも、色変換光の光に対

する半透明電極の反射率を高められている。このため、赤色発光素子及び緑色発光素子において、色変換層から放出される光の光取り出しロスが減少し、その光取り出し効率は向上する。したがって、より発光効率の良い表示装置を提供することができる。

[0127] さらに、本発明に係る表示装置では、上記色変換層から放出される光の透過率について、上記青色発光素子における上記半透明電極の透過率は、上記赤色発光素子及び上記緑色発光素子における上記半透明電極の透過率よりも大きいことが好ましい。

[0128] 上記構成によれば、青色発光素子では、有機発光ユニットから発光された青色光が半透明電極を透過することにより、その発光効率を向上させることができる。したがって、本発明に係る表示装置では各発光素子においてそれぞれ発光効率を向上させることができる。

[0129] さらに、本発明に係る表示装置において、上記青色発光素子は、上記半透明電極を挟んで上記有機発光ユニットとは反対側に設けられ、かつ、酸化シリコン、窒化シリコン、もしくは酸化タンタルを含む無機材料、または、ポリイミド、アクリル樹脂、もしくはレジスト材料を含む有機材料から構成される膜厚調整層を備えることが好ましい。

[0130] 上記構成によれば、青色発光素子と青色以外の光学発光素子との視野角特性を近づけ、本発明に係る表示装置を好適に作製することができる。

[0131] また、本発明に係る表示装置は、赤色発光素子、緑色発光素子、及び青色発光素子を含む複数の発光素子が配列された表示装置であって、上記赤色発光素子、上記緑色発光素子、及び青色発光素子は、上述の有機エレクトロルミネッセンス素子から構成され、各発光素子における上記有機発光ユニットは紫外光を発光してもよい。

[0132] 上記構成によれば、各発光素子における視野角特性を同一にし、本発明に係る表示装置を好適に作製することができる。

[0133] また、本発明に係る表示装置において、上記複数の発光素子は、赤色発光素子、青色発光素子、及び緑色発光素子以外に、白色、黄色、マジェンダ、

及びシアンに対応する発光素子のうち、少なくともいずれか１つの発光素子をさらに備えていることが好ましい。

[0134] 上記構成によれば、色再現範囲が広くなり、低消費電力化が可能となる。また、上記色変換層は、マスク塗り分け法等よりも、レジストによるフォト、印刷法、またはウエット形成法を用いることによって簡易に形成することができる。

## 実施例

[0135] 以下、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0136] ＜実施例１及び２＞

本実施例では、赤色画素に対応する有機ＥＬ素子（実施例１とする）、及び、緑色画素に対応する有機ＥＬ素子（実施例２とする）について、第２電極（半透明電極）の膜厚を変更したものをそれぞれ作製した。

[0137] まず、実施例１及び２に係る有機ＥＬ素子の作製方法について以下に記載する。

[0138] （有機ＥＬ基板の形成）

０．７ｍｍの厚みのガラス基板上に、銀を膜厚１００ｎｍとなるようスパッタ法により反射電極を成膜し、その上にインジウムースズ酸化物（ＩＴＯ）を、膜厚２０ｎｍとなるようスパッタ法により成膜することによって、第１電極として反射電極（陽極）を形成した。その後、従来のフォトリソグラフィー法により、反射電極の電極幅が２ｍｍ幅の９０本のストライプにパターニングした。

[0139] 次に、反射電極上に、スパッタ法により$SiO_2$を２００ｎｍ積層し、従来のフォトリソグラフィー法により反射電極のエッジ部を覆うようにパターン化することによって、層間絶縁膜及び平坦化膜を形成した。層間絶縁膜は、反射電極の短辺を端から１０μｍ分だけ$SiO_2$で覆う構造とした。これを水洗後、純水超音波洗浄を１０分、アセトン超音波洗浄を１０分、イソプロピルアルコール蒸気洗浄を５分行い、１００℃にて１時間乾燥させた。

[0140] 次に、基板をインライン型抵抗加熱蒸着装置内の基板ホルダーに固定し、１×１０$^{-4}$Ｐａ以下の真空まで減圧して、有機発光ユニットの各有機層の成膜を行った。

[0141] まず、正孔注入材料として１，１-ビス-ジ-４ートリルアミノ-フェニル-シクロヘキサン（ＴＡＰＣ）を用い、抵抗加熱蒸着法により膜厚１００ｎｍの正孔注入層を形成した。

[0142] 次いで、正孔輸送材料としてＮ，Ｎ’ーｄｉーｌーナフチル-Ｎ，Ｎ’-ジフェニル-１，１’ービフェニル-１，１’ービフェニル-４，４’ージアミン（ＮＰＤ）を用い、抵抗加熱蒸着法により膜厚４０ｎｍの正孔輸送層を形成した。

[0143] 次いで、正孔輸送層上の所望の画素位置に、青色の有機発光層（厚さ：３０ｎｍ）を形成した。この青色の有機発光層は、１，４-ビス-トリフェニルシリル-ベンゼン（ＵＧＨー２）（ホスト材料）と、ビス［（４，６ージフルオロフェニル）ーピリジナトーＮ，Ｃ２’］ピコリネート　イリジウム（ＩＩＩ）（ＦＩｒｐｉｃ）（青色燐光発光ドーパント）とを、それぞれ１．５Å/sec、０．２Å/ secの蒸着速度で共蒸着することによって作製した。

[0144] 次いで、有機発光層の上に、２，９ージメチルー４，７ージフェニルー１，１０ーフェナントロリン（ＢＣＰ）を用いて、正孔防止層（厚さ：１０ｎｍ）を形成した。

[0145] 次いで、正孔防止層上に、トリス(８ーヒドロキシキノリン)アルミニウム（Ａｌｑ３）を用いて電子輸送層（厚さ：３０ｎｍ）を形成した。

[0146] 次いで、電子輸送層上に、フッ化リチウム（ＬｉＦ）を用いて電子注入層（厚さ：０．５ｎｍ）を形成した。

[0147] 以上の処理によって、有機発光ユニットの各有機層が成膜された。

[0148] この後、第２電極として半透明電極を形成した。具体的には、まず基板を金属蒸着用チャンバーに固定し、半透明電極形成用のシャドーマスクと基板をアライメントした。なお、当該シャドーマスクは、反射電極のストライプと対抗する向きに２ｍｍ幅のストライプ状に半透明電極を形成できるように

開口部が空いているマスクである。次いで、有機発光ユニットの表面に、真空蒸着法により、マグネシウムと銀とをそれぞれ０．１Å/sec、０．９Å/secの蒸着速度で共蒸着し、マグネシウム銀を所望のパターンで形成（厚さ：１ｎｍ）した。さらに、その上に、干渉効果を強調する目的、及び、第２電極での配線抵抗による電圧降下を防止する目的で、銀を１Å／secの蒸着速度で所望のパターンで形成（厚さ：７～４７ｎｍ）した。以上の処理により、第２電極１３が形成された。

[0149] ここで、反射電極と半透過電極との間では、マイクロキャビティ効果（干渉効果）が発現し、正面輝度を高める事が可能となる。これによって、有機発光ユニットからの発光エネルギーを、蛍光体層により効率良く伝搬させることができる。

[0150] 以上の処理によって、有機ＥＬが形成された有機ＥＬ基板が作製された。

[0151] 尚、本明細書で記載している膜厚は、触針式段差計、光学式膜厚測定系（３次元表面粗さ計、エリプソメトリー）により測定することができる。

[0152] （蛍光体基板の形成）

次に、赤色画素または緑色画素に対応する蛍光体層を、別々の０．７ｍｍのＣＦ付きガラス基板上にそれぞれ形成した。具体的には以下に記載のように形成した。

[0153] 赤色蛍光体層を形成するために、まず、平均粒径５ｎｍのエアロゾル０．１６ｇにエタノール１５ｇ及びγ－グリシドキシプロピルトリエトキシシラン０．２２ｇを加えて、開放系室温下で１時間攪拌した。この混合物と、赤色蛍光体（顔料）$K_5Eu_{2.5}(WO_4)_{6.25}$ ２０ｇとを乳鉢に移し、よくすり混ぜた後、７０℃のオーブンで２時間加熱し、さらに１２０℃のオーブンで２時間加熱することによって、表面改質した$K_5Eu_{2.5}(WO_4)_{6.25}$を得た。次に、表面改質を施した$K_5Eu_{2.5}(WO_4)_{6.25}$ １０ｇに、水／ジメチルスルホキシド＝１／１の混合溶液（３００ｇ）で溶解されたポリビニルアルコール３０ｇを加え、分散機により攪拌することによって、赤色蛍光体層形成用塗液を作製した。作製された赤色蛍光体層形成用塗液を、ス

クリーン印刷法により３mm幅で、ＣＦ付きガラス基板上における赤色画素位置に塗布した。その後、真空オーブン（２００℃、１０mmＨｇの条件）で４時間加熱乾燥することによって、赤色蛍光体層を形成した。

[0154] また、緑色蛍光体層を形成するために、まず、平均粒径５ｎmのエアロゾル０．１６ｇにエタノール１５ｇ及びγ－グリシドキシプロピルトリエトキシシラン０．２２ｇを加えて、開放系室温下１時間攪拌した。この混合物と、緑色蛍光体（顔料）$Ba_2SiO_4:Eu^{2+}$ ２０ｇとを乳鉢に移し、よくすり混ぜた後、７０℃のオーブンで２時間加熱し、さらに１２０℃のオーブンで２時間加熱することによって、表面改質した$Ba_2SiO_4:Eu^{2+}$を得た。次に、表面改質を施した$Ba_2SiO_4:Eu^{2+}$ １０ｇに、水／ジメチルスルホキシド＝１／１の混合溶液（３００ｇ：溶剤）で溶解されたポリビニルアルコール（樹脂）３０ｇを加え、分散機により攪拌することによって、緑色蛍光体層形成用塗液を作製した。作製された緑色蛍光体層形成用塗液を、スクリーン印刷法により３mm幅で、ＣＦ付きガラス基板上における緑色画素位置に塗布した。その後、真空オーブン（２００℃、１０mmＨｇの条件）で４時間加熱乾燥することによって、赤色蛍光体層を形成した。

[0155] 以上の処理により、赤色蛍光体層が形成された蛍光体基板、及び、緑色蛍光体層が形成された蛍光体基板がそれぞれ作製された。

[0156] （有機ＥＬ素子の組み立て）

以上のようにして作製した有機ＥＬ部基板と蛍光体基板とを、画素配置位置の外側に形成されている位置合わせマーカーにより位置合わせを行った。なお、蛍光体基板には、位置合わせ前に熱硬化樹脂を塗布した。

[0157] 位置合わせ後、熱硬化樹脂を介して両基板を密着し、９０℃、２時間加熱することによって硬化を行った。なお、両基板の貼り合わせ工程は、有機発光ユニット１２が水分により劣化することを防止するために、ドライエアー環境下（水分量：－８０℃）で行った。

[0158] 以上の処理によって、赤色画素に対応する有機ＥＬ素子（実施例１）、及び緑色画素に対応する有機ＥＬ素子（実施例２）が作製された。

[0159] 最後に、組み立られた有機ＥＬ素子１について、周辺に形成した端子を外部電源に接続した。

[0160] ＜比較例＞

比較例として、実施例と同様に作製した有機ＥＬ基板と、ガラス基板とを張り合わせた有機ＥＬ素子（青色の有機ＥＬ素子）を作製した。なお、半透明電極を構成する銀の膜厚については、実施例と同様に、銀電極の膜厚を７～４７ｎｍの間で変更した。

[0161] ＜光取り出し効率＞

以上のように作製した実施例１または２に係る有機ＥＬ素子１、及び、比較例の有機ＥＬ素子について、実際に外部に取り出された光の外部量子収率（１０ｍＡ／ｃｍ$^2$時）を測定した。外部量子収率の測定は、積分球を付属させた蛍光分光光度計によって行った。

[0162] その結果を図２～図４に示す。図２は、比較例の有機ＥＬ素子（色変換層を有しない）における半透明電極の銀膜厚と外部量子収率との関係を示すグラフである。図３は、実施例１に係る有機ＥＬ素子１（赤色変換層有り）における半透明電極の銀膜厚と外部量子収率との関係を示すグラフである。図４は、実施例２に係る有機ＥＬ素子（緑色変換層有り）における半透明電極の銀膜厚と外部量子収率との関係を示すグラフである。

[0163] 図２に示すように、比較例に係る有機ＥＬ素子（色変換層を有しない）では、半透明陰極の銀膜厚が２０ｎｍよりも薄い範囲において、外部量子収率が最大となった。

[0164] 一方、図３及び図４に示すように、実施例１及び２に係る有機ＥＬ素子（色変換層有り）では、半透明陰極の銀膜厚が２０ｎｍ以上の範囲において外部量子収率が大きくなった。具体的には、半透明陰極の銀膜厚が２０ｎｍ以上３０ｎｍ以下、特には２２ｎｍ以上２７ｎｍ以下の範囲において、外部量子収率が大きくなった。また、半透明陰極の銀膜厚が２５ｎｍの付近で、外部量子収率が最大となった。

[0165] 以上のことから、蛍光体層を有する有機ＥＬ素子における半透明電極の好

ましい厚みは、蛍光体層を有さない有機ＥＬ素子における半透明電極の好ましい厚みよりも厚いことが明らかとなった。

[0166] 後述するように、半透明電極の厚みを厚くすることにより、当該半透明電極の反射率は増大する。このため、蛍光体層を有する有機ＥＬ素子では、蛍光体層から等方散乱した光のうち、光取り出し側とは反対側に向かった光が半透明電極で反射することによって、光取り出しロスが減少したと考えられる。

[0167] ただし、半透明電極の厚みが厚くなりすぎると、有機発光ユニットから発光する光を十分に取り出すことが出来ない結果、総合的な外部量子収率は減少したと考えられる。

[0168] ＜半透明陰極の反射率及び透過率＞

次に、本実施例１及び２に係る半透明陰極について、その膜厚を様々に変更してガラス基板上に成膜した。具体的には、ガラス基板上に、電子注入層のＬｉＦ（厚さ０．５ｎｍ）を成膜し、その上に、半透明陰極のＭｇＡｇ／Ａｇを成膜した。なお、ＭｇＡｇの比率は１：９とし、その厚みは１ｎｍとした。また、Ａｇの厚みを１４ｎｍ、１９ｎｍ、または２９ｎｍとした。

[0169] 以上のように作製した半透明陰極基板について、その反射率及び透過率を測定した。なお、反射率及び透過率は、分光光度計を用いて波長３８０ｎｍ～７８０ｎｍの可視光の透過スペクトルを測定することにより求めた。

[0170] 反射率及び透過率の測定結果を図５及び図６にそれぞれ示す。図５は光の波長と反射率との関係を示すグラフであり、図６は光の波長と透過率との関係を示すグラフである。

[0171] 図５に示すように、反射率について、緑色領域（５２０ｎｍ付近）及び赤色領域（６２０ｎｍ付近）の反射率は、青色領域（４５０ｎｍ付近）の反射率よりも高かった。具体的には、緑色領域及び赤色領域の反射率は、Ａｇの厚みが１９ｎｍ～２９ｎｍの範囲において５０％以上、さらには６０％以上になった。また、青色領域の反射率は、Ａｇの厚みが１９ｎｍ～２９ｎｍの範囲において６０％以下であった。

[0172] 一方、図６に示すように、透過率については、青色領域（４５０ｎｍ付近）の透過率が最も高く、Ａｇの厚みが１９ｎｍ～２９ｎｍの範囲において２５％以上であることが分かった。

[0173] なお、Ａｇの厚みが１９ｎｍ～２９ｎｍである場合、半透明陰極の厚みは２０ｎｍ～３０ｎｍである。

[0174] 以上の結果より、本実施例に係る半透明陰極では、銀の膜厚を調整することにより、透過率を青領域で大きくし、反射率を緑色領域及び緑赤領域で大きくすることができることが分かった。

[0175] したがって、本実施形態に係る有機ＥＬを用いて作製された表示装置によれば、有機ＥＬからの青色光は蛍光体層まで効率よく達し、一方、赤色蛍光体層および緑色蛍光体層の各々から発光する光は半透明陰極で効率よく反射することによって、高効率な表示装置を提供することができることが分かった。

[0176] また、本実施例に係る半透明陰極について、紫外光（～４００ｎｍ）に対する反射率及び透過率を上記と同様に測定したところ、Ａｇの厚みが１９ｎｍ～２９ｎｍの範囲において、反射率が５０％以下であり、透過率が４０％以上であった。

[0177] したがって、紫外光（～４００ｎｍ）を発光する有機発光ユニットを有する有機ＥＬ素子を用いて表示装置を作製した場合であっても、同様に高効率な表示装置を提供できることが分かった。この表示装置は、青色、赤色、緑色の視野角特性を合わせられる観点から好ましい表示装置として利用できる。

## 産業上の利用可能性

[0178] 本発明は、有機ＥＬ表示装置に好適に利用することができる。

## 符号の説明

[0179] １　有機ＥＬ素子

１１　第１電極

１２　有機発光ユニット

１３　第２電極

１４　封止膜

１５　蛍光体層

１６　ＣＦ付き基板

# 請求の範囲

[請求項1] 一方が半透明電極である一対の電極と、

上記一対の電極に挟持された有機発光ユニットと、

上記半透明電極を挟んで上記有機発光ユニットとは反対側に設けられ、上記有機発光ユニットから発光された光を吸収して当該光の色とは異なる色の変換光を放出する色変換層とを備え、

上記半透明電極は金属系化合物から構成されており、当該半透明電極の膜厚は２０ｎｍ以上、３０ｎｍ以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項2] 上記一対の電極による微小共振器構造を有することを特徴とする請求項１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項3] 上記半透明電極の膜厚は２２ｎｍ以上、２７ｎｍ以下であることを特徴とする請求項１または２に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項4] 上記有機発光ユニットは青色光または紫外光を発光し、

上記半透明電極の反射率は、上記青色光または上記紫外光に対して６０％以下であり、かつ、上記変換層の放出する変換光に対して６０％以上であることを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項5] 上記有機発光ユニットは紫外光を発光し、

上記半透明電極の反射率は、上記紫外光に対して５０％以下であり、かつ上記変換層の放出する変換光に対して５０％以上であることを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項6] 上記有機発光ユニットは青色光または紫外光を発光し、

上記半透明電極の透過率は、上記青色光または上記紫外光に対して２５％以上であることを特徴とする請求項１から５のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項7] 上記有機発光ユニットは紫外光を発光し、

上記半透明電極の透過率は、上記紫外光に対して４０％以上であることを特徴とする請求項１から６のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項8] 上記半透明電極を構成する金属系化合物は、銀、銀合金、金、または金合金であることを特徴とする請求項１から７のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項9] 請求項１から８のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えることを特徴とする表示装置。

[請求項10] 赤色発光素子、緑色発光素子、及び青色発光素子を含む複数の発光素子が配列された表示装置であって、

上記赤色発光素子及び上記緑色発光素子は、請求項１から８のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子から構成され、

上記青色発光素子は、請求項１から８のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子から上記色変換層を除いて構成され、

各発光素子における上記有機発光ユニットは青色光を発光し、

上記赤色発光素子及び上記緑色発光素子の各々における上記半透明電極の上記変換光に対する反射率は、上記青色発光素子における上記半透明電極の上記変換光に対する反射率よりも大きいことを特徴とする表示装置。

[請求項11] 上記色変換層から放出される光の透過率について、上記青色発光素子における上記半透明電極の透過率は、上記赤色発光素子及び上記緑色発光素子における上記半透明電極の透過率よりも大きいことを特徴とする請求項１０に記載の表示装置。

[請求項12] 上記青色発光素子は、上記半透明電極を挟んで上記有機発光ユニットとは反対側に設けられ、かつ、酸化シリコン、窒化シリコン、もしくは酸化タンタルを含む無機材料、または、ポリイミド、アクリル樹脂、もしくはレジスト材料を含む有機材料から構成される膜厚調整層

を備えることを特徴とする請求項１０または１１に記載の表示装置。

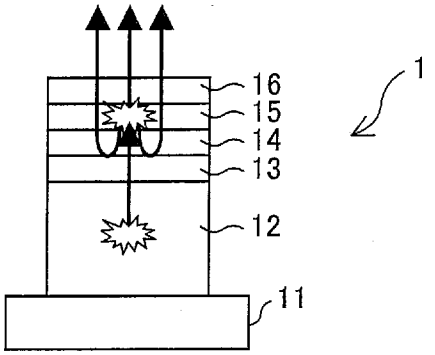
[請求項13] 赤色発光素子、緑色発光素子、及び青色発光素子を含む複数の発光素子が配列された表示装置であって、

上記赤色発光素子、上記緑色発光素子、及び青色発光素子は、請求項１から８のいずれか１項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子から構成され、

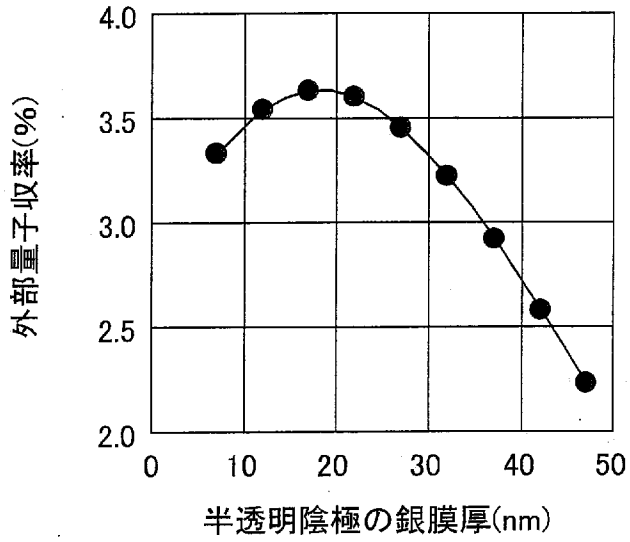
各発光素子における上記有機発光ユニットは紫外光を発光していることを特徴とする表示装置。

[請求項14] 上記複数の発光素子は、赤色発光素子、青色発光素子、及び緑色発光素子以外に、白色、黄色、マジェンダ、及びシアンに対応する発光素子のうち、少なくともいずれか１つの発光素子をさらに備えていることを特徴とする請求項１０から１３のいずれか１項に記載の表示装置。

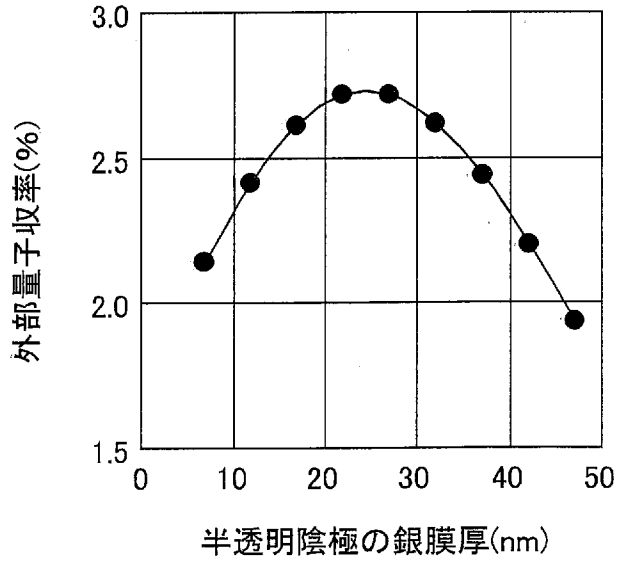
[図1]


1
16
15
14
13
12
11

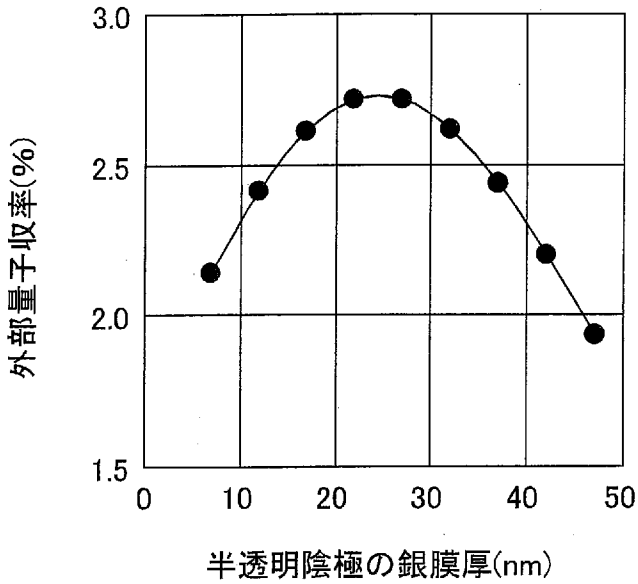
[図2]


外部量子収率(%)
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
0
10
20
30
40
50
半透明陰極の銀膜厚(nm)

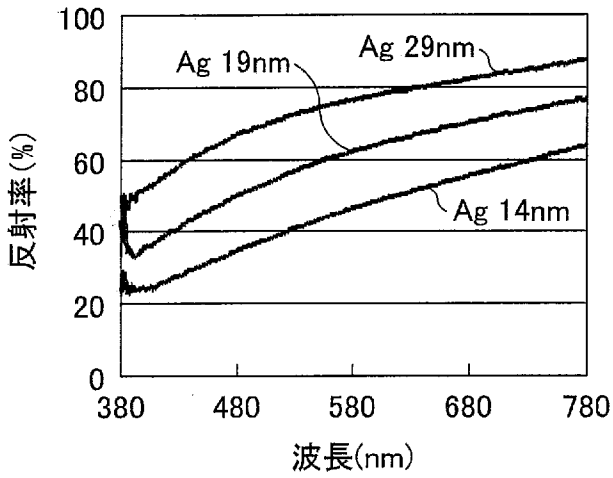
[図3]


外部量子収率(%)
3.0
2.5
2.0
1.5
0
10
20
30
40
50
半透明陰極の銀膜厚(nm)

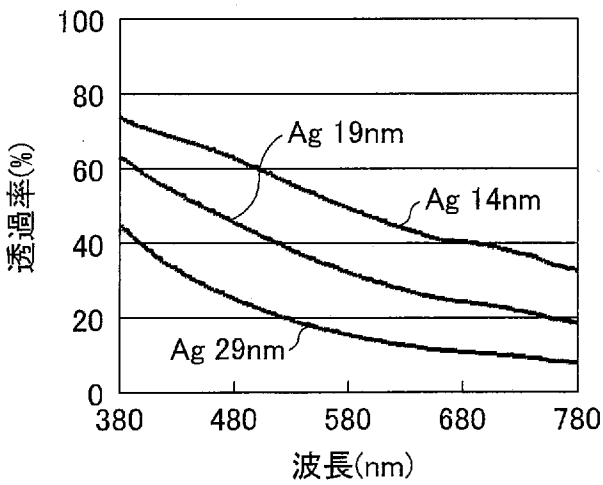
[図4]


3.0
2.5
2.0
1.5
外部量子収率(%)
0
10
20
30
40
50
半透明陰極の銀膜厚(nm)

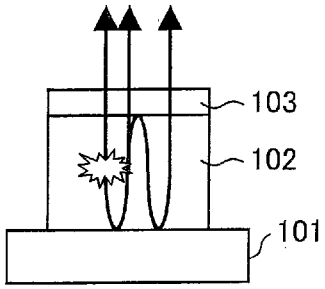
[図5]


100
80
60
40
20
0
反射率(%)
Ag 19nm
Ag 29nm
Ag 14nm
380
480
580
680
780
波長(nm)

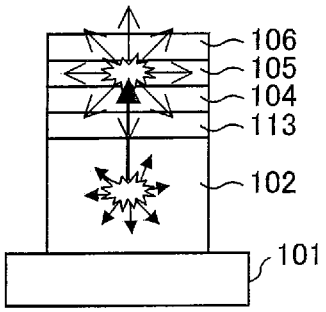
[図6]


100
80
60
40
20
0
透過率(%)
Ag 19nm
Ag 14nm
Ag 29nm
380
480
580
680
780
波長(nm)

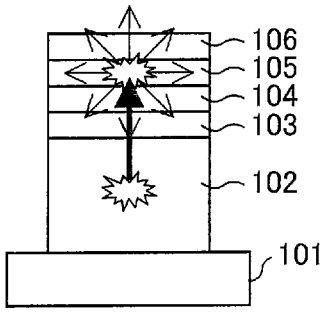
[図7]




[図8]




[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/069162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H05B33/28*(2006.01)i, *H01L51/50*(2006.01)i, *H05B33/12*(2006.01)i, *H05B33/24*(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)
H05B33/00-33/28, H01L51/50

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 | 1996-2010 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2010 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2010 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus(JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X<br>Y | WO 2006/009039 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.),<br>26 January 2006 (26.01.2006),<br>entire text; all drawings<br>& US 2006/0158403 A1 & EP 1771042 A1<br>& KR 10-2007-0042153 A | 1-13<br>14 |
| Y | WO 2005/096257 A1 (Eastman Kodak Co.),<br>13 October 2005 (13.10.2005),<br>claims 12, 13, 17<br>& JP 2007-531062 A & US 2005/0212728 A1<br>& EP 1730718 A | 14 |

☐ 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 |
|---|---|
| 22 November, 2010 (22.11.10) | 07 December, 2010 (07.12.10) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office<br><br>Facsimile No. | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０６９１６２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05B33/28(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/24(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.　H05B33/00-33/28, H01L51/50

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 | １９７１－２０１０年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１０年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１０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）

JSTPlus(JDreamII)

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 2006/009039 A1 (出光興産株式会社) 2006.01.26, 全文、全図 | 1-13 |
| Y | & US 2006/0158403 A1 & EP 1771042 A1 & KR 10-2007-0042153 A | 14 |
| Y | WO 2005/096257 A1 (イーストマン　コダック　カンパニー) 2005.10.13, Claim 12, 13, 17 & JP 2007-531062 A & US 2005/0212728 A1 & EP 1730718 A | 14 |

☐　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<br>２２．１１．２０１０ | 国際調査報告の発送日<br>０７．１２．２０１０ |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）<br>郵便番号１００－８９１５<br>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　３２１０<br>野田　洋平<br>電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１ |