

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-205928

(P2009-205928A)

(43) 公開日 平成21年9月10日(2009.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/22 (2006.01)	H05B 33/22 Z	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 E	
H05B 33/24 (2006.01)	H05B 33/12 Z	
	H05B 33/24	
審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 22 頁)		

(21) 出願番号 特願2008-46862 (P2008-46862)
 (22) 出願日 平成20年2月27日 (2008.2.27)

(71) 出願人 000005234
 富士電機ホールディングス株式会社
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 (74) 代理人 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫
 (72) 発明者 寺尾 豊
 東京都日野市富士町1番地 富士電機アド
 バンストテクノロジー株式会社内
 Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB08 CC02 CC05
 CC07 CC21 CC31 CC45 DD10
 DD44Y EE10 EE22 EE24 EE33
 FF06 FF13

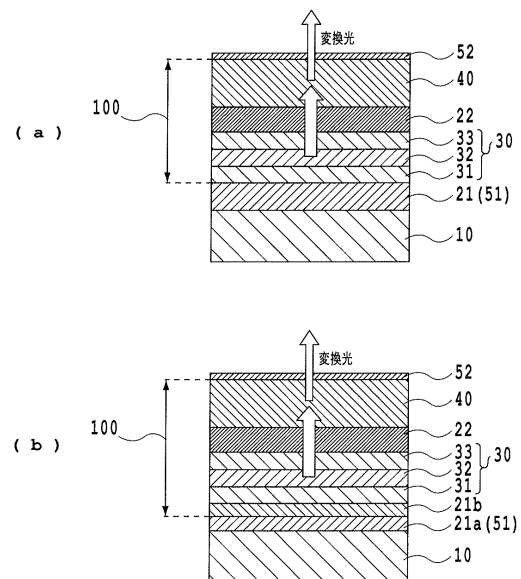
(54) 【発明の名称】 微小共振器色変換E L素子およびそれを用いた有機E Lディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】色変換層からの変換光の強度を増強される色変換方式の有機E L素子、および色調視野角依存性が小さく簡便な方法で製造できる有機E Lディスプレイの提供。

【解決手段】少なくとも一対の電極と、該一対の電極に挟持され、発光層を含む機能層と、発光層より放出された光を吸収して異なる波長の光を放出する色変換層と、一対の光反射層とを有し、発光層および色変換層は、一対の光反射層の中間に配置され、一対の光反射層は、不透過性反射層および半透過性反射層から構成され、不透過性反射層と該半透過性反射層との間の間隔は、色変換層から放射された光のうち特定波長の光の強度を増強するような微小共振器を構成するような光学距離に設定されていることを特徴とする微小共振器色変換E L素子およびそれを用いたディスプレイ。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも一対の電極と、該一対の電極に挟持され、発光層を含む機能層と、発光層より放出された光を吸収して異なる波長の光を放出する色変換層と、一対の光反射層とを有し、

該発光層および該色変換層は、該一対の光反射層の中間に配置され、

該一対の光反射層は、不透過性反射層および半透過性反射層から構成され、

該不透過性反射層と該半透過性反射層との間の間隔は、前記色変換層から放射された光のうち特定波長の光の強度を増強するような微小共振器を構成するような光学距離に設定されている

10

ことを特徴とする微小共振器色変換 E L 素子

【請求項 2】

該一対の電極が透明電極および光反射性電極から構成され、および該光反射性電極が前記不透過性反射層としても機能することを特徴とする請求項 1 に記載の微小共振器色変換 E L 素子。

【請求項 3】

前記光反射性電極が、金属で形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の微小共振器色変換 E L 素子。

【請求項 4】

前記光反射性電極が、金属と透明導電層との積層体で形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の微小共振器色変換 E L 素子。

20

【請求項 5】

前記金属が、Al、Ag、Mg、Zn、Ta の単体、あるいはこれらの合金からなる群から選択されることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の微小共振器色変換 E L 素子。

【請求項 6】

前記金属が、Al、Ag、Mg、Zn、Ta からなる群から選択される少なくとも 1 種と、Li、Na、K、Rb、Cs、Ca からなる群から選択される少なくとも 1 種との合金であることを特徴とする請求項 3 に記載の微小共振器色変換 E L 素子。

【請求項 7】

前記色変換層が、前記発光層と前記半透過性反射層との間に設けられていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の微小共振器色変換 E L 素子。

30

【請求項 8】

前記半透過性反射層が金属膜であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の微小共振器色変換 E L 素子。

【請求項 9】

前記半透過性反射層を構成する金属膜が、Ag、Au、Cu、Mg、Li およびこれらを主成分とする合金からなる群から選択される金属で形成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の微小共振器色変換 E L 素子

【請求項 10】

前記一対の光反射層の間に存在する全ての層境界において、隣接する 2 つの層の発光層の発光波長域における屈折率の差は、0.35 以内であることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載の微小共振器色変換 E L 素子。

40

【請求項 11】

前記色変換層が、1 種または複数種の有機色素のみで形成される層であることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載の微小共振器色変換 E L 素子。

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれかに記載の微小共振器色変換 E L 素子と、

少なくとも一対の電極と、該一対の電極に挟持される発光層を含む機能層と、一対の光反射層とを有し、該発光層が該一対の光反射層の間に配置され、該一対の光反射層間の距離が、前記発光層から放射された光のうち特定波長の光強度を増強するような微小共振器

50

を構成するような光学距離に設定されている微小共振器 E L 素子とを含み、青色、緑色および赤色の副画素が、該微小共振器色変換 E L 素子または微小共振器 E L 素子のいずれかで構成されていることを特徴とする有機 E L ディスプレイ。

【請求項 13】

青色副画素が微小共振器 E L 素子で構成され、緑色副画素および赤色副画素が微小共振器色変換 E L 素子で構成されていることを特徴とする請求項 12 に記載の有機 E L ディスプレイ。

【請求項 14】

青色副画素および赤色副画素が微小共振器 E L 素子で構成され、緑色副画素が微小共振器色変換 E L 素子で構成されていることを特徴とする請求項 12 に記載の有機 E L ディスプレイ。

10

【請求項 15】

青色副画素および緑色副画素が微小共振器 E L 素子で構成され、赤色副画素が微小共振器色変換 E L 素子で構成されていることを特徴とする請求項 12 に記載の有機 E L ディスプレイ。

【請求項 16】

前記微小共振器色変換 E L 素子において、前記一对の電極の一方が透明電極であり、前記色変換層が前記透明電極と前記半透過性反射層との間に配置されていることを特徴とする請求項 13 から 15 のいずれかに記載の有機 E L ディスプレイ。

【請求項 17】

青色、緑色および赤色副画素において、微小共振器色変換 E L 素子または微小共振器 E L 素子の光出射側に、各副画素の色に対応したカラーフィルタ層をさらに含むことを特徴とする請求項 12 から 16 のいずれかに記載の有機 E L ディスプレイ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多色発光エレクトロルミネッセンス素子に関する。本発明の多色発光エレクトロルミネッセンス素子は、パーソナルコンピューター、ワードプロセッサ、テレビ、ファクシミリ、オーディオ、ビデオ、カーナビゲーション、電気卓上計算機、電話機、携帯端末機ならびに産業用計測器等に利用することができる。

30

【背景技術】

【0002】

情報機器の多様化、省スペース化のニーズに伴い、CRT よりも低消費電力で、空間占有面積の少ない、フラットパネルディスプレイの開発が精力的に行われている。中でも自発光型で高精細化が可能な、エレクトロルミネッセンス (E L) 素子を用いたエレクトロルミネッセンスディスプレイへの期待が高まっている。

【0003】

E L 素子に関して、これまで発光効率の向上、エネルギー変換効率の向上に焦点をあてた研究が多くなされている。E L 素子の発光効率を下けている原因の一つに、発光層で生じた光の半分以上が、素子あるいは透明基板内に閉じ込められてしまうことが良く知られている (例えば、非特許文献 1 参照)。

40

【0004】

素子あるいは透明基板内に閉じ込められた光を取り出せるようにして発光効率を向上させる方法の一つとして、微小共振器構造を用いることが広く知られている (例えば、非特許文献 2 参照)。また、この原理を利用した有機 E L 素子が提案されている (たとえば、特許文献 1 および 2 参照)。

【0005】

微小共振器構造を適用すると、発光層内で発生した光子が、指向性を持って出射されるようになり、また、光子のエネルギー分布がシャープに、すなわち発光スペクトルがシャープになりピーク強度が数倍～数十倍にもなるという効果が得られ、発光層で得られる発

50

光強度の増強効果、単色化の効果が得られる。

【0006】

【特許文献1】特開平6-283271号公報

【特許文献2】国際公開第94/7344号パンフレット

【特許文献3】特開平3-152897号公報

【特許文献4】特許第2838063号公報

【特許文献5】特開2002-359076号公報

【特許文献6】特開2004-115441号公報

【特許文献7】特開2003-212875号公報

【特許文献8】特開2003-238516号公報

【特許文献9】特開2003-81924号公報

【特許文献10】国際公開第2003/048268号パンフレット

【非特許文献1】Advanced Materials, vol.6. p.491 (1994)

【非特許文献2】Applied Physics Letters, vol.64, p.2486 (1994)

【非特許文献3】Max Born & Emil Wolf著、「Principles of Optics」(2nd edition、1964年、Pergamon Press)

【非特許文献4】O. S. Heavens著、「Optical Properties of Thin Solid Films」(1991年、Dover Publishing Inc.)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、この微小共振器EL素子をカラーディスプレイに適用しようとする、赤、青、緑の各色に対応した画素ごとに、共振器を構成する一対のミラー間の光学距離を調節する必要があり、製造工程が、複雑なものとなる。赤、青、緑色に対応した発光層をそれぞれの色の画素に用いる場合は、その発光層の膜厚を変更することによって、ミラー間の光学距離を調節することも考えられるが、色毎に発光効率が変化したり、劣化速度が変化したりと、画素毎に駆動特性が大きく変わることになり、ディスプレイとして仕上げるのが困難となる。

【0008】

一方、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)に対応した発光層をそれぞれの色の副画素に用いるカラー化方法よりも、製造工程が簡略なEL素子の多色化の方法として、発光層から放射される光を吸収して異なる波長の光を放出する色変換層を用いる蛍光変換法が提案されている(特許文献3参照)。また、この技術と微小共振器EL素子とを組み合わせる技術が提案されている(特許文献4および5参照)。図1に、従来技術の微小共振器有機EL素子の1例を示す。図1(a)の微小共振器有機EL素子は、透明基板510の上に、色変換層540、平坦化層560、半透過性反射層552、透明電極522、発光層532を含む機能層530、反射電極521が積層された構造を有する。図1(a)においては、正孔注入・輸送層531、発光層532および電子注入・輸送層533からなる機能層530の例を示した。ここで、半透過性反射層552と、不透過性反射層551としても機能する反射電極521とによって微小共振器が形成され、その有効光路長600は、半透過性反射層552と反射電極521(551)とによって確定され、発光層532の発光波長に関して最適化される。また、色変換層540は、微小共振器構造の外側に配置されている。

【0009】

微小共振器構造および蛍光変換層を用いてRGBの副画素を有するカラーELディスプレイを作製する場合、図1(b)に示すように、青色(B)副画素においては微小共振器EL素子からの青色の発光を放射し、および緑色(G)副画素および赤色(R)副画素においては、この微小共振器EL素子から放射された光を、それぞれ赤色変換層540Rおよび緑色変換層540Gにおいて蛍光変換して得られる変換光を放射することになる。前述の通り、微小共振器EL素子から放射される発光(すなわち、青色出力光)は比較的

10

20

30

40

50

強い指向性を有している。一方、色変換層 540 から放射される変換光（すなわち、赤色出力光および緑色出力光）の放射方向は等方的である。このため、図 1（b）に示すカラーディスプレイは、大きな色調視野角依存性（斜め方向から見た場合に黄色がかかる）を示し、実用性に乏しい。

【0010】

本発明は、このような微小共振器 E L 素子および蛍光変換法をカラーディスプレイへ応用する際に生じる課題を解決するためになされたものであって、簡便な製造方法にて、高効率な E L 素子を用いた高輝度カラーディスプレイを実現することができる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第 1 の実施形態の微小共振器色変換 E L 素子は、少なくとも一対の電極と、該一対の電極に挟持され、発光層を含む機能層と、発光層より放出された光を吸収して異なる波長の光を放出する色変換層と、一対の光反射層とを有し、該発光層および該色変換層は、該一対の光反射層の中間に配置され、該一対の光反射層は、不透過性反射層および半透過性反射層から構成され、該不透過性反射層と該半透過性反射層との間の間隔は、前記色変換層から放射された光のうち特定波長の光の強度を増強するような微小共振器を構成するような光学距離に設定されていることを特徴とする。

【0012】

この実施形態において、該一対の電極を透明電極および光反射性電極から構成して、該光反射性電極を前記不透過性反射層としても機能させてもよい。ここで、光反射性電極が、金属で形成されていてもよく、金属と透明導電層との積層体であってもよい。具体的には、該金属として、Al、Ag、Mg、Zn、Ta の単体、あるいはこれらの合金を用いてもよい。あるいはまた、Al、Ag、Mg、Zn、Ta からなる群から選択される少なくとも 1 種と、Li、Na、K、Rb、Cs、Ca からなる群から選択される少なくとも 1 種との合金を用いて光反射性電極を形成してもよい。

【0013】

また、本実施形態において、色変換層が、発光層と半透過性反射層との間に設けられていてもよい。ここで、色変換層が、1 種または複数種の有機色素のみで形成される層であることが望ましい。

【0014】

さらに、半透過性反射層が金属膜であってもよい。具体的には、Ag、Au、Cu、Mg、またはこれらを主成分とする合金から形成される金属膜を半透過性反射層として用いてもよい。

【0015】

本実施形態において、一対の光反射層の間に存在する全ての層境界において、隣接する 2 つの層の発光層の発光波長域における屈折率の差が、0.35 以内であることが望ましい。

【0016】

本発明の第 2 の実施形態の有機 E L ディスプレイは、第 1 の実施形態に記載の微小共振器色変換 E L 素子と、少なくとも一対の電極と、該一対の電極に挟持される発光層を含む機能層と、一対の光反射層とを有し、該発光層が該一対の光反射層の間に配置され、該一つの光反射層間の距離が、前記発光層から放射された光のうち特定波長の光強度を増強するような微小共振器を構成するような光学距離に設定されている微小共振器色変換 E L 素子とを含み、青色、緑色および赤色の副画素が、該微小共振器色変換 E L 素子または微小共振器 E L 素子のいずれかで構成されていることを特徴とする。

【0017】

たとえば、青色副画素を微小共振器 E L 素子で構成し、緑色副画素および赤色副画素を微小共振器色変換 E L 素子としてもよい。あるいはまた、青色副画素および赤色副画素を微小共振器 E L 素子で構成し、緑色副画素を微小共振器色変換 E L 素子で構成してもよい。さらに、青色副画素および緑色副画素を微小共振器 E L 素子で構成し、赤色副画素を微小

10

20

30

40

50

共振器色変換ＥＬ素子で構成してもよい。

【００１８】

本実施形態において用いる微小共振器色変換ＥＬ素子において、前記一对の電極の一方が透明電極であり、前記色変換層が前記透明電極と前記半透過性反射層との間に配置されている構成をとることができる。

【００１９】

さらに、青色、緑色および赤色副画素において、微小共振器色変換ＥＬ素子または微小共振器ＥＬ素子の光出射側に、各副画素の色に対応したカラーフィルタ層をさらに含むことができる。

【発明の効果】

10

【００２０】

以上の構成を採る微小共振器色変換有機ＥＬ素子においては、微小共振器構造を構成する一对の反射層の中間に色変換層を設け、微小共振器構造の光路長を色変換層から放射される特定波長の光の共振条件に適合させることによって、色変換層からの変換光の強度を増強させることができる。特に、１種または複数種の有機色素のみから色変換層を形成することで、色変換層の屈折率をＥＬ素子を構成する薄膜材料の屈折率に近くすることができる。その結果として、色変換層において発光層が発光する光の大部分を吸収して蛍光変換できるため、色変換層からの変換光の強度をより増強させることが可能となる。

【００２１】

また、微小共振器ＥＬ素子と本発明の微小共振器色変換ＥＬ素子とを組み合わせることでカラーディスプレイを作製することにより、色調の視野角依存のない高効率ＥＬディスプレイを簡便に提供可能となる。なぜなら、微小共振器色変換ＥＬ素子から放射される変換光は、微小共振器構造の存在によって指向性を付与され、その指向性は微小共振器ＥＬ素子の発光の指向性とほぼ同等であるからである。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【００２２】

〔微小共振器色変換ＥＬ素子〕

本発明の第１の実施形態の微小共振器色変換ＥＬ素子は、一对の光反射層により形成される微小共振器構造内に発光層および色変換層を収容し、微小共振器の有効光路長、すなわち一对の光反射層間の間隔は、色変換層から放射される光の内の特定波長を増強するように設定されることを特徴とする。

30

【００２３】

より具体的には、微小共振器色変換ＥＬ素子は、少なくとも一对の電極と、該一对の電極に挟持され、発光層を含む機能層と、発光層より放出された光を吸収して異なる波長の光を放出する色変換層と、一对の光反射層とを有する。該一对の光反射層は、不透過性反射層および半透過性反射層から構成され、該発光層および該色変換層は、該一对の光反射層の中間に配置される。

【００２４】

本実施形態における「色変換層から放射される光の内の特定波長を増強するような設定」とは、色変換層から放射される波長 λ_{CCM} の光が素子面に対して垂直に放射される際にその光が共振して増強される条件を意味し、式（１）の条件を満たすことを意味する。

40

$$0.9 \cdot \lambda_{CCM} \cdot 4 \cdot n_i d_i / (2m - 1) \cdot 1 \cdot \lambda_{CCM} \quad (1)$$

（式中、 \sum は、一对の光反射層の間にある全ての層に関する総和をとることを意味し； n_i および d_i は、一对の光反射層の間にあるそれぞれの層の屈折率および膜厚を意味し； ϕ は、一对の光反射層における光の反射に際する位相変化を意味し；および m は整数である。）

【００２５】

ここで、光反射による位相変化 ϕ は、半透過性反射層での反射の位相変化および不透過性反射層での反射の位相変化の総和であり、文献既知の方法によって求めることができる（たとえば、非特許文献３および４参照）。

50

【0026】

なお、式(1)の条件は、微小共振器構造内(すなわち、一对の光反射層の間にある)の全ての層の屈折率がほぼ等しく、これらの層の界面における反射が起こらず、光の反射が半透過性反射層および不透過性反射層のみににおいて起こることを仮定している。しかしながら、本発明においては微小共振器構造内に存在する全ての層境界において、隣接する2つの層の発光層の発光波長域における屈折率の差が、望ましくは0.35以内、より好ましくは0.25以内であるように、各層の材料が選択される。したがって、微小共振器構造内の層間で反射が起こらないという仮定は十分に妥当であり、本発明の目的における微小共振器構造内の各層の膜厚の決定において式(1)は十分に妥当な条件である。

【0027】

あるいはまた、微小共振器構造内の1つまたは複数の界面における反射を無視することができない場合、それら界面における反射を考慮した各層の複素屈折率を用いる順次計算によって波長 λ_{CCM} の光の共振条件を理論的に求めて、微小共振器構造内の各層の膜厚を決定してもよい。

【0028】

また、式(1)を用いて、各層の膜厚を決め、その際の総膜厚の付近で、例えば10nmずつ膜厚を変更した素子を作製してみて、波長 λ_{CCM} が増強される膜厚条件を見出してもよい。

【0029】

本実施形態の微小共振器色変換EL素子の構造の1つの例を図2に示す。図2(a)の素子は、支持基板10の上に、反射性電極21、機能層30、透明電極22、色変換層40および半透過性反射層52が積層された構造を有する。ここで、反射性電極21および透明電極22が一对の電極を構成する。また、反射性電極21は、不透過性反射層51としても機能し、半透過性反射層52とともに一对の光反射層を構成する。さらに、図2(a)においては、機能層30が、電子注入・輸送層31、発光層32および正孔注入・輸送層33から構成される例を示した。

【0030】

図2(a)に示した素子においては、反射性電極21と半透過性反射層52とによって微小共振器が構成され、微小共振器の有効光路長100が画定される。この素子については、機能層30を構成する各層、透明電極22および色変換層40が式(1)の条件の対象となり、式(1)の条件を満たすようにこれらの層の材料および膜厚が決定される。

【0031】

図2(b)に、微小共振器色変換EL素子の構造の変形例を示す。図2(b)の素子は、反射性電極21が金属層21aと透明導電層21bとの積層体である点を除いて、図2(a)の素子と同様である。この変形例においては、金属層21aが不透過性反射層51として機能する。したがって、金属層21aと半透過性反射層52とによって微小共振器が構成され、微小共振器の有効光路長100が画定される。この素子については、機能層30を構成する各層、透明電極22および色変換層40に加えて、透明導電層21bが式(1)の条件の対象となり、式(1)の条件を満たすようにこれらの層の材料および膜厚が決定される。反射性電極21を金属層21aと透明導電層21bの積層体とする利点は、透明導電層21bを用いて微小共振器構造の光路長条件を調整できる点、また、反射性電極21に隣接する機能層30が正孔輸送性材料のものをを用いる場合に、良好な正孔注入性を確保できることにある。

【0032】

本実施形態の微小共振器色変換EL素子の構造の別の例を図3に示す。図3の素子は、支持基板10の上に、反射性電極21、機能層30、および半透過性電極23が積層された構造を有する。ここで、反射性電極21および半透過性電極23が一对の電極を構成する。また、反射性電極21が不透過性反射層51として、および半透過性電極23が半透過性反射層52として機能し、反射性電極21および半透過性電極23が一对の光反射層を構成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

さらに、図 3 においては、機能層 3 0 が、電子注入・輸送層 3 1、発光層 3 2、正孔注入・輸送層 3 3、およびキャリア輸送性色変換層 3 4 (4 0) から構成される例を示した。図 3 においては、キャリア輸送性色変換層 3 4 (4 0) が正孔輸送性であり、半透過性電極 2 3 と接触している構成例を示したが、キャリア輸送性色変換層 3 4 (4 0) を電子輸送性として、反射性電極 2 1 と接触させる構成を採ってもよい。

【 0 0 3 4 】

図 3 に示した素子においては、反射性電極 2 1 と半透過性電極 2 3 とによって微小共振器が構成され、微小共振器の有効光路長 1 0 0 が画定される。この素子については、機能層 3 0 を構成する電子注入・輸送層 3 1、発光層 3 2、正孔注入・輸送層 3 3、およびキャリア輸送性色変換層 3 4 (4 0) が式 (1) の条件の対象となり、式 (1) の条件を満たすようにこれらの層の材料および膜厚が決定される。なお、この例においても、反射性電極 2 1 を金属層と透明導電層との積層体で構成してもよく、その場合には微小共振器の有効光路長は図 2 (b) の構造と同様に画定される。

10

【 0 0 3 5 】

本実施形態の微小共振器色変換 E L 素子の構造の別の例を図 4 に示す。図 4 の素子は、支持基板 1 0 の上に、反射性電極 2 1、機能層 3 0、透明電極 2 2 および半透過性反射層 5 2 が積層された構造を有する。ここで、反射性電極 2 1 および透明電極 2 2 が一对の電極を構成する。また、反射性電極 2 1 は不透過性反射層 5 1 としても機能し、反射性電極 2 1 および半透過性反射層 5 2 が一对の光反射層を構成する。

20

【 0 0 3 6 】

さらに、図 4 においては、機能層 3 0 が、電子注入・輸送層 3 1、発光層 3 2、正孔注入・輸送層 3 3、およびキャリア輸送性色変換層 3 4 (4 0) から構成される例を示した。

【 0 0 3 7 】

図 4 に示した素子においては、反射性電極 2 1 と半透過性反射層 5 2 とによって微小共振器が構成され、微小共振器の有効光路長 1 0 0 が画定される。この素子については、機能層 3 0 を構成する各層および透明電極 2 2 が式 (1) の条件の対象となり、式 (1) の条件を満たすようにこれらの層の材料および膜厚が決定される。なお、この例においても、反射性電極 2 1 を金属層と透明導電層との積層体で構成してもよく、その場合には微小共振器の有効光路長は図 2 (b) の構造と同様に画定される。

30

【 0 0 3 8 】

図 2 ~ 4 に示した微小共振器色変換 E L 素子においては、光反射性電極 2 1 を陰極として用い、透明電極 2 2 または半透過性電極 2 3 を陽極として用いた。しかしながら、本実施形態においては、光反射性電極 2 1 を陽極として用い、透明電極 2 2 または半透過性電極 2 3 を陰極として用いることも可能である。この場合には、機能層 3 0 は、光反射性電極 2 1 の側から、正孔注入・輸送層 3 3、発光層 3 2、電子注入・輸送層 3 1 および存在する場合にはキャリア輸送性色変換層 3 4 の構成となる。

【 0 0 3 9 】

また、図 2 ~ 4 に示した微小共振器色変換 E L 素子の機能層 3 0 を構成する層のうち、電子注入・輸送層 3 1 および正孔注入・輸送層 3 3 は、任意選択的に設けてもよい層である。電子注入・輸送層 3 1 および正孔注入・輸送層 3 3 は、それぞれ、単一の層であってもよいし、複数層の積層構造を有してもよい。たとえば、電子注入・輸送層 3 1 を電子注入層および電子輸送層の 2 層構成としてもよく、正孔注入・輸送層 3 3 を正孔注入層および正孔輸送層の 2 層構成としてもよい。

40

【 0 0 4 0 】

次に各構成要素に関して詳細を順次説明する。

【 0 0 4 1 】

[支持基板 1 0]

本発明の支持基板 1 0 は、フラットパネルディスプレイの支持基板として一般的に使用

50

されている材料を用いて形成することができる。たとえば、ガラス（無アルカリ、アルカリ）、あるいはポリカーボネートのようなプラスチックを用いて支持基板 10 を形成することができる。また、図 2 ~ 4 に例示した有機 EL 素子においては、発光層 32 の発光は、支持基板 10 を透過せずに外部へと放出されるので、支持基板 10 は必ずしも透明である必要はない。したがって、シリコンまたはセラミックのような不透明材料を用いて支持基板 10 を形成することができる。さらに、複数のスイッチング素子（TFT など）を形成したシリコン基板を、支持基板 10 として使用してもよい。

【0042】

[一对の反射層]

（不透過性反射層 51）

本発明の不透過性反射層 51 は、高反射率の金属、アモルファス合金または微結晶性合金を用いて形成することができる。高反射率の金属は、Al、Ag、Mg、Ta、Zn、Mo、W、Ni、Cr などを含む。高反射率のアモルファス合金は、NiP、NiB、CrP および CrB などを含む。高反射率の微結晶性合金は、NiAl、Ag 合金などを含む。不透過性反射層 51 の膜厚は、シート抵抗値、反射率、表面平坦性等を考慮して設定されるが、一般に 50 ~ 200 nm である。この範囲内の膜厚を有することによって、発光層 32 からの発光、および色変換層 40 からの変換光を十分に反射して、微小共振器の効果を得ることができる。

【0043】

（半透過性反射層 52）

本発明の半透過性反射層 52 は、特定の波長域のみ透過するような誘電体多層膜のような一次元フォトニック結晶を用いて作製してもよい。しかしながら、一次元フォトニック結晶の作製には、多数の成膜プロセスおよび厳格な膜厚制御を必要とする煩雑なプロセスを用いなければならない。作製に必要なプロセスを簡便にする観点から、本発明においては、半透過性反射層 52 として金属薄膜を用いることが好ましい。

【0044】

半透過性反射層 52 を形成するための金属材料は、可視光に対して光吸収の少ないことが好ましい。本発明において好適に用いられる金属材料は、Ag、Au、Cu、Li、Mg、あるいはそれら金属を主成分とする合金を含む。本発明における「主成分」とは、合金全体を基準として 50 原子% 以上の前述の金属を含むことを意味する。

【0045】

金属薄膜を用いて半透過性反射層 52 を形成する場合、半透過性反射層 52 の膜厚は、本実施形態の微小共振器色変換 EL 素子の発光スペクトルおよび発光強度を決める重要な因子である。好ましくは、半透過性反射層 52 の膜厚は、使用する金属材料、ならびに必要な発光スペクトルおよび発光強度に依存して、5 nm ~ 50 nm の間で調整される。このような範囲内の膜厚を有する半透過性反射層 52 を用いることによって、色変換層を発する光に対する十分な反射性を有して、色変換層 40 において大きな変換光強度を得ること、および色変換層 40 を発する変換光に対する十分な透過性を有して、素子の発光強度の著しく低下させないことという相反する 2 つの要求性能を両立することが可能となる。

【0046】

[一对の電極]

（光反射性電極 21）

本発明の光反射性電極 21 は、不透過性反射層 51 と同様に、高反射率の金属、アモルファス合金または微結晶性合金を用いて形成することができる。前述の材料を用いて光反射性電極 21 を形成する場合、十分な反射性を得るために、膜厚は 500 ~ 2000 nm の範囲内にすることが望ましい。あるいはまた、本発明の光反射性電極 21 は、前述の金属または合金からなる金属層 21a と透明導電層 21b との積層体であってもよい。この場合、金属層 21a は、十分な反射性を得るために、50 ~ 2000 nm の範囲内の膜厚を有することが望ましい。透明導電層 21b は、一般的に知られている ITO（インジウム -

10

20

30

40

50

スズ酸化物)、IZO(インジウム-亜鉛酸化物)、IWO(インジウム-タングステン酸化物)、AZO(A1ドーブ亜鉛酸化物)などの透明導電性酸化物材料を用いて形成することができる。あるいはまた、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン):ポリ(スチレンスルホネート)(PEDOT: PSS)などの高導電性高分子材料を用いて、透明導電層21bを形成してもよい。

【0047】

なお、本発明において、金属または合金で形成される光反射性電極21、あるいは金属層/透明導電層の構成における金属層21aを、前述の不透過性反射層51として使用することができる。

【0048】

(透明電極22)

本発明の透明電極22は、一般的に知られているITO(インジウム-スズ酸化物)、IZO(インジウム-亜鉛酸化物)、IWO(インジウム-タングステン酸化物)、AZO(A1ドーブ亜鉛酸化物)などの透明導電性酸化物材料を用いて形成することができる。あるいはまた、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン):ポリ(スチレンスルホネート)(PEDOT: PSS)などの高導電性高分子材料を用いて、透明電極22を形成してもよい。

【0049】

(半透過性電極23)

本発明の半透過性電極23は、半透過性反射層52と同様に、可視光に対して光吸収の少ない金属を用いて形成することができる。用いることができる金属材料は、Ag、Au、Cu、Li、Mgあるいはそれら金属を主成分とする合金を含む。使用する金属材料、ならびに必要とされる発光スペクトルおよび発光強度に依存するが、半透過性電極23は5nm~50nmの範囲内の膜厚を有する。このような範囲内の膜厚を有する半透過性電極23を用いることによって、色変換層40を発する変換光が共振するために十分な反射性、および透過してきた変換光を極度に減衰させない十分な透過性という相反する2つの要求を両立することが可能となる

【0050】

[機能層30]

(電子注入・輸送層31)

電子注入・輸送層31は、陰極からの電子注入性に優れ、電子輸送能力の高い材料を用いた単一の層として形成することができる。しかしながら、一般的には、陰極から有機層への電子注入を促進する電子注入層と、発光層32へ電子を輸送する電子輸送層の2層に分けて形成することが望ましい。2層構成の電子注入・輸送層31を用いる場合、電子注入層を陰極に接触させ、電子輸送層を発光層32に接触させる構造を採ることが望ましい。

【0051】

電子輸送層は、具体的には、3-フェニル-4-(1'-ナフチル)-5-フェニル-1,2,4-トリアゾール(TAZ)のようなトリアゾール誘導体;1,3-ビス[(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール]フェニレン(OXD-7)、2-(4-ピフェニル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(PBD)、1,3,5-トリス(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(POB)のようなオキサジアゾール誘導体;5,5'-ビス(ジメチルボリル)-2,2'-ビチオフェン(BMB-2T)、5,5'-ビス(ジメチルボリル)-2,2':5'2'-ターチオフェン(BMB-3T)のようなチオフェン誘導体;アルミニウムトリス(8-キノリノラート)(Alq₃)のようなアルミニウム錯体;4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BPhen)、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP)のようなフェナントロリン誘導体;2,5-ジ-(3-ピフェニル)-1,1'-ジメチル-3,4-ジフェニルシラシクロペンタジエン(PPSP)、1,2-ビス(1-メチル-2,3,

10

20

30

40

50

4, 5 - テトラフェニルシラシクロペンタジエニル) エタン (2 P S P)、2, 5 - ビス - (2, 2 - ビピリジン - 6 - イル) - 1, 1 - ジメチル - 3, 4 - ジフェニルシラシクロペンタジエン (P y P y S P y P y) のようなシロール誘導体などを用いて形成することができる。

【0052】

電子注入層は、 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se 、及び NaO などのアルカリ金属カルコゲナイド、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 、及び CaSe などのアルカリ土類金属カルコゲナイド、 LiF 、 NaF 、 KF 、 CsF 、 LiCl 、 KCl 及び NaCl などのアルカリ金属ハロゲン化物、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 及び BeF_2 等のアルカリ土類金属のハロゲン化物、 Cs_2CO_3 等のアルカリ金属炭酸塩などを用いて形成することができる。これらの材料を用いて電子注入層を形成する場合、電子注入層の膜厚を0.5 ~ 1.0 nm程度にすることが望ましい。

10

【0053】

あるいはまた、 Li 、 Na 、 K 、 Cs 等のアルカリ金属、 Ca 、 Ba 、 Sr 、 Mg 等のアルカリ土類金属の薄膜 (膜厚1.0 ~ 5.0 nm程度) を電子注入層として用いることもできる。

【0054】

あるいはまた、前述の電子輸送層の材料中に、 Li 、 Na 、 K 、 Cs 等のアルカリ金属、 LiF 、 NaF 、 KF 、 CsF 等のアルカリ金属ハロゲン化物、 Cs_2CO_3 等アルカリ金属炭酸塩をドーブした材料を用いて、陰極からの電子注入を促進する電子注入層を形成することができる。

20

【0055】

(発光層32)

発光層32の材料は、所望する色調に応じて選択することが可能である。色変換層40を効果的に励起および発光させるために、青色から青緑色の発光を示す材料を用いて発光層32を形成することが好ましい。青色から青緑色の発光を示す材料は、たとえば、ベンゾチアゾール系、ベンゾイミダゾール系、ベンゾオキサゾール系などの蛍光増白剤、スチリルベンゼン系化合物、芳香族ジメチリデン系化合物などを含む。具体的には、9, 10 - ジ(2 - ナフチル)アントラセン(ADN)、4, 4' - ビス(2, 2' - ジフェニルビニル)ピフェニル(DPVB)、2 - メチル - 9, 10 - ジ(2 - ナフチル)アントラセン(MADN)、9, 10 - ビス - (9, 9 - ジ(n - プロピル)フルオレン - 2 - イル)アントラセン(ADF)、9 - (2 - ナフチル) - 10 - (9, 9 - ジ(n - プロピル) - フルオレン - 2 - イル)アントラセン(ANF)などを用いて発光層32を形成することが望ましい。

30

【0056】

(正孔注入・輸送層33)

陽極からの正孔注入性に優れ、正孔輸送能力の高い材料を用いた単層構成としてもよいが、陽極からの正孔注入性に優れた正孔注入層、正孔輸送能力の高い正孔輸送層の積層構成としてもよい。正孔注入・輸送層33は、陽極からの正孔注入性に優れ、正孔輸送能力の高い材料を用いた単一の層として形成することができる。しかしながら、一般的には、陽極から有機層への正孔注入を促進する正孔注入層と、発光層32へ電子を輸送する正孔輸送層の2層に分けて形成することが望ましい。2層構成の正孔注入・輸送層33を用いる場合、正孔注入層を陽極に接触させ、正孔輸送層を発光層32に接触させる構造を採ることが望ましい。

40

【0057】

正孔注入・輸送層33を形成するための材料としては、トリアリールアミン部分構造、カルバゾール部分構造、オキサジアゾール部分構造を有する材料など、一般に有機EL素子で用いられている正孔輸送材料を用いることができる。具体的には、たとえば、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス(3 - メチルフェニル) - 1, 1' - ビフェニル - 4, 4' - ジアミン(TPD)、N, N, N', N' - テトラキス(4 - メトキシフェニル)

50

- ベンジジン (MeO-TPD)、4, 4', 4'' - トリス { 1 - ナフチル (フェニル) アミノ } トリフェニルアミン (1-TNATA)、4, 4', 4'' - トリス { 2 - ナフチル (フェニル) アミノ } トリフェニルアミン (2-TNATA)、4, 4', 4'' - トリス { 3 - メチルフェニルフェニルアミノ } トリフェニルアミン (m-MTDATA)、4, 4' - ビス { N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ } ビフェニル (NPB)、2, 2', 7, 7' - テトラキス (N, N - ジフェニルアミノ) - 9, 9' - スピロピフルオレン (Spiro-TAD)、N, N' - ジ (ビフェニル - 4 - イル) - N, N' - ジフェニル - (1, 1' - ビフェニル) - 4, 4' - ジアミン (p-BPD)、トリ (o-ターフェニル - 4 - イル) アミン (o-TTA)、トリ (p-ターフェニル - 4 - イル) アミン (p-TTA)、1, 3, 5 - トリス [4 - (3 - メチルフェニルフェニルアミノ) フェニル] ベンゼン (m-MTDAPB)、4, 4', 4'' - トリス - 9 - カルバゾリルトリフェニルアミン (TC TA) 等を用いて、正孔注入・輸送層 33 を形成することができる。

【0058】

あるいはまた、前述の正孔輸送材料に電子受容性ドーパントを添加 (p 型ドーピング) した材料を用いて、正孔注入層を形成してもよい。用いることができる電子受容性ドーパントは、たとえば、テトラシアノキノジメタン誘導体などの有機半導体を含む。代表的なテトラシアノキノジメタン誘導体は、2, 3, 5, 6 - テトラフロロ - 7, 7, 8, 8 - テトラシアノキノジメタン (F_4 -TCNQ) である。あるいはまた、酸化モリブデン (MoO_3)、酸化タングステン (WO_3)、酸化バナジウム (V_2O_5) などの無機半導体を、電子受容性ドーパントとして用いることができる。

【0059】

(キャリア輸送性色変換層 34)

キャリア輸送性色変換層 34 は、電子注入 / 輸送性または正孔注入 / 輸送性を有すると同時に色変換の機能を有する層である。キャリア輸送性色変換層 34 は、ホスト材料と 1 種または複数種の色変換色素とを含む。この場合、ホスト材料は、キャリア輸送性能と発光層 32 から発せられる光を吸収し、1 重項励起子を生成することが望ましい。

【0060】

電子注入 / 輸送性を有するキャリア輸送性色変換層 34 を用いる場合、ホスト材料として、Zn sq₂、Al q₃ などを用いることができる。色変換色素は、(a) 発光層が発する光 (入射光) を直接吸収して波長分布変換を行い、異なる波長分布を有する光 (変換光) を発する色素、または (b) 発光層が発する光を吸収したホスト材料励起子のエネルギーを受けて、発光層による発光とは異なる波長分布を有する光を発する色素である。本発明における色変換色素としては、青色 ~ 青緑色領域の光を吸収して赤色光ないし緑色光を発する色素を用いることができる。青色 ~ 青緑色領域の光を吸収して赤色光を発する色変換色素としては、4 - ジシアノメチレン - 2 - メチル - 6 - (p - ジメチルアミノスチリル) - 4H - ピラン (DCM - 1、I)、DCM - 2 (II)、DCJT B (III) などのジシアニン系色素；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) - ピリジウム - パークロレート (ピリジン 1) 等のピリジン系材料；ローダミン系のキサンテン系材料；オキサジン系材料；クマリン系色素；アクリジン色素；その他の縮合芳香族環材料 (ジケトピロロ [3, 4 - c] ピロール誘導体、チアジアゾールの類縁複素環骨格が縮環したベンゾイミダゾール化合物、ポルフィリン誘導体化合物、キナクリドン系化合物、ビス (アミノスチリル) ナフタレン化合物など) を利用できる。

【0061】

また、青色 ~ 青緑色領域の光を吸収して緑色光を発する色変換色素としては、例えば 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 - ジエチルアミノ - クマリン (クマリン 7)、3 - (2' - N - メチルベンゾイミダゾリル) - 7 - ジエチルアミノ - クマリン (クマリン 30)、2, 3, 5, 6 - 1H, 4H - テトラヒドロ - 8 - トリフルオロメチルキノリジン (9, 9a, 1 - gh) クマリン (クマリン 153) などのクマリン系色素、あるいはクマリ

10

20

30

40

50

ン色素系染料であるベーシックイエロー 5 1、さらにはソルベントイエロー 1 1、ソルベントイエロー 1 1 6 などのナフタルイミド系色素などを含む。

【 0 0 6 2 】

一方、正孔注入 / 輸送性を有するキャリア輸送性色変換層 3 4 を用いる場合、ホスト材料として、B A P P、B A B P などの低分子、あるいは C z P P、C z B P などのような高分子量ペリレン系ホール輸送材料を使用することができる (特許文献 6 参照)。あるいはまた、ホール輸送性を有する蛍光材料である、アリールアミノ基が結合したアザフルオランテン骨格を有するアザ芳香族化合物 (特許文献 7 参照)、アミノ基と結合したフルオランテン骨格を有する縮合芳香族化合物 (特許文献 8 参照)、アミノ基を有するトリフェニレン芳香族化合物 (特許文献 9 参照)、またはアミノ基を有するペリレン系芳香族化合物 (特許文献 1 0 参照) を、ホスト材料として用いることもできる。色変換色素としては、前述の電子注入 / 輸送性を有するキャリア輸送性色変換層 3 4 と同様の材料を用いることができる。

10

【 0 0 6 3 】

[色変換層 4 0]

本発明の色変換層 4 0 は、少なくとも 1 種の蛍光色素を蒸着法などのドライプロセス、またはインクジェット、グラビア印刷などの印刷技術を用いて付着させることによって形成される層である。本発明の色変換層 4 0 は、2 0 0 0 n m (2 μ m) 以下、好ましくは 1 0 0 ~ 2 0 0 0 n m、より好ましくは 1 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の膜厚を有する。

20

【 0 0 6 4 】

本発明において好適に用いることができる蛍光色素は、A 1 q₃ (トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム錯体) などのアルミキレート系色素、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 - ジエチルアミノクマリン (クマリン 7)、クマリン 1 3 5 などのクマリン系色素、ソルベントイエロー 4 3、ソルベントイエロー 4 4 のようなナフタルイミド系色素などの低分子有機蛍光色素を含む。また、蛍光色素として、ポリフェニレン系、ポリアリーレン系、ポリフルオレン系に代表される各種高分子発光材料を用いてもよい。

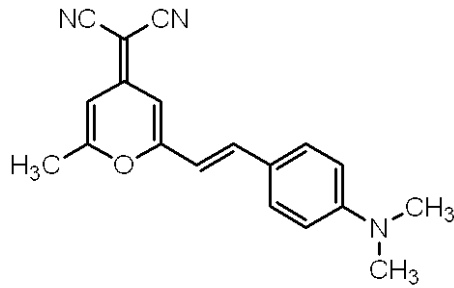
【 0 0 6 5 】

別法として、前述の蛍光色素に第 2 蛍光色素を加えた 2 種の蛍光色素の混合物を用いて色変換層を形成してもよい。この構成においては、前述の蛍光色素が色変換層 4 0 への入射光、好ましくは有機 E L 素子の発する青色 ~ 青緑色の光を吸収し、吸収したエネルギーを第 2 蛍光色素に移動させ、第 2 蛍光色素が所望の波長の光を放射する。本発明において第 2 蛍光色素として好適に用いることができる蛍光色素は、ジエチルキナクリドン (D E Q) などのキナクリドン誘導体 ; D C M - 1、(I)、D C M - 2 (I I)、および D C J T B (I I I) などのシアニン色素 ; ローダミン B、ローダミン 6 G などのキサンテン系色素 ; ピリジン 1 などのピリジン系色素 ; 4 , 4 - ジフルオロ - 1 , 3 , 5 , 7 - テトラフェニル - 4 - ボラ - 3 a , 4 a - ジアザ - s - インダセン (I V) ; ルモゲン F レッド ; ナイルレッド (V) などを含む。

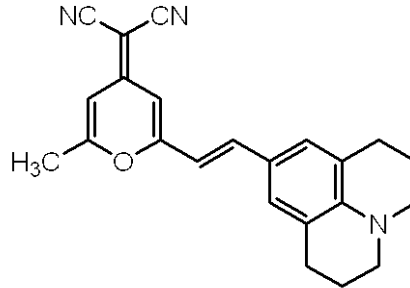
30

【 0 0 6 6 】

【化 1】

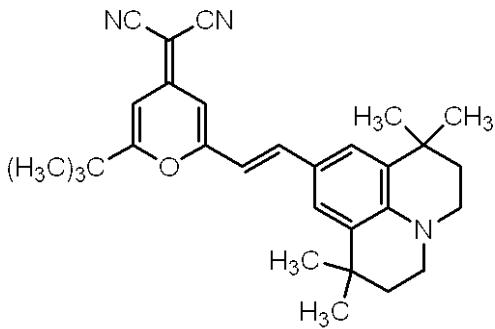


(I)

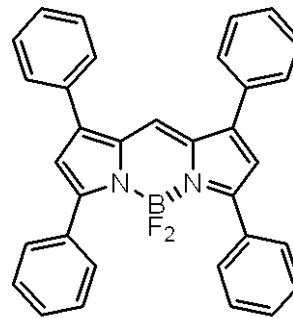


(II)

10

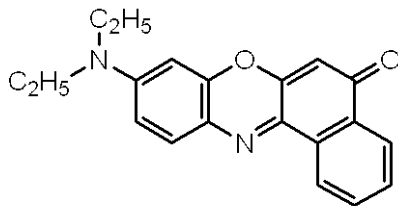


(III)



(IV)

20



(V)

30

【 0 0 6 7 】

第2蛍光色素を用いる場合、第2蛍光色素が濃度消光を起こさないことが重要である。なぜなら、第2蛍光色素が所望の光を放射する材料であり、その濃度消光は色変換の効率の低下をもたらすからである。本発明の色変換層40における第2蛍光色素の濃度の上限は、用いる材料に依存して変化し得る。一般的には、本発明の色変換層40における第2蛍光色素の好ましい濃度は、色変換層40の総構成分子数を基準として、10モル%以下、好ましくは0.01~10モル%、より好ましくは0.1~5モル%の範囲内である。このような範囲内の濃度で第2蛍光色素を用いることによって、濃度消光を防止すると同時に、十分な変換光強度を得ることが可能となる。

40

【 0 0 6 8 】

第2蛍光色素を添加する構成は、入射光の吸収ピーク波長と色変換の発光ピーク波長との差を大きくすることができるため、青色から赤色への変換時など波長シフト幅が大きい場合に有効である。さらに、機能が分離されたことによって、蛍光色素の選択肢を広げることが可能となる。

【 0 0 6 9 】

本発明の第2の実施形態は、第1の実施形態に記載の微小共振器色変換EL素子と、少なくとも一対の電極と、該一対の電極に挟持される発光層を含む機能層と、一対の光反射層とを有し、該発光層が該一対の光反射層の間に配置され、該一対の光反射層間の距離が

50

、前記発光層から放射された光のうち特定波長の光強度を増強するような微小共振器を構成するような光学距離に設定されている微小共振器E L素子とを含み、青色、緑色および赤色の副画素が、該微小共振器色変換E L素子または微小共振器E L素子のいずれかで構成されていることを特徴とする有機E Lディスプレイである。

【0070】

本発明の微小共振器E L素子は、色変換の機能を有する層（色変換層またはキャリア輸送性色変換層）を含まないこと、および一对の光反射層間の距離が発光層から放射された光のうち特定波長の光強度を増強する光学距離に設定されている点を除いて、第1の実施形態に記載の微小共振器色変換素子と同様の構成を有することができる。

【0071】

図5に本実施形態の有機E Lディスプレイの1つの例を示す。図5に示した有機E Lディスプレイは、図2に示した構成を有する赤色および緑色の副画素に対応する微小共振器色変換有機E L素子と、青色の副画素に対応する微小共振器有機E L素子とで構成されている。また、赤色変換層40R、緑色変換層40Gの膜厚を適切に設定することによって、各色副画素に合わせた反射層間距離100を、色変換層40上にディスプレイ全面を覆うように形成される半透過性反射層52と、不透過性反射層51として機能する反射性電極21との間に設定している。すなわち、青色副画素においては、透明電極22の上に形成される半透過性反射層52と反射性電極21との間の距離100Bは、発光層32が発する青色光の強度を増強させる光学距離に設定される。一方、緑色および赤色副画素においては、色変換層40（G，R）の上に形成される半透過性反射層52と反射性電極21との間の距離100（G，R）は、それぞれ、色変換層40（G，R）が発する緑色および赤色光の強度を増強させる光学距離に設定される。

【0072】

本実施形態において、図5に示したように、微小共振器有機E L素子および微小共振器色変換有機E L素子の間で、一对の電極（21，22）および機能層30を共有することが便利である。このような構成をとることによって、通常の有機E Lディスプレイと同様のパッシブマトリクス駆動型あるいはアクティブマトリクス駆動型の構成をとることが可能となる。

【0073】

また、本実施形態において、微小共振器色変換有機E L素子の色変換層40は、一つの電極の一方である透明電極22と半透過性反射層52との間に形成することが便利である。このような構成をとることによって、各色の副画素に対応する色変換層40の作製が容易になると同時に、色変換層40の膜厚を適宜設定することによって、一对の反射層間の距離を所望の光学距離に設定することができる。

【0074】

任意選択的であるが、本実施形態の有機E Lディスプレイにおいて、微小共振器色変換E L素子および微小共振器E L素子の光出射側に、特定の波長域の光を透過するカラーフィルタ層を設けてもよい。たとえば、青色、緑色および赤色副画素をなす微小共振器色変換E L素子または微小共振器E L素子の出射側（図5の構成においては、半透過性反射層52の側）に、青色、緑色および赤色カラーフィルタ層を設けることができる。カラーフィルタ層を設けることによって、各色副画素の出射光の色純度が向上し、高品位の表示を行うことが可能となる。カラーフィルタ層は、市販のフラットパネルディスプレイ用のカラーフィルタ材料を用いて作製することができる。カラーフィルタ層は、半透過性反射層52上に直接、あるいはパッシベーション層（ SiO_x 、 AlO_x 、 TiO_x 、 TaO_x 、 ZnO_x などの無機酸化物、 SiN_x などの無機窒化物、および SiN_xO_y などの無機酸化窒化物などを用いて形成される）を介して形成してもよい。あるいはまた、支持基板10とは別の透明支持体上にカラーフィルタ層を設けたカラーフィルタを、前述の有機E Lディスプレイの出射側に貼り合わせることによって、カラーフィルタ層を所定の種類の副画素に対向させて配置してもよい。

【0075】

図5においては、青色副画素が微小共振器有機EL素子で形成され、赤色および緑色の副画素が微小共振器色変換有機EL素子で形成される例を示した。しかしながら、本実施形態の有機ELディスプレイにおいては、青色副画素および赤色副画素を微小共振器EL素子で形成し、緑色副画素を微小共振器色変換EL素子で形成してもよい。あるいはまた、青色副画素および緑色副画素を微小共振器EL素子で形成し、赤色副画素を微小共振器色変換EL素子で形成してもよい。

【0076】

複数種の副画素を微小共振器有機EL素子で形成する場合、それらの微小共振器有機EL素子内に、一对の反射層間の有効光路長を調整するための透明層（不図示）を設けてもよい。たとえば、青色副画素および赤色副画素を微小共振器EL素子で形成する場合、青色副画素の微小共振器有機EL素子または赤色副画素の微小共振器有機EL素子のいずれか一方または両方に透明層を設けて、一对の反射層間の光学距離を調整することができる。透明層を形成するのに使用できる材料は、 SiO_x 、 AlO_x 、 TiO_x 、 TaO_x 、 ZnO_x などの無機酸化物、 SiN_x などの無機窒化物、および SiN_xO_y などの無機酸化窒化物を含む。透明層は、スパッタ法、CVD法、真空蒸着法などの当該技術において知られている任意の手法により形成することができる。透明層は、たとえば、電極（好ましくは透明電極）と半透過性反射層との間（図5の構成における色変換層40の位置）に設けてもよい。

【0077】

また、透明層を設けず、例えば青色と赤色の両波長に対して発光強度を増強するようなマルチモード微小共振器有機EL素子を用いて複数種の副画素を形成してもよい。この場合、微小共振器有機EL素子の有効光路長は、機能層30、透明電極22の膜厚で調整することになる。

【0078】

以上に説明したように、全ての副画素に微小共振器構造を導入することによって、観察角度によって色相の変化することのない、視野角依存性の小さい有機ELディスプレイを得ることができる。なぜなら、図1(b)に示した従来構造のディスプレイにおいて、色変換層を出射した光が等方的に放射されるのに対して、図5に示した本発明のディスプレイにおいては、赤色副画素および緑色副画素において色変換層を出射する光は微小共振器によって、青色副画素と同様の指向性を有するからである。

【実施例】

【0079】

（実施例1） 赤色発光の微小共振器色変換EL素子

長さ50mm×幅50mm×厚さ0.7mmの支持基板（コーニング製1737ガラス）を、アルカリ洗浄液にて洗浄し、純水にて十分にリンスした。続いて、洗浄済の支持基板上に、DCマグネトロンスパッタ法にて銀合金（フルヤ金属製、APC-TR）を付着させ、膜厚100nmの銀合金膜を成膜した。スパインコート法を用いて、銀合金膜上に、膜厚1.3μmのフォトレジスト（東京応化工業製、TFR-1250）膜を成膜し、80のクリーンオープンにて15分間にわたって乾燥した。フォトレジスト膜に対して、2mm幅のストライプパターンのフォトマスクを通して高圧水銀ランプによる紫外光を照射し、現像液（東京応化工業製 NMD-3）にて現像することにより、銀合金薄膜上に2mm幅のフォトレジストパターンを作製した。次いで、銀用エッチング液（関東化学製SEA2）を用いてエッチングを行い、続いて剥離液（東京応化製 剥離液106）を用いてフォトレジストパターンを剥離し、線幅2mmのストライプ形状部分からなる金属層を作製した。金属層上に、DCマグネトロンスパッタ法を用いて、インジウム亜鉛酸化物（IZO）からなる膜厚100nmの透明導電膜を成膜し、銀合金薄膜と同様にフォトリソグラフィ法にてパターンニングを行い、導電層のパターンに合致したストライプ形状部分からなる透明導電層を形成し、反射性電極を得た。IZOのエッチングには、シュウ酸を用いた。反射性電極を形成した基板を、低圧水銀ランプを備えたUV/O₃洗浄装置にて室温で10分間処理した。

【0080】

続いて、洗浄処理を行った基板を、抵抗加熱真空蒸着装置に装着し、有機EL層の形成を行った。有機EL層の形成に際して、真空槽内圧を 1×10^{-4} Paまで減圧した。最初に、Alq₃および金属Liをモル比で1:1となるように共蒸着して、膜厚20 nmの電子注入層を形成した。次いで、Alq₃を蒸着して、膜厚10 nmの電子輸送層を形成した。次いで、ホスト材料であるADNと、発光ドーパントである4,4'-ビス(2-(4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル)ビニル)ビフェニル(DPAVB i)を共蒸着して、膜厚30 nmの発光層を形成した。ここで、ADNの蒸着速度を1 / sとし、DPAVB iの蒸着速度を0.03 / sとした。次いで、NPBを蒸着して、膜厚20 nmの正孔輸送層を形成した。最後に、2-TNATAとF₄-TCNQとを、膜厚比が2-TNATA:F₄-TCNQ=100:2となるような蒸着速度で共蒸着し、膜厚30 nmの正孔注入層を形成した。

10

【0081】

有機EL層を形成した基板を、真空を破ることなしに対向ターゲットスパッタ装置に移動させ、有機EL層の上にIZOを付着して、膜厚50 nmの透明電極を形成した。この際に、スパッタの際の成膜粒子の回り込みを考慮して、1 mm幅のストライプパターンを有するメタルマスクを用いた。得られた透明電極は、反射性電極と交差する方向に延びる、幅2 mmの複数のストライプ形状の部分電極から構成された。

【0082】

透明電極を形成した基板を、真空を破ることなしに、再び抵抗加熱真空蒸着装置に移動させた。透明電極上に、Alq₃とDCM-2とを、膜厚比がAlq₃:DCM-2=100:3となるような蒸着速度で共蒸着し、膜厚320 nmの色変換層を形成した。続いて、色変換層上にAgを蒸着し、膜厚10 nmの半透過性反射層を形成した。

20

【0083】

続いて、密閉搬送容器を用いて水分濃度および酸素濃度を10 ppm以下の環境を維持しながら、半透過性反射層を形成した基板をプラズマCVD装置内へ反応した。プラズマCVD法を用いて半透過性反射層上にSiNを付着させ、膜厚1 μmの保護膜を形成した。

【0084】

最後に、長さ50 mm×幅50 mm×厚さ1.1 mmの封止用ガラス基板(日本電気硝子製OA-10)の全面に加熱硬化型エポキシ接着剤を塗布し、それを保護膜上に貼り合わせて有機EL発光部を封止して、赤色発光の微小共振器色変換EL素子を得た。本実施例の構成において、微小共振器構造内で最も屈折率差の大きい界面は、電子注入層(LiドープAlq₃、屈折率1.73(@610 nm))と透明導電層(IZO、屈折率2.01(@610 nm))との界面であり、その屈折率差は0.34であった。

30

【0085】

(実施例2) 赤色発光の微小共振器色変換EL素子

色変換層の膜厚を330 nmとし、半透過性反射層の膜厚を20 nmとしたことを除いて実施例1の手順を繰り返して、赤色発光の微小共振器色変換EL素子を得た。

【0086】

(比較例1) 赤色発光の色変換EL素子

半透過性反射層を形成しなかったことを除いて実施例1の手順を繰り返して、赤色発光の色変換EL素子を得た。

40

【0087】

実施例1、2、および比較例1で作製した素子の発光スペクトルを図6に示す。また、各素子の色度、電流効率(電流密度が10 mA/cm²の場合)、および輝度比(比較例の素子の輝度を1とする相対値)の評価結果を第1表に示した。図6および第1表から分かるように、微小共振器構造を有する実施例1および2の素子の発光効率が、比較例の素子に比較して1.4~1.7倍に向上したことが分かる。

【0088】

50

【表 1】

第 1 表：実施例 1、2 および比較例 1 の素子の評価

	色度 (C I E x y 座標系)		電流効率 (cd/A)	輝度比
	x	y		
実施例 1	0.656	0.344	3.7	1.7
実施例 2	0.661	0.339	3.0	1.4
比較例	0.660	0.340	2.2	1

【0089】

10

(実施例 3) 緑色発光の微小共振器色変換 EL 素子

A1q₃のみを蒸着することによって色変換層を形成し、色変換層の膜厚を 230 nm に変更したことを除いて実施例 1 の手順を繰り返して、緑色発光の微小共振器色変換 EL 素子を得た。得られた素子の発光スペクトルを図 7 に示す。得られた素子の色度、および電流効率 (電流密度が 10 mA/cm² の場合) の評価結果を第 2 表に示した。図 7 および第 2 表に示した結果から、緑色変換色素としてはブロードな発光スペクトルを有する A1q₃を用いた場合であっても、本発明の微小共振器構造を導入することによって、色純度の優れた緑色光を得ることができることが明らかとなった。本実施例の構成においても、微小共振器構造内で最も屈折率差の大きい界面は、電子注入層 (Liドープ A1q₃、屈折率 1.73 (@530 nm)) と透明導電層 (IZO、屈折率 2.06 (@530 nm)) との界面であり、その屈折率差は 0.33 であった。

20

【0090】

【表 2】

第 2 表：実施例 3 の素子の評価

	色度 (C I E x y 座標系)		電流効率 (cd/A)
	x	y	
実施例 3	0.213	0.667	8.4

【0091】

30

(実施例 4) 有機 EL ディスプレイ

本実施例は、図 5 に示す概略断面を有する有機 EL ディスプレイを提供する。

【0092】

支持基板 10 として、表面上に各副画素を制御するための複数のスイッチング素子 (TFT 素子、不図示) が配列された無アルカリガラス基板 (縦 50 mm × 横 50 mm × 厚さ 0.7 mm、コーニング製、イーグル 2000) を準備した。各 TFT 素子はアモルファスシリコンを用いて作製した。スイッチング素子は、縦方向 330 μm および横方向 110 μm のピッチで、横方向および縦方向のそれぞれについて 240 個が配列された。これは、RGB の 3 種の副画素からなる画素が横方向 80 個、縦方向に 240 個配列されていることに相当する。スイッチング素子は、凹凸を平坦化するための膜厚約 2 μm の樹脂膜 (不図示) で被覆され、該樹脂膜は、スイッチング素子を光反射性電極と接続するための複数のコンタクトホールを有する。

40

【0093】

実施例 1 と同様にして、DC マグネトロンスパッタ法を用いて樹脂膜上に膜厚 100 nm の銀合金 (フルヤ金属製、APC-TR) を付着させ、樹脂膜上のコンタクトホールの位置に合わせてパターンニングして、縦方向 330 μm および横方向 110 μm のピッチにおいて、長さ 300 μm および幅 95 μm の複数の矩形状部分からなる銀合金パターン (金属層) を得た。次いで、DC マグネトロンスパッタ法を用いて膜厚 100 nm の IZO を付着させ、銀合金パターンに合わせてパターンニングして、縦方向 330 μm および横方向 110 μm のピッチにおいて、長さ 310 μm および幅 100 μm の複数の矩形状部分

50

からなる透明導電層パターン（透明導電層）を得た。以上のように、銀合金および透明導電層の積層構造からなり、複数の部分電極に分割された反射性電極 21 を得た。この反射性電極 21 は、不透過性反射層 51 としても機能する。また、反射性電極 21 を構成する複数の部分電極のそれぞれを、スイッチング素子と 1 対 1 に接続した。

【0094】

ついで、感光性樹脂材料（JEM-700-R2、JSR製）をスピンコート法にて基板上に膜厚 $1\ \mu\text{m}$ となるように塗布し、フォトリソを介して、感光性樹脂材料膜に対して高圧水銀ランプの光を照射し、現像液（東京応化工業製、NMD-3）を用いて感光性樹脂材料膜を現像した。得られた膜を 200℃ に加熱したホットプレート上で 20 分間にわたって加熱して、各副画素に相当する位置の長さ $300\ \mu\text{m}$ および幅 $80\ \mu\text{m}$ の複数の開口部を有する絶縁膜（不図示）を得た。

10

【0095】

続いて、絶縁膜を形成した基板を、抵抗加熱真空蒸着装置に装着し、表示領域（すなわち、反射性電極 21 を形成した領域）に開口部を有するメタルマスクを介して、有機 EL 層 30 の形成を行った。有機 EL 層 30 の形成に際して、真空槽内圧を $1 \times 10^{-4}\ \text{Pa}$ まで減圧した。最初に、 Alq_3 および金属 Li をモル比で 1 : 1 となるように共蒸着して、膜厚 $20\ \text{nm}$ の電子注入層を形成した。次いで、 Alq_3 を蒸着して、膜厚 $10\ \text{nm}$ の電子輸送層を形成した。次いで、ホスト材料である ADN と、発光ドーパントである 4,4'-ビス（2-（4-（N,N-ジフェニルアミノ）フェニル）ビニル）ビフェニル（DPABi）を共蒸着して、膜厚 $30\ \text{nm}$ の発光層 32 を形成した。ここで、ADN の蒸着速度を $1\ \text{\AA}/\text{s}$ とし、DPABi の蒸着速度を $0.03\ \text{\AA}/\text{s}$ とした。次いで、NPB を蒸着して、膜厚 $20\ \text{nm}$ の正孔輸送層を形成した。最後に、2-TNATA と $\text{F}_4\text{-TCNQ}$ とを、膜厚比が 2-TNATA : $\text{F}_4\text{-TCNQ}$ = 100 : 2 となるような蒸着速度で共蒸着し、膜厚 $60\ \text{nm}$ の正孔注入層を形成した。ここで、電子注入層および電子輸送層の積層構造が電子注入・輸送層 31 に相当し、正孔輸送層および正孔注入層の積層構造が正孔注入・輸送層 33 に相当する。

20

【0096】

続いて、有機 EL 層 30 を形成した基板を、真空を破ることなしに対向ターゲットスパッタ装置に移動させ、有機 EL 層 30 を形成した際のメタルマスクよりも広い開口部を有したメタルマスクを介して、有機 EL 層 30 の上に IZO を付着して、膜厚 $50\ \text{nm}$ の透明電極 22 を形成した。透明電極 22 は表示領域全面にわたって形成される共通電極であり、広い開口部を有するメタルマスクを用いたことによって外部駆動回路との接続端子との接続のための領域を有する。

30

【0097】

続いて、透明電極 22 を形成した基板を、真空を破ることなしに、再び抵抗加熱真空蒸着装置に移動させた。複数の長さ方向に延びる複数のストライプ形状開口部を有するメタルマスクを準備した。メタルマスクの開口部のそれぞれは $90\ \mu\text{m}$ の幅を有し、 $330\ \mu\text{m}$ のピッチで配列されている。透明電極 22 上に、前述のメタルマスクを介して Alq_3 を蒸着し、緑色副画素に相当する位置に、膜厚 $230\ \text{nm}$ の緑色変換層 40G を形成した。

40

【0098】

続いて、前述のメタルマスクの位置を変更し、メタルマスクを介して Alq_3 と DCM-2 とを、膜厚比が Alq_3 : DCM-2 = 100 : 3 となるような蒸着速度で共蒸着し、赤色副画素に相当する位置に、膜厚 $320\ \text{nm}$ の赤色変換層 40R を形成した。

【0099】

さらに、緑色変換層 40G および赤色変換層 40R を形成した基板上に、透明電極 22 の形成の際に用いたメタルマスクを介して Ag を蒸着し、膜厚 $10\ \text{nm}$ の半透過性反射層 52 を形成した。

【0100】

続いて、密閉搬送容器を用いて水分濃度および酸素濃度を $10\ \text{ppm}$ 以下の環境を維持

50

しながら、半透過性反射層を形成した基板をプラズマCVD装置内へ反応した。プラズマCVD法を用いて半透過性反射層上にSiNを付着させ、膜厚1 μ mの保護膜（不図示）を形成し、EL素子基板を得た。

【0101】

ここで、長さ50mm×幅50mm×厚さ1.1mmのガラス基板（日本電気硝子製OA-10）の表面上の赤色、緑色および青色の副画素に相当する位置に対応する色のカラーフィルタ層（膜厚0.8 μ m）を形成したカラーフィルタ（不図示）を準備した。各カラーフィルタ層は、カラーモザイクCR-7001（赤色）、CG-7001（緑色）およびCB-7001（青色）（富士フイルム株式会社より入手可能）を用いて、通常のスピンコート、パターン状露光、現像および加熱硬化の手順により作成した。カラーフィルタ層上の全面加熱硬化型エポキシ接着剤を塗布し、それをEL素子基板の保護膜上に貼り合わせて有機EL発光部を封止して、有機ELディスプレイを得た。

【0102】

本実施例のディスプレイの赤色副画素および緑色副画素に関して、微小共振器構造内で最も屈折率差の大きい界面は、実施例1および実施例3に記載したように、電子注入層と透明導電層との界面であり、その屈折率差はそれぞれ、0.34および0.33であった。また、本実施例のディスプレイの青色副画素に関して、微小共振器構造内で最も屈折率差の大きい界面は、電子注入層（LiドープAlq₃、屈折率1.80（@470nm））と透明導電層（IZO、屈折率2.12（@470nm））との界面であり、その屈折率差は0.22であった。

【0103】

得られた有機ELディスプレイの各色副画素の発光スペクトルを図8に示す。また、各色副画素を10mA/cm²の電流密度で発光させた場合の色度および発光効率を表3に示す。

【0104】

【表3】

第3表：実施例4のディスプレイの評価

	色度（CIE x y座標系）		電流効率 (cd/A)
	x	y	
青色副画素	0.119	0.099	3.4
緑色副画素	0.223	0.733	7.6
赤色副画素	0.664	0.336	4.6

【0105】

また、このディスプレイを正面（表示面の法線とのなす角が0°）から観察した場合と、表示面の法線とのなす角が70°の斜め方向から観察した場合とを比較したが、色調が大きく変わることはなかった。これは、赤、青、緑の各副画素が同様の微小共振器構造をとっており、発光の方向依存性に差がなかったことによる。

【0106】

以上より、本発明によって得られる色変換層と微小共振器構造を組み合わせた有機EL素子により、色再現性、発光効率に優れた有機ELディスプレイを提供することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】従来技術の微小共振器EL素子およびそれを用いたディスプレイを示す図であり、（a）は微小共振器EL素子を示し、（b）はディスプレイを示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の微小共振器色変換EL素子の1つの例を示す図であり、（a）は反射性電極が単一の層である場合を示し、（b）は反射性電極が金属層と透明導電層との積層構造である場合を示す図である。

- 【図 3】本発明の第 1 の実施形態の微小共振器色変換 E L 素子の別の例を示す図である。
 【図 4】本発明の第 1 の実施形態の微小共振器色変換 E L 素子の別の例を示す図である。
 【図 5】本発明の第 2 の実施形態の有機 E L ディスプレイの一例を示す図である。
 【図 6】実施例 1、2 および比較例 1 の素子の発光スペクトルを示すグラフである。
 【図 7】実施例 3 の素子の発光スペクトルを示すグラフである。
 【図 8】実施例 4 のディスプレイの各色副画素の発光スペクトルを示すグラフである。

【符号の説明】

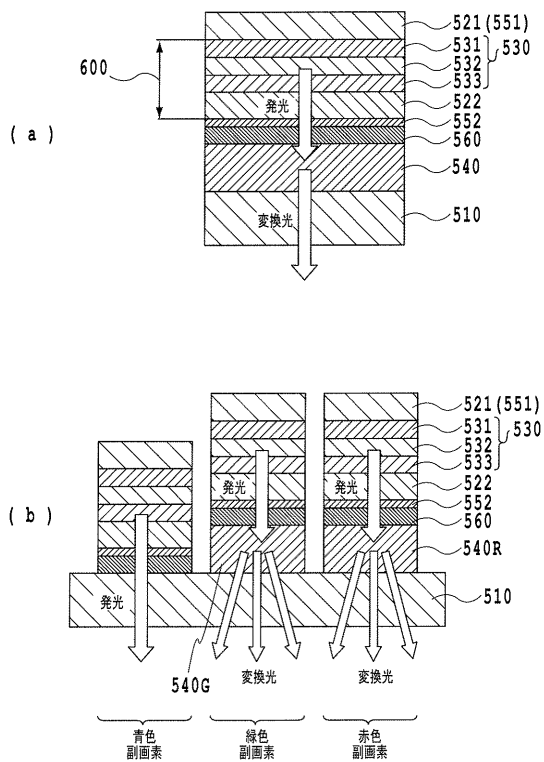
【 0 1 0 8 】

- 1 0 支持基板
- 2 1 反射性電極
 - 2 1 a 金属層
 - 2 1 b 透明導電層
- 2 2 透明電極
- 2 3 半透過性電極
- 3 0 機能層（有機 E L 層）
 - 3 1 電子注入・輸送層
 - 3 2 発光層
 - 3 3 正孔注入・輸送層
 - 3 4 キャリア輸送性色変換層
- 4 0 (R, G) 色変換層
- 5 1 不透過性反射層
- 5 2 半透過性反射層
- 1 0 0 微小共振器の有効光路長

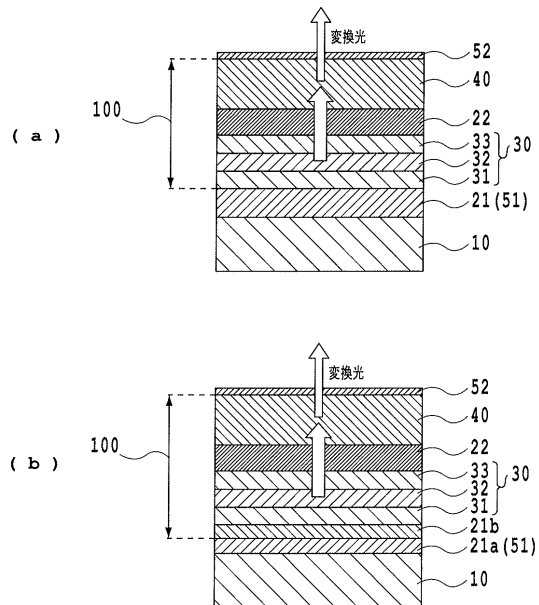
10

20

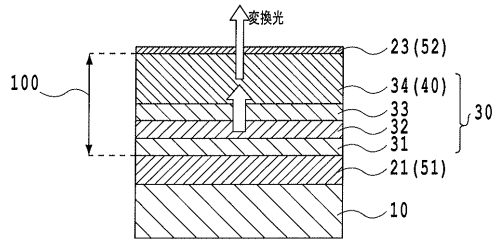
【図 1】



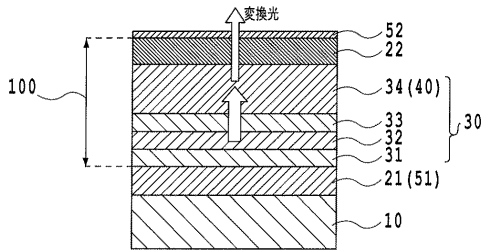
【図 2】



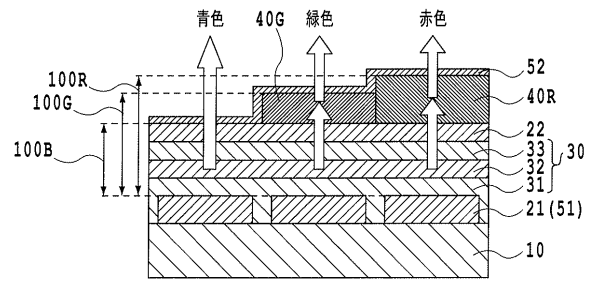
【図 3】



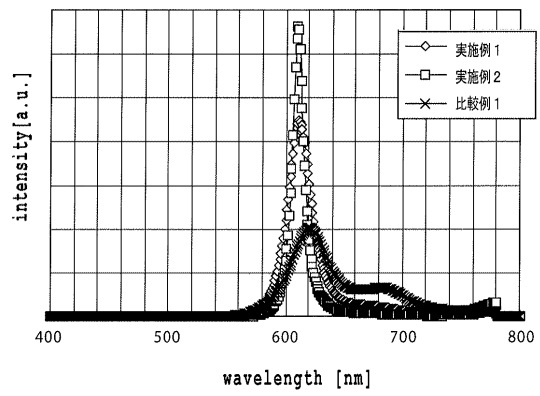
【図 4】



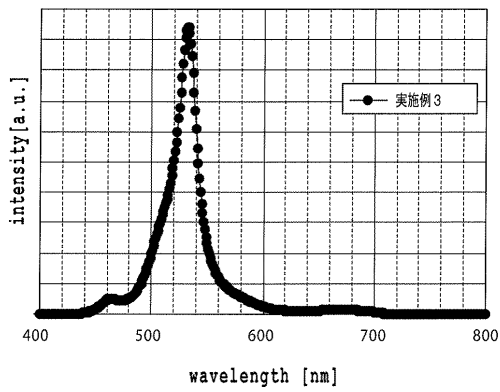
【図 5】



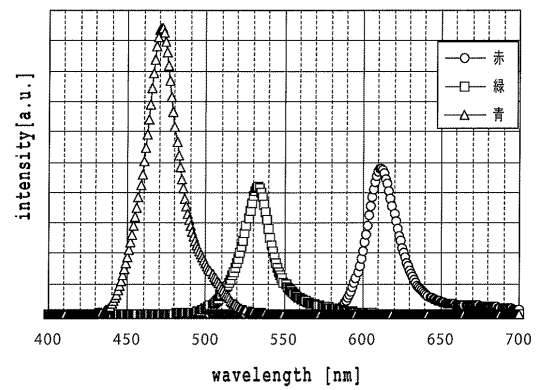
【図 6】



【図 7】



【図 8】



专利名称(译)	微谐振器颜色转换EL元件和使用其的有机EL显示器		
公开(公告)号	JP2009205928A	公开(公告)日	2009-09-10
申请号	JP2008046862	申请日	2008-02-27
[标]申请(专利权)人(译)	富士电机株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士电机控股有限公司		
[标]发明人	寺尾豊		
发明人	寺尾 豊		
IPC分类号	H05B33/22 H01L51/50 H05B33/12 H05B33/24		
CPC分类号	H01L51/5265 H01L27/322		
FI分类号	H05B33/22.Z H05B33/14.A H05B33/12.E H05B33/12.Z H05B33/24		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB08 3K107/CC02 3K107/CC05 3K107/CC07 3K107/CC21 3K107/CC31 3K107/CC45 3K107/DD10 3K107/DD44Y 3K107/EE10 3K107/EE22 3K107/EE24 3K107/EE33 3K107/FF06 3K107/FF13		
代理人(译)	谷义 安倍晋三和夫		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种颜色转换系统的有机EL元件，其中增强了来自颜色转换层的转换光的强度，并且可以通过对色调视角的依赖性较小的简单方法来制造有机EL显示器。一对电极，夹在一对电极之间并包括发光层的功能层和吸收从发光层发射的光并发射不同波长的光的颜色转换层。并且，在所述一对光反射层的中间配置有光反射层，发光层和颜色转换层，所述一对光反射层由不透反射层和半透射反射层构成，非透射反射层和半透射反射层之间的距离是构成微谐振器的光学距离，该微谐振器增强了从颜色转换层发出的光中特定波长的光的强度。一种微谐振器颜色转换EL元件，其特征在于，使用该微谐振器颜色转换EL元件和显示器。 [选择图]图2

