

(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2011-155002

(P2011-155002A)

(43) 公開日 平成23年8月11日(2011.8.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO5B 33/24 (2006.01)	HO5B 33/24	3K107
HO1L 51/50 (2006.01)	HO5B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2010-293781 (P2010-293781)	(71) 出願人	000002093
(22) 出願日	平成22年12月28日 (2010.12.28)		住友化学株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2009-297240 (P2009-297240)		東京都中央区新川二丁目27番1号
(32) 優先日	平成21年12月28日 (2009.12.28)	(74) 代理人	100106909
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100148884
			弁理士 ▲廣▼保 直純
		(74) 代理人	100163496
			弁理士 荒 則彦
		(74) 代理人	100153763
			弁理士 加藤 広之
		(74) 代理人	100126882
			弁理士 五十嵐 光永

最終頁に続く

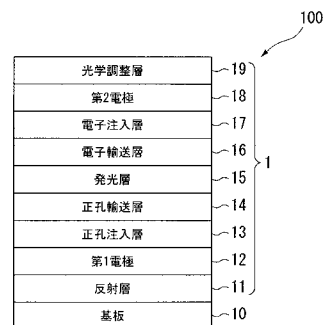
(54) 【発明の名称】 有機EL素子および有機ELパネル

(57) 【要約】

【課題】 広い視野角範囲にわたって色の変化が少なく明るい表示が可能な有機EL素子を提供する。

【解決手段】 反射層、陰極又は陽極である第1電極、発光層、陽極又は陰極である第2電極、及び反透過反射層をこの順に配置された状態で有し、発光層で発光した光のうち反射層と半透過反射層との間の光学的距離に応じた共振波長の光が増幅されて半透過反射層から出射される有機EL素子。この半透過反射層は第2電極の発光層側とは反対側の面に接して設けられた絶縁材料からなる光学調整層を含み、この光学調整層は、450nmの波長での屈折率が1.915以上であり、且つ、この屈折率と膜厚との積である光学膜厚が70.174nm以上140.347nm以下である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反射層、第 1 電極、発光層、第 2 電極、及び半透過反射層をこの順に配置された状態で有する有機 EL 素子であって、前記半透過反射層は、前記第 2 電極の前記発光層側とは反対側の面に接して設けられた絶縁材料からなる光学調整層を含み、前記光学調整層は、450 nm の波長での屈折率が 1.915 以上であり、且つ、前記屈折率と膜厚との積である光学膜厚が 70.174 nm 以上 140.347 nm 以下である有機 EL 素子。

【請求項 2】

前記光学調整層の前記屈折率は 2.078 以上である請求項 1 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 3】

前記光学調整層の光学膜厚は 123.49 nm 以下である請求項 2 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 4】

前記光学調整層は、一酸化ケイ素 (SiO₂)、酸化タングステン (WO₃)、硫化亜鉛 (ZnS)、N,N'-ビス(ナフタレン-1-イル)-N,N'-ビス(フェニル)-ベンジジン、二酸化チタン (TiO₂) のうちのいずれかによって形成されている請求項 1 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 5】

前記反射層と前記半透過反射層との間の光学的距離は、青色の波長域に共振波長を有するように設定されている請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

【請求項 6】

前記発光層は、青色発光材料によって形成されている請求項 5 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子が基板上に複数配列された有機 EL パネル。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の有機 EL 素子が基板上に複数配列された有機 EL パネル。

【請求項 9】

前記基板上には、互いに異なる色の光を前記半透過反射層から出射する複数の有機 EL 素子が設けられ、前記複数の有機 EL 素子の前記光学調整層の屈折率および光学膜厚は互いに等しい請求項 7 に記載の有機 EL パネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機 EL 素子および有機 EL パネルに関するものである。

本願は、2009 年 12 月 28 日に日本に出願された特願 2009-297240 に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

有機 EL 素子は、基板上に第 1 電極、発光層、および第 2 電極をこの順に積層して構成され、第 1 電極および第 2 電極から発光層に正孔および電子が注入されることで、所望の発光を実現する。有機 EL 素子は、発光層に用いる有機発光材料を変更することによって発光色を調節することができるが、有機発光材料は材料ごとに発光効率が大きくばらつくため、所望の色特性および輝度特性を兼ね備えた発光材料を得ることは容易ではない。そのため、非特許文献 1 では、発光層を反射層と半透過反射層との間に配置し、反射層と半透過反射層との間の光学的距離に応じた共振波長の光を増幅することで所望の色の光を取り出す、いわゆる微小共振器構造を備えた有機 EL 素子が提案されている。

【0003】

しかしながら、微小共振器構造を備えた有機 EL 素子では、有機 EL 素子を正面方向 (基板法線方向) から見た場合と広角方向 (基板法線に対して斜めに傾いた方向) から見た

10

20

30

40

50

場合とで色の変化が生じ、広い視野角範囲にわたって十分な色再現性を得ることが難しいという問題があった。すなわち、微小共振器構造を備えた有機EL素子では、広角方向から見た光の波長が短波長側にシフトし、広角方向から見た場合に表示が青っぽく見えることが知られている。このような波長シフトは特に青色で顕著であり、青色の波長シフトを如何に抑えるかが重要な課題となっている。そのため、特許文献1では、有機EL素子の光出射側にカラーフィルタを設けることで、特定の波長域の光だけを選択的に透過させ、このような波長シフトによる色の変化を抑制している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-129510号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】「有機EL材料・デバイス研究の基礎から最前線まで」1993年12月16・17 応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会、JSAP Catalog Number:AP93 2376 P.135-143

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1の方法では、追加的に設けるカラーフィルタの設置によって、有機EL素子ひいては有機ELパネルの製造プロセスが煩雑になり、パネル全体の小型化も難しくなるという問題があった。また、有機EL素子から出射した光の大部分がカラーフィルタに吸収されるため、斜めから見たときの明るさが大幅に低下してしまうという問題もあった。すなわち、微小共振器構造を備えた有機EL素子では、出射される光のスペクトルが鋭いピークを持つため、そのピークがカラーフィルタの透過波長域からずれてしまうと、カラーフィルタを透過する光の輝度が急激に低下してしまう。正面方向から出射する光についても、カラーフィルタを透過することで大幅な輝度の低下を招く。

【0007】

本発明は、上記従来の事情に鑑みてなされたものであって、カラーフィルタを用いることなく、広い視野角範囲にわたって十分な色再現性を得ることができる有機EL素子および有機ELパネルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、反射層、第1電極、発光層、陽極又は陰極である第2電極、及び半透過反射層をこの順に配置された状態で有する有機EL素子であって、前記半透過反射層は、前記第2電極の前記発光層側とは反対側の面に接して設けられた絶縁材料からなる光学調整層を含み、前記光学調整層は、450nmの波長での屈折率が1.915以上であり、且つ、前記屈折率と膜厚との積である光学膜厚が70.174nm以上140.347nm以下である有機EL素子を提供する。

【0009】

すなわち、本発明の有機EL素子は、微小共振器構造を備え、所定の光学特性を有する光学調整層を設けたものであり、光学調整層の屈折率および光学膜厚を調節することにより、広角方向の色の変化を抑制する。

【0010】

光学調整層の屈折率および膜厚と広角方向の色の変化（本明細書においては、これを視野角特性ということがある）との関係は後述の実施例で詳しく説明するが、本発明者が行った時間領域有限差分法（FDTD法）を用いたシミュレーションによれば、光学調整層の屈折率を大きくするほど広角方向の観測される色の変化は小さくなり、光学膜厚を所定の範囲に設計することで、その効果を十分に発揮させることができる。光学調整層による色変化の抑制効果は、光学調整層の光学膜厚のみによって決まるものではなく、光学調整

10

20

30

40

50

層が所定の屈折率以上の屈折率を有していなければ、このような効果は十分に発揮されない。すなわち、光学調整層の屈折率と光学膜厚との双方を適切に設計しなければ、広角方向の色の变化は抑制されず、抑制されたとしてもその効果は限定的なものとなる。

【0011】

本発明において、「色の变化が抑制される」とは、後述の実施例で説明する方法によって算出される $\text{Max } u'v'$ の値が 0.081 以下となることを意味する。この範囲に $\text{Max } u'v'$ の値が収まっていれば、有機 EL ディスプレイなどで求められる最も厳しい評価基準においても、実用上十分な視野角特性が得られる。

【0012】

前記光学調整層の屈折率は 2.078 以上であることが望ましい。この構成によれば、 $\text{Max } u'v'$ を 0.07 以下にすることができる。また、光学調整層の屈折率を 2.078 以上として光学調整層の光学膜厚を 123.49 nm 以下とすると、 $\text{Max } u'v'$ を 0.061 以下とすることができる。この構成によれば、さらに色の变化の少ない有機 EL 素子を提供することができる。

10

【0013】

光学調整層は、例えば、一酸化ケイ素 (SiO_2)、酸化タングステン (WO_3)、硫化亜鉛 (ZnS)、 N, N' -ビス(ナフタレン-1-イル)- N, N' -ビス(フェニル)-ベンジジン (NPD)、二酸化チタン (TiO_2) のうちのいずれかによって形成することができる。これらの材料は、屈折率が 1.915 以上であることから、色の变化を抑制する効果が高い。

20

【0014】

前記反射層と前記半透過反射層との間の光学的距離は、青色の波長域に共振波長を有するように設定されていることが望ましい。前述のように、微小共振器構造を備えた有機 EL 素子では、青色の波長シフトが特に顕著である。そのため、青色の光を出射する有機 EL 素子に本発明を適用すれば、本発明の効果がよく発揮される。

【0015】

前記発光層は、青色発光材料によって形成されていることが望ましい。

【0016】

本発明の有機 EL パネルは、上述した本発明の有機 EL 素子が基板上に複数配列された有機 EL パネルである。この構成によれば、広い視野角範囲にわたって十分な色再現性を得ることができる有機 EL パネルを提供することができる。

30

【0017】

前記基板上には、互いに異なる色の光を前記半透過反射層から出射する複数の有機 EL 素子が設けられ、前記複数の有機 EL 素子の前記光学調整層の屈折率および光学膜厚は互いに等しいことが望ましい。この構成によれば、各有機 EL 素子に対して共通のプロセスで光学調整層を形成することができるため、製造プロセスを簡略化することができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、カラーフィルタを用いずに広い視野角範囲で色の变化の少ない有機 EL 素子を提供することができる。そのため、カラーフィルタを用いる特許文献 1 の構造に比べて、少ない消費電力で明るい表示を実現することができる。また、カラーフィルタを用いる場合には、カラーフィルタと有機 EL 素子との位置を合わせつつカラーフィルタの貼り付けを行う必要がある。しかし、本発明では光学調整層は有機 EL 素子の形成工程に付随して形成することができるので、プロセスが簡便であり、製造も容易である。したがって、本発明によれば、広い視野角範囲で色再現性に優れた小型で安価な有機 EL 素子および有機 EL パネルを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】有機 EL 素子の概略構成を示す断面図である。

【図 2】光学調整層を構成する材料の屈折率の測定結果を示す図である。

50

【図3】光学調整層を構成する材料の消光係数の測定結果を示す図である。

【図4】シミュレーションに用いた赤色有機発光材料、緑色有機発光材料、青色有機発光材料の蛍光スペクトルを示す図である。

【図5】光学調整層に用いる材料と視野角特性との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

図1は本発明の一実施形態に係る有機EL素子1および有機ELパネル100の概略断面図である。有機EL素子1は、反射層11と光学調整層19との間に発光層15が配置され、発光層15で発光した光のうち反射層11と光学調整層19との間の光学的距離に応じた共振波長の光が増幅されて光学調整層19から出射される、いわゆる微小共振器構造を備えた有機EL素子である。

10

【0021】

光学調整層19は、発光層15で発光した光の一部を透過し、残りの一部を反射層11に向けて反射する半透過反射層として機能する。半透過反射層は、陰極又は陽極からなる第2電極18と接する絶縁材料からなる光学調整層19を含んでいれば良く、光学調整層19の表面を保護する保護層などを含んでいてもよい。すなわち、光学調整層19は、第2電極18上に配置される1つ又は複数の層のうち最も第2電極側に近い位置に配置される層であり、光学調整層19上には、必要に応じて保護層等の1つ又は複数の層が形成される。

【0022】

有機ELパネル100は、基板10上に1つ又は複数の有機EL素子1を配置したものである。有機ELパネル100は、有機EL照明などの照明機器や有機ELディスプレイなどのディスプレイパネルとして利用される。

20

【0023】

基板10は、電極12, 18を形成し、また、有機物の層(例えば、発光層15)を形成する際に化学的に変化しないものであればよく、例えば、ガラス、プラスチック、高分子フィルム、シリコン基板、もしくは、これらを積層したものなどを用いて構成される。また、ガラスなどからなる基材上にTFTや配線などを含む回路層を形成したものを基板10としても良い。

【0024】

有機EL素子1は、一对の電極12, 18の間に、低分子及び/又は高分子の有機発光材料からなる少なくとも1つの発光層を有する。発光層周辺の構成要素としては、第1電極12、第2電極18、発光層15以外の層として、第2電極18と発光層15との間に設けるもの、第1電極12と発光層15との間に設けるものが挙げられる。

30

【0025】

第2電極18と発光層15との間に設けるものとしては、電子注入層17、電子輸送層16、正孔ブロック層等が挙げられる。電子注入層17および電子輸送層16は、第2電極18から発光層15への電子注入効率を改善する機能を有する層である。電子注入層17若しくは電子輸送層16が正孔の輸送を堰き止める機能を有する場合には、これらの層17, 16を正孔ブロック層と称することがある。正孔の輸送を堰き止める機能を有することは、例えば、ホール電流のみを流す素子を作製し、その電流値の減少で堰き止める効果を確認することが可能である。

40

【0026】

第1電極12と発光層15との間に設けるものとしては、正孔注入層13、正孔輸送層14、電子ブロック層等が挙げられる。正孔注入層13および正孔輸送層14は、第1電極11からの正孔注入効率を改善する機能を有する層である。正孔注入層13若しくは正孔輸送層14が電子の輸送を堰き止める機能を有する場合には、これらの層13, 14を電子ブロック層と称することがある。電子の輸送を堰き止める機能を有することは、例えば、電子電流のみを流す素子を作製し、その電流値の減少で堰き止める効果を確認することが可能である。

50

【 0 0 2 7 】

ここで、正孔輸送層 1 4 とは正孔を輸送する機能を有する層であり、電子輸送層 1 6 とは電子を輸送する機能を有する層である。なお、電子輸送層 1 6 と正孔輸送層 1 4 とを総称して電荷輸送層と呼ぶことがある。発光層 1 5、正孔輸送層 1 4、電子輸送層 1 6 は、それぞれ独立に 2 層以上用いてもよい。また、電極 1 2, 1 8 に隣接して設けた電荷輸送層 1 4, 1 6 のうち、電極 1 2, 1 8 からの電荷注入効率を改善する機能を有し、素子の駆動電圧を下げる効果を有するものは、特に電荷注入層（正孔注入層 1 3、電子注入層 1 7）と一般に呼ばれることがある。

【 0 0 2 8 】

電極 1 2, 1 8 と発光層との密着性向上や電極 1 2, 1 8 からの電荷注入の改善のために、電極 1 2, 1 8 に隣接して電荷注入層 1 3, 1 7 又は膜厚 2 nm 以下の絶縁層を設けてもよく、また、界面の密着性向上や混合の防止等のために電荷輸送層 1 4, 1 6 や発光層 1 5 の界面に薄いバッファ層を挿入してもよい。積層する層の順番や数、および各層の厚さについては、発光効率や素子寿命を勘案して適宜設定することができる。

10

【 0 0 2 9 】

第 1 電極 1 2 としては、たとえば透明電極または半透明電極として、電気伝導度の高い金属酸化物、金属硫化物や金属の薄膜を用いることができ、中でも透過率が高いものが好適に利用でき、隣接する有機層（正孔注入層など）に応じて適宜、選択して用いることができる。

具体的には、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ、およびそれらの複合体であるインジウム・スズ・オキサイド（ITO）、インジウム・亜鉛・オキサイド等からなる導電性ガラスを用いて作製された膜（NESEA など）や、金、白金、銀、銅等が用いられ、ITO、インジウム・亜鉛・オキサイド、酸化スズが好ましい。作製方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、メッキ法等が挙げられる。また、第 1 電極 1 2 として、ポリアニリンもしくはその誘導体、ポリチオフェンもしくはその誘導体などの有機の透明導電膜を用いてもよい。

20

【 0 0 3 0 】

第 1 電極 1 2 の膜厚は、光の透過性と電気伝導度とを考慮して、適宜選択することができるが、例えば 10 nm ~ 10 μm であり、好ましくは 20 nm ~ 1 μm であり、さらに好ましくは 50 nm ~ 500 nm である。

30

【 0 0 3 1 】

反射層 1 1 は、アルミニウム（Al）や銀（Ag）などの高反射率の導電膜や、屈折率の異なる 2 以上の誘電体膜を交互に複数積層した高反射率の誘電体多層膜を用いることができる。反射層 1 1 は、第 1 電極 1 2 をアルミニウム（Al）や銀（Ag）などの高反射率の導電膜で形成した場合には、省略することができ、この場合、第 1 電極 1 2 が反射層として機能する。

【 0 0 3 2 】

正孔注入層 1 3 は、第 1 電極 1 2 と正孔輸送層 1 4 との間、または第 1 電極 1 2 と発光層 1 5 との間に設けることができる。正孔注入層 1 3 を形成する材料としては、フェニルアミン系、スターバースト型アミン系、フタロシアニン系、酸化バナジウム、酸化モリブデン、酸化ルテニウム、酸化アルミニウム等の酸化物、アモルファスカーボン、ポリアニリン、ポリチオフェン誘導体等が挙げられる。

40

【 0 0 3 3 】

正孔輸送層 1 4 を構成する材料としては、ポリビニルカルバゾール若しくはその誘導体、ポリシラン若しくはその誘導体、側鎖若しくは主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体、ピラゾリン誘導体、アリアルアミン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニルジアミン誘導体、ポリアニリン若しくはその誘導体、ポリチオフェン若しくはその誘導体、ポリアリアルアミン若しくはその誘導体、ポリピロール若しくはその誘導体、ポリ（p-フェニレンビニレン）若しくはその誘導体、又はポリ（2, 5-チエニレンビニレン）若しくはその誘導体などが例示される。

50

【0034】

これらの中で、正孔輸送層14に用いる正孔輸送材料として、ポリビニルカルバゾール若しくはその誘導体、ポリシラン若しくはその誘導体、側鎖若しくは主鎖に芳香族アミン化合物基を有するポリシロキサン誘導体、ポリアニン若しくはその誘導体、ポリチオフェン若しくはその誘導体、ポリアリールアミン若しくはその誘導体、ポリ(p-フェニレンビニレン)若しくはその誘導体、又はポリ(2,5-チエニレンビニレン)若しくはその誘導体等の高分子正孔輸送材料が好ましく、さらに好ましくはポリビニルカルバゾール若しくはその誘導体、ポリシラン若しくはその誘導体、側鎖若しくは主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体である。低分子の正孔輸送材料の場合には、高分子バインダーに分散させて用いることが好ましい。

10

【0035】

発光層15は、主として蛍光またはりん光を発光する有機物(低分子化合物および高分子化合物)を有する。発光層15はドーパント材料を含んでいてもよい。本発明において用いることができる発光層形成材料としては、例えば、以下のものが挙げられる。

【0036】

(発光層形成材料1:色素系材料)

色素系材料としては、例えば、シクロペンダミン誘導体、テトラフェニルプタジエン誘導体化合物、トリフェニルアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピラゾロキノリン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体、ピロール誘導体、チオフェン環化合物、ピリジン環化合物、ペリノン誘導体、ペリレン誘導体、オリゴチオフェン誘導体、トリフマニルアミン誘導体、オキサジアゾールダイマー、ピラゾリンダイマーなどが挙げられる。

20

【0037】

(発光層形成材料2:金属錯体系材料)

金属錯体系材料としては、例えば、イリジウム錯体、白金錯体等の三重項励起状態からの発光を有する金属錯体、アルミキノリノール錯体、ベンゾキノリノールベリリウム錯体、ベンゾオキサゾリル亜鉛錯体、ベンゾチアゾール亜鉛錯体、アゾメチル亜鉛錯体、ポルフィリン亜鉛錯体、ユーロピウム錯体など、中心金属に、Al、Zn、BeなどまたはTb、Eu、Dyなどの希土類金属を有し、配位子にオキサジアゾール、チアジアゾール、フェニルピリジン、フェニルベンゾイミダゾール、キノリン構造などを有する金属錯体などを挙げることができる。

30

【0038】

(発光層形成材料3:高分子系材料)

高分子系材料としては、ポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリシラン誘導体、ポリアセチレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、上記色素体や金属錯体系発光材料を高分子化したものなどが挙げられる。

【0039】

上記発光層形成材料のうち青色に発光する材料としては、ジスチリルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体、およびそれらの重合体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体などを挙げることができる。なかでも高分子材料のポリビニルカルバゾール誘導体、ポリパラフェニレン誘導体やポリフルオレン誘導体などが好ましい。

40

【0040】

また、上記発光層形成材料のうち緑色に発光する材料としては、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、およびそれらの重合体、ポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体などを挙げることができる。なかでも高分子材料のポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体などが好ましい。

【0041】

また、上記発光層形成材料のうち赤色に発光する材料としては、クマリン誘導体、チオ

50

フェン環化合物、およびそれらの重合体、ポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、ポリフルオレン誘導体などを挙げることができる。なかでも高分子材料のポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、ポリフルオレン誘導体などが好ましい。

【0042】

(発光層形成材料4：ドーパント材料)

発光層中に発光効率の向上や発光波長を変化させるなどの目的で、ドーパントを添加することができる。このようなドーパントとしては、例えば、ペリレン誘導体、クマリン誘導体、ルブレン誘導体、キナクリドン誘導体、スクアリウム誘導体、ポルフィリン誘導体、スチリル系色素、テトラセン誘導体、ピラゾロン誘導体、デカシクレン、フェノキサゾンなどを挙げることができる。

10

【0043】

電子輸送層16を形成する材料としては、公知のものが使用でき、オキサジアゾール誘導体、アントラキノジメタン若しくはその誘導体、ベンゾキノロン若しくはその誘導体、ナフトキノロン若しくはその誘導体、アントラキノロン若しくはその誘導体、テトラシアノアンスラキノジメタン若しくはその誘導体、フルオレノン誘導体、ジフェニルジシアノエチレン若しくはその誘導体、ジフェノキノロン誘導体、又は8-ヒドロキシキノリン若しくはその誘導体の金属錯体、ポリキノリン若しくはその誘導体、ポリキノキサリン若しくはその誘導体、ポリフルオレン若しくはその誘導体等が例示される。

【0044】

これらのうち、オキサジアゾール誘導体、ベンゾキノロン若しくはその誘導体、アントラキノロン若しくはその誘導体、又は8-ヒドロキシキノリン若しくはその誘導体の金属錯体、ポリキノリン若しくはその誘導体、ポリキノキサリン若しくはその誘導体、ポリフルオレン若しくはその誘導体が好ましく、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、ベンゾキノロン、アントラキノロン、トリス(8-キノリノール)アルミニウム、ポリキノリンがさらに好ましい。

20

【0045】

電子注入層17は、先に述べたように、電子輸送層16と第2電極18との間、または発光層15と第2電極18との間に設けられる。電子注入層17としては、発光層15の種類に応じて、Ca層の単層構造からなる電子注入層17、または、Caを除いた周期律表IA族とIIA族の金属であり且つ仕事関数が1.5~3.0eVの金属およびその金属の酸化物、ハロゲン化物および炭酸化物の何れか1種または2種以上で形成された層とCa層との積層構造からなる電子注入層を設けることができる。仕事関数が1.5~3.0eVの、周期律表IA族の金属、その酸化物、ハロゲン化物、及び炭酸化物の例としては、リチウム、フッ化リチウム、酸化ナトリウム、酸化リチウム、炭酸リチウム等が挙げられる。また、仕事関数が1.5~3.0eVの、Caを除いた周期律表IIA族の金属、その酸化物、ハロゲン化物、及び炭酸化物の例としては、ストロンチウム、酸化マグネシウム、フッ化マグネシウム、フッ化ストロンチウム、フッ化バリウム、酸化ストロンチウム、炭酸マグネシウム等が挙げられる。

30

【0046】

第2電極18としては、透明電極または半透明電極として、金属、グラファイトまたはグラファイト層間化合物、ZnO(亜鉛オキサイド)等の無機半導体、ITO(インジウム・スズ・オキサイド)やIZO(インジウム・亜鉛・オキサイド)などの導電性透明電極、酸化ストロンチウム、酸化バリウム等の金属酸化物などが挙げられる。金属としては、例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム等のアルカリ金属；ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム等のアルカリ土類金属；金、銀、白金、銅、マンガン、チタン、コバルト、ニッケル、タングステン等の遷移金属；錫、アルミニウム、スカンジウム、バナジウム、亜鉛、イットリウム、インジウム、セリウム、サマリウム、ユーロピウム、テルビウム、イッテルビウム；およびそれらのうち2つ以上の合金等があげられる。合金の例としては、マグネシウム-銀合金、マグネ

40

50

シウム - インジウム合金、マグネシウム - アルミニウム合金、インジウム - 銀合金、リチウム - アルミニウム合金、リチウム - マグネシウム合金、リチウム - インジウム合金、カルシウム - アルミニウム合金などが挙げられる。また、陰極を2層以上の積層構造としてもよい。この例としては、上記の金属、金属酸化物、フッ化物、これらの合金と、アルミニウム、銀、クロム等の金属との積層構造などが挙げられる。

【0047】

光学調整層19は、第2電極18の基板10上で露出する面（発光層側15とは反対側の面）を覆って形成されている。第2電極18の基板10上で露出する面は、第2電極18において発光層15からの光が出射する光出射面であり、光学調整層19は第2電極18の光出射面と接している。

10

【0048】

光学調整層19を形成する材料としては、屈折率が高く、消光係数の小さい絶縁材料を好適に用いることができる。無機材料としては例えば、金属酸化物、金属複合酸化物、金属硫化物、金属複合硫化物などが挙げられ、金属酸化物としては酸化チタン(TiO_2)、酸化タングステン(WO_3)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、一酸化珪素(SiO)などが例示され、金属硫化物としては硫化亜鉛(ZnS)などが例示される。またこれらの材料群から選ばれる、少なくとも1種の材料を単独で用いてもよく、数種の材料を複合化して用いてもよい。

【0049】

光学調整層19を形成する材料として、有機材料を使用する場合にも、屈折率が高く、消光係数の小さい絶縁材料を好適に用いることができる。例えば、N, N' - ビス(ナフタレン - 1 - イル) - N, N' - ビス(フェニル) - ベンジジン(NPD)などが挙げられる。有機チタン化合物などを用いてもよい。また、光学調整層19を形成する有機材料を母材とし、これに屈折率の高い金属酸化物微粒子を分散させた材料なども好適に用いることができる。

20

【0050】

光学調整層19に混入される高屈折率材料が微粒子状である場合は、層内に均一に分散することが好ましい。有機層内に混入される微粒子状の高屈折率材料は、有機層の界面を乱さないように層内にのみ分散させてもよいし、界面から層外へはみ出して界面に凹凸ができるように分散させてもよい。有機層の界面に凹凸が生じることによって、さらに屈折率の調整がなされるので、総合的な屈折率の制御性が向上できるという観点から、好ましい。

30

【0051】

これらの材料群からなる光学調整層19を形成する方法としては、真空蒸着法、電子ビーム法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、メッキ法などが挙げられ、ウェット成膜可能な材料である場合にはスピコート法、パーコート法、印刷法などが用いられる。

【0052】

なお、図1の有機EL素子1では、第1電極12を陽極とし、第2電極18を陰極としているが、これを逆に配置してもよい。すなわち、基板側から陰極、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極の順に配置してもよい。また、図1の有機EL素子1では、基板10側から反射層11、発光層15、光学調整層19を配置し、基板10とは反対側から光を取り出すトップエミッション構造を採用しているが、基板10側から光学調整層、発光層、反射層を配置し、基板10側から光を取り出すボトムエミッション構造を採用してもよい。

40

【実施例】

【0053】

以下に本発明の実施例を説明する。以下に示す実施例は、本発明を説明するための好適な例示であり、なんら本発明を限定するものではない。

【0054】

50

図2および図3は、本実施例において用いた光学調整層を構成する材料の450nmの波長での屈折率および消光係数をエリプソメーター(Woolman社製 M-2000)によって測定した結果を示す図である。図4は、有機EL素子の発光層を構成する赤色有機発光材料、緑色有機発光材料、および青色有機発光材料の蛍光スペクトルの測定結果を示す図である。図5は、有機EL素子の視野角特性の評価結果を示す図である。視野角特性の評価には、電磁波解析の手法である時間領域有限差分法(FDTD法: Finite Difference Time Domain Method)を用いた。シミュレーションソフトは、FLUXIM社のSETFOSを用い、このソフトに各材料の光学定数、発光スペクトルデータを入力してFDTD計算した。

【0055】

本実施例では、光学調整層の形成材料として一酸化ケイ素(SiO₂)、酸化タングステン(WO₃)、硫化亜鉛(ZnS)、N,N'-ビス(ナフタレン-1-イル)-N,N'-ビス(フェニル)-ベンジジン(NPD)、フッ化マグネシウム(MgF₂)、二酸化チタン(TiO₂)を用い、それらの実膜厚を10nm~100nmの間で10nmずつ変化させたものを構成例B1~B60、G1~G60、R1~R60として、視野角特性の評価を行った。

【0056】

構成例B1~B60は、発光層に青色発光材料を適用し、反射層と半透過反射層との間の光学的距離を青色の波長域に共振波長を有するように設定した場合である。構成例G1~G60は、発光層に緑色発光材料を適用し、反射層と半透過反射層との間の光学的距離を緑色の波長域に共振波長を有するように設定した場合である。構成例R1~R60は、発光層に赤色発光材料を適用し、反射層と半透過反射層との間の光学的距離を赤色の波長域に共振波長を有するように設定した場合である。構成例B1~B60、G1~G60、及びR1~R60は、発光層を異なる発光材料および実膜厚で形成した点、光学調整層を異なる材料および実膜厚で形成した点以外は、全て同じ構成である。

【0057】

構成例B1~B60において、光学調整層以外の構成は全て同じである。すなわち、ガラス基板上に、第1電極としてAg金属電極を100nm、ITO電極を15nm積層し、正孔注入層としてポリ(3,4)エチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンスルホン酸(PEDOTと称す)を15nm積層し、正孔輸送層として正孔輸送材料(サメイション社製、商品名HT1100)を20nm積層し、青色発光層として青色発光材料(サメイション社製、商品名Lumination BP361)を45nm積層し、第2電極としてBa金属電極を5nm、Ag電極を20nm積層した。そして、第2電極の表面にSiO₂、WO₃、ZnS、NPD、MgF₂、TiO₂のいずれかの材料からなる光学調整層を10nm、20nm、30nm、40nm、50nm、60nm、70nm、80nm、90nm、100nmのいずれかの膜厚で積層し、構成例B1~B60の有機EL素子とした。なお、第1電極は反射層を兼ねている。

【0058】

構成例G1~G60において、光学調整層以外の構成は全て同じである。すなわち、ガラス基板上に、第1電極としてAg金属電極を100nm、ITO電極を15nm積層し、正孔注入層としてポリ(3,4)エチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンスルホン酸(PEDOTと称す)を15nm積層し、正孔輸送層として正孔輸送材料(サメイション社製、商品名HT1100)を20nm積層し、緑色発光層として緑色発光材料(サメイション社製、商品名Lumination G1304)を65nm積層し、第2電極としてBa金属電極を5nm、Ag電極を20nm積層した。そして、第2電極の表面にSiO₂、WO₃、ZnS、NPD、MgF₂、TiO₂のいずれかの材料からなる光学調整層を10nm、20nm、30nm、40nm、50nm、60nm、70nm、80nm、90nm、100nmのいずれかの膜厚で積層し、構成例G1~G60の有機EL素子とした。なお、第1電極は反射層を兼ねている。

【0059】

10

20

30

40

50

構成例 R 1 ~ R 6 0 において、光学調整層以外の構成は全て同じである。すなわち、ガラス基板上に、第 1 電極として A g 金属電極を 1 0 0 n m、I T O 電極を 1 5 n m 積層し、正孔注入層としてポリ (3 , 4) エチレンジオキシチオフェン / ポリスチレンスルホン酸 (P E D O T と称す) を 1 5 n m 積層し、正孔輸送層として正孔輸送材料 (サメイション社製、商品名 H T 1 1 0 0) を 2 0 n m 積層し、赤色発光層として赤色発光材料 (サメイション社製、商品名 L u m a t i o n R P 1 5 8) を 7 8 n m 積層し、第 2 電極として B a 金属電極を 5 n m、A g 電極を 2 0 n m 積層した。そして、第 2 電極の表面に S i O , W O ₃ , Z n S , N P D , M g F , T i O ₂ のいずれかの材料からなる光学調整層を 1 0 n m、2 0 n m、3 0 n m、4 0 n m、5 0 n m、6 0 n m、7 0 n m、8 0 n m、9 0 n m、1 0 0 n m のいずれかの膜厚で積層し、構成例 R 1 ~ R 6 0 の有機 E L 素子とした。なお、第 1 電極は反射層を兼ねている。

10

【 0 0 6 0 】

上記構成例の有機 E L 素子に対し、正面方向 (基板法線方向) に取り出される輝度の大きさ、および、0 度から 8 5 度まで 5 度間隔で、各視野角における発光スペクトルを F D T D 法によって計算し、その発光スペクトルから x y 色度図 (C I E 1 9 3 1) における色度座標 (x , y) を算出した。色度の視野角依存性は、各視野角における色度座標 (x , y) から (式 1) によって、u v 色度図 (C I E 1 9 7 6) における色度座標 (u ' , v ') へ変換した後、5 度と 1 0 度、1 0 度と 1 5 度、1 5 度と 2 0 度... というように 5 度ずつずれた各二視野角ごとの u v 色度図における色度座標 (u ' ₁ , v ' ₁) と (u ' ₂ , v ' ₂) との距離である色度差 u ' v ' を (式 2) によって算出し、色度差 u ' v ' のうち、最大となる色度差である M a x u ' v ' を色の視野角依存性として評価した。

20

【 0 0 6 1 】

(式 1)

$$u' = 4x / (-2x + 12y + 3)$$

$$v' = 6y / (-2x + 12y + 3)$$

(式 2)

$$u'v' = \{ (u'_{1} - u'_{2})^2 + (v'_{1} - v'_{2})^2 \}^{1/2}$$

【 0 0 6 2 】

図 5 は、光学調整層に用いる材料と M a x u ' v ' との関係を構成例 B 1 ~ B 6 0 について調べた結果を示す図である。図 5 において横軸は光学調整層の実膜厚であり、縦軸は M a x u ' v ' の値である。表 1 ~ 6 は、各構成例 B 1 ~ B 6 0 , G 1 ~ G 6 0 , R 1 ~ R 6 0 における光学調整層の屈折率、光学膜厚、正面方向から出射される光の輝度比率、正面方向 (視野角 0 °) における表示色 (色度図上の座標 C I E x , C I E y)、M a x u ' v ' をまとめたものである。なお、「屈折率」は 4 5 0 n m の波長での屈折率であり、「輝度比率」は、光学調整層を設けない構成例 B 0 , G 0 , R 0 の有機 E L 素子の正面方向の輝度を 1 とした場合の輝度比率である。

30

【 0 0 6 3 】

【表 1】

構成例 No.	光学調整層	450nmでの屈折率	実膜厚	光学膜厚	輝度比率	CIE _x	CIE _y	Max Δu'v'
B0	無し(空気)	1	0	0.000	1.000	0.110	0.188	0.155
B1	NPD	1.915	10	19.150	1.087	0.112	0.191	0.158
B2			20	38.300	1.169	0.117	0.184	0.148
B3			30	57.450	1.220	0.122	0.166	0.118
B4			40	76.600	1.220	0.127	0.144	0.080
B5			50	95.750	1.171	0.128	0.129	0.060
B6			60	114.900	1.090	0.126	0.125	0.067
B7			70	134.050	1.002	0.123	0.129	0.081
B8			80	153.200	0.926	0.119	0.136	0.096
B9			90	172.350	0.872	0.116	0.145	0.107
B10			100	191.500	0.844	0.113	0.154	0.119
B11	MgF	1.330	10	13.300	1.029	0.111	0.190	0.159
B12			20	26.600	1.063	0.112	0.190	0.159
B13			30	39.900	1.096	0.113	0.187	0.156
B14			40	53.200	1.125	0.114	0.182	0.150
B15			50	66.500	1.146	0.116	0.176	0.144
B16			60	79.800	1.155	0.117	0.170	0.135
B17			70	93.100	1.151	0.118	0.164	0.126
B18			80	106.400	1.135	0.118	0.161	0.121
B19			90	119.700	1.109	0.118	0.159	0.117
B20			100	133.000	1.076	0.117	0.160	0.118
B21	SiO	2.078	10	20.780	1.093	0.113	0.192	0.217
B22			20	41.560	1.161	0.119	0.181	0.194
B23			30	62.340	1.164	0.126	0.157	0.138
B24			40	83.120	1.098	0.129	0.134	0.056
B25			50	103.900	1.009	0.128	0.123	0.055
B26			60	124.680	0.895	0.125	0.124	0.070
B27			70	145.460	0.812	0.121	0.131	0.086
B28			80	166.240	0.757	0.117	0.141	0.102
B29			90	187.020	0.731	0.114	0.151	0.113
B30			100	207.800	0.733	0.112	0.161	0.123
B31	TiO ₂	2.339	10	23.391	1.131	0.114	0.192	0.154
B32			20	46.782	1.204	0.123	0.171	0.116
B33			30	70.174	1.163	0.131	0.133	0.053
B34			40	93.565	1.048	0.133	0.110	0.041
B35			50	116.956	0.920	0.129	0.107	0.058
B36			60	140.347	0.816	0.124	0.115	0.069
B37			70	163.738	0.750	0.119	0.127	0.097
B38			80	187.130	0.727	0.115	0.140	0.113
B39			90	210.521	0.745	0.113	0.151	0.124
B40			100	233.912	0.803	0.113	0.158	0.133

10

20

30

40

【 0 0 6 4 】

【表 2】

構成例 No.	光学 調整層	450nmでの 屈折率	実膜厚	光学膜厚	輝度比率	CIE _x	CIE _y	Max Δu'v'
B41	WO ₃	2.138	10	21.380	1.116	0.114	0.184	0.206
B42			20	42.760	1.208	0.121	0.174	0.194
B43			30	64.140	1.213	0.128	0.147	0.123
B44			40	85.520	1.134	0.132	0.120	0.037
B45			50	106.900	1.019	0.131	0.109	0.043
B46			60	128.280	0.910	0.127	0.110	0.059
B47			70	149.660	0.828	0.123	0.118	0.086
B48			80	171.040	0.795	0.117	0.136	0.105
B49			90	192.420	0.782	0.114	0.148	0.119
B50			100	213.800	0.804	0.112	0.158	0.129
B51	ZnS	2.470	10	24.698	1.163	0.115	0.194	0.221
B52			20	49.396	1.231	0.126	0.166	0.163
B53			30	74.094	1.140	0.134	0.121	0.032
B54			40	98.792	1.028	0.134	0.101	0.039
B55			50	123.490	0.851	0.129	0.103	0.061
B56			60	148.188	0.758	0.123	0.114	0.082
B57			70	172.886	0.716	0.118	0.128	0.102
B58			80	197.584	0.725	0.114	0.143	0.118
B59			90	222.282	0.786	0.112	0.155	0.131
B60			100	246.980	0.897	0.114	0.160	0.139

10

20

【 0 0 6 5 】

【表 3】

構成例 No.	光学調整層	450nmでの屈折率	実膜厚	光学膜厚	輝度比率	CIEx	CI Ey	Max $\Delta u'v'$
G0	無し(空気)	1	0	0.000	1.000	0.266	0.691	0.032
G1	NPD	1.915	10	19.150	1.037	0.273	0.684	0.036
G2			20	38.300	1.084	0.276	0.677	0.038
G3			30	57.450	1.132	0.275	0.671	0.038
G4			40	76.600	1.176	0.268	0.671	0.033
G5			50	95.750	1.212	0.256	0.677	0.024
G6			60	114.900	1.233	0.242	0.688	0.017
G7			70	134.050	1.224	0.233	0.700	0.016
G8			80	153.200	1.181	0.229	0.709	0.016
G9			90	172.350	1.118	0.230	0.713	0.017
G10			100	191.500	1.052	0.233	0.714	0.020
G11	MgF	1.330	10	13.300	1.014	0.268	0.689	0.034
G12			20	26.600	1.033	0.270	0.686	0.035
G13			30	39.900	1.058	0.271	0.685	0.036
G14			40	53.200	1.084	0.270	0.683	0.036
G15			50	66.500	1.112	0.269	0.683	0.036
G16			60	79.800	1.137	0.266	0.684	0.035
G17			70	93.100	1.158	0.263	0.685	0.034
G18			80	106.400	1.171	0.259	0.688	0.031
G19			90	119.700	1.175	0.256	0.691	0.029
G20			100	133.000	1.168	0.254	0.694	0.027
G21	SiO	2.078	10	20.780	1.039	0.275	0.681	0.036
G22			20	41.560	1.082	0.279	0.672	0.039
G23			30	62.340	1.117	0.275	0.667	0.035
G24			40	83.120	1.143	0.262	0.671	0.025
G25			50	103.900	1.159	0.243	0.683	0.015
G26			60	124.680	1.149	0.229	0.699	0.014
G27			70	145.460	1.102	0.223	0.711	0.015
G28			80	166.240	1.032	0.224	0.717	0.016
G29			90	187.020	0.963	0.229	0.718	0.019
G30			100	207.800	0.909	0.235	0.715	0.022
G31	TiO ₂	2.339	10	23.391	1.049	0.277	0.678	0.037
G32			20	46.782	1.090	0.280	0.666	0.039
G33			30	70.174	1.114	0.269	0.662	0.030
G34			40	93.565	1.135	0.245	0.673	0.015
G35			50	116.956	1.144	0.222	0.695	0.014
G36			60	140.347	1.107	0.212	0.713	0.016
G37			70	163.738	1.031	0.212	0.722	0.017
G38			80	187.130	0.952	0.219	0.724	0.019
G39			90	210.521	0.895	0.227	0.720	0.022
G40			100	233.912	0.868	0.236	0.714	0.025

10

20

30

40

【 0 0 6 6 】

【表 4】

構成例 No.	光学調整層	450nmでの屈折率	実膜厚	光学膜厚	輝度比率	CIE _x	CIE _y	Max Δu'v'
G41	WO ₃	2.138	10	21.380	1.051	0.276	0.680	0.037
G42			20	42.760	1.103	0.280	0.670	0.039
G43			30	64.140	1.144	0.275	0.664	0.035
G44			40	85.520	1.176	0.258	0.669	0.022
G45			50	106.900	1.200	0.236	0.685	0.014
G46			60	128.280	1.191	0.221	0.703	0.015
G47			70	149.660	1.136	0.217	0.715	0.016
G48			80	171.040	1.059	0.220	0.720	0.017
G49			90	192.420	0.989	0.226	0.720	0.020
G50			100	213.800	0.940	0.233	0.716	0.023
G51	ZnS	2.470	10	24.698	1.066	0.280	0.675	0.038
G52			20	49.396	1.111	0.283	0.660	0.039
G53			30	74.094	1.126	0.265	0.658	0.023
G54			40	98.792	1.146	0.232	0.677	0.012
G55			50	123.490	1.143	0.209	0.705	0.017
G56			60	148.188	1.080	0.204	0.722	0.017
G57			70	172.886	0.993	0.209	0.728	0.018
G58			80	197.584	0.925	0.219	0.726	0.021
G59			90	222.282	0.893	0.229	0.719	0.024
G60			100	246.980	0.900	0.240	0.709	0.028

10

20

【 0 0 6 7 】

【表5】

構成例 No.	光学 調整層	450nmでの 屈折率	実膜厚	光学膜厚	輝度比率	CIE _x	CIE _y	Max Δu'v'
R0	無し(空気)	1	0	0.000	1.000	0.644	0.354	0.008
R1	NPD	1.915	10	19.150	1.105	0.647	0.352	0.011
R2			20	38.300	1.218	0.649	0.349	0.014
R3			30	57.450	1.317	0.651	0.347	0.019
R4			40	76.600	1.371	0.653	0.345	0.022
R5			50	95.750	1.358	0.654	0.344	0.023
R6			60	114.900	1.282	0.653	0.345	0.017
R7			70	134.050	1.170	0.651	0.347	0.008
R8			80	153.200	1.055	0.649	0.350	0.004
R9			90	172.350	0.955	0.646	0.353	0.004
R10			100	191.500	0.878	0.643	0.356	0.006
R11	MgF	1.330	10	13.300	1.037	0.645	0.353	0.010
R12			20	26.600	1.078	0.646	0.353	0.010
R13			30	39.900	1.120	0.647	0.352	0.012
R14			40	53.200	1.159	0.648	0.351	0.014
R15			50	66.500	1.192	0.648	0.350	0.016
R16			60	79.800	1.214	0.649	0.350	0.017
R17			70	93.100	1.223	0.649	0.349	0.018
R18			80	106.400	1.216	0.649	0.350	0.017
R19			90	119.700	1.195	0.649	0.350	0.017
R20			100	133.000	1.163	0.648	0.351	0.015
R21	SiO	2.078	10	20.780	1.137	0.648	0.351	0.012
R22			20	41.560	1.277	0.651	0.347	0.016
R23			30	62.340	1.374	0.654	0.344	0.021
R24			40	83.120	1.379	0.656	0.342	0.023
R25			50	103.900	1.283	0.656	0.343	0.015
R26			60	124.680	1.134	0.653	0.345	0.005
R27			70	145.460	0.987	0.650	0.349	0.004
R28			80	166.240	0.869	0.646	0.353	0.006
R29			90	187.020	0.787	0.643	0.356	0.008
R30			100	207.800	0.738	0.640	0.358	0.011
R31	TiO ₂	2.339	10	23.391	1.170	0.649	0.350	0.013
R32			20	46.782	1.323	0.653	0.345	0.020
R33			30	70.174	1.376	0.656	0.342	0.025
R34			40	93.565	1.283	0.657	0.341	0.020
R35			50	116.956	1.101	0.654	0.344	0.008
R36			60	140.347	0.923	0.650	0.349	0.004
R37			70	163.738	0.789	0.645	0.354	0.006
R38			80	187.130	0.702	0.641	0.358	0.008
R39			90	210.521	0.656	0.638	0.360	0.010
R40			100	233.912	0.643	0.636	0.362	0.011

10

20

30

40

【0068】

【表 6】

構成例 No.	光学調整層	450nmでの屈折率	実膜厚	光学膜厚	輝度比率	CIE _x	CIE _y	Max Δu'v'
R41	WO ₃	2.138	10	21.380	1.158	0.648	0.351	0.011
R42			20	42.760	1.319	0.652	0.346	0.019
R43			30	64.140	1.423	0.655	0.343	0.024
R44			40	85.520	1.407	0.656	0.341	0.023
R45			50	106.900	1.277	0.656	0.342	0.014
R46			60	128.280	1.103	0.652	0.346	0.004
R47			70	149.660	0.948	0.648	0.350	0.004
R48			80	171.040	0.833	0.644	0.355	0.007
R49			90	192.420	0.760	0.641	0.358	0.009
R50			100	213.800	0.722	0.638	0.360	0.011
R51	ZnS	2.470	10	24.698	1.226	0.650	0.349	0.013
R52			20	49.396	1.425	0.655	0.343	0.022
R53			30	74.094	1.452	0.658	0.339	0.025
R54			40	98.792	1.268	0.658	0.340	0.012
R55			50	123.490	1.021	0.653	0.345	0.004
R56			60	148.188	0.829	0.647	0.351	0.006
R57			70	172.886	0.710	0.642	0.357	0.010
R58			80	197.584	0.647	0.638	0.361	0.012
R59			90	222.282	0.631	0.635	0.363	0.012
R60			100	246.980	0.655	0.634	0.363	0.012

10

20

【0069】

図5に示すように、Max u'v'の値は、光学調整層の実膜厚によって変化し、いずれの光学調整層においても実膜厚が30nm~90nmの範囲でMax u'v'は最小値となる。すなわち、光学調整層の実膜厚を所定の範囲に制限することで、色の変化を最も小さくすることができることがわかる。

【0070】

各光学調整層の屈折率は、MgFが1.33、NPDが1.915、SiOが2.078、WO₃が2.138、ZnSが2.4698、TiO₂が2.339であり、MgFにおいてMax u'v'が最小値となる実膜厚は90nm、NPDにおいてMax u'v'が最小値となる実膜厚は50nm、SiOにおいてMax u'v'が最小値となる実膜厚は50nm、WO₃においてMax u'v'が最小値となる実膜厚は40nm、ZnSにおいてMax u'v'が最小値となる実膜厚は30nm、TiO₂においてMax u'v'が最小値となる実膜厚は40nmである。

30

【0071】

このことから、屈折率が大きくなるほどMax u'v'が最小値となる実膜厚の値は小さくなることがわかる。したがって、光学調整層の屈折率と実膜厚との積である光学膜厚に基づいて評価した場合に、Max u'v'が最小値を取る光学調整層の光学膜厚は、光学調整層の材料によらず概ね一定となることがわかる。また、屈折率が最も小さいMgFにおいては、光学調整層の実膜厚を変化させてもMax u'v'は大きく変化しないことから、広角方向の色の変化を抑制するためには、光学調整層の屈折率はMgFの屈折率1.33よりも大きくする方がよいことがわかる。

40

【0072】

以上のように、有機EL素子の視野角特性は光学調整層の屈折率および光学膜厚によって大きく変化し、光学調整層の屈折率を大きくするほど広角方向の色の変化は小さくなる。光学調整層による色の抑制効果は、光学調整層の光学膜厚のみによって決まるものではなく、光学調整層が所定の屈折率以上の高い屈折率を有していなければ、このような効果は十分に発揮されない。すなわち、光学調整層の屈折率と光学膜厚との双方を適切に設計

50

しなければ、広角方向の色の変化は抑制されず、抑制されたとしてもその効果は限定的なものとなる。

【0073】

図5から明らかのように、光学調整層による色の抑制効果を発生させるためには、光学調整層として屈折率が1.915以上の材料を用いればよい。また表1～6によれば、観測される色の変化を十分に抑制するためには、光学調整層の屈折率と実膜厚との積である光学膜厚を70.174nm以上140.347nm以下とすればよい。

【0074】

ここで、「色の変化が抑制される」とは、 $\text{Max } u'v'$ が0.081以下となることを意味する。この範囲に $\text{Max } u'v'$ が収まっていれば、例えば、有機EL素子を画素毎に形成してフルカラー有機ELディスプレイを作製する場合でも、実用上十分な視野角特性が得られる。

10

【0075】

表1～2によれば、構成例B4～B7, B24～B26, B33～B36, B44～B46, B53～B55は、いずれも光学膜厚が70.174nm以上140.347nm以下であり、 $\text{Max } u'v'$ は0.081以下となっている。また、表3～6によれば、構成例G1～G60, R1～R60の $\text{Max } u'v'$ は全て0.039以下であり、広角方向の色の変化は殆ど生じていない。よって、青色の色の変化が最も重要な課題であり、この色の変化を抑制すれば、有機ELディスプレイなどで求められる最も厳しい評価基準においても、実用上十分な視野角特性が得られることがわかる。

20

【0076】

光学調整層の屈折率は、好ましくは、2.078以上であることが望ましい。表1によれば、光学調整層の屈折率を2.078以上とすることで、 $\text{Max } u'v'$ を0.07以下にすることができる。例えば表1の構成例B24～B26, B33～B36, B44～B46, B53～B55は、いずれも屈折率が2.078以上であり、 $\text{Max } u'v'$ は0.07以下となっている。この構成によれば、さらに色づきの少ない有機EL素子を提供することが可能である。

【0077】

さらに好ましくは、屈折率を2.078以上とし、更に光学膜厚を74.094nm以上123.49nm以下とすると、 $\text{Max } u'v'$ を0.061以下とすることができる。例えば表1の構成例B24～B25, B34～B35, B44～B45, B53～B55は、いずれも光学膜厚が74.094nm以上123.49nm以下であり、 $\text{Max } u'v'$ は0.061以下となっている。この構成によれば、さらに色づきの少ない有機EL素子を提供することが可能である。

30

【0078】

以上説明したように、本実施形態の有機EL素子1によれば、カラーフィルタを用いずに広い視野角範囲で色の変化の少ない有機EL素子を提供することができる。そのため、カラーフィルタを用いる特許文献1の構造に比べて、少ない消費電力で明るい表示を実現することができる。また、カラーフィルタを用いる場合には、カラーフィルタと有機EL素子との位置を合わせつつカラーフィルタの貼り付けを行う高度な貼り付け工程が必要となる。これに対して、本実施形態では光学調整層19は有機EL素子1の形成工程に付随して、例えば、第2電極18と光学調整層19とを同一の成膜装置内で連続的に成膜することにより形成することができるので、プロセスが簡便であり、製造も容易である。したがって、広い視野角範囲で色再現性に優れた小型で安価な有機EL素子1および有機ELパネル100を提供することができる。

40

【0079】

上述の有機EL素子1は、有機ELディスプレイや有機EL照明などの種々のデバイスに適用することができる。例えば、基板10上に1つ又は複数の有機EL素子1を配置し、各有機EL素子1の反射層と光学調整層との間の光学的距離を互いに等しくすることで、単色の照明光を出射する有機EL照明を提供することができる。また、基板10上にそ

50

れぞれ赤色、緑色、青色の発光を行う3種類の画素をマトリクス状に配置し、赤色画素、緑色画素、青色画素に形成する有機EL素子の反射層と光学調整層との間の光学的距離をそれぞれ赤色、緑色、青色の光が増幅されるように設計することで、フルカラー表示が可能な有機ELディスプレイを提供することができる。

【0080】

有機ELディスプレイを作製する場合には、赤色画素、緑色画素、青色画素に形成する有機EL素子の発光層をそれぞれ赤色発光材料、緑色発光材料、青色発光材料のみによって形成することが望ましい。これにより、発光層で発光した光の利用効率を高めることができる。また、光学調整層の実膜厚は各色の発光を行う有機EL素子について全て同一にすることが望ましい。これにより、色の不均一の少ない有機ELパネルが提供できると共に、各有機EL素子に対して共通のプロセスで光学調整層を形成することができるため、製造プロセスも簡略化される。

10

【産業上の利用可能性】

【0081】

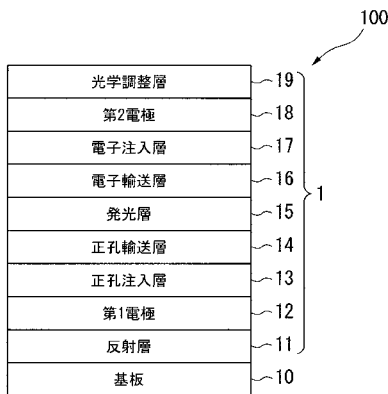
本発明は、新規な有機EL素子を提供し、産業上有用である。

【符号の説明】

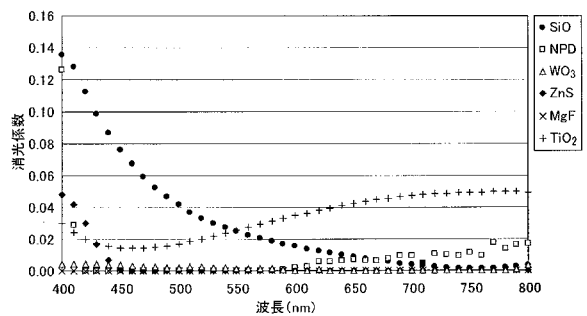
【0082】

1...有機EL素子、10...基板、11...反射層、12...第1電極(陽極)、15...発光層、18...第2電極(陰極)、19...光学調整層、100...有機ELパネル

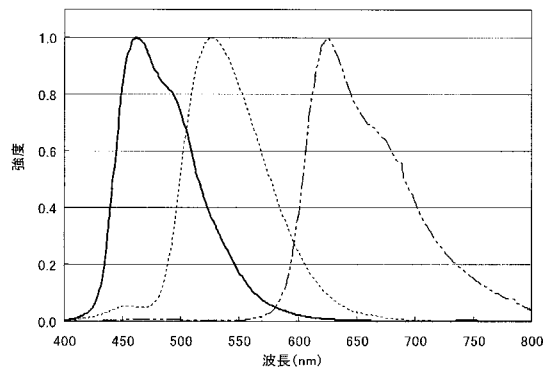
【図1】



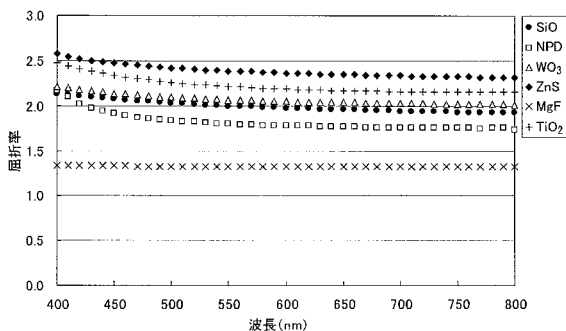
【図3】



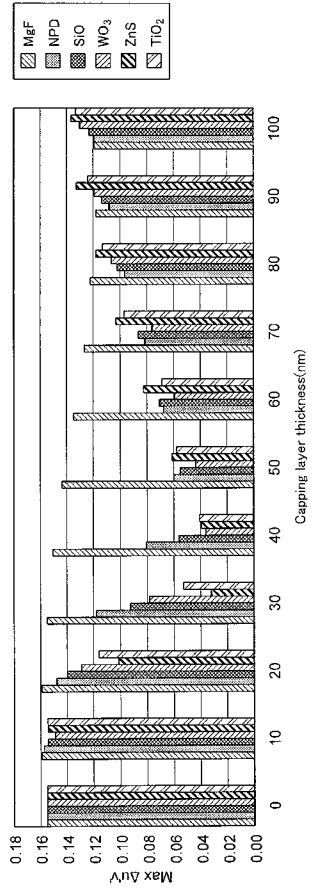
【図4】



【図2】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 慎也

茨城県つくば市北原6 住友化学株式会社内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC07 DD10 EE33 FF06 FF13

专利名称(译)	有机EL元件和有机EL面板		
公开(公告)号	JP2011155002A	公开(公告)日	2011-08-11
申请号	JP2010293781	申请日	2010-12-28
[标]申请(专利权)人(译)	住友化学有限公司		
申请(专利权)人(译)	住友化学有限公司		
[标]发明人	田中慎也		
发明人	田中 慎也		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5265 H01L51/5234 H05B33/22		
FI分类号	H05B33/24 H05B33/14.A		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC07 3K107/DD10 3K107/EE33 3K107/FF06 3K107/FF13		
代理人(译)	塔奈澄夫 希罗伊基·凯托 五十岚光永		
优先权	2009297240 2009-12-28 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种有机EL元件，其能够在宽视角范围内以明亮的显示而几乎没有颜色变化。从发光层发射的光具有依次排列的反射层，作为阴极或阳极的第一电极，发光层，作为阳极或阴极的第二电极和抗透射反射层。有机EL元件，其中具有与反射层和半透射反射层之间的光学距离相对应的共振波长的光被放大并从半透射反射层发射。半透射反射层包括由绝缘材料制成的光学调节层，该光学调节层设置成与第二电极的与发光层侧相对的表面接触，并且该光学调节层在450nm的波长下具有1.915的折射率。折射率与膜厚的乘积即光学膜厚为70.174nm以上140.347nm以下。[选型图]图1

