

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4410123号
(P4410123)

(45) 発行日 平成22年2月3日(2010.2.3)

(24) 登録日 平成21年11月20日(2009.11.20)

(51) Int.Cl. F 1
H05B 33/02 (2006.01) H05B 33/02
G02B 5/18 (2006.01) G02B 5/18
H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/14 A

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-34582 (P2005-34582)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成17年2月10日 (2005.2.10)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2006-221976 (P2006-221976A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成18年8月24日 (2006.8.24)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成18年3月1日 (2006.3.1)		弁理士 鈴江 武彦
前置審査		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機ELディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明基板と、この透明基板上に形成され、該基板側に透明電極を有する有機EL素子とを具備し、

前記透明電極の前記基板側の表面に、異なる2種の格子周期を有し、且つ各格子点に、2種の大きさの散乱体の何れかを配置してなる2次元の回折格子が形成された有機ELディスプレイであって、

前記回折格子の2種の格子周期は、赤色近傍の波長に対応した長さの第1の格子周期と、青、青紫、紫外近傍の波長に対応した長さの第2の格子周期であり、

第1の格子周期の各格子点に第1の散乱体が配置され、第2の格子周期の各格子点で且つ第1の格子周期の格子点と重なる点以外に、第1の散乱体よりも小さい第2の散乱体が配置されていることを特徴とする有機ELディスプレイ。

【請求項2】

透明基板と、この透明基板上に形成されたバッファ層と、このバッファ層上に形成された有機EL素子とを具備し、

前記バッファ層は前記有機EL素子の透明電極と同等の屈折率を有する材料からなり、該バッファ層の前記基板側の表面に、異なる2種の格子周期を有し、且つ各格子点に、2種の大きさの散乱体の何れかを配置してなる2次元の回折格子が形成された有機ELディスプレイであって、

前記回折格子の2種の格子周期は、赤色近傍の波長に対応した長さの第1の格子周期と

10

20

、青，青紫，紫外近傍の波長に対応した長さの第2の格子周期であり、

第1の格子周期の各格子点に第1の散乱体が配置され、第2の格子周期の各格子点で且つ第1の格子周期の格子点と重なる点以外に、第1の散乱体よりも小さい第2の散乱体が配置されていることを特徴とする有機ELディスプレイ。

【請求項3】

前記回折格子は、複数の四角格子又は複数の三角格子で形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の有機ELディスプレイ。

【請求項4】

前記回折格子は、X方向及びY方向の格子間隔が等しい第1の四角格子と、X方向及びY方向の格子間隔が第1の四角格子と等しく、第1の四角格子とはX方向及びY方向にそれぞれ1/2ピッチずつずれた第2の四角格子と、を含んで構成されることを特徴とする請求項1又は2に記載の有機ELディスプレイ。

10

【請求項5】

第1の四角格子に第1の散乱体が配置され、第2の四角格子に第2の散乱体が配置されていることを特徴とする請求項4に記載の有機ELディスプレイ。

【請求項6】

前記回折格子は、X方向及びY方向の格子間隔が等しい四角格子の各格子点に、第1及び第2の散乱体の何れかを配置し、且つ隣接する格子点で該散乱体の大きさが互いに異なるように配置して構成されることを特徴とする請求項1又は2に記載の有機ELディスプレイ。

20

【請求項7】

第1の四角格子の第1の散乱体と第2の四角格子の第2の散乱体との面積比率が、 $1 < (\text{第1の散乱体} / \text{第2の散乱体}) < 5$ の範囲であることを特徴とする請求項5に記載の有機ELディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フルカラーの有機ELディスプレイに係わり、特に光取り出し部分の改良をはかった有機ELディスプレイに関する。

【背景技術】

30

【0002】

有機ELディスプレイは、基本的にガラス基板、陽極である透明電極（高屈折率部位）、正孔注入層（正孔輸送層）、有機膜からなる発光層、陰極から構成されている。透明電極は屈折率が2前後であり、屈折率が1.5～1.7のガラス基板や発光層である有機膜と比較すると大きい。そのため、透明電極は導波路構造となり、透明電極内を光が導波してしまい約50%の光を損失してしまう。その結果、有機ELディスプレイの光取り出し効率は約18%と低いのが現状である。この透明電極内を導波する光を取り出す方法として、透明電極としてのITO上にITOと同程度の屈折率である材料を形成し、その材料に回折格子を施し、導波する光を取り出す方法がある（例えば、非特許文献1参照）。

【0003】

40

透明電極上に回折格子を形成するのは光取り出しに非常に有効であるが、ある大きさを持つ回折格子はある特定の波長を中心に回折を起こし、可視光（400から700nm）の全てを回折するわけではない。そのため、単一の回折格子をディスプレイ前面に形成する方法は、フルカラー有機ELディスプレイには必ずしも有効ではない。それを解決する方法として、RGBの画素毎にその波長に見合った大きさの回折格子を形成する方法がある（特許文献1参照）。しかしながら、この方法は、画素毎に見合った回折格子を作り分けることから、製造プロセスが非常に煩雑になり、また高コストになり実用化は難しい。

【0004】

また、一般的な低分子型の有機ELディスプレイにおいては、RGBの材料のうち、Rの材料の輝度が低い問題がある。そのため、RGBの輝度のバランスを保つため、R部分

50

に投入する電力が多くなる。これは、ディスプレイとしての消費電力の増大を招き、素子の寿命も短くしてしまうことになる。

【特許文献1】特開2003-163075

【非特許文献1】Applied Physics Letters, 3779, 82, 2003

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このように従来、フルカラーの有機ELディスプレイにおいては、光取り出し効率を上げるためにRGBの画素毎に見合った大きさ(間隔)の回折格子を形成しなければならず、これが製造プロセスの煩雑化及びコスト高を招く要因となっていた。

10

【0006】

本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、RGB全てに対応した大きさ(間隔)の回折格子を一括して形成することができ、製造プロセスの簡略化及び製造コストの低減をはかることができ、高輝度で実用性の高い有機ELディスプレイを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために本発明は、次のような構成を採用している。

【0008】

透明基板と、この透明基板上に形成され、該基板側に透明電極を有する有機EL素子とを具備し、前記透明電極の前記基板側の表面に、異なる2種の格子周期を有し、且つ各格子点に、2種の大きさの散乱体の何れかを配置してなる2次元の回折格子が形成された有機ELディスプレイであって、前記回折格子の2種の格子周期は、赤色近傍の波長に対応した長さの第1の格子周期と、青、青紫、紫外近傍の波長に対応した長さの第2の格子周期であり、第1の格子周期の各格子点に第1の散乱体が配置され、第2の格子周期の各格子点で且つ第1の格子周期の格子点と重なる点以外に、第1の散乱体よりも小さい第2の散乱体が配置されていることを特徴とする。

20

【0009】

また、本発明の別の態様は、透明基板と、この透明基板上に形成されたバッファ層と、このバッファ層上に形成された有機EL素子とを具備し、前記バッファ層は前記有機EL素子の透明電極と同等の屈折率を有する材料からなり、該バッファ層の前記基板側の表面に、異なる2種の格子周期を有し、且つ各格子点に、2種の大きさの散乱体の何れかを配置してなる2次元の回折格子が形成された有機ELディスプレイであって、前記回折格子の2種の格子周期は、赤色近傍の波長に対応した長さの第1の格子周期と、青、青紫、紫外近傍の波長に対応した長さの第2の格子周期であり、第1の格子周期の各格子点に第1の散乱体が配置され、第2の格子周期の各格子点で且つ第1の格子周期の格子点と重なる点以外に、第1の散乱体よりも小さい第2の散乱体が配置されていることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、透明電極上若しくは透明電極上に形成したバッファ層(高屈折率層)に2種類の格子周期を持つ回折格子を形成することにより、RGBの各色に対応した格子間隔の回折格子を形成することが可能である。そしてこの場合、色毎に分けて回折格子を形成する必要がなく、ディスプレイ全面に一括して回折格子を形成できることから、製造プロセスが簡便になり、回折格子を用いた高輝度有機ELディスプレイとして実用化可能である。

40

【0011】

また、本発明によれば、有機EL素子のRの材料の輝度がGBに比べて低い問題点も解決できる。即ち、2種の回折格子のうち、Rに対応する大きさの回折格子の面積比率を大きくすることで、Rの回折効率を大きくできる。そのため、RGBの輝度のバランスを保

50

つことができ、ディスプレイの消費電力を抑制し、結果として素子の長寿命化をはかることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【0013】

図1は、本発明の一実施形態に係わる有機ELディスプレイの概略構成を示す断面図である。

【0014】

図中の10は有機EL素子であり、この有機EL素子10は透明電極(陽極)11、正孔注入層(正孔輸送層)12、有機膜(発光層)13、陰極14から構成されている。20はガラス又はプラスチックからなる透明基板であり、この基板20の上面上には凹凸形状からなる回折格子21が形成されている。

10

【0015】

透明基板20上には、透明電極11と同等の屈折率の材料からなるバッファ層(高屈折率層)22が回折格子21を埋め込むように設けられ、これにより高屈折率層22に回折格子23が形成されている。そして、有機EL素子10は透明電極11を下にして高屈折率層22の上に形成されている。

【0016】

ここで、回折格子23は、高屈折率層22に形成するのではなく、透明電極11に形成しても良い。また、有機EL素子10には、正孔注入層(正孔輸送層)12だけでなく、電子注入層(電子輸送層)を形成しても良い。即ち、有機EL素子の代表的な層構造としては、以下のものが挙げられる。

20

【0017】

- 1) 透明電極(陽極)/発光層/電極(陰極)
- 2) 透明電極(陽極)/発光層/電子注入層/電極(陰極)
- 3) 透明電極(陽極)/正孔注入層/発光層/電子注入層/電極(陰極)
- 4) 透明電極(陽極)/正孔注入層/発光層/電極(陰極)

陽極としての透明電極11は、例えばインジウム錫酸化物(ITO)等の仕事関数の大きな導電性材料から形成することができ、その厚さは、通常100~300nm程度である。

30

【0018】

透明電極11上には、真空蒸着法などによって正孔注入層12、さらに必要に応じて電子注入層を形成する。電子注入層及び正孔注入層は、それぞれ電荷の注入性、電荷の輸送性、電荷に対する障壁性の何れかを有する層である。これらの層は、有機材料及び無機材料の何れを用いて構成してもよく、厚さは10~300nm程度とすることができる。

【0019】

発光層13では、電子と正孔とが再結合して光が発生する。陰極14は、例えばアルミニウム、マグネシウム、インジウム、銀又は各々の合金等の仕事関数が小さな金属から形成され、その厚さは10~500nm程度とすることができる。

40

【0020】

次に、本実施形態の原理について詳細に説明する。

【0021】

図2は、本実施形態における回折格子による光取り出しを説明するための断面図である。図中において、 k_1 は回折格子がない条件での高屈折率部内を導波する光の平面方向への波数ベクトルであるとする。 k_2 はその導波した光が取り出せた場合の波数ベクトルであるとする。回折格子の格子間隔を a とすると、以下の条件のとき光は高屈折率部から放出される。

【0022】

$$k_1 \sin \theta_1 + m \left(\frac{2\pi}{a} \right) = k_2 \sin \theta_2 \quad \dots (1)$$

50

ここで、 $k_1 = n_1 \times 2 / \lambda$ 、 $k_2 = n_2 \times 2 / \lambda$ であり、 n_1 は高屈折率部位の屈折率、 n_2 は放出部の屈折率、 θ_1 は高屈折率部位の入射角、 θ_2 は放出部の出射角、 λ は発光波長である。

【0023】

(1)式左辺の第2項のmは回折次数で整数である。高屈折率部内で光があるモードで導波しているならば、(1)式から分かるように、ある波長に対応した格子間隔に応じて回折光が生じる。つまり、光の波長が変われば高屈折率部位の導波光は十分に取り出せないということになる。つまり、1種類の回折格子では複数の波長の光取り出し向上に対応できない。

【0024】

そのため、一例として図3に示すような2種の大きさの 패턴の回折格子を設ける。即ち、X方向及びY方向にそれぞれピッチLの間隔で大きい円(散乱体)を配列すると共に、同じピッチLで小さい円(散乱体)を配列する。但し、大きい円と小さい円とは、X方向及びY方向にそれぞれL/2ピッチずらしている。

【0025】

次に、回折格子における波長に対する回折効率について述べる。

【0026】

光の散乱は波長の短い光ほど散乱されやすい。光の散乱能は波長の4乗に反比例する。このため、青の光の方が赤の光に比べ、数倍散乱されやすい性格を持つ。また、散乱体に対しては、散乱体の体積の積に比例する。このようなことを考えると、各波長に応じた間隔に回折格子を配置し、かつ回折格子を構成する散乱体の大きさを変えることで、波長毎の散乱能を調整することができる。

【0027】

例えば、二重の四角格子の回折格子を図3のように組む。第1の四角格子としての大きい円の半径を R_1 、第2の四角格子としての小さい円の半径を R_2 とし、大きい円間の間隔をLとする。このとき、小さい円間の間隔もLである。この間隔Lが、回折格子の一方の格子周期となる。これに対して、大きい円と小さい円の間隔は、 $L/2$ となる。この間隔 $L/2$ が、回折格子の他方の格子周期となる。そして、間隔Lを赤の波長に対応させると、大きい円と小さい円の間隔 $L/2$ は青の領域になる。

【0028】

次に、各波長の散乱能を考える。間隔Lに対応する散乱体は、大きい円同士と小さい円同士である。このため、各円間での干渉は互いの面積の積になるため、 R_1^2 と R_2^2 になる。この2つの格子は間隔が同じため、同じ角度に散乱光が出てくる。一方、間隔 $L/2$ に対応する散乱体は大きな円と小さな円であり、これらの散乱体に応じた干渉は大きな円と小さな円との間であるため、 $R_1 \times R_2$ となる。

【0029】

この結果、赤の波長の光の回折効率は、

$$I(\text{赤}) = L^{-4} \times (R_1^2 + R_2^2) \quad \dots (2)$$

となる。同様に、青の波長の光の回折効率は、

$$I(\text{青}) = (L/2)^{-4} \times (R_1 \times R_2) \times 2 \quad \dots (3)$$

となる。

【0030】

このような条件で、格子を設計すると、赤と青の色の回折光の取り出し量を各々別個に調整することができる。

【0031】

下記の(表1)に式(2)、(3)から $L = 650 \text{ nm}$ とし、 R_1 、 R_2 の大きさを振った場合の $I(\text{赤}) / I(\text{青})$ の結果を示す。

10

20

30

40

【表 1】

L (nm)	$L/\sqrt{2}$ (nm)	R1 (nm)	R2 (nm)	I(赤)	I(青)	I(赤)/I(青)
650	459.6194078	150	50	1.4E-07	3.36E-07	0.416666667
650	459.6194078	150	100	1.82E-07	6.72E-07	0.270833333
650	459.6194078	200	50	2.38E-07	4.48E-07	0.53125
650	459.6194078	200	100	2.8E-07	8.96E-07	0.3125
650	459.6194078	200	150	3.5E-07	1.34E-06	0.260416667
650	459.6194078	250	50	3.64E-07	5.6E-07	0.65
650	459.6194078	250	100	4.06E-07	1.12E-06	0.3625
650	459.6194078	250	150	4.76E-07	1.68E-06	0.283333333
650	459.6194078	250	200	5.74E-07	2.24E-06	0.25625
650	459.6194078	300	50	5.18E-07	6.72E-07	0.770833333
650	459.6194078	300	100	5.6E-07	1.34E-06	0.416666667
650	459.6194078	300	150	6.3E-07	2.02E-06	0.3125

10

20

【0032】

大小の散乱体の面積比率が同じ場合では、(表1)から青色の効率が赤よりも大きいことが分かる。そのため、輝度のバランスを取るためには2つの回折格子である格子の面積比率が、大きい散乱体：小さい散乱体 = 5 : 1 から 1 : 1 が望ましい。

【0033】

一例として、図3の二重四角格子のパターンについて述べる。L = 650 nm、 $R_1 = 250$ nm、 $R_2 = 100$ nm、大きい散乱体の面積比率：小さい散乱体の面積比率 = 1 : 1 とすると、 $I(\text{赤})/I(\text{青}) = 0.362$ となり、青の回折効率が3倍ほど大きい。よって、波長と回折効率の関係は図4(a)に示すようになる。さらに、図4(a)から分かるように、回折効率は、赤と青の波長で大きくなる他に、重なる緑の波長も大きくなる。そのため、2種の回折格子でRGBの全てを明るくすることが可能になる。

30

【0034】

また、RGBの輝度が同じ場合には、上記の回折格子をそのまま用いると輝度は向上するが、輝度の比率は $R : G : B = 0.363 : 0.363 : 1$ となりバランスが取れない。このような場合、大小の散乱体の面積比率を3 : 1程度にすれば、Rの回折効率が大きくなり、図4(b)に示すように、RGBの輝度が同程度になる。

40

【0035】

なお、図3の回折格子は、散乱体としての大きな円を配置した第1の四角格子と、散乱体としての小さな円を配置した第2の四角格子と、を有する二重四角格子として説明したが、別の見方をすれば次のように説明することもできる。即ち、X方向及びY方向にそれぞれ等しい格子間隔 ($L/\sqrt{2}$) で散乱体をそれぞれ配置して1つの四角格子が構成されている。この四角格子において、散乱体としての大きな円と小さな円は、X方向及びY方向のそれぞれに対し交互に配置されている。そして、大きな円同士が第1の四角格子を成し、小さな円同士が第2の四角格子を成すものとなっている。つまり、図3の回折格子は、X方向及びY方向の格子間隔 ($L/\sqrt{2}$) が等しい四角格子の各格子点に、2種の大きさの散乱体の何れかを配置し、且つ隣接する格子点で該散乱体の大きさが互いに異なるよ

50

うに配置して構成されたものと見なすことができる。

【0036】

次に、二重回折格子の別の例として、図5の三角格子の回折効率について簡単に述べておく。大きい円の半径を R_1 、小さい円の半径を R_2 とし、大きい円間の間隔を L とする。小さい円間の間隔は $L/3$ となる。同様に、大きい円と小さい円の間隔は、 $L/3$ となる。

【0037】

従って、この場合の赤の波長の光の回折効率は、

$$I(\text{赤}) = L^{-4} \times 12 R_1^2 \dots (4)$$

となる。同様に、青の波長の光の回折効率は、

$$I(\text{青}) = (L/3)^{-4} \times (3 R_2^2 + 9 R_1 \times R_2) \dots (5)$$

となる。

【0038】

この場合も、 L 、 R_1 、 R_2 の各値の選択により、赤の光の回折効率と青の光の回折効率を最適に設定することにより、Rの材料の輝度が低い場合であっても、RGBの輝度のバランスを保つことができる。これは、三角格子に限らず、八二カム格子など他の2次元の回折格子を組んだ際にも同様にして扱うことができる。

【0039】

このように本実施形態によれば、有機EL素子10と透明基板20との間の高屈折率層22に2種類の格子周期(例えば L と $L/2$ 、又は L と $L/3$)を持つ回折格子23を形成することにより、等価的にRGBの各色に対応した格子間隔の回折格子を形成することが可能である。そしてこの場合、RGBの各色毎に分けて回折格子を形成する必要がなく、ディスプレイ全面に一括して回折格子を形成することができる。このため、製造プロセスが簡便になり、回折格子を用いた高輝度有機ELディスプレイを実現することが可能となる。また、Rに対応する大きさの回折格子の面積比率を大きくすることで、Rの回折効率を大きくできる。これにより、RGBの輝度のバランスを保つことができ、ディスプレイの消費電力を抑制し、結果として素子の長寿命化をはかることが可能となる。

【0040】

前記図1に示した有機ELディスプレイにおける高屈折率膜上への凹凸形状は、一例として以下のような方法により作製することができる。

【0041】

まず、図6(a)に示すように、ガラス基板20に電子線レジスト60を300nm程度形成する。

【0042】

次いで、前記図3に示すような2種の回折格子を有するパターンを形成したマスクを用いて、レジスト60を電子線ビームで描画する。描画後、現像を行うことにより、図6(b)に示すようなレジストパターン61を得た。

【0043】

次いで、現像したレジストパターン61をマスクとして、 CF_4 による反応性イオンエッチング(RIE)を行う。100nm程度エッチングした後、残留したレジストパターン61を O_2 アッシングにより取り除く。これにより、図6(c)に示すように、ガラス基板20の表面に、2種の大きさの溝(回折格子)21が得られる。

【0044】

次いで、図6(d)に示すように、回折格子21が形成されたガラス基板20上に、プラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)法によりSiN膜(高屈折率層)22を500nm程度形成する。これにより、SiN膜22の表面に回折格子23が形成されることになる。

【0045】

これ以降は、スパッタリング法によりSiN膜22上にITO薄膜11を堆積して陽極を形成し、さらに正孔注入層12、発光層13及び陰極14を、蒸着法により形成するこ

10

20

30

40

50

とによって、前記図 1、図 3 に示した 2 種の回折格子を有する有機 EL ディスプレイが得られる。

【 0 0 4 6 】

ここで、正孔注入層 1 2 及び発光層 1 3 は、例えばスピンコート法やキャスト法により形成してもよい。この場合は、有機材料又は無機材料を揮発性の溶媒に溶解して原料溶液を調製し、陽極が形成された透明基板を必要に応じて回転させつつ、原料溶液を塗布して塗膜を形成した後、溶媒を蒸発させることによって薄膜が得られる。図 1 では用いていないが、電子注入層に関しても同様である。

【 0 0 4 7 】

以下、本発明を実施例によって更に詳細に説明する。なお、以下では、2 種の回折格子を形成して R G B の輝度向上の効果を簡単に評価するため、回折格子を形成した基板に、 1 cm^2 角の面積の R G B をそれぞれ形成し、回折格子を施さない場合と比較して輝度向上の評価を行った。

【 0 0 4 8 】

(実施例 1)

ガラス基板 2 0 に電子線用レジスト 6 0 (フジフィルム製 : F E P - 3 0 1) を $3 0 0 \text{ nm}$ 形成した。そして、パターンジェネレーターを装備した $5 0 \text{ kV}$ の加速電圧を持つ電子線露光装置で、レジスト 6 0 に前記図 3 のパターンを形成した。ここでは、 $L = 6 5 0 \text{ nm}$ 、 $R_1 = 2 5 0 \text{ nm}$ 、 $R_2 = 1 0 0 \text{ nm}$ 、大きい散乱体の面積比率 : 大きい散乱体の面積比率 = $1 : 1$ のパターンとした。続いて、 CF_4 流量 $3 0 \text{ sccm}$ 、圧力 $1 . 3 3 \text{ Pa}$ ($1 0 \text{ mTorr}$)、パワー $1 0 0 \text{ W}$ で 2 分間 R I E した。R I E 後、残留したレジストを O_2 アッシャーにより除去した (図 6 (c))。エッチングした深さは $1 0 0 \text{ nm}$ であった。

【 0 0 4 9 】

次いで、凹凸パターンつきガラス基板 2 0 に SiN ($n = 1 . 9$) の膜 2 2 をプラズマ C V D 法により $5 0 0 \text{ nm}$ 堆積した (図 6 (d))。 $5 0 0 \text{ nm}$ 堆積すると SiN 表面は平坦化された。そして、 SiN 膜 2 2 上に I T O 膜 1 1 をスパッタリング法により $1 5 0 \text{ nm}$ 堆積し陽極を作製した。

【 0 0 5 0 】

次に、以下のようにして R G B の各々の有機 EL 素子を作製した。

【 0 0 5 1 】

(R)

I T O 膜 1 1 上に正孔注入層 1 2 としての N , N' - ジフェニル - N , N' - b i s (3 - メチルフェニル) 1 - 1 ' ビフェニル - 4 , 4 ' ジアミン (以下 T P D) を、蒸着法により $5 0 \text{ nm}$ 形成した。そして、その上に発光層 1 3 であるトリス - (8 - ヒドロキシキノリン) アルミニウム (以下 Alq_3) に 2 % D C M 2 をドーブしたものを蒸着法により $1 0 0 \text{ nm}$ 形成した。最後に、 $\text{Mg} : \text{Ag}$ (5 %) 電極 1 4 を蒸着法により $1 5 0 \text{ nm}$ 形成して赤色素子を作製した。ピーク波長は $6 5 0 \text{ nm}$ であった。

【 0 0 5 2 】

(G)

I T O 膜 1 1 上に正孔注入層 1 2 としての T P D を、蒸着法により $5 0 \text{ nm}$ 形成した。そして、その上に発光層 1 3 である Alq_3 を蒸着法により $1 0 0 \text{ nm}$ 形成した。最後に、 $\text{Mg} : \text{Ag}$ (5 %) 電極 1 4 を蒸着法により $1 5 0 \text{ nm}$ 形成して緑色素子を作製した。ピーク波長は $5 3 0 \text{ nm}$ であった。

【 0 0 5 3 】

(B)

I T O 膜 1 1 上に正孔注入層 1 2 であるトリフェニルアミン・テトラマー (T P T E) を蒸着法により $5 0 \text{ nm}$ 形成した。そして、その上に発光層 1 3 であるピレンアダマンタン誘導体を $1 0 0 \text{ nm}$ 形成した。その上に電子注入層 (図示せず) である Alq_3 を蒸着法により $1 0 0 \text{ nm}$ 形成し、電極 1 4 である LiF (1 nm) / Al ($1 5 0 \text{ nm}$) を蒸着法により形成して青色素子を作製した。ピーク波長は $4 5 0 \text{ nm}$ であった。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

上記のようにして作製した各素子の評価を行ったところ、回折格子を形成していない場合と比較して、赤色は1.3倍、緑色は1.5倍、青色は1.7倍の輝度向上が確認された。

【 0 0 5 5 】

(実施例2)

実施例1と同様に、ガラス基板20上に電子線用レジスト60を形成し、前記図3のパターンを形成した。そのマスクパターンを用いて、 CF_4 流量30 sccm、圧力1.33 Pa (10 mTorr)、パワー100 Wで2分間RIEした。RIE後、残留したレジストパターン61を O_2 アッシャーにより除去した。これにより、図7(a)に示すように、ガラス基板20の表面に、2種の大きさの溝(回折格子)21が得られる。エッチングした深さは100 nmであった。

10

【 0 0 5 6 】

次いで、図7(b)に示すように、凹凸パターン付きガラス基板20に透明電極であるITO($n=1.9$)膜11を、スパッタリング法により300 nm堆積した。300 nm堆積すると、ITO膜11の表面は平坦化された。

【 0 0 5 7 】

次いで、図7(c)に示すように、RGBの有機EL素子の有機層13、陰極14の形成は実施例1と同様のプロセスで形成した。

【 0 0 5 8 】

上記のようにして作製した各素子の評価を行ったところ、回折格子を形成していない場合と比較して、赤色は1.25倍、緑色は1.4倍、青色は1.65倍の輝度向上が確認された。

20

【 0 0 5 9 】

(実施例3)

図8(a)に示すように、ガラス基板20にSiN($n=1.9$)膜82をプラズマCVD法により200 nm堆積した。その上に、実施例1と同様に、電子線用レジスト60を形成し、描画、現像を行うことにより、前記図3に示すパターンを有するレジストパターン61を形成した。

【 0 0 6 0 】

次いで、レジストパターン61を用いて、 CF_4 流量30 sccm、圧力1.33 Pa (10 mTorr)、パワー100 Wで10分間RIEした。RIE後、残留したレジストパターン61を O_2 アッシャーにより除去した。これにより、図8(b)に示すように、200 nmの高さのSiN膜82の回折パターンが形成された。

30

【 0 0 6 1 】

次いで、図8(c)に示すように、有機系シリカであるスピノンガラス(SOG)を200 rpmの回転数で塗布し、150 でベークすることにより、SOG膜83を300 nmの膜厚に形成した。300 nmの厚さに形成することでSOG膜83の表面は平坦化された。

【 0 0 6 2 】

次いで、 CF_4 流量30 sccm、圧力1.33 Pa (10 mTorr)、パワー100 Wで、SOG膜83を3分間RIEし、SiN膜82の表面を露出させた。これにより、図8(d)に示すように、SiNの回折パターンが形成された。

40

【 0 0 6 3 】

これ以降は、実施例1と同様のプロセスを行い、RGBの有機EL素子の陽極11、正孔注入層12、有機膜の発光層13、陰極14を形成することにより、図8(e)に示すような有機ELディスプレイが得られた。

【 0 0 6 4 】

上記のようにして作製した各素子の評価を行ったところ、回折格子を形成していない場合と比較して、赤色は1.5倍、緑色は1.7倍、青色は1.9倍の輝度向上が確認され

50

た。

【0065】

(実施例4)

ガラス基板20に電子線用レジスト60(フジフィルム製:FEP-301)を300nm形成した(図6(a))。そして、パターンジェネレーターを装備した50kVの加速電圧を持つ電子線露光装置で、前記図5の三角格子状のパターン(レジストパターン61)を形成した(図6(b))。そのマスクパターンを用いて、CF₄流量30sccm、圧力1.33Pa(10mTorr)、パワー100Wで2分間RIEした。RIE後、残留したレジストをO₂アッシャーにより除去した(図6(c))。エッチングした深さは100nmであった。

10

【0066】

凹凸パターン付きガラス基板20上に、SiN(n=1.9)の膜22をプラズマCVD法により500nm堆積した(図6(d))。500nm堆積するとSiN表面は平坦化された。そして、SiN膜22上にITO膜をスパッタリング法により150nm堆積し陽極11を作製した。

【0067】

その後、RGBの有機EL素子の正孔注入層12、有機膜の発光層13、陰極14の形成は実施例1と同様のプロセスで行った。

【0068】

上記のようにして作製した各素子の評価を行ったところ、回折格子を形成していない場合と比較して、赤色は1.3倍、緑色は1.35倍、青色は1.7倍の輝度向上が確認された。

20

【0069】

(実施例5)

ここでは、RGBの輝度のバランスの制御について述べる。

【0070】

実施例1に示したRGBそれぞれの有機EL素子において、回折格子を形成していない各々の素子に対する投入電力を同一にした場合、輝度の割合はRGB=0.5:1:1となる。

【0071】

ガラス基板20上に実施例1と同様に、電子線用レジスト60を形成し、電子線露光装置を用いてレジストパターン61を形成した。形成した基本的な回折パターンは前記図3と同様であるが、大きい散乱体の面積比率:大きい散乱体の面積比率=3:1にしてパターンを形成した。

30

【0072】

そのマスクパターンを用いて、CF₄流量30sccm、圧力1.33Pa(10mTorr)、パワー100Wでガラス基板20の表面を3分間RIEした。RIE後、残留したレジストパターン61をO₂アッシャーにより除去した、エッチングした深さは150nmであった。

【0073】

凹凸パターン付きガラス基板20にSiN(n=1.9)の膜22をプラズマCVD法により500nm堆積した。500nm堆積するとSiN表面は平坦化された。そして、SiN膜22上にITO膜をスパッタリング法により150nm堆積し、陽極11を作製した。その後、RGBの有機EL素子の正孔注入層12、有機膜の発光層13、陰極14の形成は、実施例1と同様のプロセスで行った。

40

【0074】

上記のようにして作製した各素子の評価を行ったところ、RGBそれぞれの有機EL素子の投入電力を同一にした場合、輝度の割合はR:G:B=1:0.95:0.95であった。このように2種の回折格子パターンを形成することにより、RGBの輝度のバランスが大幅に改善された。

50

【 0 0 7 5 】

(変形例)

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。実施形態では、回折格子の配列を四角格子又は三角格子としたが、これ以外にも格子周期が異なる2種の配列が可能な2次元の回折格子に適用することができる。

【 0 0 7 6 】

また、実施形態においては回折格子の2種の格子周期として、一方を650nm、他方を460nm或いは375nmとしたが、一方が赤色近傍の600~700nmに対応した長さであり、他方が青、青紫、紫外近傍の350~460nmに対応した長さであればよい。さらに、2種の格子周期を有する回折格子において、格子周期が長い方に対応する散乱体の面積と格子周期が短い方に対応する散乱体の面積との比率は仕様に応じて適宜変更可能である。一般的には、5:1から1:1の範囲とすればよい。

10

【 0 0 7 7 】

また、有機EL素子の構成は前記図1に何ら限定されるものではなく、仕様に応じて適宜変更可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 8 】

【図1】本発明の一実施形態に係わる有機ELディスプレイの概略構造を示す断面図。

【図2】回折格子による光取り出しを説明するための断面図。

20

【図3】2種の大きさのパターンの回折格子の一例を示す平面図。

【図4】波長と回折効率との関係を示す特性図。

【図5】2種の大きさのパターンの回折格子の他の例を示す平面図。

【図6】実施例1に係わる有機ELディスプレイの製造工程を示す断面図。

【図7】実施例2に係わる有機ELディスプレイの製造工程を示す断面図。

【図8】実施例3に係わる有機ELディスプレイの製造工程を示す断面図。

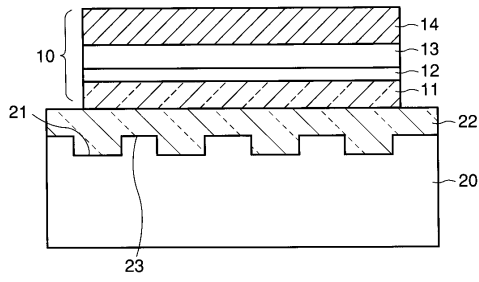
【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

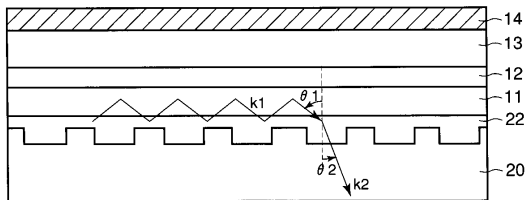
- 10 ... 有機EL素子
- 11 ... 透明電極 (陽極)
- 12 ... 正孔注入層 (正孔輸送層)
- 13 ... 有機膜 (発光層)
- 14 ... 陰極
- 20 ... ガラス基板 (透明基板)
- 21, 23 ... 回折格子
- 22, 82 ... SiN膜 (高屈折率層)
- 60 ... レジスト
- 61 ... レジストパターン
- 83 ... SOG膜

30

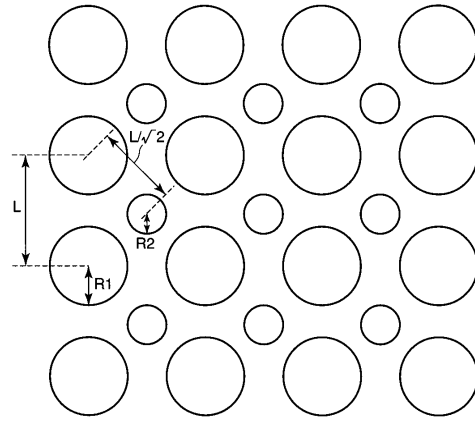
【 図 1 】



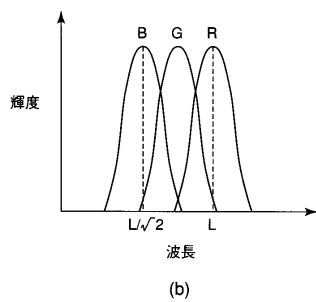
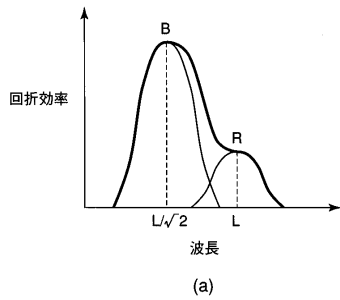
【 図 2 】



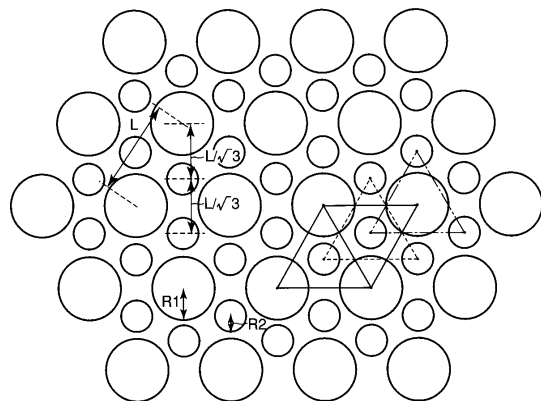
【 図 3 】



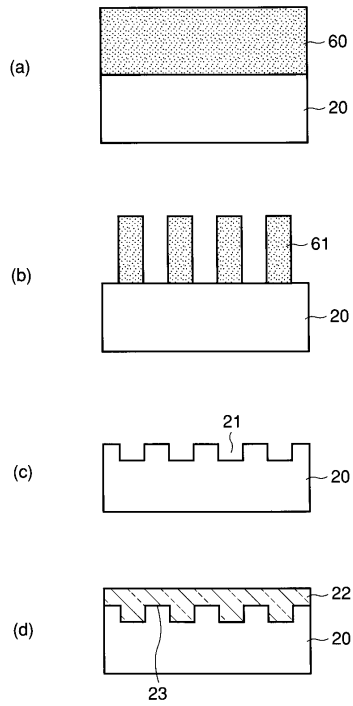
【 図 4 】



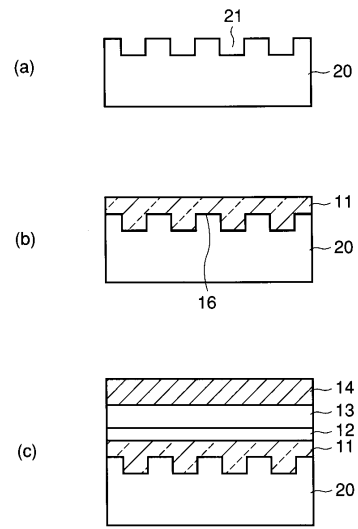
【 図 5 】



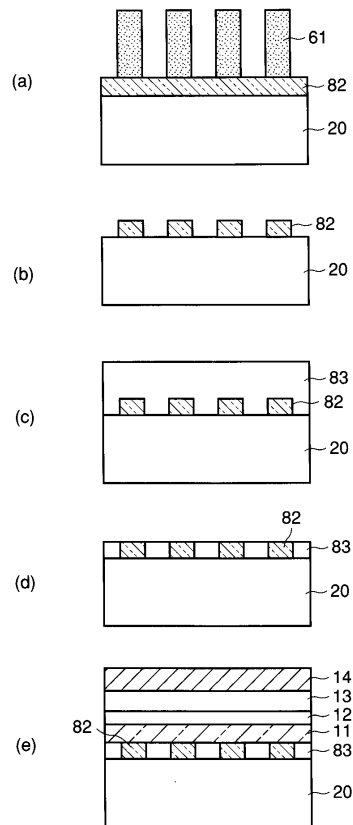
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (72)発明者 藤本 明
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 浅川 鋼児
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 中西 務
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

審査官 渡邊 勇

- (56)参考文献 特開2003-109749(JP,A)
特開2003-115377(JP,A)
特開2006-128011(JP,A)
特開2004-335301(JP,A)
特開2003-163075(JP,A)
特開2005-174700(JP,A)
国際公開第2004/086821(WO,A1)
米国特許出願公開第2006/0024011(US,A1)
米国特許第6680799(US,B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|-------|---|-------|
| H05B | 33/02 | - | 33/28 |
| H01L | 51/50 | | |

专利名称(译)	有机EL显示屏		
公开(公告)号	JP4410123B2	公开(公告)日	2010-02-03
申请号	JP2005034582	申请日	2005-02-10
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	东芝公司		
当前申请(专利权)人(译)	东芝公司		
[标]发明人	藤本明 浅川 鋼児 中西 務		
发明人	藤本 明 浅川 鋼児 中西 務		
IPC分类号	H05B33/02 G02B5/18 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5262 H01L27/3211		
FI分类号	H05B33/02 G02B5/18 H05B33/14.A		
F-TERM分类号	2H049/AA03 2H049/AA13 2H049/AA37 2H049/AA60 2H249/AA03 2H249/AA13 2H249/AA37 2H249/AA60 3K007/AB02 3K007/AB04 3K007/AB18 3K007/BB06 3K007/DB03 3K007/EA00 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC05 3K107/CC08 3K107/CC14 3K107/CC45 3K107/DD18 3K107/EE31 3K107/FF15		
代理人(译)	河野 哲 中村 诚		
审查员(译)	渡边 勇		
其他公开文献	JP2006221976A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：能够共同形成对应于所有RGB的间隔的衍射光栅，并简化制造工艺并降低制造成本。 解决方案：在包括透明基板20，形成在透明基板20上的缓冲层22和形成在缓冲层22上的有机EL元件10的有机EL显示器中，缓冲层22是有机的具有两个不同光栅周期的二维衍射光栅形成在基板侧的缓冲层22的表面上，由折射率等于EL元件10的透明电极11的材料制成。 [选图]图1

L (nm)	$L/\sqrt{2}$ (nm)	R1 (nm)	R2 (nm)	I(赤)	I(青)	I(赤)/I(青)
650	459.6194078	150	50	1.4E-07	3.36E-07	0.416666667
650	459.6194078	150	100	1.82E-07	6.72E-07	0.270833333
650	459.6194078	200	50	2.38E-07	4.48E-07	0.53125
650	459.6194078	200	100	2.8E-07	8.96E-07	0.3125
650	459.6194078	200	150	3.5E-07	1.34E-06	0.260416667
650	459.6194078	250	50	3.64E-07	5.6E-07	0.65
650	459.6194078	250	100	4.06E-07	1.12E-06	0.3625
650	459.6194078	250	150	4.76E-07	1.68E-06	0.283333333
650	459.6194078	250	200	5.74E-07	2.24E-06	0.25625
650	459.6194078	300	50	5.18E-07	6.72E-07	0.770833333
650	459.6194078	300	100	5.6E-07	1.34E-06	0.416666667
650	459.6194078	300	150	6.3E-07	2.02E-06	0.3125