

(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2010-186613

(P2010-186613A)

(43) 公開日 平成22年8月26日(2010.8.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/02 (2006.01)	H05B 33/02	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-29296 (P2009-29296)
 (22) 出願日 平成21年2月12日 (2009.2.12)

(71) 出願人 502356528
 株式会社 日立ディスプレイズ
 千葉県茂原市早野3300番地
 (71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100083552
 弁理士 秋田 収喜
 (74) 代理人 100103746
 弁理士 近野 恵一
 (72) 発明者 増田 和人
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
 式会社日立製作所日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光素子及びその作製方法、並びに表示装置

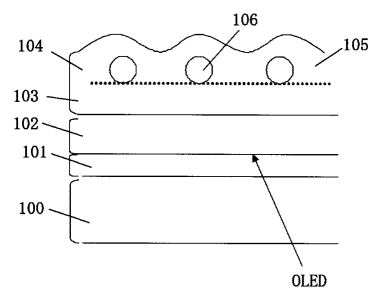
(57) 【要約】

【課題】 光取出し効果の大きい、高効率で長寿命な有機発光素子を低コストで提供する。

【解決手段】 基板上に、前記基板側から第1の電極、発光層、第2の電極が積層され、前記第2の電極が透明電極であり、前記透明電極から光を取り出す有機発光素子において、前記透明電極の光を取り出す側に、前記透明電極と同じ材料の透明層と、屈折率が前記透明電極の屈折率以上の複数の粒子とで構成され、前記透明電極とは反対側の表面が凹凸に形成された高屈折率凹凸層を有する。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板上に、前記基板側から第 1 の電極、発光層、第 2 の電極が積層され、前記第 2 の電極が透明電極であり、前記透明電極から光を取り出す有機発光素子において、

前記透明電極の光を取り出す側に、前記透明電極と同じ材料の透明層と、屈折率が前記透明電極の屈折率以上の複数の粒子とで構成され、前記透明電極とは反対側の表面が凹凸に形成された高屈折率凹凸層を有することを特徴とする有機発光素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の有機発光素子において、

前記粒子は、前記透明電極と同じ材料であることを特徴とする有機発光素子。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の有機発光素子において、

前記粒子の屈折率は、前記透明電極の屈折率以上 2 . 5 以下であることを特徴とする有機発光素子。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の有機発光素子において、

前記粒子の粒子径は、100nm ~ 2 μm の範囲であることを特徴とする有機発光素子。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の有機発光素子において、

前記透明層の膜厚は、前記粒子径以上で、前記粒子径の 2 倍以下であることを特徴とする有機発光素子。

20

【請求項 6】

請求項 1 に記載の有機発光素子において、

前記高屈折率凹凸層の凹凸の高さは、50nm ~ 800nm の範囲であることを特徴とする有機発光素子。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の有機発光素子において、

前記高屈折率凹凸層の凹凸のアスペクト比（直径/高さ）は、2 ~ 10 の範囲であることを特徴とする有機発光素子。

30

【請求項 8】

基板上に、前記基板側から第 1 の電極、発光層、第 2 の電極が積層され、前記第 2 の電極が透明電極であり、前記透明電極から光を取り出す有機発光素子の作製方法において、

前記透明電極の光を取り出す側に、前記透明電極とは反対側の表面が凹凸となる高屈折率凹凸層を形成する工程を有し、

前記高屈折率凹凸層を形成する工程は、

（a）前記透明電極の光を取り出す側に、屈折率が前記透明電極以上の複数の粒子を塗布する工程と、

（b）前記粒子の光を取り出す側に、前記粒子を覆うようにして前記透明電極と同じ材料の透明層を形成する工程と、

40

を含むことを特徴とする有機発光素子の作製方法。

【請求項 9】

基板上に、前記基板側から第 1 の電極、発光層、第 2 の電極が積層され、前記第 2 の電極が透明電極であり、前記透明電極から光を取り出す有機発光素子において、

前記透明電極は、第 1 の透明層と、前記第 1 の透明層上に形成され、屈折率が前記第 1 の透明層の屈折率以上の複数の粒子と、前記第 1 の透明層上に前記複数の粒子を覆うようにして形成され、前記第 1 の透明層と同じ材料からなる第 2 の透明層とで構成され、前記基板側とは反対側の表面が凹凸になっていることを特徴とする有機発光素子。

【請求項 10】

請求項 1 又は請求項 9 に記載の有機発光素子を具備することを特徴とする表示装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、低消費電力でかつ長寿命を両立する有機発光素子及びその作製方法、並びにそれを用いた表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光素子は、自発光であるため、表示装置に用いた場合、バックライトが不要であることから、薄型、軽量の特長を有する。さらに、有機発光素子は視野角が広く、応答速度が速い特徴を有しており、動画表示装置として適している。また、視野角が広く、面発光であることから、照明等の発光装置としても適している。また、有機発光素子は、下部電極、キャリア輸送層、発光層、上部電極を積層した構造となっており、例えば、下部電極から電子輸送層を通して発光層に注入された電子と、上部電極から正孔輸送層を通して発光層に注入された正孔との再結合によって発光する。

10

【0003】

発光した光を透明な上部電極から取り出すトップエミッション構造の有機発光素子が知られており、このトップエミッション構造の場合、光取出し電極として用いる透明電極（上部電極）は、光取出し層である空気と比べて屈折率が高い。そのため、発光層で発光した光が空気層へ出射される強度は20%程度といわれており、発光光の大部分は透明電極と空気層の界面で全反射されて、透明電極層を導波する。そのため、低消費電力な有機発光素子を実現するには、有機発光素子の導波による損失を低減し、光取出し効率を向上することが重要である。

20

【0004】

また、有機発光素子を高効率化する事により、一定輝度を得るのに必要な電流値を低下させる事が可能となる。有機発光素子の寿命は、駆動電流の逆数のべき乗に比例する事が知られており、高効率化による低電流駆動は有機発光素子の長寿命化につながる。

【0005】

光取出し効率向上の課題に対して、特許文献1には、透明電極の光取出し側に透明層と光拡散層を設ける構造が開示されている。特許文献1では、透明層及び光拡散層のマトリクスとして、有機層より高屈折率な樹脂を用いている。また樹脂を用い光拡散層としてレンズ構造や物理的な凹凸面を形成して有機発光素子の光を拡散して空気層へと取り出す構造を開示している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-296429号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記の特許文献1のような、透明層および光拡散層を有する構造の有機発光素子は、光拡散層を有していない有機発光素子より発光光を多く取り出すことができる。しかし、透明層および光拡散層には樹脂が用いられており、樹脂の屈折率は最大で1.75である。樹脂としては高屈折率ではあるが、透明電極として用いられる屈折率約2.0の酸化インジウムスズ（ITO）や酸化インジウム亜鉛（IZO）より小さい。そのため、透明電極と樹脂界面において全反射角が存在するので光取出し効果が小さい。という課題がある。

40

【0008】

また、樹脂を用いてレンズ構造や凹凸構造の光拡散層を形成するため、周期的な凹凸構造を転写させる工程や、新たな作製装置設備が必要であるため高コストになってしまう課題もある。

【0009】

50

本発明の目的は、透明電極から光を取り出すトップエミッション構造の有機発光素子において、透明電極と光拡散層界面の全反射角をなくし、光取出し効果の大きい、高効率で長寿命な有機発光素子を低コストで提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0011】

前記課題を解決するため、本発明に係る有機発光素子は、

基板上に、前記基板側から第1の電極、発光層、第2の電極が積層され、前記第2の電極が透明電極であり、前記透明電極から光を取り出す有機発光素子において、

前記透明電極の光を取り出す側に、前記透明電極と同じ材料の透明層と、屈折率が前記透明電極の屈折率以上で2.5以下の複数の粒子とで構成され、前記透明電極とは反対側の表面が凹凸に形成された高屈折率凹凸層を有することを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る有機発光素子の作製方法は、

基板上に、前記基板側から第1の電極、発光層、第2の電極が積層され、前記第2の電極が透明電極であり、前記透明電極から光を取り出す有機発光素子の作製方法において、

前記透明電極の光を取り出す側に、前記透明電極とは反対側の表面が凹凸となる高屈折率凹凸層を形成する工程を有し、

前記高屈折率凹凸層を形成する工程は、

(a) 前記透明電極の光を取り出す側に、屈折率が前記透明電極以上の複数の粒子を塗布する工程と、

(b) 前記粒子の光を取り出す側に、前記粒子を覆うようにして前記透明電極と同じ材料の透明層を形成する工程と、

を含むことを特徴とする。

【0013】

上記構成、及び作製方法で得られたトップエミッション構造の有機発光素子は、透明電極と透明層は同じ材料を用いること、粒子の屈折率は透明電極の屈折率以上であることから、透明電極と高屈折率凹凸層との間に全反射角は存在しない。また、粒子と透明層により形成された凹凸形状を有することから、空気層への光取り出し効果が大きい有機発光素子を得ることができる。また前記透明層の形成は透明電極を形成した材料及び装置を用いるので、凹凸構造を転写する工程や、そのための製造装置が不要である。したがって光取出し効果の大きく、高効率で長寿命な有機発光素子を低コストで得ることができる。

【0014】

可視光の波長は400~800nmであり、通常の画像表示装置に用いられる青色発光波長はおよそ400nm以上であり、赤色発光の波長はおよそ700nm以下である。凹凸の高さが光の波長の1/10以下であると、屈折率が非常に短い距離で変化し、屈折率勾配としての効果がなくなるのと同じ原理により、凹凸の効果がなくなる。凹凸の効果は凹凸の大きさの2乗で効く。従って凹凸の効果をj得るための凹凸の高さは、光の波長の1/5以上が必要である。一方、平均高さが高すぎる場合には、屈折率勾配の効果がなくなる。そのため、平均高さは、光が凹凸の形を全く認識しない高さである光の波長の1以下程度であることが要求される。よって、凹凸の高さは、およそ50nm以上800nm以下の範囲内に規定される。

【0015】

本発明の高屈折率凹凸層は、複数の粒子と透明層からなり、複数の粒子の上に透明層を形成することから、凹凸形状は、粒子径、粒子間距離、透明層の膜厚によって決定される。本発明の高屈折率凹凸層に平坦な部分があるとその平坦な部分で光取出し効果が小さくなってしまいうことも考慮する必要がある。空気層への光取出し効果をj得るため、高屈折率凹凸層の凹凸形状は、平坦な部分が極力少ないこと、およそ50nm以上800nm以下

の凹凸形状であること、が要求される。

【0016】

粒子を透明電極上に塗布すると、粒子は様々な配置を形成する。大別すると、粒子同士接触している状態と、粒子同士が接触していない状態がある。

粒子同士が接触している状態の上に、透明層を薄い（例えば、粒子径以下）膜厚で形成すると、粒子径の半分の高さの凹凸層が形成される。また、粒子同士が接触した上に、透明層を厚く（例えば粒子径の2倍以上）形成すると、粒子の凹凸形状が平坦化され、粒子径の半分以上の高さの凹凸層になってしまう。

粒子同士が接触していない状態で、粒子同士が離れすぎていて、粒子が存在していない平坦な透明電極の上に透明層を形成すると、平坦になってしまう。

10

【0017】

以上のことを考慮し、粒子径は100nm以上、2μm以下、粒子間距離は粒子径の1倍以上3倍以下、透明層の膜厚は粒子径の1倍以上2倍以下が適当である。

【0018】

高屈折率凹凸層に形成される凹凸形状は、光の散乱、またはレンズ的集光効果によって光取出し効果があればよく、形状の限定はない。光の散乱、またはレンズ的集光効果を得るための好ましいアスペクト比（直径／高さ）は2（半球の形状）以上で、平坦すぎないアスペクト比10以下が望ましい。

本発明の前記並びにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかになるであろう。

20

【発明の効果】

【0019】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

本発明によれば、光取出し効果の高い、トップエミッション構造の有機発光素子を低コストで得ることができる。そのため有機発光素子を用いた有機発光表示装置、あるいは有機表示装置の低消費電力化を実現することができる。

【0020】

また、本発明によれば、光取出し効率向上により、駆動電流の低電流化が可能となり、有機発光素子を用いた有機発光表示装置及び有機発光照明装置の長寿命化を図ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の有機発光素子の断面概略構成図である。

【図2】本発明で作製される有機発光素子の透明層を形成する直前の断面概略構成図である。

【図3】本発明の粒子間の距離が粒子径と同じである部分の断面概略構成図である。

【図4】本発明の粒子間の距離が粒子径の2倍である部分の断面概略構成図である。

【図5】本発明の粒子間の距離が粒子径の3倍である部分の断面概略構成図である。

【図6】本発明の高屈折率凹凸層を有した画像表示装置の画素の断面概略構成図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0022】

〔実施例1〕

以下、本発明の実施例について、図1、図2、図3、図4、図5を用いて説明する。

本実施例の有機発光素子の構成について図1を用いて述べる。図1は本発明の有機発光素子を示した断面概略構成図である。

【0023】

本実施例の有機発光素子OLEDは、基板100の上に、この基板100側から、下部電極101、発光層102、上部電極である透明電極103、高屈折率凹凸層104がこの順番で順次積層され、高屈折率凹凸層104は、透明層105、及び複数の粒子106

50

で構成され、透明電極 103 側とは反対側の表面が凹凸形状になっている。図 1 に示す有機発光素子 O L E D は、上部電極である透明電極 103 から光を取り出すトップエミッション構造の有機発光素子である。

【0024】

基板 100 は、例えば透明材料である石英、ガラス板、ポリエステル、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、ポリサルホン等のプラスチックフィルムやシート等が用いられる。本実施例の有機発光素子 O L E D はトップエミッション構造であり、基板 100 から光を取り出さないで、透明な材質に限定しない。例えば金属薄板に SiO_2 (酸化シリコン膜) を皮膜した基板を用いてもよい。

【0025】

次に、本実施例の有機発光素子 O L E D の作製方法について図 1 を用いて説明する。

まず、基板 100 の上に下部電極 101 を形成する。下部電極 101 としては、例えば L i F と A l の積層体を用いた。また、これらの材料に限られるわけではない。L i F の代わりには、C s 化合物、B a 化合物、C a 化合物などや電子輸送材料と L i 、C s などのアルカリ金属、アルカリ土類金属や電子供与性の有機材料を共蒸着した材料を用いることができる。下部電極 101 は本実施例において陰極電極であり、その形成は、M o 製昇華ポートに A l 、L i F の原料をそれぞれ約 10 m g , 約 5 m g 入れ、先ず膜厚 100 n m の A l を $10.0 \pm 0.05 \text{ nm/sec}$ に制御して蒸着した。その後、膜厚 0.5 n m の L i F を $0.01 \pm 0.005 \text{ nm/sec}$ に制御して蒸着した。このときのパターンはシャドウマスクを用いて形成した。

【0026】

次に、下部電極 101 の上に発光層 102 を形成する。発光層 102 は、下部電極 101 側から順に、少なくとも電子輸送層、E M L 層、正孔輸送層を有する層を指す。

発光層 102 の作製としては、まず、下部電極 101 の上に、電子輸送層を形成する。電子輸送層は真空蒸着法により膜厚 20 n m の A l q 膜を形成する。このとき、M o 製昇華ボードに原料を約 40 m g 入れ、蒸着速度を $0.15 \pm 0.05 \text{ nm/sec}$ に制御して蒸着した。このときのパターンはシャドウマスクを用いて形成した。

【0027】

次に、E M L 層を形成する。本実施例において E M L 層は、青色発光、緑色発光、赤色発光を用いた例について述べるが、特に発光色を限定しない。

青色発光の E M L 層の場合は、真空蒸着法にて膜厚 40 n m のジスチリルアリーレン誘導体膜 (以下、D P V B i と略記) を形成する。M o 製昇華ポートに D P V B i の原料を、それぞれ約 40 m g 入れ、蒸着速度をそれぞれ $0.40 \pm 0.05 \text{ nm/sec}$ に制御して蒸着する。

【0028】

緑色発光の E M L 層の場合は、2 元同時真空蒸着法にて、膜厚 20 n m のトリス (8 - キノリノール) アルミニウムとキナクリドンの共蒸着膜 (以下、それぞれ A l q 、Q c と称する。) を形成する。2 個の M o 製昇華ボードに A l q 、Q c の原料を、それぞれ約 40 m g 、約 10 m g ずつ入れ、蒸着速度を、それぞれ $0.40 \pm 0.05 \text{ nm/sec}$ 、 $0.01 \pm 0.005 \text{ nm/sec}$ に制御して蒸着する。A l q + Q c 共蒸着膜は緑色発光層として機能する。

【0029】

赤色発光の E M L 層の場合は、二元同時真空蒸着法にて、膜厚 40 n m の A l q とナイルレッドの共蒸着膜 (以下、N r と略記) を形成する。2 個の M o 製昇華ポートに A l q 、N r の原料を、それぞれ約 10 m g , 約 5 m g 入れ、蒸着速度をそれぞれ $0.40 \pm 0.05 \text{ nm/sec}$, $0.01 \pm 0.005 \text{ nm/sec}$ に制御して蒸着する。このときのパターンはシャドウマスクを用いて形成する。

【0030】

次に、E M L 層の上に正孔輸送層を形成する。正孔輸送層は真空蒸着法により膜厚 50 n m の α - N P D によって形成した。M o 製昇華ボードに α - N P D を約 60 m g 入れ、

10

20

30

40

50

α -NPD膜の形成は蒸着速度を $0.15 \pm 0.05 \text{ nm/sec}$ に制御して蒸着する。このときのパターンはシャドウマスクを用いて形成した。

本実施例では蒸着法で形成した例を述べたが、発光層102の形成方法は蒸着法に限定するものではなく、塗布法で形成された発光層102でもよい。

【0031】

次に、下部電極101上に発光層102を形成した後、発光層102の上に上部電極として透明電極103を形成する。透明電極103には屈折率が約2.0の透明な導電性材料であるITO (Indium Tin Oxide)を用いた。ITOはスパッタ法で形成した。ITOからなる透明電極103は、陽極電極として機能する。

【0032】

次に、透明電極103の上に高屈折率凹凸層104を形成する。高屈折率凹凸層104は透明層105と複数の粒子106とで構成される。

本発明の特徴は、高屈折率凹凸層104に、透明電極103以上の屈折率を有する粒子106を用いることと、透明電極103と同じ材料の透明層105を用いることである。

【0033】

高屈折率凹凸層104の作製方法としては、まず、透明電極103上に複数の粒子106を塗布する。粒子106の塗布法としては、インクジェット法、印刷法、スプレー法などの方法が適用可能である。溶媒としては、芳香族系、アルコール系などの極性溶媒の混合溶媒を用いることができる。もちろん、芳香族系溶媒、アルコール系などの極性溶媒単独でも使用可能である。インクジェット法で形成する場合には、溶液(インク)の粘度は $1 - 20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ が望ましい。溶液の固形分濃度の制約は特になく、複数の粒子106を透明電極103上に分散できるような固形分濃度であればよい。

【0034】

本実施例では、スピンコート法で複数の粒子106を塗布した方法について述べる。粒子106には屈折率が約2.4のチタン酸バリウム(BaTiO_3)を用いた。 BaTiO_3 の平均粒子径は約 100 nm である。

【0035】

BaTiO_3 とイソプロピルアルコール(IPA)とを混合し固形分約4%の塗布液を作製する。作製した塗布液にスターラーや超音波振動機、またはホモジナイザーなどを用いて塗布液を振動させ、粒子を十分に分散させた。塗布液と、透明電極103まで形成した基板100を露点 -90°C 雰囲気グローブボックスに搬送する。グローブボックス内で透明電極103の上に塗布液をスピンコート法(回転数 1600 rpm)で塗布した。透明電極103上に塗布液を滴下する際に、粒子の凝集物は異物を除去するために $1.2 \mu\text{m}$ のフィルターを用いた。

【0036】

次に、透明電極103に複数の粒子106を塗布した後、ホットプレートで 70°C 、10分のベーキングを施し、IPA溶媒を完全に除去した。粒子106が塗布された基板100を外気に触れないように、透明電極103を形成したITOスパッタ装置へ搬送する。好ましい搬送する環境は 1×10^{-4} 以下である。

【0037】

次に、透明層105を形成する。透明層105には透明電極103と同じITOを用いた。透明層105は、透明電極103を形成するときに使用したITOスパッタ装置で形成した。スパッタ法としては通常のスパッタ粒子の多重散乱がある等方性スパッタ法を用いた。

【0038】

図2は、透明層105を形成する直前の基板100の概略構成図である。透明電極103上に複数の粒子106が分散された状態の上に、粒子106を覆うことのできる膜厚、約 150 nm で透明層105形成した。通常ITOのスパッタは等方性であるため、スパッタ粒子の多重散乱があるために粒子106を覆い、かつ粒子106の形状、粒子106の配置間隔に沿った形状のゆるやかな曲面を有する凹凸形状を形成することができる。

10

20

30

40

50

以上の作製方法によって図 1 に示す有機発光素子 O L E D を作製した。

図 1 で透明電極 1 0 3 と透明層 1 0 5 との境を点線で記したが、透明電極 1 0 3 と透明層 1 0 5 は同じ物質で形成するため、光学的及び物理的な境界は存在しない。

【 0 0 3 9 】

ここで、発光層 1 0 2 で発生した光は、粒子 1 0 6 に到達する光と、透明層 1 0 5 の表面の凹凸形状へ到達する光の 2 通りがある。

粒子 1 0 6 に到達する光は、透明電極 1 0 3 から粒子 1 0 6 へ、または、透明電極 1 0 3 から透明層 1 0 5 を通過して、粒子 1 0 6 へ到達する。粒子 1 0 6 に到達した光は、透明電極 1 0 3 より高屈折率である粒子の中に入射する。

粒子 1 0 6 の屈折率が透明層 1 0 5 より低屈折率であった場合、透明層 1 0 5 と粒子 1 0 6 との界面に全反射角が存在してしまうので、発光層 1 0 2 の発光光を空気層方向へ取り出す効果が低下する。また、粒子 1 0 6 の屈折率が例えば 2 . 5 より高い屈折率であった場合、粒子 1 0 6 と透明層 1 0 5 との屈折率差が大きいために、粒子 1 0 6 内に入射された光は閉じ込められてしまい、空気層方向への取出し効果が低下する。そのため、粒子 1 0 6 の屈折率は、透明電極 1 0 3 と透明層 1 0 5 と同等である 2 . 0 以上 2 . 5 以下の屈折率が適当である。屈折率が 2 . 0 より大きくて 2 . 5 以下の粒子は、 $BaTiO_3$ の他に、例えば TiO_2 (屈折率 2 . 5)、 ZnS (屈折率 2 . 4) などがあり、それらを本実施例に用いても同様の効果がある。

【 0 0 4 0 】

本実施例の高屈折率凹凸層 1 0 4 には、粒子 1 0 6 に $BaTiO_3$ (屈折率 2 . 4)、透明層 1 0 5 に ITO (屈折率 2 . 0) を用いるので、粒子 1 0 6 と透明層 1 0 5 の体積比から算出される平均屈折率は、透明電極 1 0 3 より大きい。図 3 に示した空隙 1 0 7 が存在し、その空隙 1 0 7 の屈折率は 1 . 0 であるが、高屈折率凹凸層 1 0 4 に対する空隙 1 0 7 の体積比率は小さいので、高屈折率凹凸層 1 0 4 の平均屈折率は透明電極 1 0 3 より大きく、空隙 1 0 7 が光取出し効果に与える影響は小さい。

【 0 0 4 1 】

粒子 1 0 6 から出射された光、または粒子 1 0 6 に接触せずに空気層方向へ進んだ光は、高屈折率凹凸層 1 0 4 (透明層 1 0 5) の表面の凹凸形状に到達する。凹凸形状に到達した光は、凹凸形状により散乱または曲線を有する凹凸によるマイクロレンズ的集光効果により空気層へ取り出すことができる。その結果光取出し効果が大きく発光効率の高い有機発光素子 O L E D を得ることができる。

【 0 0 4 2 】

高屈折率凹凸層 1 0 4 の凹凸形状について、図 3、図 4、図 5 に示した粒子径 B 、粒子間距離 (配置ピッチ) A 、粒子 1 0 6 を覆う透明層 1 0 5 の膜厚 C 、を用いて述べる。図 3、図 4、図 5 は高屈折率凹凸層の断面概略構成図であり、透明電極 1 0 3 の光取出し側の粒子 1 0 6 と、透明層 1 0 5 とで形成された凹凸状態を示す。

【 0 0 4 3 】

凹凸形状は、粒子 1 0 6 の形状と、粒子 1 0 6 同士の間隔 A と、粒子 1 0 6 を覆う透明層 1 0 5 の膜厚 C によって形成される。粒子 1 0 6 を透明電極 1 0 3 上に均一に、かつ同じ間隔で分散及び配置することは非常に困難である。本実施例の塗布液及びスピンコート法で得られた透明電極 1 0 3 上の粒子 1 0 6 の配置としては、図 3、図 4、図 5 に示す粒子配置が存在する。

図 3 は、粒子 1 0 6 が密着している状態を示し、粒子間距離 A は粒子径 B と等しい状態 ($A = B$) を示す。

図 4 は、粒子 1 0 6 間に粒子 1 0 6 が約 1 個分空いた状態を示し、粒子間距離 A は粒子径 B の約 2 倍の距離である状態 ($A = 2 B$) を示す。

図 5 は、粒子 1 0 6 間に粒子 1 0 6 が約 2 個分空いた状態を示し、粒子間距離 A は粒子径 B の約 3 倍の距離である状態 ($A = 3 B$) を示す。

【 0 0 4 4 】

図 3、図 4、図 5 に示す粒子 1 0 6 の上に透明層 1 0 5 を形成すると、透明層 1 0 5 は

粒子 106 の形状に沿った形状を形成するため、透明電極 103 側とは反対側の表面が曲線を有する凹凸形状となる。

透明層 105 と空気層との界面に透明層 105 の凹凸が形成されるため、凹凸による光の散乱、またはマイクロレンズ的な集光効果により有機発光素子 OLED の光を空気層へ取り出す効果が大きくすることができる。

【0045】

光取り出し効果を向上するため、透明層 105 の空気層を接触する面には凹凸形状が必要である。粒子 106 の配置が図 3 に示すような場合で、透明層 105 として用いる ITO を例えば粒子径の 3 倍以上厚く形成した場合、通常の ITO スパッタは等方性であるため粒子 106 の凹凸を平坦化してしまい、光の散乱またはマイクロレンズ的な集光効果が小さくなる。

10

また、粒子 106 の粒子間隔 A が粒子径の 3 倍以上と大きく、例えば透明層 105 の膜厚を粒子径より薄くする（粒子径の半分以下とする）場合、透明電極 103 の平坦な形状に沿った、平坦な透明層 105 が形成されてしまい、光の散乱またはマイクロレンズ的な集光効果が小さくなる。

【0046】

図 3、図 4、図 5 に示す粒子配置状態が存在していても平坦な部分を極力減少させ、光の散乱、またはマイクロレンズ的な集光効果を得るために、粒子間の距離 A が粒子径の 1 倍以上、3 倍以下、透明層 105 の膜厚は粒子径の 1 倍以上、2 倍以下とすることで、図 3、図 4、図 5 に示す粒子配置状態が存在していても平坦な部分を極力減少した、凹凸形状を形成することができる。本実施例で形成された凹凸形状の平均高さは約 80 nm であった。

20

【0047】

本実施例の高屈折率凹凸層 104 は、透明層 105 に透明電極 103 と同じ物質（ITO）を用いているため、透明電極 103 からの光は粒子 106 を介して、または直接、凹凸層まで到達することができる。凹凸層まで到達した光は、その凹凸形状により光の散乱、または曲面であることからマイクロレンズ的な集光効果により空気層へと取り出すことが可能となる。

【0048】

本実施例で得た有機発光素子 OLED の発光効率は、平坦な透明電極 103 のみの有機発光素子と比較して約 1.6 倍の効率を得ることができた。

30

【0049】

本発明は、上部の透明電極 103 から光を取り出すトップエミッション構造の有機発光素子 OLED において、透明電極 103 の上に、透明電極 103 と同じ物質の透明層 105 と、屈折率が透明電極 103 以上で 2.5 以下の高屈折率な複数の粒子 106 とからなる高屈折率凹凸層 104 を有することを特徴とする。

本実施例のトップエミッション構造の有機発光素子 OLED 及び作製方法により、損失していた透明電極 103 での導波光を空気層へ取り出すことができる。その結果、高効率で長寿命なトップエミッション構造の有機発光素子 OLED を低コストで得ることができる。また、本発明で作製した有機発光素子 OLED を用いて、アクティブ及びパッシブ駆動の有機発光表示装置や、液晶パネルのバックライトや、照明装置に応用することができる。

40

【0050】

〔実施例 2〕

本実施例は、前述の実施例 1 で示した透明電極 103 と透明層 105 の材料が異なる。本実施例の透明電極 103 と、透明電極 105 は、酸化インジウム亜鉛（In-Zn-O、以下、IZO）を用いた。透明電極 103 及び透明層 105 はスパッタ法で形成する。これ以降は、前述の実施例 1 と同様の手順にて有機発光素子 OLED を作製した。本実施例は前述の実施例 1 と同様の効果があり、損失していた透明電極 103 での導波光を空気層へ取り出すことができる。その結果、高効率で長寿命なトップエミッション構造の有機

50

発光素子 O L E D を低コストで得ることができる。また、本発明で作製した有機発光素子 O L E D を用いて、アクティブ及びパッシブ駆動の有機発光表示装置や、液晶パネルのバックライトや、照明装置に応用することができる。

【 0 0 5 1 】

〔実施例 3〕

本実施例は、前述の実施例 1 で示した透明電極 1 0 3 と透明層 1 0 5 の材料が異なる。本実施例の透明電極 1 0 3 と、透明電極 1 0 5 は、酸化インジウムゲルマニウム等の 2 元系を用いた。透明電極 1 0 3 及び透明層 1 0 5 はスパッタ法で形成する。これ以降は前述の実施例 1 と同様の手順にて有機発光素子 O L E D を作製した。本実施例は前述の実施例 1 と同様の効果があり、損失していた透明電極 1 0 3 での導波光を空気層へ取り出すことができる。その結果、高効率で長寿命なトップエミッション構造の有機発光素子 O L E D を低コストで得ることができる。また、本発明で作製した有機発光素子 O L E D を用いて、アクティブ及びパッシブ駆動の有機発光表示装置や、液晶パネルのバックライトや、照明装置に応用することができる。

10

【 0 0 5 2 】

〔実施例 4〕

本実施例は、前述の実施例 1 で示した透明電極 1 0 3 と透明層 1 0 5 の材料が異なる。本実施例の透明電極 1 0 3 と、透明層 1 0 5 は、酸化インジウムスズ亜鉛等の 3 元系を用いた。透明電極 1 0 3 及び透明層 1 0 5 はスパッタ法で形成する。これ以降は、前述の実施例 1 と同様の手順にて有機発光素子 O L E D を作製した。本実施例は前述の実施例 1 と同様の効果があり、損失していた透明電極 1 0 3 での導波光を空気層へ取り出すことができる。その結果、高効率で長寿命なトップエミッション構造の有機発光素子 O L E D を低コストで得ることができる。また、本発明で作製した有機発光素子 O L E D を用いて、アクティブ及びパッシブ駆動の有機発光表示装置や、液晶パネルのバックライトや、照明装置に応用することができる。

20

【 0 0 5 3 】

〔実施例 5〕

本実施例は、前述の実施例 1、2、で示した粒子 1 0 6 の材料が異なる。本実施例の粒子 1 0 6 は I T O 粒子を用いた。これ以降は、前述の実施例 1 と同様の手順にて有機発光素子 O L E D を作製した。

30

粒子 1 0 6 として I T O 粒子を用いると、I T O 粒子と透明層 1 0 5 及び、I T O 粒子と透明電極 1 0 3 との屈折率差が無いために、透明電極 1 0 3 からの光は粒子で全反射されることはなく、かつ粒子内に光が閉じ込まれることなく空気層方向へ光は進むことができるので、光取出し効果が向上する。

本実施例は、実施例 1、2 と比較して更に高効率な有機発光素子 O L E D を得ることができる。その結果、高効率で長寿命なトップエミッション構造の有機発光素子 O L E D を低コストで得ることができる。また、本発明で作製した有機発光素子 O L E D を用いて、アクティブ及びパッシブ駆動の有機発光表示装置や、液晶パネルのバックライトや、照明装置に応用することができる。

40

【 0 0 5 4 】

〔実施例 6〕

本実施例では、本発明を画像表示装置に応用した一例を述べる。図 6 に画像表示装置の画素部分の断面概略構成図を示す。

まず、基板 1 0 0 上に薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor : 以下、単に T F T と呼ぶ) を含む層 2 0 0 を作製する。T F T を含む層 2 0 0 は、基板 1 0 0 の表面を覆う絶縁膜、T F T、T F T のドレイン電極及びソース電極を保護する絶縁膜、とで構成される。

【 0 0 5 5 】

次に、T F T を含む層 2 0 0 を形成した後、下部電極 1 0 1 を形成する。下部電極 1 0 1 は T F T を含む層 2 0 0 のドレイン電極またはソース電極と電氣的に接続される。その

50

後、下部電極 101 の端部を覆うバンク層 201 を形成する。バンク層 201 は、下部電極 101 のエッジ部分を覆うようにパターニングした。バンク層 201 は、特に材料の指定は無いが、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂などの各種樹脂を用いることができる。本実施例では、感光性のポリイミド樹脂を用いる。バンク層 201 は、塗布形成後、所定のフォトリソを用い露光現像して形成することができる。

【0056】

次に、発光層 102、透明電極 103、高屈折率凹凸層 104 を形成する。発光層 102 は実施例 1 に示した方法と同様な方法で形成した。発光層 102 上の透明電極 103 は実施例 1、2、3、4、に示した方法と同様な方法で形成した。透明電極 103 上の高屈折率凹凸層 104 は実施例 1、2、3、4、5 に示した方法と同様な方法で形成した。

10

【0057】

本実施例の画像表示装置は、高屈折率凹凸層 104 を有しているので、高効率、低消費電力、長寿命な画像表示装置を低コストで得ることができる。本発明で作製した有機発光素子 OLED を用いて、アクティブ及びパッシブ駆動の有機発光表示装置や、液晶パネルのバックライトや、照明装置に応用することができる。

【0058】

〔実施例 7〕

本実施例は、前述の実施例 1、2、3、4、5、における透明層 105 を形成するスパッタ方法が異なる。本実施例の透明層 105 は異方性スパッタ法で形成する。異方性スパッタ法は等方性スパッタと異なり、スパッタ粒子の多重散乱を少なくし直進性を高めたスパッタ法である。異方性スパッタ法で形成すると、スパッタ粒子の多重散乱がないので、粒子 106 と透明電極 103 との隙間にスパッタ粒子が入りにくい。そのため粒子 106 と透明電極 103 との隙間に空隙が形成される。この空隙の体積は実施例 1、2、3、4、5 で形成される空隙より大きい。この空隙の屈折率は 1 であり、空隙と透明電極 103 及び粒子 106 とに大きな屈折率差が設けられ、光を散乱させることができる。散乱した光は高屈折率凹凸層 104 の凹凸形状へ到達し、空気層へと取り出すことができる。

20

【0059】

本実施例の異方性スパッタ法で高屈折率凹凸層 104 を形成する場合、粒子 106 の距離 A は粒子径 B の 2 倍以下が望ましい。粒子間距離が大きいと異方性スパッタ法によって粒子間にある透明電極 103 の平坦な部分がそのまま平坦になってしまいゆるやかな曲面を形成しにくくなるからである。本実施例では、粒子 106 を塗布する際に作製する塗布液の固形分濃度を 6 %、スピンコート法で塗布する際の回転数を 1000 rpm で塗布した。その結果、粒子間距離 A が 2 倍以下となる配置を多く存在させた。

30

【0060】

本実施例の異方性スパッタを用いる場合、透明層 105 の膜厚が厚くても凹凸形状が緩やかにならないため、透明層 105 の膜厚に限定はない。透明層 105 の膜厚が厚いとそれだけ形成するための時間を要するので、本実施例の透明層 105 の膜厚は粒子径と同じ膜厚で形成した。

本実施例のトップエミッション構造の有機発光素子 OLED 及び作製方法により、損失していた透明電極 103 での導波光を空気層へ取り出すことができる。その結果、高効率で長寿命なトップエミッション構造の有機発光素子 OLED を低コストで得ることができる。また、本発明で作製した有機発光素子 OLED を用いて、アクティブ及びパッシブ駆動の有機発光表示装置や、液晶パネルのバックライトや、照明装置に応用することができる。

40

【0061】

なお、前述の実施例 1 ~ 7 では、上部電極である透明電極 103 上に、透明電極 103 と同じ材料の透明層 105 と、屈折率が透明電極 103 以上で 2.5 以下の複数の粒子 106 とで構成され、透明電極 103 とは反対側の表面が凹凸に形成された高屈折率凹凸層 104 を有する構造について説明したが、この構造を別な見方で表現すれば、透明電極 103 を第 1 の透明層とし、透明層 105 を第 2 の透明層とし、これら第 1 の透明層（透明

50

電極 103) 及び第 2 の透明層 (透明層 105) 並びに複数の粒子 106 を含めて 1 つの透明電極としてもよい。この場合の透明電極は、第 1 の透明層 (透明電極 103) と、前記第 1 の透明層上に形成され、かつ屈折率が前記第 1 の透明層の屈折率以上で 2.5 以下の複数の粒子 106 と、前記複数の粒子 106 を覆うようにして前記第 1 の透明層上に形成され、かつ前記第 1 の透明層と同じ材料からなる第 2 の透明層 (透明層 105) とを有し、基板 100 側とは反対側の表面が凹凸になっている構造となる。

以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【産業上の利用可能性】

【0062】

本発明の構成、及び作製方法により、高効率で長寿命な上部透明電極から光を取り出すトップエミッション構造の OLED 素子を得ることが可能となる。本発明によって得られた長寿命な有機発光素子はテレビや各種情報端末等の表示装置に利用可能である。また液晶表示装置のバックライトや、照明装置にも利用可能である。

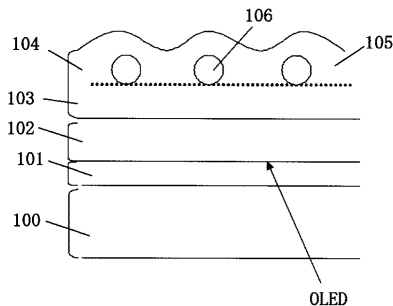
【符号の説明】

【0063】

100 ... 基板、101 ... 下部電極、102 ... 発光層、103 ... 透明電極、104 ... 高屈折率凹凸層、105 ... 透明層、106 ... 粒子、107 ... 空隙、200 ... TFT を含む層、201 ... バンク層、OLED ... 有機発光素子。

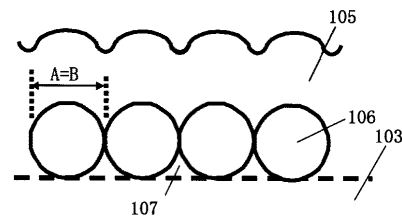
【図 1】

図 1



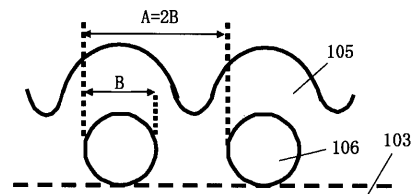
【図 3】

図 3



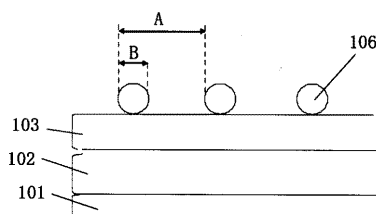
【図 4】

図 4



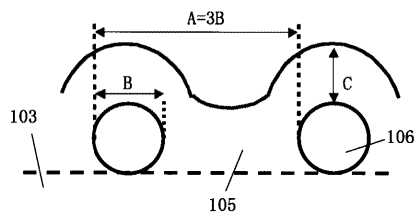
【図 2】

図 2



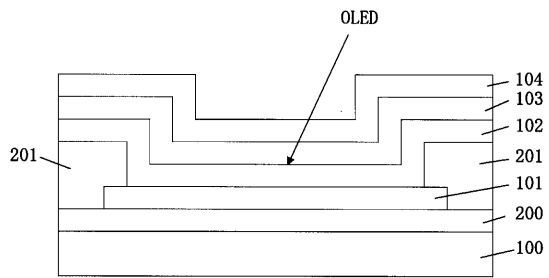
【 図 5 】

図 5



【 図 6 】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 荒谷 介和

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 石原 慎吾

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 BB03 CC05 CC21 CC45 DD03 EE28 FF00
FF06 FF15

专利名称(译)	有机发光装置及其制造方法		
公开(公告)号	JP2010186613A	公开(公告)日	2010-08-26
申请号	JP2009029296	申请日	2009-02-12
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所 佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立显示器有限公司 佳能公司		
[标]发明人	增田和人 荒谷介和 石原慎吾		
发明人	增田 和人 荒谷 介和 石原 慎吾		
IPC分类号	H05B33/02 H01L51/50 H05B33/10		
FI分类号	H05B33/02 H05B33/14.A H05B33/10		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/BB03 3K107/CC05 3K107/CC21 3K107/CC45 3K107/DD03 3K107/EE28 3K107/FF00 3K107/FF06 3K107/FF15		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：以低成本提供具有大的光提取效果，高效率 and 长寿命的有机发光器件。在有机发光装置中，第一电极，发光层和第二电极从基板的侧面堆叠在基板上，第二电极是透明电极，并且光从透明电极提取。透明电极的与透明电极相反的一侧的表面，由与透明电极相同材料的透明层和折射率至少等于透明电极的光提取侧的折射率的多个粒子构成。具有形成为凹凸形状的高折射率凹凸层。[选型图]图1

图 1

