

(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2004-192890
(P2004-192890A)

(43) 公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/26	H05B 33/26	3K007
H05B 33/14	H05B 33/14	A
H05B 33/24	H05B 33/24	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-357716 (P2002-357716)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成14年12月10日 (2002.12.10)	(74) 代理人	100086298 弁理士 船橋 國則
		(72) 発明者	芝崎 孝宜 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	花輪 幸治 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	横山 誠一 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	3K007 AB03 AB08 AB11 CC01 DB03 FA01

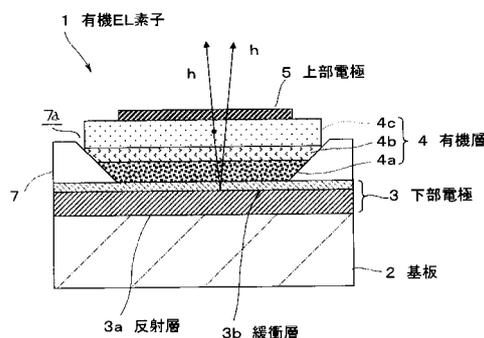
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】電極間の短絡が防止され、かつ光取り出し効率の良好な有機EL素子を得る。

【解決手段】基板2上に設けられた下部電極3と、下部電極3上に設けられた有機層4と、有機層4上に設けられた光透過性の上部電極5とからなる有機電界発光素子1において、下部電極3は、金属材料からなる反射層3aとこの上部の緩衝層3bとで構成され、緩衝層3bはITO、IZO、SnO₂、ZnO、CdO、TiO₂およびこれらに類する透明導電性材料からなることを特徴とする。緩衝層がITOからなる場合には、30nmよりも薄く2nmよりも厚い膜厚とする。また、反射層3aは、銀または銀を主成分として含む合金を用いて構成されていることが好ましい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に設けられた下部電極と、当該下部電極上に設けられた発光層を含む 1 層以上の有機層と、当該有機層上に設けられた光透過性の上部電極とからなる有機電界発光素子において、

前記下部電極が、金属材料からなる反射層とこの上部の緩衝層とで構成され、

前記緩衝層は、ITO、IZO、SnO₂、ZnO、CdO、TiO₂ およびこれらに類する透明導電性材料のうちの少なくとも 1 つからなる

ことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 2】

請求項 1 記載の有機電界発光素子において、

前記緩衝層は、30nm よりも薄く 2nm よりも厚い膜厚の ITO からなる

ことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 3】

請求項 1 記載の有機電界発光素子において、

前記反射層は、銀を主成分として含む

ことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 4】

請求項 1 記載の有機電界発光素子において、

前記光透過性の上部電極と前記反射層とは、前記発光層で発生した光を共振させる共振器の共振部を構成している

ことを特徴とする請求項 1 記載の有機電界発光素子。

【請求項 5】

請求項 4 記載の有機電界発光素子において、

前記反射層及び前記光透過性の上部電極で生じる反射光の位相シフトを、前記反射層と前記光透過性の上部電極との光学的距離を L、前記光透過性の上部電極の側から取り出す光のスペクトルのピーク波長を とすると、

前記光学的距離 L は、下記式 (1) を満たす正の最小値であることを特徴とする有機電界発光素子。

【数 1】

$$2L/\lambda + \Phi/2\pi = q \quad (q \text{ は整数}) \quad \dots (1)$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は有機電界発光素子に関し、特に下部電極と光透過性の上部電極との間に有機層を挟持してなる有機電界発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

フラットパネルディスプレイ用の表示素子として、有機電界発光素子（以下、有機 EL 素子と記す）の実用化を目指した研究開発が精力的に行われている。その中でも、基板と逆方向に発光光を取り出す上面発光型の有機 EL 素子は、基板側に画素駆動用の TFT を形成するアクティブマトリックス型のディスプレイにおいて、基板側に発光光を取り出す透過型と比較して開孔率を大きく出来るために、高輝度あるいは高解像度の有機 EL ディスプレイを製造する上で有利である。

【0003】

上面発光型の有機 EL 素子を作製するためには、まず基板上に、抵抗加熱による真空蒸着法・スパッタ法などの中から適宜選択された方法で金属薄膜を成膜し、これをパターンニ

10

20

30

40

50

グすることで反射層を兼ねた下部電極を形成する。次いで、素子分離するための絶縁層を成膜して下部電極を露出開口させるようにパターニングした後に、下部電極上に重ねて有機層および上部電極をこの順に形成する。

【0004】

ところで、このようにして得られた有機EL素子においては、下部電極の表面に存在する凹凸によって、有機層の膜厚が局部的に薄くなるため、下部電極 - 上部電極間に短絡が生じやすいことが問題の一つとなっている。これを解決するための手段として、下記特許文献1では、下部電極上に当該下部電極を構成する金属材料の酸化物からなる緩衝薄膜層を設けた構成が提案されている。

【0005】

【特許文献1】

特開2002 - 216976号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、緩衝薄膜層を構成する金属酸化物は、ある程度の光透過性を有するものの、可視光領域に光吸収を持つ。このため、有機層で発生させた発光光は、緩衝薄膜層を通過する際に吸収され、光取り出し効率の低下を招く。このような光取り出し効率の低下は、有機EL素子を用いたディスプレイの消費電力を増大させ、また寿命特性を低下させる要因となっている。

【0007】

本発明は、かかる点に対処してなされたもので、高効率で素子短絡などの生じない、高信頼性をもつ上面発光型の有機EL素子を実現することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するための本発明は、基板上に設けられた下部電極と、この下部電極上に設けられた有機層と、この有機層上に設けられた光透過性の上部電極とからなる有機EL素子において、下部電極が、金属材料からなる反射層とこの上部の緩衝層とで構成されており、このうち特に緩衝層がITO、IZO、SnO₂、ZnO、CdO、TiO₂ およびこれらに類する透明導電性材料のうち少なくとも1つからなることを特徴としている。

【0009】

このような構成の有機EL素子では、下部電極の下層となる反射層が、可視領域の光に対する反射性が良好な金属材料で構成され、この反射層を覆う緩衝層が、ITO、IZO、SnO₂、ZnO、CdO、TiO₂ およびこれらに類する透明導電性材料で構成される。これらの透明導電性材料は、金属材料よりも表面粗さが小さくなるように成膜可能なだけでなく、可視領域光に対する光吸収性が極めて小さく光透過性が良好である。このため、この緩衝層によって、反射層の表面粗さが緩和され下部電極の表面平坦性が良好となり、この下部電極上に有機層を介して積層された光透過性の上部電極と、当該下部電極との間隔の面内均一性が確保され、電極間の短絡の発生が防止されるようになる。しかも、有機層においての発光光が、緩衝層を通過することによる光損失が最小限に抑えられる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の有機EL素子の実施の形態を、図1の断面構成図に基づいて詳細に説明する。

【0011】

この図に示す有機EL素子1は、基板2上に、下部電極3、有機層4及び光透過性の上部電極5を順次積層してなり、この素子で発光した発光光hを上部電極5側から取り出す、いわゆる上面発光型として構成されている。以下、さらに詳しい構成を、基板2、本発明に特有の構成である下部電極3、上部電極5、および有機層4の順に説明する。

【0012】

10

20

30

40

50

先ず、基板 2 は、ガラス、シリコン、プラスチック基板、さらには T F T (t h i n f i l m t r a n s i s t o r) が形成された T F T 基板などからなる。

【 0 0 1 3 】

そして、下部電極 3 は、陽極または陰極として用いられるものである一方、上部電極 5 は、下部電極 3 が陽極である場合には陰極として用いられ、下部電極 3 が陰極である場合には陽極として用いられる。

【 0 0 1 4 】

ここで、下部電極 3 は、有機 E L 素子 1 の駆動方式によって適する形状にパターンニングされていることとする。例えば、この有機 E L 素子 1 を用いた表示装置の駆動方式が単純マトリクス型である場合には、この下部電極 3 は例えばストライプ状に形成される。また、表示装置の駆動方式が画素毎に T F T を備えたアクティブマトリクス型である場合には、下部電極 3 は複数配列された各画素に対応させてパターン形成され、同様に各画素に設けられた T F T に対して、これらの T F T を覆う層間絶縁膜に形成されたコンタクトホール (図示省略) を介してそれぞれが接続される状態で形成されることとする。そして、下部電極 3 は、発光領域 7 a のみを露出開口させる形状の絶縁膜 7 によって、その周縁が覆われている。

【 0 0 1 5 】

一方、上部電極 5 は、この有機 E L 素子 1 を用いた表示装置が、単純マトリクス型である場合には、下部電極 3 のストライプと交差するストライプ状に形成され、これらが交差して積層された部分が有機 E L 素子 1 となる。また、この表示装置が、アクティブマトリクス型である場合には、この上部電極 5 は、基板 2 上の一面を覆う状態で成膜されたベタ膜状に形成され、各画素に共通の電極として用いられることとする。尚、表示装置の駆動方式としてアクティブマトリクス型を採用する場合には、本発明が適用される上面発光型の有機 E L 素子 1 を用いることで素子の開口率の向上が図られる。

【 0 0 1 6 】

そして、本発明に特徴的な構成である下部電極 3 は、反射層 3 a およびこの上部に積層された緩衝層 3 b との積層構造で構成されている。

【 0 0 1 7 】

このうち反射層 3 a は、金属材料、特に可視領域の光に対する反射性の良好な C r (クロム)、A l (アルミニウム)、A g (銀) およびこれらを主成分とする合金を用いて構成され、特に好ましく光反射性およびプロセスの安定性に優れた A g (銀) および A g を主成分とする合金を用いて構成されることとする。

【 0 0 1 8 】

また、緩衝層 3 b は、I T O (I n d i u m T i n O x i d e)、I Z O (I n d i u m Z i n c O x i d e)、S n O ₂、Z n O、C d O および T i O ₂ およびこれらに類する透明導電性材料のうち少なくとも 1 つからなることとする。特に、緩衝層 3 b が I T O からなる場合には、2 n m より厚く 3 0 n m より薄く、好ましくは 5 n m ~ 2 0 n m の範囲で緩衝層 3 b を構成することが好ましい。

【 0 0 1 9 】

尚、下部電極 3 が陽極、陰極のどちらとして用いられるかは、緩衝層 3 b を構成する材料の仕事関数と緩衝層 3 b との界面に配置される有機層 4 の材料によって決定される。例えば下部電極 3 を陽極として用いる場合には、緩衝層 3 b は I T O (I n d i u m T i n O x i d e)、I Z O (I n d i u m Z i n c O x i d e)、S n O ₂、Z n O、C d O および T i O ₂ が用いられ、例えば陰極として用いる場合には、緩衝層 3 b は上記透明導電性材料の上に例えば L i ₂ O や M g、L i、C a 等のアルカリ金属とその酸化物、弗化物、窒化物などの低仕事関数材料を 1 n m 以下積層する必要がある。

【 0 0 2 0 】

一方、光透過性の上部電極 5 は、光透過性に優れた導電性材料のうちから、当該上部電極 5 が陽極、陰極のどちらとなるかによって適宜選択して用いられる。例えば、上部電極 5 が陰極となる場合、M g (マグネシウム) と A g (銀) との共蒸着層が用いられる。一方

10

20

30

40

50

、上部電極 5 が陽極となる場合、例えば I T O (I n d i u m T i n O x i d e)、I Z O (I n d i u m Z i n c O x i d e)、S n O₂、Z n O、C d O および T i O₂ が用いられる。

【 0 0 2 1 】

そして、有機層 4 は、陽極側（図面においては一例として下部電極 3 側）から順に、正孔注入層 4 a、正孔輸送層 4 b、電子輸送性発光層 4 c をこの順に積層してなる。尚、有機層 4 の構成はこのような構成に限定されることはなく、正孔輸送層と電子輸送層との間に発光層を設けた構成や、電子輸送層と陰極との間に電子注入層を設けた構成であっても良く、必要に応じた積層構造として良い。

【 0 0 2 2 】

尚、光透過性の上部電極 5 と反射層 3 a とは、電子輸送性発光層 4 c で発生した光 h を共振させる共振器の共振部を構成していることとする。

【 0 0 2 3 】

この場合、反射層 3 a 及び光透過性の上部電極 5 で生じる反射光の位相シフトを、反射層 3 a と光透過性の上部電極 5 との光学的距離を L、光透過性の上部電極 5 の側から取り出す光 h のスペクトルのピーク波長を とすると、光学的距離 L は、下記式（1）を満たす正の最小値となっていることとする。

【 数 2 】

$$2 L / \lambda + \Phi / 2 \pi = q \quad (q \text{ は整数}) \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 4 】

以上のように構成された有機 E L 素子では、下部電極 3 の下層となる反射層 3 a が、可視領域の光に対する反射性が良好な金属材料で構成され、この反射層 3 a を覆う緩衝層 3 b が、I T O、I Z O、S n O₂、Z n O、C d O、T i O₂ 及びこれらに類する透明導電性材料で構成される。これらの透明導電性材料は、金属材料よりも表面粗さが小さくなるように成膜可能だけでなく、可視領域光に対する光吸収性が極めて小さく、光透過性が良好である。

【 0 0 2 5 】

中でも、I T O は、その膜厚を 2 n m より厚く 3 0 n m より薄く、さらに好ましくは 5 n m ~ 2 0 n m の範囲とすることで、I T O 膜自体の凹凸を発現させることなく下地となる反射層 3 a の凹凸を緩和可能である。また I Z O は、もともと非結晶性の材料であるため、この I Z O を緩衝膜 3 b として形成することで下地となる反射層 3 a の凹凸を緩和可能である。

【 0 0 2 6 】

以上のように、緩衝層 3 b によって、反射層 3 a の表面粗さが緩和され下部電極の表面平坦性が良好となり、この下部電極 3 上に有機層 4 を介して積層された上部電極 5 と、下部電極 3 との間隔の面内均一性が確保される。しかも、有機層 4 において生じた発光光 h が、緩衝層 3 b を通過することによる光損失を最小限に抑えることが可能になる。

【 0 0 2 7 】

この結果、本構成の有機 E L 素子によれば、下部電極 3 - 上部電極 5 間の短絡の発生なく高信頼性を維持でき、しかも光取り出し効率の向上によって消費電力の低下と寿命特性の向上とを実現することが可能になる。

【 0 0 2 8 】

【 実施例 】

以下、本発明の具体的な実施例 1 とこの実施例 1 に対する比較例の有機 E L 素子の製造手順を図 1 に基づいて説明し、さらに実施例 1 と比較例とについて行った評価結果を説明する。またその後、実施例 2 とその評価結果を説明する。

【 0 0 2 9 】

< 実施例 1 >

10

20

30

40

50

まず、ガラス板からなる基板 2 上に、Cr (膜厚約 150 nm) をスパッタ法によって成膜し、さらに成膜装置の真空状態を維持したまま連続してITO を 10 nm の膜厚に成膜した。その後、通常のリソグラフィ法によって形成したレジストパターンをマスクに用いたエッチングによって、Cr からなる反射層 3 a 上にITO からなる緩衝層 3 b を積層してなる下部電極 3 を陽極としてパターン形成した。

【0030】

次いで、CVD 法によって、SiO₂ 膜からなる絶縁膜 7 を 600 nm の膜厚で形成してこれをパターンングし、下部電極 3 表面の 2 mm × 2 mm の発光領域 7 a を露出開口させてそれ以外を絶縁膜 7 でマスクした有機 EL 素子用のセルを作製した。

【0031】

次に、純水洗浄を行った後、下部電極 3 を O₂ プラズマに晒す前処理を行った。これに引き続き、基板 2 を大気暴露することなく有機層 4 を成膜するための成膜チャンバ内に搬送した。

【0032】

次いで、発光領域 7 a よりも一回り大きい開口部を有するメタルマスク (図示省略) を所定の位置にアライメントした状態で、10⁻⁴ Pa 以上の真空度で、正孔注入層 4 a、正孔輸送層 4 b、および電子輸送性発光層 4 c を順次成膜した。尚、正孔輸送層 4 a として膜厚 30 nm の MTDA TA を成膜し、正孔輸送層 4 b として膜厚 20 nm の -NPD を成膜し、電子輸送性発光層 4 c として膜厚 50 nm の Alq₃ を成膜した。これらの各層 4 a - 4 c は、それぞれ蒸着用ポートに 0.2 g 程度ずつ充填し、蒸着用ポートの両端に電圧を印加することで蒸着成膜した。

【0033】

そしてさらに、成膜チャンバ内の真空状態を保持したままで、上部電極 5 用のマスクを所定の位置にアライメントし、10⁻⁴ Pa 以上の真空度で、陰極となる上部電極 5 として Mg (マグネシウム) と Ag (銀) との共蒸着層 [Mg : Ag = 10 : 1 (体積比)] を 10 nm の膜厚で形成した。

【0034】

その後、さらに成膜チャンバ内の真空状態を保持したままで、保護膜用のマスクを所定の位置にアライメントし、保護膜 (図示省略) として SiN_x を CVD 法により 1 μm の膜厚で形成した。

【0035】

以上により、実施例の有機 EL 素子を作製した。

【0036】

< 実施例 2 >

本実施例 2 においては、陽極となる下部電極 3 の反射層 3 a として、膜厚 150 nm の Ag (銀) を形成したこと以外は、実施例 1 と同様の手順で有機 EL 素子を作製した。

【0037】

< 比較例 >

比較例においては、陽極となる下部電極 3 の緩衝層 3 b として、膜厚 10 nm の CrO₂ を形成したこと以外は、実施例 1 と同様の手順で有機 EL 素子を作製した。

【0038】

評価結果

以上の様にして作製した各 40 個の実施例 1、実施例 2 および比較例の有機 EL 素子について、上部電極 3 - 下部電極 5 間の 1 短絡発生数 (個)、8.0 V の電圧を印加した場合の 2 電流密度および 3 発光輝度を計測した。この結果を表 1 に示す。

【0039】

【表 1】

10

20

30

40

	①短絡発生個数[個]	②電流密度[mA/cm ²]	③輝度[cd/m ²]
実施例1	0	20	1030
実施例2	0	20	1850
比較例	0	20	870

【0040】

表1に示されるように、実施例1、実施例2、比較例の有機EL素子ともに、1 短絡発生数は0[個]、2 電流密度も20[mA/cm²]であった。一方、3 発光輝度に関しては、比較例の有機EL素子の値に対して、本発明を適用した実施例1の有機EL素子の値が1.2倍程度高く、また本発明を適用した実施例2の有機EL素子の値が2.1倍以上高く、発光効率を上昇させる効果が確認できた。

【0041】

尚、本実施例2と同様の手順において、ITOからなる緩衝層3bの膜厚がそれぞれ異なる各有機EL素子をそれぞれ40個ずつ作製し、これらの有機EL素子に関して上部電極3-下部電極5間の短絡発生数(個)を計測した。この結果を図2のグラフに示す。

【0042】

このグラフに示したように、ITOからなる緩衝層3bについては、その膜厚が2nm~30nmの範囲であれば、有機EL素子の短絡個数を2/40[個]以下に抑えられる効果が確認できた。これは、従来の技術において、示した特許文献1第6頁に示される発光素子2と同等の結果である。したがって、ITOからなる緩衝膜3bの膜厚が2nmよりも厚く、30nmよりも薄い範囲であれば、この結果を超える効果が得られることとなる。さらに、ITOからなる緩衝層3bの膜厚が5nm~20nmの範囲であれば、有機EL素子の短絡個数を1/40[個]以下に抑えられる効果が確認できた。またさらに、ITOからなる緩衝層3bの膜厚が10nmであれば、有機EL素子の短絡個数を0/40[個]に抑えられる効果が確認できた。

【0043】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の有機EL素子によれば、金属材料からなる反射層上に、ITO、IZO、SnO₂、ZnO、CdO及びTiO₂等の可視領域光に対する光吸収性が極めて小さい透明導性材料からなる緩衝層を設けた下部電極構成とすることで、上部電極-下部電極間の面内均一性を確保しつつも、緩衝層を通過することによる光損失を最小限に抑えることが可能になる。この結果、下部電極-上部電極間の短絡を防止して高信頼性を維持でき、しかも光取り出し効率の向上によって消費電力の低下と寿命特性の向上とを実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

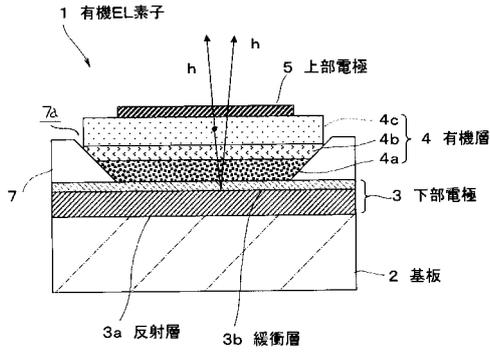
【図1】実施形態の有機EL素子の断面構成図である。

【図2】実施例2で作製した各40個の有機EL素子の短絡発生個数のグラフである。 40

【符号の説明】

1...有機EL素子(有機電界発光素子)、2...基板、3a...反射層、3b...緩衝層、3...下部電極、5...有機層、6...上部電極

【 図 1 】



【 図 2 】

