

(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2011-119233  
(P2011-119233A)

(43) 公開日 平成23年6月16日(2011.6.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05B 33/04 (2006.01)</b>	H05B 33/04	3K107
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/14 A	
<b>H05B 33/26 (2006.01)</b>	H05B 33/26 Z	
<b>H05B 33/24 (2006.01)</b>	H05B 33/24	
<b>H05B 33/12 (2006.01)</b>	H05B 33/12 B	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-219483 (P2010-219483)  
 (22) 出願日 平成22年9月29日 (2010. 9. 29)  
 (31) 優先権主張番号 特願2009-253076 (P2009-253076)  
 (32) 優先日 平成21年11月4日 (2009. 11. 4)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (72) 発明者 松田 陽次郎  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ  
 ノン株式会社内  
 (72) 発明者 水野 信貴  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ  
 ノン株式会社内

最終頁に続く

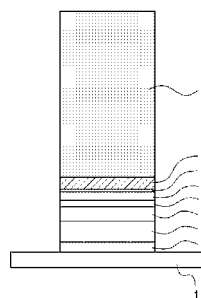
(54) 【発明の名称】 有機EL素子とそれを用いた表示装置

(57) 【要約】

【課題】 保護層形成時の高エネルギーによるダメージが低減された、寿命特性がよい有機EL素子を提供する。

【解決手段】 第1の電極2と、発光層4を有する複数の層からなる有機化合物層と、5nm以上20nm以下の金属薄膜からなる第2の電極7と、スパッタリング法あるいはプラズマCVD法で形成される保護層9を順に有し、発光層4の第1の電極7側の界面と第2の電極7の発光層4側の界面との距離が55nm以上90nm以下であって、第2の電極7と保護層9との間には、蒸着法で形成されるバッファ層8がある。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 の電極と、発光層を有する複数の層からなる有機化合物層と、第 2 の電極と、保護層を有し、前記発光層で発せられる光を第 2 の電極側から出射する有機 E L 素子であって、

前記第 2 の電極が 5 n m 以上 2 0 n m 以下の金属膜からなり、

前記発光層の前記第 1 の電極側の界面と前記第 2 の電極の前記有機化合物層側の界面との距離が 5 5 n m 以上 9 0 n m 以下であって、

前記保護層がスパッタリング法あるいはプラズマ C V D 法で形成され、

前記第 2 の電極と前記保護層との間には、蒸着法で形成されるバッファ層があることを特徴とする有機 E L 素子。 10

## 【請求項 2】

前記バッファ層の膜厚が 6 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 3】

前記バッファ層の膜厚  $d$  は、前記有機 E L 素子から取り出される光のスペクトルの最大ピーク波長を  $\lambda$ 、前記最大ピーク波長  $\lambda$  における前記バッファ層の屈折率を  $n$ 、前記有機 E L 素子から取り出される光が前記バッファ層と前記保護層との界面で反射される際の位相シフト量を  $\phi$ 、自然数を  $m$  として、

$$(4m - 2 / \phi - 1) / (8n) < d < (4m - 2 / \phi + 1) / (8n) \quad 20$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 4】

前記バッファ層は複数の層からなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 5】

前記バッファ層が、前記有機化合物層を構成する複数の層のいずれかの材料と同一の層を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 6】

前記バッファ層は、フッ化リチウムまたはフッ化マグネシウムからなる層を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。 30

## 【請求項 7】

前記保護層の膜厚が 1 0 0 n m 以上 5 0 0 0 n m 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 8】

前記第 2 の電極がスパッタリング法によって膜厚 5 n m 以上 2 0 n m 以下で形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 9】

前記バッファ層と前記保護層との界面での屈折率差が、0.5 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 10】 40

青色を発光する有機 E L 素子と、緑色を発光する有機 E L 素子と、赤色を発光する有機 E L 素子を複数有する表示装置であって、

各色を発光する有機 E L 素子が請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子であることを特徴とする表示装置。

## 【請求項 11】

請求項 10 に記載の表示装置であって、

前記各色を発光する有機 E L 素子のそれぞれのバッファ層は、共通の膜厚で一体で配置されることを特徴とする表示装置。

## 【請求項 12】

請求項 10 に記載の表示装置であって、前記青色を発する有機 E L 素子において、発光 50

層の前記第1の電極側の界面と前記第2の電極の前記有機化合物層側の界面との距離が55 nm以上66 nm以下であることを特徴とする表示装置。

【請求項13】

請求項12に記載の表示装置であって、前記緑色を発する有機EL素子において、発光層の前記第1の電極側の界面と前記第2の電極の前記有機化合物層側の界面との距離が69 nm以上80 nm以下であり、前記赤色を発する有機EL素子において、発光層の前記第1の電極側の界面と前記第2の電極の前記有機化合物層側の界面との距離が83 nm以上90 nm以下であることを特徴とする表示装置。

【請求項14】

請求項11に記載の表示装置であって、前記バッファ層の膜厚dは、前記青色を発する有機EL素子から取り出される光のスペクトルの最大ピーク波長を $\lambda_B$ 、前記最大ピーク波長 $\lambda_B$ における前記バッファ層の屈折率をn、前記有機EL素子から取り出される光が前記バッファ層と前記保護層との界面で反射される際の位相シフト量を $\phi$ 、自然数をmとして、

$$(4m - 2 / \phi - 1) \lambda_B / (8n) < d < (4m - 2 / \phi + 1) \lambda_B / (8n)$$

を満たすことを特徴とする表示装置。

【請求項15】

第1の電極と、発光層を有する複数の層からなる有機化合物層と、第2の電極と、保護層を有し、前記発光層で発せられる光を第2の電極側から出射する有機EL素子であって、

前記第2の電極が5 nm以上20 nm以下の金属膜からなり、  
前記保護層がスパッタリング法あるいはプラズマCVD法で形成され、  
前記第2の電極と前記保護層との間には、蒸着法で形成されるバッファ層があることを特徴とする有機EL素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機EL素子とそれを用いる表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

有機EL素子は、基板側に配置される下部電極と、発光層を含む有機化合物層と、上部電極とが積層されて構成されている。有機EL素子の課題として、光取り出し効率の向上が挙げられる。この課題に対して、薄膜トランジスタが形成されている基板とは反対側（上部電極側）から光を取り出す、いわゆるトップエミッション型の有機EL素子が提供されている。また、有機EL素子を構成する2つの電極をともに金属で構成し、金属の高い反射率を利用して、この2つの電極間で光を強め合わせる光学干渉を利用することで光取り出し効率を向上させる有機EL素子が提供されている。

【0003】

一方、有機EL素子は水分に弱いため、水分の浸入を防ぐための保護層が有機EL素子を覆うように構成されている。特許文献1では、有機EL素子の上に、CVD法で形成される窒化珪素からなる保護層が配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開昭64-41192号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、トップエミッション型でかつ光学干渉を利用する有機EL素子において、高エネルギー成膜であるスパッタリング法やプラズマCVD法で保護層を形成すると、有機E

10

20

30

40

50

L素子の寿命特性が著しく損なわれることがわかった。なぜなら、上述の有機EL素子において、上部電極は20nm以下の金属薄膜で形成されるので、保護層形成時の高エネルギーが電極間の有機化合物層にまで伝わり、有機EL素子にダメージを与えてしまうからである。さらに、光学干渉を利用するために、一般的に、発光層内の発光位置から上部電極までの光学的距離が波長の略1/4となるような薄い膜厚で、発光層から上部電極までの層が形成されるので、発光層へのダメージが問題となることがわかった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、第1の電極と、発光層を有する複数の層からなる有機化合物層と、第2の電極と、保護層を有し、前記発光層で発せられる光を第2の電極側から出射する有機EL素子であって、前記第2の電極が5nm以上20nm以下の金属膜からなり、前記発光層の前記第1の電極側の界面と前記第2の電極の前記有機化合物層側の界面との距離が55nm以上90nm以下であって、前記保護層がスパッタリング法あるいはプラズマCVD法で形成され、前記第2の電極と前記保護層との間には、蒸着法で形成されるバッファ層があることを特徴とする有機EL素子である。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、保護層形成時の高エネルギーによるダメージが低減された、寿命特性がよい有機EL素子の実現できる。

【図面の簡単な説明】

20

【0008】

【図1】本発明の有機EL素子の断面図

【図2】本発明の他の有機EL素子の断面図

【図3】本発明の他の有機EL素子の断面図

【図4】本発明の表示装置の断面図

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図1を参照して本発明の有機EL素子の実施形態について説明する。図1に示す有機EL素子は、基板1上に、第1の電極2、正孔輸送層3と発光層4と電子輸送層5と電子注入層6からなる有機化合物層、第2の電極7、バッファ層8、保護層9が順次配置されたトップエミッション型の構成である。この有機EL素子に電流を通電することで、2つの電極から注入された正孔と電子が発光層4において再結合して、その際に生じるエネルギーを利用して有機EL素子が発光する。本発明の有機EL素子においては基板とは反対側にある第2の電極側から光が出射される。

30

【0010】

本発明のトップエミッション型の有機EL素子は、光学的な共振器構造を有する。具体的には、以下の2つの強め合いの光学干渉を利用している。1つ目は、第1の電極2と第2の電極7が金属層を有し、第1の電極2にある反射面と、第2の電極7にある反射面とで、発光層4で発生する光を反射させて、その反射光を強め合わせる光学干渉である。この共振器構造の関係を位相シフト量も含めた式で表すと以下の式1となる。ここで、Dは第1の電極2の反射面と第2の電極7の反射面との間の光学的距離、 $\lambda$ は有機EL素子から取り出される光のスペクトルの最大ピーク波長である。また、 $\phi_1$ は第1の電極2にある反射面での位相シフト量、 $\phi_2$ は第2の電極7にある反射面での位相シフト量、Nは自然数である。

40

$$2D / \lambda + (\phi_1 + \phi_2) / 2\pi = N \quad \dots \text{式1}$$

通常、第1の電極2にある反射面での位相シフト量 $\phi_1$ と第2の電極7にある反射面での位相シフト量 $\phi_2$ はそれぞれ $\pi$ となる。このため、第1の電極2にある反射面と第2の電極7にある反射面との間の光学的距離を最大ピーク波長 $\lambda$ の略1/2の整数倍とすることで、発光層4で発生する光を強め合わせる共振器構造の関係となり、光取り出し効率が向上する。なお、青色の有機EL素子の最大ピーク波長 $\lambda$ は400nm乃至480nmで

50

あり、緑色を発する有機EL素子の最大ピーク波長は500nm乃至580nmであり、赤色を発する有機EL素子の最大ピーク波長は600nm乃至730nmである。

【0011】

2つ目は、発光層4の発光位置で発光される光と第1の電極2の反射面で反射されて戻る光との強め合いの光学干渉である。この光学干渉の関係を位相シフト量も含めた式で表すと以下の式2となる。ここで、Lは第1の電極2にある反射面と発光層4の発光位置との間の光学的距離、 $\lambda_1$ は取り出される光のスペクトルの最大ピーク波長、 $\phi_1$ は第1の電極2にある反射面での位相シフト量、Mは自然数である。

$$2L / \lambda_1 + \phi_1 / 2\pi = M \quad \dots \text{式2}$$

上述したように、第1の電極2での位相シフト量 $\phi_1$ は $\pi$ となる。このため、第1の電極2の反射面と発光層4の発光位置の光学的距離を最大ピーク波長 $\lambda_1$ の略1/4の奇数倍とすることで、発光層4の発光位置で発光される光と第1の電極2の反射面で反射されて戻る光が互いに強め合う関係となり、光取り出し効率が向上する。

【0012】

式1と式2を用いる共振器構造を用いる有機EL素子では、発光位置から第2の電極7にある反射面までの光学的距離は最大ピーク波長 $\lambda_1$ の略1/4の奇数倍となる。そして、一般的には、有機化合物層が厚くなると駆動電圧が大きくなるので、発光位置から第2の電極7にある反射面までの光学的距離は、最大ピーク波長 $\lambda_1$ の略1/4程度としている。有機化合物層の屈折率が約1.8程度であるので、発光層4の発光位置と第2の電極7の反射面(第2の電極7の有機化合物層側の界面)との間の距離は、発光色ごとに異なるが55nm以上90nm以下程度である。なお、発光位置は、発光強度分布における最も発光強度の大きい位置であり、発光層の材料や電荷輸送層の材料によって、発光層のいずれかの界面であったり、発光層の中央であったりする。そして、共振器構造を有する有機EL素子においては、少なからず発光層4の第1の電極側の界面から第2の電極7の有機化合物層側の界面までの距離が55nm以上90nm以下であることが多い。また、この距離は、発光色の異なる有機EL素子ごとに異なっている場合があり、青色の有機EL素子では、55nm以上66nm以下、緑色の有機EL素子では、69nm以上80nm以下、赤色の有機EL素子では、83nm以上90nm以下である。このように青色の有機EL素子では、発光層4の第1の電極側の界面から第2の電極7の有機化合物層側の界面までの距離が短いので、青色の有機EL素子にのみバッファ層を設けてもよい。

【0013】

なお、実際の有機EL素子では、正面の取り出し効率とトレードオフの関係にある視野角特性なども考慮して、必ずしも上記の膜厚に完全に一致させる必要はなく、光学的距離DもしくはLが式1もしくは2を満たす値から $\pm \lambda_1 / 8$ 程度ずれていてもよい。

【0014】

つまり、光学的距離D、Lがそれぞれ式1'、式2'を満たせば、それぞれが考慮している光の干渉は強め合いの光学干渉となる。

$$(4N - 2(\phi_1 + \phi_2) / 2\pi - 1) \lambda_1 / 8 < D < (4N - 2(\phi_1 + \phi_2) / 2\pi + 1) \lambda_1 / 8 \quad \dots \text{式1'}$$

$$(4M - 2\phi_1 / 2\pi - 1) \lambda_1 / 8 < L < (4M - 2\phi_1 / 2\pi + 1) \lambda_1 / 8 \quad \dots \text{式2'}$$

より好ましくは、光学的距離D、Lがそれぞれ式1、式2を満たす値から $\pm \lambda_1 / 16$ の範囲を満たすことが好ましい。

【0015】

本発明の有機EL素子の各部位についてそれぞれ詳しく説明する。

【0016】

基板1は、ガラスや、プラスチックなどを用いることができる。本発明の有機EL素子は、基板1側とは反対側から光を取り出す、いわゆるトップエミッション型の有機EL素子であるので、基板1は光透過率が低いものであってもよいし、高いものであってもよい。

【0017】

10

20

30

40

50

第1の電極2は、金、白金、銀、アルミニウム、クロム、マグネシウムまたはこれらの合金などの層を単層あるいは積層した層として用いることができる。特に、導電率と反射率が他の金属より大きい銀または銀合金の薄膜が好ましい。第1の電極2の膜厚は50nm以上300nm以下が好ましい。また金属からなる第1の電極2では、第1の電極2にある反射面は、第1の電極2と有機化合物層との界面である。また、上記した金属の層を反射層として、その上にITO等の酸化物透明導電層を積層してなる構成を採ってもよい。この場合には、反射層と酸化物透明導電層との界面が第1の電極2にある反射面となる。

#### 【0018】

正孔輸送層3は、陽極からの正孔注入と正孔輸送の役割を担う。また、必要に応じて陽極と正孔輸送層の間に、銅フタロシアニンや酸化バナジウムなどの正孔注入層を形成しても良い。正孔注入輸送性能を有する低分子および高分子材料としては、トリフェニルジアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポリフィリル誘導体、スチルベン誘導体、およびポリビニルカルバゾール、ポリチオフエン等が挙げられるがこれらに限定されるものではない。また、必要に応じて正孔輸送層と発光層の間に、最低空軌道(LUMO)エネルギーの絶対値が小さい電子ブロック層を形成しても良い。正孔輸送層3の膜厚は10nm以上300nm以下が好ましい。

#### 【0019】

発光層4には、公知の発光材料をいずれも好適に用いることができる。発光材料は、単体で発光層として機能する材料でもよいし、ホスト材料と発光ドーパントや電荷輸送ドーパント、などとの混合層として機能する材料でもよい。発光層4の膜厚は10nm以上40nm以下が好ましい。

#### 【0020】

電子輸送層5としては、公知の材料、例えばアルミキノリノール錯体やフェナントロリン化合物等を用いることができる。また、必要に応じて発光層と電子輸送層の間に、最高被占有軌道(HOMO)エネルギーの絶対値が大きい正孔ブロック層を形成しても良い。電子輸送層5の膜厚は10nm以上40nm以下が好ましい。

#### 【0021】

電子注入層6としては、アルカリ金属やアルカリ土類金属、またはアルカリ金属化合物やアルカリ土類金属化合物の薄膜(0.5nm乃至1nm)を用いることができる。例えば、フッ化リチウム(LiF)やフッ化カリウム(KF)、酸化マグネシウム(MgO)が好ましい。また、有機化合物にドナー(電子供与性)ドーパントとして機能する金属または金属化合物を混合する層を用いることができる。電子注入効率を向上させるために仕事関数の低い金属、もしくはその化合物をドーパントとして用いることが好ましく、仕事関数が低い金属としてはアルカリ金属またはアルカリ土類金属または希土類が好ましい。アルカリ金属化合物は、大気中での取り扱いが比較的容易なため好ましい。例えば、アルカリ金属化合物としてセシウム化合物が好ましく、炭酸セシウムは大気中で安定であり、取り扱いが容易である。この構成の場合には膜厚を大きくしても駆動電圧の上昇が抑えられる。電子注入層の有機化合物としては電子輸送性の材料が好ましく、公知の材料、例えばアルミキノリノール錯体やフェナントロリン化合物等を用いることができる。また、有機化合物にドナー(電子供与性)ドーパントを混合させる電子注入層は、膜厚を大きくしても駆動電圧の上昇が抑えられるので好ましい。電子注入層6の膜厚は10nm以上40nm以下が好ましい。

#### 【0022】

第2の電極7は、薄膜の金、白金、銀、アルミニウム、クロム、マグネシウムまたはこれらの合金などを用いることができる。特に、導電率と反射率が高い銀または銀合金の薄膜が好ましい。また、第2の電極7は膜厚5nm以上20nm以下であることが好ましい。第2の電極7の膜厚が5nm未満だと共振器構造として十分な反射率(可視光域380nm乃至780nmにおいて反射率が10%以上)が得られない。一方で、第2の電極7の膜厚が20nm以上の膜厚になると、青色の波長(400nm乃至480nm)におい

10

20

30

40

50

て、40%以上の透過率が得られない。

【0023】

また、膜厚が5nm以上20nm未満の第2の電極7は、スパッタリング法で形成された金属膜であることが好ましい。本発明の構成では、第2の電極7のみでカソードの導通を確保する構成である。しかし、膜厚5nm以上20nm以下の金属薄膜を蒸着法で形成すると、基板1の面内方向で金属膜は連続膜になりにくく、コンタクトホール部等の凹凸部で段切れするなどの問題があり、さらに、金属膜のプロセス管理が厳しくなってしまう。それに対して、スパッタリング法で形成する場合には連続膜となりやすく、本発明者らの検討では、膜厚が5nm以上20nm以下という薄膜であればスパッタ時間が短く、スパッタリング法による有機層へのダメージは特段の問題とならない。また、第2の電極7を連続膜とすることによって、後述する保護層9の形成時の有機化合物層へのダメージを少なからず軽減する効果もあると考える。

10

【0024】

バッファ層8は、実質的に有機EL素子の発光色において透明性を有した蒸着膜を用いることができる。透明性を有することで、光吸収によるロスを少なくすることができる。バッファ層の構成や効果については、詳しく後述する。なお、透明性とは、有機EL素子から取り出される光のスペクトルの最大ピーク波長に関して50%以上の光透過率を有していることをいう。

【0025】

保護層9は、シリコン窒化物(SiN)、シリコン窒化酸化物(SiNO<sub>x</sub>)、シリコン酸化物(SiO<sub>2</sub>)、インジウムスズ酸化物(ITO)、またはインジウム亜鉛酸化物(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO)などを用いることができる。また、保護層9はスパッタリング法またはプラズマCVD法を用いることで、防湿性に優れた緻密な膜を形成することができる。保護層9の形成によって、その下層にある有機化合物層やバッファ層の水分劣化が少なく信頼性の高い有機EL素子の実現できる。また、保護層9としての性能を持たせるために、保護層9の膜厚は、100nm以上5000nm以下であることが好ましい。

20

【0026】

保護層9の上部の構成は、様々な封止構造を採用することができ、特に限定されるものではない。例えば、保護層9まで形成した後、その上に異物があつた場合に備えて、カバレッジ層として熱硬化樹脂を10μm乃至30μmの膜厚で形成して、更にその上に、カバレッジ層への水分の浸入を防ぐ目的で、別の保護層を形成してもよい。このような構成とすることで、異物があつても封止性能が損なわれることがない封止構造を実現できる。この場合、カバレッジ層の下層の保護層9は、熱硬化樹脂の応力緩和や印刷プロセス時の保護としても機能する。また別の封止構造の例としては、保護層9まで形成した後、窒素雰囲気中のグローブボックスにおいて、乾燥剤を入れたガラスキャップにより封止されてもよい。

30

【0027】

本発明のバッファ層8の構成や効果について、以下に詳しく説明する。共振器構造を有したトップエミッション型の有機EL素子においては、第2の電極7の膜厚が小さくなる。さらに、上述したように発光層4の第1の電極2側の界面と第2の電極7の有機化合物層側の界面との距離が60nm以上90nm以下と短くなる。このため、この有機EL素子の上に保護層9をスパッタリング法やプラズマCVD法で成膜する場合、スパッタリング法やプラズマCVD法によるダメージが顕著に発生してしまうと考えられる。そして、このような構成において、保護層9の形成前にバッファ層8を設けることによって、このバッファ層8がダメージ緩和層として顕著な効果を示すことがわかった。本発明者らの実験によって得られたバッファ層の典型的な効果は、25mA/cm<sup>2</sup>で発光させて輝度が1.5%低下する劣化時間で比較した場合に、バッファ層がない場合に対して1.2倍~4.0倍に劣化時間が改善される。

40

【0028】

また本発明の有機EL素子においては、バッファ層8の膜剥れの問題がなく、バッファ

50

層の材料選択性も高い、という特徴を有する。というのも、本発明ではバッファ層 8 上部に保護層 9 が形成されているからである。この保護層 9 は有機 EL 材料の水分劣化を防止するだけでなく、バッファ層 8 の吸湿による膜剥がれも防止することができる。例えば、耐スパッタ性には優れるが吸湿しやすい材料をバッファ層 8 に用いても、防湿性の保護層 9 があるために、膜剥がれが発生することが低減される。よって、バッファ層 8 の材料選択性が高い構成を提供できる。

#### 【0029】

バッファ層 8 は蒸着法により形成される。この方法は蒸着粒子の入射エネルギーが小さく、またスパッタ法やプラズマ CVD 法のように下地の層（有機化合物層）がプラズマに暴露されることがないため、下地の層へのダメージが少ない。本発明のバッファ層 8 としては、従来のカバレッジ層などに用いられる熱硬化樹脂や光硬化樹脂は好ましくない。これらの樹脂の場合、硬化時の熱や光による有機化合物層の劣化や、硬化時の応力による膜剥がれが問題となる場合がある。また、塗布プロセスでのモノマーや溶剤の第 2 の電極 7 を通した有機化合物層への浸透の問題や、非真空プロセスでのコンタミや有機化合物層の劣化が問題となる場合がある。

10

#### 【0030】

バッファ層 8 の材料としては、有機化合物でも無機化合物でも用いることができる。本発明の有機 EL 素子では、第 2 の電極 7 の層のみで各有機 EL 素子へ電流を供給するため、バッファ層 8 の導電率や膜厚は問題とならない。このため、バッファ層 8 は耐スパッタ性を考慮して、30 nm 以上、より好ましくは 60 nm 以上の膜厚とすると、安定した寿命特性を得られる。また、製造時間の短縮のために、バッファ層 8 の膜厚は 150 nm 以下が好ましい。

20

#### 【0031】

また、本発明のバッファ層 8 の膜厚  $d$  は、以下の式 3 もしくは式 3' を満たすことが好ましい。このような膜厚とすることで、第 2 の電極 7 を透過し、バッファ層 8 と保護層 9 との界面で反射される光と、第 2 の電極 7 の反射面で反射されて戻る光の位相が揃う関係となり、本発明の共振器構造を強める効果を奏する。ここで、有機 EL 素子から取り出される光のスペクトルの最大ピーク波長を  $\lambda$ 、最大ピーク波長  $\lambda$  におけるバッファ層 8 の屈折率を  $n$ 、有機 EL 素子から取り出される光がバッファ層 8 と保護層 9 との界面で反射される際の位相シフト量を  $\phi$ 、自然数を  $m$  とする。なお、式 3' は式 3 を満たす光学的距離  $l$  ( $=nd$ ) が  $\pm \lambda/8$  ずれた範囲内に膜厚  $d$  があることを表しており、この式 3' を満たしても本発明の共振器構造を強める効果を奏する。

30

$$2nd / \lambda + \phi / 2 = m \quad \dots \text{式 3}$$

$$(4m - 2 / \lambda - 1) / (8n) < d < (4m - 2 / \lambda + 1) / (8n) \quad \dots \text{式 3'}$$

バッファ層 8 の材料に用いる有機化合物としては、例えば、有機化合物層のいずれかの材料（正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料など）と同一の材料を用いることができる。この構成では、材料の種類を増やすことがなくコストを抑えることができる。

#### 【0032】

また、バッファ層 8 の材料に用いる無機化合物としては、例えば、フッ化リチウム ( $\text{LiF}$ ) またはフッ化マグネシウム ( $\text{MgF}_2$ ) を用いることができる。このフッ化リチウムやフッ化マグネシウムは、有機化合物材料（屈折率 1.8 程度）よりも低屈折率な材料（屈折率 1.4 程度）であるために、バッファ層 8 と保護層 9 の界面に大きな屈折率段差が形成され、この界面での反射率を高めることができる。このため、上述した共振器構造を強める効果を大きくすることができる。なお、バッファ層 8 と保護層 9 との界面における屈折率差は 0.5 以上であることが好ましい。

40

#### 【0033】

バッファ層 8 は 2 層以上の複数の層の積層構成で形成してもよい。このとき、バッファ層 8 は有機化合物からなる層を積層する構成でも無機材料からなる層を積層する構成でもよいし、有機化合物（例えば電子輸送材料）からなる層と無機材料（例えばフッ化リチウ

50

ム)からなる層とを積層する構成でもよい。なお、複数の層からなるバッファ層の一つの層として、フッ化リチウムからなる層などの低屈折率層を用いることは、フッ化リチウムからなる層と他の層との界面での反射率を向上させるので望ましい。また、積層された複数のバッファ層のそれぞれの膜厚  $d$  が、式 3 あるいは式 3' を満たすようにすれば共振器構造を強める効果を奏する。

#### 【0034】

また更に、本発明の有機 EL 素子においては、バッファ層 8 と保護層 9 を合計した光学的距離が、最大ピーク波長  $\lambda$  の  $1/4$  の奇数倍であることが好ましい。つまり、式 3 における  $nd$  が、バッファ層 8 全体の膜厚  $d_1$ 、バッファ層の平均屈折率  $n_1$ 、保護層 9 の膜厚  $d_2$ 、保護層 9 の屈折率  $n_2$  として、 $n_1 d_1 + n_2 d_2$  として、バッファ層 8 と保護層 9 の膜厚が式 3 を満たすようにする。この構成であれば、本発明の共振器構造を更に強めることができる。さらに、バッファ層 8 と保護層 9 を合計した光学的距離が、最大ピーク波長  $\lambda$  の  $1/4$  の奇数倍から  $\pm \lambda/8$  ずれる範囲内の値であったもよい。保護層 9 の上の層は、別の保護層 9 や樹脂、または窒素雰囲気など封止構造によって異なるが、界面での反射率を高めるために保護層 9 との屈折率差が大きいことが好ましい。

10

#### 【0035】

本実施形態では基板 1 上の第 1 の電極 2 が陽極となる構成で説明してきたが、本発明はこの形態に限定されるものではない。基板 1 側より第 1 の電極 (陰極)、電子注入層、発光層、正孔輸送層、第 2 の電極 (陽極)、バッファ層、保護層の順序で構成されてもよい。

20

#### 【0036】

図 4 は、青色を発光する有機 EL 素子と、緑色を発光する有機 EL 素子と、赤色を発光する有機 EL 素子を複数有する表示装置の断面図である。この表示装置の各色を発光する有機 EL 素子は本発明の有機 EL 素子を適用することができる。各有機 EL 素子は基板 1 の上に、第 1 の電極 2 と、発光層を有する複数の層からなる有機化合物層 30 と、第 2 の電極 7 を有し、その上にバッファ層 8 と、保護層 9 が設けられている。また、各有機 EL 素子の間には、隔壁 20 が設けられている。そして、バッファ層 8 は各有機 EL 素子に固有の膜厚、例えば、式 3 あるいは式 3' を満たすような膜厚で設けてもよいし、発光効率の最も小さい色を発光する有機 EL 素子の光取り出し効率を向上させる膜厚で、各有機 EL 素子共通に一体で構成されていてもよい。後者の場合は、具体的には、バッファ層 8 が青色の有機 EL 素子の最大ピーク波長  $\lambda_B$  が式 3 あるいは式 3' を満たす膜厚で構成される。この構成により各色でバッファ層 8 をパターンニング形成する必要がなくプロセスが容易になる。この表示装置は、例えばテレビ受像機やパーソナルコンピュータ、デジタルカメラや携帯電話のディスプレイなどに適用することができる。

30

#### 【0037】

##### (実施例 1)

図 1 に示す有機 EL 素子を以下に示す方法で作製した。支持体としてのガラス基板 1 上に、アルミニウム合金 (AlNd) を  $100\text{nm}$  の膜厚でスパッタリング法にて成膜した後、ITO をスパッタリング法にて  $70\text{nm}$  の膜厚で成膜し積層構成の第 1 の電極 2 を形成した。次に、高さ  $1\mu\text{m}$  でテーパ角  $40^\circ$  の隔壁 (不図示) をポリイミドにより形成した。これをアセトン、イソプロピルアルコール (IPA) で順次超音波洗浄した後、IPA で煮沸洗浄して乾燥する。更に、この基板 1 表面に対して UV / オゾン洗浄を施した。

40

#### 【0038】

次に、銅フタロシアニン を  $50\text{nm}$  の膜厚となるように成膜して正孔輸送層 3 を形成した。次に、Alq<sub>3</sub> と DTBVi とを共蒸着 (重量比 95 : 5) して膜厚  $30\text{nm}$  の発光層 4 を形成した。発光層 4 の上に、バソフェナントロリン化合物を  $20\text{nm}$  の膜厚となるように成膜して電子輸送層 5 を形成した。次に、バソフェナントロリン化合物と炭酸セシウムを、層中のセシウム濃度が  $8.3\text{wt}\%$  となるように共蒸着して、膜厚  $15\text{nm}$  の電子注入層 6 を形成した。そして、電子注入層 6 の上に銀 (Ag) を加熱蒸着法で成膜して

50

、膜厚 16 nm の第 2 の電極 7 を形成した。なお、発光層 4 の第 1 の電極 2 側の界面と第 2 の電極 7 の有機化合物層側の界面の距離は、65 nm である。

【0039】

次に、第 2 の電極 7 の上に、電子輸送層 5 と同じ材料を加熱蒸着して、膜厚 30 nm のバッファ層 8 を形成した。最後にバッファ層の 8 上に SiN を CVD 法にて成膜して、膜厚 3 μm の保護層を形成した。

【0040】

本実施例の有機 EL 素子を 25 mA / cm<sup>2</sup> で発光させて、輝度が 1.5% 低下する劣化時間を調べた。その結果、本実施例の有機 EL 素子のバッファ層 8 を除いた素子構成と比較して、およそ 2.5 倍に改善されていた。

10

【0041】

また、このようにして得られた有機 EL 素子は、ダークスポットや膜剥がれなどの水分由来の劣化が観測されず、寿命特性が改善された。

【0042】

(実施例 2)

実施例 1 と同様な条件にて電子注入層 6 まで形成した後、以下の手順で本実施例の有機 EL 素子を作製した。図 2 に実施例 2 の断面図を示す。

【0043】

電子注入層 6 の上に銀 (Ag) をスパッタリング法で成膜して、膜厚 12 nm の第 2 の電極 7 を形成した。

20

【0044】

次に、第 2 の電極 7 の上に電子輸送層 5 と同じ材料を、膜厚 45 nm となるように成膜してバッファ層 8 を形成する。

【0045】

次に、バッファ層 8 の上にインジウム亜鉛酸化物をスパッタリング法にて成膜して、膜厚 30 nm の保護層を形成する。最後に、窒素雰囲気中のグローブボックスにおいて、乾燥剤を入れたガラスキャップ 40 により発光素子全体をカバーする。なお、バッファ層 8 と保護層 9 を合計した光学的距離が、最大ピーク波長 (= 460 nm) の 1/4 の奇数倍から ± 1/8 ずれる範囲内の値である。

30

【0046】

この構成により、バッファ層 8 と保護層 9 の合計の光学距離が最大ピーク波長 (= 460 nm) の 1/4 の奇数倍から ± 1/8 ずれる範囲内の値から外れた値の構成のものより、発光効率が 1.2 倍向上した。

【0047】

本実施例の有機 EL 素子を 25 mA / cm<sup>2</sup> で発光させて、輝度が 1.5% 低下する劣化時間を調べた。その結果、本実施例の有機 EL 素子のバッファ層 8 を除いた素子構成と比較して、およそ 3.0 倍に改善されていた。

【0048】

また、このようにして得られた有機 EL 素子は、ダークスポットや膜剥がれなどの水分由来の劣化が観測されず、寿命特性が改善された。

40

【0049】

また本実施例では、第 2 の電極が 12 nm という薄膜金属であるがスパッタリング法で形成されるために連続膜となり、分離膜やコンタクトホール部などの凹凸部で段切れすることのない信頼性の高い導通が可能である。

【0050】

(実施例 3)

実施例 2 と同様な条件にてバッファ層 8 まで形成した後、以下の手順で本実施例の有機 EL 素子を作製した。図 3 (a) に本実施例の断面図を示す。

【0051】

バッファ層 8 の上に SiN を CVD 法にて成膜して膜厚 150 nm の第 1 の保護層 9 1

50

を形成した。更に、この上に熱硬化樹脂により  $30\ \mu\text{m}$  のカバレッジ層 10 を塗布して硬化させて形成し、最後に、このカバレッジ層 10 の上に SiN を CVD 法にて成膜して膜厚  $1\ \mu\text{m}$  の第 2 の保護層 92 を形成した。

【0052】

本実施例の有機 EL 素子のバッファ層 8 を除いた素子構成と比較して、 $25\ \text{mA}/\text{cm}^2$  で発光させて輝度が  $1.5\%$  低下する劣化時間が、およそ  $3.2$  倍に改善されていた。

【0053】

また、このようにして得られた有機 EL 素子は、ダークスポットや膜剥がれなどの水分由来の劣化が観測されなかった。

【0054】

(実施例 4)

実施例 2 と同様な条件にて第 2 の電極 7 まで形成した後、以下の手順で実施例 4 の有機 EL 素子を作製した。図 3 (a) に本実施例の断面図を示す。

【0055】

第 2 の電極 7 の上にフッ化リチウムを  $80\ \text{nm}$  の膜厚となるように成膜してバッファ層を形成した。

【0056】

次に、バッファ層 8 の上に SiN を CVD 法にて成膜して膜厚  $110\ \text{nm}$  の第 1 の保護層 91 を形成した。更に、この上に熱硬化樹脂により  $30\ \mu\text{m}$  のカバレッジ層 10 を形成して、最後にこの熱硬化樹脂の上に SiN を CVD 法にて成膜して膜厚  $1\ \mu\text{m}$  の第 2 の保護層 92 を形成した。

【0057】

本実施例では、バッファ層 8 の膜厚が式 3' を満たしており、バッファ層 8 と第 1 の保護層 91 との界面で反射されて戻る光の位相と、第 2 の電極 7 で反射されて戻る光の位相が揃う関係となり、共振器構造が更に強められる。本実施例の有機 EL 素子のバッファ層 8 をフッ化リチウム (屈折率  $1.4$ ) の代わりにバソフェナントロリン化合物 (屈折率  $1.8$ ) で形成した場合、第 1 の保護層 91 である SiN (屈折率  $2.0$ ) との界面での屈折率段差が小さくなる。このため、この構成では効率が  $0.9$  倍に低下してしまう。

【0058】

また本実施例では、SiN の CVD プロセスダメージをバッファ層により緩和することができ、優れた寿命特性を達成することができる。具体的には、本実施例の有機 EL 素子のバッファ層 8 を除いた構成と比較して、 $25\ \text{mA}/\text{cm}^2$  で発光させて輝度が  $1.5\%$  低下する劣化時間がおよそ  $3.6$  倍に改善される。

【0059】

(実施例 5)

本実施例は、実施例 4 とバッファ層の構成が異なる点以外は同じ構成である。具体的には、第 2 の電極 7 の上に電子注入層と同じ材料を用いて  $70\ \text{nm}$  の膜厚となるように成膜してバッファ層 81 を形成し、更に、バッファ層 81 の上にフッ化リチウムを  $77\ \text{nm}$  の膜厚となるように成膜してバッファ層 82 を形成する構成である。図 3 (b) に本実施例の断面図を示す。

【0060】

本実施例では、屈折率の異なるバッファ層 81 とバッファ層 82 との間で屈折率差を設けることで、バッファ層内での反射率を大きくすることができる。さらに、バッファ層の膜厚が式 3' を満たしているため、バッファ層 8 と第 1 の保護層 91 との界面で反射されて戻る光の位相と、第 2 の電極で反射されて戻る光の位相が揃う関係となり、共振器構造が更に強められる。本実施例の有機 EL 素子のバッファ層 81 を除いた場合と比較して、本実施例の有機 EL 素子発光効率が  $1.2$  倍向上した。

【0061】

また本実施例では、SiN の CVD プロセスダメージをバッファ層により緩和することができ、優れた寿命特性を達成することができる。本実施例の有機 EL 素子のバッファ層

10

20

30

40

50

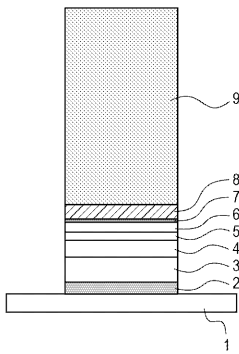
8 1 とバッファ層 8 2 を除いた構成と比較して、 $25 \text{ mA} / \text{cm}^2$  で発光させて輝度が 1 . 5 % 低下する劣化時間がおよそ 4 . 0 倍に改善される。

【符号の説明】

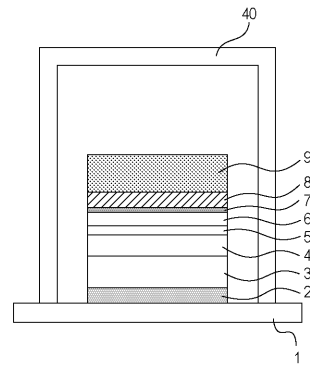
【0062】

- 2 第 1 の電極
- 4 発光層
- 7 第 2 の電極
- 8 バッファ層
- 9 保護層

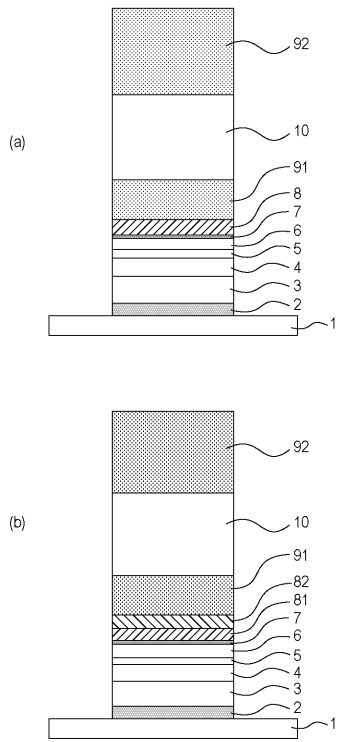
【図 1】



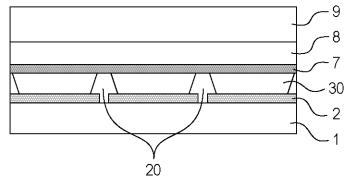
【図 2】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 5 B 33/10 (2006.01) H 0 5 B 33/10

(72)発明者 梶本 典史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC05 CC21 CC23 CC25 CC27 CC45 DD03 DD10  
DD23 DD27 EE46 EE47 EE48 EE50 FF06 FF15 GG03 GG04  
GG05

专利名称(译)	有机EL元件和使用其的显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011119233A</a>	公开(公告)日	2011-06-16
申请号	JP2010219483	申请日	2010-09-29
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	松田陽次郎 水野信貴 梶本典史		
发明人	松田 陽次郎 水野 信貴 梶本 典史		
IPC分类号	H05B33/04 H01L51/50 H05B33/26 H05B33/24 H05B33/12 H05B33/10		
CPC分类号	H05B33/26 H01L51/5234 H01L51/5253 H01L51/5265 H01L2251/558 H05B33/22		
FI分类号	H05B33/04 H05B33/14.A H05B33/26.Z H05B33/24 H05B33/12.B H05B33/10 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC21 3K107/CC23 3K107/CC25 3K107/CC27 3K107/CC45 3K107/DD03 3K107/DD10 3K107/DD23 3K107/DD27 3K107/EE46 3K107/EE47 3K107/EE48 3K107/EE50 3K107/FF06 3K107/FF15 3K107/GG03 3K107/GG04 3K107/GG05		
代理人(译)	佐藤安倍晋三 黑岩Soware		
优先权	2009253076 2009-11-04 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：提供一种有机EL元件，该有机EL元件减少了在形成保护层时由于高能引起损坏并且具有优异的寿命特性。第一电极2，由具有发光层4的多层构成的有机化合物层，由5nm以上且20nm以下的金属薄膜构成的第二电极7，其通过溅射法或等离子体CVD法形成。依次设置保护层9，第一电极7侧的发光层4的界面与发光层4侧的第二电极7的界面之间的距离为55nm以上且90nm以下。通过气相沉积法形成的缓冲层8在电极7和保护层9之间。[选型图]图1

