

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4216572号  
(P4216572)

(45) 発行日 平成21年1月28日(2009.1.28)

(24) 登録日 平成20年11月14日(2008.11.14)

(51) Int.Cl.		F I
<b>H05B 33/26</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B 33/26 Z
<b>H01L 51/50</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B 33/14 A
<b>G09F 9/30</b>	<b>(2006.01)</b>	G09F 9/30 365Z
<b>H01L 27/32</b>	<b>(2006.01)</b>	

請求項の数 15 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2002-336962 (P2002-336962)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成14年11月20日(2002.11.20)	(73) 特許権者	302020207 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社 東京都港区港南4-1-8
(65) 公開番号	特開2004-171957 (P2004-171957A)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(43) 公開日	平成16年6月17日(2004.6.17)	(74) 代理人	100084618 弁理士 村松 貞男
審査請求日	平成17年3月30日(2005.3.30)	(74) 代理人	100092196 弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL素子及び有機EL表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極と、前記陽極に対向した陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在し且つ発光層を含んだ有機物層とを具備し、

前記陰極は、前記有機物層に対向した保護導体層と、前記保護導体層と前記有機物層との間に介在し且つ前記保護導体層の材料とは異なる材料からなる主導体層と、前記保護導体層と前記主導体層との間に介在し、1族元素と16族元素との化合物、1族元素と17族元素との化合物、2族元素と17族元素との化合物、及び、1族元素と2族元素と17族元素との化合物からなる群より選択される絶縁体または半導体からなる外側バリア層とを備えたことを特徴とする有機EL素子。

【請求項2】

前記陰極は前記主導体層と前記有機物層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなるコンタクト層をさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の有機EL素子。

【請求項3】

前記陰極は前記主導体層と前記コンタクト層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなる内側バリア層をさらに備え、前記コンタクト層の材料と前記内側バリア層の材料とは互いに異なっていることを特徴とする請求項2に記載の有機EL素子。

【請求項4】

陽極と、前記陽極に対向した陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在し且つ発光層を含んだ有機物層とを具備し、

10

20

前記陰極は、前記有機物層に対向した主導體層と、前記主導體層と前記有機物層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなるコンタクト層と、前記主導體層と前記コンタクト層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなる内側バリア層とを備え、前記コンタクト層の材料と前記内側バリア層の材料とは互いに異なっており、前記内側バリア層の電子親和力は前記主導體層の仕事関数及び前記コンタクト層の電子親和力よりも小さいことを特徴とする有機EL素子。

【請求項5】

陽極と、前記陽極に対向した陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在し且つ発光層を含んだ有機物層とを具備し、

前記陰極は、前記有機物層に対向した主導體層と、前記主導體層と前記有機物層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなるコンタクト層と、前記主導體層と前記コンタクト層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなる内側バリア層とを備え、前記コンタクト層の材料と前記内側バリア層の材料とは互いに異なっており、前記内側バリア層の電子有効質量は前記コンタクト層の電子有効質量よりも大きいことを特徴とする有機EL素子。

10

【請求項6】

陽極と、前記陽極に対向した陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在し且つ発光層を含んだ有機物層とを具備し、

前記陰極は、前記有機物層に対向した主導體層と、前記主導體層と前記有機物層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなるコンタクト層と、前記主導體層と前記コンタクト層との間に介在し、1族元素と16族元素との化合物、1族元素と17族元素との化合物、2族元素と17族元素との化合物、及び、1族元素と2族元素と17族元素との化合物からなる群より選択される半導体または絶縁体からなる内側バリア層とを備え、前記コンタクト層の材料と前記内側バリア層の材料とは互いに異なっていることを特徴とする有機EL素子。

20

【請求項7】

前記陰極は前記主導體層上に前記主導體層の材料とは異なる材料からなる保護導體層をさらに備えたことを特徴とする請求項4乃至請求項6の何れか1項に記載の有機EL素子。

【請求項8】

前記保護導體層と前記主導體層との間に介在し且つ絶縁体または半導体からなる外側バリア層をさらに備えたことを特徴とする請求項7に記載の有機EL素子。

30

【請求項9】

前記外側バリア層の電子親和力は前記保護導體層の仕事関数及び前記主導體層の仕事関数よりも小さいことを特徴とする請求項1乃至請求項3及び請求項8の何れか1項に記載の有機EL素子。

【請求項10】

前記外側バリア層の膜厚は20nm以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項3及び請求項8の何れか1項に記載の有機EL素子。

【請求項11】

前記コンタクト層は1族元素と17族元素とを含んだ化合物を含有したことを特徴とする請求項2乃至請求項8の何れか1項に記載の有機EL素子。

40

【請求項12】

前記内側バリア層は前記コンタクト層よりも厚いことを特徴とする請求項3乃至請求項8の何れか1項に記載の有機EL素子。

【請求項13】

請求項1乃至請求項12の何れか1項に記載の有機EL素子を複数と、前記複数の有機EL素子を支持した基板とを具備したことを特徴とする有機EL表示装置。

【請求項14】

前記複数の有機EL素子は前記発光層の発光色が互いに異なる第1乃至第3有機EL素

50

子を含んだことを特徴とする請求項 1 3 に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 1 5】

請求項 3 乃至請求項 8 の何れか 1 項に記載の有機 E L 素子を複数と前記複数の有機 E L 素子を支持した基板とを具備し、前記複数の有機 E L 素子は前記発光層の発光色が互いに異なる第 1 乃至第 3 有機 E L 素子を含み、前記コンタクト層の材料は前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子間で互いに等しく、前記内側バリア層の材料は前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子間で互いに等しいことを特徴とする有機 E L 表示装置。

【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 E L (エレクトロルミネッセンス) 素子及び有機 E L 表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年の情報化社会の進展に伴い、各種モバイル機器や端末機器は益々普及し、それらに搭載される表示装置への低消費電力化の要求は高まる一方である。陰極および陽極間に発光層を含む有機物層を挟持した構造の有機 E L 素子は、自発光型の面発光ダイオード(特許文献 1 を参照のこと)であり、10V 以下の低電圧印加により発光を生じさせることや、青、緑、赤の 3 色をはじめとする様々な発光色を実現することができる。これらの点から、有機 E L 表示装置は、液晶表示装置に代わる次世代平面表示装置の有力候補として注目を集めている。しかしながら、多くの有機 E L 表示装置では一万時間以下で輝度が半減してしまう。すなわち、現状の有機 E L 表示装置は、液晶表示装置と比較すると、パネル寿命が未だ不満足なレベルにある。

【0003】

有機 E L 素子の輝度半減寿命は、有機 E L 表示装置で所望のパネル正面輝度  $L$  を得るために必要な有機 E L 素子の駆動電流密度である  $J$  の大きさと密接に関連し、経験的に次式に従うことが知られている。なお、下記等式において、 $\eta$  は有機 E L 素子の発光効率を示している。

$$1/J = \eta / L \quad \dots (1)$$

上記の式(1)から明らかなように、駆動電流密度が増すほど輝度劣化が速く進行する。したがって、輝度  $L$  を一定値に保ちつつ有機 E L 素子の信頼性(寿命)を高めるには、発光効率  $\eta$  を改善する必要がある。

【0004】

ところで、有機 E L 素子の発光効率  $\eta$  は以下の式で表される。

$$\eta = e_{e-h} \times \eta_R \times \eta_{OUT} \quad \dots (2)$$

ここで、 $e_{e-h}$  は電子・正孔の注入バランス、 $\eta_R$  は発光層材料の再結合発光効率、 $\eta_{OUT}$  は光取出し効率である。 $\eta_R$  は R, G, B の各発光材料の発光能力で決まる値であり、 $\eta_{OUT}$  はデバイスの 3 次元構造で決まる値である。したがって、材料やデバイス構造を変更せずに発光効率  $\eta$  を高めるには、電子・正孔注入バランス  $e_{e-h}$  を改善することが有効である。

【0005】

電子・正孔バランス  $e_{e-h}$  を高める方法としては、陰極構造を最適化する方法が一般的である。従来、有機 E L 素子 30 の陰極としては、図 5 (a) に示す有機物層 33 の陽極 31 と対向する側にコンタクト層(以下、X 層と表記する) 32x および陰極導体層(以下、Y 層と表記する) 32y を積層した Y/X 構造の二層陰極(特許文献 1 を参照のこと)や、図 5 (b) に示すように更に Y 層上に保護導体層(以下、M 層と表記する) 32m を備えた M/Y/X 構造の三層陰極(特許文献 2 を参照のこと)が知られている。

【0006】

図 5 (a) に示す Y/X 陰極 32 のうち、Y 層 32y の材料として Al を使用し、X 層 32x の材料として LiF を使用した Al/LiF 陰極は、低分子発光層を含んだ有機 E L 素子で使用されている代表的な陰極である。Al/LiF 陰極は低分子用の Alq<sub>3</sub> 電子

10

20

30

40

50

輸送層に対する電子注入性に優れ、 $\eta_{e-h} \sim 1$ が報告されている。しかしながら、Al/LiF陰極はAlq<sub>3</sub>以外の低分子電子輸送層や、高分子発光層に対する電子注入性が低い。本発明者らの研究によれば、電子注入量を決める陰極界面の電子注入障壁高さは、X層32xに用いる材料の種類に強く依存する。高分子発光層とLiF層とを組み合わせると、この障壁が高くなり、電子が殆ど注入されない。このような理由から、Al/LiF陰極を使用した場合、高分子有機EL素子、並びに、Alq<sub>3</sub>以外の電子輸送層を持つ低分子有機EL素子では高い発光効率を実現することができず、よって寿命が短いという問題があった。

【0007】

他方、図5(b)に示すM/Y/X陰極32のうち、M層32mの材料として酸化されにくく安定なAlを使用し、Y層32yの材料としてCaを使用し、X層32xの材料としてLiFを使用したAl/Ca/LiF陰極は、高分子有機EL素子で使用されている代表的な陰極である。このAl/Ca/LiF陰極32では、先のAl/LiF陰極32に仕事関数の小さいCa層を追加した構造となっており、これは、陰極界面の電子注入障壁高さを減らして電子注入量を増加させるためと推測される。しかしながら、この陰極32を使用した場合であっても、高分子発光層に対する電子注入性を十分に改善できる訳ではない。そのため、Al/Ca/LiF陰極を使用した場合でも、Al/LiF陰極を使用した場合と同様に、高分子有機EL素子、並びに、Alq<sub>3</sub>以外の電子輸送層を持つ低分子有機EL素子では高い発光効率を実現することができず、よって寿命が短いという問題があった。しかも、上記の通り、Al/Ca/LiF陰極はAl/LiF陰極に化学反応性に富んだCa層を追加した構造を有しているため、時間の経過とともにCa原子がAl層やLiF層に拡散し、陰極の劣化に起因して寿命が短くなるという問題もあった。

【0008】

【非特許文献1】

C. W. Tang及びS. A. Van Slyke著, 「アプライド・フィジカル・レター (Appl. Phys. Lett.)」, 1987年, 第51巻, p. 913

【0009】

【特許文献1】

特開平10-74586号公報

【0010】

【特許文献2】

特開2000-164359号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、寿命特性に優れた有機EL素子及び有機EL表示装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の側面によると、陽極と、前記陽極に対向した陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在し且つ発光層を含んだ有機物層とを具備し、前記陰極は、前記有機物層に対向した保護導体層と、前記保護導体層と前記有機物層との間に介在し且つ前記保護導体層の材料とは異なる材料からなる主導体層と、前記保護導体層と前記主導体層との間に介在し、1族元素と16族元素との化合物、1族元素と17族元素との化合物、2族元素と17族元素との化合物、及び、1族元素と2族元素と17族元素との化合物からなる群より選択される絶縁体または半導体からなる外側バリア層とを備えたことを特徴とする有機EL素子が提供される。

【0013】

第1の側面において、陰極は主導体層と有機物層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなるコンタクト層をさらに備えていてもよい。この場合、陰極は主導体層とコンタクト層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなる内側バリア層をさらに備え、コン

10

20

30

40

50

タクト層の材料と内側バリア層の材料とは互いに異なっていてもよい。

【0014】

本発明の第2の側面によると、陽極と、前記陽極に対向した陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在し且つ発光層を含んだ有機物層とを具備し、前記陰極は、前記有機物層に対向した主導體層と、前記主導體層と前記有機物層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなるコンタクト層と、前記主導體層と前記コンタクト層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなる内側バリア層とを備え、前記コンタクト層の材料と前記内側バリア層の材料とは互いに異っており、前記内側バリア層の電子親和力は前記主導體層の仕事関数及び前記コンタクト層の電子親和力よりも小さいことを特徴とする有機EL素子が提供される。

10

【0015】

本発明の第3の側面によると、陽極と、前記陽極に対向した陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在し且つ発光層を含んだ有機物層とを具備し、前記陰極は、前記有機物層に対向した主導體層と、前記主導體層と前記有機物層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなるコンタクト層と、前記主導體層と前記コンタクト層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなる内側バリア層とを備え、前記コンタクト層の材料と前記内側バリア層の材料とは互いに異っており、前記内側バリア層の電子有効質量は前記コンタクト層の電子有効質量よりも大きいことを特徴とする有機EL素子が提供される。

【0016】

本発明の第4の側面によると、陽極と、前記陽極に対向した陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在し且つ発光層を含んだ有機物層とを具備し、前記陰極は、前記有機物層に対向した主導體層と、前記主導體層と前記有機物層との間に介在し且つ半導体または絶縁体からなるコンタクト層と、前記主導體層と前記コンタクト層との間に介在し、1族元素と16族元素との化合物、1族元素と17族元素との化合物、2族元素と17族元素との化合物、及び、1族元素と2族元素と17族元素との化合物からなる群より選択される半導体または絶縁体からなる内側バリア層とを備え、前記コンタクト層の材料と前記内側バリア層の材料とは互いに異っていることを特徴とする有機EL素子が提供される。

20

【0017】

第2乃至第4の側面において、陰極は、主導體層上に主導體層の材料とは異なる材料からなる保護導體層をさらに備えていてもよい。この場合、陰極は、保護導體層と主導體層との間に介在し且つ絶縁体または半導体からなる外側バリア層をさらに備えていてもよい。

30

【0020】

本発明の第5の側面によると、第1乃至第4の側面の何れか1つに係る有機EL素子を複数と、前記複数の有機EL素子を支持した基板とを具備したことを特徴とする有機EL表示装置が提供される。

【0021】

第5の側面において、複数の有機EL素子は、発光層の発光色が互いに異なる第1乃至第3有機EL素子を含んでいてもよい。

【0022】

本発明の第6の側面によると、第2乃至第4の側面の何れか1つに係る有機EL素子を複数と前記複数の有機EL素子を支持した基板とを具備し、前記複数の有機EL素子は前記発光層の発光色が互いに異なる第1乃至第3有機EL素子を含み、前記コンタクト層の材料は前記第1乃至第3有機EL素子間で互いに等しく、前記内側バリア層の材料は前記第1乃至第3有機EL素子間で互いに等しいことを特徴とする有機EL表示装置が提供される。

40

【0023】

外側バリア層の電子親和力は、保護導體層の仕事関数及び主導體層の仕事関数よりも小さくてもよい。外側バリア層の膜厚は、20nm以下であってもよい。

【0024】

50

コンタクト層は、1族元素と17族元素とを含んだ化合物を含有していてもよい。また、内側バリア層は、コンタクト層よりも厚くてもよい。

【0025】

なお、ここで使用する用語「族」は、元素を1乃至18族に分類した長周期型周期表における「族」である。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各図において、同様または類似する構成要素には同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0027】

まず、第1及び第2の実施形態に共通する事項について説明する。

図1は、本発明の第1及び第2の実施形態に係る有機EL表示装置を概略的に示す断面図である。図1に示す有機EL表示装置1は、アレイ基板2と封止基板3とをシール層4を介して対向させた構造を有している。シール層4は封止基板3の周縁に沿って設けられており、それにより、アレイ基板2と封止基板3との間に密閉された空間を形成している。この空間は、Arガスなどの希ガスやN<sub>2</sub>ガスのような不活性ガスで満たされている。

【0028】

アレイ基板2は、基板11を有している。基板11上には、アンダーコート層として、例えば、SiN<sub>x</sub>層12とSiO<sub>2</sub>層13とが順次積層されている。アンダーコート層13上には、チャネル及びソース・ドレインが形成されたポリシリコン層のような半導体層14、ゲート絶縁膜15、及びゲート電極16が順次積層されており、それらはトップゲート型の薄膜トランジスタ(以下、TFTという)20を構成している。

【0029】

ゲート絶縁膜15及びゲート電極16上には、SiO<sub>2</sub>などからなる層間絶縁膜21が設けられている。層間絶縁膜21上には電極配線(図示せず)及びソース・ドレイン電極23が設けられており、それらは、SiN<sub>x</sub>などからなるパッシベーション膜24で埋め込まれている。なお、ソース・ドレイン電極23は、層間絶縁膜21に設けられたコンタクトホールを介してTFT20のソース・ドレインに電氣的に接続されている。

【0030】

パッシベーション膜24上には、陽極(透明画素電極)31及び隔壁絶縁層26が並置されている。隔壁絶縁層26は、例えばシリコン窒化物やシリコン酸化物のような無機絶縁材料などからなる親水性の絶縁層26aと、例えば有機絶縁材料などからなる撥水性の絶縁層26bとを順次積層した構造を有している。また、隔壁絶縁層26には、それぞれの陽極31に対応して開口が設けられている。

【0031】

隔壁絶縁層26の開口内で露出した陽極31上には、有機物層33が設けられている。有機物層33は、例えば、赤、緑、または青色に発光する有機発光層を含んでいる。有機物層33は、発光層と陽極31との間に、正孔注入層や正孔輸送層のように陽極31から発光層への正孔の注入を媒介する役割を果たす導電性有機物層をさらに含むことができる。また、有機物層33は、発光層と後述する陰極32との間に、電子注入層のように陰極32から発光層への電子の注入を媒介する役割を果たす導電性有機物層をさらに含むことができる。

【0032】

隔壁絶縁層26及び有機物層33上には陰極32が共通電極として設けられており、この陰極32はパッシベーション膜24及び隔壁絶縁層26に設けられたコンタクトホール(図示せず)を介して共通電極取り出し配線に電氣的に接続されている。それぞれの有機EL素子30は、これら陽極31, 有機物層33, 陰極32で構成されている。

【0033】

次に、第1及び第2の実施形態について個々に説明する。なお、これら実施形態は、陰極

10

20

30

40

50

32に互いに異なる構造を採用することのみにおいて相違している。したがって、以下、主として、陰極32の構造について説明する。

【0034】

図2は、本発明の第1の実施形態に係る有機EL表示装置で利用可能な有機EL素子の構造の一例を概略的に示す断面図である。図2に示す有機EL素子30において、陰極32は、有機物層33に対向した主導體層32aと、主導體層32a上に設けられた保護導體層32bと、主導體層32aと有機物層33との間に介在したコンタクト層32cと、主導體層32aと保護導體層32bとの間に介在した外側バリア層32dとを備えている。

【0035】

主導體層32aは、陰極32の主要部であり、例えば、仕事関数が小さい金属材料からなる。主導體層32aの材料としては、例えば、アルカリ金属元素、アルカリ土類金属元素、希土類元素であるLi、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどの単体金属、または上記元素を少なくとも1種類以上含む多元系金属、または上記元素を含む単体金属や多元系金属を複数層含む多層金属などを挙げることができる。また、主導體層32aの厚さは、通常、1nm乃至100nm程度である。

10

【0036】

保護導體層32bは、主導體層32aなどを水分や酸素などとの接触による酸化劣化から保護する役割を果たすとともに、陰極32の抵抗を低減する役割を果たす。保護導體層32bの材料としては、例えば、主導體層32aよりも仕事関数が大きい金属材料を使用することができ、そのような金属材料としては、例えば、AgやAlなどを挙げることができる。また、保護導體層32bの厚さは、通常、50nm乃至1000nm程度である。

20

【0037】

コンタクト層32cは、後述するように、陰極32から有機物層33への電子注入障壁高さを決定する。コンタクト層32cの材料は、半導體または絶縁体である。コンタクト層32cに好適な材料の多くは、その電子親和力の大きさが主導體層32aの材料の仕事関数よりも小さい。さらに、コンタクト層32cに好適な材料の多くは、単体ではなく化合物である。コンタクト層32cの材料としては、例えば、1族元素と16族元素との化合物、1族元素と17族元素との化合物、2族元素と17族元素との化合物、及び、1族元素と2族元素と17族元素との化合物などを挙げることができる。また、コンタクト層32cの厚さは、通常、0.1nm乃至10nm程度である。なお、第1の実施形態において、コンタクト層32cは任意の構成要素である。

30

【0038】

外側バリア層32dは、主導體層32aの構成元素が保護導體層32b中へと拡散すること、及び、保護導體層32bの構成元素が主導體層32a中へと拡散することを抑制する。外側バリア層32dの材料は、主導體層32aや保護導體層32bの材料とは異なる無機材料であり、典型的には半導體または絶縁体である。また、外側バリア層32dに好適な材料の多くは、その電子親和力の大きさが主導體層32aの材料や保護導體層32bの材料の仕事関数よりも小さい。さらに、外側バリア層32dに好適な材料の多くは、単体ではなく化合物である。外側バリア層32dの材料としては、例えば、1族元素と16族元素との化合物、1族元素と17族元素との化合物、2族元素と17族元素との化合物、及び、1族元素と2族元素と17族元素との化合物などを挙げることができる。

40

【0039】

さて、本実施形態では、例えば、図1に示す有機EL表示装置1の有機EL素子30に、図2に示す構造を採用する。そのような構造を採用すると、以下に説明するように、優れた寿命特性を実現することができる。

【0040】

図5(b)に示すM/Y/X構造の陰極では、陰極形成直後からY層32yに含まれる低仕事関数金属とM層32mに含まれる高仕事関数金属との合金化が起こる。そのため、Y層32yの仕事関数(電子注入障壁)が徐々に増加し、有機物層33への電子注入量は時

50

間と共に減少する。その結果、陰極起因の効率低下や短寿命化が生じる。

【0041】

これに対し、図2に示す有機EL素子30において、外側バリア層32dは、主導体層32aの構成元素が保護導体層32b中へと拡散すること、及び、保護導体層32bの構成元素が主導体層32a中へと拡散することを抑制する。したがって、主導体層32aに含まれる金属と保護導体層32bに含まれる金属との合金化などに起因した陰極構造の劣化を抑制することができ、陰極に起因した発光効率の低下や短寿命化を抑制可能となる。すなわち、優れた寿命特性を実現することができる。

【0042】

ここで、外側バリア層32dが、保護導体層32bに含まれる第1金属と主導体層32a 10  
に含まれる第2金属との合金化を抑制する役割や、保護導体層32bの構成元素が主導体層32a中へと拡散するのを抑制する役割を果たしているかは、例えば、以下の方法により確認することができる。すなわち、外側バリア層32dを設けた有機EL素子30と外側バリア層32dを設けていない以外は同様の構造を有する有機EL素子との間で、所定の条件下での連続点灯後に、保護導体層32bの主導体層32a側の表面領域及び/または主導体層32aの保護導体層32b側の表面領域の組成を比較する。

【0043】

例えば、外側バリア層32dを設けていない有機EL素子30を常温で電流密度を $0.1$  A/cm<sup>2</sup>として100時間連続点灯した後、主導体層32aにおけるその一構成元素、  
例えば第2金属、の濃度(第1濃度)に対し、保護導体層32bの主導体層32a側表面 20  
からの距離が2nm未満の範囲内における上記元素の濃度(第2濃度)が $1/3$ 以上であり、且つ、保護導体層32bの主導体層32aからの距離が2nm以上の範囲内における上記元素の濃度(第3濃度)が $1/5$ 以上であるとする。この場合、外側バリア層32dを設けることにより、先と同条件下での連続点灯後における第1濃度に対する第2濃度の比が $1/10$ 以下となれば、外側バリア層32dは先の役割を果たしているといえることができる。なお、これら濃度の比は、例えば、断面TEM(透過電子顕微鏡)とFIB(電界イオンビーム)とを組み合わせることで所望の断面を露出させ、その断面について、空間分解能を例えば $\sim 1$ nm程度としたAES(オーグエ電子分光法)やEDX(エネルギー分散性X線回折)などによる分析を行うことにより調べることができる。

【0044】

本実施形態では、上記の通り、主導体層32aと保護導体層32bとの間に外側バリア層32dを介在させることにより、主導体層32aと保護導体層32bとの間でそれらの構成元素が移動するのを抑制可能とする。この外側バリア層32dのバリア能は、外側バリア層32dに使用する材料に依存しており、外側バリア層32dの材料として、常温・常圧下において安定であり且つ絶縁性、半絶縁性、または半導性の固体材料、すなわち絶縁体または半導体、を使用した場合に特に優れたバリア能を実現することができることが多い。例えば、外側バリア層32dの材料として、Li<sub>2</sub>OやNa<sub>2</sub>Sのような1族元素と16族元素との化合物、CsFやCsClのような1族元素と17族元素との化合物、BaF<sub>2</sub>やBaCl<sub>2</sub>やBaCl<sub>x</sub>F<sub>2-x</sub>のような2族元素と17族元素との化合物、或いは、K 40  
MgF<sub>3</sub>のような1族元素と2族元素と17族元素との化合物を使用した場合、特に、CsFやCsClのような1族元素と17族元素との化合物を使用した場合、に極めて優れたバリア能を実現することができる。

【0045】

また、外側バリア層32dのバリア能は、その膜厚にも依存している。通常、外側バリア層32dの膜厚がおよそ1nm以上である場合に特に優れたバリア能を実現することができることが多い。なお、外側バリア層32dに関して例示した上記材料は、主導体層32aや保護導体層32bに用いる材料と比較して、導電率が数十桁程度低い。そのため、外側バリア層32dを挿入することにより、有機EL素子30の動作電圧(消費電力)が上昇することが懸念される。しかしながら、外側バリア層32dの膜厚がおよそ20nm以下であれば、保護導体層/外側バリア層/主導体層による電圧降下は動作電圧に殆ど影響 50

を与えないことが確かめられている。

【0046】

本実施形態において、主導体層32aが含有する金属元素と外側バリア層32dが含有する金属元素とは同一であることが好ましい。この場合、有機EL素子30の製造が容易になるのに加え、例え、主導体層32aと外側バリア層32dとの間でそれらを構成する金属元素の拡散が生じたとしても、それらの特性が大きく変化することはない。

【0047】

上記の構造で以下の構成を採用すると、先に説明した陰極構造の劣化をより効果的に抑制可能となるのに加え、発光色が互いに異なる有機EL素子、例えば、赤色に発光する有機EL素子と緑色に発光する有機EL素子と青色に発光する有機EL素子、の全てで、高い発光効率を実現することができる。したがって、さらに優れた寿命特性を実現することが可能となる。これについては、以下に詳細に説明する。

10

【0048】

これまでの研究では、図5(a)、(b)に示す陰極32でX層32xが果たす役割は十分に明らかにされていなかった。本発明者らの研究によれば、X層32xは、有機物層33に含まれる層のうち陰極32に最も近いもの(発光層若しくは電子注入層)の伝導帯の底と、陰極金属[図5(a)、図5(b)に示すY層32y]の仕事関数との差、すなわち電子注入障壁高さ、を決定する役割を果たしている。電子注入障壁高さが低いほど、動作電圧は低下し、有機物層33に電子が注入され易くなる。しかしながら、X層32xの材料としてLiFを使用した場合、発光色が赤色及び緑色の発光層に対する障壁高さが大きく、したがって、動作電圧が高く、電子注入量は少なかった。

20

【0049】

電子注入障壁を決めるモデルは半導体分野では種々提案されているが、本発明者らが系統的にX層32xの材料を振って動作電圧を調べたところ、有機EL素子では以下の2つのモデルが支配的であることが判明した。すなわち、第1のモデルは半導体分野でよく知られたM/I/S型接合モデル[図5(a)に示す構造では、M/I/S構造のM層、I層、S層は、M層32m、X層32x、有機物層33にそれぞれ対応し、図5(b)に示す構造では、M/I/S構造のM層、I層、S層は、Y層32y、X層32x、有機物層33にそれぞれ対応している]であり、第2のモデルはX層32x界面での電気二重層による障壁低下モデルである[電気二重層モデルに関する参考文献; T. E. Feuchtwang, D. Paudyal, and W. Pong, Phys. Rev. B 26, 1608 (1982)]。前者の接合モデルにおけるX層材料のキーパラメータは主に電子親和力であり、電子親和力が大きいほど電子注入障壁は低下し、動作電圧は下がる。他方、後者におけるX層材料のキーパラメータは主に電子の有効質量であり、有効質量が低下するほど電子注入障壁は低下し、動作電圧は下がる。

30

【0050】

本発明者らの研究によると、高分子の発光材料では、赤、緑、青の発光層毎に第1及び第2モデルの何れが支配的であるかが異なっていることが判明した。すなわち発光色が赤色の発光層については、動作電圧はX層材料の電子親和力に強く関連し、第1モデルが支配的であった。また、発光色が青色の発光層では、動作電圧と有効質量とは強く関連し、第2モデルが支配的であった。さらに、発光色が緑色の発光層については、動作電圧は電子親和力と有効質量の両者に依存し、第1及び第2モデルの双方が作用するという結果が得られた。なお、赤、緑、青の発光層毎に接合モデルが異なる理由は今のところ明らかでない。

40

【0051】

以上の説明から明らかなように、X層32x(図2に示す構造のコンタクト層32c)の材料として、電子親和力が大きく且つ電子の有効質量が小さい材料を使用することにより、赤、緑、青の発光層の全てで、電子注入障壁高さを低減することができる。例えば、コンタクト層32cの材料として、Li<sub>2</sub>Oのような1族元素と16族元素との化合物や、LiFとNaFとを除くCsFやRbFのような1族元素と17族元素との化合物などを

50

使用した場合、赤、緑、青の発光層の全てで、特に低い電子注入障壁高さを実現することができる。そして、赤、緑、青の画素でコンタクト層32cに同一の材料を用いた場合であっても、それらの全てで高い発光効率を実現することができ、したがって、さらに優れた寿命特性を実現することが可能となる。

【0052】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

第1の実施形態で説明したように、主導体層32aと保護導体層32bとの間における構成元素の拡散などに起因した陰極の劣化は、それらの間に外側バリア層32dを介在させることに抑制可能である。しかしながら、図2の構造では、主導体層32aとコンタクト層32cとの間における構成元素の拡散などに起因した陰極の劣化を抑制することはできない。これに対しては、以下に説明する構造が有効である。

10

【0053】

図3は、本発明の第2の実施形態に係る有機EL表示装置で利用可能な有機EL素子の構造の一例を概略的に示す断面図である。図3に示す有機EL素子30は、主導体層32aとコンタクト層32cとの間に内側バリア層32eをさらに備えていること以外は図2に示す有機EL素子30と同様の構造を有している。

【0054】

この有機EL素子30において、内側バリア層32eは、主導体層32aの構成元素がコンタクト層32c中へと拡散すること、及び/または、コンタクト層32cの構成元素が主導体層32a中へと拡散することを抑制する役割を果たす。したがって、主導体層32aとコンタクト層32cとの間における構成元素の拡散などに起因した陰極の劣化を抑制することができ、陰極に起因した発光効率の低下や短寿命化を抑制可能となる。すなわち、優れた寿命特性を実現することができる。

20

【0055】

ここで、内側バリア層32eが、主導体層32aとコンタクト層32cとの間における構成元素の拡散を抑制する役割を果たしているかは、例えば、以下の方法により確認することができる。すなわち、内側バリア層32eを設けた有機EL素子30と内側バリア層32eを設けていない以外は同様の構造を有する有機EL素子との間で、所定の条件下での連続点灯後に、コンタクト層32cの主導体層32a側の表面領域及び/または主導体層32aのコンタクト層32c側の表面領域の組成を比較する。

30

【0056】

例えば、内側バリア層32eを設けていない有機EL素子30を第1の実施形態で説明したのと同様の条件下で連続点灯した後、主導体層32aにおけるその一構成元素、例えば第2金属、の濃度(第4濃度)に対し、コンタクト層32cの主導体層32a側表面からの距離が2nm未満の範囲内における上記元素の濃度(第5濃度)が1/3以上であり、且つ、コンタクト層32cの主導体層32aからの距離が2nm以上の範囲内における上記元素の濃度(第6濃度)が1/5以上であるとする。この場合、内側バリア層32eを設けることにより、先と同条件下での連続点灯後における第4濃度に対する第5濃度の比が1/10以下となれば、内側バリア層32eは先の役割を果たしているといえる。なお、これら濃度の比は、例えば、断面TEMとFIBとを組み合わせることで所望の断面を露出させ、その断面について、空間分解能を例えば~1nm程度としたAESやEDXなどによる分析を行うことにより調べることができる。

40

【0057】

内側バリア層32eは、主導体層32aやコンタクト層32cの材料とは異なる無機材料からなる。この内側バリア層32eのバリア能は、内側バリア層32eに使用する材料、或いは、内側バリア層32eに使用する材料と主導体層32aやコンタクト層32cに使用する材料との組み合わせに依存している。例えば、常温・常圧下において安定であり且つ絶縁性、半絶縁性、または半導性の固体材料、すなわち絶縁体または半導体を使用した場合に特に優れたバリア能を実現することができる。また、内側バリア層32eに好適な材料の多くは、その電子親和力の大きさが主導体層32aの材料の仕事関数やコンタクト

50

層 3 2 c の材料の電子親和力よりも小さいか、或いは、その電子有効質量がコンタクト層 3 2 c の電子有効質量よりも大きい。さらに、内側バリア層 3 2 e に好適な材料の多くは、単体ではなく化合物である。

【 0 0 5 8 】

主導體層 3 2 a やコンタクト層 3 2 c に使用する材料の組み合わせにもよるが、例えば、内側バリア層 3 2 e の材料として、 $\text{Li}_2\text{O}$  や  $\text{Na}_2\text{S}$  のような 1 族元素と 1 6 族元素との化合物、 $\text{CsF}$  や  $\text{CsCl}$  のような 1 族元素と 1 7 族元素との化合物、 $\text{BaF}_2$  や  $\text{BaCl}_2$  や  $\text{BaCl}_x\text{F}_{2-x}$  のような 2 族元素と 1 7 族元素との化合物、或いは、 $\text{KMgF}_3$  のような 1 族元素と 2 族元素と 1 7 族元素との化合物を使用した場合、優れたバリア能を実現できることが多い。

10

【 0 0 5 9 】

また、内側バリア層 3 2 e のバリア能は、その膜厚にも依存している。通常、内側バリア層 3 2 e の膜厚がおよそ 1 nm 以上である場合に特に優れたバリア能を実現することができる。

【 0 0 6 0 】

但し、内側バリア層 3 2 e に関して例示した上記材料と、先に示したコンタクト層 3 2 c に用いる材料とは、いずれも主導體層 3 2 a に用いる材料と比較して導電率が数十桁程度低い。そのため、内側バリア層 3 2 e を追加挿入することにより、有機 EL 素子 3 0 の動作電圧（消費電力）が上昇することが懸念される。しかしながら、通常、内側バリア層 3 2 e とコンタクト層 3 2 c の合計膜厚が 0 . 1 nm 乃至 1 0 nm の範囲内であれば、内側バリア層 3 2 e を設けることにより生じる電圧降下は動作電圧に殆ど影響を与えないことが確かめられている。

20

【 0 0 6 1 】

主導體層 3 2 a 及びコンタクト層 3 2 c の材料として、それぞれ、先に例示したもの、例えば  $\text{Ba}$  及び  $\text{CsF}$  を使用した場合、内側バリア層 3 2 e の材料として  $\text{BaF}_2$  のような 2 族元素と 1 7 族元素との化合物（コンタクト層 3 2 c の材料とは異なるもの）を使用することにより、赤、緑、青色の発光層間で電子注入障壁高さをより良好にバランスさせることができる。したがって、より優れた寿命特性を実現することが可能となる。

【 0 0 6 2 】

主導體層 3 2 a とコンタクト層 3 2 c との間で構成元素が拡散することに起因した陰極 3 2 の劣化は、主導體層 3 2 a が含有する金属元素とコンタクト層 3 2 c が含有する金属元素とが同一である場合に比べ、それらが異なっている場合において遥かに深刻である。したがって、内側バリア層 3 2 e は、後者の場合に特に有用である。

30

【 0 0 6 3 】

本実施形態において、外側バリア層 3 2 d の材料と内側バリア層 3 2 e の材料とは同一であることが好ましい。このような構造を有する有機 EL 素子 3 0 は製造が容易である。

【 0 0 6 4 】

本実施形態において、主導體層 3 2 a が含有する金属元素と外側バリア層 3 2 d が含有する金属元素とは同一であることが好ましい。この場合、第 1 の実施形態で説明したように、有機 EL 素子 3 0 の製造が容易になるのに加え、例え、主導體層 3 2 a と外側バリア層 3 2 d との間でそれらを構成する金属元素の拡散が生じたとしても、それらの特性が大きく変化することはない。同様に、本実施形態において、主導體層 3 2 a が含有する金属元素と内側バリア層 3 2 e が含有する金属元素とは同一であることが好ましい。この場合、有機 EL 素子 3 0 の製造が容易になるのに加え、例え、主導體層 3 2 a と内側バリア層 3 2 e との間でそれらを構成する金属元素の拡散が生じたとしても、それらの特性が大きく変化することはない。

40

【 0 0 6 5 】

なお、第 2 の実施形態において、外側バリア層 3 2 d 及び保護導體層 3 2 b は任意の構成要素である。すなわち、主導體層 3 2 a と保護導體層 3 2 b との間に外側バリア層 3 2 d が介在していなくてもよい。また、主導體層 3 2 a 上に外側バリア層 3 2 d 及び保護導體

50

層 3 2 b を設けなくてもよい。

【 0 0 6 6 】

第 1 及び第 2 の実施形態で上述した陰極 3 2 を構成する各層は、例えば、蒸着法のような気相堆積法を用いて形成することができる。なお、蒸着法によりコンタクト層 3 2 を形成する場合、その蒸着レートは  $0.05 / \text{sec}$  以下とすることが好ましい。これについては、図 4 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 7 】

図 4 は、コンタクト層 3 2 の成膜時の蒸着レートと有機 EL 素子 3 0 の電流効率との関係の一例を示すグラフである。図中、横軸は図 2 に示す陰極 3 2 のコンタクト層 3 2 を成膜する際の蒸着レートを示し、縦軸はコンタクト層 3 2 をその蒸着レートで成膜してなる有機 EL 素子 3 0 の電流効率を示している。なお、図 4 には、コンタクト層 3 2 の膜厚を一定とし、蒸着レートのみを変化させた場合に得られたデータを示している。

10

【 0 0 6 8 】

図 4 に示すように、蒸着レートが  $0.05 / \text{sec}$  よりも高い場合、蒸着レートが高くなるのに応じて電流効率は低下する。これに対し、蒸着レートが  $0.05 / \text{sec}$  以下であれば、蒸着レートの高低に拘らず、高い電流効率を実現することができる。

【 0 0 6 9 】

上記の実施形態では、陽極 3 1 をパッシベーション膜 2 4 上に設けたが、陽極 3 1 は層間絶縁膜 2 1 上に、つまり信号線と陽極 3 1 とを同一平面上に設けてもよい。また、上記実施形態では有機 EL 表示装置 1 を下面発光型としたが、上面発光型とすることもできる。さらに、アレイ基板 2 を対向基板 3 によりシーリングする場合、基板間の空間に乾燥剤を封入することで、素子の長寿命化を図ることも可能であり、また、対向基板 3 とアレイ基板 2 との間に樹脂を充填して放熱特性を向上させることもできる。加えて、上記実施形態では、有機 EL 素子 3 0 が保護導体層 3 2 b を含んだ場合について説明したが、保護導体層 3 2 b は必ずしも設ける必要はない。例えば、2 つの複数の有機物層 3 3 を積層し、それらの間に陰極 3 2 を介在させ、それらの積層体を一对の陽極 3 1 で挟持する場合などには、保護導体層 3 2 b を設けなくてもよい。

20

【 0 0 7 0 】

【実施例】

以下、本発明の実施例について説明する。

30

本実施例では、図 1 に示す有機 EL 表示装置 1 を以下に説明する方法により作製した。なお、本実施例では、有機 EL 素子 3 0 に図 2 に示す構造を採用した。また、本実施例では、表示部の対角サイズを 2.2 インチとし、精細度は  $130 \text{ p p i}$  (pixel per inch) とした。さらに、本実施例では、有機 EL 素子 3 0 を発光色が赤、緑、青色の三種の素子で構成し、有機 EL 表示装置 1 をフルカラータイプとした。

【 0 0 7 1 】

まず、ガラス基板 1 1 のアンダーコート層 1 1 , 1 2 が形成された面に対し、通常の TFT 形成プロセスと同様に成膜とパターニングとを繰り返し、TFT 2 0、層間絶縁膜 2 1、電極配線 ( 図示せず)、共通電極取り出し配線 ( 図示せず)、ソース・ドレイン電極 2 3、及びパッシベーション膜 2 4 を形成した。

40

【 0 0 7 2 】

次に、パッシベーション膜 2 4 上に、スパッタリング法を用いて ITO 膜を形成した。続いて、この ITO 膜を、フォトリソグラフィ技術を用いてパターニングすることにより陽極 3 1 を得た。なお、陽極 3 1 は、マスクスパッタリング法により形成してもよい。

【 0 0 7 3 】

次いで、基板 1 1 の陽極 3 1 を形成した面に、各画素の発光部に対応して開口を有する親水層 2 6 a を形成した。続いて、基板 1 1 の陽極 3 1 を形成した面に、感光性樹脂を塗布し、得られた塗膜をパターン露光及び現像することにより、各画素の発光部に対応して開口を有する撥水層 2 6 b を形成した。

【 0 0 7 4 】

50

以上のようにして、親水層 2 6 a と撥水層 2 6 b とを積層してなる隔壁絶縁層 2 6 を得た。なお、隔壁絶縁層 2 6 を形成した基板 1 1 には  $CF_4/O_2$  プラズマガスを用いた表面処理を施し、撥水層 2 6 b の表面をフッ素化した。

【0075】

次に、隔壁絶縁層 2 6 が形成するそれぞれの液溜めに、インクジェット法によりバッファ層形成用インクを吐出し、それにより得られる液膜を加熱することによりバッファ層を形成し。続いて、赤、緑、青色の画素に対応したバッファ層上に、それぞれ、赤、緑、青色の発光層形成用インクをインクジェット法により吐出し、それにより得られる液膜を加熱することにより発光層を形成した。以上のようにして、有機物層 3 3 を得た。

【0076】

次いで、基板 1 1 の有機物層 3 3 を形成した面に、真空蒸着法により、LiF、Ba、BaF<sub>2</sub>、及びAlを順次成膜した（BaF<sub>2</sub>の電子親和力はBaの仕事関数及びAlの仕事関数よりも小さく、LiFの電子親和力はBaの仕事関数よりも小さい）。これにより、図 2 に示すように、コンタクト層 3 2 c、主导体層 3 2 a、外側バリア層 3 2 d、及び保護导体層 3 2 b を順次積層してなる陰極 3 2 を得た。なお、本例では、コンタクト層 3 2 c の厚さは 0.5 nm とし、主导体層 3 2 a の厚さは 7 nm とし、外側バリア層 3 2 d の厚さは 2 nm とし、保護导体層 3 2 b の厚さは 300 nm とした。以上のようにして、TF T アレイ基板 2 を完成した。

【0077】

その後、ガラス基板 3 の一方の主面の周縁部に紫外線硬化型樹脂を塗布してシール層 4 を形成した。次いで、ガラス基板 3 とアレイ基板 2 とを、ガラス基板 3 のシール層 4 を設けた面とアレイ基板 2 の陰極 3 2 を設けた面とが対向するようにドライ室素雰囲気中で貼り合せた。さらに、紫外線照射によりしてシール層を硬化させることにより、図 1 に示す有機 EL 表示装置 1 を完成した。

【0078】

次に、この有機 EL 表示装置 1 について、モノクロ点灯させたときの発光効率と発光寿命とを測定した。なお、これらの測定に際しては、赤、緑、青色に発光する有機 EL 素子 3 0 のそれぞれの初期輝度が 200 cd/cm<sup>2</sup> となるように駆動電流を設定した。また、発光寿命は、輝度が初期輝度に対して半減するまでの時間とした。以下の表 1 に、その結果を示す。

【0079】

【表 1】

表 1

有機 EL 素子		発光効率 (cd/A)	発光寿命 (hour)
発光色	赤	1.2	11,423
	緑	8.8	12,051
	青	2.6	15,672

【0080】

上記表 1 に示すように、赤及び青色の有機 EL 素子 3 0 の発光効率は緑色の有機 EL 素子 3 0 の発光効率に比べると低かったが、発光寿命はそれら有機 EL 素子 3 0 の何れにおいても 11,000 時間を超えた。すなわち、優れた寿命特性を実現することができた。

【0081】

次に、上記と同様の方法により作製した有機 EL 表示装置 1 を常温で電流密度を 0.1 A/cm<sup>2</sup> として 100 時間連続点灯した。その後、主导体層 3 2 a における Ba 濃度に対する、保護导体層 3 2 b の主导体層 3 2 a 側表面からの距離が 2 nm 未満の範囲内におけ

10

20

30

40

50

る B a 濃度の比を調べた。また、保護導体層 3 2 b における A 1 濃度に対する、主導体層 3 2 a の保護導体層 3 2 b 側表面からの距離が 2 nm 未満の範囲内における A 1 濃度の比を調べた。その結果、これら比は 1 / 10 未満であった。

【 0 0 8 2 】

次いで、上記の連続点灯後の有機 E L 表示装置 1 について、主導体層 3 2 a における B a 濃度に対する、コンタクト層 3 2 c の主導体層 3 2 a 側表面からの距離が 2 nm 未満の範囲内における B a 濃度の比を調べた。また、コンタクト層 3 2 c における L i 濃度に対する、主導体層 3 2 a のコンタクト層 3 2 c 側表面からの距離が 2 nm 未満の範囲内における L i 濃度の比を調べた。その結果、これら比は 1 / 3 を超えていた。

【 0 0 8 3 】

さらに、主導体層 3 2 a における B a 濃度に対する、コンタクト層 3 2 c の主導体層 3 2 a 側表面からの距離が 2 nm 以上の範囲内における B a 濃度の比を調べた。また、コンタクト層 3 2 c における L i 濃度に対する、主導体層 3 2 a のコンタクト層 3 2 c 側表面からの距離が 2 nm 以上の範囲内における L i 濃度の比を調べた。その結果、これら比は 1 / 5 を超えていた。

【 0 0 8 4 】

( 比較例 )

有機 E L 素子 3 0 に図 5 ( b ) に示す構造を採用したこと以外は実施例 1 で説明したのと同様の方法により図 1 に示す有機 E L 表示装置 1 を作製した。なお、本例では、X 層 3 2 x、Y 層 3 2 y、及び M 層 3 2 m の材料に、L i F、B a、及び A 1 を使用した。また、X 層 3 2 x、Y 層 3 2 y、及び M 層 3 2 m の厚さは、実施例 1 に係る有機 E L 素子 3 0 のコンタクト層 3 2 c、主導体層 3 2 a、及び保護導体層 3 2 b の厚さと同等とした。

【 0 0 8 5 】

次に、この有機 E L 表示装置 1 について、先に説明したのと同じの条件で発光効率と発光寿命とを測定した。その結果を以下の表 2 に示す。

【 0 0 8 6 】

【 表 2 】

表 2

有機 E L 素子		発光効率 (cd/A)	発光寿命 (hour)
発光色	赤	1.0	6,250
	緑	7.0	5,968
	青	2.4	11,518

【 0 0 8 7 】

上記表 2 に示すように、本比較例に係る有機 E L 表示装置 1 では、実施例 1 に係る有機 E L 表示装置 1 に対し、赤、緑、青色の有機 E L 素子 3 0 の全てで効率は 80 % 程度であり、寿命は 60 % 程度であった。以上の結果から、バリア層 3 2 d が、発光効率及び発光寿命を向上させるうえで極めて有用であることが分かる。

【 0 0 8 8 】

次に、上記と同様の方法により作製した有機 E L 表示装置 1 について、実施例 1 で説明したのと同様の条件で連続点灯した。その後、Y 層 3 2 y における B a 濃度に対する、M 層 3 2 m の Y 層 3 2 y 側表面からの距離が 2 nm 未満の範囲内における B a 濃度の比を調べた。また、M 層 3 2 m における A 1 濃度に対する、Y 層 3 2 y の M 層 3 2 m 側表面からの距離が 2 nm 未満の範囲内における A 1 濃度の比を調べた。その結果、これら比は 1 / 3 を超えていた。

【 0 0 8 9 】

10

20

30

40

50

また、Y層32yにおけるBa濃度に対する、M層32mのY層32y側表面からの距離が2nm以上の範囲内におけるBa濃度の比を調べた。また、M層32mにおけるAl濃度に対する、Y層32yのM層32m側表面からの距離が2nm以上の範囲内におけるAl濃度の比を調べた。その結果、これら比は1/5を超えていた。

【0090】

さらに、Y層32yにおけるBa濃度に対する、X層32xのY層32y側表面からの距離が2nm未満の範囲内におけるBa濃度の比を調べた。また、X層32xにおけるLi濃度に対する、Y層32yのX層32x側表面からの距離が2nm未満の範囲内におけるLi濃度の比を調べた。その結果、これら比は1/3を超えていた。

【0091】

また、Y層32yにおけるBa濃度に対する、X層32xのY層32y側表面からの距離が2nm以上の範囲内におけるBa濃度の比を調べた。また、X層32xにおけるLi濃度に対する、Y層32yのX層32x側表面からの距離が2nm以上の範囲内におけるLi濃度の比を調べた。その結果、これら比は1/5を超えていた。

【0092】

(実施例2)

コンタクト層32cの材料としてCsFを使用したこと以外は実施例1で説明したのと同様の方法により図1に示す有機EL表示装置1を作製した。この有機EL表示装置1についても、先に説明したのと同じ条件で発光効率と発光寿命とを測定した。その結果を以下の表3に示す。

【0093】

【表3】

表 3

有機EL素子		発光効率 (cd/A)	発光寿命 (hour)
発光色	赤	2.1	23,115
	緑	14.2	19,363
	青	2.8	16,844

【0094】

上記表3に示すように、本実施例に係る有機EL表示装置1では、実施例1に係る有機EL表示装置1に対し、赤色の有機EL素子30における効率は180%程度であり、緑色の有機EL素子30における効率は160%程度であった。また、本実施例に係る有機EL表示装置1では、実施例1に係る有機EL表示装置1に対し、赤色の有機EL素子30における寿命は200%程度であり、緑色の有機EL素子30における寿命は160%程度であった。以上の結果から、コンタクト層32cの材料を適宜選択することにより、発光効率及び発光寿命を著しく向上させることが可能となることが分かる。

【0095】

次に、上記と同様の方法により作製した有機EL表示装置1について、実施例1で説明したのと同様の条件で連続点灯した。その後、主導体層32aにおけるBa濃度に対する、保護導体層32bの主導体層32a側表面からの距離が2nm未満の範囲内におけるBa濃度の比を調べた。また、保護導体層32bにおけるAl濃度に対する、主導体層32aの保護導体層32b側表面からの距離が2nm未満の範囲内におけるAl濃度の比を調べた。その結果、これら比は1/10未満であった。

【0096】

また、主導体層32aにおけるBa濃度に対する、コンタクト層32cの主導体層32a側表面からの距離が2nm未満の範囲内におけるBa濃度の比を調べた。また、コンタク

10

20

30

40

50

ト層 3 2 c における Cs 濃度に対する、主導體層 3 2 a のコンタクト層 3 2 c 側表面からの距離が 2 nm 未満の範囲内における Cs 濃度の比を調べた。その結果、これら比は 1 / 3 を超えていた。

【 0 0 9 7 】

さらに、主導體層 3 2 a における Ba 濃度に対する、コンタクト層 3 2 c の主導體層 3 2 a 側表面からの距離が 2 nm 以上の範囲内における Ba 濃度の比を調べた。また、コンタクト層 3 2 c における Cs 濃度に対する、主導體層 3 2 a のコンタクト層 3 2 c 側表面からの距離が 2 nm 以上の範囲内における Cs 濃度の比を調べた。その結果、これら比は 1 / 5 を超えていた。

【 0 0 9 8 】

(実施例 3)

有機 EL 素子 3 0 に図 3 に示す構造を採用したこと以外は実施例 1 で説明したのと同様の方法により図 1 に示す有機 EL 表示装置 1 を作製した。なお、本例では、コンタクト層 3 2 c、内側バリア層 3 2 e、主導體層 3 2 a、外側バリア層 3 2 d、及び保護導體層 3 2 b の材料に、CsF、BaF<sub>2</sub>、Ba、BaF<sub>2</sub>、及び Al をそれぞれ使用した (BaF<sub>2</sub> の電子親和力は CsF の電子親和力よりも小さく、CsF の電子有効質量は BaF<sub>2</sub> の電子有効質量よりも小さい)。また、本例では、コンタクト層 3 2 c の厚さは 0.5 nm とし、内側バリア層 3 2 e の厚さは 2 nm とし、主導體層 3 2 a の厚さは 7 nm とし、外側バリア層 3 2 d の厚さは 2 nm とし、保護導體層 3 2 b の厚さは 300 nm とした。

【 0 0 9 9 】

次に、この有機 EL 表示装置 1 について、先に説明したのと同じ条件で発光効率を測定した。その結果を、以下の表 4 に示す。なお、以下の表 4 には、実施例 2 に係る有機 EL 表示装置 1 について得られた発光効率も示している。また、表 4 において、括弧内の数値は標準偏差を示している。

【 0 1 0 0 】

【表 4】

表 4

有機 EL 素子		発光効率 (cd/A)	
		実施例 2	実施例 3
発光色	赤	2.1(0.3)	1.9(0.23)
	緑	14.2(2.24)	13.2(2.88)
	青	2.8(0.38)	4.1(0.87)

【 0 1 0 1 】

上記表 4 に示すように、実施例 2 に係る有機 EL 表示装置 1 と実施例 3 に係る有機 EL 表示装置 1 との間で、赤及び緑色の有機 EL 素子 3 0 に関する発光効率に統計学的な差はなかった。しかしながら、実施例 3 に係る有機 EL 表示装置 1 では、実施例 2 に係る有機 EL 表示装置 1 に比べ、青色の有機 EL 素子 3 0 に関する発光効率が有意に高かった。

【 0 1 0 2 】

また、本実施例に係る有機 EL 表示装置 1 について、先に説明したのと同じ条件で発光寿命を測定した。その結果、実施例 2 に係る有機 EL 表示装置 1 と実施例 3 に係る有機 EL 表示装置 1 との間で、赤及び緑色の有機 EL 素子 3 0 に関する発光寿命はほぼ同等であった。しかしながら、実施例 3 に係る有機 EL 表示装置 1 では、実施例 2 に係る有機 EL 表示装置 1 に比べ、青色の有機 EL 素子 3 0 に関する発光寿命が高かった。以上の結果から、外側バリア層 3 2 d と内側バリア層 3 2 e とを、保護導體層 3 2 b と主導體層 3 2 a との間及び主導體層 3 2 a とコンタクト層 3 2 c との間にそれぞれ挿入することにより、発光効率及び発光寿命をさらに向上させることが可能となることが分かる。

## 【 0 1 0 3 】

次に、上記と同様の方法により作製した有機 E L 表示装置 1 について、実施例 1 で説明したのと同様の条件で連続点灯した。その後、主導體層 3 2 a における B a 濃度に対する、保護導體層 3 2 b の主導體層 3 2 a 側表面からの距離が 2 n m 未満の範囲内における B a 濃度の比を調べた。また、保護導體層 3 2 b における A 1 濃度に対する、主導體層 3 2 a の保護導體層 3 2 b 側表面からの距離が 2 n m 未満の範囲内における A 1 濃度の比を調べた。その結果、これら比は 1 / 1 0 未満であった。

## 【 0 1 0 4 】

さらに、主導體層 3 2 a における B a 濃度に対する、コンタクト層 3 2 c の主導體層 3 2 a 側表面からの距離が 2 n m 未満の範囲内における B a 濃度の比を調べた。また、コンタクト層 3 2 c における C s 濃度に対する、主導體層 3 2 a のコンタクト層 3 2 c 側表面からの距離が 2 n m 未満の範囲内における C s 濃度の比を調べた。その結果、これら比は 1 / 1 0 未満であった。

## 【 0 1 0 5 】

## 【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明では、有機 E L 素子の陰極に、保護導體層と主導體層との間に外側バリア層が介在した構造及び/または主導體層とコンタクト層との間に内側バリア層が介在した構造を採用する。これにより、バリア層を挟む一対の層の間でそれらの構成元素が拡散するのを抑制することができ、したがって、陰極の劣化を抑制することが可能となる。

すなわち、本発明によると、寿命特性に優れた有機 E L 素子及び有機 E L 表示装置が提供される。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 及び第 2 の実施形態に係る有機 E L 表示装置を概略的に示す断面図。

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施形態に係る有機 E L 表示装置で利用可能な有機 E L 素子の構造の一例を概略的に示す断面図。

【 図 3 】 本発明の第 2 の実施形態に係る有機 E L 表示装置で利用可能な有機 E L 素子の構造の一例を概略的に示す断面図。

【 図 4 】 コンタクト層の成膜時の蒸着レートと有機 E L 素子の電流効率との関係の一例を示すグラフ。

【 図 5 】 ( a ) , ( b ) は、従来の有機 E L 素子を概略的に示す断面図。

## 【 符号の説明 】

- 1 ... 有機 E L 表示装置
- 2 ... アレイ基板
- 3 ... 封止基板
- 4 ... シール層
- 1 1 ... 基板
- 1 2 ... アンダーコート層
- 1 3 ... アンダーコート層
- 1 4 ... 半導體層
- 1 5 ... ゲート絶縁膜
- 1 6 ... ゲート電極
- 2 0 ... T F T
- 2 1 ... 層間絶縁膜
- 2 3 ... ソース・ドレイン電極
- 2 4 ... パッシベーション膜
- 2 6 ... 隔壁絶縁層
- 2 6 a ... 絶縁層
- 2 6 b ... 絶縁層

10

20

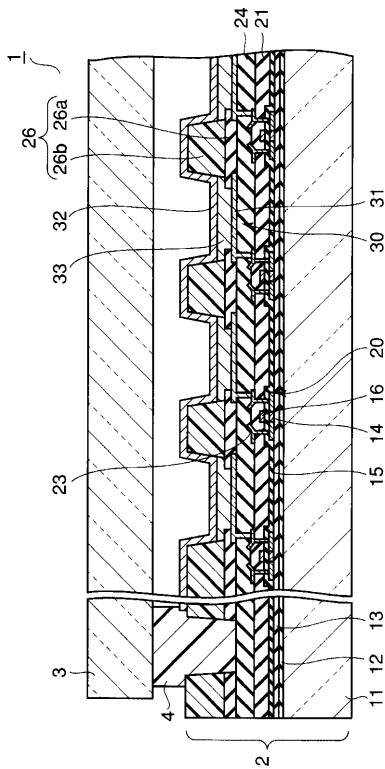
30

40

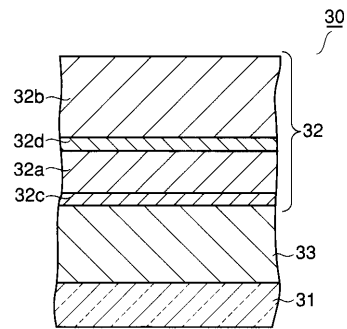
50

- 3 0 ... 有機 E L 素子
- 3 1 ... 陽極
- 3 2 ... 陰極
- 3 2 a ... 主 導 体 層
- 3 2 b ... 保 護 導 体 層
- 3 2 c ... コ ン タ ク ト 層
- 3 2 d ... 外 側 バ リ ア 層
- 3 2 e ... 内 側 バ リ ア 層
- 3 2 m ... M 層
- 3 2 x ... X 層
- 3 2 y ... Y 層
- 3 3 ... 有 機 物 層

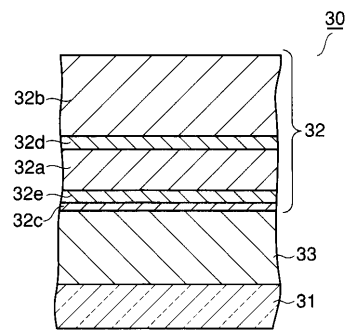
【 図 1 】



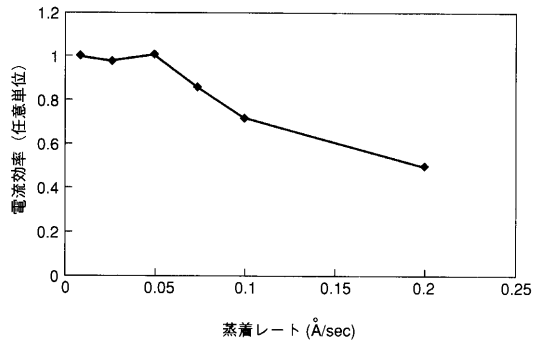
【 図 2 】



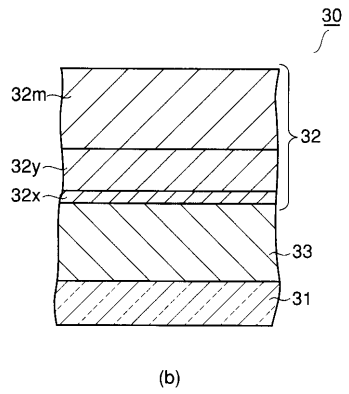
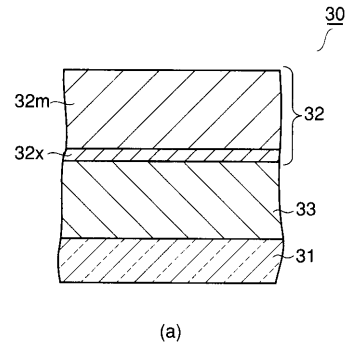
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100088683

弁理士 中村 誠

(74)代理人 100070437

弁理士 河井 将次

(72)発明者 山本 和重

埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 株式会社東芝深谷工場内

(72)発明者 中筋 幹夫

東京都港区港南四丁目1番8号 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社内

審査官 松田 憲之

(56)参考文献 特開平10-223377(JP,A)

特開2001-267083(JP,A)

特開2002-075658(JP,A)

特開2002-313582(JP,A)

特開2002-260862(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/26

H01L 51/50

H05B 33/22

专利名称(译)	有机EL素子及び有机EL表示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP4216572B2</a>	公开(公告)日	2009-01-28
申请号	JP2002336962	申请日	2002-11-20
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝松下显示技术股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝松下显示技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝松下显示技术有限公司		
[标]发明人	山本和重 中筋幹夫		
发明人	山本 和重 中筋 幹夫		
IPC分类号	H05B33/26 H01L51/50 G09F9/30 H01L27/32 H01L51/52 H05B33/12 H05B33/22		
CPC分类号	H01L51/5221 H01L27/3211 H01L27/3244 Y10S428/917 Y10T428/24942		
FI分类号	H05B33/26.Z H05B33/14.A G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K007/AB11 3K007/CC00 3K007/DB03 3K007/EA00 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC21 3K107/DD29 3K107/DD44Y 3K107/DD45Y 3K107/DD46Y 3K107/EE46 3K107/FF15 5C094/AA37 5C094/BA27 5C094/DA13 5C094/FB14 5C094/FB15 5C094/JA08		
代理人(译)	河野 哲 中村诚		
审查员(译)	松田敬之		
其他公开文献	JP2004171957A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有优异使用寿命特性的有机EL器件和有机EL显示器。解决方案：有机EL器件30设置有阳极31，面向阳极31的阴极32，以及插入阳极31和阴极32之间并包括发光层的有机层33。其特征在于，阴极32设置有面向有机层33的保护导体层32b，介于保护导体层32b和有机层33之间的主导体层32a，并且包括与材料不同的材料。保护导体层32b和介于保护导体层32b和主导体层32a之间的外阻挡层32d，以抑制保护导体层32b的构成元素扩散到主导体层32a中。之

表 1

有機EL素子		発光効率(cd/A)	発光寿命(hour)
発光色	赤	1.2	11,423
	緑	8.8	12,051
	青	2.6	15,672