

(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2011-258373

(P2011-258373A)

(43) 公開日 平成23年12月22日(2011.12.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 5 B 33/12 (2006.01)	H 0 5 B 33/12 C	3 K 1 0 7
H 0 1 L 51/50 (2006.01)	H 0 5 B 33/14 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-130995 (P2010-130995)	(71) 出願人	000004352
(22) 出願日	平成22年6月8日 (2010.6.8)		日本放送協会
			東京都渋谷区神南2丁目2番1号
		(71) 出願人	000002004
			昭和電工株式会社
			東京都港区芝大門1丁目13番9号
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	本村 玄一
			東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日
			本放送協会放送技術研究所内
		(72) 発明者	鈴木 充典
			東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日
			本放送協会放送技術研究所内

最終頁に続く

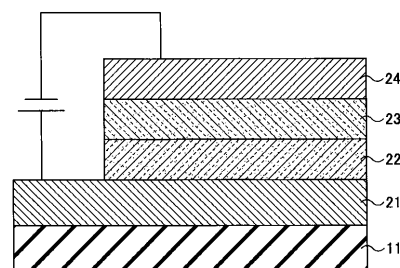
(54) 【発明の名称】 有機E L素子及び有機E Lディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】発光層におけるホスト材料に燐光発光材料をドーブしても、正孔及び電子の輸送性が低下せず、正孔と電子とをバランスよく輸送することができる有機E L素子を提供する。

【解決手段】一対の電極21、24間に第1の発光層22と第2の発光層23とが積層された積層構造を有する有機E L素子20において、第1の発光層22は、第1のホスト材料に、第1の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした第1の材料を含み、第2の発光層23は、第2のホスト材料に、第2の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした第2の材料を含む。第1の材料は、第1のホスト材料の正孔移動度に対する第1の材料の正孔移動度の比が第1の所定値よりも大きいものであり、第2の材料は、第2のホスト材料の電子移動度に対する第2の材料の電子移動度の比が第2の所定値よりも大きいものである。

【選択図】図1



20

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一対の電極間に第 1 の発光層と第 2 の発光層とが積層された積層構造を有する有機 E L 素子において、

前記第 1 の発光層は、第 1 のホスト材料に、第 1 の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした第 1 の材料を含み、

前記第 2 の発光層は、第 2 のホスト材料に、第 2 の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした第 2 の材料を含み、

前記第 1 の材料は、前記第 1 のホスト材料の正孔移動度に対する前記第 1 の材料の正孔移動度の比が第 1 の所定値よりも大きいものであり、

前記第 2 の材料は、前記第 2 のホスト材料の電子移動度に対する前記第 2 の材料の電子移動度の比が第 2 の所定値よりも大きいものである、有機 E L 素子。

【請求項 2】

前記第 1 のホスト材料と、前記第 2 のホスト材料とは、いずれも正孔輸送性材料と、電子輸送性材料とを含むものである、請求項 1 に記載の有機 E L 素子。

【請求項 3】

前記第 1 のホスト材料と、前記第 2 のホスト材料とは、いずれも同一の正孔輸送性材料と、同一の電子輸送性材料とを含むものである、請求項 1 に記載の有機 E L 素子。

【請求項 4】

前記第 1 の材料は、前記第 1 の燐光発光材料が、前記第 1 のホスト材料に含まれる前記正孔輸送性材料の最高被占分子軌道準位よりも低い最高被占分子軌道準位を有することにより、前記第 1 のホスト材料の正孔移動度に対する前記第 1 の材料の正孔移動度の比が前記第 1 の所定値よりも大きいものであり、

前記第 2 の材料は、前記第 2 の燐光発光材料が、前記第 2 のホスト材料に含まれる前記電子輸送性材料の最低空分子軌道準位よりも高い最低空分子軌道準位を有することにより、前記第 2 のホスト材料の電子移動度に対する前記第 2 の材料の電子移動度の比が前記第 2 の所定値よりも大きいものである、請求項 2 又は請求項 3 に記載の有機 E L 素子。

【請求項 5】

前記第 1 の所定値は、0.1 であり、

前記第 2 の所定値は、0.1 である、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の有機 E L 素子。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の有機 E L 素子を備えた有機 E L ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一対の電極間に第 1 の発光層と第 2 の発光層とが積層された積層構造を有する有機 E L 素子及び有機 E L ディスプレイに関する。

【背景技術】**【0002】**

有機電界発光素子（以下「有機 E L 素子」という。）は、陽極と陰極よりなる一対の電極の間に有機化合物よりなる発光層を積層した積層構造を有する。そして、有機 E L 素子は、陽極と陰極との間に電圧を印加することにより、電子及び正孔をそれぞれの電極から発光層に注入して再結合させ、この再結合により発光層が電氣的に励起されることによって、発光する発光素子である。有機 E L 素子は、低電圧駆動によっても高輝度の発光が得られる、すなわち高効率の発光が得られるため、次世代表示素子としての応用が期待されている。

【0003】

有機 E L 素子は、実用化の観点から、より一層の駆動電圧の低電圧化、及び発光効率の

10

20

30

40

50

更なる高効率化が求められている。有機 E L 素子の発光効率を向上させる手法の一つとして、三重項励起子を利用することが挙げられる。有機 E L 素子では、発光層内で正孔と電子が再結合し、一重項励起子と三重項励起子を統計的に 1 : 3 の割合で生成した後、それらのエネルギーが失活することにより発光すると考えられている。従って、三重項励起子を発光に利用することにより、発光効率を向上させることができる。一重項励起子からの放射失活により発光するのは蛍光であり、三重項励起子からの放射失活により発光するのは燐光である。

【 0 0 0 4 】

そこで、燐光発光材料を発光層に用いた有機 E L 素子の研究開発が活発に行われている。有機 E L 素子に適した燐光発光材料として、イリジウムや白金などの重金属を中心に有する錯体をあげることができる。典型的な緑色の燐光発光材料として、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ (Tris(2-phenylpyridine)iridium(III); トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム)、 $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$ (Bis(2-phenylpyridine)(acetylacetonate)iridium(III); ビス(2-フェニルピリジン)イリジウムアセチルアセトナート)などが報告されている。

10

【 0 0 0 5 】

このような燐光発光材料を発光層に用いた有機 E L 素子の発光効率を更に向上させるため、発光層を二つの発光層に分け、一の発光層を陽極から注入された正孔を発光層中に閉じ込めるためのブロック層としての機能を有する発光層とした有機 E L 素子が開示されている(例えば特許文献 1 参照)。特許文献 1 に示す例では、ホスト材料に燐光発光材料をドーブした第 1 発光層と、ホールブロック材料に燐光発光材料をドーブした第 2 発光層とを設けることが記載されている。

20

【 0 0 0 6 】

また、燐光発光材料を発光層に用いた場合も含め、発光層を効率良く発光させるため、電子及び正孔をバランス良く輸送できる材料を含む発光層、すなわち正孔輸送性に優れた材料と電子輸送性に優れた材料とを含む発光層を有する有機 E L 素子が開示されている(例えば特許文献 2 参照)。特許文献 2 に示す例では、発光層が、第 1 の化合物及び第 2 の化合物を含む層であること、第 1 の化合物は第 2 の化合物よりも正孔移動度が大きく、第 2 の化合物は第 1 の化合物よりも電子移動度が大きいことが記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

30

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 0 - 3 4 4 8 4 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 2 - 3 1 3 5 8 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

ところが、上記した有機 E L 素子では、次のような問題がある。

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 に記載される有機 E L 素子において、燐光発光材料をホスト材料にドーブした発光層を用いるときは、燐光発光材料をドーブしたホスト材料における電荷輸送性が、燐光発光材料をドーブしないホスト材料における電荷輸送性に比べて大きく低下することがある。そのため、燐光発光材料をドーブしたホスト材料を含む発光層を有する有機 E L 素子は、燐光発光材料をドーブしないホスト材料よりなる発光層を有する有機 E L 素子よりも、例えば駆動電圧が高くなってしまいう等の電荷輸送性に起因する問題がある。

40

【 0 0 1 0 】

また、特許文献 2 に記載される有機 E L 素子においては、発光層のホスト材料が正孔と電子とを共に伝導するバイポーラ輸送性を有する。しかし、ホスト材料がバイポーラ輸送性を有するときは、ホスト材料に燐光発光材料をドーブすることによって、正孔及び電子の一方の電荷の輸送性が低下することがあり、正孔と電子とをバランスよく輸送することができないという問題がある。

50

【 0 0 1 1 】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、発光層におけるホスト材料に燐光発光材料をドーピングしても、正孔及び電子の輸送性が低下せず、正孔と電子とをバランスよく輸送することができる有機ＥＬ素子を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記の課題を解決するために本発明では、次に述べる手段を講じたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 3 】

本発明の一実施例によれば、一对の電極間に第１の発光層と第２の発光層とが積層された積層構造を有する有機ＥＬ素子において、前記第１の発光層は、第１のホスト材料に、第１の燐光発光材料をドーパントとしてドーピングした第１の材料を含み、前記第２の発光層は、第２のホスト材料に、第２の燐光発光材料をドーパントとしてドーピングした第２の材料を含み、前記第１の材料は、前記第１のホスト材料の正孔移動度に対する前記第１の材料の正孔移動度の比が第１の所定値よりも大きいものであり、前記第２の材料は、前記第２のホスト材料の電子移動度に対する前記第２の材料の電子移動度の比が第２の所定値よりも大きいものである、有機ＥＬ素子が提供される。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、有機ＥＬ素子において、発光層におけるホスト材料に燐光発光材料をドーピングしても、正孔及び電子の輸送性が低下せず、正孔と電子とをバランスよく輸送することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図１】第１の実施の形態に係る有機ＥＬ素子の概略構成を示す断面図である。

【図２】第１の実施の形態に係る有機ＥＬ素子の別の例の概略構成を示す断面図である。

【図３】ＴＯＦ法により測定することによって観測される典型的な過渡光電流波形を説明する図である。

【図４】第１の実施の形態に係るホスト材料について、過渡光電流波形から求められた移動度の電界依存性を模式的に示すグラフである。

30

【図５】正孔輸送性発光層及び電子輸送性発光層における分子軌道の準位を示すエネルギーダイアグラムである。

【図６】第２の実施の形態に係る有機ＥＬディスプレイの概略構成を示す断面図である。

【図７】比較例１により作製した素子について、正孔移動度及び電子移動度を測定するための過渡光電流波形のデータの例を示す図である。

【図８】比較例１により作製した素子について、過渡光電流波形から求められた移動度の電界依存性を示すグラフである。

【図９】実施例１により作製した素子について、正孔移動度及び電子移動度を測定するための過渡光電流波形のデータの例を示す図である。

【図１０】実施例１により作製した素子について、過渡光電流波形から求められた移動度の電界依存性を示すグラフである。

40

【図１１】実施例２により作製した素子について、正孔移動度及び電子移動度を測定するための過渡光電流波形のデータの例を示す図である。

【図１２】実施例２により作製した素子について、過渡光電流波形から求められた移動度の電界依存性を示すグラフである。

【図１３】実施例１の発光層及び実施例２の発光層における分子軌道の準位を示すエネルギーダイアグラムである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

次に、本発明を実施するための形態について図面と共に説明する。

50

(第1の実施の形態)

始めに図1及び図2を参照し、第1の実施の形態に係る有機EL素子の構成について説明する。図1は、有機EL素子20の概略構成を示す断面図である。図2は、有機EL素子の別の例(20a)の概略構成を示す断面図である。

【0017】

図1に示すように、有機EL素子20は、基板11上に、陽極21、正孔輸送性発光層22、電子輸送性発光層23及び陰極24を有する。また、有機EL素子20は、一对の電極である陽極21、陰極24の間に、正孔輸送性発光層22と電子輸送性発光層23とが積層された積層構造を有する。

【0018】

10

なお、陽極21及び陰極24は、本発明における一对の電極に相当する。また、正孔輸送性発光層22は、本発明における第1の発光層に相当する。また、電子輸送性発光層23は、本発明における第2の発光層に相当する。

【0019】

陽極21と陰極24との間に電圧を印加することによって、陽極21から正孔、陰極24から電子が注入され、正孔輸送性発光層22及び電子輸送性発光層23のいずれか一方の層中又は両方の層中で再結合し電界発光する。

【0020】

なお、陽極21と正孔輸送性発光層22との間に、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層などの正孔輸送性を有する有機膜よりなる層が積層されていてもよい。また、陰極24と電子輸送性発光層23との間に、電子注入層、電子輸送層、正孔ブロック層等の電子輸送性を有する有機膜よりなる層が積層されていてもよい。

20

【0021】

基板11の材料として、ガラス、石英、プラスチックフィルム等の透明な基板を用いることができる。

【0022】

陽極21は、陰極24と一对で発光層23を上下両側から挟んで電圧を印加可能に設けられるものであり、有機EL素子20を発光させるときは、陰極24に対して相対的に正の電位が与えられる。本実施の形態では、図1に示すように、陽極21は、発光層23の下側に設けられている。陽極21の材料として、透明で導電性の高い材料が好ましく、ITO(Indium Tin Oxide)、IZO(登録商標; Indium Zinc Oxide)等の透明電極材料を用いることができる。

30

【0023】

正孔輸送性発光層22及び電子輸送性発光層23は、発光層を構成する。すなわち、本実施の形態における発光層は、陽極21側に形成された正孔輸送性発光層22及び陰極24側に形成された電子輸送性発光層23との積層構造を有する。

【0024】

正孔輸送性発光層22及び電子輸送性発光層23は、共通のホスト材料に、異なる燐光発光材料をドーパントとしてドーブした材料より構成される。すなわち、正孔輸送性発光層22は、共通のホスト材料に、第1の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした第1の材料を含んでおり、電子輸送性発光層23は、共通のホスト材料に、第2の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした第2の材料を含んでいる。

40

【0025】

後述するように、共通のホスト材料の正孔移動度に対する第1の材料の正孔移動度の比は、第1の所定値よりも大きく、共通のホスト材料の電子移動度に対する第2の材料の電子移動度の比は、第2の所定値よりも大きい。

【0026】

一般的には、燐光発光材料をホスト材料にドーブした発光層を用いるときは、燐光発光材料をドーブしたホスト材料における電荷輸送性が、燐光発光材料をドーブしないホスト材料における電荷輸送性に比べて大きく低下する。しかしながら、本実施の形態では、正

50

孔輸送性発光層 22 は、第 1 の燐光発光材料をドーブした際に正孔輸送性の低下が比較的小さい構成となっており、電子輸送性発光層 23 は、第 2 の燐光発光材料をドーブした際に電子輸送性の低下が比較的小さい構成となっている。

【0027】

正孔輸送性発光層 22 及び電子輸送性発光層 23 の共通のホスト材料は、正孔輸送性成分及び電子輸送性成分より構成される。すなわち、正孔輸送性発光層 22 及び電子輸送性発光層 23 の共通のホスト材料は、正孔輸送性材料と、電子輸送性材料とを含む。これにより、共通のホスト材料は、正孔輸送性と電子輸送性を共に示すバイポーラ輸送材料である。

【0028】

また、正孔輸送性発光層 22 では、共通のホスト材料を構成する正孔輸送性材料と、電子輸送性材料の三重項エネルギーが、ドーブされる第 1 の燐光発光材料の三重項エネルギーよりも大きいことが好ましい。また、電子輸送性発光層 23 では、共通のホスト材料を構成する正孔輸送性材料と、電子輸送性材料の三重項エネルギーが、ドーブされる第 2 の燐光発光材料の三重項エネルギーよりも大きいことが好ましい。

10

【0029】

なお、一の材料の三重項エネルギーが、他の材料の三重項エネルギーよりも大きいことは、一の材料における基底状態と励起三重項状態とのエネルギー差が、他の材料における基底状態と励起三重項状態とのエネルギー差よりも大きいことを意味する。

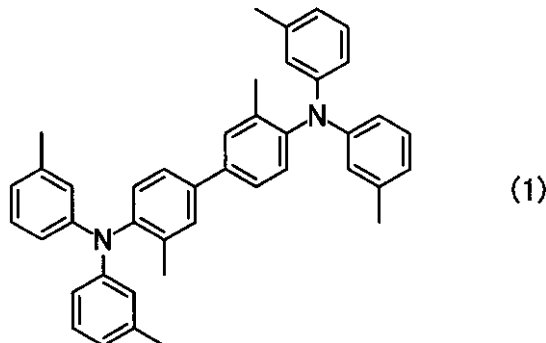
【0030】

20

正孔輸送性材料として、例えば式 (1)

【0031】

【化 1】



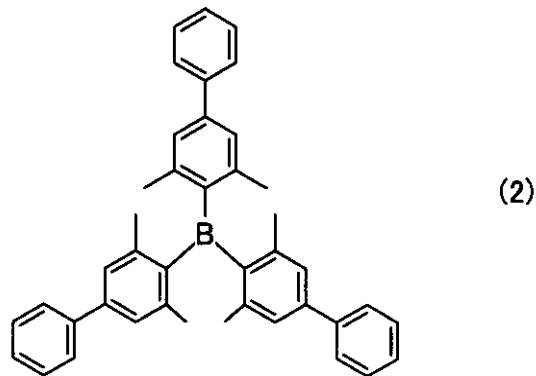
(1)

30

で表される H M T P D を用いることができる。また、電子輸送性材料として、例えば式 (2)

【0032】

【化 2】



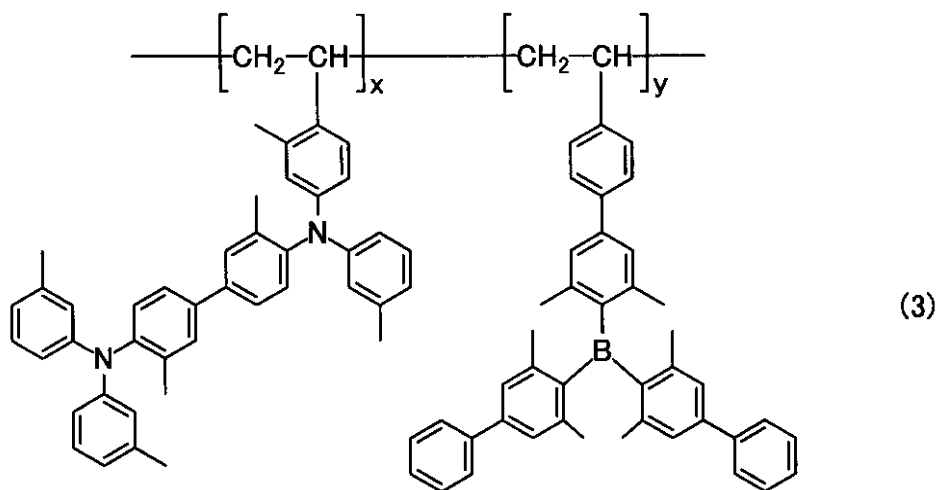
10

で表される T B P h B を用いることができる。共通のホスト材料として、例えば H M T P D を正孔輸送性材料とし、例えば T B P h B を電子輸送性材料とするとき、例えば式 (3)

【 0 0 3 3 】

【化 3】

20



30

で表される S D G E - 1 1 を用いることができる。

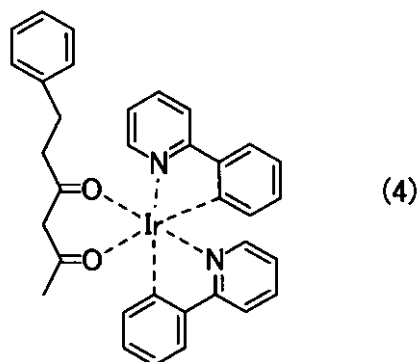
【 0 0 3 4 】

第 1 の 燐 光 発 光 材 料 と し て 、 例 え ば 式 (4)

40

【 0 0 3 5 】

【化 4】



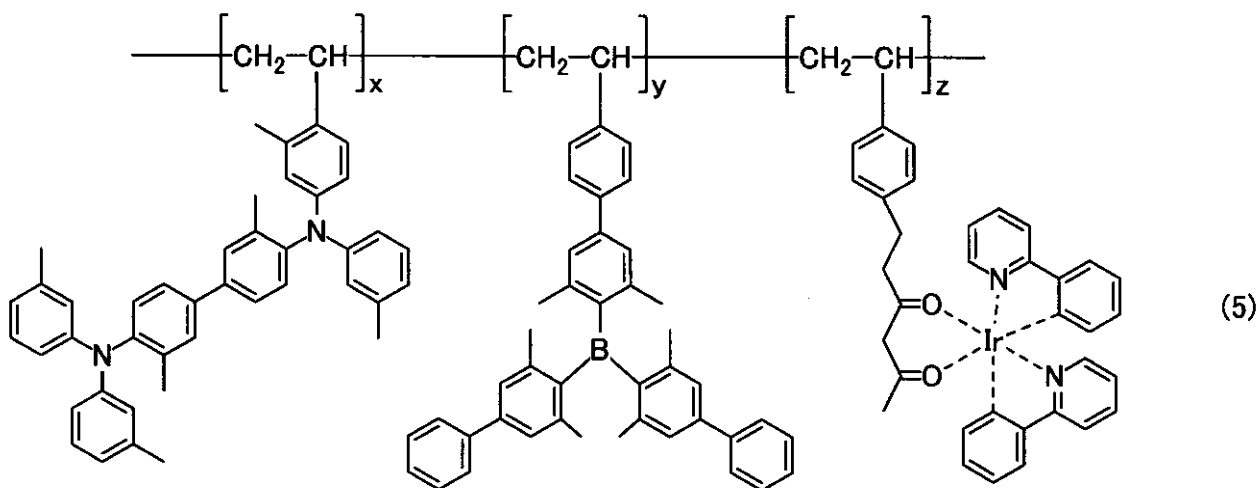
10

で表される、 $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$ 構造を含むイリジウム錯体 IrST を用いることができる。そして、ホスト材料に第 1 の燐光発光材料をドーバントとしてドーブした材料を第 1 の材料とすると、第 1 の材料として、例えば式 (5)

【0036】

【化 5】

20



30

で表される STGER-11 を用いることができる。

【0037】

また、後述するように、第 1 の燐光発光材料として、 $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$ 構造を含むイリジウム錯体 IrST 以外にも、正孔輸送性材料の最高被占分子軌道準位よりも低い最高被占分子軌道準位を有することにより、ホスト材料の正孔移動度に対する第 1 の材料の正孔移動度の比が所定値よりも大きいものを用いることができる。

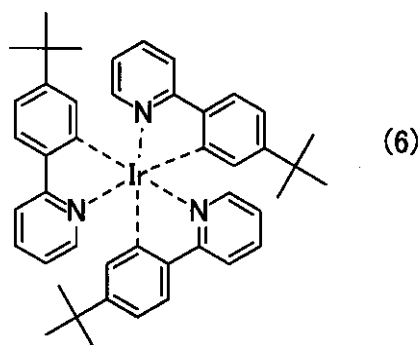
40

【0038】

第 2 の燐光発光材料として、例えば式 (6)

【0039】

【化 6】



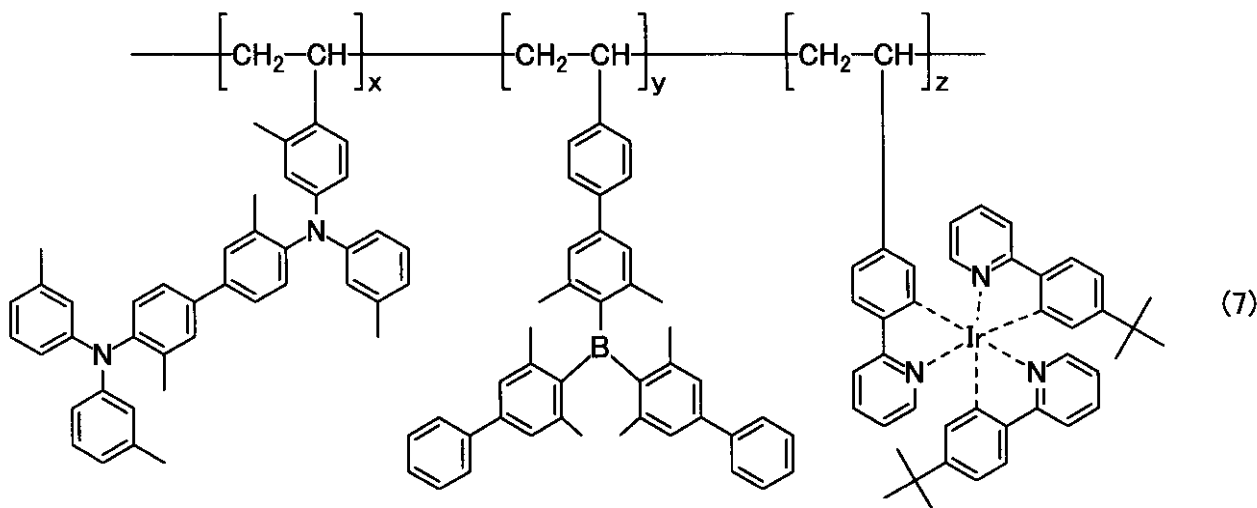
10

で表される Ir G - 3 を用いることができる。そして、ホスト材料に第 2 の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした材料を第 2 の材料とすると、第 2 の材料として、例えば式 (7)

【 0 0 4 0 】

【化 7】

20



30

で表される S T G E T - 1 1 を用いることができる。

【 0 0 4 1 】

また、後述するように、第 2 の燐光発光材料として、Ir G - 3 以外にも、電子輸送性材料の最低空分子軌道準位よりも高い最低空分子軌道準位を有することにより、ホスト材料の電子移動度に対する第 2 の材料の電子移動度の比が所定値よりも大きいものを用いることができる。

40

【 0 0 4 2 】

正孔輸送性発光層 2 2 は、陽極 2 1 上に、低分子系正孔輸送性材料と、低分子系電子輸送性材料と、低分子系燐光発光材料とを共蒸着により成膜することによって、形成する。また、正孔輸送性発光層 2 2 は、陽極 2 1 上に、正孔輸送性発光層 2 2 の材料を含む液体を例えばインクジェット法等の方法により塗布することによって形成されたものでもよい。

【 0 0 4 3 】

電子輸送性発光層 2 3 は、正孔輸送性発光層 2 2 上に、低分子系正孔輸送性材料と、低

50

分子系電子輸送性材料と、低分子系燐光発光材料とを共蒸着により成膜することによって、形成する。また、電子輸送性発光層 2 3 は、正孔輸送性発光層 2 2 上に、電子輸送性発光層 2 3 の材料を含む液体を例えばインクジェット法等の方法により塗布することによって形成されたものでもよい。

【0044】

本実施の形態では、陽極 2 1 側から注入された正孔と、陰極 2 4 側から注入された電子とは、主として正孔輸送性発光層 2 2 と電子輸送性発光層 2 3 との界面において再結合することによって励起子（エキシトン）が発生し、発生した励起子が基底状態に戻ることに

【0045】

よって蛍光又は燐光を発光する。

陰極 2 4 は、陽極 2 1 と一対で発光層 2 3 を上下両側から挟んで電圧を印加可能に設けられるものであり、有機 EL 素子 2 0 を発光させるときは、陽極 2 1 に対して相対的に負の電位が与えられる。本実施の形態では、図 1 に示すように、陰極 2 4 は、発光層 2 3 の上側に設けられている。陰極 2 4 の材料として、Ca、Al 等の仕事関数の比較的小さな金属よりなる電極材料を用いることができる。仕事関数の小さい金属を用いることによって、陰極から発光層へ電子を注入する際の障壁を低くすることができるため、陰極から発光層へ電子を注入しやすくなる。しかしながら、仕事関数が小さい金属は、空気中の酸素や水分と反応しやすい。従って、陰極 2 4 が仕事関数が小さい金属よりなるときは、これらの金属の上に Au などの金属を積層することによって形成することが好ましい。

【0046】

なお、本実施の形態では、陽極 2 1 上に正孔輸送性発光層 2 2 が直接形成されている例について説明する。しかし、陽極 2 1 と正孔輸送性発光層 2 2 との間に、例えば正孔注入層等の、各種の機能層を形成してもよい。図 2 には、陽極 2 1 と正孔輸送性発光層 2 2 との間に、正孔注入層 2 1 a として、例えばポリエチレンジオキシチオフェン / ポリスチレンスルホン酸 (Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) / Polystyrenesulfonate ; PEDOT / PSS) が形成されている例を示す。これにより、有機 EL 素子 2 0 a を低電圧化、高発光効率化、長寿命化等することができ、有機 EL 素子 2 0 a の性能を更に向上させることができる。

【0047】

また、本実施の形態では、電子輸送性発光層 2 3 上に陰極 2 4 が直接形成されている例について説明する。しかし、電子輸送性発光層 2 3 と陰極 2 4 との間に、電子注入層等の各種の機能層を形成してもよい。これにより、有機 EL 素子を低電圧化、高発光効率化、長寿命化等することができ、有機 EL 素子の性能を更に向上させることができる。

【0048】

次に、図 3 から図 5 を参照し、本実施の形態に係る有機 EL 素子が、発光層におけるホスト材料に燐光発光材料をドープしても、正孔及び電子の輸送性が低下せず、正孔と電子とをバランスよく輸送することができる作用効果について説明する。

【0049】

図 3 は、Time-of-Flight 法（以下「TOF 法」という。）により測定することによって観測される典型的な過渡光電流波形を説明する図である。図 4 は、本実施の形態に係るホスト材料について、過渡光電流波形から求められた移動度の電界依存性を模式的に示すグラフである。図 5 は、正孔輸送性発光層 2 2 及び電子輸送性発光層 2 3 における分子軌道の準位を示すエネルギーダイアグラムである。図 5 (a) は、正孔輸送性発光層 2 2 について示し、図 5 (b) は、電子輸送性発光層 2 3 について示す。

【0050】

有機 EL 素子の発光層等の各材料の電荷輸送性は、移動度の測定により評価される。移動度は、電界強度に対する電荷の移動速度を示す値であり、伝導機構を見積もる上で重要な特性であるとともに、有機 EL 素子の駆動電圧を決定するための重要な特性である。そして、移動度を測定する方法として、TOF 法がある。

【0051】

10

20

30

40

50

T O F 法では、被検物質である薄膜を一对の電極の間に挟んだ状態で、一对の電極に電圧を印加可能な回路を構成する。そして、その回路に含まれる電源により一对の電極の間に電圧を印加することによって、薄膜に電界を印加する。そして、薄膜に電圧を印加した状態で光パルス照射することによって薄膜に正孔と電子とよりなる対を生成させ、電界によって生成した正孔と電子とを分離する。分離した正孔及び電子の一方の電荷は、近傍の電極で直ちに消失するが、正孔及び電子の他方の電荷は、対向する電極へ向けて移動する。電荷が電極へ向けて移動している間、回路には一定の過渡光電流が流れ、電荷が電極に到達するとともに電流値は減少する。そこで、電流が流れた時間から電荷が薄膜を移動するのに要した時間を測定し、薄膜の膜厚をその時間と電界強度との積により割ることによって、移動度を求めることができる。すなわち、移動度を μ とし、電荷が薄膜を移動するのに要した時間を t とし、薄膜の膜厚を d とし、薄膜に印加する電圧を V とすると、下記式 (8)

$$\mu = d^2 / (t \cdot V) \quad (8)$$

により、求めることができる。

【 0 0 5 2 】

また、T O F 法による移動度測定は、薄膜中に、移動する電荷をトラップする電荷トラップが存在するか否かに大きく影響される。薄膜中に電荷トラップが存在しないときは、観測される過渡光電流は、図 3 (a) に示すような非分散型と呼ばれる波形を示し、一定の過渡光電流が流れる時間 (例えば図 3 (a) の時間 t_1) に基づいて、移動度を求めることができる。一方、薄膜中に電荷トラップが存在するときは、電荷が捕獲されるため、又は散乱されながら移動するため、観測される過渡光電流は、図 3 (b) に示すような分散型と呼ばれる波形を示し、容易に移動度を求めることができない。

【 0 0 5 3 】

本実施の形態では、このような T O F 法によって測定された移動度について、正孔輸送性発光層 2 2 は、第 1 の燐光発光材料をドーブした際に正孔輸送性の低下が比較的少ない構成となっており、電子輸送性発光層 2 3 は、第 2 の燐光発光材料をドーブした際に電子輸送性の低下が比較的少ない構成となっている。

【 0 0 5 4 】

図 4 (a) において点線の直線で示すように、正孔輸送性発光層 2 2 では、ホスト材料に燐光発光材料をドーブした材料 (第 1 の材料) の電子移動度は、燐光発光材料をドーブしていないホスト材料の電子移動度に対して低下している。しかし、図 4 (a) において実線の直線で示すように、ホスト材料に燐光発光材料をドーブした材料 (第 1 の材料) の正孔移動度は、燐光発光材料をドーブしていないホスト材料の正孔移動度に対してあまり低下していない。すなわち、第 1 のホスト材料の正孔移動度に対する第 1 の材料の正孔移動度の比が第 1 の所定値よりも大きい。

【 0 0 5 5 】

また、図 4 (b) において実線の直線で示すように、電子輸送性発光層 2 3 では、ホスト材料に燐光発光材料をドーブした材料 (第 2 の材料) の正孔移動度は、燐光発光材料をドーブしていないホスト材料の正孔移動度に対して低下している。しかし、図 4 (b) において点線の直線で示すように、ホスト材料に燐光発光材料をドーブした材料 (第 2 の材料) の電子移動度は、燐光発光材料をドーブしていないホスト材料の電子移動度に対してあまり低下していない。すなわち、第 2 のホスト材料の電子移動度に対する第 2 の材料の電子移動度の比が第 2 の所定値よりも大きい。

【 0 0 5 6 】

ここで、ホスト材料にホスト材料と異なる材料をドーバントとしてドーブすると、ドーブされた材料の正孔移動度及び電子移動度は、通常は、それぞれホスト材料の正孔移動度及び電子移動度よりも小さくなる。ただし、ホスト材料にホスト材料と異なる材料をドーバントとしてドーブするときに、ドーブされた材料の正孔移動度及び電子移動度が、それぞれホスト材料の正孔移動度及び電子移動度に対して、 $1 / 10$ 以下に低下すると、駆動電圧を増大させなくてはならなくなり、駆動電圧を低減することができない。従って、ド

ープされた材料の正孔移動度及び電子移動度がそれぞれホスト材料の正孔移動度及び電子移動度に対して $1/10$ まで低下しないようにすることが好ましい。従って、第1のホスト材料の正孔移動度に対する第1の材料の正孔移動度の比が 0.1 よりも大きく 1 よりも小さいことが好ましく、第2のホスト材料の電子移動度に対する第2の材料の電子移動度の比が 0.1 よりも大きく 1 よりも小さいことが好ましい。

【0057】

次に、第1の燐光発光材料が、正孔輸送性材料の最高被占分子軌道準位 (Highest Occupied Molecular Orbital; HOMO) よりも低い最高被占分子軌道準位を有することにより、ホスト材料の正孔移動度に対する第1の材料の正孔移動度の比が第1の所定値よりも大きくなることについて説明する。また、第2の燐光発光材料が、電子輸送性材料の最低空分子軌道準位 (Lowest Unoccupied Molecular Orbital; LUMO) よりも高い最低空分子軌道準位を有することにより、ホスト材料の電子移動度に対する第2の材料の電子移動度の比が所定値よりも大きくなることについて説明する。

10

【0058】

正孔は、正孔輸送性材料の HOMO を伝導し、電子は、電子輸送性材料の LUMO を伝導する。従って、燐光発光材料の HOMO が正孔輸送性材料の HOMO よりもエネルギーが高い場合 (図5において上方にある場合)、正孔は燐光発光材料の HOMO にトラップされるため、正孔輸送性が低下すると考えられる。一方、燐光発光材料の LUMO が電子輸送性材料の LUMO よりもエネルギーが低い場合 (図5において下方にある場合)、電子は燐光発光材料の LUMO にトラップされるため、電子輸送性が低下すると考えられる。

20

【0059】

本実施の形態では、正孔輸送性発光層22の材料においては、図5(a)に示すように、燐光発光材料の LUMO は電子輸送性材料の LUMO よりもエネルギーが低いので、電子は燐光発光材料の LUMO にトラップされ、電子輸送性が低下すると考えられる。しかし、燐光発光材料の HOMO は正孔輸送性材料の HOMO よりもエネルギーが高くないので、正孔は燐光発光材料の HOMO にトラップされず、正孔輸送性はあまり低下しないものと考えられる。

【0060】

また、本実施の形態では、電子輸送性発光層23の材料においては、図5(b)に示すように、燐光発光材料の HOMO は正孔輸送性材料の HOMO よりもエネルギーが高いので、正孔は燐光発光材料の HOMO にトラップされ、正孔輸送性が低下すると考えられる。しかし、燐光発光材料の LUMO は電子輸送性材料の LUMO よりもエネルギーが低いので、電子は燐光発光材料の LUMO にトラップされず、電子輸送性はあまり低下しないものと考えられる。

30

【0061】

本実施の形態では、正孔輸送性発光層22及び電子輸送性発光層23ともに、バイポーラ輸送性を有するホスト材料を用いる。これにより、陽極21から注入された正孔は正孔輸送性発光層22中を高い移動度で移動でき、陰極24から注入された電子は電子輸送性発光層23中を高い移動度で移動できる。また、正孔輸送性発光層22と電子輸送性発光層23との界面だけでなく、正孔輸送性発光層22中又は電子輸送性発光層23中においても、正孔と電子とが再結合して発光することができる。

40

【0062】

三重項励起子が高い密度で存在するときは、三重項励起子の濃度が高まることにより燐光が消光する、いわゆる濃度消光が生ずるおそれがある。しかし、本実施の形態では、三重項励起子が、正孔輸送性発光層22と電子輸送性発光層23との界面だけでなく、正孔輸送性発光層22中又は電子輸送性発光層23中にも存在し、燐光を発光することができるため、濃度消光が生じにくく、発光効率を向上させることができる。

【0063】

また、共通のホスト材料にそれぞれ正孔輸送性及び電子輸送性を低下させない燐光発光

50

材料をドーブする量を調節することにより、正孔輸送性発光層 2 2 及び電子輸送性発光層 2 3 のそれぞれにおける正孔移動度及び電子移動度を自在に調節することができる。これにより、例えば正孔輸送性発光層 2 2 及び電子輸送性発光層 2 3 の膜厚等、有機 E L 素子の設計の自由度を向上させることができる。

【 0 0 6 4 】

また、共通のホスト材料にそれぞれ正孔輸送性及び電子輸送性を低下させない燐光発光材料をドーブした材料を正孔輸送性発光層 2 2 及び電子輸送性発光層 2 3 のホスト材料とすることにより、正孔輸送性発光層 2 2 と電子輸送性発光層 2 3 との界面における特性の劣化が少なくすることができる。例えば界面において電荷をトラップする界面準位が発生しにくくなり、界面に電荷が蓄積されることを防止できるからである。

10

【 0 0 6 5 】

以上、本実施の形態によれば、パイポーラ輸送性を有する共通のホスト材料を用い、共通のホスト材料にそれぞれ正孔輸送性及び電子輸送性を低下させない燐光発光材料をドーブした材料により、それぞれ正孔輸送性発光層 2 2 及び電子輸送性発光層 2 3 を構成する。これにより、発光層におけるホスト材料に燐光発光材料をドーブしても、正孔及び電子の輸送性が低下せず、正孔と電子とをバランスよく輸送することができる。

【 0 0 6 6 】

なお、本実施の形態では、正孔輸送性発光層 2 2 及び電子輸送性発光層 2 3 が、共通のホスト材料を有する例について説明した。しかし、正孔輸送性発光層 2 2 のホスト材料と、電子輸送性発光層 2 3 のホスト材料とは異なるものであってもよい。このとき、正孔輸送性発光層 2 2 のホスト材料及び電子輸送性発光層 2 3 のホスト材料は、それぞれ本発明における第 1 のホスト材料及び第 2 のホスト材料に相当する。また、第 1 のホスト材料の正孔移動度に対する第 1 の材料の正孔移動度の比は、第 1 の所定値よりも大きく、第 2 のホスト材料の電子移動度に対する第 2 の材料の電子移動度の比は、第 2 の所定値よりも大きい。また、第 1 のホスト材料に、第 1 の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした材料を第 1 の材料とすると、第 1 の燐光発光材料として、正孔輸送性材料の最高被占分子軌道準位よりも低い最高被占分子軌道準位を有することにより、第 1 のホスト材料の正孔移動度に対する第 1 の材料の正孔移動度の比が所定値よりも大きいものを用いることができる。また、第 2 のホスト材料に、第 2 の燐光発光材料をドーパントとしてドーブした材料を第 2 の材料とすると、第 2 の燐光発光材料として、電子輸送性材料の最低空分子軌道準位よりも高い最低空分子軌道準位を有することにより、第 2 のホスト材料の電子移動度に対する第 2 の材料の電子移動度の比が所定値よりも大きいものを用いることができる。

20

30

(第 2 の実施の形態)

次に、図 6 を参照し、第 2 の実施の形態に係る有機 E L ディスプレイの構成について説明する。図 6 は、有機 E L ディスプレイ 1 0 の概略構成を示す断面図である。

【 0 0 6 7 】

図 6 に示すように、有機 E L ディスプレイ 1 0 は、ディスプレイ基板 1 1 上に、有機 E L 素子よりなる画素 2 0 を複数有する。画素 2 0 は、第 1 の実施の形態に係る有機 E L 素子 2 0 である。また、画素 2 0 は、一対の電極である。すなわち、画素 2 0 は、陽極 2 1、正孔輸送性発光層 2 2、電子輸送性発光層 2 3 及び陰極 2 4 を有する。そして、陽極 2 1、陰極 2 4 の間に、正孔輸送性発光層 2 2 と電子輸送性発光層 2 3 とが積層された積層構造を有する。

40

【 0 0 6 8 】

また、画素 2 0 は、ディスプレイ基板 1 1 上における、隔壁 1 2 により区画された画素領域 2 0 b に形成されている。従って、各画素 2 0 における陽極 2 1、正孔輸送性発光層 2 2、電子輸送性発光層 2 3 及び陰極 2 4 は、隔壁 1 2 により、隣接する画素 2 0 における陽極 2 1、正孔輸送性発光層 2 2、電子輸送性発光層 2 3 及び陰極 2 4 とそれぞれ分離している。

【 0 0 6 9 】

50

ディスプレイ基板 11 の材料として、ガラスやプラスチックフィルム等の透明な基板を用いることができる。また、ディスプレイ基板 11 であって、陽極 21 の下側の部分、又は陽極 21 と隣接する部分には、例えば薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor; TFT) よりなるトランジスタ素子を用いた図示しないアクティブマトリクス回路が形成されていてもよい。アクティブマトリクス回路が形成されているときは、各画素 20 は、アクティブ駆動することができ、応答特性に優れ、高精細な映像を表示することができる。

【0070】

前述したように、隔壁 12 は、画素 20 が形成される画素領域 20b を区画するものである。隔壁 12 の材料は、絶縁性を有する材料であってインクジェット法等により塗布されるインクにおける溶媒に溶解しないものであればよく、特に限定されるものではない。

10

【0071】

陽極 21 は、陰極 24 と一対で正孔輸送性発光層 22 及び電子輸送性発光層 23 を上下両側から挟んで電圧を印加可能に設けられるものであり、有機 EL 素子 20 を発光させるときは、陰極 24 に対して相対的に正の電位が与えられる。

【0072】

本実施の形態に係る有機 EL ディスプレイ 10 は、各画素領域 20b を異なる色を発光する正孔輸送性発光層 22 及び電子輸送性発光層 23 の材料を塗り分けることによって、多色表示が可能である。

【0073】

本実施の形態に係る有機 EL ディスプレイ 10 は、第 1 の実施の形態に係る有機 EL 素子 20 を画素 20 として有する。また、本実施の形態においても、画素 20 を構成する有機 EL 素子 20 においては、バイポーラ輸送性を有する共通のホスト材料を用い、共通のホスト材料にそれぞれ正孔輸送性及び電子輸送性を低下させない燐光発光材料をドープした材料により、それぞれ正孔輸送性発光層 22 及び電子輸送性発光層 23 を構成する。これにより、発光層におけるホスト材料に燐光発光材料をドープしても、正孔及び電子の輸送性が低下せず、正孔と電子とをバランスよく輸送することができる。

20

【0074】

なお、本実施の形態でも、第 1 の実施の形態と同様に、正孔輸送性発光層 22 のホスト材料と、電子輸送性発光層 23 のホスト材料とは、同一であってもよく、異なるものであってもよい。

30

【実施例】

【0075】

以下、実施例により、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は、実施例により限定されて解釈されるものではない。

(実施例 1)

初めに、実施例 1 として、第 1 の実施の形態に係る有機 EL 素子における正孔輸送性発光層を構成する材料 (本発明における第 1 の材料) について、TOF 法により移動度を測定するための素子を作製した。

【0076】

基板厚 0.7 mm のガラス基板上に、スパッタ法により膜厚 150 nm のITO よりなる導電膜を成膜することによって、陽極を形成した。

40

【0077】

次に、陽極上に、正孔輸送性材料である HMTPD、電子輸送性材料である TBPhB、第 1 の燐光発光材料である Ir(ppy)₂acac 構造を含むイリジウム錯体 IrST を共蒸着により成膜することによって、STGER-11 よりなる膜厚 50 nm の正孔輸送性発光層を形成した。また、重量比で HMTPD:TBPhB:IrST = 47.5:47.5:5 となるようにした。

【0078】

次に、正孔輸送性発光層上に、蒸着により膜厚 1 nm のCs よりなる導電膜を成膜し、更にその上に蒸着により膜厚 100 nm のAl よりなる導電膜を成膜することによって、

50

陰極を形成した。これにより、実施例 1 に係る素子を作製した。

【0079】

また、比較例 1 として、第 1 の実施の形態に係る有機 EL 素子における共通のホスト材料について、TOF 法により移動度を測定するための素子を作製した。

【0080】

実施例 1 と同様に、基板厚 0.7 mm のガラス基板上に、スパッタ法により膜厚 150 nm の ITO よりなる導電膜を成膜することによって、陽極を形成した。

【0081】

次に、陽極上に、正孔輸送性材料である HMTPD、電子輸送性材料である TBPhB を共蒸着により成膜することによって、SDGE-11 よりなる膜厚 50 nm の発光層を形成した。また、重量比で HMTPD : TBPhB = 50 : 50 となるようにした。

【0082】

次に、発光層上に、蒸着により膜厚 1 nm の Cs よりなる導電膜を成膜し、更にその上に蒸着により膜厚 100 nm の Al よりなる導電膜を成膜することによって、陰極を形成した。これにより、比較例 1 に係る素子を作製した。

【0083】

実施例 1 及び比較例 1 により作製した素子のそれぞれについて、TOF 法により移動度の測定を行った。

【0084】

初めに、図 7 及び図 8 を参照し、比較例 1 により作製した素子の結果について説明する。図 7 (a) 及び図 7 (b) は、比較例 1 により作製した素子について、それぞれ正孔移動度及び電子移動度を測定するための過渡光電流波形のデータの例を示す図である。図 8 は、比較例 1 により作製した素子について、過渡光電流波形から求められた移動度の電界依存性を示すグラフである。

【0085】

それぞれ図 7 (a) 及び図 7 (b) に示すように、燐光発光材料を含まない比較例 1 による素子における過渡光電流波形は、正孔移動度測定、電子移動度測定において、ともに良好な非分散型を示している。そして、図 8 に示すように、正孔移動度は $10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ オーダーの値、電子移動度は $10^{-3} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 程度の値を示す。従って、HMTPD 及び TBPhB よりなるホスト材料 (SDGE-11) は、正孔と電子とを共に高い輸送性で伝導することができるバイポーラ輸送性を有している。

【0086】

次に、図 9 及び図 10 を参照し、実施例 1 により作製した素子の結果について説明する。図 9 (a) 及び図 9 (b) は、実施例 1 により作製した素子について、それぞれ正孔移動度及び電子移動度を測定するための過渡光電流波形のデータの例を示す図である。図 10 は、実施例 1 により作製した素子について、過渡光電流波形から求められた移動度の電界依存性を示すグラフである。

【0087】

図 9 (a) に示すように、燐光発光材料を含む実施例 1 による素子における過渡光電流波形は、正孔移動度測定において、良好な非分散型を示している。そして、図 10 に示すように、正孔移動度は $10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ オーダーの値を示す。

【0088】

一方、図 9 (b) に示すように、過渡光電流波形は、電子移動度測定においては、分散型を示しており、電子輸送性が大きく乱されているものと考えられる。このため、電子移動度の値を求めることはできなかった。

【0089】

図 8 と図 10 とを比べると、HMTPD 及び TBPhB よりなるホスト材料に $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$ 構造を含むイリジウム錯体 IrST よりなる燐光発光材料をドープした材料 (STGER-11) についての電子移動度 (実施例 1) は、値を求めることができず、電子輸送性が大きく乱されているものと考えられる。一方、 $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$

c 構造を含むイリジウム錯体 IrST よりなる燐光発光材料をドーブした材料 (STGER-11) についての正孔移動度 (実施例 1) は、燐光発光材料をドーブしないホスト材料 (SDGE-11) についての正孔移動度 (比較例 1) に対して $1/10$ 程度にまでしか低下していない。従って、HMTPD 及び TBPhB よりなるホスト材料に Ir(ppy)₂acac 構造を含むイリジウム錯体 IrST よりなる燐光発光材料をドーブした材料 (STGER-11) は、ドーブしない材料 (SDGE-11) に比べ、電子輸送性は大幅に低下するものの、正孔輸送性はほとんど低下せず、高い輸送性を保持していることが確認された。

(実施例 2)

次に、実施例 2 として、第 1 の実施の形態に係る有機 EL 素子における電子輸送性発光層を構成する材料 (本発明における第 2 の材料) について、TOF 法により移動度を測定するための素子を作製した。

10

【0090】

実施例 1 と同様に、基板厚 0.7 mm のガラス基板上に、スパッタ法により膜厚 150 nm の ITO よりなる導電膜を成膜することによって、陽極を形成した。

【0091】

次に、陽極上に、正孔輸送性材料である HMTPD、電子輸送性材料である TBPhB、第 2 の燐光発光材料である IrG-3 を共蒸着により成膜することによって、STGET-11 よりなる膜厚 50 nm の電子輸送性発光層を形成した。また、重量比で HMTPD : TBPhB : IrG-3 = 47.5 : 47.5 : 5 となるようにした。

20

【0092】

次に、電子輸送性発光層上に、蒸着により膜厚 1 nm の Cs よりなる導電膜を成膜し、更にその上に蒸着により膜厚 100 nm の Al よりなる導電膜を成膜することによって、陰極を形成した。これにより、実施例 2 に係る素子を作製した。

【0093】

実施例 2 により作製した素子について、TOF 法により移動度の測定を行った。

【0094】

図 11 及び図 12 を参照し、実施例 2 により作製した素子の結果について説明する。図 11 (a) 及び図 11 (b) は、実施例 2 により作製した素子について、それぞれ正孔移動度及び電子移動度を測定するための過渡光電流波形のデータの例を示す図である。図 12 は、実施例 2 により作製した素子について、過渡光電流波形から求められた移動度の電界依存性を示すグラフである。

30

【0095】

それぞれ図 11 (a) 及び図 11 (b) に示すように、燐光発光材料を含む実施例 2 による素子における過渡光電流波形は、正孔移動度測定、電子移動度測定において、ともに良好な非分散型を示している。そして、図 12 に示すように、正孔移動度は $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ オーダーの値、電子移動度は $10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ オーダーの値を示す。

【0096】

図 8 と図 12 とを比べると、HMTPD 及び TBPhB よりなるホスト材料に IrG-3 よりなる燐光発光材料をドーブした材料 (STGET-11) についての正孔移動度 (実施例 2) は、燐光発光材料をドーブしないホスト材料 (SDGE-11) についての正孔移動度 (比較例 1) に対して $1/100$ 程度にまで低下している。一方、IrG-3 よりなる燐光発光材料をドーブした材料 (STGET-11) についての電子移動度 (実施例 2) は、燐光発光材料をドーブしないホスト材料 (SDGE-11) についての電子移動度 (比較例 1) に対して $1/10$ 程度にまでしか低下していない。従って、HMTPD 及び TBPhB よりなるホスト材料に IrG-3 よりなる燐光発光材料をドーブした材料 (STGET-11) は、ドーブしない材料 (SDGE-11) に比べ、正孔輸送性は大幅に低下するものの、電子輸送性はほとんど低下せず、高い輸送性を保持していることが確認された。

40

【0097】

50

次に、実施例 1 により作製した素子における正孔輸送性発光層の材料 (STGER 11)、及び実施例 2 により作製した素子における電子輸送性発光層の材料 (STGET 11) について、大気中光電子分光法により HOMO 及び LUMO の準位を測定した結果を示す。図 13 (a) 及び図 13 (b) は、それぞれ実施例 1 の発光層及び実施例 2 の発光層における分子軌道の準位を示すエネルギーダイアグラムである。なお、図 13 (a) 及び図 13 (b) では、真空準位を基準 (0 eV) として示している。

【0098】

大気中光電子分光法は、理研計器株式会社製の大気中光電子分光装置 (商品名 AC-3) を用いて行った。また、LUMO については、光の吸収端エネルギーを、HOMO から差し引くことによって求めた。

10

【0099】

図 13 (a) に示すように、正孔輸送性発光層の材料 (STGER 11) においては、燐光発光材料である、 $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$ 構造を含むイリジウム錯体 IrST の LUMO (-3.0 eV) は、電子輸送性材料である TBPhB の LUMO (-2.9 eV) よりもエネルギーが低い。また、燐光発光材料である、 $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$ 構造を含むイリジウム錯体 IrST の HOMO (-5.6 eV) は、正孔輸送性材料である HMTPD の HOMO (-5.6 eV) よりもエネルギーが高くない。これにより、電子輸送性は低下するものの、正孔輸送性はあまり低下しないものと考えられる。

【0100】

一方、図 13 (b) に示すように、電子輸送性発光層の材料 (STGET 11) においては、燐光発光材料である IrG-3 の HOMO (-5.4 eV) は、正孔輸送性材料である HMTPD の HOMO (-5.6 eV) よりもエネルギーが高い。また、燐光発光材料である IrG-3 の LUMO (-2.8 eV) は、電子輸送性材料である TBPhB の LUMO (-2.9 eV) よりもエネルギーが低くない。これにより、正孔輸送性は低下するものの、電子輸送性はあまり低下しないものと考えられる。

20

(実施例 3)

次に、実施例 3 として、第 1 の実施の形態において図 2 を用いて説明した有機 EL 素子を作製した。

【0101】

基板 11 として、基板厚 0.7 mm のガラス基板を用いた。ガラス基板よりなる基板 11 を純水中で超音波洗浄した後、基板 11 上に、スパッタ法により膜厚 150 nm の ITO よりなる導電膜を成膜した。そして、フォトリソグラフィにより形成したレジストパターンをマスクとし、関東化学株式会社製の透明導電膜エッチング液 (商品名 ITO-07N) を用いたウェットエッチングにより導電膜をパターニングし、ITO よりなる陽極 21 を形成した。

30

【0102】

次に、陽極 21 上に、正孔注入層 21a として、H.C. Starck 社製の PEDOT/ PSS (商品名 Clevios P VP CH8000) をスピンコート法により塗布し、大気中 180 °C で 1 時間の間、乾燥させることによって、膜厚 30 nm の正孔注入層 21a を形成した。

【0103】

次に、正孔注入層 21a 上に、HMTPD、TBPhB、 $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$ 構造を含むイリジウム錯体 IrST を共蒸着により成膜することによって、膜厚 50 nm の正孔輸送性発光層 22 を形成した。

40

【0104】

次に、正孔輸送性発光層 22 上に、HMTPD、TBPhB、IrG-3 を共蒸着により成膜することによって、膜厚 50 nm の電子輸送性発光層 23 を形成した。

【0105】

次に、電子輸送性発光層 23 上に、蒸着により膜厚 1 nm の Cs よりなる導電膜を成膜し、更にその上に蒸着により膜厚 100 nm の Al よりなる導電膜を成膜することによって、陰極 24 を形成した。これにより、第 1 の実施の形態において図 2 を用いて説明した

50

有機ＥＬ素子を形成することができた。

【０１０６】

以上、本発明の好ましい実施の形態について記述したが、本発明はかかる特定の実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲内に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

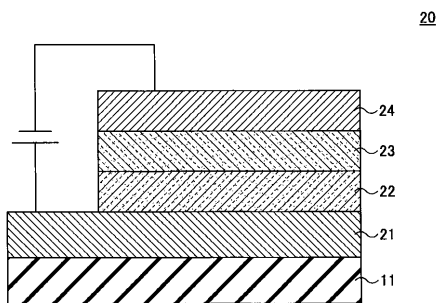
【符号の説明】

【０１０７】

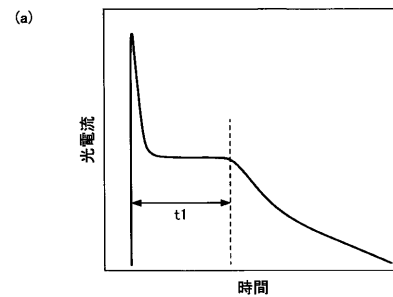
- １０ 有機ＥＬディスプレイ
- １１ ディ스플레이基板
- １２ 隔壁
- ２０ 画素
- ２０、２０ａ 有機ＥＬ素子
- ２０ｂ 画素領域
- ２１ 陽極
- ２１ａ 正孔注入層
- ２２ 正孔輸送性発光層
- ２３ 電子輸送性発光層
- ２４ 陰極

10

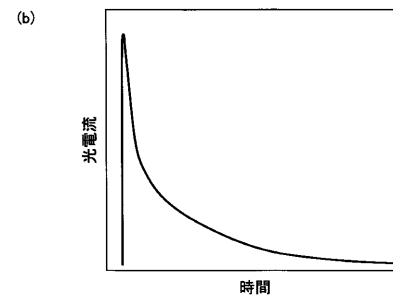
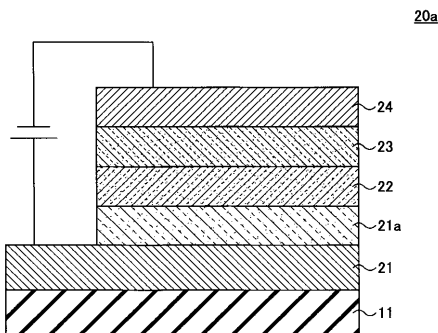
【図１】



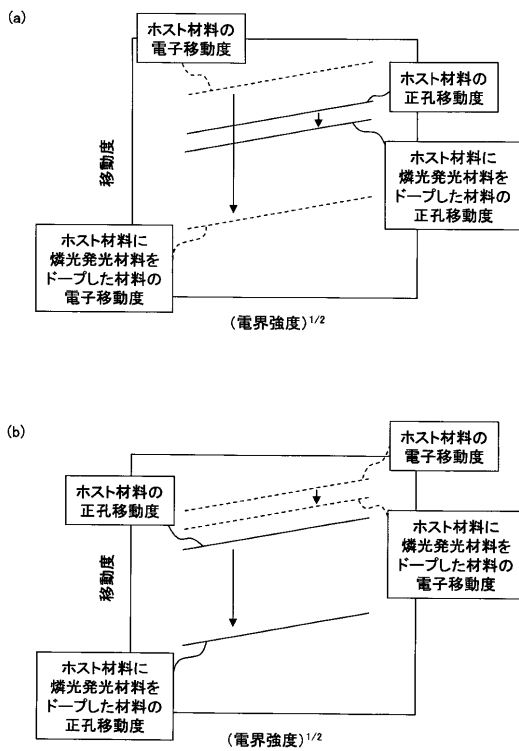
【図３】



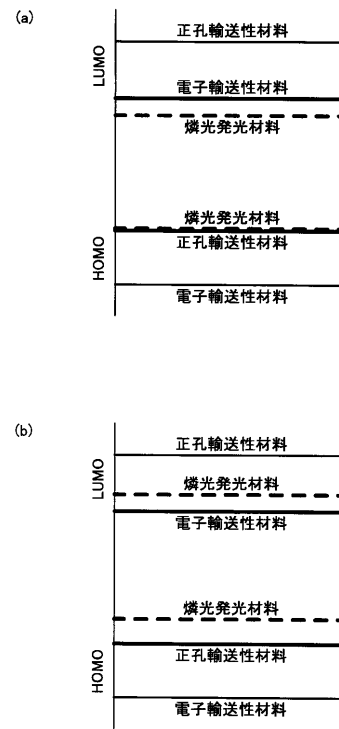
【図２】



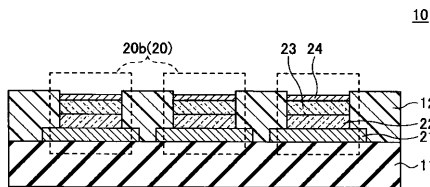
【図 4】



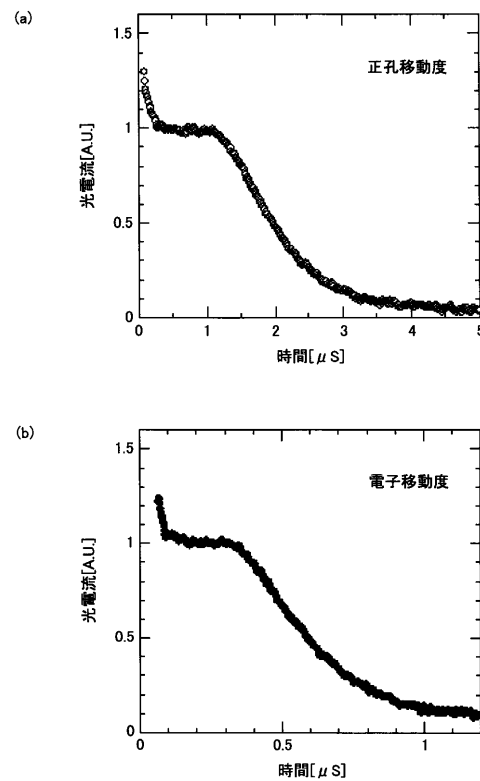
【図 5】



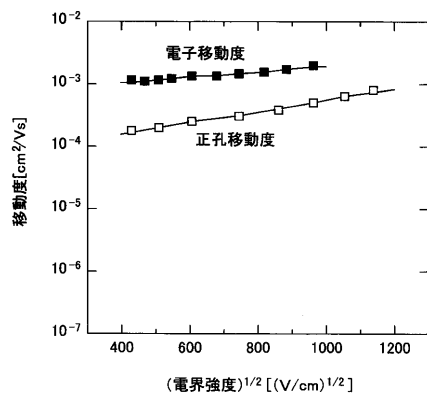
【図 6】



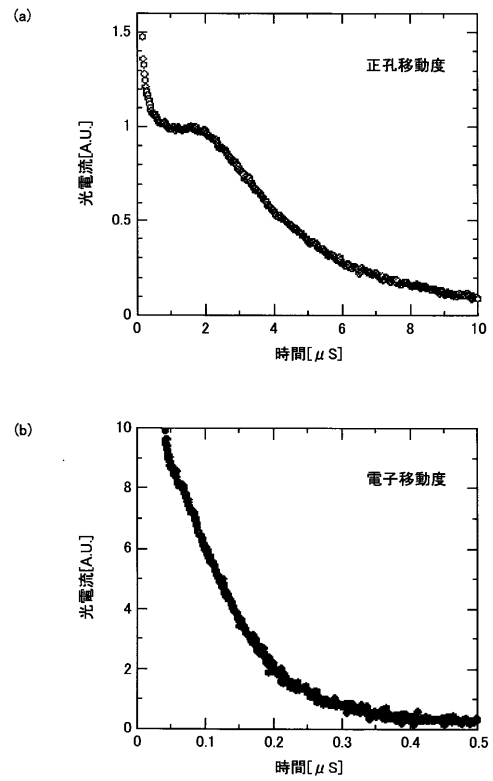
【図 7】



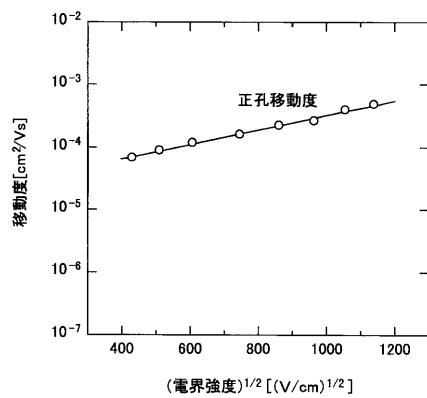
【図 8】



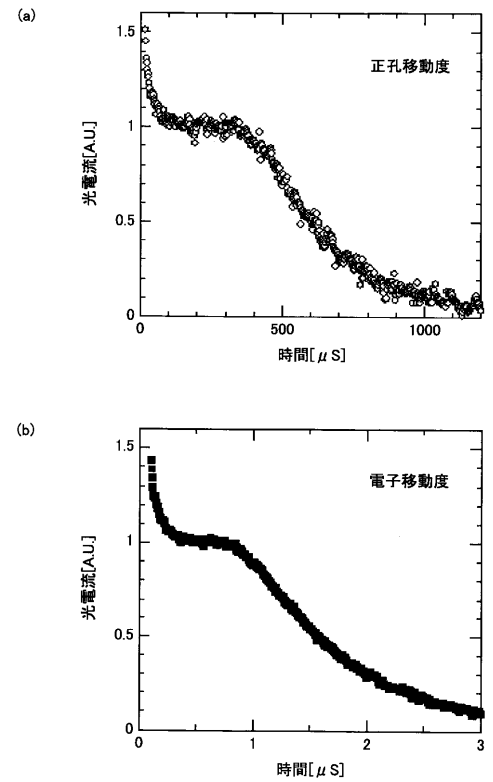
【図 9】



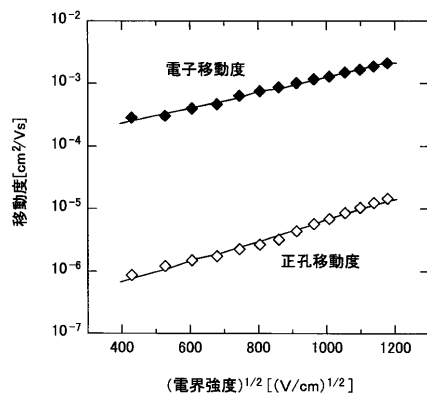
【図 10】



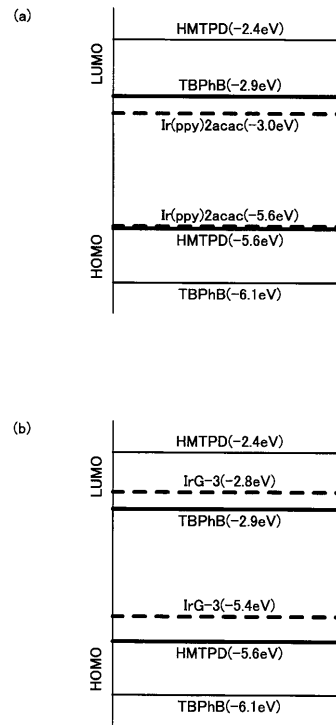
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 時任 静士

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72)発明者 加藤 剛

千葉県千葉市緑区大野台1丁目1番1号 昭和電工株式会社研究開発センター内

(72)発明者 名取 伸浩

千葉県千葉市緑区大野台1丁目1番1号 昭和電工株式会社研究開発センター内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC12 CC21 DD51 DD53 DD67 DD68 DD69

FF04 FF19

专利名称(译)	有机EL元件和有机EL显示器		
公开(公告)号	JP2011258373A	公开(公告)日	2011-12-22
申请号	JP2010130995	申请日	2010-06-08
[标]申请(专利权)人(译)	日本放送协会 昭和电工株式会社		
申请(专利权)人(译)	日本广播公司 昭和电工株式会社		
[标]发明人	本村玄一 鈴木充典 時任静士 加藤剛 名取伸浩		
发明人	本村 玄一 鈴木 充典 時任 静士 加藤 剛 名取 伸浩		
IPC分类号	H05B33/12 H01L51/50		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/14.A H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/CC21 3K107/DD51 3K107/DD53 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/FF04 3K107/FF19		
代理人(译)	伊藤忠彦		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供能够在不降低传输性的情况下平衡地传输空穴和电子的有机EL元件，即使当发光层中的主体材料掺杂有磷光材料时。溶剂：有机EL元件20构成层叠结构，其中第一发光层22和第二发光层23层叠在一对电极21和24之间。第一发光层22包括通过用第一磷光材料掺杂第一主体材料而获得的第一材料。作为掺杂剂，第二发光层23包括通过用第二磷光材料掺杂第二主体材料作为掺杂剂而获得的第二材料。第一材料具有第一材料的空穴迁移率与第一主体材料的空穴迁移率之比大于第一预定值，第二材料具有第二材料的电子迁移率与电子迁移率之比。第二主体材料大于第二预定值。

