(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5295521号
(P5295521)

(45)発行日　平成25年9月18日(2013.9.18)　(24)登録日　平成25年6月21日(2013.6.21)

(51)Int.Cl.		F I		
H05B 33/12	***(2006.01)***	H05B	33/12	C
H01L 51/50	***(2006.01)***	H05B	33/14	A
H05B 33/10	***(2006.01)***	H05B	33/22	A
		H05B	33/22	C
		H05B	33/10	

請求項の数 17　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願2007-106378 (P2007-106378)
(22)出願日　平成19年4月13日 (2007.4.13)
(65)公開番号　特開2007-287691 (P2007-287691A)
(43)公開日　平成19年11月1日 (2007.11.1)
審査請求日　平成22年3月17日 (2010.3.17)
(31)優先権主張番号　10-2006-0033463
(32)優先日　平成18年4月13日 (2006.4.13)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)

(73)特許権者　501426046
エルジー　ディスプレイ　カンパニー　リミテッド
大韓民国　ソウル、ヨンドゥンポーグ、ヨウィ－テロ　１２８
(74)代理人　100110423
弁理士　曾我　道治
(74)代理人　100084010
弁理士　古川　秀利
(74)代理人　100094695
弁理士　鈴木　憲七
(74)代理人　100111648
弁理士　梶並　順
(74)代理人　100122437
弁理士　大宅　一宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】有機ＥＬ素子及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
陽極と陰極との間に形成される第１及び第２発光層を含む積層構造を持つ有機ＥＬ素子において、
前記第１及び第２発光層の間に形成され、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうちの少なくとも一物質を含有する中間層と、
前記第１発光層と中間層の間及び前記第２発光層と前記中間層の間に形成され、キャリア移動を抑制する緩衝層と
を含み、
前記中間層を含む有機ＥＬ素子は、白色発光をする白色発光素子であり、
前記中間層を含む有機ＥＬ素子は、駆動電圧を２Ｖ以上とし、ターンオン電圧を１Ｖ以上とし、輝度は３０ｃｄ／ｍ２以上であり、
前記正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の１，１０－フェナトロリン誘導体、置換または非置換のカルバゾール誘導体、置換または非置換の８－ハイドロキシキノリンを含む亜鉛（Ｚｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）またはリチウム（Ｌｉ）の金属錯体、またはＣＦ－Ｘ、ＣＦ－Ｙから選ばれるか、またはランタニド化合物であり、
前記電子抑制性質を持つ物質は、芳香族アミン、ｍＣＰ（Ｎ，Ｎ’－ｄｉｃａｒｂａｚｏｌｙｌ－３，５－ｂｅｎｚｅｎｅ）、ＭＰＭＰ（ｂｉｓ［４－（Ｎ，Ｎ－ｄｉｅｔｈｙｌａｍｉｎｏ）－２－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ］（４－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ）ｍｅｔｈａｎｅ）、アルカリ金属化合物、アルカリ土金属化合物、土金属化合物、ランタニ

ド化合物、または酸化物から選ばれる無機化合物である
ことを特徴とする、有機ＥＬ素子。
【請求項２】
前記中間層は、前記正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層と、前記電子抑制性質を持つ物質からなる第２層とで構成され、前記第１層と第２層は、第１層／第２層の順に積層される、または、第２層／第１層の順に積層されることを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項３】
前記第１層と第２層の厚さの比は、第１層Ｘ：第２層Ｙ＝１～１００：１である、または、第１層Ｘ：第２層Ｙ＝１：１～１００であ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】
前記中間層は、前記正孔抑制性質を持つ物質と前記電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなることを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項５】
前記混合物の組成比は、前記正孔抑制性質を持つ物質Ｘ：電子抑制性質を持つ物質Ｙ＝１～１００：１である、または、前記正孔抑制性質を持つ物質Ｘ：電子抑制性質を持つ物質Ｙ＝１：１～１００であることを特徴とする、請求項４に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項６】
前記中間層の厚さは、０．１～１００ｎｍであることを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項７】
前記正孔抑制性質を持つ物質は、ＨＯＭＯ（Ｈｉｇｈｅｓｔ Ｏｃｃｕｐｉｅｄ Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ Ｏｒｂｉｔａｌ）の絶対値が５．２ｅＶ以上であり、前記電子抑制性質を持つ物質は、ＬＵＭＯ（Ｌｏｗｅｓｔ Ｕｎｏｃｃｕｐｉｅｄ Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ Ｏｒｂｉｔａｌ）の絶対値が３．３ｅＶ以下であることを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項８】
前記無機化合物は、ＬｉＦ、ＮａＦ、ＫＦ、ＲｂＦ、ＣｓＦ、ＦｒＦ、ＭｇＦ２、ＣａＦ２、ＳｒＦ２、ＢａＦ２、ＬｉＣｌ、ＮａＣｌ、ＫＣｌ、ＲｂＣｌ、ＣｓＣｌ、ＦｒＣｌのハライド化合物と、Ｌｉ２Ｏ、Ｌｉ２Ｏ２、Ｎａ２Ｏ、Ｋ２Ｏ、Ｒｂ２Ｏ、Ｒｂ２Ｏ２、Ｃｓ２Ｏ、Ｃｓ２Ｏ２、ＬｉＡｌＯ２、ＬｉＢＯ２、ＬｉＴａＯ３、ＬｉＮｂＯ３、ＬｉＷＯ４、Ｌｉ２ＣＯ、ＮａＷＯ４、ＫＡｌＯ２、Ｋ２ＳｉＯ３、Ｂ２Ｏ５、Ａｌ２Ｏ３、ＳｉＯ２の酸化物から選ばれることを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項９】
前記陽極と前記第２発光層との間には、正孔注入層、正孔輸送層のうち少なくとも一層が形成されることを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項１０】
前記陰極と前記第１発光層との間には、電子注入層、電子輸送層のうち少なくとも一層が形成されることを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項１１】
前記発光層は、燐光物質を含むことを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項１２】
前記陽極、陰極のうち少なくとも一つは、透明な物質であることを特徴とする、請求項１に記載の有機ＥＬ素子。
【請求項１３】
陽極と陰極との間に形成される第１及び第２発光層を含む積層構造を持つ有機ＥＬ素子の製造方法において、
基板上に前記陽極を形成する段階と、
前記陽極上に、第１及び第２発光層と、前記第１及び第２発光層の間に正孔抑制性質を

持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうち少なくとも一物質を含む中間層と、前記第１発光層と中間層の間及び前記第２発光層と前記中間層の間に形成され、キャリア移動を抑制する緩衝層とを形成する段階と、

前記第１発光層上に、前記陰極を形成する段階と、

を具備し、

前記中間層を含む有機ＥＬ素子は、白色発光をする白色発光素子であり、

前記中間層を含む有機ＥＬ素子は、駆動電圧を２Ｖ以上とし、ターンオン電圧を１Ｖ以上とし、輝度は３０ｃｄ／ｍ２以上であり、

前記正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の１，１０－フェナトロリン誘導体、置換または非置換のカルバゾール誘導体、置換または非置換の８－ハイドロキシキノリンを含む亜鉛（Ｚｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）またはリチウム（Ｌｉ）の金属錯体、またはＣＦ－Ｘ、ＣＦ－Ｙから選ばれるか、またはランタニド化合物であり、

前記電子抑制性質を持つ物質は、芳香族アミン、ｍＣＰ（Ｎ，Ｎ’－ｄｉｃａｒｂａｚｏｌｙｌ－３，５－ｂｅｎｚｅｎｅ）、またはＭＰＭＰ（ｂｉｓ［４－（Ｎ，Ｎ－ｄｉｅｔｈｙｌａｍｉｎｏ）－２－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ］（４－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ）ｍｅｔｈａｎｅ）であったり、アルカリ金属化合物、アルカリ土金属化合物、土金属化合物、ランタニド化合物、ハライド化合物、または酸化物から選ばれる無機化合物である

ことを特徴とする、有機ＥＬ素子製造方法。

【請求項１４】

前記中間層を形成する段階において、前記中間層は、正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層と、電子抑制性質を持つ物質からなる第２層とで構成され、前記第１層と第２層は、第１層／第２層の順に積層する、または、第２層／第１層の順に積層することを特徴とする、請求項１３に記載の有機ＥＬ素子製造方法。

【請求項１５】

前記中間層を形成する段階において、前記中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなることを特徴とする、請求項１３に記載の有機ＥＬ素子製造方法。

【請求項１６】

前記陽極と前記第２発光層との間には、正孔注入層、正孔輸送層のうち少なくとも一つを形成することを特徴とする、請求項１３に記載の有機ＥＬ素子製造方法。

【請求項１７】

前記陰極と前記第１発光層との間には、電子注入層、電子輸送層のうち少なくとも一つを形成することを特徴とする、請求項１３に記載の有機ＥＬ素子製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、有機ＥＬ素子に係り、特に、白色有機ＥＬ素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

一般に、有機ＥＬ素子は、ＩＴＯなどからなる陽極（ａｎｏｄｅ）とＡｌなどからなる陰極（ｃａｔｈｏｄｅ）との間に有機物層をその機能別に積層して電場を加えることによって光を出す素子で、低い電圧で駆動可能であるほか、電力消耗が比較的少なく且つ軽いだけでなく、柔軟な（ｆｌｅｘｉｂｌｅ）基板上にも素子製作が可能であるという利点を有する。

【０００３】

有機ＥＬ素子のうち、白色有機ＥＬ素子は、１９８０年代末ごろから研究し始まってきたもので、近年、有機ＥＬディスプレイとバックライトなどに用いられる有機ＥＬ光源、有機ＥＬ照明などに応用される可能性が高いことから大きく脚光を浴びている。

【０００４】

白色有機ＥＬ素子は、色純度、色安全性、電流及び電圧による色の安定性などの光特性、発光効率、寿命、製造の容易性などの要件を充足するための多様な方式が開発されてきている。

【０００５】

白色有機ＥＬ素子の発光方式は、図１Ａに示すように、一つの発光層で白色を具現する単層発光方式と、図１Ｂに示すように、複数の発光層からの各色の垂直組合によって白色を具現する多層発光方式と、図１Ｃに示すように、青色発光層で具現された青色光が蛍光体に照射されて色が変換するもので、青色及び蛍光体の赤色などの組合によって白色を具現する色変換方式と、図１Ｄに示すように、波長を変化させるマイクロキャビティ（Ｍｉｃｒｏｃａｖｉｔｙ）方式と、図１Ｅに示すように、それぞれの赤色、緑色、青色有機ＥＬ素子ユニットを垂直に積層させる積層方式などがある。

【０００６】

なかでも、最も広く用いられる方式は、複数の層から発光が起き、各色の垂直組合によって白色を具現する多層発光方式である。

【０００７】

図２は、既存の多層発光方式を持つ白色有機ＥＬ素子を示す図であり、図２に示すように、陽極と陰極との間に第１発光層と第２発光層が形成されている。

【０００８】

ここで、陽極と陰極との間には、電子注入層、電子輸送層、正孔注入層、正孔輸送層などがさらに形成されても良いが、これらの機能層が発光に参入しない場合には省略しても良い。

【０００９】

このような多層発光方式の白色有機ＥＬ素子において、所望の白色の色座標を具現し、効率と寿命を増加させるためには、各層間の界面、特に発光層間の界面が安定化することが重要である。

【００１０】

すなわち、発光層における電荷バランス及び電荷分布が所望の白色色感の具現に最も大きく影響する。

【００１１】

特に、熱処理が必要な場合、発光層間の原子及び分子拡散による色感の変化を防止することが素子の特性向上においてより重要な要件とされる。

【００１２】

そこで、白色有機ＥＬ素子の色感、寿命及び効率などの特性を増加させるために多くの研究が行われてきているが、未だ満足すべき研究成果を収めていない現状にある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１３】

本発明は上記の問題点を達成するためのもので、その目的は、発光層間の界面を安定化させることによって、色感、寿命及び効率などの素子特性が向上した有機ＥＬ素子及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

本発明に係る有機ＥＬ素子は、陽極と陰極との間に形成される第１及び第２発光層を含む積層構造を持つ有機ＥＬ素子において、前記第１及び第２発光層の間に形成され、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうちの少なくとも一物質を含有する中間層と、前記第１発光層と中間層の間及び前記第２発光層と前記中間層の間に形成され、キャリア移動を抑制する緩衝層とを含み、前記中間層を含む有機ＥＬ素子は、白色発光をする白色発光素子であり、前記中間層を含む有機ＥＬ素子は、駆動電圧を２Ｖ以上とし、ターンオン電圧を１Ｖ以上とし、輝度は３０ｃｄ／ｍ２以上であり、前記正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の１，１０－フェナトロリン誘導体、置換または非置換のカ

ルバゾール誘導体、置換または非置換の８－ハイドロキシキノリンを含む亜鉛（Ｚｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）またはリチウム（Ｌｉ）の金属錯体、またはＣＦ－Ｘ、ＣＦ－Ｙから選ばれるか、またはランタニド化合物であり、前記電子抑制性質を持つ物質は、芳香族アミン、ｍＣＰ（Ｎ，Ｎ’－ｄｉｃａｒｂａｚｏｌｙｌ－３，５－ｂｅｎｚｅｎｅ）、ＭＰＭＰ（ｂｉｓ［４－（Ｎ，Ｎ－ｄｉｅｔｈｙｌａｍｉｎｏ）－２－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ］（４－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ）ｍｅｔｈａｎｅ）、アルカリ金属化合物、アルカリ土金属化合物、土金属化合物、ランタニド化合物、ハライド化合物、または酸化物から選ばれる無機化合物である。

【００１６】

そして、中間層は、正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層と、電子抑制性質を持つ物質からなる第２層とで構成され、第１層と第２層は、第１層／第２層の順に積層される、または、第２層／第１層の順に積層されることができ、第１層と第２層の厚さの比は、第１層Ｘ：第２層Ｙ＝１～１００：１である、または、第１層Ｘ：第２層Ｙ＝１：１～１００でありうる。

【００１７】

また、中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなることができ、混合物の組成比は、正孔抑制性質を持つ物質Ｘ：電子抑制性質を持つ物質Ｙ＝１～１００：１である、または、正孔抑制性質を持つ物質Ｘ：電子抑制性質を持つ物質Ｙ＝１：１～１００でありうる。

【００１８】

そして、中間層の厚さは、０．１～１００ｎｍであることが好ましく、正孔抑制性質を持つ物質は、ＨＯＭＯ（Ｈｉｇｈｅｓｔ Ｏｃｃｕｐｉｅｄ Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ Ｏｒｂｉｔａｌ）の絶対値が５．２ｅＶ以上であり、電子抑制性質を持つ物質は、ＬＵＭＯ（Ｌｏｗｅｓｔ Ｕｎｏｃｃｕｐｉｅｄ Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ Ｏｒｂｉｔａｌ）の絶対値が３．３ｅＶ以下でありうる。

【００１９】

ここで、正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の１，１０－フェナトロリン誘導体である、または、置換または非置換のカルバゾール誘導体であり、電子抑制性質を持つ物質は、芳香族または脂肪族３級アミンから選ばれることができる。

【００２３】

本発明に係る有機ＥＬ素子製造方法は、陽極と陰極との間に形成される第１及び第２発光層を含む積層構造を持つ有機ＥＬ素子の製造方法において、基板上に前記陽極を形成する段階と、前記陽極上に、第１及び第２発光層と、前記第１及び第２発光層の間に正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうち少なくとも一物質を含む中間層と、前記第１発光層と中間層の間及び前記第２発光層と前記中間層の間に形成され、キャリア移動を抑制する緩衝層とを形成する段階と、前記第１発光層上に、前記陰極を形成する段階と、を具備し、前記中間層を含む有機ＥＬ素子は、白色発光をする白色発光素子であり、前記中間層を含む有機ＥＬ素子は、駆動電圧を２Ｖ以上とし、ターンオン電圧を１Ｖ以上とし、輝度は３０ｃｄ／ｍ２以上であり、前記正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の１，１０－フェナトロリン誘導体、置換または非置換のカルバゾール誘導体、置換または非置換の８－ハイドロキシキノリンを含む亜鉛（Ｚｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）またはリチウム（Ｌｉ）の金属錯体、またはＣＦ－Ｘ、ＣＦ－Ｙから選ばれるか、またはランタニド化合物であり、前記電子抑制性質を持つ物質は、芳香族アミン、ｍＣＰ（Ｎ，Ｎ’－ｄｉｃａｒｂａｚｏｌｙｌ－３，５－ｂｅｎｚｅｎｅ）、またはＭＰＭＰ（ｂｉｓ［４－（Ｎ，Ｎ－ｄｉｅｔｈｙｌａｍｉｎｏ）－２－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ］（４－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ）ｍｅｔｈａｎｅ）であったり、アルカリ金属化合物、アルカリ土金属化合物、土金属化合物、ランタニド化合物、ハライド化合物、または酸化物から選ばれる無機化合物である。

【００２５】

そして、中間層は、正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層と、電子抑制性質を持つ物質からなる第２層とで構成され、第１層と第２層は、第１層／第２層の順に積層する、または、第２層／第１層の順に積層することができ、中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなっても良い。

【００２６】

上記課題を解決するために、本発明は、以下の項目を提供する。

（項目１）

正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうちの少なくとも一物質を含有する中間層を含むことを特徴とする、有機ＥＬ素子。

（項目２）

上記中間層を含む有機ＥＬ素子は、白色発光をする白色発光素子であることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目３）

上記中間層を含む有機ＥＬ素子は、駆動電圧を２Ｖ以上とし、ターンオン電圧を１Ｖ以上とし、輝度は３０ｃｄ／ｍ^{2}以上であることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目４）

上記中間層は、正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層と、電子抑制性質を持つ物質からなる第２層とで構成され、上記第１層と第２層は、第１層／第２層の順に積層される、または、第２層／第１層の順に積層されることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目５）

上記第１層と第２層の厚さの比は、第１層Ｘ：第２層Ｙ＝１～１００：１である、または、第１層Ｘ：第２層Ｙ＝１：１～１００であることを特徴とする、項目４に記載の有機ＥＬ素子。

（項目６）

上記中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目７）

上記混合物の組成比は、正孔抑制性質を持つ物質Ｘ：電子抑制性質を持つ物質Ｙ＝１～１００：１である、または、正孔抑制性質を持つ物質Ｘ：電子抑制性質を持つ物質Ｙ＝１:１～１００であることを特徴とする、項目６に記載の有機ＥＬ素子。

（項目８）

上記中間層の厚さは、０．１～１００ｎｍであることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目９）

上記正孔抑制性質を持つ物質は、ＨＯＭＯ（Ｈｉｇｈｅｓｔ　Ｏｃｃｕｐｉｅｄ　Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ　Ｏｒｂｉｔａｌ）の絶対値が５．２ｅＶ以上であり、上記電子抑制性質を持つ物質は、ＬＵＭＯ（Ｌｏｗｅｓｔ　Ｕｎｏｃｃｕｐｉｅｄ　Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ　Ｏｒｂｉｔａｌ）の絶対値が３．３ｅＶ以下であることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１０）

上記正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の１，１０－フェナトロリン誘導体である、または、置換または非置換のカルバゾール誘導体であることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１１）

上記正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の８-ハイドロキシキノリンを含む金属錯体であり、上記金属は、アルミニウム（Ａｌ）、亜鉛（Ｚｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）、リチウム（Ｌｉ）から選ばれることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１２）

上記正孔抑制性質を持つ物質は、Ｂａｌｑ（ａｌｕｍｉｎｕｍ(ＩＩＩ)ｂｉｓ（２－ｍｅｔｈｙｌ－８－ｑｕｉｎｏｌｉｎａｔｏ）４－ｐｈｅｎｙｌｐｈｅｎｏｌａｔｅ）、ＢＣＰ（２，９－Ｄｉｍｅｔｈｙｌ－４，７－ｄｉｐｈｅｎｙｌ－１，１０－ｐｈｅｎａｎｔｈｒｏｌｉｎｅ）、ＣＢＰ［４，４'－Ｎ，Ｎ'－ｄｉｃａｒｂａｚｏｌｅ－１，１８－ｂｉｐｈｅｎｙｌ］、ＣＦ－Ｘ、ＣＦ－Ｙから選ばれることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１３）

上記電子抑制性質を持つ物質は、芳香族または脂肪族３級アミンから選ばれることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１４）

上記電子抑制性質を持つ物質は、ＮＰＤ（４，４'－ｂｉｓ［Ｎ－（１－ｎａｐｔｈｙｌ）－Ｎ－ｐｈｅｎｙｌ－ａｍｉｎｏ］ｂｉｐｈｅｎｙｌ）、ｍＣＰ（Ｎ，Ｎ'－ｄｉｃａｒｂａｚｏｌｙｌ－３，５－ｂｅｎｚｅｎｅ）、ＭＰＭＰ（ｂｉｓ［４－（Ｎ，Ｎ－ｄｉｅｔｈｙｌａｍｉｎｏ）－２－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ］（４－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ）ｍｅｔｈａｎｅ）から選ばれることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１５）

上記正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質は、無機化合物であることを特徴とする、項目１に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１６）

上記無機化合物は、アルカリ金属化合物、アルカリ土金属化合物、土金属化合物、ランタニド化合物から選ばれることを特徴とする、項目１５に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１７）

上記無機化合物は、ＬｉＦ、ＮａＦ、ＫＦ、ＲｂＦ、ＣｓＦ、ＦｒＦ、MgF_2、CaF_2、SrF_2、BaF_2、ＬｉＣｌ、ＮａＣｌ、ＫＣｌ、ＲｂＣｌ、ＣｓＣｌ、ＦｒＣｌのハライド化合物と、Li_2O、Li_2O_2、Na_2O、K_2O、Rb_2O、Rb_2O_2、Cs_2O、Cs_2O_2、$LiAlO_2$、$LiBO_2$、$LiTaO_3$、$LiNbO_3$、$LiWO_4$、Li_2CO、$NaWO_4$、$KAlO_2$、K_2SiO_3、B_2O_5、Al_2O_3、SiO_2の酸化物から選ばれることを特徴とする、項目１５に記載の有機ＥＬ素子。

（項目１８）

陽極と陰極との間に複数の発光層を含む積層構造を持つ有機ＥＬ素子において、

上記複数の発光層の間に、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうち少なくとも一物質を含む中間層が形成されることを特徴とする、有機ＥＬ素子。

（項目１９）

上記中間層は、上記発光層の間ごとにそれぞれ形成される、または、上記発光層の間のうちいずれか一箇所にのみ形成されることを特徴とする、項目１８に記載の有機ＥＬ素子。

（項目２０）

上記中間層と発光層との間には、緩衝層がさらに形成されることを特徴とする、項目１８に記載の有機ＥＬ素子。

（項目２１）

上記緩衝層と隣接した中間層は、上記正孔抑制性質を持つ物質と上記電子抑制性質を持つ物質が無機化合物からなることを特徴とする、項目１８に記載の有機ＥＬ素子。

（項目２２）

上記陽極と発光層との間には、正孔注入層、正孔輸送層のうち少なくとも一層が形成されることを特徴とする、項目１８に記載の有機ＥＬ素子。

（項目２３）

上記陰極と発光層との間には、電子注入層、電子輸送層のうち少なくとも一層が形成されることを特徴とする、項目１８に記載の有機ＥＬ素子。

（項目２４）

上記発光層は、燐光物質を含むことを特徴とする、項目１８に記載の有機ＥＬ素子。
（項目２５）
上記陽極、陰極のうち少なくとも一つは、透明な物質であることを特徴とする、項目１８に記載の有機ＥＬ素子。
（項目２６）
基板上に第１電極を形成する段階と、
上記第１電極上に、複数の発光層と、上記発光層の間に正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうち少なくとも一物質を含む中間層を形成する段階と、
上記発光層上に、第２電極を形成する段階と、
を具備することを特徴とする、有機ＥＬ素子製造方法。
（項目２７）
上記中間層を形成する段階において、上記発光層の間ごとにそれぞれ上記中間層を形成する、または、上記発光層の間のうちいずれか一箇所にのみ上記中間層を形成することを特徴とする、項目２６に記載の有機ＥＬ素子製造方法。
（項目２８）
上記中間層を形成する段階において、上記中間層は、正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層と、電子抑制性質を持つ物質からなる第２層とで構成され、上記第１層と第２層は、第１層／第２層の順に積層する、または、第２層／第１層の順に積層することを特徴とする、項目２６に記載の有機ＥＬ素子製造方法。
（項目２９）
上記中間層を形成する段階において、上記中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなることを特徴とする、項目２６に記載の有機ＥＬ素子製造方法。
（項目３０）
上記第１電極と上記発光層との間には、正孔注入層、正孔輸送層のうち少なくとも一つを形成することを特徴とする、項目２６に記載の有機ＥＬ素子製造方法。
（項目３１）
上記第２電極と上記発光層との間には、電子注入層、電子輸送層のうち少なくとも一つを形成することを特徴とする、項目２６に記載の有機ＥＬ素子製造方法。
【発明の効果】
【００２７】
本発明に係る有機ＥＬ素子及びその製造方法によれば、正孔抑制物質と電子輸送物質のうちの少なくとも一物質を含む中間層を発光層の間に挿入するため、素子の寿命、色感及び効率を大きく向上させることが可能になる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２８】
以下、添付図面を参照しつつ、本発明の好適な実施例について詳細に説明する。
【００２９】
一般に、有機ＥＬ素子は、陰極と陽極から注入された電子と正孔が、発光層内で再結合（ｒｅｃｏｍｂｉｎａｔｉｏｎ）して励起子（ｅｘｃｉｔｏｎ）を形成することによって、特定の波長の光を発生する。
【００３０】
効率的な有機ＥＬ素子の構造は、陽極と発光層との間に正孔輸送層を挿入し、陰極と発光層間に電子輸送層を挿入した構造である。
【００３１】
この構造は、再結合による発光領域が発光層内に制限されるので効率が高い。
【００３２】
また、最適の発光効率を得るためには、発光層に注入されたキャリア（Ｃａｒｒｉｅｒ）が発光層の中心で励起するように正孔と電子をバランスさせることも重要である。
【００３３】

このためには、正孔輸送層と電子輸送層の輸送能力を考慮して積層された各層の厚さを調節すると良く、これによって最適の光効率が得られる。

【００３４】

一般に、有機ＥＬ素子は、順方向電圧が印加されると、陽極であるＩＴＯ電極では正孔が発光層に注入され、陰極では電子が発光層に注入され、発光層で正孔と電子が再結合して光を出す。

【００３５】

したがって、有機ＥＬ素子の内部量子効率は、外部電極から注入された電荷数に対して素子内部で発生した光子数の割合で示され、内部量子効率（n_{int}）$\eta_{int}=\gamma\ \eta_r\ \eta_f$となる。

【００３６】

ここで、γは、電子と正孔注入のバランスに関する因子であり、η_rは電子－正孔再結合による１重項励起子の生成効率であり、η_fは１重項励起子の発光量子効率である。

【００３７】

燐光または蛍光有機ＥＬ素子において最大の効率を得るためには、電子と正孔注入がバランスしなければならず、このようなバランス因子、すなわち、γは、充電バランス因子（ｃｈａｒｇｅ　ｂａｌａｎｃｅ　ｆａｃｔｏｒ）とも呼ばれる。

【００３８】

一般の有機ＥＬ素子では大部分の場合、電子（ｅｌｅｃｔｒｏｎ）よりも正孔（ｈｏｌｅ）の数が過度に発光層に注入される。

【００３９】

この場合には効率が落ちるが、これを防ぐために発光層内に注入される正孔を抑制すると、大部分の場合、Ｉ－Ｖカーブ（ｃｕｒｖｅ）で電圧（ｖｏｌｔａｇｅ）が上昇してしまう。

【００４０】

一般に、緑色ドパント（Ｇｒｅｅｎ　ｄｏｐａｎｔ）である場合、ＨＯＭＯの絶対値は約５．２ｅＶであり、赤色ドパント（Ｒｅｄ　ｄｏｐａｎｔ）である場合、ＨＯＭＯの絶対値は約５ｅＶであり、青色（Ｂｌｕｅ）ドパントである場合、ＨＯＭＯの絶対値は約５．１ｅＶ以上である。

【００４１】

したがって、正孔抑制物質（ｈｏｌｅ　ｂｌｏｃｋｉｎｇ　ｍａｔｅｒｉａｌ）は、ＨＯＭＯの絶対値が約５．２ｅＶ以上の物質が用いられ、正孔（ｈｏｌｅ）及び発光層内で形成された励起子（ｅｘｃｉｔｏｎ）を遮断（ｂｌｏｃｋｉｎｇ）する役割を担う。

【００４２】

本発明は、白色有機ＥＬ素子（ＷＯＬＥＤ）を具現するための技術のうち、最も広く用いられる方式とする。

【００４３】

すなわち、本発明は複数の層で発光が起き、各色の垂直組合によって白色を具現する多層発光方式とし、発光層間にキャリア移動抑制性質を持つ中間層を挿入することによって、効率、寿命及び色感などの特性を向上させることができる。

【００４４】

本発明による白色有機ＥＬ素子は、陽極と陰極との間に複数の発光層を含む積層構造を持つ。

【００４５】

そして、複数の発光層間には中間層が形成され、該中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうち少なくともいずれか一物質を含む。

【００４６】

ここで、中間層は、発光層の間ごとにそれぞれ形成される、または、発光層の間のうちいずれか一箇所にのみ形成される。

【００４７】

また、中間層は、正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層と、電子抑制性質を持つ物質からなる第２層とで構成され、第１層と第２層は、第１層／第２層の順に積層される、または、第２層／第１層の順に積層される。

【００４８】

このとき、積層された第１層と第２層の厚さ比は、第１層Ｘ：第２層Ｙ＝１～１００：１である、または、第１層Ｘ：第２層Ｙ＝１：１～１００である。

【００４９】

場合によって、中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなっても良い。

【００５０】

この場合、混合物の組成比は、正孔抑制性質を持つ物質Ｘ：電子抑制性質を持つ物質Ｙ＝１～１００：１である、または、正孔抑制性質を持つ物質Ｘ：電子抑制性質を持つ物質Ｙ＝１：１～１００である。

【００５１】

そして、中間層の厚さは略０．１～１００ｎｍであることが好ましい。

【００５２】

一方、中間層において、抑制性質を持つ物質は、ＨＯＭＯ（Ｈｉｇｈｅｓｔ　Ｏｃｃｕｐｉｅｄ　Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ　Ｏｒｂｉｔａｌ）の絶対値が５．２ｅＶ以上であり、電子抑制性質を持つ物質は、ＬＵＭＯ（Ｌｏｗｅｓｔ　Ｕｎｏｃｃｕｐｉｅｄ　Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ　Ｏｒｂｉｔａｌ）の絶対値が３．３ｅＶ以下であることが好ましい。

【００５３】

正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の１，１０－フェナトロリン（１，１０－ｐｈｅｎａｔｈｒｏｌｉｎｅ）誘導体である、または、置換または非置換のカルバゾール誘導体である。また、正孔抑制性質を持つ物質は、置換または非置換の８－ハイドロキシキノリン（８－ｈｙｄｒｏｘｙｑｕｉｎｏｌｉｎｅ）を含む金属錯体であっても良い。

【００５４】

ここで、金属錯体の金属は、アルミニウム（Ａｌ）、亜鉛（Ｚｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）、リチウム（Ｌｉ）などから選ばれると良い。

【００５５】

また、正孔抑制性質を持つ物質は、Ｂａｌｑ（ａｌｕｍｉｎｕｍ（ＩＩＩ）ｂｉｓ（２－ｍｅｔｈｙｌ－８－ｑｕｉｎｏｌｉｎａｔｏ）４－ｐｈｅｎｙｌｐｈｅｎｏｌａｔｅ）、ＢＣＰ（２，９－Ｄｉｍｅｔｈｙｌ－４，７－ｄｉｐｈｅｎｙｌ－１，１０－ｐｈｅｎａｎｔｈｒｏｌｉｎｅ）、ＣＢＰ［４，４’－Ｎ，Ｎ’－ｄｉｃａｒｂａｚｏｌｅ－１，１８－ｂｉｐｈｅｎｙｌ］、ＣＦ－Ｘ、ＣＦ－Ｙなどから選ばれると良い。

【００５６】

そして、電子抑制性質を持つ物質は、芳香族または脂肪族３級アミンから選ばれると良い。

【００５７】

すなわち、電子抑制性質を持つ物質は、ＮＰＤ（４，４’－ｂｉｓ［Ｎ－（１－ｎａｐｔｈｙｌ）－Ｎ－ｐｈｅｎｙｌ－ａｍｉｎｏ］ｂｉｐｈｅｎｙｌ）、ｍＣＰ（Ｎ，Ｎ’－ｄｉｃａｒｂａｚｏｌｙｌ－３，５－ｂｅｎｚｅｎｅ）、ＭＰＭＰ（ｂｉｓ［４－（Ｎ，Ｎ－ｄｉｅｔｈｙｌａｍｉｎｏ）－２－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ］（４－ｍｅｔｈｙｌｐｈｅｎｙｌ）ｍｅｔｈａｎｅ）などから選ばれると良い。

【００５８】

また、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質は、無機化合物であっても良い。

【００５９】

ここで、無機化合物は、アルカリ金属化合物、アルカリ土金属化合物、土金属化合物、ランタニド化合物などから選ばれることができる。

【００６０】

すなわち、無機化合物は、ＬｉＦ、ＮａＦ、ＫＦ、ＲｂＦ、ＣｓＦ、ＦｒＦ、MgF_2、CaF_2、SrF_2、BaF_2、ＬｉＣｌ、ＮａＣｌ、ＫＣｌ、ＲｂＣｌ、ＣｓＣｌ、ＦｒＣｌなどのハライド化合物と、Li_2O、Li_2O_2、Na_2O、K_2O、Rb_2O、Rb_2O_2、Cs_2O、Cs_2O_2、$LiAlO_2$、$LiBO_2$、$LiTaO_3$、$LiNbO_3$、$LiWO_4$、Li_2CO、$NaWO_4$、$KAlO_2$、K_2SiO_3、B_2O_5、Al_2O_3、SiO_2などの酸化物から選ばれることができる。

【００６１】

本発明は、中間層と発光層との間に緩衝層をさらに含んで形成しても良い。

【００６２】

ここで、緩衝層と隣接した中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質が無機化合物からなることができる。

【００６３】

また、本発明は、陽極と発光層との間に、正孔注入層、正孔輸送層のうちの少なくとも一層が形成されても良く、陰極と発光層との間に電子注入層、電子輸送層のうちの少なくとも一層が形成されても良い。

【００６４】

そして、発光層は、燐光物質を含んでも良く、陽極、陰極のうちの少なくとも一つは透明な物質にしても良い。

【００６５】

このように構成される本発明による有機ＥＬ素子は、次のように製作される。

【００６６】

まず、基板上に第１電極を形成し、第１電極上に複数の発光層を形成する。

【００６７】

ここで、発光層の形成時に、発光層の間には、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質を含む中間層を形成する。

【００６８】

続いて、発光層上に第２電極を形成することによって、白色有機ＥＬ素子の製作を完了する。

【００６９】

ここで、中間層の形成時に、発光層の間ごとにそれぞれ中間層を形成する、または、発光層の間のうちいずれか一箇所にのみ中間層を形成する。

【００７０】

そして、中間層は、正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層を形成し、第１層上に、電子抑制性質を持つ物質からなる第２層を積層して形成する、または、電子抑制性質を持つ物質からなる第２層を形成し、第２層上に、正孔抑制性質を持つ物質からなる第１層を積層して党形成する。

【００７１】

また、中間層は、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなっても良い。

【００７２】

場合によって、第１電極と発光層との間に、正孔注入層、正孔輸送層のうち少なくとも一つをさらに形成しても良く、第２電極と発光層との間に電子注入層、電子輸送層のうち少なくとも一つをさらに形成しても良い。

【００７３】

図３乃至図６は、本発明第１乃至第４実施例による有機ＥＬ素子を示す構造断面図である。

【００７４】

本発明の第１実施例は、図３に示すように、基板上に、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第２発光層、中間層、第１発光層、電子輸送層、電子注入層、及び陰極が順次形成された構造とする。

【００７５】
本発明の第１実施例は、第１発光層と第２発光層との間に中間層が形成されている。
【００７６】
ここで、中間層には、上述したように、正孔抑制物質と電子抑制物質のうち少なくとも一物質が含まれている。
【００７７】
したがって、中間層は、第１及び第２発光層のキャリア移動を抑えることによって、素子の効率、寿命及び色感などの特性を向上させることができる。
【００７８】
本発明の第２実施例は、図４に示すように、２つの中間層が積層された構造とした。
【００７９】
すなわち、正孔抑制性質を持つ物質からなる第２中間層は、第２発光層上に形成され、電子抑制性質を持つ物質からなる第１中間層は、第２中間層上に形成される。
【００８０】
場合によって、第２中間層は第１中間層上に形成されても良い。
【００８１】
本発明の第３実施例は、図５に示すように、正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質とが混合された混合物からなる混合中間層が、第１発光層と第２発光層との間に形成される。
【００８２】
本発明の第４実施例は、図６に示すように、中間層と発光層との間に緩衝層をさらに形成する構造とした。
【００８３】
本発明の第４実施例では、中間層が無機化合物からなる。
【００８４】
すなわち、中間層における正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質が無機化合物からなる場合である。
【００８５】
このように、中間層と発光層との間に緩衝層を置くと、キャリア移動抑制効果をより高めることができる。
【００８６】
上記のように様々な構造で製作される本発明による有機ＥＬ素子の特性について述べる。
【００８７】
例１．
【００８８】
【表１】

【表１】

構造	Volt(V)	MA/cm^2	Cd/A	Cd/m^2	CIEx	CIEy
Blue/Red	6.1	10	5.7	570	0.314	0.273
Blue/BAlq/Red	6.3	10	7.2	724	0.310	0.275

上記の表１は、下記のように２つの発光層（ＥＭＬ）を用いて具現した白色有機ＥＬ素子のＩＶＬ特性を表したものである。
【００８９】
【数１】

ITO / CuPC / NPD / DPVBi / Alq3+dcjtb / Alq3 / LiF / Al
1500 100 600 150 200(0.7%) 350 5 1000

ここで、２つの発光層、すなわち、青色発光層はＤＰＶＢｉを使用し、赤色発光層はＡ

ｌｑ３にＤＣＪＴＢを０．７％ドーピング（ｄｏｐｉｎｇ）した物質を使用することによって、白色発光を具現した。

【００９０】

赤色発光層の厚さは、約２００Åと固定し、青色発光層の厚さは変化させながら素子の効率及び色座標などを観察した。

【００９１】

その結果、青色発光層の厚さが約１５０Åにおいて最も高い効率である５．７Ｃｄ／Ａ（ａｔ　１０ｍＡ／ｃｍ^2）が得られ、このときの白色に対する色座標は、ｘ＝０．３１４、ｙ＝０．２７３であった。

【００９２】

また、青色発光層の厚さを約１５０Åとし、赤色発光層の厚さを約２００Åとした白色有機ＥＬ素子で、発光層間にＢＡｌｑからなる中間層を約２５Åの厚さに形成して製作した。

【００９３】

【数２】

ITO	CuPC	NPD	DPVBi	BAlq	Alq3+dcjtb	Alq3	LiF	Al
1500	100	600	150	25	200(0.7%)	350	5	1000

上記素子構造では約２６％の効率増加が得られた。

【００９４】

そして、電流密度１０ｍＡ／ｃｍ^{2}で約７．２Ｃｄ／Ａが得られ、色座標はｘ＝０．３１０、ｙ＝０．２７５であった。

【００９５】

図７は、上記表１のＩＶＬ特性を表す素子の寿命を示すグラフである。

【００９６】

図７に示すように、ＢＡｌｑ中間層を持つ構造が、効率面では向上したが、寿命が減少したことがわかる。

【００９７】

例２．

【００９８】

【表２】

【表２】

構造	Volt(V)	mA/cm^2	Cd/A	Cd/m^2	CIEx	CIEy
(a)Blue/BAlq/Red	6.4	10	7.3	724	0.309	0.275
(b)Blue/NPD/BAlq/Red	6.7	10	6.2	622	0.321	0.279
(c)Blue/NPD+BAlq/Red	6.2	10	7.1	712	0.304	0.282

上記表２では、青色発光層をＤＰＶＢｉとし、赤色発光層を、Ａｌｑ３にＤＣＪＴＢを０．７％ドーピング（ｄｏｐｉｎｇ）した物質とした。

【００９９】

そして、これらの２発光層の間に中間層を挿入して製造した白色有機ＥＬ素子のＩＶＬ特性分析結果を表した。

【０１００】

ここで、本発明の白色有機ＥＬ素子は、青色発光層を約２００Åの厚さに形成し、赤色発光層を約１５０Åに形成することによって、中間層使用時に変化する色座標を補正した。

【０１０１】

そして、中間層は、ＢＡｌｑ単独層、ＮＰＤ／ＢＡｌｑの積層構造、そしてＮＰＤとＢＡｌｑとの混合物層を約５０Åの厚さとしてそれぞれ使用した。

（ａ）Ｂｌｕｅ／ＢＡｌｑ／Ｒｅｄ
（ｂ）Ｂｌｕｅ／ＮＰＤ／ＢＡｌｑ／Ｒｅｄ
（ｃ）Ｂｌｕｅ／ＮＰＤ＋ＢＡｌｑ／Ｒｅｄ。

【０１０２】
中間層としてＢＡｌｑ単独層を使用した構造では、上記の例１と略同様に、約７．３Ｃｄ／Ａ（ａｔ　１０ｍＡ／ｃｍ^2）の効率を示し、電圧は約６．４Ｖ、色座標はｘ＝０．３０９、ｙ＝０．２７５だった。

【０１０３】
そして、中間層としてＮＰＤ／ＢＡｌｑの積層構造を使用した構造では、効率がＢＡｌｑ単独層の構造よりも相対的に低い約６．２Ｃｄ／Ａ（ａｔ　１０ｍＡ／ｃｍ^2）だったし、電圧は約６．７Ｖだった。

【０１０４】
次いで、中間層としてＮＰＤとＢＡｌｑとの混合物を使用した構造では、効率と電圧とも、ＢＡｌｑ単独層を適用した素子構造における値と類似な値を取り、約７．１Ｃｄ／Ａの効率と約６．２Ｖの電圧を示した。

【０１０５】
図８は、上記表２のＩＶＬ特性を表す素子の寿命を示すグラフである。

【０１０６】
寿命においては、図８に示すように、ＢＡｌｑ単独層を使用した構造では、輝度が約８０％減少するまでの寿命が５０時間程度であり、ＮＰＤ／ＢＡｌｑ積層構造を使用した場合、約８０時間程度で約６０％増加したし、ＮＰＤとＢＡｌｑの混合物層を中間層とした構造では、約１００時間程度で約１００％増加した。

【０１０７】
例３．

【０１０８】
【表３】

【表３】

構造	Volt(V)	mA/cm^2	Cd/A	Cd/m^2	CIEx	CIEy
(a) BAlq+NPD(10:0)	6.3	10	7.2	724	0.304	0.281
(b) BAlq+NPD(9:1)	6.3	10	7.2	717	0.302	0.280
(c) BAlq+NPD(8:2)	6.2	10	7.1	712	0.304	0.282
(d) BAlq+NPD(7:3)	6.3	10	7.0	703	0.299	0.282

上記表３では、青色発光層としてＤＰＶＢｉを使用し、赤色発光層としてＡｌｑ３にＤＣＪＴＢを約０．７％ドーピングした物質を使用した。

【０１０９】
そして、これらの２発光層の間にＮＰＤとＢＡｌｑの混合物からなる中間層を挿入して製造した白色有機ＥＬ素子のＩＶＬ特性分析結果を表した。

【０１１０】
ここで、青色発光層は、約２００Å厚とし、赤色発光層は約１５０Å厚とした。

【０１１１】
また、中間層に含まれるＮＰＤの混合比率を増加させながらその結果を調べた。

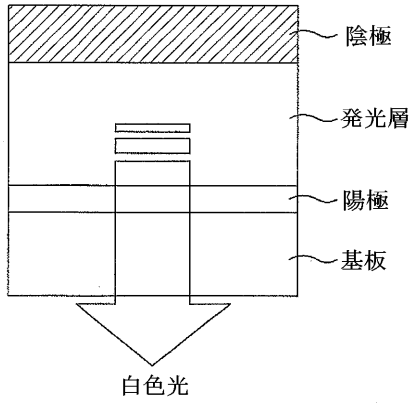
【０１１２】
表３からわかるように、ＮＰＤの比率が増加するにつれて素子の効率が次第に減少し、逆に、素子の寿命はＮＰＤの混合比率が増加するにつれて増加した。

【０１１３】
図９は、上記表３のＩＶＬ特性を表す素子の寿命を示すグラフである。

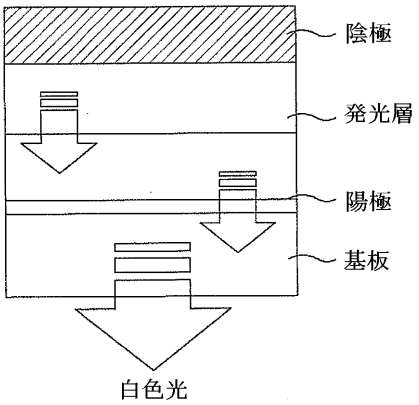
【０１１４】
図９に示すように、中間層にＮＰＤが混合されていないか、約１０％以下の混合率でＮＰＤが混合された中間層を持つ構造に比べて、ＮＰＤが３０％以上混合された中間層を持

つ構造において寿命が約５０％程度向上したことがわかる。
【０１１５】
このように、正孔と電子の移動程度を調節すべく、多層型白色有機ＥＬ素子の２つの発光層間に、中間層として正孔抑制層と電子抑制層とを混合した層を導入した素子構造では、中間層を使用しない素子構造と比較した時、相対的に高い効率を示し（略２６％増加）、同時に素子の寿命も約３５％程度増加したことがわかる。
【０１１６】
また、本発明は、駆動電圧を約２Ｖ以上とし、ターンオン電圧を約１Ｖ以上とし、輝度は約３０ｃｄ／ｍ^{2}以上であることが好ましい。
【０１１７】
以上説明した内容に基づいて当業者なら本発明の技術思想を逸脱しない範囲で多様な変更及び修正が可能であることは明らかである。
【０１１８】
したがって、本発明の技術的範囲は、実施例に記載された内容に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定められるべきである。
【０１１９】
本発明の課題は、有機ＥＬ素子を提供することである。
【０１２０】
正孔抑制性質を持つ物質と電子抑制性質を持つ物質のうち少なくとも一物質を含有する中間層を含む構成とした。
【０１２１】
以上のように、本発明の好ましい実施形態を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができることが理解される。
【図面の簡単な説明】
【０１２２】
【図１Ａ】一般の白色有機ＥＬ素子の発光方式を示す構造断面図である。
【図１Ｂ】一般の白色有機ＥＬ素子の発光方式を示す構造断面図である。
【図１Ｃ】一般の白色有機ＥＬ素子の発光方式を示す構造断面図である。
【図１Ｄ】一般の白色有機ＥＬ素子の発光方式を示す構造断面図である。
【図１Ｅ】一般の白色有機ＥＬ素子の発光方式を示す構造断面図である。
【図２】既存の多層発光方式を持つ白色有機ＥＬ素子を示す構造断面図である。
【図３】本発明の第１乃至第４実施例による白色有機ＥＬ素子を示す構造断面図である。
【図４】本発明の第１乃至第４実施例による白色有機ＥＬ素子を示す構造断面図である。
【図５】本発明の第１乃至第４実施例による白色有機ＥＬ素子を示す構造断面図である。
【図６】本発明の第１乃至第４実施例による白色有機ＥＬ素子を示す構造断面図である。
【図７】中間層を持つ素子と中間層のない素子との寿命を比較したグラフである。
【図８】単一層の中間層、二重層の中間層、混合層の中間層を持つ素子の寿命を比較したグラフである。
【図９】混合層の中間層の混合比率による素子の寿命を比較したグラフである。

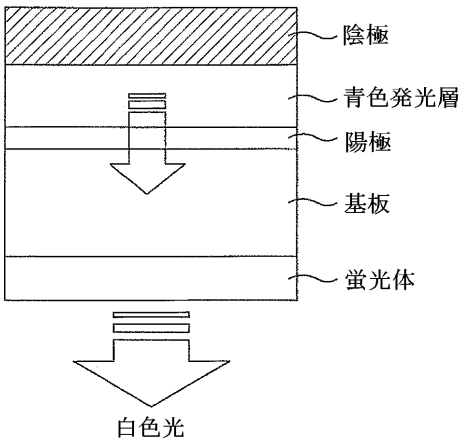
【図１Ａ】



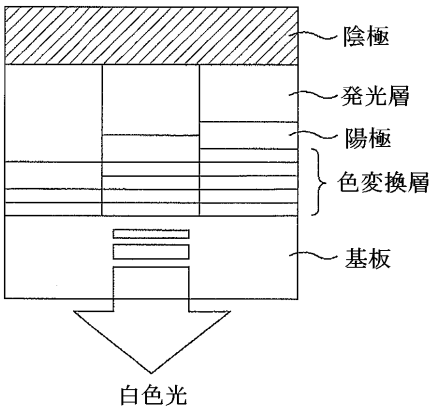
【図１Ｂ】



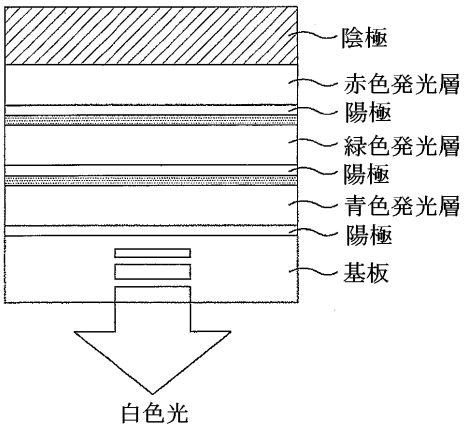
【図１Ｃ】



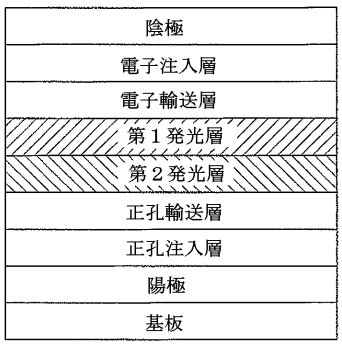
【図１Ｄ】



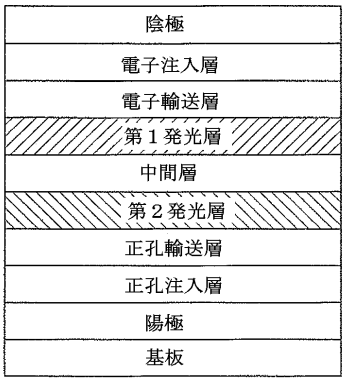
【図１Ｅ】



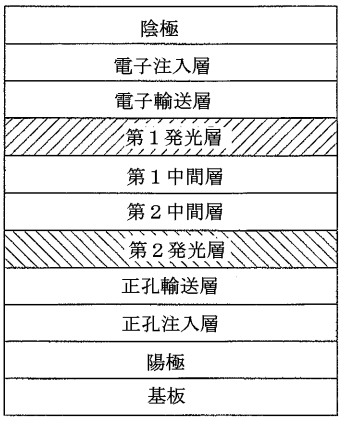
【図２】



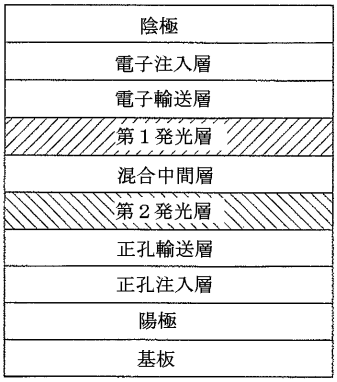
【図３】



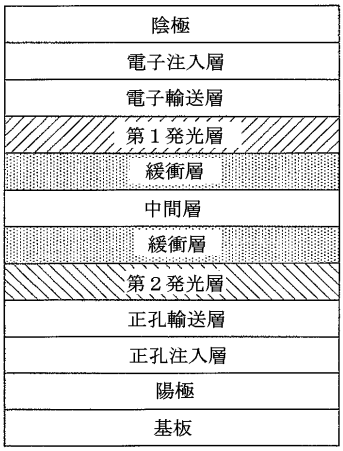
【図４】



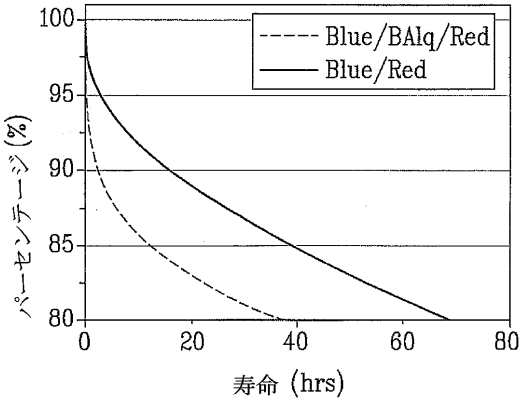
【図５】



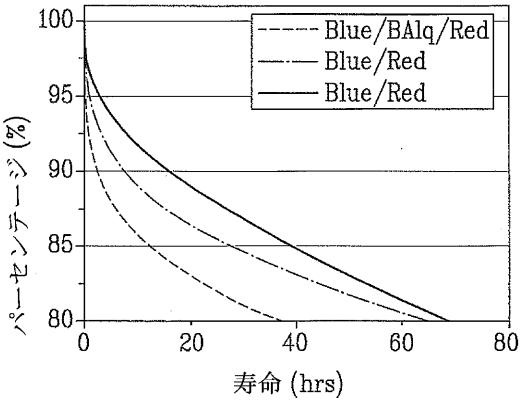
【図６】



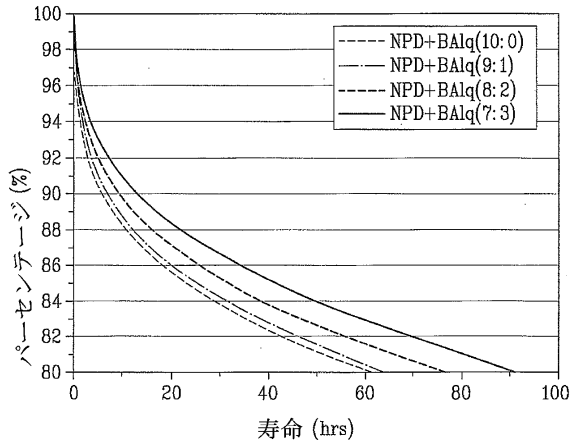
【図７】


Blue/BAlq/Red
Blue/Red
パーセンテージ (%)
寿命 (hrs)

【図８】


Blue/BAlq/Red
Blue/Red
Blue/Red
パーセンテージ (%)
寿命 (hrs)

【図９】


NPD+BAlq(10:0)
NPD+BAlq(9:1)
NPD+BAlq(8:2)
NPD+BAlq(7:3)
パーセンテージ (%)
寿命 (hrs)

フロントページの続き

(74)代理人 100147566
弁理士 上田 俊一
(72)発明者 パク サン テ
大韓民国, ４６３－７０５ キョンギード, ソンナムーシ, ブンダンーク, グミードン, ムジゲメウル エルジー アパートメント, ２０９－１１０３
(72)発明者 キム ミュン ソプ
大韓民国, １３７－７８４ ソウル, ソチョーク, ウミョンードン, コロン アパートメント, １０１－４０７
(72)発明者 リー チェ マン
大韓民国, １３４－７０３ ソウル, カンドンーク, アムサ ２－ドン, ソンサ ヒュンダイ アパートメント, １１２－１４０６
(72)発明者 チャ ユン ソ
大韓民国, ４２７－７４１ キョンギード, クワチョンーシ, チュンアンードン, ジュゴン アパートメント, １０１０－３０２
(72)発明者 ピ スン ホン
大韓民国, １５８－８３８ ソウル, ヤンチョンーク, シンウォル ２－ドン, ナンバー５０６－１, ウォーダン アパートメント, １０１－７０１
(72)発明者 リ キュン ホン
大韓民国, １３５－９６１ ソウル, カンナムーク, ポイードン, ナンバー１６５－１２, ３０２
(72)発明者 スン チャン ジェ
大韓民国, １２０－０５０ ソウル, ソデムンーク, ネンチョンードン, ドンブ センタービル, １０１－３０６

審査官 濱野 隆

(56)参考文献 特開２００５－２８５７０８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／０２０６４３（WO，Ａ１）
特開２００６－０７３４８４（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０１３４５８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／０７６７５３（WO，Ａ２）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｂ ３３／１２
Ｈ０１Ｌ ５１／５０
Ｈ０５Ｂ ３３／１０