

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-273163
(P2004-273163A)

(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/22	H05B 33/22	3K007
H05B 33/10	H05B 33/10	
H05B 33/14	H05B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-59013 (P2003-59013)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成15年3月5日(2003.3.5)	(74) 代理人	100122884 弁理士 角田 芳末
		(74) 代理人	100113516 弁理士 磯山 弘信
		(72) 発明者	奥石 亮 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	名田 直司 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

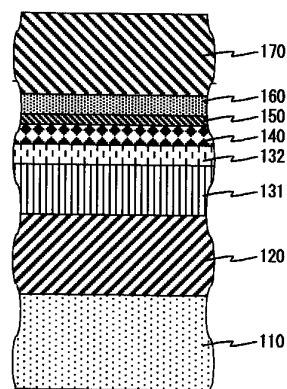
(54) 【発明の名称】 有機EL素子とその製造方法および有機ELパネル

(57) 【要約】

【課題】 発光効率を高めて寿命を長期化した有機EL素子を提供する。

【解決手段】 有機EL素子101においては、透明電極（陽極）120と金属電極（陰極）170との間に直流電圧を印加することにより、電子が金属電極170から電子輸送層160および電子移動制御層150を経て発光層140に注入され、発光層140で正孔と結合し、発光層140内の蛍光分子を励起し、発光現象が生じる。この時、電子輸送層160より最低空準位が低く極薄く形成された電子移動制御層150により、電子輸送層160から発光層140へ注入される電子の量が抑制され、発光に寄与する電子のみが電子輸送層160から発光層140に注入される。その結果、発光効率の向上をもたらす、消費電力を抑えて素子の寿命を長期化することができる。

図 1



101

【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一方が透明電極により形成された電極層間に、発光層を含む有機層が 1 層以上形成された有機 EL 素子であって、
前記発光層への電子の流れを抑制する電子移動制御層が前記電極層間に形成されていることを特徴とする
有機 EL 素子。

【請求項 2】

陰極としての前記電極層と前記発光層との間に電子輸送層が形成され、
前記電子移動制御層は、前記電子輸送層と前記発光層との間に形成され、
前記電子移動制御層の最低空準位のエネルギーレベルは、前記電子輸送層の最低空準位のエネルギーレベルより低いことを特徴とする
請求項 1 に記載の有機 EL 素子。

10

【請求項 3】

前記電子移動制御層と前記電子輸送層の最低空準位のエネルギーレベルの差は、 0 eV より大きく 1 eV 以下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】

前記発光層を複数有し、前記発光層各々の前記電極層側に、前記電子移動制御層が形成されていることを特徴とする
請求項 2 または 3 に記載の有機 EL 素子。

20

【請求項 5】

前記電子移動制御層の厚さは、 $0.1\sim 20\text{ nm}$ であることを特徴とする
請求項 1～4 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

【請求項 6】

前記電子移動制御層は、 -NPD 、 TPD 、 m-TPD 、 1-TNATA 、 p-PMTDATA 、 TFATA 、 TCATA 、 p-DPA-TDAB 、 MTDAPB 、 p-BPD 、 PFFA または FFD のいずれかである
請求項 1～5 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

【請求項 7】

少なくとも一方が透明電極により形成された電極層間に、発光層を含む 1 層以上の有機層と、電子の流れを抑制する電子移動制御層が配置されるように、前記電極層、前記有機層および前記電子移動制御層を形成することを特徴とする
有機 EL 素子の製造方法。

30

【請求項 8】

陰極としての前記電極層と前記発光層との間に、前記発光層に電子を供給する電子輸送層を形成し、
前記電子移動制御層を、前記電子輸送層と前記発光層との間に配置し、当該電子移動制御層の最低空準位のエネルギーレベルが、前記電子輸送層の最低空準位のエネルギーレベルより低くなるように形成することを特徴とする
請求項 7 に記載の有機 EL 素子の製造方法。

40

【請求項 9】

前記発光層を複数形成し、当該発光層各々の前記陰極としての前記電極層側に、前記電子移動制御層を形成することを特徴とする
請求項 8 に記載の有機 EL 素子の製造方法。

【請求項 10】

前記電子移動制御層を、 $0.1\sim 20\text{ nm}$ の厚さで形成することを特徴とする
請求項 7～9 いずれかに記載の有機 EL 素子。

【請求項 11】

少なくとも一方が透明電極により形成された電極層間に、発光層を含む 1 層以上の有機層

50

と電子の流れを抑制する電子移動制御層とが形成された有機EL素子が、基体上に複数配置された

有機ELパネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有機電界発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子：以下、「有機EL素子」と言う）とその製造方法および有機ELパネルに関し、特に、発光効率を向上させることのできる有機EL素子とその製造方法および有機ELパネルに関する。

【0002】

【従来の技術】

発光素子として電界発光を利用した有機EL素子を用いた有機ELパネルが注目を集めている。有機ELパネルは、バックライトが不要な自己発光型のフラットパネルであり、視野角が広く視認性の高いディスプレイを実現できる。また、必要な画素のみを発光させればよいため、液晶ディスプレイなどのバックライト型のディスプレイに比べて消費電力を少なくすることができる。また、応答性能を、今後実用化が期待されている高精細度の高速のビデオ信号にも十分対応可能な程度に高くすることもできる。

有機ELパネルに用いられる有機EL素子は、たとえば透明電極膜により形成されるアノード（陽極層）、発光層である有機層、および、たとえば金属電極膜により形成されるカソード（陰極層）が積層されて形成される。すなわち、有機材料を上下から電極（陽極および陰極）で挟み込んだ構造を有する。そして、有機層に上下の電極層から電圧を印加することにより、陽極層から正孔が、陰極層から電子がそれぞれ有機層に注入され、有機層にて正孔と電子が再結合し発光が生じる。

【0003】

このような有機EL素子においては、従来より、寿命が不十分であるという問題がある。発光のために素子に電圧を印加する有機EL素子においては、消費電力が大きいと、素子内部が発熱し、材料劣化が促進し、寿命が低下する。したがって、なるべく少ない消費電力で高い輝度で発光する素子が求められている。

そのため、たとえば発光層と正孔輸送層の間に電子ブロック層を挿入することにより、発光層から正孔輸送層への電子の移動を防止するようにした構造の提案がなされている（たとえば、特許文献1参照）。また、発光層と電子輸送層との間に正孔ブロック層を形成し、発光効率を増加させる方法も提案されている（たとえば、特許文献2参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開2002-175887号公報

【特許文献2】

特開2000-306676号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した電子ブロック層を挿入する方法においては、発光材料に対応して、その発光層の最低空準位より高いエネルギーを有する材料を用いて電子ブロック層を形成する必要がある。すなわち、発光色が異なるために異なる発光材料を用いる場合には、挿入する電子ブロック層の材料をも変える必要がある。そのため、フルカラーで発光する表示パネルにこの方法を適用する場合には、各色の素子に対応して電子ブロック層の材料も変える必要があり、プロセス工程が長く、複雑になるという問題が生じる。

また、いずれの方法においても、未だ有機EL素子の寿命は十分とは言えず、より高い発光効率で発光し、消費電力を低く抑え、これにより寿命が十分に長い有機EL素子が望まれている。

【0006】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであって、本発明の目的は、プロセス工

10

20

30

40

50

程を大幅に複雑化することなく発光効率を高め、消費電力が少なくし寿命を長期化した有機EL素子とその製造方法を提供することにある。

また本発明の他の目的は、フルカラー表示が可能で発光効率が高く消費電力が少なく寿命の長い有機ELパネルを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明の有機EL素子は、

少なくとも一方が透明電極により形成された電極層間に、発光層を含む有機層が1層以上形成された有機EL素子であって、

前記発光層への電子の流れを抑制する電子移動制御層が前記電極層間に形成されていることを特徴とする。

10

【0008】

このような構成によれば、電子移動制御層により、発光に寄与しない余剰な電子の発光層への流れが抑制される。したがって、発光に寄与する有効な電子のみが発光層に注入されることとなり、素子を流れる電流が効率よく発光に供されることとなり、発光効率が向上する。その結果、発光量が同じまま消費電力を少なくすることができ、素子寿命を長期化することができる。

【0009】

好適には、本発明の有機EL素子は、陰極としての前記電極層と前記発光層との間に電子輸送層が形成され、前記電子移動制御層は、前記電子輸送層と前記発光層との間に形成され、前記電子移動制御層の最低空準位のエネルギーレベルが、前記電子輸送層の最低空準位のエネルギーレベルより低いことを特徴とする。

20

より好適には、前記電子移動制御層と前記電子輸送層の最低空準位のエネルギーレベルの差は、 0 eV より大きく 1 eV 以下である。

【0010】

このような構成によれば、内部電界により電子輸送層から発光層方向に移動する電子の量が、間に介在された電子移動制御層により制御される。したがって、発光層に注入する電子の量が適切に制御される。また、この構成においては、電子輸送層と電子移動制御層との間の最低空準位の差に基づいて、電子の移動量の制御が行われる。したがって、発光層の材料に依存せずに電子の注入量を制御することができ、有機EL素子の種類に依存しない共通的な材料により電子移動制御層を形成することができる。

30

【0011】

好適な一例としては、本発明の有機EL素子は、前記発光層を複数有し、当該発光層各々の前記陰極としての前記電極層側に、前記電子移動制御層が形成されている。

好適な一例としては、前記電子移動制御層の厚さは、 $0.1\sim 20\text{ nm}$ である。

また好適な一例としては、前記電子移動制御層は、
 - NPD (- ナフチルフェニルジアミン)、TPD (N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス(3メチルフェニル) - 1, 1' - ビフェニル 4, 4' - ジアミン)、m - TPD (N', N' - ビス(3 - メチルフェニル) - N, N' - ジフェニル - [1, 1' - ビフェニル] - 4, 4' - ジアミン)、
 1 - TNATA (4, 4', 4'' - トリス(1 - ナフチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン)、p - PMTDATA (4, 4', 4'' - トリス[ビフェニル - 4 - イル - (3 - メチルフェニル(フェニル)アミノ)トリフェニルアミン]、TFATA (4, 4', 4'' - トリス[9, 9 - ジメチル - 2 - フルオレニル(フェニル)アミノ]トリフェニルアミン)、TCATA (4, 4', 4'' - トリス(カルバゾール - 9 - イル)トリフェニルアミン)、p - DPA - TDAB (1, 3, 5 - トリス(ジフェニルアミノ)ベンゼン)、MTDAPB (1, 3, 5 - トリス{4 - メチルフェニル(フェニル)アミノ}フェニル}ベンゼン)、p - BPD (N, N' - ジ(ビフェニル - 4 - イル) - N, N' - ジフェニル - [1, 1' - ビフェニル] - 4, 4' - ジアミン)、PFFA (N, N' - ビス(9, 9 - ジメチル - 2 - フルオレニル) - N, N' - ジフェニル - 9, 9 - ジメチルフルオレン - 2, 7 - ジアミン)またはFFD (N

40

50

, N, N', N' - テトラキス(9,9-ジメチル-2-フルオレニル) - [1,1'-ピフェニル] - 4,4'-ジアミン)のいずれかである。

【0012】

また、本発明の有機EL素子の製造方法は、少なくとも一方が透明電極により形成された電極層間に、発光層を含む1層以上の有機層と、電子の流れを抑制する電子移動制御層が配置されるように、前記電極層、前記有機層および前記電子移動制御層を形成することを特徴とする。

【0013】

また、本発明の有機ELパネルは、少なくとも一方が透明電極により形成された電極層間に、発光層を含む1層以上の有機層と電子の流れを抑制する電子移動制御層とが形成された有機EL素子が、基体上に複数配置された構成である。

10

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を、図1～図9を参照して説明する。

図1は本発明の第1実施形態に係る有機EL素子の構造を示す部分断面図、図2はその有機EL素子の製造工程を示すフローチャート、図3(A)は実施例1に係る緑色の有機EL素子の各層のエネルギーを示す模式図、図3(B)は比較のための従来の緑色の有機EL素子の各層のエネルギーを示す模式図、図4は実施例1に係る緑色の有機EL素子の素子を流れる電流に対する発光効率を示す図、図5は実施例1に係る緑色の有機EL素子の印加電圧に対する発光効率を示す図、図6(A)は実施例2に係る青色の有機EL素子の各層のエネルギーを示す模式図、図6(B)は比較のための従来の青色の有機EL素子の各層のエネルギーを示す模式図、図7(A)は実施例3に係る赤色の有機EL素子の各層のエネルギーを示す模式図、図7(B)は比較のための従来の赤色の有機EL素子の各層のエネルギーを示す模式図、図8は本発明の第2実施形態に係る有機EL素子の構造を示す部分断面図、図9は本発明の第3実施形態に係る有機EL素子の構造を示す部分断面図である。

20

【0015】

第1実施形態

本発明に係る第1実施形態の有機EL素子について、図1～図7を参照して説明する。

第1実施形態の有機EL素子101は、図1に示す積層構造を有する。すなわち、有機EL素子101は、透明基板110上に、ITO(Indium Tin Oxide:酸化インジウム錫)透明電極120、第1および第2のホール輸送層131, 132、発光層140、電子移動制御層150、電子輸送層160および金属電極170が順次積層されて構成される。

30

【0016】

ITO透明電極120は、陽極であり、たとえばスパッタリング法によりITO膜を成膜することにより形成される。ITO透明電極120の厚さは、好適には10～1000nmであり、本実施形態においては200nmである。

第1のホール輸送層131および第2のホール輸送層132は、正孔(ホール)を発光層140に輸送する層である。第1のホール輸送層131は、m-TDATAの薄膜を真空蒸着法により成膜することにより形成される。第1のホール輸送層131の厚さは、好適には10～500nmであり、本実施形態においては100nmである。また、第2のホール輸送層132は、-NPDの薄膜であり、同じく真空蒸着法により形成される。第2のホール輸送層132の厚さは、好適には1～100nmであり、本実施形態においては25nmである。

40

【0017】

発光層140は、発光材料の薄膜層であり、発光材料を真空蒸着法により成膜することにより形成される。発光層140を形成する発光材料は、その有機EL素子101の発光色に応じて選択される。たとえば緑色に発光する有機EL素子を形成する場合には、発光材料としてたとえばAlq3(tris(8-hydroxyquinoline)alu

50

minimum: トリス(8-キノリノラト)アルミニウム錯体)を、青色に発光する素子を形成する場合には、発光材料としてたとえば $Zn(oxz)_2$ を用いる。また、赤色に発光する素子を形成する場合には、発光材料としてたとえばAlq₃にDCM1という赤色の蛍光色素をドーピングした材料を用いる。発光層140の厚さは、好適には10~100nmであり、本実施形態においては25nmである。

【0018】

電子移動制御層150は、発光層140への電子の注入量を制御するための層である。電子移動制御層150は、最低空準位(LUMO: Lowest Un-occupied Molecular Orbital)のエネルギーが電子輸送層160の最低空準位のエネルギーより低い材料を極薄い所定の厚さで堆積させることにより形成し、これにより発光層140への電子の移動量を制御する。

10

電子移動制御層150と電子輸送層160との最低空準位の差は、0eVより大きく1eV以下であるのが好ましく、電子移動制御層150の材料としてはそのような材料を選択すればよい。具体的には、前記電子移動制御層としては、-NPD、TPD、m-TPD、1-TNATA、p-PMTDATA、TFATA、TCATA、p-DPA-TDAB、MTDAPB、p-BPD、PFFAまたはFFDなどの材料を用いるのが好ましい。本実施形態においては、電子移動制御層150としては正孔輸送性材料である-NPDを用いる。

【0019】

また、電子移動制御層150の厚さは、電子移動制御層150により適切な量の電子が発光層140に注入されるように適切な値に決められる。一般的には、電子移動制御層150の厚さは、0.1~20nmが好適であり、より好ましくは0.1~20nmである。本実施形態においては、1nmである。

20

電子移動制御層150が薄過ぎると硬化が少なく、厚過ぎると、発光層140への電子の注入量が少なくなり、発光層140での発光量が減少すると共に、発光層140における発光領域が電子移動制御層150側にずれ、発光の特性を悪化させる傾向にある。したがって、電子移動制御層150の厚さは、電子移動制御層150と電子輸送層160との最低空準位の差に基づいて適切な値に決められることが好ましい。すなわち、電子移動制御層150と電子輸送層160との最低空準位の差が小さければ電子移動制御層150の厚さは厚くし、その差が大きければ電子移動制御層150の厚さは薄くすることが好ましい

30

【0020】

電子輸送層160は、電子を電子移動制御層150を介して発光層140に輸送する層であり、Alq₃の薄膜を真空蒸着法により成膜することにより形成される。電子輸送層160の厚さは、好適には1~100nmであり、本実施形態においては25nmである。金属電極170は、陰極であり、Alを真空蒸着法により堆積させることにより形成される。Al電極170の厚さは、任意でよいが、好適には10nm以上であり、本実施形態においては200nmである。

【0021】

このような構造の有機EL素子101においては、透明電極(陽極)120とAl電極(陰極)170との間に直流電圧を印加することにより、正孔は透明電極120から第1および第2のホール輸送層131, 132を経て発光層140に注入される。また、電子は金属電極170から電子輸送層160および電子移動制御層150を経て発光層140に注入される。その結果、注入された正孔および電子が発光層140で結合することにより、発光層140内の蛍光分子が励起され発光現象が生じる。

40

この時、発光層140への電子の注入量は、電子移動制御層150により制御される。すなわち、電子輸送層160から発光層140へ注入される電子の量が抑制され、発光層140における発光に寄与しない電子の移動が防止される。

【0022】

これまでの有機EL素子では、発光層での正孔との再結合により消費される電子より過剰

50

な電子が発光層に注入されると、その余剰電子は、駆動電圧により発生する内部電界によりホール輸送層へ移動する。その結果、発光に必要な電子以上の電子を注入することとなり、結果的に発光効率の低下を招いていた。本実施形態の有機EL素子101においては、前述したように電子移動制御層150の作用により発光に寄与する電子のみが電子輸送層160から発光層140に注入されるため、結果的に発光効率の向上をもたらす。そしてその結果、消費電力を少なく抑えることができ、素子の寿命を長期化することができる。

【0023】

また、この時の電子移動制御層150の材料は、電子輸送層160の材料に対して最低空準位が低くなるように選択される。すなわち、発光層140の材料には依存しない。したがって、発光層140の材料が何であるかと、換言すれば、発光色が緑、青あるいは赤などと異なる種類の異なる有機EL素子101に対して、電子移動制御層150として同一の材料を用いることができる。そのため、発光層140の材料に応じて電子移動制御層150の材料を選定しなければならない場合と比較して、プロセス工程の複雑化を防ぐことができる。

10

【0024】

なお、本発明に係る有機ELパネルは、このような有機EL素子101であって、赤、緑および青に発色する有機EL素子を、所定のパターンで2次元マトリクス状に配置することにより形成される。パネルを構成する各有機EL素子の発光効率の向上、消費電力の低下および寿命の長期化により、パネル全体としても発光効率が向上し、消費電力が抑制され、寿命が長期化することは明白である。

20

【0025】

次に、有機EL素子101の製造工程について図2を参照して説明する。

まず、透明基板110上にITO膜をスパッタリング法により成膜しITO透明電極120を形成する(ステップS201)。

次に、ITO透明電極120上にm-TDATA膜を真空蒸着法により成膜し、第1のホール輸送層131を形成する(ステップS202)。

次に、第1のホール輸送層131上に-NPD膜を真空蒸着法により成膜し、第2のホール輸送層132を形成する(ステップS203)。

次に、第2のホール輸送層132上に発光材料の薄膜を真空蒸着法により成膜し、発光層140を形成する(ステップS204)。

30

次に、発光層140上に-NPDの薄膜を真空蒸着法により成膜し、電子移動制御層150を形成する(ステップS205)。

次に、電子移動制御層150上にAlq3の薄膜を真空蒸着法により成膜し、電子輸送層160を形成する(ステップS206)。

そして、電子移動制御層150上にAlを真空蒸着法により堆積させることにより、金属電極170を形成する(ステップS207)。

【0026】

第2実施形態

本発明に係る第2実施形態の有機EL素子について、図8を参照して説明する。

40

第2実施形態の有機EL素子102は、発光取り出し面を、第1実施形態のような基板110側ではなく、成膜面側とした有機EL素子である。

図8に示すように、有機EL素子102は、基板112上に、金属電極172、電子輸送層160、電子移動制御層150、発光層140、第2のホール輸送層132、第1のホール輸送層131および透明電極120を積層した構造である。

基板112は、光取り出し面ではないので透明である必要はない。

金属電極171は、低仕事関数を有するたとえばマグネシウム(Mg)と銀(Ag)の混合材料などの金属を、真空蒸着法などにより、たとえば5nm程度に薄く成膜して形成する。

【0027】

50

それ以外の各構成は、前述した第1実施形態と同じであり、また、このような構成による有機EL素子102の動作も第1実施形態と同じである。すなわち、このような構成においても、電子移動制御層150の作用により電子輸送層160から発光層140への電子の注入量が制御され、発光効率を向上させることができる。またこれにより、消費電力を抑え、素子の寿命を長期化することができる。

このように、成膜面側を光取り出し面とするような有機EL素子においても、電子輸送層160と発光層140の間に電子移動制御層150を介在させることが可能であり、本発明はこのような形態で実施してもよい。

【0028】

第3実施形態

本発明に係る第3実施形態の有機EL素子について、図9を参照して説明する。

第3実施形態の有機EL素子103は、発光層を複数有する構成の有機EL素子である。図9に示すように、有機EL素子103は、透明基板110上に、ITO透明電極120、第1のホール輸送層131、第2のホール輸送層132、第1の発光層141、第1の電子移動制御層151、第2の発光層142、第2の電子移動制御層152、電子輸送層160および金属電極170を順次積層した構造である。

すなわち、有機EL素子102は、2つの発光層141, 142を有し、その各々に対して陰極側に電子移動制御層151, 152が配置された構造である。

【0029】

複数の発光層を有する有機EL素子においては、このように各発光層に対して電子移動制御層を配置してよい。各電子移動制御層について、陰極側の材料より最低空準位が低い材料を選択することにより、対応する発光層への電子の注入量を適切に抑制し制御することができ、各発光層における発光効率を向上させることができる。またこれにより、消費電力を抑え、素子の寿命を長期化することができる。

このように、複数の発光層を有する有機EL素子においても、各発光層に対して電子移動制御層を介在させることが可能であり、本発明はこのような形態で実施してもよい。

【0030】

なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変してよい。

前述した各実施形態の有機EL素子は、表示パネルにのみ適用されるものではない。液晶装置などのバックライトとしての照明装置など、任意の装置に適用してよい。

【0031】

【実施例】

以下、本発明を、さらに詳細な実施例に基づき説明するが、本発明は、これら実施例に限定されない。

【0032】

実施例1

発光層140の発光材料としてAlq3を用い、緑色に発光する有機EL素子101を形成した。すなわち、図1に示した構成において、第2のホール輸送層132と電子移動制御層150との間に、厚さ25nmのAlq3層を発光層140として配置した。

なお、この場合の有機EL素子の各層のエネルギーは、図3(A)に示す状態となる。すなわち、最低空準位(LUMO)が2.6eVの電子輸送層(Alq3層)と、同じく最低空準位が2.6eVの発光層(Alq3層)との間に、最低空準位が2.3eVの電子移動制御層(-NPD層)が配置された構成となる。また、電子移動制御層を具備しない従来の緑色の有機EL素子は、図3(B)に示すように、電子輸送層と発光層(ともにAlq3層)とが隣接して配置された構成である。

【0033】

この緑色の有機EL素子、および、比較のための電子移動制御層を具備しない従来の緑色の有機EL素子における、素子を流れる電流に対する発光効率を求めた。結果を図4に示す。図4において、横軸は有機EL素子に流れる電流を素子の面積で除した電流密度であ

10

20

30

40

50

り、縦軸は有機EL素子を流れる電流当たりの発光光量で示す発光効率である。図4に示すように、同じ電流が流れた場合には、電子移動制御層(-NPD層)を有する本発明に係る有機EL素子の方が、電子移動制御層を具備しない従来の有機EL素子に比べて、発光輝度が高くなり発光効率が向上した。

【0034】

また、この緑色の有機EL素子、および、比較のための電子移動制御層を具備しない従来の緑色の有機EL素子における、印加電圧に対する発光効率を求めた結果を図5に示す。図5において、横軸は有機EL素子に印加した電圧であり、縦軸は有機EL素子に流れる電流当たりの発光光量で示すところの発光効率である。図5に示すように、同じ電圧を印加した場合には、電子移動制御層(-NPD層)を有する本発明に係る有機EL素子の方が、電子移動制御層を具備しない従来の有機EL素子に比べて発光効率が向上した。この場合、両者の間で輝度はほとんど変わらず、有機EL素子に流れる電流が電子移動制御層を有する有機EL素子の方が少なくなることにより発光効率が向上した。

10

いずれにしても、電子移動制御層としての-NPD層を挿入することにより、発光効率が向上することが確認できた。

【0035】

実施例2

発光層140の発光材料としてZn(oxz)₂を用い、青色に発光する有機EL素子を形成した。すなわち、図1に示した構成において、第2のホール輸送層132と電子移動制御層150との間に、厚さ25nmのZn(oxz)₂層を発光層140として配置した。

20

なお、この場合の有機EL素子の各層のエネルギーは、図6(A)に示す状態となる。すなわち、最低空準位(LUMO)が2.6eVの電子輸送層(Alq3層)と、同じく最低空準位が2.91eVの発光層(Zn(oxz)₂層)との間に、最低空準位が2.3eVの電子移動制御層(-NPD層)が配置された構成である。

【0036】

この青色の有機EL素子、および、比較のための電子移動制御層を具備しない従来の青色の有機EL素子に対して、有機EL素子を流れる電流に対する発光効率、および、印加電圧に対する発光効率を求めた。その結果、図示しないが、図4および図5に示した緑色の有機EL素子の場合と同様の結果が得られた。すなわち、いずれの場合も、電子移動制御層としての-NPD層を挿入することにより、発光効率が向上することが確認できた。

30

【0037】

実施例3

発光層140の発光材料としてAlq3にDCM1という赤色の蛍光色素をドーピングした材料を用い、赤色に発光する有機EL素子を形成した。すなわち、図1に示した構成において、第2のホール輸送層132と電子移動制御層150との間に、厚さ25nmの赤色発光材料の層を発光層140として配置した。

この場合の有機EL素子の各層のエネルギーは、図7(A)に示す状態となる。すなわち、発光層140のエネルギー状態は、主要材料で最低空準位が2.6eVのAlq3と、最低空準位が2.08eVのDCM1の両特性を備える状態となる。そしてこの発光層と最低空準位(LUMO)が2.6eVの電子輸送層(Alq3層)との間に、最低空準位が2.3eVの電子移動制御層(-NPD層)が配置された構成となる。

40

【0038】

この赤色の有機EL素子、および、比較のための電子移動制御層を具備しない従来の赤色の有機EL素子に対して、有機EL素子を流れる電流に対する発光効率、および、印加電圧に対する発光効率を求めた。その結果、図示しないが、図4および図5に示した緑色の有機EL素子の場合と同様の結果が得られた。すなわち、いずれの場合も、電子移動制御層としての-NPD層を挿入することにより、発光効率が向上することが確認できた。

【0039】

【発明の効果】

50

このように、本発明によれば、プロセス工程を大幅に複雑化することなく発光効率を高めて消費電力を抑えて寿命を長期化した有機 E L 素子とその製造方法を提供することができる。

また、フルカラー表示が可能で発光効率が高く消費電力を抑えて寿命の長い有機 E L パネルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る有機 E L 素子の構造を示す部分断面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 に示した有機 E L 素子の製造工程を示すフローチャートである。

【図 3】図 3 は、図 1 に示した有機 E L 素子の実施例 1 に係る緑色の有機 E L 素子の各層のエネルギー状態を示す図であり、図 3 (A) はその緑色の有機 E L 素子の各層のエネルギーを示す模式図であり、図 3 (B) は比較のための従来の緑色の有機 E L 素子の各層のエネルギーを示す模式図である。

10

【図 4】図 4 は、図 3 に係る緑色の有機 E L 素子の素子を流れる電流に対する発光効率を示す図である。

【図 5】図 5 は、図 3 に係る緑色の有機 E L 素子の印加電圧に対する発光効率を示す図である。

【図 6】図 6 は、図 1 に示した有機 E L 素子の実施例 2 に係る青色の有機 E L 素子の各層のエネルギー状態を示す図であり、図 6 (A) はその青色の有機 E L 素子の各層のエネルギーを示す模式図であり、図 6 (B) は比較のための従来の青色の有機 E L 素子の各層のエネルギーを示す模式図である。

20

【図 7】図 7 は、図 1 に示した有機 E L 素子の実施例 1 に係る赤色の有機 E L 素子の各層のエネルギー状態を示す図であり、図 7 (A) はその赤色の有機 E L 素子の各層のエネルギーを示す模式図であり、図 7 (B) は比較のための従来の赤色の有機 E L 素子の各層のエネルギーを示す模式図である。

【図 8】図 8 は、本発明の第 2 実施形態に係る有機 E L 素子の構造を示す部分断面図である。

【図 9】図 9 は、本発明の第 3 実施形態に係る有機 E L 素子の構造を示す部分断面図である。

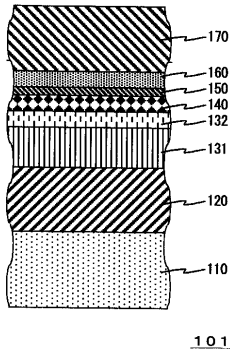
【符号の説明】

30

1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 ... 有機 E L 素子、 1 1 0 , 1 1 1 ... 基板、 1 2 0 ... 透明電極、 1 3 1 , 1 3 2 ... ホール輸送層、 1 4 0 , 1 4 1 , 1 4 2 ... 発光層、 1 5 0 , 1 5 1 , 1 5 2 ... 電子移動制御層、 1 6 0 ... 電子輸送層、 1 7 0 , 1 7 1 ... 金属電極

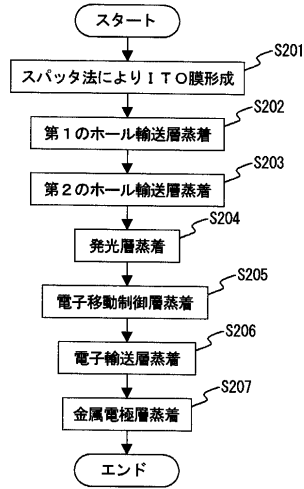
【 図 1 】

図 1



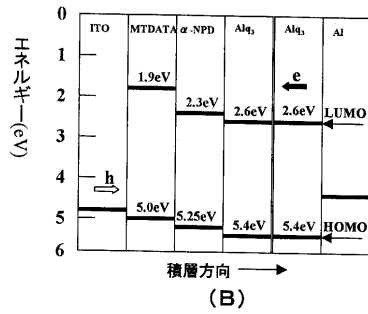
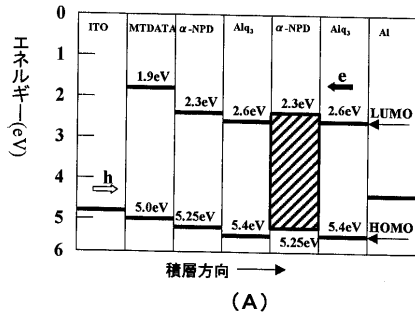
【 図 2 】

図 2



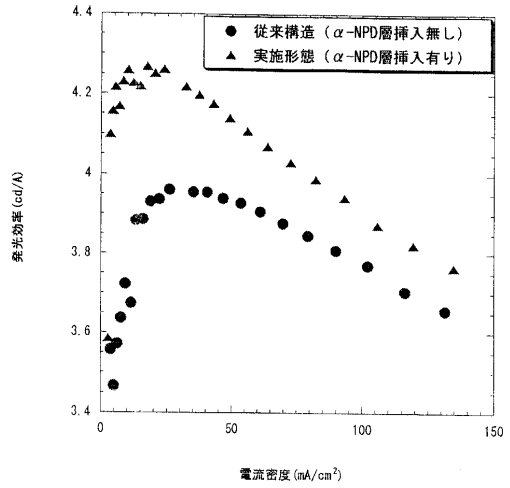
【 図 3 】

図 3



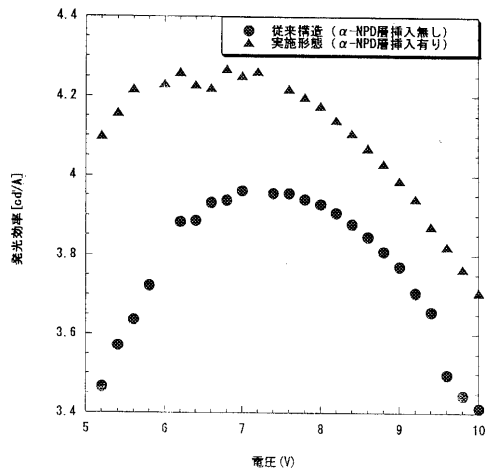
【 図 4 】

図 4



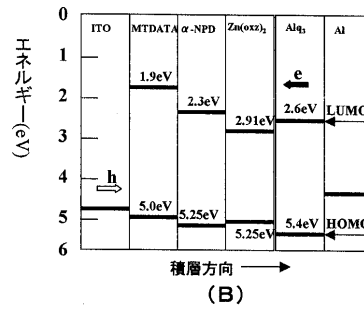
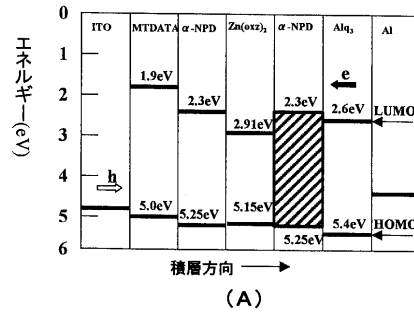
【 図 5 】

図 5



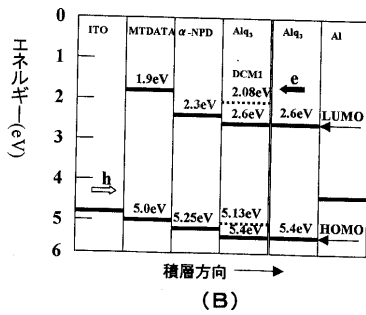
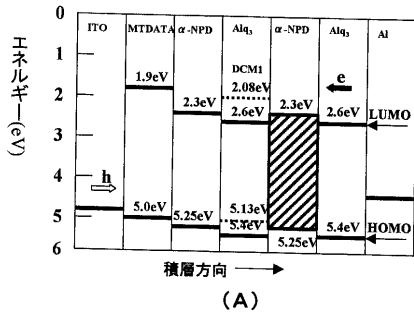
【 図 6 】

図 6



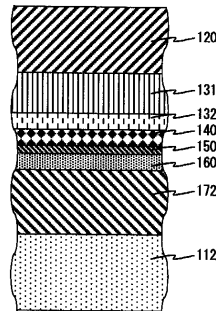
【 図 7 】

図 7



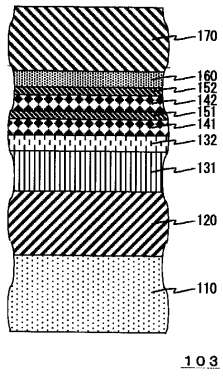
【 図 8 】

図 8



【 図 9 】

図 9



103

フロントページの続き

(72)発明者 富岡 聡

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB05 AB11 DB03 FA01

专利名称(译)	有机EL器件，其制造方法和有机EL面板		
公开(公告)号	JP2004273163A	公开(公告)日	2004-09-30
申请号	JP2003059013	申请日	2003-03-05
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	奥石亮 名田直司 富冈聪		
发明人	奥石亮 名田直司 富冈聪		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10 H05B33/14 H05B33/22		
CPC分类号	H01L51/5096		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/10 H05B33/14.A		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB05 3K007/AB11 3K007/DB03 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC14 3K107/CC21 3K107/DD74 3K107/DD78 3K107/FF15 3K107/FF19		
代理人(译)	博信矾山		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种具有提高的发光效率和长寿命的有机EL元件。在有机EL装置101中，通过在透明电极（阳极）120和金属电极（阴极）170之间施加DC电压，电子从金属电极170转移到电子传输层160，并进行电子转移控制。光通过层150注入到发光层140中，并与发光层140中的空穴结合，激发发光层140中的荧光分子，并引起发光现象。此时，具有比电子传输层160低的最小空位并且形成得非常薄的电子传输控制层150抑制了从电子传输层160注入到发光层140中的电子的量并且有助于发光。仅电子从电子传输层160注入到发光层140中。结果，提高了发光效率，抑制了功耗，并且可以延长元件的寿命。[选型图]图1

