

(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2005-150082
(P2005-150082A)

(43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/12	H05B 33/12	3K007
H05B 33/10	H05B 33/12	E
H05B 33/14	H05B 33/10	
H05B 33/22	H05B 33/14	A
	H05B 33/22	B

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-245879 (P2004-245879)	(71) 出願人	000000527 ペンタックス株式会社 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
(22) 出願日	平成16年8月25日 (2004.8.25)	(71) 出願人	503027975 有限会社アイティシ 埼玉県朝霞市三原2-19-60-301
(31) 優先権主張番号	特願2003-365134 (P2003-365134)	(74) 代理人	100090169 弁理士 松浦 孝
(32) 優先日	平成15年10月24日 (2003.10.24)	(72) 発明者	横山 明聡 埼玉県朝霞市三原2-19-60-301 有限会社アイティシ内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	Fターム(参考)	3K007 AB02 AB04 BB06 DA06 DB03 FA01

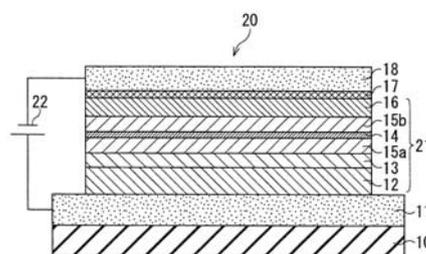
(54) 【発明の名称】 白色有機エレクトロルミネセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 高輝度で色純度の高い白色の発色光を発する白色有機エレクトロルミネセンス (EL) 素子を得る。

【解決手段】 白色有機EL素子20は、基板10上に陽極11および陰極18により挟まれた有機層21を有する。有機層21には、陽極側から青色発光層13、2層のホールプロッキング層15a、15b、緑色発光層16が積層される。2層のホールプロッキング層15a、15bはDye層14を挟み込む。Dye層14は、その厚さが約0.1~3nm程度であり、赤色素および黄色色素から形成される。電源22から電圧を印加すると、青色発光層13から青色の光が、緑色発光層16からは緑色の光が、Dye層14からは赤色の光が発する。白色有機EL素子20は、これら3色の光によって、白色の発色光を得ることができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に、陽極および陰極により挟まれた有機層で構成され、白色の発色光を発する白色有機エレクトロルミネセンス素子であって、

前記有機層には、少なくとも、青色発光層と、第 1 および第 2 のホールプロッキング層と、前記第 1 および第 2 のホールプロッキング層の間に挟まれ少なくとも赤色色素および黄色色素のいずれかを材料として形成される D y e 層とが積層されることを特徴とする白色有機エレクトロルミネセンス素子。

【請求項 2】

前記青色発光層の発光色と前記 D y e 層の発光色とが補色の関係にあり、白色の発光色を発することを特徴とする請求項 1 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。 10

【請求項 3】

前記陽極側から青色発光層、第 1 のホールプロッキング層、D y e 層、第 2 のホールプロッキング層の順で積層されることを特徴とする請求項 1 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。

【請求項 4】

前記 D y e 層の最低空準位のエネルギー準位は、前記第 1 および第 2 のホールプロッキング層の最低空準位のエネルギー準位より低く、さらに前記 D y e 層の最高被占準位のエネルギー準位は、前記第 1 および第 2 のホールプロッキング層の最高被占準位のエネルギー準位より高いことを特徴とする請求項 1 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子 20

【請求項 5】

前記有機層にさらに緑色発光層が積層されることを特徴とする請求項 1 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。

【請求項 6】

前記青色発光層の発光色と、前記 D y e 層の発光色と、前記緑色発光層の発光色とが混合されることにより、白色の発光色を発することを特徴とする請求項 5 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。

【請求項 7】

前記陽極側から青色発光層、第 1 のホールプロッキング層、D y e 層、第 2 のホールプロッキング層、緑色発光層の順で積層されることを特徴とする請求項 5 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。 30

【請求項 8】

前記 D y e 層は、赤色色素および黄色色素を材料として形成され、前記黄色色素の含有量は、前記赤色色素の含有量より多いことを特徴とする請求項 1 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。

【請求項 9】

前記黄色色素と赤色色素の重量比が 1 . 8 ~ 2 . 2 : 1 であることを特徴とする請求項 8 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。

【請求項 10】

前記 D y e 層は、前記赤色色素および前記黄色色素が混合されて形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。 40

【請求項 11】

前記 D y e 層は、前記赤色色素と前記黄色色素とが共蒸着されることにより形成されることを特徴とする請求項 10 に記載の白色有機エレクトロルミネセンス素子。

【請求項 12】

基板上に、陽極および陰極により挟まれた有機層で構成され、所定の色の光を発する有機エレクトロルミネセンス素子であって、

前記有機層には、少なくとも、第 1 および第 2 のホールプロッキング層と、前記第 1 および第 2 のホールプロッキング層の間に挟まれ所定の色素を材料として形成される D y e 50

層とが積層され、

前記 D y e 層の最低空準位のエネルギー準位は、前記第 1 および第 2 のホールプロッキング層の最低空準位のエネルギー準位より低く、前記 D y e 層の最高被占準位のエネルギー準位は、前記第 1 および第 2 のホールプロッキング層の最高被占準位のエネルギー準位より高いことを特徴とする有機エレクトロルミネセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、白色光を発する白色有機エレクトロルミネセンス素子に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、有機エレクトロルミネセンス素子を用いて、フルカラー表示が可能な表示素子を作成する例として、いわゆる白色法が知られている。白色法は、白色有機エレクトロルミネセンス素子（以下白色有機 E L 素子という。）から白色光を発光させ、その白色光をカラーフィルタでフィルタリングして、R G B の発光色を実現させる方法である。

【0003】

白色法で用いられる白色有機 E L 素子としては、例えば、特許文献 1 に記載されるように、第 1 の青色発光層、黄色色素から成る層、および第 2 の青色発光層を積層して発光層を形成する白色有機 E L 素子が知られている。この白色有機 E L 素子は、青色発光層と層の発色光が補色の関係にあることを利用し、白色の発色光を実現している。

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 1 8 4 5 7 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載される白色有機 E L 素子においては、青色発光層および層において、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔とが再結合して光を発する。しかし、この白色有機 E L 素子においては、再結合する領域が狭いため、高輝度の白色光を得ることは困難である。

【0005】

30

そこで、本発明は、以上の問題点に鑑みて成されたものであり、高輝度でかつ純度の高い白色の発色光を発することができる白色有機 E L 素子を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る白色有機エレクトロルミネセンス素子は、基板上に、陽極および陰極により挟まれた有機層で構成され、白色の発色光を発する白色有機エレクトロルミネセンス素子であって、有機層には、少なくとも、青色発光層と、第 1 および第 2 のホールプロッキング層と、第 1 および第 2 のホールプロッキング層の間に挟まれ少なくとも赤色色素および黄色色素のいずれか一方を材料として形成される D y e 層とが積層されることを特徴とする。

40

【0007】

青色発光層の発光色と D y e 層の発光色とが補色の関係にあり、白色の発光色を発することが好ましい。

【0008】

陽極側から青色発光層、第 1 のホールプロッキング層、D y e 層、第 2 のホールプロッキング層の順で積層されることが好ましい。

【0009】

D y e 層の最低空準位のエネルギー準位は、第 1 および第 2 のホールプロッキング層の最低空準位のエネルギー準位より低く、さらに D y e 層の最高被占準位のエネルギー準位は、第 1 および第 2 のホールプロッキング層の最高被占準位のエネルギー準位より高いこ

50

とが好ましい。

【0010】

有機層にさらに緑色発光層が積層される場合、青色発光層の発光色と、Dye層の発光色と、緑色発光層の発光色とが混合されることにより、白色の発光色を発生し、好ましくは陽極側から青色発光層、第1のホールブロッキング層、Dye層、第2のホールブロッキング層、緑色発光層の順で積層される。

【0011】

Dye層は、赤色色素および黄色色素を材料として形成される場合、黄色色素の含有量は、赤色色素の含有量より多いことが好ましく、黄色色素と赤色色素の重量比は1.8~2.2:1、さらに好ましくは約2:1であるほうが良い。

10

【0012】

Dye層は、赤色色素および黄色色素が混合されて形成されることが好ましく、この場合Dye層は、赤色色素と黄色色素とが共蒸着されることにより形成される。

【0013】

本発明に係る有機エレクトロルミネセンス素子は、基板上に、陽極および陰極により挟まれた有機層で構成され、所定の色の光を発生する有機エレクトロルミネセンス素子であって、有機層には、少なくとも、第1および第2のホールブロッキング層と、第1および第2のホールブロッキング層の間に挟まれ所定の色素を材料として形成されるDye層とが積層され、Dye層の最低空準位のエネルギー準位は、第1および第2のホールブロッキング層の最低空準位のエネルギー準位より低く、Dye層の最高被占準位のエネルギー準位は、第1および第2のホールブロッキング層の最高被占準位のエネルギー準位より高いことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る白色有機EL素子は、色純度が高くかつ高輝度の白色光を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下本発明に係る実施形態を図1~図2を用いて詳細に説明する。

【0016】

図1は、本発明の白色有機EL素子の一実施形態の模式的な断面図を示す。白色有機EL素子20は、基板10と、基板10上に形成された陽極11と、陽極11上に積層された有機層21と、有機層21の上に形成された電子注入層17と、電子注入層17の上に形成された陰極18を有する。

30

【0017】

基板10は、透光性を有するガラスを材料として形成される。陽極11は、ITO(インジウムとスズの酸化物)を材料として形成される半透明膜であって、その膜厚は100nm程度である。陽極11上に形成された有機層21は、後述するように白色光を発光させ、その白色光は、陽極11および基板10を透過して白色有機EL素子20外部に発せられる。

40

【0018】

有機層21は陽極11側(すなわち図1においては下側)から順に、正孔輸送層(ホール輸送層)12、青色発光層13、第1のホールブロッキング層15a、Dye層14、第2のホールブロッキング層15b、および緑色発光層16が積層されて、形成される。

【0019】

正孔輸送層12は、NPB(N,N'-ジ(ナフタレン-1-イル)N,N'-ジフェニル-ベンジジン(N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine))を材料として形成され、その厚さは約70nmである。正孔輸送層12は、陽極11から注入された正孔(ホール)を青色発光層13等に有効に移動させる。

【0020】

50

青色発光層 13 は、ホスト有機材料である DPVBi (1,4-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ビフェニル(1,4-bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl)) に青色ドーパント色素である Pe (ペリレン(perylene)) または TBPe (テトラ(t-ブチル)ペリレン) がドーパされて形成され、その厚さは約 10 nm である。

【0021】

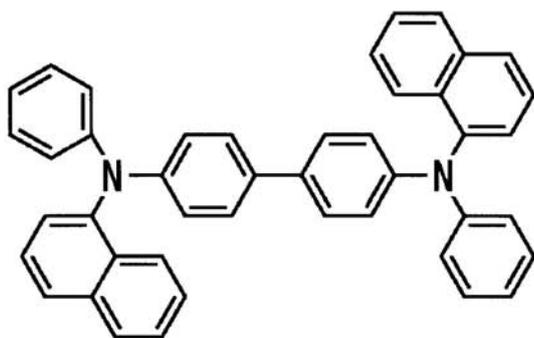
第1および第2のホールブロッキング層 15a、15b は、陽極から注入された正孔が陰極側へ移動するのを阻害するための層である。ホールブロッキング層 15a、15b は、TPBi (2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール)(2,2',2''-(1,3,5-benzenetriyl)tris(1-phenyl-1H-benzimidazole))) を材料として形成され、その厚さは約 30 nm である。ホールブロッキング層 15a、15b に挟まれる Dye 層 14 は、黄色色素および赤色色素を材料として形成され、その厚さは約 0.1 ~ 3 nm 程度である。黄色色素としては、ルブレン(Rubrene) が用いられる。赤色色素としては、DCM2 (4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(2-(2,3,6,7-テトラ-ヒドロ-1H,5H-ベンゾ)[ij]キノリジン-8-イル)-4H-ピラン(4-dicyanomethylene-2-methyl-6-(2-(2,3,6,7-tetra-hydro-1H,5H-benzo)[ij]quinolizin-8-yl)-4H-pyran)) が用いられる。ここで、黄色色素の含有量は、赤色色素の含有量より多く、黄色色素と赤色色素の重量比は約 2 : 1 である。緑色発光層 16 は、厚さ 20 nm 程度の層であり、アルキレート化合物である Alq₃ (トリキノリレートアルミニウム) を材料として形成される。なお、青色発光層 13、緑色発光層 16、および第1および第2のホールブロッキング層 15a、15b は、電子輸送性に優れ、電子輸送層の役割も果たす。なお、NPB、DPVBi、Pe、TBPe、ルブレン、DCM2、TPBi、および Alq₃ の化学式は、以下式 [1] ~ [8] に示す。

10

20

【0022】

【化1】

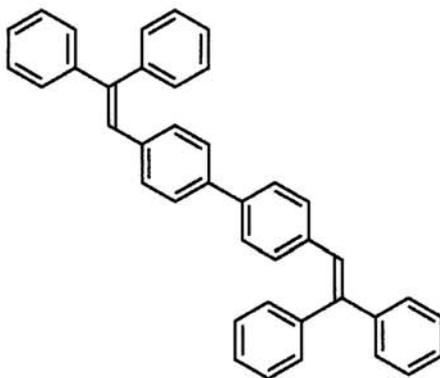


[1]

NPB

30

【化2】



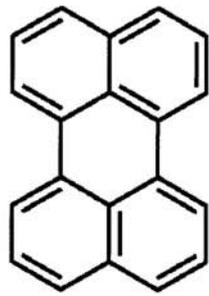
[2]

DPVBi

40

50

【化 3】

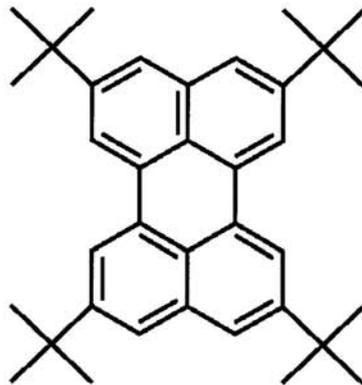


[3]

Pe

10

【化 4】

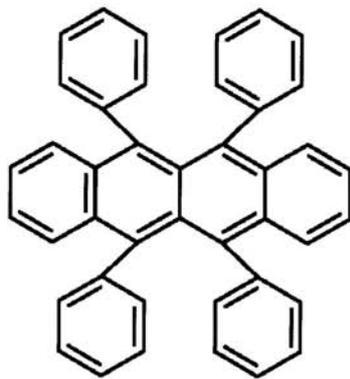


[4]

TBPc

20

【化 5】



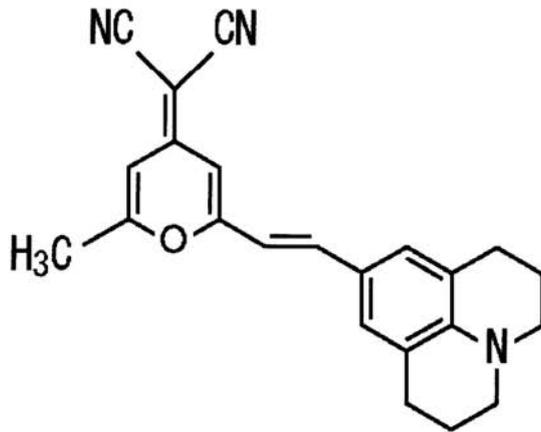
[5]

Rubrene

30

40

【化 6】

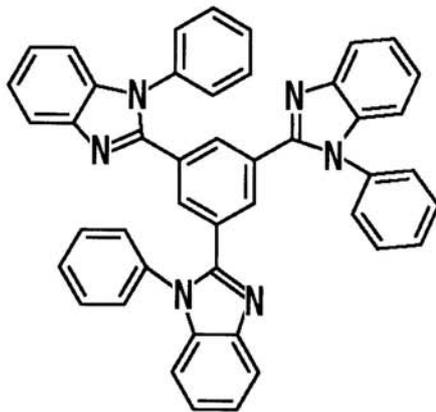


[6]

DCM2

10

【化 7】



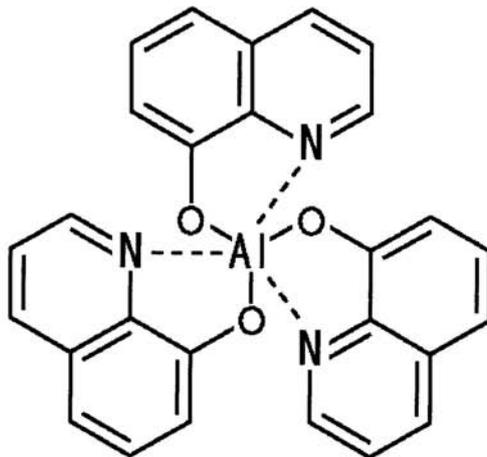
[7]

20

TPBi

30

【化 8】



[8]

40

Alq₃

【 0 0 2 3 】

有機層 2 1 を挟み込む陽極 1 1 と陰極 1 8 は、電源 2 2 に接続され、電源 2 2 から電圧 50

が印加されると、陽極 11 から正孔が、陰極 18 から電子が有機層 21 に注入される。陰極 18 は例えばアルミニウムを材料として形成される。陰極 18 と有機層 21 の間には電子注入層 17 が形成される。電子注入層 17 は陰極 18 から電子を有機層 21 に容易に注入させやすくするための層であって、例えば LiF を材料として形成され、その厚さは約 0.7 nm である。

【0024】

有機層 21 の各層は、陽極上に順次蒸着されることにより、形成される。特に、Dye 層 14 は、黄色色素と赤色色素が共蒸着されることにより、形成される。これにより、Dye 層 14 は、赤色色素および黄色色素が略均一に混合されて形成される。また、電子注入層 17 および陰極 18 についても、有機層 21 上に蒸着されることにより形成される。

10

【0025】

図 2 は白色有機 EL 素子 20 の有機層 21 の各層のエネルギー準位を模式的に示した図である。図 2 を参照して白色有機 EL 素子 20 の発光原理について詳細に説明する。上述したように、有機層 21 には、陽極側から順に、NPB (正孔輸送層 12)、DPVBi (青色発光層 13)、TPBi (第 1 のホールプロッキング層 15a)、Rubrene と DCM2 (Dye 層 14)、TPBi (第 2 のホールプロッキング層 15b)、Alq₃ (緑色発光層 16) を材料として形成された層が積層される。

【0026】

図 2 に示すように、それぞれの層の最低空準位 (LUMO) および最高被占準位 (HOMO) のエネルギー準位は、それぞれの層を形成する物質に基づき、真空準位を 0 eV とすると、正孔輸送層 12 が -2.1, -5.2 eV、青色発光層 13 が -2.8, -5.9 eV、ホールプロッキング層 15a、15b が -2.7, -6.2 eV、Dye 層 14 が -3.15 および、-5.15 および -2.9, -5.2 eV、緑色発光層 16 が -3.1, -5.7 eV である。

20

【0027】

陰極から注入された電子は、緑色発光層 16、2 層のホールプロッキング層 15a、15b、Dye 層 14 を通って、青色発光層 13 に送られる。ここで、ホールプロッキング層 15b の LUMO のエネルギー準位は、緑色発光層 16 の LUMO のエネルギー準位より高いので、電子は層 15b と層 16 の界面に集約される。また、Dye 層 14 は、LUMO のエネルギー準位が Dye 層 14 (Rubrene と DCM2) の LUMO のエネルギー準位より高いホールプロッキング層 15a、15b に挟み込まれているので、電子は、Dye 層 14 にも集約される。さらに、正孔輸送層 12 の LUMO のエネルギー準位は、青色発光層 13 の LUMO のエネルギー準位より高く、正孔輸送層 12 のために電子は青色発光層 13 に集約する。

30

【0028】

陽極から注入された正孔は、正孔輸送層 12、青色発光層 13、ホールプロッキング層 15a、15b、Dye 層 14 を通って、緑色発光層 16 まで送られる。ここで、HOMO のエネルギー準位は、ホールプロッキング層 15a が青色発光層 13 より低く、青色発光層 13 が正孔輸送層 12 より低い。したがって、正孔は層 12 と層 13 の界面、および層 13 と層 15a の界面に集約される。また、Dye 層 14 の HOMO のエネルギー準位は、ホールプロッキング層 15a の HOMO のエネルギー準位より高く、すなわち、Dye 層 14 のバンドギャップ (LUMO と HOMO のエネルギー準位差) が、Dye 層 14 を挟むホールプロッキング層 15a、15b のバンドギャップより小さいので、正孔は容易に Dye 層 14 に注入され、Dye 層 14 とホールプロッキング層 15b の界面に集約される。

40

【0029】

上述した電子および正孔の挙動により、本実施形態では、青色発光層 13 と正孔輸送層 12 の界面、Dye 層 14 と第 1 および第 2 のホールプロッキング層 15a、15b の界面付近、および第 2 のホールプロッキング層 15b と緑色発光層 16 の界面において、正孔と電子の再結合が非常に多く発生する。これらの再結合によって、青色発光層 13 は青色の発色光を、Dye 層 14 は赤色の発色光を、緑色発光層は緑色の発色光を発する。これらの 3 色の発色光は混合され、白色有機 EL 素子 20 は、白色の発色光を発する。

50

【0030】

なお、ホールプロッキング層15a、15bの励起状態のエネルギー準位は、黄色色素の励起状態のエネルギー準位より高く、また黄色色素の励起状態のエネルギー準位は赤色色素のエネルギー準位より高い。したがって、Dye層14と層15a、15bの界面付近で発生した再結合によって生じた励起子のエネルギーは、黄色色素、続いて赤色色素に移動する。したがって、Dye層14は赤色の発色光を発する。

【0031】

以上のように、本実施形態においては、複数箇所電子と正孔の再結合が起こるので、再結合される領域が広がり、高輝度の白色発光を得ることができる。また、各発光層およびDye層の膜厚を調整することにより、各発光色の強度が任意に調整することができるので、容易に白色発光を得ることができる。

10

【0032】

なお、赤色色素および黄色色素は、他の色素でもよく、例えば、赤色色素としては、ローダミン6G (rhodamine 6G)、DCJTB (4-(ジシアノメチレン)-2-t-ブチル-6-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)-4H-ピラン (4-(dicyanomethylene)-2-t-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran)) 等を使用してもよい。

【0033】

さらに、本実施形態においては、Dye層14は、赤色色素 (DCM2) に黄色色素 (Rubrene) が混合されて形成されているが、これはホールプロッキング層15a、15bで生じた励起子のエネルギーが、黄色色素を介することによって、赤色色素に移動しやすくするためである。したがって、Dye層14は、黄色色素が含有されず、色素として赤色色素 (DCM2) のみが材料として形成されてもよい。しかし、この場合、赤色色素へのエネルギー移動が起こりにくくなるので、Dye層14からは赤色の発色光は発せられず、ピンク色の発色光が発せられる。

20

【0034】

また、Dye層14は赤色色素が含有されず、色素としては黄色色素 (Rubrene) のみが材料として形成され、さらに有機層21に、緑色発光層16が積層されていない構成であってもよい。この場合、Dye層14によって発せられる光は、黄色の発色光であるので、青色発光層13から発する青色の光と、Dye層14から発する黄色の光が補色の関係となり、白色有機EL素子20は白色光を発する。

30

【0035】

なお、本実施形態においては、青色発光層13のホスト材料として、DPVBiを用いたが、ホスト材料としては、-ADN (9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン (9,10-di(2-naphthyl)anthracene))、TBADN (2-t-ブチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン (2-t-butyl-9,10-di(2-naphthyl)anthracene)) 等を用いてもよい。

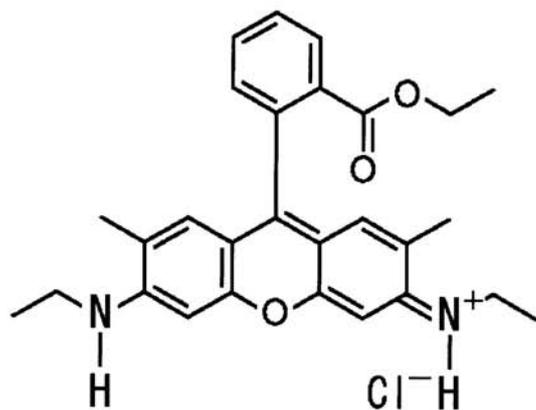
【0036】

また、本実施形態においては、青色発光層13は、ホスト材料であるDPVBiにPeまたはTBPをドープして形成されるが、ドーパント色素がドープされていなくともよい。この場合、青色発光層13は、ドーパント色素がドープされていなくても、十分に発光する青色発光材料を材料として形成される。なお、rhodamine 6G、DCJTB、-ADNおよびTBADNの化学式は、以下の式 [9] ~ [12] に示す通りである。

40

【0037】

【化 9】

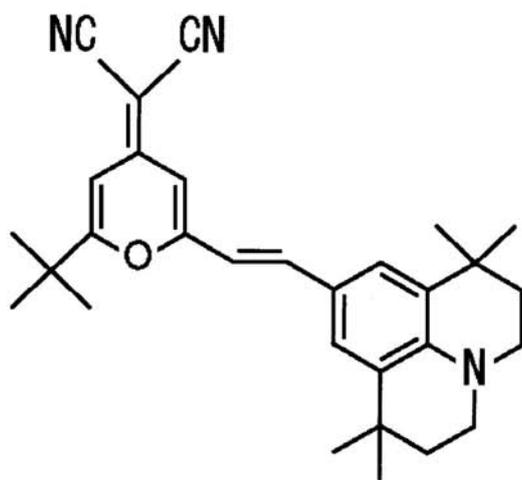


[9]

rhodamine 6G

10

【化 10】



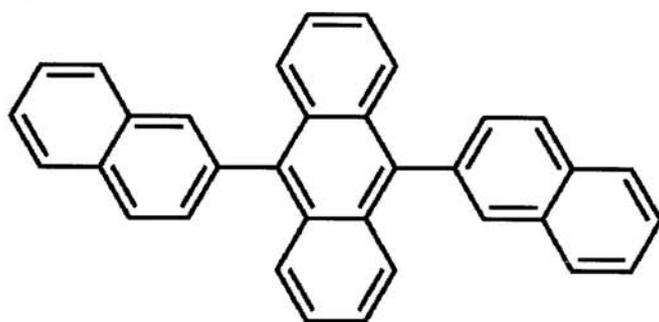
[10]

DCJTB

20

30

【化 11】

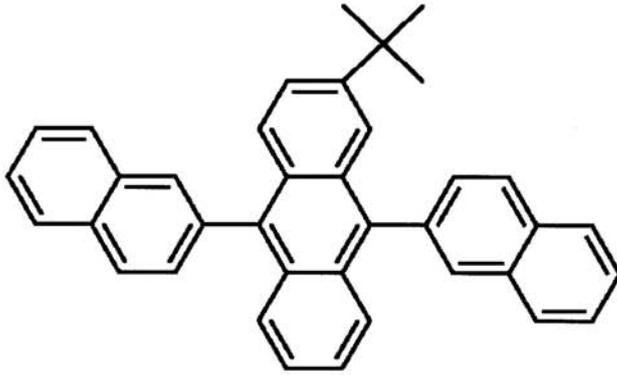


[11]

 β -ADN

40

【化 1 2】



[12]

10

TBADN

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の白色有機EL素子の一実施形態の模式的な断面図を示す。

【図2】本発明の一実施形態に係る白色有機EL素子が有する有機層の各層のエネルギー準位を模式的に示す。

【符号の説明】

20

【0039】

10 基板

11 陽極

12 正孔輸送層

13 青色発光層

14 Dy e 層

15 a、15 b 第1、第2のホールブロッキング層

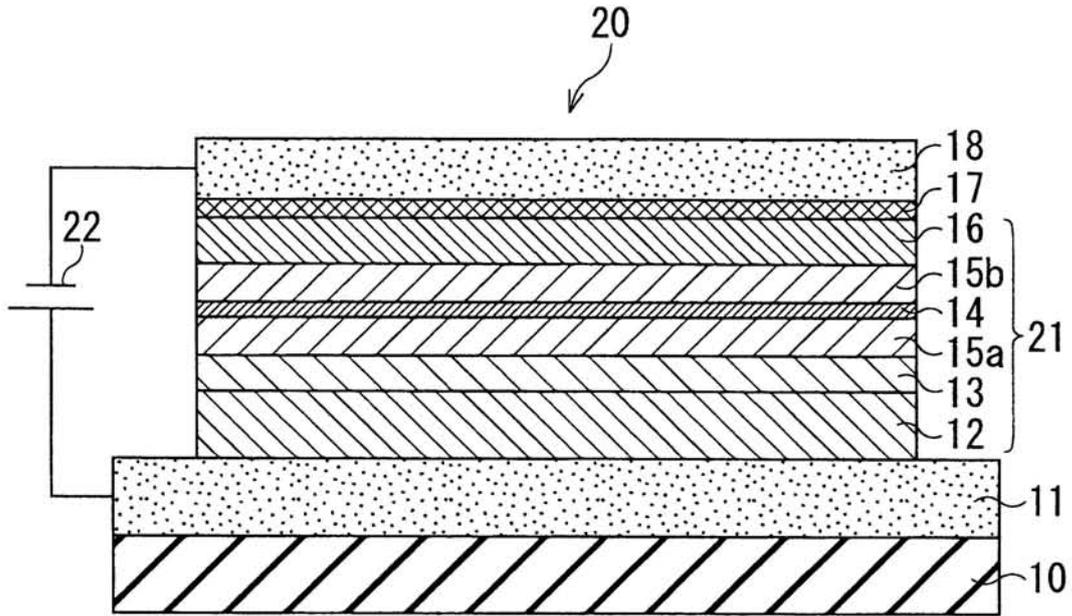
16 緑色発光層

18 陰極

20 白色有機エレクトロルミネセンス素子（白色有機EL素子）

30

【 図 1 】



【 図 2 】

