

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6510082号
(P6510082)

(45) 発行日 令和1年5月8日 (2019.5.8)

(24) 登録日 平成31年4月12日 (2019.4.12)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/12 C

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14 B

H01L 27/32 (2006.01)

H01L 27/32

H05B 33/24 (2006.01)

H05B 33/24

G09F 9/30 (2006.01)

H05B 33/22 A

請求項の数 13 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-566997 (P2017-566997)
 (86) (22) 出願日 平成29年2月9日 (2017.2.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/004729
 (87) 国際公開番号 W02017/138607
 (87) 国際公開日 平成29年8月17日 (2017.8.17)
 審査請求日 平成30年5月8日 (2018.5.8)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-24108 (P2016-24108)
 (32) 優先日 平成28年2月10日 (2016.2.10)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府堺市堺区匠町 1 番地
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人HARAKENZO WOR
 LD PATENT & TRADEMA
 RK
 (72) 発明者 伊藤 麻絵
 大阪府堺市堺区匠町 1 番地 シャープ株式
 会社内
 (72) 発明者 塚本 優人
 大阪府堺市堺区匠町 1 番地 シャープ株式
 会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子および有機エレクトロルミネッセンス表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極および陰極と、上記陽極と上記陰極との間に形成された有機層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

上記有機層は、互いに少なくとも 1 層以上隣接して形成された、少なくとも 1 種類以上の燐光材料を含む第 1 の層と、少なくとも 1 種類以上の蛍光材料を含む第 2 の層とを含み、かつ、上記第 1 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、上記第 2 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位より高く、

上記第 2 の層の厚さは、1 nm 以下で形成されており、

上記第 1 の層において生成された三重項励起子が、上記第 2 の層の三重項励起状態の励起子にエネルギー移動を起こし、上記第 2 の層中の分子間で上記三重項励起状態の励起子から一重項励起状態の励起子へのアップコンバージョンが起こることにより生成された、上記第 2 の層の最低一重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 1 波長領域の光の発光を含む、少なくとも 1 種類以上の波長領域の光の発光を有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】

上記第 1 の層において生成された三重項励起子中、上記第 2 の層の三重項励起状態の励起子へのエネルギー移動を起こさない、上記第 1 の層の最低三重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 2 波長領域の光の発光を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

20

【請求項 3】

上記第 2 の層の最低一重項励起状態のエネルギー準位は、上記第 1 の層の最低一重項励起状態のエネルギー準位より高いことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】

上記第 1 の層と上記第 2 の層との合計厚さは、2 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】

上記陽極および上記陰極の何れか一方には反射層が、他方には半透過反射層が備えられており、

10

上記反射層と上記半透過反射層との間の距離は、上記第 1 波長領域の光および上記第 2 波長領域の光の何れか一つを増強させる距離に設定されていることを特徴とする請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】

上記反射層と上記半透過反射層との間の距離は、上記反射層と上記半透過反射層との間の少なくとも上記有機層を含む蒸着膜の膜厚によって調整されており、

上記蒸着膜の膜厚を d 、上記蒸着膜の屈折率を n 、上記光の波長領域の中心波長を λ 、 m を 1 ~ 10 の整数とした場合、

上記蒸着膜の膜厚 d は、 $d = (m \times \lambda) / (2 \times n)$ を満たすことを特徴とする請求項 5 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【請求項 7】

上記蛍光材料は、青色領域の光を発光する蛍光材料であることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 8】

上記燐光材料は、赤色領域の光または緑色領域の光を発光する燐光材料であることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】

上記陽極と上記有機層との間には、正孔輸送層が形成されており、

上記陰極と上記有機層との間には、電子輸送層が形成されており、

上記正孔輸送層における正孔の移動度が、上記電子輸送層における電子の移動度より大きい場合には、上記第 2 の層は、上記第 1 の層より上記正孔輸送層の近くに配置されていることを特徴とする請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項 10】

上記陽極と上記有機層との間には、正孔輸送層が形成されており、

上記陰極と上記有機層との間には、電子輸送層が形成されており、

上記電子輸送層における電子の移動度が、上記正孔輸送層における正孔の移動度より大きい場合には、上記第 2 の層は、上記第 1 の層より上記電子輸送層の近くに配置されていることを特徴とする請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【請求項 11】

上記有機層は、1 種類以上の蛍光材料を含む第 3 の層を含み、

上記第 3 の層は、上記第 1 の層における上記第 2 の層が配置された側とは反対側に、上記第 1 の層と隣接して形成されており、

上記第 3 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、上記第 1 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位より低く、かつ、上記第 2 の層の上記最低三重項励起状態のエネルギー準位とは異なるエネルギー準位を有し、

上記第 3 の層の最低一重項励起状態のエネルギー準位は、上記第 1 の層の最低一重項励起状態のエネルギー準位より高く、かつ、上記第 2 の層の上記最低一重項励起状態のエネルギー準位とは異なるエネルギー準位を有し、

50

上記第 3 の層の厚さは、1 nm 以下で形成されており、

上記第 1 の層において生成された三重項励起子が、上記第 2 の層の最低三重項励起状態にエネルギー移動を起こし、上記第 2 の層中の分子間で上記最低三重項励起状態の励起子から最低一重項励起状態の励起子へのアップコンバージョンが起こることにより生成された、上記第 2 の層の最低一重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 1 波長領域の光の発光と、

上記第 1 の層において生成された三重項励起子が、上記第 3 の層の最低三重項励起状態にエネルギー移動を起こし、上記第 3 の層中の分子間で上記最低三重項励起状態の励起子から最低一重項励起状態の励起子へのアップコンバージョンが起こることにより生成された、上記第 3 の層の最低一重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 3 波長領域の光の発光と、

10

上記第 1 の層において生成された三重項励起子中、上記第 2 の層の最低三重項励起状態へのエネルギー移動を起こさない、上記第 1 の層の最低三重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 2 波長領域の光の発光と、を含み、

上記第 1 波長領域の光、上記第 3 波長領域の光および上記第 2 波長領域の光の順に、より短波長領域の光であることを特徴とする請求項 1 から 10 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 12】

上記陽極および上記陰極の何れか一方には反射層が、他方には半透過反射層が備えられており、

20

上記反射層と上記半透過反射層との間の距離は、上記第 1 波長領域の光、上記第 2 波長領域の光および上記第 3 波長領域の光の何れか一つを増強させる距離に設定されていることを特徴とする請求項 11 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 13】

上記請求項 1 から 12 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子と、有機エレクトロルミネッセンス表示装置とに関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

近年、さまざまなフラットパネルディスプレイが開発されており、特に、有機エレクトロルミネッセンス (Electro luminescence) 素子 (以下、有機 EL 素子と記す) を備えた有機エレクトロルミネッセンス (Electro luminescence) 表示装置 (以下、有機 EL 表示装置と記す) は、低消費電力化、薄型化および高画質化などを実現できる点から、優れたフラットパネルディスプレイとして高い注目を浴びている。

【0003】

40

有機 EL 表示装置に備えられた有機 EL 素子は、有機化合物からなる発光材料を含む発光層を、陰極と陽極とで挟んだ構成を有しており、発光層に電子および正孔 (ホール) を注入して、再結合させることにより励起子を生成させ、この励起子が失活する際の光の放出を利用して発光する。

【0004】

このような発光材料は、HOMO (最高被占軌道) 準位の電子が、エネルギーを吸収し、LUMO (最低空軌道) 準位に遷移することで、有機分子の基底状態 (S_0 状態) から励起状態に励起される。

【0005】

有機分子の励起状態には、HOMO 準位の電子のスピン方向と LUMO 準位の電子のス

50

ピン方向とが逆平行である一重項励起状態 (S_1 状態) と、HOMO 準位の電子のスピンの方向と LUMO 準位の電子のスピンの方向とが平行である三重項励起状態 (T_1 状態) という、スピン多重度が異なる 2 つの状態が存在する。

【0006】

上述したように、有機 EL 素子においては、発光層に電子および正孔 (ホール) を注入して、再結合させることにより励起子を生成させ、この励起子が失活する際の光の放出を利用することとなるが、この励起子が上記 S_1 状態として生成される確率は 25% であり、上記 T_1 状態として生成される確率は 75% である。この励起子が上記三重項励起状態 (T_1 状態) から基底状態 (S_0 状態) となる際の燐光発光は、通常、発光寿命が数ミリ秒以上と非常に長く、熱失活する速度定数が燐光発光の速度定数よりも大きいために、室温では多くの場合発光を伴わず、熱を放出する無放射失活を起こすことが知られている。

10

【0007】

また、現在では、イリジウム錯体などの重原子を中心金属にもつ燐光材料がある。このような燐光材料では、内部重原子効果によって一重項状態の励起子が交換交差により三重項状態に遷移され、一重項励起子と三重項励起子の全てを発光に寄与させることができるようになった。

【0008】

また、近年、最低一重項励起状態 (S_1 状態) のエネルギー準位 (以下、「 E_{S_1} 準位」と記す) と、最低三重項励起状態 (T_1 状態) のエネルギー準位 (以下、「 E_{T_1} 準位」と記す) とのエネルギー差が極めて小さい熱活性化遅延発光材料 (以下、TADF 材料と記す) の開発が進められている。特に、青色の発光材料に関しては、高発光効率およびさらに短波長な発光ピークを兼ね備える新規発光材料の開発が進められている。

20

【0009】

TADF 材料においては、 E_{S_1} 準位と E_{T_1} 準位とのエネルギー差 ΔE_{ST} が極めて小さく、 T_1 状態の励起子が逆項間交差によって、 S_1 状態の励起子となるので、100% 発光に寄与させることが可能になった。

【0010】

最近では、上記のような燐光材料と蛍光材料を組み合わせ使用し、エネルギー移動をさせて目的の発光体から発光させることで、長寿命化、および発光効率を向上させる技術が開示されている。

30

【0011】

例えば、特許文献 1 では、少なくとも 1 つ以上の燐光発光体を含む第 1 発光層と、上記第 1 発光層の発光ピークよりも短波長側のスペクトル域で主に発光する蛍光発光体を含む第 2 発光層とが隣接して形成されており、上記第 2 発光層の蛍光発光体は、上記第 1 発光層の少なくとも 1 つの燐光発光体からの、三重項励起子のエネルギー移動と三重項励起状態から一重項励起状態へのアップコンバージョンとによって遅延蛍光を示す物質であることを特徴とし、その結果、白色を含む複数の色の発光が可能な有機 EL 発光装置を提供できるとともに、長寿命化することを可能にしている。

【0012】

40

また、非特許文献 1 には、金属錯体骨格 (MOF) という結晶性材料中にアクセプター分子を自己組織化により規則的に配列させ、MOF を用いた固体中でのフォトンアップコンバージョンを可能にした発光機構について記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献 1】日本国公開特許公報「特開 2015-185728 号」公報 (2015 年 10 月 22 日公開)

【非特許文献】

【0014】

50

【非特許文献 1】Prasenjit Mahato et al. “Fast and long-range triplet exciton diffusion in metal-organic frameworks for photon upconversion at ultralow excitation power”, nature materials, ADVANCE ONLINE PUBLICATION pp 1-8 (3 August 2015).

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかしながら、特許文献 1 では、各発光層の最適な膜厚などについて、特に考慮しておらず、上記第 1 発光層の三重項励起子の第 2 発光層へのエネルギー移動が効率よく起こらずに上記第 1 発光層中で三重項 - 三重項消滅 (TTA (Triplet-Triplet-Annihilation)) が起こり、失活してしまうことが考えられる。また、上記第 1 発光層中の燐光材料自身のみが発光してしまうこと、あるいは、上記第 2 発光層の発光材料に直接キャリアが注入されて発光してしまい、発光効率が著しく低下する等の問題がある。さらに、特許文献 1 に開示されている構成は、白色で発光する有機 EL について着目したものであり、その他の色の有機 EL 素子への応用の具体的な方法については記載されていない。

10

【0016】

また、非特許文献 1 には、金属錯体骨格 (MOF) を用いた固体中でのフォトンアップコンバージョンを可能にした発光機構について開示されているが、このような格子状の構造を有機 EL 素子中に均一性を保ったまま導入するのは一貫したプロセス中では難しく、特に将来的な量産体制を考慮した場合に、有機 EL 素子への応用のハードルは高いという問題がある。また、このような格子状の構造を用いた発光機構の場合、多波長発光に変換するのが難しいという問題もある。

20

【0017】

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、高い発光効率を有するとともに、色度の高い短波長の光を発光する有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記の課題を解決するために、陽極および陰極と、上記陽極と上記陰極との間に形成された有機層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、上記有機層は、互いに少なくとも 1 層以上隣接して形成された、少なくとも 1 種類以上の燐光材料を含む第 1 の層と、少なくとも 1 種類以上の蛍光材料を含む第 2 の層とを含み、かつ、上記第 1 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、上記第 2 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位より高く、上記第 2 の層の厚さは、1 nm 以下で形成されており、上記第 1 の層において生成された三重項励起子は、上記第 2 の層の三重項励起状態に遷移し、上記第 2 の層中の分子間で上記三重項励起状態の励起子から一重項励起状態の励起子へのアップコンバージョンが起こることにより生成された、上記第 2 の層の最低一重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 1 波長領域の光の発光を含む、少なくとも 1 種類以上の波長領域の光の発光を有することを特徴としている。

30

【0019】

上記構成によれば、上記有機層は、互いに少なくとも 1 層以上隣接して形成された、少なくとも 1 種類以上の燐光材料を含む第 1 の層と、少なくとも 1 種類以上の蛍光材料を含む第 2 の層とを含み、第 1 の層中の分子の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、第 2 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位よりも大きく、また、上記第 2 の層の厚さが 1 nm 以下で形成されていることから、第 1 の層中の分子の三重項状態から第 2 の層中の分子の三重項状態へのエネルギー移動を効率良く起こすことができ、高い発光効率を有する有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

40

【0020】

また、上記構成によれば、第 2 の層中の分子の三重項励起状態の励起子からのアップコンバージョンにより第 2 の層中の分子の一重項励起状態の励起子を生成することができる

50

ため、色度の高い短波長の光を発光する有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明の一態様によれば、高い発光効率を有するとともに、色度の高い短波長の光を発光する有機エレクトロルミネッセンス素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施の形態1に係る有機EL素子の概略構成を示す断面図である。

【図2】図1に図示した有機EL素子における発光機構を説明するための図である。

10

【図3】実施の形態2に係る有機EL素子に備えられた各層のエネルギーバンドおよび膜厚を示す図である。

【図4】実施の形態2に係る有機EL素子の概略構成を示す断面図である。

【図5】実施の形態3に係る有機EL素子の概略構成を示す断面図である。

【図6】図5に図示した有機EL素子における発光機構を説明するための図である。

【図7】実施の形態4に係る有機EL表示装置の概略構成を示す断面図である。

【図8】実施の形態5に係る有機EL表示装置に備えられた有機EL素子における発光機構を説明するための図である。

【図9】図8に図示した有機EL表示装置の概略構成を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0023】

本発明の実施の形態について図1から図9に基づいて説明すれば、次の通りである。以下、説明の便宜上、特定の実施形態にて説明した構成と同一の機能を有する構成については、同一の符号を付記し、その説明を省略する場合がある。

【0024】

〔実施の形態1〕

本発明の実施の一形態について、図1および図2に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0025】

<有機EL素子の概略構成>

30

図1は、本実施形態にかかる有機EL素子1の概略構成を示す断面図である。

【0026】

図1に示すように、本実施形態にかかる有機EL素子1は、ベースとなる基板2上に、陽極4と、正孔注入層5と、正孔輸送層6と、励起子生成層7（第1の層）と、ゲスト層8（第2の層）と、電子輸送層9と、電子注入層10と、陰極11とが、この順番に積層されている。

【0027】

なお、本実施の形態においては、ゲスト層8が発した光を、基板2とは反対側の陰極11側から取り出すトップエミッション型の有機EL素子1を例に挙げて説明する。

【0028】

40

（基板2）

基板2は、絶縁性を有していれば、特に限定されるものではなく、例えば公知の絶縁基板を用いることができ、例えば、ガラス、または石英等からなる無機基板、あるいは、ポリエチレンテレフタレート、またはポリイミド樹脂等からなるプラスチック基板等を用いることができる。

【0029】

なお、有機EL素子1は、ゲスト層8が発した光を、基板2とは反対側の陰極11側から取り出すトップエミッション型であるため、基板2は、透光性を必要としない。

【0030】

このため、有機EL素子1がトップエミッション型の有機EL素子である場合、基板2

50

として、シリコンウェハ等の半導体基板、アルミニウム (A l) または鉄 (F e) 等からなる金属基板の表面に酸化シリコンまたは有機絶縁材料等からなる絶縁物をコーティングした基板、 A l 等からなる金属基板の表面を陽極酸化等の方法によって絶縁化处理した基板等も利用できる。

【 0 0 3 1 】

(陽極 4)

陽極 4 は、励起子生成層 7 に正孔 h^+ を注入する電極としての機能を有していればよい。

【 0 0 3 2 】

陽極 4 の形状、構造、大きさ等は、特に制限はなく、有機 E L 素子 1 の用途、目的に応じて、適宜選択することができる。

10

【 0 0 3 3 】

有機 E L 素子 1 は、ゲスト層 8 が発した光を、基板 2 とは反対側の陰極 1 1 側から取り出すトップエミッション型であるため、陽極 4 は、反射電極 3 a (反射層) と透光性電極 3 b とが、この順番に積層された構成となっている。

【 0 0 3 4 】

陽極 4 が、このような構成であるため、ゲスト層 8 が発した光中、陽極 4 側に向けられた光は、陽極 4 における透光性電極 3 b を透過した後、陽極 4 における反射電極 3 a で反射され、再び、陽極 4 における透光性電極 3 b を透過した後、陰極 1 1 側から取り出される。

20

【 0 0 3 5 】

本実施の形態においては、反射電極 3 a として、 A g を 1 0 0 n m の膜厚で形成し、透光性電極 3 b として、 I T O (Indium Tin Oxide) を 1 1 0 n m の膜厚で形成したが、反射率および仕事関数が反射性陽極として用いることができる程度であれば、その材質や膜厚はこれに限定されることはない。また、後述するように、 I T O の膜厚を変化させることでマイクロキャビティ効果を発現させることもできる。

【 0 0 3 6 】

なお、本実施の形態においては、陽極 4 が、反射電極 3 a と透光性電極 3 b とで構成されている場合を例に挙げて説明したが、陽極 4 は、反射電極 3 a のみで構成されていてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

(正孔注入層 5 および正孔輸送層 6)

正孔注入層 5 は、正孔注入性材料を含み、励起子生成層 7 への正孔注入効率を高める機能を有する層であり、本実施の形態においては、正孔注入層 5 として、 2 , 3 , 6 , 7 , 1 0 , 1 1 - ヘキサシアノ - 1 , 4 , 5 , 8 , 9 , 1 2 - ヘキサアザトリフェニレン (H A T - C N) を 2 8 n m の膜厚で形成した場合を例に挙げて説明するが、励起子生成層 7 への正孔注入効率を高めることができる程度であれば、その材質や膜厚はこれに限定されることはない。

【 0 0 3 8 】

正孔輸送層 6 は、正孔輸送性材料を含み、励起子生成層 7 への正孔輸送効率を高める機能を有する層であり、本実施の形態においては、正孔輸送層 6 としてジ - [4 - (N , N - ジトリル - アミノ) - フェニル] シクロヘキサン (T A P C) を 2 0 n m の膜厚で形成した場合を例に挙げて説明するが、励起子生成層 7 への正孔輸送効率を高めることができる程度であれば、その材質や膜厚はこれに限定されることはない。

40

【 0 0 3 9 】

なお、本実施の形態においては、正孔注入層 5 と正孔輸送層 6 とが、互いに独立した層として形成されている場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、正孔注入層 5 と正孔輸送層 6 とは、正孔注入層兼正孔輸送層として一層で形成されてもよく、正孔注入層 5 および正孔輸送層 6 中、何れか一方のみが形成されてもよい。さらには、正孔注入層 5 および正孔輸送層 6 の両方を設けなくてもよい。

50

【 0 0 4 0 】

なお、正孔注入層 5、正孔輸送層 6、正孔注入層兼正孔輸送層は、不純物がドーピングされていない真性正孔注入性材料あるいは真性正孔輸送性材料であってもよいし、導電性を高める等の理由で不純物がドーピングされていても構わない。

【 0 0 4 1 】

(励起子生成層 7 およびゲスト層 8)

励起子生成層 7 は、陽極 4 からの正孔 h^+ と陰極 11 からの電子 e^- とが結合して励起子を生成するとともに、詳しくは後述するが、生成された励起子の一部が基底状態のエネルギー準位 (ES_0) となる際に赤色の波長領域 (第 2 波長領域) の光を発光する層である。

10

【 0 0 4 2 】

ゲスト層 8 は、励起子生成層 7 から遷移された励起子が、最低三重項励起状態のエネルギー準位 (ET_1) よりも高いエネルギー準位である最低一重項励起状態のエネルギー準位 (ES_1) を有する最低一重項励起状態から基底状態のエネルギー準位 (ES_0) を有する基底状態となる際に青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光を発光する層である。

【 0 0 4 3 】

図 2 は、励起子生成層 7 とゲスト層 8 とを、備えた有機 EL 素子 1 における発光機構を説明するための図である。なお、図 2 においては、陽極 4 と励起子生成層 7 との間に設けられている正孔注入層 5 および正孔輸送層 6 と、陰極 11 とゲスト層 8 との間に設けられている電子輸送層 9 および電子注入層 10 との図示は省略している。

20

【 0 0 4 4 】

図 2 に図示されているように、有機 EL 素子 1 においては、ホスト材料 (ドナー) としての励起子生成層 7 は、燐光材料を含む層であり、本実施の形態においては、燐光材料からなる層を用いた。また、ゲスト材料 (アクセプター) としてのゲスト層 8 は、蛍光材料を含む層、具体的には、遅延蛍光体を含む蛍光材料を含む層である。

【 0 0 4 5 】

励起子生成層 7 は、燐光材料からなるので、励起子生成層 7 においては、励起子が、三重項励起状態 (T_1 状態) として生成される確率は理論的には 100% である。

【 0 0 4 6 】

励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (ET_1) の励起子の一部は、基底状態となる際に、赤色の波長領域 (第 2 波長領域) の光を発光し、励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (ET_1) における励起子の残りの一部は、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (ET_1) へ、TTEET (Triplet-Triplet Energy Transfer)、すなわち、デクスター遷移を起こす。

30

【 0 0 4 7 】

デクスター遷移を起こすためには、励起子生成層 7 と、ゲスト層 8 とが、互いに隣接して形成される必要があり、デクスター遷移によるエネルギー移動を効率良く起こすためには、ゲスト層 8 における陰極 11 と対向する面から、励起子生成層 7 における陽極 4 と対向する面までの距離は、2 nm 以下であることが好ましい。

【 0 0 4 8 】

また、励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (ET_1) は、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (ET_1) より高い必要がある。

40

【 0 0 4 9 】

励起子生成層 7 の最低三重項励起状態からゲスト層 8 の最低三重項励起状態にデクスター遷移された励起子は、三重項 - 三重項消滅 (TTA (Triplet-Triplet-Annihilation)) を経て、励起子生成層 7 の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (ES_1) およびゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (ET_1) よりも高いエネルギー準位を有するゲスト層 8 の最低一重項励起状態にアップコンバージョンされる。

【 0 0 5 0 】

なお、ゲスト層 8 内で三重項 - 三重項消滅 (TTA) を効率よく起こすためには、ゲス

50

ト層 8 の厚さを、1 nm 以下で形成するのが望ましい。

【0051】

なお、三重項 - 三重項消滅 (TTA) とは、励起子生成層 7 からゲスト層 8 にデクスター遷移された励起子同士が、発光寿命内に、衝突を起こすことを意味し、この三重項 - 三重項消滅 (TTA) によって、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態の励起子の片方は、より高いエネルギー準位を有するゲスト層 8 の最低一重項励起状態にアップコンバージョンされる。

【0052】

これらの点を考慮し、本実施の形態においては、赤色の波長領域の光を発光する燐光材料であるプラチナム (II) - オクタエチル - ポルフィリン (PtOEP) からなる励起子生成層 7 を 1 nm の膜厚で形成し、青色の波長領域の光を発光する蛍光材料であり、蛍光量子収率の高い 9, 10 - ジフェニルアントラセン (DPA) からなるゲスト層 8 も 1 nm の膜厚で形成した。

10

【0053】

なお、有機 EL 素子 1 においては、励起子生成層 7 とゲスト層 8 とは、互いに独立した層として形成されており、励起子は励起子生成層 7 でのみ生成され、ゲスト層 8 においては、励起子は直接生成されないの、発光効率の高い有機 EL 素子 1 を実現することができる。

【0054】

(電子輸送層 9 および電子注入層 10)

20

図 1 に図示されている電子輸送層 9 は、電子輸送性材料を含み、励起子生成層 7 への電子輸送効率を高める機能を有する層であり、本実施の形態においては、電子輸送層 9 として、1, 3, 5 - トリ (m - ピリド - 3 - イル - フェニル) ベンゼン (1, 3, 5 - tri(m-pyridin-3-ylphenyl)benzene (TmPyPB)) を 40 nm の膜厚で形成した場合を例に挙げて説明するが、励起子生成層 7 への電子輸送効率を高めることができる程度であれば、その材質や膜厚はこれに限定されることはない。

【0055】

電子注入層 10 は、電子注入性材料を含み、励起子生成層 7 への電子注入効率を高める機能を有する層であり、本実施の形態においては、電子注入層 10 として、LiF を 1 nm の膜厚で形成した場合を例に挙げて説明するが、励起子生成層 7 への電子注入効率を高めることができる程度であれば、その材質や膜厚はこれに限定されることはない。

30

【0056】

なお、本実施の形態においては、電子輸送層 9 と電子注入層 10 とが、互いに独立した層として形成されている場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、電子輸送層 9 と電子注入層 10 とは、電子注入層兼電子輸送層として一層で形成されてもよく、電子輸送層 9 および電子注入層 10 中、何れか一方のみが形成されてもよい。さらには、電子輸送層 9 および電子注入層 10 の両方を設けなくてもよい。

【0057】

なお、電子輸送層 9、電子注入層 10、電子注入層兼電子輸送層は、不純物がドーブされていない真性電子注入性材料あるいは真性電子輸送性材料であってもよいし、導電性を高める等の理由で不純物がドーブされていても構わない。

40

【0058】

また、ホールブロック層、電子ブロック層の何れかあるいは両方が挿入された素子構成であっても良い。

【0059】

なお、有機 EL 素子 1 においては、20 nm の膜厚で形成したジ - [4 - (N, N - ジトリル - アミノ) - フェニル] シクロヘキサン (TAPC) を正孔輸送層 6 として用いており、40 nm の膜厚で形成した 1, 3, 5 - tri(m-pyridin-3-ylphenyl)benzene (TmPyPB) を電子輸送層 9 として用いているので、正孔輸送性より電子輸送性が高い。

【0060】

50

したがって、励起子生成層 7 を正孔輸送層 6 の近くに設け、ゲスト層 8 を電子輸送層 9 の近くに設けることが好ましい。このような構成とすることにより、励起子生成層 7 でより効率良く励起子を生成することができる。

【0061】

なお、用いる正孔輸送層 6 および電子輸送層 9 の材質や膜厚によっては、電子輸送性より正孔輸送性が高い場合もあり、このような場合においては、励起子生成層 7 を電子輸送層 9 の近くに設け、ゲスト層 8 を正孔輸送層 6 の近くに設けることが好ましい。

【0062】

(陰極 11)

図 1 に図示されている陰極 11 は、励起子生成層 7 に電子 e^- を注入する電極としての機能を有していればよい。

10

【0063】

陰極 11 の形状、構造、大きさ等は、特に制限はなく、有機 EL 素子 1 の用途、目的に応じて、適宜選択することができる。

【0064】

上述したように、有機 EL 素子 1 は、ゲスト層 8 が発した光を、基板 2 とは反対側の陰極 11 側から取り出すトップエミッション型であるため、陰極 11 は、半透過反射層からなる。

【0065】

陰極 11 が、半透過反射層からなるため、一部の光は反射されるとともに、一部の光は透過され、外部に取り出される。

20

【0066】

本実施の形態においては、陰極 11 として、Ag-Mg 合金 (Ag/Mg 混合比 = 0.9/0.1) を 20 nm の膜厚で形成したが、透過率、反射率および仕事関数が陰極として用いることができる程度であれば、その材質や膜厚はこれに限定されることはない。

【0067】

(マイクロキャビティ構造)

マイクロキャビティとは、発光した光が陽極と陰極との間で多重反射し、共振することで発光スペクトルが急峻になり、また、ピーク波長の発光強度が増幅される現象である。

【0068】

マイクロキャビティ効果は、例えば、陽極や陰極の反射率および膜厚、有機層の層厚等を最適に設計することで得ることができる。

30

【0069】

トップエミッション型の有機 EL 素子 1 においては、陽極 4 を、反射電極 3a と透光性電極 3b との積層構造としており、陰極 11 が半透過反射層であるので、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離を、ゲスト層 8 から発光される青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光を増強させる距離に設定し、本実施の形態においては、青色の波長領域の光を増強させたトップエミッション型の有機 EL 素子 1 を実現している。

【0070】

反射電極 3a と陰極 11 との間の距離は、ゲスト層 8 から発光される青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光の中心波長の強度を増強させる距離に設定することが好ましい。

40

【0071】

さらに、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離は、反射電極 3a と陰極 11 との間の少なくとも有機層である励起子生成層 7 およびゲスト層 8 を含む蒸着膜 (透光性電極 3b、正孔注入層 5、正孔輸送層 6、励起子生成層 7、ゲスト層 8、電子輸送層 9、電子注入層 10) の膜厚によって調整されており、上記蒸着膜の膜厚を d 、上記蒸着膜の屈折率を n 、ゲスト層 8 から発光される青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光の中心波長を λ 、 m を 1 ~ 10 の整数とした場合、上記蒸着膜の膜厚 d は、 $d = (m \times \lambda) / (2 \times n)$ を満たすことが好ましい。

【0072】

50

有機EL素子1においては、透光性電極3b、正孔注入層5、正孔輸送層6、励起子生成層7、ゲスト層8、電子輸送層9および電子注入層10の少なくとも一つの膜厚を調整することで、反射電極3aと陰極11との間の距離を最適化し、希望する特定の波長領域の光（本実施の形態においては、青色の波長領域（第1波長領域）の光）を外部に取り出すことができる。

【0073】

具体的に、有機EL素子1においては、透光性電極3bを110nmの膜厚で形成し、正孔注入層5を28nmの膜厚で形成し、正孔輸送層6を20nmの膜厚で形成し、励起子生成層7を1nmの膜厚で形成し、ゲスト層8を1nmの膜厚で形成し、電子輸送層9を40nmの膜厚で形成し、電子注入層10を1nmの膜厚で形成し、反射電極3aと陰極11との間の距離を201nmにした。

10

【0074】

なお、本実施の形態においては、反射電極3aと陰極11との間の距離が、青色の波長領域（第1波長領域）の光を外部に取り出すのに最適化された場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、反射電極3aと陰極11との間の距離は、励起子生成層7から発光される赤色の波長領域（第2波長領域）の光を外部に取り出すのに最適化されていてもよい。

【0075】

以上のように、有機EL素子1は、高い発光効率を有し、色度の高い短波長の光を含む異なる波長領域の光を発光し、希望する特定の波長領域の光を取り出すことができる。

20

【0076】

なお、本実施の形態においては、赤色の波長領域の光を発光する燐光材料であるプラチナム(II) - オクタエチル - ポルフィリン (PtOEP) からなる励起子生成層7を用いる場合を一例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、緑色の波長領域の光を発光する燐光材料であるIr(PPy)3, Ir(PPy)2(acac)などからなる励起子生成層を用いてもよい。

【0077】

また、本実施の形態においては、ゲスト層8は、励起子生成層7から遷移された励起子が、ゲスト層8の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T1}) よりも高いエネルギー準位を有する最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S1}) から基底状態となる際に青色の波長領域（第1波長領域）の光を発光する層である場合を一例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、励起子生成層7が赤色の波長領域の光を発光する燐光材料である場合には、ゲスト層8は、青色の波長領域（第1波長領域）の光とともに、緑色の波長領域（第3波長領域）の光を発光する層であってもよい。

30

【0078】

なお、上記燐光材料の発光波長領域と上記蛍光材料の発光波長領域とには、重なる領域があってもよい。

【0079】

〔実施の形態2〕

図3および図4に基づいて、本発明の実施の形態2について説明する。本実施の形態においては、有機EL素子30が、ボトムエミッション型の有機EL素子である点において、実施の形態1とは異なり、その他については実施の形態1において説明したとおりである。説明の便宜上、実施の形態1の図面に示した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

40

【0080】

図3は、本実施形態にかかる有機EL素子30に備えられた各層のエネルギーバンドおよび膜厚を示す図である。

【0081】

図示されているように、ボトムエミッション型の有機EL素子30においては、陽極4aとしてITO層が用いられており、陰極21としてAl単層が用いている。

50

【 0 0 8 2 】

本実施の形態においては、110 nmの膜厚で形成したITO層を陽極4 aとして用いており、100 nmの膜厚で形成したA1単層を陰極2 1として用いている。その他の正孔注入層5、正孔輸送層6、励起子生成層7、ゲスト層8、電子輸送層9および電子注入層10は、上述した実施の形態1の場合と同材料を同膜厚で形成して用いた。

【 0 0 8 3 】

具体的に、有機EL素子30においては、陽極4 aとしてのITO層を110 nmの膜厚で形成し、正孔注入層5を28 nmの膜厚で形成し、正孔輸送層6を20 nmの膜厚で形成し、励起子生成層7を1 nmの膜厚で形成し、ゲスト層8を1 nmの膜厚で形成し、電子輸送層9を40 nmの膜厚で形成し、電子注入層10を1 nmの膜厚で形成し、基板2と陰極2 1との間の距離を201 nmにした。

10

【 0 0 8 4 】

なお、陽極4 a、正孔注入層5、正孔輸送層6、励起子生成層7、ゲスト層8、電子輸送層9および電子注入層10・陰極2 1の各層のエネルギーバンドは図3中に図示されている。

【 0 0 8 5 】

図4は、本実施形態にかかる有機EL素子30の概略構成を示す断面図である。

【 0 0 8 6 】

図示されているように、有機EL素子30は、ゲスト層8が発した光を、基板2側から取り出すボトムエミッション型の有機EL素子である。

20

【 0 0 8 7 】

ゲスト層8が発した光を、基板2側から取り出すためには、基板2としては、ガラス基板などの透光性基板を用いる必要がある。

【 0 0 8 8 】

そして、半透過反射層からなる陽極4 aを基板2上に設けるとともに、反射層を含む単層構造または積層構造の陰極2 1を対向電極として用いることができ、本実施の形態においては、110 nmの膜厚で形成したITO層を陽極4 aとして用いるとともに、100 nmの膜厚で形成したA1単層を陰極2 1として用いた。

【 0 0 8 9 】

なお、本実施の形態においては、陽極4 aと陰極2 1との間の距離が、青色の波長領域（第1波長領域）の光を外部に取り出すのに最適化された場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、陽極4 aと陰極2 1との間の距離は、励起子生成層7から発光される赤色の波長領域（第2波長領域）の光を外部に取り出すのに最適化されているもよい。

30

【 0 0 9 0 】

なお、陽極4 aと陰極2 1との間の距離が、ゲスト層8から発光される青色の波長領域（第1波長領域）の光を外部に取り出すのに最適化されている場合には、有機EL素子30の発光領域のサイズとゲスト層8のサイズとは、一致することが好ましく、陽極4 aと陰極2 1との間の距離が、励起子生成層7から発光される赤色の波長領域（第2波長領域）の光を外部に取り出すのに最適化されている場合には、有機EL素子30の発光領域のサイズと励起子生成層7のサイズとは、一致することが好ましい。

40

【 0 0 9 1 】

以上のように、ボトムエミッション型の有機EL素子30においても、高い発光効率を有し、色度の高い短波長の光を含む異なる波長領域の光を発光し、希望する特定の波長領域の光を取り出すことができる。

【 0 0 9 2 】

〔実施の形態3〕

次に、図5および図6に基づいて、本発明の実施の形態3について説明する。本実施の形態のトップエミッション型の有機EL素子40においては、ゲスト層8の上面と下面の両方に、燐光材料からなる励起子生成層7が設けられている点において、実施の形態1と

50

は異なり、その他については実施の形態 1 において説明したとおりである。説明の便宜上、実施の形態 1 の図面に示した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0093】

図 5 は、本実施形態にかかるトップエミッション型の有機 EL 素子 40 の概略構成を示す断面図である。

【0094】

図 5 に示すように、本実施形態にかかる有機 EL 素子 40 は、ベースとなる基板 2 上に、陽極 4 と、正孔注入層 5 と、正孔輸送層 6 と、励起子生成層 7（第 1 の層）と、ゲスト層 8（第 2 の層）と、励起子生成層 7（第 1 の層）と、電子輸送層 9 と、電子注入層 10 と、陰極 11 とが、この順番に積層されている。

10

【0095】

図 6 は、ゲスト層 8 の上面と下面の両方に、燐光材料からなる励起子生成層 7 を備えた有機 EL 素子 40 における発光機構を説明するための図である。なお、図 6 においては、陽極 4 と陽極 4 に近い方に配置された励起子生成層 7 との間に設けられている正孔注入層 5 および正孔輸送層 6 と、陰極 11 と陰極 11 に近い方に配置された励起子生成層 7 との間に設けられている電子輸送層 9 および電子注入層 10 との図示は省略している。

【0096】

励起子生成層 7 は、陽極 4 からの正孔 h^+ と陰極 11 からの電子 e^- とが結合して励起子を生成するとともに、生成された励起子の一部が基底状態のエネルギー準位（ E_{S_0} ）となる際に赤色の波長領域（第 2 波長領域）の光を発光する層である。

20

【0097】

ゲスト層 8 は、上述した実施の形態 1 と同様に、励起子生成層 7 から遷移された励起子が、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位（ E_{T_1} ）よりも高いエネルギー準位を有する最低一重項励起状態から基底状態となる際に青色の波長領域（第 1 波長領域）の光を発光する層である。

【0098】

図示されているように、有機 EL 素子 40 においては、ホスト材料（ドナー）としての励起子生成層 7 は、燐光材料からなり、ゲスト材料（アクセプター）としてのゲスト層 8 は、蛍光材料からなる。

30

【0099】

陽極 4 に近い方に配置された励起子生成層 7 と陰極 11 に近い方に配置された励起子生成層 7 とは、燐光材料からなるので、この二つの励起子生成層 7 においては、励起子が、三重項励起状態（ T_1 状態）として生成される確率は理論的には 100% である。

【0100】

この二つの励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位（ E_{T_1} ）の励起子は、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位（ E_{T_1} ）へ、TTEET（Triplet-Triplet Energy Transfer）、すなわち、デクスター遷移を起こす。

【0101】

また、この二つの励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位（ E_{T_1} ）の励起子の一部は、ゲスト層 8 のエネルギー準位（ E_{T_1} ）を有する最低三重項励起状態へのエネルギー移動を起こさずに、励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位（ E_{T_1} ）から基底状態となる際に少なくとも 2 種類以上の異なる波長領域の光を発光してもよい。

40

【0102】

なお、有機 EL 素子 40 においては、透光性電極 3b、正孔注入層 5、正孔輸送層 6、励起子生成層 7、ゲスト層 8、電子輸送層 9 および電子注入層 10 の少なくとも一つの膜厚を調整することで、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離を最適化し、希望する特定の波長領域の光を外部に取り出すことができる。また、有機 EL 素子 40 においては、これらの異なる波長領域の光の両方を、外部に取り出しても良い。

50

【 0 1 0 3 】

この二つの励起子生成層 7 の最低三重項励起状態における励起子が、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態へ、デクスター遷移を容易に起こすためには、この二つの励起子生成層 7 と、ゲスト層 8 とが、互いに隣接して形成される必要があり、ゲスト層 8 における陰極 1 1 と対向する面から、陽極 4 に近い方に配置された励起子生成層 7 における陽極 4 と対向する面までの距離は、2 nm 以下であることが好ましく、ゲスト層 8 における陽極 4 と対向する面から、陰極 1 1 に近い方に配置された励起子生成層 7 における陰極 1 1 と対向する面までの距離も、2 nm 以下であることが好ましい。

【 0 1 0 4 】

また、この二つの励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) は、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) より高い必要がある。

10

【 0 1 0 5 】

この二つの励起子生成層 7 の最低三重項励起状態からゲスト層 8 の最低三重項励起状態にデクスター遷移された励起子は、三重項 - 三重項消滅 (TTA (Triplet-Triplet-Annihilation)) を経て、この二つの励起子生成層 7 の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) およびゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) よりも高いエネルギー準位を有するゲスト層 8 の一重項励起状態にアップコンバージョンされる。

【 0 1 0 6 】

なお、ゲスト層 8 内で三重項 - 三重項消滅 (TTA) を効率よく起こすためには、ゲスト層 8 の厚さを、1 nm 以下で形成することが望ましい。

20

【 0 1 0 7 】

したがって、本実施の形態においては、赤色の波長領域の光を発光する燐光材料であるプラチナム (II) - オクタエチル ポルフィリン (PtOEP) からなる二つの励起子生成層 7 の各々を 0.5 nm の膜厚で形成し、青色の波長領域の光を発光する蛍光材料であり、蛍光量子収率の高い 9,10 - ジフェニルアントラセン (DPA) からなるゲスト層 8 を 1 nm の膜厚で形成した。

【 0 1 0 8 】

なお、有機 EL 素子 40 においては、透光性電極 3 b を 110 nm の膜厚で形成し、正孔注入層 5 を 28 nm の膜厚で形成し、正孔輸送層 6 を 20 nm の膜厚で形成し、陽極 4 に近い方に配置された励起子生成層 7 を 0.5 nm の膜厚で形成し、ゲスト層 8 を 1 nm の膜厚で形成し、陰極 1 1 に近い方に配置された励起子生成層 7 を 0.5 nm の膜厚で形成し、電子輸送層 9 を 40 nm の膜厚で形成し、電子注入層 10 を 1 nm の膜厚で形成し、反射電極 3 a と陰極 1 1 との間の距離を 201 nm にした。

30

【 0 1 0 9 】

〔実施の形態 4〕

次に、図 7 に基づいて、本発明の実施の形態 4 について説明する。本実施の形態においては、複数の有機 EL 素子を備えた有機 EL 表示装置 80 について説明する点において、実施の形態 1 ~ 3 とは異なり、その他については実施の形態 1 ~ 3 において説明したとおりである。説明の便宜上、実施の形態 1 ~ 3 の図面に示した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

40

【 0 1 1 0 】

図 7 は、本実施形態にかかる有機 EL 表示装置 80 の概略構成を示す断面図である。

【 0 1 1 1 】

図示されているように、有機 EL 表示装置 80 は、青色 (B) を発する有機 EL 素子と、緑色 (G) を発する有機 EL 素子と、赤色 (R) を発する有機 EL 素子と、を備えており、各有機 EL 素子間には、バンク材 81 が形成されている。

【 0 1 1 2 】

有機 EL 表示装置 80 において、青色 (B) を発する有機 EL 素子は、上述した実施の形態 1 ~ 3 において説明した、有機 EL 素子 1・30・40 の何れかであってもよく、例えば、有機 EL 素子 1 である。

50

【0113】

有機EL表示装置80における青色(B)を発する有機EL素子が有機EL素子1である場合には、反射電極3aと陰極11との間に、形成されている蒸着層83は、透光性電極3bと、正孔注入層5と、正孔輸送層6と、励起子生成層7と、ゲスト層8と、電子輸送層9と、電子注入層10とで構成されていることとなる。

【0114】

有機EL表示装置80における赤色(R)を発する有機EL素子においては、反射電極3a上に、透光性電極3bと、正孔注入層5と、正孔輸送層6と、励起子生成層7と、ゲスト層8と、電子輸送層9と、電子注入層10とで構成される蒸着層83が形成され、蒸着層83上には、反射電極3aと陰極11との間の距離を、赤色の波長領域の光を増強させる距離にするための膜厚調整層84が形成されている。

10

【0115】

なお、本実施の形態においては、膜厚調整層84として、陰極11と電氣的に接続された透明電極を用いたが、これに限定されることはない。

【0116】

有機EL表示装置80における緑色(G)を発する有機EL素子においては、反射電極3aと陰極11との間に、蒸着層82が形成されており、蒸着層82は、透光性電極と、正孔注入層と、正孔輸送層と、緑色発光層と、電子輸送層と、電子注入層とで構成されている。

【0117】

有機EL表示装置80においては、青色(B)を発する有機EL素子と、赤色(R)を発する有機EL素子とを、同一発光層(励起子生成層7およびゲスト層8)を用いて形成することができる。

20

【0118】

〔実施の形態5〕

次に、図8および図9に基づいて、本発明の実施の形態5について説明する。本実施の形態においては、赤色(R)を発する有機EL素子と、緑色(G)を発する有機EL素子と、青色(B)を発する有機EL素子を、同一発光層(励起子生成層7、ゲスト層8およびゲスト層8a)を用いて形成している点において、実施の形態4とは異なり、その他については実施の形態4において説明したとおりである。説明の便宜上、実施の形態4の図面に示した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

30

【0119】

図8は、励起子生成層7と隣接する位置に、ゲスト層8およびゲスト層8aとを、備えた有機EL素子50における発光機構を説明するための図である。なお、図8においては、陽極4とゲスト層8との間に設けられている正孔注入層5および正孔輸送層6と、陰極11とゲスト層8aとの間に設けられている電子輸送層9および電子注入層10との図示は省略している。

【0120】

図8に図示されているように、有機EL素子50においては、ホスト材料(ドナー)としての励起子生成層7は、燐光材料を含む層であり、本実施の形態においては、燐光材料からなる層を用いた。また、ゲスト材料(アクセプター)としてのゲスト層8およびゲスト層8aは、蛍光材料を含む層、具体的には、遅延蛍光体を含む蛍光材料を含む層である。

40

【0121】

励起子生成層7は、燐光材料からなるので、励起子生成層7においては、励起子が、三重項励起状態(T_1 状態)として生成される確率は理論的には100%である。

【0122】

励起子生成層7の最低三重項励起状態のエネルギー準位(E_{T_1})の励起子の一部は、基底状態のエネルギー準位(E_{S_0})となる際に、赤色の波長領域(第2波長領域)の光

50

を発光し、励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) の励起子の残りの一部は、ゲスト層 8 およびゲスト層 8 a の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) へ、TTE (Triplet-Triplet Energy Transfer)、すなわち、デクスター遷移を起こす。

【0123】

デクスター遷移を起こすためには、励起子生成層 7 とゲスト層 8 または、励起子生成層 7 とゲスト層 8 a が、互いに隣接して形成される必要があり、デクスター遷移によるエネルギー移動を効率良く起こすためには、ゲスト層 8 における陽極 4 と対向する面から、励起子生成層 7 における陰極 11 と対向する面までの距離は、2 nm 以下であることが好ましく、ゲスト層 8 a における陰極 11 と対向する面から、励起子生成層 7 における陽極 4 と対向する面までの距離は、2 nm 以下であることが好ましい。

10

【0124】

また、励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) は、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) より高い必要があるとともに、ゲスト層 8 a の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) よりも高い必要がある。

【0125】

励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) からゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) にデクスター遷移された励起子は、三重項 - 三重項消滅 (TTA (Triplet-Triplet-Annihilation)) を経て、励起子生成層 7 の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) およびゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) よりも高いエネルギー準位を有するゲスト層 8 の一重項励起状態にアップコンバージョンされる。

20

【0126】

なお、ゲスト層 8 内で三重項 - 三重項消滅 (TTA) を効率よく起こすためには、ゲスト層 8 の厚さを、1 nm 以下で形成するのが望ましい。

【0127】

同様に、励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) からゲスト層 8 a の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) にデクスター遷移された励起子は、三重項 - 三重項消滅 (TTA (Triplet-Triplet-Annihilation)) を経て、励起子生成層 7 の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) およびゲスト層 8 a の三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) よりも高いエネルギー準位を有するゲスト層 8 a の一重項励起状態にアップコンバージョンされる。

30

【0128】

なお、ゲスト層 8 a 内で三重項 - 三重項消滅 (TTA) を効率よく起こすためには、ゲスト層 8 a の厚さを、1 nm 以下で形成するのが望ましい。

【0129】

ゲスト層 8 は、励起子生成層 7 から遷移された励起子が、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) よりも高いエネルギー準位を有する最低一重項励起状態から基底状態となる際に青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光を発光する層である。

【0130】

一方、ゲスト層 8 a は、励起子生成層 7 から遷移された励起子が、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) よりも高いエネルギー準位を有する最低一重項励起状態から基底状態となる際に緑色の波長領域 (第 3 波長領域) の光を発光する層である。

40

【0131】

なお、本実施の形態においては、赤色の波長領域の光を発光する燐光材料であるプラチナム (II) - オクタエチル - ポルフィリン (PtOEP) からなる励起子生成層 7 を 1 nm の膜厚で形成し、青色の波長領域の光を発光する蛍光材料であり、蛍光量子収率の高い 9, 10 - ジフェニルアントラセン (DPA) からなるゲスト層 8 を 0.5 nm の膜厚で形成し、緑色の波長領域の光を発光する蛍光材料であり、9, 10 - bis(penylethynyl)an

50

thraceneからなるゲスト層 8 a を 0 . 5 n m の膜厚で形成した。

【 0 1 3 2 】

図 9 は、本実施形態にかかる有機 E L 表示装置 9 0 の概略構成を示す断面図である。

【 0 1 3 3 】

図示されているように、有機 E L 表示装置 9 0 は、青色 (B) を発する有機 E L 素子と、緑色 (G) を発する有機 E L 素子と、赤色 (R) を発する有機 E L 素子と、を備えており、各有機 E L 素子間には、バンク材 8 1 が形成されている。

【 0 1 3 4 】

有機 E L 表示装置 9 0 において、青色 (B) を発する有機 E L 素子は、例えば、図 8 に図示した有機 E L 素子 5 0 である。

10

【 0 1 3 5 】

有機 E L 表示装置 9 0 における青色 (B) を発する有機 E L 素子においては、反射電極 3 a と陰極 1 1 との間に、形成されている蒸着層 9 1 は、透光性電極 3 b と、正孔注入層 5 と、正孔輸送層 6 と、青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光を発光する層であるゲスト層 8 と、赤色の波長領域 (第 2 波長領域) の光が発光される励起子生成層 7 と、緑色の波長領域 (第 3 波長領域) の光を発光する層であるゲスト層 8 a と、電子輸送層 9 と、電子注入層 1 0 とで構成されていることとなる。

【 0 1 3 6 】

有機 E L 表示装置 9 0 における緑色 (G) を発する有機 E L 素子においては、反射電極 3 a 上に、蒸着層 9 1 が形成され、蒸着層 9 1 上には、反射電極 3 a と陰極 1 1 との間の距離を、緑色の波長領域の光を増強させる距離にするための膜厚調整層 9 3 が形成されている。

20

【 0 1 3 7 】

有機 E L 表示装置 9 0 における赤色 (R) を発する有機 E L 素子においては、反射電極 3 a 上に、蒸着層 9 1 が形成され、蒸着層 9 1 上には、反射電極 3 a と陰極 1 1 との間の距離を、赤色の波長領域の光を増強させる距離にするための膜厚調整層 9 2 が形成されている。

【 0 1 3 8 】

なお、本実施の形態においては、膜厚調整層 9 2 ・ 9 3 として、陰極 1 1 と電氣的に接続された透明電極を用いたが、これに限定されることはない。

30

【 0 1 3 9 】

有機 E L 表示装置 9 0 においては、青色 (B) を発する有機 E L 素子と、緑色 (G) を発する有機 E L 素子と、赤色 (R) を発する有機 E L 素子と、を、同一発光層 (励起子生成層 7 、ゲスト層 8 およびゲスト層 8 a) を用いて形成することができる。

【 0 1 4 0 】

< 有機 E L 素子の製造工程 >

ここで、有機 E L 素子 1 の製造工程について、簡単に説明する。なお、通常、有機 E L 素子は、スイッチング素子としてトランジスタを有しているが、本実施の形態ではその製造工程については言及しない。

【 0 1 4 1 】

有機 E L 素子 1 の製造工程には、陽極 4 を形成する工程と、陰極 1 1 を形成する工程と、陽極 4 と陰極 1 1 との間に有機層 (励起子生成層 7 およびゲスト層 8) を形成する工程とが含まれている。

40

【 0 1 4 2 】

有機層 (励起子生成層 7 およびゲスト層 8) を形成する工程には、励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) は、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) より高くなるように、励起子生成層 7 を形成する工程と、ゲスト層 8 を形成する工程と、が含まれている。

【 0 1 4 3 】

また、ゲスト層 8 からの発光が短波長な青色もしくは紫外域の発光の場合、ゲスト層 8

50

の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) は、励起子生成層 7 の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) より高くなるように、励起子生成層 7 を形成する工程と、ゲスト層 8 を形成する工程と、を含むことが好ましい。

【0144】

励起子生成層 7 を形成する工程においては、陽極 4 からの正孔 h^+ と陰極 11 からの電子 e^- とが結合して励起子を生成するとともに、上記生成された励起子の一部が基底状態となる際に赤色の波長領域 (第 2 波長領域) の光を発光する励起子生成層 7 を形成する。

【0145】

ゲスト層 8 を形成する工程においては、その膜厚が 1 nm 以下であり、励起子生成層 7 と隣接するように、励起子生成層 7 から遷移された上記励起子が、最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) よりも高いエネルギー準位を有する最低一重項励起状態から基底状態となる際に青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光を発光するゲスト層 8 を形成する。

10

【0146】

そして、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離を調整する工程においては、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離を、ゲスト層 8 から発光される青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光を増強させる距離に設定した。

【0147】

なお、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離を調整する工程においては、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離を、ゲスト層 8 から発光される青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光の中心波長の強度を増強させる距離に設定することが好ましい。

20

【0148】

さらに、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離を調整する工程においては、反射電極 3a と陰極 11 との間の距離を、反射電極 3a と陰極 11 との間の少なくとも有機層である励起子生成層 7 およびゲスト層 8 を含む蒸着膜 (透光性電極 3b、正孔注入層 5、正孔輸送層 6、励起子生成層 7、ゲスト層 8、電子輸送層 9、電子注入層 10) の膜厚によって調整することができ、上記蒸着膜の膜厚を d 、上記蒸着膜の屈折率を n 、ゲスト層 8 から発光される青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光の中心波長を λ 、 m を 1 ~ 10 の整数とした場合、上記蒸着膜の膜厚 d は、 $d = (m \times \lambda) / (2 \times n)$ を満たすことが好ましい。

30

【0149】

なお、励起子生成層 7 を形成する工程において、励起子生成層 7 を燐光材料を含む層で形成し、ゲスト層 8 を形成する工程において、ゲスト層 8 を蛍光材料を含む層で形成した。そして、励起子生成層 7 を形成する工程およびゲスト層 8 を形成する工程においては、励起子生成層 7 とゲスト層 8 との合計厚さを、2 nm 以下で形成することが好ましい。

【0150】

有機 EL 素子 1 の製造工程には、陽極 4 と有機層 (励起子生成層 7 およびゲスト層 8) との間に、正孔輸送層 6 を形成する工程と、陰極 11 と上記有機層 (励起子生成層 7 およびゲスト層 8) との間に、電子輸送層 9 を形成する工程とが含まれており、電子輸送層 9 における電子 e^- の移動度が、正孔輸送層 6 における正孔 h^+ の移動度より大きい場合には、ゲスト層 8 を形成する工程は、励起子生成層 7 を形成する工程と電子輸送層 9 を形成する工程との間に行われることが好ましい。

40

【0151】

また、有機 EL 素子 1 の製造工程には、陽極 4 と有機層 (励起子生成層 7 およびゲスト層 8) との間に、正孔輸送層 6 を形成する工程と、陰極 11 と上記有機層 (励起子生成層 7 およびゲスト層 8) との間に、電子輸送層 9 を形成する工程とが含まれており、正孔輸送層 6 における正孔 h^+ の移動度が、電子輸送層 9 における電子 e^- の移動度より大きい場合には、ゲスト層 8 を形成する工程は、励起子生成層 7 を形成する工程と正孔輸送層 6 を形成する工程との間に行われることが好ましい。

【0152】

50

ゲスト層 8 a を形成する工程においては、ゲスト層 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) とは異なるエネルギー準位を有するゲスト層 8 a の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) と、ゲスト層 8 の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) とは異なるエネルギー準位を有するゲスト層 8 a の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) と、を有する。

【0153】

また、ゲスト層 8 a の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) は、励起子生成層 7 の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) より高くてもよく、かつ、ゲスト層 8 a の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) は、励起子生成層 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) より低い、ゲスト層 8 a を形成し、ゲスト層 8 a においては、励起子生成層 7 から遷移された上記励起子が、ゲスト層 8 a の最低三重項励起状態のエネルギー準位 (E_{T_1}) よりも高いエネルギー準位を有するゲスト層 8 a の最低一重項励起状態のエネルギー準位 (E_{S_1}) から基底状態となる際に緑色の波長領域 (第 3 波長領域) の光を発光する。

【0154】

反射電極 3 a と陰極 1 1 との間の距離を調整する工程においては、反射電極 3 a と陰極 1 1 との間の距離を、反射電極 3 a と陰極 1 1 との間の少なくとも有機層である励起子生成層 7 およびゲスト層 8 を含む蒸着膜 (透光性電極 3 b、正孔注入層 5、正孔輸送層 6、励起子生成層 7、ゲスト層 8、電子輸送層 9、電子注入層 10) の膜厚を、赤色の波長領域 (第 2 波長領域) の光、青色の波長領域 (第 1 波長領域) の光および緑色の波長領域 (第 3 波長領域) の光の何れか一つを増強する膜厚に設けることが好ましい。

【0155】

ゲスト層 8 の上面および上記上面と対向する下面の両方に、ゲスト層 8 と隣接して励起子生成層 7 を形成するため、励起子生成層 7 を形成する工程は、2 回行われることが好ましい。

【0156】

〔まとめ〕

本発明の態様 1 に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極および陰極と、上記陽極と上記陰極との間に形成された有機層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、上記有機層は、互いに少なくとも 1 層以上隣接して形成された、少なくとも 1 種類以上の燐光材料を含む第 1 の層と、少なくとも 1 種類以上の蛍光材料を含む第 2 の層とを含み、かつ、上記第 1 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、上記第 2 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位より高く、上記第 2 の層の厚さは、1 nm 以下で形成されており、上記第 1 の層において生成された三重項励起子から、上記第 2 の層の三重項励起状態の励起子にエネルギー移動を起こし、上記第 2 の層中の分子間で上記三重項励起状態の励起子から一重項励起状態の励起子へのアップコンバージョンが起こることにより生成された、上記第 2 の層の最低一重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 1 波長領域の光の発光を含む、少なくとも 1 種類以上の波長領域の光の発光を有することを特徴としている。

【0157】

上記構成によれば、上記有機層は、互いに少なくとも 1 層以上隣接して形成された、少なくとも 1 種類以上の燐光材料を含む第 1 の層と、少なくとも 1 種類以上の蛍光材料を含む第 2 の層とを含み、第 1 の層中の分子の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、第 2 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位よりも高く、また、上記第 2 の層の厚さが 1 nm 以下で形成されていることから、第 1 の層中の分子の三重項励起子から第 2 の層中の分子の三重項励起子へのエネルギー移動を効率良く起こすことができ、高い発光効率を有する有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

【0158】

また、上記構成によれば、第 2 の層中の分子の三重項励起状態の励起子からのアップコンバージョンにより第 2 の層中の分子の一重項励起状態の励起子を生成することができる

ため、色度の高い短波長の光を発光する有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

【0159】

本発明の態様2に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様1において、上記第1の層において生成された三重項励起子中、上記第2の層の三重項励起状態の励起子へのエネルギー移動を起こさない、上記第1の層の最低三重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第2波長領域の光の発光を含んでいてもよい。

【0160】

上記構成によれば、第2波長領域の光の発光を含む有機エレクトロルミネッセンス素子を実現できる。

10

【0161】

本発明の態様3に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様1または2において、上記第2の層の最低一重項励起状態のエネルギー準位は、上記第1の層の最低一重項励起状態のエネルギー準位より高くてもよい。

【0162】

上記構成によれば、上記第2の層の最低一重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第1波長領域の光がより短波長の光である有機エレクトロルミネッセンス素子を実現できる。

【0163】

本発明の態様4に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様1から3の何れかにおいて、上記第1の層と上記第2の層との合計厚さは、2nm以下であることが好ましい。

20

【0164】

上記構成によれば、三重項励起子のエネルギー移動を効率良く起こす有機エレクトロルミネッセンス素子を実現できる。

【0165】

本発明の態様5に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様2において、上記陽極および上記陰極の何れか一方には反射層が、他方には半透過反射層が備えられており、上記反射層と上記半透過反射層との間の距離は、上記第1波長領域の光および上記第2波長領域の光の何れか一つを増強させる距離に設定されていてもよい。

30

【0166】

上記構成によれば、上記陽極および上記陰極の何れか一方における反射層と、他方における半透過反射層との間の距離は、上記第1波長領域の光および上記第2波長領域の光の何れか一つを増強させる距離に設定されているので、希望する特定の波長領域の光を取り出すことができる有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

【0167】

本発明の態様6に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様5において、上記反射層と上記半透過反射層との間の距離は、上記反射層と上記半透過反射層との間の少なくとも上記有機層を含む蒸着膜の膜厚によって調整されており、上記蒸着膜の膜厚を d 、上記蒸着膜の屈折率を n 、上記光の波長領域の中心波長を λ 、 m を1～10の整数とした場合、上記蒸着膜の膜厚 d は、 $d = (m \times \lambda) / (2 \times n)$ を満たすことが好ましい。

40

【0168】

上記構成によれば、比較的に光学距離の設定を容易することができる有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

【0169】

本発明の態様7に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様1から6の何れかにおいて、上記蛍光材料は、青色領域の光を発光する蛍光材料であることが好ましい。

【0170】

上記構成によれば、青色領域の光を発光する有機エレクトロルミネッセンス素子を実現できる。

50

【 0 1 7 1 】

本発明の態様 8 に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様 1 から 7 の何れかにおいて、上記燐光材料は、赤色領域の光または緑色領域の光を発光する燐光材料であることが好ましい。

【 0 1 7 2 】

上記構成によれば、赤色領域の光または緑色領域の光を発光する有機エレクトロルミネッセンス素子を実現できる。

【 0 1 7 3 】

本発明の態様 9 に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様 1 から 8 の何れかにおいて、上記陽極と上記有機層との間には、正孔輸送層が形成されており、上記陰極と上記有機層との間には、電子輸送層が形成されており、上記正孔輸送層における正孔の移動度が、上記電子輸送層における電子の移動度より大きい場合には、上記第 2 の層は、上記第 1 の層より上記正孔輸送層の近くに配置されていることが好ましい。

10

【 0 1 7 4 】

上記構成によれば、効率良く励起子を生成することができる有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

【 0 1 7 5 】

本発明の態様 1 0 に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様 1 から 8 の何れかにおいて、上記陽極と上記有機層との間には、正孔輸送層が形成されており、上記陰極と上記有機層との間には、電子輸送層が形成されており、上記電子輸送層における電子の移動度が、上記正孔輸送層における正孔の移動度より大きい場合には、上記第 2 の層は、上記第 1 の層より上記電子輸送層の近くに配置されていることが好ましい。

20

【 0 1 7 6 】

上記構成によれば、効率良く励起子を生成することができる有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

【 0 1 7 7 】

本発明の態様 1 1 に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様 1 から 1 0 の何れかにおいて、上記有機層は、1 種類以上の蛍光材料を含む第 3 の層を含み、上記第 3 の層は、上記第 1 の層における上記第 2 の層が配置された側とは反対側に、上記第 1 の層と隣接して形成されており、上記第 3 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、上記第 1 の層の最低三重項励起状態のエネルギー準位より低く、かつ、上記第 2 の層の上記最低三重項励起状態のエネルギー準位とは異なるエネルギー準位を有し、上記第 3 の層の最低一重項励起状態のエネルギー準位は、上記第 1 の層の最低一重項励起状態のエネルギー準位より高く、かつ、上記第 2 の層の上記最低一重項励起状態のエネルギー準位とは異なるエネルギー準位を有し、上記第 3 の層の厚さは、1 n m 以下で形成されており、上記第 1 の層において生成された三重項励起子から、上記第 2 の層の最低三重項励起状態の励起子にエネルギー移動を起こし、上記第 2 の層中の分子間で上記最低三重項励起状態の励起子から最低一重項励起状態の励起子へのアップコンバージョンが起こることにより生成された、上記第 2 の層の最低一重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 1 波長領域の光の発光と、上記第 1 の層において生成された三重項励起子から、上記第 3 の層の最低三重項励起状態の励起子にエネルギー移動を起こし、上記第 3 の層中の分子間で上記最低三重項励起状態の励起子から最低一重項励起状態の励起子へのアップコンバージョンが起こることにより生成された、上記第 3 の層の最低一重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 3 波長領域の光の発光と、上記第 1 の層において生成された三重項励起子中、上記第 2 の層の最低三重項励起状態の励起子へのエネルギー移動を起こさない、上記第 1 の層の最低三重項励起状態の励起子が、基底状態となる際に生じる、第 2 波長領域の光の発光と、を含み、上記第 1 波長領域の光、上記第 3 波長領域の光および上記第 2 波長領域の光の順に、より短波長領域の光であってもよい。

30

40

【 0 1 7 8 】

上記構成によれば、3 種類の異なる波長領域の光を発光する有機エレクトロルミネッセ

50

ンス素子を実現することができる。

【 0 1 7 9 】

本発明の態様 1 2 に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記態様 1 1 において、上記陽極および上記陰極の何れか一方には反射層が、他方には半透過反射層が備えられており、上記反射層と上記半透過反射層との間の距離は、上記第 1 波長領域の光、上記第 2 波長領域の光および上記第 3 波長領域の光の何れか一つを増強させる距離に設定されていてもよい。

【 0 1 8 0 】

上記構成によれば、上記陽極および上記陰極の何れか一方における反射層と、他方における半透過反射層との間の距離は、上記第 1 波長領域の光、上記第 2 波長領域の光および上記第 3 波長領域の光の何れか一つを増強させる距離に設定されているので、希望する特定の波長領域の光を取り出すことができる有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

10

【 0 1 8 1 】

本発明の態様 1 3 に係る有機エレクトロルミネッセンス表示装置は、上記態様 1 から 1 2 の何れかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えている。

【 0 1 8 2 】

上記構成によれば、高い発光効率を有し、色度の高い短波長の光を発光する有機エレクトロルミネッセンス表示装置を実現することができる。

【 0 1 8 3 】

20

〔 付 記 事 項 〕

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

【 産 業 上 の 利 用 可 能 性 】

【 0 1 8 4 】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子と、有機エレクトロルミネッセンス表示装置とに利用することができる。

30

【 符 号 の 説 明 】

【 0 1 8 5 】

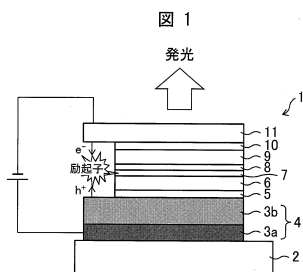
- | | |
|-----|--------------------------------|
| 1 | 有機 E L 素子 (有機エレクトロルミネッセンス素子) |
| 2 | 基板 |
| 3 a | 反射電極 (反射層) |
| 3 b | 透光性電極 |
| 4 | 陽極 |
| 4 a | 陽極 (半透過反射層) |
| 5 | 正孔注入層 |
| 6 | 正孔輸送層 |
| 7 | 励起子生成層 (第 1 の層) |
| 8 | ゲスト層 (第 2 の層) |
| 8 a | ゲスト層 (第 3 の層) |
| 9 | 電子輸送層 |
| 1 0 | 電子注入層 |
| 1 1 | 陰極 (半透過反射層) |
| 2 1 | 陰極 (反射層) |
| 3 0 | 有機 E L 素子 (有機エレクトロルミネッセンス素子) |
| 4 0 | 有機 E L 素子 (有機エレクトロルミネッセンス素子) |
| 5 0 | 有機 E L 素子 (有機エレクトロルミネッセンス素子) |

40

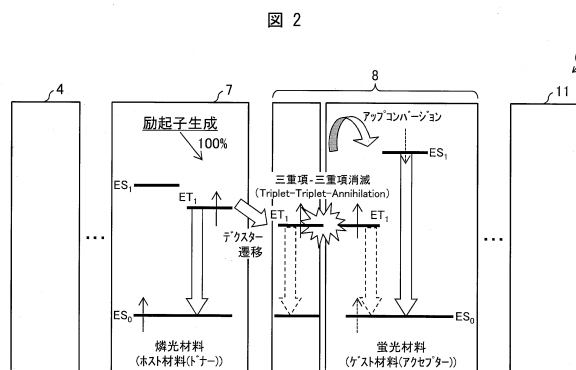
50

8 0	有機 E L 表示装置 (有機エレクトロルミネッセンス表示装置)
8 1	バンク材
8 2	蒸着層
8 3	蒸着層
8 4	膜厚調整層
9 0	有機 E L 表示装置 (有機エレクトロルミネッセンス表示装置)
9 1	蒸着層
9 2	膜厚調整層

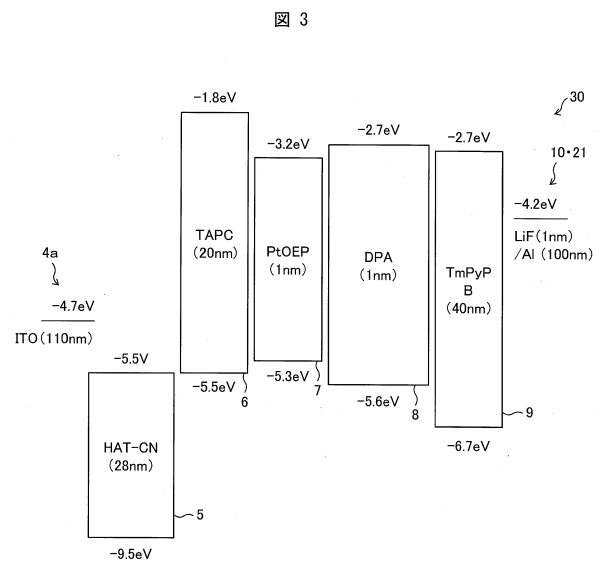
【 図 1 】



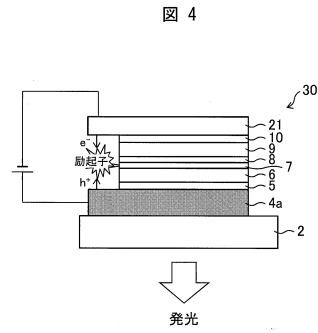
【 図 2 】



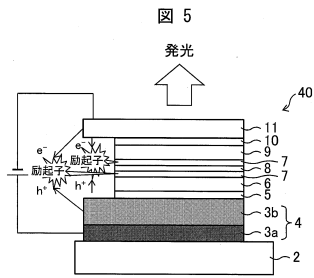
【 図 3 】



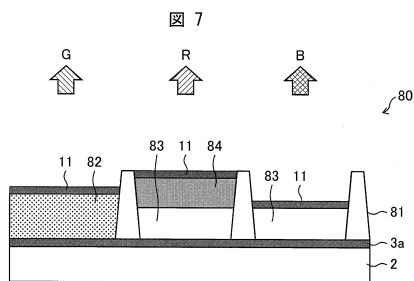
【図 4】



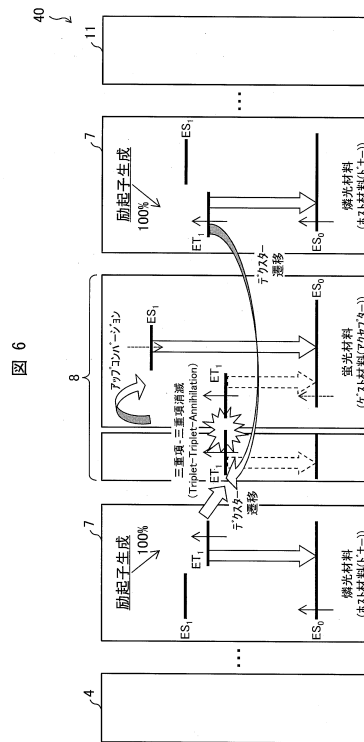
【図 5】



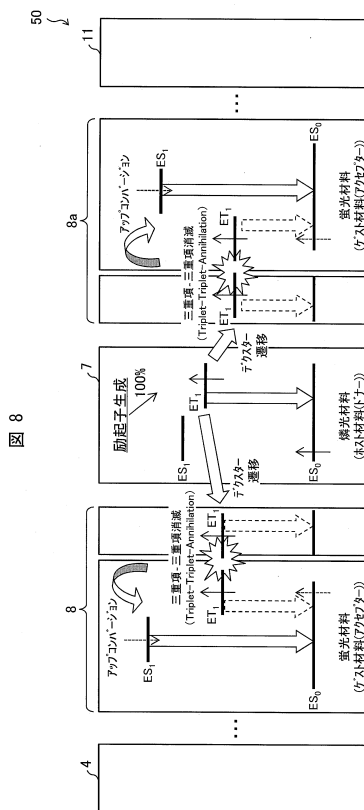
【図 7】



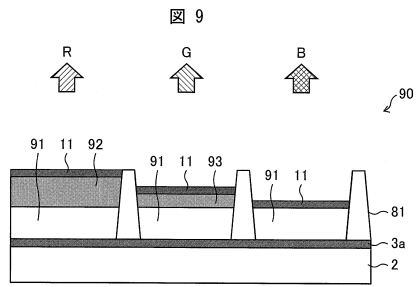
【図 6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 5 B 33/22 C
G 0 9 F 9/30 3 6 5

(72)発明者 二星 学
大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
(72)発明者 小池 英士
大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
(72)発明者 川戸 伸一
大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
(72)発明者 菊池 克浩
大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内

審査官 井亀 諭

(56)参考文献 特開2015-185728(JP,A)
特開2010-114070(JP,A)
特表2015-523675(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 5 B 3 3 / 1 2
G 0 9 F 9 / 3 0
H 0 1 L 2 7 / 3 2
H 0 1 L 5 1 / 5 0
H 0 5 B 3 3 / 2 4

专利名称(译)	有机电致发光器件和有机电致发光显示器件		
公开(公告)号	JP6510082B2	公开(公告)日	2019-05-08
申请号	JP2017566997	申请日	2017-02-09
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
当前申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	伊藤麻絵 塚本優人 二星学 小池英士 川戸伸一 菊池克浩		
发明人	伊藤 麻絵 塚本 優人 二星 学 小池 英士 川戸 伸一 菊池 克浩		
IPC分类号	H05B33/12 H01L51/50 H01L27/32 H05B33/24 G09F9/30		
CPC分类号	H01L51/5016 H01L51/5028 H01L51/5036 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L51/5206 H01L51/5221 H01L2251/5315 H01L2251/533 H01L2251/5376 H01L2251/558		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/14.B H01L27/32 H05B33/24 H05B33/22.A H05B33/22.C G09F9/30.365		
优先权	2016024108 2016-02-10 JP		
其他公开文献	JPWO2017138607A5 JPWO2017138607A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)	(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特 許 公 報(B2)	(11) 特許番号 特許第6510082号 (P6510082)
本发明提供一种有机EL元件，其具有高发光效率并且发射包括具有高色度的短波长光的不同波长区域的多个光。在有机EL元件(1)中，激子产生层(7)和客体层(8)彼此相邻形成。	(45) 発行日 令和1年5月8日(2019.5.8)	(24) 登録日 平成31年4月12日(2019.4.12)	
	(51) Int. Cl. H05B 33/12 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01) H05B 33/24 (2006.01) G09F 9/30 (2006.01)	F I H05B 33/12 C H05B 33/14 B H01L 27/32 H05B 33/24 A H05B 33/22	請求項の数 13 (全 26 頁) 最終頁に続く
	(21) 出願番号 特願2017-566997(P2017-566997) (86) (22) 出願日 平成29年2月9日(2017.2.9) (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/004729 (87) 国際公開番号 WO2017/138607 (87) 国際公開日 平成29年8月17日(2017.8.17) (87) 優先権主張番号 特願2016-24108(P2016-24108) (31) 優先日 平成28年2月10日(2016.2.10) (32) 優先権主張国 日本国(JP)	(73) 特許権者 000005049 シャープ株式会社 大阪府堺市堺区匠町1番地 (74) 代理人 110000338 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMA R K (72) 発明者 伊藤 麻絵 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内 (72) 発明者 塚本 優人 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内	最終頁に続く
	(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子および有機エレクトロルミネッセンス表示装置		