

(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2015-128062

(P2015-128062A)

(43) 公開日 平成27年7月9日(2015.7.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 C	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 B	
	H05B 33/22 D	
	H05B 33/22 B	

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-245553 (P2014-245553)	(71) 出願人	501426046
(22) 出願日	平成26年12月4日 (2014.12.4)		エルジー ディスプレイ カンパニー リ
(31) 優先権主張番号	10-2013-0167617		ミテッド
(32) 優先日	平成25年12月30日 (2013.12.30)		大韓民国 ソウル、ヨンドゥンポング、ヨ
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		ウィーテロ 128
		(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎
		(74) 代理人	100117776
			弁理士 武井 義一

最終頁に続く

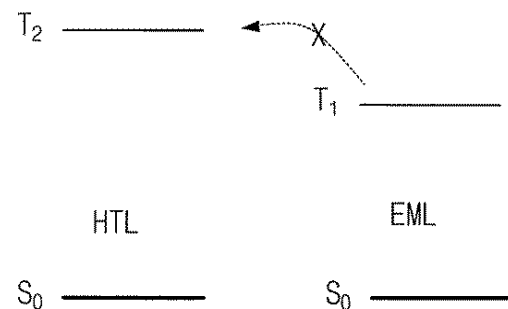
(54) 【発明の名称】 有機発光ダイオード及び有機発光ダイオード表示装置

(57) 【要約】

【課題】有機発光ダイオードの発光効率増加における限界を克服し、また、有機発光ダイオード表示装置の消費電力を最小化する。

【解決手段】互いに離隔する陽極及び陰極と、前記陽極と前記陰極の間に位置し、第1三重項エネルギーを有する第1ホスト物質を含む第1発光物質層と、前記第1発光物質層と前記陽極の間に位置し、前記第1三重項エネルギーより大きい第2三重項エネルギーを有する物質を含む正孔輸送層とを備える有機発光ダイオードを提供する。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに離隔する陽極及び陰極と、
前記陽極と前記陰極の間に位置し、第 1 三重項エネルギーを有する第 1 ホスト物質を含む第 1 発光物質層と、

前記第 1 発光物質層と前記陽極の間に位置し、前記第 1 三重項エネルギーより大きい第 2 三重項エネルギーを有する物質を含む正孔輸送層と、
を備える有機発光ダイオード。

【請求項 2】

前記第 1 発光物質層と前記陰極の間に位置し、前記第 1 三重項エネルギーより大きい第 3 三重項エネルギーを有する第 2 ホスト物質を含む第 2 発光物質層を更に備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の有機発光ダイオード。

10

【請求項 3】

前記正孔輸送層と前記陽極の間に位置する正孔注入層を更に備えることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の有機発光ダイオード。

【請求項 4】

前記第 1 三重項エネルギーと前記第 3 三重項エネルギーの差は 0.1 eV 以上であることを特徴とする、請求項 2 に記載の有機発光ダイオード。

【請求項 5】

前記第 1 三重項エネルギーと前記第 2 三重項エネルギーの差は 0.1 eV 以上であることを特徴とする、請求項 1 に記載の有機発光ダイオード。

20

【請求項 6】

前記第 1 発光物質層と前記陰極の間に順次積層される、電子輸送層と電子注入層とを更に備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の有機発光ダイオード。

【請求項 7】

第 1 基板上に位置し、互いに交差して画素領域を定義するゲート配線及びデータ配線と、

前記ゲート配線または前記データ配線に平行に離隔するパワー配線と、

前記ゲート配線及び前記データ配線に接続されるスイッチング薄膜トランジスタと、

前記スイッチング薄膜トランジスタ及び前記パワー配線に接続される駆動薄膜トランジスタと、

30

前記駆動薄膜トランジスタに接続される請求項 1 ~ 請求項 6 のうちいずれか一項に記載の有機発光ダイオードと、
を備える有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 8】

第 1 電極と、

前記第 1 電極と向かい合う第 2 電極と、

前記第 1 電極と前記第 2 電極の間に位置する第 1 発光物質層と、

前記第 1 電極と前記第 1 発光物質層の間に位置する正孔輸送層と、

を備え、

40

前記第 1 発光物質層の三重項エネルギーは前記正孔輸送層の三重項エネルギーより小さいことを特徴とする有機発光ダイオード。

【請求項 9】

前記第 1 発光物質層と前記第 2 電極の間に位置する第 2 発光物質層を更に備え、

前記第 1 発光物質層の三重項エネルギーは前記第 2 発光物質層の三重項エネルギーより小さいことを特徴とする、請求項 8 に記載の有機発光ダイオード。

【請求項 10】

前記第 1 発光物質層の三重項エネルギーと、前記第 2 発光物質層及び前記正孔輸送層の三重項エネルギーとの差は 0.1 eV 以上であることを特徴とする、請求項 9 に記載の有機発光ダイオード。

50

【請求項 11】

第1基板上に位置し、互いに交差して画素領域を定義するゲート配線及びデータ配線と、
前記ゲート配線または前記データ配線に平行に離隔するパワー配線と、
前記ゲート配線及び前記データ配線に接続されるスイッチング薄膜トランジスタと、
前記スイッチング薄膜トランジスタ及び前記パワー配線に接続される駆動薄膜トランジスタと、
前記駆動薄膜トランジスタに接続される請求項8～請求項10のうちいずれか一項に記載の有機発光ダイオードと、
を備える有機発光ダイオード表示装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光ダイオード表示装置に関するものであり、更に詳しくは発光物質層の発光効率を極大化することができる有機発光ダイオード及びそれを含む有機発光ダイオード表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

フラットパネルディスプレイ装置 (flat panel display: FPD) の一つである有機発光ダイオード (organic light emitting diode: OLED) 表示装置は、高い輝度と低い動作電圧という特性を有する。

20

【0003】

そして、自ら光を出す自発光型であるため、コントラスト比が大きく、超薄型ディスプレイの具現化が可能である。また、応答時間が数マイクロ秒 (μs) 程度で動画像が具現しやすく、視野角に制限されることもなく、低温においても安定的である。更に、直流5～15Vの低電圧で駆動するため、駆動回路の製作及び設計が容易である。

【0004】

また、有機発光ダイオード表示装置の製造工程は、蒸着 (deposition) 及びカプセル化 (encapsulation) のみと言えるほど、製造工程が非常に単純である。

30

【0005】

かかる有機発光ダイオード表示装置は発光のための有機発光ダイオードを含み、前記有機発光ダイオードからの光を利用し、映像を表示する。

【0006】

図1は、従来の有機発光ダイオードの概略的な断面図である。

【0007】

図1に示すように、有機発光ダイオードDは、陽極の役割をする第1電極10と、陰極の役割をする第2電極30と、前記第1電極10と前記第2電極30の間に形成される有機発光層20とからなる。

【0008】

前記第1電極10は、仕事関数値が比較的に高いもの、例えばインジウム・チン・オキサイド (ITO) からなり、前記第2電極30は、仕事関数値が比較的に低いもの、例えばアルミニウム (Al) またはアルミニウム合金 (AlNd) からなる。また、前記有機発光層20は赤・緑・青色の有機発光パターンからなる。

40

【0009】

前記有機発光層20は、発光効率を極大化するため、多層構造を有することができる。例えば、第1電極10から順次に正孔注入層21 (HIL: hole injecting layer)、正孔輸送層22 (HTL: hole transport layer)、発光物質層23 (EML: emitting material layer)、電子輸送層24 (ETL: electron transport layer) 及び電

50

子注入層 25 (EIL: electron injecting layer) からなる。

【0010】

有機発光ダイオード D において、第 1 電極 10 及び第 2 電極 30 からそれぞれ注入された電子と正孔が発光物質層で結合し、励起子 (エキシトン) が形成される。このエキシトンの電気エネルギーが光エネルギーに転換する過程で、発光層のエネルギーバンドギャップに該当する色の光を具現化する。そのとき、発光物質層の物質によって青色、緑色、赤色の有機発光ダイオード D を具現化することができる。

【0011】

最近では、発光物質層に蛍光物質より燐光物質が多く用いられる。その理由は、蛍光物質の場合、発光物質層で形成されるエキシトンのうち、約 25 % の一重項だけが光形成に使われ、75 % の三重項は殆どが熱で消失される反面、燐光物質は、一重項と三重項、両方とも光に転換させる発光メカニズムを有するためである。

【0012】

そのように有機発光ダイオード D の発光効率は消費電力と直接的な関係があるため、有機発光ダイオード D の発光効率を向上させることに焦点が当てられている。

【0013】

例えば、発光物質層 23 に用いられる、発光効率の高い新物質を開発したり、正孔注入または輸送特性の高い物質を開発したりしている。

【0014】

しかし、有機発光ダイオード D の発光効率を向上させるには明白な限界がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は、有機発光ダイオードの発光効率増加における限界を克服することを目的とする。

【0016】

また、有機発光ダイオード表示装置の消費電力を最小化することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

前述のような目的を達成するため、本発明は、互いに離隔する陽極及び陰極と、前記陽極と前記陰極の間に位置し、第 1 三重項エネルギーを有する第 1 ホスト物質を含む第 1 発光物質層と、前記第 1 発光物質層と前記陽極の間に位置し、前記第 1 三重項エネルギーより大きい第 2 三重項エネルギーを有する物質を含む正孔輸送層とを備える有機発光ダイオードを提供する。

【0018】

本発明の有機発光ダイオードは、前記第 1 発光物質層と前記陰極の間に位置し、前記第 1 三重項エネルギーより大きい第 3 三重項エネルギーを有する第 2 ホスト物質を含む第 2 発光物質層を更に備えることを特徴とする。

【0019】

本発明の有機発光ダイオードは、前記正孔輸送層と前記陽極の間に位置する正孔注入層を更に備えることを特徴とする。

【0020】

本発明の有機発光ダイオードにおいて、前記第 1 三重項エネルギーと前記第 3 三重項エネルギーの差は 0.1 eV 以上であることを特徴とする。

【0021】

本発明の有機発光ダイオードにおいて、前記第 1 三重項エネルギーと前記第 2 三重項エネルギーの差は 0.1 eV 以上であることを特徴とする。

【0022】

本発明の有機発光ダイオードは、前記第 1 発光物質層と前記陰極の間に順次積層される

10

20

30

40

50

電子輸送層と電子注入層を更に備えることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

別の観点から、本発明は、第 1 基板上に位置し、互いに交差して画素領域を定義するゲート配線及びデータ配線と、前記ゲート配線または前記データ配線に平行に離隔するパワー配線と、前記ゲート配線及び前記データ配線に接続されるスイッチング薄膜トランジスタと、前記スイッチング薄膜トランジスタ及び前記パワー配線に接続される駆動薄膜トランジスタと、前記駆動薄膜トランジスタに接続される有機発光ダイオードと、前記有機発光ダイオードを覆う第 2 基板とを備える有機発光ダイオード表示装置を提供する。

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

本発明の有機発光ダイオードにおいては、正孔輸送層物質の三重項エネルギーを発光物質層のホスト物質の三重項エネルギーより大きくすることにより、発光物質層で形成されるエキシトンが正孔輸送層に遷移することを防止する。したがって、エキシトンが発光物質層内に長時間留まり、発光に寄与するため、発光効率が向上する効果を奏する。

【 0 0 2 5 】

また、積層された発光物質層を有する有機発光ダイオード構造において、正孔輸送層と離隔する発光物質層のホスト物質の三重項エネルギーを正孔輸送層に隣接した発光物質層のホスト物質より大きくして、発光物質層で形成されるエキシトンが発光領域に留まるようにすることにより、発光効率を更に向上させることができる。

【 0 0 2 6 】

したがって、有機発光ダイオード表示装置の輝度を向上させ、消費電力の増加を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 7 】

【図 1】従来の有機発光ダイオードの概略的な断面図である。

【図 2】本発明に係る有機発光ダイオード表示装置における一つの画素領域に対する回路図である。

【図 3 a】有機発光ダイオードにおけるエネルギー準位による発光効率の限界を説明するための図面である。

【図 3 b】有機発光ダイオードにおけるエネルギー準位による発光効率の限界を説明するための図面である。

【図 4】本発明の第 1 実施例に係る有機発光ダイオードの概略的な断面図である。

【図 5】本発明の第 1 実施例に係る有機発光ダイオードにおけるエネルギー順位を説明するための図面である。

【図 6】本発明の第 2 実施例に係る有機発光ダイオードの概略的な断面図である。

【図 7】本発明の第 2 実施例に係る有機発光ダイオードにおけるエネルギー順位を説明するための図面である。

【図 8】本発明の有機発光ダイオード表示装置の概略的な断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 8 】

以下、図面を参照し、本発明に係る有機発光ダイオード表示装置及びその製造方法を説明する。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、本発明に係る有機発光ダイオード表示装置における一つの画素領域に対する回路図である。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、有機発光ダイオード表示装置には、互いに交差して副画素領域 (S P) を定義するゲート配線 (G L)、データ配線 (D L) 及びパワー配線 (P L) が設けられる。そして、副画素領域 (S P) には、スイッチング薄膜トランジスタ (T s)、駆動薄膜トランジスタ (T d)、ストレージキャパシタ (C s t)、発光ダイオード (D e

10

20

30

40

50

1) が設けられる。

【0031】

スイッチング薄膜トランジスタ (Ts) は、ゲート配線 (GL) 及びデータ配線 (DL) に接続され、駆動薄膜トランジスタ (Td) 及びストレージキャパシタ (Cst) は、スイッチング薄膜トランジスタ (Ts) とパワー配線 (PL) との間に接続される。発光ダイオード (Del) は、駆動薄膜トランジスタ (Td) に接続される。

【0032】

かかる有機発光ダイオード表示装置が映像を表示する動作を説明する。ゲート配線 (GL) に印加されたゲート信号によってスイッチング薄膜トランジスタ (Ts) がターンオンすると、データ配線 (DL) に印加されたデータ信号がスイッチング薄膜トランジスタ (Ts) を通じ、駆動薄膜トランジスタ (Td) のゲート電極及びストレージキャパシタ (Cst) の一電極に印加される。

10

【0033】

駆動薄膜トランジスタ (Td) は、ゲート電極に印加されたデータ信号によってターンオンする。その結果、データ信号に比例する電流がパワー配線 (PL) から駆動薄膜トランジスタ (Td) を通じて発光ダイオード (Del) に流れ、発光ダイオード (Del) は、駆動薄膜トランジスタ (Td) を通じて流れる電流に比例する輝度に発光する。

【0034】

そのとき、ストレージキャパシタ (Cst) は、データ信号に比例する電圧で充電され、一フレームの間、駆動薄膜トランジスタ (Td) のゲート電極の電圧が一定に維持されるようにする。

20

【0035】

したがって、有機発光ダイオード表示装置は、ゲート信号及びデータ信号によって希望する映像を表示することができる。

【0036】

かかる有機発光ダイオード表示装置の有機発光ダイオード D は、陽極の第 1 電極と、正孔輸送層と、発光物質層と、電子輸送層と、陰極の第 2 電極とを備えるが、発光効率の向上のため、前記第 1 電極と前記正孔輸送層の間に位置する正孔注入層と、前記電子輸送層と前記第 2 電極の間に位置する電子注入層とを更に備えることができる。また、前記発光物質層は、互いに異なる物質からなる第 1 及び第 2 発光物質層の二層構造を有することもできる。

30

【0037】

そのとき、前記正孔輸送層、前記発光物質層及び前記電子輸送層の三重項エネルギーの大きさが発光効率に大きく影響を与える。即ち、前記発光物質層とそれに隣接する層との間の三重項エネルギーの大きさが、発光効率において重要要素である。

【0038】

図 3 a 及び図 3 b は、有機発光ダイオードにおけるエネルギー準位による発光効率の限界を説明するための図面である。

【0039】

図 3 a に示すように、発光物質層 (EML) と正孔輸送層 (HTL) を備えて構成される有機発光ダイオードにおいて、前記発光物質層 (EML) を構成するホスト物質の三重項エネルギー (T1) が前記正孔輸送層 (HTL) を構成する物質の三重項エネルギー (T2) より大きい場合、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子が前記発光物質層 (EML) で結合して形成されるエキシトンのエネルギーが、前記発光物質層 (EML) から前記正孔輸送層 (HTL) に遷移する。それによって、発光効率が低下する。

40

【0040】

かかるエネルギー遷移は、電子輸送層を構成する物質の三重項エネルギーが前記発光物質層 (EML) を構成するホスト物質の三重項エネルギー (T1) より小さい場合においても発生する。

【0041】

50

即ち、前記エキシトンは発光物質層（EML）内に留まって発光しなければならないが、エキシトンが発光物質層（EML）に十分に留まることができず、正孔輸送層（HTL）にエネルギー遷移が発生するため、有機発光ダイオード素子の発光効率が低下する。

【0042】

また、図3bに示すように、第1発光物質層（EML1）と、第2発光物質層（EML2）と、正孔輸送層（HTL）とを備えて構成される有機発光ダイオードにおいて、前記正孔輸送層（HTL）に隣接した前記第1発光物質層（EML1）を構成するホスト物質の三重項エネルギー（T1）が前記正孔輸送層（HTL）を構成する物質の三重項エネルギー（T2）より大きい場合、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子が前記第1発光物質層（EML1）で結合して形成されるエキシトンのエネルギーが、前記第1発光物質層（EML1）から前記正孔輸送層（HTL）に遷移し、それによって発光効率が低下する。

10

【0043】

また、前記第1発光物質層（EML1）を構成するホスト物質の三重項エネルギー（T1）が前記第2発光物質層（EML2）を構成するホスト物質の三重項エネルギー（T3）より大きい場合、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子が前記第1発光物質層（EML1）で結合して形成されるエキシトンのエネルギーが、前記第1発光物質層（EML1）から前記第2発光物質層（EML2）に遷移し、それによって発光効率が低下する。

【0044】

20

発光物質層が、前記第1及び第2発光物質層（EML1、EML2）の積層された二層構造を有する場合に、エキシトンは前記正孔輸送層（HTL）に隣接した前記第1発光物質層（EML1）で殆ど形成されるため、前記第1発光物質層（EML1）にエキシトンが十分に留まることができず、前記第2発光物質層（EML2）に遷移する。その結果、希望する発光特性を得ることができない。

【0045】

したがって、本発明においては、エキシトンが形成されて発光領域となる発光物質とそれに隣接した層の三重項エネルギーを調節することにより、エキシトンを発光領域に十分に留まらせることを目的とする。また、それにより、有機発光ダイオードの発光効率を向上させる。

30

【0046】

図4は、本発明の第1実施例に係る有機発光ダイオードの概略的な断面図である。

【0047】

図4に示すように、本発明の第1実施例に係る有機発光ダイオードDは、陽極の第1電極110と、前記第1電極110と離隔する陰極の第2電極130と、前記第1電極110と第2電極130の間に位置する発光物質層123（EML）と、前記発光物質層123と前記第1電極110の間に位置する正孔輸送層122（HTL）とを備える。

【0048】

そのとき、前記発光物質層123を構成するホスト物質は第1三重項エネルギーを有し、前記正孔輸送層122を構成する物質は前記第1三重項エネルギーより大きい第2三重項エネルギーを有する。例えば、前記第2三重項エネルギーは前記第1三重項エネルギーより0.1eV以上大きくても良い。

40

【0049】

したがって、陽極の前記第1電極110から注入された正孔と陰極の前記第2電極130から注入された電子が前記発光物質層123で結合して形成されるエキシトンのエネルギーは、前記正孔輸送層122に遷移せず、前記発光物質層123内に十分に留まり、発光する。その結果、有機発光ダイオードDの発光効率が向上する。

【0050】

即ち、本発明の第1実施例に係る有機発光ダイオードにおけるエネルギー準位を説明するための図5を参照すると、発光物質層（EML）は第1三重項エネルギー（T1）を有

50

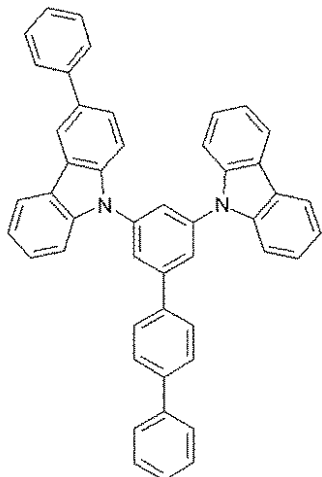
し、正孔輸送層（H T L）は前記第 1 三重項エネルギー（T 1）より大きい第 2 三重項エネルギー（T 2）を有する。前記発光物質層（E M L）と前記正孔輸送層（H T L）の三重項エネルギーの差はエネルギーバリアとなり、前記発光物質層（E M L）のエキシトンエネルギーが前記正孔輸送層（H T L）に遷移することを防止または減少させる。

【 0 0 5 1 】

例えば、前記発光物質層 1 2 3 のホスト物質は、下記化学式 1 で表される物質であっても良い（三重項エネルギー = 2 . 6 6 e V）。

【 0 0 5 2 】

【化 1】



10

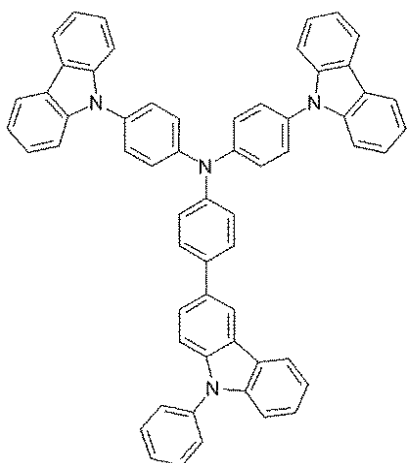
20

【 0 0 5 3 】

また、前記正孔輸送層 1 2 2 の物質は、下記化学式 2 または化学式 3 で表される物質であっても良い。

【 0 0 5 4 】

【化 2】

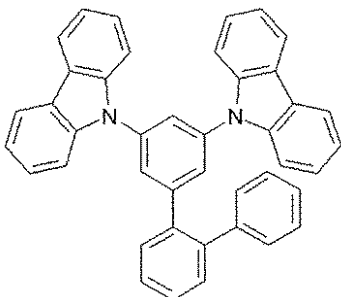


30

40

【 0 0 5 5 】

【化 3】



50

【0056】

前記化学式2及び化学式3の正孔輸送層物質は、高い三重項エネルギー（化学式2の物質の三重項エネルギー＝2.80 eV、化学式3の物質の三重項エネルギー＝2.82 eV）を有し、正孔輸送特性も優れている。したがって、正孔輸送特性が低下することなく、発光物質層123から正孔輸送層122にエキシトンエネルギーが遷移することを防止または減少させることにより、発光効率を大きく向上させることができる。

【0057】

再び図4を参照すると、前記有機発光ダイオードDは、前記発光物質層123と前記第2電極130の間に位置する電子輸送層124（ETL）と、前記正孔輸送層122と前記第1電極110の間に位置する正孔注入層121（HIL）と、前記電子輸送層124と前記第2電極130の間に位置する電子注入層125（EIL）とを更に備えることができる。

10

【0058】

前記電子輸送層124を構成する物質の三重項エネルギーも前記発光物質層のホスト物質の三重項エネルギー（図5のT1）より大きいと、前記発光物質層123のエキシトンエネルギーが前記電子輸送層124に遷移することを防止または減少させることができる。

【0059】

しかし、発光物質層123における発光領域は、前記正孔輸送層122側に偏って形成されるため、前記電子輸送層124に遷移するエキシトンエネルギーは、前記正孔輸送層122に遷移するエキシトンエネルギーより小さい。一方、前記電子輸送層124を構成する物質の三重項エネルギーが増加すると電子輸送特性が低下する傾向がある。したがって、前記電子輸送層124を構成する物質の三重項エネルギーは、前記発光物質層123を構成するホスト物質の三重項エネルギー（T1）との関係に制限を設けない。

20

【0060】

図6は、本発明の第2実施例に係る有機発光ダイオードの概略的な断面図である。

【0061】

図6に示すように、本発明の第2実施例に係る有機発光ダイオードDは、陽極の第1電極210と、前記第1電極210と離隔する陰極の第2電極230と、前記第1電極210と前記第2電極230の間に位置する第1発光物質層223a（EML1）と、前記第1発光物質層223aと前記第1電極210の間に位置する正孔輸送層222（HTL）と、前記第1発光物質層223aと前記第2電極230の間に位置する第2発光物質層223b（EML2）とを備える。

30

【0062】

そのとき、前記第1発光物質層223aを構成する第1ホスト物質は第1三重項エネルギーを有し、前記正孔輸送層222を構成する物質は前記第1三重項エネルギーより大きい第2三重項エネルギーを有する。また、前記第2発光物質層223bを構成する第2ホスト物質は前記第1三重項エネルギーより大きい第3三重項エネルギーを有する。例えば、前記第2及び第3三重項エネルギーのそれぞれは、前記第1三重項エネルギーより0.1 eV以上大きくても良い。

40

【0063】

前述のように、陽極の前記第1電極210から注入された正孔と陰極の前記第2電極230から注入された電子は前記第1発光物質層223aで結合し、エキシトンを形成する。即ち、前記第1発光物質層223aが発光領域となり、前記第2発光物質層223bは補助発光物質層として働く。

【0064】

前記正孔輸送層222物質の第2三重項エネルギーと前記第2発光物質層223bの第2ホスト物質の第3三重項エネルギーが、発光領域である前記第1発光物質層223aの第1ホスト物質の第1三重項エネルギーより大きいと、前記第1発光物質層223aで形成されたエキシトンのエネルギーは、前記正孔輸送層222と前記第2発光物質層22

50

3 b に遷移せず、前記第 1 発光物質層 2 2 3 a 内に十分に留まり、発光する。その結果、有機発光ダイオード D の発光効率が向上する。

【0065】

本発明の第 2 実施例に係る有機発光ダイオードにおけるエネルギー順位を説明するための図 7 を参照すると、第 1 発光物質層 (EML1) は第 1 三重項エネルギー (T1) を有し、正孔輸送層 (HTL) は前記第 1 三重項エネルギー (T1) より大きい第 2 三重項エネルギー (T2) を有する。また、第 2 発光物質層 (EML2) は前記第 1 三重項エネルギー (T1) より大きい第 3 三重項エネルギー (T3) を有する。

【0066】

前記第 1 発光物質層 (EML1) と前記正孔輸送層 (HTL) 及び前記第 2 発光物質層 (EML2) との三重項エネルギーの差はエネルギーバリアとなり、前記第 1 発光物質層 (EML1) のエキシトンエネルギーが前記正孔輸送層 (HTL) 及び前記第 2 発光物質層に遷移することを防止または減少させる。

10

【0067】

例えば、前記第 1 発光物質層 2 2 3 a のホスト物質は、前記化学式 1 で表される物質であっても良く、前記正孔輸送層 2 2 2 の物質は、前記化学式 2 または化学式 3 で表される物質であっても良い。

【0068】

また、前記第 2 発光物質層 2 2 3 b のホスト物質は、前記化学式 2 または化学式 3 で表される物質であっても良い。

20

【0069】

再び図 6 を参照すると、前記有機発光ダイオード D は、前記第 2 発光物質層 2 2 3 b と前記第 2 電極 2 3 0 の間に位置する電子輸送層 2 2 4 (ETL) と、前記正孔輸送層 2 2 2 と前記第 1 電極 2 1 0 の間に位置する正孔注入層 2 2 1 (HIL) と、前記電子輸送層 2 2 4 と前記第 2 電極 2 3 0 の間に位置する電子注入層 2 2 5 (EIL) とを更に備えることができる。

【0070】

図 8 は、本発明の実施例に係る有機発光ダイオード表示装置の概略的な断面図である。

【0071】

図 8 に示すように、有機発光ダイオード表示装置 1 0 0 は、第 1 及び第 2 基板 1 0 1、1 6 0 と、第 1 基板 1 0 1 の上部に設けられるスイッチング薄膜トランジスタ (不図示) と、駆動薄膜トランジスタ (Td) と、発光ダイオード D とを備える。前記第 1 基板 1 0 1 と前記第 2 基板 1 6 0 の間の前面には、シール材 1 5 0 を設けることができる。前記第 1 基板 1 0 1 及び前記第 2 基板 1 6 0 は互いに向かい合い、離隔している。

30

【0072】

互いに向かい合い、離隔する第 1 及び第 2 基板 1 0 1、1 6 0 は複数の画素領域 P を含む。第 1 基板 1 0 1 は下板、TFT 基板またはバックプレーンと呼ばれ、第 2 基板 1 6 0 はカプセル化基板と呼ばれることもある。

【0073】

具体的に、第 1 基板 1 0 1 の上部にはゲート配線 (不図示) が第 1 方向に延長して設けられ、前記駆動薄膜トランジスタ (Td) のゲート電極 1 0 2 が設けられる。ゲート配線及びゲート電極 1 0 2 の上部にはゲート絶縁膜 1 0 4 が設けられる。

40

【0074】

図面に示していないが、前記ゲート配線から延長するスイッチング薄膜トランジスタのゲート電極は、前記第 1 基板 1 0 1 上に設けられる。

【0075】

前記ゲート電極 1 0 2 に対応するゲート絶縁膜 1 0 4 の上部には半導体層 1 0 6 が設けられる。前記半導体層 1 0 6 は酸化物半導体層であっても良い。その場合、前記酸化物半導体層を保護するためのエッチング防止層 (不図示) を設けることができる。また、スイッチング薄膜トランジスタのゲート電極にも対応して半導体層が設けられる。

50

【0076】

前記半導体層106の両端にはそれぞれソース電極108とドレイン電極109が設けられる。ゲート絶縁膜104の上部にはゲート配線と交差し、複数の画素領域を定義するデータ配線（不図示）が設けられる。また、前記データ配線と平行に離隔するパワー配線（不図示）が設けられ、前記ソース電極108をパワー配線に接続することができる。

【0077】

図面に示していないが、スイッチング薄膜トランジスタの半導体層の両端にソース電極及びドレイン電極が設けられる。そのとき、スイッチング薄膜トランジスタのソース電極はデータ配線に接続し、スイッチング薄膜トランジスタのドレイン電極は駆動薄膜トランジスタのゲート電極に接続することができる。

10

【0078】

ゲート電極102と、酸化物半導体層106と、ソース電極108と、ドレイン電極109は、駆動薄膜トランジスタ（*Td: driving thin film transistor*）を構成する。

【0079】

スイッチング薄膜トランジスタ及び駆動薄膜トランジスタ（*Td*）の上部には保護層140が設けられ、前記保護層140は前記ドレイン電極109を露出するドレインコンタクトホール143を含む。

【0080】

そして、前記保護層140の上部には第1電極110が設けられるが、第1電極110はドレインコンタクトホール142を介し、ドレイン電極109に接続される。

20

【0081】

前記保護層140上には、前記第1電極110の縁部を覆うバンク144が設けられる。前記バンク144は、第1電極110の中央部を露出する開口部を含む。

【0082】

バンク144の上部には開口部を介して第1電極110と接触する発光層120が設けられ、発光層120の上部には第2電極130が設けられる。

【0083】

第1電極110と、発光層120と、第2電極130は発光ダイオードDを構成する。前記第1及び第2電極120、130に電圧が印加されると、前記発光層120から光が放出され、前記第1電極110または前記第2電極130を通じて映像が表示される。前記第1電極110はアノードであり、前記第2電極130はカソードであっても良い。

30

【0084】

前記第2電極130の上部にはシール材150が設けられる。前記シール材150により、第1及び第2基板101、160が貼り合わされ、外部からの水分や汚染物質を防止すると共に外部からの衝撃を吸収する働きをする。

【0085】

図4に示すように、前記有機発光層120は、発光物質層123と、前記発光物質層123と前記第1電極110の間に位置する正孔輸送層122とを備えることができる。

【0086】

そのとき、前記発光物質層123を構成するホスト物質は第1三重項エネルギーを有し、前記正孔輸送層122を構成する物質は前記第1三重項エネルギーより大きい第2三重項エネルギーを有する。

40

【0087】

一方、図6に示すように、有機発光層120は記第1発光物質層223a（*EML1*）と、前記第1発光物質層223aと前記第1電極210の間に位置する正孔輸送層222（*HTL*）と、前記第1発光物質層223aと前記第2電極230の間に位置する第2発光物質層223b（*EML2*）を備えることができる。

【0088】

そのとき、前記第1発光物質層223aを構成する第1ホスト物質は第1三重項エネルギー

50

ギーを有し、前記正孔輸送層 2 2 2 を構成する物質は前記第 1 三重項エネルギーより大きい第 2 三重項エネルギーを有する。また、前記第 2 発光物質層 2 2 3 b を構成する第 2 ホスト物質は前記第 1 三重項エネルギーより大きい第 3 三重項エネルギーを有する。

【0089】

かかる構造により、エキシトンエネルギーが発光領域である発光物質層 1 2 3 から正孔輸送層 1 2 2 に遷移したり、第 1 発光物質層 2 2 3 a から正孔輸送層 2 2 2 または第 2 発光物質層 2 2 3 b に遷移したりすることが防止される。したがって、有機発光ダイオード D の発光効率が向上し、有機発光ダイオード表示装置 1 0 0 の消費電力が減少する効果を奏する。

【0090】

一方、有機発光ダイオードは、陽極と陰極の間に電荷生成層が設けられる。前記陽極と前記電荷生成層との間及び前記電荷生成層と前記陰極との間にそれぞれ正孔輸送層と第 1 及び / または第 2 発光物質層が設けられる構造を有することができる。本発明において正孔輸送層を構成する物質の三重項エネルギーと第 1 及び / または第 2 発光物質層のホスト物質の三重項エネルギーの関係は、前記のような構造にも適用できる。

【0091】

以下、様々な比較例と実験例を通じ、本発明の有機発光ダイオードの特性を説明する。

【0092】

比較例 1

ガラス基板上にインジウム・チン・オキサイド (ITO) を蒸着して第 1 電極を形成し、第 1 電極上に下記化学式 4 で表される物質 (HAT-CN) を用いて正孔注入層 (50) を形成した。

【0093】

次に、前記化学式 2 で表される物質 (HTL1) を用いて正孔輸送層 (400) を形成し、前記化学式 2 で表される物質をホスト物質 (HOST1) にし、下記化学式 5 で表される物質 (Dopant1) をドープして第 1 発光物質層 (150) を形成した。その後、前記 HOST1 に下記化学式 6 で表される物質 (Dopant2) をドープし、第 2 発光物質層 (150) を形成した。

【0094】

次に、下記化学式 7 で表される物質を用いて電子輸送層 (250) を形成し、LiF と Al をそれぞれ用いて正孔注入層 (10) と第 2 電極を形成した。

【0095】

比較例 2

比較例 1 と同一構造に形成するが、正孔輸送層を下記化学式 8 で表される物質 (HTL2) で形成した。

【0096】

実験例 1

比較例 1 と同一構造に形成するが、第 1 発光物質層を前記化学式 1 で表される物質 (HOST2) で形成した。

【0097】

前記比較例 1・2 及び実験例 1 における素子の正孔輸送層 (HTL) 物質と、その三重項エネルギー (T) と、第 1 及び第 2 発光物質層 (EML1、EML2) のホスト物質と、その三重項エネルギー及び素子の外部量子効率 (EQE) を表 1 に記載した。

【0098】

10

20

30

40

【表 1】

		HTL	EML 1	EML 2	EQE (%)	備考
比較例 1	物質	HTL 1	HOST 1	HOST 1	17.9	-
	T	2.82	2.82	2.82		
比較例 2	物質	HTL 2	HOST 1	HOST 1	16.1	-10.1%
	T	2.60	2.82	2.82		
実験例 1	物質	HTL 1	HOST 2	HOST 1	21.8	+21.8%
	T	2.82	2.66	2.82		

10

【0099】

表 1 で分かるように、正孔輸送層物質と、第 1 発光物質層のホスト物質と、第 2 発光物質層のホスト物質とが同じ三重項エネルギーを有する場合（比較例 1）と比較すると、正孔輸送層物質が第 1 発光物質層のホスト物質より小さい三重項エネルギーを有する場合（比較例 2）、発光効率が減少するが、正孔輸送層物質が第 1 発光物質層のホスト物質より大きい三重項エネルギーを有する場合（実験例 1）、発光効率が増加した。

【0100】

比較例 3

ガラス基板上に ITO を蒸着して第 1 電極を形成し、第 1 電極上に HAT-CN を用いて正孔注入層（50）を形成した。

20

【0101】

次に、前記化学式 1 で表される物質（HTL 3）を用いて正孔輸送層（400）を形成し、HOST 2 に Dopant 1 をドーブして第 1 発光物質層（150）を形成した。その後、前記 HOST 2 に前記 Dopant 1 をドーブし、第 2 発光物質層（150）を形成した。

【0102】

次に、下記化学式 7 で表される物質を用いて電子輸送層（250）を形成し、LiF と Al をそれぞれ用いて正孔注入層（10）と第 2 電極を形成した。

【0103】

実験例 2

比較例 3 と同一構造に形成するが、第 2 発光物質層で Dopant 1 のドーブ濃度を 12% にした。

30

【0104】

実験例 3

実験例 2 と同一構造に形成するが、第 2 発光物質層で Dopant 1 のドーブ濃度を 20% に増加させた。

【0105】

実験例 4

実験例 3 と同一構造に形成するが、第 2 発光物質層の厚さを 200 に増加させた。

【0106】

前記比較例 3 及び実験例 2・3・4 における素子の正孔輸送層（HTL）物質と、その三重項エネルギー（T）と、第 1 及び第 2 発光物質層（EML 1、EML 2）のホスト物質と、その三重項エネルギー及び素子の外部量子効率（EQE）を表 2 に記載した。

40

【0107】

【表 2】

		HTL	EML 1	EML 2	EQE (%)	備考
比較例 3	物質	HTL 3	HOST 2 /D1	HOST 2 /D1	19.8	-
	T	2.66	2.66	2.66		
実験例 2	物質	HTL 3	HOST 2 /D1	HOST 1 /D1 (12%)	20.9	+5.6%
	T	2.66	2.66	2.82		
実験例 3	物質	HTL 3	HOST 2 /D1	HOST 1 /D1 (20%)	21.8	+10.1%
	T	2.66	2.66	2.82		
実験例 4	物質	HTL 3	HOST 2 /D1	HOST 1 /D1 (20%)	21.5	+8.6%
	T	2.66	2.66	2.82		

10

【0108】

表 2 で分かるように、正孔輸送層物質と、第 1 発光物質層のホスト物質と、第 2 発光物質層のホスト物質とが同じ三重項エネルギーを有する場合（比較例 3）と比較すると、第 2 発光物質層のホスト物質が第 1 発光物質層のホスト物質より大きい三重項エネルギーを有する場合（実験例 2・3・4）、発光効率が増加した。また、ドーブ率や第 2 発光物質層の厚さが変わっても三重項エネルギーの関係により、発光効率の増加は保たれた。

20

【0109】

比較例 4

ガラス基板上に ITO を蒸着して第 1 電極を形成し、第 1 電極上に HAT-CN を用いて正孔注入層（50）を形成した。

【0110】

次に、HTL 3 を用いて正孔輸送層（400）を形成し、前記化学式 3 で表される物質をホスト物質（HOST 3）にし、Dopant 1 をドーブして第 1 発光物質層（150）を形成した。その後、前記 HOST 3 に Dopant 1 をドーブし、第 2 発光物質層（150）を形成した。

30

【0111】

次に、下記化学式 7 で表される物質を用いて電子輸送層（250）を形成し、LiF と Al をそれぞれ用いて正孔注入層（10）と第 2 電極を形成した。

【0112】

実験例 5

比較例 4 と同一構造に形成するが、第 2 発光物質層に HOST 1 を使用し、その厚さを 200 に増加させた。

40

【0113】

実験例 6

実験例 5 と同一構造に形成するが、第 2 発光物質層で Dopant 1 のドーブ濃度を 12% に減少させた。

【0114】

前記比較例 4 及び実験例 5・6 における素子の正孔輸送層（HTL）物質と、その三重項エネルギー（T）と、第 1 及び第 2 発光物質層（EML 1、EML 2）のホスト物質と、その三重項エネルギー及び素子の外部量子効率（EQE）を表 3 に記載した。

【0115】

【表 3】

		HTL	EML 1	EML 2	EQE (%)	備考
比較例 4	物質	HTL 3	HOST 3 /D1	HOST 2 /D1 (20%)	18.7	-
	T	2.66	2.8	2.66		
実験例 5	物質	HTL 3	HOST 3 /D1	HOST 1 /D1 (20%)	18.3	-2.1%
	T	2.66	2.8	2.82		
実験例 6	物質	HTL 3	HOST 3 /D1	HOST 1 /D1 (12%)	18.7	0%
	T	2.66	2.8	2.82		

10

【0116】

表 3 で分かるように、正孔輸送層物質と、第 2 発光物質層のホスト物質が第 1 発光物質層のホスト物質より小さい三重項エネルギーを有する場合（比較例 4）と比較すると、第 2 発光物質層のホスト物質が第 1 発光物質層のホスト物質より大きい三重項エネルギーを有してもその差が小さければ（実験例 5）、発光効率は大きく増加しない（減少分は厚さ変化によるもの）。

20

【0117】

また、ドーブ濃度を変化しても（実験例 6）、発光効率は変化しない。

【0118】

比較例 5

ガラス基板上にITOを蒸着して第 1 電極を形成し、第 1 電極上にHAT-CNを用いて正孔注入層（50）を形成した。

【0119】

次に、HTL2を用いて正孔輸送層（400）を形成し、HOST2にDopant1をドーブして発光物質層（300）を形成した。

30

【0120】

次に、下記化学式 7 で表される物質を用いて電子輸送層（250）を形成し、LiFとAlをそれぞれ用いて正孔注入層（10）と第 2 電極を形成した。

【0121】

完成した素子の外部量子効率は、23.3%であった。

【0122】

実験例 7

比較例 5 と同一に素子を形成するが、正孔輸送層をHTL1で形成した。

【0123】

完成した素子の外部量子効率は、25.8%であった。

40

【0124】

比較例 5 の素子においては、正孔輸送層物質の三重項エネルギー（2.60 eV）が発光物質層のホスト物質の三重項エネルギー（2.66 eV）より小さい一方、実験例 7 の素子においては、正孔輸送層物質の三重項エネルギー（2.82 eV）が発光物質層のホスト物質の三重項エネルギー（2.66 eV）より大きい。その結果、素子の外部量子効率が約 10.7% 向上した。

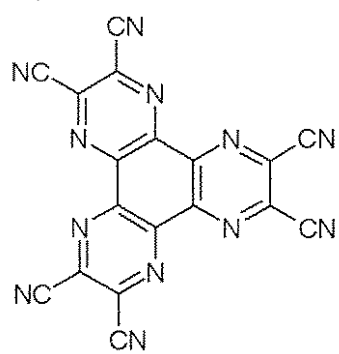
【0125】

即ち、正孔輸送層を、発光物質層のホスト物質より大きい三重項エネルギーを有する物質で形成することにより、発光物質層のエキシトンエネルギーが発光物質層に遷移することが防止され、または減少し、素子の発光効率が向上した。

50

【 0 1 2 6 】

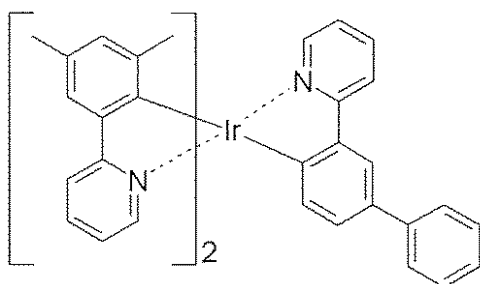
【 化 4 】



10

【 0 1 2 7 】

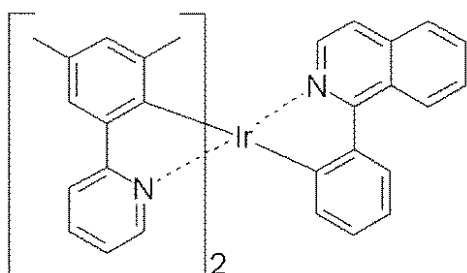
【 化 5 】



20

【 0 1 2 8 】

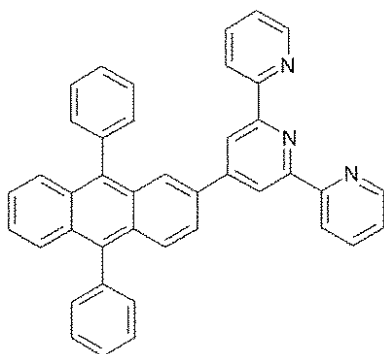
【 化 6 】



30

【 0 1 2 9 】

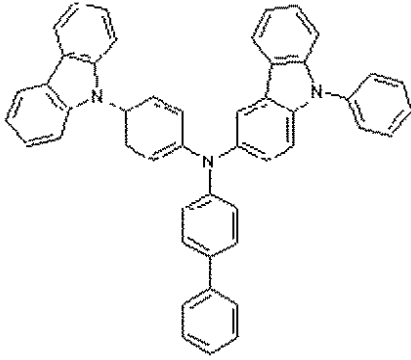
【 化 7 】



40

【 0 1 3 0 】

【化 8】



10

【 0 1 3 1】

上記においては本発明の望ましい実施例を参照して説明したが、特許請求の範囲に記載した本発明の精神及び要旨を逸脱しない範囲内で種々に変更し、実施できることは、該当技術分野の通常の知識を有する者にとって自明である。

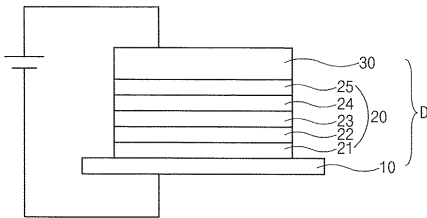
【符号の説明】

【 0 1 3 2】

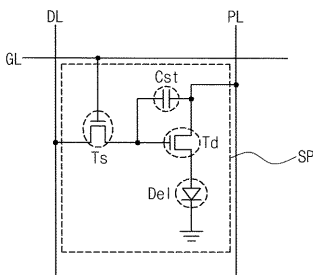
1 0 0 ... 有機発光ダイオード表示装置、1 1 0 ... 第 1 電極、1 2 0 ... 有機発光層、1 2 1、2 2 1 ... 正孔注入層、1 2 2、2 2 2 ... 正孔輸送層、1 2 3、2 2 3 a、2 2 3 b ... 発光物質層、1 2 4、2 2 4 ... 電子輸送層、1 2 5、2 2 5 ... 電子注入層、1 3 0、2 3 0 ... 第 2 電極、D ... 有機発光ダイオード

20

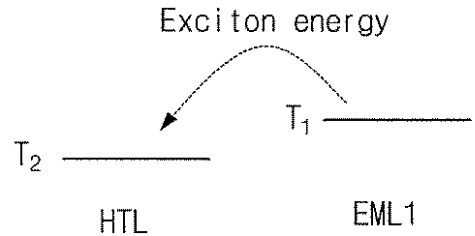
【図 1】



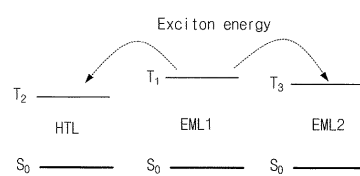
【図 2】



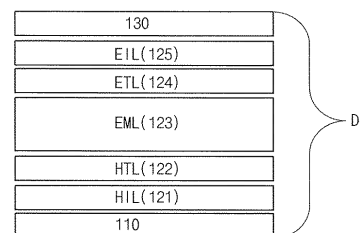
【図 3 a】



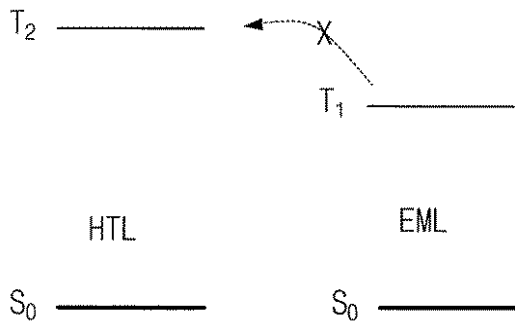
【図 3 b】



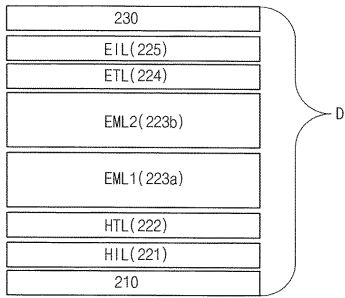
【図 4】



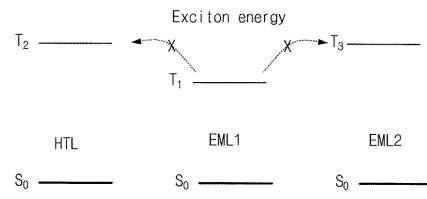
【図 5】



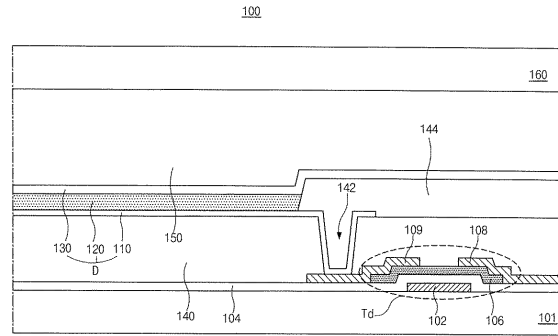
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (74)代理人 100188329
弁理士 田村 義行
- (74)代理人 100188514
弁理士 松岡 隆裕
- (74)代理人 100090011
弁理士 茂泉 修司
- (74)代理人 100194939
弁理士 別所 公博
- (72)発明者 ヨウン - クワン・ジュン
大韓民国、7 0 2 - 7 5 7 テグ、プク - ク、クアム - ドン、チェオンク・アパートメント 1 0
2 - 1 3 0 6
- (72)発明者 ヒョ - ソク・キム
大韓民国、4 1 1 - 8 0 4 キョンギ - ド、コヤン - シ、イルサンソ - グ、テフウ - ドン、ボンジ
2 1 9 9、シンドンガ・ノベル・タワー 6 0 5 ホ
- (72)発明者 テ - イル・クム
大韓民国、4 1 3 - 8 3 3 キョンギ - ド、パジュ - シ、キョハ - ウプ、トンペ - リ、ボンジ 1
7 0 8、サンノク・テシアン・アパートメント 1 5 0 8 - 1 4 0 5
- (72)発明者 ヒュン - ジュネ・キム
大韓民国、4 1 3 - 8 1 1 キョンギ - ド、パジュ - シ、ウーロンミョン、ドグン - リ、チョンダ
ウン・マウル エイチ - 1 6 0 4
- (72)発明者 ソン - ス・ジョン
大韓民国、4 2 3 - 8 0 4 キョンギ - ド、クワンミョン - シ、クワンミョン - ドン 3 0 0 - 2
、コリョ・マンション ガ - 4 0 1
- F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC14 DD51 DD58 DD68 DD69 DD72 DD75
DD78 EE03 FF20

专利名称(译)	有机发光二极管和有机发光二极管显示装置		
公开(公告)号	JP2015128062A	公开(公告)日	2015-07-09
申请号	JP2014245553	申请日	2014-12-04
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	Eruji显示有限公司		
[标]发明人	ヨウンクワンジュン ヒョソクキム テイルクム ヒュンジュネキム ソンスジョン		
发明人	ヨウン-クワン-ジュン ヒョ-ソク-キム テ-イル-クム ヒュン-ジュネ-キム ソ-ン-ス-ジョン		
IPC分类号	H05B33/12 H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/0052 H01L51/0061 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/0085 H01L51/5016 H01L51/506 H01L2251/308 H01L2251/552 H01L51/5004 H01L51/504 H01L51/5056 H01L51/5012 H01L51/5024		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/14.B H05B33/22.D H05B33/22.B H01L27/32 H05B33/02		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC14 3K107/DD51 3K107/DD58 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/DD72 3K107/DD75 3K107/DD78 3K107/EE03 3K107/FF20		
代理人(译)	Kajinami秩序 上田俊一 吉田纯一郎 田村善之		
优先权	1020130167617 2013-12-30 KR		
其他公开文献	JP5992495B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光二极管 (LED) 设置有发光器件和具有发光器件的发光器件。彼此分离的阳极和阴极，位于阳极和阴极之间并包括具有第一三重态能量的第一主体材料的第一发光材料层和第一发光材料层。一种有机发光二极管，包括：空穴传输层，其位于阳极之间并且包括具有比第一三重态能量高的第二三重态能量的材料。 [选择图]图5

(21) 出願番号	特願2014-245553 (P2014-245553)	(71) 出願人	501426046
(22) 出願日	平成26年12月4日 (2014. 12. 4)		エルジー ディスプレイ カンパニー リ
(31) 優先権主張番号	10-2013-0167617		ミテッド
(32) 優先日	平成25年12月30日 (2013. 12. 30)		大韓民国 ソウル、ヨンドゥンボング、ヨ
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		ウィーテロ 128
		(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎
		(74) 代理人	100117776
			弁理士 武井 義一
最終頁に続く			