



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107887516 B

(45)授权公告日 2019.09.27

(21)申请号 201710899258.3

(22)申请日 2017.09.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107887516 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(30)优先权数据

10-2016-0125727 2016.09.29 KR

(73)专利权人 乐金显示有限公司

地址 韩国首尔

(72)发明人 金浚演 梁仲焕 鲁效珍 尹大伟

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 庞东成 褚瑶杨

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

(56)对比文件

WO 2016027760 A1, 2016.02.25,

CN 105556696 A, 2016.05.04,

CN 101156257 A, 2008.04.02,

WO 2016017688 A1, 2016.02.04,

审查员 杨斌

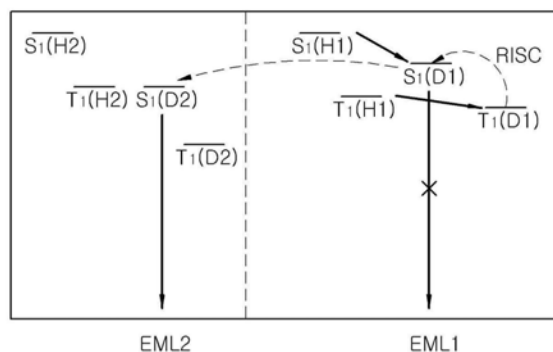
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

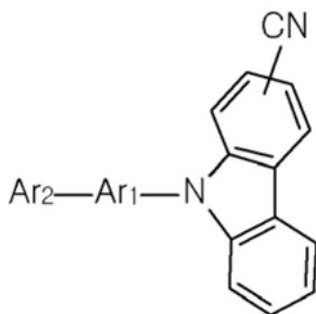
有机发光二极管和包含该二极管的有机发光显示装置

(57)摘要

一种有机发光二极管,其包含:包括第一和第二层的发光材料层;在所述发光材料层一侧的第一电极;和在所述发光材料层另一侧并与第一电极相对的的第二电极,其中,第一层包含第一化合物,第二层包含第二化合物,其中,第一化合物的单重态能量与三重态能量之差小于0.3eV,并且其中第一化合物的单重态能量大于第二化合物的单重态能量。



1. 一种有机发光二极管,其包含:
包括第一层和第二层的发光材料层;
在所述发光材料层一侧的第一电极;和
在所述发光材料层另一侧并与所述第一电极相对的第二电极,
其中,所述第一层包含第一化合物和第一主体,所述第二层包含第二化合物,
其中,所述第一化合物的单重态能量与三重态能量之差小于0.3eV,
其中,所述第一化合物的单重态能量大于所述第二化合物的单重态能量,并且
其中,所述第一主体的单重态能量和三重态能量分别大于所述第一化合物的单重态能量和三重态能量。
2. 如权利要求1所述的二极管,其中,所述第二层还包含第二主体,
其中,所述第二主体的单重态能量大于所述第二化合物的单重态能量。
3. 如权利要求2所述的二极管,其中,所述第一主体的重量百分比大于所述第一化合物,所述第二主体的重量百分比大于所述第二化合物。
4. 如权利要求2所述的二极管,其中,所述第一层中所述第一化合物的重量百分比大于所述第二层中所述第二化合物的重量百分比。
5. 如权利要求1所述的二极管,其还包含在所述第一层和所述第二层之间的能量控制层,
其中,所述能量控制层的三重态能量大于所述第一化合物的三重态能量。
6. 如权利要求5所述的二极管,其中,所述能量控制层包含以下化学式表示的材料,其中Ar₁为C₆~C₃₀芳基或者杂芳基,Ar₂为咔唑或者联咔唑,



7. 如权利要求1所述的二极管,其中,所述发光材料层还包含第三层,其隔着所述第二层与所述第一层相对,
其中,所述第三层的第三化合物的单重态能量与三重态能量之差小于0.3eV,
其中,所述第三化合物的单重态能量大于所述第二化合物的单重态能量。
8. 如权利要求1所述的二极管,其中,所述发光材料层还包含第三层,其隔着所述第一层与所述第二层相对,
其中,所述第三层的第三化合物的单重态能量小于所述第一化合物的单重态能量。
9. 如权利要求1所述的二极管,其中,从所述发光材料层发射的光的色坐标与从所述第二化合物发射的光的色坐标相同。
10. 一种有机发光显示装置,其包含:
基板;

所述基板上的薄膜晶体管;和
连接至所述薄膜晶体管的权利要求1所述的有机发光二极管。

有机发光二极管和包含该二极管的有机发光显示装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2016年9月29日在大韩民国提交的韩国专利申请10-2016-0125727号的优先权,特通过引用将其全部内容并入,如同在此进行了完整阐述。

技术领域

[0003] 本发明涉及有机发光二极管(更具体而言,具有高量子效率(发光效率)和窄半峰宽的有机发光二极管)和包含该二极管的有机发光显示装置。

背景技术

[0004] 近来,随着显示装置尺寸变大,对于占据较小空间的平板显示原件的需求增加,已经迅速开发出包含有机发光二极管(OLED)作为一种平板显示元件的有机发光显示装置的技术。

[0005] OLED是当电子和空穴注入到形成在电子注入电极(阴极)和空穴注入电极(阳极)之间的发光材料层时产生电子-空穴对然后消失以发光的元件。

[0006] OLED能够形成在如塑料等柔性透明基板上,能够在低电压下工作(例如,低于10V),功耗较低,色彩优异。

[0007] OLED包括在基板上的第一电极、与第一电极相对并隔开的第二电极和在第一和第二电极之间的有机发光层。例如,第一电极可以为阳极,第二电极可以为阴极。

[0008] 为了提高发光效率,有机发光层可以包含依次层叠在第一电极上的空穴注入层(HIL)、空穴输送层(HTL)、发光材料层(EML)、电子输送层(ETL)和电子注入层(ETL)。

[0009] 空穴从作为阳极的第一电极经过空穴注入层和空穴输送层移动到发光材料层,电子从作为阴极的第二电极经过电子注入层和电子输送层移动到发光材料层。

[0010] 移动到发光材料层的空穴和电子复合,形成激子,其被激发到不稳定能态,然后返回稳定能态而发光。

[0011] 用于发光材料层的发光材料可以大致分为荧光材料和磷光材料。

[0012] 当通过空穴和电子复合形成激子时,以1:3的比例形成单重态激子和三重态激子。在磷光材料的情况中,单重态激子和三重态激子都参与发光,因此包含磷光材料的发光材料层的OLED具有高发光效率。

[0013] 不过,磷光发射对于铱(Ir)络合物设计(其应使用Ir络合物)和蓝色发射有限制。

[0014] 荧光材料对于掺杂剂有较少限制,适用于蓝色发射。不过,在荧光材料中,仅有单重态激子参与发光而余下的75%的三重态激子不参与发光。因此,包含荧光材料的发光材料层的OLED具有低量子效率。

发明内容

[0015] 因此,本发明涉及基本上消除了由于现有技术的限制和缺点造成的一个或多个问题的有机发光二极管和包含该二极管的有机发光显示装置。

[0016] 本发明的目的是提供可以改善使用荧光材料的有机发光二极管的低量子效率的有机发光二极管和包含该二极管的有机发光显示装置。

[0017] 本发明的其他特征和优点将在后续说明中阐述,部分将由该说明而明白,或者可以通过实施本发明而领会。本发明的这些和其他优点将由书面说明和权利要求以及附图中具体指出的结构实现和达到。

[0018] 为了实现这些和其他优点,根据本文实施和大体上描述的目的,有机发光二极管包含:包括第一和第二层的发光材料层;在发光材料层一侧的第一电极;和在发光材料层另一侧并与第一电极相对的第二电极,其中,第一层包含第一化合物,第二层包含第二化合物,其中,第一化合物的单重态能量与三重态能量之差小于0.3eV,并且第一化合物的单重态能量大于第二化合物的单重态能量。

[0019] 在另一方面中,有机发光显示装置包含:基板;基板上的薄膜晶体管;和连接至薄膜晶体管的上述有机发光二极管。

[0020] 应理解,前述一般说明和下述详细说明是示例性和解释性的,旨在提供对要求保护的本发明的进一步说明。

附图说明

[0021] 附图,旨在提供对本发明的进一步理解,并入并构成本说明书的一部分,描绘了本发明的实施方式,与说明一起解释本发明的原理。在附图中:

[0022] 图1是描绘本发明的有机发光显示装置的示意性截面图;

[0023] 图2描绘本发明的第一实施方式的有机发光二极管的示意性截面图;

[0024] 图3是解释有机发光二极管中的发光机理的图示;

[0025] 图4是描绘荧光材料和延迟荧光材料的发光性质的图;

[0026] 图5是描绘本发明的第二实施方式的有机发光二极管的示意性截面图;

[0027] 图6是解释本发明的第二实施方式的有机发光二极管中的发光机理的图示;

[0028] 图7是说明包含延迟荧光材料的单一发光材料层的有机发光二极管的半峰宽的图示;

[0029] 图8是说明本发明的第二实施方式的有机发光二极管的半峰宽的图示;

[0030] 图9是描绘本发明的第三实施方式的有机发光二极管的示意性截面图;

[0031] 图10是说明比较例和实验例1和2的有机发光二极管的外量子效率的图示;

[0032] 图11是描绘本发明的第四实施方式的有机发光二极管的示意性截面图;

[0033] 图12是解释本发明的第四实施方式的有机发光二极管中的发光机理的图示。

具体实施方式

[0034] 现将详细参照示例性实施方式,其实例描绘在附图中。在全部附图中可能使用相同的附图标记指代相同或者相似的部分。

[0035] 图1是描绘本发明的有机发光显示装置的示意性截面图。

[0036] 参见图1,有机发光显示装置100包含位于基板110上的薄膜晶体管Tr和连接至薄膜晶体管Tr的有机发光二极管D。

[0037] 基板110可以为玻璃基板或者塑料基板。例如,基板110可以由聚酰亚胺制成。

[0038] 在基板110上形成缓冲层120,在缓冲层120上形成薄膜晶体管Tr。缓冲层120可以省略。

[0039] 在缓冲层120上形成半导体层122。半导体层122可以由氧化物半导体材料或者多晶硅制成。

[0040] 当半导体层122由氧化物半导体材料制成时,在半导体层122下可以形成遮光图案,所述遮光图案起到防止光进入半导体层122和防止半导体层122因光而劣化的作用。当半导体层122由多晶硅制成时,半导体层122的两侧可以掺杂有杂质。

[0041] 在半导体层122上形成栅绝缘层124,其由绝缘材料制成。栅绝缘层124可以由无机绝缘材料(如氧化硅或者氮化硅)制成。

[0042] 在栅绝缘层124上形成对应于半导体层122的中心部分的栅极130,其由导电性材料(如金属)制成。

[0043] 在图1中,例如在基板110上整个形成栅绝缘层124。作为另选,栅绝缘层124可以图案化具有与栅极130相同的形状。

[0044] 在栅极130上形成层间绝缘层132,其由绝缘材料制成。层间绝缘层132可以由无机绝缘材料(如氧化硅或者氮化硅)或者有机绝缘材料(如苯并环丁烯或者光亚克力)制成。

[0045] 层间绝缘层132具有露出半导体层122的两侧的第一接触孔134和第二接触孔136。第一接触孔134和第二接触孔136位于栅极130的两侧,由栅极130隔开。

[0046] 在栅绝缘层124中形成第一接触孔134和第二接触孔136。作为另选,当栅绝缘层124形成为具有与栅极130相同的形状时,第一接触孔134和第二接触孔136可以仅形成在层间绝缘层132中。

[0047] 在层间绝缘层132上形成源电极140和漏电极142,其由导电性材料(如金属)制成。

[0048] 源电极140和漏电极142由于其间的栅极130彼此隔开,并分别经第一接触孔134和第二接触孔136接触半导体层122的两侧。

[0049] 半导体层122、栅极130以及源电极140和漏电极142形成薄膜晶体管Tr,其起到驱动元件Tr的作用。

[0050] 薄膜晶体管Tr具有栅极130以及源电极140和漏电极142位于半导体层122上的共平面结构。

[0051] 作为另选,薄膜晶体管Tr可以具有栅极位于半导体层下而源电极和漏电极位于半导体层上的反交叠结构。在此情况下,半导体层可以由非晶硅制成。

[0052] 尽管在附图中未示出,栅线和数据线彼此相交以界定像素区,并且进一步形成连接至栅线和数据线的开关元件。开关元件连接至驱动元件的薄膜晶体管Tr。

[0053] 而且,电源线可以形成为与栅线或者数据线平行并彼此隔开,可以形成存储电容器,其起到在一帧期间保持作为驱动元件的薄膜晶体管Tr的栅极130的电压的作用。

[0054] 钝化层150形成以覆盖薄膜晶体管Tr,并具有露出漏电极142的漏极接触孔152。

[0055] 在各像素区单独地形成第一电极160,并经漏极接触孔152连接至薄膜晶体管Tr的漏电极142。第一电极160可以为阳极,可以由具有较高逸出功的导电性材料制成。例如,第一电极160可以由透明导电性材料(如铟锡氧化物(ITO)或者铟锌氧化物(IZO))制成。

[0056] 当有机发光显示装置100为顶发射型显示装置时,在第一电极160下可以进一步形成反射电极或者反射层。例如,反射电极或者反射层可以由铝-钪-铜(APC)合金制成。

[0057] 在钝化层150上形成库层166并覆盖第一电极160的边缘。库层166对应于像素区，并露出第一电极160的中心部分。

[0058] 在第一电极160上形成有机发射层162。有机发射层162可以具有包含由发射材料制成的发光材料层的单层结构。作为另选，为了提高发光效率，有机发射层可以具有包含依次层叠在第一电极160上的空穴注入层、空穴输送层、发光材料层、电子输送层和电子注入层的多层结构。

[0059] 第二电极164形成在具有有机发射层162的基板110上。第二电极164可以整个位于显示区上，可以由具有较低逸出功的导电性材料制成，并起到阴极的作用。例如，第二电极164可以由铝(Al)、镁(Mg)和铝-镁(AlMg)合金中的一种制成。

[0060] 第一电极160、有机发射层162和第二电极164形成有机发光二极管D。

[0061] 在第二电极164上形成包封膜170以防止外部湿气渗入有机发光二极管D。包封膜170可以具有但不限于第一无机绝缘层172、有机绝缘层174和第二无机绝缘层176层叠的结构。

[0062] 偏光板可以贴合在包封膜170上以减少外部光的反射。例如，偏光板可以为圆偏光板。

[0063] 图2是描绘本发明的第一实施方式的有机发光二极管的示意性截面图。

[0064] 参见图2，本实施方式的有机发光二极管D包含彼此相对的第一电极160和第二电极164以及在第一电极160和第二电极164之间的有机发射层162。有机发射层162的发光材料层230包含延迟荧光化合物。

[0065] 延迟荧光化合物配置为通过电场激活三重态激子，从而上转换为单重态激子，于是三重态激子和单重态激子都参与发光。因此，有机发光二极管D的量子效率增加。

[0066] 参见图3，其是解释有机发光二极管中的发光机理的图示，在荧光材料的情况中，由于发光并不通过三重态能量T1发生，而是通过单重态能量S1发生，故使用荧光材料的有机发光二极管的量子效率较低。

[0067] 不过，在延迟荧光材料的情况中，因为三重态能量T1转换(或跃迁)为单重态能量S1，从而发生发光，因此使用延迟荧光材料的有机发光二极管D的量子效率提高。

[0068] 在此情况下，延迟荧光材料优选的三重态能量与单重态能量的能量差 ΔE_{ST} 小于0.3eV，因此可以实现逆向系统间跨越(RISC)(即从三重态能量T1跃迁到单重态能量S1的过程)的效果。

[0069] 荧光材料和延迟荧光材料可以通过测量发光体的寿命的设备(例如，Quantaaurus-Tau)而彼此区分开。

[0070] 当测量发光体的寿命时，如作为说明荧光材料和延迟荧光材料的发光性质的图示的图4所示，从荧光材料观察到单一发射，而从延迟荧光材料观察到先单一发射然后延迟发射。

[0071] 这种差异由发光机理所引起。在延迟荧光材料的情况中，产生从三重态能量上转换到单重态能量的时间差，于是观察到延迟发射。

[0072] 参见图2，有机发光二极管D的有机发射层162可以还包含在第一电极160和发光材料230之间的空穴注入层210、在空穴注入层210和发光材料层230之间的空穴输送层220、在第二电极164和发光材料层230之间的电子注入层250以及在电子注入层250和发光材料层

230之间的电子输送层240。

[0073] 如上所述,在本实施方式的有机发光二极管D中,由于发光材料层230包含延迟荧光材料,有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置(图1的100)的量子效率可以提高。因此,可以提供具有高亮度而不增加驱动电压的有机发光二极管D和有机发光显示装置100。

[0074] 不过,从本实施方式的有机发光二极管D和有机发光显示装置100发射的光的半峰宽较宽,因此色纯度降低。

[0075] 换言之,与使用荧光材料的有机发光二极管相比,使用延迟荧光材料的有机发光二极管在量子效率上具有优点,但由于半峰宽的增加而在色纯度上具有缺点。

[0076] 图5是描绘本发明的第二实施方式的有机发光二极管的示意性截面图。

[0077] 参见图5,本实施方式的有机发光二极管D包含彼此相对的第一电极160和第二电极164以及在第一电极160和第二电极164之间的有机发射层162。有机发射层162的发光材料层330包含第一发光材料层332和第二发光材料层334。

[0078] 在此情况下,第一发光材料层332和第二发光材料层334中的一个包含荧光材料,第一发光材料层332和第二发光材料层334中的另一个包含延迟荧光材料。出于解释的目的,描述了第一发光材料层332包含延迟荧光材料而第二发光材料层334包含荧光材料的情况。

[0079] 由于延迟荧光材料的单重态能量和三重态能量传递到荧光材料,因此在荧光材料处发生发光,有机发光二极管D的量子效率增加,半峰宽减小。

[0080] 参见作为解释本发明的第二实施方式的有机发光二极管中的发光机理的图示的图6,第一发光材料层332(EML1)的延迟荧光材料的单重态能量 $S1(D1)$ 传递到第二发光材料层334(EML2)的单重态能量 $S1(D2)$ (即,Foster共振能量传递),于是发生荧光材料处的发光。换言之,延迟荧光材料的单重态能量 $S1(D1)$ 大于荧光材料的单重态能量 $S1(D2)$ (即, $S1(D1) > S1(D2)$)。

[0081] 由于仅荧光材料的单重态能量参与发光,荧光材料具有比延迟荧光材料更低的量子效率,但具有比延迟荧光材料更窄的半峰宽。因此,延迟荧光材料的单重态能量 $S1(D1)$ 传递到荧光材料的单重态能量 $S1(D2)$ 并因此在荧光材料处发生发光的有机发光二极管D产生较窄半峰宽的光,并具有高色纯度。

[0082] 相比之下,在延迟荧光材料的单重态能量 $S1(D1)$ 小于或等于荧光材料的单重态能量 $S1(D2)$ 的情况下,在第一发光材料层332处发生发光,因此有机发光二极管D的半峰宽变得更宽。而且,由于第二发光材料层334不发挥任何作用,有机发光二极管D的发光效率降低。

[0083] 参见图7(其是说明包含延迟荧光材料的单一发光材料层的有机发光二极管中的半峰宽的图示)和图8(其是说明本实施方式的有机发光二极管中的半峰宽的图示),可见由于荧光材料的发光,半峰宽变得更窄。

[0084] 而且,在此实施方式中,由于延迟荧光材料处的逆向系统间跨越效应,延迟荧光材料的三重态能量 $T1(D1)$ 转换为延迟荧光材料的单重态能量 $S1(D1)$,延迟荧光材料的单重态能量 $S1(D1)$ 转换为荧光材料的单重态能量 $S1(D2)$ 。换言之,延迟荧光材料中的三重态能量与单重态能量的能量差 ΔE_{ST} 小于0.3eV(即, $\Delta E_{ST} < 0.3\text{eV}$),于是发生延迟荧光材料的三重

态能量T1 (D1) 转换为延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1) 的逆向系统间跨越现象。

[0085] 因此,延迟荧光材料起到将能量传递到荧光材料的作用,但包含延迟荧光材料的第一发光材料层332不参与发光,在包含荧光材料的第二发光材料层334处发生发光。

[0086] 换言之,由于延迟荧光材料的三重态能量T1 (D1) 通过逆向系统间跨越现象转换为延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1),延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1) 由于延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1) 大于荧光材料的单重态能量S1 (D2) 而传递到荧光材料的单重态能量S1 (D2),荧光材料同时使用单重态能量和三重态能量发光。因此,可以改善有机发光二极管D的量子效率。

[0087] 换言之,本实施方式的有机发光二极管D和有机发光显示装置100在量子效率和半峰宽上均具有优点。

[0088] 而且,第一发光材料层332和第二发光材料层334可以使用延迟荧光材料和荧光材料作为相应的掺杂剂,并且还可以分别包含第一主体和第二主体。第一主体和第二主体可以相同或者不同。

[0089] 在此情况下,第一发光材料层332的第一主体的重量百分比可以大于延迟荧光材料,第二发光材料层334的第二主体的重量百分比可以大于荧光材料。而且,第一发光材料层332中的延迟荧光材料的重量百分比可以大于第二发光材料层334中的荧光材料。因此,可以充分发生从延迟荧光材料至荧光材料的能量传递。

[0090] 第一主体的单重态能量S1 (H1) 大于延迟荧光材料(即,第一掺杂剂)的单重态能量S1 (D1),第一主体的三重态能量T1 (H1) 大于延迟荧光材料的三重态能量T1 (D1) (即, $S1(H1) > S1(D1)$,并且 $T1(H1) > T1(D1)$)。而且,第二主体的单重态能量S1 (H2) 大于荧光材料(即,第二掺杂剂)的单重态能量S1 (D2) (即, $S1(H2) > S1(D2)$)。

[0091] 当不满足该条件时,在第一和第二掺杂剂处发生猝灭,或者不发生从主体到掺杂剂的能量传递,于是有机发光二极管D的量子效率降低。

[0092] 参见图5,有机发光二极管D的有机发射层162可以还包含在第一电极160和发光材料330之间的空穴注入层310、在空穴注入层310和发光材料层330之间的空穴输送层320、在第二电极164和发光材料层330之间的电子注入层350以及在电子注入层350和发光材料层330之间的电子输送层340。

[0093] 如上所述,在本实施方式的有机发光二极管D中,由于发光材料层330包括含有延迟荧光材料的第一发光材料层332和含有荧光材料的第二发光材料层334,并且延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1) 大于荧光材料的单重态能量S1 (D2),故有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置(图1的100)的半峰宽可以较窄。

[0094] 而且,由于延迟荧光材料中的三重态能量与单重态能量的能量差 ΔE_{ST} 小于0.3eV,于是延迟荧光材料的三重态能量T1 (D1) 和单重态能量S1 (D1) 都传递到荧光材料的单重态能量S1 (D2) 并用于发光,因此可以改善有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置100的量子效率。

[0095] 因此,可以提供具有高亮度和高色纯度而不增加驱动电压的有机发光二极管D和有机发光显示装置100。

[0096] 图9是描绘本发明的第三实施方式的有机发光二极管的示意性截面图。

[0097] 参见图9,本实施方式的有机发光二极管D包含彼此相对的第一电极160和第二电

极164以及在第一电极160和第二电极164之间的有机发射层162。有机发射层162的发光材料层430包含第一发光材料层432、第二发光材料层434和第三发光材料层436。

[0098] 第二发光材料层434在第一发光材料层432和第三发光材料层436之间。

[0099] 第二发光材料层434包含荧光材料和延迟荧光材料中的一种,第一发光材料层432和第三发光材料层436包含荧光材料和延迟荧光材料中的另一种。出于说明的目的,描述了第二发光材料层434包含荧光材料并且第一发光材料层432和第三发光材料层436包含荧光材料的情况。

[0100] 而且,第一至第三发光材料层432、434和436可以使用延迟荧光材料和荧光材料作为相应的掺杂剂,可以还分别包含第一至第三主体。第一至第三主体可以相同或者不同。

[0101] 在第一至第三发光材料层432、434和436各自中,第一至第三主体各自的重量百分比可以大于延迟荧光材料和荧光材料的相应的重量百分比。而且,第一发光材料层432和第三发光材料层436各自的延迟荧光材料的重量百分比可以大于第二发光材料层434的荧光材料的重量百分比。

[0102] 在此情况下,第一和第三主体的单重态能量大于各延迟荧光材料(即,第一和第三掺杂剂)的单重态能量,第一和第三主体的三重态能量大于各延迟荧光材料的三重态能量。而且,第二主体的单重态能量大于荧光材料(即,第二掺杂剂)的单重态能量。

[0103] 在该有机发光二极管D中,由于延迟荧光材料的单重态能量和三重态能量传递到荧光材料并在荧光材料处发生发光,因此有机发光二极管D的量子效率增加,半峰宽减小。

[0104] 如上所述,由于延迟荧光材料的单重态能量大于荧光材料的单重态能量,延迟荧光材料的单重态能量和三重态能量传递到荧光材料,于是在荧光材料处发生发光。因此,有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置(图1的100)的半峰宽可以较窄。

[0105] 换言之,能量从各自包含延迟荧光材料的第一发光材料层432和第三发光材料层436传递到包含荧光材料的第二发光材料层434,在第二发光材料层434处发生发光,由于荧光材料的发光,半峰宽可以较窄。

[0106] 而且,由于延迟荧光材料中三重态能量与单重态能量的能量差小于0.3eV,于是延迟荧光材料的三重态能量和单重态能量都传递到荧光材料的单重态能量并用于发光,因此可以改善有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置100的量子效率。

[0107] 而且,在本实施方式的有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置100中,通过在包含荧光材料的第二发光材料层434的两侧布置各自包含延迟荧光材料的第一发光材料层432和第三发光材料层436,半径小于10nm的延迟荧光材料的单重态能量至荧光材料的单重态能量的foster共振能量传递的效率改善,于是可以进一步提高有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置100的量子效率。量子效率的这种增加可以在第二发光材料层434包含延迟荧光材料和第一发光材料层432和第三发光材料层436各自包含荧光材料的情况中类似地发生。

[0108] 因此,可以提供具有高亮度和高色纯度而不增加驱动电压的有机发光二极管D和有机发光显示装置100。

[0109] <有机发光二极管>

[0110] 将阳极(ITO, 50Å)、空穴注入层(化学式1-1, 7Å)、空穴输送层(化学式1-2, 55Å)、

电子阻挡层(化学式1-3, 10Å)、发光材料层、空穴阻挡层(化学式1-4, 10Å)、电子输送层(化学式1-5, 20Å)、电子注入层(LiF)和阴极(Al)层叠以形成有机发光二极管。

[0111] (1) 比较例

[0112] 对于发光材料层(25Å), 使用以下化学式1-6的化合物(荧光掺杂剂, 3重量%)和以下化学式1-7的化合物(主体, 97重量%)。

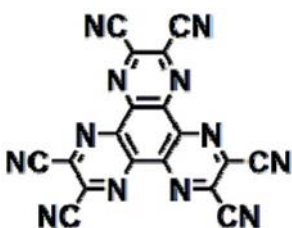
[0113] (2) 实验例1

[0114] 对于发光材料层, 依次层叠包含以下化学式1-6的化合物(荧光掺杂剂, 3重量%)和以下化学式1-7的化合物(主体, 97重量%)的第一发光材料层(10Å)以及包含以下化学式1-8的化合物(延迟荧光掺杂剂, 30重量%)和以下化学式1-7的化合物(主体, 70重量%)的第二发光材料层(15Å)。

[0115] (3) 实验例2

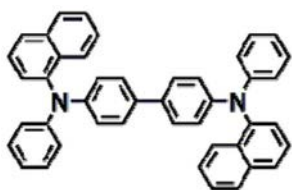
[0116] 对于发光材料层, 依次层叠第二发光材料层(10Å)、第一发光材料层(5Å)和第一实验例1的第二发光材料层(10Å)。

[0117] [化学式1-1]



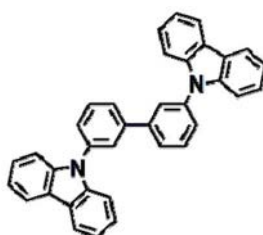
[0118]

[0119] [化学式1-2]



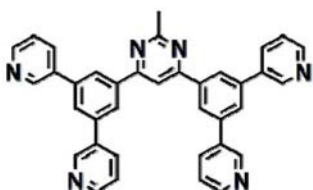
[0120]

[0121] [化学式1-3]



[0122]

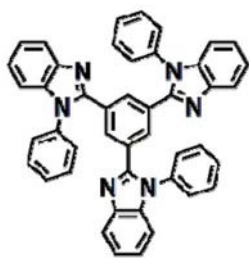
[0123] [化学式1-4]



[0124]

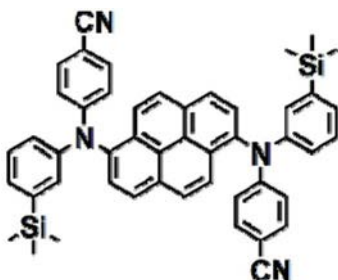
[0125] [化学式1-5]

[0126]



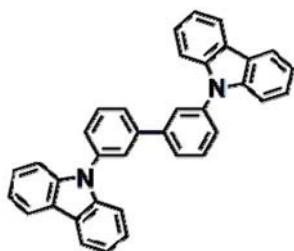
[0127] [化学式1-6]

[0128]



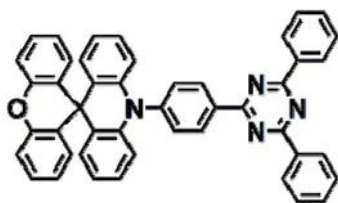
[0129] [化学式1-7]

[0130]



[0131] [化学式1-8]

[0132]



[0133] 记录比较例和实验例1和2的有机发光二极管的发光性质(最大外量子效率(EQE(max))、平均外量子效率(EQE(ave))、最大发光峰($\lambda_{\max}$)和色坐标),比较例和实验例1和2的有机发光二极管的外量子效率示于图10(在10mA/cm²条件下测得)。

[0134] [表1]

[0135]

	V	EQE(max)	EQE(ave)	$\lambda_{\max}$	CIE(x)	CIE(y)
比较例	4.0	4.8	3.36	464	0.15	0.22
实验例1	3.8	16.1	9.2	463	0.15	0.21
实验例2	3.7	16.3	9.5	464	0.15	0.22

[0136] 如表1和图10所示,与仅使用荧光材料的有机发光二极管(比较例)相比,包含配置有在不同层层叠的延迟荧光材料和荧光材料的发光材料层的本发明的有机发光二极管(实验例1和2)具有改善的发光性质。

[0137] 参见色坐标,在本发明的有机发光二极管(实验例1和2)中,可见在荧光材料处发生发光。换言之,从本发明的有机发光二极管发射的光的色坐标基本上与从荧光材料发射

的光相同。

[0138] 在包含位于荧光材料的发光材料层的两侧的延迟荧光材料的发光材料层的有机发光二极管中,量子效率得到进一步改善。

[0139] 图11是描绘本发明的第四实施方式的有机发光二极管的示意性截面图。

[0140] 参见图11,本实施方式的有机发光二极管D包含彼此相对的第一电极160和第二电极164以及在第一电极160和第二电极164之间的有机发射层162。有机发射层162的发光材料层530包含第一发光材料层532、第二发光材料层534以及在第一和第二发光材料层之间的能量控制层560。

[0141] 第一发光材料层532和第二发光材料层534中的一个包含荧光材料,第一发光材料层532和第二发光材料层534中的另一个包含延迟荧光材料。出于说明的目的,描述了第一发光材料层532包含延迟荧光材料而第二发光材料层534包含荧光材料的情况。

[0142] 而且,第一发光材料层532和第二发光材料层534可以使用延迟荧光材料和荧光材料作为相应的掺杂剂,并且还可以分别包含第一和第二主体。第一和第二主体可以相同或者不同。

[0143] 在第一发光材料层532和第二发光材料层534中,第一和第二主体的重量百分比可以分别大于延迟荧光材料和荧光材料。而且,第一发光材料层532的延迟荧光材料的重量百分比可以大于第二发光材料层534的荧光材料。

[0144] 在此情况下,第一主体的单重态能量大于延迟荧光材料(即,第一掺杂剂)的单重态能量,第一主体的三重态能量大于延迟荧光材料的三重态能量。而且,第二主体的单重态能量大于荧光材料(即,第二掺杂剂)的单重态能量。

[0145] 在此有机发光二极管D中,由于延迟荧光材料的单重态能量和三重态能量传递到荧光材料,在荧光材料处发生发光,因此有机发光二极管D的量子效率增加,半峰宽减小。

[0146] 如上所述,由于延迟荧光材料的单重态能量大于荧光材料的单重态能量,延迟荧光材料的单重态能量和三重态能量传递到荧光材料,于是在荧光材料处发生发光。因此,有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置(图1的100)的半峰宽可以较窄。

[0147] 换言之,能量从包含延迟荧光材料的第一发光材料层532传递到包含荧光材料的第二发光材料层534,在第二发光材料层534处发生发光,由于荧光材料发光,半峰宽可以较窄。

[0148] 而且,由于延迟荧光材料的三重态能量与单重态能量的能量差小于0.3eV,于是延迟荧光材料的三重态能量和单重态能量都传递到荧光材料的单重态能量并用于发光,因此可以改善有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置100的量子效率。

[0149] 而且,在本实施方式的有机发光二极管D和包含该二极管的有机发光显示装置100中,可以阻挡从延迟荧光材料的三重态能量到荧光材料的三重态能量的传递的能量控制层560位于第一发光材料层532和第二发光材料层534之间。

[0150] 参见图12(其是解释本发明的第四实施方式的有机发光二极管中的发光机理的图示),第一发光材料层532(EML1)的延迟荧光材料的单重态能量S1(D1)传递到第二发光材料层534(EML2)的单重态能量S1(D2)(即,Foster共振能量传递),于是发生荧光材料处的发光。换言之,延迟荧光材料的单重态能量S1(D1)大于荧光材料的单重态能量S1(D2)(即, $S1(D1) > S1(D2)$)。

[0151] 因此,延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1) 传递到荧光材料的单重态能量S1 (D2) 并因此在荧光材料处发生发光的有机发光二极管D产生较窄半峰宽的光,并具有高色纯度。

[0152] 而且,由于延迟荧光材料的逆向系统间跨越效应,延迟荧光材料的三重态能量T1 (D1) 转换为延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1),并且延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1) 传递到荧光材料的单重态能量S1 (D2)。换言之,延迟荧光材料的三重态能量与单重态能量的能量差 ΔE_{ST} 小于0.3eV (即, $\Delta E_{ST} < 0.3\text{eV}$), 于是发生延迟荧光材料的三重态能量T1 (D1) 转换为延迟荧光材料的单重态能量S1 (D1) 的逆向系统间跨越现象。因此,延迟荧光材料的单重态能量和三重态能量都传递到荧光材料,于是荧光材料的量子效率增加。

[0153] 延迟荧光材料的三重态能量可能无法转换为延迟荧光材料的单重态能量,但可以传递到荧光材料的三重态能量 (即, Dexter共振能量传递)。在此情况下,由于荧光材料的三重态能量不参与发光,有机发光二极管D的量子效率降低。

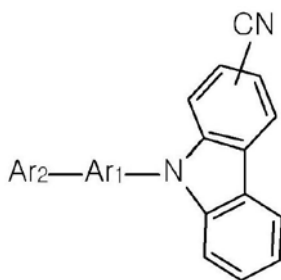
[0154] 不过,在本实施方式中,由三重态能量大于延迟荧光材料的三重态能量的材料制成的能量控制层560 (ECL) 位于第一发光材料层532和第二发光材料层534之间,于是可以防止从延迟荧光材料的三重态能量到荧光材料的三重态能量的传递。

[0155] 在如图9所示的发光材料层430包含第一至第三发光材料层432、434和436的情况下,能量控制层560可以位于第一发光材料层432和第二发光材料层434之间以及位于第二发光材料层434和第三发光材料层436之间。

[0156] 能量控制层560可以由以下化学式2表示的能量控制化合物制成。

[0157] [化学式2]

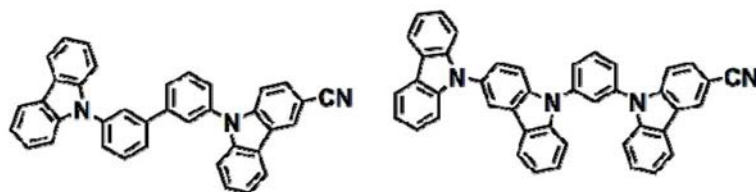
[0158]



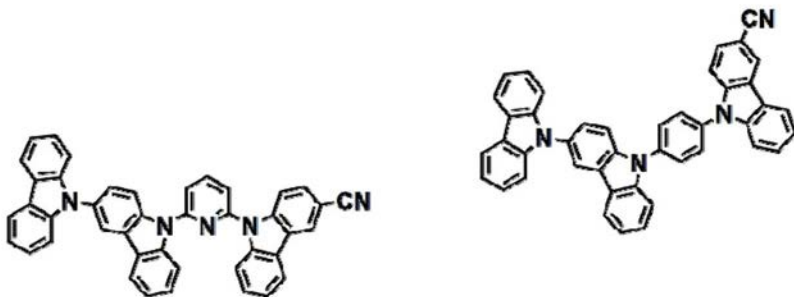
[0159] 在化学式2中, Ar_1 可以为C6~C30芳基或者杂芳基, Ar_2 可以为咔唑或者联咔唑。

[0160] 例如,能量控制化合物可以为以下化学式3的化合物之一。

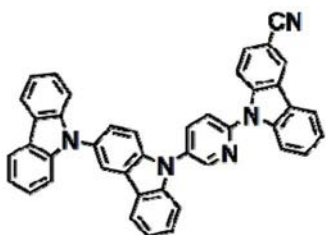
[0161] [化学式3]



[0162]



[0163]



[0164] 因此,在还包含位于第一发光材料层532和第二发光材料层534之间的能量控制层560的有机发光二极管D中,由于延迟荧光材料的三重态能量经延迟荧光材料的单重态能量传递到荧光材料的单重态能量并用于发光,可以进一步改善有机发光二极管D的量子效率。

[0165] 本领域技术人员将明白,在不背离本发明的精神或范围的情况下,在本发明中可以作出各种修改和变化。因此,本发明应覆盖本发明的修改和变化,只要其落入所附权利要求及其等同物的范围之内。

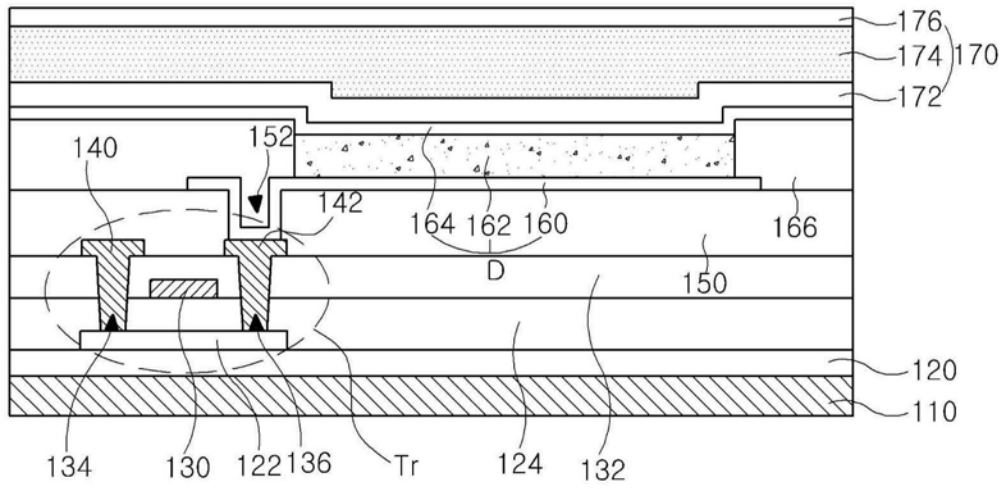
100

图1

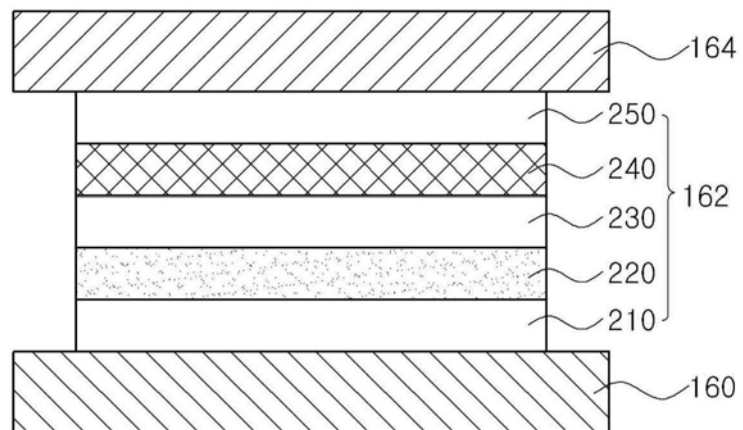
D

图2

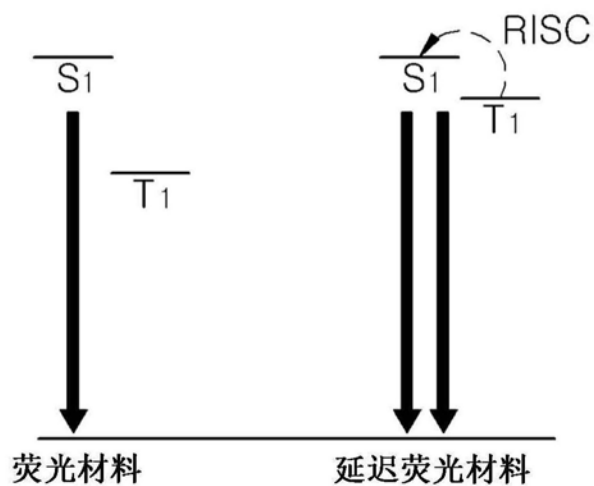


图3

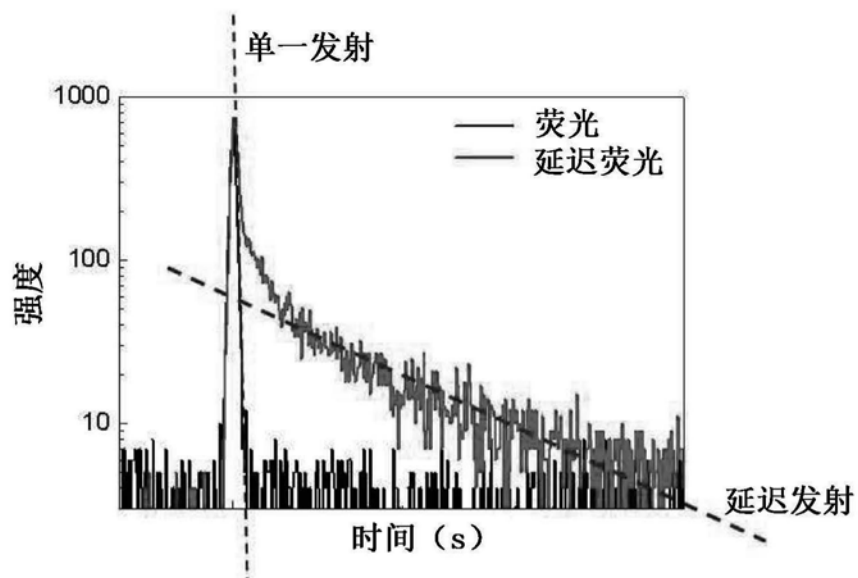


图4

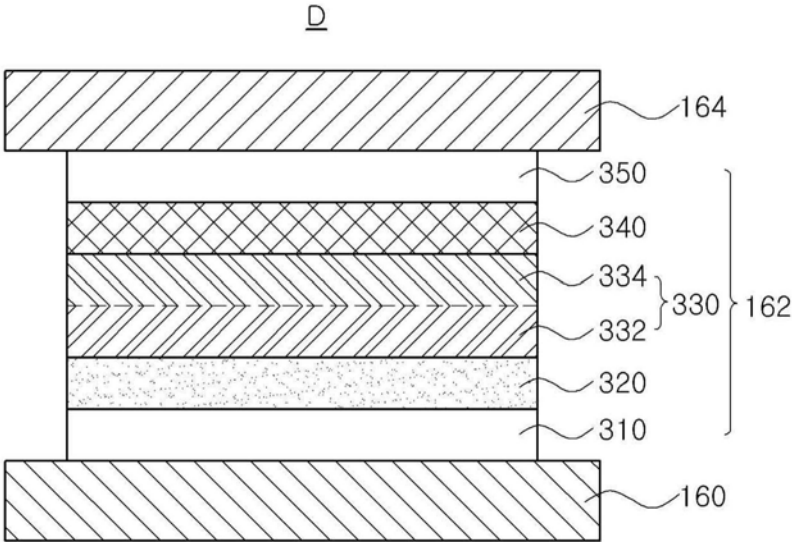


图5

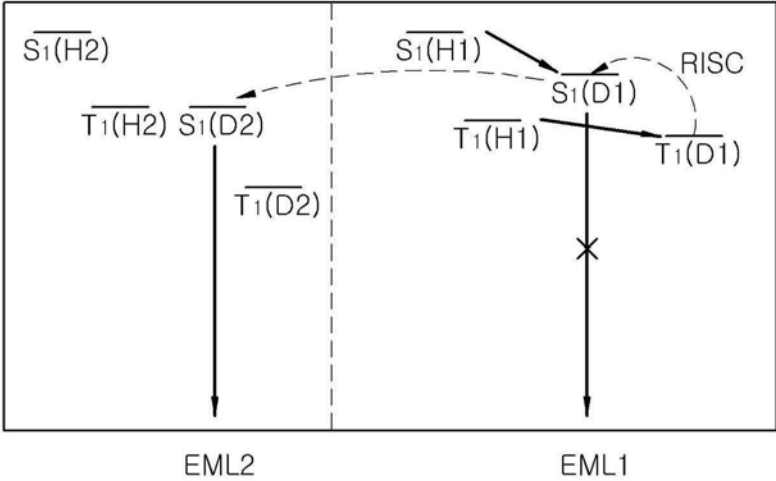


图6

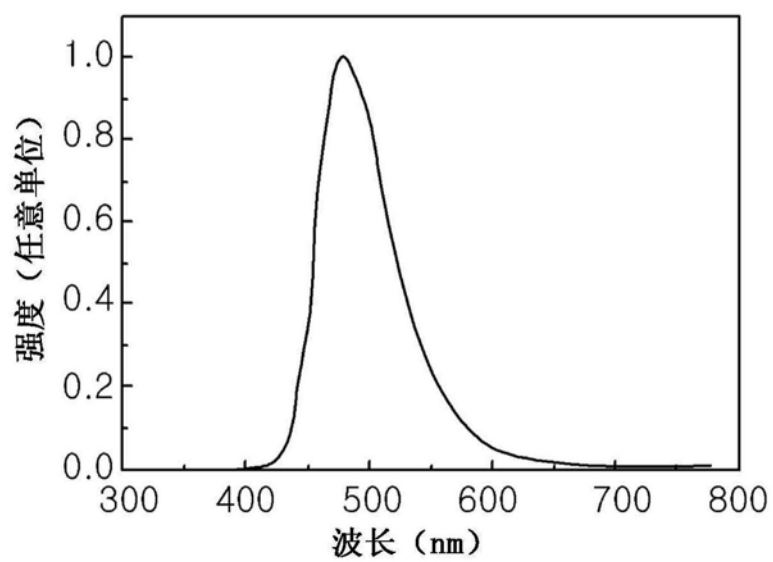


图7

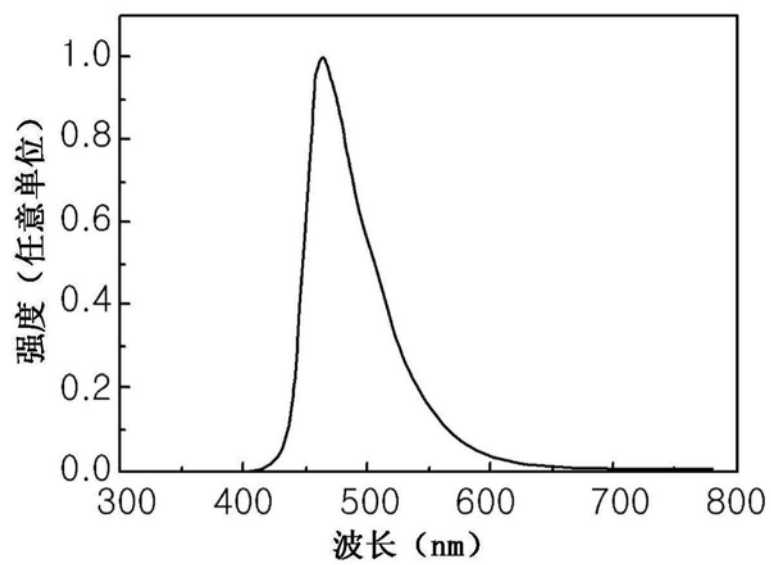


图8

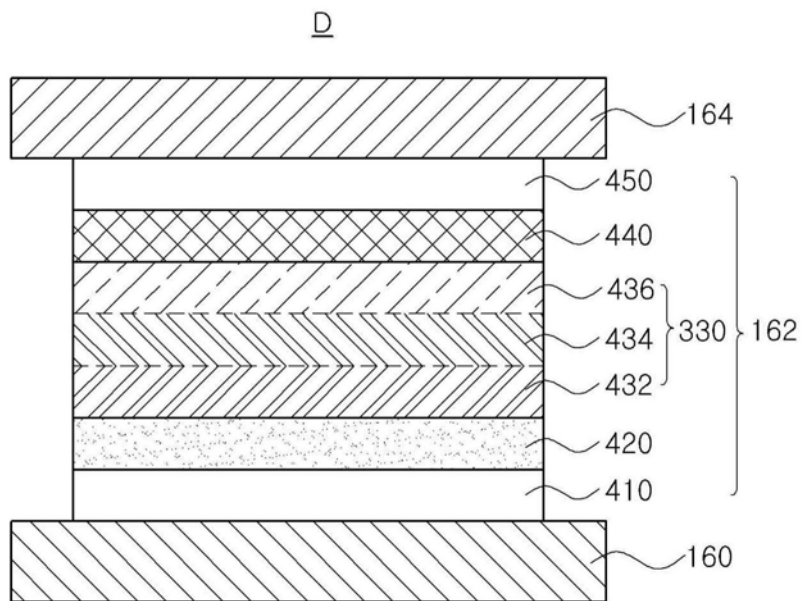


图9

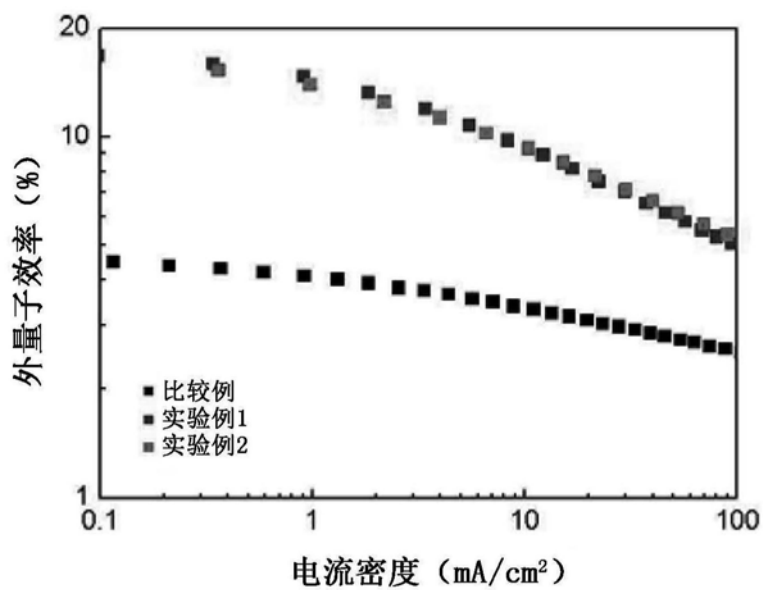


图10

D

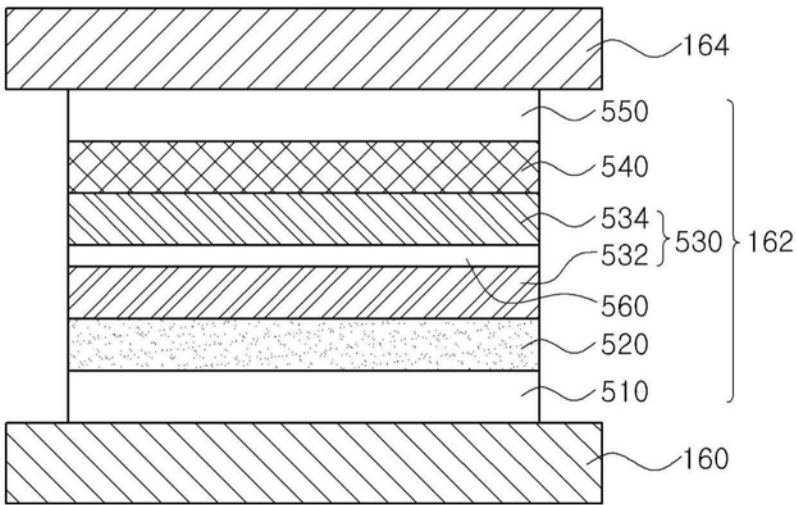


图11

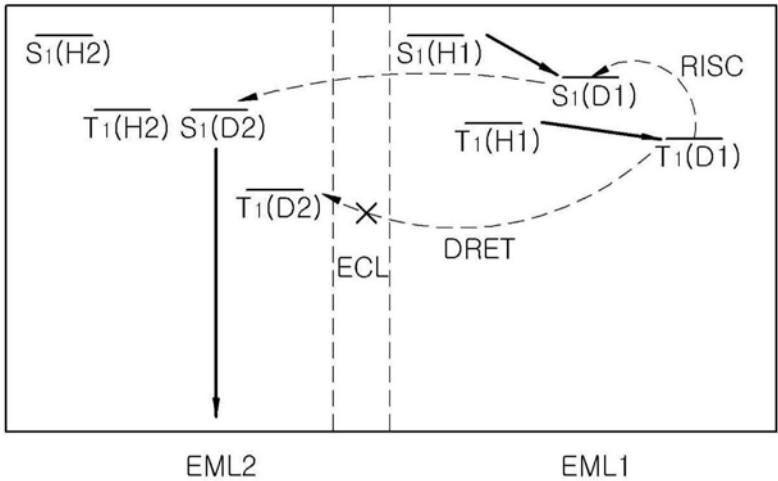


图12

专利名称(译)	有机发光二极管和包含该二极管的有机发光显示装置		
公开(公告)号	CN107887516B	公开(公告)日	2019-09-27
申请号	CN2017110899258.3	申请日	2017-09-28
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
[标]发明人	金接演 梁仲焕 鲁效珍 尹大伟		
发明人	金接演 梁仲焕 鲁效珍 尹大伟		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54 H01L27/32		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/5036 H01L51/5028 H01L2251/552 H01L51/5004 H01L51/5012		
审查员(译)	杨斌		
优先权	1020160125727 2016-09-29 KR		
其他公开文献	CN107887516A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种有机发光二极管，其包含：包括第一和第二层的发光材料层；在所述发光材料层一侧的第一电极；和在所述发光材料层另一侧并与第一电极相对的的第二电极，其中，第一层包含第一化合物，第二层包含第二化合物，其中，第一化合物的单重态能量与三重态能量之差小于0.3eV，并且其中第一化合物的单重态能量大于第二化合物的单重态能量。

