



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108293283 B

(45)授权公告日 2019.12.06

(21)申请号 201780004131.9

(22)申请日 2017.02.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108293283 A

(43)申请公布日 2018.07.17

(30)优先权数据
2016-024108 2016.02.10 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.05.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/004729 2017.02.09

(87)PCT国际申请的公布数据
W02017/138607 JA 2017.08.17

(73)专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 伊藤麻绘 塚本优人 二星学
小池英士 川户伸一 菊池克浩

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

代理人 龙淳 徐飞跃

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H05B 33/12(2006.01)

H05B 33/24(2006.01)

审查员 邓辉

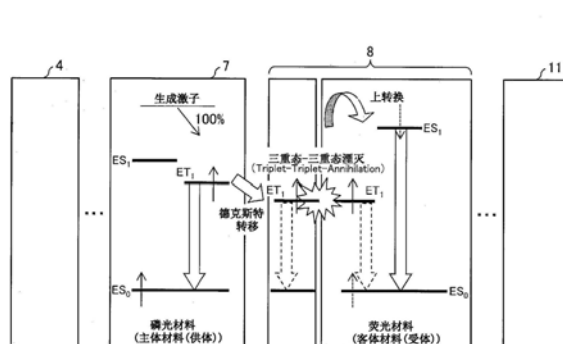
权利要求书2页 说明书17页 附图7页

(54)发明名称

有机电致发光元件和有机电致发光显示装置

(57)摘要

提供一种有机EL元件,其具有高发光效率,并且发出包含色度高的短波长的光在内的多种不同波长区域的光。有机EL元件(1)中,激子生成层(7)与客体层(8)彼此邻接地形成。



1. 一种有机电致发光元件,其包括阳极和阴极以及形成于所述阳极与所述阴极之间的有机层,该有机电致发光元件的特征在于:

所述有机层包括彼此至少1层以上邻接地形成的第一层和第二层,该第一层由至少1种以上的磷光材料构成,该第二层由至少1种以上的荧光材料构成,并且,所述第一层的最低三重激发态的能级高于所述第二层的最低三重激发态的能级,

所述第二层的厚度形成为1nm以下,

所述第二层的最低单重激发态的激子,是通过在所述第一层生成的三重态激子向所述第二层的三重激发态的激子发生能量转移,在所述第二层中的分子间发生从所述三重激发态的激子向单重激发态的激子的上转换而生成的,

所述有机电致发光元件包括所述第二层的最低单重激发态的激子在变成基态时产生的第一波长区域的光的发光。

2. 如权利要求1所述的有机电致发光元件,其特征在于:

包括第二波长区域的光的发光,其是在所述第一层生成的三重态激子中的不发生向所述第二层的三重激发态的激子的能量转移的所述第一层的最低三重激发态的激子在变成基态时产生的。

3. 如权利要求1或2所述的有机电致发光元件,其特征在于:

所述第二层的最低单重激发态的能级高于所述第一层的最低单重激发态的能级。

4. 如权利要求1或2所述的有机电致发光元件,其特征在于:

所述第一层与所述第二层的合计厚度为2nm以下。

5. 如权利要求2所述的有机电致发光元件,其特征在于:

在所述阳极和所述阴极的任一者设置有反射层,在另一者设置有半透射反射层,

所述反射层与所述半透射反射层之间的距离设定为使所述第一波长区域的光和所述第二波长区域的光的任一者增强的距离。

6. 如权利要求5所述的有机电致发光元件,其特征在于:

所述反射层与所述半透射反射层之间的距离利用所述反射层与所述半透射反射层之间的至少包括所述有机层的蒸镀膜的膜厚来进行调整,

将所述蒸镀膜的膜厚设为 d ,所述蒸镀膜的折射率设为 n ,所述第一波长区域的光或所述第二波长区域的光的中心波长设为 λ , m 设为1~10的整数的情况下,

所述蒸镀膜的膜厚 d 满足 $d = (m \times \lambda) / (2 \times n)$ 。

7. 如权利要求1、2、5、6中任一项所述的有机电致发光元件,其特征在于:

所述荧光材料是发出蓝色区域的光的荧光材料。

8. 如权利要求1、2、5、6中任一项所述的有机电致发光元件,其特征在于:

所述磷光材料是发出红色区域的光或绿色区域的光的磷光材料。

9. 如权利要求1、2、5、6中任一项所述的有机电致发光元件,其特征在于:

在所述阳极与所述有机层之间形成有空穴传输层,

在所述阴极与所述有机层之间形成有电子传输层,

在所述空穴传输层中的空穴的迁移率比所述电子传输层中的电子的迁移率大的情况下,所述第二层配置于比所述第一层靠近所述空穴传输层的位置。

10. 如权利要求1、2、5、6中任一项所述的有机电致发光元件,其特征在于:

在所述阳极与所述有机层之间形成有空穴传输层，
在所述阴极与所述有机层之间形成有电子传输层，
在所述电子传输层中的电子的迁移率比所述空穴传输层中的空穴的迁移率大的情况下，所述第二层配置于比所述第一层靠近所述电子传输层的位置。

11. 如权利要求1、2、5、6中任一项所述的有机电致发光元件，其特征在于：

所述有机层包括由1种以上的荧光材料构成的第三层，

所述第三层与所述第一层邻接地形成在所述第一层的与配置有所述第二层的一侧相反的一侧，

所述第三层的最低三重激发态的能级具有比所述第一层的最低三重激发态的能级低且与所述第二层的所述最低三重激发态的能级不同的能级，

所述第三层的最低单重激发态的能级具有比所述第一层的最低单重激发态的能级高且与所述第二层的所述最低单重激发态的能级不同的能级，

所述第三层的厚度形成为1nm以下，

所述至少1种以上的波长区域的光的发光包括：

第一波长区域的光的发光，其是通过在所述第一层生成的三重态激子向所述第二层的最低三重激发态发生能量转移，在所述第二层中的分子间发生从所述最低三重激发态的激子向最低单重激发态的激子的上转换而生成的所述第二层的最低单重激发态的激子在变成基态时产生的；

第三波长区域的光的发光，其是通过在所述第一层生成的三重态激子向所述第三层的最低三重激发态发生能量转移，在所述第三层中的分子间发生从所述最低三重激发态的激子向最低单重激发态的激子的上转换而生成的所述第三层的最低单重激发态的激子在变成基态时产生的；和

第二波长区域的光的发光，其是在所述第一层生成的三重态激子中的不发生向所述第二层的最低三重激发态的能量转移的所述第一层的最低三重激发态的激子在变成基态时产生的，

所述第一波长区域的光、所述第三波长区域的光和所述第二波长区域的光依次为更短波长区域的光。

12. 如权利要求11所述的有机电致发光元件，其特征在于：

在所述阳极和所述阴极的任一者设置有反射层，在另一者设置有半透射反射层，

所述反射层与所述半透射反射层之间的距离设定为使所述第一波长区域的光、所述第二波长区域的光和所述第三波长区域的光的任一者增强的距离。

13. 一种有机电致发光显示装置，其特征在于：

具有上述权利要求1至12中任一项所述的有机电致发光元件。

有机电致发光元件和有机电致发光显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及有机电致发光元件和有机电致发光显示装置。

背景技术

[0002] 近年来,各种平面显示装置得以开发,特别是具备有机电致发光(Electro luminescence)元件(以下记为“有机EL元件”)的有机电致发光(Electro luminescence)显示装置(以下记为“有机EL显示装置”)由于能够实现低耗电性、薄型化和高画质化等,作为优秀的平板显示装置而备受关注。

[0003] 有机EL显示装置所具备的有机EL元件具有如下结构:由阴极和阳极夹持包含由有机化合物构成的发光材料的发光层,在发光层注入电子和空穴(hole)并通过使其复合而生成激子,利用该激子失活时的光的放射而发光。

[0004] 此种发光材料通过HOMO(最高占有轨道)能级的电子吸收能量转移为LUMO(最低空轨道)能级,进而从有机分子的基态(S_0 状态)激发为激发态。

[0005] 有机分子的激发态存在2种自旋多重度不同的状态,即:HOMO能级的电子的自旋方向与LUMO能级的电子的自旋方向逆平行的单重激发态(S_1 状态);和HOMO能级的电子的自旋方向与LUMO能级的电子的自旋方向平行的三重激发态(T_1 状态)。

[0006] 如上所述,在有机EL元件中成为在发光层注入电子和空穴(hole),通过使其复合而生成激子,进而利用该激子失活时的光的放射,但该激子以上述 S_1 状态生成的几率为25%,以上述 T_1 状态生成的几率为75%。该激子从上述三重激发态(T_1 状态)变成基态(S_0 状态)时的磷光发光的发光寿命通常为数毫秒以上的非常长的时间,热失活的速率常数比磷光发光的速率常数大,因此,可知室温下在多数情况中不伴随发光而发生放出热的无辐射失活。因而,通常的荧光材料中内部量子收率的极限被认为是25%。

[0007] 另外,当前有将铱配合物等的重原子作为中心金属的磷光材料。在此种磷光材料中,利用内部重原子效果,单重状态的激子通过系间窜越而转移为三重态状态,使得单重激子和三重态激子均能够有助于发光。

[0008] 另外,近年来,最低单重激发态(S_1 状态)的能级(以下记为“ ES_1 能级”)和最低三重激发态(T_1 状态)的能级(以下记为“ ET_1 能级”)的能量差极小的热活性化延迟发光材料(以下记为“TADF材料”)的开发日益进步。特别是关于蓝色的发光材料,兼具高发光效率和进一步短波长的发光峰值的新型发光材料的开发逐步推进。

[0009] TADF材料中, ES_1 能级与 ET_1 能级的能量差 ΔE_{ST} 极小, T_1 状态的激子通过反向系间窜越成为 S_1 状态的激子,因此,使100%有助于发光成为可能。

[0010] 最近,公开有如下技术:通过组合使用上述那样的磷光材料和荧光材料使能量转移进而从目标发光体发光,以实现长寿命化并提高发光效率。

[0011] 例如,专利文献1中,特征在于包含至少1个以上的磷光发光体的第一发光层和包含主要在比上述第一发光层的发光峰值靠近短波长侧的光谱域发光的荧光发光体的第二发光层邻接地形成,上述第二发光层的荧光发光体是通过来自上述第一发光层的至少1个

磷光发光体的三重态激子的能量转移和从三重激发态向单重激发态的上转换而显示延迟荧光的物质,其结果是,能够提供可发出包括白色在内的多种颜色的光的有机EL发光装置,并且能够实现长寿命化。

[0012] 另外,非专利文献1中记载有如下发光机构:在名为金属配合物骨架(MOF)的结晶性材料中,通过受体分子自组装使其规则地排列,使得使用了MOF的固体中的光子上转换成为可能。

[0013] 现有技术文献

[0014] 专利文献

[0015] 专利文献1:日本国公开专利公报“特开2015-185728号”公报(2015年10月22日公开)。

[0016] 非专利文献

[0017] 非专利文献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 (3August 2015)。

发明内容

[0018] 发明所要解决的技术问题

[0019] 然而,在专利文献1中,没有对各发光层的最适宜的膜厚等进行特别地考虑,被认为没有高效进行上述第一发光层的三重态激子向第二发光层的能量转移而在上述第一发光层中发生三重态-三重态湮灭(TTA(Triplet-Triplet-Annihilation)),即失活。另外,存在仅上述第一发光层中的磷光材料自身发光、或直接将载流子注入上述第二发光层的发光材料而发光,发光效率显著降低等的问题。进一步,专利文献1所公开的结构是着眼于发白色光的有机EL的结构,没有记载应用于其他颜色的有机EL元件的具体方法。

[0020] 另外,非专利文献1中公开了使得在使用了金属配合物骨格(MOF)的固体中的光子上转换成为可能的发光结构,但将此种格子状的结构在保持均一性的状态下导入有机EL元件中在一直以来的工序中较困难,特别是在考虑到将来的量产体制的情况下,存在应用于有机EL元件的难度较高的问题。另外,在使用此种格子状的结构的情况下,还有多波长发光变换困难的问题。

[0021] 本发明是鉴于上述问题点完成的,目的在于提供具有较高发光效率且发出色度高的短波长的光的有机电致发光元件。

[0022] 用于解决技术问题的技术方案

[0023] 为了解决上述技术问题,本发明的有机电致发光元件包括阳极和阴极以及形成于上述阳极与上述阴极之间的有机层,该有机电致发光元件的特征在于:上述有机层包括彼此至少1层以上邻接地形成的第一层和第二层,该第一层包含至少1种以上的磷光材料,该第二层包含至少1种以上的荧光材料,并且,上述第一层的最低三重激发态的能级高于上述第二层的最低三重激发态的能级,上述第二层的厚度形成为1nm以下,上述有机电致发光元件具有包括第一波长区域的光的发光的至少1种以上的波长区域的光的发光,其中,所述第一波长区域的光的发光是在上述第一层生成的三重态激子向上述第二层的三重激发

态的激子发生能量转移,在上述第二层中的分子间发生从上述三重激发态的激子向单重激发态的激子的上转换而生成的上述第二层的最低单重激发态的激子在变成基态时产生的。

[0024] 根据上述结构,上述有机层包括彼此至少1层以上邻接而形成的第一层和第二层,该第一层包含至少1种以上的磷光材料,该第二层包含至少1种以上的荧光材料,第一层中的分子的最低三重激发态的能级大于第二层的最低三重激发态的能级,并且,上述第二层的厚度形成为1nm以下,由此,能够高效进行从第一层中的分子的三重态状态向第二层中的分子的三重态状态的能量转移,能够实现具有高发光效率的有机电致发光元件。

[0025] 另外,根据上述结构,能够通过从第二层中的分子的三重激发态的激子的上转换而生成第二层中的分子的单重激发态的激子,因此,能够实现发出色度高的短波长的光的有机电致发光元件。

[0026] 发明效果

[0027] 根据本发明的一方式,能够提高具有高的发光效率,并且发出色度高的短波长的光的有机电致发光元件。

附图说明

[0028] 图1是表示实施方式1的有机EL元件的概略结构的截面图。

[0029] 图2是用于说明图1中图示出的有机EL元件中的发光机构的图。

[0030] 图3是表示实施方式2的有机EL元件所具备的各层的能带和膜厚的图。

[0031] 图4是表示实施方式2的有机EL元件的概略结构的截面图。

[0032] 图5是表示实施方式3的有机EL元件的概略结构的截面图。

[0033] 图6是用于说明图5中图示出的有机EL元件中的发光机构的图。

[0034] 图7是表示实施方式4的有机EL显示装置的概略结构的截面图。

[0035] 图8是用于说明实施方式5的有机EL显示装置具备的有机EL元件的发光机构的图。

[0036] 图9是表示图8中图示出的有机EL显示装置的概略结构的截面图。

具体实施方式

[0037] 基于图1至图9对本发明的实施方式进行以下说明。以下,为便于说明,有时对与以特定的实施方式说明的结构具有相同的功能的结构附相同的附图标记,省略其说明。

[0038] (实施方式1)

[0039] 若基于图1和图2对本发明的实施的一方式进行说明,则如以下所述。

[0040] <有机EL元件的概略结构>

[0041] 图1是表示本实施方式的有机EL元件1的概略结构的截面图。

[0042] 如图1所示,本实施方式的有机EL元件1在成为基底的基板2上依次层叠有阳极4、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7(第一层)、客体层8(第二层)、电子传输层9、电子注入层10和阴极11。

[0043] 此外,在本实施方式中,以客体层8发出的光从与基板2相反侧的阴极11侧射出的顶部发光型的有机EL元件1为例进行说明。

[0044] (基板2)

[0045] 基板2只要具有绝缘性则无特别地限制,例如能够使用公知的绝缘基板,例如能够

使用由玻璃或石英等构成的无机基板或由聚对苯二甲酸乙酯或聚酰亚胺树脂等构成的塑料基板等。

[0046] 此外,有机EL元件1是客体层8发出的光从与基板2相反侧的阴极11侧射出的顶部发光型,因此,基板2不必具有透光性。

[0047] 因此,在有机EL元件1是顶部发光型的有机EL元件的情况下,作为基板2,也能够使用硅片等的半导体基板、在由铝(Al)或铁(Fe)等构成的金属基板的表面涂敷由氧化硅或有机绝缘材料等构成的绝缘物的基板、将由Al等构成的金属基板的表面通过阳极氧化等的方法实施了绝缘化处理的基板等。

[0048] (阳极4)

[0049] 阳极4具有作为向激子生成层7注入空穴 h^+ 的电极的功能即可。

[0050] 阳极4的形状、结构、大小等无特别限制,能够根据有机EL元件1的用途、目的进行适宜地选择。

[0051] 有机EL元件1是客体层8发出的光从与基板2相反侧的阴极11侧射出的顶部发光型,因此,阳极4成为依次层叠反射电极3a(反射层)和透光性电极3b的结构。

[0052] 阳极4为此种结构,因此,客体层8发出的光中,朝向阳极4侧的光在透过阳极4中的透光性电极3b后,被阳极4中的反射电极3a反射,再次透过阳极4中的透光性电极3b后,从阴极11侧射出。

[0053] 在本实施方式中,作为反射电极3a,将Ag形成为100nm的膜厚,作为透光性电极3b,将锡锡氧化物(ITO:Indium Tin Oxide)形成为110nm的膜厚,但若反射率和功函数为能够用作反射性阳极的程度,则其材质、膜厚不限于此。另外,如后文所述,能够通过使ITO的膜厚变化而使其显现微腔效果。

[0054] 此外,在本实施方式中,以阳极4由反射电极3a和透光性电极3b构成的情况为例进行了说明,但阳极4也可仅由反射电极3a构成。

[0055] (空穴注入层5和空穴传输层6)

[0056] 空穴注入层5包含空穴注入性材料,是具有提高向激子生成层7的空穴注入效率的功能的层,在本实施方式中,作为空穴注入层5,以将2,3,6,7,10,11-六氰基-1,4,5,8,9,12-六氮杂三联苯(HAT-CN)形成为28nm的膜厚的情况为例进行了说明,但若能够提高向激子生成层7的空穴注入效率,则其材质、膜厚不限于此。

[0057] 空穴传输层6包含空穴传输性材料,是具有能够提高向激子生成层7的空穴传输效率的功能的层,在本实施方式中,作为空穴传输层6,以将二[4-(N,N-二甲苯基氨基)-苯基]环己烷(TAPC)形成为20nm的膜厚的情况为例进行了说明,但若能够提高向激子生成层7的空穴传输效率,则其材质、膜厚不限于此。

[0058] 此外,在本实施方式中,以空穴注入层5和空穴传输层6作为彼此独立的层形成的情况为例进行了说明,但不限于此,空穴注入层5和空穴传输层6也可以作为空穴注入层兼空穴传输层形成一个层,也可以仅形成空穴注入层5和空穴传输层6中的任一者。进一步,也可以空穴注入层5和空穴传输层6两者均不设置。

[0059] 此外,空穴注入层5、空穴传输层6、空穴注入层兼空穴传输层可以是没有掺入杂质的本征空穴注入性材料或本征空穴传输性材料,也可以因提高导电性等的理由掺入杂质。

[0060] (激子生成层7和客体层8)

[0061] 激子生成层7是如下所述的层:来自阳极4的空穴 h^+ 和来自阴极11的电子 e^- 结合而生成激子,并且如后文详述,生成的激子的一部分在变成基态的能级(ES_0)时发出红色的波长区域(第二波长区域)的光。

[0062] 客体层8是如下所述的层:从激子生成层7转移来的激子在从最低单重激发态变成基态时发出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光,其中,所述最低单重激发态具有高于最低三重激发态的能级(ET_1)的能级的最低单重激发态的能级(ES_1),所述基态具有基态的能级(ES_0)。

[0063] 图2是用于说明具备激子生成层7和客体层8的有机EL元件1的发光机构的图。此外,在图2中,省略了设置于阳极4与激子生成层7之间的空穴注入层5及空穴传输层6和设置于阴极11与客体层8之间的电子传输层9及电子注入层10的图示。

[0064] 如图2中图示所示,有机EL元件1中,作为主体材料(供体)的激子生成层7是包含磷光材料的层,在本实施方式中,使用由磷光材料构成的层。另外,作为客体材料(受体)的客体层8是包含荧光材料的层,具体而言,是包含含有延迟荧光体的荧光材料的层。

[0065] 激子生成层7由磷光材料构成,因此,在激子生成层7,激子以三重激发态(T_1 状态)生成的几率理论上为100%。

[0066] 激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)的激子的一部分在变成基态时发出红色的波长区域(第二波长区域)的光,激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)中的激子的其余的一部分向客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)发生TTET(三重态-三重态能量转移, Triplet-Triplet Energy Transfer),即德克斯特(Dexter)转移。

[0067] 为了发生德克斯特转移,需要激子生成层7与客体层8彼此邻接地形成,为高效进行通过德克斯特转移的能量转移,从客体层8的与阴极11相对的面至激子生成层7的与阳极4相对的面之间的距离优选为2nm以下。

[0068] 另外,激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)需比客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)高。

[0069] 从激子生成层7的最低三重激发态德克斯特转移为客体层8的最低三重激发态的激子经过三重态-三重态湮灭(TTA(Triplet-Triplet-Annihilation)),上转换为具有比激子生成层7的最低单重激发态的能级(ES_1)和客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)高的能级的客体层8的最低单重激发态。

[0070] 此外,为在客体层8内高效发生三重态-三重态湮灭(TTA),客体层8的厚度优选形成成为1nm以下。

[0071] 此外,三重态-三重态湮灭(TTA)是指:从激子生成层7德克斯特转移至客体层8的激子彼此在发光寿命内发生碰撞,通过该三重态-三重态湮灭(TTA),客体层8的最低三重激发态的激子单方上转换为具有较高能级的客体层8的最低单重激发态。

[0072] 考虑到这些方面,在本实施方式中,以1nm的膜厚形成由作为发出红色的波长区域的光的磷光材料的铂(II)-八乙基-卟啉(PtOEP)构成的激子生成层7,以1nm的膜厚形成由作为发出蓝色的波长区域的光的荧光材料、且荧光量子效率高的9,10-二苯基蒽(DPA)构成的客体层8。

[0073] 此外,在有机EL元件1中,激子生成层7与客体层8作为彼此独立的层而形成,激子仅在激子生成层7生成,在客体层8,激子没有直接生成,因此,能够实现发光效率较高的有

机EL元件1。

[0074] (电子传输层9和电子注入层10)

[0075] 图1图示出的电子传输层9包含电子传输性材料,是具有提高向激子生成层7的电子传输效率的功能的层,在本实施方式中,作为电子传输层9,以将1,3,5-三(m-吡啶基-3-苯基)苯(1,3,5-tri(m-pyridin-3-ylphenyl)benzene(TmPyPB))形成为40nm的膜厚的情况为例进行了说明,但若能够提高向激子生成层7的电子传输效率,则其材质、膜厚不限于此。

[0076] 电子注入层10包含电子注入性材料,是具有提高向激子生成层7的电子注入效率的功能的层,在本实施方式中,作为电子注入层10,以将LiF(氟化锂)形成为1nm的膜厚的情况为例进行了说明,但若能够提高向激子生成层7的电子注入效率,则其材质、膜厚不限于此。

[0077] 此外,在本实施方式中,以电子传输层9与电子注入层10作为彼此独立的层而形成的情况为例进行了说明,但不限于此,电子传输层9与电子注入层10可以作为电子注入层兼电子传输层形成为一个层,也可以仅形成电子传输层9和电子注入层10中的任一者。进一步,也可以电子传输层9和电子注入层10两者均不设置。

[0078] 此外,电子传输层9、电子注入层10、电子注入层兼电子传输层可以是没有掺入杂质的本征电子注入性材料或本征电子传输性材料,也可以因提高导电性等的理由掺入杂质。

[0079] 另外,也可以是插入了空穴阻隔层、电子阻隔层的任一者或两者的元件结构。

[0080] 此外,在有机EL元件1中,将以20nm的膜厚形成的二[4-(N,N-二甲苯基氨基)-苯基]环己烷(TAPC)用作空穴传输层6,将以40nm的膜厚形成的1,3,5-tri(m-pyridin-3-ylphenyl)benzene(TmPyPB)用作电子传输层9,因此,电子传输性比空穴传输性高。

[0081] 因而,优选将激子生成层7设置于空穴传输层6的附近,将客体层8设置于电子传输层9的附近。通过此种构成,能够在激子生成层7更高效地生成激子。

[0082] 此外,根据所使用的空穴传输层6和电子传输层9的材质、膜厚,有时空穴传输性比电子传输性高,在此种情况下,优选将激子生成层7设置于电子传输层9的附近,将客体层8设置于空穴传输层6的附近。

[0083] (阴极11)

[0084] 图1图示出的阴极11具有作为向激子生成层7注入电子 e^- 的电极的功能即可。

[0085] 阴极11的形状、结构、大小等没有特别地限制,能够根据有机EL元件1的用途、目的进行适宜选择。

[0086] 如上文所述,有机EL元件1是从与基板2相反侧的阴极11侧射出客体层8发出的光的顶部发光型,因此,阴极11由半透射反射层构成。

[0087] 阴极11由半透射反射层构成,因此,一部分的光被反射,并且,一部分的光得以透射,向外部射出。

[0088] 在本实施方式中,作为阴极11,Ag-Mg合金(Ag/Mg混合比=0.9/0.1)形成为20nm的膜厚,但若透射率、反射率和功函数为能够用作阴极的程度,则其材质、膜厚不限于此。

[0089] (微腔结构)

[0090] 微腔是指如下现象:发出的光在阳极与阴极之间多重反射,因共振而使发光光谱变得陡峭,并且,峰值波长的发光强度增大。

[0091] 微腔效果能够通过例如阳极或阴极的反射率和膜厚、有机层的层厚等进行最优设计而获得。

[0092] 在顶部发光型的有机EL元件1中,阳极4设为反射电极3a与透光性电极3b的层叠结构,阴极11是半透射反射层,因此,反射电极3a与阴极11之间的距离设定为使从客体层8发出的蓝色的波长区域(第一波长区域)的光增强的距离,在本实施方式中,可实现使蓝色的波长区域的光增强的顶部发光型的有机EL元件1。

[0093] 反射电极3a与阴极11之间的距离优选设定为使从客体层8发出的蓝色的波长区域(第一波长区域)的光的中心波长的强度增强的距离。

[0094] 进一步,反射电极3a与阴极11之间的距离通过反射电极3a与阴极11之间的至少包含作为有机层的激子生成层7和客体层8的蒸镀膜(透光性电极3b、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9、电子注入层10)的膜厚进行调整,优选在将上述蒸镀膜的膜厚设为 d 、将上述蒸镀膜的折射率设为 n 、将从客体层8发出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光的中心波长设为 λ 、将 m 设为1~10的整数的情况下,上述蒸镀膜的膜厚 d 满足 $d = (m \times \lambda) / (2 \times n)$ 。

[0095] 在有机EL元件1中,能够通过调整透光性电极3b、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9和电子注入层10的至少一者的膜厚,使反射电极3a与阴极11之间的距离最优化,向外部射出所期望的特定的波长区域的光(在本实施方式中,为蓝色的波长区域(第一波长区域)的光)。

[0096] 具体而言,在有机EL元件1中,透光性电极3b形成成为110nm的膜厚,空穴注入层5形成成为28nm的膜厚,空穴传输层6形成成为20nm的膜厚,激子生成层7形成成为1nm的膜厚,客体层8形成成为1nm的膜厚,电子传输层9形成成为40nm的膜厚,电子注入层10形成成为1nm的膜厚,将反射电极3a与阴极11之间的距离设为201nm。

[0097] 此外,在本实施方式中,以为了向外部射出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光而对反射电极3a与阴极11之间的距离进行了最优化的情况为例进行了说明,但不限于此,也可以为了向外部射出从激子生成层7发出的红色的波长区域(第二波长区域)的光而对反射电极3a与阴极11之间的距离进行最优化。

[0098] 如上所述,有机EL元件1具有高的发光效率,能够发出包含色度高的短波长的光的不同波长区域的光,射出所期望的特定的波长区域的光。

[0099] 此外,在本实施方式中,以使用由作为发出红色的波长区域的光的磷光材料的铂(II)-八乙基-卟啉(PtOEP)构成的激子生成层7的情况为例进行了说明,但不限于此,也可以使用由作为发出绿色的波长区域的光的磷光材料的(Ir(PPy)3)、(Ir(PPy)2(acac))等构成的激子生成层。

[0100] 另外,在本实施方式中,以客体层8是从激子生成层7转移来的激子从具有比客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)高的能级的最低单重激发态的能级(ES_1)变成基态时发出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光的层的情况为例进行了说明,但不限于此,在激子生成层7为发出红色的波长区域的光的磷光材料的情况下,客体层8不仅发出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光,还可以是发出绿色的波长区域(第三波长区域)的光的层。

[0101] 此外,上述磷光材料的发光波长区域与上述荧光材料的发光波长区域可以是重叠的区域。

[0102] (实施方式2)

[0103] 基于图3和图4对本发明的实施方式2进行说明。在本实施方式中,有机EL元件30为底部发光型的有机EL元件,这方面与实施方式1不同,在其他方面与实施方式1中的说明相同。为便于说明,对于与实施方式1的附图中示出的部件具有相同的功能的部件,附相同的附图标记,省略其说明。

[0104] 图3是表示本实施方式的有机EL元件30具备的各层的能带和膜厚的图。

[0105] 如图示所示,在底部发光型的有机EL元件30中,作为阳极4a使用ITO层,作为阴极21使用Al单层。

[0106] 在本实施方式中,将以110nm的膜厚形成的ITO层用作阳极4a,将以100nm的膜厚形成的Al单层用作阴极21。其他的空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9和电子注入层10使用与上述实施方式1的情况相同的材料以相同膜厚形成。

[0107] 具体而言,在有机EL元件30中,作为阳极4a的ITO层形成为110nm的膜厚,空穴注入层5形成为28nm的膜厚,空穴传输层6形成为20nm的膜厚,激子生成层7形成为1nm的膜厚,客体层8形成为1nm的膜厚,电子传输层9形成为40nm的膜厚,电子注入层10形成为1nm的膜厚,将基板2与阴极21之间的距离设为201nm。

[0108] 此外,在图3中图示有阳极4a、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9和电子注入层10及阴极21的各层的能带。

[0109] 图4是表示本实施方式的有机EL元件30的概略结构的截面图。

[0110] 如图示所示,有机EL元件30是客体层8发出的光从基板2侧射出的底部发光型的有机EL元件。

[0111] 客体层8发出的光从基板2侧射出,因此,作为基板2需要使用玻璃基板等透光性基板。

[0112] 并且,由半透射反射层构成的阳极4a设置于基板2上,并且能够将包含反射层的单层结构或层叠结构的阴极21用作相对电极,在本实施方式中,将以110nm的膜厚形成的ITO层用作阳极4a,并将以100nm的膜厚形成的Al单层用作阴极21。

[0113] 此外,在本实施方式中,以为了向外部射出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光而对阳极4a与阴极21之间的距离进行了最优化的情况为例进行了说明,但不限于此,也可以为向外部射出从激子生成层7发出的红色的波长区域(第二波长区域)的光而对阳极4a与阴极21之间的距离进行最优化。

[0114] 此外,在为了向外部射出从客体层8发出的蓝色的波长区域(第一波长区域)的光而对阳极4a与阴极21之间的距离进行最优化的情况下,优选有机EL元件30的发光区域的大小与客体层8的大小一致,在为了向外部射出从激子生成层7发出的红色的波长区域(第二波长区域)的光而对阳极4a与阴极21之间的距离进行最优化的情况下,优选有机EL元件30的发光区域的大小与激子生成层7的大小一致。

[0115] 如上所述,底部发光型的有机EL元件30也具有较高的发光效率,能够发出包含色度较高的短波长的光的不同波长区域的光,射出所期望的特定的波长区域的光。

[0116] (实施方式3)

[0117] 接着,基于图5和图6对本发明的实施方式3进行说明。在本实施方式的顶部发光型的有机EL元件40中,在客体层8的上表面和下表面均设置有由磷光材料构成的激子生成层

7,这方面与实施方式1不同,其他方面与实施方式1中的说明相同。为便于说明,对于与实施方式1的附图中所示的部件具有相同功能的部件,附相同的附图标记,省略其说明。

[0118] 图5是表示本实施方式的顶部发光型的有机EL元件40的概略结构的截面图。

[0119] 如图5所示,本实施方式的有机EL元件40在成为基底的基板2上依次层叠有阳极4、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7(第一层)、客体层8(第二层)、激子生成层7(第一层)、电子传输层9、电子注入层10和阴极11。

[0120] 图6是用于说明在客体层8的上表面和下表面均设置有由磷光材料构成的激子生成层7的有机EL元件40的发光机构的图。此外,在图6中,省略设置于阳极4与配置在靠近阳极4一侧的激子生成层7之间的空穴注入层5和空穴传输层6,和设置于阴极11与配置在靠近阴极11一侧的激子生成层7之间的电子传输层9和电子注入层10的图示。

[0121] 激子生成层7是如下所述的层:将来自阳极4的空穴 h^+ 和来自阴极11的电子 e^- 结合而生成激子,并且,生成的激子的一部分在变成基态的能级(ES_0)时发出红色的波长区域(第二波长区域)的光。

[0122] 客体层8与上述实施方式1同样地,是如下所述的层:从激子生成层7转移来的激子从具有高于客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)的能级的最低单重激发态变成基态时发出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光。

[0123] 如图示所示,在有机EL元件40中,作为主体材料(供体)的激子生成层7由磷光材料构成,作为客体材料(受体)的客体层8由荧光材料构成。

[0124] 配置于靠近阳极4一侧的激子生成层7和配置于靠近阴极11一侧的激子生成层7由磷光材料构成,因此,在这两个激子生成层7中,激子以三重激发态(T_1 状态)生成的几率理论上为100%。

[0125] 这两个激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)的激子向客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)发生TTET(三重态-三重态能量转移, Triplet-Triplet Energy Transfer),即德克斯特(Dexter)转移。

[0126] 另外,这两个激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)的激子的一部分也可以不发生向具有客体层8的能级(ET_1)的最低三重激发态的能量转移,而在从激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)变成基态时发出至少2种以上的不同波长区域的光。

[0127] 此外,在有机EL元件40中,能够通过调整透光性电极3b、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9和电子注入层10的至少一者的膜厚,而使反射电极3a与阴极11之间的距离最优化,进而向外部射出所期望的特定的波长区域的光。另外,在有机EL元件40中,也可以向外部射出这些不同的波长区域的光两者。

[0128] 这两个激子生成层7的最低三重激发态下的激子容易向客体层8的最低三重激发态发生德克斯特转移,因此,需要这两个激子生成层7与客体层8彼此邻接地形成,从客体层8中的与阴极11相对的面至配置于靠近阳极4一侧的激子生成层7中的与阳极4相对的面的距离优选为2nm以下,从客体层8中的与阳极4相对的面至配置于靠近阴极11一侧的激子生成层7中与阴极11相对的面的距离也优选为2nm以下。

[0129] 另外,这两个激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)需高于客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)。

[0130] 从这两个激子生成层7的最低三重激发态德克斯特转移为客体层8的最低三重激

发态的激子经过三重态-三重态湮灭 (TTA (Triplet-Triplet-Annihilation)), 上转换为具有高于这两个激子生成层7的最低单重激发态的能级 (ES1) 和客体层8的最低三重激发态的能级 (ET₁) 的能级的客体层8的单重激发态。

[0131] 此外, 为了在客体层8内高效发生三重态-三重态湮灭 (TTA), 客体层8的厚度优选形成成为1nm以下。

[0132] 因而, 在本实施方式中, 由作为发出红色的波长区域的光的磷光材料的铂 (II)-八乙基-卟啉 (PtOEP) 构成的两个激子生成层7各自形成成为0.5nm的膜厚, 由作为发出蓝色的波长区域的光的荧光材料、且荧光量子效率较高的9,10-二苯基蒽 (DPA) 构成的客体层8形成成为1nm的膜厚。

[0133] 此外, 在有机EL元件40中, 透光性电极3b形成成为110nm的膜厚, 空穴注入层5形成成为28nm的膜厚, 空穴传输层6形成成为20nm的膜厚, 配置于靠近阳极4一侧的激子生成层7形成成为0.5nm的膜厚, 客体层8形成成为1nm的膜厚, 配置于靠近阴极11一侧的激子生成层7形成成为0.5nm的膜厚, 电子传输层9形成成为40nm的膜厚, 电子注入层10形成成为1nm的膜厚, 将反射电极3a与阴极11之间的距离设为201nm。

[0134] (实施方式4)

[0135] 接着, 基于图7对本发明的实施方式4进行说明。在本实施方式中, 对具备多个有机EL元件的有机EL显示装置80进行说明, 这方面与实施方式1~3不同, 其他方面与实施方式1~3中的说明相同。为便于说明, 对与实施方式1~3的附图示出的部件具有相同功能的部件附相同的附图标记, 省略其说明。

[0136] 图7是表示本实施方式的有机EL显示装置80的概略结构的截面图。

[0137] 如图示所示, 有机EL显示装置80具备发出蓝色 (B) 的有机EL元件、发出绿色 (G) 的有机EL元件和发出红色 (R) 的有机EL元件, 在各有机EL元件间形成有隔堤部件81。

[0138] 在有机EL显示装置80, 发出蓝色 (B) 的有机EL元件是上述实施方式1~3中说明的有机EL元件1、30、40的任一者均可, 例如是有机EL元件1。

[0139] 有机EL显示装置80中的发出蓝色 (B) 的有机EL元件为有机EL元件1的情况下, 在反射电极3a与阴极11之间形成的蒸镀层83成为由透光性电极3b、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9和电子注入层10构成。

[0140] 在有机EL显示装置80中的发出红色 (R) 的有机EL元件中, 在反射电极3a上形成有由透光性电极3b、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9和电子注入层10构成的蒸镀层83, 在蒸镀层83上, 形成有用于将反射电极3a与阴极11之间的距离设为使红色的波长区域的光增强的距离的膜厚调整层84。

[0141] 此外, 在本实施方式中, 作为膜厚调整层84, 使用与阴极11电连接的透明电极, 但不限于此。

[0142] 在有机EL显示装置80中的发出绿色 (G) 的有机EL元件中, 在反射电极3a与阴极11之间形成有蒸镀层82, 蒸镀层82由透光性电极、空穴注入层、空穴传输层、绿色发光层、电子传输层和电子注入层构成。

[0143] 在有机EL显示装置80中, 发出蓝色 (B) 的有机EL元件和发出红色 (R) 的有机EL元件能够使用同一发光层 (激子生成层7和客体层8) 形成。

[0144] (实施方式5)

[0145] 接着,基于图8和图9对本发明的实施方式5进行说明。在本实施方式中,使用同一发光层(激子生成层7、客体层8和客体层8a)形成发出红色(R)的有机EL元件、发出绿色(G)的有机EL元件和发出蓝色(B)的有机EL元件,这方面与实施方式4不同,其他方面与实施方式4中说明的相同。为便于说明,对与实施方式4的附图示出的部件具有相同功能的部件附相同附图标记,省略其说明。

[0146] 图8是用于说明在与激子生成层7邻接的位置具备客体层8和客体层8a的有机EL元件50中的发光机构的图。此外,在图8中,省略设置于阳极4与客体层8之间的空穴注入层5及空穴传输层6,和设置于阴极11与客体层8a之间的电子传输层9及电子注入层10的图示。

[0147] 如图8图示所示,在有机EL元件50中,作为主体材料(供体)的激子生成层7是包含磷光材料的层,在本实施方式中,使用由磷光材料构成的层。另外,作为客体材料(受体)的客体层8和客体层8a是包含荧光材料的层,具体而言,是包含含有延迟荧光体的荧光材料的层。

[0148] 激子生成层7由磷光材料构成,因此,在激子生成层7中,激子以三重激发态(T_1 状态)生成的几率理论上为100%。

[0149] 激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)的激子的一部分在变成基态的能级(ES_0)时发出红色的波长区域(第二波长区域)的光,激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)的激子的其余的一部分向客体层8和客体层8a的最低三重激发态的能级(ET_1)发生TTET(Triplet-Triplet Energy Transfer),即德克斯特转移。

[0150] 为了发生德克斯特转移,激子生成层7与客体层8或激子生成层7与客体层8a需要彼此邻接地形成,为了高效发生通过德克斯特转移的能量转移,从客体层8中的与阳极4相对的面至激子生成层7中的与阴极11相对的面的距离优选为2nm以下,从客体层8a中的与阴极11相对的面至激子生成层7中的与阳极4相对的面的距离优选为2nm以下。

[0151] 另外,激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)需高于客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1),并且,需高于客体层8a的最低三重激发态的能级(ET_1)。

[0152] 从激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)德克斯特转移为客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)的激子经过三重态-三重态湮灭(TTA(Triplet-Triplet-Annihilation)),上转换为具有高于激子生成层7的最低单重激发态的能级(ES_1)和客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)的能级的客体层8的单重激发态。

[0153] 此外,为了在客体层8内高效发生三重态-三重态湮灭(TTA),客体层8的厚度优选形成为1nm以下。

[0154] 同样地,从激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)德克斯特转移为客体层8a的最低三重激发态的能级(ET_1)的激子经过三重态-三重态湮灭(TTA(Triplet-Triplet-Annihilation)),上转换为具有高于激子生成层7的最低单重激发态的能级(ES_1)和客体层8a的三重激发态的能级(ET_1)的能级的客体层8a的单重激发态。

[0155] 此外,为了在客体层8a内高效发生三重态-三重态湮灭(TTA),客体层8a的厚度优选形成为1nm以下。

[0156] 客体层8是如下所述的层:从激子生成层7转移来的激子在从具有高于客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)的能级的最低单重激发态变成基态时发出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光。

[0157] 另一方面,客体层8a是如下所述的层:从激子生成层7转移来的激子在从具有高于客体层8的最低三重激发态的能级(ET₁)的能级的最低单重激发态变成基态时发出绿色的波长区域(第三波长区域)的光。

[0158] 此外,在本实施方式中,由作为发出红色的波长区域的光的磷光材料的铂(II)-八乙基-卟啉(PtOEP)构成的激子生成层7形成为1nm的膜厚,由作为发出蓝色的波长区域的光的荧光材料、且荧光量子效率较高的9,10-二苯基蒽(DPA)构成的客体层8形成为0.5nm的膜厚,由发出绿色的波长区域的光的荧光材料9,10-二苯乙炔基蒽(9,10-bis(penylethynyl)anthracene)构成的客体层8a形成为0.5nm的膜厚。

[0159] 图9是表示本实施方式的有机EL显示装置90的概略结构的截面图。

[0160] 如图示所示,有机EL显示装置90具备发出蓝色(B)的有机EL元件、发出绿色(G)的有机EL元件和发出红色(R)的有机EL元件,在各有机EL元件间形成有隔壁部件81。

[0161] 在有机EL显示装置90中,发出蓝色(B)的有机EL元件为例如图8中图示出的有机EL元件50。

[0162] 在有机EL显示装置90中的发出蓝色(B)的有机EL元件中,在反射电极3a与阴极11之间形成的蒸镀层91成为由透光性电极3b、空穴注入层5、空穴传输层6、作为发出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光的层的客体层8、发出红色的波长区域(第二波长区域)的光的激子生成层7、作为发出绿色的波长区域(第三波长区域)的光的层的客体层8a、电子传输层9和电子注入层10构成。

[0163] 在有机EL显示装置90中的发出绿色(G)的有机EL元件中,在反射电极3a上形成有蒸镀层91,在蒸镀层91上形成有用于将反射电极3a与阴极11之间的距离设为使绿色的波长区域的光增强的距离的膜厚调整层93。

[0164] 在有机EL显示装置90中的发出红色(R)的有机EL元件中,在反射电极3a上形成有蒸镀层91,在蒸镀层91上形成有用于将反射电极3a与阴极11之间的距离设为使红色的波长区域的光增强的距离的膜厚调整层92。

[0165] 此外,在本实施方式中,作为膜厚调整层92、93使用了与阴极11电连接的透明电极,但不限于此。

[0166] 在有机EL显示装置90中,发出蓝色(B)的有机EL元件、发出绿色(G)的有机EL元件和发出红色(R)的有机EL元件能够使用同一发光层(激子生成层7、客体层8和客体层8a)形成。

[0167] <有机EL元件的制造工序>

[0168] 此处,对有机EL元件1的制造工序进行简单地说明。此外,通常有机EL元件具有晶体管作为开关元件,但本实施方式中未言及其制造工序。

[0169] 有机EL元件1的制造工序中包括:形成阳极4的工序、形成阴极11的工序、和在阳极4与阴极11之间形成有机层(激子生成层7和客体层8)的工序。

[0170] 在形成有机层(激子生成层7和客体层8)的工序中,以激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET₁)成为高于客体层8的最低三重激发态的能级(ET₁)的方式,包括形成激子生成层7的工序和形成客体层8的工序。

[0171] 另外,在发自客体层8的光为短波长的蓝色或紫外区的光的情况下,优选以客体层8的最低单重激发态的能级(ES₁)成为高于激子生成层7的最低单重激发态的能级(ES₁)的方

式,包括形成激子生成层7的工序和形成客体层8的工序。

[0172] 在形成激子生成层7的工序中,形成使来自阳极4的空穴 h^+ 和来自阴极11的电子 e^- 结合而生成激子并且上述生成的激子的一部分在变成基态时发出红色的波长区域(第二波长区域)的光的激子生成层7。

[0173] 在形成客体层8的工序中,其膜厚为1nm以下,以与激子生成层7邻接的方式,形成使从激子生成层7转移来的上述激子在从具有高于最低三重激发态的能级(ET_1)的能级的最低单重激发态变成基态时发出蓝色的波长区域(第一波长区域)的光的客体层8。

[0174] 并且,在调整反射电极3a与阴极11之间的距离的工序中,将反射电极3a与阴极11之间的距离设定为使从客体层8发出的蓝色的波长区域(第一波长区域)的光增强的距离。

[0175] 此外,在调整反射电极3a与阴极11之间的距离的工序中,优选将反射电极3a与阴极11之间的距离设定为使从客体层8发出的蓝色的波长区域(第一波长区域)的光的中心波长的强度增强的距离。

[0176] 进一步,在调整反射电极3a与阴极11之间的距离的工序中,反射电极3a与阴极11之间的距离能够通过反射电极3a与阴极11之间的至少包含作为有机层的激子生成层7和客体层8的蒸镀膜(透光性电极3b、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9、电子注入层10)的膜厚进行调整,将上述蒸镀膜的膜厚设为 d ,上述蒸镀膜的折射率设为 n ,从客体层8发出的蓝色的波长区域(第一波长区域)的光的中心波长设为 λ , m 设为1~10的整数的情况下,上述蒸镀膜的膜厚 d 优选满足 $d = (m \times \lambda) / (2 \times n)$ 。

[0177] 此外,在形成激子生成层7的工序中,激子生成层7形成为包含磷光材料的层,在形成客体层8的工序中,客体层8形成为包含荧光材料的层。并且,在形成激子生成层7的工序和形成客体层8的工序中,优选激子生成层7与客体层8的合计厚度形成为2nm以下。

[0178] 在有机EL元件1的制造工序中包括在阳极4与有机层(激子生成层7和客体层8)之间形成空穴传输层6的工序、和在阴极11与上述有机层(激子生成层7和客体层8)之间形成电子传输层9的工序,在电子传输层9中的电子 e^- 的迁移率比空穴传输层6中空穴 h^+ 的迁移率大的情况下,形成客体层8的工序优选在形成激子生成层7的工序与形成电子传输层9的工序之间进行。

[0179] 另外,在有机EL元件1的制造工序中包括在阳极4与有机层(激子生成层7和客体层8)之间形成空穴传输层6的工序和在阴极11与上述有机层(激子生成层7和客体层8)之间形成电子传输层9的工序,在空穴传输层6中的空穴 h^+ 的迁移率比电子传输层9中的电子 e^- 的迁移率大的情况下,形成客体层8的工序优选在形成激子生成层7的工序与形成空穴传输层6的工序之间进行。

[0180] 在形成客体层8a的工序中具有:客体层8a的最低三重激发态的能级(ET_1),其具有与客体层8的最低三重激发态的能级(ET_1)不同的能级;和客体层8a的最低单重激发态的能级(ES_1),其具有与客体层8的最低单重激发态的能级(ES_1)不同的能级。

[0181] 另外,客体层8a的最低单重激发态的能级(ES_1)可以高于激子生成层7的最低单重激发态的能级(ES_1),并且,形成客体层8a的最低三重激发态的能级(ET_1)比激子生成层7的最低三重激发态的能级(ET_1)低的客体层8a,在客体层8a中,从激子生成层7转移来的上述激子在从具有高于客体层8a的最低三重激发态的能级(ET_1)的能级的客体层8a的最低单重激发态的能级(ES_1)变成基态时发出绿色的波长区域(第三波长区域)的光。

[0182] 在调整反射电极3a与阴极11之间的距离的工序中,反射电极3a与阴极11之间的距离优选将反射电极3a与阴极11之间的至少包含作为有机层的激子生成层7和客体层8的蒸镀膜(透光性电极3b、空穴注入层5、空穴传输层6、激子生成层7、客体层8、电子传输层9、电子注入层10)的膜厚设为增强红色的波长区域(第二波长区域)的光、蓝色的波长区域(第一波长区域)的光和绿色的波长区域(第三波长区域)的光的任一者的膜厚。

[0183] 在客体层8的上表面和与上述上表面相对的下表面两者,与客体层8邻接地形成激子生成层7,因此,形成激子生成层7的工序优选为进行两次。

[0184] (总结)

[0185] 本发明的方式1的有机电致发光元件包括阳极和阴极以及形成于上述阳极与上述阴极之间的有机层,其征在于:上述有机层包括彼此至少1层以上邻接地形成的第一层和第二层,该第一层包含至少1种以上的磷光材料,该第二层包含至少1种以上的荧光材料,并且,上述第一层的最低三重激发态的能级高于上述第二层的最低三重激发态的能级,上述第二层的厚度形成成为1nm以下,上述有机电致发光元件具有包括第一波长区域的光的发光至少1种以上的波长区域的光的发光,其中,上述第一波长区域的光的发光是通过在上述第一层生成的三重态激子向上述第二层的三重激发态的激子发生能量转移,在上述第二层中的分子间发生从上述三重激发态的激子向单重激发态的激子的上转换而生成的上述第二层的最低单重激发态的激子在变成基态时产生的。

[0186] 根据上述结构,上述有机层包括彼此至少1层以上邻接地形成的第一层和第二层,该第一层包含至少1种以上的磷光材料,该第二层包含至少1种以上的荧光材料,第一层中的分子的最低三重激发态的能级高于第二层的最低三重激发态的能级,并且,上述第二层的厚度形成成为1nm以下,因此,能够高效发生从第一层中的分子的三重态激子向第二层中的分子的三重态激子的能量转移,能够实现具有高发光效率的有机电致发光元件。

[0187] 另外,根据上述结构,能够通过从第二层中的分子的三重激发态的激子的上转换而生成第二层中的分子的单重激发态的激子,因此,能够实现发出色度高的短波长的光的有机电致发光元件。

[0188] 本发明的方式2的有机电致发光元件可以是:在上述方式1中,上述至少1种以上的波长区域的光的发光包括第二波长区域的光的发光,其是在上述第一层生成的三重态激子中的不发生向上述第二层的三重激发态的激子的能量转移的上述第一层的最低三重激发态的激子在变成基态时产生的。

[0189] 根据上述结构,能够实现包括第二波长区域的光的发光的有机电致发光元件。

[0190] 本发明的方式3的有机电致发光元件也可以是:在上述方式1或2中,上述第二层的最低单重激发态的能级高于上述第一层的最低单重激发态的能级。

[0191] 根据上述结构,能够实现上述第二层的最低单重激发态的激子变成基态时产生的第一波长区域的光为更短波长的光的有机电致发光元件。

[0192] 本发明的方式4的有机电致发光元件是:在上述方式1至3的任一者中,上述第一层与上述第二层的合计厚度优选为2nm以下。

[0193] 根据上述结构,能够实现高效发生三重态激子的能量转移的有机电致发光元件。

[0194] 本发明的方式5的有机电致发光元件可以是:在上述方式2中,在上述阳极和上述阴极的任一者设置有反射层,在另一者设置有半透射反射层,上述反射层与上述半透射反

射层之间的距离设定为使上述第一波长区域的光和上述第二波长区域的光的任一者增强的距离。

[0195] 根据上述结构,上述阳极和上述阴极的任一者中的反射层与另一者中的半透射反射层之间的距离被设定为使上述第一波长区域的光和上述第二波长区域的光的任一者增强的距离,因此,能够实现能够射出期望的特定的波长区域的光的有机电致发光元件。

[0196] 本发明的方式6的有机电致发光元件是:在上述方式5中,上述反射层与上述半透射反射层之间的距离利用上述反射层与上述半透射反射层之间的至少包括上述有机层的蒸镀膜的膜厚来进行调整,将上述蒸镀膜的膜厚设为 d 、上述蒸镀膜的折射率设为 n 、上述光的波长区域的中心波长设为 λ 、 m 设为1~10的整数的情况下,上述蒸镀膜的膜厚 d 满足 $d = (m \times \lambda) / (2 \times n)$ 。

[0197] 根据上述结构,能够实现能够容易地进行光学距离的设定的有机电致发光元件。

[0198] 本发明的方式7的有机电致发光元件是:在上述方式1至6的任一者中,上述荧光材料优选为发出蓝色区域的光的荧光材料。

[0199] 根据上述结构,能够实现发出蓝色区域的光的有机电致发光元件。

[0200] 本发明的方式8的有机电致发光元件是:在上述方式1至7的任一者中,上述磷光材料优选为发出红色区域的光或绿色区域的光的磷光材料。

[0201] 根据上述结构,能够实现发出红色区域的光或绿色区域的光的有机电致发光元件。

[0202] 本发明的方式9的有机电致发光元件是:在上述方式1至8的任一者中,在上述阳极与上述有机层之间形成有空穴传输层,在上述阴极与上述有机层之间形成有电子传输层,在上述空穴传输层中的空穴的迁移率比上述电子传输层中的电子的迁移率大的情况下,上述第二层配置于比上述第一层靠近上述空穴传输层的位置。

[0203] 根据上述结构,能够实现能够高效地生成激子的有机电致发光元件。

[0204] 本发明的方式10的有机电致发光元件是:在上述方式1至8的任一者中,在上述阳极与上述有机层之间形成有空穴传输层,在上述阴极与上述有机层之间形成有电子传输层,在上述电子传输层中的电子的迁移率比上述空穴传输层中的空穴的迁移率大的情况下,上述第二层配置于比上述第一层靠近上述电子传输层的位置。

[0205] 根据上述结构,能够实现能够高效地生成激子的有机电致发光元件。

[0206] 本发明的方式11的有机电致发光元件可以是:在上述方式1至10的任一者中,上述有机层包括含有1种以上的荧光材料的第三层,上述第三层与上述第一层邻接地形成在上述第一层的与配置有上述第二层的一侧相反的一侧,上述第三层的最低三重激发态的能级具有比上述第一层的最低三重激发态的能级低且与上述第二层的上述最低三重激发态的能级不同的能级,上述第三层的最低单重激发态的能级具有比上述第一层的最低单重激发态的能级高且与上述第二层的上述最低单重激发态的能级不同的能级,上述第三层的厚度形成为1nm以下,上述至少1种以上的波长区域的光的发光包括:第一波长区域的光的发光,其是通过在上述第一层生成的三重态激子向上述第二层的最低三重激发态发生能量转移,在上述第二层中的分子间发生从上述最低三重激发态的激子向最低单重激发态的激子的上转换而生成的上述第二层的最低单重激发态的激子在变成基态时产生的;第三波长区域的光的发光,其是通过在上述第一层生成的三重态激子向上述第三层的最低三重激发态发

生能量转移,在上述第三层中的分子间发生从上述最低三重激发态的激子向最低单重激发态的激子的上转换而生成的上述第三层的最低单重激发态的激子在变成基态时产生的;和第二波长区域的光的发光,其是在上述第一层生成的三重态激子中的不发生向上述第二层的最低三重激发态的能量转移的上述第一层的最低三重激发态的激子在变成基态时产生的,上述第一波长区域的光、上述第三波长区域的光和上述第二波长区域的光依次为更短波长区域的光。

[0207] 根据上述结构,能够实现发出3种不同波长区域的光的有机电致发光元件。

[0208] 本发明的方式12的有机电致发光元件可以是:在上述方式11中,在上述阳极和上述阴极的任一者设置有反射层,在另一者设置有半透射反射层,上述反射层与上述半透射反射层之间的距离设定为使上述第一波长区域的光、上述第二波长区域的光和上述第三波长区域的光的任一者增强的距离。

[0209] 根据上述结构,上述阳极和上述阴极的任一者中的反射层与另一者中的半透射反射层之间的距离被设定为使上述第一波长区域的光、上述第二波长区域的光和上述第三波长区域的光的任一者增强的距离,因此,能够实现能够射出期望的特定的波长区域的光的有机电致发光元件。

[0210] 本发明的方式13的有机电致发光显示装置具备上述方式1至12的任一者所述的有机电致发光元件。

[0211] 根据上述结构,能够实现如下有机电致发光显示装置:具有高的发光效率,并发出色度高的短波长的光。

[0212] (附注事项)

[0213] 本发明不限于上述的各实施方式,能够在权利要求所示的范围进行各种变更,由对不同的实施方式中分别公开的技术手段进行适宜地组合而得到的实施方式亦包含于本发明的技术范围。进一步,通过组合各实施方式中分别公开的技术手段,能够形成新的技术特征。

[0214] 工业上的利用可能性

[0215] 本发明能够用于有机电致发光元件和有机电致发光显示装置。

[0216] 符号说明

[0217] 1 有机EL元件(有机电致发光元件)

[0218] 2 基板

[0219] 3a 反射电极(反射层)

[0220] 3b 透光性电极

[0221] 4 阳极

[0222] 4a 阳极(半透射反射层)

[0223] 5 空穴注入层

[0224] 6 空穴传输层

[0225] 7 激子生成层(第一层)

[0226] 8 客体层(第二层)

[0227] 8a 客体层(第三层)

[0228] 9 电子传输层

[0229]	10	电子注入层
[0230]	11	阴极(半透射反射层)
[0231]	21	阴极(反射层)
[0232]	30	有机EL元件(有机电致发光元件)
[0233]	40	有机EL元件(有机电致发光元件)
[0234]	50	有机EL元件(有机电致发光元件)
[0235]	80	有机EL显示装置(有机电致发光显示装置)
[0236]	81	隔堤部件
[0237]	82	蒸镀层
[0238]	83	蒸镀层
[0239]	84	膜厚调整层
[0240]	90	有机EL显示装置(有机电致发光显示装置)
[0241]	91	蒸镀层
[0242]	92	膜厚调整层。

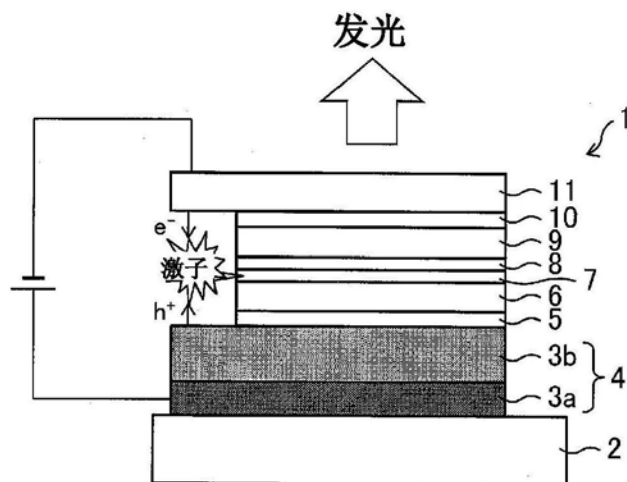


图1

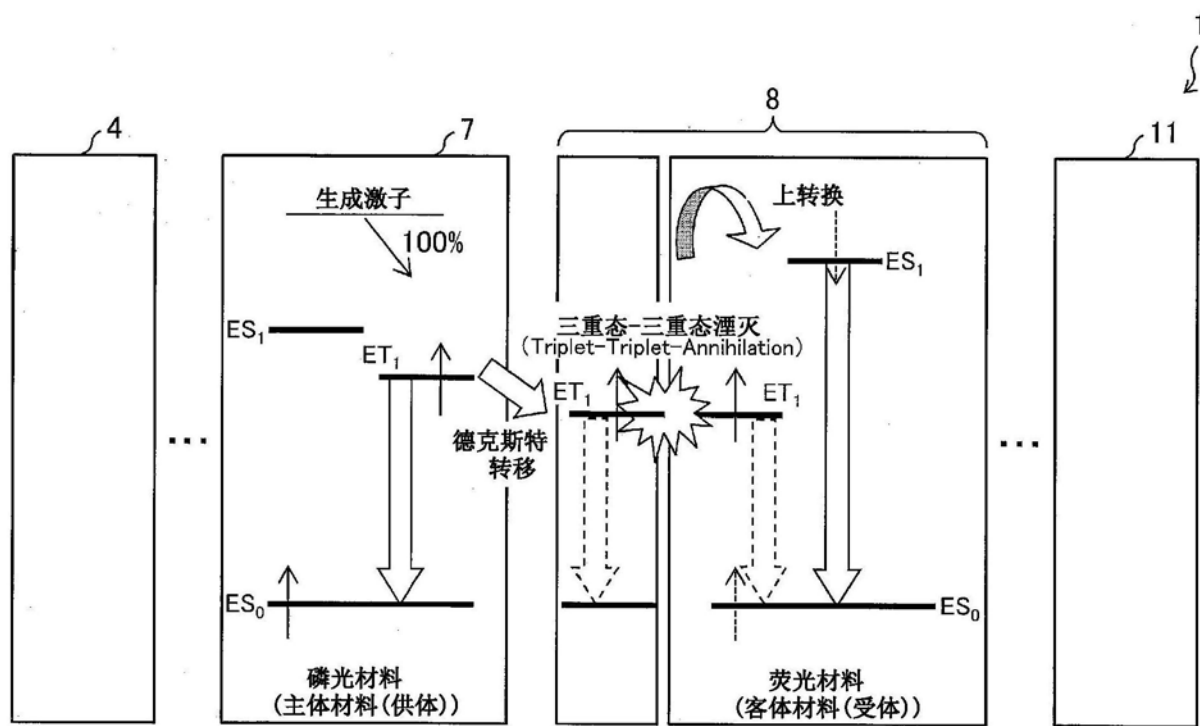


图2

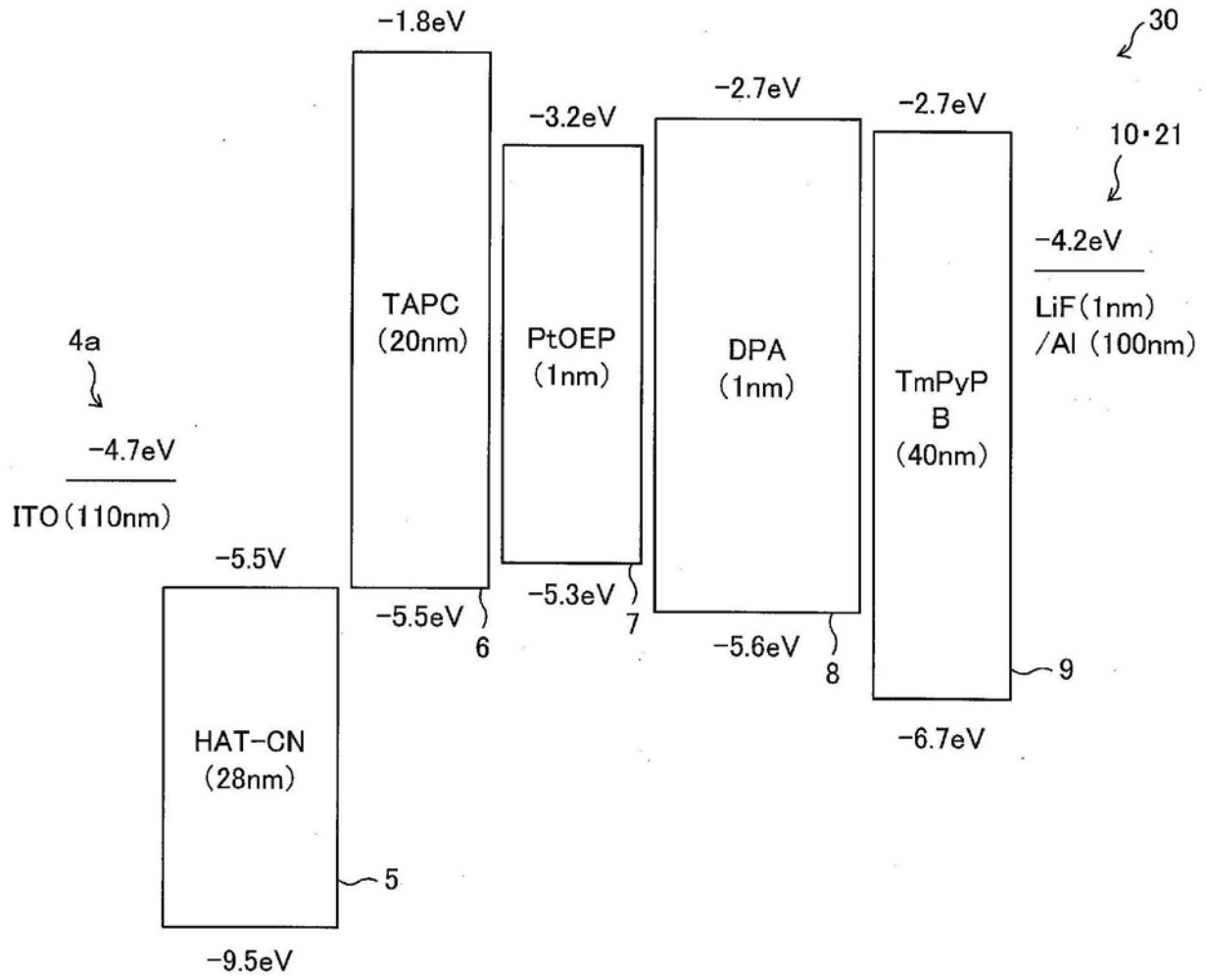


图3

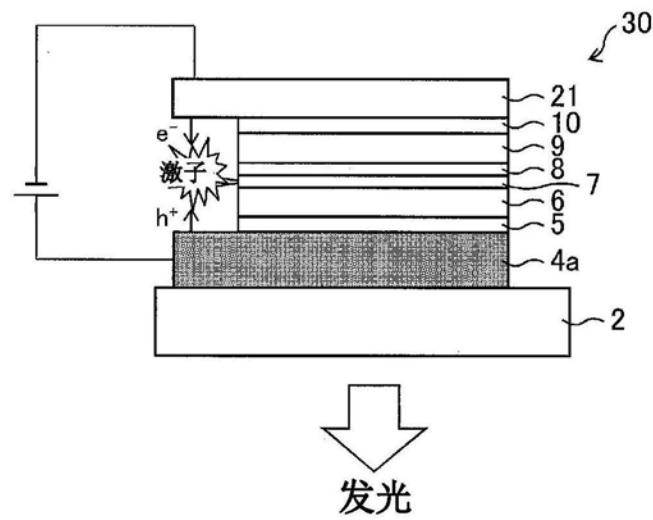


图4

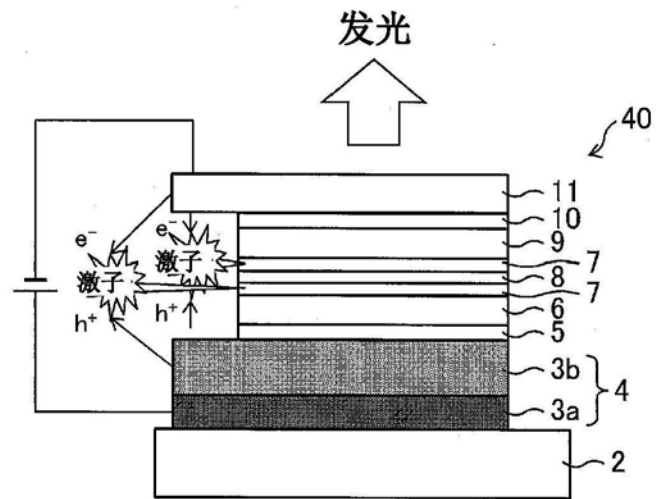


图5

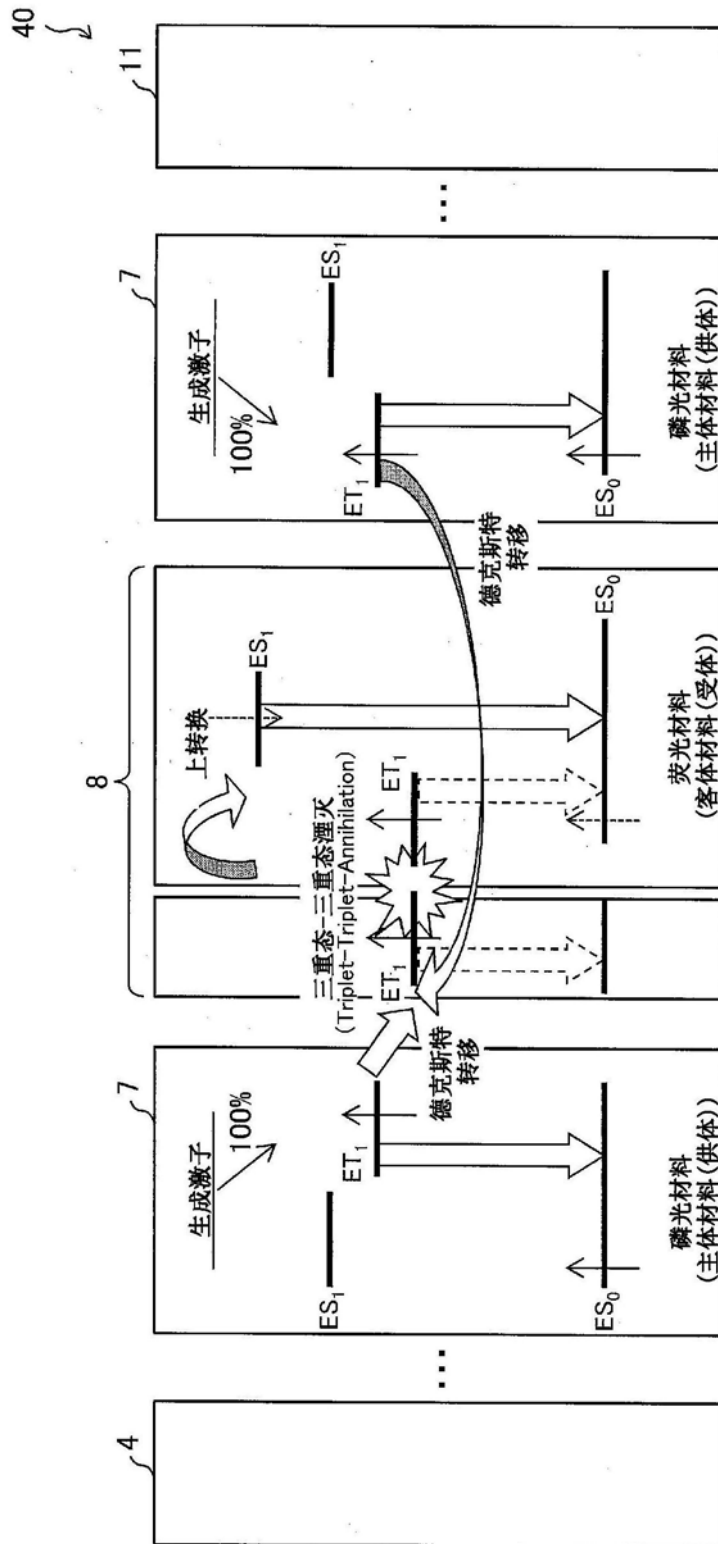


图6

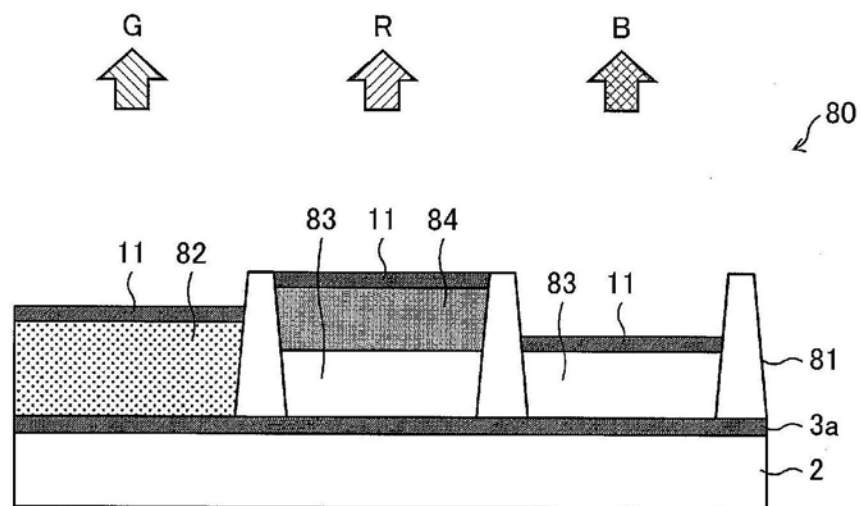


图7

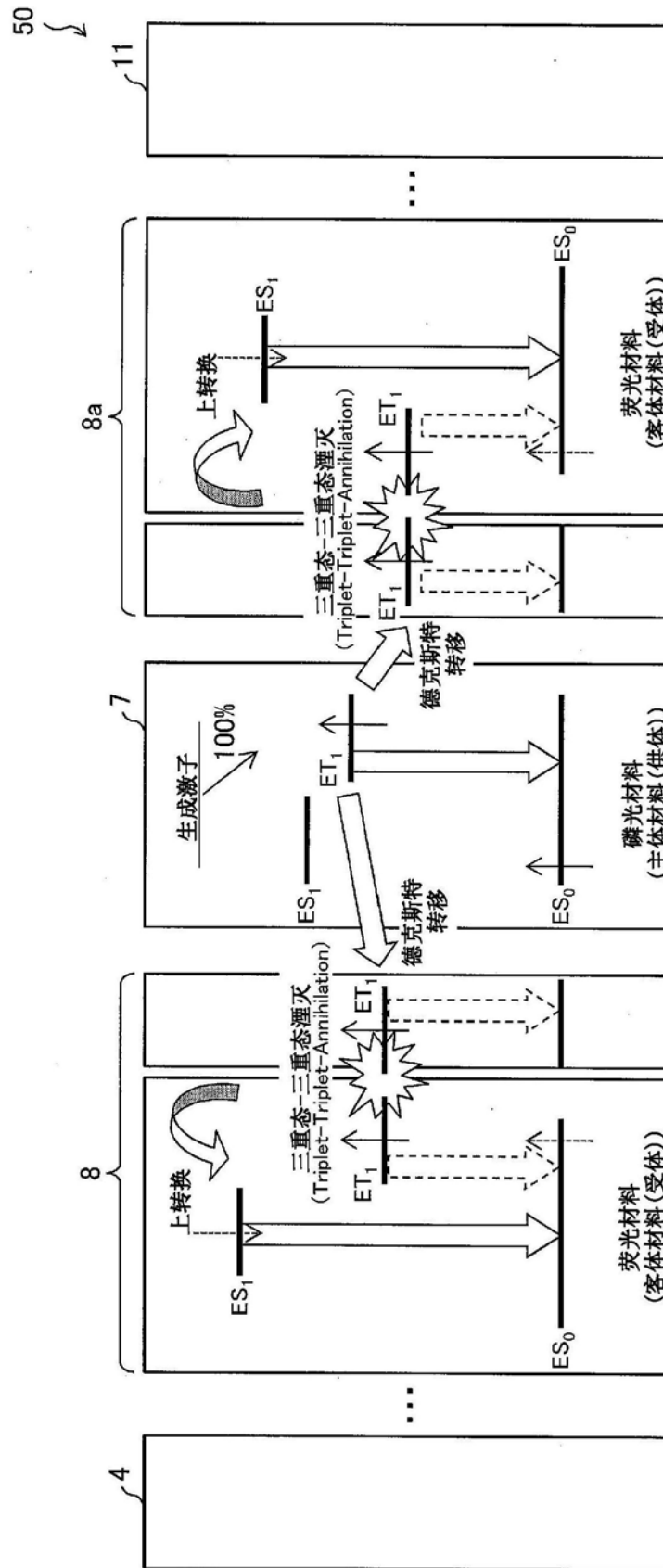


图8

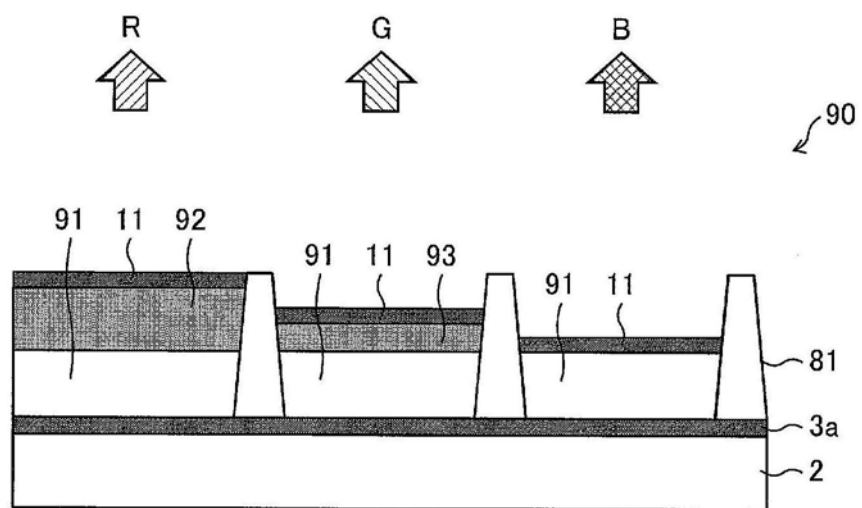


图9

专利名称(译)	有机电致发光元件和有机电致发光显示装置		
公开(公告)号	CN108293283B	公开(公告)日	2019-12-06
申请号	CN201780004131.9	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)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	伊藤麻绘 塚本优人 二星学 小池英士 川户伸一 菊池克浩		
发明人	伊藤麻绘 塚本优人 二星学 小池英士 川户伸一 菊池克浩		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/12 H05B33/24		
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		
代理人(译)	徐飞跃		
审查员(译)	邓辉		
优先权	2016024108 2016-02-10 JP		
其他公开文献	CN108293283A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种有机EL元件，其具有高发光效率，并且发出包含色度高的短波长的光在内的多种不同波长区域的光。有机EL元件(1)中，激子生成层(7)与客体层(8)彼此邻接地形成。

