



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107431137 B

(45)授权公告日 2020.02.28

(21)申请号 201680017371.8

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

(22)申请日 2016.02.25

责任公司 11240

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 张永明 玉昌峰

申请公布号 CN 107431137 A

(51)Int.Cl.

(43)申请公布日 2017.12.01

H01L 51/50(2006.01)

(30)优先权数据

H05B 33/10(2006.01)

2015-062200 2015.03.25 JP

(56)对比文件

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

JP 2009059846 A, 2009.03.19, 说明书第8–
9,162段、图1.

2017.09.21

CN 101038952 A, 2007.09.19, 全文.

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 1886472 A, 2006.12.27, 全文.

PCT/JP2016/001031 2016.02.25

CN 1961049 A, 2007.05.09, 全文.

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 101240117 A, 2008.08.13, 全文.

W02016/152028 JA 2016.09.29

CN 101333162 A, 2008.12.31, 全文.

(73)专利权人 精工爱普生株式会社

CN 101885704 A, 2010.11.17, 全文.

地址 日本东京

审查员 吕莎莎

(72)发明人 渡边昭太朗 森田圭介 园山卓也

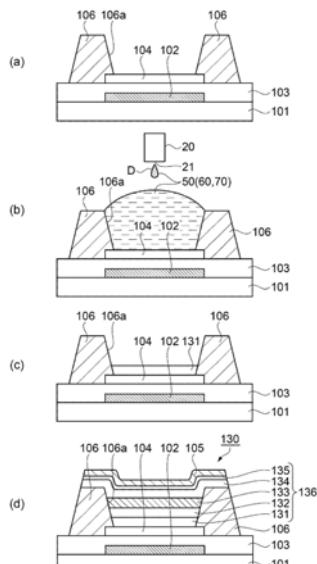
权利要求书2页 说明书25页 附图18页

(54)发明名称

功能层形成用组合物及其制造方法、有机EL元件的制造方法、有机EL装置、电子设备

(57)摘要

提供在采用了液相工艺时得到稳定的成膜性的功能层形成用组合物、功能层形成用组合物的制造方法、有机EL元件的制造方法、有机EL装置、电子设备。本发明的功能层形成用组合物的特征在于，在通过液相工艺来形成包含有机材料的功能层中的至少一层时使用，包含：功能层形成用的固体成分、具有吸电子基团的第一芳香族溶剂、以及具有给电子基团的第二芳香族溶剂，第二芳香族溶剂的沸点比第一芳香族溶剂的沸点高。



1. 一种功能层形成用组合物，其特征在于，在通过液相工艺来形成包含有机材料的功能层中的至少一层时使用，所述功能层形成用组合物包含：

功能层形成用的固体成分；

具有吸电子基团的第一芳香族溶剂；以及

具有给电子基团的第二芳香族溶剂，

所述第二芳香族溶剂的沸点比所述第一芳香族溶剂的沸点高，

所述吸电子基团是硝基；

其中，所述第一芳香族溶剂是选自硝基苯、2,3-二甲基硝基苯、2,4-二甲基硝基苯中的至少一种。

2. 根据权利要求1所述的功能层形成用组合物，其特征在于，

所述第一芳香族溶剂的沸点是200℃以上，

所述第二芳香族溶剂的沸点是250℃以上。

3. 根据权利要求1或2所述的功能层形成用组合物，其特征在于，

所述给电子基团是烷氧基或氨基。

4. 根据权利要求1或2所述的功能层形成用组合物，其特征在于，

在所述功能层形成用组合物中，所述第二芳香族溶剂的含有比例是10%以上并且90%以下。

5. 根据权利要求4所述的功能层形成用组合物，其特征在于，

在所述功能层形成用组合物中，所述第二芳香族溶剂的含有比例与所述第一芳香族溶剂的含有比例相同或所述第二芳香族溶剂的含有比例多于所述第一芳香族溶剂的含有比例。

6. 根据权利要求1或2所述的功能层形成用组合物，其特征在于，

所述第二芳香族溶剂是选自三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺中的至少一种。

7. 一种功能层形成用组合物的制造方法，其特征在于，在通过液相工艺来形成包含有机材料的功能层中的至少一层时使用，包括：

使功能层形成用的固体成分溶解于具有吸电子基团的第一芳香族溶剂的工序；以及

向所述功能层形成用的固体成分溶解后的所述第一芳香族溶剂添加具有给电子基团的第二芳香族溶剂的工序，

所述第二芳香族溶剂的沸点比所述第一芳香族溶剂的沸点高，

所述吸电子基团是硝基，

其中，所述第一芳香族溶剂是选自硝基苯、2,3-二甲基硝基苯、2,4-二甲基硝基苯中的至少一种。

8. 一种有机EL元件的制造方法，其特征在于，有机EL元件在一对电极间夹持有包括发光层的功能层，所述有机EL元件的制造方法包括：

在所述一对电极中的一方的电极上涂敷权利要求1至6中任一项所述的功能层形成用组合物的工序；以及将涂敷后的所述功能层形成用组合物干燥并固化，形成所述功能层中的至少一层的工序。

9. 根据权利要求8所述的有机EL元件的制造方法，其特征在于，

涂敷所述功能层形成用组合物的工序通过喷墨法而将所述功能层形成用组合物涂敷在所述一方的电极上的膜形成区域。

10. 一种有机EL装置，其特征在于，具备使用权利要求8或9所述的有机EL元件的制造方法而制造出的有机EL元件。

11. 一种电子设备，其特征在于，具备权利要求10所述的有机EL装置。

功能层形成用组合物及其制造方法、有机EL元件的制造方法、 有机EL装置、电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及功能层形成用组合物、功能层形成用组合物的制造方法、有机EL元件的制造方法、有机EL装置、电子设备。

背景技术

[0002] 作为功能层形成用组合物，例如专利文献1中已公开有一种有机EL用涂液，其在采用印刷法形成有机EL(Electro-Luminescence，电致发光)元件中的至少一层的有机层时使用，含有至少一种蒸汽压为500Pa以下的溶剂。

[0003] 根据上述专利文献1，作为印刷法，列举了胶版印刷；作为蒸汽压为500Pa以下的溶剂，列举了二乙基苯、三甲基苯、三乙基苯、硝基苯。根据这样的溶剂构成，认为能够通过印刷法来良好地形成有机EL层。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1日本特开2001-155861号公报。

发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 作为印刷法，可列举出将液体(油墨)从喷墨头的喷嘴中以液滴形式吐出的喷墨法。当通过喷墨法吐出上述专利文献1的有机EL用涂液时，二乙基苯、三甲基苯、三乙基苯等烷基苯与硝基苯相比沸点低，因此存在干燥容易进行而易于发生喷嘴堵塞等难以确保吐出稳定性、膜平坦性这样的技术问题。

[0009] 此外，硝基苯为极性溶剂，具有作为吸电子基团的硝基。当具有吸电子基团的溶剂残留在成膜后的有机EL层等功能层时，由于该功能层与吸电子基团的相互作用，可能会给元件特性带来影响。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 本发明为了解决课题的至少一部分而做出，能够作为以下的方式或应用例来实现。

[0012] [应用例]本应用例所涉及的功能层形成用组合物的特征在于，一种在通过液相工艺来形成包含有机材料的功能层中的至少一层时使用的功能层形成用组合物，包含：功能层形成用的固体成分、具有吸电子基团的第一芳香族溶剂、以及具有给电子基团的第二芳香族溶剂，所述第二芳香族溶剂的沸点比所述第一芳香族溶剂的沸点高。

[0013] 根据本应用例，当通过液相工艺来形成功能层中的至少一层时，通过作为极性溶剂的第一芳香族溶剂来确保对固体成分的溶解性。而且，通过添加沸点高于第一芳香族溶剂的第二芳香族溶剂，从功能层形成用组合物(液体)中除去溶剂的干燥与不含有第二芳香族溶剂的情况相比进展缓慢，因此能够提供获得稳定的成膜性的功能层形成用组合物。此

外,在功能层形成用组合物(液体)的干燥过程中,由于吸电子性的第一芳香族溶剂与给电子性的第二芳香族溶剂的相互作用(引力),随着第二芳香族溶剂的蒸发,第一芳香族溶剂蒸发。因此,能够减少第一芳香族溶剂残留于成膜后的功能层。也就是说,能够抑制由于具有吸电子基团的第一芳香族溶剂残留在功能层而给元件特性带来影响。

[0014] 在上述应用例所涉及的功能层形成用组合物中,优选,所述第一芳香族溶剂的沸点为200℃以上,所述第二芳香族溶剂的沸点为250℃以上。

[0015] 根据这样的溶剂构成,能够提供显示适合于作为液相工艺的喷墨法的吐出稳定性的功能层形成用组合物。

[0016] 在上述应用例所涉及的功能层形成用组合物中,优选,所述吸电子基团为硝基。

[0017] 根据这样的第一芳香族溶剂的构成,显示对有机材料高的溶解性。

[0018] 在上述应用例所涉及的功能层形成用组合物中,优选,所述给电子基团为烷氧基或氨基。

[0019] 根据这样的第二芳香族溶剂的构成,显示对有机材料低的反应性。需要注意的是,烷氧基可以与苯基结合。

[0020] 在上述应用例所涉及的功能层形成用组合物中,优选,所述第二芳香族溶剂的含有比例为10%以上、90%以下。

[0021] 根据这样的溶剂构成,在采用了喷墨法时,获得卓越的吐出稳定性和膜平坦性。

[0022] 在上述应用例所涉及的功能层形成用组合物中,优选,所述第二芳香族溶剂的含有比例与所述第一芳香族溶剂的含有比例相同或多。

[0023] 根据这样的溶剂构成,当在涂敷了功能层形成用组合物之后使其干燥时,能够通过使第二芳香族溶剂蒸发而可靠地使第一芳香族溶剂蒸发来除去,因此能够防止第一芳香族溶剂残留在功能层。

[0024] 在上述应用例所涉及的功能层形成用组合物中,其特征在于,所述第一芳香族溶剂为选自硝基苯、2,3-二甲基硝基苯、2,4-二甲基硝基苯中的至少一种。

[0025] 在上述应用例所涉及的功能层形成用组合物中,其特征在于,所述第二芳香族溶剂为选自三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺中的至少一种。

[0026] 根据这些溶剂构成,能够比较容易获得溶剂。

[0027] [应用例]本应用例所涉及的功能层形成用组合物的制造方法的特征在于,一种在通过液相工艺来形成包含有机材料的功能层中的至少一层时使用的功能层形成用组合物的制造方法,包括:使功能层形成用的固体成分溶解于具有吸电子基团的第一芳香族溶剂的工序、以及向所述功能层形成用的固体成分溶解后的所述第一芳香族溶剂添加具有给电子基团的第二芳香族溶剂的工序,所述第二芳香族溶剂的沸点比所述第一芳香族溶剂的沸点高。

[0028] 根据本应用例,能够使功能层形成用的固体成分比第二芳香族溶剂容易溶解于第一芳香族溶剂。此外,当涂敷所得到的功能层形成用组合物并使其干燥时,与未添加第二芳香族溶剂的情况相比干燥进展缓慢,因此获得稳定的成膜性。此外,由于吸电子性的第一芳香族溶剂与给电子性的第二芳香族溶剂的相互作用(引力),随着第二芳香族溶剂的蒸发,第一芳香族溶剂蒸发,因此能够制造第一芳香族溶剂难以残留在成膜后的功能层的功能层。

形成用组合物。

[0029] [应用例]本应用例所涉及的有机EL元件的制造方法的特征在于,一种包括发光层的功能层夹持在一对电极间的有机EL元件的制造方法,包括:在所述一对电极中的一方的电极上涂敷上述应用例中记载的功能层形成用组合物的工序;以及将涂敷后的所述功能层形成用组合物干燥并固化,形成所述功能层中的至少一层的工序。

[0030] 根据本应用例,能够制造具有卓越的元件特性的有机EL元件。

[0031] 在上述应用例所涉及的有机EL元件的制造方法中,优选,涂敷所述功能层形成用组合物的工序通过喷墨法而将所述功能层形成用组合物涂敷在所述一方的电极上的膜形成区域。

[0032] 根据该方法,能够从喷墨头的喷嘴中将必要量的组合物恰如其分地吐出至膜形成区域,获得卓越的膜平坦性。

[0033] [应用例]本应用例所涉及的有机EL装置的特征在于,具备使用上述应用例中所述的有机EL元件的制造方法而制造出的有机EL元件。

[0034] 根据本应用例,能够提供具有卓越的电光特性的有机EL装置。

[0035] [应用例]本应用例所涉及的电子设备的特征在于,具有上述应用例中所述的有机EL装置。

[0036] 根据本应用例,能够提供具有卓越的电光特性的电子设备。

附图说明

[0037] 图1是示出有机EL装置的构成的概略俯视图。

[0038] 图2是示出有机EL元件的结构的概略截面图。

[0039] 图3的(a)~(d)是示出有机EL元件的制造方法的概略截面图。

[0040] 图4是示出功能层中的像素中央部的膜厚的概略截面图。

[0041] 图5的(a)~(d)是示出在使用了高分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与油墨吐出性的关系的评价结果的表。

[0042] 图6的(e)~(g)是示出在使用了高分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与油墨吐出性的关系的评价结果的表。

[0043] 图7的(a)~(d)是示出在使用了高分子的发光材料的情况下溶剂的构成与油墨吐出性的关系的评价结果的表。

[0044] 图8的(e)~(g)是示出在使用了高分子的发光材料的情况下溶剂的构成与油墨吐出性的关系的评价结果的表。

[0045] 图9的(a)~(d)是示出在使用了高分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0046] 图10的(e)~(g)是示出在使用了高分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0047] 图11的(a)~(d)是示出在使用了高分子的发光材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0048] 图12的(e)~(g)是示出在使用了高分子的发光材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0049] 图13的(a)～(d)是示出在使用了低分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0050] 图14的(e)～(g)是示出在使用了低分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0051] 图15的(a)～(d)是示出在使用了低分子的发光材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0052] 图16的(e)～(g)是示出在使用了低分子的发光材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0053] 图17是示出比较例1～比较例3以及实施例1～实施例15中的有机EL元件的元件特性的评价结果的表。

[0054] 图18是示出比较例4～比较例6以及实施例16～实施例30中的有机EL元件的元件特性的评价结果的表。

[0055] 图19的(a)是示出作为电子设备的一例的笔记本型的个人计算机的概略图,(b)是示出作为电子设备的一例的薄型电视(TV)的概略图。

具体实施方式

[0056] 下面,根据附图而对将本发明具体化后的实施方式进行说明。需要注意的是,使用的附图适当放大或缩小来表示,以使说明的部分成为可识别的状态。

[0057] (第1实施方式)

[0058] <有机EL装置>

[0059] 首先,参照图1及图2来对具备有本实施方式的有机EL元件的有机EL装置进行说明。图1是示出有机EL装置的结构的概略俯视图,图2是示出有机EL元件的结构的概略截面图。

[0060] 如图1所示,本实施方式的有机EL装置100具有元件基板101,该元件基板101配置有可得到红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)发光(发光色)的子像素110R、110G、110B。各子像素110R、110G、110B为大致矩形状,在元件基板101的显示区域E上配置成矩阵状。以后,也有时将子像素110R、110G、110B总称为子像素110。相同的发光色的子像素110在图面上沿垂直方向(列向或子像素110的长边方向)排列,不同的发光色的子像素110在图面上沿水平方向(行方向或子像素110的短边方向)按R、G、B的顺序排列。即,不同的发光色的子像素110R、110G、110B以所谓条纹方式配置。子像素110R、110G、110B的平面形状和配置并非限定于此。此外,大致矩形状除正方形、长方形以外,还包括角部变圆的四边形、相对的两边部成为圆弧状的四边形。

[0061] 在子像素110R设有得到红色(R)发光的有机EL元件。同样地,在子像素110G设有得到绿色(G)发光的有机EL元件,在子像素110B设有得到蓝色(B)发光的有机EL元件。

[0062] 这样的有机EL装置100以得到不同发光色的三个子像素110R、110G、110B为一个显示像素单位,各子像素110R、110G、110B受到电控制。由此能够全彩色显示。

[0063] 在各子像素110R、110G、110B设有图2所示的有机EL元件130。有机EL元件130具有设置在元件基板101上的反射层102、绝缘膜103、像素电极104、相对电极105以及设置在像素电极104与相对电极105之间的包含发光层133的功能层136。

[0064] 像素电极104作为阳极而发挥作用,设置于每个子像素110R、110G、110B,使用例如ITO(Indium Tin Oxide,氧化铟锡)等透明导电膜来形成。

[0065] 设置在像素电极104的下层的反射层102使透过了具有透光性的像素电极104的来自功能层136的发光再次向像素电极104侧反射。反射层102使用具有反光性的例如铝(A1)、银(Ag)等金属或其合金等形成。因此,为了防止反射层102与像素电极104之间的电短路,设置覆盖反射层102的绝缘膜103。绝缘膜103使用例如氧化硅、氮化硅或氮氧化硅等来形成。

[0066] 功能层136从像素电极104侧依次层叠有空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133、电子输送层134、电子注入层135。尤其是发光层133根据发光色选择构成材料,但这里无论发光色为何种都统称为发光层133。需要注意的是,功能层136的构成并非限定于此,除这些层以外,还可以具备控制载流子(空穴、电子)的移动的中间层等。

[0067] 相对电极105作为阴极发挥作用,作为子像素110R、110G、110B共用的共用电极而设置,使用例如A1(铝)、Ag(银)与Mg(镁)的合金等形成。

[0068] 从作为阳极的像素电极104侧向发光层133注入作为载流子的空穴,从作为阴极的相对电极105侧向发光层133注入作为载流子的电子。在发光层133中利用已注入的空穴和电子形成激子(Exciton;空穴与电子因库仑力相互束缚的状态),当激子(Exciton)消灭时(空穴与电子再次结合时)能量的一部分成为荧光、磷光而被释放。

[0069] 在有机EL装置100中,如果以具有透光性的方式构成相对电极105,则由于具有反射层102,所以能够从相对电极105侧提取来自发光层133的发光。这样的发光方式称为顶部发射方式。此外,如果取消反射层102而以具有反光性的方式构成相对电极105,则也可以设定为从元件基板101侧提取来自发光层133的发光的底部发射方式。在本实施方式中,视为有机EL装置100为顶部发射方式而进行以后的说明。需要注意的是,本实施方式的有机EL装置100是有源驱动型的发光装置,其在元件基板101上具备能够分别独立地驱动每个子像素110R、110G、110B的有机EL元件130的像素电路。像素电路由于可以采用公知的结构,所以在图2中省略了像素电路的图示。

[0070] 本实施方式中有机EL装置100具有间隔壁106,该间隔壁106与每个子像素110R、110G、110B的有机EL元件130上的像素电极104的外边缘重合,并且在像素电极104上构成开口部106a。

[0071] 本实施方式中对于有机EL元件130的功能层136,构成功能层136的空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133中至少一层采用液相工艺形成。液相工艺是通过将含有构成各层的成分和溶剂的溶液(功能层形成用组合物)涂敷在由间隔壁106围起的作为膜形成区域的开口部106a并使其干燥来形成各层的方法。为了以所希望的膜厚形成各层,需要将规定量的功能层形成用组合物高精度地涂敷在开口部106a,在本实施方式中,采用了喷墨法(液滴吐出法)作为液相工艺。

[0072] 特别地,在顶部发射方式的有机EL装置100中,优选构成功能层136的各层的截面形状平坦。本实施方式的功能层形成用组合物为了使各层的截面形状变为平坦,在开口部106a均匀地涂敷规定量的功能层形成用组合物并使其干燥。为了确保在采用了从喷墨头的喷嘴中吐出功能层形成用组合物的喷墨法时的吐出稳定性和功能层136在开口部106a上的膜平坦性,设法研究了功能层形成用组合物中的溶剂的构成。关于功能层形成用组合物的详细构成,将在后面叙述。

[0073] <有机EL元件的制造方法>

[0074] 接下来,参照图3来对作为本实施方式的发光元件的有机EL元件的制造方法进行具体说明。图3的(a)~(d)是示出有机EL元件的制造方法的概略截面图。需要说明的是,如上所述,由于驱动控制有机EL元件130的像素电路、反射层102、像素电极104的形成方法可以采用公知的方法,所以在此对间隔壁形成工序以后的工序进行说明。

[0075] 本实施方式的有机EL元件130的制造方法具有间隔壁形成工序(步骤S1)、表面处理工序(步骤S2)、功能层形成工序(步骤S3)以及相对电极形成工序(步骤S4)。

[0076] 在步骤S1的间隔壁形成工序中,如图3(a)所示,通过在形成有反射层102及像素电极104的元件基板101上以 $1\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ 的厚度涂敷例如含有对功能层形成用组合物显示拒液性的拒液材料的感光性树脂材料并将其干燥来形成感光性树脂层。作为涂敷方法,可列举出转印法、狭缝式涂敷法等。作为拒液材料,可列举出氟化合物、硅氧烷系化合物。作为感光性树脂材料,可列举出负性的多官能丙烯酸树脂。使用与像素110的形状对应的曝光用掩模来对已制成的感光性树脂层进行曝光、显影,形成与像素电极104的外边缘重合并且在像素电极104上构成开口部106a的间隔壁106。然后,进入步骤S2。

[0077] 在步骤S2的表面处理工序中,对形成有间隔壁106的元件基板101实施表面处理。表面处理工序是为了除去像素电极104的表面的间隔壁残渣等废物而进行的,目的是在下一个工序中采用喷墨法(液滴吐出法)形成构成功能层136的空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133时,含有功能层形成材料(固体成分)的功能层形成用组合物均匀地润湿扩展在由间隔壁106围起的开口部106a。作为表面处理方法,在本实施方式中实施了受激准分子UV(紫外线)处理。表面处理方法不限定于受激准分子UV处理,只要能够清洁像素电极104的表面即可,也可以进行例如利用溶剂的清洗、干燥工序。此外,只要像素电极104的表面为清洁的状态,则就可以不实施表面处理工序。在本实施方式中,虽然使用含有拒液材料的感光性树脂材料来形成了间隔壁106,但并非限定于此,也可以在使用不含拒液材料的感光性树脂材料来形成间隔壁106之后,在步骤S2中,进行如下的表面处理:实施使用了氟系的处理气体的例如等离子体处理而对间隔壁106的表面赋予拒液性,其后,实施以氧为处理气体的等离子体处理而使像素电极104的表面亲液化。然后,进入步骤S3。

[0078] 在步骤S3的功能层形成工序中,首先,如图3(b)所示,在开口部106a涂敷含有空穴注入材料的作为功能层形成用组合物的空穴注入层形成用油墨50。空穴注入层形成用油墨50的涂敷方法采用将空穴注入层形成用油墨50从喷墨头20的喷嘴21中以液滴D形式吐出的喷墨法(液滴吐出法)。从喷墨头20中吐出的液滴D的吐出量可按P1(皮升)单位控制,将规定量除以液滴D的吐出量而得的数量的液滴D吐出至开口部106a。吐出的空穴注入层形成用油墨50因与间隔壁106的表面张力而在开口部106a隆起,但并不会溢出。换而言之,预先调整空穴注入层形成用油墨50中的空穴注入材料的浓度,以成为从开口部106a中不会溢出的程度的规定量。然后,进入至干燥工序。

[0079] 在干燥工序中,采用将例如涂敷有空穴注入层形成用油墨50的元件基板101放置于减压下并使溶剂从空穴注入层形成用油墨50中蒸发来干燥的减压干燥(减压干燥工序)。其后,通过在大气压下实施例如 180°C 、30分钟加热的烧制处理来固化,从而如图3(c)所示形成空穴注入层131。空穴注入层131鉴于后面叙述的空穴注入材料的选择、与功能层136中的其它层的关系以大约 $10\text{nm}\sim 30\text{nm}$ 的膜厚形成,但未必限定于此。

[0080] 接下来,使用含有空穴输送材料的作为功能层形成用组合物的空穴输送层形成用油墨60来形成空穴输送层132。空穴输送层132的形成方法与空穴注入层131同样地采用喷墨法(液滴吐出法)进行。即,将规定量的空穴输送层形成用油墨60从喷墨头20的喷嘴21中以液滴D形式向开口部106a吐出。然后,对已涂敷在开口部106a的空穴输送层形成用油墨60进行减压干燥。其后,通过在氮气等非活性气体环境下实施例如180℃、30分钟加热的烧制处理而形成空穴输送层132。空穴输送层132鉴于后面叙述的空穴输送材料的选择、与功能层136中的其它层的关系以大约10nm~20nm的膜厚形成,但不一定限定于此。此外,也可以鉴于与功能层136中的其它层的关系而将空穴注入层131与空穴输送层132合体作为空穴注入输送层。

[0081] 接下来,使用含有发光层形成材料的作为功能层形成用组合物的发光层形成用油墨70来形成功能层133。发光层133的形成方法也与空穴注入层131同样地采用喷墨法(液滴吐出法)进行。即,将规定量的发光层形成用油墨70从喷墨头20的喷嘴21中以液滴D形式向开口部106a吐出。然后,对已涂敷在开口部106a的发光层形成用油墨70进行减压干燥。其后,通过在氮气等非活性气体环境下实施例如130℃、30分钟加热的烧制处理而形成功能层133。发光层133鉴于后面叙述的发光层形成材料的选择、与功能层136中的其它层的关系以大约60nm~80nm的膜厚形成,但未必限定于此。

[0082] 接下来,覆盖发光层133而形成电子输送层134。作为构成电子输送层134的电子输送材料,没有特别限定,但为了能够利用真空蒸镀法等气相工艺来形成,可列举出例如BA1q、1,3,5-三(5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑)(0XD-1)、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲啰啉(BCP,Bathocuproine)、2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-噁二唑(PBD)、3-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(TAZ)、4,4'-双(1,1-双-二苯基乙烯基)联苯(DPVBi)、2,5-双(1-萘基)-1,3,4-噁二唑(BND)、4,4'-双(1,1-双(4-甲基苯基)乙烯基)联苯(DTVBi)、2,5-双(4-联苯基)-1,3,4-噁二唑(BBD)等。

[0083] 此外,可列举出三(8-羟基喹啉铝)(Alq3)、噁二唑衍生物、噁唑衍生物、菲啰啉衍生物、蒽醌二甲烷衍生物、苯醌衍生物、萘醌衍生物、蒽醌衍生物、四氰基蒽醌二甲烷衍生物、芴衍生物、二苯基二氰基乙烯衍生物、联苯醌衍生物、羟基喹啉衍生物等。可以使用它们中的1种或者组合2种以上来使用。

[0084] 电子输送层134鉴于上述电子输送材料的选择、与功能层136中的其它层的关系以大约20nm~40nm的膜厚形成,但并不一定限定于此。由此,能够将从作为阴极的相对电极105上注入的电子恰当地输送到发光层133。也可以根据与功能层136中的其它层的关系而删除电子输送层134。

[0085] 接下来,覆盖电子输送层134地形成电子注入层135。作为构成电子注入层135的电子注入材料,没有特别限定,但为了能够利用真空蒸镀法等气相工艺来形成,例如,可列举出碱金属化合物、碱土金属化合物。

[0086] 作为碱金属化合物,例如,可列举出LiF、Li₂CO₃、LiCl、NaF、Na₂CO₃、NaCl、CsF、Cs₂CO₃、CsCl等碱金属盐。此外,作为碱土金属化合物,例如,可列举出CaF₂、CaCO₃、SrF₂、SrCO₃、BaF₂、BaCO₃等碱土金属盐。可以使用这些碱金属化合物、碱土金属化合物中的1种或者组合2种以上使用。

[0087] 电子注入层135的膜厚没有特别限定,但优选为0.01nm以上、10nm以下左右,更优

选为0.1nm以上、5nm以下左右。由此,能够从作为阴极的相对电极105上向电子输送层134高效地注入电子。

[0088] 接下来,在步骤S4的相对电极形成工序中,覆盖电子注入层135地形成作为阴极的相对电极105。作为相对电极105的构成材料,优选使用功函数小的材料,且为了能够利用真空蒸镀法等气相工艺形成,例如,使用Li、Mg、Ca、Sr、La、Ce、Er、Eu、Sc、Y、Yb、Ag、Cu、Al、Cs、Rb、Au或者含有它们的合金等,可以使用它们中的1种或者组合2种以上(例如,多层的层叠体等)使用。

[0089] 尤其是在像本实施方式这样将有机EL装置100设为顶部发射方式的情况下,作为相对电极105的构成材料,优选使用Mg、Al、Ag、Au等金属或者MgAg、MgAl、MgAu、AlAg等合金。通过使用这样的金属或者合金,能够维持相对电极105的透光性,并且实现相对电极105的电子注入效率及稳定性的提高。

[0090] 顶部发射方式中的相对电极105的膜厚没有特别限定,但优选为1nm以上、50nm以下左右,更优选为5nm以上、20nm以下左右。

[0091] 需要注意的是,在将有机EL装置100设为底部发射方式时,相对电极105不要求透光性。因此,优选使用例如Al、Ag、AlAg、AlNd等金属或者合金。通过使用这样的金属或者合金作为相对电极105的构成材料,能够实现相对电极105的电子注入效率及稳定性的提高。

[0092] 底部发射方式中的相对电极105的膜厚没有特别限定,但优选为50nm以上、1000nm以下左右,更优选为100nm以上、500nm以下左右。

[0093] 如图3(d)所示,对于通过上述制造方法形成的有机EL元件130而言,例如,如果水分、氧等从外部浸入的话,则功能层136的发光功能受阻,产生发光亮度部分降低、或不发光而形成的暗点(暗斑)。此外,发光寿命可能变短。因此,为了保护有机EL元件130免受水分、氧等的浸入,优选用密封层(省略图示)覆盖。作为密封层,例如,可以使用水分、氧等的透过性低的氮氧化硅(SiON)等无机绝缘材料。此外,可以通过将例如透明的玻璃等密封基板介由粘接剂贴合在形成了有机EL元件130的元件基板101上来密封有机EL元件130。

[0094] 在上述有机EL元件130的制造方法中,用液相工艺(喷墨法)形成了功能层136中的空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,但只要用液相工艺(喷墨法)形成这些层中的一个即可,其它层可以利用真空蒸镀等气相工艺来形成。

[0095] 接下来,关于空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,对能够在液相工艺或者气相工艺中使用的构成材料进行说明。

[0096] [空穴注入输送材料(HIL及HTL材料)]

[0097] 作为适合形成空穴注入层(HIL)131、空穴输送层(HTL)132的空穴注入输送材料,没有特别限定,但能够单独或组合使用各种p型高分子材料、各种p型低分子材料。

[0098] 作为p型高分子材料(有机聚合物),可列举出例如聚(2,7-(9,9-二正辛基芴)-(1,4-亚苯基-((4-仲丁基苯基)亚氨基)-1,4-亚苯基(TFB)等聚芳基胺这样的具有芳基胺骨架的芳香族胺系化合物、芴-双噻吩共聚物这样的具有芴骨架、芴-芳基胺共聚物这样的具有芳基胺骨架和芴骨架两者的聚芴衍生物(PF)、聚(N-乙烯基咔唑)(PVK)、聚乙烯基芘、聚乙烯基蒽、聚噻吩、聚烷基噻吩、聚己基噻吩、聚(对苯乙炔)(PPV)、聚噻吩乙炔(polythienylenevinylene)、芘甲醛树脂、乙基咔唑甲醛树脂或其衍生物、聚甲基苯基硅烷(PMPS)等聚硅烷系、聚[双(4-苯基)(2,4,6-三甲基苯基)胺](PTTA)、聚[N,N'-双(4-丁基

苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺]等。

[0099] 这样的p型高分子材料也可以作为与其它化合物的混合物来使用。作为一例,作为含有聚噻吩的混合物,可列举聚(3,4-二氧乙基噻吩/苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)、综研化学制导电性聚合物Verazol(商标)等、作为聚苯胺的日产化学制ELsource(商标)。

[0100] 作为p型低分子材料,可列举出例如1,1-双(4-二-对-三氨基苯基)环己烷、1,1'-双(4-二-对-甲苯基氨基苯基)-4-苯基-环己烷(TAPC)这样的芳基环烷烃系化合物;4,4',4"-三甲基三苯基胺、N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD)、N,N,N',N'-四苯基-1,1'-联苯-4,4'-二胺、N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD1)、N,N'-二苯基-N,N'-双(4-甲氧基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD2)、N,N,N',N'-四(4-甲氧基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD3)、N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(α -NPD)、三苯胺-四聚体(TPTE)、1,3,5-三[4-(二苯基氨基)苯](TDAPB)、三(4-咔唑-9-基-苯基)胺(螺-TAD)、三对甲苯胺(HTM1)、1,1-双[(二-4-甲苯基氨基)苯基]环己烷(HTM2)、N₄,N_{4'}-(联苯-4,4'-二基)双(N₄,N_{4'},N_{4'}-三苯基联苯-4,4'-二胺)(TPT1)这样的芳基胺系化合物;N,N,N',N'-四苯基-对苯二胺、N,N,N',N'-四(对甲苯基)-对苯二胺、N,N,N',N'-四(间甲苯基)-间苯二胺(PDA)、PDA-Si(MOL.Cryst.Liq.Cryst.Vol.462.pp.249-256,2007)、N,N'-二苯基-1,4-苯二胺(DPPD)这样的苯二胺系化合物;咔唑、N-异丙基咔唑、N-苯基咔唑、VB-TCA(Adv.Mater.2007,19,300-304)这样的咔唑系化合物;芪、4-[二(对甲苯基)氨基]芪这样的芪系化合物;0xZ这样的噁唑系化合物;三苯基甲烷、4,4',4"-三(N-3-甲基苯基-N-苯基氨基)三苯胺(m-MTDA)、4,4',4"-三(N,N-(2-萘基)苯基氨基)三苯胺(2-TNATA)、4,4',4"-三(N-咔唑基)三苯胺(TCTA)这样的三苯基甲烷系化合物;1-苯基-3-(对二甲氨基苯基)吡唑啉这样的吡唑啉系化合物;苯炔(环己二烯)系化合物;三唑这样的三唑系化合物;咪唑这样的咪唑系化合物;1,3,4-噁二唑、2,5-二(4-二甲氨基苯基)-1,3,4-噁二唑这样的噁二唑系化合物;蒽、9-(4-二乙基氨基苯乙烯基)蒽这样的蒽系化合物;芴酮、2,4,7-三硝基-9-芴酮、2,7-双(2-羟基-3-(2-氯代苯基氨基甲酰基)-1-萘基杂氮)芴酮这样的芴酮系化合物;聚苯胺这样的苯胺系化合物;硅烷系化合物;1,4-二硫酮-3,6-二苯基-吡咯-(3,4-c)吡咯并吡咯这样的吡咯系化合物;芴这样的芴系化合物;卟啉、金属四苯基卟啉这样的卟啉系化合物;喹吖啶酮这样的喹吖啶酮系化合物;酞菁、铜酞菁(CuPc)、四(叔丁基)铜酞菁、铁酞菁这样的金属或非金属酞菁系化合物;铜萘菁、氧钒萘菁、单氯镓萘菁这样的金属或非金属萘菁系化合物;N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺、N,N,N',N'-四苯基联苯胺这样的联苯胺系化合物等。需要说明的是,为了实现高分子化,PDA-Si添加阳离子聚合性化合物:双氧杂环丁烷二甲苯(xylene bis-oxetane)(东亚合成Aronoxetane OXT-121)、自由基聚合引发剂:脂肪族系二酰基过氧化物(PeroxyL,日本油脂股份有限公司)而使用。

[0101] 接下来,对得到荧光或磷光的发光材料(EML材料),按每个发光色列举具体例子来说明。

[0102] [红色发光材料]

[0103] 首先,作为红色发光材料并无特别限制,可以使用各种红色荧光材料、红色磷光材料中的1种或将两种以上组合使用。

[0104] 作为红色荧光材料,只要是发出红色荧光的材料就没有特别限制,可以列举出:例

如苝衍生物、铕配合物、苯并吡喃衍生物、罗丹明衍生物、苯并噻吨衍生物、卟啉衍生物、尼罗红、2-(1,1-二甲基乙基)-6-(2-(2,3,6,7-四氢-1,1,7,7-四甲基-1H,5H-苯并(i,j)喹嗪)-9-基)乙烯基)-4H-吡喃-4H-亚基)丙二腈(DCJTB)、4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(对二甲氨基苯乙烯基)-4H-吡喃(DCM)、聚[2-甲氧基-5-(2-乙基己氧基)-1,4-(1-氰基亚乙烯基亚苯基)]、聚[9,9-二己基-2,7-双(1-氰基亚乙烯基)亚芴基]-交替-共-{2,5-双(N,N'-二苯基氨基)-1,4-亚苯基}]、聚[2-甲氧基-5-(2-乙基己氧基)-1,4-(1-氰基亚乙烯基亚苯基)}-共聚-{2,5-双(N,N'-二苯基氨基)-1,4-亚苯基}]等。

[0105] 作为红色磷光材料,只要是发红色磷光的材料就没有特别限制,可以列举出:例如铱、钌、铂、锇、铼、钯等的金属配合物,还可以列举出这些金属配合物的配位体中的至少一个具有苯基吡啶骨架、双吡啶基骨架、卟啉骨架等的物质。更具体而言,可列举出:三(1-苯基异喹啉)铱、双[2-(2'-苯并[4,5-a]噻吩基)吡啶合-N,C3'] (乙酰丙酮)合铱(Btp₂Ir(acac))、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-12H,23H-卟啉-铂(II)、面式-三(2-苯基)-双[2-(2'-苯并[4,5-a]噻吩基)吡啶合-N,C3'] (乙酰丙酮)合铱(Bt₂Ir(acac))、双(2-苯基吡啶)(乙酰丙酮)合铱等。

[0106] 此外,在红色发光层133中,除了上述的红色发光材料之外,还可以含有红色发光材料作为客体材料而添加的主体材料。

[0107] 主体材料具有将空穴与电子再结合而生成激子并使该激子的能量转移至红色发光材料(福斯特转移或德克斯特转移)从而激发红色发光材料的功能。在使用这样的主体材料时,例如可以将作为客体材料的红色发光材料作为掺杂剂而掺入主体材料中来使用。

[0108] 作为这样的主体材料,只要是对所用的红色发光材料发挥如上所述的功能的材料则就没有特别限制,在红色发光材料含有红色荧光材料时,可列举出:例如苯并蒽衍生物、萘衍生物、蒽衍生物这样的并苯衍生物(并苯系材料)、二苯乙烯基亚芳基衍生物、花衍生物、二苯乙烯基苯衍生物、二苯乙烯基胺衍生物、三(8-羟基喹啉)铝配合物(Alq₃)等羟基喹啉系金属配合物(BAq1)、三苯基胺的四聚体等三芳基胺衍生物(TDAPB)、噁二唑衍生物、噻咯(silole)衍生物(SimCP、UGH3)、二咔唑衍生物(CBP、mCP、CDBP、DCB)、寡噻吩衍生物、苯并吡喃衍生物、三唑衍生物、苯并噁唑衍生物、苯并噻唑衍生物、喹啉衍生物、4,4'-双(2,2'-二苯基乙烯基)联苯(DPVBi)、磷衍生物(P06)等,也可以单独使用它们中的一种或将两种以上组合使用。

[0109] 在使用如上述那样的红色发光材料(客体材料)以及主体材料的情况下,红色发光层133中的红色发光材料的含量(掺杂量)优选为0.01~10wt%,更优选为0.1~5wt%。通过将红色发光材料的含量设为这样的范围内,能够使发光效率最优化。

[0110] [绿色发光材料]

[0111] 作为绿色发光材料并无特别限制,可列举出例如各种绿色荧光材料以及绿色磷光材料,可以使用它们中的1种或将两种以上组合使用。

[0112] 作为绿色荧光材料,只要是发出绿色荧光的材料则就没有特别限制,可列举出:例如香豆素衍生物、喹吖啶酮及其衍生物、9,10-双[(9-乙基-3-咔唑)-亚乙烯基]蒽、聚(9,9-二己基-2,7-亚乙烯基亚芴基)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(1,4-二亚苯基-亚乙烯基-2-甲氧基-5-{2-乙基己基氧基}苯)]、聚[(9,9-二辛基-2,7-二亚乙烯基亚芴基)-交替-共-(2-甲氧基-5-(2-乙氧基己氧基)-1,4-亚苯基)]、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-交替-

共-(1,4-苯并-{2,1',3}-嚷二唑)](F8BT)等。

[0113] 作为绿色磷光材料,只要是发绿色磷光的材料则就没有特别限制,可列举出:例如铱、钌、铂、锇、铼、钯等的金属配合物,具体而言,可列举出:面式(fac)-三(2-苯基吡啶)铱(Ir(ppy)3)、双(2-苯基吡啶合-N,C2')乙酰丙酮合铱(Ppy2Ir(acac))、面式(fac)-三[5-氟-2-(5-三氟甲基-2-吡啶)苯基-C,N]铱等。

[0114] 此外,在绿色发光层133中,除了上述的绿色发光材料之外,还可以含有绿色发光材料作为客体材料而添加的主体材料。

[0115] 作为这样的主体材料,能够使用与在上述的红色发光层133中说明过的主体材料同样的材料。

[0116] [蓝色发光材料]

[0117] 作为蓝色发光材料,可列举出例如各种蓝色荧光材料以及蓝色磷光材料,可以使用它们中的1种或组合两种以上使用。

[0118] 作为蓝色荧光材料,只要是发出蓝色荧光的材料则并无特别限制,可列举出:例如二苯乙烯基二胺系化合物等二苯乙烯基胺衍生物、荧蒽衍生物、芘衍生物、菲和花衍生物、蒽衍生物、苯并噁唑衍生物、苯并噻唑衍生物、苯并咪唑衍生物、䓛衍生物、菲衍生物、二苯乙烯基苯衍生物、四苯基丁二烯、4,4'-双(9-乙基-3-咔唑亚乙烯基)-1,1'-联苯(BCzVBi)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,5-二甲氧基苯-1,4-二基)]、聚[(9,9-二己氧基芴-2,7-二基)-交替-共-(2-甲氧基-5{2-乙氧基己氧基}亚苯基-1,4-二基)]、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(乙炔基苯)]、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(N,N'-二苯基)-N,N'-二(对丁基苯基)-1,4-二氨基-苯]]等。

[0119] 作为蓝色磷光材料,只要是发蓝色磷光的材料则就没有特别限制,可列举出例如铱、钌、铂、锇、铼、钯等的金属配合物,具体而言,可列举出:双[4,6-二氟苯基吡啶合-N,C2']-甲基吡啶合铱(FIrpic)、三(1-苯基-3-甲基苯并咪唑啉-2-叉基-C,C(2'))(Ir(pmb)3)、双(2,4-二氟苯基吡啶)(5-(吡啶基-2-基)-1H-四唑)合铱(FIrN4)、三-[2-(2,4-二氟苯基)吡啶合-N,C2']铱、双[2-(3,5-三氟甲基)吡啶合-N,C2']-甲基吡啶合铱、双(4,6-二氟苯基吡啶合-N,C2')乙酰丙酮合铱等。

[0120] 此外,在蓝色发光层133中,除了上述的蓝色发光材料之外,还可以含有蓝色发光材料作为客体材料而添加的主体材料。

[0121] 作为这样的主体材料,能够使用与在上述的红色发光层133中说明过的主体材料同样的材料。

[0122] 应予说明,本实施方式中,低分子是指分子量小于1000的分子,高分子是指分子量为1000以上且具有基本骨架重复的结构的分子。

[0123] 〈功能层形成用组合物〉

[0124] 接下来,对本实施方式的功能层形成用组合物进行说明。在采用液相工艺(喷墨法)形成本实施方式的有机EL元件130的功能层136中的空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133各个时优选的功能层形成用组合物的基本构成如下。

[0125] 功能层形成用组合物包括:功能层形成用的固体成分、具有吸电子基团的第一芳香族溶剂、以及具有给电子基团的第二芳香族溶剂,第二芳香族溶剂的沸点比第一芳香族溶剂的沸点高。

[0126] 此外,当使用喷墨法时,考虑能够从喷墨头的喷嘴中稳定地吐出功能层形成用组合物(吐出稳定性)、获得成膜后的功能层136的膜平坦性而设定溶剂的选择和含有比例。此外,以在包括已成膜的功能层136的有机EL元件130中获得所希望的元件特性的方式设定溶剂的选择和含有比例。

[0127] 〈第一芳香族溶剂〉

[0128] 具有吸电子基团的第一芳香族溶剂具有对功能层形成用的固体成分(有机EL材料)卓越的溶解性(为良溶剂),若考虑到吐出稳定性,沸点(bp)优选为200℃以上。具体而言,可列举出:具有硝基(-NO₂基)作为吸电子基团的硝基苯(bp;210℃)、2,3-二甲基硝基苯(bp;245℃)、2,4-二甲基硝基苯(bp;245℃)等。

[0129] 〈第二芳香族溶剂〉

[0130] 具有给电子基团的第二芳香族溶剂对功能层形成用的固体成分(有机EL材料)可以未必是良溶剂,沸点(bp)优选为比第一芳香族溶剂高的250℃以上。具体而言,可列举出:具有烷氧基(-OR基)或氨基(-NH₃基)作为给电子基团的α,α,4-三甲氧基甲苯(bp;253℃)、二苯基醚(bp;258℃)、3-苯氧基甲苯(bp;272℃)、苄基苯基醚(bp;288℃)、氨基联苯(bp;299℃)、二苯胺(bp;302℃)。需要注意的是,烷氧基的R不局限于烷基,也可以为苯基。此外,若考虑第二芳香族溶剂的干燥性,沸点(bp)优选为350℃以下。

[0131] 〈功能层形成用组合物的制造方法〉

[0132] 本实施方式中的功能层形成用组合物的制造方法包括:使功能层形成用的固体成分溶解于具有吸电子基团的第一芳香族溶剂的工序、以及向功能层形成用的固体成分已溶解的第一芳香族溶剂添加具有给电子基团的第二芳香族溶剂的工序。如上所述,由于第一芳香族溶剂对作为功能层形成用的固体成分的有机EL材料显示很高的溶解性,所以与第二芳香族溶剂相比使固体成分溶解于了第一芳香族溶剂这方面调配作业在短时间内完成。此外,通过向第一芳香族溶剂添加沸点高的第二芳香族溶剂,能够设定为在化学上稳定、易于进行处理的功能层形成用组合物。

[0133] 接下来,对在使用了喷墨法情况下的具体的吐出稳定性及膜平坦性的评价方法和评价结果进行说明。需要注意的是,在本实施方式中,由于使用喷墨法而涂敷功能层形成用组合物,因此为了便于说明,以后,有时也将功能层形成用组合物只称为“油墨”。

[0134] 〈吐出稳定性的评价〉

[0135] 首先,参照图5~图8来对吐出稳定性的评价方法和评价结果进行说明。图5的(a)~(d)及图6的(e)~(g)是示出在使用了高分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与油墨吐出性的关系的评价结果的表。图7的(a)~(d)及图8的(e)~(g)是示出在使用了高分子的发光材料的情况下溶剂的构成与油墨吐出性的关系的评价结果的表。

[0136] 在喷墨法中,使其溶解于溶剂的固体成分越是高分子材料,在喷嘴内的油墨干燥了时固体成分越易于析出。因此,列举固体成分为高分子材料的例子来说明吐出稳定性的评价方法。当在喷嘴内油墨干燥而固体成分析出时,发生喷嘴的堵塞,因此从喷嘴中吐出的液滴的吐出量变小(变少)。因此,本实施方式中的吐出稳定性的评价方法在将初期的油墨吐出量设为了“1”时,将在放置了1个小时之后从喷嘴中吐出的液滴的吐出量在0.99以上1.01以下的范围内视为“○(良)”,将在0.95以上但不到0.99的范围内视为“△(稍微不良)”,将不到0.95视为“×(不良)”。如以前已说明的,从喷墨头的喷嘴中吐出的一滴的液滴

的吐出量(体积)为p1(皮升)单位,为了高精度求出油墨吐出量,实际上,吐出例如数万发的液滴而测量重量,通过测量出的重量除以吐出次数(数万发)来算出每一滴的油墨吐出量。

[0137] 图5的(a)~(d)及图6的(e)~(g)作为高分子的空穴注入输送材料(HIL、HTL)而从前面已述的PVK、PF、PPV、PMPS、PTTA、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺](Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine])、TFB中选择。此外,作为第一芳香族溶剂A,从前面已述的、硝基苯、2,3-二甲基硝基苯、2,4-二甲基硝基苯中选择。此外,除了与前面已述作为第二芳香族溶剂B的、 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的组合以外,还评价了与沸点(bp)为170℃的2-甲氧基甲苯的组合。2-甲氧基甲苯作为给电子基团而具有作为烷氧基的甲氧基(-OCH₃)基。

[0138] 第一芳香族溶剂A与第二芳香族溶剂B的混合溶剂中的含有比例(A:B)%按0:100、10:90、30:70、50:50、70:30、90:10、100:0七种进行了评价。需要注意的是,本实施方式中的含有比例是体积(Vol)%,但即使是重量(wt)%也导出同样的评价结果。

[0139] 如图5(a)所示,在溶剂构成为硝基苯与2-甲氧基甲苯的组合的情况下,不论混合溶剂中的含有比例如何,油墨吐出性(吐出稳定性)的评价均为“×”。在溶剂构成为2,3-二甲基硝基苯或2,4-二甲基硝基苯与2-甲氧基甲苯的组合的情况下,混合溶剂中的含有比例为0:100、10:90的油墨吐出性(吐出稳定性)的评价为“×”,混合溶剂中的含有比例(A:B)为30:70、50:50、70:30、90:10、100:0的油墨吐出性(吐出稳定性)的评价为“△”。

[0140] 与此相对,如图5的(b)~(d)及图6的(e)~(g)所示,在组合了作为第一芳香族溶剂A的硝基苯与作为第二芳香族溶剂B的 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的情况下,对于混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0以外,油墨吐出性(吐出稳定性)的评价均为“○”。100:0时的油墨吐出性(吐出稳定性)为“×”。

[0141] 在组合了作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯或2,4-二甲基硝基苯与作为第二芳香族溶剂B的 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的情况下,对于混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0以外,油墨吐出性(吐出稳定性)的评价均为“○”。混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0时的油墨吐出性(吐出稳定性)为“△”。

[0142] 图7的(a)~(d)及图8的(e)~(g)作为高分子的发光材料(EML)而分别使用前面已述的作为红色发光材料的聚[9,9-二己基-2,7-双(1-氰基亚乙烯基)亚芴基]-交替-共-{2,5-双(N,N'-二苯基氨基)-1,4-亚苯基}](Poly[{9,9-dihexyl-2,7-bis(1-cyanovinylene)fluorenyl-ene}-alt-co-{2,5-bis(N,N'-diphenylamino)-1,4-phenylene}]) (在表中为方便表示,记为红色-聚-EM)、作为绿色发光材料的聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-交替-共-(1,4-苯并-{2,1',3}-噻二唑)](Poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-alt-co-(1,4-benzo-{2,1',3}-thiadiazole)]) (F8BT) (在表中为方便表示,记为绿色-聚-EM)、作为蓝色发光材料的聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(N,N'-二苯基)-N,N'-二(对丁基苯基)-1,4-二氨基-苯)](Poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(N,N'-diphenyl)-N,N'-di(pbutylphenyl)-1,4-diamino-benzene)]) (在表中为方便表示,记为蓝色-聚-EM)来构成油墨。第一芳香族溶剂A

和第二芳香族溶剂B的选择的方法与高分子的空穴注入输送材料(HIL、HTL)的情况相同。

[0143] 如图7(a)所示,在溶剂构成为硝基苯与2-甲氧基甲苯的组合的情况下,不论混合溶剂中的含有比例如何,油墨吐出性(吐出稳定性)的评价均为“×”。在溶剂构成为2,3-二甲基硝基苯或2,4-二甲基硝基苯与2-甲氧基甲苯的组合的情况下,混合溶剂中的含有比例(A:B)为0:100、10:90上的油墨吐出性(吐出稳定性)的评价为“×”,混合溶剂中的含有比例(A:B)为30:70、50:50、70:30、90:10、100:0上的油墨吐出性(吐出稳定性)的评价为“△”。

[0144] 与此相对,如图7的(b)~(d)及图8的(e)~(g)所示,在组合了作为第一芳香族溶剂A的硝基苯与作为第二芳香族溶剂B的 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的情况下,对于混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0以外,油墨吐出性(吐出稳定性)的评价均为“○”。混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0时的油墨吐出性(吐出稳定性)为“×”。

[0145] 在组合了作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯或2,4-二甲基硝基苯与作为第二芳香族溶剂B的 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的情况下,对于混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0以外,油墨吐出性(吐出稳定性)的评价均为“○”。混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0时的油墨吐出性(吐出稳定性)为“△”。

[0146] 如上述吐出稳定性的评价结果所示,在作为第二芳香族溶剂B而选择的溶剂(2-甲氧基甲苯)的沸点(bp)为200℃以下的情况下,在一个小时的放置中喷嘴内的油墨的干燥在进行,油墨吐出量变得不稳定(变少)。此外,在单独使用了第一芳香族溶剂A的情况下,油墨吐出量也变得不稳定(变少)。另一方面,在作为第二芳香族溶剂B而选择的溶剂的沸点(bp)为250℃以上的情况下,即使在放置了一个小时之后,喷嘴内的油墨的干燥也很难进行,油墨吐出量一直稳定。

[0147] 〈膜平坦性的评价〉

[0148] 接下来,参照图4、图9~图16来对膜平坦性的评价方法和评价结果进行说明。图4是示出功能层中的像素中央部的膜厚的概略截面图,图9的(a)~(d)及图10的(e)~(g)是示出在使用了高分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。图11的(a)~(d)及图12的(e)~(g)是示出在使用了高分子的发光材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。图13的(a)~(d)及图14的(e)~(g)是示出在使用了低分子的空穴注入输送材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。图15的(a)~(d)及图16的(e)~(g)是示出在使用了低分子的发光材料的情况下溶剂的构成与膜平坦性的关系的评价结果的表。

[0149] 在喷墨法中,通过向如上所述由间隔壁106围起的开口部106a高精度地吐出规定量的油墨而确保了成膜后的功能层的膜平坦性。此外,认为,膜平坦性也受到油墨中含有的固体成分是高分子材料还是低分子材料的影响。具体而言,在将油墨涂敷于开口部106a并使其干燥了时,在间隔壁106的侧壁开始成膜的钉扎(pinning)位置(膜固定位置)根据是高分子材料还是低分子材料而不同,认为这影响到干燥后的膜平坦性。

[0150] 如图4所示,将成膜后的膜的像素电极104的中央部上的膜厚设为像素内中央膜厚 t_c ,将与像素电极104接触的范围内的膜厚的平均设为像素内平均膜厚 t_a 。这些膜厚能够通过例如触针式的测量装置来测量。根据涂敷于开口部106a的油墨的干燥的进行方式、上述

钉扎位置,成膜后的膜截面形状在像素中央部或隆起或凹陷。也就是说,像素内中央膜厚 t_c 变动。

[0151] 本实施方式的膜平坦性的评价方法在像素内平均膜厚 t_a 为像素内中央膜厚 t_c 的0.9倍以上但不到像素内中央膜厚 t_c 的1.2倍的情况下将膜平坦性的评价设为“○(良)”。此时,将由于固体成分的析出而在膜表面发现细微的凹凸时的膜平坦性设为“●(有析出)”。在像素内平均膜厚 t_a 为像素内中央膜厚 t_c 的1.2倍以上但不到像素内中央膜厚 t_c 的1.3倍的情况下将膜平坦性的评价设为“△(稍微不良)”。在像素内平均膜厚 t_a 为像素内中央膜厚 t_c 的1.3倍以上的情况下将膜平坦性的评价设为“×(不良)。”并且,在像素内平均膜厚 t_a 为像素内中央膜厚 t_c 的1.3倍以上且由于固体成分的析出而在膜表面发现明显的凹凸的情况下,将膜平坦性的评价设为“××(不良且有析出)”。在膜表面具有明显的凹凸的情况下,当使有机EL元件130亮灯时,流经像素内的功能层136的电流产生差异,作为亮度的不均匀而被识别。需要注意的是,涂敷于开口部106a的油墨的干燥及烧制条件正如在前面已述的有机EL元件130的制造方法中所示的那样。

[0152] 图9的(a)～(d)及图10的(e)～(g)从前面已述的PVK、PF、PPV、PMPS、PTTA、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺](Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine])、TFB中选择作为高分子的空穴注入输送材料(HIL、HTL)。此外,作为第一芳香族溶剂A,从前面已述的、硝基苯、2,3-二甲基硝基苯、2,4-二甲基硝基苯中选择。此外,除了与前面作为第二芳香族溶剂B已述的、 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的组合以外,还评价了与沸点(bp)为170°C的2-甲氧基甲苯的组合。2-甲氧基甲苯作为给电子基团而具有作为烷氧基的甲氧基(-OCH₃基)。

[0153] 图11的(a)～(d)及图12的(e)～(g)作为高分子的发光材料(EML)而分别使用前面已述的作为红色发光材料的聚[{9,9-二己基-2,7-双(1-氰基亚乙烯基)亚芴基}-交替-共-{2,5-双(N,N'-二苯基氨基)-1,4-亚苯基}](Poly[{9,9-dihexy1-2,7-bis(1-cyanovinylene)fluorenyl-ene}-alt-co-{2,5-bis(N,N'-diphenylamino)-1,4-phenylene}]) (在表中为方便表示,记为红色-聚-EM)、作为绿色发光材料的聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-交替-共-(1,4-苯并-{2,1',3}-噻二唑)](Poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-alt-co-(1,4-benzo-{2,1',3}-thiadiazole)]) (F8BT) (在表中为方便表示,记为绿色-聚-EM)、作为蓝色发光材料的聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(N,N'-二苯基)-N,N'-二(对丁基苯基)-1,4-二氨基-苯)](Poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(N,N'-diphenyl)-N,N'-di(pbutylphenyl)-1,4-diamino-benzene)]) (在表中为方便表示,记为蓝色-聚-EM)来构成油墨。第一芳香族溶剂A和第二芳香族溶剂B的选择的方法与高分子的空穴注入输送材料(HIL、HTL)的情况相同。

[0154] 第一芳香族溶剂A与第二芳香族溶剂B的混合溶剂中的含有比例(A:B)%按0:100、10:90、30:70、50:50、70:30、90:10、100:0七种进行了评价。也就是说,是与前面已述的吐出稳定性的评价的情况同样的油墨的构成。

[0155] 如图9(a)及图11(a)所示,在溶剂构成为硝基苯与2-甲氧基甲苯的组合、混合溶剂中的含有比例(A:B)为0:100的情况下,膜平坦性的评价为“××”。在混合溶剂的含有比例(A:B)为0:100以外的情况下,膜平坦性的评价均为“×”。在溶剂构成为2,3-二甲基硝基苯或2,4-二甲基硝基苯与2-甲氧基甲苯的组合、混合溶剂中的含有比例(A:B)为0:100的情况

下,膜平坦性的评价为“××”。在混合溶剂的含有比例(A:B)为10:90、30:70、50:50、70:30、90:10、100:0的情况下,膜平坦性的评价为“△”。

[0156] 与此相对,如图9的(b)~(d)及图10的(e)~(g)、图11的(b)~(d)及图12的(e)~(g)所示,在组合了作为第一芳香族溶剂A的硝基苯与作为第二芳香族溶剂B的 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的情况下,对于混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0及0:100以外的10:90、30:70、50:50、70:30、90:10,膜平坦性的评价均为“○”。混合溶剂的含有比例(A:B)为0:100时的膜平坦性的评价为“●”,混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0时的膜平坦性的评价为“×”。

[0157] 在组合了作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯或2,4-二甲基硝基苯与作为第二芳香族溶剂B的 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的情况下,对于混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0及0:100以外的10:90、30:70、50:50、70:30、90:10,膜平坦性的评价均为“○”。混合溶剂的含有比例(A:B)为0:100时的膜平坦性的评价为“●”,混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0时的膜平坦性的评价为“△”。

[0158] 图13的(a)~(d)及图14的(e)~(g)作为低分子的空穴注入输送材料(HIL、HTL)而从前面已述的VB-TCA、CuPc、TAPC、TPD、 α -NPD、m-MTDATA、PDA-Si、2-TNATA、TCTA、TDAPB、螺-TAD、DPPD、DTP、HTM1、HTM2、TPT1、TPTE中选择。此外,作为第一芳香族溶剂A,从前面已述的、硝基苯、2,3-二甲基硝基苯、2,4-二甲基硝基苯中选择。此外,除了与前面作为第二芳香族溶剂B已述的、 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的组合以外,还评价了与沸点(bp)为170℃的2-甲氧基甲苯的组合。2-甲氧基甲苯作为给电子基团而具有作为烷氧基的甲氧基(-OCH₃基)。

[0159] 图15的(a)~(d)及图16的(e)~(g)作为低分子的发光材料(EML)而从前面已述的CBP、Balq、mCP、CDBP、DCB、P06、SimCP、UGH3、TDAPB中选择了主体材料,从Bt2Ir(acac)、Btp2Ir(acac)、Pt0EP中选择了作为红色发光材料(客体材料)的红色掺杂剂。此外,从Ir(ppy)₃、Ppy2Ir(acac)中选择了作为绿色发光材料(客体材料)的绿色掺杂剂。此外,从FIrpic、Ir(pmb)₃、FIrN4中选择了作为蓝色发光材料(客体材料)的蓝色掺杂剂。第一芳香族溶剂A和第二芳香族溶剂B的选择的方法与低分子的空穴注入输送材料(HIL、HTL)的情况相同。

[0160] 第一芳香族溶剂A与第二芳香族溶剂B的混合溶剂中的含有比例(A:B)%按0:100、10:90、30:70、50:50、70:30、90:10、100:0七种进行了评价。也就是说,是与前面已述的高分子材料的评价的情况同样的油墨的构成。

[0161] 如图13(a)及图15(a)所示,在溶剂构成为硝基苯与2-甲氧基甲苯的组合、混合溶剂中的含有比例(A:B)为0:100的情况下,膜平坦性的评价为“××”。在混合溶剂的含有比例(A:B)为0:100以外的情况下,膜平坦性的评价均为“×”。在溶剂构成为2,3-二甲基硝基苯或2,4-二甲基硝基苯与2-甲氧基甲苯的组合、混合溶剂中的含有比例(A:B)为0:100的情况下,膜平坦性的评价为“××”。在混合溶剂的含有比例(A:B)为10:90、30:70、50:50、70:30、90:10、100:0的情况下,膜平坦性的评价为“△”。

[0162] 与此相对,如图13的(b)~(d)及图14的(e)~(g)、图15的(b)~(d)及图16的(e)~(g)所示,在组合了作为第一芳香族溶剂A的硝基苯与作为第二芳香族溶剂B的 $\alpha,\alpha,4$ -三甲

氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的情况下,对于混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0及0:100以外的10:90、30:70、50:50、70:30、90:10,膜平坦性的评价均为“○”。混合溶剂的含有比例(A:B)为0:100时的膜平坦性的评价为“●”,混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0时的膜平坦性的评价为“×”。

[0163] 在组合了作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯或2,4-二甲基硝基苯与作为第二芳香族溶剂B的 $\alpha,\alpha,4$ -三甲氧基甲苯、二苯基醚、3-苯氧基甲苯、苄基苯基醚、氨基联苯、二苯胺的各个的情况下,对于混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0及0:100以外的10:90、30:70、50:50、70:30、90:10,膜平坦性的评价均为“○”。混合溶剂的含有比例(A:B)为0:100时的膜平坦性的评价为“●”,混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0时的膜平坦性的评价为“△”。也就是说,即使油墨中的固体成分为低分子材料,也得到了与为高分子材料的情况同样的膜平坦性的评价。

[0164] 如上述膜平坦性的评价结果所示,在作为第二芳香族溶剂B而选择的溶剂(2-甲氧基甲苯)的沸点(bp)为200℃以下的情况下,在油墨的干燥工序中第二芳香族溶剂B比第一芳香族溶剂A先蒸发,油墨的干燥速度变快,未充分进行成膜时的流平,因此膜平坦性降低。另一方面,在作为第二芳香族溶剂B而选择的溶剂的沸点(bp)为250℃以上的情况下,在油墨的干燥工序中,在第一芳香族溶剂A蒸发了之后,也残留有第二芳香族溶剂B,因此油墨的干燥速度变慢,充分地进行了成膜时的流平而使膜平坦性提高。但是,在油墨中未含有显示对固体成分很高的溶解性的第一芳香族溶剂A的情况下(混合溶剂的含有比例(A:B)为0:100的情况下),在对油墨的溶解性变差的第二芳香族溶剂B的干燥过程中固体成分变得易于析出。此外,在油墨中未含有沸点高的第二芳香族溶剂B的情况下(混合溶剂的含有比例(A:B)为100:0的情况下),在第一芳香族溶剂A的干燥过程中干燥比较快地进行,因此未充分地进行成膜时的流平,膜平坦性降低。

[0165] 若立足于上述吐出稳定性及上述膜平坦性的评价,优选,第一芳香族溶剂A的沸点为200℃以上,选择沸点为250℃以上的第二芳香族溶剂B。此外,第一芳香族溶剂A与第二芳香族溶剂B的混合溶剂中的含有比例(A:B)优选为10:90至90:10之间。

[0166] 接下来,列举比较例和实施例来对功能层形成用组合物(油墨)与有机EL元件130的元件特性的关系进行说明。

[0167] 在本实施方式中,作为有机EL元件130的元件特性,采用了驱动电压、电流效率、寿命减半时间。驱动电压是有机EL元件130的发光亮度成为规定的值的直流的电压值,驱动电压越小越优选。电流效率是发光亮度除以在将有机EL元件130的发光亮度设为了规定的值时流动的电流的大小所得的值(cd(坎德拉)/A(安培)),电流效率越大越优选。寿命减半时间是有机EL元件130的发光亮度从规定的值直至减半为止的通电时间(h),寿命减半时间越长越优选。上述发光亮度的规定的值例如为1000cd(坎德拉)/m²(平方米)。

[0168] [比较例1]

[0169] 比较例1的有机EL元件使用不含有第二芳香族溶剂B的油墨并采用喷墨法形成了功能层136中的空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133。具体而言,使用硝基苯(bp;210℃)作为第一芳香族溶剂A,使用使作为空穴注入材料的VB-TCA已溶解于硝基苯的油墨来形成膜厚为10nm~30nm的空穴注入层131。此外,使用使作为空穴输送材料的TFB已溶解于硝基苯的油墨来形成膜厚为10nm~20nm的空穴输送层132。并且,使用使作为得到荧光的发光

材料的F8BT(绿色-聚-EM)已溶解于硝基苯的油墨来形成膜厚为60nm~80nm的发光层133。功能层136中的其它电子输送层134、电子注入层135的结构正如在有机EL元件130的制造方法中说明过的。

[0170] [比较例2]

[0171] 比较例2的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的2-甲氧基甲苯(bp;170°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为50:50。

[0172] [比较例3]

[0173] 比较例3的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的1,3,5-三乙基苯(bp;215°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为60:40。

[0174] [实施例1]

[0175] 实施例1的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为10:90。

[0176] [实施例2]

[0177] 实施例2的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为30:70。

[0178] [实施例3]

[0179] 实施例3的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为50:50。

[0180] [实施例4]

[0181] 实施例4的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为70:30。

[0182] [实施例5]

[0183] 实施例5的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为90:10。

[0184] 上述实施例1~实施例5使含有作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210°C)和作为

第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)的混合溶剂的含有比例(A:B)不同。

[0185] [实施例6]

[0186] 实施例6的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为10:90。

[0187] [实施例7]

[0188] 实施例7的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为30:70。

[0189] [实施例8]

[0190] 实施例8的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为50:50。

[0191] [实施例9]

[0192] 实施例9的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为70:30。

[0193] [实施例10]

[0194] 实施例10的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为90:10。

[0195] 上述实施例6~实施例10使含有作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245°C)和作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)的混合溶剂的含有比例(A:B)不同。

[0196] [实施例11]

[0197] 实施例11的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp;245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为10:90。

[0198] [实施例12]

[0199] 实施例12的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133,其中,该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp;245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为30:70。

[0200] [实施例13]

[0201] 实施例13的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp; 245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp; 272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为50:50。

[0202] [实施例14]

[0203] 实施例14的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp; 245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp; 272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为70:30。

[0204] [实施例15]

[0205] 实施例15的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp; 245°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp; 272°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例1相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为90:10。

[0206] 上述实施例11～实施例15使含有作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp; 245°C)和作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp; 272°C)的混合溶剂的含有比例(A:B)不同。

[0207] 以后的比较例和实施例中的油墨的构成使用了TDAPB作为主体材料，使用了作为得到磷光的发光材料(客体材料)的Ppy2Ir，其它构成与上述作为得到荧光的发光材料的F8BT基本相同。

[0208] [比较例4]

[0209] 比较例4的有机EL元件使用如下的油墨来形成膜厚为10nm～30nm的空穴注入层131：不含有第二芳香族溶剂B，使用硝基苯(bp; 210°C)作为第一芳香族溶剂A，使作为空穴注入材料的VB-TCA已溶解于硝基苯。此外，使用使作为空穴输送材料的TFB已溶解于硝基苯的油墨来形成了膜厚为10nm～20nm的空穴输送层132。并且，使用使得到磷光的上述发光材料已溶解于硝基苯的油墨来形成了膜厚为60nm～80nm的发光层133。功能层136中的其它电子输送层134、电子注入层135的结构正如在有机EL元件130的制造方法中说明过的。

[0210] [比较例5]

[0211] 比较例5的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp; 210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的2-甲氧基甲苯(bp; 170°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为50:50。

[0212] [比较例6]

[0213] 比较例6的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp; 210°C)中添加了作为第二芳香族溶剂B的1,3,5-三乙基苯(bp; 215°C)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为60:40。

[0214] [实施例16]

[0215] 实施例16的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为10:90。

[0216] [实施例17]

[0217] 实施例17的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为30:70。

[0218] [实施例18]

[0219] 实施例18的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为50:50。

[0220] [实施例19]

[0221] 实施例19的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为70:30。

[0222] [实施例20]

[0223] 实施例20的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的硝基苯(bp;210℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为90:10。

[0224] [实施例21]

[0225] 实施例21的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为10:90。

[0226] [实施例22]

[0227] 实施例22的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为30:70。

[0228] [实施例23]

[0229] 实施例23的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为50:50。

[0230] [实施例24]

[0231] 实施例24的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为70:30。

[0232] [实施例25]

[0233] 实施例25的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,3-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为90:10。

[0234] [实施例26]

[0235] 实施例26的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为10:90。

[0236] [实施例27]

[0237] 实施例27的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为30:70。

[0238] [实施例28]

[0239] 实施例28的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为50:50。

[0240] [实施例29]

[0241] 实施例29的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为70:30。

[0242] [实施例30]

[0243] 实施例30的有机EL元件使用含有混合溶剂的油墨来形成了空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133，其中，该混合溶剂在使固体成分已溶解的作为第一芳香族溶剂A的2,4-二甲基硝基苯(bp;245℃)中添加了作为第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯(bp;272℃)。各层的层构成材料及膜厚与比较例4相同。上述混合溶剂的含有比例(A:B)为90:10。

[0244] 对本实施方式中的有机EL元件的元件特性的评价方法进行说明。作为元件特性的驱动电压，将比较例1的驱动电压设为“1”，将其它比较例2,3、实施例1～实施例15的驱动电压小于0.9的情况视为“◎(良好)”，将0.9以上但不到0.95视为“○(良)”，将0.95以上但不到1.05视为“●(稍微不良)”，将1.05以上视为“×(不良)”。同样地，将比较例4的驱动电压

设为“1”，将其它比较例5、6、实施例16～实施例30的驱动电压小于0.9的情况视为“◎(良好)”，将0.9以上但不到0.95视为“○(良)”，将0.95以上但不到1.05视为“●(稍微不良)”，将1.05以上视为“×(不良)”。

[0245] 作为元件特性的电流效率，将比较例1的电流效率设为“1”，将其它比较例2、3、实施例1～实施例15的电流效率大于1.1的情况视为“◎(良好)”，将1.05以上但不到1.1视为“○(良)”，将0.95以上但不到1.05视为“●(稍微不良)”，将不到0.95视为“×(不良)”。同样地，将比较例4的电流效率设为“1”，将其它比较例5、6、实施例16～实施例30的电流效率大于1.1的情况视为“◎(良好)”，将1.05以上但不到1.1视为“○(良)”，将0.95以上但不到1.05视为“●(稍微不良)”，将不到0.95视为“×(不良)”。

[0246] 作为元件特性的寿命减半时间，将比较例1的寿命减半时间设为“1”，将其它比较例2、3、实施例1～实施例15的寿命减半时间大于1.5的情况视为“◎(良好)”，将1.0以上但不到1.5视为“○(良)”，将0.9以上但不到1.0视为“●(稍微不良)”，将不到0.9视为“×(不良)”。同样地，将比较例4的寿命减半时间设为“1”，将其它比较例5、6、实施例16～实施例30的寿命减半时间大于1.5的情况视为“◎(良好)”，将1.0以上但不到1.5视为“○(良)”，将0.9以上但不到1.0视为“●(稍微不良)”，将不到0.9视为“×(不良)”。

[0247] 图17是示出比较例1～比较例3以及实施例1～实施例15中的有机EL元件的元件特性的评价结果的表，图18是示出比较例4～比较例6以及实施例16～实施例30中的有机EL元件的元件特性的评价结果的表。

[0248] 如图17所示，在使用了得到荧光的发光材料的情况下，相对于比较例1，比较例2及比较例3的有机EL元件的元件特性在驱动电压、电流效率、寿命减半时间上全都成为“●(稍微不良)”的评价。与此相对比，在实施例1～实施例15中，元件特性成为了“◎(良好)”或“○(良)”的评价。特别地，在第一芳香族溶剂A与第二芳香族溶剂B的混合溶剂中的含有比例(A:B)为10:90～50:50的实施例1～实施例3、实施例6～实施例8、实施例11～实施例13中，驱动电压、电流效率、寿命减半时间全都成为“◎(良好)”。在混合溶剂中的含有比例(A:B)为70:30的实施例4、实施例9、实施例14中，驱动电压和电流效率为“◎(良好)”，寿命减半时间成为“○(良)”。并且，在混合溶剂中的含有比例(A:B)为90:10的实施例5、实施例10、实施例15中，元件特性均成为了“○(良)”。

[0249] 如图18所示，使用了获得磷光的发光材料的情况也得到了与使用获得荧光的发光材料的情况同样的结果。具体而言，相对于比较例4，比较例5及比较例6的有机EL元件的元件特性在驱动电压、电流效率、寿命减半时间上全都成为“●(稍微不良)”的评价。与此相对比，在第一芳香族溶剂A与第二芳香族溶剂B的混合溶剂中的含有比例(A:B)为10:90～50:50的实施例16～实施例18、实施例21～实施例23、实施例26～实施例28中，驱动电压、电流效率、寿命减半时间全都为“◎(良好)”。在混合溶剂中的含有比例(A:B)为70:30的实施例19、实施例24、实施例29中，驱动电压和电流效率为“◎(良好)”，寿命减半时间成为了“○(良)”。并且，在混合溶剂中的含有比例(A:B)为90:10的实施例20、实施例25、实施例30中，元件特性均成为了“○(良)”。

[0250] 根据上述比较例及上述实施例中的元件特性的评价结果，如果第一芳香族溶剂A与第二芳香族溶剂B的混合溶剂中的含有比例(A:B)为10:90～90:10的范围，不论哪一种溶剂的组合，与比较例相比，元件特性都得以改善。并且，在混合溶剂中的含有比例(A:B)为

10:90、30:70、50:50的实施例中,即在第二芳香族溶剂B的含有比例与第一芳香族溶剂A的含有比例相同或较多的情况下,得到了更卓越的元件特性的评价。认为,这样的评价结果由于吸电子性的第一芳香族溶剂A与给电子性的第二芳香族溶剂B的相互作用(引力),当干燥、烧制油墨而成膜时,随着沸点高的第二芳香族溶剂B的蒸发,沸点低的第一芳香族溶剂A也蒸发。由此,能够减少吸电子性的第一芳香族溶剂A在成膜后的膜中的残留。换而言之,能够抑制吸电子性的第一芳香族溶剂A残留在成膜后的膜中而对元件特性施加影响,从而提供得到所希望的卓越的元件特性的功能层形成用组合物(油墨)。

[0251] 需要注意的是,作为比较例2的元件特性比比较例1变差的理由,认为,油墨含有沸点低于硝基苯的2-甲氧基甲苯而使油墨的干燥速度变快,膜平坦性降低了以及硝基苯残留在膜中对元件特性施加了影响。比较例5与比较例4相比元件特性变差的理由也是同样的。

[0252] 作为比较例3的元件特性比比较例1变差的理由,认为,虽然1,3,5-三乙基苯的沸点比硝基苯高,但是与在实施例中用作第二芳香族溶剂B的3-苯氧基甲苯相比给电子性低,所以硝基苯与1,3,5-三乙基苯的相互作用弱,硝基苯残留在成膜后的膜中而使元件特性下降了。比较例6与比较例4相比元件特性变差的理由也是同样的。

[0253] 在本实施方式中,作为具有吸电子基团的第一芳香族溶剂A的优选的例子,虽然列举了硝基苯、2,3-二甲基硝基苯、2,4-二甲基硝基苯,但是,吸电子基团除硝基($-NO_2$)以外还可列举出氰基($-CN$ 基)。若考虑有机EL材料与吸电子基团的相互作用,认为,硝基比氰基的相互作用的影响小。

[0254] 此外,吸电子基团除硝基以外还可列举出卤基($-F$ (氟基)、 $-Cl$ (氯基)、 $-Br$ (溴基)、 $-I$ (碘基))。然而,卤基的吸电子性比硝基强,如果具有卤基的溶剂残留在功能层中,已知的是,由于有机EL材料与卤基的相互作用,有机EL元件的元件特性下降明显。换而言之,认为,具有硝基作为吸电子基团的第一芳香族溶剂A对有机EL材料显示比较低的反应性。

[0255] 另一方面,如上述实施例所示,在混合溶剂中的含有比例(A:B)中,即使增加第二芳香族溶剂B的比例,也不会对元件特性产生影响,因此认为,具有烷氧基或氨基作为给电子基团的第二芳香族溶剂B对有机EL材料几乎不显示反应性。

[0256] 也就是说,优选分别选择即使构成功能层形成用组合物的溶剂残留在了成膜后的膜中,与有机EL材料的反应性也低的第一芳香族溶剂A和第二芳香族溶剂B。此外,在上述实施例中,虽然在第一芳香族溶剂A、第二芳香族溶剂B中分别选择了一种溶剂,但不限定于此,也可以分别选择多种溶剂。并且,混合溶剂不限定于由第一芳香族溶剂A和第二芳香族溶剂B构成,为了调整例如油墨的粘度、表面张力,可以含有与有机EL材料的反应性低的其它芳香族溶剂、表面活性剂等。

[0257] 本实施方式的功能层形成用组合物(油墨)虽然示出了作为在采用喷墨法来形成功能层中至少一层时使用的组合物而是优选的,但也能适用于喷墨法以外的例如定量吐出法或旋涂法、喷涂法等液相工艺。

[0258] (第2实施方式)

[0259] 〈电子设备〉

[0260] 接下来,参照图19来对本实施方式的电子设备进行说明。图19(a)是示出作为电子设备的一例的笔记本型的个人计算机的概略图,图19(b)是示出作为电子设备的一例的薄型电视(TV)的概略图。

[0261] 如图19(a)所示,作为电子设备的个人计算机1000由具备键盘1002的主体部1001和具备显示部1004的显示单元1003构成,显示单元1003经由铰链结构部而被支撑为相对于主体部1001可转动。

[0262] 在该个人计算机1000中,在显示部1004搭载有上述第1实施方式的有机EL装置100。

[0263] 如图19(b)所示,作为电子设备的薄型电视(TV)1100在显示部1101搭载有上述第1实施方式的有机EL装置100。

[0264] 设置于有机EL装置100的子像素110R、110G、110B的有机EL元件130,功能层136中的空穴注入层131、空穴输送层132、发光层133中至少1层使用上述第1实施方式的功能层形成用组合物通过液相工艺(喷墨法)来形成。因此,确保了功能层136中的膜平坦性,可制造具备具有卓越的元件特性的有机EL元件130的有机EL装置100。也就是说,能够提供具有卓越的显示质量和可靠性质量的个人计算机1000、薄型电视1100。

[0265] 搭载有机EL装置100的电子设备不限定于上述个人计算机1000、薄型电视1100。例如,可列举出智能手机、POS等便携式信息终端、导航装置、浏览器、数码照相机、监视器直视型的录像机等具有显示部的电子设备。

[0266] 需要注意的是,有机EL装置100不限定于构成显示部,也可以是照明装置、曝光感光物的曝光装置。

[0267] 本发明并非局限于上述的实施方式,可以在不违反从权利要求书和说明书整体获得的发明的主旨或思想的范围内适当地变更,伴随着那样的变更的功能层形成用组合物和该功能层形成用组合物的制造方法以及有机EL元件的制造方法、有机EL装置、应用有机EL装置的电子设备也都包含在本发明的技术范围内。除上述实施方式以外还考虑了各种各样的变形例。下面,列举变形例而进行说明。

[0268] (变形例1) 有机EL装置100只要子像素110R、110G、110B中的任一个具备具有使用本发明的功能层形成用组合物而形成的功能层136的有机EL元件130即可。例如,子像素110R和子像素110G中可以具备具有使用功能层形成用组合物而形成的功能层136的有机EL元件130,子像素110B可以具备具有用气相工艺形成的功能层136的有机EL元件130。

[0269] (变形例2) 本发明的功能层形成用组合物不限定于在形成包括发光层的功能层136时使用。例如,作为溶质的固体成分(有机材料)可以是构成有机晶体管的半导体层等电路元件形成材料。

[0270] 符号说明

[0271] 50、作为功能层形成用组合物的空穴注入层形成用油墨

[0272] 60、作为功能层形成用组合物的空穴输送层形成用油墨

[0273] 70、作为功能层形成用组合物的发光层形成用油墨

[0274] 100、有机EL装置 104、像素电极

[0275] 105、相对电极 106a、作为膜形成区域的开口部

[0276] 130、有机EL元件 133、发光层

[0277] 136、功能层 1000、作为电子设备的个人计算机

[0278] 1100、薄型电视(TV)。

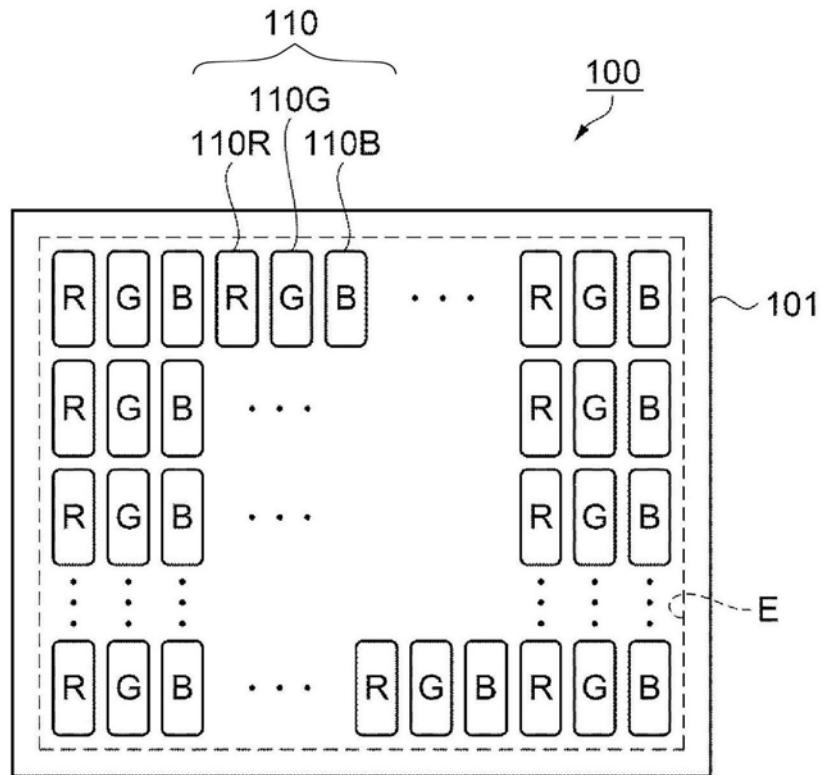


图1

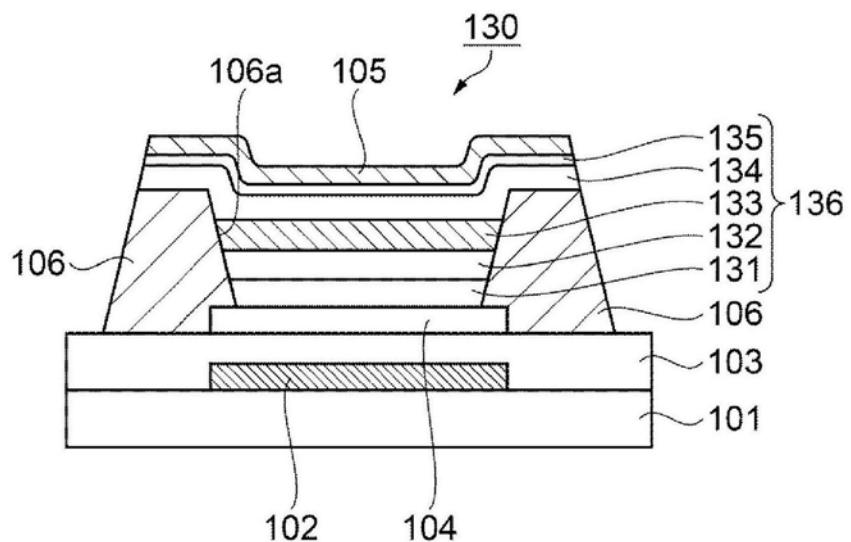


图2

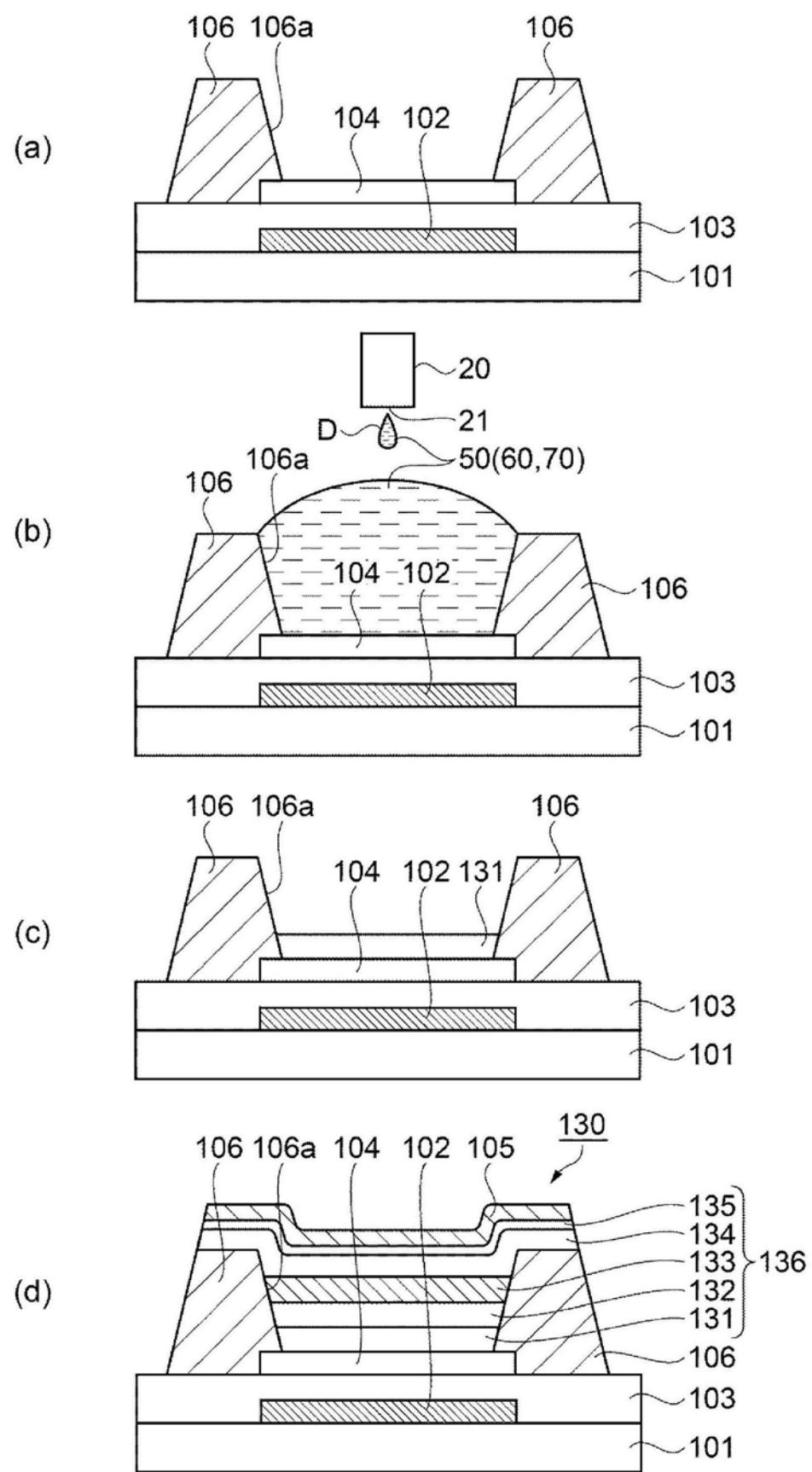


图3

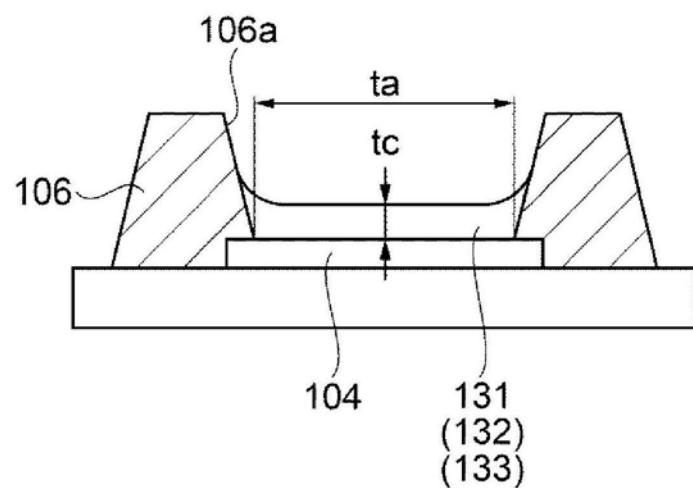


图4

(a)		功能层		材料		溶剂构成		油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)	
HIL,HTL	PVK PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺] TFB	第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A)		0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	
		硝基苯		-40		X X X X		X X X X	
		2, 3-二甲基硝基苯		-75		X X Δ Δ		Δ Δ Δ Δ	
		2,4-二甲基硝基苯		-75		X X Δ Δ		Δ Δ Δ Δ	
(b)		功能层		材料		溶剂构成		油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)	
HIL,HTL	PVK PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺] TFB	第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A)		0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	
		硝基苯		43		O O O O		O O O O	
		2, 3-二甲基硝基苯		8		O O O O		O O O O	
		2,4-二甲基硝基苯		8		O O O O		O O O O	
(c)		功能层		材料		溶剂构成		油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)	
HIL,HTL	PVK PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺] TFB	第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A)		0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	
		硝基苯		48		O O O O		O O O O	
		2, 3-二甲基硝基苯		13		O O O O		O O O O	
		2,4-二甲基硝基苯		13		O O O O		O O O O	
(d)		功能层		材料		溶剂构成		油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)	
HIL,HTL	PVK PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺] TFB	第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A)		0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	
		硝基苯		62		O O O O		O O O O	
		2, 3-二甲基硝基苯		27		O O O O		O O O O	
		2,4-二甲基硝基苯		27		O O O O		O O O O	

图5

功能层	材料	溶剂构成				油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)
		第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	
(e)	PVK	硝基苯	78	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	×
	PF	2, 3- 二甲基硝基苯	43	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	△
	PPV	2, 4- 二甲基硝基苯	43	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	△
	PMPS					
(f)	PTTA					
	聚 [N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺]					
	TFB					

功能层	材料	溶剂构成				油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)
		第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	
(f)	PVK	硝基苯	89	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	×
	PF	2, 3- 二甲基硝基苯	54	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	△
	PPV	2, 4- 二甲基硝基苯	54	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	△
	PMPS					
(g)	PTTA					
	聚 [N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺]					
	TFB					

				溶剂构成				油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)								
				第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A)		0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
(a)	EML	红色 - 聚-EM 绿色 - 聚-EM 蓝色 - 聚-EM	硝基苯 2, 3- 二甲基硝基苯 2, 4- 二甲基硝基苯			-40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
						-75	X	X	△	△	△	△	△	△	△	
						-75	X	X	△	△	△	△	△	△	△	
(b)	EML	红色 - 聚-EM 绿色 - 聚-EM 蓝色 - 聚-EM	硝基苯 2, 3- 二甲基硝基苯 2, 4- 二甲基硝基苯	α , α , 4- 三甲氧基甲苯	第二芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0		
							43	O	O	O	O	O	O	O	X	
							8	O	O	O	O	O	O	O	△	
							8	O	O	O	O	O	O	O	△	
(c)	EML	红色 - 聚-EM 绿色 - 聚-EM 蓝色 - 聚-EM	硝基苯 2, 3- 二甲基硝基苯 2, 4- 二甲基硝基苯	二苯基醚	第二芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0		
							48	O	O	O	O	O	O	O	X	
							13	O	O	O	O	O	O	O	△	
							13	O	O	O	O	O	O	O	△	
(d)	EML	红色 - 聚-EM 绿色 - 聚-EM 蓝色 - 聚-EM	硝基苯 2, 3- 二甲基硝基苯 2, 4- 二甲基硝基苯	溶剂构成	第二芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0		
							62	O	O	O	O	O	O	O	X	
							27	O	O	O	O	O	O	O	△	
							27	O	O	O	O	O	O	O	△	

图7

功能层 EML	材料	溶剂构成		油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)
		第一芳香族溶剂 A 硝基苯	第二芳香族溶剂 B 苯基苯基醚	
(e)	红色 - 聚 -EM 绿色 - 聚 -EM 蓝色 - 聚 -EM	2, 3- 二甲基硝基苯	43	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
		2, 4- 二甲基硝基苯	43	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

功能层 EML	材料	溶剂构成		油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)
		第一芳香族溶剂 A 硝基苯	第二芳香族溶剂 B 氨基联苯	
(f)	红色 - 聚 -EM 绿色 - 聚 -EM 蓝色 - 聚 -EM	2, 3- 二甲基硝基苯	54	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
		2, 4- 二甲基硝基苯	54	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

功能层 EML	材料	溶剂构成		油墨吐出性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)
		第一芳香族溶剂 A 硝基苯	第二芳香族溶剂 B 二苯胺	
(g)	红色 - 聚 -EM 绿色 - 聚 -EM 蓝色 - 聚 -EM	2, 3- 二甲基硝基苯	57	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
		2, 4- 二甲基硝基苯	57	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)																	
功能层		材料		第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A)		0 : 100		10 : 90		30 : 70		50 : 50		70 : 30		90 : 10		100 : 0	
(a)	HIL,HTL	PVK PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺]-TFB	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	2-甲氧基甲苯	-40	XX	X	XX	X	×	×	XX	X	XX	X	XX	X	XX	X	XX	X		
					-75	XX	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
					-75	XX	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)						膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)						膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
(b)	HIL,HTL	PVK PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺]-TFB	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	2-甲氧基甲苯 α, α, 4-三甲氧基甲苯 2,4-二甲基硝基苯	43	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					8	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					8	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)						膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)						膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
(c)	HIL,HTL	PVK PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺]-TFB	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	2-甲氧基甲苯 二苯基醚 2,4-二甲基硝基苯	48	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					13	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					13	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)						膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)						膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
(d)	HIL,HTL	PVK PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺]-TFB	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	2-甲氧基甲苯 3-苯基 2,4-二甲基硝基苯	62	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					27	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					27	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

图9

		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
功能层	材料	第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
		PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双 (4-丁基苯基)-N,N'-双 (苯基)-联苯胺] TFB	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯								
(e)	HIL,HTL	PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双 (4-丁基苯基)-N,N'-双 (苯基)-联苯胺] TFB	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	78	●	○	○	○	○	○	×
(f)	HIL,HTL	PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双 (4-丁基苯基)-N,N'-双 (苯基)-联苯胺] TFB	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	43	●	○	○	○	○	○	△
(g)	HIL,HTL	PF PPV PMPS PTTA 聚[N,N'-双 (4-丁基苯基)-N,N'-双 (苯基)-联苯胺] TFB	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	硝基苯 2,3-二甲基硝基苯 2,4-二甲基硝基苯	92	●	○	○	○	○	○	×
						57	●	○	○	○	○	○	△
						57	●	○	○	○	○	○	△

图 10

功能层		材料		溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
EML		第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0					
(a)	红色 - 聚-EM	硝基苯		-40	××	×	×	×	×	×	×
	绿色 - 聚-EM	2, 3- 二甲基硝基苯		-75	××	△	△	△	△	△	△
	蓝色 - 聚-EM	2, 4- 二甲基硝基苯		-75	××	△	△	△	△	△	△
功能层		材料		溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
EML		第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0					
(b)	红色 - 聚-EM	硝基苯		43	●	○	○	○	○	○	×
	绿色 - 聚-EM	2, 3- 二甲基硝基苯		8	●	○	○	○	○	○	△
	蓝色 - 聚-EM	2, 4- 二甲基硝基苯		8	●	○	○	○	○	○	△
功能层		材料		溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
EML		第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0					
(c)	红色 - 聚-EM	硝基苯		48	●	○	○	○	○	○	×
	绿色 - 聚-EM	2, 3- 二甲基硝基苯		13	●	○	○	○	○	○	△
	蓝色 - 聚-EM	2, 4- 二甲基硝基苯		13	●	○	○	○	○	○	△
功能层		材料		溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
EML		第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0					
(d)	红色 - 聚-EM	硝基苯		62	●	○	○	○	○	○	×
	绿色 - 聚-EM	2, 3- 二甲基硝基苯		27	●	○	○	○	○	○	△
	蓝色 - 聚-EM	2, 4- 二甲基硝基苯		27	●	○	○	○	○	○	△

		溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
功能层	材料	第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
(e)	红色 - 聚 - EM	硝基苯		78	●	○	○	○	○	○	×
	绿色 - 聚 - EM	2, 3- 二甲基硝基苯		43	●	○	○	○	○	○	△
	蓝色 - 聚 - EM	2, 4- 二甲基硝基苯		43	●	○	○	○	○	○	△
			卡基苯基醚								
功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
(f)	EML	第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
	红色 - 聚 - EM	硝基苯		89	●	○	○	○	○	○	×
	绿色 - 聚 - EM	2, 3- 二甲基硝基苯		54	●	○	○	○	○	○	△
	蓝色 - 聚 - EM	2, 4- 二甲基硝基苯		54	●	○	○	○	○	○	△
功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
(g)	EML	第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
	红色 - 聚 - EM	硝基苯		92	●	○	○	○	○	○	×
	绿色 - 聚 - EM	2, 3- 二甲基硝基苯		57	●	○	○	○	○	○	△
	蓝色 - 聚 - EM	2, 4- 二甲基硝基苯		57	●	○	○	○	○	○	△

功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
(a)	HIL,HTL VB-TCA CuPc,TAPC,TPD, α -NPD,m-MTDA PDA-Si 2-TNATA,TCTA,TDAPB 螺-TAD,DPPD HTM1,HTM2,TPT1,TPTE	第一芳香族溶剂 A 硝基苯	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
		2, 3-二甲基硝基苯		-40	××	×	×	×	×	×	×
		2-甲氧基甲苯		-75	××	△	△	△	△	△	△
		2, 4-二甲基硝基苯		-75	××	△	△	△	△	△	△

功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
(b)	HIL,HTL VB-TCA CuPc,TAPC,TPD, α -NPD,m-MTDA PDA-Si 2-TNATA,TCTA,TDAPB 螺-TAD,DPPD HTM1,HTM2,TPT1,TPTE	第一芳香族溶剂 A 硝基苯	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
		α , α , 4-三甲氧基甲苯		43	●	○	○	○	○	○	×
		2, 3-二甲基硝基苯		8	●	○	○	○	○	○	△
		2, 4-二甲基硝基苯		8	●	○	○	○	○	○	△

功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
(c)	HIL,HTL VB-TCA CuPc,TAPC,TPD, α -NPD,m-MTDA PDA-Si 2-TNATA,TCTA,TDAPB 螺-TAD,DPPD HTM1,HTM2,TPT1,TPTE	第一芳香族溶剂 A 硝基苯	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
		2, 3-二甲基硝基苯		48	●	○	○	○	○	○	×
		2, 4-二甲基硝基苯		13	●	○	○	○	○	○	△
		二苯基醚		13	●	○	○	○	○	○	△

功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
(d)	HIL,HTL VB-TCA CuPc,TAPC,TPD, α -NPD,m-MTDA PDA-Si 2-TNATA,TCTA,TDAPB 螺-TAD,DPPD HTM1,HTM2,TPT1,TPTE	第一芳香族溶剂 A 硝基苯	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
		2, 3-二甲基硝基苯		62	●	○	○	○	○	○	×
		3-苯氧基甲苯		27	●	○	○	○	○	○	△
		2, 4-二甲基硝基苯		27	●	○	○	○	○	○	△

图13

功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)
		第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	
(e)	VB-TCA CuPC,TAPC,TPD, α -NPD,m-MTDATA PDA-Si 2-TNATA,TCTA,TDAPB 螺-TAD,DPPD HTM1,HTM2,TPT1,TPTE	硝基苯	78	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0
		2, 3- 二甲基硝基苯	43	● ○ ○ ○ ○ ○ ○
		4, 4- 二甲基硝基苯	43	● ○ ○ ○ ○ ○ ○
		苯基醚		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)
		第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	
(f)	VB-TCA CuPC,TAPC,TPD, α -NPD,m-MTDATA PDA-Si 2-TNATA,TCTA,TDAPB 螺-TAD,DPPD HTM1,HTM2,TPT1,TPTE	硝基苯	89	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0
		2, 3- 二甲基硝基苯	54	● ○ ○ ○ ○ ○ ○
		4, 4- 二甲基硝基苯	54	● ○ ○ ○ ○ ○ ○
		氨基联苯		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)
		第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	
(g)	VB-TCA CuPC,TAPC,TPD, α -NPD,m-MTDATA PDA-Si 2-TNATA,TCTA,TDAPB 螺-TAD,DPPD HTM1,HTM2,TPT1,TPTE	硝基苯	92	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0
		2, 3- 二甲基硝基苯	57	● ○ ○ ○ ○ ○ ○
		4, 4- 二甲基硝基苯	57	● ○ ○ ○ ○ ○ ○
		二苯胺		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
		第一芳香族溶剂 A		第二芳香族溶剂 B		沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0					
(a)	EML	<主体> CBP,BAIQ,mCP,CDBP,DCB P06,SimCP,UGH3,TDA,PB Bz2Ir(acac),Btp2Ir(acac) PIOEP <红色掺杂剂> Ir(ppy)3,Ppy2Ir(acac) <绿色掺杂剂> Flrpic,Ir(pmb)3, FlrN4	硝基苯		-40	××	×	×	×	×	×
		2, 3- 二甲基硝基苯	2- 甲氧基甲苯	-75	××	△	△	△	△	△	△
		2, 4- 二甲基硝基苯		-75	××	△	△	△	△	△	△
		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
(b)	EML	<主体> CBP,BAIQ,mCP,CDBP,DCB P06,SimCP,UGH3,TDA,PB Bz2Ir(acac),Btp2Ir(acac) PIOEP <绿色掺杂剂> Ir(ppy)3,Ppy2Ir(acac) <蓝色掺杂剂> Flrpic,Ir(pmb)3, FlrN4	硝基苯	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	43	●	○	○	○	○
		2, 3- 二甲基硝基苯	α, α, 4- 三甲氧基甲苯	8	●	○	○	○	○	○	×
		2, 4- 二甲基硝基苯		8	●	○	○	○	○	○	△
		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
(c)	EML	<主体> CBP,BAIQ,mCP,CDBP,DCB P06,SimCP,UGH3,TDA,PB Bz2Ir(acac),Btp2Ir(acac) PIOEP <绿色掺杂剂> Ir(ppy)3,Ppy2Ir(acac) <蓝色掺杂剂> Flrpic,Ir(pmb)3, FlrN4	硝基苯	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	48	●	○	○	○	○
		2, 3- 二甲基硝基苯	二苯基醚	13	●	○	○	○	○	○	×
		2, 4- 二甲基硝基苯		13	●	○	○	○	○	○	△
		溶剂构成				膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)					
(d)	EML	<主体> CBP,BAIQ,mCP,CDBP,DCB P06,SimCP,UGH3,TDA,PB Bz2Ir(acac),Btp2Ir(acac) PIOEP <绿色掺杂剂> Ir(ppy)3,Ppy2Ir(acac) <蓝色掺杂剂> Flrpic,Ir(pmb)3, FlrN4	硝基苯	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A) 0 : 100 10 : 90 30 : 70 50 : 50 70 : 30 90 : 10 100 : 0	62	●	○	○	○	×
		2, 3- 二甲基硝基苯	3- 甲氧基甲苯	27	●	○	○	○	○	○	△
		2, 4- 二甲基硝基苯		27	●	○	○	○	○	○	△

功能层	材料	溶剂构成		膜平坦性 / 混合溶剂的含有比例 (A:B)							
		第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
(e)	CBP, BAld, mCP, CDBP, DCB P06, SimCP, UGH3, TDAPB Bz2Ir(acac), BiP2Ir(acac) PtOEP <绿色掺杂剂> Ir(ppy)3, Ppy2Ir(acac) <蓝色掺杂剂> Flpic, Ir(pmb)3, Flrn4	硝基苯		78	●	○	○	○	○	○	×
		2, 3-二甲基硝基苯		43	●	○	○	○	○	○	△
		2, 4-二甲基硝基苯		43	●	○	○	○	○	○	△
(f)	材料 <主体> CBP, BAld, mCP, CDBP, DCB P06, SimCP, UGH3, TDAPB Bz2Ir(acac), BiP2Ir(acac) PtOEP <红色掺杂剂> <绿色掺杂剂> Ir(ppy)3, Ppy2Ir(acac) <蓝色掺杂剂> Flpic, Ir(pmb)3, Flrn4	第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
		硝基苯		89	●	○	○	○	○	○	×
		2, 3-二甲基硝基苯		54	●	○	○	○	○	○	△
		2, 4-二甲基硝基苯		54	●	○	○	○	○	○	△
(g)	材料 <主体> CBP, BAld, mCP, CDBP, DCB P06, SimCP, UGH3, TDAPB Bz2Ir(acac), BiP2Ir(acac) PtOEP <绿色掺杂剂> Ir(ppy)3, Ppy2Ir(acac) <蓝色掺杂剂> Flpic, Ir(pmb)3, Flrn4	第一芳香族溶剂 A	第二芳香族溶剂 B	沸点差(B-A)	0 : 100	10 : 90	30 : 70	50 : 50	70 : 30	90 : 10	100 : 0
		硝基苯		92	●	○	○	○	○	○	×
		2, 3-二甲基硝基苯		57	●	○	○	○	○	○	△
		2, 4-二甲基硝基苯		57	●	○	○	○	○	○	△

	发光层;F8BT		
	1000cd/m ²		
	驱动电压	电流效率	寿命减半时间
比较例 1	1	1	1
比较例 2	●	●	●
比较例 3	●	●	●
实施例 1	○	○	○
实施例 2	○	○	○
实施例 3	○	○	○
实施例 4	○	○	○
实施例 5	○	○	○
实施例 6	○	○	○
实施例 7	○	○	○
实施例 8	○	○	○
实施例 9	○	○	○
实施例 10	○	○	○
实施例 11	○	○	○
实施例 12	○	○	○
实施例 13	○	○	○
实施例 14	○	○	○
实施例 15	○	○	○

图17

	发光层 TDAPB 主体与 Ppy2Ir (acac)		
	1000cd/m ²		
	驱动电压	电流效率	寿命减半时间
比较例 4	1	1	1
比较例 5	●	●	●
比较例 6	●	●	●
实施例 16	○	○	○
实施例 17	○	○	○
实施例 18	○	○	○
实施例 19	○	○	○
实施例 20	○	○	○
实施例 21	○	○	○
实施例 22	○	○	○
实施例 23	○	○	○
实施例 24	○	○	○
实施例 25	○	○	○
实施例 26	○	○	○
实施例 27	○	○	○
实施例 28	○	○	○
实施例 29	○	○	○
实施例 30	○	○	○

图18

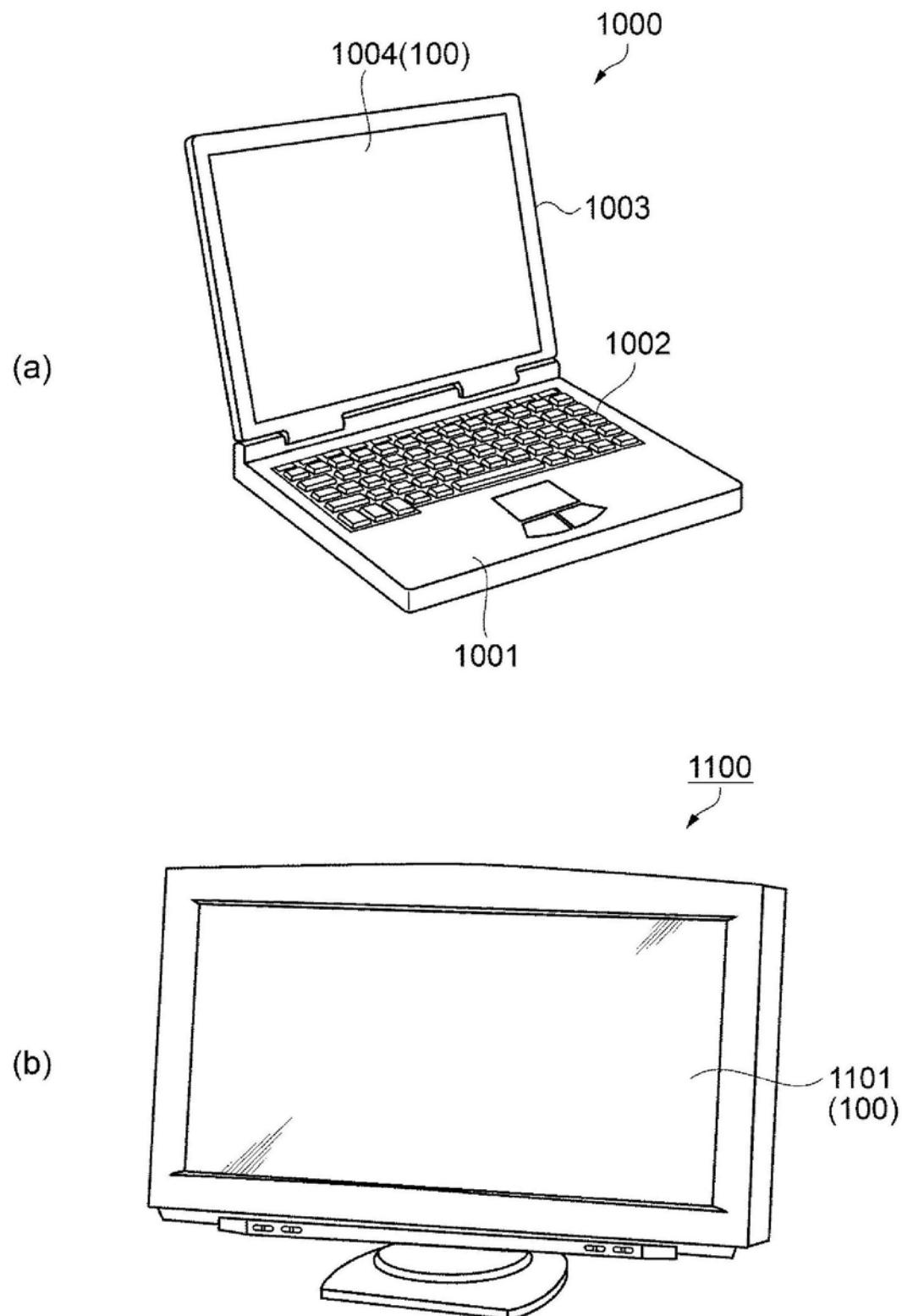


图19