



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103515538 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201310249988. 0

(22) 申请日 2013. 06. 21

(30) 优先权数据

2012-142406 2012. 06. 25 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 园山卓也

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 金世煜 苗堃

(51) Int. Cl.

H01L 51/50 (2006. 01)

H01L 51/54 (2006. 01)

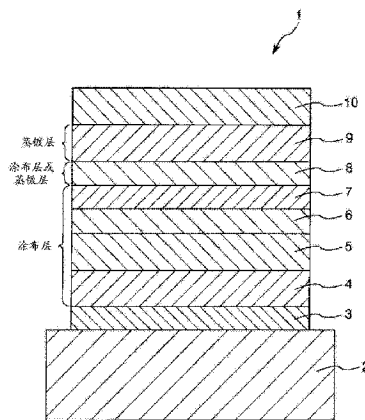
权利要求书1页 说明书19页 附图8页

(54) 发明名称

发光元件、发光装置、显示装置以及电子设备

(57) 摘要

本发明提供即使使用液相工艺形成发光元件也具有优异的发光效率,并且能够防止或抑制发光色的变化,实现长寿命化的发光元件、具备该发光元件的发光装置、显示装置以及电子设备。发光元件(1)具备:设置在阳极(3)与阴极(10)之间的发光层(7);与发光层(7)相接地设置在阳极(3)与发光层(7)之间且含有具有与发光层(7)的主体材料相同或近似的特性的第1发光辅助材料的第1发光辅助层(6);以及与发光层(7)相接地设置在阴极(10)与发光层(7)之间且含有具有与发光层(7)的主体材料相同或近似的特性的第2发光辅助材料的第(2)发光辅助层(8);并且,发光层(7)和第1发光辅助层(6)分别含有高分子量材料而构成。



1. 一种发光元件,其特征在于,具备:

阳极,

阴极,

发光层,设置在所述阳极与所述阴极之间,且含有通过在所述阳极与所述阴极之间通电而发光的发光材料和辅助所述发光材料的发光的主体材料而构成,

第1发光辅助层,与所述发光层相接地设置在所述阳极与所述发光层之间,且含有具有与所述主体材料相同或近似的特性的第1发光辅助材料,具有防止由所述发光层产生的激子的失活的功能,以及

第2发光辅助层,与所述发光层相接地设置在所述阴极与所述发光层之间,且含有具有与所述主体材料相同或近似的特性的第2发光辅助材料,具有防止由所述发光层产生的激子的失活的功能;

并且,所述发光层、所述第1发光辅助层以及所述第2发光辅助层中的至少所述发光层和所述第1发光辅助层分别含有高分子量材料而构成。

2. 根据权利要求1所述的发光元件,具备设置在所述阳极与所述第1发光辅助层之间且具有空穴输送性的空穴输送层,

并且,所述第1发光辅助层具有防止由所述发光层产生的激子到达所述空穴输送层的功能。

3. 根据权利要求1或2所述的发光元件,具备设置在所述阴极与所述第2发光辅助层之间且具有电子输送性的电子输送层,

并且,所述第2发光辅助层具有防止由所述发光层产生的激子到达所述电子输送层的功能。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的发光元件,其中,所述高分子量材料发生交联。

5. 根据权利要求4所述的发光元件,其中,所述高分子量材料是胺系化合物。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的发光元件,其中,所述第1发光辅助材料和所述第2发光辅助材料中的至少一方的材料是与所述主体材料相同的材料。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的发光元件,其中,所述发光层的厚度为10nm~50nm。

8. 根据权利要求7所述的发光元件,其中,所述第1发光辅助层和所述第2发光辅助层的厚度分别为5nm~25nm。

9. 根据权利要求7或8所述的发光元件,其中,所述发光层的厚度、所述第1发光辅助层的厚度以及所述第2发光辅助层的厚度的总计为40nm~80nm。

10. 根据权利要求1~9中任一项所述的发光元件,其中,所述发光层、所述第1发光辅助层以及所述第2发光辅助层分别含有高分子量材料而构成。

11. 一种发光装置,其特征在于,具备权利要求1~10中任一项所述的发光元件。

12. 一种显示装置,其特征在于,具备权利要求1~10中任一项所述的发光元件。

13. 一种电子设备,其特征在于,具备权利要求1~10中任一项所述的发光元件。

发光元件、发光装置、显示装置以及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及发光元件、发光装置、显示装置以及电子设备。

背景技术

[0002] 有机电致发光元件(所谓的有机 EL 元件)是具有在阳极与阴极之间作为发光层插入至少 1 层的发光性有机层的结构的发光元件。对于这样的发光元件,通过在阴极与阳极之间施加电场,将电子从阴极侧注入发光层,并且将空穴从阳极侧注入发光层,在发光层中电子和空穴再结合而生产激子,该激子返回基态时,其能量部分以光的形式被释放。

[0003] 作为这样的发光元件,已知有利用喷墨法这样的涂布法(液相工艺)来形成发光层的发光元件(例如,参照专利文献 1)。这样的发光元件在涂布法中不使用光刻法就能够形成图案,所以有制造工艺简单,并且原材料的使用量少这样的优点。该优点特别是在大型的面板上形成多个发光元件时变得特别显著。

[0004] 这样的使用液相工艺而形成的发光元件中,在以恒定电流驱动时的初始的驱动期间伴随驱动时间的经过而产生的亮度的急剧降低(初始降低量(initial drop))相比于使用气相工艺而形成的发光元件具有更强烈的趋势。

[0005] 而且,使用现有的液相工艺而形成的发光元件中,上述急剧的亮度的降低有时伴随有发光色的变化,存在难以实现长寿命化这样的问题。

[0006] 这样的发光色的变化认为是由于增加发光层的厚度时,发光层中的发光区域的位置、宽度发生变化而发光元件中的光程长度发生变化所致。

[0007] 此处,可考虑通过使发光层的厚度变薄来抑制发光区域的位置和宽度的变化,但如果仅仅使发光层变薄,则作为发光区域的基础的激子会到达与发光层邻接的层(例如,空穴输送层、电子输送层),在该层产生激子的失活,导致发光效率的降低。其结果,导致发光元件的亮度的降低。

[0008] 另外,如果仅仅使发光层的厚度变薄,则在发光元件中难以确保能将由发光层发出的光高效地射出的光程长度,其结果,在这点上也会导致发光元件的亮度的降低。

[0009] 专利文献 1:日本特开 2009-280576 号公报

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供即使使用液相工艺形成发光元件也具有优异的发光效率,并且能够防止或抑制发光色的变化,实现长寿命化的发光元件以及具备了该发光元件的发光装置、显示装置、电子设备。

[0011] 这样的目的由下述的本发明实现。

[0012] 本发明的发光元件的特征在于,具备:

[0013] 阳极,

[0014] 阴极,

[0015] 发光层,设置在上述阳极与上述阴极之间,且含有通过在上述阳极与上述阴极之

间通电而发光的发光材料和辅助上述发光材料的发光的主体材料而构成，

[0016] 第 1 发光辅助层，与上述发光层相接地设置在上述阳极与上述发光层之间，且含有与上述主体材料具有相同或近似的特性的第 1 发光辅助材料，具有防止由上述发光层产生的激子失活的功能，

[0017] 第 2 发光辅助层，与上述发光层相接地设置在上述阴极与上述发光层之间，且含有与上述主体材料具有相同或近似的特性的第 2 发光辅助材料，具有防止由上述发光层产生的激子失活的功能，

[0018] 并且，上述发光层、上述第 1 发光辅助层以及上述第 2 发光辅助层中的至少上述发光层和上述第 1 发光辅助层分别含有高分子量材料而构成。

[0019] 根据这样构成的发光元件，能够通过第 1 发光辅助层和第 2 发光辅助层来防止由发光层产生的激子的失活。因此，能够使发光效率优异的同时使发光层的厚度变薄，能够抑制发光层的发光区域的位置发生变动。其结果，能够防止或抑制发光色发生变化。

[0020] 此处，第 1 发光辅助材料和第 2 发光辅助材料具有与发光层中含有的主体材料相同或近似的特性，所以能够防止由发光层产生的激子在第 1 发光辅助层和第 2 发光辅助层失活。另外，能够分别使从第 1 发光辅助层到发光层的空穴输送性和从第 2 发光辅助层到发光层的电子输送性优异。

[0021] 另外，至少发光层和第 1 发光辅助层含有高分子量材料而构成，所以能够利用液相工艺依次形成第 1 发光辅助层、发光层、第 2 发光辅助层。

[0022] 对于本发明的发光元件，优选具备设置在上述阳极与上述第 1 发光辅助层之间且具有空穴输送性的空穴输送层，

[0023] 并且，上述第 1 发光辅助层具有防止由上述发光层产生的激子到达上述空穴输送层的功能。

[0024] 由此，能够通过第 1 发光辅助层来防止由发光层产生的激子在空穴输送层失活。

[0025] 对于本发明的发光元件，优选具备设置在上述阴极与上述第 2 发光辅助层之间且具有电子输送性的电子输送层，

[0026] 并且，上述第 2 发光辅助层具有防止由上述发光层产生的激子到达上述电子输送层的功能。

[0027] 由此，能够通过第 2 发光辅助层来防止由发光层产生的激子在电子输送层失活。

[0028] 对于本发明的发光元件，优选上述高分子量材料发生交联。

[0029] 由此，利用液相工艺形成第 1 发光辅助层、发光层以及第 2 发光辅助层时，能够简单且可靠地防止第 1 发光辅助层和发光层被溶剂或分散介质溶解。

[0030] 对于本发明的发光元件，上述高分子量材料优选为胺系化合物。

[0031] 由此，能够提高第 1 发光辅助层的空穴输送性。

[0032] 对于本发明的发光元件，优选上述第 1 发光辅助材料和上述第 2 发光辅助材料中的至少一方的材料为与上述主体材料相同的材料。

[0033] 通过第 1 发光辅助材料是与发光层的主体材料相同的材料，从而能够提高从第 1 发光辅助层到发光层的空穴输送性。另外，通过第 2 发光辅助材料是与发光层的主体材料相同的材料，从而能够提高从第 2 发光辅助层到发光层的电子输送性。

[0034] 对于本发明的发光元件，上述发光层的厚度优选为 10nm ~ 50nm。

[0035] 由此,即使发光元件中的载流子平衡发生变化,也能够有效地防止发光层的发光区域的位置发生变动。

[0036] 对于本发明的发光元件,优选上述第 1 发光辅助层和上述第 2 发光辅助层的厚度分别为 5nm ~ 25nm。

[0037] 由此,能够有效地防止由发光层产生的激子(空穴与电子再结合的区域)到达第 1 发光辅助层和第 2 发光辅助层的与发光层相反一侧。另外,即使将发光层的厚度变薄,也能够确保可高效地射出在发光层发出的光的最佳的光程长。

[0038] 对于本发明的发光元件,优选上述发光层的厚度、上述第 1 发光辅助层的厚度以及上述第 2 发光辅助层的厚度的总计为 40nm ~ 80nm。

[0039] 由此,能够确保可高效地射出在发光层发出的光的最佳的光程长。

[0040] 对于本发明的发光元件,优选上述发光层、上述第 1 发光辅助层以及上述第 2 发光辅助层分别含有高分子量材料而构成。

[0041] 由此,相对于第 2 发光辅助层在与阴极侧邻接的层也能够利用液相工艺形成。

[0042] 本发明的发光装置的特征是具备本发明的发光元件。

[0043] 由此,能够提供可以长时间抑制发光色的变化且以高效率进行发光的发光装置。

[0044] 本发明的显示装置的特征是具备本发明的发光元件。

[0045] 由此,能够提供可以长时间抑制发光色的变化且以高效率进行发光的显示装置。

[0046] 本发明的电子设备的特征是具备本发明的发光元件。

[0047] 由此,能够提供可靠性优异的电子设备。

附图说明

[0048] 图 1 是示意地表示本发明所涉及的实施方式的发光元件的截面图。

[0049] 图 2 是说明图 1 所示的发光元件的作用的图。

[0050] 图 3 是表示应用了本发明的显示装置的显示器装置的实施方式的纵截面图。

[0051] 图 4 是表示应用了本发明的电子设备的移动型(或者笔记本型)个人计算机的构成的立体图。

[0052] 图 5 是表示应用了本发明的电子设备的移动电话(包括 PHS)的构成的立体图。

[0053] 图 6 是表示应用了本发明的电子设备的数码相机的构成的立体图。

[0054] 图 7 是表示本发明的实施例的发光元件的亮度与时间的关系(寿命曲线)的座标图。

[0055] 图 8 是表示本发明的实施例的发光元件的色度与时间的关系(颜色变化)的座标图。

具体实施方式

[0056] 以下,根据附图所示的优选的实施方法,对本发明的发光元件、发光装置、显示装置以及电子设备进行说明。

[0057] 图 1 是示意地表示本发明的实施方式所涉及的发光元件的截面图,图 2 是说明图 1 所示的发光元件的作用的图。应予说明,以下,为了方便说明,将图 1 中的上侧作为“上”、下侧作为“下”来进行说明。

[0058] 图 1 所示的发光元件(电致发光元件) 1 是依次层叠阳极 3、空穴注入层 4、空穴输送层 5、第 1 发光辅助层 6、发光层 7、第 2 发光辅助层 8、电子输送层 9 以及阴极 10 而成的。即,在发光元件 1 中,在阳极 3 与阴极 10 之间,插入有从阳极 3 侧到阴极 10 侧依次层叠空穴注入层 4、空穴输送层 5、第 1 发光辅助层 6、发光层 7、第 2 发光辅助层 8、电子输送层 9 而成的层叠体。

[0059] 对于这样的发光元件 1 而言,通过对阳极 3 和阴极 10 施加驱动电压,从而分别从阴极 10 侧向发光层 7 供给(注入)电子,从阳极 3 侧向发光层 7 供给(注入)空穴。而且,在发光层 7 中空穴与电子再结合,由该再结合时释放的能量生成激子(Exciton),激子返回基态时释放(发光)能量(荧光、磷光)。由此,发光元件 1 发光。

[0060] 基板 2 支承阳极 3。本实施方式的发光元件 1 是从基板 2 侧射出光的构成(底部发射型),所以实际上分别将基板 2 和阳极 3 制成透明(无色透明、着色透明或半透明)。

[0061] 作为基板 2 的构成材料,例如可举出聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚丙烯、环烯烃聚合物、聚酰胺、聚醚砜、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、多芳基化合物这样的树脂材料或石英玻璃、钠钙玻璃这样的玻璃材料等,可以使用其中的 1 种或组合 2 种以上使用。

[0062] 这样的基板 2 的平均厚度没有特别限定,优选为 0.1 ~ 30mm 左右,更优选为 0.1 ~ 10mm 左右。

[0063] 应予说明,发光元件 1 是从与基板 2 相反一侧射出光的构成(顶部发射型)时,基板 2 可以使用透明基板和透明基板中的任一种。

[0064] 作为不透明基板,例如可举出由氧化铝之类的陶瓷材料构成的基板、在不锈钢之类的金属基板的表面形成有氧化膜(绝缘膜)的基板、由树脂材料构成的基板等。

[0065] 另外,对于这样的发光元件 1,阳极 3 与阴极 10 之间的距离(即,上述层叠体的平均厚度)根据射出的光的波长来决定,没有特别限定,优选为 150 ~ 300nm,更优选为 150 ~ 250nm,进一步优选为 160 ~ 200nm。

[0066] 以下,依次说明构成发光元件 1 的各部分。

[0067] 阳极

[0068] 阳极 3 是介由后述的空穴注入层 4 向空穴输送层 5 注入空穴的电极。作为该阳极 3 的构成材料没有特别限定,优选使用功函数大、导电性优异的材料。

[0069] 作为阳极 3 的构成材料,例如可举出 ITO (Indium Tin Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)、 In_3O_3 、 SnO_2 、添加有氟的 SnO_2 、添加有 Sb 的 SnO_2 、ZnO、添加有 Al 的 ZnO、添加有 Ga 的 ZnO 等金属氧化物,Au、Pt、Ag、Cu 或含有它们的合金等,可以使用其中的 1 种或组合 2 种以上使用。

[0070] 特别是阳极 3 优选由 ITO 构成。ITO 是具有透明性、功函数大且导电性优异的材料。由此,能够从阳极 3 向空穴注入层 4 高效地注入空穴。

[0071] 另外,优选对阳极 3 的空穴注入层 4 侧的面(图 1 中为上表面)实施等离子体处理。由此,能够提高阳极 3 与空穴注入层 4 的接合面的化学稳定性和机械稳定性。其结果,能够提高从阳极 3 向空穴注入层 4 的空穴注入性。应予说明,对于上述等离子体处理,在后述的发光元件 1 的制造方法的说明中详述。

[0072] 这样的阳极 3 的平均厚度没有特别限定,优选为 10 ~ 200nm 左右,更优选为 50 ~

150nm 左右。

[0073] 阴极

[0074] 另一方面,阴极 10 是向后述的电子输送层 9 注入电子的电极。作为该阴极 10 的构成材料,优选使用功函数小的材料。

[0075] 作为阴极 10 的构成材料,例如可举出 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,可以使用其中的 1 种或组合 2 种以上(例如,作为多层的层叠体、多种的混合层等)使用。

[0076] 特别是使用合金作为阴极 10 的构成材料时,优选使用含有 Ag、Al、Cu 等稳定的金属元素的合金,具体而言,优选使用 MgAg、AlLi、CuLi 等的合金。通过使用上述合金作为阴极 10 的构成材料,从而能够实现阴极 10 的电子注入效率和稳定性的提高。

[0077] 这样的阴极 10 的平均厚度没有特别限定,优选为 100 ~ 10000nm 左右,更优选为 100 ~ 500nm 左右。

[0078] 应予说明,本实施方式的发光元件 1 为底部发射型,所以对阴极 10 不特别要求透光性。

[0079] 空穴注入层

[0080] 空穴注入层 4 具有提高从阳极 3 的空穴注入效率的功能(即具有空穴注入性)。

[0081] 通过这样在阳极 3 与后述的空穴输送层 5 之间设置空穴注入层 4,从而提高从阳极 3 的空穴注入性,其结果,能够提高发光元件 1 的发光效率。

[0082] 该空穴注入层 4 含有具有空穴注入性的材料(即空穴注入性材料)。

[0083] 作为该空穴注入层 4 中含有的空穴注入材料,没有特别限定,例如可以使用聚噻吩、聚苯胺、聚吡咯、3,4-聚乙撑二氧噻吩 / 聚苯乙烯磺酸(PEDOT/PSS)、铜酞菁、TAPC(1,1-双[4-(二-对甲苯基)氨基苯基]环己烷)、TPD(N,N'-二苯基-N,N'-双-(3-甲基苯基)-1,1'联苯基-4,4'-二胺)、 α -NPD(N,N'-二苯基-N,N'-双-(1-萘基)-1,1'联苯基-4,4'-二胺)、m-MTDATA(4,4',4''-三(3-甲基苯基苯氨基)三苯胺)、2-TNATA(4,4',4''-三(N,N-(2-萘基)苯氨基)三苯胺)、TCTA(三-(4-咔唑基-9-基-苯基)-胺)(Tris-(4-carbazoyl-9-yl-phenyl)-amine)、Spiro TAD、(DTP) DPPD、HTM1(三-对苯甲基胺)(Tri-p-tolylamine)、HTM2(1,1-双[(二-4-甲苯基氨基)苯基]环己烷)(1,1-bis[(di-4-tolylamino)phenyl]cyclohexane)、TPT1(1,3,5-三(4-吡啶基)-2,4,6-三嗪)(1,3,5-Tris(4-pyridyl)-2,4,6-triazin)、TPTE(三苯胺-四聚物)(Triphenylamine-tetramer)等。

[0084] 其中,作为上述空穴注入材料,从能够溶解于溶剂形成溶液并能使用液相工艺成膜的角度考虑,优选使用聚噻吩、聚苯胺、聚吡咯、3,4-聚乙撑二氧噻吩 / 聚苯乙烯磺酸(PEDOT/PSS)等。这些材料例如可以溶解于乙二醇、二乙二醇等二醇系溶剂。

[0085] 作为上述空穴注入材料,特别优选使用在导电性高分子量材料(或导电性低聚物材料)中添加电子接受性掺杂剂而成的离子传导性空穴注入材料,例如,聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)之类的聚噻吩系空穴注入材料、聚苯胺-聚(苯乙烯磺酸)(PANI/PSS)之类的聚苯胺系空穴注入材料。

[0086] 这样的空穴注入层 4 的平均厚度没有特别限定,优选为 5nm ~ 90nm 左右,更优选为 10nm ~ 70nm 左右。

[0087] 应予说明,空穴注入层 4 可以根据阳极 3 和空穴输送层 5 的构成材料而进行省略。

[0088] 空穴输送层

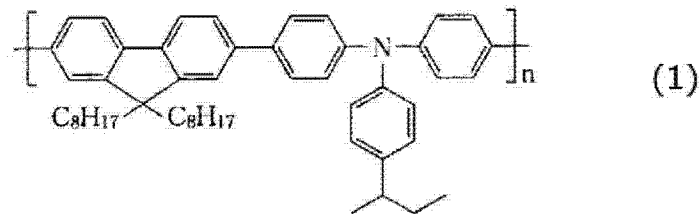
[0089] 空穴输送层 5 具有将从阳极 3 介由空穴注入层 4 而注入的空穴输送到第 1 发光辅助层 6 的功能(即具有空穴输送性)。

[0090] 通过这样在阳极 3 与第 1 发光辅助层 6 之间设置空穴输送层 5,从而能够将来自阳极 3 的空穴高效地输送到第 1 发光辅助层 6。其结果,能够提高发光元件 1 的发光效率。

[0091] 该空穴输送层 5 含有具有空穴输送性的材料(即空穴输送性材料)而构成。

[0092] 作为该空穴输送层 5 中含有的空穴输送性材料,从能够溶解于溶剂而形成溶液并能使用液相工艺成膜的角度考虑,例如可以使用下述式(1)表示的 TFB (聚(2,7-(9,9-二-正辛基芴)-alt-(1,4-苯撑-((4-仲丁基苯基)亚氨基-1,4-苯撑))) (poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-alt-(1,4-phenylene-((4-sec-butylphenyl)imino-1,4-phenylene)))等三苯胺系聚合物(胺系化合物)、聚芴衍生物(PF)、聚对苯乙烯衍生物(PPV)、聚对苯撑衍生物(PPP)、聚乙烯基咔唑(PVK)、聚噻吩衍生物、包括聚甲基苯基硅烷(PMPS)的聚硅烷系等高分子有机材料。

[0093]



[0094] 这样的空穴输送层 5 的平均厚度没有特别限定,优选为 5 ~ 90nm 左右,更优选为 10 ~ 70nm 左右。

[0095] 第 1 发光辅助层

[0096] 第 1 发光辅助层 6 设置在阳极 3 与发光层 7 之间,更具体而言,与发光层 7 相接地设置在空穴输送层 5 与发光层 7 之间。

[0097] 该第 1 发光辅助层 6 具有防止由发光层 7 产生的激子失活的功能。

[0098] 在本实施方式中,第 1 发光辅助层 6 具有防止由发光层 7 产生的激子到达空穴输送层 5 的功能。由此,能够通过第 1 发光辅助层 6 来防止由发光层 7 产生的激子在空穴输送层 5 失活。

[0099] 这样的第 1 发光辅助层 6 含有具有与后述的发光层 7 中所含的主体材料相同或近似的特性的第 1 发光辅助材料和高分子量材料而构成。

[0100] 此处,由于第 1 发光辅助材料具有与发光层 7 中所含的主体材料相同或近似的特性,所以能够防止由发光层 7 产生的激子因第 1 发光辅助层 6 而失活。另外,能够使从第 1 发光辅助层 6 到发光层 7 的空穴输送性优异。

[0101] 另外,由于第 1 发光辅助层 6 含有高分子量材料而构成,所以能够利用液相工艺依次形成第 1 发光辅助层 6 和发光层 7。

[0102] 作为第 1 发光辅助层 6 中含有的第 1 发光辅助材料,只要具有与后述的发光层 7 中含有的主体材料相同或近似的特性就没有特别限定,可以使用与后述的发光层 7 中含有的主体材料相同的材料,具体而言,可以使用 CBP (4,4'-双(9-二咪唑基)-2,2'-联苯

(4,4'-bis(9-dicarbazolyl)-2,2'-biphenyl)、BAIq(双-(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-(苯基酚)铝(Bis-(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolate)aluminium)、mCP(N,N'-二咔唑基-3,5-苯(N,N-dicarbazolyl-3,5-benzene:CBP 衍生物)、CDBP(4,4'-双(9-咔唑基)-2,2'-二甲基-联苯(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl))、DCB(N,N'-二咔唑基-1,4-二甲苯-苯(N,N'-Dicarbazolyl-1,4-dimethene-benzene))、P06(2,7-双(二苯基氧化膦)-9,9-二甲基芴(2,7-bis(diphenylphosphine oxide)-9,9-dimethylfluorene))、SimCP(3,5-双(9-咔唑基)四苯基硅烷(3,5-bis(9-carbazolyl)tetraphenylsilane))、UGH3(1,3-双(三苯基甲硅烷基)苯(1,3-bis(triphenylsilyl)benzene))等。

[0103] 应予说明,在本说明书中,“与发光层中含有的主体材料相同或近似的特性”是指与发光层中含有的主体材料的载流子和激子的输送性相同或近似,更具体而言,是指与发光层中含有的主体材料的 HOMO 和 LUMO 的能级相同或近似。另外,“能级近似”是指能级差为 0.2eV 以下。

[0104] 另外,只要上述第 1 发光辅助材料具有与后述的发光层 7 中含有的主体材料相同或近似的特性,也可以是与发光层 7 中含有的主体材料不同的材料,但优选为与发光层 7 中含有的主体材料相同的材料。由此,能够提高从第 1 发光辅助层 6 到发光层 7 的空穴输送性。

[0105] 另外,第 1 发光辅助层 6 中的第 1 发光辅助材料的含量没有特别限定,优选为 10~90wt%。

[0106] 另外,作为第 1 发光辅助层 6 中含有的高分子量材料,只要能够对第 1 发光辅助层 6 赋予对溶剂或分散介质的不溶性就没有特别限定,可以使用各种高分子量材料,例如,可以使用与上述的空穴输送层 5 中含有的空穴输送性材料相同的材料,具体而言,可以使用上述式(1)表示的 TFB(聚(2,7-(9,9-二-正辛基芴)-alt-(1,4-苯撑-((4-仲丁基苯基)亚氨基-1,4-苯撑))) (poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-alt-(1,4-phenylene-((4-sec-butylphenyl)imino-1,4-phenylene)))等三苯胺系聚合物(胺系化合物)、聚芴衍生物(PF)、聚对苯乙烯衍生物(PPV)、聚对苯撑衍生物(PPP)、聚乙烯基咔唑(PVK)、聚噻吩衍生物、包括聚甲基苯基硅烷(PMPS)的聚硅烷系等高分子有机材料。

[0107] 另外,优选上述高分子量材料发生交联。由此,在利用液相工艺形成第 1 发光辅助层 6 和发光层 7 时,能够简单且可靠地防止第 1 发光辅助层 6 被溶剂或分散介质溶解。

[0108] 另外,上述高分子量材料优选为与上述的空穴输送层 5 中含有的空穴输送性材料相同的材料。由此,能够使从空穴输送层 5 到第 1 发光辅助层 6 的空穴输送性优异。

[0109] 另外,上述高分子量材料优选为上述的三苯胺系聚合物之类的胺系化合物。由此,能够提高第 1 发光辅助层 6 的空穴输送性。

[0110] 另外,第 1 发光辅助层 6 中的高分子量材料的含量没有特别限定,优选为 10~90wt%。

[0111] 另外,第 1 发光辅助层 6 的厚度优选为 5nm~25nm,更优选为 10nm~25nm,进一步优选为 15nm~25nm。

[0112] 由此,能够有效地防止由发光层 7 产生的激子(空穴与电子再结合的区域)到达第 1 发光辅助层 6 的与发光层 7 相反一侧(即空穴输送层 5)。另外,即使将发光层 7 的厚度变

薄,也能够确保可以将发光层 7 发出的光高效地射出的最佳的光程长。

[0113] 与此相对,如果第 1 发光辅助层 6 的厚度过薄,则根据发光层 7 的厚度、由发光层 7 产生的激子的扩展宽度的大小、第 1 发光辅助层 6 的构成材料等而显示由发光层 7 产生的激子容易到达第 1 发光辅助层 6 的与发光层 7 相反一侧的趋势。另一方面,如果第 1 发光辅助层 6 的厚度过厚,则难以确保可以将发光层 7 发出的光高效地射出的最佳的光程长。

[0114] 发光层

[0115] 该发光层 7 通过在上述的阳极 3 与阴极 10 之间通电而发光。

[0116] 这样的发光层 7 含有通过上述通电而发光的发光材料、辅助该发光材料的发光的主体材料以及高分子量材料而构成。

[0117] 作为这样的发光材料,没有特别限定,可以使用各种荧光材料、各种磷光材料中的 1 种或组合 2 种以上使用。

[0118] 作为荧光材料,没有特别限定,例如可举出 Alq_3 (三(8-羟基喹啉)铝)、红荧烯、茈、9,10-二苯基蒽、四苯基丁二烯、尼罗红、香豆素 6、喹吖啶酮等。

[0119] 另外,作为磷光材料,没有特别限定,例如可举出 Ir(ppy)₃(面式-三(2-苯基吡啶)铱(Fac-tris(2-phenylpyridine)iridium))、Ppy₂Ir(acac)(双(2-苯基-吡啶-N,C2)(乙酰丙酮)合铱(Bis(2-phenylpyridinato-N,C2)iridium(acetylacetonate)))、Bt₂Ir(acac)(双(2-苯基苯并噻唑基-N,C2')(乙酰丙酮)合铱(III)(Bis(2-phenylbenzothiazolato-N,C2')iridium(III)(acetylacetonate)))、Btp₂Ir(acac)(双(2-2'-苯并噻吩基)-吡啶-N,C3)(乙酰丙酮)合铱(Bis(2-2'-benzothienyl)-pyridinato-N,C3)Iridium(acetylacetonate)))、FIrpic(双(4,6-二氟苯基-吡啶-N,C,2)-吡啶甲酰合铱(Iridium-bis(4,6-difluorophenylpyridinato-N,C,2)-picolate)))、Ir(pmb)₃(三(1-苯基-3-甲基苯并咪唑啉-2-亚基-C,C(2)')铱(Iridium-tris(1-phenyl-3-methylbenzimidazolin-2-ylidene-C,C(2)'))))、FIrN4(((双(4,6-二氟苯基吡啶)(5-(吡啶-2-基)-四唑合铱(III)(Iridium(III)bis(4,6-difluorophenylpyridinato)(5-(pyridin-2-yl)-tetrazolate)))、Firtaz((双(4,6-二氟苯基吡啶)(5-(吡啶-2-基)-1,2,4-三唑合铱(III)(Iridium(III)bis(4,6-difluorophenylpyridinato)(5-(pyridine-2-yl)-1,2,4-triazolate)))、PtOEP(2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉,铂(II)(2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphine,platinum(II)))等。

[0120] 这样的发光材料(荧光材料、磷光材料)可以单独 1 种或组合 2 种以上使用。组合 2 种以上的发光材料使用时,发光层 7 可以是将含有的发光材料互不相同的多层(发光层层叠而成的层叠体的形态,也可以是由将多种发光材料混合而成的混合材料构成的层的形态。

[0121] 发光层 7 中的发光材料的含量优选为 0.01 ~ 10wt%,更优选为 0.1 ~ 5wt%。通过使发光材料的含量在这样的范围内,从而能够使发光效率最佳化。

[0122] 辅助这样的发光材料的发光的主体材料具有如下功能,即,将空穴与电子再结合而生产激子的同时,使该激子的能量向发光材料转移(库仑(Forster)转移或交换(Dexter)转移),并且激发发光材料。

[0123] 作为这样的主体材料,只要能够对使用的发光材料发挥如上所述的功能就没有

特别限定,例如可举出 CBP (4,4'-双(9-咔唑基)-2,2'-联苯(4,4'-bis(9-dicarbazolyl)-2,2'-biphenyl))、BALq (双-(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-(苯基酚)铝(bis-(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolate)aluminium))、mCP (N,N'-二咔唑基-3,5-苯(N,N'-dicarbazolyl-3,5-benzene);CBP 衍生物,)、CDBP (4,4'-双(9-咔唑基)-2,2'-二甲基-联苯(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl))、DCB (N,N'-二咔唑基-1,4-二甲苯(N,N'-Dicarbazolyl-1,4-dimethene-benzene))、P06 (2,7-双(二苯基氧化膦)-9,9-二甲基芴(2,7-bis(diphenylphosphine oxide)-9,9-dimethylfluorene))、SimCP (3,5-双(9-咔唑基)四苯基硅烷(3,5-bis(9-carbazolyl)tetraphenylsilane))、UGH3 (1,3-双(三苯基甲硅烷基)苯(1,3-bis(triphenylsilyl)benzene))等,可以使用其中 1 种或组合 2 种以上使用。

[0124] 这样的主体材料,与高分子量材料一起保持发光材料。

[0125] 通过使发光层 7 和第 1 发光辅助层 6 含有高分子量材料而构成,从而能够利用液相工艺依次形成第 1 发光辅助层 6、发光层 7、第 2 发光辅助层 8。

[0126] 作为发光层 7 中含有的高分子量材料,只要能够对发光层 7 赋予对溶剂或分散介质的不溶性就没有特别限定,可以使用各种高分子量材料,例如,可以使用与上述的空穴输送层 5 中含有的空穴输送性材料相同的材料,具体而言,可以使用上述式(1)表示的 TFB(聚(2,7-(9,9-二-正辛基芴)-alt-(1,4-苯撑-((4-仲丁基苯基)亚氨基-1,4-苯撑))) (poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-alt-(1,4-phenylene-((4-sec-butylphenyl)imino-1,4-phenylene)))等三苯胺系聚合物(胺系化合物)、聚芴衍生物(PF)、聚对苯乙烯衍生物(PPV)、聚对苯撑衍生物(PPP)、聚乙烯基咔唑(PVK)、聚噻吩衍生物、包括聚甲基苯基硅烷(PMPS)的聚硅玩系等高分子有机材料。

[0127] 另外,优选上述高分子量材料发生交联。由此,在利用液相工艺形成发光层 7 和第 2 发光辅助层 8 时,能够简单且可靠地防止发光层 7 被溶剂或分散介质溶解。此时,如果第 1 发光辅助层 6 中含有的高分子量材料也发生交联,则利用液相工艺形成第 1 发光辅助层 6、发光层 7 以及第 2 发光辅助层 8 时,能够简单且可靠地防止第 1 发光辅助层 6 和发光层 7 被溶剂或分散介质溶解。

[0128] 另外,上述高分子量材料也可以是与上述的第 1 发光辅助层 6 中含有的高分子量材料不同的材料,但优选为与第 1 发光辅助层 6 中含有的高分子量材料相同的材料。由此,能够提高第 1 发光辅助层 6 和发光层 7 的密合性。另外,能够防止或抑制在第 1 发光辅助层 6 与发光层 7 之间形成不理想的能量垒。

[0129] 在这样的发光层 7 中,将发光层 7 中的高分子量材料的含量设为 A [wt%],将发光层 7 中的主体材料的含量设为 B [wt%]时,A/B 优选为 0.1~2,更优选为 0.5~1。由此,能够使发光层 7 的对溶剂或分散介质的不溶性变优异,并且主体材料能够有效地辅助发光材料的发光。

[0130] 另外,发光层 7 的厚度优选为 10nm~50nm,更优选为 10nm~40nm,进一步优选为 10nm~30nm。由此,即使发光元件 1 中的载流子平衡发生变化,也能够有效地防止发光层 7 的发光区域的位置发生变动。

[0131] 与此相对,如果发光层 7 的厚度过薄,则显示发光层 7 的发光量降低或者发光层 7 容易劣化的趋势。另一方面,如果发光层 7 的厚度过厚,则显示发光层 7 的发光区域的位置

容易变动的趋势。

[0132] 第 2 发光辅助层

[0133] 第 2 发光辅助层 8 设置在阴极 10 与发光层 7 之间,更具体而言,与发光层 7 相接地设置在发光层 7 与电子输送层 9 之间。

[0134] 该第 2 发光辅助层 8 具有防止由发光层 7 产生的激子失活的功能。

[0135] 在本实施方式中,第 2 发光辅助层 8 具有防止由发光层 7 产生的激子到达电子输送层 9 的功能。由此,能够通过第 2 发光辅助层 8 来防止由发光层 7 产生的激子在电子输送层 9 失活。

[0136] 这样的第 2 发光辅助层 8 含有具有与上述的发光层 7 中含有的主体材料相同或近似的特性的第 2 发光辅助材料而构成。

[0137] 此处,由于第 2 发光辅助材料具有与发光层 7 中含有的主体材料相同或近似的特性,所以能够防止由发光层 7 产生的激子在第 2 发光辅助层 8 失活。另外,能够使从第 2 发光辅助层 8 向发光层 7 的电子输送性优异。

[0138] 作为第 2 发光辅助层 8 中含有的第 2 发光辅助材料,只要具有与上述的发光层 7 中含有的主体材料相同或近似的特性就没有特别限定,可以使用与上述的发光层 7 中含有的主体材料相同的材料,具体而言,可以使用 CBP (4,4'-双(9-咔唑基)-2,2'-联苯(4,4'-bis(9-dicarbazolyl)-2,2'-biphenyl)),BAIq (双-(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-(苯基酚)铝(bis-(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolate)aluminium)),mCP (N,N'-二咔唑基-3,5-苯(N,N'-dicarbazolyl-3,5-benzene);CBP 衍生物),CDBP (4,4'-双(9-咔唑基)-2,2'-二甲基-联苯(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl)),DCB (N,N'-二咔唑基-1,4-二甲苯(N,N'-Dicarbazolyl-1,4-dimethene-benzene)),P06 (2,7-双(二苯基氧化膦)-9,9-二甲基芴(2,7-bis(diphenylphosphine oxide)-9,9-dimethylfluorene)),SimCP (3,5-双(9-咔唑基)四苯基硅烷(3,5-bis(9-carbazolyl)tetraphenylsilane)),UGH3 (1,3-双(三苯基甲硅烷基)苯(1,3-bis(triphenylsilyl)benzene))等。

[0139] 另外,上述第 2 发光辅助材料只要具有与上述的发光层 7 中含有的主体材料相同或近似的特性,也可以是与发光层 7 中含有的主体材料不同的材料,但优选为与发光层 7 中含有的主体材料相同的材料。由此,能够提高从第 2 发光辅助层 8 向发光层 7 的电子输送性。

[0140] 另外,第 2 发光辅助层 8 中的第 2 发光辅助材料的含量没有特别限定,优选为 10~90wt%。

[0141] 另外,第 2 发光辅助层 8 优选含有高分子量材料而构成。即,发光层 7、第 1 发光辅助层 6 以及第 2 发光辅助层 8 优选分别含有高分子量材料而构成。

[0142] 由此,相对于第 2 发光辅助层 8 在阴极侧邻接的层(在本实施方式中为电子输送层 9)也能够利用液相工艺形成。

[0143] 另外,作为第 2 发光辅助层 8 中含有的高分子量材料,只要能够对第 2 发光辅助层 8 赋予对溶剂或分散介质的不溶性就没有特别限定,可以使用各种高分子量材料,例如,可以使用与上述的空穴输送层 5 中含有的空穴输送性材料相同的材料,具体而言,可以使用上述式(1)表示的 TFB (聚(2,7-(9,9-二-正辛基芴)-alt-(1,4-苯撑-(4-仲丁基

苯基)亚氨基-1,4-苯撑)))(poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-alt-(1,4-phenylene-((4-sec-butylphenyl)imino-1,4-phenylene)))等三苯胺系聚合物(胺系化合物)、聚芴衍生物(PF)、聚对苯乙烯衍生物(PPV)、聚对苯撑衍生物(PPP)、聚乙烯基咔唑(PVK)、聚噻吩衍生物、包括聚甲基苯基硅烷(PMPS)的聚硅玩系等高分子有机材料。

[0144] 另外,也利用液相工艺形成相对于第2发光辅助层8在阴极侧邻接的层(在本实施方式中为电子输送层9)时,优选上述高分子量材料发生交联。由此,利用液相工艺形成相对于第2发光辅助层8在阴极侧邻接的层时,能够简单且可靠地防止第2发光辅助层8被溶剂或分散介质溶解。

[0145] 另外,上述高分子量材料也可以是与上述的发光层7中含有的高分子量材料不同的材料,但优选为与发光层7中含有的高分子量材料相同的材料。由此,能够提高第2发光辅助层8和发光层7的密合性。另外,能够防止或抑制在第2发光辅助层8与发光层7之间形成不需要的能量垒。

[0146] 另外,上述高分子量材料可以是与上述的第1发光辅助层6中含有的高分子量材料相同的材料。

[0147] 另外,第2发光辅助层8中的高分子量材料的含量没有特别限定,优选为10~90wt%。

[0148] 另外,第2发光辅助层8的厚度优选为5nm~25nm,更优选为10nm~25nm,进一步优选为15nm~25nm。

[0149] 由此,能够有效地防止由发光层7产生的激子(空穴与电子再结合的区域)到达第2发光辅助层8的与发光层7相反一侧(即电子输送层9)。另外,即使将发光层7的厚度变薄,也能够确保可以将发光层7发出的光高效地射出的最佳的光程长。

[0150] 与此相对,如果第2发光辅助层8的厚度过薄,则根据发光层7的厚度、由发光层7产生的激子的扩展宽度的大小、第2发光辅助层8的构成材料等而显示由发光层7产生的激子容易到达第2发光辅助层8的与发光层7相反一侧的趋势。另一方面,如果第2发光辅助层8的厚度过厚,则难以确保可以将发光层7发出的光高效地射出的最佳的光程长。

[0151] 电子输送层

[0152] 电子输送层9具有将从阴极10注入的电子输送到第2发光辅助层8的功能。

[0153] 作为该电子输送层9的构成材料(电子输送性材料)没有特别限定,例如,可举出BALq、OXD-1(1,3,5-三(5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑)、BCP(Bathocuproine,浴铜灵)、PBD(2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-噁二唑)、TAZ(3-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑)、DPVBi(4,4'-双(1,1-二苯基乙烯基)联苯)、BND(2,5-双(1-萘基)-1,3,4-噁二唑)、DTVBi(4,4'-双(1,1-双(4-甲基苯基)乙烯基)联苯基)、BBD(2,5-双(4-联苯基)-1,3,4-噁二唑)、Alq₃((8-羟基喹啉)铝)、噁二唑衍生物、噁唑衍生物、菲咯啉衍生物、蒽醌基二甲烷衍生物、苯醌衍生物、萘醌衍生物、蒽醌衍生物、四氰基蒽醌基二甲烷衍生物、芴酮衍生物、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,可以单独使用其中的1种或组合2种以上使用。

[0154] 电子输送层9的平均厚度没有特别限定,优选为0.5~100nm左右,更优选为1~

50nm 左右。

[0155] 应予说明,可以在该电子输送层 9 与阴极 10 之间设置具有电子注入性的电子注入层。

[0156] 作为该电子注入层的构成材料(电子注入材料),例如可举出各种无机绝缘材料、各种无机半导体材料。

[0157] 作为这样的无机绝缘材料,例如可举出碱金属硫属化合物(氧化物、硫化物、硒化物、碲化物)、碱土类金属硫属化合物、碱金属的卤化物以及碱土类金属的卤化物等,可以使用其中的 1 种或组合 2 种以上使用。

[0158] 另外,作为无机半导体材料,例如可举出含有 Li、Na、Ba、Ca、Sr、Yb、Al、Ga、In、Cd、Mg、Si、Ta、Sb 以及 Zn 中的至少 1 个元素的氧化物、氮化物或氮氧化物等,可以使用其中的 1 种或组合 2 种以上使用。

[0159] 另外,电子注入层的平均厚度没有特别限定,优选为 0.01 ~ 100nm 左右,更优选为 0.1 ~ 10nm 左右。

[0160] 根据如上所述构成的发光元件 1,通过对阳极 3 和阴极 10 施加驱动电压,分别从阴极 10 侧向发光层 7 供给(注入)电子,从阳极 3 侧向发光层 7 供给(注入)空穴。而且,在发光层 7 中空穴与电子再结合,由该再结合时释放的能量而产生激子(Exciton),激子返回基态时释放(发光)能量(荧光、磷光)。由此,发光元件 1 发光。

[0161] 此时,如图 2 (a)所示,由发光层 7 产生的激子在以发光层 7 为中心的区域 A 扩散存在。

[0162] 对于本发明的发光元件 1,因发光层 7 的厚度变薄而即使载流子平衡发生变化,也能够防止或抑制上述区域 A 的位置、宽度发生变化。即,即使由于载流子平衡的变化而区域 A 变为区域 A',该区域 A' 的位置和宽度与区域 A 的位置和宽度相比几乎没有改变。

[0163] 另外,如果使发光层 7 的厚度变薄,则上述区域 A 或者区域 A' 从发光层 7 溢出,但能够收容在由第 1 发光辅助层 6、发光层 7 以及第 2 发光辅助层 8 构成的层叠体内。即,能够防止或抑制由发光层 7 产生的激子到达空穴输送层 5 或电子输送层 9。

[0164] 此处,发光层 7 的厚度、第 1 发光辅助层 6 的厚度以及第 2 发光辅助层 8 的厚度的总计(上述层叠体的厚度)优选为 40nm ~ 80nm。由此,能够确保可以将发光层 7 发出的光高效地射出的最佳的光程长。

[0165] 与此相对,假设如果省略第 1 发光辅助层 6 和第 2 发光辅助层 8,则如图 2 (b)所示,增加设置在空穴输送层 5 与电子输送层 9 之间的发光层 7X 的厚度时,由于载流子平衡的变化而激子所存在的区域 A 的位置、宽度大幅变化。即,由于载流子平衡的变化而区域 A 变为区域 A' 时,该区域 A' 的位置和宽度与区域 A 的位置和宽度相比有很大不同。因此,产生颜色变化。

[0166] 另外,如果假设省略第 1 发光辅助层 6 和第 2 发光辅助层 8,则如图 2 (c)所示,将设置在空穴输送层 5 与电子输送层 9 之间的发光层 7Y 的厚度变薄时,从发光层 7Y 溢出的区域 A 或区域 A' 会到达空穴输送层 5 或电子输送层 9。因此,由发光层 7Y 产生的激子失活。另外,难以确保可以将由发光层 7Y 发出的光高效地射出的最佳的光程长。

[0167] 这样,对于本发明的发光元件 1,能够通过第 1 发光辅助层 6 和第 2 发光辅助层 8 来防止由发光层 7 产生的激子的失活。因此,能够使发光效率优异的同时使发光层 7 的厚

度变薄,能够抑制发光层 7 的发光区域(上述的区域 A)的位置发生变动。其结果,能够防止或抑制发光色发生变化。

[0168] 此处,由于第 1 发光辅助材料和第 2 发光辅助材料具有与发光层 7 中含有的主体材料相同或近似的特性,所以能够防止由发光层 7 产生的激子在第 1 发光辅助层 6 和第 2 发光辅助层 8 失活。另外,能够分别使从第 1 发光辅助层 6 向发光层 7 的空穴输送性和从第 2 发光辅助层 8 向发光层 7 的电子输送性变优异。

[0169] 另外,由于至少发光层 7 和第 1 发光辅助层 6 含有高分子量材料而构成,所以能够利用液相工艺依次形成第 1 发光辅助层 6、发光层 7、第 2 发光辅助层 8。

[0170] 如上所述的发光元件 1 例如可以如下制造。

[0171] [1] 首先,准备基板 2,在该基板 2 上形成阳极 3。

[0172] 阳极 3 例如可以使用等离子体 CVD、热 CVD 之类的化学蒸镀法(CVD)、真空蒸镀等干式镀覆法、电镀等湿式镀覆法、溶射法、溶胶·凝胶法、MOD 法、导体箔的接合等来形成。

[0173] 另外,根据需要,可以对阳极 3 的上表面实施氧等离子体处理。由此,能够对阳极 3 的上表面赋予亲液性,除去(清洗)附着在阳极 3 的上表面的有机物,调整阳极 3 的上表面附近的功函数等。

[0174] 此处,作为氧等离子体处理的条件,例如,优选将等离子体功率设为 100 ~ 800W 左右、氧气流量设为 50 ~ 100mL/min 左右、被处理部件(阳极 3)的输送速度设为 0.5 ~ 10mm/sec 左右、基板 2 的温度设为 70 ~ 90℃左右。

[0175] [2] 接着,在阳极 3 上形成空穴注入层 4。

[0176] 空穴注入层 4 例如可以通过将使空穴注入材料溶解于溶剂或分散于分散介质而成的空穴注入层形成用材料(溶液或分散液)供给到阳极 3 上进行干燥(脱溶剂或脱分散介质)(即液相工艺)而进行形成。

[0177] 作为空穴注入层形成用材料的供给方法,例如,可以使用旋涂法、辊涂法、喷墨法等各种涂布法,但从能够在微小的区域简单且高精度地成膜的角度考虑,优选使用喷墨法。

[0178] 作为在空穴注入层形成用材料的制备中使用的溶剂或分散介质,没有特别限定,例如可举出硝酸、硫酸、氨、过氧化氢、水、二硫化碳、四氯化碳、碳酸乙烯酯等各种无机溶剂或甲基乙基酮(MEK)、丙酮、二乙基酮、甲基异丁基酮(MIBK)、甲基异丙基酮(MIPK)、环己酮等酮系溶剂,甲醇、乙醇、异丙醇、乙二醇、二乙二醇(DEG)、丙三醇等醇系溶剂,二乙醚、二异丙基醚、1,2-二甲氧基乙烷(DME)、1,4-二噁烷、四氢呋喃(THF)、四氢吡喃(THP)、苯甲醚、二乙二醇二甲醚(二甘醇二甲醚)、二乙二醇乙醚(卡必醇)等醚系溶剂,甲基溶纤剂、乙基溶纤剂、苯基溶纤剂等溶纤剂系溶剂,己烷、戊烷、庚烷、环己烷等脂肪族烃类溶剂,环己烷、四氢化萘等脂环式烃类溶剂,甲苯、二甲苯、苯、三甲基苯、四甲基苯等芳香族烃类溶剂,吡啶、吡嗪、呋喃、吡咯、噻吩、甲基吡咯烷酮等芳香族杂环化合物系溶剂,N,N-二甲基甲酰胺(DMF)、N,N-二甲基乙酰胺(DMA)等酰胺系溶剂,二氯甲烷、氯仿、1,2-二氯乙烷等卤素化合物系溶剂,乙酸乙酯、乙酸甲酯、甲酸乙酯等酯系溶剂,二甲基亚砷(DMSO)、环丁砷等硫化物系溶剂,乙腈、丙腈、丙烯腈等腈系溶剂,甲酸、乙酸、三氯乙酸、三氟乙酸等有机酸系溶剂这样的各种有机溶剂或者含有它们的混合溶剂等。

[0179] 根据需要,对涂布的空穴注入层形成用材料实施后处理。具体而言,将涂布的空穴注入层形成用材料干燥。作为该干燥的方法,可举出在减压气氛中放置的方法、利用热处理

(例如 40℃~80℃左右)的方法、利用氮气这样的非活性气体的流动的方法等。并且,根据需要,将干燥了的空穴注入层形成用材料以 100℃~300℃左右加热(烘烤)。通过该加热能够除去干燥后残留在空穴注入层形成用材料内的溶剂或分散介质。另外,使用因加热而交联从而不溶于溶剂这样的空穴注入材料时,也可以通过该加热而使空穴注入层 4 不溶化。另外,该加热后,有时为了除去空穴注入层 4 的溶化部分,利用溶剂冲洗(清洗)空穴注入层 4。应予说明,上述交联也可以利用等离子体处理、UV 处理来进行。

[0180] [3]接着,在空穴注入层 4 上形成空穴输送层 5。

[0181] 空穴输送层 5 可以使用与上述的空穴注入层 4 的形成方法相同的方法(液相工艺)形成。

[0182] [4]接着,在空穴输送层 5 上形成第 1 发光辅助层 6。

[0183] 第 1 发光辅助层 6 可以使用与上述的空穴注入层 4 的形成方法相同的方法(液相工艺)形成。

[0184] [5]接着,在第 1 发光辅助层 6 上形成发光层 7。

[0185] 发光层 7 可以使用与上述的空穴注入层 4 的形成方法相同的方法(液相工艺)形成。

[0186] [6]接着,在发光层 7 上形成第 2 发光辅助层 8。

[0187] 第 2 发光辅助层 8 可以使用与上述的空穴注入层 4 的形成方法相同的方法(液相工艺)形成。

[0188] [7]接着,在第 2 发光辅助层 8 上形成电子输送层 9。

[0189] 电子输送层 9 例如优选利用使用了真空蒸镀等干式镀覆法等的气相工艺形成。

[0190] 应予说明,电子输送层 9 例如也可以通过将使电子输送材料溶解于溶剂或分散于分散介质而成的电子输送层形成用材料供给到第 2 发光辅助层 8 上进行干燥(脱溶剂或脱分散介质)而形成。

[0191] [8]接着,在电子输送层 9 上形成阴极 10。

[0192] 阴极 10 例如可以使用真空蒸镀法、溅射法、金属箔的接合、金属微粒油墨的涂布和烧成等来形成。

[0193] 经由如上工序得到发光元件 1。

[0194] 如上述说明的发光元件 1 可以分别用作例如采用电子照相方式的打印机、复印机、传真装置等曝光用镜头的光源,传感器用的光源,照明、微型投影仪(手持投影仪)用的光源,扫描仪用的光源,反射型液晶显示装置的前灯用的光源等发光装置。这样的发光装置能够经长时间地抑制发光色的变化且以高效率进行发光,可靠性优异。

[0195] 另外,通过将多个发光元件配置成矩阵状,从而例如能够构成显示器装置(本发明的显示装置)。这样的显示装置能够经长时间地抑制发光色的变化且以高效率进行发光,可经长时间显示高品位的图像,并且可靠性优异。

[0196] 应予说明,作为显示器装置的驱动方式,没有特别限定,可以是有源矩阵方式、无源矩阵方式中的任一种。

[0197] 另外,具备本发明的发光元件、发光装置或显示装置的电子设备的可靠性优异。

[0198] 显示装置

[0199] 接着,对应用了本发明的显示装置的显示器装置的一个例子进行说明。

[0200] 图 3 是表示应用了本发明的显示装置的显示器装置的实施方式的纵截面图。

[0201] 图 3 所示的显示器装置 100 具有：基板 21，与子像素 100R、100G、100B 对应地设置的多个发光元件 1R、1G、1B 以及多个驱动用晶体管 24。

[0202] 应予说明，在本实施方式中，显示器装置 100 是使来自各发光元件 1R、1G、1B 的光 R、G、B 从基板 21 侧透射的底部发射结构的显示器面板。

[0203] 在基板 21 上设置有多个驱动用晶体管 24，以覆盖这些驱动用晶体管 24 的方式形成有由绝缘材料构成的平坦化层 22。

[0204] 各驱动用晶体管 24 具有：由硅等半导体材料构成的半导体层 241、形成于半导体层 241 上的栅极绝缘层 242、形成于栅极绝缘层 242 上的栅电极 243、源电极 244 和漏电极 245。

[0205] 另外，在平坦化层 22 上，与各驱动用晶体管 24 对应地设置有发光元件（有机 EL 元件）1R、1G、1B。

[0206] 发光元件 1R、1G、1B 与上述的发光元件 1 同样地构成，但发光层的构成材料互不相同。

[0207] 此处，发光元件 1R 是依次层叠阳极 3、空穴注入层 4、空穴输送层 5、第 1 发光辅助层 6、发光层 7R、第 2 发光辅助层 8、电子输送层 9 以及阴极 10 层叠而构成的。另外，发光元件 1G 是依次层叠阳极 3、空穴注入层 4、空穴输送层 5、第 1 发光辅助层 6、发光层 7G、第 2 发光辅助层 8、电子输送层 9 以及阴极 10 而构成的。另外，发光元件 1B 是依次层叠阳极 3、空穴注入层 4、空穴输送层 5、第 1 发光辅助层 6、发光层 7B、第 2 发光辅助层 8、电子输送层 9 以及阴极 10 而构成的。

[0208] 而且，发光元件 1R 是以发光层 7R 含有红色发光材料而构成且射出红色的光 R 的方式构成。另外，发光元件 1G 是以发光层 7G 含有绿色发光材料而构成且射出绿色的光 G 的方式构成。另外，发光元件 1B 是以发光层 7B 含有蓝色发光材料而构成且射出蓝色的光 B 的方式构成。

[0209] 应予说明，发光元件 1R、1G、1B 可以与空穴注入层 4、空穴输送层 5、第 1 发光辅助层 6 以及第 2 发光辅助层 8 的构成材料相互相同也可以不同。

[0210] 在邻接的上述构成的发光元件 1R、1G、1B 彼此之间设置隔壁 31。

[0211] 在本实施方式中，在发光元件 1R、1G、1B 中，阳极 3、空穴注入层 4、空穴输送层 5、第 1 发光辅助层 6、发光层 7R 以及第 2 发光辅助层 8 被隔壁 31 划分而各自独立地设置。另外，在发光元件 1R、1G、1B 中，将电子输送层 9 和阴极 10 一体地设置并共用。

[0212] 此处，发光元件 1R、1G、1B 的阳极 3 分别构成像素电极（独立电极），阴极 10 构成共用电极。而且，各发光元件 1R、1G、1B 的各阳极 3 通过导电部（配线）27 与各驱动用晶体管 24 的漏电极 245 电连接。

[0213] 并且，在本实施方式中，在这些发光元件 1R、1G、1B 上，以覆盖它们的方式形成有由环氧树脂构成的环氧树脂层 35。

[0214] 而且，在环氧树脂层 35 上以覆盖其的方式设置有密封基板 20。由此，能够确保发光元件 1R、1G、1B 的气密性，能够防止氧、水分的浸入，能够实现发光元件 1R、1G、1B 的可靠性的提高。

[0215] 如上述说明的显示器装置 100 通过组合各发光元件 1R、1G、1B 而进行发光，从而能

够进行全彩显示。

[0216] 这样的显示器装置 100 (本发明的显示装置) 能够安装在各种电子设备中。

[0217] 图 4 表示应用了本发明的电子设备的移动型(或笔记本型)个人计算机的构成的立体图。

[0218] 在该图中,个人计算机 1100 由具备键盘 1102 的主体部 1104 和具备显示部的显示单元 1106 构成,显示单元 1106 介由铰接结构部可转动地支承于主体部 1104。

[0219] 在该个人计算机 1100 中,显示单元 1106 所具备的显示部由上述的显示器装置 100 构成。

[0220] 图 5 是表示应用了本发明的电子设备的移动电话(也包括 PHS)的构成的立体图。

[0221] 在该图中,移动电话 1200 具备多个操作按钮 1202、听筒 1204 以及话筒 1206,并且具备显示部。

[0222] 在移动电话 1200 中,该显示部由上述的显示器装置 100 构成。

[0223] 图 6 是表示应用了本发明的电子设备的数码相机的构成的立体图。应予说明,在该图中,对与外部设备的连接也进行了简易的表示。

[0224] 此处,通常的照相机是利用被照物的光学图像而使银盐胶片感光,与此相对,数码相机 1300 是通过 CCD (Charge Coupled Device) 等摄像元件对被照物的光学图像进行光电转换而生成摄像信号(图像信号)。

[0225] 在数码相机 1300 的机壳(机身) 1302 的背面设置显示部,是根据基于 CCD 的摄像信号而进行显示的构成,作为使被照物以电子图像显示的取景器发挥功能。

[0226] 在数码相机 1300 中,该显示部由上述的显示器装置 100 构成。

[0227] 在机壳的内部设置有电路基板 1308。该电路基板 1308 设置有可储存(记忆)摄像信号的存储器。

[0228] 另外,在机壳 1302 的正面侧(在图示的构成中为背面侧)设置有包括光学透镜(摄像光学系统)、CCD 等的受光单元 1304。

[0229] 如果拍摄者确认显示部中显示的被照物像并按下快门按钮 1306,则此时的 CCD 的摄像信号被传送・储存至电路基板 1308 的存储器中。

[0230] 另外,在该数码相机 1300 中,在机壳 1302 的侧面设置有视频信号输出端子 1312 和数据通信的输入输出端子 1314。而且,如图所示,根据需要分别将电视监视器 1430 与视频信号输出端子 1312 连接,将个人计算机 1440 与数据通信的输入输出端子 1314 连接。然后,形成通过规定的操作而将储存于电路基板 1308 的存储器的摄像信号输出至电视监视器 1430、个人计算机 1440 的构成。

[0231] 应予说明,本发明的电子设备除图 4 的个人计算机(移动型个人计算机)、图 5 的移动电话、图 6 的数码相机之外,例如还可以应用于电视机、摄像机、取景器型或监视直视型的录像机、便携式个人计算机,汽车导航装置、传呼机、电子记事本(也包括具有通信功能的)、电子辞典、计算器、电子游戏机、文字处理器、工作站、可视电话、防盗用电视监视器、电子望远镜、POS 终端、具备触摸板的机器(例如金融机构的自动提款机、自动售票机)、医疗设备(例如电子体温计、血压计、血糖计、心电图显示装置、超声波诊断装置、内窥镜用显示装置)、鱼群探测器、各种测量设备、仪表类(例如车辆、飞机、船舶的仪表类)、飞行模拟器、其他各种监视器类、投影仪等投射型显示装置等。

[0232] 以上,基于图示的实施方式说明了本发明的发光元件、发光装置、显示装置以及电子设备,但本发明不限于这些。

[0233] 实施例

[0234] 接着,对本发明的具体的实施例进行说明。

[0235] 1. 发光元件的制造

[0236] 实施例 1

[0237] < 1 >首先,准备平均厚度 0.5mm 的透明玻璃基板。接着,在该基板上利用溅射法形成平均厚度 100nm 的 ITO 电极(阳极)。

[0238] 然后,将形成有阳极的基板依次浸渍于丙酮、2-丙醇中,进行超声波清洗后,实施氧等离子体处理。

[0239] < 2 >接着,在 ITO 电极上利用喷墨法涂布将 1.0wt% 的 PEDOT/PSS 溶解于乙二醇而成的溶液,将进行了该涂布的溶液干燥、加热,由此,形成由 PEDOT/PSS 构成的平均厚度 50nm 的空穴注入层。

[0240] < 3 >接着,在空穴注入层上利用喷墨法涂布将 1.2wt% 的上述式(1)表示的胺系化合物的前体溶解于四氢化萘而成的溶液,将进行了该涂布的溶液干燥、加热,由此,形成平均厚度 10nm 的空穴输送层。

[0241] < 4 >接着,在空穴输送层上利用喷墨法涂布将 1.2wt% 的下述第 1 发光辅助层形成用材料溶解于四氢化萘和二氯甲烷(10:1)的混合溶剂而成的溶液,将进行了该涂布的溶液干燥、加热,由此,形成平均厚度 5nm 的第 1 发光辅助层。

[0242] 此处,作为第 1 发光辅助层形成用材料,使用由 50wt% 的 CBP(第 1 发光辅助材料)和 50wt% 的上述式(1)表示的胺系化合物(高分子量材料)的前体构成的材料。

[0243] < 5 >接着,在第 1 发光辅助层上利用喷墨法涂布将 1.2wt% 的下述发光层形成用材料溶解于四氢化萘和二氯甲烷(10:1)的混合溶剂而成的溶液,将进行了该涂布的溶液干燥、加热,由此,形成平均厚度 50nm 的发光层(绿色发光层)。

[0244] 此处,作为发光层形成用材料,使用由 5wt% 的 Ir(ppy)₃(发光材料)、75wt% 的 CBP(主体材料)以及 20wt% 的上述式(1)表示的胺系化合物(高分子量材料)的前体构成的材料。

[0245] < 6 >接着,在发光层上利用喷墨法涂布将 1.2wt% 的下述第 2 发光辅助层形成用材料溶解于四氢化萘和二氯甲烷(10:1)的混合溶剂而成的溶液,将进行了该涂布的溶液干燥、加热,由此,形成平均厚度 5nm 的第 2 发光辅助层。

[0246] 此处,作为第 2 发光辅助层形成用材料,使用由 50wt% 的 CBP(第 2 发光辅助材料)和 50wt% 的上述式(1)表示的胺系化合物(高分子量材料)的前体构成的材料。

[0247] < 7 >接着,在第 2 发光辅助层上利用真空蒸镀法将 BCP 成膜,形成平均厚度 20nm 的电子输送层。

[0248] < 8 >接着,在电子输送层上利用真空蒸镀法将 Al 成膜。由此,形成由 Al 构成的平均厚度 200nm 的阴极。

[0249] < 9 >接着,以覆盖形成的各层的方式覆盖玻璃制的保护盖(密封部件),利用环氧树脂固定、密封。

[0250] 通过以上工序制造发光元件。

[0251] 实施例 2 ~ 9

[0252] 按照下述表 1 所示改变第 1 发光辅助层、发光层以及第 2 发光辅助层的厚度,除此之外,与上述的实施例 1 同样地制造发光元件。

[0253] 表 1

[0254]

	空穴注入层的厚度 [nm]	空穴输送层的厚度 [nm]	第1发光辅助层的厚度 [nm]	发光层的厚度 [nm]	第2发光辅助层的厚度 [nm]	电子输送层的厚度 [nm]
实施例 1	50	10	5	50	5	20
实施例 2	50	10	10	40	10	20
实施例 3	50	10	15	30	15	20
实施例 4	50	10	20	20	20	20
实施例 5	50	10	25	10	25	20
实施例 6	50	10	5	30	5	20
实施例 7	50	10	10	30	10	20
实施例 8	50	10	20	30	25	20
实施例 9	50	10	25	30	25	20
比较例	50	10	—	50	—	20

[0255] 比较例

[0256] 省略第 1 发光辅助层和第 2 发光辅助层,除此之外,与上述的实施例 1 同样地制造发光元件。

[0257] 2. 评价

[0258] 发光效率的评价

[0259] 对各实施例和比较例的发光元件使用直流电源,使 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恒定电流流过发光元件,然后,此时使用亮度计测定亮度,评价发光效率(亮度 / 电流密度)。应予说明,发光效率的评价以比较例为基准进行标准化而评价。

[0260] 发光寿命的评价

[0261] 对各实施例和比较例的发光元件使用直流电源,使 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恒定电流持续流过发光元件,其间使用亮度计测定亮度,测定该亮度成为初始的亮度的 50% 的时间(LT50)。应予说明,发光寿命的评价以比较例为基准进行标准化而评价。

[0262] 初始降低量

[0263] 对各实施例和比较例的发光元件使用直流电源,使 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恒定电流持续流过发光元件,测定驱动刚刚开始后的亮度与驱动开始 10 小时后的亮度之差,以大、中、小这 3 个阶段评价初始亮度的降低量(初始降低量)。

[0264] 颜色变化

[0265] 对各实施例和比较例的发光元件使用直流电源,使 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恒定电流持续流过发光元件,使用色度计测定色度,以大、中、小这 3 个阶段评价颜色变化。

[0266] 将这些评价结果示于表 2。

[0267] 表 2

[0268]

	发光效率	寿命(LT50)	初始降低量	颜色变化
实施例 1	1.0	1.1	中	中
实施例 2	1.2	1.2	小	中
实施例 3	1.2	1.2	小	小
实施例 4	0.8	0.8	小	小
实施例 5	0.6	0.3	小	小
实施例 6	0.8	0.8	小	小
实施例 7	1.0	1.0	小	小
实施例 8	1.2	2.0	小	小
实施例 9	1.0	1.2	小	小
比较例	1.0	1.0	大	大

[0269] 另外,将表示实施例 8 和比较例的发光元件的寿命曲线的座标图示于图 7。另外,将表示实施例 8 和比较例的发光元件的颜色变化的座标图示于图 8。

[0270] 由表 2 可知,各实施例的发光元件具有与比较例的发光元件为同等或其以上的发光效率和寿命,并且与比较例的发光元件相比,能够抑制初始降低量和颜色变化。

[0271] 符号说明

[0272] 1…发光元件 1R…发光元件 1G…发光元件 1B…发光元件 2…基板 3…阳极
4…空穴注入层 5…空穴输送层 6…第 1 发光辅助层 7…发光层 7B…发光层 7G…
发光层 7R…发光层 7X…发光层 7Y…发光层 8…第 2 发光辅助层 9…电子输送层
10…阴极 20…密封基板 21…基板 22…平坦化层 24…驱动用晶体管 27…导电部
31…隔壁 35…环氧树脂层 100…显示器装置 100R、100G、100B…子像素 241…半导体层
242…栅极绝缘层 243…栅电极 244…源电极 245…漏电极 1100…个人计算机
1102…键盘 1104…主体部 1106…显示单元 1200…移动电话 1202…操作按钮 1204…
听筒 1206…话筒 1300…数码相机 1302…机壳 1304…受光单元 1306…快门按钮
1308…电路基板 1312…视频信号输出端子 1314…输入输出端子 1430…电视监视器
1440…个人计算机

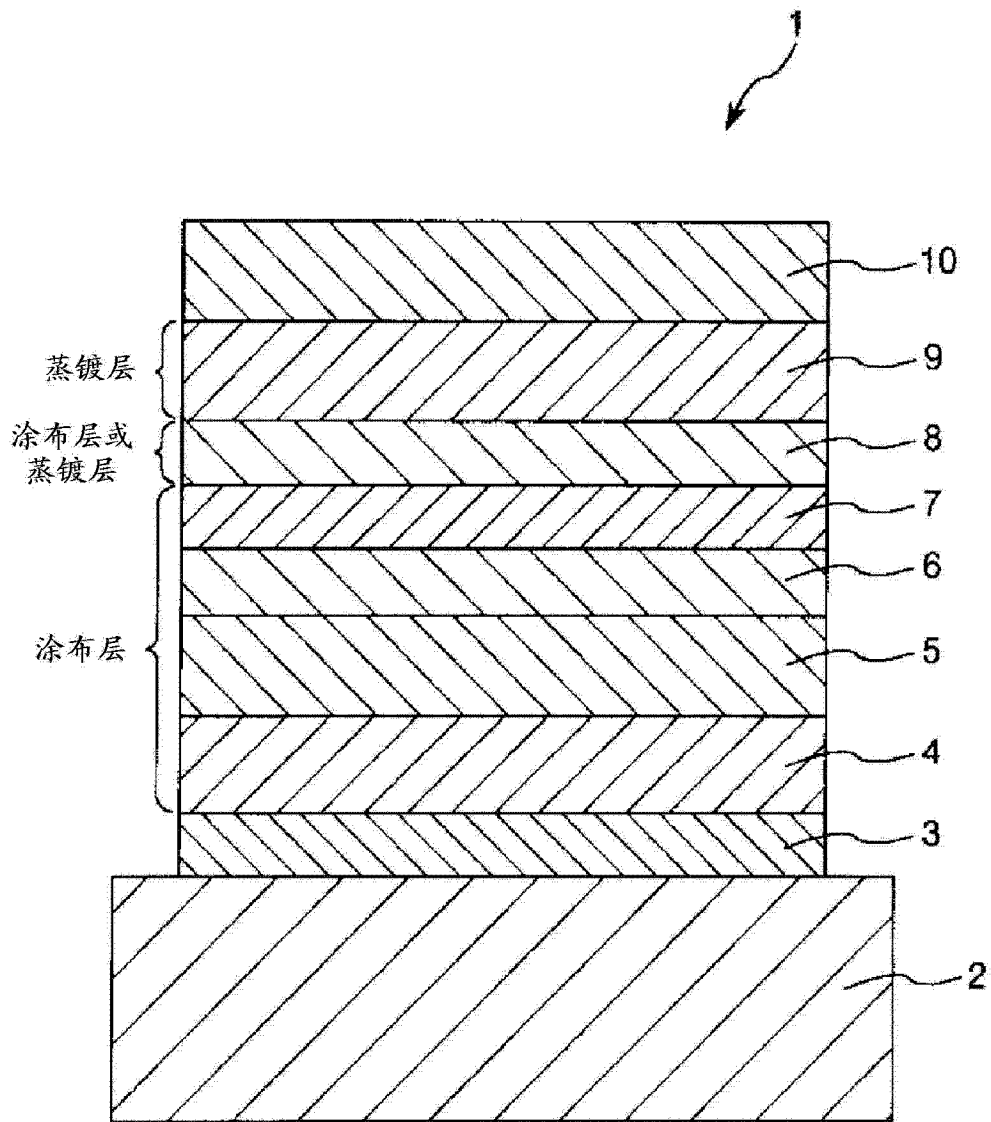


图 1

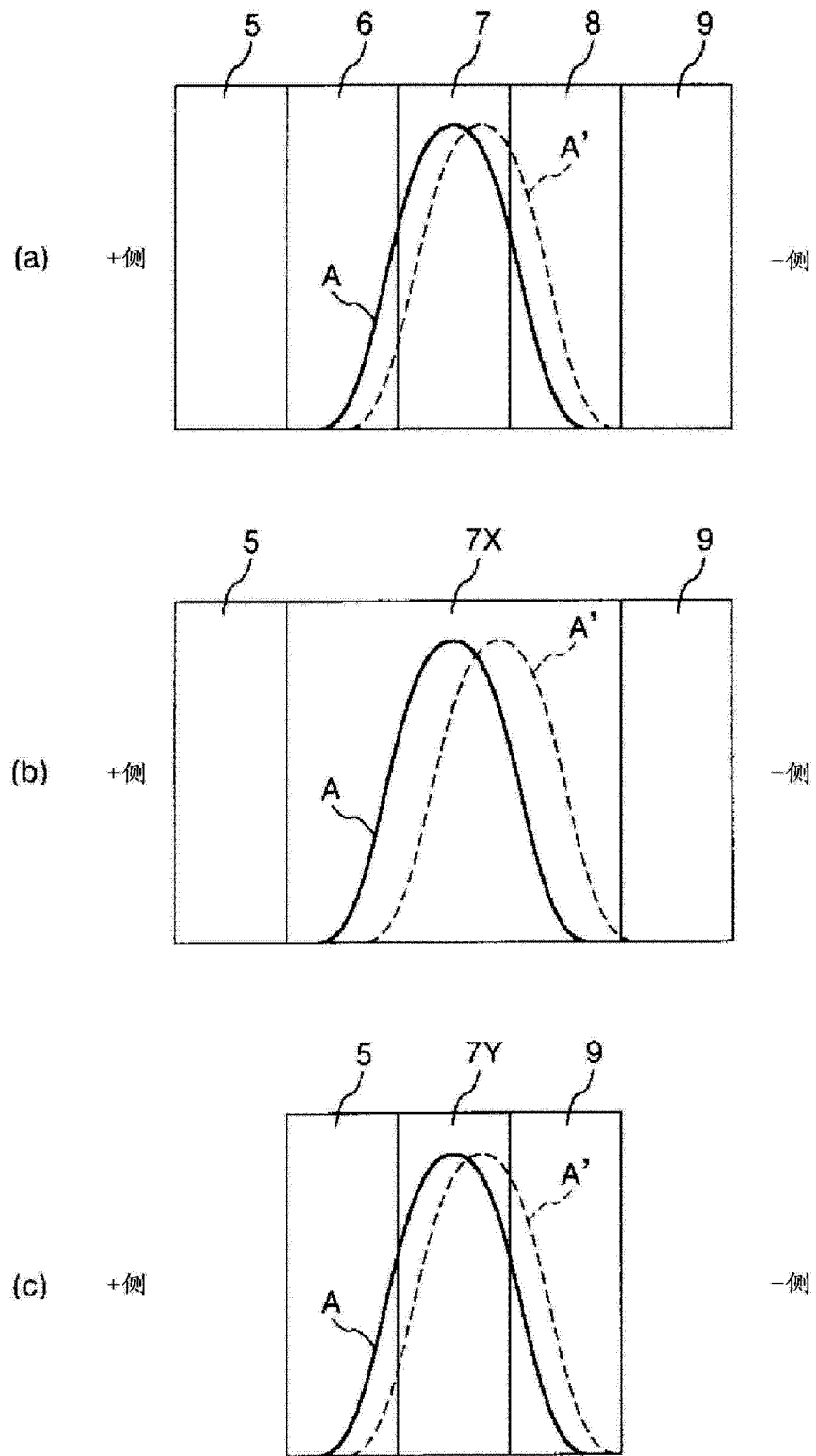


图 2

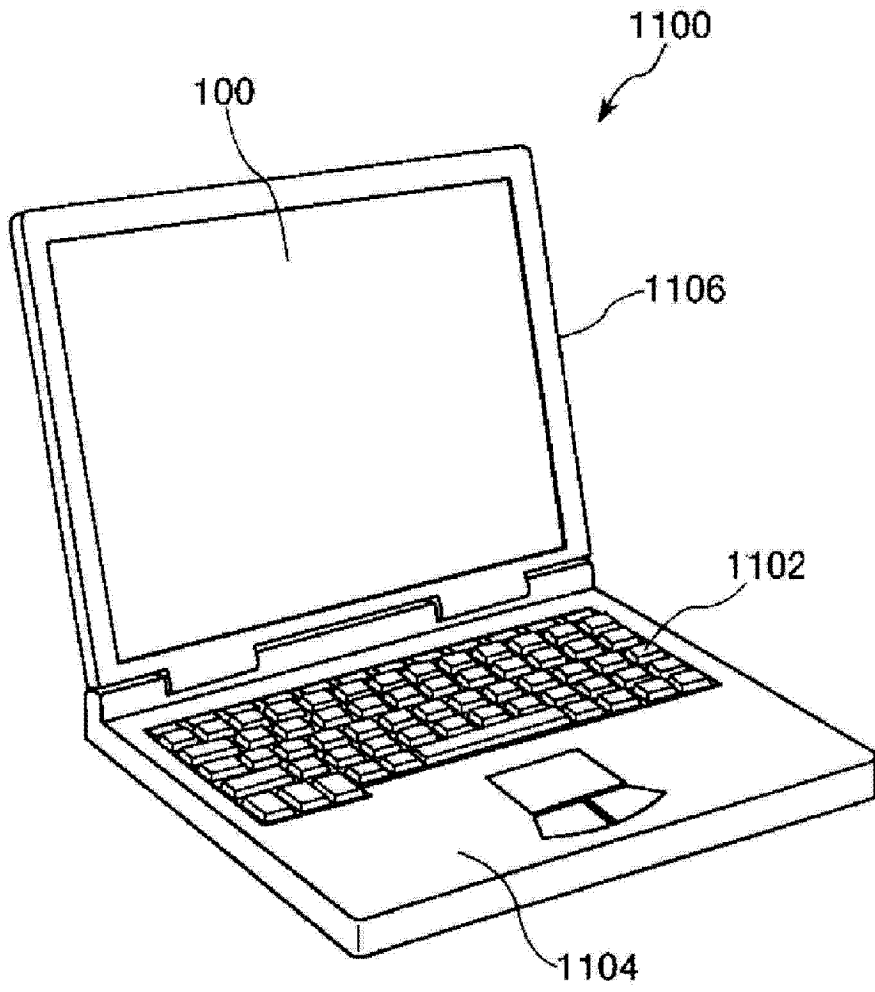


图 4

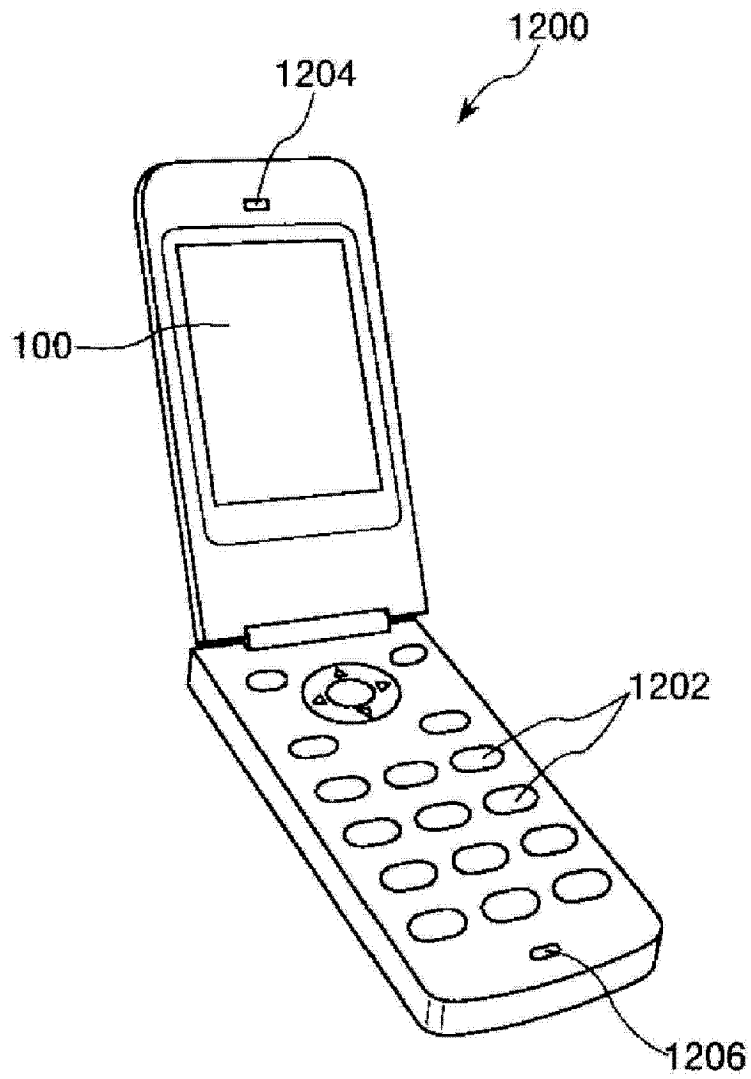


图 5

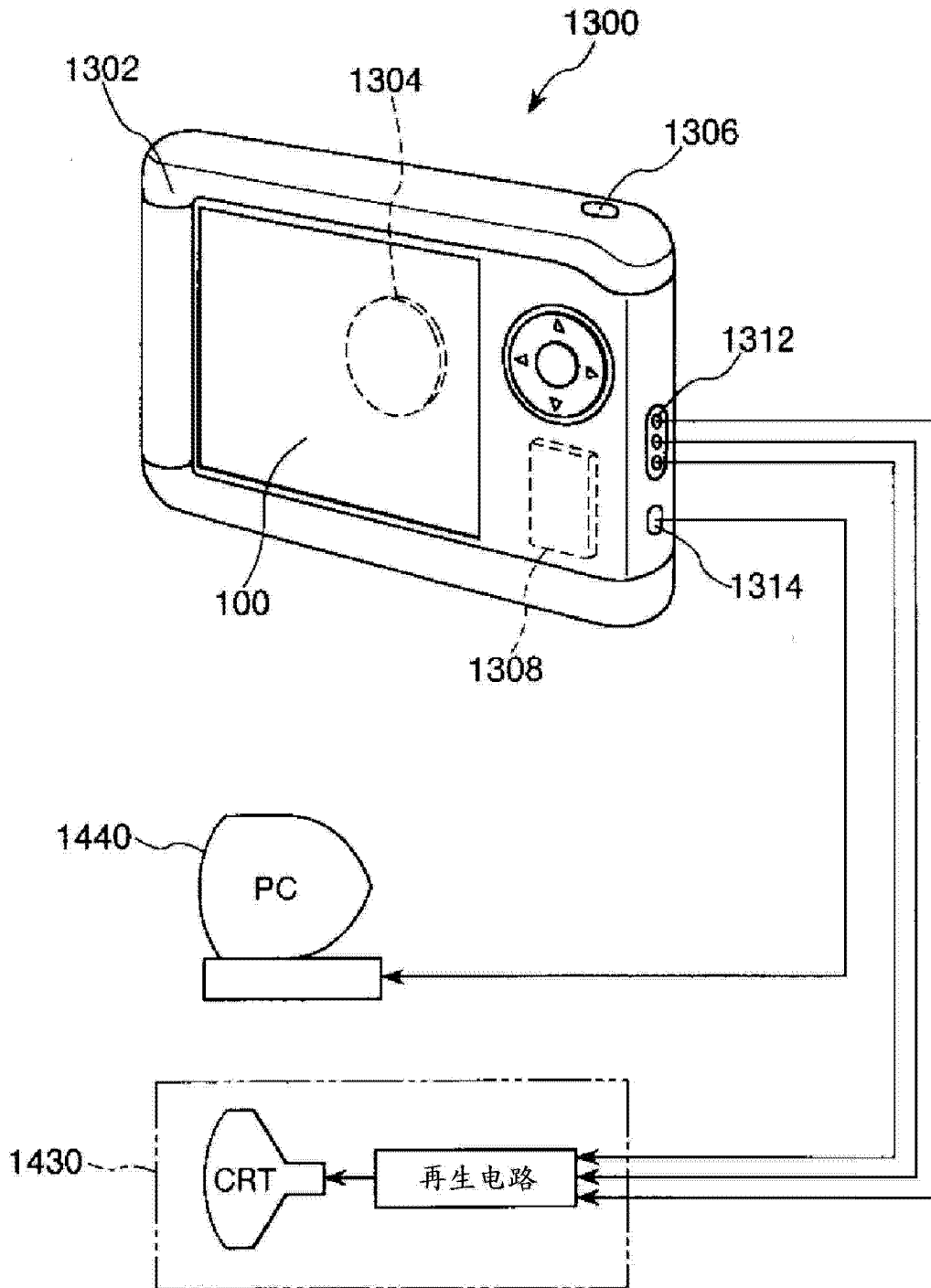


图 6

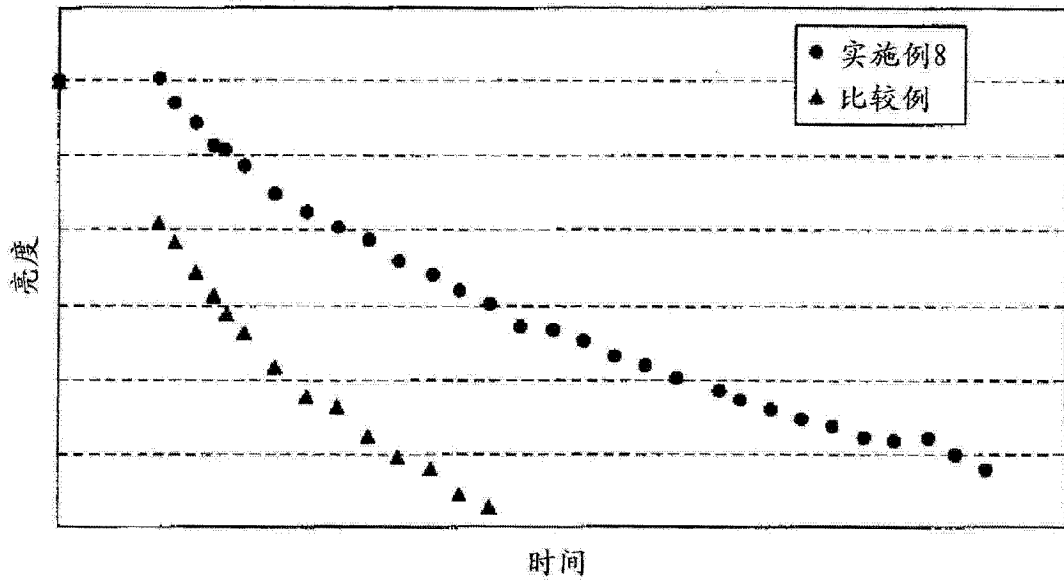


图 7

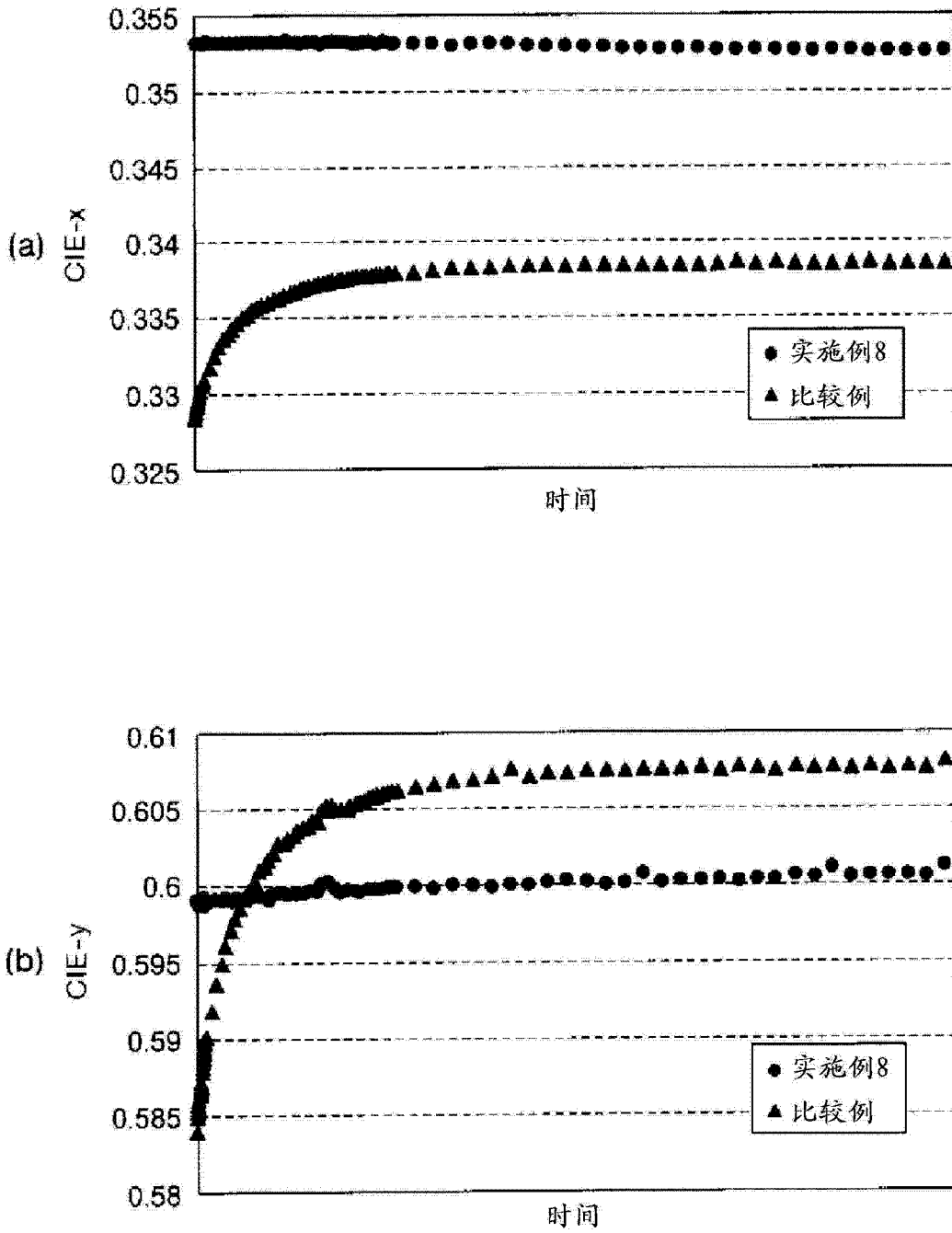


图 8