



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104979480 B

(45)授权公告日 2018.07.10

(21)申请号 201510091749.6

(22)申请日 2015.02.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104979480 A

(43)申请公布日 2015.10.14

(30)优先权数据

2014-078251 2014.04.04 JP

(73)专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 山本英利 深濑章夫

(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 苗堃 金世煜

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

(56)对比文件

US 2009146552 A1,2009.06.11,

CN 103579526 A,2014.02.12,

CN 103247761 A,2013.08.14,

CN 103187537 A,2013.07.03,

CN 102842680 A,2012.12.26,

US 2009085479 A1,2009.04.02,

审查员 肖俊峰

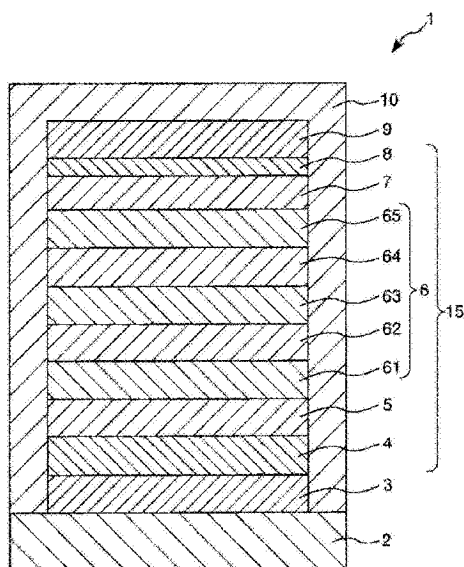
权利要求书1页 说明书24页 附图5页

(54)发明名称

发光元件、发光装置、显示装置和电子设备

(57)摘要

本发明提供发光元件、发光装置、显示装置以及电子设备。发光元件具有阴极、阳极和发光部,发光部具备从阳极侧向阴极侧层叠的第1发光层、第2发光层和第3发光层,上述第1、第2和第3发光层分别含有发光材料、主体材料、辅助掺杂材料而构成,将上述第1、第2和第3发光层所含的辅助掺杂材料的含量分别设为 $C_{\text{Assist}}(\text{EML1})$ 、 $C_{\text{Assist}}(\text{EML2})$ 和 $C_{\text{Assist}}(\text{EML3})$ 时,满足下述关系式(A)。 $C_{\text{Assist}}(\text{EML1}) \geq C_{\text{Assist}}(\text{EML2}) > C_{\text{Assist}}(\text{EML3}) \geq 0 \dots (A)$ 。



1. 一种发光元件,其特征在于,具有:

阴极,

阳极,和

发光部,设置在所述阴极与所述阳极之间,通过施加驱动电压而发光;

所述发光部具备从所述阳极侧向所述阴极侧层叠的、发出第1光的第1发光层、发出与所述第1光颜色不同的第2光的第2发光层和发出与所述第2光颜色相同的第3光的第3发光层,

所述第1、第2和第3发光层分别含有发光材料、保持所述发光材料的主体材料、以及辅助掺杂材料而构成,

所述主体材料是电子输送性高的材料,所述辅助掺杂材料是空穴输送性高的材料,

将所述第1、第2和第3发光层所含的所述辅助掺杂材料的含量分别设为 $C_{\text{Assist}}(\text{EML1})$ 、 $C_{\text{Assist}}(\text{EML2})$ 和 $C_{\text{Assist}}(\text{EML3})$ 时,满足下述关系式(A),

$$C_{\text{Assist}}(\text{EML1}) \geq C_{\text{Assist}}(\text{EML2}) > C_{\text{Assist}}(\text{EML3}) \geq 0 \cdots (A)。$$

2. 根据权利要求1所述的发光元件,其中,将所述第1、第2和第3发光层中的空穴的迁移率设为 μ_h 、电子的迁移率设为 μ_e 时,在所述第1发光层和所述第2发光层中,满足下述关系式(1),

$$0.01 \leq \mu_e / \mu_h \leq 100 \cdots (1)。$$

3. 根据权利要求2所述的发光元件,其中,在所述第3发光层中,满足下述关系式(2),

$$\mu_e / \mu_h \geq 100 \cdots (2)。$$

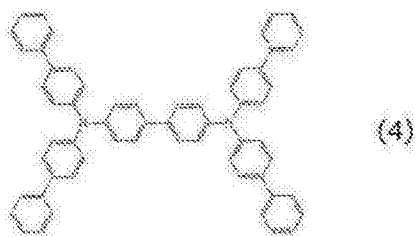
4. 根据权利要求1~3中任1项所述的发光元件,其中,将所述第2和第3发光层的膜厚分别设为 $T(\text{EML2})$ 和 $T(\text{EML3})$ 时,满足下述关系式(B),

$$T(\text{EML2}) \leq T(\text{EML3}) \cdots (B)。$$

5. 根据权利要求1~3中任1项所述的发光元件,其中,所述主体材料是并苯系化合物。

6. 根据权利要求1~3中任1项所述的发光元件,其中,所述辅助掺杂材料是胺系化合物。

7. 根据权利要求6所述的发光元件,其中,所述胺系化合物是由下述式(4)表示的化合物,



8. 根据权利要求1~3中任1项所述的发光元件,其中,发出白色光作为发光色。

9. 一种发光装置,其特征在于,具备权利要求1~8中任1项所述的发光元件。

10. 一种显示装置,其特征在于,具备权利要求9所述的发光装置。

11. 一种电子设备,其特征在于,具备权利要求10所述的显示装置。

发光元件、发光装置、显示装置和电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及发光元件、发光装置、显示装置和电子设备。

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插入至少1层发光性有机层的结构的发光元件。在这样的发光元件中,通过在阴极与阳极之间施加电场,从而对于发光层,从阴极侧注入电子,并且从阳极侧注入空穴,在发光层中电子与空穴再结合,即载流子再结合,由此生成激子,该激子返回到基态时,其能量部分以光的形式释放。

[0003] 这样发出光的发光层通常含有发光材料(发光掺杂剂)和主体材料而形成。

[0004] 在此,主体材料在发光层中的构成成分中一般以最高的比率含有,具有支撑发光层的膜的作用,并且具有如下作用:如果在电极间施加电压,则在主体材料的分子内发生载流子的再结合,使由此产生的激发能向发光材料转移,使上述发光材料发光。与此相对,发光材料是具有荧光或者磷光的化合物,起到受来自主体材料的激发能激发而实质上发光的作用。

[0005] 在这样的构成的有机EL元件中,由发光层中使用的主体材料所具备的载流子输送性决定载流子的再结合位置。另外,使用荧光材料作为发光材料时,含有常用作该主体材料的蒽、并四苯这样的并苯系化合物等而作为主体材料使用的大多化合物对空穴和电子的载流子输送性偏差大。因此,载流子的再结合位置集中在发光层的界面附近。其结果,仅界面附近的发光材料,即发光层中的部分发光材料有助于发光。因此,对于位于界面附近的发光材料而言,存在促进局部劣化,加快发光层的亮度劣化这样的问题。

[0006] 对此,近年来,报告了使发光层含有用于控制载流子输送性的辅助掺杂材料作为发光材料和主体材料以外的构成材料,由此,控制发光层的载流子输送性,以实现有机EL元件的高效率化、长寿命化(例如,参照专利文献1)。

[0007] 然而,在该专利文献1中,通过控制主体材料与辅助掺杂材料的HOMO、LUMO的关系而使有机EL元件的特性提高,但仅这样控制HOMO、LUMO的关系时,无法充分控制空穴和电子的载流子输送性,不能说能够将载流子的发光层中的再结合位置设定在良好的位置。

[0008] 专利文献1:日本特开2005-108727号公报

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供具有长时间持续优异的发光特性和上述发光特性的寿命特性的发光元件、具备该发光元件的可靠性优异的发光装置、显示装置和电子设备。

[0010] 这样的目的通过下述的本发明来实现。

[0011] 本发明的发光元件的特征在于,具有:

[0012] 阴极,

[0013] 阳极,和

[0014] 发光部,设置在上述阴极与上述阳极之间,通过施加驱动电压而发光,

[0015] 上述发光部具备从上述阳极侧向上述阴极侧层叠的、发出第1光的第1发光层、发出与上述第1光颜色不同的第2光的第2发光层和发出与上述第2光颜色相同的第3光的第3发光层，

[0016] 上述第1、第2和第3发光层分别含有发光材料、保持上述发光材料的主体材料、以及辅助掺杂材料而构成，

[0017] 上述主体材料和上述辅助掺杂材料中的一方是电子输送性高的材料，另一方是空穴输送性高的材料，

[0018] 将上述第1、第2和第3发光层所含的上述辅助掺杂材料的含量分别设为 $C_{\text{Assist}}(\text{EML1})$ 、 $C_{\text{Assist}}(\text{EML2})$ 和 $C_{\text{Assist}}(\text{EML3})$ 时，满足下述关系式(A)。

[0019] $C_{\text{Assist}}(\text{EML1}) \geq C_{\text{Assist}}(\text{EML2}) > C_{\text{Assist}}(\text{EML3}) \geq 0 \cdots (\text{A})$

[0020] 由此，能够得到具有优异的发光特性及长时间持续该发光特性的寿命特性的发光元件。

[0021] 本发明的发光元件中，优选上述主体材料是电子输送性高的材料，上述辅助掺杂材料是空穴输送性高的材料。

[0022] 本发明的发光元件中，将上述第1、第2和第3发光层中的空穴的迁移率设为 μ_h 、电子的迁移率设为 μ_e 时，在上述第1发光层和上述第2发光层中，优选满足下述关系式(1)。

[0023] $0.01 \leq \mu_e / \mu_h \leq 100 \cdots (1)$

[0024] 由此，在第1发光层和第2发光层中，能够使空穴和电子更平衡良好地流动。因此，能够使载流子再结合的位置(再结合位点)充分远离第1发光层的阳极侧的界面附近，并且能够使该再结合位点在第1和第2发光层的整个范围内更可靠地分散。

[0025] 本发明的发光元件中，在上述第3发光层中，优选满足下述关系式(2)。

[0026] $\mu_e / \mu_h \geq 100 \cdots (2)$

[0027] 由此，在第3发光层中，能够更可靠地抑制或防止通过了第1和第2发光层的空穴通过第3发光层内而到达第3发光层的阴极侧。

[0028] 本发明的发光元件中，将上述第2和第3发光层的膜厚分别设为 $T(\text{EML2})$ 和 $T(\text{EML3})$ 时，优选满足下述关系式(B)。

[0029] $T(\text{EML2}) \leq T(\text{EML3}) \cdots (\text{B})$

[0030] 由此，能够使第3发光层更可靠地发挥作为抑制或防止空穴通过该第3发光层的阴极侧的阻挡层的功能。

[0031] 本发明的发光元件中，优选上述主体材料是并苯系化合物。

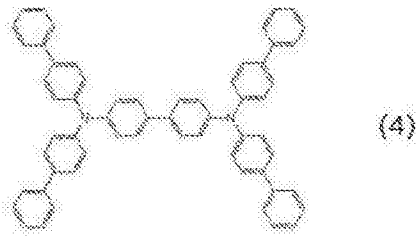
[0032] 并苯系化合物由于是电子输送性高的主体材料，所以适合作为需要将电子顺利地供给到阳极侧的发光层的主体材料使用。

[0033] 本发明的发光元件中，优选上述辅助掺杂材料是胺系化合物。

[0034] 由此，能够容易地设定成满足上述关系式(A)。

[0035] 本发明的发光元件中，优选胺系化合物是由下述式(4)表示的化合物。

[0036]



[0037] 由此,能够更容易地设定成满足上述关系式(A)。

[0038] 优选本发明的发光元件是发出白色光作为发光色的发光元件。

[0039] 本发明的发光元件适合用作发出白色光作为发光色的发光元件。

[0040] 本发明的发光装置的特征在于,具备本发明的发光元件。

[0041] 由此,能够提供在较低电压下可驱动的发光装置。

[0042] 本发明的显示装置的特征在于,具备本发明的发光装置。

[0043] 由此,能够提供在较低电压下可驱动的显示装置。

[0044] 本发明的电子设备的特征在于,具备本发明的显示装置。

[0045] 由此,能够提供在较低电压下可驱动的电子设备。

附图说明

[0046] 图1是示意性地示出表示本发明的发光元件的实施方式的纵截面的图。

[0047] 图2是表示使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。

[0048] 图3是表示使用了本发明的电子设备的移动型(或者笔记本型)的电脑的构成的立体图。

[0049] 图4是表示使用了本发明的电子设备的手机(也包括PHS)的构成的立体图。

[0050] 图5是表示使用了本发明的电子设备的数码相机的构成的立体图。

具体实施方式

[0051] 以下,对于在附图中示出的本发明的发光元件、发光装置、显示装置和电子设备的优选实施方式进行说明。

[0052] 首先,对本发明的发光元件(有机电致发光元件)1进行说明。

[0053] 图1是示意性地示出表示本发明的发光元件的实施方式的纵截面的图。应予说明,以下,为了方便说明,将图1中的上侧设为“上”,将下侧设为“下”进行说明。

[0054] 图1所示的发光元件(电致发光元件)1是通过多种有机发光材料发出R(红色)、G(绿色)、B(蓝色)而发出白色光作为发光色的有机发光元件(白色发光元件)。

[0055] 这样的发光元件1是依次层叠阳极3、空穴注入层4、空穴输送层5、由多个发光层构成的发光部6、电子输送层7、电子注入层8和阴极9而成的。另外,发光部6是从阳极3侧向阴极9侧依次层叠红色发光层(第4发光层)61、中间层62、蓝色发光层(第1发光层)63、第1绿色发光层(第2发光层)64和第2绿色发光层(第3发光层)65而成的层叠体。

[0056] 而且,发光元件1的整体设置在基板2上,并且用密封部件10密封。

[0057] 对于该发光元件1而言,通过对阳极3和阴极9施加驱动电压,从而向红色发光层61、蓝色发光层63、第1绿色发光层64和第2绿色发光层65,从阴极9侧供给(注入)电子,并且从阳极3侧供给(注入)空穴。然后,各发光层中,空穴与电子再结合,利用该再结合时释放出

的能量生成激子(Exciton),激子返回到基态时释放出(发出)能量(荧光、磷光)。由此,发光元件1发出白色光。

[0058] 基板2是支撑阳极3的部件。由于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),所以基板2和阳极3被设为各自实质上透明(无色透明、着色透明或者半透明)。

[0059] 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,石英玻璃、钠钙玻璃这样的玻璃材料等,可以使用其中的1种或者组合2种以上使用。

[0060] 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。

[0061] 应予说明,发光元件1是从与基板2相反的一侧射出光的构成(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。

[0062] 作为不透明基板,例如可举出由氧化铝这样的陶瓷材料构成的基板、在不锈钢这样的金属基板的表面形成氧化膜(绝缘膜)的基板、由树脂材料构成的基板等。

[0063] 以下,对构成发光元件1的各部件依次进行说明。

[0064] [阳极]

[0065] 阳极3是介由后面叙述的空穴注入层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,优选使用功函数大且导电性优异的材料。

[0066] 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 、含Sb的 SnO_2 、含Al的 ZnO 等氧化物,Au、Pt、Ag、Cu或者含有它们的合金等,可以使用其中的1种或者组合2种以上使用。

[0067] 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。

[0068] [阴极]

[0069] 另一方面,阴极9是介由后面叙述的电子注入层8向电子输送层7注入电子的电极。作为该阴极9的构成材料,优选使用功函数小的材料。

[0070] 作为阴极9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或者含有它们的合金等,可以使用其中的1种或者组合2种以上(例如,多层的层叠体等)使用。

[0071] 使用合金作为阴极9的构成材料时,特别优选使用含有Ag、Al、Cu等稳定的金属元素的合金,具体而言,特别优选使用MgAg、AlLi、CuLi等合金。通过使用上述合金作为阴极9的构成材料,能够实现阴极9的电子注入效率和稳定性的提高。

[0072] 这样的阴极9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。

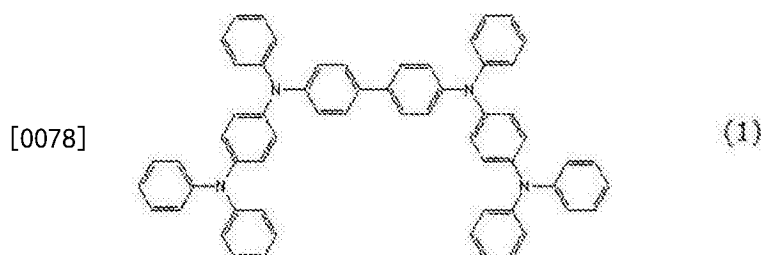
[0073] 应予说明,由于本实施方式的发光元件1是底部发射型,所以对阴极9不特殊要求透光性。

[0074] [空穴注入层]

[0075] 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)。

[0076] 该空穴注入层4含有具有空穴注入性的材料(即空穴注入材料)。

[0077] 作为该空穴注入材料,没有特别限定,例如可举出铜酞菁、4,4',4''-三(N,N-苯基-3-甲基苯基氨基)三苯胺(m-MTDATA)、下述式(1)表示的N,N'-双-(4-二苯基氨基-苯基)-N,N'-二苯基-联苯基-4-4'-二胺等。



[0079] 其中,作为空穴注入材料,从空穴注入性优异这样的观点考虑,优选使用胺系化合物。

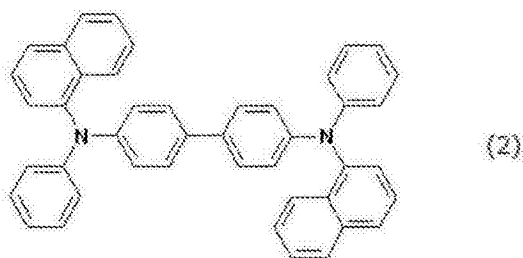
[0080] 这样的空穴注入层4的平均厚度没有特别限定,优选为1~100nm,更优选为1~80nm。由此,能够使发光元件1的驱动电压更低。

[0081] [空穴输送层]

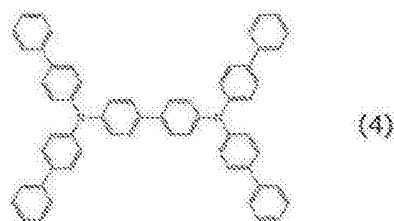
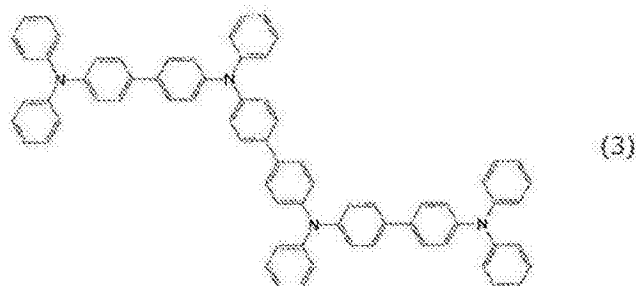
[0082] 空穴输送层5被设置为与空穴注入层4接触,具有将介由空穴注入层4从阳极3注入的空穴输送至红色发光层61的功能。该空穴输送层5的构成材料可以单独或者组合使用各种p型的高分子材料、各种p型的低分子材料,例如,可以使用在其化学结构中具有胺的胺系化合物。

[0083] 胺系化合物是能够利用空穴注入材料适当地拉拔电子而能够容易注入空穴的材料。因此,通过使用胺系化合物作为空穴输送层5的构成材料,能够介由空穴注入层4从阳极3适当地注入空穴,从而发光元件1即便在更低的电压下也能够适当地驱动。

[0084] 作为胺系化合物,例如可举出下述式(2)表示的N,N'-二(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯基-4,4'-二胺(α -NPD)、N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-1,1'-联苯基-4,4'-二胺(TPD)、下述式(3)表示的化合物、下述式(4)表示的化合物等四芳基联苯胺衍生物、四芳基二氨基苄化合物或其衍生物等,可以使用其中的1种或者组合2种以上使用。



[0085]



[0086] 上述中,作为胺系化合物,特别优选使用上述式(2)表示的N,N'-二(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯基-4,4'-二胺(α -NPD)。这样的化合物能够利用空穴注入材料更适当地拉拔电子而能够特别容易注入空穴,从而发光元件1在更低的电压下也能够适当地驱动。

[0087] 这样的空穴输送层5的平均厚度没有特别限定,优选为10~150nm,更优选为10~100nm。

[0088] [发光部]

[0089] 如上所述,发光部6是从阳极3侧层叠红色发光层(第4发光层)61、中间层62、蓝色发光层(第1发光层)63、第1绿色发光层(第2发光层)64和第2绿色发光层(第3发光层)65而成的层叠体。

[0090] 以下,对这些各层依次进行说明。应予说明,在本实施方式中,以下说明的蓝色发光层(第1发光层)63、第1绿色发光层(第2发光层)64和第2绿色发光层(第3发光层)65构成本发明的发光元件具备的第1~第3发光层。

[0091] (红色发光层)

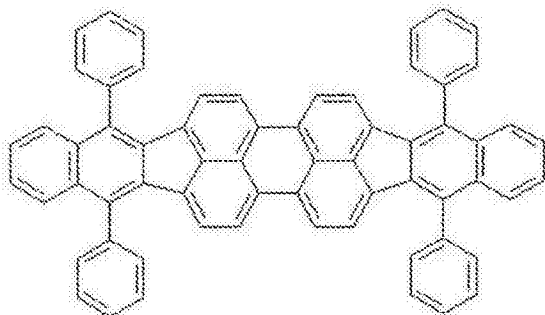
[0092] 红色发光层(第4发光层)61在本实施方式中含有发出红色(第4色)光的红色发光材料(第4发光材料)和保持红色发光材料的主体材料(第4主体材料)而构成。

[0093] 作为这样的红色发光材料,没有特别限定,可以使用各种红色荧光材料、红色磷光材料中的1种或者组合2种以上使用。

[0094] 作为红色荧光材料,只要是产生红色的荧光的物质就没有特别限定,例如可举出下述式(5)所示的四芳基二茚并芘衍生物等芘衍生物、铕配合物、苯并吡喃衍生物、若丹明衍生物、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(ij)喹啉-9-基)乙烯基)-4H-吡喃-4H-叉基)丙二腈

(DCJTB)、4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(对二甲基氨基苯乙烯基)-4H-吡喃(DCM)等。

[0095]



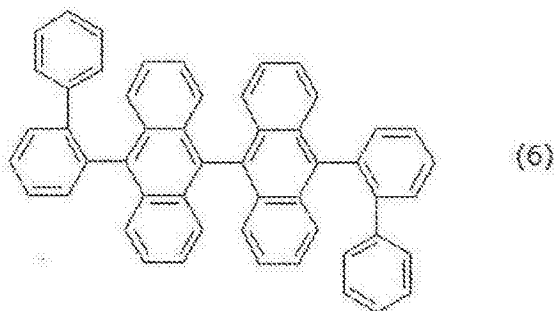
(5)

[0096] 作为红色磷光材料,只要是产生红色的磷光的物质就没有特别限定,例如可举出铱、钕、铂、钼、铈、钇等的金属配合物,还可举出这些金属配合物的配位体内的至少一个具有苯基吡啶骨架、联吡啶骨架、卟啉骨架等的化合物。更具体而言,可举出三(1-苯基异喹啉)合铱、双[2-(2'-苯并[4,5-a]噻吩基)吡啶-N,C^{3'}](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)、双[2-(2'-苯并[4,5-a]噻吩基)吡啶-N,C^{3'}]合铱、双(2-苯基吡啶)(乙酰丙酮)合铱。

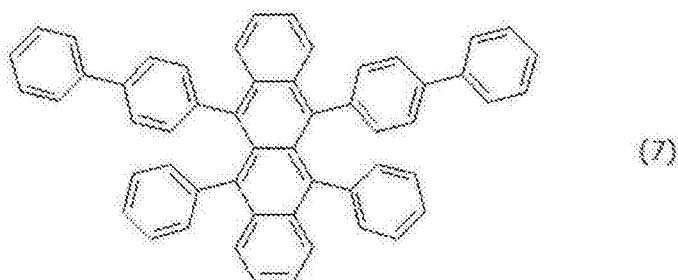
[0097] 另外,作为红色发光层61的构成材料,在含有红色发光材料(发光材料)的基础上,还含有以该红色发光材料为客体材料的主体材料(第4主体材料)。该主体材料具有将空穴与电子再结合而生成激子并使该激子的能量向红色发光材料转移(Forster转移或者Dexter转移)而激发红色发光材料的功能。这样的主体材料例如将作为客体材料的红色发光材料作为发光掺杂剂掺杂到主体材料中而使用。

[0098] 作为这样的第4主体材料,只要是对使用的红色发光材料发挥如上所述的功能的物质,就没有特别限定,红色发光材料含有红色荧光材料时,例如可举出如下述式(6)表示的蒽衍生物、2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(TBADN)这样的蒽衍生物和下述式(7)表示的并四苯衍生物等并苯衍生物(并苯系化合物)、二苯乙烯基芳撑衍生物、茱衍生物、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、三苯胺的四聚体等三芳胺衍生物、噻二唑衍生物、噻咯衍生物、二咪唑衍生物、寡聚噻吩衍生物、苯并吡喃衍生物、三唑衍生物、苯并噻唑衍生物、苯并噻吩衍生物、喹啉衍生物、4,4'-双(2,2'-二苯基乙烯基)联苯(DPVBi)等,也可以单独使用其中的1种或者组合2种以上使用。

[0099] 另外,红色发光材料含有红色磷光材料时,作为第4主体材料,例如可举出3-苯基-4-(1'-萘基)-5-苯基咪唑、4,4'-N,N'-二咪唑联苯(CBP)等咪唑衍生物等,也可以单独使用其中的1种或者组合2种以上使用。



[0100]



[0101] 红色发光层61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%。通过使红色发光材料的含量在这样的范围内，能够使发光效率最佳，能够获得与后面叙述的蓝色发光层63、第1绿色发光层64的发光量的平衡，并且使红色发光层61发光。

[0102] 另外，红色发光层61的平均厚度没有特别限定，优选为1~20nm左右，更优选为3~10nm左右。

[0103] (中间层)

[0104] 中间层62设置为在前面叙述的红色发光层61与后面叙述的蓝色发光层63的层间与它们接触。而且，中间层62具有调节从蓝色发光层63向红色发光层61输送的电子的量的功能。另外，中间层62具有调节从红色发光层61向蓝色发光层63输送的空穴的量的功能。另外，中间层62具有阻止激子的能量在红色发光层61与蓝色发光层63之间转移的功能。利用该功能，能够使红色发光层61和蓝色发光层63各自高效率地发光。其结果，能够使各发光层平衡良好地发光，发光元件1能够发出目标色(在本实施方式中为白色)的光，并且能够实现发光元件1的发光效率和发光寿命的提高。

[0105] 作为这样的中间层62的构成材料，只要是使中间层62能够发挥如上所述的功能的物质就没有特别限定，例如，可以使用具有输送空穴的功能的材料(空穴输送材料)、具有输送电子的功能的材料(电子输送材料)等。

[0106] 作为这样的中间层62中使用的空穴输送材料，只要是使中间层62发挥如上所述的功能的物质，就没有特别限定，例如，可以使用前面叙述的空穴输送材料中的具有胺骨架的胺系化合物，优选使用联苯胺系胺衍生物。

[0107] 联苯胺系胺衍生物中，作为中间层62中使用的胺系化合物，特别优选导入了2个以上的芳香环基的胺系化合物，更优选四芳基联苯胺衍生物。作为这样的联苯胺系胺衍生物，例如可举出上述式(2)表示的N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基(1,1'-联苯基)-4,4'-二胺(α -NPD)、N,N,N',N'-四萘基-联苯胺(TNB)等。这样的胺系化合物一般空穴输送性优异。因此，能够将空穴从红色发光层61经由中间层62顺利地转到蓝色发光层63。

[0108] 作为中间层62中可使用的电子输送材料,只要是使中间层62发挥如上所述的功能的物质,就没有特别限定,例如,可以使用并苯系化合物。并苯系化合物由于电子输送性优异,所以能够将电子从蓝色发光层63经由中间层62顺利地转到红色发光层61。另外,并苯系化合物由于对激子的体制优异,所以防止或抑制由中间层62的激子产生的劣化,其结果,能够使发光元件1的耐久性优异。

[0109] 作为这样的并苯系化合物,例如可举出萘衍生物、蒽衍生物、并四苯衍生物、并五苯衍生物、并六苯衍生物、并七苯衍生物等,可以使用其中的1种或者组合2种以上使用,优选使用萘衍生物、蒽衍生物,更优选使用蒽衍生物。作为蒽衍生物,例如可举出上述式(6)表示的蒽衍生物、2-叔丁基-9,10-二-2-萘基蒽(TBADN)等。

[0110] 此外,作为这样的中间层62的构成材料,可以使用与作为红色发光层61的第4主体材料而说明的物质相同的材料,也可以使用与作为蓝色发光层63的第2辅助掺杂材料而说明的物质相同的材料。

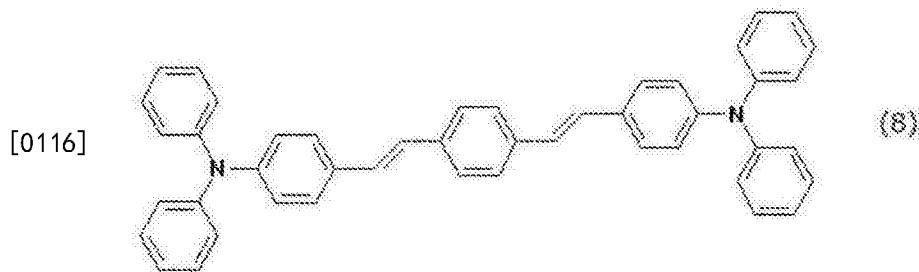
[0111] 另外,中间层62的平均厚度没有特别限定,优选为5~50nm左右,更优选为10~30nm左右。

[0112] (蓝色发光层)

[0113] 蓝色发光层(第1发光层)63发出蓝色(第1色)光,含有发出蓝色(第1色)光的蓝色发光材料(第1发光材料)、保持蓝色发光材料的主体材料(第1主体材料)和具有与该主体材料相反的迁移率的辅助掺杂材料(第1辅助掺杂材料)而构成。

[0114] 作为这样的蓝色发光材料,没有特别限定,可以使用各种蓝色荧光材料、蓝色磷光材料中的1种或者组合2种以上使用。

[0115] 作为蓝色荧光材料,只要是产生蓝色的荧光的物质就没有特别限定,例如可举出下述式(8)表示的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、花和花衍生物、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、蒹衍生物、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-咔唑乙烯基)-1,1'-联苯(BCzVBi)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共聚-(2,5-二甲氧基苯-1,4-二基)]、聚[(9,9-二己氧基芴-2,7-二基)-邻-共聚-(2-甲氧基-5-{2-乙氧基己氧基}亚苯-1,4-二基)]、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共聚-(乙炔基苯)]等,也可以使用其中的1种或者组合2种以上使用。



[0117] 作为蓝色磷光材料,只要是产生蓝色的磷光的物质就没有特别限定,例如可举出铱、钕、铂、钨、铈、钇等的金属配合物。更具体而言,可举出双[4,6-二氟苯基吡啶-N,C^{2'}]-吡啶甲酸合铱、三[2-(2,4-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]合铱、双[2-(3,5-三氟甲基)吡啶-N,C^{2'}]-吡啶甲酰合铱、双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C^{2'})(乙酰丙酮)合铱。

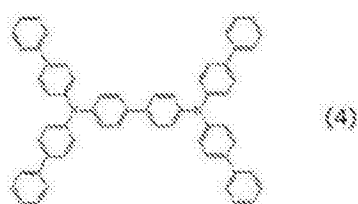
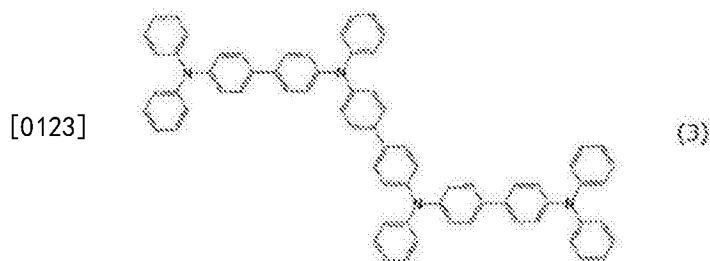
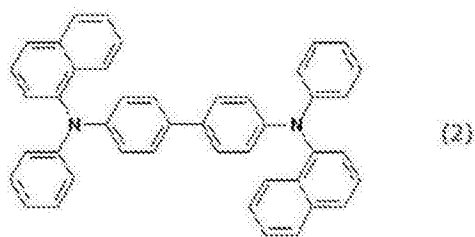
[0118] 另外,作为蓝色发光层63的构成材料,在含有蓝色发光材料(发光材料的基础上,还含有以该蓝色发光材料为客体材料的主体材料(第1主体材料)。该主体材料具有将空穴与电子再结合而生成激子,同时使该激子的能量向蓝色发光材料转移(Forster转移或者Dexter转移)而激发蓝色发光材料的功能。这样的主体材料例如将作为客体材料的蓝色发光材料作为发光掺杂剂掺杂到主体材料中使用。作为这样的第1主体材料,可以使用与作为红色发光层61的第4主体材料说明的物质相同的主体材料,其中,优选并苯系化合物。并苯系化合物由于是电子输送性高的主体材料,所以适合作为需要将电子顺利地供给到红色发光层61侧的蓝色发光层63的主体材料使用。

[0119] 另外,作为蓝色发光层63的构成材料,在含有蓝色发光材料(发光材料)和主体材料(第1主体材料)的基础上,还含有辅助掺杂材料(第1辅助掺杂材料)。

[0120] 该辅助掺杂材料具有与主体材料相反的迁移率,即,在主体材料是电子输送性高的材料时,是空穴输送性高的材料,在主体材料是空穴输送性高的材料时,是电子输送性高的材料。这样辅助掺杂材料通过具有与主体材料相反的迁移率,从而在上述蓝色发光层63中,空穴和电子能够平衡良好地流动,其结果,发挥调节空穴与电子再结合而生成激子的厚度方向的位置的功能。这样的辅助掺杂材料可例如与主体材料混合使用。

[0121] 应予说明,上述构成的蓝色发光层63中,通常需要将电子顺利地供给到红色发光层61侧,所以使用电子输送性高的材料作为主体材料,因此作为辅助掺杂材料,优先选择空穴输送性高的材料。

[0122] 作为辅助掺杂材料(第1辅助掺杂材料),只要是具有与主体材料相反的迁移率的物质就没有特别限定,例如可举出下述式(2)表示的N,N'-二(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯基-4,4'-二胺(α -NPD)、N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-1,1'-联苯基-4,4'-二胺(TPD)、下述式(3)表示的化合物、下述式(4)表示的化合物等四芳基联苯胺衍生物、四芳基二氨基苄化合物或其衍生物(胺系化合物)、噻二唑衍生物、茈衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、喹啉衍生物以及二苯基醌衍生物等,也可以单独使用其中的1种或者组合2种以上使用。



[0124] 蓝色发光层63中的蓝色发光材料的含量(掺杂量)优选为0.01~20wt%,更优选为1~15wt%。通过使蓝色发光材料的含量在这样的范围内,能够使发光效率最佳,能够获得与红色发光层61、后面叙述的第1绿色发光层64的发光量的平衡,并且能够使蓝色发光层63发光。

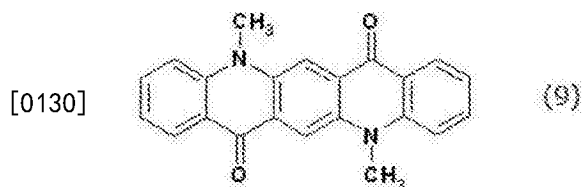
[0125] 另外,蓝色发光层63的平均厚度没有特别限定,优选为5~50nm左右,更优选为10~40nm左右。

[0126] (第1绿色发光层)

[0127] 第1绿色发光层(第2发光层)64发出与蓝色(第1色)颜色不同的绿色(第2色)光,含有发出绿色(第2色)光的绿色发光材料(第2发光材料)、保持绿色发光材料的主体材料(第2主体材料)和具有与该主体材料相反的迁移率的辅助掺杂材料(第2辅助掺杂材料)而构成。

[0128] 作为这样的绿色发光材料,没有特别限定,可以使用各种绿色荧光材料、绿色磷光材料中的1种或者组合2种以上使用。

[0129] 作为绿色荧光材料,只要是产生绿色的荧光的物质就没有特别限定,例如可举出香豆素衍生物、下述式(9)表示的喹吖啶酮衍生物等喹吖啶酮及其衍生物、9,10-双[(9-乙基-3-呋唑)-亚乙烯基(vinylenyl)]-蒽、聚(9,9-二己基-2,7-次亚乙烯基(vinylene)亚芴基(fluorenylene))、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共聚-(1,4-二亚苯基-次亚乙烯基-2-甲氧基-5-{2-乙基己氧基}苯)]、聚[(9,9-二辛基-2,7-二次亚乙烯基亚芴基)-邻-共聚-(2-甲氧基-5-(2-乙氧基己氧基)-1,4-亚苯基)]等,也可以单独使用其中的1种或者组合2种以上使用。



[0131] 作为绿色磷光材料,只要是产生绿色的磷光的物质就没有特别限定,例如可举出铱、钕、铂、钕、铈、钆等的金属配合物。其中,优选这些金属配合物的配位体内的至少一个具有苯基吡啶骨架、联吡啶骨架、卟啉骨架等的化合物。更具体而言,可举出面式-三(2-苯基吡啶)合铱(Ir(ppy)₃)、双(2-苯基吡啶-N,C^{2'}) (乙酰丙酮)合铱、面式-三[5-氟-2-(5-三氟甲基-2-吡啶)苯基-C,N]合铱。

[0132] 另外,作为第1绿色发光层64的构成材料,在含有绿色发光材料(发光材料)的基础上,还含有以该绿色发光材料为客体材料的主体材料(第2主体材料)。该主体材料具有将空穴与电子再结合而生成激子,同时使该激子的能量向绿色发光材料转移(Forster转移或者Dexter转移)而激发绿色发光材料的功能。这样的主体材料例如将作为客体材料的绿色发光材料作为发光掺杂剂而掺杂到主体材料中使用。作为这样的第2主体材料,可以使用与作为红色发光层61的第4主体材料而说明的物质相同的主体材料,其中,优选并苯系化合物。并苯系化合物由于是电子输送性高的主体材料,所以适合作为需要将电子顺利地供给到红色发光层61侧的第1绿色发光层64的主体材料使用。

[0133] 另外,作为第1绿色发光层64的构成材料,在含有绿色发光材料(发光材料)和主体材料(第2主体材料)的基础上,还含有具有与主体材料相反的迁移率的辅助掺杂材料(第2辅助掺杂材料)。

[0134] 该辅助掺杂材料通过具有与主体材料相反的迁移率,从而在上述第1绿色发光层64中,发挥调节空穴与电子再结合而生成激子的厚度方向的位置的功能。这样的辅助掺杂材料可例如与主体材料混合使用。

[0135] 作为这样的辅助掺杂材料(第2辅助掺杂材料),例如,可以使用与作为蓝色发光层63的第1辅助掺杂材料而说明的物质相同的辅助掺杂材料。

[0136] 应予说明,上述构成的第1绿色发光层64中,与蓝色发光层63同样,通常需要将电子顺利地供给到红色发光层61侧,所以使用电子输送性高的材料作为主体材料,因此作为辅助掺杂材料,优先选择空穴输送性高的材料。

[0137] 第1绿色发光层64中的绿色发光材料的含量(掺杂量)优选为0.01~20wt%,更优选为0.5~15wt%。通过使绿色发光材料的含量在这样的范围内,能够使发光效率最佳,能够获得与红色发光层61、蓝色发光层63的发光量的平衡,并且能够使第1绿色发光层64发光。

[0138] 另外,第1绿色发光层64的平均厚度没有特别限定,优选为5~50nm左右,更优选为10~40nm左右。

[0139] (第2绿色发光层)

[0140] 第2绿色发光层(第3发光层)65发出与绿色(第2色)颜色相同的绿色(第3色)光,含有发出绿色(第3色)光的绿色发光材料(第2发光材料)、保持绿色发光材料的主体材料(第3主体材料)和具有与该主体材料相反的迁移率的辅助掺杂材料(第3辅助掺杂材料)而构成。

[0141] 该第2绿色发光层65发出与第1绿色发光层64颜色相同的绿色的光,即,发出与第2

色颜色相同的第3光,除了第2绿色发光层65所含的第3辅助掺杂材料的含量比第1绿色发光层64所含的第2辅助掺杂材料的含量低以外,形成与第1绿色发光层64相同的构成。

[0142] 应予说明,第2绿色发光层65根据蓝色发光层63和第1绿色发光层64所含的辅助掺杂材料(第1辅助掺杂材料和第2辅助掺杂剂)的种类和含量等,可以不含辅助掺杂材料。

[0143] 另外,第2绿色发光层65的平均厚度没有特别限定,优选为5~50nm左右,更优选为10~40nm左右。

[0144] 这样,如上所述,在本实施方式中,在中间层62的阴极9侧,从中间层62(阳极3)侧向阴极9侧依次层叠蓝色发光层63、第1绿色发光层64和第2绿色发光层65作为发光层。

[0145] 这样的蓝色发光层63、第1绿色发光层64和第2绿色发光层65通常需要将电子顺利地供给到红色发光层61侧,所以使用电子输送性高的材料作为主体材料。因此,由于电子的载流子输送性偏差变大,所以载流子的再结合位置集中在中间层62与蓝色发光层63的界面附近。其结果,上述构成的发光元件1中,通常存在呈现局部发生蓝色发光层63的亮度劣化的趋势这样的问题。

[0146] 出于消除上述问题点的目的,使蓝色发光层63、第1绿色发光层64和第2绿色发光层65分别成为除含有发光材料和主体材料之外还含有具有与主体材料相反的迁移率的(空穴输送性高的)辅助掺杂材料作为构成材料的构成。

[0147] 这样通过使发光层63~65含有辅助掺杂材料,能够控制发光层63~65中的载流子输送性。其结果,调节空穴与电子再结合而生成激子的厚度方向的位置,实现发光元件1的高效率化和长寿命化。然而,如果仅单纯地含有辅助掺杂材料,或者仅控制主体材料和辅助掺杂材料的HOMO、LUMO的关系,则无法充分控制空穴和电子的载流子输送性,无法将发光层63~65中的载流子的再结合位置设定成良好的位置。

[0148] 更具体而言,通过含有辅助掺杂材料,从而在发光层63~65中顺利地输送空穴,由此导致空穴被供给到第2绿色发光层65的阴极9侧,产生电子输送层7等所含的构成材料变质·劣化,发光元件1的发光特性下降这样的新问题。

[0149] 针对上述问题点,本发明中,将蓝色发光层(第1发光层)63、第1绿色发光层(第2发光层)64和第2绿色发光层(第3发光层)65所含的辅助掺杂材料(第1辅助掺杂材料、第2辅助掺杂材料和第3辅助掺杂材料)的含量分别设为 $C_{\text{Assist}}(\text{EML1})$ 、 $C_{\text{Assist}}(\text{EML2})$ 和 $C_{\text{Assist}}(\text{EML3})$ 时,以满足下述关系式(A)的方式设定上述辅助掺杂材料的含量。

[0150] $C_{\text{Assist}}(\text{EML1}) \geq C_{\text{Assist}}(\text{EML2}) > C_{\text{Assist}}(\text{EML3}) \geq 0 \cdots (\text{A})$

[0151] 这样,本发明中,第2绿色发光层65中的辅助掺杂材料的含量被设定成比蓝色发光层63和第1绿色发光层64中的辅助掺杂材料的含量低。由此,在蓝色发光层63和第1绿色发光层64中,空穴被顺利地输送,但在第2绿色发光层65中,与蓝色发光层63和第1绿色发光层64相比,空穴的输送受阻。其结果,可靠地抑制或防止通过了蓝色发光层63和第1绿色发光层64的空穴通过第2绿色发光层65内而到达第2绿色发光层65的阴极9侧。即,第2绿色发光层65发挥作为抑制或防止空穴通过发光层63~65的阴极9侧的阻挡层的功能。因此,能够可靠地抑制或防止电子输送层7等所含的构成材料的变质·劣化。

[0152] 由此,能够使载流子再结合的位置充分远离中间层62与蓝色发光层63的界面附近,并且能够使该再结合位点在发光层63~65的整个范围适当地分散,抑制界面附近的局部的发光材料(掺杂剂材料)的劣化。其结果,发光元件1具有优异的发光特性和长时间持续

上述发光特性的寿命特性。

[0153] 另外,将发光层63~65中的空穴的迁移率分别设为 μ_h [cm^2/Vs]、并将电子的迁移率设为 μ_e [cm^2/Vs]时,在发光层63、64中,优选迁移率比 μ_e/μ_h ,即发光层63、64中的空穴的迁移率与电子的迁移率的关系满足下述式(1)的关系。

[0154] $0.01 \leq \mu_e/\mu_h \leq 100 \cdots (1)$

[0155] 通过满足上述关系式(A),能够容易地满足上述式(1)的关系,由此,在发光层63、64中,能够使空穴和电子能够更平衡良好地流动。因此,能够使载流子再结合的位置(再结合位点)充分远离中间层62与蓝色发光层63的界面附近,并且能够使该再结合位点在发光层63、64更宽范围地分散,能够更可靠地发挥上述效果。

[0156] 应予说明,迁移率比 μ_e/μ_h 的值可以利用阻抗谱法测定发光层的空穴迁移率和电子迁移率并得到它们的比而求出。

[0157] 另外,如上述式(1)所示, μ_e/μ_h 值优选为0.01~100,更优选为0.1~10。由此,能够使发光层63、64中的再结合位点更可靠地分散。

[0158] 另外,在第2绿色发光层65中,优选迁移率比 μ_e/μ_h ,即第2绿色发光层65中的空穴的迁移率与电子的迁移率的关系满足下述式(2)的关系。

[0159] $\mu_e/\mu_h \geq 100 \cdots (2)$

[0160] 通过满足上述关系式(A),能够容易地满足上述式(2)的关系,由此,第2绿色发光层65中,能够更可靠地抑制或防止通过了发光层63、64的空穴通过第2绿色发光层65内而到达第2绿色发光层65的阴极9侧。另外,能够使防止了到达第2绿色发光层65的阴极9侧的空穴在第2绿色发光层65中与电子再结合,因此实现第2绿色发光层65的发光效率的提高。

[0161] 另外,如上述式(2)所示, μ_e/μ_h 值优选为100以上,更优选为200以上。由此,更可靠地防止空穴到达第2绿色发光层65的阴极9侧,因此能够进一步提高第2绿色发光层65的发光效率。

[0162] 另外,使用前面叙述的化合物中的并苯系化合物作为主体材料时,作为辅助掺杂材料(第1~第3辅助掺杂材料),优选分别为胺系化合物。由此,通过满足上述关系式(A),能够使 μ_e/μ_h 值的大小容易满足上述关系式(1)和(2)。

[0163] 此外,作为并苯系化合物,优选是由上述式(4)表示的化合物。由此,能够更显著地发挥上述效果。

[0164] 另外,优选各发光层63~65所含的辅助掺杂材料(第1~第3辅助掺杂材料)同种或者相同(尤其是相同),并且优选各发光层63~65所含的主体材料(第1~第3主体材料)同种或者相同(尤其是相同)。由此,通过满足上述关系式(A),能够使 μ_e/μ_h 值的大小更容易满足上述关系式(1)和(2)。

[0165] 另外,就辅助掺杂材料的含量而言,具体而言,在发光层63、64中,优选为20wt%~70wt%,更优选为20wt%~50wt%。通过将辅助掺杂材料的含量设定在上述范围内,能够容易地设定成满足上述关系式(1)。此外,在第2绿色发光层65中,优选为0wt%以上且低于20wt%,更优选为0wt%~10wt%。通过将辅助掺杂材料的含量设定在上述范围内,能够容易地设定成满足上述关系式(2)。

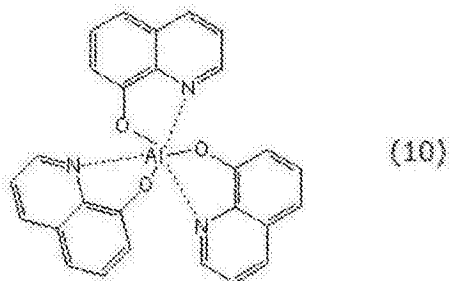
[0166] 另外,第1绿色发光层64和第2绿色发光层65的膜厚只要各自在如上所述的范围内就没有特别限定,但将各自的膜厚设为 $T(\text{EML}2)$ 和 $T(\text{EML}3)$ 时,优选满足 $T(\text{EML}2) \leq T(\text{EML}3)$

的关系。这样,通过使第2绿色发光层65具有与第1绿色发光层64的膜厚相同、或者比其厚的膜厚,从而对第2绿色发光层65能够更可靠地发挥作为抑制或防止空穴通过发光层63~65的阴极9侧的阻挡层的功能。

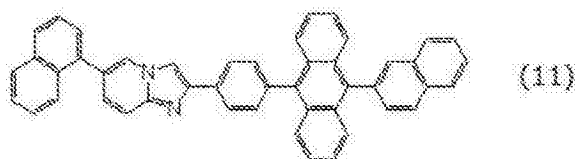
[0167] (电子输送层)

[0168] 电子输送层7具有将介由电子注入层8从阴极9注入的电子输送至第2绿色发光层65的功能。

[0169] 作为电子输送层7的构成材料(电子输送材料),例如可举出2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(BCP)等菲咯啉衍生物、以下述式(10)表示的三(8-羟基喹啉)铝(Alq_3)等8-羟基喹啉或其衍生物为配位体的有机金属配合物等的喹啉衍生物、如下述式(11)表示的化合物这样的咪唑并[1,2-a]吡啉(Azaindolizine)衍生物、噁二唑衍生物、茈衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、喹啉衍生物、二苯基酮衍生物、硝基取代茈衍生物等,可以使用其中的1种或者组合2种以上使用。



[0170]



[0171] 电子输送层7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。

[0172] (电子注入层)

[0173] 电子注入层8具有提高从阴极9的电子注入效率的功能。

[0174] 作为该电子注入层8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。

[0175] 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)、碱土金属硫属化合物、碱金属的卤化物和碱土金属的卤化物等,可以使用其中的1种或者组合2种以上使用。通过将它们作为主材料而构成电子注入层,能够进一步提高电子注入性。尤其是碱金属化合物(碱金属硫属化合物、碱金属的卤化物等)的功函数非常小,通过使用它构成电子注入层8,从而发光元件1可得到高亮度。

[0176] 作为碱金属硫属化合物,例如可举出 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se 、 NaO 等。

[0177] 作为碱土金属硫属化合物,例如可举出 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 、 MgO 、 CaSe 等。

[0178] 作为碱金属的卤化物,例如可举出 CsF 、 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl 、 NaCl 等。

[0179] 作为碱土金属的卤化物,例如可举出 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 、 BeF_2 等。

[0180] 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和Zn中的至少一种元素的氧化物、氮化物或者氧化氮化物等,可以使用其中的1种或者组合使用2种以上。

[0181] 电子注入层8的平均厚度没有特别限定,优选为0.1~1000nm左右,更优选为0.2~100nm左右,进一步优选为0.2~50nm左右。

[0182] (密封部件)

[0183] 密封部件10以覆盖阳极3、层叠体15和阴极9的方式设置,气密地密封它们,具有阻挡氧、水分的功能。通过设置密封部件10,可得到提高发光元件1的可靠性、防止变质・劣化(提高耐久性)等效果。

[0184] 作为密封部件10的构成材料,例如可举出Al、Au、Cr、Nb、Ta、Ti或者含有它们的合金,氧化硅、各种树脂材料等。应予说明,使用具有导电性的材料作为密封部件10的构成材料时,为了防止短路,优选在密封部件10与阳极3、层叠体15和阴极9之间,根据需要而设置绝缘膜

[0185] 另外,密封部件10可以以平板状与基板2对置并使用例如热固性树脂等密封材将它们之间进行密封。

[0186] 如上的发光元件1例如可以如下制造。

[0187] [1]首先,准备基板2,在该基板2上形成阳极3。

[0188] 阳极3可以使用例如等离子体CVD、热CVD这样的化学蒸镀法(CVD)、真空蒸镀等干式镀膜法、电镀等湿式镀膜法、熔射法、溶胶・凝胶法、MOD法、金属箔的接合等来形成。

[0189] [2]接下来,在阳极3上形成空穴注入层4。

[0190] 空穴注入层4可以利用例如采用CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相工艺来形成。

[0191] 另外,空穴注入层4通过例如在阳极3上供给将空穴注入材料溶解于溶剂或者分散于分散介质而成的空穴注入层形成用材料后,进行干燥(脱溶剂或者脱分散介质)也能够形成。

[0192] 作为空穴注入层形成用材料的供给方法,例如,还可以使用旋涂法、辊涂法,喷墨印刷法等各种涂布法。通过使用上述涂布法,能够较容易地形成空穴注入层4。

[0193] 作为空穴注入层形成用材料的制备中使用的溶剂或者分散介质,例如可举出各种无机溶剂、各种有机溶剂或者含有它们的混合溶剂等。

[0194] 应予说明,干燥可以通过例如在大气压或者减压气氛中的放置、加热处理、非活性气体的喷吹等来进行。

[0195] 另外,在本工序之前,可以在阳极3的上表面实施氧等离子体处理。由此,能够进行对阳极3的上表面赋予亲液性、除去(清洗)附着于阳极3的上表面的有机物、调节阳极3的上表面附近的功函数等操作。

[0196] 在此,作为氧等离子体处理的条件,例如,优选设为等离子体功率100~800W左右、氧气流量50~100mL/min左右、被处理部件(阳极3)的搬运速度0.5~10mm/sec左右、基板2的温度70~90℃左右。

[0197] [3]接下来,在空穴注入层4上形成空穴输送层5。

[0198] 空穴输送层5可以利用例如采用了CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相

工艺来形成。

[0199] 另外,通过在空穴注入层4上供给将空穴输送材料溶解于溶剂或者分散于分散介质而成的空穴输送层形成用材料后,进行干燥(脱溶剂或者脱分散介质)也能够形成。

[0200] [4]接下来,在空穴输送层5上形成红色发光层61。

[0201] 红色发光层61可以利用例如采用CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相工艺来形成。

[0202] [5]接下来,在红色发光层61上形成中间层62。

[0203] 中间层62可以利用例如采用CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相工艺来形成。

[0204] [6]接下来,在中间层62上形成蓝色发光层63。

[0205] 蓝色发光层63可以利用例如采用CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相工艺来形成。

[0206] [7]接下来,在蓝色发光层63上形成第1绿色发光层64。

[0207] 第1绿色发光层64可以利用例如采用CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相工艺来形成。

[0208] [8]接下来,在第1绿色发光层64上形成第2绿色发光层65。

[0209] 第2绿色发光层65可以利用例如采用CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相工艺来形成。

[0210] [9]接下来,在第2绿色发光层65上形成电子输送层7。

[0211] 电子输送层7可以利用例如采用CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相工艺来形成。

[0212] 另外,电子输送层7通过例如在第2绿色发光层65上供给将电子输送材料溶解于溶剂或者分散于分散介质而成的电子输送层形成用材料后,进行干燥(脱溶剂或者脱分散介质)也能够形成。

[0213] [10]接下来,在电子输送层7上形成电子注入层8。

[0214] 使用无机材料作为电子注入层8的构成材料时,电子注入层8可以利用例如采用CVD法、真空蒸镀、溅射等干式镀膜法等的气相工艺,并使用无机微粒油墨的涂布和煅烧等来形成。

[0215] [11]接下来,在电子注入层8上形成阴极9。

[0216] 阴极9可以使用例如真空蒸镀法、溅射法、金属箔的接合、金属微粒油墨的涂布和煅烧等来形成。

[0217] 经过如上的工序,可得到发光元件1。

[0218] 最后,以覆盖所得到的发光元件1的方式盖上密封部件10,与基板2接合。

[0219] 如上所述的发光元件1例如能够在发光装置(本发明的发光装置)中使用。

[0220] 由于这样的发光装置具有如上所述的发光元件1,所以能够在较低电压下驱动。

[0221] 另外,这样的发光装置例如能够作为照明等中使用的光源等来使用。

[0222] 另外,通过将发光装置中的多个发光元件1配置成矩阵状,能够构成在显示器装置中使用的发光装置。

[0223] 接下来,对使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。

[0224] 图2是表示使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。

[0225] 图2所示的显示器装置100具有发光装置101和滤色器19R、19G、19B,该发光装置101具备与子像素100R、100G、100B对应设置的多个发光元件1R、1G、1B。在此,显示器装置100是顶部发射结构的显示器面板。应予说明,作为显示器装置的驱动方式,没有特别限定,可以有源矩阵方式、无源矩阵方式中的任一种。

[0226] 发光装置101具有基板21、发光元件1R、1G、1B以及驱动用晶体管24。

[0227] 在基板21上设置多个驱动用晶体管24,以覆盖这些驱动用晶体管24的方式形成由绝缘材料构成的平坦化层22。

[0228] 各驱动用晶体管24具有由硅构成的半导体层241、形成于半导体层241上的栅绝缘层242、形成于栅绝缘层242上的栅电极243、源电极244和漏电极245。

[0229] 在平坦化层22上与各驱动用晶体管24对应而设置有发光元件1R、1G、1B。

[0230] 发光元件1R是在平坦化层22上依次层叠反射膜32、防腐蚀膜33、阳极3、层叠体15、阴极9、阴极盖34。在本实施方式中,各发光元件1R、1G、1B的阳极3构成像素电极,利用导电部(配线)27与各驱动用晶体管24的漏电极245电连接。另外,各发光元件1R、1G、1B的阴极9被作为共用电极。

[0231] 应予说明,发光元件1G、1B的构成与发光元件1R的构成相同。另外,在图2中,对于与图1相同的构成,标记相同符号。另外,反射膜32的构成(特性)根据光的波长,在发光元件1R、1G、1B间可以不同。

[0232] 在邻接的发光元件1R、1G、1B彼此之间设置隔壁31。

[0233] 另外,在这样构成的发光装置101上以覆盖它的方式形成由环氧树脂构成的环氧树脂层35。

[0234] 滤色器19R、19G、19B与发光元件1R、1G、1B对应地设置在前面叙述的环氧树脂层35上。

[0235] 滤色器19R将来自发光元件1R的白色光W转换成红色。另外,滤色器19G将来自发光元件1G的白色光W转换成绿色。另外,滤色器19B将来自发光元件1B的白色光W转换成蓝色。通过将这样的滤色器19R、19G、19B与发光元件1R、1G、1B组合使用,能够显示全彩色图像。

[0236] 另外,在邻接的滤色器19R、19G、19B彼此之间形成了遮光层36。由此,能够防止不希望的子像素100R、100G、100B发光。

[0237] 然后,在滤色器19R、19G、19B和遮光层36上以覆盖它们的方式设置了密封基板20。

[0238] 如上说明的显示器装置100可以是单色显示,也可以通过选择各发光元件1R、1G、1B中使用的发光材料而进行彩色显示。

[0239] 这样的显示器装置100(本发明的显示装置)由于使用如上所述的发光装置,所以能够在较低电压下驱动。因此,能够以少的耗电而显示高品质的图像。

[0240] 图3是表示使用了本发明的电子设备的移动型(或者笔记本型)的电脑的构成的立体图。

[0241] 该图中,电脑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被支撑于主体部1104。

[0242] 该电脑1100中,显示单元1106具备的显示部由前面叙述的显示器装置100构成。

[0243] 图4是表示使用了本发明的电子设备的手机(也包括PHS)的构成的立体图。

[0244] 该图中,手机1200具备多个操作按钮1202、听筒1204和话筒1206,并且具备显示部。

[0245] 手机1200中,该显示部由前面叙述的显示器装置100构成。

[0246] 图5是表示使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,该图中,还简单地示出了与外部设备的连接。

[0247] 在此,通常的照相机是利用被摄体的光学图像对银盐照相胶片感光,与此相对,数码相机1300是利用CCD (Charge Coupled Device) 等摄像元件对被摄体的光学图像进行光电变换而生成摄像信号(图像信号)。

[0248] 在数码相机1300中的机壳(机身)1302的背面设有显示部,是基于利用CCD生成的摄像信号进行显示的构成,作为使被摄体以电子图像显示的取景器发挥功能。

[0249] 数码相机1300中,该显示部由前面叙述的显示器装置100构成。

[0250] 在机壳的内部设有电路基板1308。该电路基板1308设有可储存(记忆)摄像信号的存储器。

[0251] 另外,在机壳1302的正面侧(在图示的构成中为背面侧)设有包括光学透镜(摄像光学系统)、CCD等在内的受光单元1304。

[0252] 摄像者确认在显示部显示的被摄体图像并按下快门按钮1306时,此时的CCD的摄像信号被传送・储存于电路基板1308的存储器。

[0253] 另外,该数码相机1300中,在机壳1302的侧面设有视频信号输出端子1312和数据通信用的输入输出端子1314。然后,如图所示,根据需要将电视监视器1430与视频信号输出端子1312连接,将电脑1440与数据通信用的输入输出端子1314连接。进而,通过规定的操作,形成储存于电路基板1308的存储器的摄像信号被输出到电视监视器1430、电脑1440的构成。

[0254] 应予说明,本发明的电子设备除用于图3的电脑(移动型电脑)、图4的手机、图5的数码相机之外,例如,还可用于电视、摄像机、取景器型、监视直视型的录像机、便携式电脑、车辆导航装置、传呼机、电子记事本(也包括带通信功能的)、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、具备触摸面板的设备(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、计量器类(例如车辆、飞机、船舶的计量器类)、飞行模拟器、其它的各种监视器类、投影仪等投射型显示装置等。

[0255] 以上,基于图示的实施方式对本发明的发光元件、发光装置、显示装置和电子设备进行了说明,但本发明不限于这些实施方式。

[0256] 例如,在前面叙述的实施方式中,对发光元件具备的蓝色发光层、第1绿色发光层和第2绿色发光层含有发光材料、主体材料和辅助掺杂材料而构成的情况进行了说明,但并不限于上述情况,例如,发光元件具备的红色发光层也可以含有发光材料、主体材料和辅助掺杂材料而构成。

[0257] 另外,在上述实施方式中,对发光元件具有4层的发光层的情况进行了说明,但发光层也可以是5层以上。

[0258] 实施例

[0259] 接下来,对本发明的具体实施例进行说明。

[0260] 1.发光元件的制造

[0261] (实施例1)

[0262] <1>首先,准备平均厚度为0.5mm的透明的玻璃基板。接下来,利用溅射法在该基板上形成平均厚度为50nm的ITO电极(阳极)。

[0263] 然后,将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。

[0264] <2>接下来,利用真空蒸镀法将上述式(2)表示的N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基(1,1'-联苯基)-4,4'-二胺(α -NPD)蒸镀到ITO电极上,形成平均厚度为40nm的空穴输送层。

[0265] <3>接下来,利用真空蒸镀法将红色发光层的构成材料蒸镀到空穴输送层上,形成平均厚度为5nm的红色发光层(第4发光层)。作为红色发光层的构成材料,使用上述式(5)表示的四芳基二苊并茈萘衍生物作为红色发光材料(客体材料),使用上述式(7)表示的并四苯衍生物作为主体材料。另外,将红色发光层中的发光材料(掺杂剂)的含量(掺杂浓度)设为1.5wt%。

[0266] <4>接下来,利用真空蒸镀法使中间层的构成材料蒸镀到红色发光层上,形成平均厚度为20nm的中间层。作为中间层的构成材料,使用将上述式(6)所示的蒽衍生物与上述式(4)表示的化合物以50:50混合而得的混合物。

[0267] <5>接下来,利用真空蒸镀法使蓝色发光层的构成材料蒸镀到中间层上,形成平均厚度15nm的蓝色发光层(第1发光层)。作为蓝色发光层的构成材料,使用上述式(8)表示的二苯乙烯基二胺系化合物作为蓝色发光材料,使用上述式(6)表示的蒽衍生物作为主体材料,使用上述式(4)表示的胺衍生物作为辅助掺杂材料。另外,将蓝色发光层中的蓝色发光材料(掺杂剂)的含量(掺杂浓度)设为8.0wt%,将上述式(6)表示的蒽衍生物与上述式(4)表示的胺衍生物的混合比设为70:30。

[0268] <6>接下来,利用真空蒸镀法使第1绿色发光层的构成材料蒸镀到蓝色发光层上,形成平均厚度为5nm的第1绿色发光层(第2发光层)。作为第1绿色发光层的构成材料,使用上述式(9)表示的喹吖啶酮衍生物作为绿色发光材料(客体材料),使用上述式(6)表示的蒽衍生物作为主体材料,使用上述式(4)表示的胺衍生物作为辅助掺杂材料。另外,将第1绿色发光层中的绿色发光材料(掺杂剂)的含量(掺杂浓度)设为1.0wt%,将上述式(6)表示的蒽衍生物与上述式(4)表示的胺衍生物的混合比设为70:30。

[0269] <7>接下来,利用真空蒸镀法使第2绿色发光层的构成材料蒸镀到第1绿色发光层上,形成平均厚度为10nm的第2绿色发光层(第3发光层)。作为第2绿色发光层的构成材料,使用上述式(9)表示的喹吖啶酮衍生物作为绿色发光材料(客体材料),使用上述式(6)表示的蒽衍生物作为主体材料,并且省略了辅助掺杂材料的添加。另外,将第2绿色发光层中的绿色发光材料(掺杂剂)的含量(掺杂浓度)设为1.0wt%。

[0270] 应予说明,上述工序<5>~<7>中使用的上述式(6)表示的蒽衍生物的HOMO能级、LUMO能级、空穴的迁移率和电子的迁移率分别是5.9[eV]、2.9[eV]、低于 $1.0 \times 10^{-9} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$ 和 $7.0 \times 10^{-6} [\text{cm}^2/\text{V}]$ 。另外,上述工序<5>、<6>中使用的上述式(4)表示的胺衍生物的HOMO能级、LUMO能级、空穴的迁移率和电子的迁移率分别是5.6[eV]、2.5[eV]、 9.0×10^{-4}

[cm^2/Vs]和低于 $1.0 \times 10^{-9} [\text{cm}^2/\text{V}]$ 。

[0271] <8>接下来,利用真空蒸镀法使上述式(11)表示的咪唑并[1,2-a]吡啶衍生物在第2绿色发光层上成膜,形成平均厚度为25nm的电子输送层。

[0272] <9>接下来,利用真空蒸镀法使氟化锂(LiF)在电子输送层上成膜,形成平均厚度为1nm的电子注入层。

[0273] <10>接下来,利用真空蒸镀法使Al在电子注入层上成膜。由此,形成由Al构成的平均厚度为100nm的阴极。

[0274] <11>接下来,以覆盖已形成的各层的方式盖上玻璃制的保护盖(密封部件),并利用环氧树脂固定、密封。

[0275] 通过以上的工序制造发白色光的图1所示的实施例1的发光元件。

[0276] (实施例2)

[0277] 将上述工序<7>中使用的第2绿色发光层的构成材料换成以下所示的材料,除此之外,与上述实施例1同样地制造实施例2的发光元件。

[0278] 即,作为第2绿色发光层的构成材料,使用上述式(9)表示的喹吖啶酮衍生物作为绿色发光材料(客体材料),使用上述式(6)表示的蒽衍生物作为主体材料,使用上述式(4)表示的胺衍生物作为辅助掺杂材料。另外,将第2绿色发光层中的绿色发光材料(掺杂剂)的含量(掺杂浓度)设为1.0wt%,将上述式(6)表示的蒽衍生物与上述式(4)表示的胺衍生物的混合比设为90:10。

[0279] (比较例1)

[0280] 将上述工序<5>和上述工序<6>中使用的蓝色发光层和第1绿色发光层的构成材料分别换成以下所示材料,进而省略了上述工序<7>,而省略了第2绿色发光层的形成,除此之外,与上述实施例1同样地制造比较例1的发光元件。

[0281] 即,作为蓝色发光层的构成材料,使用上述式(8)表示的二苯乙烯基二胺系化合物作为蓝色发光材料,使用上述式(6)表示的蒽衍生物作为主体材料,进而省略了辅助掺杂材料的添加。另外,将蓝色发光层中的蓝色发光材料(掺杂剂)的含量(掺杂浓度)设为8.0wt%。

[0282] 另外,作为第1绿色发光层的构成材料,使用上述式(9)表示的喹吖啶酮衍生物作为绿色发光材料(客体材料),使用上述式(6)表示的蒽衍生物作为主体材料,进而省略了辅助掺杂材料的添加。另外,将第1绿色发光层中的绿色发光材料(掺杂剂)的含量(掺杂浓度)设为1.0wt%。

[0283] (比较例2)

[0284] 使上述工序<6>中形成的第1绿色发光层的厚度为平均厚度15nm,进而省略了上述工序<7>,而省略了第2绿色发光层的形成,除此之外,与上述实施例1同样地制造比较例2的发光元件。

[0285] 表1中示出如上所述得到的发光元件的构成材料的种类和含量以及膜厚等。

[0286] 表1

[0287]

表1

		膜厚: nm																	
		HTL		R-EML		中间层		EML1(Blue)			EML2(Green-1)			EML3(Green-2)			ETL	EBL	Cathode
		HTL-1		Host-2	RD	Host-1	AD-1	Host-1	AD-1	BD	Host-1	AD-1	GD	Host-1	-	GD	ETL-1	LIF	Al
实施例1	材料																		
	浓度				15wt%		50:50	70:30	AD-1	8wt%	70:30	AD-1	1wt%		1wt%				
	膜厚	40		5			20		15			5			10		25	1	100
	材料	HTL-1		Host-2	RD	Host-1	AD-1	Host-1	AD-1	BD	Host-1	AD-1	GD	Host-1	AD-1	GD	ETL-1	LIF	Al
实施例2	浓度				15wt%		50:50	70:30		8wt%	70:30	AD-1	1wt%	90:10		1wt%			
	膜厚	40		5			20		15			5			10		25	1	100
	材料	HTL-1		Host-2	RD	Host-1	AD-1	Host-1	-	BD	Host-1	-	GD				ETL-1	LIF	Al
	浓度				15wt%		50:50			8wt%			1wt%						
比较例1	膜厚	40		5			20		15			15					25	1	100
	材料	HTL-1		Host-2	RD	Host-1	AD-1	Host-1	AD-1	BD	Host-1	AD-1	GD				ETL-1	LIF	Al
比较例2	浓度				15wt%		50:50	70:30		8wt%	70:30	AD-1	1wt%						
	膜厚	40		5			20		15			15					25	1	100

[0288] 2. 评价

[0289] 2-1. 迁移率比 μ_e/μ_h 的评价

[0290] 对实施例1、2和比较例1、2的发光元件,利用阻抗谱法测定各发光层的空穴迁移率和电子迁移率,得到它们的比,从而求出迁移率比 μ_e/μ_h 。

[0291] 2-2.发光寿命的评价

[0292] 对于实施例1、2和比较例1、2的发光元件,使用直流电源,使发光元件以使初始亮度恒定的方式发光,并使用亮度计测定亮度,测定其亮度成为初始的亮度的80%的时间(LT80),对实施例1、2、比较例2的发光元件,求出将用比较例1的发光元件测定的LT80设为100时的相对值。

[0293] 表2中示出上述的评价结果。

[0294] 表2

表2

	寿命LT80	μ_e/μ_h		
		EML1	EML2	EML3
[0295] 实施例1	230	6	10	>7000
实施例1	220	6	10	6000
比较例1	100	>7000	>7000	-
比较例2	180	6	10	-

[0296] 由表2可知,实施例1、2的发光元件满足了上述关系式(A),其结果,与比较例1、2相比,发光寿命长。

[0297] 符号说明

[0298] 1、1B、1G、1R·····发光元件

[0299] 2·····基板

[0300] 3·····阳极

[0301] 4·····空穴注入层

[0302] 5·····空穴输送层

[0303] 6·····发光部

[0304] 61·····红色发光层(第4发光层)

[0305] 62·····中间层

[0306] 63·····蓝色发光层(第1发光层)

[0307] 64·····第1绿色发光层(第2发光层)

[0308] 65·····第2绿色发光层(第3发光层)

[0309] 7·····电子输送层

[0310] 8·····电子注入层

[0311] 9·····阴极

[0312] 10·····密封部件

[0313] 15·····层叠体

[0314] 19B、19G、19R·····滤色器

[0315] 100·····显示器装置

[0316] 101·····发光装置

- [0317] 100R、100G、100B • • • • • 子像素
- [0318] 20 • • • • • 密封基板
- [0319] 21 • • • • • 基板
- [0320] 22 • • • • • 平坦化层
- [0321] 24 • • • • • 驱动用晶体管
- [0322] 241 • • • • • 半导体层
- [0323] 242 • • • • • 栅绝缘层
- [0324] 243 • • • • • 栅电极
- [0325] 244 • • • • • 源电极
- [0326] 245 • • • • • 漏电极
- [0327] 27 • • • • • 配线
- [0328] 31 • • • • • 隔壁
- [0329] 32 • • • • • 反射膜
- [0330] 33 • • • • • 防腐蚀膜
- [0331] 34 • • • • • 阴极盖
- [0332] 35 • • • • • 环氧树脂层
- [0333] 36 • • • • • 遮光层
- [0334] 1100 • • • • • 电脑
- [0335] 1102 • • • • • 键盘
- [0336] 1104 • • • • • 主体部
- [0337] 1106 • • • • • 显示单元
- [0338] 1200 • • • • • 手机
- [0339] 1202 • • • • • 操作按钮
- [0340] 1204 • • • • • 听筒
- [0341] 1206 • • • • • 话筒
- [0342] 1300 • • • • • 数码相机
- [0343] 1302 • • • • • 机壳(机身)
- [0344] 1304 • • • • • 受光单元
- [0345] 1306 • • • • • 快门按钮
- [0346] 1308 • • • • • 电路基板
- [0347] 1312 • • • • • 视频信号输出端子
- [0348] 1314 • • • • • 数据通信用的输入输出端子
- [0349] 1430 • • • • • 电视监视器
- [0350] 1440 • • • • • 电脑

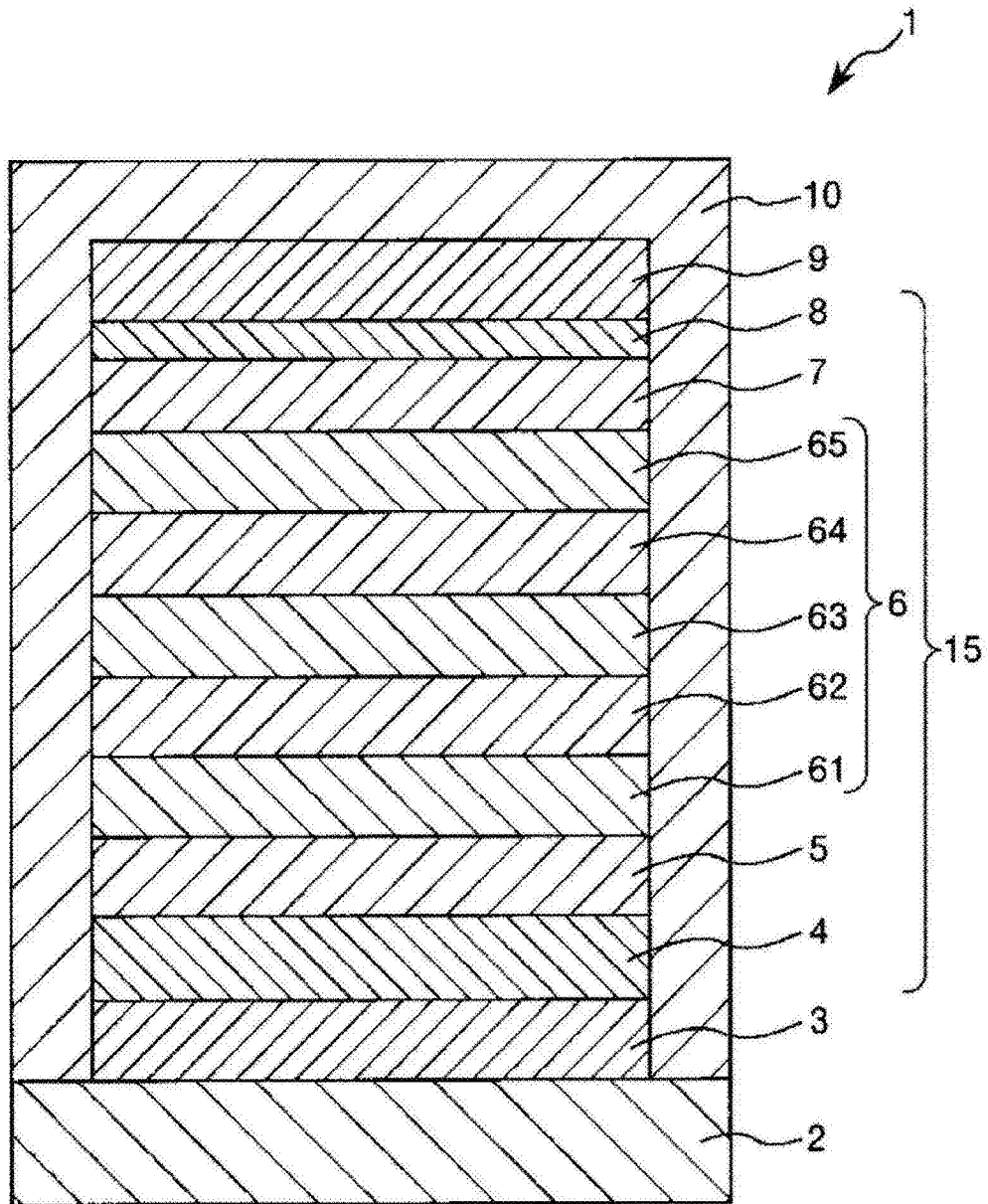


图1

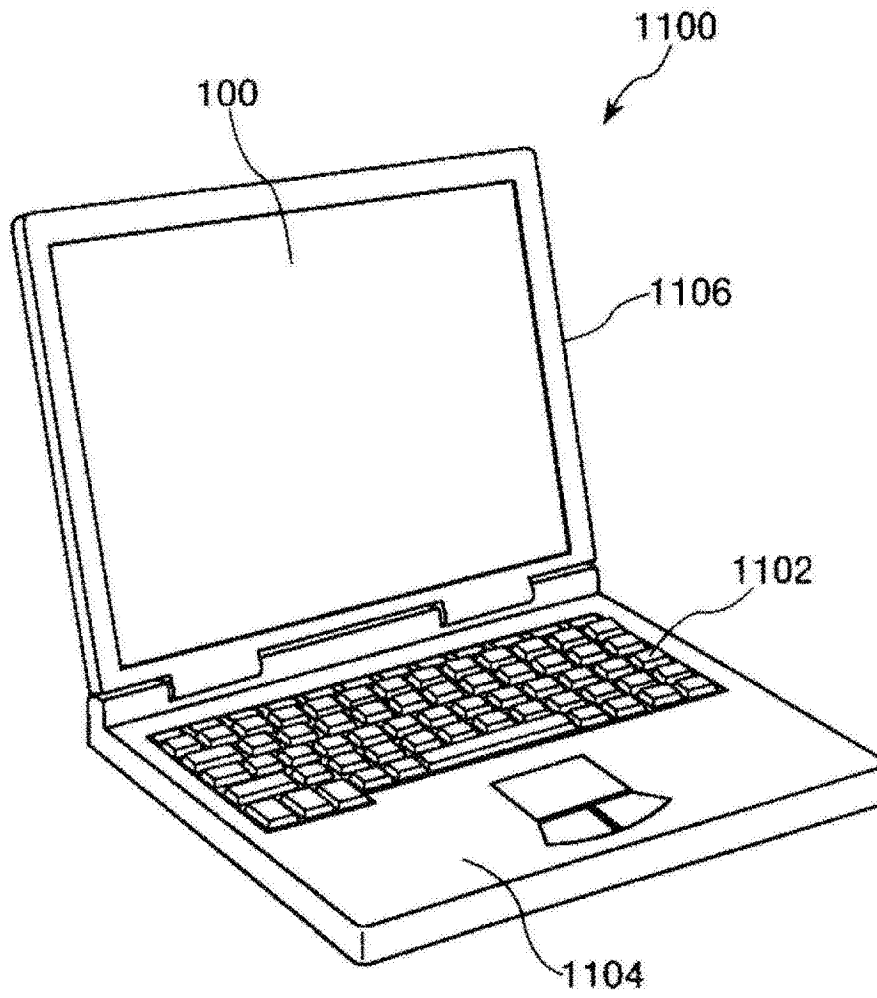


图3

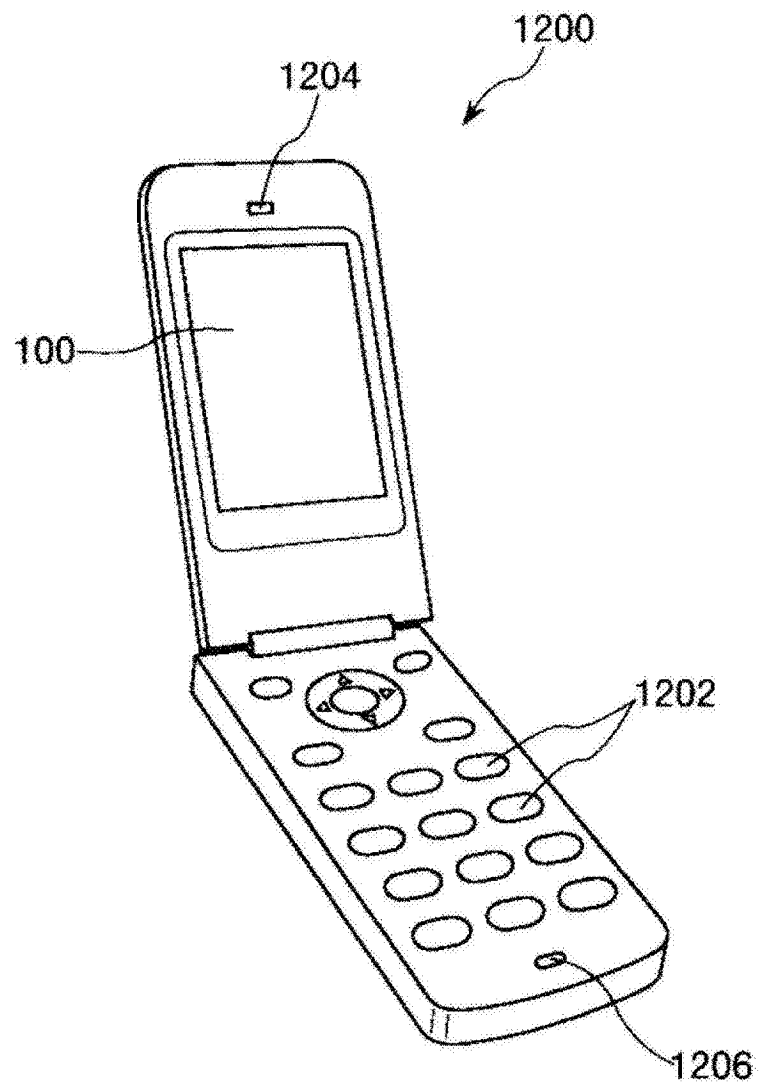


图4

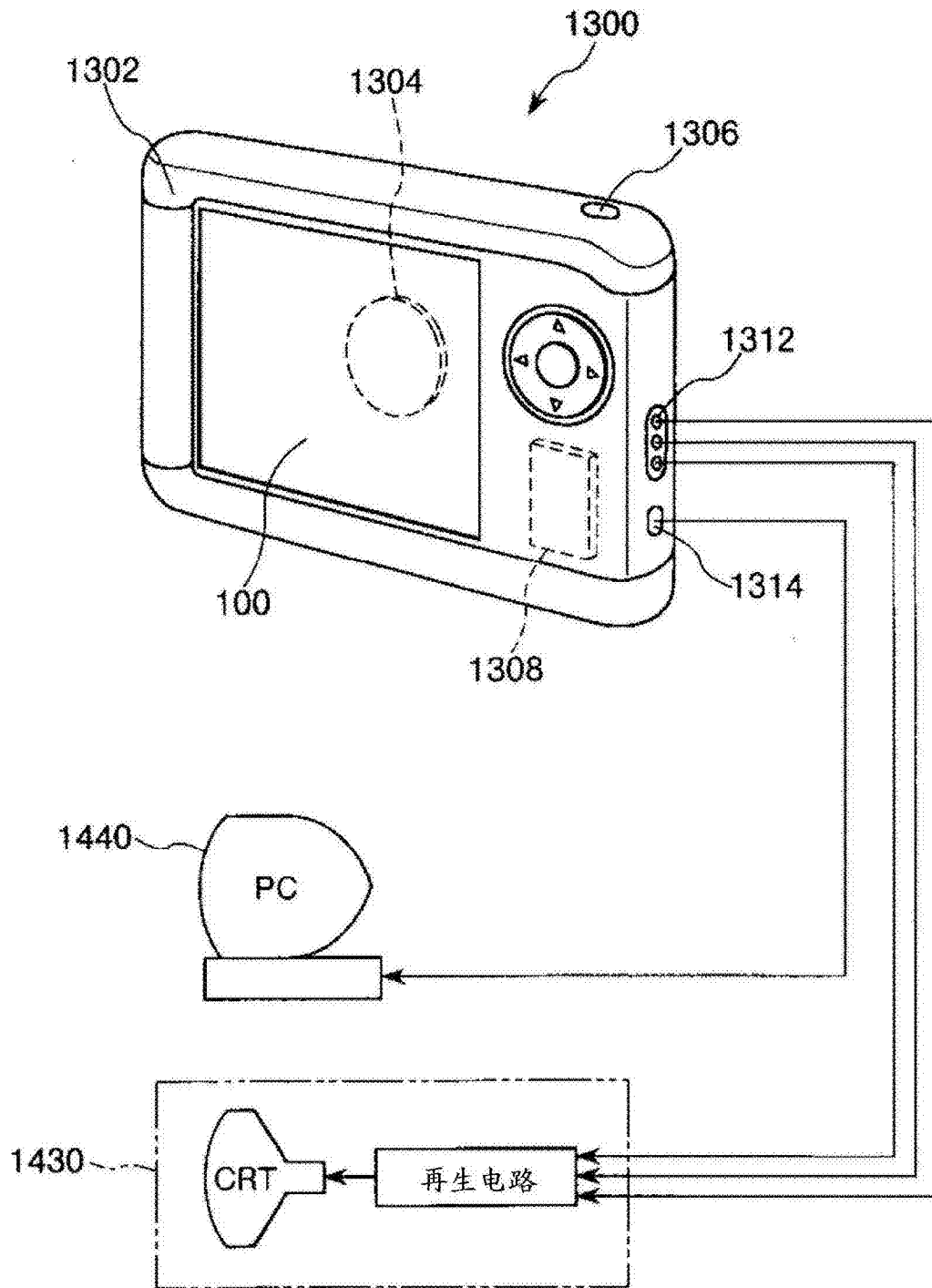


图5