



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380103599.1

[43] 公开日 2005 年 12 月 28 日

[11] 公开号 CN 1714604A

[22] 申请日 2003. 11. 19
 [21] 申请号 200380103599. 1
 [30] 优先权
 [32] 2002. 11. 20 [33] JP [31] 336962/2002
 [86] 国际申请 PCT/JP2003/014706 2003. 11. 19
 [87] 国际公布 WO2004/062321 日 2004. 7. 22
 [85] 进入国家阶段日期 2005. 5. 19
 [71] 申请人 株式会社东芝
 地址 日本东京
 共同申请人 东芝松下显示技术有限公司
 [72] 发明人 山本和重 中筋幹夫

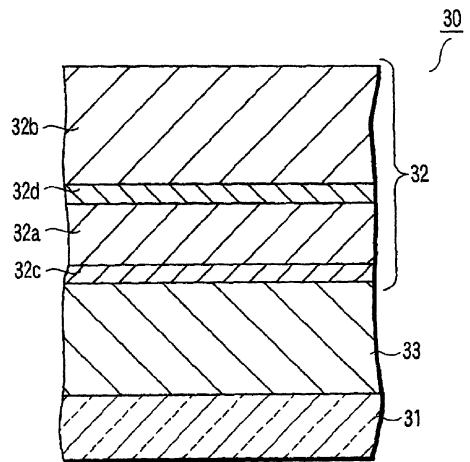
[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
 代理人 李 玲

权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 4 页

[54] 发明名称 有机场致发光元件和有机场致发光显示器

[57] 摘要

提供一种有机场致发光元件(30)，它包括阳极(31)、阴极(32)、以及有机层(33)，其中阴极(32)包括面对有机层(33)的保护导体层(32b)、置于保护导体层(32b)和有机层(33)之间的主导体层(32a)、以及置于保护导体层(32b)和主导体层(32a)之间且由绝缘体或半导体制成的阻挡层(32d)。



1. 一种有机场致发光元件，它包括阳极、面对阳极的阴极以及置于阳极和阴极之间和包括发光层的有机层，

其特征在于，阴极包括面对有机层的保护导体层、置于保护导体层和有机层之间的主导体层以及置于保护导体层和主导体层之间和由绝缘体或半导体制成的第一阻挡层。

2. 如权利要求1所述的有机场致发光元件，其特征在于，所述第一阻挡层的电子亲合性比保护导体层的功函数和主导体层的功函数要小。

3. 如权利要求1所述有机 EL 场致发光元件，其特征在于，所述第一阻挡层包含复合物，所述复合物是从包括第1族元素和第16族元素的复合物、第1族元素和第17族元素的复合物、第2族元素和第17族元素的复合物以及第1族元素、第2族元素和第17族元素的复合物的组中选择的。

4. 如权利要求1所述有机场致发光元件，其特征在于，所述第一阻挡层的厚度是 20 nm 或更小。

5. 如权利要求1所述有机场致发光元件，其特征在于，所述阴极进一步包括置于主导体层和有机层之间和由绝缘体或半导体制成的接触层。

6. 如权利要求5所述有机场致发光元件，其特征在于，所述阴极进一步包括置于主导体层和接触层之间和由绝缘体或半导体制成的第二阻挡层，而接触层的材料是与第二阻挡层的材料不同的。

7. 如权利要求6所述有机场致发光元件，其特征在于，所述第一阻挡层的材料是与所述第二阻挡层的材料相同的。

8. 如权利要求6所述有机场致发光元件，其特征在于，所述第一阻挡层、所述主导体层以及所述第二阻挡层包含相同的金属元素。

9. 如权利要求6所述有机场致发光元件，其特征在于，所述第二阻挡层的电子亲合性比所述主导体层的功函数和所述接触层的电子亲合性要小。

10. 如权利要求6所述有机场致发光元件，其特征在于，所述第二阻挡层中的电子的有效质量比接触层中的电子的有效质量大。

11. 如权利要求6所述有机场致发光元件，其特征在于，所述第二阻挡层包含复合物，所述复合物是从包括第1族元素和第16族元素的复合物、第1族元素和第17族元素的复合物、第2族元素和第17族元素的复合物以及第1族元素、第2族元

素和第 17 族元素的复合物的组中选择的。

12. 如权利要求 6 所述有机场致发光元件, 其特征在于, 所述第二阻挡层比所述接触层厚。

13. 如权利要求 5 所述有机场致发光元件, 其特征在于, 所述接触层包含复合物, 所述复合物包含第 1 族元素和第 17 族元素。

14. 一种有机场致发光元件, 它包括阳极、面对阳极的阴极以及置于阳极和阴极之间和包括发光层的有机层,

其特征在于, 阴极包括面对有机层的保护导体层、置于保护导体层和有机层之间且由与保护导体层的材料不同的材料制成的主导体层、以及置于保护导体层和主导体层之间且抑制保护导体层的组成元素扩散入主导体层的第一阻挡层。

15. 如权利要求 14 所述有机场致发光元件, 其特征在于, 所述阴极进一步包括置于主导体层和有机层之间且由半导体或绝缘体制成的接触层、以及置于主导体层和接触层之间且抑制主导体层的组成元素扩散入接触层和/或接触层的组成元素扩散入主导体层的第二阻挡层。

16. 一种有机场致发光元件, 它包括阳极、面对阳极的阴极以及置于阳极和阴极之间且包括发光层的有机层,

其特征在于, 阴极包括面对有机层的主导体层、置于主导体层和有机层之间且由半导体或绝缘体制成的接触层、以及置于主导体层和接触层之间且由半导体或绝缘体制成的第二阻挡层, 接触层的材料是与第二阻挡层的材料不同的。

17. 如权利要求 16 所述有机场致发光元件, 其特征在于, 所述阴极进一步包括在主导体层上的保护导体层, 它由与主导体层的材料不同的材料制成。

18. 如权利要求 16 所述有机场致发光元件, 其特征在于, 所述第二阻挡层的电子亲和性比所述主导体层的功函数和所述接触层的电子亲和性小。

19. 如权利要求 16 所述有机场致发光元件, 其特征在于, 所述第二阻挡层中的电子的有效质量比所述接触层中的电子的有效质量小。

20. 如权利要求 16 所述有机场致发光元件, 其特征在于, 所述接触层包含复合物, 所述复合物包含第 1 族元素和第 2 族元素。

21. 如权利要求 16 所述有机场致发光元件, 其特征在于, 所述第二阻挡层包含复合物, 所述复合物是从包括第 1 族元素和第 16 族元素的复合物、第 1 族元素和第 17 族元素的复合物、第 2 族元素和第 17 族元素的复合物以及第 1 族元素、第 2 族元素和第 17 族元素的复合物的组中选择的。

22. 如权利要求 16 所述有机场致发光元件，其特征在于，所述第二阻挡层比所述接触层厚。

23. 一种有机 EL 场致发光元件，它包括阳极、面对阳极的阴极以及置于阳极和阴极之间且包括发光层的有机层，

其特征在于，阴极包括面对有机层的主导体层、置于主导体层和有机层之间且由半导体或绝缘体制成的接触层、以及置于主导体层和接触层之间且抑制主导体层的组成元素扩散入接触层和/或接触层的组成元素扩散入主导体层的第二阻挡层，接触层的材料是与第二阻挡层的材料不同的。

24. 一种有机场致发光显示器，它包括根据权利要求 1 到 23 中任何一条的多个有机场致发光元件、以及支持有机场致发光元件的基片。

25. 如权利要求 24 所述有机场致发光显示器，其特征在于，所述多个有机场致发光元件包括发光层发射不同颜色的光的第一到第三有机场致发光元件。

26. 一种有机场致发光显示器，它包括根据权利要求 6 到 12 和 15 到 23 中任何一条的多个有机场致发光元件以及支持有机场致发光元件的基片，

其特征在于，所述多个有机 EL 场致发光元件包括发光层发射不同颜色的光的第一到第三有机场致发光元件，在第一到第三有机场致发光元件中的接触层的材料是相同的，并且在第一到第三有机场致发光元件中的第二阻挡层的材料是相同的。

有机场致发光元件和有机场致发光显示器

技术领域

本发明涉及有机场致发光(EL)元件和有机 EL 显示器。

背景技术

随着信息社会的新近发展，各种类型的移动装置和终端装置变得日益流行。减小安装在装置上的显示器功耗的要求也不断地增长。

有机 EL 元件是自发光元件，并且形成一个发光二极管，其中包括发光层的有机层夹在阴极和阳极之间。

有机 EL 元件在 10 伏或更低的低电压应用时可以发光。有机 EL 元件还可以实现各种颜色的发光，包括蓝、绿和红三种颜色。从这些观点来看，作为代替液晶显示器的下一代平板显示器，有机 EL 元件已经受到极大的注意。然而，许多有机 EL 元件在 10,000 小时内亮度减半。即，当前的有机 EL 元件都不具有足够长的面板寿命，不像液晶显示器那样。

有机 EL 元件的亮度半衰期 τ 与它的驱动电流密度 J 密切相关，该驱动电流密度是在有机 EL 显示器上得到所需要的板前(panel front)亮度 L 所必需的。从实验可知，亮度半衰期 τ 可以表示为：

$$\tau \propto 1/J = \eta / L \quad (1)$$

其中 η 是有机 EL 元件的发光效率。

从公式 (1) 可以明白，驱动电流密度越高，亮度降低就进行得越快。为了增加有机 EL 元件的可靠性或寿命同时使亮度保持在预定值，应该增加发光效率 η 。

给出有机 EL 元件的发光效率 η 如下

$$\eta = \phi_{e-h} \times \phi_R \times \phi_{OUT} \quad (2)$$

其中 ϕ_{e-h} 是电子/空穴注入平衡， ϕ_R 是发光层材料的复合(recombination)辐射效率，而 ϕ_{OUT} 是输出耦合效率。 ϕ_R 是由 R、G、B 发光材料中的每一个的发光能力确定的一个值。 ϕ_{OUT} 是由装置的三维结构确定的一个值。为了增加发光效率 η 而不改变材料和装置结构，提高电子/空穴注入平衡 ϕ_{e-h} 是有效的。

为了增加电子/空穴注入平衡 ϕ_{e-h} ，一般，使阴极结构最优化。例如，日本专

利申请公开第 10-74586 号描述, 具有包括接触层(在下文中称之为 X 层) 32x 和阴极导体层(在下文中称之为 Y 层)的 Y/X 结构的两层阴极作为有机 EL 元件 30 的阴极, 如图 1 所示。参考图 1, 附图标记 31 表示阳极, 而附图标记 33 表示有机层。日本专利申请公开第 2000-164359 号描述一种三层的阴极, 它具有 M/Y/X 结构, 在 Y 层上又包括了保护导体层(在下文中称之为 M 层) 32m, 如图 2 所示。

在图 1 中示出的 Y/X 阴极 32 中, 使用铝(A1)作为 Y 层 32y 的材料, 使用氟化锂(LiF)作为 X 层 32x 的材料。这个 Al/LiF 阴极是在包括低分子发光层的有机 EL 元件中使用的典型阴极。对于与低分子发光层组合而使用的 Alq₃ 电子输运层, Al/LiF 阴极具有大的电子注入能力。在这种结构中, 已经报告 ϕ_{e-h} 可达 1。然而, 对于与 Alq₃ 或聚合物发光层不同的低分子电子输运层, Al/LiF 阴极的电子注入能力是较低的。根据本发明人的研究, 确定电子注入量的阴极界面的电子注入势垒高度极大地依赖 X 层 32x 使用的材料的类型。当组合聚合物发光层和 LiF 层时, 势垒较高, 使电子难于注入。为了这个原因, 当使用 Al/LiF 阴极时, 在具有不同于 Alq₃ 的电子输运层的聚合物有机 EL 元件或低分子有机 EL 元件中不能实现高的发光效率 η 。因此, 寿命是较短的。

另一方面, 在图 2 中示出的 M/Y/X 阴极 32 中, 使用稳定和不容易氧化的 Al 作为 M 层 32m 的材料, 使用钙(Ca)作为 Y 层 32y 的材料, 并且使用 LiF 作为 X 层 32x 的材料。这个 Al/Ca/LiF 阴极是在聚合物有机 EL 元件中使用的典型阴极。Al/Ca/LiF 阴极 32 具有通过对于上述 Al/LiF 阴极 32 添加具有较小功函数的 Ca 层而得到的一种结构。假定完成 Ca 层的添加来减少阴极界面的电子注入势垒层高度以增加电子注入量。然而, 甚至当使用阴极 32 时, 也不能足够地提高聚合物发光层的电子注入能力。为了这个原因, 甚至当使用 Al/Ca/LiF 阴极时, 在具有与 Alq₃ 不同的电子输运层的聚合物有机 EL 元件或低分子有机 EL 元件中也不能像在 Al/LiF 阴极中那样实现高的发光效率 η 。因此, 寿命是较短的。此外, Al/Ca/LiF 阴极具有通过添加高化学活性 Ca 层到 Al/LiF 阴极而得到的结构。为了这个原因, 当时间消逝时, Ca 原子扩散到 Al 层和 LiF 层。因此, 由于阴极的退化而使寿命缩短。

发明内容

本发明的一个目的是提供寿命特性优良的有机 EL 元件和有机 EL 显示器。

根据本发明的第一方面, 提供一种有机 EL 元件, 它包括阳极、面对阳极的阴极以及置于阳极和阴极之间且包括发光层的有机层, 其中阴极包括面对有机层的保护

导体层、置于保护导体层和有机层之间的主导体层以及置于保护导体层和主导体层之间且由绝缘体或半导体制成的第一阻挡层。

根据本发明的第二方面，提供一种有机 EL 元件，它包括阳极、面对阳极的阴极以及置于阳极和阴极之间且包括发光层的有机层，其中阴极包括面对有机层的保护导体层、置于保护导体层和有机层之间且由与保护导体层的材料不同的材料制成的主导体层以及置于保护导体层和主导体层之间并抑制保护导体层的组成元素扩散到主导体层的第一阻挡层。

根据本发明的第三方面，提供一种有机 EL 元件，它包括阳极、面对阳极的阴极以及置于阳极和阴极之间且包括发光层的有机层，其中阴极包括面对有机层的主导体层、置于主导体层和有机层之间且由半导体或绝缘体制成的接触层以及置于主导体层和接触层之间且由半导体或绝缘体制成的第二阻挡层，接触层的材料是与第二阻挡层的材料不同的。

根据本发明的第四方面，提供一种有机 EL 元件，它包括阳极、面对阳极的阴极以及置于阳极和阴极之间且包括发光层的有机层，其中阴极包括面对有机层的主导体层、置于主导体层和有机层之间且由半导体或绝缘体制成的接触层以及置于主导体层和接触层之间并抑制接触层的组成元素扩散到主导体层的第二阻挡层，接触层的材料是与第二阻挡层的材料不同的。

根据本发明的第五方面，提供一种有机 EL 显示器，它包括根据第一到第四方面中任何一个方面的多个有机 EL 元件以及支持有机 EL 元件的衬底。

根据本发明的第六方面，提供一种有机 EL 显示器，它包括根据第一到第四方面中任何一个方面的多个有机 EL 元件以及支持有机 EL 元件的衬底，其中多个有机 EL 元件包括发光层发射不同颜色的光的第一到第三有机 EL 元件，在第一到第三有机 EL 元件中的接触层的材料是相同的，且在第一到第三有机 EL 元件中的第二阻挡层的材料是相同的。

附图说明

图 1 是截面图，示意地示出传统的有机 EL 元件；

图 2 是截面图，示意地示出传统的有机 EL 元件；

图 3 是截面图，示意地示出根据本发明第一和第二实施例的有机 EL 显示器；

图 4 是截面图，示意地示出可以在根据本发明第一实施例的有机 EL 显示器中使用的有机 EL 元件的结构例子；

图 5 是截面图,示意地示出可以在根据本发明第二实施例的有机 EL 显示器中使用的有机 EL 元件的结构的例子;以及

图 6 是曲线图,示出在形成接触层中有机 EL 元件的电流效率和淀积率之间的关系例子。

具体实施方式

下面将参考附图详细描述本发明的几个实施例。在所有附图中,相同的附图标记表示相同或相似的组成元素,并且省略其重复说明。这里使用的术语“族”的意思是在把元素分类成 1 到 18 个族的长周期周期表中的“族”。

首先将讨论第一和第二实施例的共同点。

图 3 是截面图,示意地示出根据本发明第一和第二实施例的有机 EL 显示器。在图 3 中示出的有机 EL 显示器 1 中,密封层 4 夹在相互面对的阵列衬底 2 和密封衬底 3 中间。沿密封衬底 3 的周围形成密封层 4。因此,在阵列衬底 2 和密封衬底 3 之间形成一个密封的空间。例如,在该空间中充入诸如氩气(Ar)之类的稀有气体或诸如氮气(N₂)气之类的惰性气体。可以用多层薄膜代替密封衬底 3 直接覆盖这个结构。

阵列衬底 2 具有衬底 11,例如,玻璃可制成衬底 11。例如,在衬底 11 上相继形成氮化硅(SiN_x)层 12 和氧化硅(SiO₂)层 13 作为底衬层。在底衬层 13 上相继形成诸如每层具有沟道、源极和漏极的多晶硅层之类的半导体层 14、栅极绝缘体 15 和栅极电极 16。这些部件制成顶部栅极薄膜晶体管(在下文中称之为 TFT)。在每个 TFT 20 中,可以使用非晶硅层作为代替多晶硅层的有源层。TFT 20 可以具有代替顶部栅极结构的反向交错结构。

例如,在栅极绝缘体 15 和栅极电极 16 上形成由 SiO₂ 制成的夹层介质薄膜 21。在夹层介质薄膜 21 上形成电极互连(未示出)以及源和漏电极 23。例如,把这些部件埋在由 SiN_x 制成的钝化薄膜 24 下。源和漏电极 23 通过在夹层介质薄膜 21 中形成的接触孔电连接到 TFT 20 的源极和漏极。

在钝化薄膜 24 上并列有阳极(透明像素电极) 31 和隔离绝缘层 26。例如,隔离绝缘层 26 具有一种结构,在该结构中相继形成,例如,由诸如氮化硅或氧化硅之类的无机绝缘材料制成的吸水绝缘层 26a 以及,例如,由有机绝缘材料制成的防水绝缘层 26b。在与阳极 31 对应的位置处,隔离绝缘层 26 具有开口。

在隔离绝缘层 26 的开口中的阳极 31 的暴露部分上形成有机层 33。有机层 33 包括例如,发射红、绿、蓝光的有机发光层。在发光层和阳极 31 之间,有机层 33 还

可以包括导电有机层，该层作为引起从阳极 31 到发光层的空穴注入的媒介，像空穴注入层或空穴输运层一样。在发光层和阴极 32（下面描述）之间，有机层 33 还可以包括导电有机层，该层作为引起从阴极 32 到发光层的电子注入的媒介，像电子注入层一样。

在隔离绝缘层 26 和有机层 33 上形成作用如公共电极的阴极 32。阴极 32 通过在钝化薄膜 24 和隔离绝缘层 26 中形成的接触孔（未示出）电连接到公共电极穿出布线(breakout wiring line)。每个有机 EL 元件 30 包括阳极 31、有机层 33、和阴极 32

。

接着将分别描述第一和第二实施例。这些实施例的不同之处仅在于对阴极 32 采用不同的结构。下面主要描述阴极 32 的结构。

图 4 是截面图，示意地示出可以在根据本发明第一实施例的有机 EL 显示器中使用的有机 EL 元件结构的一个例子。在图 4 所示的有机 EL 元件 30 中，阴极 32 包括面对有机层 33 的主导体层 32a、放置在主导体层 32a 上的保护导体层 32b、置于主导体层 32a 和有机层 33 之间的接触层 32c、以及置于主导体层 32a 和保护导体层 32b 之间的外阻挡层 32d。

主导体层 32a 是阴极 32 的主要部分，并且它例如，由具有小功函数的金属材料制成。主导体层 32a 的材料的例子是基本金属，诸如 Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb 或 Lu，每一个都是碱金属元素、碱土金属元素或稀土元素、包含上述元素中至少一个元素的多元素金属、以及包括多层基本金属或包含上述元素的多元素金属的多层金属。主导体层 32a 的厚度通常约为 1 nm 到 100 nm。

保护导体层 32b 保护主导体层 32a 等不致因为接触水或氧而导致氧化退化，并且还减小阴极 32 的电阻。例如，对于保护层 32b 的材料，可以使用功函数比主导体层 32a 的功函数大的金属材料。这种金属的例子包括银(Ag)和铝(Al)。保护导体层 32b 的厚度通常约为 10 nm 到 1,000 nm。

接触层 32c 确定从阴极 32 注入到有机层 33 的电子注入的势垒高度，将在下面描述。接触层 32c 的材料是半导体或绝缘体。适合于接触层 32c 的许多材料具有比主导体层 32a 的材料的功函数小的电子亲合性。适合于接触层 32c 的许多材料不是基本物质而是复合物。接触层 32c 的材料的例子包括第 1 族元素和第 16 族元素的复合物、第 1 族元素和第 17 族元素的复合物、第 2 族元素和第 17 族元素的复合物以及第 1 族元素、第 2 族元素和第 17 族元素的复合物。接触层 32c 的厚度通常约为 0.1

nm 到 10 nm。在第一实施例中，接触层 32c 是一种可选的组成元素。

外阻挡层 32d 抑制主导体层 32a 的组成元素扩散到保护导体层 32b 和抑制保护导体层 32b 的组成元素扩散到主导体层 32a。外阻挡层 32d 的材料是与主导体层 32a 或保护导体层 32b 的材料不同的无机材料。一般，外阻挡层 32d 是由半导体或绝缘体制成的。适合于外阻挡层 32d 的许多材料具有比主导体层 32a 或保护导体层 32b 的材料的功函数小的电子亲合性。适合于接触层 32c 的许多材料不是基本物质而是复合物。外阻挡层 32d 的材料的例子包括第 1 族元素和第 16 族元素的复合物、第 1 族元素和第 17 族元素的复合物、第 2 族元素和第 17 族元素的复合物以及第 1 族元素、第 2 族元素和第 17 族元素的复合物。

例如，在本实施例中，对于图 3 所示的有机 EL 显示器 1 的有机 EL 元件 30，使用图 4 所示的结构。当使用这种结构时，可以实现优良的寿命特性，这将在下面描述。

在具有图 2 所示 M/Y/X 结构的阴极中，在阴极形成之后立刻在包含在 Y 层 32y 中的低功函数金属和包含在 M 层 32m 中的高功函数金属之间发生合金。为了这个原因，Y 层 32y 的功函数逐渐增加。因此，电子注入势垒增加。即，到有机层 33 的电子注入量随时间消逝而减少。因此，效率或寿命的降低是由阴极引起的。

相反，在图 4 所示的有机 EL 元件 30 中，外阻挡层 32d 抑制主导体层 32a 的组成元素扩散到保护导体层 32b 和抑制保护导体层 32b 的组成元素扩散到主导体层 32a。因此，可以抑制由包含在主导体层 32a 中的金属和包含在保护导体层 32b 中的金属之间产生的合金引起的阴极结构的任何退化。因此，可以抑制由阴极引起的发光效率或寿命的任何降低。即，可以实现优良的寿命特性。

下述方法使之有可能确认外阻挡层 32d 抑制包含在保护导体层 32b 中的第一金属和包含在主导体层 32a 中的第二金属之间发生合金，或保护导体层 32b 的组成元素扩散到主导体层 32a 中。更具体地，在具有外阻挡层 32d 的有机 EL 元件 30 和除了没有形成外阻挡层 32d 之外具有相同结构的有机 EL 元件之间，在预定条件下连续发光之后，比较在主导体层 32a 一侧的保护导体层 32b 的表面区域的组成和/或保护导体层 32b 一侧的主导体层 32a 的表面区域的组成。

例如，假定，在室温、电流密度为 $0.1\text{A}/\text{cm}^2$ ，在没有外阻挡层 32d 的有机 EL 元件 30 连续发光达 100 小时之后，第二浓度对第一浓度的比是 $1/3$ 或更多，以及第三浓度对第一浓度的比是 $1/5$ 或更多。注意，第一浓度是在主导体层 32a 中的主导体层 32a 的一个组成元素（例如，第二金属）的浓度，第二浓度是保护导体层 32b

的一个区域中的上述组成元素的浓度，定义该区域为从主导体层 32a 一侧的保护导体层 32b 的表面到离开主导体层 32a 为 2 nm 的一个平面 (level)，而第三浓度是在离开主导体层 32a 为 2 nm 或更多的保护导体层 32b 的区域中的上述组成元素的浓度。既然如此，如果在具有外阻挡层 32d 的结构中，在上述相同条件下连续发光之后，如果第二浓度对第一浓度的比是 1 / 10 或更少，则可以认为执行上述功能。可以检查浓度比，例如，按直到约 1 nm 的空间分辨率，通过组合断面 TEM (透射电子显微镜) 和 FIB (场离子束) 来露出所需要的断面，和使用 AES (俄歇电子光谱学) 或 EDXD (能量色散 X-射线衍射) 执行对于该断面的分析。

如上所述，在本实施例中，外阻挡层 32d 置于主导体层 32a 和保护导体层 32b 之间，从而抑制主导体层 32a 和保护导体层 32b 的组成元素在它们之间运动。外阻挡层 32d 的阻挡功能与它所使用的材料有关。当使用具有绝缘、半绝缘或半导体特性的、和在室温和正常压力下是稳定的固态材料 (即，绝缘体或半导体) 作为外阻挡层 32d 的材料时，经常可以实施特别优良的阻挡功能。例如，当使用诸如氧化锂 (Li_2O) 或硫化钠 (Na_2S) 等第 1 族元素和第 16 族元素的复合物、诸如氟化铯 (CsF) 或氯化铯 (CsCl) 等第 1 族元素和第 17 族元素的复合物、诸如氟化钡 (BaF_2)、氯化钡 (BaCl_2)、或氟氯化钡 ($\text{BaCl}_x\text{F}_{2-x}$) 等第 2 族元素和第 17 族元素的复合物、或诸如氟化钾镁 (KMgF_3) 等第 1 族元素、第 2 族元素和第 17 族元素的复合物作为外阻挡层 32d 的材料时，尤其，当使用诸如 CsF 或 CsCl 等第 1 族元素和第 17 族 7 元素的复合物时，可以实现最优良的阻挡功能。

外阻挡层 32d 的阻挡功能还与它的厚度有关。一般，当外阻挡层 32d 的厚度约为 1 nm 或更大时，经常可以实现特别优良的阻挡功能。外阻挡层 32d 的上述材料例子所具有的导电性比主导体层 32a 和保护导体层 32b 使用的材料的导电性要低数十个数量级。为了这个原因，当置入外阻挡层 32d 时，有机 EL 元件 30 的工作电压可能增加，导致较高的功率损耗。然而，当外阻挡层 32d 的厚度约为 20 nm 或更小时，保护导体层 / 外阻挡层 / 主导体层的电压降几乎不影响工作电压。

在本实施例中，包含在主导体层 32a 中的金属元素最好与包含在外阻挡层 32d 中的金属元素相同。既然是这样，有机 EL 元件 30 是容易制造的。此外，甚至当主导体层 32a 和外阻挡层 32d 的金属元素的扩散在它们之间发生时，它们的特性也没有很大的变化。

当在上述结构中使用下述配置时，可以更有效地抑制阴极结构的上述退化。此外，可以在发射不同颜色的光的所有有机 EL 元件 (例如，发射红光的有机 EL 元件、

发射绿光的有机 EL 元件、以及发射蓝光的有机 EL 元件) 中实现高的发光效率。因此, 可以实现更优良的寿命特性。这将在下面详细描述。

研究至今, 在图 1 和 2 中示出的阴极 32 中的 X 层 32x 的功能还不十分清楚。根据本发明人的研究, X 层 32x 确定阴极金属 (图 1 和 2 中示出的 Y 层 32y) 和有机层 33 (即, 发光层或电子注入层) 中与阴极 32 最接近的一层的导带底部的功函数之间的差异。换言之, X 层 32x 确定电子注入势垒高度。当电子注入势垒高度变低时, 工作电压变低, 更容易把电子注入有机层 33。然而, 当使用 LiF 作为 X 层 32x 的材料时, 发光颜色为红或绿的发光层的势垒高度较大。因此, 工作电压较高, 而电子注入量较少。

在半导体领域中, 已经建议了确定电子注入势垒的各种模型。本发明人通过有系统地改变 X 层 32x 的材料来研究工作电压。揭示出下列两种模型在有机 EL 元件中是占优势的。第一模型是半导体领域中公知的 M/I/S 结模型 (在图 1 中示出的结构中, M/I/S 结构的 M 层、I 层和 S 层分别对应于 M 层 32m、X 层 32x 和 Y 层 32y, 而在图 2 中示出的结构中, M/I/S 结构的 M 层、I 层和 S 层分别对应于 Y 层 32y、X 层 32x 和有机层 33)。第二模型是通过 X 层 32x 的界面处的电双层 (electric double layer) 的势垒减少模型 (关于电双层模型可参考: T. E. Feuchtwang, D. Paudyal, 以及 W. Pong, Phys. Rev. B 26, 1608 (1982))。在前一个结型模型中的 X 层材料的关键参数主要是电子亲合性。电子亲合性越大, 电子注入势垒高度和工作电压变得越低。另一方面, 在后一个模型中的 X 层材料的关键参数主要是电子的有效质量。有效质量越小, 电子注入势垒高度和工作电压变得越低。

根据本发明人的研究, 在聚合物发光材料中, 第一和第二模型中占优势的模型在红、绿和蓝发光层之间改变。更具体地, 在发射红光的发光层中, 工作电压与 X 层材料的电子亲合性紧密相关, 并且第一模型是占优势的。在发射蓝光的发光层中, 工作电压与有效质量紧密相关, 并且第二模型是占优势的。在发射绿光的发光层中, 工作电压与电子亲合性和有效质量两者都有关, 并且第一和第二模型两者都见效。结型模型为何在红、绿和蓝发光层之间改变的原因仍是未知的。

从上述说明可以明白, 当使用具有大的电子亲合性和小的有效电子质量的材料作为 X 层 32x (它对应于图 4 中示出的结构中的接触层 32c) 的材料时, 在所有红、绿和蓝发光层中, 可以减少电子注入势垒高度。例如, 当使用诸如 Li_2O 等第 1 族元素和第 16 族元素的复合物、或除了 LiF 和 NaF 之外的诸如 CsF 或 CsCl 等第 1 族元素和第 17 族元素的复合物作为接触层 32c 的材料时, 可以在所有红、绿和蓝发光层

中实现特别低的电子注入势垒高度。甚至当对于红、绿和蓝像素使用相同的材料时，可以在所有像素中实现高发光效率。因此，可以实现更优良的寿命特性。

接着将描述本发明的第二实施例。

如第一实施例中所述，例如，可以通过在主导体层 32a 和保护导体层 32b 之间置入外阻挡层 32d 来抑制它们之间的组成元素扩散导致的阴极退化。然而，在图 4 所示的结构中，例如，不能够抑制在主导体层 32a 和接触层 32c 之间的组成元素扩散导致的阴极退化。为了这个目的，下面描述的结构是有效的。

图 5 是截面图，示意地示出可以在根据本发明的第二实施例的有机 EL 显示器中使用的有机 EL 元件的结构例子。图 5 所示的有机 EL 元件 30 除了还包括主导体层 32a 和接触层 32c 之间的内阻挡层 32e 之外，与图 4 所示的有机 EL 元件 30 具有相同的结构。

在有机 EL 元件 30 中，内阻挡层 32e 抑制主导体层 32a 的组成元素扩散到接触层 32c 和/或接触层 32c 的组成元素扩散到主导体层 32a。因此，例如，可以抑制主导体层 32a 和接触层 32c 之间的扩散导致的任何阴极退化。因此，可以抑制阴极导致的任何发光效率或寿命的降低。即，可以实现优良的寿命特征。

例如，可以通过下述方法来确认内阻挡层 32e 是否抑制主导体层 32a 和接触层 32c 之间的组成元素的扩散。更具体地，在具有内阻挡层 32e 的有机 EL 元件 30 与除了没有形成内阻挡层 32e 之外具有相同结构的有机 EL 元件之间，在预定条件下连续发光之后，比较主导体层 32a 一侧的接触层 32c 的表面区域的组成和/或接触层 32c 一侧的主导体层 32a 的表面区域的组成。

例如，假定，在第一实施例中描述相同条件下，使没有内阻挡层 32e 的有机 EL 元件 30 连续发光之后，第五浓度对第四浓度的比是 $1/3$ 或更多，以及第六浓度对第四浓度的比是 $1/5$ 或更多。注意，第四浓度是在主导体层 32a 中的主导体层 32a 的一个组成元素（例如，第二金属）的浓度，第五浓度是接触层 32c 的区域（定义该区域为从主导体层 32a 一侧的接触层 32c 的表面到离开主导体层 32a 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中上述组成元素的浓度，而第六浓度是在离开主导体层 32a 为 2 nm 或更多的接触层 32c 的区域中的上述组成元素的浓度。既然是这样，如果在具有内阻挡层 32e 的结构中，在上述相同条件下连续发光之后，第五浓度对第四浓度的比是 $1/10$ 或更少，则可以认为执行了上述功能。可以检查浓度比，例如，按约 1 nm 的空间分辨率，通过组合断面 TEM 和 FIB 来露出所需要的断面，和使用 AES 或 EDXD 执行对于该断面的分析。

用与主导体层 32a 或接触层 32c 的材料不同的无机材料来制成内阻挡层 32e。内阻挡层 32e 的阻挡功能取决于它所使用的材料或内阻挡层所使用的材料与主导体层 32a 或接触层 32c 所使用的材料的组合。当使用具有绝缘、半绝缘或半导电特性的、和在室温和正常压力下是稳定的固态材料（即，绝缘体或半导体）作为内阻挡层 32e 的材料时，可以实施特别优良的阻挡功能。适合于内阻挡层 32e 的许多材料具有比主导体层 32a 的材料的功函数或接触层 32c 的材料的电子亲合性较小的电子亲合性。另一种做法，材料的有效电子质量比接触层 32c 的大。适合于内阻挡层 32e 的许多材料不是基本物质而是复合物。

例如，当使用诸如 Li_2O 或 Na_2S 等第 1 族元素和第 16 族元素的复合物、诸如 CsF 或 CsCl 等第 1 族元素和第 17 族元素的复合物、诸如 BaF_2 、 BaCl_2 、或 $\text{BaCl}_x\text{F}_{2-x}$ 等第 2 族元素和第 17 族元素的复合物、或诸如 KMgF_3 等第 1 族元素、第 2 族元素和第 17 族元素的复合物作为内阻挡层 32e 的材料时，经常可以实现优良的阻挡功能，虽然它根据主导体层 32a 和接触层 32c 所使用的材料而改变。

外阻挡层 32d 的阻挡功能还与它的厚度有关。一般，当内阻挡层 32e 的厚度约为 1 nm 或更大时，可以实现特别优良的阻挡功能。

内阻挡层 32e 的上述材料例子和接触层 32c 使用的材料所具有的导电性比主导体层 32a 使用的材料的导电性要低数十个数量级。为了这个原因，当额外置入内阻挡层 32e 时，有机 EL 元件 30 的工作电压（功率损耗）可能增加。然而，一般，当内阻挡层 32e 和接触层 32c 的总厚度落在 0.1 到 10 nm 的范围内时，形成内阻挡层 32e 而产生的电压降几乎不影响工作电压。

假定使用上述材料，例如，分别使用 Ba 和 CsF 作为主导体层 32a 和接触层 32c 的材料。当使用诸如 BaF_2 等第 2 族元素和第 17 族元素的复合物（与接触层 32c 的材料不同）作为内阻挡层 32e 的材料时，电子注入势垒高度可以满足红、绿和蓝发光层之间的平衡。因此，可以实现更优良的寿命特性。

与包含在主导体层 32a 中的金属元素与包含在接触层 32c 中的金属元素相同的情况相比较，当金属元素不同时，由主导体层 32a 和接触层 32c 之间的组成元素的扩散导致的阴极退化更为严重。因此，在后一种情况中，内阻挡层 32e 是特别有用的。

在本实施例中，外阻挡层 32d 的材料最好与内阻挡层 32e 的材料相同。可以容易地制造具有这种结构的有机 EL 元件 30。

在本实施例中，包含在主导体层 32a 中的金属元素最好与包含在外阻挡层 32d

中的金属元素相同。既然是这样，如上所述，有机 EL 元件 30 是容易制造的。此外，甚至当主导体层 32a 和外阻挡层 32d 的金属元素的扩散在它们之间发生时，它们的特性也不会有很大的变化。相似地，在本实施例中，包含在主导体层 32a 中的金属元素最好与包含在内阻挡层 32e 中的金属元素相同。既然是这样，有机 EL 元件 30 是容易制造的。此外，甚至当主导体层 32a 和内阻挡层 32e 的金属元素的扩散在它们之间发生时，它们的特性也不会有很大的变化。

在第二实施例中，外阻挡层 32d 和保护导体层 32b 是可选的组成元素。即，并非总是需要把外阻挡层 32d 置入主导体层 32a 和保护导体层 32b 之间的。此外，并非总是需要在主导体层 32a 上形成外阻挡层 32d 和保护导体层 32b 的。

可以使用诸如蒸发之类的蒸发淀积方法来形成第一和第二实施例中描述的、形成阴极 32 的一些层。当通过蒸发来形成接触层 32c 时，最好把淀积率设置成 0.05 Å/sec 或更小。这将参考图 6 进行描述。

图 6 是曲线图，示出形成接触层 32c 时有机 EL 元件 30 的电流效率和淀积率之间的关系的一个例子。参考图 6，横坐标表示形成图 4 所示阴极 32 的接触层 32c 时的淀积率。纵坐标表示按该淀积率形成接触层 32c 时有机 EL 元件 30 的电流效率。图 6 示出仅当改变淀积率而同时保持接触层 32c 的厚度不变时得到的数据。

如图 6 所示，当淀积率大于 0.05 Å/sec 时，电流效率随淀积率变大而降低。相反，当淀积率是 0.05 Å/sec 或更小时，可以实现大的电流效率而不管淀积率如何。

在上述实施例中，在钝化薄膜 24 上形成阳极 31。可以在夹层介质薄膜 21 上形成阳极 31。即，可以在相同平面上形成信号线和阳极 31。在上述实施例中，有机 EL 显示器 1 是底部发光型的。作为替代，有机 EL 显示器 1 可以是顶部发光型的。当通过反向衬底 3 来密封阵列衬底 2 时，可以通过在衬底之间的空间中封装干燥剂而延长元件的寿命。另一种做法，可以通过在反向衬底 3 和阵列衬底 2 之间的空间中填充环氧树脂而提高散热特性。在上述实施例中，有机 EL 元件 30 包括保护导体层 32b。然而，并非总是需要形成保护导体层 32b 的。例如，当两层有机层 33 堆叠而多个阴极 32 置于它们之间，并且堆叠主体夹在一对阳极 31 之间时，不需要形成保护导体层 32b。

下面将描述本发明的例子。

(例子 1)

在本例子中，通过下面描述的方法来制造图 3 所示的有机 EL 显示器 1。在本例

子中，有机 EL 元件 30 使用图 4 所示的结构。在本例子中，显示区域的对角尺寸是 2.2 英寸，而分辨率是 130 ppi（每英寸像素）。在本例子中，有机 EL 元件 30 包括发射红、绿和蓝光的三类元素，以致有机 EL 显示器 1 是全色显示器。

如同在一般 TFT 形成过程中那样，在形成底衬层 12 和 13 的衬底 11 的表面上重复执行薄膜形成和图案形成，以形成 TFT 20、夹层介质薄膜 21、电极互连（未示出）、公共电极穿出布线（未示出）、源和漏电极 23 以及钝化薄膜 24。

通过溅射，在钝化薄膜 24 上形成氧化铟锡(ITO)薄膜。通过光刻形成 ITO 薄膜的图案，以得到阳极 31。可以通过掩模溅射来形成阳极 31。

在形成阳极 31 的衬底 11 的表面上形成吸水层 26a，吸水层 26a 在对应于像素发光部分的位置处有开口。把光敏树脂施加于形成阳极 31 的衬底 11 的表面。所产生的涂层经过图案曝光和显影，以形成防水层 26b，防水层 26b 在对应于像素发光部分的位置处有开口。

在上述方法中，得到包括吸水层 26a 和防水层 26b 的隔离绝缘层 26。使用四氟化碳/氧(CF_4 / O_2)气体对形成隔离绝缘层 26 的衬底 11 执行表面处理，从而使防水层 26b 的表面氟化。

通过墨水喷射把缓冲层形成墨水射出到由分隔绝缘层 26 形成的每个液体贮容器。对所产生的液体薄膜进行加热，以形成缓冲层。接着，通过墨水喷射把红、绿和蓝发光层形成墨水射出到对应于红、绿和蓝像素的缓冲层。对所产生的液体薄膜进行加热，以形成发光层。在上述方法中，得到有机层 33。

接着，在形成有机层 33 的衬底 11 的表面上通过真空蒸发而顺序地形成 LiF、Ba、 BaF_2 、以及 Al（ BaF_2 的电子亲合性比 Ba 和 Al 的功函数要小，而 LiF 的电子亲合性比 Ba 的功函数要小）。具有这种处理，得到顺序地包括接触层 32c、主导体层 32a、外阻挡层 32d 和保护导体层 32b 的阴极 32，如图 4 所示。在本例子中，接触层 32c 的厚度是 0.5 nm。主导体层 32a 的厚度是 7 nm。外阻挡层 32d 的厚度是 2 nm。保护导体层 32b 的厚度是 300 nm。因此完成了 TFT 阵列衬底 2。

此后，把紫外线(UV)固化树脂施加于玻璃基片 3 的一个主表面的周围，以形成密封层 4。在干燥的氮气气氛中使玻璃基片 3 和阵列衬底 2 结合，以致具有密封层 4 的玻璃基片 3 的表面面对具有阴极 32 的阵列衬底 2。通过 UV 辐射使密封层固化，从而完成图 3 所示的有机 EL 显示器 1。

对于有机 EL 显示器 1， 测量单色发光时的发光效率和发射寿命。在测量中，设置驱动电流，以致发射红、绿和蓝光的每个有机 EL 元件 30 的初始亮度变成 200 cd/cm ² 。定义发射寿命为亮度降低到初始亮度 1 / 2 的时间。表 1 示出一些结果。表 1 有机 EL 元件		发光效率 (cd/A)	发射寿命 (小时)
发射颜色	红	1.2	11,423
	绿	8.8	12,051
	蓝	2.6	15,672

如在表 1 中所示，红和蓝有机 EL 元件 30 的发光效率低于绿有机 EL 元件 30 的发光效率。所有有机 EL 元件 30 的发射寿命都超过 11,000 小时。即，可以实现优良的寿命特性。

接着，在室温、电流密度 0.1A/cm² 时，使根据上述相同步骤制造的有机 EL 显示器 1 连续发光达 100 小时。检查在保护导体层 32b 的区域（这是从主导体层 32a 一侧的保护导体层 32b 的表面到离开主导体层 32a 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中的 Ba 浓度相对于主导体层 32a 中的 Ba 浓度之比。此外，检查在主导体层 32a 的区域（这是从保护导体层 32b 一侧的主导体层 32a 的表面到离开保护导体层 32b 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中的 Al 浓度对保护导体层 32b 中的 Al 浓度之比。比值小于 1 / 10。

对于连续发光后的有机 EL 显示器 1，检查在接触层 32c 的区域（这是从主导体层 32a 一侧的接触层 32c 的表面到离开主导体层 32a 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中的 Ba 浓度相对于主导体层 32a 中的 Ba 浓度之比。此外，检查在主导体层 32a 的区域（这是从接触层 32c 一侧的主导体层 32a 的表面到离开接触层 32c 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中的 Li 浓度对接触层 32c 中的 Li 浓度之比。比值大于 1 / 3

此外，检查在接触层 32c 的区域（这是离开导体层 32a 为 2 nm 或更多的一个区域）中的 Ba 浓度相对于主导体层 32a 中的 Ba 浓度之比。检查在主导体层 32a 的区域（这是离开接触层 32c 为 2 nm 或更多的一个区域）中的 Li 浓度相对于接触层 32c 中的 Li 浓度之比。比值大于 1 / 5。

（对比例子）

按照上述例子 1 中的相同步骤来制造图 3 所示的有机 EL 显示器 1，除了使用图 2 所示的结构作为有机 EL 元件 30。在本例子中，使用 LiF、Ba 以及 Al 作为 X 层 32x、Y 层 32y 以及 M 层 32m 的材料。X 层 32x、Y 层 32y 以及 M 层 32m 的厚度与例子 1 中的有机 EL 元件 30 的接触层 32c、主导体层 32a 和保护导体层 32b 的厚度相同。

在上述相同条件下，测量有机 EL 显示器 1 的发光效率和发射寿命。表 2 示出一些结果。

表 2

有机 EL 元件		发光效率 (cd/A)	发射寿命 (小时)
发射颜色	红	1.0	6,250
	绿	7.0	5,968
	蓝	2.4	11,518

如表 2 所示，在这个对比例子的有机 EL 显示器 1 中，效率约为例子 1 的有机 EL 显示器 1 的效率的 80%，而在所有红、绿和蓝有机 EL 元件 30 中，寿命约为 60 %。从这个结果可以明白，在增加发光效率和发射寿命方面，阻挡层 32d 是极有用的。

接着，在上述相同条件下，使根据上述相同步骤制造的有机 EL 显示器 1 连续发光。检查在 M 层 32m 的区域（这是从 Y 层 32y 一侧的 M 层 32m 的表面到离开 Y 层 32y 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中的 Ba 浓度相对于 Y 层 32y 中的 Ba 浓度之比。此外，检查在 Y 层 32y 的区域（这是从 M 层 32m 一侧的 Y 层 32y 的表面到离开 M 层 32m 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中的 Al 浓度相对于 M 层 32m 中的 Al 浓度之比。比值大于 1 / 10。

检查在 M 层 32m 的区域（这是离开 Y 层 32y 为 2 nm 或更多的一个区域）中的

Ba 浓度相对于 Y 层 32y 中的 Ba 浓度之比。此外，检查在 Y 层 32y 的区域（这是离开 M 层 32m 为 2 nm 或更多的一个区域）中的 Al 浓度相对于 M 层 32m 中的 Al 浓度之比。比值大于 1 / 5。

此外，检查在 X 层 32x 的区域（这是从 Y 层 32y 一侧的 X 层 32x 的表面到离开 Y 层 32y 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中的 Ba 浓度相对于 Y 层 32y 中的 Ba 浓度之比。检查在 Y 层 32y 的区域（这是从 X 层 32x 一侧的 Y 层 32y 的表面到离开 X 层 32x 为 2 nm 的一个平面的一个区域）中的 Li 浓度相对于 X 层 32x 中的 Li 浓度之比。比值大于 1 / 3。

检查在 X 层 32x 的区域（这是离开 Y 层 32y 为 2 nm 或更多的一个区域）中的 Ba 浓度相对于 Y 层 32y 中的 Ba 浓度之比。此外，检查在 Y 层 32y 的区域（这是离开 X 层 32x 为 2 nm 或更多的一个区域）中的 Li 浓度相对于 X 层 32x 中的 Li 浓度之比。比值大于 1 / 5。

（例子 2）

根据上述例子 1 中的相同步骤来制造图 3 所示的有机 EL 显示器 1，除了使用 CsF 作为接触层 32c 的材料。在本例子中，使用 LiF、Ba 以及 Al 作为 X 层 32x、Y 层 32y 以及 M 层 32m 的材料。甚至在上述相同条件下，测量有机 EL 显示器 1 的发光效率和发射寿命。表 3 示出一些结果。

表 3

有机 EL 元件		发光效率 (cd/A)	发射寿命 (小时)
发射颜色	红	2.1	23,115
	绿	14.2	19,363
	蓝	2.8	16,844

如表 3 所示，在这个例子的有机 EL 显示器 1 中，红有机 EL 元件 30 的效率约为例子 1 的有机 EL 显示器 1 的效率的 180%。绿有机 EL 元件 30 的效率约为 160%。红有机 EL 元件 30 的寿命约为例子 1 的有机 EL 显示器 1 的寿命的 200%。绿有机 EL 元件 30 的寿命约为 160%。从上述结果可以明白，当适当地选择接触层 32c 的材料时，可以大大地增加发光效率和发射寿命。

接着,在上述相同条件下,使根据上述相同步骤制造的有机 EL 显示器 1 连续发光。检查在保护导体层 32b 的区域(这是从主导导体层 32a 一侧的保护导体层 32b 的表面到离开主导导体层 32a 为 2 nm 的一个平面的一个区域)中的 Ba 浓度相对于主导导体层 32a 中的 Ba 浓度之比。此外,检查在主导导体层 32a 的区域(这是从保护导体层 32b 一侧的主导导体层 32a 的表面到离开保护导体层 32b 为 2 nm 的一个平面的一个区域)中的 Al 浓度相对于保护导体层 32b 中的 Al 浓度之比。比值小于 1 / 10。

检查在接触层 32c 的区域(这是从主导导体层 32a 一侧的接触层 32c 的表面到离开主导导体层 32a 为 2 nm 的一个平面的一个区域)中的 Ba 浓度相对于主导导体层 32a 中的 Ba 浓度之比。此外,检查在主导导体层 32a 的区域(这是从接触层 32c 一侧的主导导体层 32a 的表面到离开接触层 32c 为 2 nm 的一个的一个区域)中的 Cs 浓度相对于接触层 32c 中的 Cs 浓度之比。比值大于 1 / 3。

此外,检查在接触层 32c 的区域(这是离开主导导体层 32a 为 2 nm 或更多的一个区域)中的 Ba 浓度相对于主导导体层 32a 中的 Ba 浓度之比。检查在主导导体层 32a 的区域(这是离开接触层 32c 为 2 nm 或更多的一个区域)中的 Cs 浓度相对于接触层 32c 中的 Cs 浓度之比。比值大于 1 / 5。

(例子 3)

根据上述例子 1 中的相同步骤来制造图 3 所示的有机 EL 显示器 1,除了使用图 5 所示的结构作为有机 EL 元件 30。在本例子中,分别使用 CsF、BaF₂、Ba、BaF₂ 以及 Al 作为接触层 32c、内阻挡层 32e、主导导体层 32a、外阻挡层 32d 以及保护导体层 32b 的材料(BaF₂ 的电子亲合性比 CsF 的电子亲合性小,以及 CsF 中的电子有效质量比 BaF₂ 中的电子有效质量小)。在本实施例中,接触层 32c 的厚度是 0.5 nm。内阻挡层 32e 的厚度是 2 nm。主导导体层 32a 的厚度是 7 nm。外阻挡层 32d 的厚度是 2 nm。保护导体层 32b 的厚度是 300 nm。

在上述相同条件下测量有机 EL 显示器 1 的发光效率。表 4 示出一些结果。表 4 还示出对例子 2 的有机 EL 显示器 1 得到的发光效率。参考表 4,在括号中的数字值表示标准偏差。

表 4

有机 EL 元件		发光效率 (cd/A)	
		例子 2	例子 3
发射颜色	红	2.1 (0.3)	1.9 (0.23)
	绿	14.2 (2.24)	13.2 (2.88)
	蓝	2.8 (0.38)	4.1 (0.87)

如表 4 所示, 在例子 2 的有机 EL 显示器 1 和例子 3 的有机 EL 显示器 1 之间, 红和绿有机 EL 元件 30 的发光效率没有统计学的差异。然而, 例子 3 的有机 EL 显示器 1 中的蓝有机 EL 元件 30 的发光效率大大地大于例子 2 的有机 EL 显示器 1 中的蓝有机 EL 元件 30 的发光效率。

对于本例子的有机 EL 显示器 1, 在上述相同条件下测量发射寿命。结果, 在例子 2 的有机 EL 显示器 1 和例子 3 的有机 EL 显示器 1 之间, 红和绿有机 EL 元件 30 的发射寿命几乎是相同的。然而, 蓝有机 EL 元件 30 的发射寿命比例子 2 中的有机 EL 显示器 1 的大。从上述结果可以明白, 当外阻挡层 32d 和内阻挡层 32e 分别置于保护导体层 32b 和主导体层 32a 之间和主导体层 32a 和接触层 32c 之间时, 可以进一步增加发光效率和发射寿命。

在例子 1 中描述的同条件下, 使根据上述相同步骤制造的有机 EL 显示器 1 连续发光。检查在保护导体层 32b 的区域 (这是从主导体层 32a 一侧的保护导体层 32b 的表面到离开主导体层 32a 为 2 nm 的一个平面的一个区域) 中的 Ba 浓度相对于主导体层 32a 中的 Ba 浓度之比。此外, 检查在主导体层 32a 的区域 (这是从保护导体层 32b 一侧的主导体层 32a 的表面到离开保护导体层 32b 为 2 nm 的一个平面的一个区域) 中的 Al 浓度相对于保护导体层 32b 中的 Al 浓度之比。比值小于 1 / 10。

检查在接触层 32c 的区域 (这是从主导体层 32a 一侧的接触层 32c 的表面到离开主导体层 32a 为 2 nm 的一个平面的一个区域) 中的 Ba 浓度相对于主导体层 32a 中的 Ba 浓度之比。此外, 检查在主导体层 32a 的区域 (这是从接触层 32c 一侧的主导体层 32a 的表面到离开接触层 32c 为 2 nm 的一个平面的一个区域) 中的 Cs 浓度相对于接触层 32c 中的 Cs 浓度之比。比值小于 1 / 10。

熟悉本技术领域的人员容易发现另外的优点和修改。因此, 从本发明的较宽的方面来说, 本发明不限于这里所示出的和所描述的特定细节和代表性的实施例。因此, 可以进行各种修改而不偏离所附的权利要求书和它们的等效物定义的总的发明构思的精神和范围。

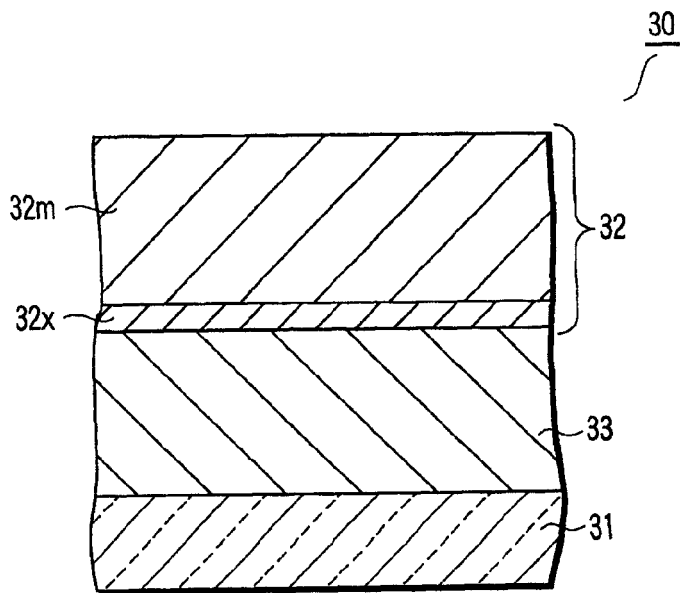


图 1

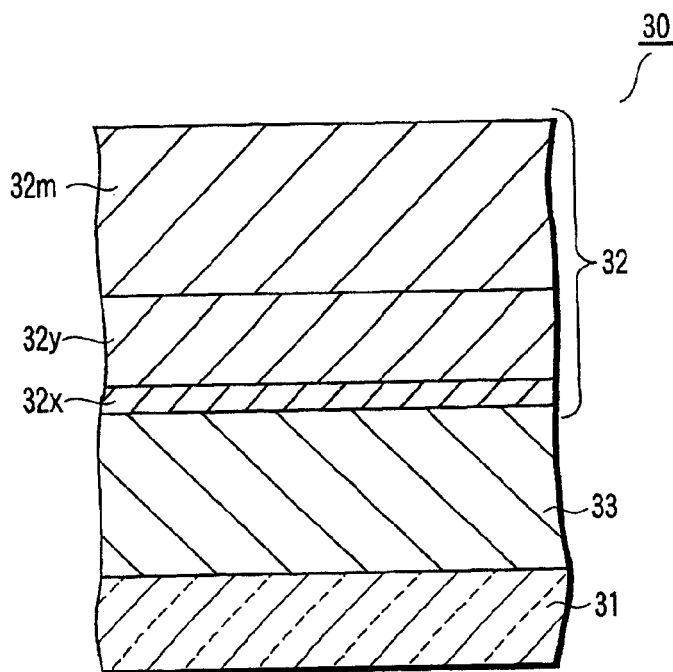


图 2

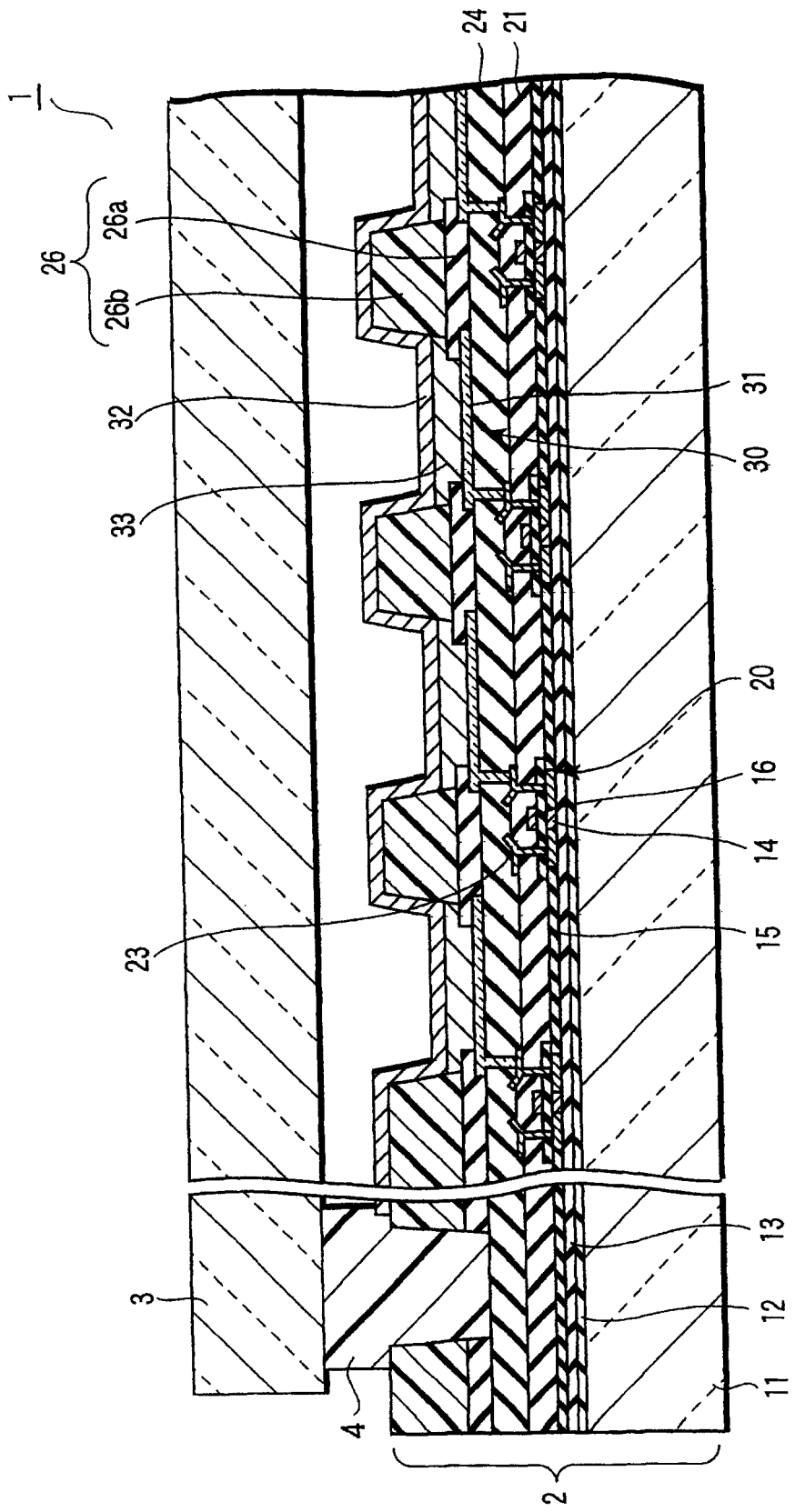


图 3

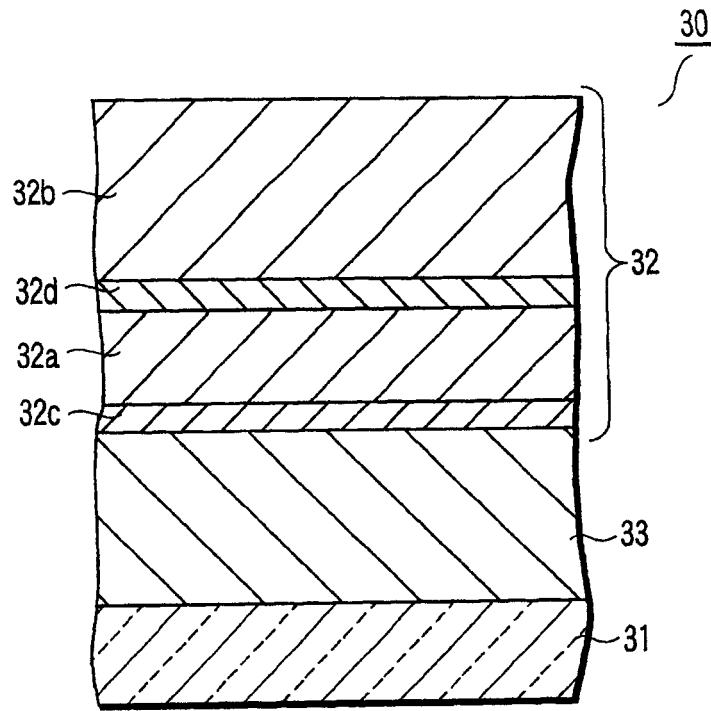


图 4

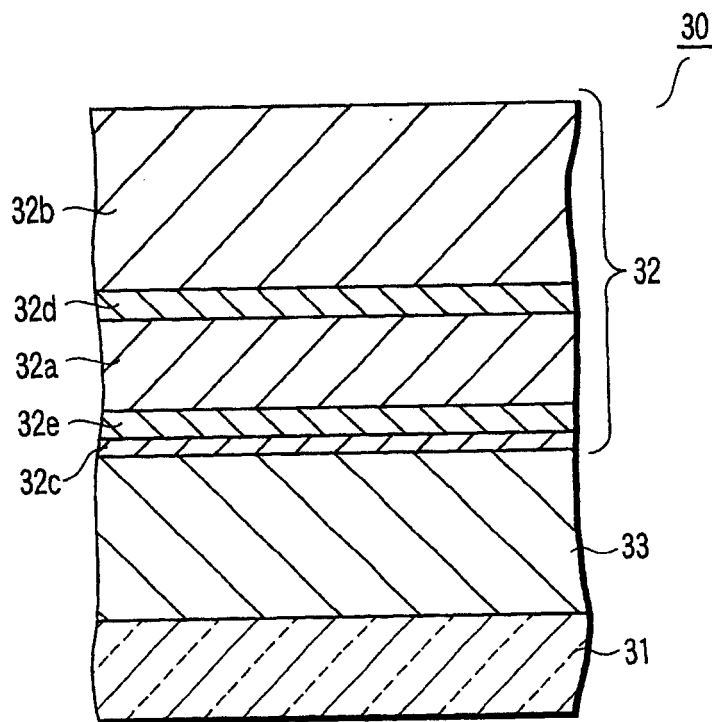


图 5

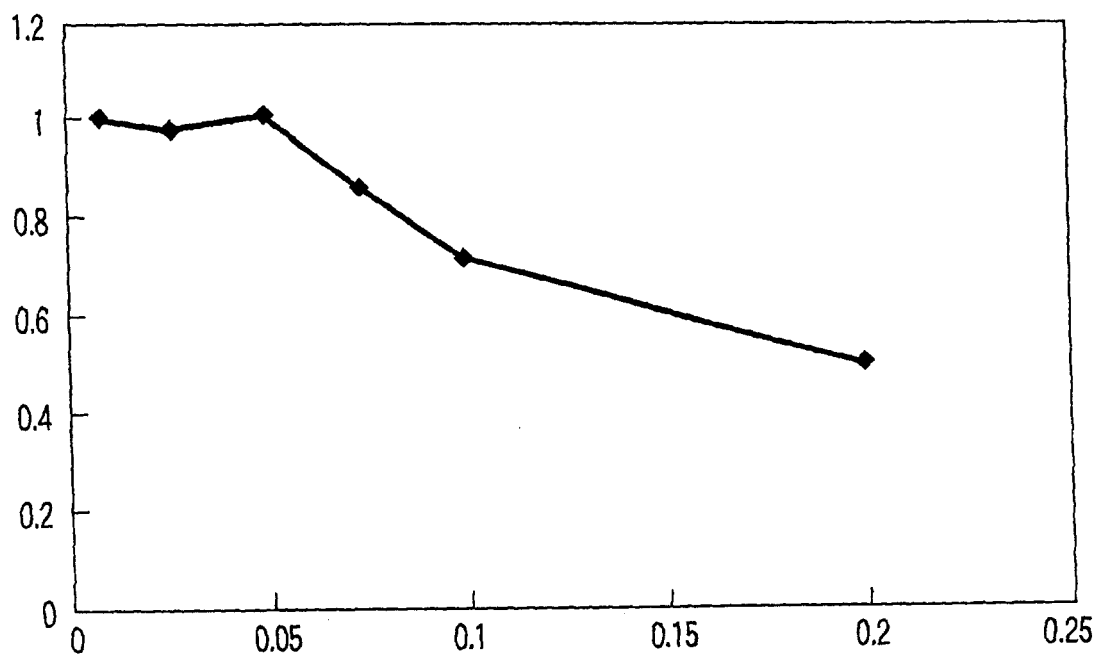


图 6

专利名称(译)	有机场致发光元件和有机场致发光显示器		
公开(公告)号	CN1714604A	公开(公告)日	2005-12-28
申请号	CN200380103599.1	申请日	2003-11-19
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝松下显示技术股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝松下显示技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
[标]发明人	山本和重 中筋幹夫		
发明人	山本和重 中筋幹夫		
IPC分类号	H05B33/26 H01L27/32 H01L51/50 H01L51/52 H05B33/12 H05B33/22 H05B33/14		
CPC分类号	H01L51/5221 H01L27/3211 H01L27/3244 Y10S428/917 Y10T428/24942		
代理人(译)	李玲		
优先权	2002336962 2002-11-20 JP		
其他公开文献	CN100448061C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种有机场致发光元件(30)，它包括阳极(31)、阴极(32)、以及有机层(33)，其中阴极(32)包括面对有机层(33)的保护导体层(32b)、置于保护导体层(32b)和有机层(33)之间的主导体层(32a)、以及置于保护导体层(32b)和主导体层(32a)之间且由绝缘体或半导体制成的阻挡层(32d)。

