

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01L 51/50 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680020289.7

[43] 公开日 2008年6月4日

[11] 公开号 CN 101194378A

[22] 申请日 2006.6.6

[21] 申请号 200680020289.7

[30] 优先权

[32] 2005.6.9 [33] JP [31] 169212/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/311295 2006.6.6

[87] 国际公布 WO2006/132226 日 2006.12.14

[85] 进入国家阶段日期 2007.12.7

[71] 申请人 罗姆股份有限公司

地址 日本京都府

[72] 发明人 下地规之 守分政人 渊上贵昭  
加藤弘树

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司  
代理人 龙 淳

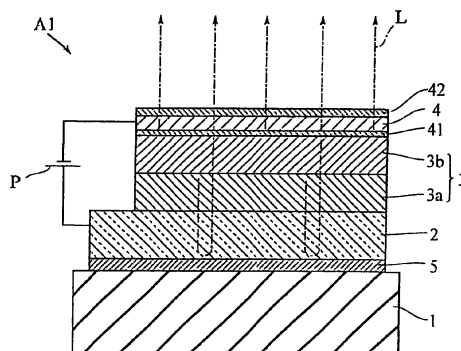
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 10 页

## [54] 发明名称

有机 EL 元件、有机 EL 显示装置和有机 EL 元件的制造方法

## [57] 摘要

本发明涉及有机 EL 元件、有机 EL 显示装置和有机 EL 元件的制造方法。有机 EL 发光元件(A1)具备：相互相对配置的阳极(2)和阴极(4)；和介于所述阳极(2)和阴极(4)之间，并且包括发光层(3b)的有机层(3)。阴极(4)由 MgAg 合金构成，且具有 200 Å 以下的厚度。优选阴极(4)的厚度为 40 ~ 100 Å 的范围。



1. 一种有机 EL 发光元件，其特征在于，具备：  
相互相对配置的阳极和阴极；和  
介于所述阳极和阴极之间，并且包括发光层的有机层，其中，  
所述阴极由 MgAg 合金构成，且具有 200Å 以下的厚度。
2. 如权利要求 1 所述的有机 EL 元件，其特征在于：  
所述阴极具有 40~100Å 的厚度。
3. 如权利要求 1 所述的有机 EL 元件，其特征在于：  
所述阴极具有 25~70atomic% 的 Ag 浓度。
4. 如权利要求 1 所述的有机 EL 元件，其特征在于：  
所述阴极由均匀浓度层和不均匀浓度层构成，所述均匀浓度层在  
厚度方向上具有均匀的 Ag 浓度；所述不均匀浓度层夹着所述均匀浓度  
层，位于与所述有机层相反一侧，并且在厚度方向上具有不均匀的 Ag  
浓度。
5. 如权利要求 4 所述的有机 EL 元件，其特征在于：  
所述均匀浓度层具有 25~70atomic% 的 Ag 浓度。
6. 如权利要求 4 所述的有机 EL 元件，其特征在于：  
所述均匀浓度层具有 20Å 以上的厚度。
7. 如权利要求 4 所述的有机 EL 元件，其特征在于：  
所述不均匀浓度层的最远离所述均匀浓度层的部分的 Ag 浓度，比  
所述不均匀浓度层的最接近所述均匀浓度层的部分的 Ag 浓度大。
8. 如权利要求 7 所述的有机 EL 元件，其特征在于：  
所述不均匀浓度层的最远离所述均匀浓度层的部分的 Ag 浓度为  
100atomic%。

9. 如权利要求 7 所述的有机 EL 元件，其特征在于：

所述不均匀浓度层包括：第一 MgAg 合金层；和夹着所述第一 MgAg 合金层，位于与所述均匀浓度层相反一侧，并且具有比所述第一 MgAg 合金层的 Ag 浓度大的 Ag 浓度的第二 MgAg 合金层。

10. 如权利要求 1 所述的有机 EL 元件，其特征在于：

还包括夹着所述阴极，位于与所述有机层相反一侧的 Au 层，所述阴极的厚度和所述 Au 层的厚度合计为 200Å 以下。

11. 如权利要求 1 所述的有机 EL 元件，其特征在于：

还包括介于所述阴极和所述有机层之间，并且含有 Li 的层。

12. 一种有机 EL 显示装置，其特征在于，包括：

基板；

被支承在所述基板上的多个有机 EL 元件；和

用于对所述多个有机 EL 元件进行发光驱动的有源矩阵电路，其中，

所述各有机 EL 元件具备：相互相对配置的阳极和阴极；和介于所述阳极和阴极之间，并且包括发光层的有机层，

所述阴极由 MgAg 合金构成，且具有 200Å 以下的厚度。

13. 如权利要求 12 所述的有机 EL 显示装置，其特征在于：

所述基板由硅制成，所述有源矩阵电路具备在所述基板上形成的多个晶体管。

14. 一种有机 EL 元件的制造方法，其特征在于，包括：

形成阳极的工序；

形成包括发光层的有机层的工序；和

形成阴极的工序，其中，

所述阴极的形成通过共蒸镀 Mg 和 Ag 而进行。

15. 如权利要求 14 所述的有机 EL 元件的制造方法，其特征在于：  
所述共蒸镀以  $0.1\sim 1.0\text{\AA}/\text{sec}$  的蒸镀速度进行。

16. 如权利要求 14 所述的有机 EL 元件的制造方法，其特征在于：  
形成所述阴极的工序包括：分别使 Mg 和 Ag 的蒸镀速度一定以进行共蒸镀的工序；和以 Ag 的蒸镀速度与 Mg 的蒸镀速度之比随着时间的经过而变大的方式进行共蒸镀的工序。

17. 如权利要求 14 所述的有机 EL 元件的制造方法，其特征在于：  
还包括在形成所述阴极的工序之后，在所述阴极上蒸镀 Au 的工序。

18. 如权利要求 14 所述的有机 EL 元件的制造方法，其特征在于：  
还包括在形成所述有机层的工序之后、形成所述阴极的工序之前，形成含有 Li 的层的工序。

## 有机 EL 元件、有机 EL 显示装置和有机 EL 元件的制造方法

### 技术领域

本发明涉及有机 EL (electroluminescent: 场致发光) 元件。此外, 本发明还涉及使用有机 EL 元件的有机 EL 显示装置和有机 EL 元件的制造方法。

### 背景技术

图 14 表示下述专利文献 1 中公开的现有的有机 EL 元件。有机 EL 元件 X 形成在透明基板 91 上, 包括反射膜 92、阳极 93、有机层 94 和阴极 95。反射膜 92 由金属制成。阳极 93 为多层透明电极。更详细而言, 有机层 94 由空穴注入层 94a、空穴输送层 94b、发光层 94c、电子输送层 94d 和电子注入层 94e 构成。阴极 95 为透明电极。

若在阳极 93 和阴极 93 之间赋与电场, 则介于它们之间的发光层 94c 放射光。在图中上方放射的光透过阴极 95, 向有机 EL 元件 X 的上方放射。另一方面, 在下方放射的光透过阳极 93, 在被反射膜 92 反射后, 透过阳极 93、有机层 94 和阴极 93, 最终向有机 EL 元件 X 的上方放射。结果是, 有机 EL 元件 X 向着与位于下方的透明基板 91 相反的方向放射光。这种结构称为顶部发射型。

通常, 阴极 93 通过在作为材料的 ITO (Indium Tin Oxide: 铟锡氧化物) 或 IZO (Indium Zinc Oxide: 铟锌氧化物) 上实施溅射法、分子线外延法 (以下称为 MBE 法)、或离子电镀法而形成。但是, 使用这种方法, 要使有机层 94 上升至超过 100°C 的高温。因此存在有机层 94 受到化学损伤的情况。而且, 上述方法使构成 ITO 或 IZO 的原子、分子或离子等粒子与有机层 94 冲突。因此有机层 94 不可避免地受到物理损伤。这些损伤可成为引起有机 EL 元件的特性异常, 例如消耗电力的不当增大或亮度降低等的原因。

[专利文献 1] 日本专利特开 2004-247106 号公报

## 发明内容

本发明考虑上述问题而提出，其课题是通过抑制制造工序中的有机层的损伤，提供表现出低消耗电力和高亮度的有机 EL 元件。此外，本发明的另一课题是提供使用该有机 EL 元件的有机 EL 显示装置，以及提供该有机 EL 元件的制造方法。

本发明的第一方面提供的有机 EL 发光元件，具备：相互相对配置的阳极和阴极；和介于上述阳极和阴极之间，并且包括发光层的有机层。上述阴极由 MgAg 合金构成，且具有 200Å 以下的厚度。

根据这种结构，能够使上述阴极的功函数小于由例如 ITO 构成的阴极。因此，能够提高电子从上述阴极向上述有机层注入的效率，减少上述有机 EL 元件的消耗电力。此外，上述发光层放射的光能够透过上述阴极，能够实现上述有机 EL 元件的高亮度化。而且，上述阴极能够通过以 Mg 和 Ag 为蒸镀源的共蒸镀形成，由此能够避免上述有机层受损伤。

在本发明的优选实施方式中，上述阴极具有 40~100Å 的厚度。根据这种结构，能够提高上述阴极的透过率，并且减小上述阴极的片电阻。因此，上述有机 EL 元件能够表现出低消耗电力和高亮度。

在本发明的优选实施方式中，上述阴极具有 25~70atomic% 的 Ag 浓度。根据这种结构，上述阴极的功率功函数为 3.7eV 以下的程度。这适合于降低消耗电力。

在本发明的优选实施方式中，上述阴极由均匀浓度层和不均匀浓度层构成，上述均匀浓度层在厚度方向上具有均匀的 Ag 浓度；上述不均匀浓度层夹着上述均匀浓度层，位于与上述有机层相反一侧；并且在厚度方向上具有不均匀的 Ag 浓度。根据这种结构，可将上述均匀浓度层的 Ag 浓度设定为适合于减小功函数的浓度；同时，将上述不均匀浓度层中与上述均匀浓度层相反一侧的部分的 Ag 浓度设定为适合于抑制气氛引起的侵蚀等的大浓度。因此，上述有机 EL 元件能够兼顾低的消耗电力和对环境的耐性。

在本发明的优选实施方式中，上述均匀浓度层具有 25~70atomic% 的 Ag 浓度。这种结构适合于减小上述有机 EL 元件的消耗电力。

在本发明的优选实施方式中，上述均匀浓度层具有 20Å 以上的厚

度。根据这种结构，能够适当地发挥提高电子从上述阴极向上述有机层注入的效率的效果。

在本发明的优选实施方式中，上述不均匀浓度层的最远离上述均匀浓度层的部分的 Ag 浓度，比上述不均匀浓度层的最接近上述均匀浓度层的部分的 Ag 浓度大。根据这种结构，上述有机 EL 元件能够兼顾低消耗电力和对环境的耐性。

在本发明的优选实施方式中，上述不均匀浓度层的最远离上述均匀浓度层的部分的 Ag 浓度为 100atomic%。这种结构适合于抑制上述阴极被气氛等侵蚀。

在本发明的优选实施方式中，上述不均匀浓度层包括：第一 MgAg 合金层；和夹着上述第一 MgAg 合金层，位于与上述均匀浓度层相反一侧，并且具有比上述第一 MgAg 合金层的 Ag 浓度大的 Ag 浓度的第二 MgAg 合金层。根据这种结构，上述有机 EL 元件也能够兼顾低消耗电力和对环境的耐性。

在本发明的优选实施方式中，还包括夹着上述阴极，位于与上述有机层相反一侧的 Au 层，并且上述阴极的厚度和上述 Au 层的厚度合计为 200Å 以下。根据这种结构，有利于避免上述阴极被气氛等侵蚀。此外，上述阴极和上述 Au 层能够防止不恰当地衰减上述发光层放射的光。

在本发明的优选实施方式中，还包括介于上述阴极和上述有机层之间，并且含有 Li 的层。根据这种结构，能够提高电子从上述阴极向上述有机层的注入效率。

本发明的第二方面提供的有机 EL 显示装置，其特征在于，包括：基板；被支承在上述基板上的多个由本发明的第一方面提供的有机 EL 元件；和用于对上述多个有机 EL 元件进行发光驱动的有源矩阵电路。根据这种结构，上述有机 EL 显示装置能够表现出低消耗电力和高显示画质。

在本发明的优选实施方式中，上述基板为硅基板，上述有源矩阵电路具备在上述基板上形成的多个晶体管。根据这种结构，能够以高密度配置上述有机 EL 元件，由此，上述有机 EL 显示装置能够显示更精细的图像。

本发明的第三方面提供的有机 EL 元件的制造方法，其包括：形成阳极的工序；形成包括发光层的有机层的工序；和形成阴极的工序。其特征在于，形成上述阴极的工序通过共蒸镀 Mg 和 Ag 而进行。根据这种结构，能够适当地制造本发明的第一方面提供的有机 EL 元件。

在本发明的优选实施方式中，上述共蒸镀以  $0.1\sim 1.0\text{\AA}/\text{sec}$  的蒸镀速度进行。根据这种结构，能够适当地制造上述阴极，不会不当地损伤上述有机层。

在本发明的优选实施方式中，形成上述阴极的工序包括：分别使 Mg 和 Ag 的蒸镀速度一定以进行共蒸镀的工序；和以 Ag 的蒸镀速度与 Mg 的蒸镀速度之比随着时间的经过而变大的方式进行共蒸镀的工序。根据这种结构，能够制造上述阴极，使其具有由 Ag 浓度均匀的均匀浓度层和离上述均匀浓度层越远则 Ag 浓度越大的不均匀浓度层构成的叠层结构。

在本发明的优选实施方式中，其还包括在形成上述阴极的工序之后，在上述阴极上蒸镀 Au 的工序。根据这种结构，能够避免上述阴极被气氛等侵蚀。

在本发明的优选实施方式中，其还包括在形成上述有机层工序之后、形成上述阴极的工序之前，形成含有 Li 的层的工序。这种结构有利于提高电子从上述阴极向上述有机层的注入效率。

本发明的其他特征和优点，通过以下参照附图进行的详细说明，可更加清楚。

## 附图说明

图 1 为表示本发明的有机 EL 元件的第一实施方式的主要部分截面图；

图 2 为图 1 所示有机 EL 元件的主要部分放大截面图；

图 3 为表示图 1 所示有机 EL 元件的阴极厚度和 Ag 浓度的关系的图；

图 4 为表示使用图 1 所示有机 EL 元件的有机 EL 显示装置的主要部分截面图；

图 5 为用于说明在图 4 所示有机 EL 显示装置的制造方法的一个例

子中，形成有源矩阵电路的工序的主要部分截面图；

图 6 为用于说明在图 2 所示有机 EL 显示装置的制造方法的一个例子中，形成阳极的工序的主要部分截面图；

图 7 为用于说明在图 4 所示有机 EL 显示装置的制造方法的一个例子中，形成有机层的工序的主要部分截面图；

图 8 为用于说明在图 4 所示有机 EL 显示装置的制造方法的一个例子中，形成阴极的工序的主要部分截面图；

图 9 为表示 MgAg 合金的透过率的图；

图 10 为表示 MgAg 合金的片电阻的图；

图 11 为表示 MgAg 合金的功函数的图；

图 12 为表示本发明的有机 EL 元件的第二实施方式的主要部分截面图；

图 13 为表示图 12 所示有机 EL 元件的阴极厚度和 Ag 浓度的关系的图；

图 14 为表示现有的有机 EL 元件的一个例子的主要部分截面图。

## 具体实施方式

图 1 表示本发明的有机 EL 元件的第一实施方式。基板 1 为绝缘基板，支承有机 EL 元件 A1。有机 EL 元件 A1 形成在基板 1 之上。有机 EL 元件 A1 包括反射层 5、阳极 2、有机层 3 和阴极 4。

在基板 1 上形成的反射层 5 用于使向图中下方传播的光 L 向图中上方反射。反射层 5 由具有比较高的反射率的例如 Al 构成。

在反射层 5 上形成的阳极 2 用于通过将电场赋与有机层 3 而在有机层 3 中注入空穴。阳极 2 与电源 P 的 + 极导通。阳极 2 为透明的，具有 1000Å 左右的厚度，由例如 ITO 或 IZO 等材料构成。

阳极 2 和阴极 4 所夹着的有机层 3 由空穴输送层 3a 和在其上叠层的发光层 3b 构成。

空穴输送层 3a 用于将从阳极 2 注入的空穴向发光层 3b 进行输送。空穴输送层 3a 具有 500Å 左右的厚度，由例如 N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯-4,4'-二胺 ( $\alpha$ -NPD)、三苯胺衍生物 (TPD) 或苯胺的 4 聚体 (TPTE) 构成。

发光层 3b 是用于使光产生的部分。光的产生通过从阳极 2 注入的空穴与从阴极 4 注入的电子的再结合而引起。发光层 3b 具有 500Å 左右的厚度，由例如将 8 羟基喹啉进行三配位后的铝络合物（以下称为  $Alq_3$ ）构成。 $Alq_3$  为电子输送能力比较大的材料。

这样，为了提高空穴和电子的注入平衡，本实施方式的有机层 3 具有由空穴输送层 3a 和发光层 3b 构成的二层结构。但是，本发明的有机层的结构不限于此，例如也可以为具备空穴注入层、电子输送层和电子注入层等的构造。

在发光层 3b 上形成的 LiF 层 41 具有 5Å 左右的厚度。

在 LiF 层 41 上形成的阴极 4 用于通过将电场赋与有机层 3 而将电子注入有机层 3 中。阴极 4 与电源 P 的一极导通。阴极 4 具有 80Å 左右的厚度，由 MgAg 合金构成。

在阴极 4 上形成的 Au 层 42 用于保护阴极 4 不受气氛等的侵蚀，具有 10Å 左右的厚度。

图 2 表示阴极 4 的详细结构。阴极 4 由均匀浓度层 4a 和在其上叠层的不均匀浓度层 4b 构成。均匀浓度层 4a 具有 30Å 左右的厚度  $t_a$ ，在厚度方向上具有均匀的 Ag 浓度。不均匀浓度层 4b 具有 50Å 左右的厚度  $t_b$ ，在厚度方向上具有均匀的 Ag 浓度。

图 3 为表示阴极 4 厚度方向的 Ag 浓度分布的图，横轴表示阴极 4 的厚度方向尺寸，纵轴表示 Ag 浓度。在均匀浓度层 4a 中，Ag 浓度表示 50atomic（原子）%左右的一定值。在不均匀浓度层 4b 中，Ag 浓度随着离开均匀浓度层 4a 而单调增加。与均匀浓度层 4a 相接的部分的不均匀浓度层 4b 的 Ag 浓度为与均匀浓度层大致相同的 50atomic%的程度。另一方面，最远离均匀浓度层 4a 的部分的不均匀浓度层 4b 的 Ag 浓度为大致 100atomic%。

图 4 表示使用有机 EL 元件 A1 的有机 EL 显示装置的一个例子。有机 EL 显示装置 B1 具备基板 1、有源矩阵电路 C、绝缘层 81、场氧化膜 77、矩阵状配置的多个有机 EL 元件 A1 和保护层 82。有机 EL 显示装置 B1 对能够从图中上方目视确认的图像进行显示。

基板 1 为例如单晶硅基板。

在基板 1 上形成的有源矩阵电路 C 用于对多个有机 EL 元件 A1 进

行发光驱动。有源矩阵电路 C 包括多个晶体管 7、栅极配线 78、数据配线 79 以及其他配线（图示略）。

多个晶体管 7 用于进行多个有机 EL 元件 A1 的切换（switching）。各个晶体管 7 分别为具有栅极电极 71、源极电极 72、漏极电极 73、N<sup>+</sup>源极区域 74、N<sup>+</sup>漏极区域 75、通道（channel）区域 76 的 MOS（Metal Oxide Semiconductor：金属氧化物半导体）型晶体管。

栅极电极 71 用于产生作用于通道区域 76 上的电场。栅极电极 71 隔着绝缘层 81 设在通道区域 76 的图中上方，并且与栅极配线 78 导通。源极电极 72 通过有机 EL 元件 A1 的反射层 5 与阳极 2 导通。漏极电极 73 与数据配线 79 导通。

当栅极电极 71 设定为高电位或低电位时，晶体管 7 切换为 ON 状态或 OFF 状态。当晶体管 7 为 ON 状态时，源极电极 72 和漏极电极 73 导通。由此对有机 EL 元件 A1 施加电场，有机 EL 元件 A1 发光。

多个晶体管 7 由绝缘层 81 覆盖。相邻的晶体管 7 彼此通过场氧化膜 77 绝缘。

多个有机 EL 元件 A1 在绝缘层 81 上形成矩阵状。这些有机 EL 元件 A1 具有参照图 1 说明过的结构。阴极 4 作为有机 EL 显示装置 B1 具有的全部有机 EL 元件 A1 的共通电极起作用。

保护层 82 以覆盖多个有机 EL 元件 A1 的方式形成。保护层 82 具有比较大的透过率，由例如混入有干燥剂的玻璃和对其进行密封的紫外线硬化性树脂构成。

其次，以下参照图 5～图 8 对有机 EL 显示装置 B1 的制造方法的一个例子进行说明。该制造方法包括有机 EL 元件 A1 的制造工序。

首先，如图 5 所示，准备由单晶硅构成的基板 1。其次，在该基板 1 上形成包括多个晶体管 7 的有源矩阵电路 C、绝缘层 81 和场氧化膜 77。

其次，如图 6 所示，形成多个反射层 5 和多个阳极 2。其具体的顺序如下。首先，在绝缘层 81 上形成到达源极电极 72 的多个触点孔 81a。其后，通过对绝缘层 81 实施例如使用 Al 的溅射，形成 Al 薄膜。在该 Al 薄膜上，利用溅射法、MBE 法或离子电镀法等形成具有 1000Å 左右的厚度的 ITO 薄膜。并且，通过利用光刻法对这些薄膜实施成形，

形成多个反射层 5 和多个阳极 2。各反射层 5 以具有进入触点孔 81a 中的部分的方式形成。因此各阳极 2 与各源极电极 72 导通。

其次，如图 7 所示，形成有机层 3。其具体的顺序如下。首先，通过使用  $\alpha$ -NPD 的真空蒸镀法，形成具有 500Å 左右的厚度的空穴输送层 3a，以覆盖多个阳极 2 和绝缘层 81。作为空穴输送层 3a 的材料，可以使用 TPD 或 TPTE 代替  $\alpha$ -NPD。其次，通过使用 Alq<sub>3</sub> 的真空蒸镀法，在空穴输送层 3a 上形成具有 500Å 左右的厚度的发光层 3b。

其次，如图 8 所示，形成 LiF 层 41。LiF 层 41 具有 5Å 的厚度，通过例如真空蒸镀法形成。

再者，如该图所示，形成阴极 4。阴极 4 通过例如使用 Mg 和 Ag 作为蒸镀源的共蒸镀形成。具体而言，首先，在将 Mg 和 Ag 的蒸镀速度比设定为 1:1 的状态下进行共蒸镀，形成均匀浓度层 4a。该均匀浓度层 4a 具有 50atomic% 的 Ag 浓度和 30Å 左右的厚度。接着，在使 Mg 和 Ag 的蒸镀速度比从上述的 1:1 缓慢变化至 0:1 的同时进行共蒸镀。即，在使 Ag 的蒸镀速度为一定的状态下，使 Mg 的蒸镀速度随着时间的经过向 0 线性地减少。由此如图 3 所示，得到 Ag 浓度在其厚度方向上从 50atomic% 至 100atomic%，线性分布的不均匀浓度层 4b。不均匀浓度层 4b 的厚度为例如 50Å 左右。上述共蒸镀的蒸镀速度优选为 0.1~1.0Å/sec 的程度。

再者，如该图所示，形成 Au 层 42。Au 层 42 具有 10Å 左右的厚度，利用例如真空蒸镀法形成。

最后，形成图 4 所示的保护层 82。其具体的顺序如下。首先，利用混入有干燥剂的玻璃覆盖 Au 层 42。其次，利用紫外线硬化性树脂密封该玻璃。通过以上顺序，能够得到使用多个有机 EL 元件 A1 的有机 EL 显示装置 B1。

接着，对有机 EL 元件和使用该有机 EL 元件的有机 EL 显示 B1 的作用进行说明。

根据本实施方式，阴极 4 利用蒸镀法形成。因此，能够避免有机层 3 受到物理的或化学的损伤。特别是，如果使形成阴极 4 时的蒸镀速度为 0.1~1.0Å/sec 的程度，适于避免有机层 3 的损伤。

通过使有机层 3 不受损伤，可适当地进行向有机层 3 的电子注入，

而且防止发光层 3b 的光放射的不当降低。其结果是，有机 EL 元件 A1 能够具有低消耗电力和高亮度。此外，通过使用这种有机 EL 元件 A1，有机 EL 显示装置 B1 能够表现出低的消耗电力和高的显示画质。

图 9 表示 MgAg 合金的厚度和透过率 (Tr) 的关系。MgAg 合金为构成阴极 4 的材料。三种类型的点分别表示对于 450nm、550nm、600nm 的波长的光的透过率。从本图可看出，在阴极 4 的厚度为 80Å 左右的情况下，阴极 4 的透过率为 55%左右。如果具有这种程度的透过率，则能够使来自发光层 4b 的光 L 适当地向图 1 中的图中上方透过。因此，阴极 4 具有 80Å 左右的厚度，有利于顶部发射型的有机 EL 元件 A1 的高亮度化和有机 EL 显示装置 B1 的画质的提高。而且，根据本发明的发明者们的研究可知，为了实现有机 EL 元件 A1 的高亮度和有机 EL 显示装置 B1 的高画质，必需至少 15%程度、优选 40%程度以上的阴极 4 的透过率。作为结论，如果阴极 4 的厚度在 200Å 以下，则能够发挥有机 EL 元件 A1 的发光功能。此外，更为优选阴极 4 的厚度在 100Å 以下。

图 10 表示 MgAg 合金的厚度和片电阻 (SR) 的关系。从本图中可看出，在阴极 4 的厚度为 80Å 左右的情况下，阴极 4 的片电阻表现为 18Ω/sq。片电阻越小，电子从阴极 4 向有机层 3 的注入效率越高。本实施方式的阴极 4 的片电阻为与由一般的 ITO 构成的阴极的片电阻相同的程度或其以下。因此，能够降低有机 EL 元件 A1 和有机 EL 显示装置 B1 的消耗电力。此外，根据本发明的发明者们的研究可得到以下见解：为了降低有机 EL 元件 A1 和有机 EL 显示装置 B1 的消耗电力，必须将阴极 4 的片电阻至少抑制在 40Ω/sq 以下。作为结论，优选阴极 4 的厚度为 40Å 以上。

从以上可知，如果使阴极 4 的厚度为 40~100Å 的程度，在兼顾高亮度化和省电力化方面是令人满意的。

图 11 表示 MgAg 合金的 Ag 浓度和功函数 (WF) 的关系。从本图中可看出，随着 MgAg 合金中的 Ag 浓度从 0atomic%开始增大，功函数从 3.8eV 的程度开始缓慢减小。当 Ag 浓度为 70atomic%的程度时，功函数表现作为最小值的 3.6eV 的程度，当 Ag 浓度进一步变大，超过 80atomic%的程度时，功函数变得极端地大。在本实施方式中，位于有

机层 3 一侧的均匀浓度层 4a 的 Ag 浓度为 50atomic%的程度, 因此均匀浓度层 4a 的功函数表现为比较小的 3.65eV 的程度。如果功函数小, 则向有机层 3 的电子注入效率高, 进而能够减小有机 EL 元件 A1 和有机 EL 显示装置 B1 的消耗电力。此外, 为了提高电子从阴极 4 向有机层 3 的注入效率, 优选使阴极 4 中至少有机层 3 一侧的部分的 Ag 浓度为 25~75atomic%。由此, 能够使阴极 4 的有机层 3 一侧的部分的功函数大致为 3.7eV 以下。其中, 作为均匀浓度层 4a 的厚度, 优选 20Å 以上。

此外, 如图 3 所示, 与阴极 4 的 Au 层 42 相接的部分的 Ag 浓度为 100atomic%。由此在有机 EL 元件 A1 的制造工序中, 难以被气氛侵蚀。作为结果, 可提高阴极 4 的耐环境性, 抑制有机 EL 元件 A1 和有机 EL 显示装置 B1 的制造工序中的劣化或因使用引起的经年变化。如果使阴极 4 为由均匀浓度层 4a 和不均匀浓度层 4b 构成的叠层构造, 能够兼顾电子注入效率的提高和对环境的耐性的提高。此外, 在与阴极 4 中的 Au 层 42 相接的部分的 Ag 浓度比均匀浓度层 4a 的 Ag 浓度大的情况下, 能够提高对环境的耐性。更为优选该部分的 Ag 浓度为 100atomic%。

覆盖阴极 4 的 Au 层 42 对于防止阴极 4 被气氛等侵蚀具有效果。如果 Au 层 42 的厚度和阴极 4 的厚度合计为 200Å 以下, 则能够使由 Au 层 42 和阴极 4 构成的叠层体的透过率为 15%左右, 进而能够发挥有机 EL 元件 A1 的发光功能。

介于有机层 3 和阴极 4 之间的含有 Li 的 LiF 层起到作为缓冲层的功能, 提高电子从阴极 4 向有机层 3 的注入效率。

图 12 和图 13 表示本发明的有机 EL 元件的第二实施方式。其中, 在这些图中, 关于与上述第一实施方式类似的要素, 采用同一符号标示。

在有机 EL 元件 A2 中, 阴极 4 的不均匀浓度层 4b 由多个 MgAg 合金层构成的这点与上述第一实施方式不同, 其他的构成要素与图 1 所示的有机 EL 元件 A1 相同。如图 12 所示, 不均匀浓度层 4b 具有由具有大致相同的厚度的 MgAg 合金层 4b1、4b2、4b3 和 4b4 构成的叠层构造。如图 13 所示, 不均匀浓度层 4b 的 Ag 浓度, 离开均匀浓度层

4a 的距离 (SD) 越大而台阶式地增大。该不均匀浓度层 4b 能够通过例如共蒸镀 Mg 和 Ag 而形成。在共蒸镀的过程中, 在使 Ag 的蒸镀速度为一定的状态下, 通过使 Mg 的蒸镀浓度随着时间的经过而台阶式地减小, 能够得到具有图 13 所示的 Ag 浓度分布的不均匀浓度层 4b。

根据该实施方式, 也能够通过均匀浓度层 4a 提高电子注入效率, 并且提高阴极 4 的耐环境性。

本发明的有机 EL 元件、有机 EL 显示装置和有机 EL 元件的制造方法不限于上述实施方式。本发明的有机 EL 元件和有机 EL 显示装置的各部分的具体结构可自由地作各种设计变更。此外, 本发明的有机 EL 元件的制造方法中所包括的各处理也可自由地作各种变更。

阴极优选具有由均匀浓度层和不均匀浓度层构成的叠层构造。但是在阴极整体中 Ag 浓度均匀也可以。在这种结构中, 对于电子注入效率的提高, 也优选使 Ag 浓度为 25~70atomic%。此外, 阴极的 Ag 浓度在阴极整体中不均匀也可以。在这种结构中, 优选阴极中有机层一侧的部分的 Ag 浓度为 25~70atomic%, 另一方面, 最远离有机层的部分的 Ag 浓度为 100atomic%。

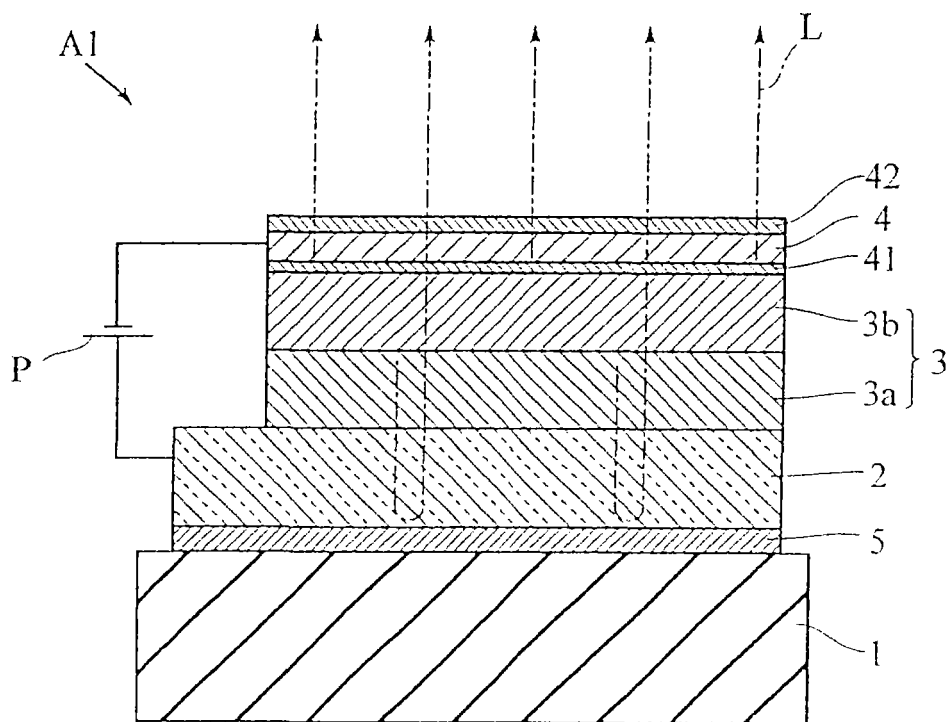


图1

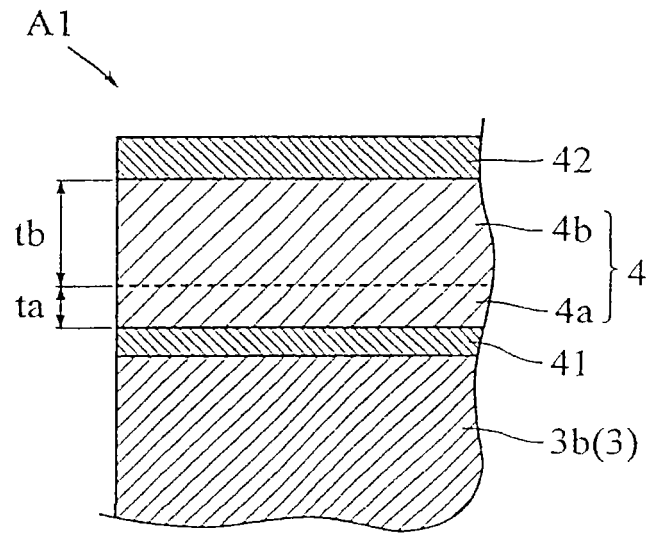


图2

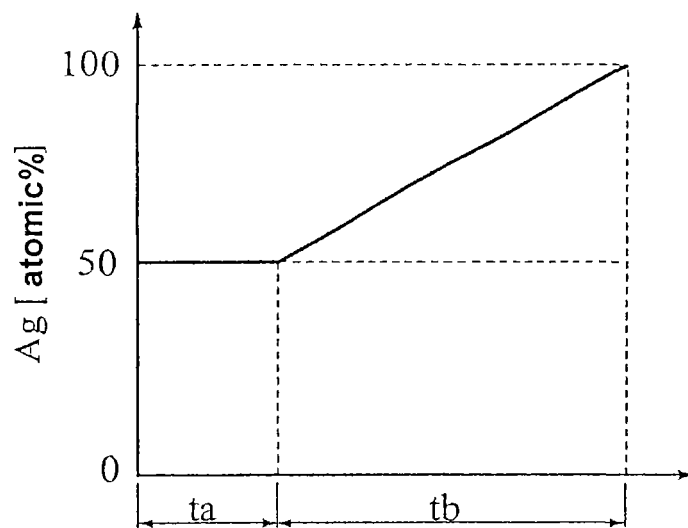


图3

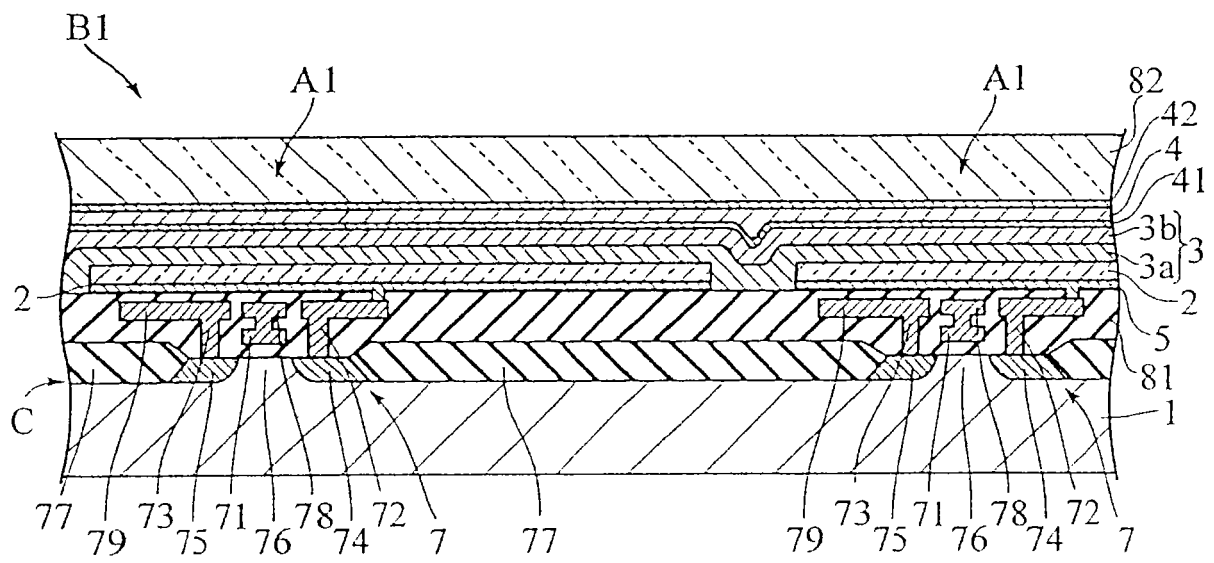


图4

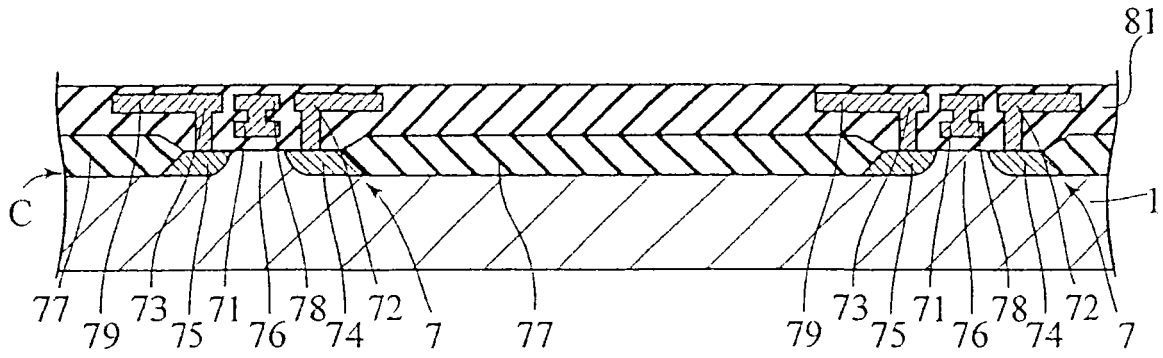


图5

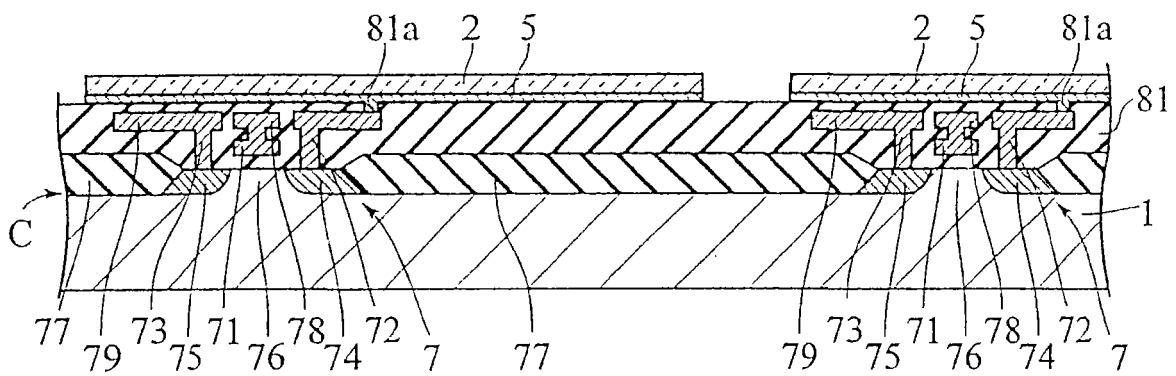


图6

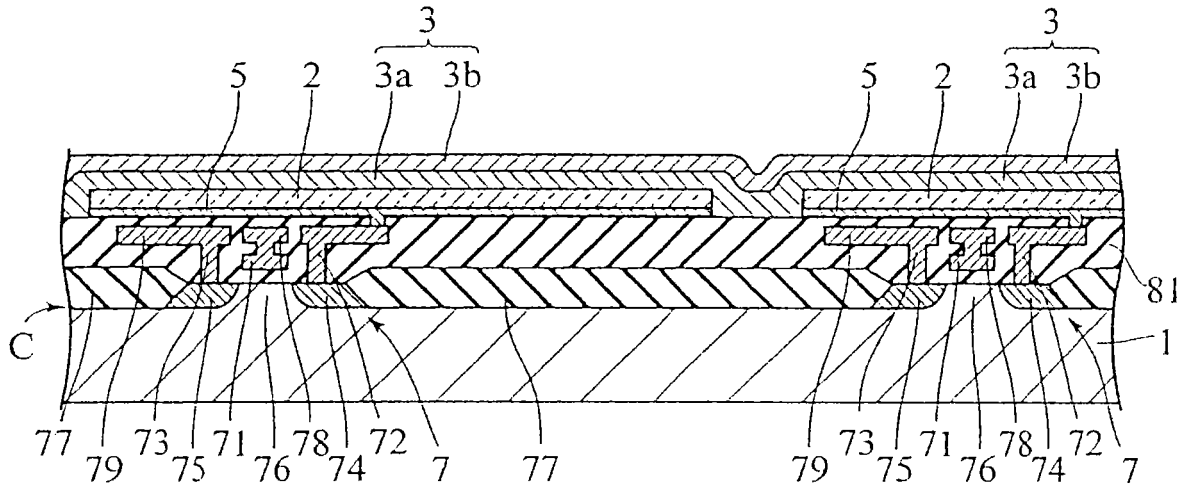


图7

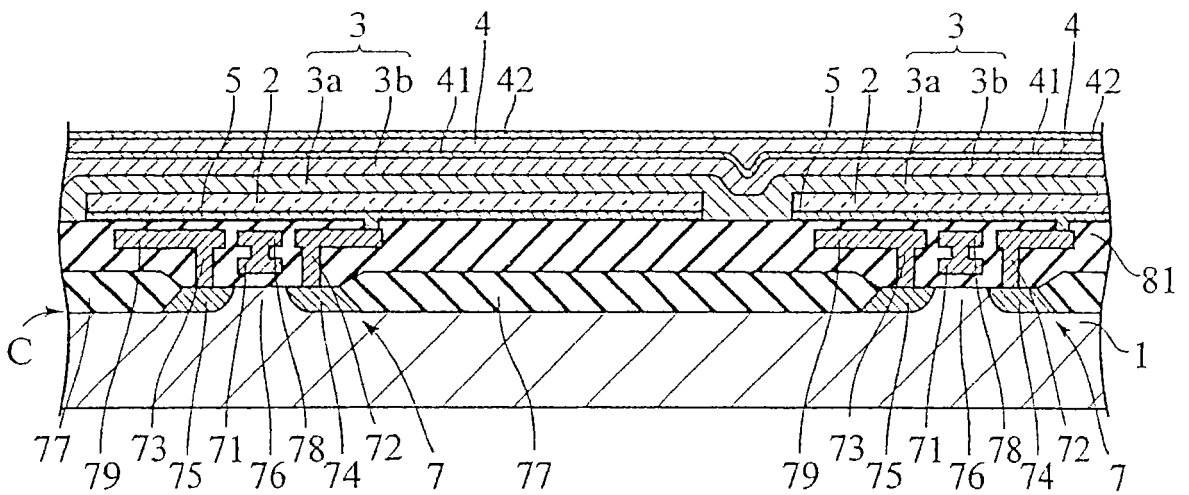


图8

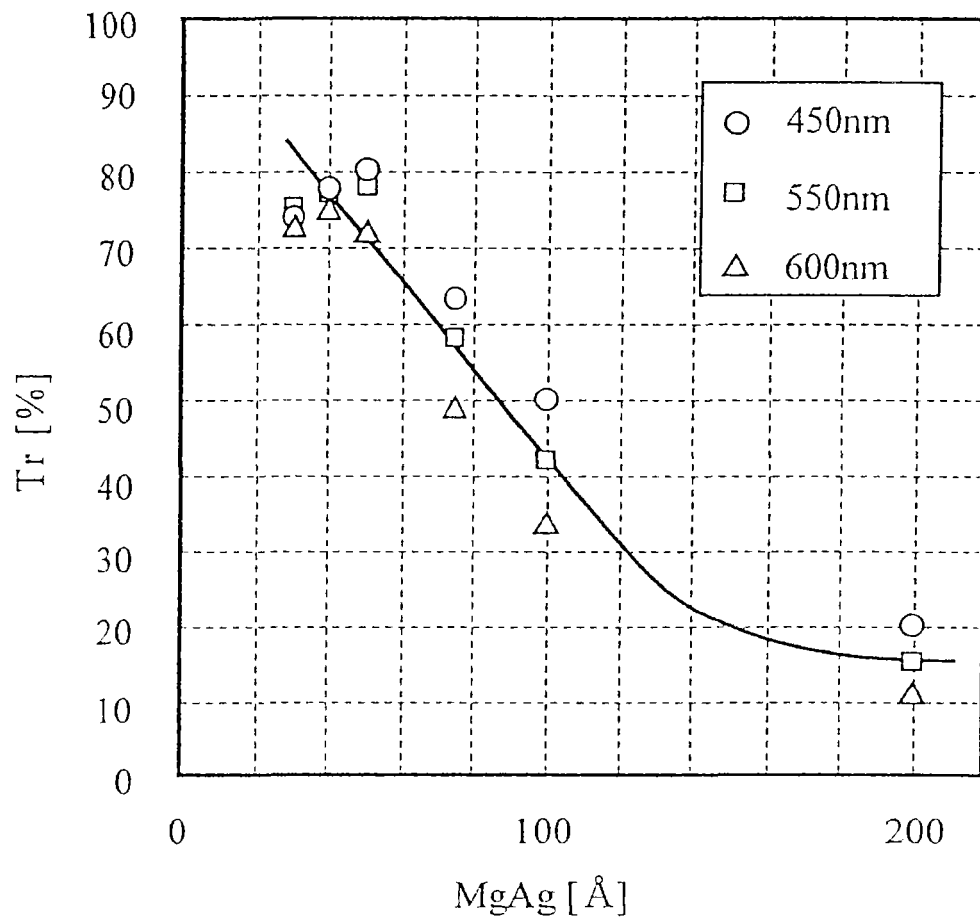


图9

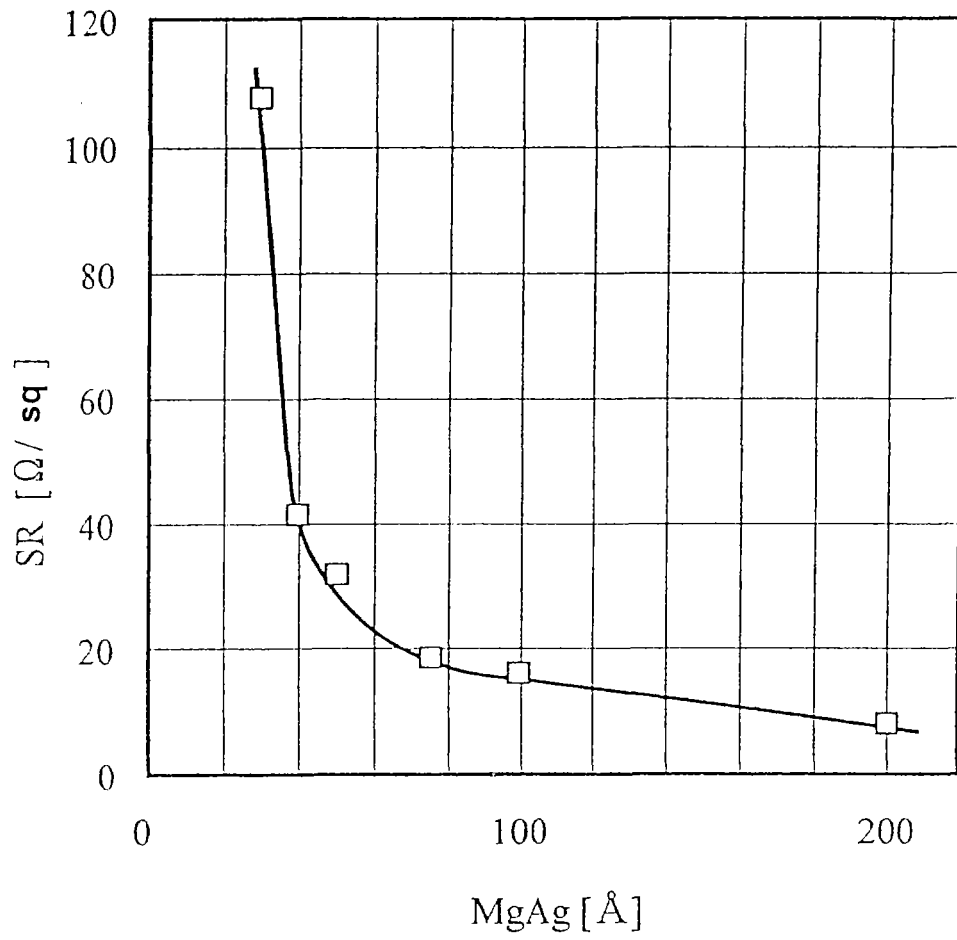


图10

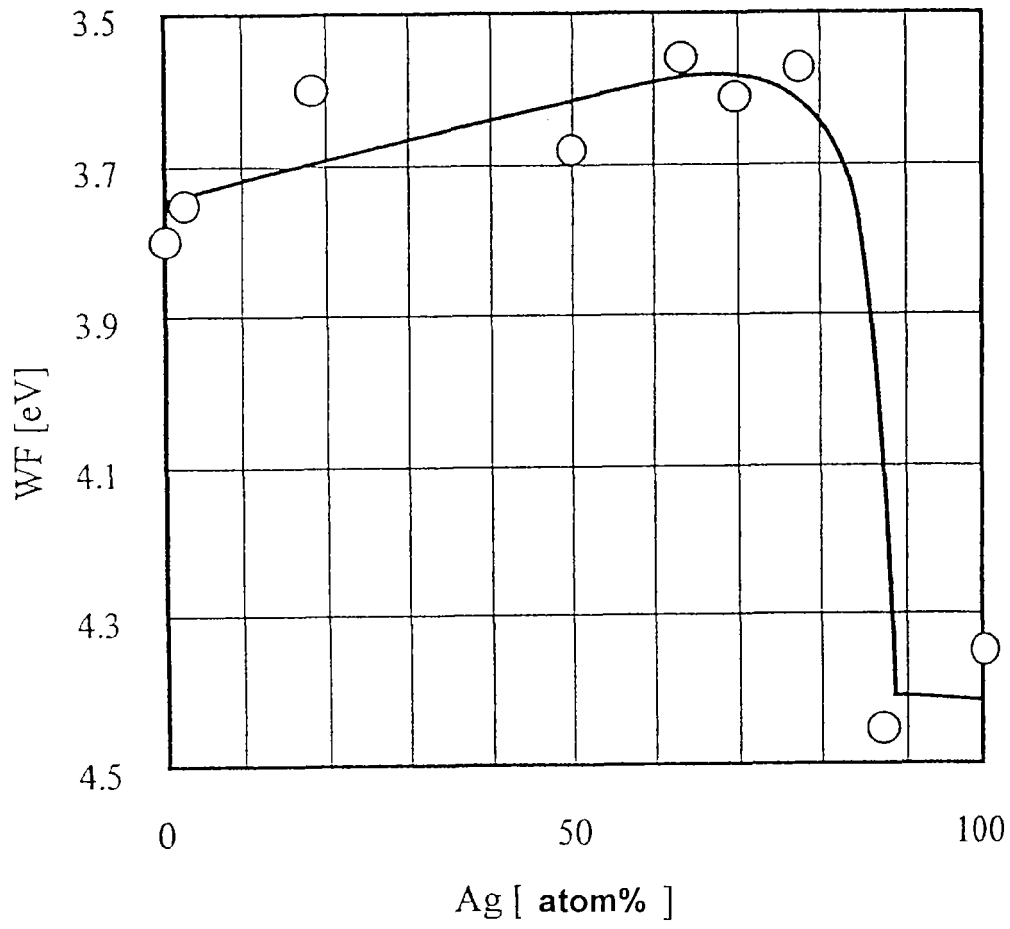


图11

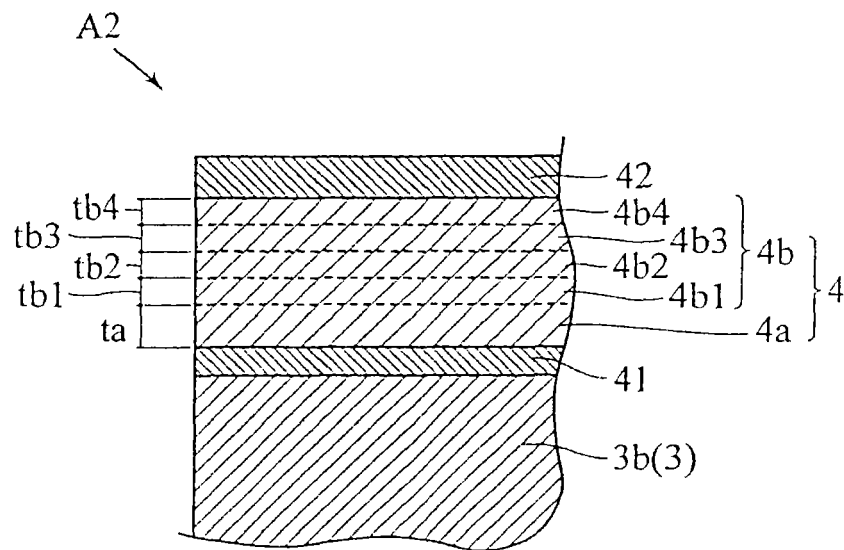


图12

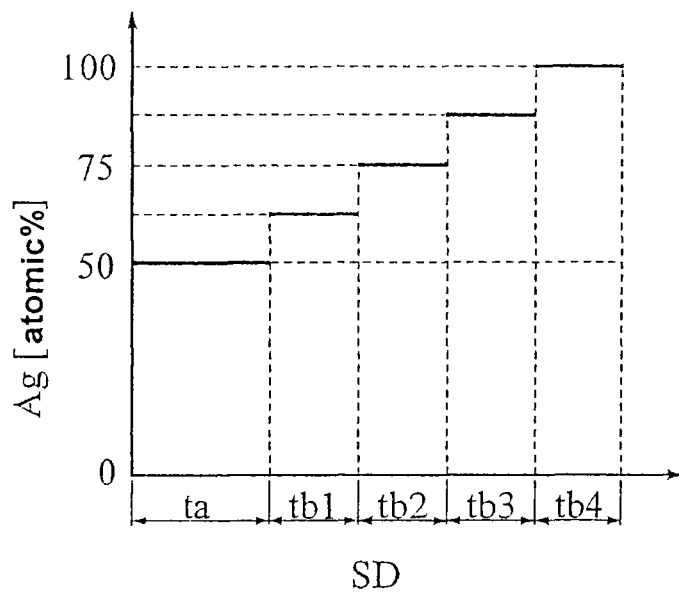
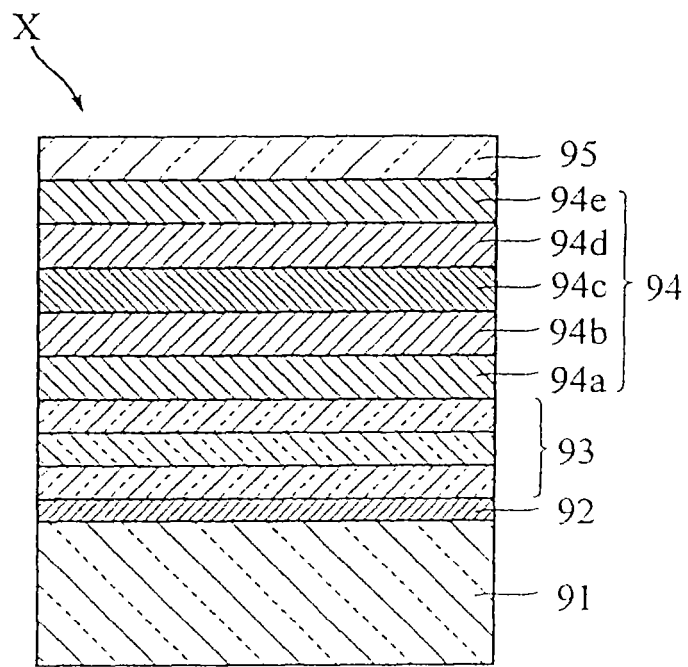


图13



现有技术

图14

专利名称(译)	有机EL元件、有机EL显示装置和有机EL元件的制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN101194378A</a>	公开(公告)日	2008-06-04
申请号	CN200680020289.7	申请日	2006-06-06
[标]申请(专利权)人(译)	罗姆股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	罗姆股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	罗姆股份有限公司		
[标]发明人	下地规之 守分政人 渊上贵昭 加藤弘树		
发明人	下地规之 守分政人 渊上贵昭 加藤弘树		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/5271 H01L2251/5315 H01L51/5234		
优先权	2005169212 2005-06-09 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及有机EL元件、有机EL显示装置和有机EL元件的制造方法。有机EL发光元件(A1)具备：相互相对配置的阳极(2)和阴极(4)；和介于所述阳极(2)和阴极(4)之间，并且包括发光层(3b)的有机层(3)。阴极(4)由MgAg合金构成，且具有200以下的厚度。优选阴极(4)的厚度为40~100的范围。

