

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05B 33/12

H05B 33/26 H05B 33/02



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410077080.7

[43] 公开日 2005年3月16日

[11] 公开号 CN 1596040A

[22] 申请日 2004.9.10

[21] 申请号 200410077080.7

[30] 优先权

[32] 2003.9.10 [33] JP [31] 319105/2003

[71] 申请人 三星 SDI 株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 五藤智久 武胁纪子 柘植久尚

上条敦 东口达

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

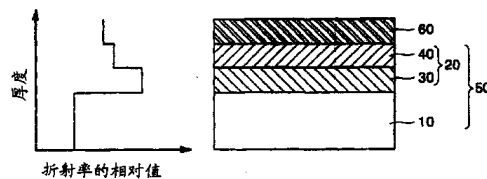
代理人 傅康 梁永

权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 7 页

[54] 发明名称 发光器件衬底和使用该衬底的发光器件

[57] 摘要

根据本发明，在光透明衬底上形成折射率大于光透明衬底的折射率的第一层，在第一层上形成折射率大于第一层的折射率的第二层，在第二层上形成折射率大于第二层的折射率的电极层。采用这种结构，从发光器件的发光层的点光源发出的向各个方向传播的球面波形式的波前，在该衬底内被转换为平面波形式的波前，使得光可有效地出射到衬底外部，因此可提供一种光提取效率高的发光器件衬底以及采用该衬底的发光器件。



ISSN 1008-4274

1. 一种发光器件衬底，包含：
光透明衬底；以及
在光透明衬底上形成的光控制部分，用于将球面波形式的入射光转换为平面波形式的光，并将其引导到光透明衬底中。
2. 根据权利要求1的发光器件衬底，其中光控制部分安装在光透明衬底上，并且该光控制部分由光控制层组成，一些光控制层具有折射率分布。
3. 根据权利要求2的发光器件衬底，其中光控制层的折射率分布是从光透明衬底向光透明衬底的上部减小。
4. 根据权利要求2的发光器件衬底，还包括：
位于光控制层上的电极层，
其中光控制层上表面附近的折射率大于电极层的折射率。
5. 根据权利要求2的发光器件衬底，其中光控制层包括形成于光透明衬底上的第一层，以及形成于第一层上且其折射率小于第一层的折射率的第二层。
6. 根据权利要求5的发光器件衬底，其中发光器件衬底具有安装在该衬底上的峰值发射波长（ λ ）的发光器件，当第一层的折射率为 n_1 且其厚度为 d_1 时，满足 $n_1d_1 > \lambda/2$ 。
7. 根据权利要求5的发光器件衬底，其中发光器件衬底具有安装在该衬底上的峰值发射波长（ λ ）的发光器件，当第二层的折射率为 n_2 且其厚度为 d_2 时，满足 $n_2d_2 > \lambda/2$ 。
8. 根据权利要求1的发光器件衬底，其中光透明衬底具有用于驱动发光器件的驱动电路。
9. 一种发光器件，包括：
光透明衬底；
在光透明衬底上形成的光控制部分，用于将球面波形式的入射光转换为平面波形式的光，并将其引导到光透明衬底中；
在光控制部分上形成的电极层；以及
在电极层上形成的发光层。
10. 根据权利要求9的发光器件，其中光控制部分安装在光透明衬底上，并且该光控制部分由光控制层组成，一些光控制层具有折射率分布。
11. 根据权利要求10的发光器件，其中光控制层的折射率分布是从光透明衬底向光透明衬底的上部减小。

12. 根据权利要求 11 的发光器件, 其中光控制层上表面附近的折射率大于电极层的折射率。
13. 根据权利要求 10 的发光器件, 其中光控制层包括形成于光透明衬底上的第一层, 以及形成于第一层上的且其折射率小于第一层的折射率的第二层。
- 5 14. 根据权利要求 10 的发光器件, 满足 $n_1 d_1 > \lambda / 2$, 其中 λ 为发光层的峰值发射波长, n_1 为第一层的折射率, d_1 为第一层的厚度。
15. 根据权利要求 10 的发光器件, 满足 $n_2 d_2 > \lambda / 2$, 其中 λ 为发光层的峰值发射波长, n_2 为第二层的折射率, d_2 为第二层的厚度。
- 10 16. 根据权利要求 10 的发光器件, 其中光透明衬底具有颜色转换滤光器。
17. 根据权利要求 10 的发光器件, 其中光透明衬底具有滤色器。
18. 根据权利要求 9 的发光器件, 其中来自发光层的发射光为单色光。
- 15 19. 根据权利要求 18 的发光器件, 其中单色光为蓝光。
20. 根据权利要求 9 的发光器件, 其中发光器件为有机 EL 器件。

发光器件衬底和使用该衬底的发光器件

相关申请的交叉引用

- 5 本申请要求 2003 年 9 月 10 提交的日本专利申请 No.2003-319105 的权益，该申请在此引入作为参考。

技术领域

- 10 本发明涉及一种用于发光器件衬底和使用该衬底的光学器件，本发明的光学器件可用于诸如显示器的显示器件。此外，本发明可应用于有机电致发光 (EL) 器件的封装部件。

背景技术

- 15 有机电致发光(EL)器件是一种发光器件，其使用的原理为，对荧光材料施加电场后，利用从阳极注入的空穴和从阴极注入的电子复合荧光材料实现发光。自从叠层低电压驱动有机 EL 器件在本领域中公开后，已经开展了关于包含有机材料的有机 EL 器件的研究。Tang 等人以三(8-羟基喹啉)铝作为发光层，以三苯基二胺 (triphenyldiamine) 作为空穴输运层。叠层结构优点在于，空穴注入到发光层的效率提高，阻挡阴极注入的电子使通过复合产生激子的效率提高，阻挡发光层中产生的激子。上述提到的有机 EL 器件的结构，有本领域众所周知的由空穴输运(注入)层和可输运空穴的发光层组成的双层结构，或者由空穴输运(注入)层、发光层和电子输运(注入)层组成的三层结构。为了提高叠层结构器件中注入电子和空穴的复合效率，研究了器件结构和器件制作方法。然而，
20 受载流子复合时对自旋统计的依赖，有机 EL 器件的单态(singlet)产生几率受限，这使得有机 EL 器件存在一个发光几率上限。众所周知，该上限值约为 25%。

- 30 在具有球面波形式的波前的表面发光器件中，例如在阳极和阴极之间至少插入了发光层的有机 EL 器件，发光体的折射率大于衬底或者空气的折射率，使得出射角大于临界角的光在衬底/空气界面等被全反射，因此这些光无法被提取到衬底外。当发光体的折射率为 1.6 时，预期只有发光总量的 20% 是可获得的。因此，当考虑到单态产生几率时，则能量转换效率变低，最高约为 5%。对于发光几率受到高度限制的有机 EL 器件，前述低的光提取效率会对能量
35 转换效率产生严重的负面影响，导致能量转换效率的降低。

至于提高光提取效率的技术，现有技术领域已经提出了几种方案。

日本专利公报 No.S63-314795 公开了在衬底上形成透镜的方法。该专利使用了一种具有诸如自聚焦或凸透镜的聚光性能的衬底。

5 日本专利公报 No.H01-220394 提出一个形成反射表面用于提高光提取效率的技术。该专利的特征在于在发光层的一侧形成镜面以反射光，镜面呈白状，防止发光层周围的光损失。

日本专利公报 No. 2001-202827 提出在衬底和电极层之间插入一个低折射率层的方法。根据该专利，制作和低折射率层的至少一个表面接触的透明导电层（即电极层），从而通过低折射率层的光可高效出射到空气，光出射到前述结构外部的的光提取效率增大，低折射率层的折射率为 1.003 ~ 1.300，因此透过低折射率层的光可高效出射到空气，并且将光提取到结构外部的的光提取效率更大，低折射率层采用硅土气凝胶，这实现了接近 1 的极低的折射率。

15 日本专利公报 No. 2003-31374 公开一种具有抗反射层的发光器件，其包括在发光层和衬底之间依次排布的高折射率层、低折射率层、和高折射率层。该专利的图 1 示出一种光学多层体 2，其包括在玻璃衬底 1 和有机 EL 层 3 之间依次排布的高折射率层 H1、低折射率层 L1、作为高折射率层的阳极层 2A。该专利的第 [0025] 段说明了光学多层体 2 具有抗反射功能，并且衬底 1 的光提取效率提高。

在抗反射层只由单层组成的情况下，当满足 $nd = \lambda / 4$ （ d 为物理层厚度， λ 为所用的波长）时，反射光由于光的干涉被消除。上述专利公开涉及诸如这种抗反射层中的一种，且具有多层结构。
25 高折射率层 H1、低折射率层 L1、阳极电极层 2A 的厚度分别为 14.2nm、41.5nm、139.8nm，在其实施例描述的结构中各层的厚度设定为不大于发光波长 400-700nm 的半波长（参见第 0015 段）。该公报中描述的多层是一种所谓的抗反射层。

然而，这些现有技术仍需进一步改进。

30 日本专利公报 No. 1989-314795 或 No.2001-220394 描述的在衬底上形成透镜或反射表面的方法对于发光面积大的器件是有效的，但在诸如点阵显示的像素面积较小的器件中就不适于形成具有聚光功能的透镜或者侧反射表面。尤其，有机 EL 器件的层厚度为几个微米或更小，使用现有的精细加工技术不可能在这种器件的侧面
35 形成锥形形状的反光镜面，这明显会导致成本的剧增。

日本专利公报 No.2001-202827 所描述的在衬底和电极层之间插入低折射率层的方法，对于通过收集小于临界角的光来提高光的提取效率是有效的，然而，由于光在阳极电极和低折射率层之间的界面被反射，光提取效率的提高仍然不够充足。此外，当采用多孔硅土气凝胶以获得极低的折射率层时，该层的机械强度很弱。而且，多孔层的表面不平整会导致电学短路发生，因此导致非发光区域（即暗点）发生。因此，对于有机 EL 器件来讲光提取技术仍需改进。

日本专利公报 No. 2003-31374 所描述的采用抗反射层的方法，考虑到其功能（将在本专利的实施例中将说明这一点），其对光提取效率的提高是有限的。

此外，在本领域中众所周知，由于抗反射层对波长的依赖度极高，光提取效率随发射波长的变化极大。因此，该专利中描述的方法用于白光发光器件时，出射到衬底外的光量与波长有关，这使得不同波长的光出射到衬底外的量差别巨大，因而白平衡被破坏。

而且，由于抗反射层利用光的干涉消除光的反射，所以其形成必须使其层厚度或者折射率满足预定条件。因此，当制作因素引起层厚度的轻微变化时，抗反射层的反射率变化，这很容易引起器件性能变化。

光提取技术的开发之所以受到关注主要是其在诸如有机 EL 器件的低电压驱动发光器件中的应用，并且在这种器件中实现低功耗是不可避免的。

发明内容

因此，本发明的目标是提供具有高的光提取效率的发光器件衬底以及使用该衬底的发光器件，该发光器件解决了前述的现有技术中的问题。

正如在前述现有技术中所描述的，已经提出了为衬底提供聚光性能或在衬底和发光区域之间形成抗反射层。本发明的发明人研究了上述方案中的其它方面的问题，从而显著成功地提高了光提取效率。换言之，本发明人在光透明衬底上安装光控制部分，该光控制部分对将被导入光透明衬底的发射光进行波前转换，从而完成能够提高光提取效率的本发明。

根据本发明的一个方面，提供了发光器件衬底，其包括光透明衬底和形成于该光透明衬底上的光控制部分，该光控制部分将球面波形式的入射光转换为将被导入光透明衬底中的平面波形式的光。

此外，根据本发明的另一方面，提供一种发光器件，它包括光透明衬底；位于光透明衬底上的光控制部分，用于将球面波形式的入射光转换为将被导入光透明衬底中的平面波形式的光；在光控制部分上形成的电极层；在电极层上形成的发光层。

5 根据本发明，通过光透明衬底上形成的光控制部分可以明显提高光提取效率。光控制部分将从其上部射出的球面波形式的光转换成将被导入光透明衬底中的平面波形式的光。由于平面波形式的光被导入到光透明衬底中，可以有效降低在光透明衬底和其相邻层之间的光反射或损耗，这显著地提高了光提取效率。

10 在这里，“平面波形式的光”是指光的指向矢量（point vector）基本上是一致的。在垂直于光传播方向的平面上不一定有光的相位。“波前转换”是指转换光的波前以提高光方向性，其将指向矢量分散的球面波形式的光转换为如上所述的平面波形式的光。实现将波前转换为平面波形式的光的结构可采用几种形状。例如，可以通过在光控制部分中引入折射率变化的区域并适当调整光的传播来进行波前转换。

此外，“发光器件衬底”是指使用安装于光控制部分上的发光区的衬底。发光区可以采用几种形状。例如，它可包括有机或者无机 EL 器件的发光层。

20 本发明中，光控制部分可以安装在光透明衬底上并由光控制层组成，某些光控制层具有折射率分布。

在前述结构中，低折射率区和高折射率区相间排列的部分可以作为波前转换区域。换句话说，当光从低折射率区进入高折射率区时，光的波前在其间的界面处被转换，所以球面波形式的光转换为平面波形式的光。在此结构中，由于光控制部分采取层状的形式，因此得到高的制作可靠性。

如前所述，在形成器件的层结构中布置具有波前转换功能的光控制部分，这可以显著提高光提取效率。然而，布置这样的光控制部分时，在多层结构中会产生新的光损耗部分。在这种情况下，光控制的效果由于光损耗而降低。换言之，当采用具有波前转换功能的光控制部分时，上述结构会同时引发新的问题。因此，本发明提出下述结构以解决上述问题。

具体而言，本发明的光控制部分具有折射率分布的结构，根据本发明折射率从光透明衬底向其上部分降低。

35 当光从高折射率区传播到低折射率区时，会在其间的界面处发

生光反射或光损耗。根据上述结构，当在光控制层上形成发光区使光从光透明衬底出射时，折射率沿着光的传播方向是减小的。因此，不出现上述的发生光反射或者光损耗的界面，这可显著提高光提取效率。虽然该结构中折射率的分布是，折射率从光透明衬底向其上部分降低，但是台阶形或者连续形的分布也是可以的。或者，折射率在5 整个光控制层或者其部分区域沿着层厚度方向递减也是可行的。

本发明中，发光器件衬底还包括位于光控制层上的电极层，靠近光控制层上表面的折射率可以大于电极层的折射率。根据这种结构，光控制层和其上面的部分之间的介面处的光反射或者光损耗受到抑制。换言之，折射率从光控制层向电极层方向减小。因此，可进一步提高光提取效率。

光控制层包括在光透明衬底上形成的第一层以及在第一层上形成的折射率小于第一层折射率的第二层。

15 根据这种结构，第一层和第二层之间的界面为波前转换区。光的波前在此界面被转换，因此球面波形式的光转换为平面波形式的光。由于在这些层的界面处发生波前转换，平面波形式的光被有效且可靠地引导到光透明衬底，从而提高了光提取效率。

在这种情况下，优选的是形成的第一层和光透明衬底接触。采用这种结构，平面波形式的光被导入光透明衬底，可以有效解决现有技术20 的难题，即有效抑制光透明衬底和其上方的层之间的界面处产生的光反射或光损耗。

此外，当发光峰值波长为 λ 时必须满足 $n_1 d_1 > \lambda / 2$ ， n_1 为第一层的折射率， d_1 为第一层的厚度。

25 此外，当第二层的折射率为 n_2 且其厚度为 d_2 时，必须满足 $n_2 d_2 > \lambda / 2$ ，。

采用这种结构，光的波前在第一层和第二层的界面处被适当地转换成平面波形式的光，从而提高了光提取效率。

30 根据本发明，可在光透明衬底中安装用于驱动发光器件的驱动电路。例如，可形成诸如 TFT 的器件

此外，本发明中，将从光透明衬底指向光控制部分的方向定义为向上的方向。

附图说明

35 通过对优选实施方案的详细描述并参考以下附图，本发明的上述及其它特点和优点对于本领域的一般技术人员而言就更加明显

了：

图 1 到图 3 示意性示出了根据本发明的实施方案一的发光器件衬底的截面视图。

5 图 4 到图 9 示意性示出了根据本发明的实施方案二的发光器件的截面视图。

图 10 示出了光控制部分的一种实例性结构。

具体实施方式

10 现在将结合附图对本发明进行更全面的描述，附图中示出了本发明的各优选实施方案。然而，本发明的实施方式多种多样，不应被认为只限于本处描述的优选实施方案。确切地说，提供这些实施方案是为了使对本发明的描述更加彻底和全面，向本领域的技术人员全面地传达本发明的范围。此外，只要本发明中没有特别提及，“折射率”是指来自发光层的发射光的峰值发射波长的折射率。相同的数字在整个说明书中是指相同的部件，以便省略对它们的重复
15 描述。

本发明中的发光器件衬底可应用于在例如电压的外部激励下发光的发光器件，例如其可以应用于诸如有机 EL 器件，无机 EL 器件，等离子体显示以及 LED。特别地，对于光从发光区域的点光源射出的器件，此发光器件具有显著效果。例如，EL 器件的光发射为来自发光层的发射中心的点光发射的集合，这些对于本发明具有明显的
20 影响。

本发明利用光控制层的作用来提高光提取效率。和抗反射层相比，光提取效率对波长的依赖性更小。因此，当其应用于白光发光器件时，从衬底出射的光量不会因波长的不同而有很大的区别，白平衡保持地相对令人满意。此外，由于制作因素等引起的器件性能的变化受到相对抑制，这也是本发明的优点。
25

实施方案一

图 1 示出了根据本实施方案的发光器件衬底的截面示意图。具体而言，本发明的发光器件衬底 50 包含在光透明衬底 10 的一侧上的光控制层 20。光控制层 20 包括折射率大于光透明衬底 10 的折射率的第一层 30 和折射率小于第一层 30 的折射率的第二层 40，第一层 30 和第二层 40 依次堆积在光透明衬底 10 上。
30

光学器件衬底在光控制层 20 上有发光区，并可用作发光器件衬底。光控制层 20 将其上方入射的光由球面波形式的波前转换为平面波形式的波前。例如有机 EL 器件的发光层的中心被看作是点
35

光源，从该点光源发出的光向 360 度内的各个方向传播。只在典型的光透明衬底中，从发光中心发射的球面波形式的波前出射到衬底外，出射角大于临界角的光通过全反射被反射到衬底内部，这些光无法出射到衬底外部。然而，在本实施方案中，在第一层 30 和
5 第二层 40 之间的界面处，将球面波形式的波前转换为平面波形式的波前，所以可获得方向性强的光。利用这种结构，点光源发出的球面波形式的波前经过光控制层 20 后被转换为平面波形式的波前，且通过光透明衬底 10 同时保持方向性。因此，被全反射的光量少，大量的光出射到光透明衬底 10 外部，这样提高了光提取效率。出
10 射到衬底外部的光不是球面波形式的波前，也不是柱面波形的波前，而是平面波形式的波前。根据本发明，组成发光器件衬底的各层是光学平整的，且对于层来讲可以选用机械强度大的薄层材料，因此提供了具有高可靠性的发光器件。换言之，不仅可以抑制由于衬底表面不平整引起的电学短路，还可以抑制由于衬底变形而引
15 发的薄层开裂。

图 2 是图 1 中的发光器件衬底 50 的上表面上布置电极层 60 后的衬底的截面示意图。电极层 60 的折射率低于第二层 40 的折射率。

为了提高该发光器件衬底的光提取效率，两个界面起着主要作用。其中一个界面是光透明衬底 10 和第一层 30 之间的界面，另一个界面是第一层 30 和第二层 40 之间的界面。在这些界面处，从
20 发光层散射出来的光由球面波形式的波前被转换为平面波形式的波前。因此，这两个界面的结构以及将光引导至这些界面的结构是本实施方案的关键所在。在本发明的结构中，从发光层发射的光穿过电极层 60，并继续穿过第二层 40、第一层 30、最后到达光透明衬
25 底 10，并出射到透明衬底 10 的外部。因此在本发明中，折射率从电极层 60 到光透明衬底 10 增大，并在光透明衬底 10 处又降低，折射率的相对值变化如图 2 所示。

如前所述，光从高折射率层传播到低折射率层时，如果在两层之间存在一个界面，则会在界面处发生光反射或光损耗。图 2 的
30 结构中，从电极层 60 到光控制层 20 并不存在这样的界面，实现了高的光提取效率。

接下来将根据本实施方案详细描述形成发光器件衬底 50 的各个部件。

光透明衬底 10 用作发光器件的光提取衬底。它至少传输可见
35 光波段中的部分波长。本实施方案中的光透明衬底 10 至少能够传

输波长为 400 - 800 nm 的光中的一部分，光透明衬底 10 可以采用无机或者有机材料。无机材料可采用玻璃等，有机材料可采用塑料等。玻璃可以包括熔融石英、非碱性玻璃、钠玻璃、或诸如重印刷玻璃 (heavy print glass) 的光学玻璃。这些塑料可以包括诸如聚醚砜 (PES)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (polyethyleneterephthalate) (PET) 的工程塑料。光透明衬底 10 的折射率优选为 1.4 - 2.1。可在光透明衬底 10 上涂敷一个阻挡层来抑制水分和氧气的穿透。此外，还可在光透明衬底 10 上添加彩色转换滤光器或滤色器。光透明衬底 10 的厚度没有特别限制，但就实用性而言优选为 0.1 - 2 mm。

10 图 1 和 2 中所示的衬底为发光器件衬底，并在光透明衬底 10 上形成了用于发光器件的驱动电路。图 9 示出了一个具有薄膜晶体管 (TFT) 的有机 EL 器件的结构示意图。在光透明衬底 10 上形成一个 TFT 器件部分 530。本实施方案的衬底优选用于所述器件部分。

本发明的发光器件衬底 50 的制作过程为，依次在光透明衬底 15 10 上叠加第一层 30 和第二层 40。本实施方案中的光学器件是通过在发光器件衬底 50 上至少叠加电极层 60 和发光层来制作的。因此，如果光透明衬底 10 表面上有不平整的部分，则该不平整部分会影响电极层 60 或发光层，而这些会导致电学短路。所以，发光器件衬底 10 优选采用平整的衬底。此外，优选的是有源矩阵驱动衬底 20 至少在操作发光器件的像素部分中是平坦的。

第一层 30 的折射率大于光透明衬底 10 的折射率。例如，光透明衬底 10 折射率为 1.45 时，第一层 30 折射率的实际优选值高于 1.45，范围约为 1.46 - 2.5。第一层 30 和光透明衬底 10 的折射率之间的比率 (即，第一层 30 的折射率/光透明衬底 10 的折射率) 优选 25 较大。该比率大于 1，优选大于或等于 1.15，更优选的是大于或等于 1.3。因此，可采用通用的折射率大约为 1.45 的光透明衬底 10，并可以在光透明衬底上形成能够有效地进行波前转换功能的光控制层。

当发光层的峰值发射波长为 λ (μm)，第一层 30 的折射率为 30 n_1 且其厚度为 d_1 时，则第一层 30 的光学厚度，即 n_1d_1 优选大于 0.5λ ，更优选大于 λ 。因此，优选的是将第二层 40 入射的光波前转换为平面波形式的光，可以稳定获得光提取效率提高的效果。至于 n_1d_1 的上限，其值优选不高于 10λ 。这样可以可靠地实现向平面波形式的光的波前转换。

35 对于用于形成发光器件衬底的第一层 30 可采用有机材料或者

无机材料。对于有机材料，可使用聚酰亚胺、聚氨酯等；对于无机材料，可使用 SiO_2 、 TiO_2 、 SiN_x 、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 CeO_2 、 Y_2O_3 、 MgO 、 Nb_2O_5 、ITO 等。这些材料可以单独使用，也可以使用至少两种的组合。从热稳定性等考虑，优选采用无机材料。

5 第一层 30 优选能透过部分波长为 400 到 800nm 的光。这些光学薄膜的制作可采用湿法或干法制备法。湿法制备法包括溶胶-凝胶法等。干法制备法包括诸如沉积、等离子体溅射、离子束溅射的物理气相沉积或者化学气相沉积 (CVD) 方法。具体而言，CVD 方法包括 PECVD、MOCVD、激光 CVD、光化学 CVD、电子回旋共振 CVD。此外，沉积包括电阻加热蒸发、电子束沉积、激光沉积、电弧放电沉积、RF 加热沉积等。等离子体溅射可以包括直流溅射、10 RF 溅射、对靶溅射、磁控溅射等。此外，离子束溅射的离子源可以包括潘宁型 (penning type)、空心阴极型、双等离子管型等。

第二层 40 与第一层 30 一样也具有波前转换功能。

15 当第一层 30、第二层 40、电极层 60 的折射率分别为 n_1 、 n_2 、 n_3 时，设定 $n_1 > n_2 > n_3$ 。例如，当第一层 30 的折射率为 2.4，电极层 60 的折射率为 1.75 时，则第二层 40 的折射率应在这两个值之间。 n_1/n_2 的值大于 1，优选为 1.1 或更大，更优选为 1.25 或更大。

20 当发光层的峰值发射波长为 λ (μm)，第二层 40 的折射率为 n_2 ，且其厚度为 d_2 时，则优选第二层 40 的光学厚度即 n_2d_2 大于 0.5λ ，更优选大于 λ 。因此，优选的是从第二层 40 入射的光在第一层 30 和第二层 40 的界面处被适当地波前转换变为平面波形式的光，可以可靠地实现光提取效率的提高。 n_2d_2 的上限值优选不大于 10λ 。这样可以可靠地实现向平面波形式的光的波前转换。此外，25 第二层的折射率优选不小于 1.35。当第二层的折射率太小时，其密度可能太低而无法获得足够的机械强度。

30 发光器件衬底的第二层 40 可采用有机材料或者无机材料。对于有机材料，可使用聚酰亚胺、聚氨酯等；对于无机材料，可使用 SiO_2 、 TiO_2 、 SiN_x 、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 CeO_2 、 Y_2O_3 、 MgO 、 Nb_2O_5 、ITO 等。这些材料可以单独使用，也可以使用其中至少两种的组合。从热稳定性等考虑，优选采用无机材料

35 优选第二层 40 能透过 400~800nm 的部分波长。这些光学薄膜的制作可采用湿法或干法制备法。湿法制备法可以包括溶胶-凝胶法等。干法制备法可以包括诸如沉积、等离子体溅射法、离子束溅射法的物理气相沉积或者化学气相沉积 (CVD) 方法。具体而言，

CVD方法可以包括PECVD、MOCVD、激光CVD、光化学CVD、电子回旋共振CVD。此外，沉积可以包括电阻加热蒸发、电子束沉积、激光沉积、电弧放电沉积、RF加热沉积等。等离子体溅射可以包括直流溅射、RF溅射、对靶溅射、磁控溅射等。此外，离子束溅射法的离子源包括潘宁型、空心阴极型、双等离子管型等。

在此例中，第二层40在第一层30之后制备，故优选的是不会使第一层30分解的薄膜制备方法。

此外，第一层30和第二层40的材料选择应当和其上形成的电极层或发光层的制备过程相兼容。

本实施方案中，第一层30或第二层40可以作为辅助电极，用于降低电极层60的电阻。这些层不仅对光学性能有贡献，还对电学性能有贡献。当这些层用作辅助电极时，使用例如ITO的导电材料作为组成材料并和电极层60连接以降低电极层60的电阻。当第二层40用作辅助电极时，其可以直接和电极层60连接，当第一层30用作辅助电极时，其可以通过接触孔等和电极层60相连接。

本实施方案中的发光器件衬底可包含抗反射层。实施方案一中的抗反射层包括位于界面处的抗反射层，在该界面处出射光透过发光器件衬底50并出射到空气，即在空气层和光透明衬底10之间的界面处，导致光提取效率提高。图3示出了一种具有抗反射层的光学器件的截面示意图。在光透明衬底10的一个表面上形成抗反射层70，由第一层30和第二层40组成的光控制层20位于光透明衬底10的另一表面上，其中第一层30的折射率大于光透明衬底10的折射率，第二层40的折射率小于第一层30的折射率。本发明的实施方案一中，由于第一层30的折射率大于电极层60的折射率，使得在发光层的出射光入射到光控制层20之前不会发生显著的反射。因此，发光层传播出来的球面波形式的波前的光未经显著反射而入射到光控制层20以转换为平面波形式的波前。反射较多的是空气层与光透明衬底10之间的界面，因此在这个界面配置抗反射层是有效的，然而，在其它位置配置抗反射层，有可能降低球面波形式的波前向平面波形式的波前的转换效率。

实施方案二

图4示出了使用根据实施方案二的发光器件衬底的无机EL器件的截面示意图。在光透明衬底10上依次形成光控制层20、电极层60、绝缘层90、无机层100、绝缘层90及电极层61。光控制层20包括从光透明衬底10依次形成的第一层30和第二层40，其中第

一层 30 的折射率大于光透明衬底 10 的折射率，第二层 40 的折射率小于第一层 30 的折射率。第一层 30 安置在光透明衬底 10 上。此外，其还可采用任何熟知的结构或组成材料。

5 根据本实施方案，从发光层 100 向各方向发射的球面波形式的波前在光控制层 20 处转换为平面波形式的波前。因此，光可以被有效地提取到衬底外部。

实施方案三

10 本实施方案涉及实施方案一描述的发光器件衬底在有机 EL 器件中的应用。图 5 示出了本实施方案中的有机 EL 器件的结构的截面示意图。根据本实施方案，在发光器件衬底 50 上依次形成阳极 80、发光层 130、阴极 120。

15 图 6 示出了根据本实施方案的有机 EL 器件的另一种结构的截面示意图。在本实施方案的发光器件衬底 50 上依次形成阳极 80、空穴输运层 140、发光层 130、阴极 120。可替换的方案是，还可采用由阳极/空穴输运层/发光层/电子输运层/阴极组成的结构、或者由阳极/发光层/电子输运层/阴极组成的结构。此外，本实施方案中的有机 EL 器件采用小分子型或聚合物型均可。此外，本实施方案中的有机 EL 器件的发光器件衬底 50 被设计成允许从发光层出射的光穿过发光器件衬底 50。

20 空穴传输材料可采用多种材料。特别地，可以使用例如双(二(p-tril)氨基苯基)-1, 1-环己烷, N,N'-联苯-N,N'-双(3-甲基苯基)-1, 1'-联苯-4,4'-二胺及 N,N'-联苯-N,N'-双(1-萘基)-1,1'-联苯)-4,4'-二胺的三苯基二胺基的分子，或者星爆型 (starburst type) 分子。

25 电子输运材料可采用多种材料。特别地，这种材料包括但不限于例如 2-(4-联苯)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑、双{2-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑}-间亚苯基、三唑衍生物、喹啉醇金属复合物的二唑衍生物。

30 对于发光材料可采用诸如三(8-羟基喹啉)铝复合物 (Alq3)、或者二联苯乙烯基联苯 (BDPVBi)、1,3-双(对叔丁基苯基-1,3,4-噁二唑)苯基 (OXD-7)、N,N'-双(2,5-二叔丁基苯基)二萘嵌苯羧基二酰亚胺 (perylene-tetracarboxylic acid diimide) (BPPC)、1,4-双(对甲苯-对甲基苯乙烯基)萘。此外，发光材料可采用掺杂有荧光材料的电荷输运材料。例如，可以使用掺杂了诸如 4-双氰亚甲基 (dicyanomethylene) -2-甲基-6-(对二甲基氨基苯乙烯基)-4H-吡喃 (DCM) 的二羟基喹啉并吡啶衍生物、或者掺杂了诸如 3-(2'-苯并

35

噻唑)-7-二乙氨基香豆素的香豆素衍生物的诸如 Alq3 的喹啉醇金属复合物, 掺杂了诸如二萘嵌苯的浓缩多环芳香物的双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基苯酚-铝复合物的电子输运材料、或者是掺杂了红荧烯的 4,4'-双(间甲苯基苯基氨基)联苯(TPD)的空穴输运材料。

5 对于图 5 和图 6 中的器件, 阳极 80 的作用是把空穴注入至空穴输运层, 优选功函数为 4.5eV 或更大。本实施方案中用到的阳极 80 的材料实例包括铟锡氧化物(ITO)、NESA、金、银、铀和铜, 但是优选的是 ITO。另外, 有机 EL 器件中第二层 40 的折射率和阳极 80 的折射率可互不相同, 第二层 40 和阳极层 80 接触时优选第二层 40 的折射率高于阳极 80 的折射率。

10 同时, 为了将电子注入电子输运带或发光层, 阴极 120 优选使用功函数值低的材料。阴极材料的选取没有明确的限制, 可采用铟、铝、镁、镁铟合金、镁铝合金、铝铟合金、铝铟合金或者镁银合金。此外, 本实施方案的有机 EL 器件, 既可用于无源驱动型, 也可通过增加如薄膜晶体管(TFT)的有源器件而用作有源驱动型。

15 本实施方案中各层的制作方法不特别限定, 但可从熟知的方法中选择。例如, 可采用真空沉积、分子束外延(MBE)、或者由溶剂溶解的溶液的浸镀、旋涂、注塑、棒式涂敷(bar coating)、滚动涂敷等。

20 光控制层 20 将从发射层的发光中心出射的球面波形式的波前转换为平面波形式的波前。利用这个功能, 光穿过光控制层 20 后波前变为平面波形式的波前, 并定向地传播到光透明衬底 10 中。因此, 当形成颜色转换滤光器或者滤色器时, 由于上述结构可有效地利用滤色器的功能。换言之, 从发光层出射的光受到限制不能

25 进入相邻的像素, 从而颜色的纯度得到保持。

滤色器可安装在本实施方案的发光器件衬底的任一表面上, 滤色器即使安装在和发光层相对的发光器件衬底的表面上, 显示器仍可保持高的颜色纯度。通常, 就制作工艺而言, 在颜色转换滤光器或滤色器上形成电极或发光层是有难度的。然而, 滤色器安装在和

30 发光层相对的光透明衬底 10 上时, 颜色转换滤光器或滤色器的制作是可行的, 该制作过程和电极或发光层的制程是分开的。例如, 可以在发光器件制成后再制作颜色转换滤光器或滤色器。使用颜色转换滤光器时, 发光层的发光颜色或颜色转换滤光器种类均可任意选择。例如, 使用蓝色发光层时, 将蓝色转换为红色的红色转换滤

35 光器和将蓝色转换为绿色的绿色转换滤光器进行水平排列, 则可获

得全色。

图 7 示出具有颜色转换滤光器的一种有机 EL 器件的截面示意图。在光透明衬底 10 的一个表面上安装有红色转换滤光器 510 和绿色转换滤光器 511，在光透明衬底的另一个表面上依次安装有光控制层 20、阳极 80、蓝色发光层 150、阴极 120。蓝色出射光 501 在红色转换滤光器中被转换为红色出射光 503，在绿色转换滤光器中被转换为绿色出射光 502。在这种情况下，在没有任何滤色器的情况下，蓝色出射光可直接出射，光也可经过滤色器出射以提高纯度。如前所述，由于经过光控制层 20 的光具有平面波形式的波前，并以定向的状态传播到光透明衬底 10 中，因此即使红、绿、蓝色的各像素尺寸很小时，仍可获得颜色均匀的显示。

图 8 示出具有滤色器的一种有机 EL 器件的截面示意图。使用白色发光层，可以通过红、绿、蓝滤色器实现全色显示。具体而言，在光透明衬底 10 的一个表面上安装有红色滤光器 520、绿色滤光器 521、蓝色滤光器 522，在光透明衬底的另一个表面上依次有光控制层 20、阳极 80、白色发光层 160、阴极 120。白色发光层的白色发射光被红色滤光器 520、绿色滤光器 521、蓝色滤光器 522 分别分成红色出射光 503、绿色出射光 502 和蓝色出射光 501。如前所述，经过光控制层 20 的光具有平面波形式的波前，并以定向的状态传播到光透明衬底 10 中，因此即使红、绿、蓝色的各像素尺寸很小时，仍可获得颜色均匀的显示。

本实施方案中的发光器件衬底可以用作有机 EL 器件的封装材料。如前所述，根据本实施方案，有机 EL 器件中的发光器件衬底被设计成可允许从发光层发射的光穿过发光器件衬底。对于顶部发射型或者背面型有机 EL 器件，其中发光层发射光的出射方向和其上形成电极层 60 或发光层的衬底相反时，本实施方案中发光器件衬底可用作封装材料。当其用作封装材料时，优选在减压下将发光器件衬底固定到发光器件的最表面。

图 4 至图 8 示出了发光器件部分的层结构，该结构实际上在光透明衬底 10 内有诸如 TFT 的发光器件驱动电路。图 9 示出具有 TFT 的有机 EL 器件的截面示意图。在光透明衬底 10 的驱动电路形成区域形成了 TFT 器件部分 530。同时，在光透明衬底 10 中的发光器件形成区域具有由光控制层 20、阳极 80、发光层 130 和阴极 120 组成的发光器件。发光器件的层结构并不仅限于图中所示的例子，还可采用其它类型的结构。此外，该图没有示出滤色器或颜色转换

滤光器。在这种情况下，当 TFT 衬底的像素显示部分中存在高折射率层时，此高折射率层可以用作第一层 30。

实施方案四

5 图 10 示出了本实施方案的发光器件衬底的结构。光控制层 25 是由其组成层中掺杂了杂质金属的衍生物构成。光控制层 25 中的杂质浓度分布从光透明衬底 10 向电极层 60 增加。采用这样的结构，折射率从光透明衬底 10 向电极层 60 方向逐渐降低。

10 例如，光控制层 25 包括含有杂质和 MgF_2 或 SiO_2 的混合物。杂质可使用 Cr、Ag、Al 等。金属的掺杂量可适当选择，通常为相对于形成光控制层 25 的整体材料的 5mol% 或更少。采用这样的结构，可以防止由于金属的吸收引起的透射率降低。

15 本实施方案中，通过调整杂质浓度可调整光控制层 25 的折射率。在折射率沿光传播方向增加的区域，实现光的波前转换，光由球面波形式光转换为平面波形式光，从而使光的方向性增加。这样的波前转换不只在单一界面进行，而是在光控制层 25 内的折射率调整处进行多次。因此，可安全地实现向平面波形式的光的波前转换。

20 本实施方案的衬底采用上述结构，因此光控制层 25 和光透明衬底 10 的界面处光反射或损耗降低，这也使得光提取效率显著提高。

已经通过各个实施方案对本发明进行了描述。这些实施方案仅仅是一些例子，可对其进行修改，这些修改仍然属于本发明的范围，本领域的技术人员应该了解这一点。

25 例如，前述以 EL 器件为例进行描述，但是本发明也可应用于诸如发光二极管的其它发光器件。例如，所述发光器件可用作显示器件。

此外，图示中光控制层 20 都是双层结构，但是并不局限于这种双层结构，还可以采用三层或者更多层的结构。在这种情况下，优选折射率的分布沿从发光层到光透明衬底方向递增。

30 实施例

接下来将通过实施例详细地描述本发明。下面将描述的实例中有机 EL 器件的发光性能如下。在垂直衬底的方向上安装一个光度计 (TOPCON BM-5A)，聚焦角度为 0.1 度。此外，有机 EL 器件的发光面积为 4mm^2 ，当亮度为 100cd/m^2 时向该器件施加直流电压以测量电流效率。此外，所用的光透明衬底的厚度均为 0.7mm。

35

实施例 1

光透明衬底使用折射率为 1.457 的熔融石英。通过溅射在光透明衬底的一个表面上沉积光控制层的第一层，第一层是折射率为 2.30，厚度为 700nm 的 TiO_2 层，通过溅射在其上沉积光控制层的第二层，该第二层是折射率为 1.99，厚度为 378nm 的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 层，这样就形成了发光器件衬底。

此外，用溅射法在发光器件衬底上沉积 ITO 作为阳极，其薄层电阻为 $20\Omega/\square$ ，ITO 层的厚度为 100nm，折射率为 1.78。

接着，在 ITO 上沉积两层作为有机层。首先是用真空沉积法沉积 50nm 厚的 N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-联苯-[1,1'-联苯]-4-4'-二胺的空穴输运层，随后采用真空沉积法沉积 70nm 厚的三(8-羟基喹啉)铝的发光层。最后用真空沉积以 9:1 的沉积速率共同沉积 150nm 厚的镁银合金的阴极，这样制成的有机 EL 器件发射绿光(峰值波长为 530nm)。最终的电流效率为 7.0cd/A，约为比较例 1 的结果的 2.3 倍。

实施例 2

将实施例 1 中有机 EL 器件的 TiO_2 层厚度改为 200nm。电流效率变为 6.3cd/A，大于比较例 1 的结果。

实施例 3

将实施例 1 中有机 EL 器件的 TiO_2 层厚度改为 2000nm。电流效率变为 4.9cd/A，大于比较例 1 的结果。

实施例 4

将实施例 1 中有机 EL 器件的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 层厚度改为 200nm。电流效率变为 6.0cd/A，大于比较例 1 的结果。

实施例 5

将实施例 1 中有机 EL 器件的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 层厚度改为 3000nm。电流效率变为 4.0cd/A，大于比较例 1 的结果。

实施例 6

将实施例 1 中有机 EL 器件 TiO_2 层厚度改为 116nm， $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 层厚度改为 134nm。电流效率变为 3.6cd/A，大于比较例 1 的结果。

比较例 1

该有机 EL 器件的层结构和制作方法同实施例 1，只是不形成光控制层。电流效率为 3.0cd/A。

比较例 2

该有机 EL 器件的层结构和制作方法同比较例 1，只是光控制

层没有第一层，而只含有用溅射法在光透明衬底上沉积的折射率为 2.30、厚度为 378nm 的 TiO_2 第二层。该器件的电流效率为 2.9cd/A。
比较例 3

5 该有机 EL 器件的层结构和制作方法同比较例 1，只是光控制层没有第二层，而只含有用溅射法在光透明衬底上沉积的折射率为 2.30、厚度为 700nm 的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 第一层。该器件的电流效率为 2.4cd/A。

比较例 4

10 该有机 EL 器件的层结构和制作方法同比较例 1，只是 TiO_2 层（即第一层）的厚度为 15nm。该器件的电流效率为 2.9cd/A，未观察到光提取效率的提高。在本比较例中，预计由于第一层极薄导致第一层和第二层的界面无法充分完成波前转换的功能，因而最终的光提取效率没有提高。

比较例 5

15 该有机 EL 器件的层结构和制作方法同比较例 1，只是采用折射率为 1.512 的钠玻璃作为光透明衬底，且不采用光控制层。该器件的电流效率为 3.0cd/A。

比较例 6

20 该有机 EL 器件的层结构和制作方法同比较例 1，只是采用溶胶-凝胶法制作折射率为 1.25 的 SiO_2 作为光控制层的第二层。该有机 EL 器件的发光效率为 3.1cd/A，但观察到几个不发光的点（暗点）。

比较例 7

25 该有机 EL 器件的层结构和制作方法同比较例 1，只是采用抗反射层来代替光控制层。采用溅射法形成折射率为 1.59、厚度为 84nm 的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合层作为抗反射层。该器件的电流效率为 2.8cd/A，未观察到任何改进。很明显，当在有机 EL 器件中形成抗反射层时，考虑到其自身的作用，抗反射层无法充分提高光提取效率。

30 前述各实施例和比较例的评估结果如下所示。在下面示出的各表中，第一层的折射率用 n_1 表示，第一层的厚度用 d_1 表示，第二层的折射率用 n_2 表示，第二层的厚度用 d_2 表示，阳极的折射率用 n_3 表示。此外，光透明衬底的折射率用 $n(\text{sub})$ 表示。

[表 1]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
第一层折射率	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
第一层厚度 (nm)	700	200	2000	700	700	116
第二层折射率	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
第二层厚度 (nm)	378	378	378	200	3000	134
电极层折射率	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
电极层厚度 (nm)	100	100	100	100	100	100
发射波长 (nm)	530	530	530	530	530	530
电流效率 (cd/A)	7.0	6.3	4.9	6.0	4.0	3.6
n_1d_1/λ	3.04	0.87	8.68	3.04	3.04	0.50
n_2d_2/λ	1.42	1.42	1.42	0.75	11.26	0.50
$n_1/n(\text{sub})$	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
n_1/n_2	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
n_2/n_3	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12

[表 2]

	比较例 1	比较例 2	比较例 3	比较例 4
第一层折射率			2.30	2.30
第一层厚度 (nm)			700	15
第二层折射率		2.30		1.99
第二层厚度 (nm)		378		378
电极层折射率	1.78	1.78	1.78	1.78
电极层厚度 (nm)	100	100	100	100
发射波长 (nm)	530	530	530	530
电流效率 (cd/A)	3.0	2.9	2.4	2.9
n_1d_1/λ			3.04	0.07
n_2d_2/λ		1.64		1.42
$n_1/n(\text{sub})$			1.56	1.56
n_1/n_2				1.16
n_2/n_3		1.29		1.12

[表 3]

	比较例 5	比较例 6	比较例 7
第一层折射率		2.30	1.59
第一层厚度 (nm)		700	84
第二层折射率		1.25	
第二层厚度 (nm)		530	
电极层折射率	1.78	1.78	1.78
电极层厚度 (nm)	100	100	100
发射波长 (nm)	530	530	530
电流效率 (cd/A)	3.0	3.1	2.8
n_1d_1/λ		3.03	0.25
n_2d_2/λ		1.25	
$n_1/n(\text{sub})$		1.37	1.08
n_1/n_2		1.61	
n_2/n_3		0.70	

如前所述，本发明中包含了将球面波形式的入射光转换为平面波形式的光并将转换后的光引入光透明衬底的光控制部分，因此出射光可以有效地提取到衬底外。最终，发光亮度提高，从而提供了可见度高的发光器件。

- 5 虽然参照特定的实施方案对本发明进行了描述，但是可以理解该公开都只是为了通过实施例来阐述本发明，本发明的范围不应受限于上述阐述。本领域的技术人员可在本发明的范围和精神内对本发明进行各种改变和修改。

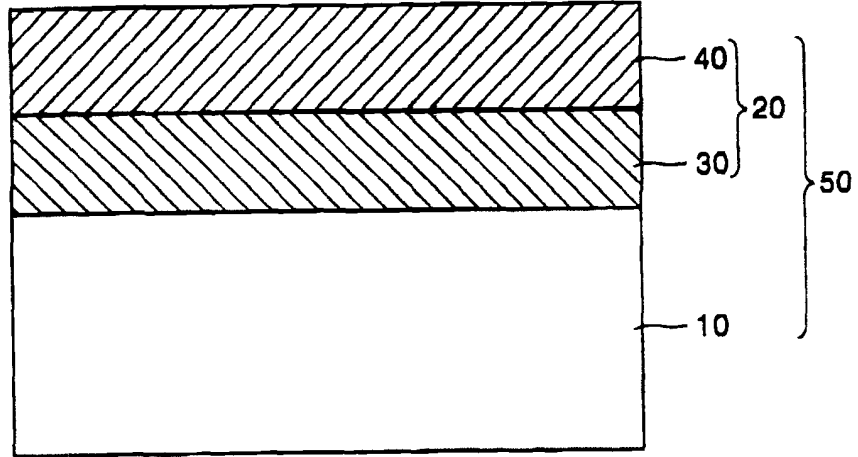


图 1

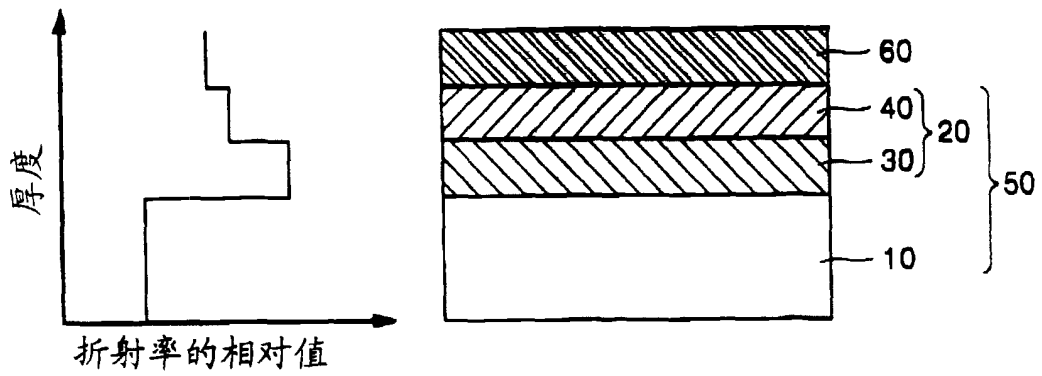


图 2

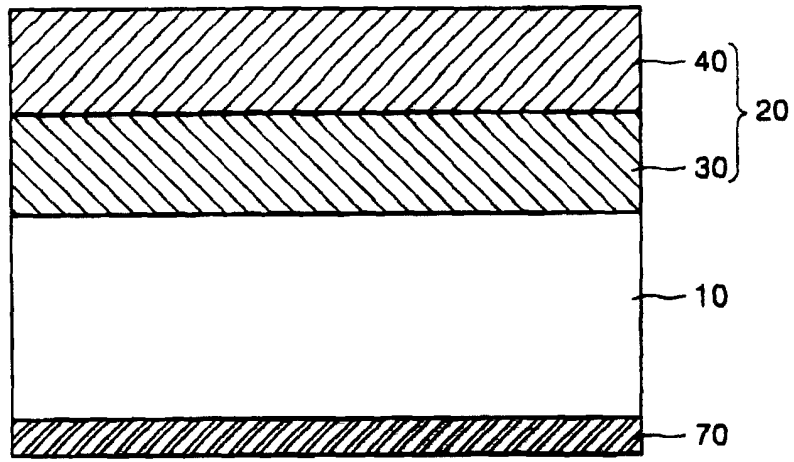


图 3

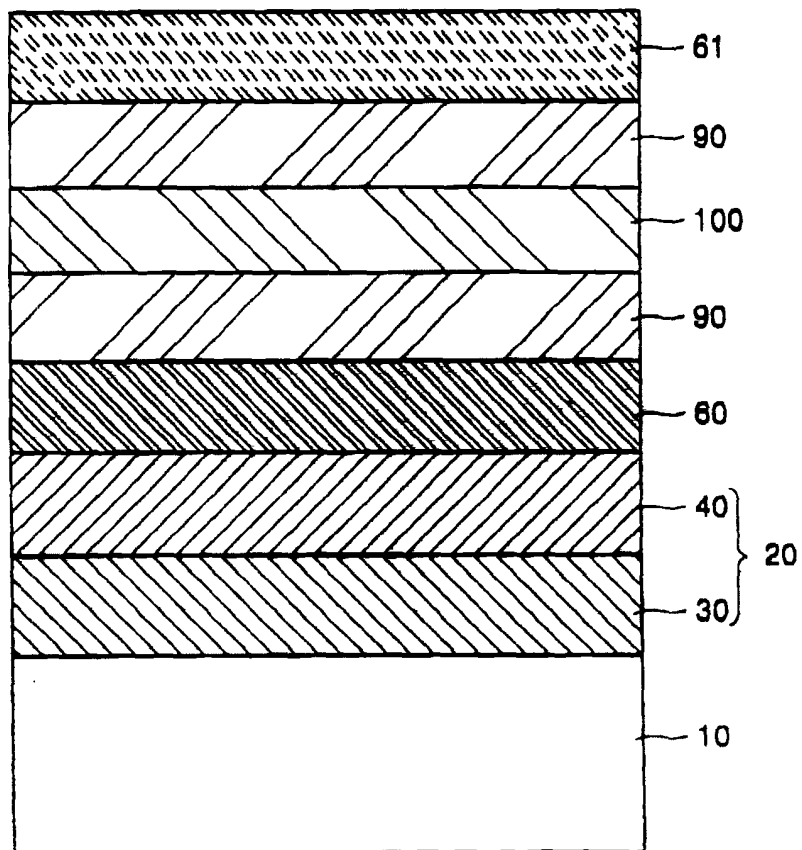


图 4

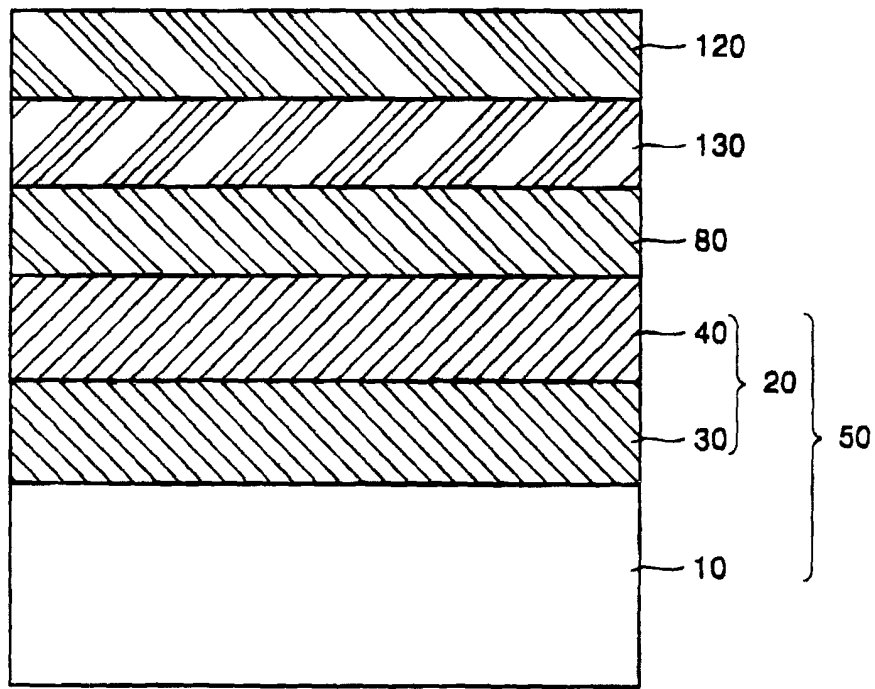


图 5

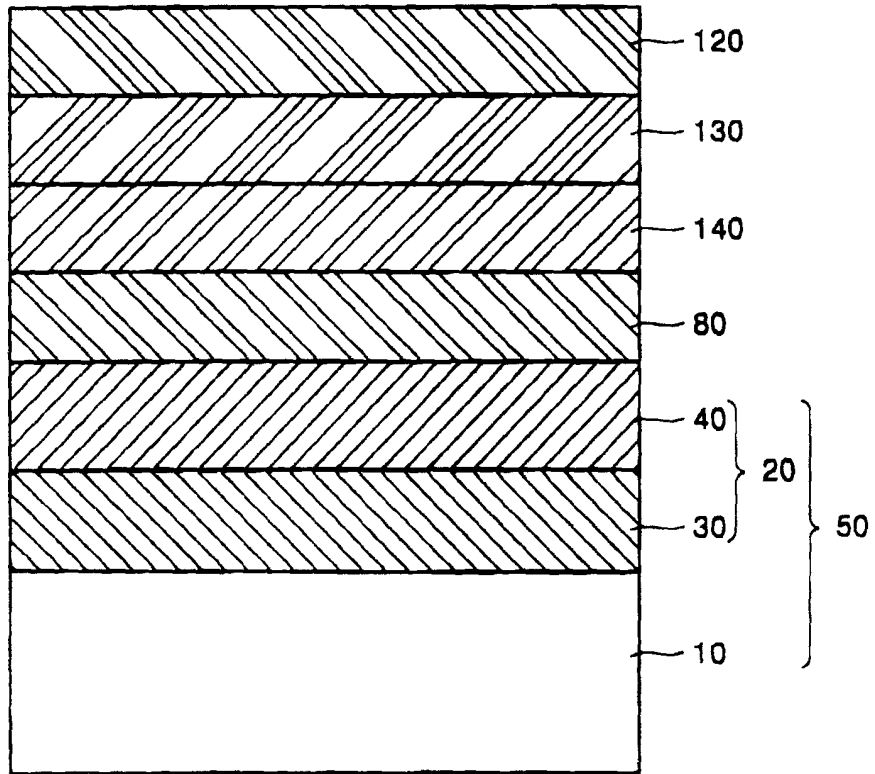


图 6

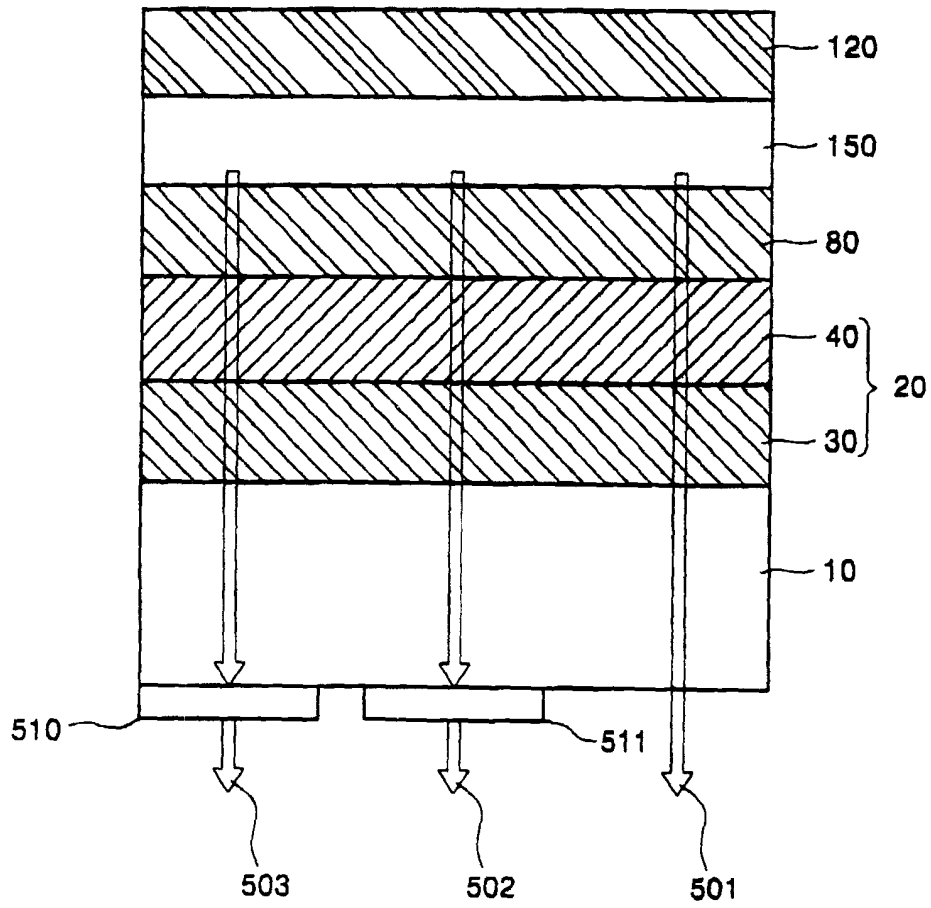


图 7

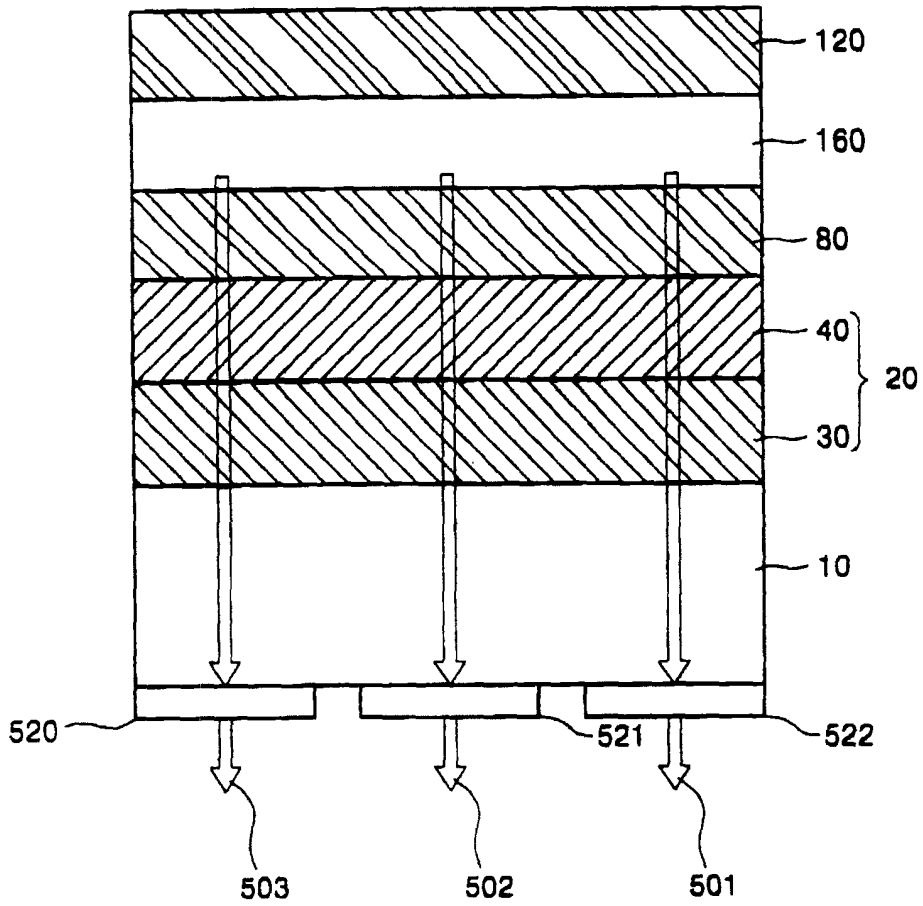


图 8

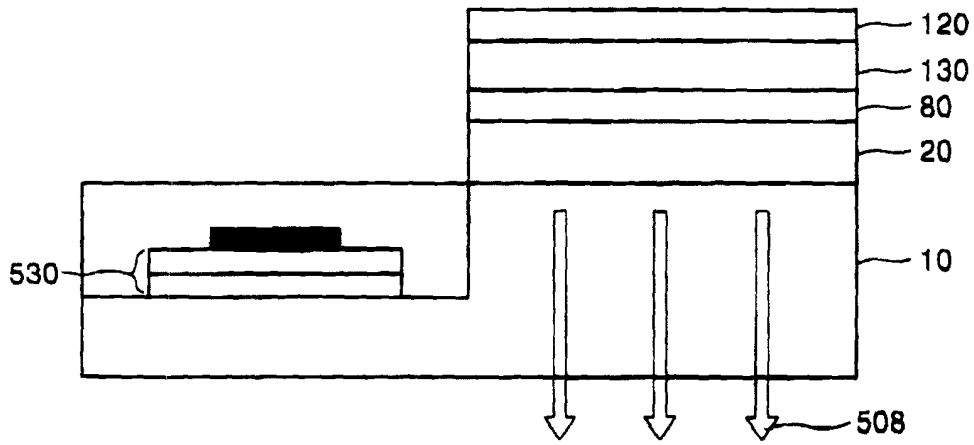


图 9

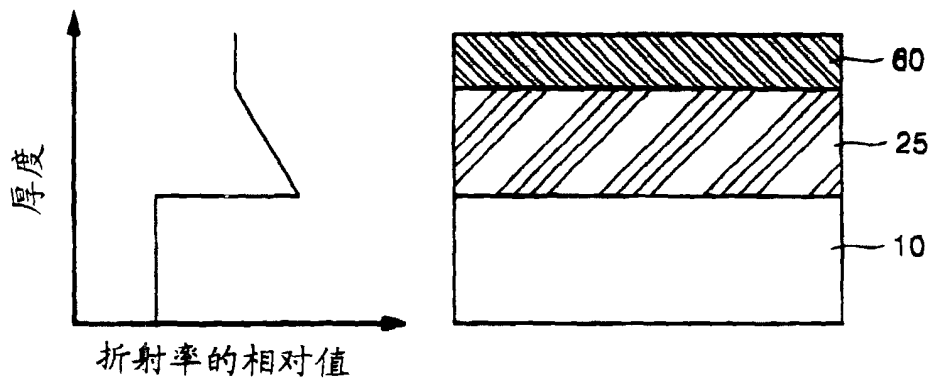


图 10