

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01L 33/00

H01S 5/30



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410103152.0

[43] 公开日 2005 年 7 月 13 日

[11] 公开号 CN 1638162A

[22] 申请日 2004.12.31

[74] 专利代理机构 北京金信联合知识产权代理有限

[21] 申请号 200410103152.0

公司

[30] 优先权

代理人 南 霆

[32] 2003.12.31 [33] KR [31] 10-2003-0102255

[71] 申请人 LG 电子有限公司

地址 韩国汉城

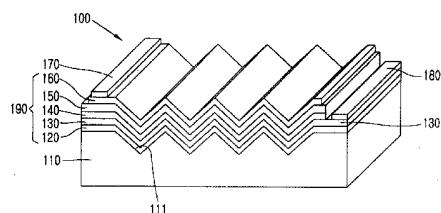
[72] 发明人 金根浩 宋基彰

权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称 发光装置及其制造方法

[57] 摘要

本发明公开一种发光装置及其制造方法。在发光装置的衬底上形成有沟部，并且缓冲层、n-接触层和活性层被顺次地沉积在沟部，从而提高活性层的发光面积。因此，发光效率得到提高，并且以同样大小的衬底就可以获得高亮度的光，进而降低生产成本。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、一种发光装置，包括：

在其上表面上具有沟部的衬底；

在衬底的沟部上形成的缓冲层；

在缓冲层的上表面上形成的 n - 接触层；

5 在 n - 接触层的上表面的一侧形成的活性层；

在活性层的上表面上形成的 p - 接触层；

在 p - 接触层的上表面上形成的电流散布层；

在电流散布层的上表面上形成的 p - 电极，以致被电性地连接到活性层和 p - 接触层； 和

10 在 n - 接触层的上表面上的另一侧形成的 n - 电极，以致被电性地连接到 n - 接触层。

2、权利要求 1 的装置，其特征在于，所述沟部形成在衬底的上表面的一部分。

15 3、权利要求 1 的装置，其特征在于，所述沟部形成在衬底的上表面的全部。

4、权利要求 1 的装置，其特征在于，所述沟部具有'V'字形的截面。

5、权利要求 1 的装置，其特征在于，所述沟部具有'U'字形的截面。

6、权利要求 1 的装置，其特征在于，所述电流散布层由透明材料形成。

7、权利要求 1 的装置，其特征在于，所述电流散布层由产生反射的不透明材料形成。

5 8、一种发光装置，包括：

在其上表面上具有沟部的衬底；

在衬底上形成的半导体层；

在半导体层的电流散布层的上表面上形成的 p - 电极；和

在半导体层的 n - 接触层的上表面上形成的 n - 电极。

10 9、权利要求 8 的装置，其特征在于，所述沟部具有'V'字形的截面。

10、权利要求 8 的装置，其特征在于，所述沟部具有'U'字形的截面。

15 11、权利要求 8 的装置，其特征在于，所述电流散布层由透明材料形成。

12、权利要求 8 的装置，其特征在于，所述电流散布层由 Ni/Au 或 ITO 形成。

13、权利要求 8 的装置，其特征在于，所述电流散布层由产生反射的不透明材料形成。

14、权利要求 8 的装置，其特征在于，所述衬底由蓝宝石、砷化镓、硅、金刚砂、或氮化镓形成。

15、一种发光装置的制造方法，包括以下步骤：

在衬底的上表面上形成沟部；

5 在形成有沟部的衬底的上表面上形成缓冲层、n-接触层、活性层、  
p-接触层和电流散布层；

通过台面图案形成工艺部分地除去活性层、p-接触层和电流散布  
层，使得 n-接触层可以被部分地暴露；

10 在电流散布层的上表面上形成 p-电极，以致被电性地连接到活性  
层和 p-接触层；和

在暴露的 n-接触层的上表面上形成 n-电极，以致被电性地连接  
到 n-接触层。

16、权利要求 15 的方法，其特征在于，所述沟部形成在衬底的上  
表面的全部。

15 17、权利要求 15 的方法，其特征在于，所述沟部形成在衬底的上  
表面的一部分。

18、权利要求 15 的方法，其特征在于，所述沟部通过不完全坯件  
切割工艺形成在衬底的上表面上。

20 19、权利要求 15 的方法，其特征在于，所述沟部具有'V'字形的  
截面。

20、权利要求 15 的方法，其特征在于，所述沟部具有‘U’字形的截面。

21、权利要求 15 的方法，其特征在于，所述缓冲层和 n- 接触层由下列方法之一形成：金属有机化学汽相沉积（MOCVD）法、分子束外延（MBE）法、或液相外延（LPE）法形成。  
5

22、权利要求 15 的方法，其特征在于，在形成沟部的步骤中，蚀刻掩膜在衬底的上表面上形成图案，然后进行蚀刻处理。

23、权利要求 22 的方法，其特征在于，所述蚀刻处理采用下列方法之一进行：各项异性干蚀刻法、湿蚀刻法，和各项同性干蚀刻法。

## 发光装置及其制造方法

### 技术领域

本发明涉及一种发光装置及其制造方法，尤其涉及一种通过增加沉积在衬底上表面上的活性层的发光面积，能够提高发光效率的发光装置及其制造方法。

### 背景技术

目前广泛使用的发光装置大体上可以被分为激光二极管（LD）和发光二极管（LED）。

LD 在光通讯领域里被广泛地用作光源。近来，LD 被用在诸如光盘（CD）重放设备和光盘记录 - 重放设备（CD - RW），以及 DVD 重放设备、激光影碟（LD）重放设备、小盘（MD）重放设备等的光媒体领域里。

LED 被用作普通的显示设备，也被用作发光设备或者 LCD 显示设备的背光源。

LED 可以用相当低的电压驱动。而且，由于高能效使 LED 具有低发热值，并且具有颇长的预期使用寿命。因此，有关 LED 的技术可望成为替换大部分目前使用的发光装置，例如荧光灯、白炽灯、交通信号灯，车灯等的主要技术。

通过把 LED 排成阵列作为显示设备的背光源的研究正在积极进行之中。特别是，LED 可望成为一种替换在薄膜晶体管（TFT）-LCD 中使用的冷阴极荧光灯（CCFL）的背光光源。

5

由于薄膜生长技术和设备材料被开发出来，使用 III ~ V 族直接跃迁（direct transition）型化合物半导体材料的发光装置诸如 LD 或 LED 可实现各种颜色，如绿、蓝和紫外线。同时，由于具有高效能的白光（white ray）可以通过使用荧光材料或者通过颜色的组合来实现，所以该发光装置可具有广泛的用途。为了使该发光装置适应不同用处，低驱动电压和高亮度的光是必需的。

10

图 1 所示为常规技术的发光装置的纵断面视图。

如图所示，常规发光装置 10 由缓冲层 12、n - 接触层 13、活性层 14、以及 p - 接触层 15 通过化学汽相沉积（CVD）法顺次地沉积在诸如蓝宝石（sapphire）、n - GaAs 等的衬底 11 的上表面上而形成。

感光性掩膜（未示出）在 p - 接触层 15 上形成图案。然后，进行曝光和蚀刻，直到 n - 接触层 13 的一部分 13' 通过光蚀刻工艺（photo etching process）和湿蚀刻工艺（wet etching process）（或干蚀刻工艺（dry etching process））被暴露，其后，感光性掩膜被移去。

15

然后，电流散布层 16 被沉积在 p - 接触层 15 上，并且电性连接到 p - 接触层 15 和电流散布层 16 上的 p - 电极 17 被形成在电流散布层 16 上。然后，n - 电极 18 被形成在 n - 接触层 13 的暴露部分 13' 上。

该常规发光装置的工作原理说明如下：

20

当电压被施加到 p - 电极 17 和 n - 电极 18 上时，空穴和电子被分别注入进 p - 电极 17 和 n - 电极 18。注入的空穴和电子被传入 p - 接触层 15 和 n - 接触层 13，而后，在活性层 14 中重新结合。此时，多余的能量被转化成光并发射到衬底 11 的外面。

然而，在该常规发光装置中，因为缓冲层、n-接触层和活性层是顺次沉积在衬底的平的上表面上的，所以对形成较大的活性层发光面积存在限制。活性层是决定发光装置的发光效率的最重要的层。

## 发明内容

因此，本发明的目的是提供一种通过在发光装置的衬底上形成沟部和通过在沟部上顺次地沉积缓冲层、n-接触层和活性层来增大活性层的发光面积，能够降低生产成本和能够提高发光效率的发光装置及其制造方法。

为了获得这些和其他优点并且按照本发明的目的，如这里被实例化的并被广泛说明的，提供的一种发光装置，包括：在其上表面上具有沟部的衬底；在衬底的沟部上形成的缓冲层；在缓冲层的上表面上形成的n-接触层；在n-接触层的上表面的一侧形成的活性层；在活性层的上表面上形成的p-接触层；在p-接触层的上表面上形成的电流散布层；在电流散布层的上表面上形成的p-电极，以致被电性地连接到活性层和p-接触层；和在n-接触层的上表面上的另一侧形成的n-电极，以致被电性地连接到n-接触层。

为了获得这些和其他优点并且按照本发明的目的，如这里被实例化的并被广泛说明的，提供的一种发光装置的制造方法，包括以下步骤：在衬底的上表面上形成沟部；在形成有沟部的衬底的上表面上形成缓冲层、n-接触层、活性层、p-接触层、和电流散布层；部分移去活性层、p-接触层和电流散布层，使得n-接触层可以被部分地暴露；在电流散布层的上表面上形成p-电极，以致被电性地连接到活性

层和 p - 接触层；和在暴露的 n - 接触层的上表面上形成 n - 电极，以致被电性地连接到 n - 接触层。

从结合附图的本发明的下述详细说明中，本发明的上述和其他的目的、特征、方面和优点将会变得更加清晰。

5

## 附图说明

与说明书相结合、构成说明书的一部分、并且用来帮助进一步理解本发明的附图，图示本发明的实施例并且和说明书一起来解释本发明的原理。

在附图中：

10

图 1 所示为常规技术的发光装置的纵断面视图；

图 2 所示为本发明的第一实施例的发光装置的透视图；

图 3 - 8 所示为本发明的第一实施例的发光装置的制造方法的示意  
图；

图 9 所示为本发明的第二实施例的发光装置的透视图；和

15

图 10 - 15 所示为本发明的第二实施例的发光装置的制造方法的示  
意图。

## 具体实施方式

现在对本发明的优选实施方式进行详细说明，其实例图示在附图中。

20

以下是参照附图对发光装置及其制造方法的说明。

图 2 所示为本发明的第一实施例的发光装置的透视图。

5

如图所示，在按照本发明的第一实施例的发光装置 100 中，通过不完全坯件切割方法（half cut dicing method）在衬底 110 的上表面上形成具有‘V’形截面的沟部 111，而后通过在沟部 111 的上表面上形成半导体层 190，活性层 140 的发光面积被增大，进而发光效率得到提高。

10

该按照本发明的第一实施例的发光装置 100，包括：在其上表面上具有沟部 111 的衬底 110；在衬底 110 的沟部 111 上形成的缓冲层 120；在缓冲层 120 的上表面上形成的 n- 接触层 130；在 n- 接触层 130 的上表面的一侧形成的活性层 140；在活性层 140 的上表面上形成的 p- 接触层 150；在 p- 接触层 150 的上表面上形成的电流散布层 160；在电流散布层 160 的上表面上形成的 p- 电极 170，以致被电性地连接到活性层 140 和 p- 接触层 150；和在 n- 接触层 130 的上表面的另一侧形成的 n- 电极 180，以致被电性地连接到 n- 接触层 130。

15

半导体层 190 的缓冲层 120 和 n- 接触层 130 通过金属有机化学汽相沉积（MOCVD）法、分子束外延（MBE）法、或液相外延（LPE）法形成。

沟部 111 可被形成在衬底 110 的整个上表面上，也可仅被形成在形成有 MESA，即发光区的部分。

20

电流散布层 160 由具有高光透射率的透明材料形成。因而，从活性层 140 发出的光穿过电流散布层 160，向上发射。

虽然没有示出，当衬底由透明材料形成时，电流散布层可以由反射材料的金属电极形成。此时，从活性层发出的光被发射向衬底的向下的方向。

较佳地，电流散布层 160 由 Ni/Au 或者 ITO（铟锡氧化物）形成。

5 较佳地，衬底 110 由蓝宝石、砷化镓、硅、金刚砂、或氮化镓形成。

下文中，将对本发明的第一实施例的发光装置的工作原理进行说明。

当电压被施加到 P - 电极 170 和 n - 电极 180 上时，空穴和电子被 10 分别注入 p - 电极 170 和 n - 电极 180 中。注入的空穴和电子被传入 p - 接触层 150 和 n - 接触层 130，而后，在活性层 140 中重新结合。此时，多余的能量被转化成光并穿过电流散布层 160，进而被发射到衬底 110 的上侧。

15 此时，因为活性层 140 的发光面积比常规发光装置中的更大，得以获得高亮度的光，从而提高发光效率并且降低生产成本。

图 3 - 8 所示为本发明的第一实施例的发光装置的制造方法的示意图。

本发明的第一实施例的发光装置的制造方法包括以下步骤：利用 20 不完全坯件切割方法在衬底 110 的上表面的一部分上形成沟部 111；在形成有沟部 111 的衬底 110 的上表面上形成缓冲层 120、n - 接触层 130、

活性层 140、p - 接触层 150 和电流散布层 160；部分移去活性层 140、p - 接触层 150 和电流散布层 160，使得 n - 接触层 130 可以被部分地暴露；在电流散布层 160 的上表面上形成 p - 电极 170，以致被电性地连接到活性层 140 和 p - 接触层 150；和在暴露的 n - 接触层 130 的上表面上形成 n - 电极 180，以致被电性地连接到 n - 接触层 130。  
5

如图 3 和 4 中所示，通过在衬底 110，即母衬底的上表面上按 Z 字型方向移动不完全坯件切割工艺中使用的切割刀 B，在衬底 110 的上表面上形成沟部 111。沟部 111 可以被形成在衬底 110 的整个上表面上，也可以仅被形成在形成有 MESA，即发光区的部分。

10 沟部 111 的形状由切割刀 B 的形状决定。例如，当切割刀具有'V'形时，沟部具有'V'形，而当切割刀具有'U'形时，沟部具有'U'形。

如图 5 和 6 中所示，在形成半导体层的步骤中，缓冲层 120、n - 接触层 130、活性层 140、p - 接触层 150、和电流散布层 160 被形成在形成有沟部 111 的衬底 110 的整个上表面上。此时，半导体层 190 按 15 照沟部 111 的形状弯曲地形成。因此，半导体层 190 的活性层 140 的发光面积变得较大，从而提高发光效率。

较佳地，缓冲层 120 和 n - 接触层 130 通过金属有机化学汽相沉积 (MOCVD) 法、分子束外延 (MBE) 法、或液相外延 (LPE) 法形成。

如图 7 中所示，在台面 (mesa) 图案形成的步骤中，感光性掩膜 (未 20 示出) 在 p - 接触层 150 上形成图案。然后，进行曝光和蚀刻，直到 n - 接触层 130 的一部分 130' 通过光蚀刻工艺和湿蚀刻工艺 (或干蚀刻工艺) 被暴露，其后，感光性掩膜被移去。

如图 8 中所示，在形成 p - 电极和 n - 电极的步骤中，p - 电极 170 被形成在电流散布层 160 的上表面上，以致被电性地连接到活性层 140 和 p - 接触层 150，而 n - 电极 180 被形成在暴露的 n - 接触层 130'，即 n - 接触层 130 的一部分 130'，的上表面上，从而制成本发光装置 100。  
5 P - 电极 170 与电流散布层 160 和 p - 接触层 150 具有相同的电势，而 n - 电极 180 与 n - 接触层 130 具有相同的电势。

图 9 所示为本发明的第二实施例的发光装置的透视图。

如图 9 中所示，在按照本发明的第二实施例的发光装置 200 中，通过采用蚀刻掩膜 203 的蚀刻工艺，在衬底 210 的上表面上形成具有'V'形截面的沟部 211，而后通过在沟部 211 的上表面上形成半导体层 290，活性层 240 的发光面积被增大，进而发光效率得到提高。  
10

该按照本发明的第二实施例的发光装置 200，包括：在其上表面的一部分具有沟部 211 的衬底 210；在衬底 210 的沟部 211 上形成的缓冲层 220；在缓冲层 220 的上表面上形成的 n - 接触层 230；在 n - 接触层 230 的上表面的一侧形成的活性层 240；在活性层 240 的上表面上形成的 p - 接触层 250；在 p - 接触层 250 的上表面上形成的电流散布层 260；在电流散布层 260 的上表面上形成的 p - 电极 270，以致被电性地连接到活性层 240 和 p - 接触层 250；和在 n - 接触层 230 的上表面的另一侧形成的 n - 电极 280，以致被电性地连接到 n - 接触层 230。  
15

20 下文中，将对本发明的第二实施例的发光装置的工作原理进行说明。

当电压被施加到 P - 电极 270 和 n - 电极 280 上时，空穴和电子被分别注入 p - 电极 270 和 n - 电极 280 中。注入的空穴和电子被传入 p - 接触层 250 和 n - 接触层 230，而后，在活性层 240 中重新结合。此时，多余的能量被转化成光并被发射到衬底 210 的外面。

5 此时，因为活性层 240 的发光面积比常规发光装置中的更大，得以获得高亮度的光，从而提高发光效率并且降低生产成本。

半导体层 290 的缓冲层 220 和 n - 接触层 230 通过金属有机化学汽相沉积 (MOCVD) 法、分子束外延 (MBE) 法、或液相外延 (LPE) 法形成。

10 图 10 - 15 所示为本发明的第二实施例的发光装置的制造方法的示意图。

本发明的第二实施例的发光装置的制造方法包括以下步骤：通过利用蚀刻掩膜 203 的蚀刻工艺，在衬底 210 的上表面的一部分上形成沟部 211；在形成有沟部 211 的衬底 210 的上表面上形成缓冲层 220、n - 接触层 230、活性层 240、p - 接触层 250、和电流散布层 260；部分移去活性层 240、p - 接触层 250 和电流散布层 260，使得 n - 接触层 230 可以通过台面图案形成处理被部分地暴露；在电流散布层 260 的上表面上形成 p - 电极 270，以致被电性地连接到活性层 240 和 p - 接触层 250；和在暴露的 n - 接触层 230 的上表面上形成 n - 电极 280，以致被电性地连接到 n - 接触层 230。  
15  
20

如图 10 和 11 所示，在形成沟部 211 的步骤中，通过使用蚀刻工艺，蚀刻掩膜 203 在衬底 210 的上表面上形成图案，然后暴露的衬底 210 的一部分被蚀刻。

5 通过使用各项异性干蚀刻法、湿蚀刻法，或各项同性干蚀刻法，  
衬底被蚀刻。

如图 12 和 13 中所示，在形成半导体层的步骤中，缓冲层 220、n - 接触层 230、活性层 240、p - 接触层 250 和电流散布层 260 被形成在形成有沟部 211 的衬底 210 的整个上表面上。此时，半导体层 290 按照沟部 211 的形状弯曲地形成。因此，半导体层 290 的活性层 240  
10 的发光面积变得较比常规技术的大，从而提高了发光效率。

较佳地，缓冲层 220 和 n - 接触层 230 通过金属有机化学汽相沉积 (MOCVD) 法、分子束外延 (MBE) 法、或液相外延 (LPE) 法形成。

如图 14 中所示，在台面图案形成的步骤中，感光性掩膜 (未示出)  
在 p - 接触层 250 上形成图案。然后，进行曝光和蚀刻，直到 n - 接触  
15 层 230 的一部分 230' 通过光蚀刻工艺和湿蚀刻工艺 (或干蚀刻工艺)  
被暴露，其后，感光性掩膜被移去。

如图 15 中所示，在形成 p - 电极和 n - 电极的步骤中，p - 电极 270  
被形成在电流散布层 260 的上表面上，以致被电性地连接到活性层 240  
和 p - 接触层 250，而 n - 电极 280 被形成在暴露的 n - 接触层 230'，  
即 n - 接触层 230 的一部分 230'，的上表面上，从而制成功能发光装置 200。  
20 P - 电极 270 与电流散布层 260 和 p - 接触层 250 具有相同的电势，而  
n - 电极 280 与 n - 接触层 230 具有相同的电势。

---

如上所述，在按照本发明的发光装置及其制造方法中，沟部被形成在发光装置的衬底上，然后，缓冲层、n-接触层和活性层被顺次沉积在沟部上。因此，活性层的发光面积增大，得以获得高亮度的光，从而提高发光效率和降低生产成本。

5 由于在不脱离本发明的精神和实质特征的条件下，本发明可以有几种形式的实施方式，所以应该理解，上述实施方式不局限于上述描述的任何细节，除非另有说明，而应该在所附权利要求书所定义的它  
10 的精神和范围内做广义地解释，因此，落在该权利要求的边界内，或者这种边界的等同范围内的任何变化和修改都被包含在所附的权利要求内。

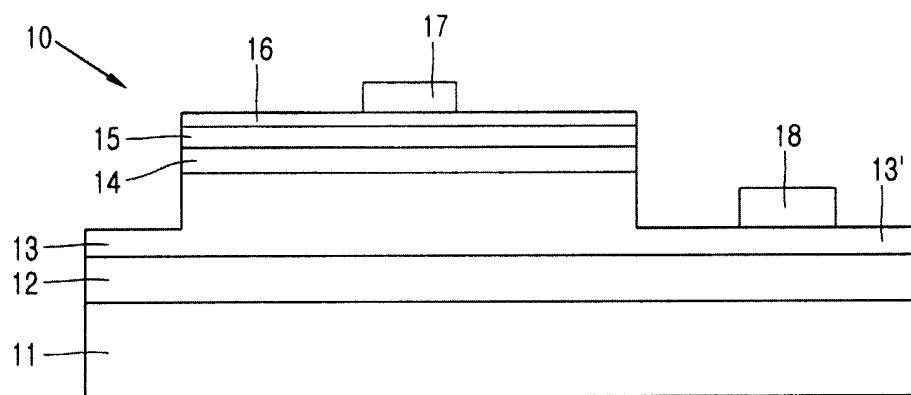


图 1

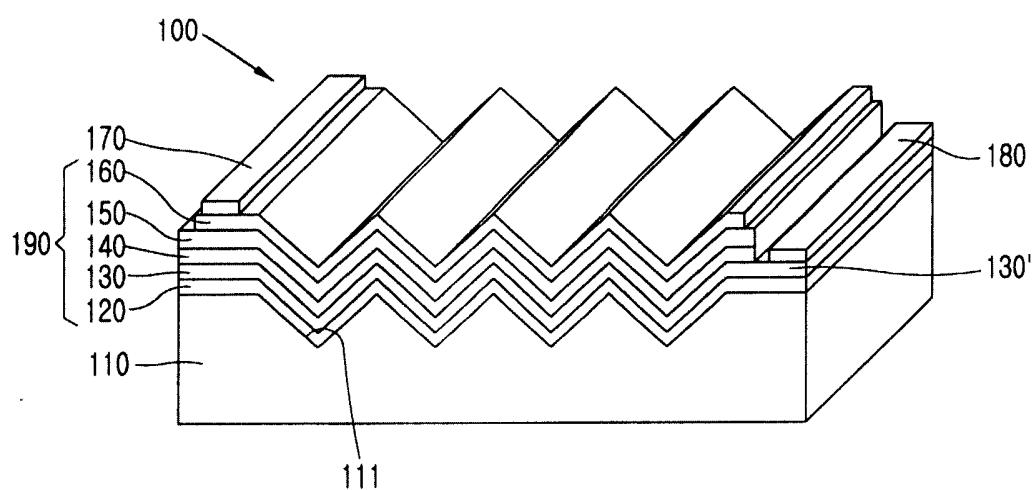


图 2

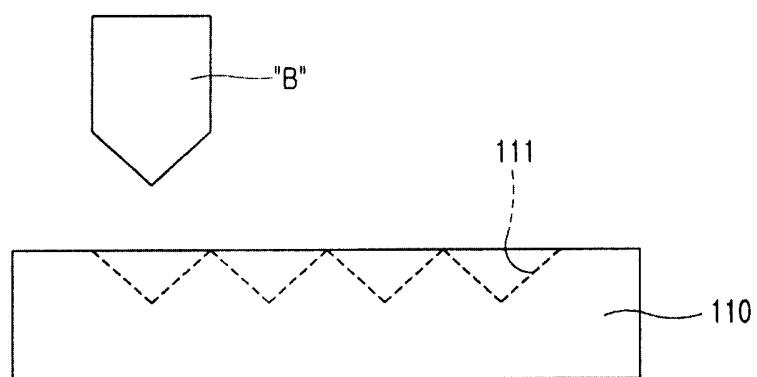


图 3

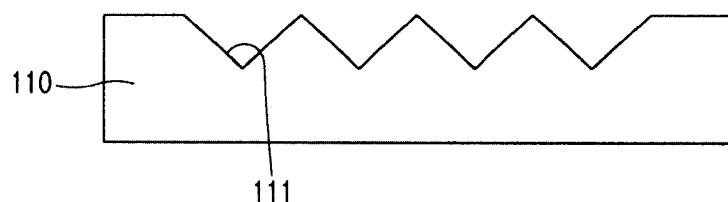


图 4

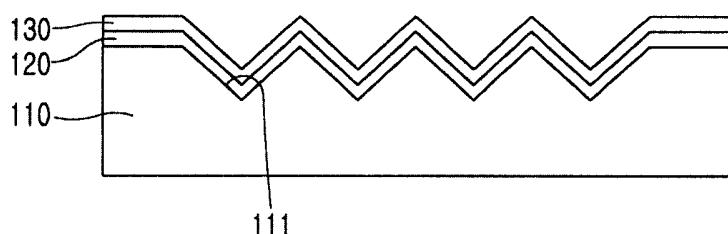


图 5

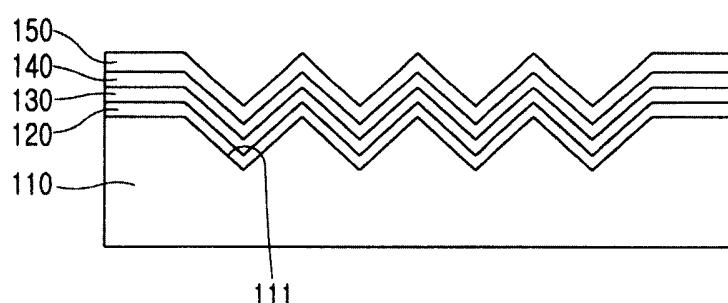


图 6

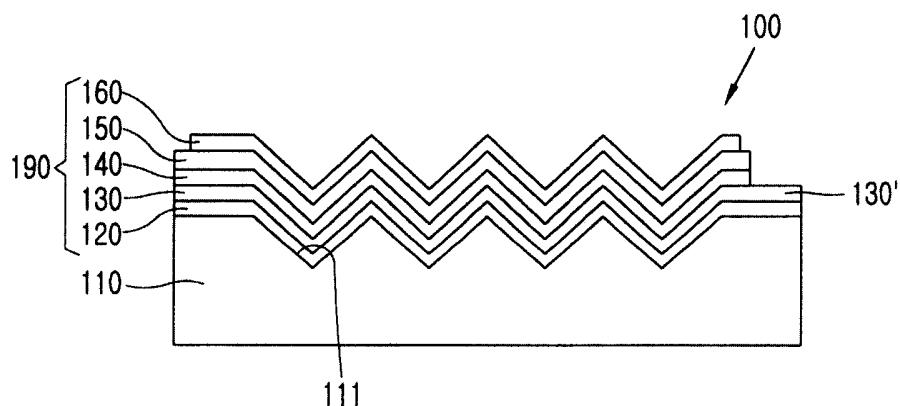


图 7

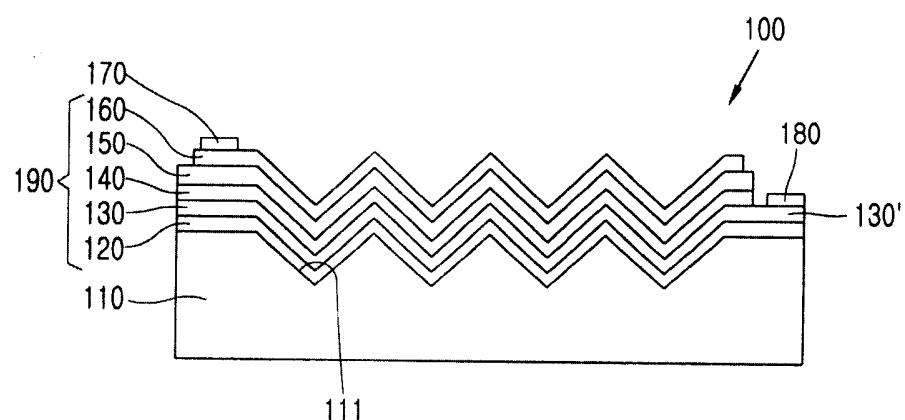


图 8

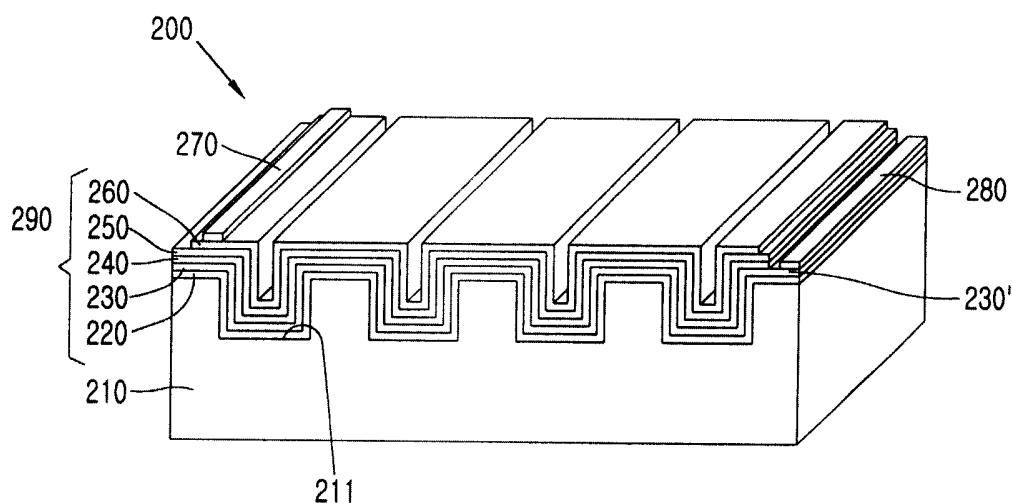


图 9

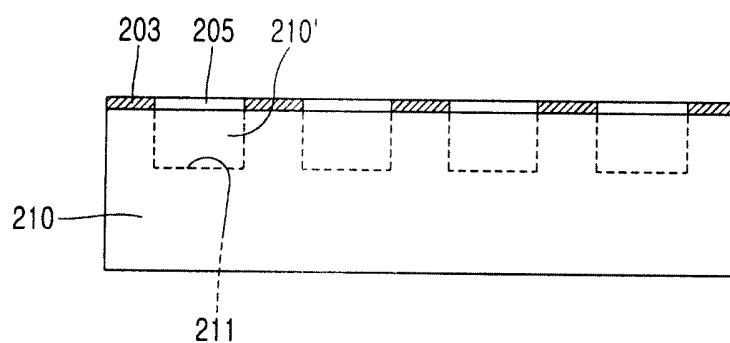


图 10

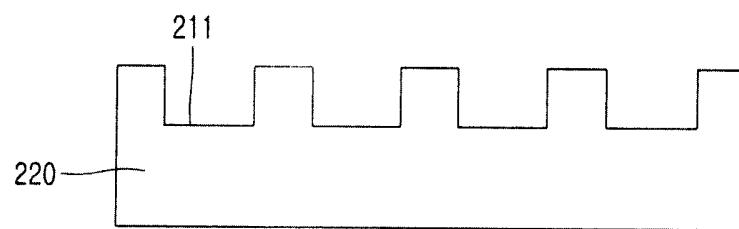


图 11

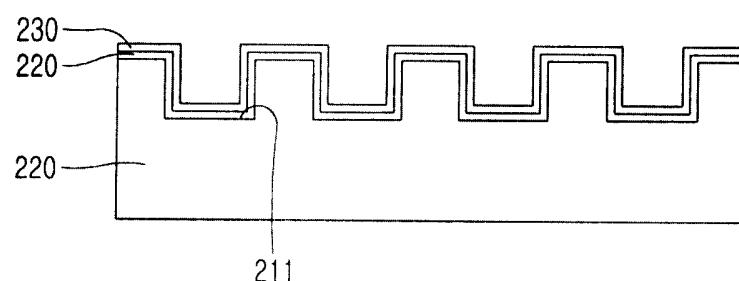


图 12

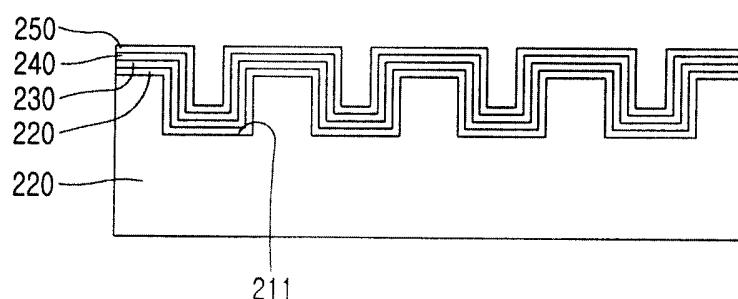


图 13

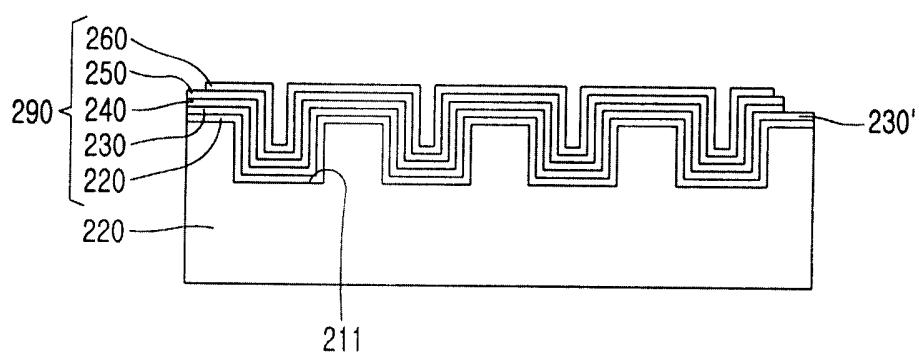


图 14

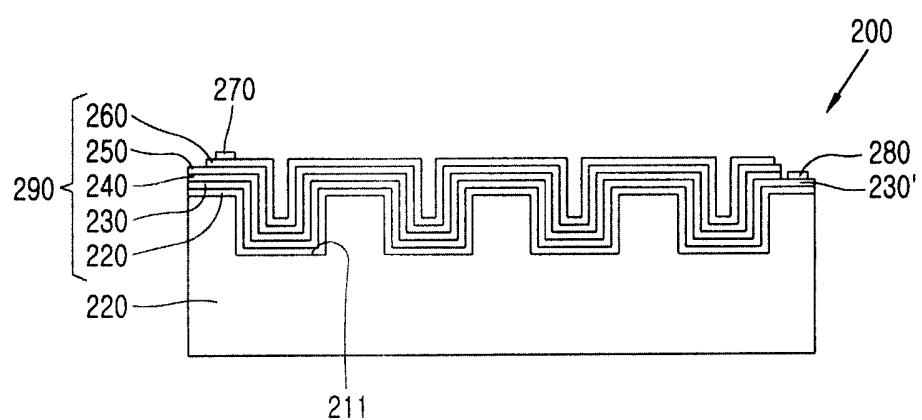


图 15