



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610063546.7

[45] 授权公告日 2009年1月7日

[11] 授权公告号 CN 100449805C

[22] 申请日 2006.11.8

[21] 申请号 200610063546.7

[73] 专利权人 吴质朴

地址 518000 广东省深圳市宝安区西乡鹤洲鸿图工业园1栋3楼

[72] 发明人 吴质朴 马学进

[56] 参考文献

CN1688030A 2005.10.26

US2006/0091565A1 2005.5.4

US6958496B2 2005.10.25

US2006/0033113A1 2006.2.16

JP57-97686A 1982.6.17

CN1828959A 2006.9.6

US6307218B1 2001.10.23

JP61-5585A 1986.1.11

审查员 刘振玲

[74] 专利代理机构 深圳市康弘知识产权代理有限公司

代理人 胡朝阳

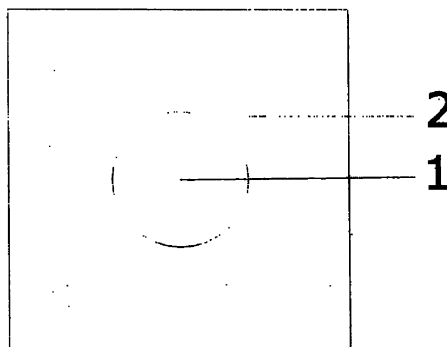
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

[54] 发明名称

铝镓铟磷系化合物半导体发光器的制造方法

[57] 摘要

本发明公开了一种铝镓铟磷系化合物半导体发光器件的制造方法，其包括依次层叠加工N型层、铝镓铟磷有源区、P型层、P型金属层以及与所述N型层下表面连接的N型电极的步骤，其特征在于所述P型金属层采用双层结构，包括不同形状的P型欧姆接触层和P型焊接电极，其加工工艺包括下列步骤：(1)在由N型层、铝镓铟磷有源区和P型层构成的外延片上采用光刻再刻蚀的工艺在P型层表面形成P型欧姆接触层；(2)采用反剥离工艺(Lift-off)在P型欧姆接触层上形成P型焊接电极；所述的N型电极的连接为蒸镀，采用电子束镀膜机在N型层表面蒸镀N型电极金属。本发明在形成P型焊接电极步骤中采用反剥离工艺，不仅增加了产品的可靠性，而且简化了加工步骤。



1. 一种铝镓铟磷系化合物半导体发光器的制造方法，包括依次层叠加工 N 型层、铝镓铟磷有源区、P 型层、P 型金属层以及与所述 N 型层下表面连接的 N 型电极的步骤，其特征在于所述 P 型金属层采用双层结构，包括不同形状的 P 型欧姆接触层和 P 型焊接电极，其加工工艺包括下列步骤：

(1) 在由 N 型层、铝镓铟磷有源区和 P 型层构成的外延片上采用光刻再刻蚀的工艺在 P 型层表面形成 P 型欧姆接触层；

(2) 采用反剥离工艺 (Lift-off) 在 P 型欧姆接触层上形成 P 型焊接电极；

所述 N 型电极的连接为蒸镀，采用电子束镀膜机在 N 型层表面蒸镀 N 型电极金属。

2. 如权利要求 1 所述的铝镓铟磷系化合物半导体发光器的制造方法，其特征在于所述形成 P 型欧姆接触层的步骤包括：

(a) P 型欧姆接触层蒸镀，采用电子束镀膜机在 P 型层表面蒸镀 P 型欧姆接触层；

(b) 光刻胶光刻，通过光刻工艺将掩模版上设计的图形转移到光刻胶层；

(c) 刻蚀 P 型欧姆接触层，采用腐蚀液腐蚀非光刻胶保护位置的 P 型欧姆接触层；

(d) 去除光刻胶，采用有机溶剂去除光刻胶后，从而将掩模版上的图形转移到 P 型欧姆接触层。

3. 如权利要求 1 所述的铝镓铟磷系化合物半导体发光器的制造方法，其特征在于：所述形成 P 型焊接电极的步骤包括：

(e) 采用反剥离光刻胶光刻，将掩模版上设计的图形转移到光刻胶层；

(f) 采用电子束镀膜机在 P 型欧姆接触层上蒸镀 P 型焊接电极金属；

(g) 光刻胶反剥离，采用有机溶剂去除光刻胶层，同时去除多余的在光刻胶层上的电极金属，从而将掩模版上的图形转移到 P 型焊接电极。

## 铝镓铟磷系化合物半导体发光器的制造方法

### 【技术领域】

本发明涉及半导体器件的制造方法，尤其涉及一种铝镓铟磷系化合物半导体发光器及其制造方法。

### 【背景技术】

作为市场上最炙手可热的半导体材料，铝镓铟磷材料的应用已经得到迅猛的发展。在铝镓铟磷系发光器件结构上，P型金属层处于器件发光面上，包括P型欧姆接触金属层和P型焊接电极，P型金属层会阻挡器件光线的出射。目前，在铝镓铟磷系发光器件的制作工艺中，P型焊接电极和P型欧姆接触金属层一次或分次形成，俯视形状相同，其缺点是由于P型欧姆接触金属层厚度较厚，从而造成正面尺寸较大，严重阻挡了光线从器件内部发出，大大降低了器件的发光强度。

### 【发明内容】

本发明的目的是提出一种铝镓铟磷系化合物半导体发光器的制造方法。

本发明提出的铝镓铟磷系化合物半导体发光器的制造方法，包括依次层叠加工N型层、铝镓铟磷有源区、P型层、P型金属层以及与所述N型层下表面连接的N型电极的步骤，其特征在于所述P型金属层采用双层结构，包括不同形状的P型欧姆接触层和P型焊接电极，其加工工艺包括下列步骤：

(1) 在由N型层、铝镓铟磷有源区和P型层构成的外延片上采用光刻再刻蚀的工艺在P型层表面形成P型欧姆接触层；

(2) 采用反剥离工艺(Lift-off)在P型欧姆接触层上形成P型焊接电极；

所述N型电极的连接为蒸镀，采用电子束镀膜机在N型层表面蒸镀N型电极金属。

所述形成P型欧姆接触层的步骤包括：

(a) P型欧姆接触层蒸镀，采用电子束镀膜机在P型层晶片表面蒸镀P型欧姆接触层；

(b) 光刻胶光刻，通过光刻工艺将掩模版上设计的图形转移到光刻胶层；

(c) 刻蚀P型欧姆接触层，采用腐蚀液腐蚀非光刻胶保护位置的P型欧姆接触层；

(d) 去除光刻胶，采用有机溶剂去除光刻胶后，从而将掩模版上的图形转移到P型欧姆接触层。

所述形成P型焊接电极的步骤包括：

(e) 采用反剥离光刻胶光刻，将掩模版上设计的图形转移到光刻胶层；

(f) 采用电子束镀膜机在 P 型欧姆接触层上蒸镀 P 型焊接电极金属；

(g) 光刻胶反剥离，采用有机溶剂去除光刻胶层，同时去除多余的在光刻胶层上的电极金属，从而将掩模版上的图形转移到 P 型焊接电极。

与现有技术相比，本发明制造的铝镓铟磷系化合物半导体发光器件，采用双层不同形状的 P 电极的结构，目的是将 P 型欧姆接触金属层的宽度做小，尺寸减小，从而使得正面的尺寸也得以减小，使得电极遮挡发光的效果降低，从而大大增加发光器件的发光强度；同时，也由于 P 型焊接电极变小，采用较薄的金属层而降低了产品的制造成本。此外，本发明提出的制造方法简化了加工步骤，产品的可靠性佳。

### 【附图说明】

下面结合附图和实施例对本发明作详细的说明，其中：

图 1 是现有技术半导体发光器件的截面示意图；

图 2 是现有技术半导体发光器件的俯视图；

图 3 是本发明半导体发光器件的第一个实施例的截面示意图；

图 4 是图 3 所示实施例的俯视图；

图 5 是本发明半导体发光器件的第二个实施例的截面示意图；

图 6 是本发明半导体发光器件的第三个实施例的截面示意图；

图 7 至图 10 是现有技术半导体发光器件形成 P 型焊接电极采用的光刻再刻蚀工艺示意图；

图 11 至图 13 是本发明半导体发光器件形成 P 型焊接电极采用的反剥离工艺 (Lift-off) 示意图。

### 【具体实施方式】

请参阅图 1 和图 2，现有的铝镓铟磷系化合物半导体发光器件包括：顺序叠加的 N 型层 5、铝镓铟磷有源区 4、P 型层 3、P 型金属层和与 N 型层连接的 N 电极 6。P 型金属层为一体结构，下部为 P 型欧姆接触金属层 2，上部为 P 型焊接电极 1。此种结构的 P 型金属层厚度较厚，横向正面尺寸较大，严重阻挡了光线从器件内部发出，大大降低了器件的发光强度。

图 3 和图 4 显示出了本发明的第一个实施例的结构，其主体结构与现有铝镓铟磷系化合物半导体发光器件基本相同，也包括顺序叠加的 N 型层 5、铝镓铟磷有源区 4、P 型层 3、P 型金属层和与 N 型层连接的 N 电极 6。所不同的是：P 型金属层采用双层不同形状的结构。如图 3 所示，P 型欧姆接触层 2 包括层叠在 P 型层中间的圆柱体和沿发光器件的对角线方向从该圆柱体伸出的四个凸条，所述的 P 型焊接电极 1 重叠在 P 型欧姆接触层的中间圆柱体上。在这种结构中，由于 P 型焊接电极 1 的尺寸较小且位于器件的中心，使 P 型欧姆接触金属层 2 的承载重量减小，因此，其厚度和横向宽度也可以减小；正面尺寸相对较小，使得电极遮挡发光的效果降低。

图 5 是本发明的第二个实施例，其主体结构与图 4 所示的结构相同，不同的是，所述的 P 型欧姆接触层 2 包括层叠在 P 型层 3 上面的方形框架，位于该框架中间的圆柱体和沿发光

器件的对角线方向从圆柱体伸出并与所述框架相连的四个凸条,所述的P型焊接电极1重叠在P型欧姆接触层2的中间圆柱体上。

作为一种变形,上述方形框架也可以做成圆形,如图6所示。

由于铝镓铟磷系化合物半导体发光器件的N型层、铝镓铟磷有源区、P型层是由上一道工序外延生长完成的,所以生产铝镓铟磷系化合物半导体发光器件主要是完成P型欧姆接触层,N电极和P型焊接电极。

在半导体器件工艺过程中,通常采用光刻的工艺将掩模版上设计的图形转移到晶片表面。光刻工艺主要的原材料是光刻胶,光刻胶是类似于胶卷上所涂物质的一种感光物质,通过紫外光等曝光源的照射或辐射,导致它自身性质和结构变化,从而使得溶解度发生变化,通过显影液把可以溶解的部分去掉,从而在晶片表面的光刻胶层就形成了掩模版上相对应的图形。

光刻的工艺步骤主要有均胶,前烘,曝光和显影,其中均胶的目的是在晶片表面形成均匀分布光刻胶层,均胶机使用真空吸住晶片,在晶片表面滴上光刻胶,通过高速旋转实现光刻胶在晶片表面均匀分布。前烘的目的是部分蒸发光刻胶中的溶剂,该步骤在烘箱中或者加热板上进行。曝光使用曝光机,使用已设计好精细电路图形的掩模版盖在已涂好光刻胶层的晶片表面,使用紫外光等曝光源对晶片进行曝光,掩模版上有图形的位置可以遮挡紫外光的穿透,从而使得该部分的光刻胶不和紫外光反应,而其他部分则反应生成可溶解于显影液的物质。在显影步骤中,晶片浸泡于显影液中,通过显影液和部分可溶解光刻胶的溶解反应从而实现微细图形在晶片表面光刻胶层的形成。

现有工艺在形成P型欧姆接触层或P型焊接电极步骤中一般采用传统的先光刻再刻蚀的方法进行,步骤包括1.P型欧姆接触层或P型焊接电极蒸镀,采用电子束镀膜机在晶片表面蒸镀P型欧姆接触层或P型焊接电极金属(图7);2.光刻胶光刻,通过上述光刻工艺将掩模版上设计的图形转移到光刻胶层(图8);3.刻蚀P型欧姆接触层或P型焊接电极(图9),由于一般的光刻胶可以耐金属腐蚀液的,从而可以采用腐蚀液腐蚀没有光刻胶保护位置的电极金属层;4.去除光刻胶(图10),采用有机溶剂去除光刻胶后,这样就将掩模版上的图形转移到P型欧姆接触层或P型焊接电极。

而本发明在形成P型焊接电极步骤中,采用独特的反剥离工艺(Lift-off)进行,该工艺的步骤包括1.反剥离光刻胶光刻(图11),将掩模版上设计的图形转移到光刻胶层;2.P型焊接电极蒸镀(图12),一般采用电子束镀膜机蒸镀P型焊接电极金属;3.光刻胶反剥离(图13),采用有机溶剂去除光刻胶层,同时去除多余的在光刻胶层上的电极金属,从而将掩模版上的图形转移到P型焊接电极。可见,采用的新工艺比当前工艺更加简化。

本发明的P型欧姆接触金属层2和P型焊接电极1采用不同形状设计,通过降低P型欧姆接触金属层的宽度使得其正面的尺寸得以减小,从而增加5的发光强度。此外,由于P型焊接电极1的尺寸减小,使P型欧姆接触金属层2的厚度减少,降低了制造的成本。此外,在形成P型焊接电极步骤中采用的独特的反剥离工艺(Lift-off)比现有工艺更加简化。

实验证明,本发明发光器件的发光强度增加10%以上;同时也由于采用较薄的金属层也降低了5%的制造成本。

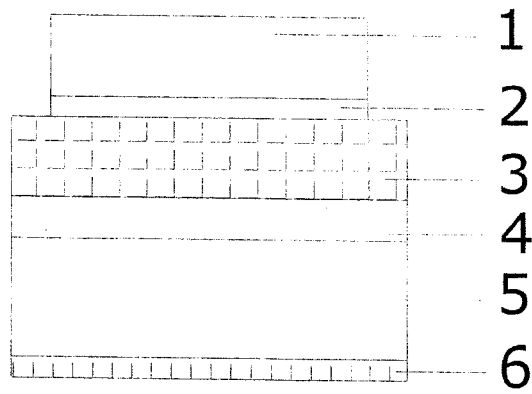


图 1

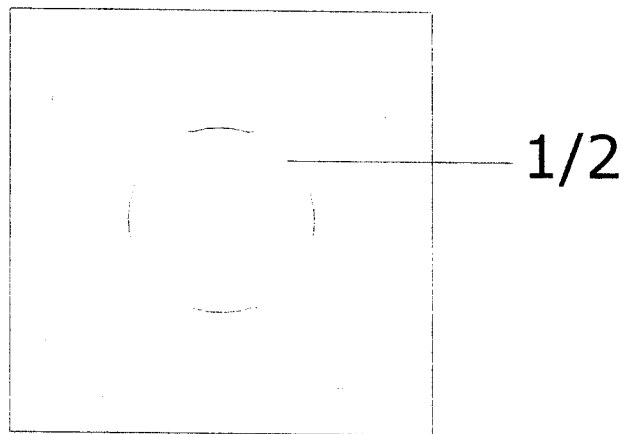


图 2

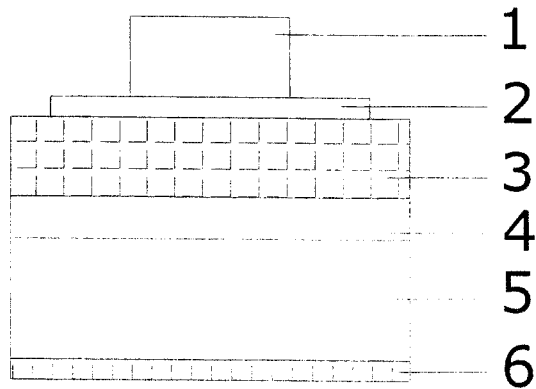


图 3

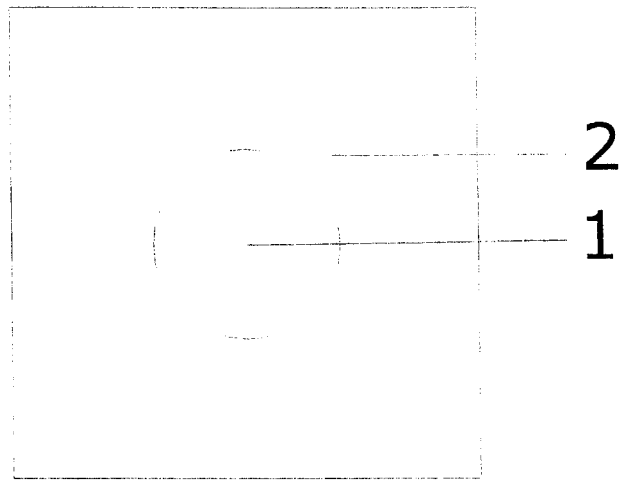


图 4

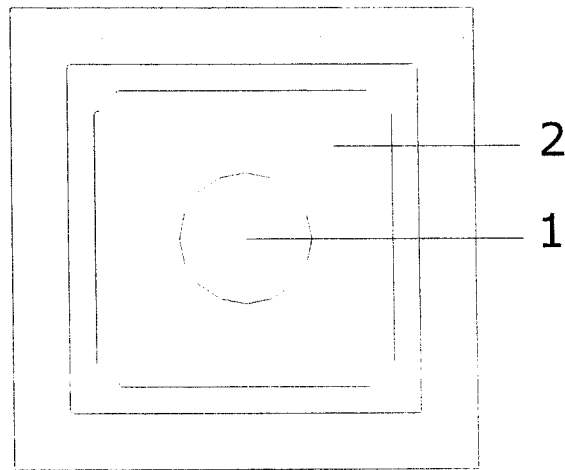


图 5

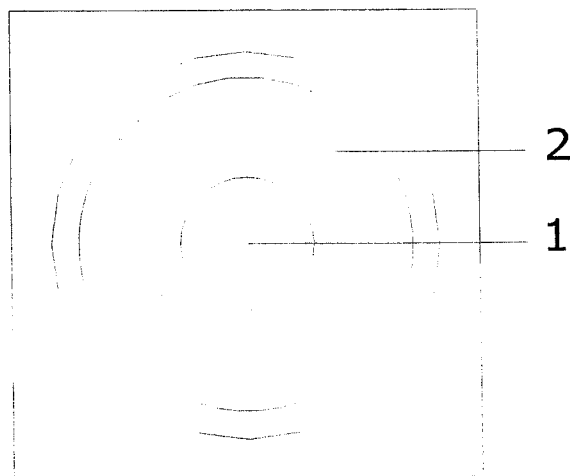


图 6

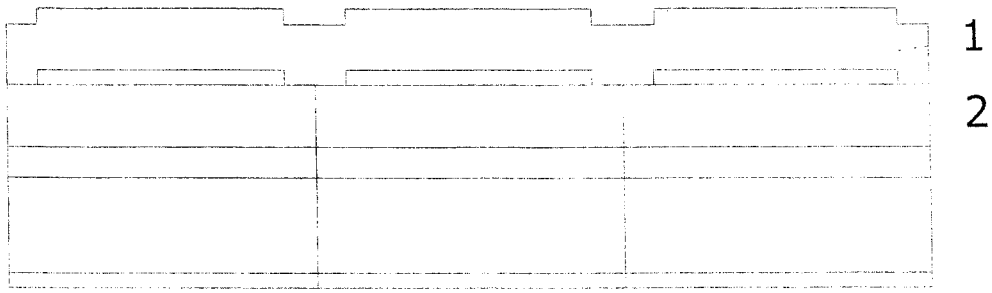


图 7

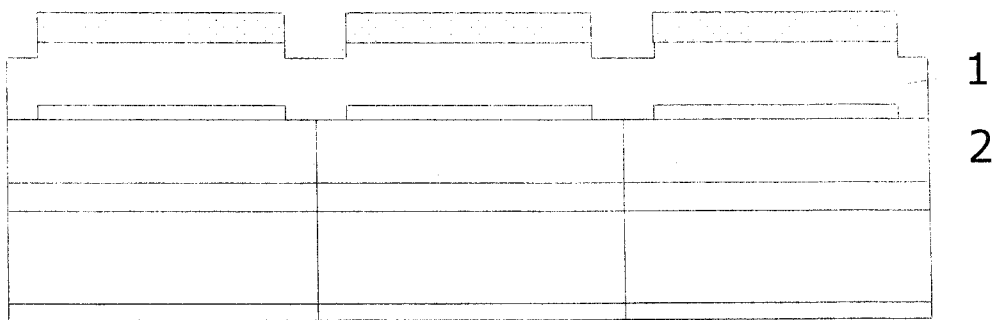


图 8

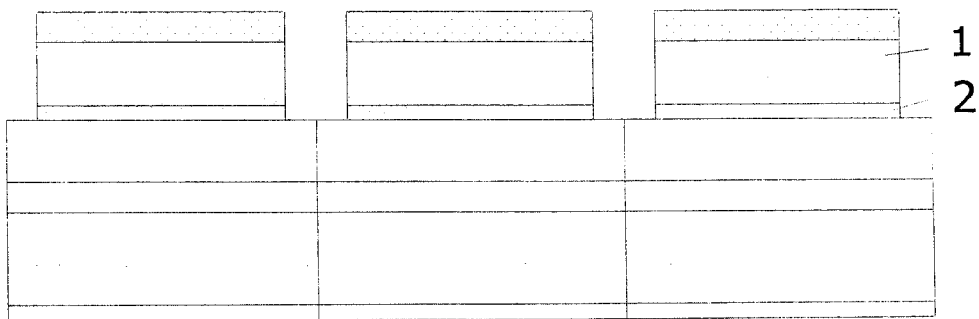


图 9

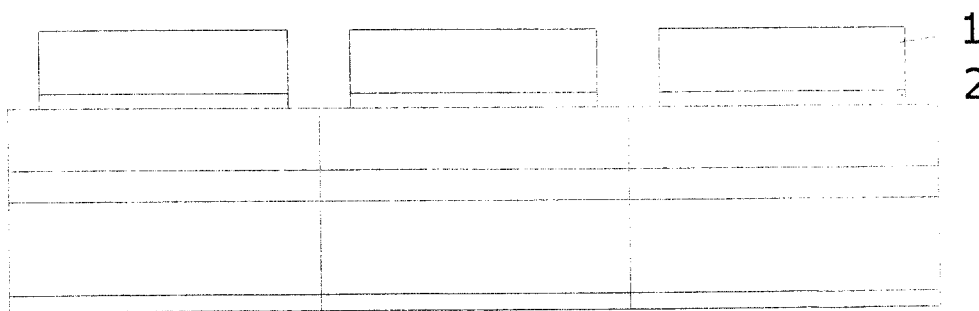


图 10



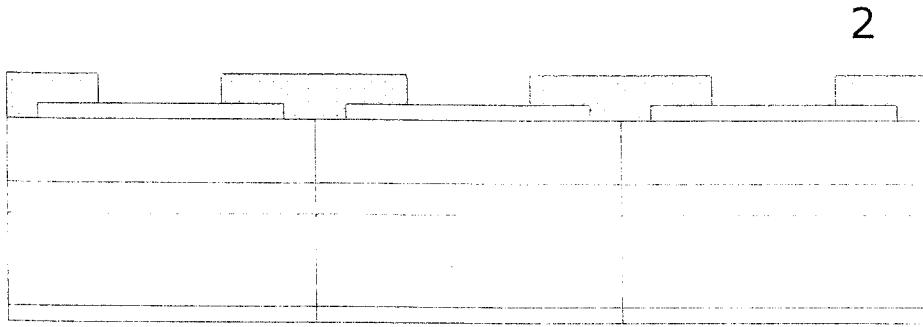


图 11

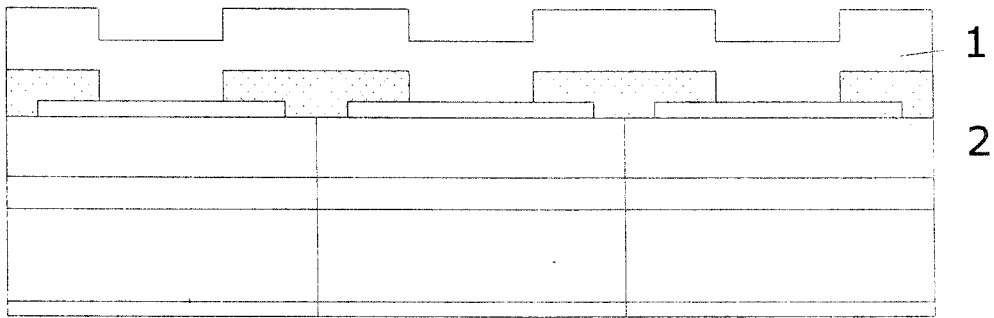


图 12

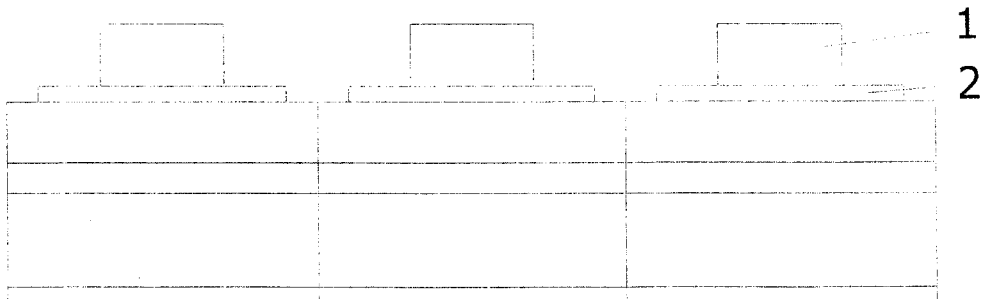


图 13