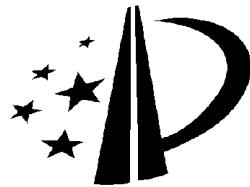


[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 27/15 (2006.01)
H01L 21/82 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710055789.0

[43] 公开日 2007 年 12 月 19 日

[11] 公开号 CN 101090128A

[22] 申请日 2007.6.20

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 赵炳仁

[21] 申请号 200710055789.0

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 梁静秋 王 波 王维彪 梁中翥
朱万彬

权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

LED 阵列微显示器件及制作方法

[57] 摘要

本发明属于发光显示技术领域，是一种高亮度微显示器件及制作方法。本发明所述的微显示器件包括有：上电极、透光层、发光层、反射层、基片、下电极、上保护层、光阑。上述器件制备过程包括：(A)在透光层和基片上制作金属薄膜和保护层，(B)制作上隔离沟槽和制备上电极，(C)制备光阑，(D)制作下隔离沟槽，(E)制作下电极；封装、制作电路引线，完成器件制作。本发明采用无机主动发光二极管芯片制备微显示器件，结构简单、牢固、响应快；克服了有机发光器件寿命短和驱动电流低而限制光输出强度的问题，提供一种自发光、体积小、功耗低并基于高亮度发光芯片的微显示器件。



1、一种 AlGaInP-LED 微显示器件，其特征是由上电极（1）、透光层（4）、发光层（5）、反射层（6）、基片（7）、下电极（9）、光阑（11）构成；反射层（6）的上面依次为发光层（5）、透光层（4），反射层（6）的下面是基片（7）；在透光层（4）上有互相平行的条形上电极（1），发光层（5）和透光层（4）中开有纵向、横向交错的上隔离沟槽（2）内是光阑（11）；光阑（11）与上电极（1）将透光层（4）分割成长方形或正方形透光区（3），透光区（3）构成二维阵列；反射层（6）下面的基片（7）上开有与上电极（1）互相垂直的下隔离沟槽（8），将基片（7）分割成平行排列的条状结构，在每个条状结构的基片（7）上有下电极（9）。

2、根据权利要求 1 所述的 AlGaInP-LED 微显示器件，其特征是透光区（3）尺寸为 $15 \times 30 \mu\text{m}^2$ ，构成 1000×500 二维阵列。

3、根据权利要求 2 所述的 AlGaInP-LED 显示器件，其特征是透光层（4）材料为 p-GaP，发光层（5）由三层组成：上限制层（12）、有源层（13）、下限制层（14），上限制层为 p-AlGaInP 材料，有源层为非故意掺杂的 AlGaInP 材料，下限制层为 n-AlGaInP 材料，反射层（6）材料为 AlGaAs/GaAs，基片（7）材料为 n-GaAs。

4、根据权利要求 3 所述的 AlGaInP-LED 微显示器件，其特征是光阑（11）宽度为 $1 \sim 200 \mu\text{m}$ ，上电极（1）宽度为 $1 \sim 500 \mu\text{m}$ ，像素大小为 $10 \sim 1000 \mu\text{m}$ 。

5、根据权利要求 3 所述的 AlGaInP-LED 微显示器件，其特征是
电流从上电极（1）注入，从下电极（9）流出，在器件中形成电场，
使得正负载流子在发光层（5）内复合发光；其中部分光向上穿过透
光层（4），从透光区（3）射出；部分光向下到达反射层（6），被反
射层（6）反射，再穿过发光层（5）、透光层（4），从透光区（3）射
出。

6、根据权利要求 2 所述的 AlGaInP-LED 微显示器件，其特征是
在透光区（3）、上电极（1）、光阑（11）上覆盖有上保护层（10）。

7、一种 AlGaInP-LED 微显示器件的制作方法，其特征是：

（一）在透光层和基片上制备金属薄膜

（A）在由透光层（4）、发光层（5）、反射层（6）和基片（7）
构成的发光芯片上，通过蒸发或溅射技术，在透光层（4）和基片（7）
上制备一层金属薄膜；

（B）在基片（7）的金属薄膜表面甩一层胶作保护层；

（二）形成上隔离沟槽和制备上电极

（C）在透光层（4）表面的金属膜上涂一层光刻胶，然后进行
光刻，形成上隔离沟槽的光刻胶图形；

（D）用金属腐蚀液将透光层（4）上未被保护的金属膜腐蚀掉，
露出透光层（4），初步形成上隔离沟槽（2）；

（E）在已形成的上隔离沟槽上，用腐蚀液进一步腐蚀透光层
(4)，腐蚀掉至发光层（5）；

（F）用腐蚀液继续进一步腐蚀发光层（5），腐蚀至露出反射层

(6), 使上隔离沟槽(2)完全形成;

(G) 将透光层(4)表面的光刻胶去除, 然后在上面再次甩胶, 用上电极(1)的光刻版进行光刻; 将未被光刻胶保护的金属膜腐蚀掉, 最后去除光刻胶, 所留下的条形金属薄膜即为上电极(1);

(三) 制备光阑

(H) 选一种不透明的光刻胶做光阑材料, 将其涂在上表面, 使其填充于上隔离沟槽(2)并覆盖透光区(3)和上电极(1), 用光阑的光刻版进行光刻, 完成光阑(11)的结构制作;

(四) 下隔离沟槽制作

(I) 去除基片(7)上的金属薄膜下表面的保护层, 在下表面甩胶后, 用下隔离沟槽的光刻版进行光刻, 用金属腐蚀液将未被光刻胶保护的部分腐蚀掉, 初步形成下隔离沟槽(8);

(J) 在形成的下隔离沟槽上, 用腐蚀液进一步腐蚀基片(7), 腐蚀至反射层(6), 使下隔离沟槽(8)完全形成;

(五) 下电极制备

(K) 去除基片(7)上的金属薄膜下表面的光刻胶, 在下表面再次甩胶并用下电极光刻版进行光刻, 用腐蚀液腐蚀未被胶保护的金属膜, 制作出下电极(9);

(L) 用通常封装器件的方法, 设计封装结构, 制作电路引线, 完成器件制作。

8、根据权利要求7所述的AlGaInP-LED微显示器件的制作方法, 其特征是:

- (A) 在 AlGaInP 为发光层的发光芯片的基片和透光层上，用热蒸发、电子束蒸发、直流溅射、磁控溅射或射频溅射方法，制备材料为 Au、Al、Cr 等的金属，厚度为 100nm-2000nm；
- (B) 在基片的金属薄膜上涂敷一层材料如光刻胶、二氧化硅、氮化硅或有机材料等作为保护层；
- (C) 在用腐蚀液腐蚀未被保护的金属膜时，Au 薄膜腐蚀液用 I₂ 和 KI 的混合溶液，Cr 薄膜腐蚀液用硫酸和丙三醇混合溶液，Al 薄膜腐蚀液用稀盐酸；
- (D) 用浓磷酸或盐酸双氧水混合液腐蚀透光层；
- (E) 用乙酸双氧水混合腐蚀液腐蚀发光层；
- (F) 用丙酮去除 BP-212 正性光刻胶；
- (G) 制作光阑时可用厚光刻胶，并可掺杂 SiO₂ 纳米颗粒；在上电极、透光区和光阑上制作保护层，保护层的材料是光刻胶；
- (H) 用 BP-212 正性光刻胶进行光刻后，用 I₂ 和 KI 的混合溶液腐蚀 Au 薄膜，用硫酸和丙三醇混合溶液腐蚀 Cr 薄膜，用稀盐酸腐蚀 Al 薄膜；
- (I) GaAs 基片材料选用湿法腐蚀，腐蚀液选用柠檬酸水溶液和双氧水的混合液。

LED 阵列微显示器件及制作方法

技术领域:本发明属于发光显示技术领域，涉及一种微型显示器件，具体地说是一种高亮度 AlGaInP-LED 微显示器件及制作方法。

背景技术:近年来，随着电子产业的发展，微显示器件发展迅速。通常的微型显示系统是基于液晶显示器（LCD）或有机发光二极管（OLED）技术。但液晶显示通常需要一个外部照明光源，使得结构复杂；有机发光二极管（OLED）受驱动电流限制不能得到较高的输出光强，而且寿命较低。

发明内容:本发明的目的是提供一种 AlGaInP-LED 微显示器件及制作方法。

本发明所述的微显示器件的结构如图 1~5 所示，包括：上电极 1、透光层 4、发光层 5、反射层 6、基片 7、下电极 9、上保护层 10、光阑 11。

反射层 6 的上面依次为发光层 5、透光层 4，反射层 6 的下面是基片 7。在透光层 4 上有上电极 1，上电极 1 为条形，每个条形上电极 1 互相平行。在发光层 5 和透光层 4 上开有纵向、横向交错的上隔离沟槽 2，上隔离沟槽 2 将发光层 5 和透光层 4 分割成纵向和横向排列的长方形或正方形。在上隔离沟槽 2 内有光阑 11，光阑 11 与上电极 1 将每个纵向和横向排列的长方形或正方形透光层 4 又分割成两个长方形或正方形透光区 3，这些透光区 3 也是纵向和横向排列，构成

二维阵列。在透光区 3、上电极 1、光阑 11 上覆盖有上保护层 10。

在反射层 6 下面的基片 7 上开有下隔离沟槽 8，下隔离沟槽 8 将基片 7 分割成平行排列的条状结构，在每个条状结构的基片 7 上是下电极 9。下电极 9 与上电极 1 在方向上异面垂直。

本发明 AlGaInP-LED 微显示器件的工作过程是，电流从上电极 1 注入，从下电极 9 流出，在器件中形成电场，使得正负载流子在发光层复合发光。其中部分光向上穿过透光层 4，从透光区 3、保护层 10 射出；部分光向下到达反射层 6，被反射层 6 反射，穿过发光层 5、透光层 4，从透光区 3 射出。由于该发光器件的发光原理为 p-n 结内的载流子复合发光，具有二极管电流电压的非线性特性，发光亮度也随注入电流的大小具有非线性特性。本发明通过电路控制相素元的亮暗，实现发光显示。

本发明所述的高亮度微显示器件通过一系列工艺步骤制作。

一、在发光层和基片上制备金属薄膜

(A).本发明使用的基质材料为发光芯片，所用的发光芯片由透光层 4、发光层 5、反射层 6 和基片 7 构成，如图 6 (a) 所示。通过蒸发或溅射技术，在发光芯片的透光层 4 和基片 7 上各制备一层金属薄膜，如图 6 (b) 所示。

(B).在基片 7 的金属薄膜表面甩一层胶作保护层，以保护该金属薄膜不受伤。

二、形成上隔离沟槽和制备上电极

(C).在透光层 4 表面的金属膜上涂一层光刻胶，根据胶的性质及

厚度选择合适的光刻条件，光刻形成上隔离沟槽的光刻胶图形。

(D). 使用相应的金属腐蚀液将未被保护的金属薄膜腐蚀掉，露出透光层 4，如图 6 (c)。

(E). 根据透光层材料选择相应腐蚀液腐蚀透光层 4，将未被保护的部分腐蚀掉直至发光层 5，如图 6 (d)。

(F). 根据发光层材料选择相应腐蚀液腐蚀发光层 5，将未被保护的部分腐蚀掉，露出反射层 6。至此已完成上隔离沟槽 2 的制作，如图 6 (e)。

(G). 将透光层 4 表面上的光刻胶去除，然后在上面再次甩胶，用上电极 1 的光刻版进行光刻。将未被光刻胶保护的金属薄膜腐蚀掉，最后去除光刻胶，所留下的金属薄膜即为上电极 1，如图 6 (f)。

三、制备光阑

(H). 选一种不透明的光刻胶做光阑材料，将其涂在上表面，使其填充于上隔离沟槽 2 并覆盖透光区 3 和上电极 1，用光阑的光刻版进行光刻，完成光阑 11 的结构制作，如图 6 (g)。

在上表面制作保护层 10，保护上电极 1 和光阑 11 等结构；

四、下隔离沟槽制作

(I). 去除基片 7 的金属薄膜下表面的保护层，在金属薄膜表面甩光刻胶后，用下隔离沟槽 8 的光刻版进行光刻，用相应的腐蚀液将未被光刻胶保护的金属薄膜腐蚀掉，如图 6 (h)。

(J). 根据基片材料选择相应腐蚀液腐蚀基片，将未被保护的部分腐蚀至反射层 6，形成下隔离沟槽 8，如图 6 (i)。

五、下电极制备

(K).去除基片 7 的金属薄膜下表面的光刻胶，在下表面再次甩胶并用下电极光刻版进行光刻，用腐蚀液腐蚀未被胶保护的金属膜，制作出下电极 9，如图 6 (j)。

(L).选择合适的封装方法，设计封装结构，制作电路引线，选用相应材料封装芯片，完成器件制作。

本发明采用了无机主动发光二极管芯片制备微显示器件，结构简单、牢固、响应快；采用无机发光二极管芯片材料制备微显示器件，克服了有机发光器件寿命短和驱动电流低而限制光输出强度的问题，从而提供一种自发光、体积小、功耗低并基于高亮度发光芯片的微显示器件及其制备方法。

附图说明：

图 1 本发明微显示器件结构的俯视图。图中，1 是上电极，3 透光区，11 光阑。

图 2 本发明微显示器件结构的仰视图。图中，7 是基片，8 下隔离沟槽，9 下电极。

图 3 本发明微显示器件制作过程完成 G 步骤的主视图（沿上电极 1 方向）。图中，2 是上隔离沟槽 2，4 透光层，5 发光层，6 反射层。

图 4 本发明微显示器件主视图（沿上电极 1 方向）。图中，10 为保护层。

图 5 本发明微显示器件结构的左视图（沿下电极 9 方向）。图中，

8 为下隔离沟槽。

图 6 本发明微显示器件的制作流程图。

图 7 具体实施方案主视图 (沿上电极 1 方向)。图中, 12 为上限制层, 13 为有源层, 14 为下限制层。

具体实施方式:

本发明采用的发光芯片为以 AlGaInP 为发光层的高亮度发光芯片, 透光层 4 材料为 p-GaP, p- 表示受主掺杂, 发光层 5 由三层组成: 上限制层 12、有源层 13、下限制层 14, 上限制层为 p-AlGaInP 材料, 有源层为 undoped-AlGaInP 材料, undoped- 表示非故意掺杂, 下限制层为 n-AlGaInP 材料, n- 表示施主掺杂, 反射层 6 材料为 AlGaAs/GaAs, 基片 7 为 n-GaAs 材料, 如图 7 所示。

透光区 3 尺寸为 $15 \times 30 \mu\text{m}^2$, 透光区 3 构成 1000×500 二维阵列。

上述微显示器件的制备过程如下:

(A). 在 AlGaInP 发光芯片的两面制备金属薄膜, 制备方法为热蒸发、电子束蒸发、直流溅射、磁控溅射或射频溅射。金属薄膜的材料是 Au、Al、Cr 等, 薄膜厚度为 100nm-2000nm, 如图 6 (b)。

(B). 在基片 7 的金属薄膜上涂敷一层保护层, 保护层所用的材料为光刻胶、二氧化硅、氮化硅或其他有机材料, 使金属薄膜在进行其他步骤时不损伤。

(C). 在透光层 4 表面涂 BP-212 正性光刻胶, 用上隔离沟槽 2 的光刻版进行光刻, 做出上隔离沟槽 2 的图形。

(D). 使用腐蚀液腐蚀透光层 4 上的金属薄膜, 将未被光刻胶保护

的金属膜腐蚀掉，露出透光层 4，如图 6 (c)。Au 薄膜可采用 I₂ 和 KI 的混合溶液腐蚀，Cr 薄膜可采用硫酸和丙三醇混合溶液腐蚀，Al 薄膜腐蚀液可选用稀盐酸。

(E).在金属薄膜上腐蚀出上隔离沟槽 2 的图形后，用浓磷酸或盐酸双氧水混合液腐蚀透光层 4，腐蚀到发光层 5，如图 6 (d)。

(F).在已形成上隔离沟槽 2 上，继续用乙酸双氧水混合液腐蚀发光层，腐蚀到反射层 6，使上隔离沟槽 2 完全形成，如图 6 (e)。

(G).用丙酮去除剩余的光刻胶。用步骤 (C) 中使用的光刻胶和光刻条件，用上电极的光刻版光刻，用步骤 (D) 中的腐蚀液和腐蚀条件，制备出上电极，如图 6 (f)。

(H).制作光阑 11 时可用厚光刻胶，为增强其不透明性可掺杂 SiO₂ 纳米颗粒，如图 6 (g)。

(I).用丙酮去除基片 7 金属薄膜下表面的保护层，然后在下表面涂 BP-212 正性光刻胶，用下隔离沟槽的光刻版光刻，用腐蚀液腐蚀掉未被光刻胶保护的金属薄膜。Au 膜腐蚀液可采用 I₂ 和 KI 的混合溶液，Cr 薄膜可采用硫酸和丙三醇混合溶液腐蚀，Al 薄膜腐蚀液可选用稀盐酸，如图 6 (h)。

(J).GaAs 基片材料选用湿法腐蚀，腐蚀液选用柠檬酸水溶液和双氧水的混合液。在该腐蚀液中将未被保护的 GaAs 腐蚀掉至反射层 6，即形成下隔离沟槽 8，如图 6 (i)。

(K).制备下电极 9 时，用下电极光刻版光刻，选用与步骤 (I) 相同腐蚀液及腐蚀条件，腐蚀出下电极 9，如图 6 (j)。

(L).压焊上下电极引线，选用环氧树脂做封装材料，封状完成器件制作。

采用上述发光芯片和工艺，可以制作像素大小为 $10\sim1000\mu\text{m}$ ，隔离沟槽即光阑宽度为 $1\sim200\mu\text{m}$ ，电极宽度为 $1\sim500\mu\text{m}$ 的微显示器件。

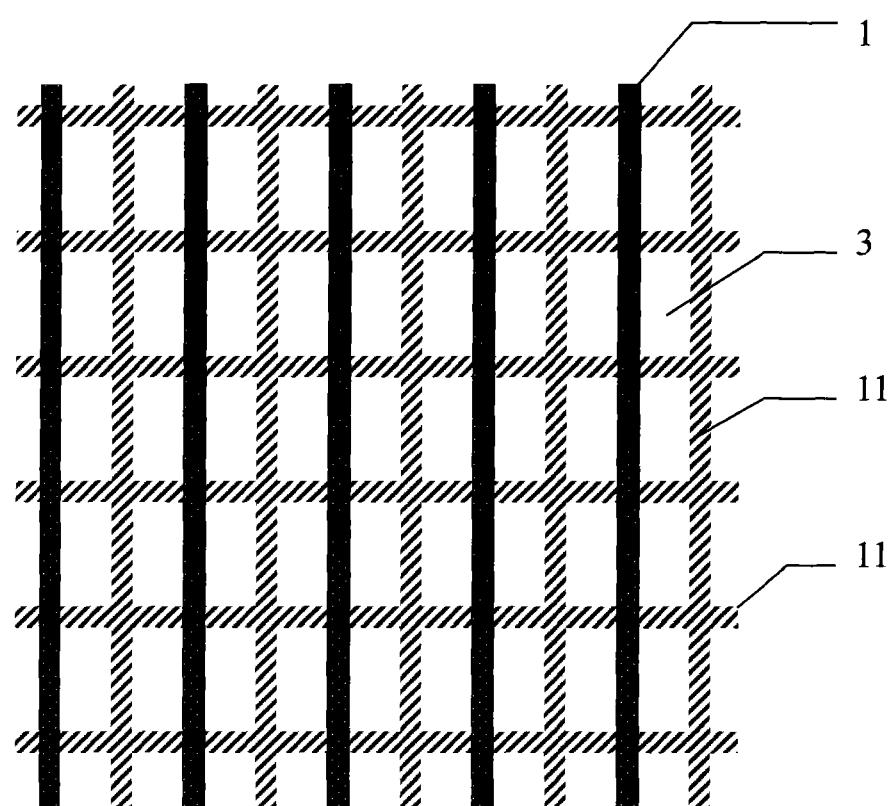


图 1

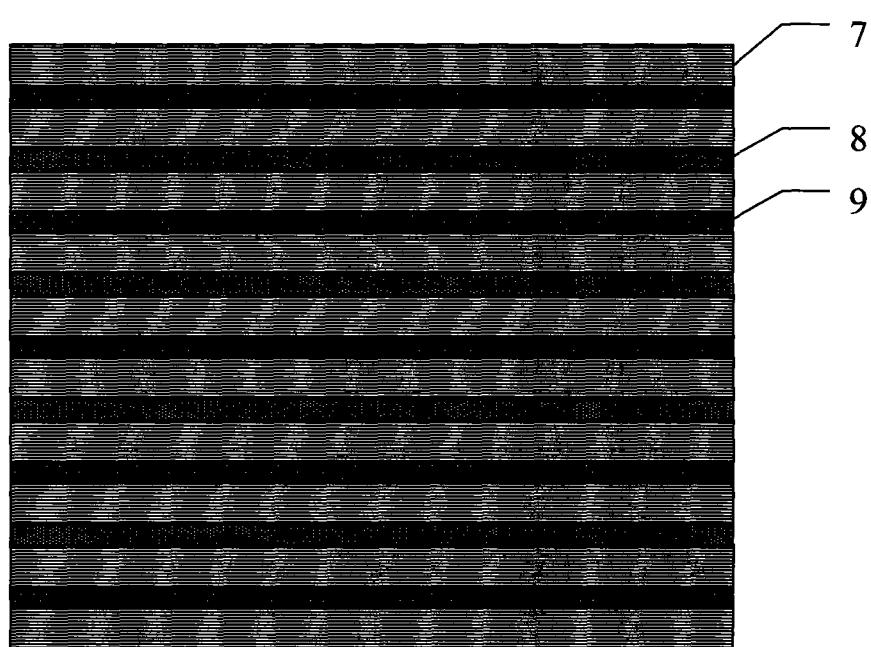


图 2

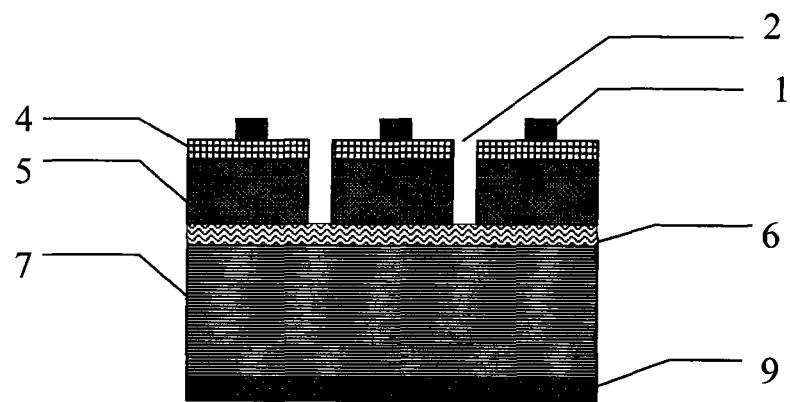


图 3

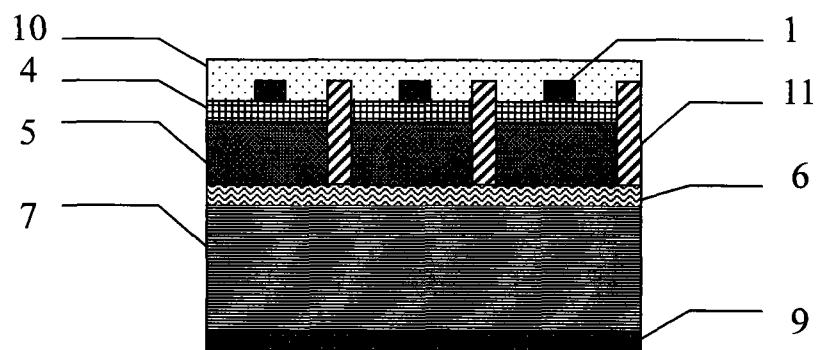


图 4

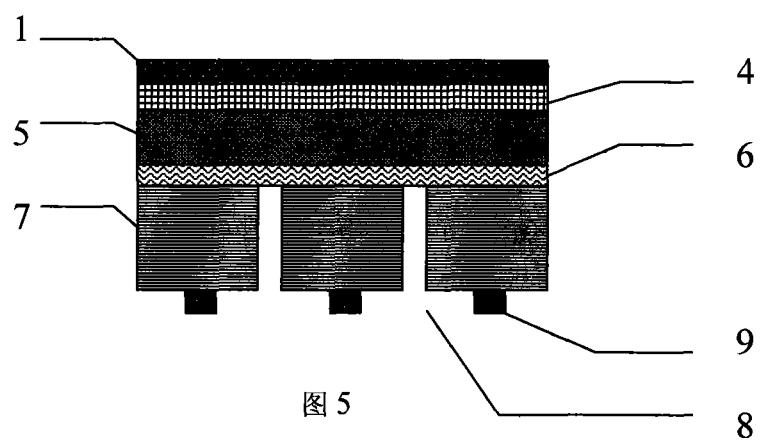


图 5

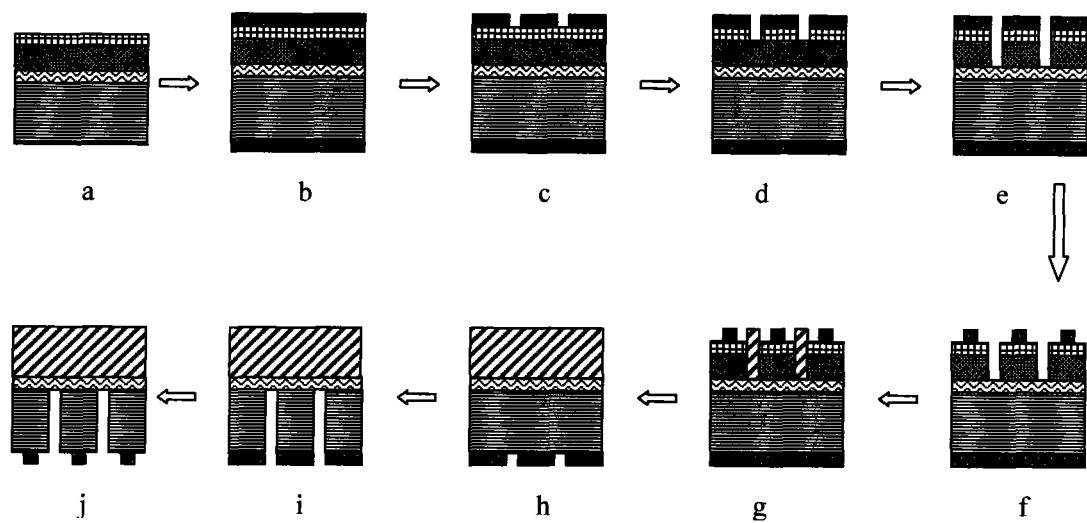


图 6

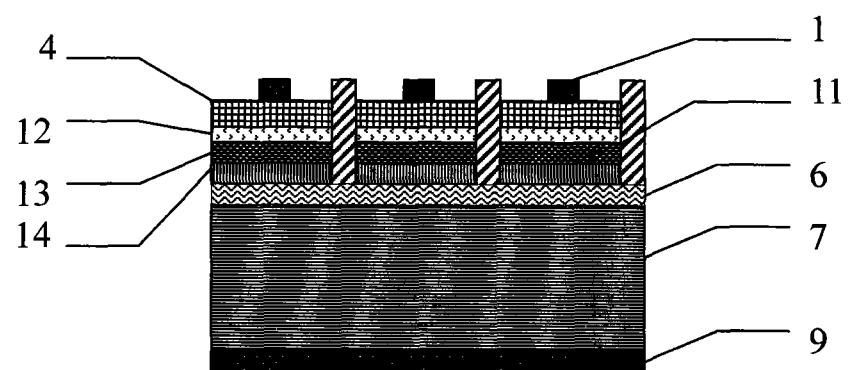


图 7