

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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

G02B 6/28

G03F 7/09



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00115582.2

[43] 授权公告日 2003 年 5 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1109260C

[22] 申请日 2000.4.29 [21] 申请号 00115582.2

[71] 专利权人 中国科学院上海冶金研究所

地址 200050 上海市长宁区长宁路 865 号

[72] 发明人 王跃林 王文辉 李 铁 解健芳

审查员 高懿颖

[74] 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

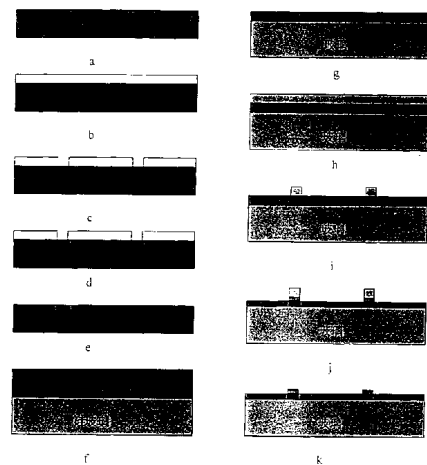
代理人 张泽纯

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种大角度 Y 分支硅光功率分配器的制作方法

### [57] 摘要

一种大角度 Y 分支硅光功率分配器的制作方法，主要特点是采用掺杂的方法改变分支处的折射率，并采用先掺杂后键合和双面光刻工艺，在玻璃衬底上制作大角度 Y 分支硅光功率分配器，本方法的优点体现为背面掺杂正面刻蚀，因而掺杂深度适当减小，就可满足大截面脊形波导的要求；玻璃衬底对光的限制效果好。



ISSN 1008-4274

1、一种大角度 Y 分支硅光功率分配器的制作方法，其特征在于它采用硅作波导层，玻璃作限制层，硅波导的制作是采用对硅片的一面掺杂另一面刻蚀技术，先在硅片上进行掺杂后将硅片掺杂面与玻璃键合和采用双面光刻机对波导层进行双面光刻的工艺而制作。

2、根据权利要求 1 所述的大角度 Y 分支硅光功率分配器的制作方法，其特征在于它包括下列步骤：

(1) 在硅片上制作掺杂区域的图形窗口，首先在双面抛光的硅片上热氧化一层二氧化硅，然后光刻出掺杂窗口，用氢氟酸腐蚀二氧化硅，得到掺杂窗口；

(2) 扩硼，先予淀积，再分布，用氢氟酸去除硼硅玻璃；

(3) 硅片掺杂面与玻璃键合，玻璃的抛光面与硅片的扩硼掺杂面键合，其条件是：

键合温度 300 — 400℃

键合电压 800 — 1600 伏；

(4) 硅片减薄，用化学腐蚀，或电化学腐蚀，或机械抛光或其组合的方法将硅片减薄至所需的厚度；

(5) 制作铝掩膜，在硅面上蒸铝，铝层厚度为 2000 — 4000 埃；

(6) 双面光刻，制作波导图形，利用双面光刻机对波导层进行双面光刻，光刻后用磷酸腐蚀出波导图形窗口；

(7) 腐蚀或刻蚀出脊形波导；

(8) 去铝，划片，端面抛光后即可制得。

3、根据权利要求 2 所述的大角度 Y 分支光功率分配器的制作方法，其特征在于所述的硅片减薄的工艺是：

(1) 键合后，用 50%氢氧化钾溶液在 60℃腐蚀，直到硅片还剩 40 微米左右；

(2) 用机械抛光方法将硅片减薄至所需厚度。

## 一种大角度 Y 分支硅光功率分配器的制作方法

本发明涉及光功率分配器,特别是一种大角度 Y 分支硅光功率分配器的制作方法.

光功率分配器是光纤用户网、光纤有线电视 (CATV) 和无源光网络 (PON) 中的重要组成部分。制作光功率分配器有多种方法,大致可分为分立光学元件组合型、全光纤型、平面波导型三种。其中,平面波导型光功率分配器是利用平面介质光波导工艺制作的光功率分配器,具有体积小、重量轻、易于集成、机械及环境稳定性好、分光比易于精确控制和批量生产成本极低的优点,是光纤通信未来的发展趋势。平面波导型光功率分配器有多种结构,如多模干涉型 (MMI),双模干涉型 (TMI),X 分支型,Y 分支型等。其中 Y 分支结构最简单,理论分析最充分,应用最广。

普通 Y 分支光功率分配器在分支处分开的角度一般为 1—2 度,若分支角增大,分支处的损耗将迅速增加。因为波导最终分开的距离一定,较小的分支角使器件具有较大的长度,与此同时,小分支角也给掩膜的制备和工艺提出较高的要求。通过改变分支处一定区域的折射率(如附图 1、2 所示),可将分支角增加到 10—20 度。对于硅基光波导材料,可通过掺杂的方法减小硅的折射率实现大角度 Y 分支光功率分配器的制备。大截面脊形波导理论的提出解决了硅基波导端面与单模光纤芯径严重失配的问题,为硅基光波导的应用铺平了道路,但同时由于波导尺寸的增大,给掺杂等工艺提出了更高的要求。掺杂深度要达到 5—8 微米,即脊形波导的高度(如附图 3 所示),而且掺杂浓度不能很低,工艺实现极为困难。

本发明目的是提供一种大角度 Y 分支硅光功率分配器的制作方法。

本发明的大角度 Y 分支硅光功率分配器的制作方法是, 采用硅作波导层, 玻璃作限制层, 硅波导的制作是采用对硅片的一面掺杂另一面刻蚀技术, 先在硅片上进行掺杂后将硅片掺杂面与玻璃键合和利用双面光刻机对波导层进行双面光刻的工艺而制作。它包括下列步骤:

- (1) 在硅片上制作掺杂区域的图形窗口, 首先在双面抛光的硅片上热氧化一层二氧化硅, 然后光刻出掺杂窗口, 用氢氟酸腐蚀二氧化硅, 得到掺杂窗口;
- (2) 扩硼, 先予淀积, 再分布, 用氢氟酸去除硼硅玻璃;
- (3) 硅片掺杂面与玻璃键合, 玻璃的抛光面与硅片的扩硼掺杂面键合, 其条件是: 键合温度 300—400°C, 键合电压 800—1600 伏;
- (4) 硅片减薄, 用化学腐蚀, 或电化学腐蚀, 或机械抛光或其组合的方法将硅片减薄至所需的厚度;
- (5) 制作铝掩膜, 在硅面上蒸铝, 铝层厚度为 2000—4000 埃;
- (6) 双面光刻, 制作波导图形, 利用双面光刻机对波导层进行双面光刻, 光刻后用磷酸腐蚀出波导图形窗口;
- (7) 腐蚀或刻蚀出脊形波导;
- (8) 去铝, 划片, 端面抛光后即可制得。

所述的硅片减薄的工艺是: (1) 键合后, 用 50% 氢氧化钾溶液在 60°C 腐蚀, 直到硅片还剩 40 微米左右; (2) 用机械抛光方法将硅片减薄至所需厚度。

本发明制作的大角度 Y 分支硅光功率分配器的优点如下:

- 1、一面掺杂另一面刻蚀技术, 减小了大角度 Y 分支光功率分配器光波导的掺杂深度。由于脊形波导的脊形突出部分是强限制型波导, 在正面掺杂正面刻蚀脊形波导的情况下, 掺杂对光的传播影响不大, 在目前有限的掺杂深度限制下, 掺杂部分不能有效利用。采用背面掺杂正面刻蚀时, 背面掺杂部分可以得到充分的保留, 所以掺杂深度适当减小就可以满足大截面脊形波导的要求。

- 2、采用玻璃衬底对光的限制效果好。因为限制层越厚, 波导在限制层的损耗越小。本发明制作方法中硅波导的限制层即是玻璃衬

底，限制层厚度即为衬底厚度，其厚度一般为几百微米，因此，具有更好的限制作用。

下面结合实施例和附图对本发明作进一步说明。

图 1，大角度 Y 分支光功率分配器示意图之一。

图 2，大角度 Y 分支光功率分配器示意图之二。

图 3，正面掺杂与背面掺杂的比较。

图 4，本发明大角度 Y 分支硅光功率分配器制作工艺实施例流程图。

图 1 是大角度 Y 分支光功率分配器示意图之一，图中三角形区域即为折射率减小区域。图 2 是大角度 Y 分支光功率分配器示意图之二，与图 1 相反，图中三角形内即为折射率增大区域。图 3 是正面掺杂与背面掺杂的比较图，a1, a2 为正面掺杂，b1, b2 为背面掺杂，深颜色区域为掺杂区，由图对比可见，达到同样的掺杂效果，背面掺杂工艺的掺杂深度要小得多，所以掺杂深度适当减小，仍可满足大截面脊形波导的要求。

图 4 是本发明制作大角度 Y 分支硅光功率分配器一个实施例的工艺流程，本工艺流程的特点是：采用硅作波导层，玻璃作限制层，背面掺杂正面刻蚀技术，先在硅片上进行掺杂后将硅片掺杂面与玻璃键合和利用双面光刻机对波导层进行双面光刻的工艺，具体制作步骤如下：

- a. 硅片双面抛光；
- b. 硅片热氧化一层 1 微米厚的二氧化硅，氧化温度 1150℃，氧化时间为 3 小时。氧化时通干氧 15 分钟，2 小时 30 分钟湿氧，15 分钟干氧；
- c. 光刻出掺杂窗口，用氢氟酸腐蚀二氧化硅，得到掺杂窗口；
- d. 扩硼，首先予淀积 60 分钟，予淀积温度为 1050℃，然后再分布 6 小时，再分布温度为 1180℃；

e. 再分布后立即用氢氟酸去除硼硅玻璃;

f. 掺杂面与玻璃键合, 玻璃的抛光面与硅片的扩散面键合, 键合温度为  $380^{\circ}\text{C}$ , 键合电压为 1400 伏。由直接观察判断键合是否完成;

g. 硅片减薄, 键合后用 50%氢氧化钾溶液在  $60^{\circ}\text{C}$  腐蚀, 在硅片还剩 40 微米左右时停止腐蚀, 用机械抛光方法将硅片减薄至所需厚度;

h. 制作铝掩膜, 在硅面上蒸铝, 铝层厚度为 3000 埃;

i. 双面光刻, 制作波导图形, 利用双面光刻机进行双面光刻, 光刻后用磷酸腐蚀出波导图形窗口;

j. 反应离子刻蚀出脊形波导;

k. 去除铝, 划片, 端面抛光后即制得大角度硅光功率分配器。

本工艺根据设计获得角度为  $8^{\circ}$  的大角度 Y 分支硅光功率分配器。本制作方法的优点是:

1、背面掺杂正面刻蚀减小了大角度 Y 分支光功率分配器的掺杂深度。

2、采用玻璃衬底对光的限制效果好。

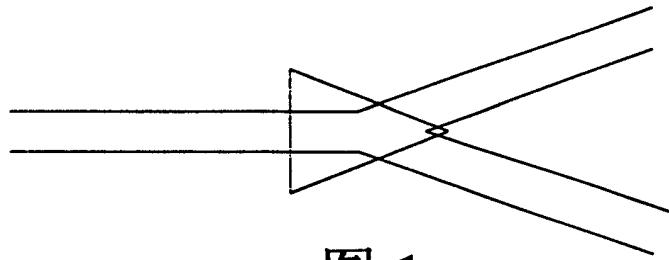


图 1

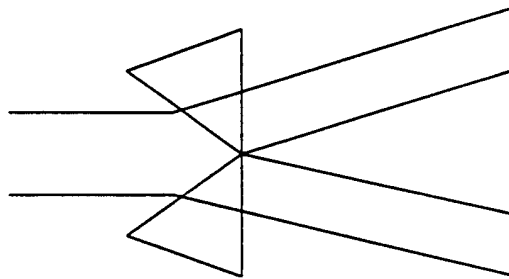


图 2

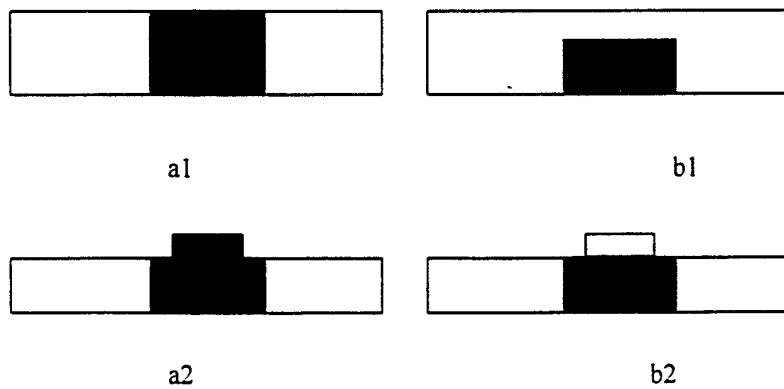


图 3

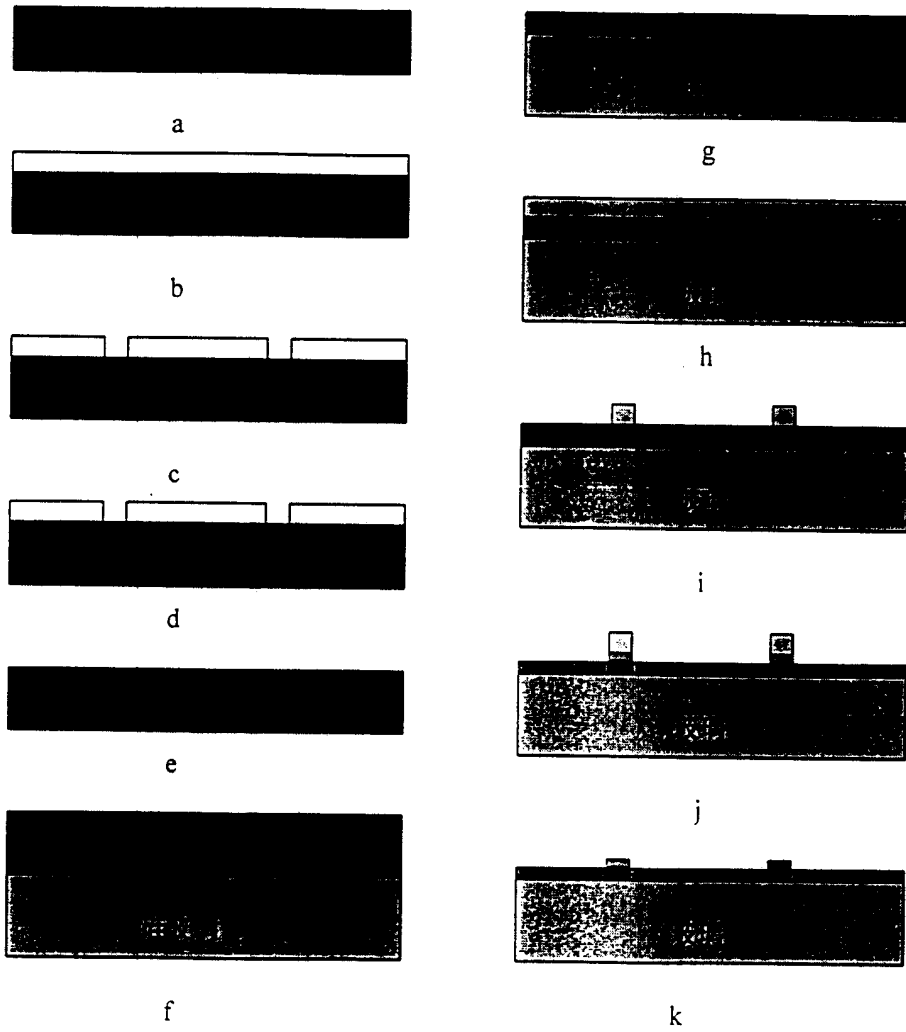


图 4