



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99119469.1

[43] 授权公告日 2003 年 8 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1118087C

[22] 申请日 1999.9.27 [21] 申请号 99119469.1

[71] 专利权人 中国科学院半导体研究所

地址 100083 北京市 912 信箱

[72] 发明人 杨沁清 李 成 欧海燕 王红杰

王启明

审查员 聂少岩

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

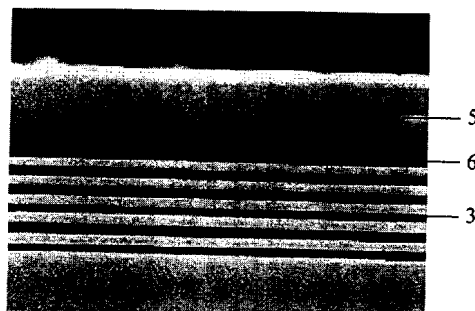
代理人 汤保平

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种制备半导体衬底的方法

[57] 摘要

一种制备半导体衬底的方法，其是在一抛光的硅片内注入氢离子，在另一基片上生长二氧化硅/硅布拉格反射镜或单层二氧化硅；将硅片和基片表面涂布一层硅基乳胶，将它们粘接在一起；在 400 ~ 600℃ 氮气氛下退火 5 - 60 分钟，硅片上较厚的硅层自注入氢射程处剥离，留下一层适合于外延的单晶层粘结在布拉格反射镜或单层二氧化硅表面上；在 800℃ - 1200℃ 下退火 1 小时以上，形成带有二氧化硅/硅布拉格反射镜的 SOR 衬底或 SOI 衬底。



- 5 1、一种制备半导体衬底的方法，其特征在于：在一抛光的硅片内注入剂量为 $5 \times 10^{16} - 1 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ 的氢离子，在另一基片上生长二氧化硅/硅布拉格反射镜；然后将硅片和基片表面均匀涂布一层用溶胶-凝胶法制备的硅基乳胶，将它们面对面粘接在一起；在 $400^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$ 氮气氛下退火 5 - 60 分钟，硅片上较厚的硅层自注入氢射程
- 10 处剥离，留下一层适合于外延的单晶层粘结在布拉格反射镜的表面上；然后在 $800^\circ\text{C} - 1200^\circ\text{C}$ 下退火 1 小时以上，形成带有二氧化硅/硅布拉格反射镜的隐埋光反射镜的硅衬底。
- 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：其中所述另一基片是硅片、石英片、或陶瓷片。
- 15 3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：其中二氧化硅/硅布拉格结构是用电子束蒸发或化学气相淀积方法制备而成的。

5

一种制备半导体衬底的方法

本发明涉及一种制备隐埋光反射镜的硅 (Silicon-on-reflector SOR) 和隐埋绝缘层的硅 (Silicon-on-insulator SOI) 衬底的方法, 特别涉及制备带有隐埋二氧化硅/硅 (SiO_2/Si) 布拉格 (Bragg) 反射镜的 SOR 和 SOI 衬底的方法。

众所周知, 用化学气相淀积 (CVD) 或电子束蒸发的方法在硅衬底上生长二氧化硅/硅 (SiO_2/Si) 布拉格 (Bragg) 反射镜, SiO_2 和 Si 的厚度可以得到很好的控制, 能制作出高反射率的反射镜。但是, 在其表面外延的硅膜是非晶或多晶结构, 不能在其上面外延生长出单晶硅或锗硅合金等单晶材料。制作硅基共振腔结构光电子器件需要在带有 Bragg 反射镜的衬底上外延生长单晶硅或锗硅 (SiGe) 合金材料或 SiGe/Si 多量子阱结构材料, 这就需要既带有隐埋 Bragg 反射镜又能外延单晶材料的硅基衬底。目前报道的制作隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜的硅衬底是用多次外延和注入氧离子并在高温下退火形成的 (Appl. Phys. Lett., 69(25), 1996), 或用离子注入的方法形成 SOI 衬底。因大剂量注入氧离子, 该方法得到的衬底表面单晶质量较差, 而且不能良好控制 SiO_2 和 Si 的厚度, 价格昂贵。另一种方法是用硅直接键合后进行背面减薄或智能剥离的方法得到 SOI 衬底 (Materials chemistry and physics, 37, 1994), 该方法要求用于键合的材料表面粗糙度 $\text{RMS} < 1\text{nm}$ 。而一般用化学气相淀积或电子束蒸发的方法得到的表面均不能满足上述要求。这两种方法都不能在要求的工作波段下得到高的反射率。

本发明便是针对上述方法的缺点, 提出了一种用硅基乳胶粘接和注氢智能剥离技术制作带有隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜结构的 SOR 衬底和 SOI 衬底的方法。

30

本发明的目的在于, 提供一种制备半导体衬底的方法, 该方法具有

工艺简单、质量较好以及价格便宜的优点。

本发明制备带有隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜结构的 SOR 衬底和 SOI 衬底的方法为：在一抛光的硅片内注入剂量为 $5 \times 10^{16} - 1 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ 的氢离子，在另一基片上生长 SiO_2/Si Bragg 反射镜；然后将硅片和基片表面均匀涂布一层用溶胶-凝胶法 (Sol-gel) 制备的硅基乳胶，将它们面对面粘接在一起；在 $400^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$ 氮气氛下退火 5 - 60 分钟，硅片上较厚的 Si 层自注入氢射程处剥离，留下一层适合于外延的单晶层粘结在 Bragg 反射镜的表面上；然后在 $800^\circ\text{C} - 1200^\circ\text{C}$ 下退火 1 小时以上，形成带有 SiO_2/Si Bragg 反射镜的 SOR 衬底。

10 本发明制备带有隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜结构的 SOR 衬底和 SOI 衬底的方法为：在一抛光的硅片内注入剂量为 $5 \times 10^{16} - 1 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ 的氢离子，在另一基片上生长单层二氧化硅；然后将硅片和基片表面均匀涂布一层用溶胶-凝胶法制备的硅基乳胶，将它们面对面粘接在一起；在 $400^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$ 氮气氛下退火 5 - 60 分钟，硅片上较厚的硅层自注入氢射程处剥离，留下一层适合于外延的单晶层粘结在单层二氧化硅的表面上；然后在 $800^\circ\text{C} - 1200^\circ\text{C}$ 下退火 1 小时以上，形成带有二氧化硅的 SOI 衬底。

其中所述另一基片是硅片、石英片、或陶瓷片。

其中 SiO_2/Si Bragg 结构是用电子束蒸发或化学气相淀积方法制备而成的。

用本发明制备的带有隐埋二氧化硅/硅 (SiO_2/Si) 布拉格 (Bragg) 反射镜的 SOR 衬底或 SOI 衬底，可以在其上外延生长单晶材料，且用该方法制备 SOR 衬底或 SOI 衬底成本低廉，方法简单。

为进一步说明本发明的技术特征，以下面结合附图和实施例来进一步说明的内容，其中：

图 1 是制作隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜 SOR 衬底的工艺流程图；

图 2 是用本发明方法制造出来的带有隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜 SOR 衬底的扫描电镜 (SEM) 截面图。

制备的带有隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜 SOR 衬底的方法如图 1 所示，原始材料为一片抛光硅片 1 和另一片半导体基片硅片 2 (也可以是石英

或陶瓷), 在硅片 1 内注入氢离子, 注入剂量为 $5 \times 10^{16} - 1 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$, 注入能量由要求的顶层单晶硅的厚度决定。用电子束蒸发或其它化学气相淀积的方法在硅片 2 上生长 SiO_2/Si Bragg 反射镜 3。然后将硅片 1 和硅片 2 表面均匀涂布一层用溶胶-凝胶法 (Sol-gel) 制备的硅基乳
5 胶, 将它们面对面粘接在一起。在 $400^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$ 氮气氛下退火 5 - 60 分钟, 硅片 1 上较厚的 Si 层自注入氢射程处 4 剥离, 留下一层适合于外延的单晶层粘结在 Bragg 反射镜上。然后在 $800^\circ\text{C} - 1200^\circ\text{C}$ 下退火 1 小时以上, 以加强粘合作用, 形成带有 SiO_2/Si Bragg 反射镜的 SOR 衬底。用本发明方法制造出来的带有隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜 SOR
10 衬底的扫描电镜 (SEM) 截面图如图 2 所示, 其中 5 是顶层单晶硅, 6 是硅基乳胶粘合界面, 3 是 SiO_2/Si Bragg 反射镜。

制备 SOI 衬底的方法和制备的带有隐埋 SiO_2/Si Bragg 反射镜 SOR 衬底的方法基本相同, 只是在半导体基片硅片上生长单层 SiO_2 替代 SiO_2/Si Bragg 反射镜。

15 本发明与现有技术相比, 具有其可的良好控制 SiO_2 和 Si 的厚度, 且价格便宜; 用本方法制作的半导体衬底, 具有精度高, 可满足工艺要求。

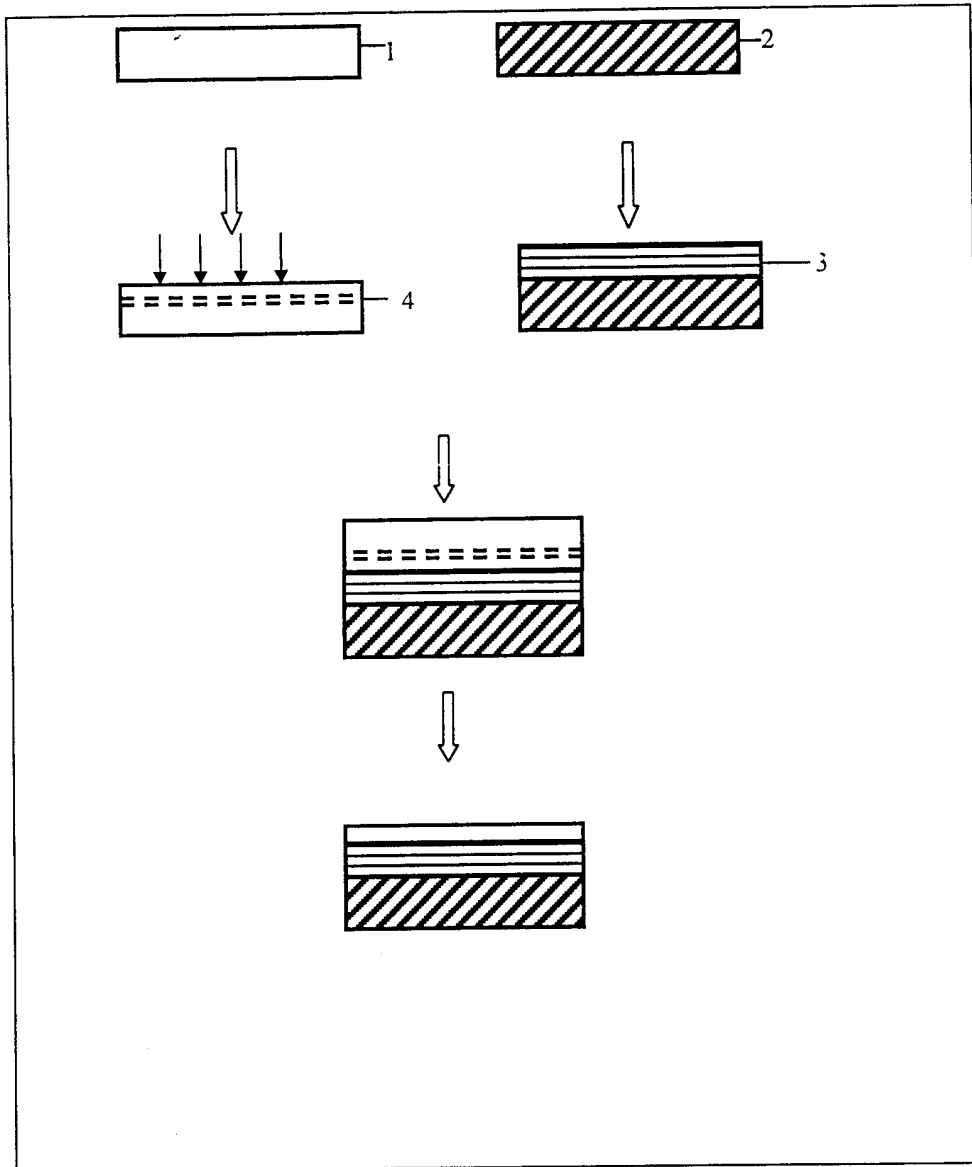


图 1

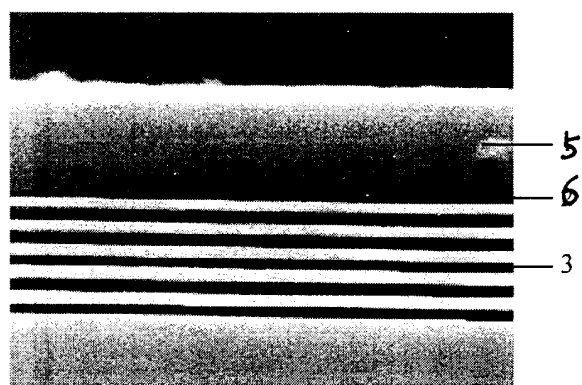


图 2