



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114156179 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 08

(21) 申请号 202111269452.6

(22) 申请日 2021.10.29

(71) 申请人 中国科学院上海微系统与信息技术研究所

地址 200050 上海市长宁区长宁路865号

(72) 发明人 魏星 戴荣旺 汪子文 薛忠营  
陈猛 徐洪涛 李名浩

(74) 专利代理机构 上海泰博知识产权代理有限公司 31451

代理人 魏峯

(51) Int. Cl.

H01L 21/324 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

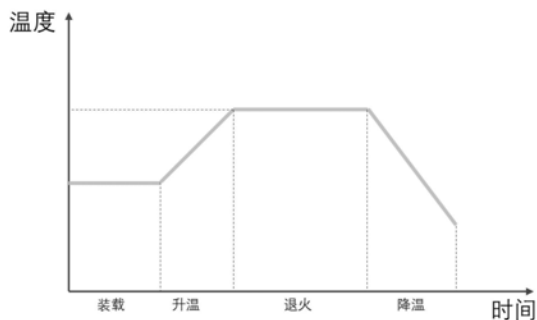
权利要求书1页 说明书2页 附图2页

(54) 发明名称

一种改善绝缘层上硅晶圆表面粗糙度的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种改善绝缘层上硅晶圆表面粗糙度的方法。本发明通过控制快速热处理过程中各个阶段的气体配置以及相应的升温退火过程,使最终晶圆表面粗糙度小于5A,具有良好的应用前景。



| 步骤 | 装载 | 升温                   | 退火                      | 降温 |
|----|----|----------------------|-------------------------|----|
| 气氛 | Ar | Ar+n% H <sub>2</sub> | Ar/Ar+n% H <sub>2</sub> | Ar |

1. 一种改善绝缘层上硅晶圆表面粗糙度的方法,包括:

将具有SOI结构的晶圆装载进入至快速热处理反应腔室,装载温度为 $100^{\circ}\text{C}$ - $400^{\circ}\text{C}$ ,气氛为纯Ar,保持 $10\text{s}$ - $120\text{s}$ ;然后将气氛切换为 $\text{Ar}+n\%\text{H}_2$ 混合气氛开始升温, $n$ 小于 $10$ ;升温至 $1150^{\circ}\text{C}$ - $1300^{\circ}\text{C}$ 后开始退火,退火时间为 $10\text{s}$ - $120\text{s}$ ;退火过程结束后保持气氛环境为纯Ar,降温至 $600^{\circ}\text{C}$ 以下后取出,即可。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述反应腔室的气压为常压或低压,压力为 $1\text{mbar}$ - $1010\text{mbar}$ 。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述升温速率为 $30$ - $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述升温至 $1150^{\circ}\text{C}$ - $1300^{\circ}\text{C}$ 后继续保持升温阶段的 $\text{Ar}+n\%\text{H}_2$ 混合气氛,或者切换成纯Ar气氛。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述降温速率为 $30$ - $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。

## 一种改善绝缘层上硅晶圆表面粗糙度的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于绝缘层上硅领域,特别涉及一种改善绝缘层上硅晶圆表面粗糙度的方法。

### 背景技术

[0002] 绝缘层上硅(SOI)晶片顶层硅表面的粗糙程度会影响后续器件特性,需要得到很好的控制。目前主要用于改善SOI表面粗糙度的方法有两种:一是利用氢气或氩气氛下的热退火处理(分为快速热退火和长时间热退火),先消除顶层硅表面的自然氧化层以及其他有机污染物,再通过硅表面原子的迁移和重构,逐渐形成相对平坦的表面形貌;二是利用氯化氢对顶层硅表面进行选择刻蚀,得到平整表面。氯化氢刻蚀需要对顶层硅去除一部分,其均匀性不易控制。而热退火处理工艺参数调控较为简单,并且不会影响厚度均匀性。

[0003] US7883628B2提出了一种使用快速热退火降低半导体晶圆表面粗糙度的方法。具体为在升温的前期阶段(850℃以下)快速热处理的反应腔体气氛为氢氩混合气,紧接着切换到纯氩气氛继续升温到目标温度后进行退火处理,并保持纯氩气氛直到降温结束。但是氢气还原氧化硅的有效反应温度要大于1000℃,因此氢氩混合气作用温度过低,表面自然氧化层的去除效果不彻底,另一方面氢氩混合气中氢气浓度太大会对表面有一定程度的刻蚀作用,这都会导致最终晶圆表面粗糙度达不到预期目标。因此,需要寻找一种新的改善晶圆表面粗糙度的方法。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种改善绝缘层上硅晶圆表面粗糙度的方法,通过控制快速热处理过程中各个阶段的气体配置以及相应的升温退火过程,使最终晶圆表面粗糙度小于5Å,具有良好的应用前景。

[0005] 本发明提供了一种改善绝缘层上硅晶圆表面粗糙度的方法,包括:

[0006] 将具有SOI结构的晶圆装载进入至快速热处理反应腔室,该晶圆初始表面粗糙度大于10Å,装载温度为100℃-400℃,气氛为纯Ar,保持10s-120s;然后将气氛切换为Ar+n% H<sub>2</sub>混合气氛开始升温,n小于10(优选小于3);升温至1150℃-1300℃(优选1200℃-1250℃)后开始退火,退火时间为10s-120s(优选20s-50s);退火过程结束后保持气氛环境为纯Ar,降温至600℃以下后取出,即可。

[0007] 所述反应腔室的气压为常压或低压,压力为1mbar-1010mbar。

[0008] 所述升温速率为30-100℃/s,优选为50-70℃/s。

[0009] 所述升温至1150℃-1300℃后继续保持升温阶段的Ar+n% H<sub>2</sub>混合气氛,或者切换成纯Ar气氛。

[0010] 所述降温速率为30-100℃/s,优选为50-70℃/s。

[0011] 有益效果

[0012] 本发明通过控制快速热处理过程中各个阶段的气体配置以及相应的升温退火过

程,使最终晶圆表面粗糙度小于5A,具有良好的应用前景。

### 附图说明

[0013] 图1为SOI结构截面示意图;

[0014] 图2为本发明工艺的温度曲线和气氛;

[0015] 图3为实施例1退火前后SOI晶圆表面AFM10um X10um非接触式扫面图;

[0016] 图4为实施例2退火前后SOI晶圆表面AFM10um X10um非接触式扫面图。

### 具体实施方式

[0017] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。本发明所述改善粗糙度工艺适用于所有半导体晶圆。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0018] 实施例1

[0019] 图3左图为使用Smart-cut工艺得到的SOI晶圆表面AFM10um X10um非接触式扫面图,其表面粗糙度为93.5A。

[0020] 将上述晶圆装载进入至快速热处理反应腔室,装载温度为200℃,腔室气压为大气压,气氛为纯Ar,压力为1010mbar,保持30s;然后将气氛切换为Ar+2.5%H<sub>2</sub>混合气氛开始升温,升温速率为70℃/s,升温至目标温度后将气氛切换为纯Ar,开始退火阶段,温度为1250℃;退火时间为30s;退火过程结束后保持气氛环境仍为纯Ar,降温至室温取出,降温速率为50℃/s;图3右图为退火后的AFM10um X10um非接触式扫面图,退火后晶圆表面粗糙度为4.8A。

[0021] 实施例2

[0022] 图4左图使用Smart-cut工艺得到的SOI晶圆表面AFM30um X30um非接触式扫面图,其表面粗糙度为104A。

[0023] 将上述晶圆装载进入至快速热处理反应腔室,装载温度为200℃,腔室气压为大气压,气氛为纯Ar,压力为1010mbar,保持30s;然后将气氛切换为Ar+2.5%H<sub>2</sub>混合气氛开始升温,升温速率为70℃/s,保持氢氩混合气氛,升温至目标温度后开始退火阶段,温度为1250℃;退火时间为30s;退火过程结束后气氛切换为纯Ar,降温至室温取出,降温速率为50℃/s;图4右图为退火后的AFM10um X10um非接触式扫面图,退火后晶圆表面粗糙度为4.5A。

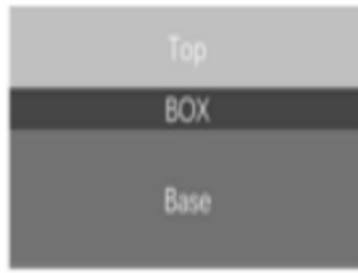
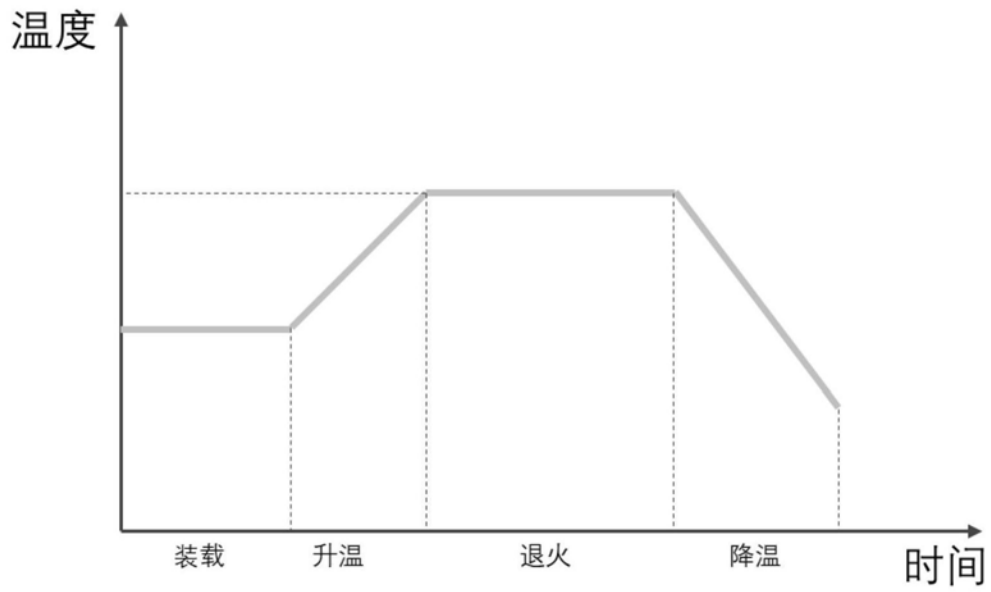


图1



|    |    |                      |                         |    |
|----|----|----------------------|-------------------------|----|
| 步骤 | 装载 | 升温                   | 退火                      | 降温 |
| 气氛 | Ar | Ar+n% H <sub>2</sub> | Ar/Ar+n% H <sub>2</sub> | Ar |

图2

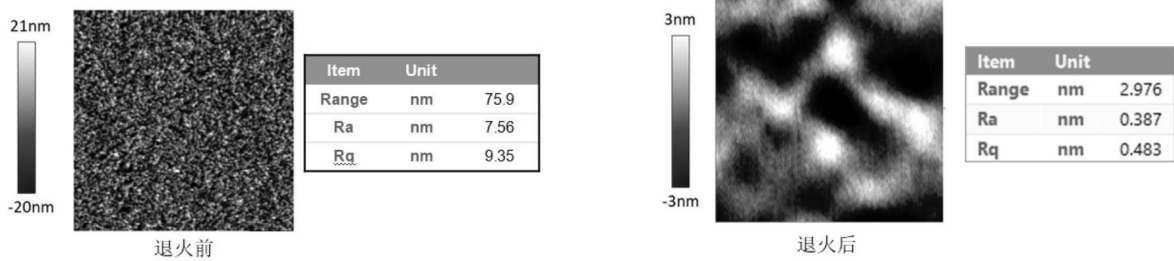


图3

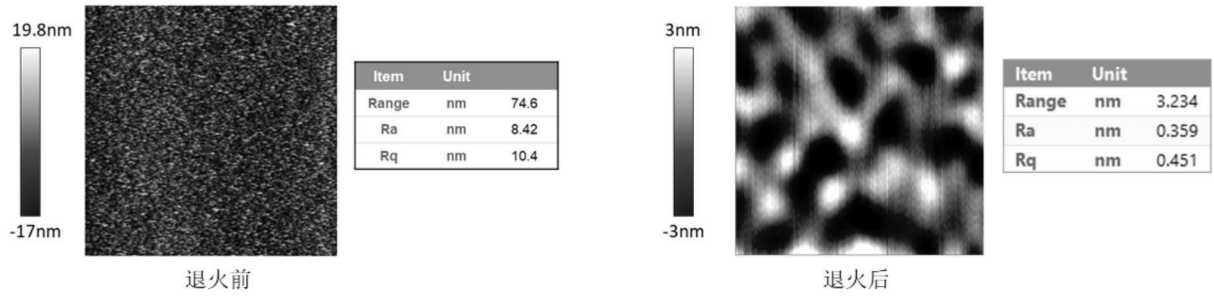


图4