



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119221111 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 31

(21) 申请号 202411770221.7

(22) 申请日 2024.12.04

(71) 申请人 浙江丽水中欣晶圆半导体科技有限公司

地址 323000 浙江省丽水市莲都区南明山街道成大街618号

(72) 发明人 雷金渐 付成辛 刁睿 杨伟 杨金峰

(74) 专利代理机构 丽水浙源知识产权代理有限公司 33616

专利代理师 吴斌林

(51) Int. Cl.

C30B 25/16 (2006.01)

G23C 16/44 (2006.01)

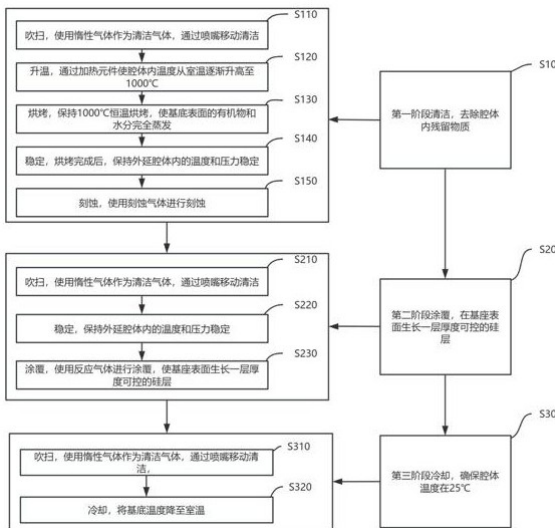
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

## (54) 发明名称

一种外延炉腔体的金属含量控制方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种外延炉腔体的金属含量控制方法,包括以下阶段:清洁阶段,去除腔体内残留物质;先在腔体内通入气体去除灰尘和杂质残留,然后加热元件用于去除基底表面的有机物和水分,完成上述步骤后保持腔体内温度和压力稳定,最后在刻蚀步骤中去除基底表面的残留物质;涂覆阶段,在基座表面生长一层厚度可控的硅层;先在腔体内通入气体去除残留物质,完成上述步骤后保持腔体内温度和压力稳定,最后在涂覆步骤中令基座表面生成一层厚度可控的硅层;冷却阶段,确保腔体温度在25°C;先在腔体内通入气体去除残留物质,然后将基底温度降至25°C。通过优化刻蚀步骤和涂覆步骤,改善外延片金属超标的问题,从而提高外延片的质量。



1. 一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,包括以下阶段:

S100、第一阶段清洁,去除腔体内残留物质;先在腔体内通入气体去除灰尘和杂质残留,然后加热元件逐渐升高至一定温度用于去除基底表面的有机物和水分,待基底表面的有机物和水分完全蒸发后,使用刻蚀气体去除基底表面的残留物质;

S200、第二阶段涂覆,在基座表面生长一层厚度可控的硅层;先在腔体内通入气体去除表面残留物质,接着使用温度和压力检测装置监测温度和压力,确保腔体内温度和压力的稳定,然后使用反应气体进行涂覆,使基座表面生成一层厚度可控的硅层;

S300、第三阶段冷却,确保腔体温度在25°C;先在腔体内通入气体去除表面残留物质,然后将基底温度降至25°C。

2. 根据权利要求1所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述第一阶段清洁具体包括如下步骤:

S110、吹扫,使用惰性气体作为清洁气体,通过喷嘴移动清洁,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留,然后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;

S120、升温,通过加热元件逐渐升高温度,从室温升至1000°C,在整个过程中,应确保温度分布均匀;

S130、烘烤,在温度逐渐升高至1000°C时,然后保持恒温烘烤,待基底表面的有机物和水分完全蒸发,表面呈现干燥状态时,使用检测装置检测基底表面,确认无有机物和水分残留;

S140、稳定,烘烤完成后,保持外延腔体内的温度和压力稳定,使用温度和压力监测装置监测温度和压力,确保腔体内的环境条件的稳定;

S150、刻蚀,使用刻蚀气体进行刻蚀,并使用显微镜检查基底表面,确认无残留物质。

3. 根据权利要求2所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述刻蚀步骤的时间为36s至53s,去除基座表面的残留物质。

4. 根据权利要求2所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述刻蚀步骤中使用的气体为氯化氢,刻蚀速率为0.25 $\mu\text{m}/\text{s}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述第二阶段涂覆具体包括如下步骤:

S210、吹扫,使用惰性气体作为清洁气体,通过喷嘴移动清洁,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留,然后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;

S220、稳定,保持外延腔体内的温度和压力稳定,使用温度和压力监测装置监测温度和压力,确保腔体内的环境条件的稳定;

S230、涂覆,使用反应气体进行涂覆,使基座表面生长一层厚度可控的硅层,并使用厚度测量装置测量硅层的厚度,确保其均匀性和厚度控制。

6. 根据权利要求1所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述涂覆步骤中硅层的厚度为1-2 $\mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求6所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述涂覆步骤中使用的反应气体为三氯氢硅和氢气,用以在基座表面生长一层厚度可控的硅层。

8. 根据权利要求6所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述涂覆步骤的时间为45s至125s,用于阻挡基底表面的金属污染物向外延层扩散。

9. 根据权利要求6所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述涂覆步骤中引入氩气作为载流子,所述氩气占总气体流量的10%至30%。

10. 根据权利要求1所述的一种外延炉腔体的金属含量控制方法,其特征是,所述第三阶段冷却具体包括如下步骤:

S310、吹扫,使用惰性气体作为清洁气体,通过喷嘴移动清洁,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留,然后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;

S320、冷却,先将基底温度降至室温,并使用温度监测装置监测温度,确保温度稳定至25°C。

## 一种外延炉腔体的金属含量控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造技术领域,尤其涉及一种外延炉腔体的金属含量控制方法。

### 背景技术

[0002] 外延炉利用三氯氢硅或氯化硅等与氢气的还原反应,在单晶衬底硅片上生长出单晶外延,随着生产外延片数的增加,外延炉的反应腔室需停机清洗保养,在更换配件的过程中,金属污染物由外部引入,造成外延炉腔内的金属污染物含量升高,即使浓度很低,也会降低外延片的质量,最终导致器件性能的降低。现有技术对反应腔的清洁方法主要是通过往腔体内通入氯化氢气体,刻蚀腔内残留的氧化硅后再通过尾气处理排出,改善腔内环境。

[0003] 传统的清洁方法对金属含量的改善效果较差,不能将基底表面残留的金属杂质去除,使金属杂质渗入外延片,导致外延片的金属超标,从而降低了外延片的质量,进而对元器件的性能产生不利影响。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决上述现有技术存在的问题,提供一种外延炉腔体的金属含量控制方法,通过优化方案中的刻蚀工艺和涂覆工艺,改善外延片金属超标的问题,从而提高外延片的质量。

[0005] 本发明解决其技术问题采用的技术方法:一种外延炉腔体的金属含量控制方法,包括以下阶段:

S100、第一阶段清洁,去除腔体内残留物质;先在腔体内通入气体去除灰尘和杂质残留,然后加热元件逐渐升高至一定温度用于去除基底表面的有机物和水分,待基底表面的有机物和水分完全蒸发后,使用刻蚀气体去除基底表面的残留物质;

S200、第二阶段涂覆,在基座表面生长一层厚度可控的硅层;先在腔体内通入气体去除表面残留物质,接着使用温度和压力检测装置监测温度和压力,确保腔体内温度和压力的稳定,然后使用反应气体进行涂覆,使基座表面生成一层厚度可控的硅层;

S300、第三阶段冷却,确保腔体温度在25°C;先在腔体内通入气体去除表面残留物质,然后将基底温度降至25°C。

[0006] 在本方案中,首先通过第一阶段清洁,可以有效去除基底表面的残留物质;接着通过第二阶段涂覆,在基座表面形成厚度可控的一层硅层,硅层结构稳定,与金属材料之间具有良好的粘附性,减少了附着在基底表面的金属污染物向外扩散。

[0007] 优选地,所述第一阶段清洁具体包括如下步骤:

S110、吹扫,使用惰性气体作为清洁气体,通过喷嘴移动清洁,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留,然后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;

S120、升温,通过加热元件逐渐升高温度,从室温升至1000°C,在整个过程中,应确保温度分布均匀;

S130、烘烤,在温度逐渐升高至1000°C时,然后保持恒温烘烤,待基底表面的有机物和水分完全蒸发,表面呈现干燥状态时,使用检测装置检测基底表面,确认无有机物和水分残留;

S140、稳定,烘烤完成后,保持外延腔体内的温度和压力稳定,使用温度和压力监测装置监测温度和压力,确保腔体内的环境条件的稳定;

S150、刻蚀,使用刻蚀气体进行刻蚀,并使用显微镜检查基底表面,确认无残留物质。

[0008] 在本阶段中,通过对外延炉腔体的吹扫,去除了表面的灰尘和杂质;通过高温烘烤处理,去除了基底表面的有机物和水分;通过刻蚀气体可以有效去除残留物质;在烘烤处理后还进行了对腔体内温度和压力的稳定处理,为蚀刻步骤的实现提供了适合的环境条件。

[0009] 优选地,所述刻蚀步骤的时间为36s至53s,将刻蚀时间延长,可以使基座表面的残留物质能彻底去除。

[0010] 优选地,所述刻蚀步骤中使用的气体为氯化氢,刻蚀速率为0.25 $\mu\text{m}/\text{s}$ ,可以有效去除基座表面的残留物质。

[0011] 优选地,所述第二阶段涂覆具体包括如下步骤:

S210、吹扫,使用惰性气体作为清洁气体,通过喷嘴移动清洁,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留,然后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;

S220、稳定,保持外延腔体内的温度和压力稳定,使用温度和压力监测装置监测温度和压力,确保腔体内的环境条件的稳定;

S230、涂覆,使用反应气体进行涂覆,使基座表面生长一层厚度可控的硅层,并使用厚度测量装置测量硅层的厚度,确保其均匀性和厚度控制。

[0012] 在本阶段中,外延炉腔体内部进行吹扫,可以去除表面的残留物;对腔体内温度和压力进行了稳定处理,为后续的涂覆步骤创造了良好的环境条件;另外,在涂覆步骤中基座表面生长出的厚度可控的硅层,起着保护膜的作用,可有效阻挡金属污染物向外延片的扩散。

[0013] 优选地,所述涂覆步骤中硅层的厚度为1-2 $\mu\text{m}$ 。将硅层的厚度增加,可以减少金属污染物对外延片的影响,但是硅层过厚,又会导致基座与外部支撑基座的销粘连在一起,综合两者的优缺点后,将硅层的厚度控制在1-2 $\mu\text{m}$ 之间。

[0014] 优选地,所述涂覆步骤中使用的反应气体为三氯氢硅和氢气,用以在基座表面生长一层厚度可控的硅层,硅层起到了保护膜的作用。

[0015] 优选地,所述涂覆步骤的时间为45s至125s,延长了涂覆步骤的时间,可以使基座表面的硅层厚度增加,进而有效地阻挡基底表面的金属污染物向外延层扩散。

[0016] 优选地,所述涂覆步骤中引入氩气作为载流子,所述氩气占总气体流量的10%至30%,使涂覆步骤得到进一步优化,确保了保护膜的均匀性和厚度控制。

[0017] 优选地,所述第三阶段冷却具体包括如下步骤:

S310、吹扫,使用惰性气体作为清洁气体,通过喷嘴移动清洁,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留,然后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;

S320、冷却,先将基底温度降至室温,并使用温度监测装置监测温度,确保温度稳定至25°C。

[0018] 完成第一阶段清洁和第二阶段涂覆后,外延炉腔体仍处于高温状态,因此,本阶段的主要目的是降温。

[0019] 本发明具有以下有益效果:

1、通过多阶段的清洁、涂覆和冷却步骤,有效减少了外延片的金属含量,提高了外延片的纯净度和质量,不仅延长了外延片的使用寿命,还提高了外延片的性能和可靠性,适用于高性能半导体器件的制造。

[0020] 2、通过清洁步骤,包括吹扫、升温、烘烤、稳定和刻蚀,彻底去除了腔体内的灰尘、杂质、有机物和水分,以及基底表面的残留物质,确保了腔体的清洁度,还为后续的外延生长提供了纯净的环境,减少了外延片的污染风险。

[0021] 3、在刻蚀步骤中,使用氯化氢气体进行刻蚀,刻蚀时间延长至预设时间,确保基底表面的残留物质被彻底去除,确认基底表面无残留物质,提高了基底表面的洁净度,为后续的外延生长提供了优质的基底。

[0022] 4、涂覆步骤中,通过吹扫、稳定和涂覆,在基座表面生成一层厚度为1-2 $\mu\text{m}$ 的硅层,使用三氯氢硅和氢气作为反应气体,涂覆时间延长至预设时间,确保硅层的均匀生长和厚度控制,此外,引入氩气作为载流子,进一步提高了反应气体的传输效率,确保硅层的均匀性和厚度控制,有效阻挡了基底表面的金属污染物向外延层的扩散,通过冷却步骤,将基底温度降至预设温度,确保了腔体温度的稳定,为后续工艺提供了可靠的环境,提高了外延片的质量和可靠性。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明的方案流程图;

图2为本发明中腔体预防性维护后体金属测试结果;

图3为本发明中涂覆60s后腔体内体金属测试结果。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图1至图3对本发明作进一步说明:

结合图1所示,本发明提供一种外延炉腔体的金属含量控制方法,该设计方法在整体上被分为三个阶段:清洁、涂覆和冷却。

[0025] S100、第一阶段清洁,去除腔体内残留物质。先在腔体内通入惰性气体去除灰尘和杂质残留,完成后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;然后加热元件逐渐升高至一定温度用于去除基底表面的有机物和水分,待基底表面的有机物和水分完全蒸发后,使用检测装置检测基底表面,确认无有机物和水分残留;接着使用温度和压力检测装置监测温度和压力,确保腔体内温度和压力的稳定;最后使用刻蚀气体去除基座表面的残留物质,并用显微镜检查基座表面,确保无残留物质。

[0026] 本实施例中,加热元件可设置为电阻丝或红外灯以实现清洁工艺中的温度控制,进而实现精确的升温或烘烤。

[0027] 本阶段对腔体内残留物质的清洁,确保了外延炉腔体内部的干净,为后续的外延生长提供了良好的基础。并且,本阶段中的刻蚀能有效去除基座表面的残留物质,确保了基座表面的清洁,减少了残留物质对后续工艺的影响。

[0028] S200、第二阶段涂覆,在基座表面生长一层厚度可控的硅层。先在腔体内通入惰性气体去除灰尘和杂质残留,完成后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;接着使用温度和压力检测装置监测温度和压力,确保腔体内温度和压力的稳定;然后使用反应气体进行涂覆,使基座表面生成一层厚度可控的硅层,并使用厚度测量装置测量硅层厚度,以确保其均匀性和厚度可控制。

[0029] 本阶段在基座表面生长出一层厚度可控的硅层,硅层起到了保护膜的作用,可以阻挡金属污染物向外延片的扩散。

[0030] S300、第三阶段冷却,确保腔体温度在25°C。先在腔体内通入惰性气体去除灰尘和杂质残留,完成后使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒;然后将基底温度降至室温,并使用温度监测装置监测温度,确保温度降至25°C。

[0031] 在去除腔体内的金属残留物质后,此时的腔体内温度仍然处于高温状态,因此,本阶段的主要作用就是降温。

[0032] 为了进一步说明第一阶段清洁所实现的效果,因此,对第一阶段清洁作更进一步的说明。实现第一阶段清洁的具体步骤包括:

S110、吹扫,使用高纯度氮气作为清洁气体,通过喷嘴以大角度圆周摆动的方式移动清扫,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留。此时,喷嘴的摆动角度为120°,摆动频率为1Hz,喷嘴距离外延腔壁10cm,气体流量为500-1000sccm,吹扫应使外延腔内的空气流动速度达到1-2m/s。整个吹扫过程的时间为5s,在吹扫后,使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒。在本步骤中,通过对外延炉腔体的吹扫,可以有效去除腔体表面的灰尘和杂质。

[0033] S120、升温,通过红外灯加热,使腔体内的温度以10°C/s的速率进行升温,使腔体内的温度从室温(约25°C)逐渐升至1000°C。整个升温过程的持续时长为30s,在此过程中,应确保温度分布均匀,避免局部过热。为了确保温度偏差不超过±5°C,使用热电偶对腔体内的温度进行监测。在本步骤中,升温的主要目的是使外延炉腔体内的温度达到后续工艺环境所需要的要求。

[0034] S130、烘烤,当温度升高至1000°C,停止升温并将温度保持在1000°C,为了去除基底表面的有机物和水分,将腔体内保持恒温45s进行烘烤。待基底表面的有机物和水分完全蒸发,表面呈现干燥状态时,使用红外光谱仪检测基底表面,确认无有机物和水分残留。

[0035] S140、稳定,完成烘烤后,需要保持腔体内的温度和压力稳定,稳定过程的时长为10s,使腔体内的环境条件适合后续的刻蚀步骤。为了确保温度和压力在设定值范围内波动不超过±1%,使用热电偶和压力传感器对腔体内的温度和压力进行监测。

[0036] S150、刻蚀,使用氯化氢气体进行刻蚀,整个刻蚀过程的时间为43s,刻蚀过程中的气体流量为1000sccm,刻蚀速率为0.25μm/s,刻蚀温度为1000°C。在此过程中,基座表面的残留物质(如氧化物、金属颗粒等)将被彻底去除,为了确认无残留物质,使用扫描电子显微镜检查基座表面。

[0037] 在本步骤中使用氯化氢气体作为刻蚀气体,并将刻蚀速率控制在0.25μm/s,可以有效去除基座表面的残留物质。对蚀刻时长进行优化,将蚀刻时间控制在43s,一方面可以将基座表面的残留物质彻底去除,另一方面又不会因为蚀刻时间过长导致基座表面腐蚀,从而对设备和产品造成损害。蚀刻步骤的优化有效去除了基座表面的残留物质,减少了金

属污染,提高了外延片的质量和纯度。

[0038] 为了进一步说明第二阶段涂覆所实现的效果,因此,对第二阶段涂覆作更进一步的说明,实现第二阶段涂覆的具体步骤包括:

S210、吹扫,使用高纯度氮气作为清洁气体,通过喷嘴以大角度圆周摆动的方式移动清扫,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留。此时,喷嘴的摆动角度为 $120^{\circ}$ ,摆动频率为1Hz,喷嘴距离外延腔壁10cm,气体流量为500-1000sccm,吹扫应使外延腔内的空气流动速度达到1-2m/s。整个吹扫过程的时间为30s,在吹扫后,使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒。在本步骤中,通过对外延炉腔体的吹扫,可以有效去除腔体表面的残留。

[0039] S220、稳定,完成烘烤后,需要保持腔体内的温度和压力稳定,稳定过程的时长为15s,使腔体内的环境条件适合后续的涂覆步骤。为了确保温度和压力在设定值范围内波动不超过 $\pm 1\%$ ,使用热电偶和压力传感器对腔体内的温度和压力进行监测。

[0040] S230、涂覆,使用三氯氢硅和氢气进行涂覆,使基座表面生长一层厚度可控的硅层,硅层起到保护膜的作用,可有效阻挡金属污染物向外延片的扩散。整个涂覆过程的时间为60s,三氯氢硅的流量为100-500sccm,氢气的流量为1000-5000sccm,涂覆温度为 $1000^{\circ}\text{C}$ 。涂覆过程中,应确保气体流量和反应时间的精确控制,以生成均匀且厚度可控的硅层。硅层的厚度范围应控制在为 $1-2\mu\text{m}$ ,在此过程中,需要使用椭圆偏振仪测量硅层的厚度,以确保其均匀性和厚度控制。

[0041] 在本步骤中将采用三氯化硅气体和氢气反应生成硅。三氯氢硅和氢气在高温下发生化学气相沉积反应,可以在基座表面形成一层均匀且厚度可控的硅层。三氯氢硅是一种常用的硅源气体,具有较高的反应活性,在高温下,三氯氢硅可以分解并释放出硅原子,与氢气反应生成硅层。氢气作为一种还原剂,可以促进三氯氢硅的分解,提高硅层的生长速率和质量,与此同时,氢气还可以去除基底表面的氧化物,确保硅层的纯度和均匀性。

[0042] 另外,在涂覆步骤中引入适量的氩气作为载流子,提高了涂覆过程的均匀性和可控性,确保了保护膜的厚度一致,氩气在总气流中总占比应为10%-30%之间。

[0043] 表1

涂覆时间与体金属含量的关系	
涂覆时间	体金属含量
30s	$4.26\text{e}10$
60s	$1.48\text{e}10$
120s	$1.01\text{e}10$

结合附图2、附图3所示,腔体预防性维护后体金属测试数值为 $2.68\text{e}12$ ,腔体内要求体金属含量 $<5\text{e}10$ ,因此体金属含量严重超标。对比表1中不同涂覆时间下腔体内体金属的含量,可以得出结论,涂覆时间越长,腔体内体金属含量越低。但是涂覆时间过长,会导致基座与外部支撑基座的销粘连到一起,影响腔体使用寿命,因此需要将涂覆时间控制在一个合理的范围内。经过试验后,决定对涂覆步骤的时间进行优化,最终将涂覆阶段的时间控制在60s,本优化方案一方面有效阻挡了金属污染物向外延片的扩散,另一方面由避免了基座与外部支撑基座的销发生粘连,提高了工艺的可靠性和稳定性。



[0044] 引入氩气作为载流子,提高了涂覆过程的均匀性和可控性,确保了保护膜厚度一致,有效阻挡金属污染物的扩散,通过退火处理,进一步改善了外延片结构,消除了应力,提高了外延层的结晶质量和电学性能,这些优化措施进一步降低了外延片的金属含量,提高了外延片的纯度和可靠性,满足了高性能半导体器件的制造需求。

[0045] 又如下表格2中,S1:吹扫,时间为5秒,这一步骤通过吹扫外延炉腔体,去除表面的灰尘和杂质,S2:升温,时间为30秒,这一步骤将基底加热到一定温度,为后续工艺做好准备,S3:烘烤,时间为45秒,通过高温处理,去除基底表面的有机物和水分,S4:稳定,时间为10秒,这一步骤确保基底温度稳定,为后续工艺提供稳定的条件,S5:刻蚀,时间为36秒至53秒,通过化学气体去除基底表面的残留物质,S6:吹扫,时间为30秒,再次吹扫外延炉腔体,去除表面的残留物,S7:稳定,时间为15秒,确保基底温度稳定,为后续工艺提供稳定的条件,S8:涂覆,时间为45秒至125秒,作用为在基底表面生长一层保护膜,有效阻挡金属污染,S9:吹扫,时间为15秒,这一步骤再次吹扫外延炉腔体,去除表面的残留物,S10:冷却,时间为5秒,将基底冷却到室温,准备进行下一步工艺。

[0046] 表2

	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7	Step 8	Step 9	Step 10
步骤名称	PURGE	RAMP UP	BAKE	STAB	ETCH	PURGE	STAB	COAT	PURGE	COOL DOWN
时间 (Seconds)	5	30	45	10	31	30	15	15	15	5

又如下表格3中,涂覆步骤的时间为60秒,以平衡金属含量控制及避免基座与外部支撑基座的销的粘连,通过优化涂覆时间,确保了保护膜的厚度适中,既有效阻挡了金属污染,又避免了基座与外部支撑基座的销发生粘连,提高了工艺的可靠性和稳定性;刻蚀步骤的时间为43秒,以确保清除基座上的残留物质,通过精确控制刻蚀时间,确保了基底表面的残留物质被彻底去除,提高了外延片的纯度和质量。

[0047] 表3

	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7	Step 8	Step 9	Step 10
步骤名称	PURGE	RAMP UP	BAKE	STAB	ETCH	PURGE	STAB	COAT	PURGE	COOL DOWN
时间 (Seconds)	5	30	45	10	43	30	15	60	15	5

为了进一步说明第三阶段冷却所实现的作用,因此,对第三阶段冷却作更进一步的说明,实现第三阶段冷却的具体步骤包括:

S310、吹扫,使用高纯度氮气作为清洁气体,通过喷嘴以大角度圆周摆动的方式移动清扫,确保腔体内无可见的灰尘和杂质残留。此时,喷嘴的摆动角度为 $120^{\circ}$ ,摆动频率为1Hz,喷嘴距离外延腔壁10cm,气体流量为500-1000sccm,吹扫应使外延腔内的空气流动速度达到1-2m/s。整个吹扫过程的时间为15s,在吹扫后,使用光学显微镜检查腔体内表面,确认无残留颗粒。在本步骤中,通过对外延炉腔体的吹扫,可以有效去除腔体表面的残留。

[0048] S320、冷却,以氮气作为气氛保护,将腔体内温度快速降至室温,整个冷却过程的时间为5s,气体流量为1000sccm。为了避免因温度梯度引起的应力,使用热电偶检测温度。

[0049] 为更进一步阐述本发明为实现预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明的具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如后。

[0050] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭示如上,然而并非用以限定本发明,任何本领域技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简介修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

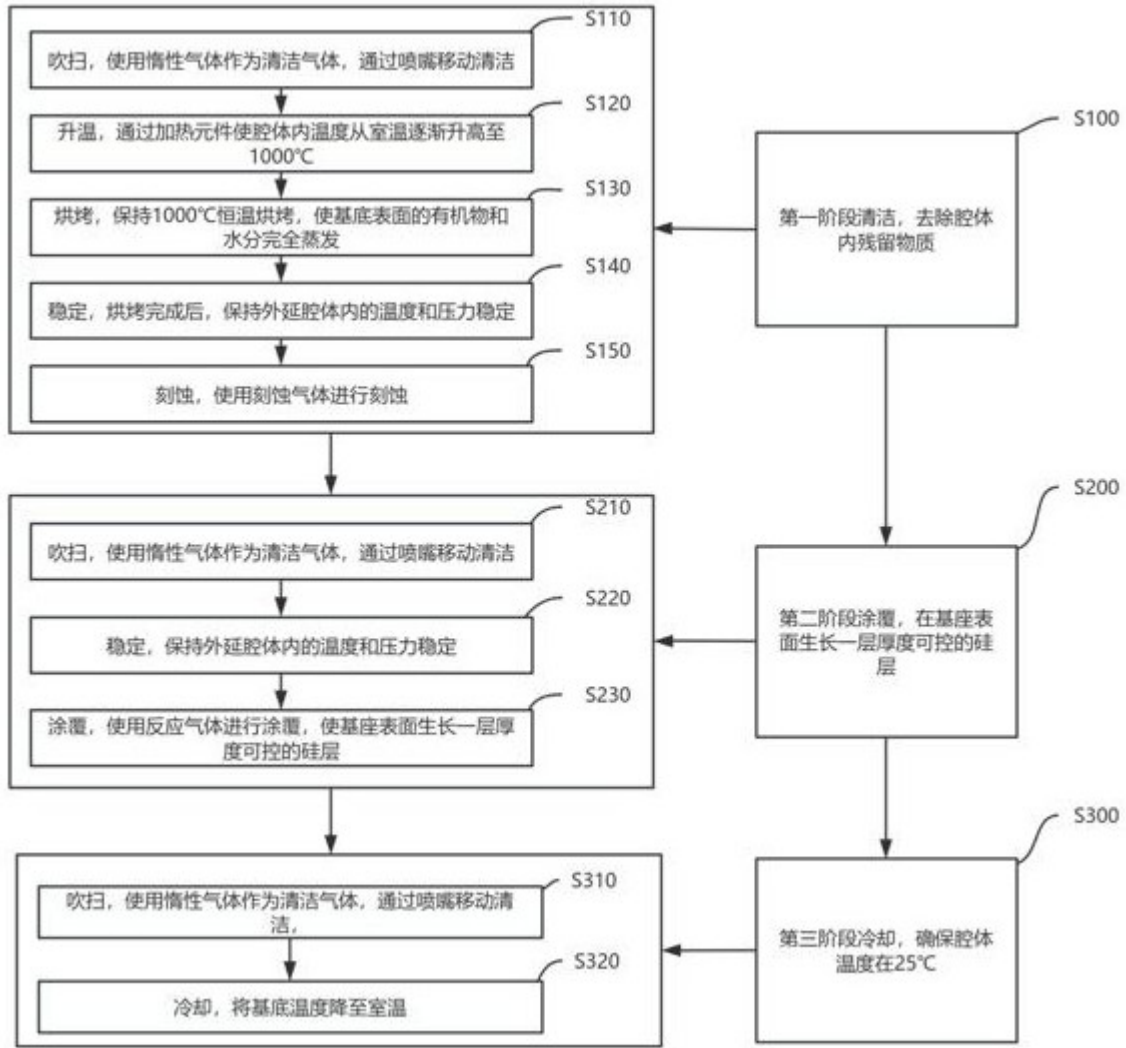


图1

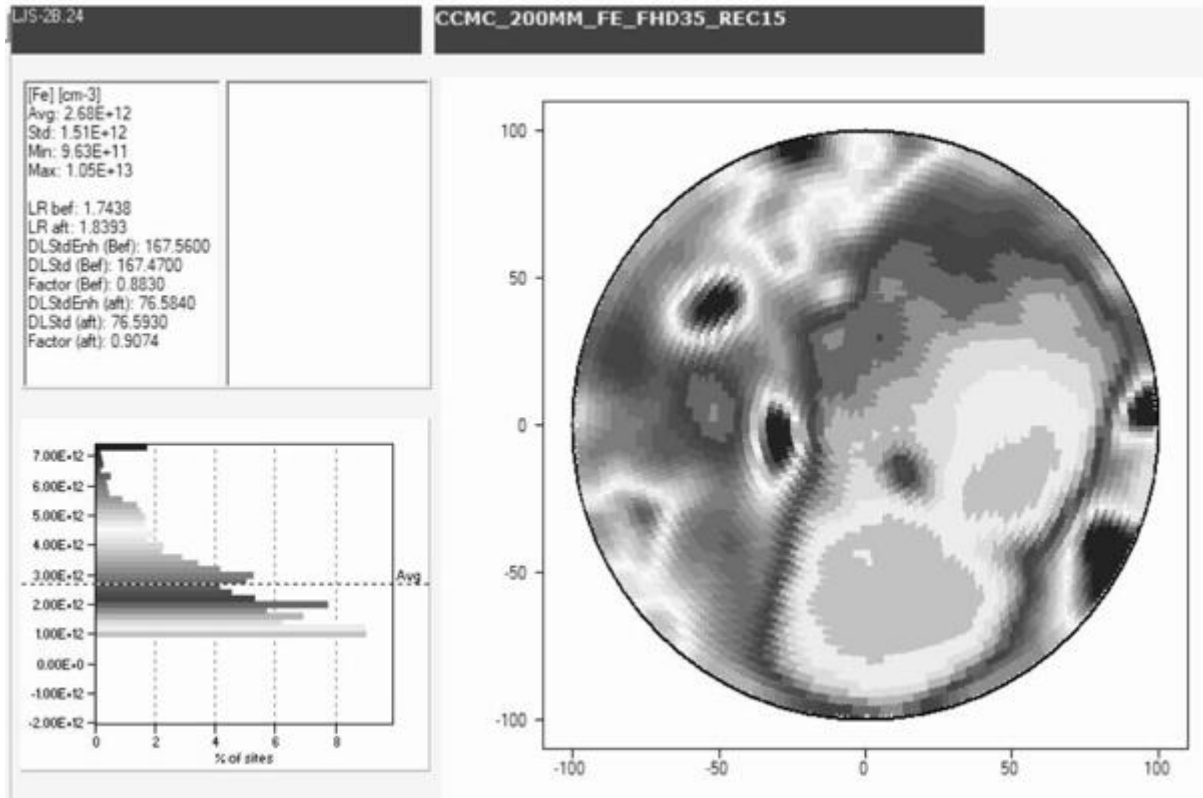


图2

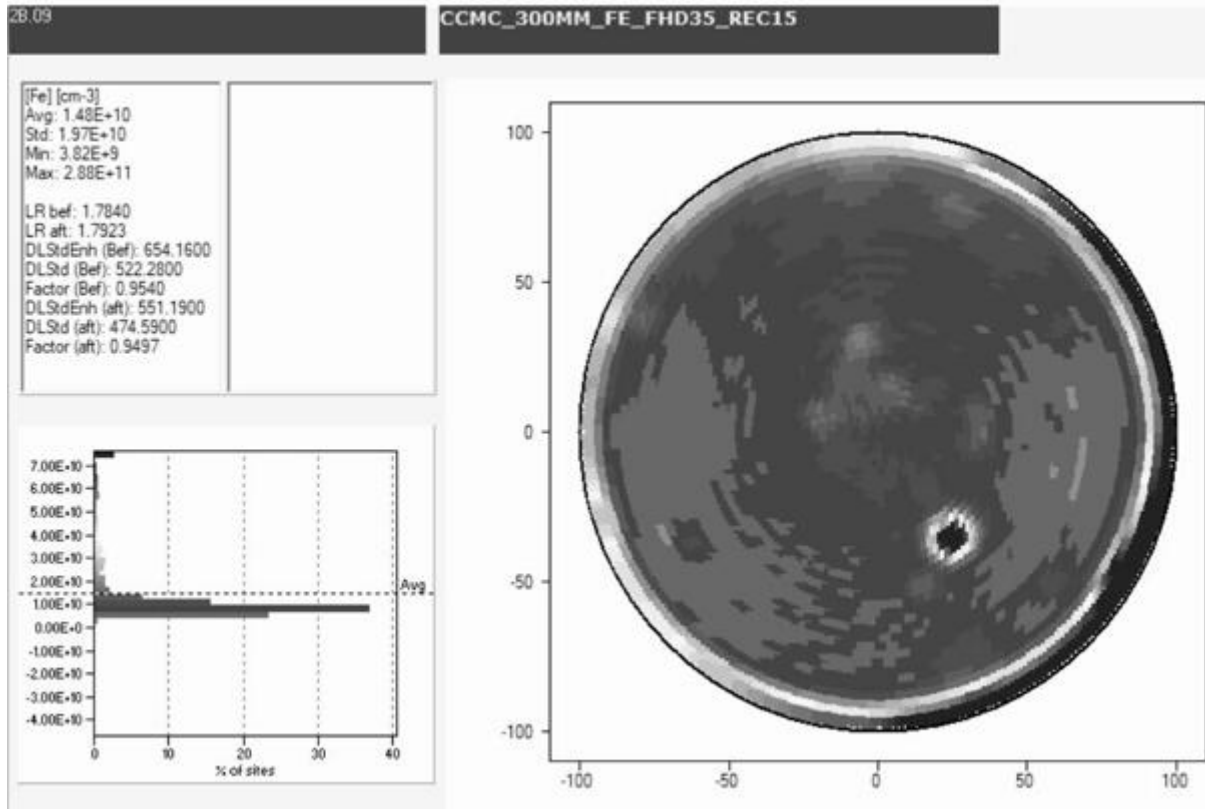


图3