

硅研磨片超声波清洗技术的研究

刘玉岭, 常美茹

(中国电子科技集团公司第四十六研究所, 天津 300220)

摘 要:介绍了硅研磨片清洗的重要性, 分析了影响硅研磨片质量的主要因素, 即金属杂质和各种污染物。重点分析了硅研磨片表面沾污的原因, 并且通过大量的实验分析得到了活性剂和碱性清洗液、去离子水的最佳体积比是 0.20 : 1.00 : 10.0, 清洗的最佳时间为 3 min ~ 5 min 和最佳温度范围为 40 ~ 50 。

关键词: 硅片; 清洗; 污染物; 铁沾污; 金刚砂及杂质; 超声波清洗

中图分类号: TN 305.97 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 3474 (2006) 04 - 0215 - 03

Ultrasonic Cleaning Technology of Grinding Silicon Wafer

LIU Yu - ling, CHANG Mei - ru

(CETC No. 46, Research Institute, Tianjing 300220, China)

Abstract: Introduce the importance of cleaning of grinding silicon wafer. Analyse the main factors of impairing grinding silicon wafer quality, including metal impurity and various contaminants. Mainly analyse the reasons of surface contaminants of grinding silicon. The proportion of activator, alkaline cleaning liquid and DI water is 0.20 : 1.00 : 10.00 by experiments, cleaning time is 3 min ~ 5 min, temperature is 40 ~ 50 。

key words: Silicon wafer; Cleaning; Contaminant; Iron contaminant; Emery and impurity; Ultrasonic cleaning

Document Code: A

Article ID: 1001 - 3474 (2006) 04 - 0215 - 03

在半导体材料的制备过程中, 每一道工序都涉及到清洗^[1], 而且清洗的好坏直接影响下一道工序甚至影响器件的成品率和可靠性。由于 ULSI 集成度的迅速提高和器件尺寸的减小, 对于晶片表面沾污的要求更加严格, ULSI 工艺要求在提供的衬底片上吸附物不多于 500 个 / m^2 $\times 0.12 \mu\text{m}$, 金属污染小于 10^{10} 原子 / cm^2 。晶片生产中每一道工序存在的潜在污染, 都可导致缺陷的产生和器件的失效^[2]。因此, 硅研磨片的清洗引起了专业人士的重视。以前很多厂家都用手洗的方法, 这种方法人为的因素较多, 一方面容易产生碎片, 经济效益下降^[3], 另一方面手洗的硅片表面洁净度差, 污染严重, 使下道工序

化抛腐蚀过程中的合格率较低。所以, 硅研磨片的清洗技术引起了人们的重视, 找到一种简单有效的清洗方法是当务之急。本文介绍了一种超声波清洗技术, 其能有效地清洗硅研磨片, 效果显著, 是一种值得推广的硅片清洗技术。

1 硅片表面污染的原因

晶片表面层原子因垂直切片方向的化学键被破坏而成为悬空键, 形成表面附近的自由力场, 尤其磨片是在铸铁磨盘上进行, 所以铁离子的污染就更为严重^[4]。同时, 由于磨料中的金刚砂粒径较大, 造成磨片后的硅片破损层较大, 悬挂键数目增多, 极易吸附各种杂质, 如颗粒、有机杂质、无机杂质、金属离

作者简介: 刘玉岭 (1975 -), 男, 工程师, 主要从事半导体材料的研发工作。

子、硅粉粉尘等,造成磨片后的硅片易发生变花、发蓝、发黑等现象,使研磨片不合格。硅研磨片清洗的目的就是要除去各类污染物,硅研磨片清洗的洁净程度直接影响着化抛和抛光工序的加工,因此硅研磨片的清洗,在半导体清洗工艺中具有重要的作用。

2 实验及结果分析

2.1 实验设备和试剂

实验设备: SQX-3916 硅片清洗机(中国电子科技集团公司第二研究所生产)。

实验使用的试剂:助洗剂、有机碱、Q325-B 清洗剂、活性剂、去离子水、助磨剂。

2.2 实验过程

2.2.1 超声波清洗的基本原理

利用 28 kHz 以上的电能,经超声波换能器转换成高频机械振荡而传入到清洗液中。超声波在清洗液中疏密相间地向前辐射,使液体流动,并不停地产生数以万计的微小气泡。这些气泡是在超声波纵向传播的负压区形成及生长,而在正压区迅速闭合。这种微小气泡的形成、生成迅速闭合称为空化现象,在空化现象中气泡闭合时形成超过 101.325 MPa 的瞬时高压,连续不断产生的瞬时高压,象一连串小爆炸不停地轰击物体表面,使物体及缝隙中的污垢迅速剥落。这种空化侵蚀作用就是超声波清洗的基本原理。

2.2.2 清洗工艺流程

自动上料 千分之三助洗剂 + 去离子水 + 超声波清洗 + 抛动 千分之三助洗剂 + 去离子水 + 超声波清洗 + 抛动 去离子水 + 超声波清洗 + 抛动 碱液 + 超声波清洗 + 抛动 碱液 + 超声波清洗 + 抛动 去离子水 + 超声波清洗 + 抛动 + 溢流 去离子水 + 超声波清洗 + 抛动 + 溢流 自动下料。

2.2.3 清洗液的最佳配比的确定

取直径 10 cm 及 600 μm 厚的硅片作十组实验,固定 3 min 清洗时间及超声清洗的温度见表 1。

从表 1 中观察不同条件下硅片表面,用荧光灯照射表面可清楚看出硅表面的洁净程度。因此得出结论:清洗液的最佳体积比为活性剂 清洗剂 去离子水 = 0.05 0.05 10.00。

通过实验发现当清洗剂的浓度越低,越有利于水的清洗,但清洗剂的浓度不能低于 10%,否则清洗效果反而降低。

2.2.4 超声清洗时间的确定

将磨片分为十组,以上述最佳配比为清洗液超声清洗,按不同的时间分为十批清洗,清洗时间分别是 1 min、2 min、3 min、4 min、5 min、6 min、7 min、8 min、9 min、10 min。同时用去离子水代替清洗液同样条件下作对比实验,得出结论,清洗剂的清洗效果明显好于去离子水,而且超声清洗时间在 3 min 清洗效果就已经比较理想了。

表 1 清洗液的配比

活性剂 V/L	清洗剂 V/L	去离子水 V/L
0.05	0.05	1.00
0.05	0.05	2.00
0.05	0.10	3.00
0.05	0.10	4.00
0.20	0.50	5.00
0.20	1.00	6.00
0.20	1.00	10.00
0.20	1.50	8.00
0.20	1.50	9.00
0.20	2.00	10.00

2.2.5 超声清洗温度的确定

非离子表面活性剂在液固界面的吸附量随温度升高而增加。这是因为在低温时非离子表面活性剂与水完全混溶,亲水基聚氧乙烯与水形成的氢键能量低,当温度升高后,分子的热运动加剧,致使氢键破坏,使非离子表面活性剂在水中的溶解度下降,温度升高到一定值时,非离子表面活性剂从水溶液中析出变混浊,此温度即为浊点。因此温度升高时非离子表面活性剂逃离水的趋势增强,吸附量增大。温度对非离子表面活性剂的去污能力的影响是明显的,当温度接近于浊点时,清洗效果最好。通过实验得出 40 ~ 50 之间均可,但 45 为最佳。

2.2.6 扫描电子显微镜的观察

硅片表面黑点的扫描电子显微镜照片如图 1 所示。

通过扫描电子显微镜能谱分析可以得出:研磨片的表面黑点主要是颗粒污染物和碳元素聚集物。

3 实验结果和讨论

(1) 硅片经过磨片工序后,一直使硅片处于去离子水中浸泡状态,这样在经过清洗机清洗后表面洁净,在化抛后尤为明显,化抛后硅片表面相当光

泽干净,使其合格率大大提高;若由于工艺需要测试硅片厚度或电阻率,使其脱离水后,在重新清洗后的硅片化抛时,表面大多数会出现暗花及不明显的污染痕迹,直观表面较差。

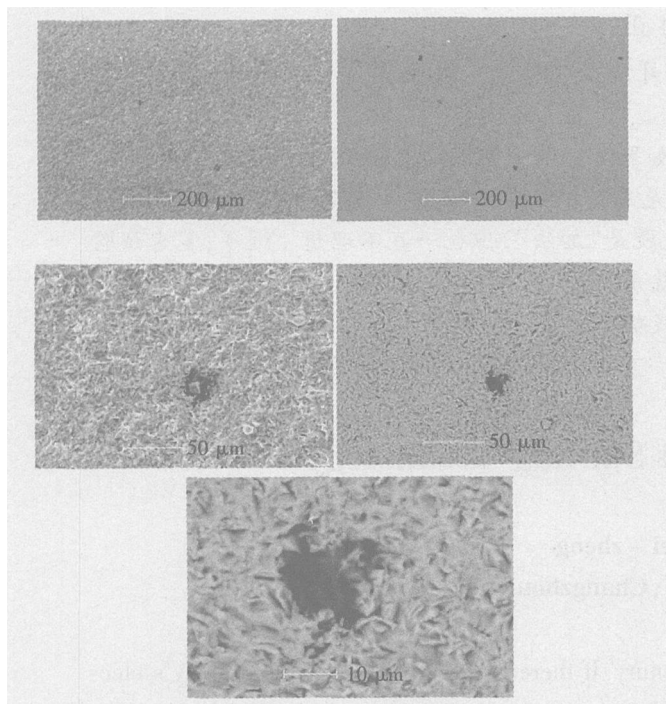


图 1 硅片表面黑点的扫描电子显微镜照片

(2)清洗次数对清洗效果有很大影响,清洗次数多的硅片比清洗次数少的硅片表面光洁,这就要求在以后的探索中如何控制清洗液的时效性,如清洗 10 cm 硅片达 1 500 片时,需及时更换清洗液。

(3)适当加入有机碱,利用碱的腐蚀性,络合硅片表面的金属离子,以加速清洗的速度,提高清洗的效率。

4 结束语

硅研磨片的清洗在半导体制作过程中十分重要,而磨片的清洗是所有清洗工序中最困难的。由于使用了清洗机,通过物理渗透作用,使污染颗粒脱离硅片表面,再通过超声波清洗的机械作用和化学腐蚀作用,最终去除污染颗粒,达到了清洗硅研磨片的目的。

参考文献

- [1] 韩爱珍. 半导体工艺化学 [M]. 南京:东南大学出版社, 1991. 51 - 58
- [2] 刘玉岭,檀柏梅,张楷亮. 超大规模集成电路衬底材料性能及加工测试技术工程 [M]. 北京:冶金工业出版社, 2002. 101 - 106
- [3] 雷永泉. 新能源材料 [M]. 天津:天津大学出版社, 2002. 120 - 125.

收稿日期: 2006 - 05 - 08

(上接第 214 页)耗掉,并在相关的工艺阶段被收集到沉淀环中,在后续工艺过程中被排干或者循环使用。在最先进的工艺水平中,处理工艺过程的最后阶段,晶圆将被洗净,焙干。综上所述,自旋蚀刻技术有效减少了资源的消耗(化学试剂和去离子水),进而加强了该产品的低拥有成本的优势。

4 结束语

迄今为止,还没有哪种清洗技术可以在去除颗粒的同时做到无损伤、无腐蚀的程度。现在,传统的 RCA 湿法清洗因其成熟的技术仍是主流。酸槽清洗技术的研发重心是如何改善兆频超声波的能量场分布、控制溶解气体以消除热点以及利用稀释溶液减少材料损耗。与非超声波酸槽处理工艺相比较,离心式批处理喷洒系统由于溶液流动的力量较大,因此具有较高的颗粒去除效率。单晶圆喷洒技术被接受的程度则比较有限,虽然它成功地应用了高速喷洒技术。此外,低温气溶胶清洗设备在大批量生产中取得了巨大的成功,它可以有效地除掉在晶圆

上的缺陷,处理过程不会造成对材料的损伤和腐蚀。

宽禁带材料做为光电器件的理想材料,无论在军用或民用中都有极其重要的意义,其器件制造过程中高可靠性的清洗技术就显得尤为重要。无论是传统的 RCA 清洗还是新的汽相清洗,如何在去除污物时无损伤,提高化学品的纯度,并减少化学品和纯水的使用量等,将是今后半导体清洗发展中需要解决的问题,这还有赖于我们不懈的研究,和相关部门的大力支持。

参考文献:

- [1] Michael Quirk, Julian Serda. 半导体制造技术 [M]. 北京:电子工业出版社, 2005. 106 - 132
- [2] Peter Van Zant. 芯片制造 [M]. 北京:电子工业出版社, 2005. 58 - 87.
- [3] 杨克武,潘静,杨银堂. SiC 半导体材料及其器件应用 [J]. 半导体情报, 2000, 37 (2): 13 - 15.

收稿日期: 2005 - 06 - 05