

CMP Slurry 均一性的 一体化解决方案

编辑:Jessie Date: 2023.1

均一性与稳定性控制

化学机械抛光（Chemical Mechanical Polishing, CMP）技术被誉为是当今时代能实现集成电路（IC）制造中晶圆表面平坦化的重要技术，CMP的效果直接影响到晶圆、芯片最终的质量和良率。CMP是通过表面化学作用和机械研磨相结合的技术来实现晶圆表面平坦化。CMP过程中将Slurry（抛光液，也称抛光液）滴在晶圆表面，用抛光垫以一定的速度进行抛光，使得晶圆表面平坦化。

在CMP工艺中，对于Slurry而言，影响其抛光效率的因素有：Slurry的化学成分、浓度；磨粒的种类、大小、形状和浓度；Slurry的黏度、pH值、流速、流动途径等。Slurry的磨料粒子通常为纳米或亚微米级别，粒径越小，表面积越大，表面能越大（或表面张力越大），越易团聚，而团聚而成的大颗粒会在晶圆表面产生划痕缺陷，直接影响产品良率。抛光液平均粒径越小，则对稳定性的控制挑战越大。

CMP流程概述

在 CMP 抛光液中，一般使用水基抛光液作为加工介质，以去离子水作为溶剂，加入磨料（如 SiO₂、ZrO₂ 纳米粒子等）、分散剂、pH 调节剂以及氧化剂等组分，每个组分都具有相应的功能，对化学机械抛光过程起到不同的作用。珠磨机均质抛光液后经过过滤通过PSS的Nicomp粒度分析仪测试平均粒径、AccuSizer颗粒计数器测试过大颗粒浓度、Lum稳定性分析仪快速筛选抛光液配方稳定性，工业中还需采用Entegris的浓度计和过滤器分别对工业生产中重复使用的Slurry进行浓度监测和除杂（过滤金属杂质及过大研磨颗粒）。

CMP Slurry 离线解决方案



CMP Slurry 在线解决方案

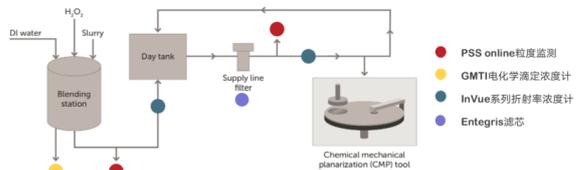


图1 CMP slurry离线及在线解决方案图示

奥法美嘉平台提供整套的乳佐制备及粒度表征控制整套解决方案，可用于快速评估、优化乳佐配方和工艺：PSI高压微射流均质机用于制备、Nicomp粒度分析仪分析平均粒径、AccuSizer颗粒计数器分析大粒子浓度、Lumi Spoc颗粒计数器分析小粒子浓度、Lum稳定性分析仪快速分析乳佐稳定性，Entegris-ANOW滤芯过滤杂质及大颗粒。



研磨液磨料粒度控制

磨料的粒径大小、硬度、粒径分布均一性等因素对抛光研磨去除率起着重要作用。在对抛光液的磨料粒径进行考察时，主要评估其平均粒径大小，大颗粒、小颗粒浓度等指标。

HM&M 珠磨机

HM&M珠磨机是通过研磨珠与物料的高剪切和高碰撞力将物料尺寸粒径磨小并更好的分散。通过不同的研磨珠子粒径、填充率及研磨频率可适用不同配方样品的研磨要求，从而快速达到要求的粒径。

- 实验室研究工作用的珠磨机，50cc、100cc和150cc三种容量可供选择。（Apex Labo实验型）
- 无筛网设计，没有物料堵塞风险，运行平稳，无累积压力，无压力损失。
- 可处理高粘度浆料。
- 可使用最小15 μ m，最大0.5mm研磨珠，一台设备满足大多数物料研磨和分散需求。



图2 HM&M APEX LABO（桌面实验型）



图3 HM&M生产型

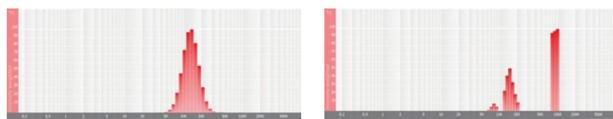
平均粒径检测

CMP Slurry平均粒径的大小决定了整体抛光液的水平，用于确认是用于“粗抛”或“精抛”工序。在一定范围内，同类抛光液，在质量浓度相同的情况下，磨料的粒径越大，机械去除性能越好，但是由于磨料粒径的增加则同样质量下磨料颗粒的数量降低，抛光研磨效果只在一定范围内随粒径增加呈增长趋势。一般而言，抛光液平均粒径大，则用于“粗抛”工序，平均粒径小，则用于“精抛”工序。

Nicomp纳米激光粒度仪系列

Nicomp系列纳米激光粒度仪采用动态光散射原理检测分析样品的粒度分布，基于多普勒电泳光散射原理检测ZETA电位。

- 粒径检测范围0.3nm-10 μ m，ZETA电位检测范围为 \pm 500mV
- 搭载Nicomp多峰算法，可以实时切换成**多峰分布观察各部分的粒径**。
- 高分辨率的纳米检测，Nicomp纳米激光粒度仪对于小于10nm的粒子仍然现实较好的分辨率和准确度。



高斯粒径分布图

Nicomp多峰粒径分布图



图4 Nicomp 3000系列



图5 PSS在线纳米粒度仪

小粒子和尾端大粒子浓度检测

目前，CMP用Slurry的磨料粒径为纳米级别或亚微米级别。随着芯片制程工艺的不断更新，线宽不断降低，CMP用Slurry的平均粒径也随之降低，而粒径降低，表面能增大，更易团聚形成大颗粒，抛光液磨料中“大颗粒”浓度较高时，这些过大的颗粒易在CMP过程对晶圆表面造成划痕，从而降低良率。而当抛光液中过小的颗粒浓度过高时，这部分颗粒的存在虽不会造成晶圆表面划痕，但过小的颗粒研磨效率较低，且易于残留在晶圆表面，影响晶圆表面洁净度。

AccuSizer颗粒计数器系列

AccuSizer系列在检测液体中颗粒数量的同时精确检测颗粒的粒度及粒度分布，通过搭配不同传感器、进样器，适配不同的样本的测试需求，能快速而准确地测量颗粒粒径以及颗粒数量/浓度。

- 检测范围为0.5 μm -400 μm （可将下限拓展0.15 μm ）。
- 0.01 μm 的超高分辨率，AccuSizer系列具有1024个数据通道，能反映复杂样品的细微差异，为研发及品控保驾护航。
- 灵敏度高达10PPT级别，即使只有微量的颗粒通过传感器，也可以精准检测出来。



图6 AccuSizer A7000系列



图7 PSS 在线颗粒计数器

稳定性分析检测

由于抛光液的均一性及稳定性程度对抛光效果有很大影响，因而，最终配制成的抛光液须分散均匀，在规定时间内不能产生沉淀、团聚，以及分层等问题。当前抛光液的稳定性可以通过平均粒径大小、粒径分布宽度、尾端大颗粒浓度、Zeta电位绝对值等观察，长效稳定性可通过离心加速进行评估。

LUM稳定性分析仪

LumiFuge稳定性分析仪可以直接测量整个样品的分散体的稳定性，检测和区分各种不稳定现象，如上浮、絮凝、聚集、聚结、沉降等，通过测量结果可用来开发新的配方和优化现有的配方及工艺。

- 快速、直接测试稳定性，无需稀释，温度范围宽广
- 可同时测8个样品，测量及辨别不同的不稳定现象及不稳定性指数。
- 加速离心，最高等效2300倍重力加速度。



图8 LUM稳定性分析仪

过滤

过滤是在CMP Slurry制备及使用过程中都非常重要的一道工序，用于除去CMP Slurry中的杂质和尾端大颗粒。在实际应用中，过滤涉及的工况复杂多样，有在Facility阶段高浓度高流速、低浓度高流速的状态，也有在Point of Use阶段的低浓度低流速阶段，Entegris具有多年服务于半导体CMP工艺经验，提供不同状态的过滤方案。

Entegris滤芯

Entegris是一家为半导体和其他高科技工业提供加工和制造产品及材料的全球性开发商、制造商和供应商。对于半导体行业，Entegris的产品保持半导体生产过程中关键原料的纯度和完整性。

浓度计监控

在工业生产线中，Slurry是循环使用的，如果浓度过高或者过低均会影响最后抛光效果。化合物浓度的高低直接影响化学效应，研磨颗粒浓度高低则影响研磨效率及良率。因此，在线的CMP工艺还需对Slurry中的化合物浓度和研磨颗粒浓度进行监控，浓度过低时及时添加对应组分，浓度过高时及时稀释，这对浓度计的检测速度和准确度有一定要求，能够真实且快速地反映当前Slurry各组分的浓度计能有效把控CMP工艺的抛光效果。

Entegris浓度计

Entegris旗下有两类浓度计用于CMP Slurry应用，一类是基于折射率变化原理的InVue浓度计，可用于实时检测H₂O₂, Slurries, KOH浓度变化。另一类是基于滴定，氧化还原，离子吸附原理的SemiChem浓度计，可用于H₂O₂, H₂SO₄, HF 浓度监测。

参考资料：

- [1] 燕禾, 吴春蕾, 唐旭福, 段先健, 王跃林. 化学机械抛光技术研究现状及发展趋势 [J]. 材料研究与应用, 2021, 15 (04) : 432-440.
- [2] 张竹青. SiC单晶片固结磨料化学机械抛光液设计 [D]. 河南工业大学, 2014.
- [3] 王方. 蓝宝石化学机械抛光液用硅溶胶制备工艺研究 [D]. 贵州大学, 2016. DOI : 10. 27047/d. cnki. ggudu. 2016. 000030.



图10 InVue® GV148
浓度监测仪



图11 SemiChem APM
在线浓度计



上海奥法美嘉科技有限公司

上海市 闵行区 浦江镇 浦江高科技园区
新骏环路 588 号 23 幢 402 室

Customer Service
Tel: 400-829-3090
Email: info@Alpharmaca.com



官方公众号



官方服务号