

**摘要:** 通过过滤和监测来实现控制机械化学研磨液 (CMP) 的尾端大粒子数 (LPC), 以减少晶圆表面上会降低产量值的微划痕, 。Entegris 现在提供正确控制 CMP 浆料粒度分布以最大化产量所需的过滤器和粒度分析仪。

### 简介

最大限度地提高产量需要严格控制 CMP 浆料的粒度分布 (PSD), 可以通过过滤和 PSD 监测来实现。选择适当的过滤器并放置, 可以在不改变主要成分的情况下减少 LPC。通过将实验室和/或过程中监测与粒度计数器/分析仪相结合, 可以确保高 LPC 浆料不会接触晶片表面。在本研究中, Entegris Planargard® NMB CMP 浆料过滤器检测两种浆料。使用 AccuSizer® 液体颗粒计数器系统进行粒度分析, 浆料的物理特性如图 2 所示。

### 材料

**浆料** 虽然许多过滤研究使用聚苯乙烯乳胶 (PSL) 标准颗粒, 但本研究使用 CMP 浆料来更好地模拟实际工厂条件。本研究使用二氧化硅 (平均 30 - 80 nm) 和氧化铈 (平均 50 - 100 nm) CMP 浆料。图 1 显示了在 Nicomp® 动态光散射 (DLS) 系统上测得的二氧化硅 CMP 浆料的主要分布, 然后使用 AccuSizer 测量尾部或 LPC 浓度。

	COLLOIDAL SILICA (CS)	CERIA (CE)
Conc. %	20	30
Shape	Spherical	Irregular
pH	7.3	6.6
pH @1%	6.8	6.4

图 2. 浆料物理特性

**过滤器** 本研究中使用的过滤器是 Entegris Planargard 浆料过滤器 NMB01 (0.1 μm 孔径) 和 NMB03 (0.3 μm 孔径)。这些过滤器由新的聚丙烯膜构成, 可生产纳米纤维和多层连续熔喷 (CMB) 介质, 以改善流路并具有高的颗粒截留率。Planargard 过滤器 (图 3) 仅去除那些对 CMP 工艺有破坏性的颗粒, 而不是所有颗粒, 过滤后浆料颗粒的粒度分布不变。

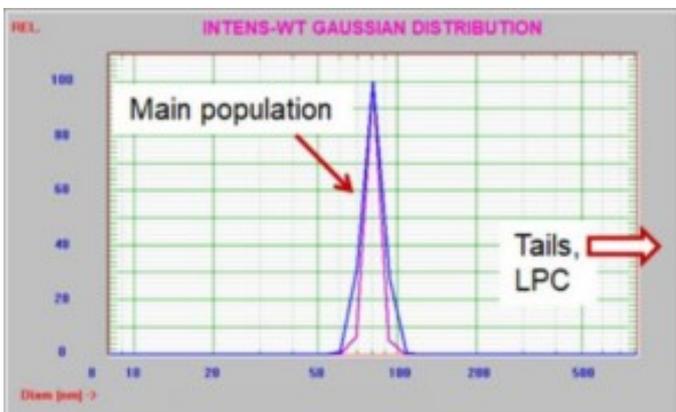
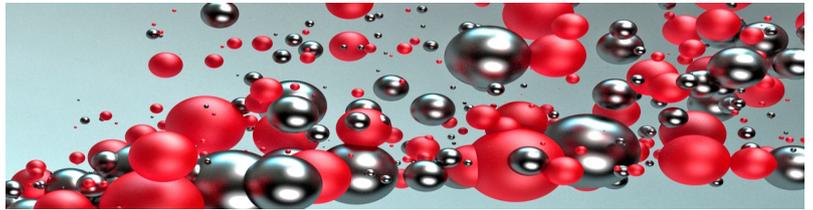


图 1. 主要种群与尾部 (LPC)



图 3. Entegris Planargard® NMB 过滤器





仪器 AccuSizer (图4) 使用单粒子光学传感 (SPOS) 技术对液体悬浮液中的粒子进行计数和分级, 根据系统配置, AccuSizer可以测量 0.15 - 400 $\mu\text{m}$ 。本研究使用的系统是 AccuSizer FX Nano, 但仅使用 0.5 - 400 $\mu\text{m}$ 的LE400传感器范围。选择该传感器是因为本研究的重点是大颗粒计数 (LPC), 通常定义为 > 1 $\mu\text{m}$ 的颗粒浓度/mL。

注意: AccuSizer 也可以使用 AccuSizer Mini 进行加工, 如图 4 所示。



图 4. AccuSizer FX Nano (左) 和 AccuSizer Mini (右)

过滤器测试台 300 mL/min

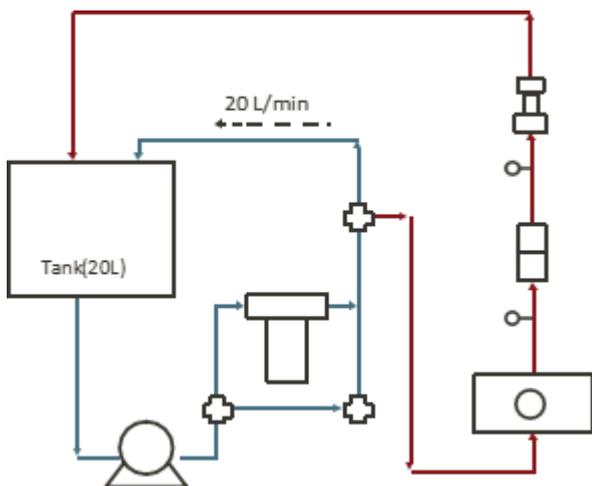


图 5. 过滤器测试台

### 实验程序:

- 将浆料稀释至 1% 的浓度
- 将过滤器安装到 CMP 测试台
- 执行压力激活操作\*
- 冲洗过滤器和所有系统 5 分钟
- 收集下游样品进行 LPC 测量
- 收集上游样品进行 LPC 测量
- 连续记录随时间增加的压力: 纳米纤维制造工艺

可以在熔喷介质结构的微小空间中捕获微气泡, 有时初始压力会高于正常水平。为了在使用前解决这个问题, 液体冲洗过程会将空气从介质和活化过滤器中驱走, 以使过滤器表现出更好的性能。压力激活使用去离子水以 20 psi 的压力流过过滤器并脉冲数次, 结果, 初始压力显著降低。

### LPC 结果

两种浆料不同的 LPC 曲线模型如图 6 所示, 胶体二氧化硅颗粒在过滤后通过检测到的尺寸分布显示粒径显著减小, 表明捕获了所有大颗粒。

LPC Curve 胶体二氧化硅比较孔隙率

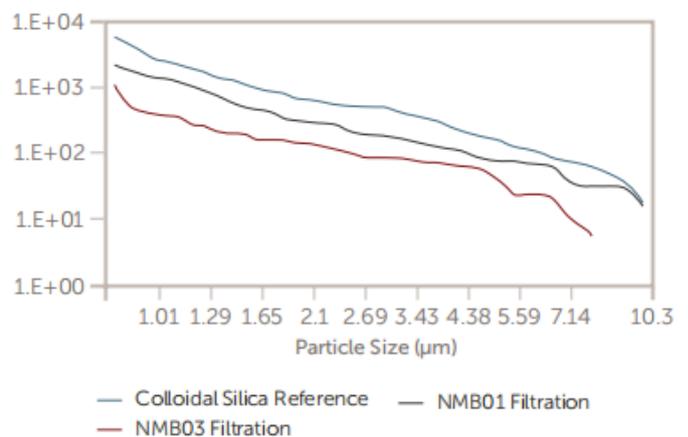


图 6. 二氧化硅LPC结果, NMB01vs NMB03

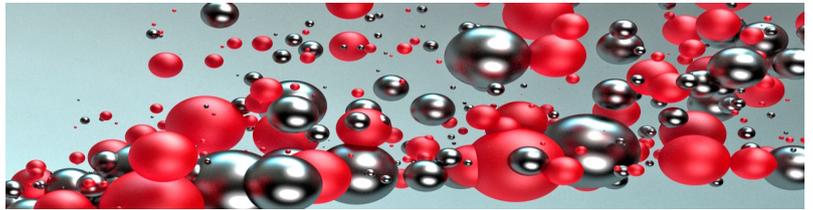
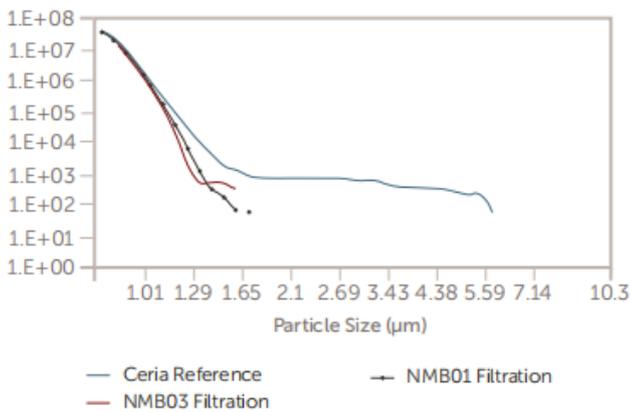


图 7 中显示的二氧化铈结果表明 LPC 差异较小, 最高可达2  $\mu\text{m}$ 。大于2  $\mu\text{m}$ 的粒子, 基本上所有 LPC 计数都被去除。

LPC Curve Ceria 比隙率

图 7. Ceria LPC 结果, NMB01 vs NMB03



### 剪切应力效应

浆料 LPC 计数通常会随着样品暴露于泵送产生的剪切力而增加。在下一个实验中, 将二氧化硅和二氧化铈浆液泵送通过过滤器测试台(无过滤器)。通过改变泵速 (rpm) 和通过测试回路泵送浆料的周转次数来诱导和跟踪剪切。T0表示测试的开始, T300 = 300次循环等等。低剪切结果以 2500 rpm 的泵速再循环, 高剪切结果以5500 rpm泵速收集, 结果如图 8-11。

Ceria Slurry - 低剪切应力

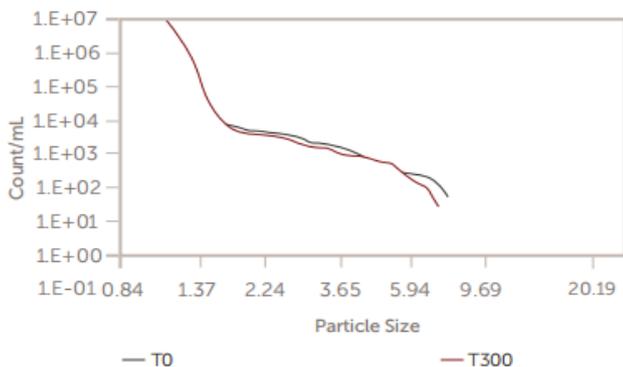


图 8. 氧化铈低剪切应力

Ceria Slurry - 高剪切应力

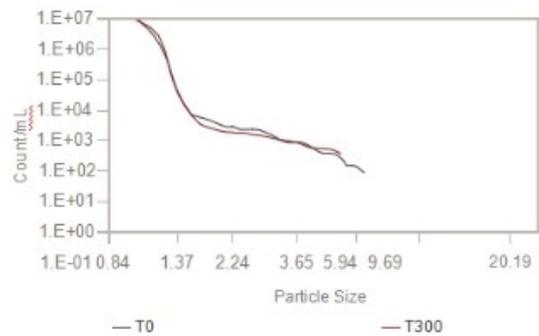


图 9. 氧化铈高剪切应力

这些结果表明, 通过测试回路的泵速和循环次数的变化不会导致氧化铈浆料的附聚发生显著变化。

二氧化硅浆料 - 低剪切应力

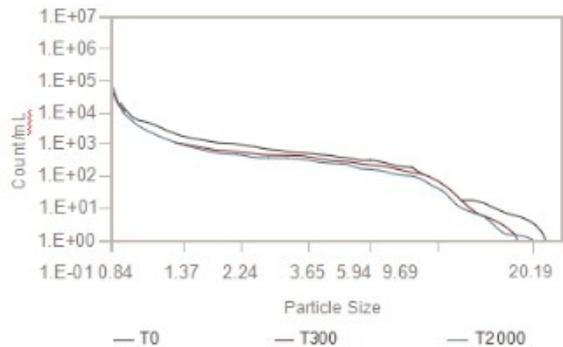


图 10. 二氧化硅低剪切应力

二氧化硅浆料 - 高剪切应力

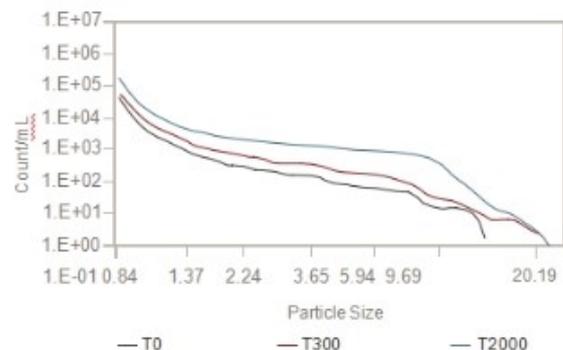
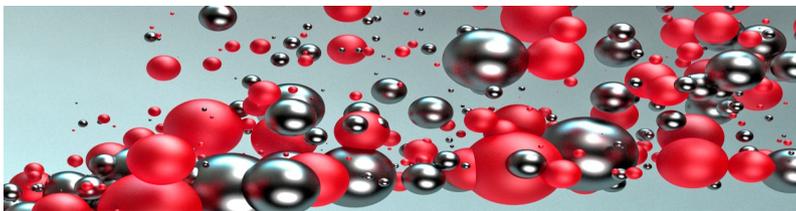


图 11. 二氧化硅高剪切应力

该数据表明二氧化硅浆料在高剪切速率下确实发生附聚。



### 在线过滤器监控

AccuSizer Mini 用于在许多晶圆厂的 CMP 传输系统中连续跟踪过滤器下游的 LPC 数据。客户共享的结果如图 12 所示。

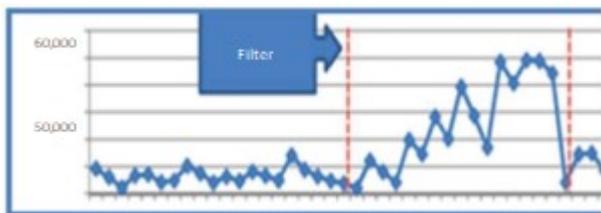


图 12. 过滤步骤下游的在线LPC

### 结论

事实证明，CMP 浆料适用于使用工艺中使用的材料评估过滤器性能。AccuSizer 可以使用实验室仪器对 LPC 进行准确计数和粒径调整，AccuSizer Mini 用于世界各地的晶圆厂进行过程中 LPC 监控。Entegris 现在拥有过滤和粒度分析仪技术，以及为 CMP 浆料过滤和监测提供最完整解决方案的专业知识。