

概述

化学机械抛光/平面化（CMP）是微电子工业中广泛应用的一种结合化学和机械力对表面进行抛光的工艺。浆料的粒度仪分布是控制平化成功与否的关键参数。一些大颗粒会划伤晶圆或磁盘驱动器的表面，降低产量和利润。Accusizer 粒度计数分析仪是唯一能够检测少数大颗粒分布的尾部，可能是如此有害的 CMP 过程。

介绍

CMP 工艺和 CMP 浆料被广泛应用于微电路制造中的抛光。CMP 浆料的状况对于最大限度提高设备产量至关重要，需要定期测量浆料的粒径分布（PSD）。除了 PSD 的平均大小，理想情况下，监测技术应该对尾巴的存在敏感。浓度小的大颗粒远离主峰分布。这些尾巴可能来自污染、化学变化引起的聚集、CMP 输送系统或应用剪切力。大型粒子数之间的关系（LPC） $>1 \mu\text{m}$ 和缺陷或划痕数已经建立和理想的描述系统应该提供一个精确的 LPC 的价值。

粒子大小/计数技术

目前有许多颗粒表征技术被用来测量 CMP 浆料中颗粒的大小和浓度。光散射技术包括动态光散射（DLS）和激光衍射可以测量分布的大小和宽度，但不能提供任何有用的浓度信息。单粒子光学尺寸（SPOS）测量一个粒子通过狭窄的测量区域，提供精确的尺寸和浓度（粒子/ml）结果。由于粒子是单独测量的，这项技术天生就具有很高的分辨率，甚至可以检测出从主要分布中除去的很少的单个粒子。因此，它是检测 LPC 的理想技术，而 LPC 是 CMP 浆料中最麻烦的。有些仪器最好在实验室中使用，而其他的，如 SPOS 可以在实验室和现场（POU）中使用。

Accusizer 的系统检测范围

CMP 浆料制造商和最终用户多年来一直使用颗粒粒度系统 Accusizer 系统来检测尾部大颗粒的存在。根据浆料的不同，可以在正常浓度状态下进行测量或用自动集中稀释以优化分析条件。新的 PSS Accusizer FX 系统（POU 系统如图所示）设计用于更小的颗粒尺寸和更高的浓



度。

新的 FX 传感器使用聚集光束来减少检查的总体积，从而提高了传感器的浓度限制，通常允许在不稀释的情况下进行测量。FX 传感器测量粒子 $0.65 \mu\text{m}$ - $20 \mu\text{m}$ 标准 200 倍浓度消光或散射传感器。结果可以显示在多达 512 个大小通道。

该系统可以配置为标准实验室分析，包括自动稀释，使用点（如上所示的 POU），或安装在 FX 系统，允许 4 个 CMP 浆料流复用通过传感器/计数器。所有的这些配置提供敏感和准确的 LPC 数据对 CMP 浆料至关重要。

LPC 的检测

Accusizer 证明过去检测的理想 LPC > 1 μm 在 CMP 浆料。下面的图 1 展示了一个比较的技术用于检测一个已知浓度的 1 μm SiO₂ 颗粒加入到硅基中，氧化 CMP 浆料。尖峰粒子的浓度范围为 0.175-17500mg/L。

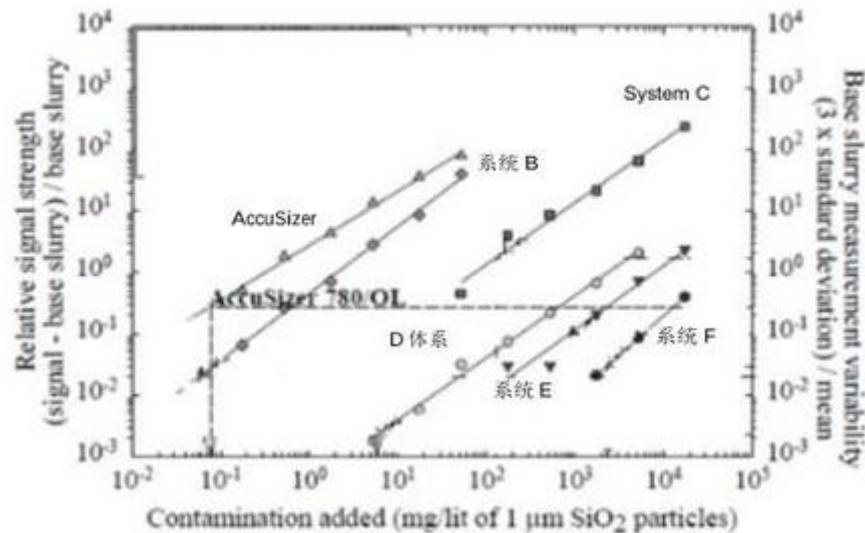


图 1，来自 Nichlos, K 等人，摄动检测分析：一种可以测量 CMP 浆料中大颗粒存在的比较仪器的方法，BOC Edwards, Chaska, MN 发表的报告
在这项研究中粒子浓度 > 0.56 μm 大小通道被用作传感器信号。对于 Accusizer 780 检测限报告为 0.07mg/L。

实验

新实验旨在确认能力检测 1 μm 粒子的存在二氧化硅 CMP 浆料。几种常见硅 CMP 浆料上升了 1 μm 聚苯乙烯乳胶 (PSL) 领域。对于 Spike 颗粒的大小和浓度进行确认，然后稀释用于各种研究。Accusizer 还可在基础上额外配备一个传感器，使检测范围拓展到 0.20 μm-0.65 μm。

结果 1，浆液 A

浆料 A 首先稀释 250:1，以确保测量值在符合区域之外。1.44ml1000*稀释 PSL (1.74*10⁷/ml) 加入到 250ml 样品悬浮液中 (含 1ml 原浆液)。预订的 Spike 浓度为 100000/ml 250:1 稀释的样品悬浮液。结果如图 2、表 1 和表 2 所示。

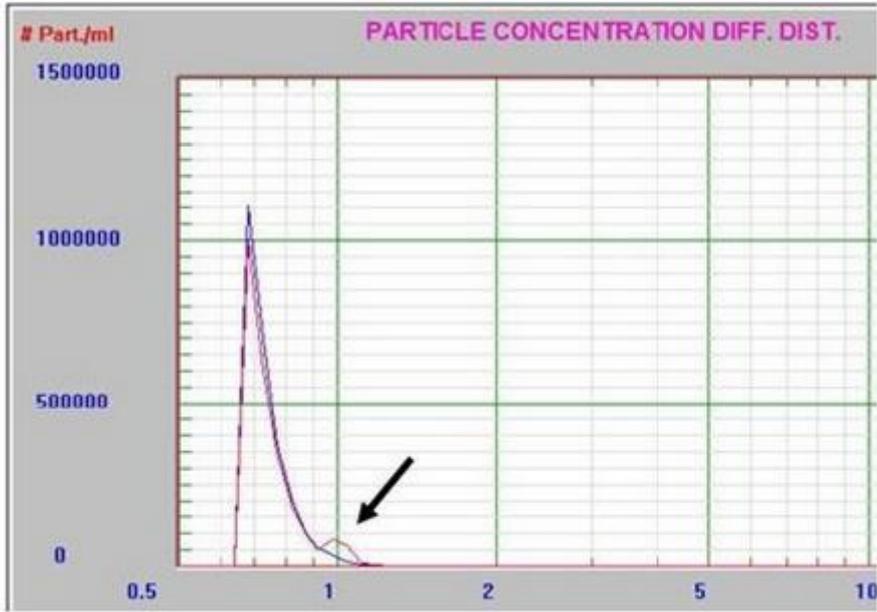


图 2 中，加标粒之前的浆料（蓝色）和添加标粒之后 1 μm 飙升（红色）

Diameter Range (microns)		# Part. Sized (# / ml)	Cum Num >=Diam. (# / ml)
0.70 -	0.72	1107410	2637543
0.72 -	0.77	738493	1530133
0.77 -	0.82	372885	791640
0.82 -	0.87	203005	418755
0.87 -	0.92	100429	215749
0.92 -	0.98	54625	115320
0.98 -	1.04	32665	60695
1.04 -	1.11	13392	28030
1.11 -	1.18	7375	14639
1.18 -	1.25	4147	7264
1.25 -	1.33	1762	3117
1.33 -	1.41	709	1355
1.41 -	1.50	213	645
1.50 -	1.60	60	432
1.60 -	1.70	88	372

表 1: 添加标粒之前

Diameter Range (microns)		# Part. Sized (# / ml)	Cum Num >=Diam. (# / ml)
0.70 -	0.72	1005006	2484223
0.72 -	0.77	633343	1479216
0.77 -	0.82	343434	845874
0.82 -	0.87	183631	502439
0.87 -	0.92	96589	318808
0.92 -	0.98	53409	222219
0.98 -	1.04	82906	168810
1.04 -	1.11	64733	85904
1.11 -	1.18	11916	21172
1.18 -	1.25	4192	9256
1.25 -	1.33	2477	5064
1.33 -	1.41	939	2587
1.41 -	1.50	371	1647
1.50 -	1.60	171	1276
1.60 -	1.70	0	1105

表 2：添加标粒之后的浆料检测结果
注意在预期的通道中增加了~100,000 颗粒/ml。

结果 2，浆料 B

在没有稀释的情况下在 FX pou 系统上测量硅浆 B。图 3 显示了添加峰值之前未稀释的结果。报告浓度为~20,000 颗粒/ml。

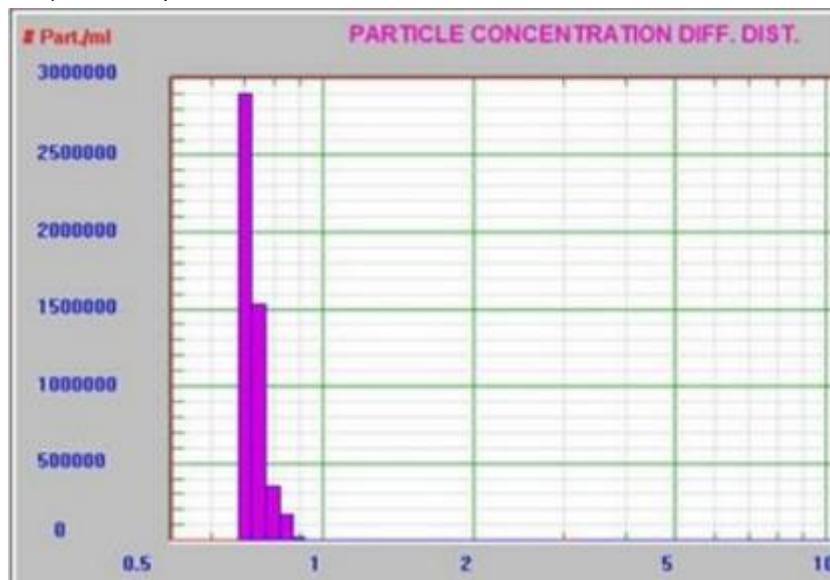


图 2，浆液 B，无稀释，无尖峰

然后将 57 μ l 稀释 1000 倍的 1 μ mPSL 标准粒子（粒子浓度= 1.74×10^7 /ml）到 200ml 的原始浆料中。预计峰值浓度=5000 颗粒/ml。峰值前后的结果如图 3 所示。

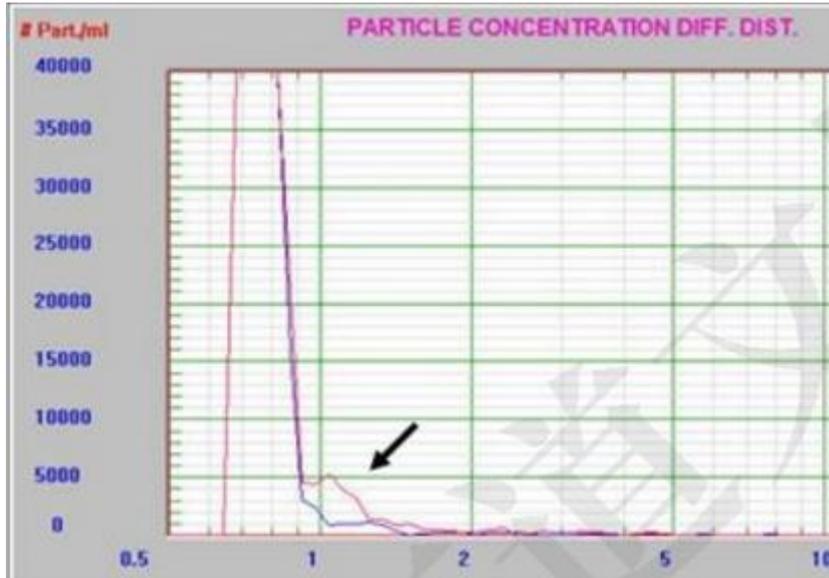


图 3、添加标粒前（蓝色）和添加标粒后（红色）

结果 3，浆液 C

浆料 C 在 fab 使用时通常是将 1 份浆料用 2 份去离子水稀释，作为基础样品。首先使用 FX POU 系统在没有稀释的情况下测量基础浆料。图 4 显示了峰值之前的结果。注意，LPC 的尾端大颗粒不像浆料 A 或者 B 那样急剧下降，样品的颗粒浓度~30,000 颗粒/ml，大于 0.7 微米的颗粒 30ml 中只有 5500 颗，检测时间 2min。

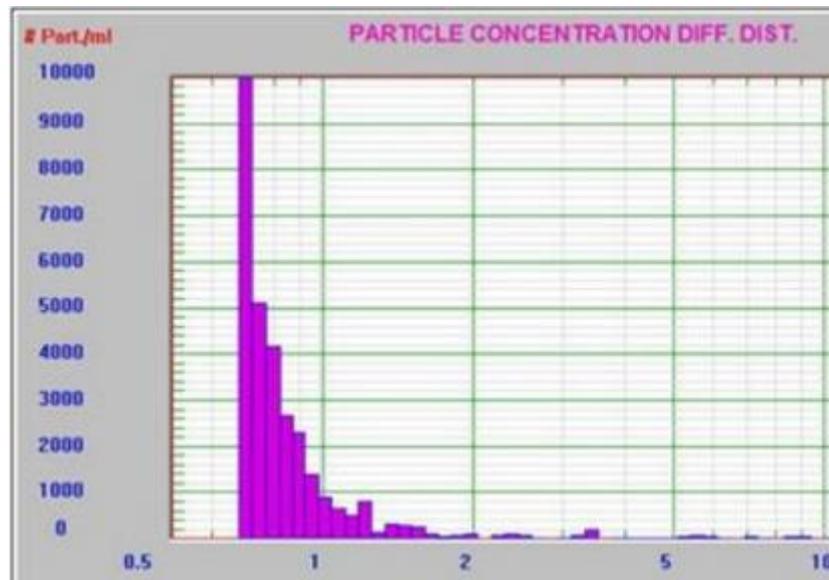


图 4，浆料 C，未稀释，无突起

浆料通过添加 35 μ l 稀释 1000 倍的 1 微米 PSL 标粒资料（浓度= 1.75×10^7 颗粒/ml）至 250ml 基础浆料中。估计峰值浓度=2500 颗粒/ml。图 5 显示了峰前和峰后浆料 C 的结果。

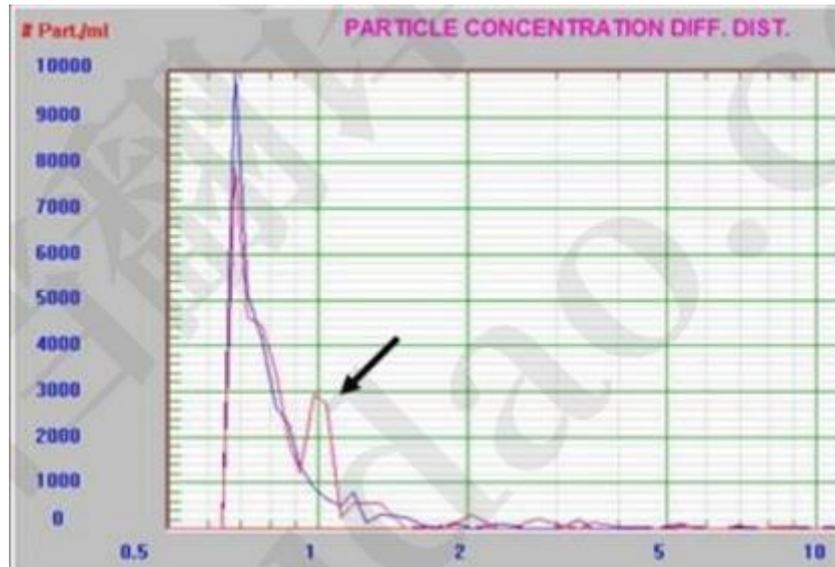


图 5，浆料 C，加标粒前（蓝色）和加标粒后（红色）检测结果
这些结果证实 PSS Accusizer FX 是一种准确、易于使用的分析工具，用于检测 CMP 浆料中低浓度 LPC 颗粒的存在。该系统可在实验室或工厂使用。