

SEMI E180-1220

通过 ICP-MS 测量半导体晶圆加工过程中关键腔室部件表面金属污染的试验方法

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

注意：这个翻译是一个参考版本。如果您在使用上，发现中文翻译版本与英文原文版本产生任何差异或是不确定之处，请务必参考英文原文版本，并以英文原文版本为主，英文原文版本属于正式和权威的版本。

This Standard was technically approved by the Metrics Global Technical Committee. This edition was approved for publication by the global Audits and Reviews Subcommittee on October 21, 2020. Available at www.semiviews.org and www.semi.org in December 2020; originally published December 2019.

1 目的

1.1 本文档介绍了一种使用电感耦合等离子体-质谱法（ICP-MS）对关键腔室部件（CCCs）的表面微量金属浓度进行定量分析的方法。本标准旨在促进用户和工艺设备供应商的沟通。它还可用于促进工艺设备供应商和关键腔室部件（CCC）制造商之间关于表面金属污染预期及其测试方法的更好沟通。

1.2 本文件描述了微量金属测量的流程，包括关键腔室部件（CCC）表面微量金属的采集，因为它影响测量数据的可靠性和每个测试设备的可重复性。

1.3 使用本文件是为了确保各工艺设备供应商或关键腔室部件（CCC）制造商提供的结果报告一致性。

2 范围

2.1 本文件适用于电感耦合等离子体-质谱法（ICP-MS）测定关键腔室部件（CCCs）（如喷淋头、基座）的表面微量金属浓度。

2.2 本文件适用于未使用的关键腔室部件（CCC）或其零件。

NOTE 1: 本文件可适用于翻新后的关键腔室部件（CCC），但须经用户及供应商同意。

2.3 本文件涵盖了局部萃取法和全浸泡法微量金属采集技术。

2.4 本文档中目标金属有铝（Al）、钠（Na）、钾（K）、钙（Ca）、锂（Li）、铁（Fe）、铜（Cu）、镍（Ni）、铬（Cr）、钴（Co）、钛（Ti）、镁（Mg）、锌（Zn）。

NOTE 2: 用户和供应商可以商定增加或减少金属。

注意：本标准并非着重于处理使用方面的相关安全问题，本标准的使用者必须负责建立适当的安全与健康作法，并于使用前决定法规或其他限制的适用性。

3 限制

3.1 本方法不适用于比较不同供应商设计的不同工艺设备的关键腔室部件（CCC）的测量结果。

3.2 该方法的准确性受 ICP-MS 仪器的检测限和样品制备流程的限制。

4 参考标准及文件

4.1 SEMI 标准和安全指南

SEMI C10 — 测定方法检测限的指南

SEMI C16 — 精度和数据报告实操指南

SEMI F63 — 用于半导体加工的超纯水指南

4.2 ASTM 标准¹

ASTM D1193 — 试剂水标准规范

4.3 ISO 标准²

ISO 14644-1 — 洁净室和相关受控环境--第 1 部分:按颗粒浓度对空气清洁度进行分类

ISO/IEC 17025:2017 — 检测和校准实验室能力的一般要求

4.4 设备和系统国际路线图³

设备和系统国际路线图 (IRDS™) 2017 年版

注意: 除非另外说明, 否则所有引用的文件必须是最新的版本。

5 术语

5.1 缩写及简称

5.1.1 CCC — 关键腔室部件

5.1.2 ICP-MS — 电感耦合等离子体质谱

5.1.3 ppb — 十亿分之一 (ng/mL)

5.1.4 ppt — 万亿分之一 (pg/mL)

5.1.5 UPW — 超纯水

5.2 定义

5.2.1 关键腔室组件 — 在半导体工艺设备中与晶圆处于同一制程环境的任何组件, 以及:

1. 与晶圆有物理接触 (如底座、机械夹盘);
2. 向晶圆输送气体、试剂或液体 (如喷淋头、进气口、喷嘴);
3. 靶材溅射到晶圆上或将材料注入到晶圆上;
4. 有可能将污染物 (如粒子、金属、分子) 转移到晶圆上的防护件或腔室部件。

5.2.2 移液管 — 用移液管测量或转移一定数量的液体。

5.2.3 工艺腔室 — 工艺设备中能够对晶圆进行工艺加工 (即增加制造价值) 的部件。通常是工艺模块的一部分。

5.2.4 工艺设备 — 具有工艺腔室、控制机构及其控制器并能加工晶圆的设备 (即增加制造价值)。工艺设备由设备配方指导, 设备配方由工厂用户控制。

5.2.5 供应商 — 向用户提供设备并与之直接沟通的一方。供应商可以是制造商、设备分销商或设备代表。参见用户的定义。

NOTE 3: 本定义中“设备”的使用以及“用户”的定义等同于本标准中“加工设备”的使用。

5.2.6 用户 — 为了使用设备生产半导体而购买设备的用户。参见供应商的定义。

¹ ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA; Telephone: +1.610.832.9585, Fax: +1.610.832.9555, <http://www.astm.org>

² International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, BIBC II, Chemin de Blandonnet 8, CP 401, 1214 Vernier, Geneva, Switzerland; Telephone: +41.22.749.01.11, <http://www.iso.org>

³ International Roadmap for Devices and Systems, <https://irds.ieee.org/>

6 测试方法概要

6.1 含有表面微量金属的测试溶液采用局部萃取法或全浸泡法从该部件上采集。用 ICP-MS 法来测定试验溶液中的微量金属。供应商和分析实验室对测试溶液的制备技术（如用水稀释）达成一致。微量金属的浓度是用一组标称溶液得到的工作曲线来确定。

7 分析实验室资质

7.1 执行微量金属污染物的分析实验室应按照 ISO/IEC 17025:2017 或同等标准建立测量质量管理体系。

7.1.1 认证是展示管理能力的一种方法。

8 仪器

8.1 测量仪器

8.1.1 应该使用 ICP-MS 仪器来测量由局部萃取法或全浸泡法获得样品中微量金属的浓度。

8.1.2 ICP-MS 仪器由样品导入系统、离子源、采样接口、离子透镜、质谱仪和检测器组成。

8.1.3 仪器条件 — ICP-MS 仪器能够检测多个元素，仪器检测限在万亿分之一（ppt）到十亿分之一（ppb）的范围内。为了精确定量和减少干扰，应该为每个关注的元素选择合适的同位素。

8.2 用于全浸泡法的附加设备

8.2.1 定轨摇床

9 试剂和材料

9.1 常用材料有局部萃取法和全浸泡法

9.1.1 实验室常用耗材

9.1.1.1 聚丙烯容量瓶

9.1.1.2 微量吸液管

9.1.1.3 样品瓶（包含萃取液）

9.1.2 试剂

9.1.2.1 超纯水（UPW） — 电阻率 $\geq 18.0 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ ，25°C/ASTM D1193 和 SEMI F63

9.1.2.2 无机试剂 — 使用高纯度、低微量金属杂质的试剂。

9.1.2.2.1 所要求的允许微量金属杂质水平取决于洁净度的目标水平、关键腔室部件（CCC）的材料等。为了实现高灵敏度的检测，避免萃取液对被测关键腔室部件（CCC）的污染，需要高纯度的试剂。例如，100 ppt 或更低的微量金属水平以满足大多数情况。

NOTE 4: 根据 IRDS 2017 表 YE3，生产中与晶圆片表面接触的化学物质最大允许污染水平小于 1 ppt。

9.1.2.3 标准解决方案 — 选择合适的、可追溯的、可用于分析实验室的、适用于关键腔室部件（CCC）预期污染水平的微量金属标准。

9.2 全浸泡法中使用的附加材料

9.2.1 预清洗的聚合物萃取容器

10 安全防范

10.1 这种测试方法可能涉及危险材料、操作和设备。在使用本测试方法之前，标准使用者有责任建立适当的安全和健康规范，并确定法规要求的适用性。