



专家的提示和建议

FOUP 内部分子污染物 (AMC) 状况分析

生产过程必须要在无污染的高要求环境下进行，即使极小的颗粒物也会导致严重的工艺上的限制、性能上的损失，从而导致经济损失。因此，控制和分析特定的生产环境非常重要，以便将污染物风险保持在最低水平。

AMC—洁净室工艺中的隐形杀手

存在于洁净室、工艺设备或腔体的空气中且可以污染其表面或产品的气态化合物被称为分子污染物 (AMC)。AMC 可以造成严重伤害，使先进制造设备遭受严重的产量损失、性能也会大幅下降。可以采取多种遏制措施，但是问题是：“如何轻松而准确地分析前开式晶圆传送盒 (FOUP) 内部的分子污染物 (AMC) 状况？”

用于分析 AMC 的 APA 系统

APA 302 是测试运输箱、所谓的 FOUP 以及周围环境中 AMC 的独特内联监测系统。APA 302 提供特殊的氟化氢 (HF) 测量功能。它从 FOUP 过滤器上取样后两分钟内就可以确定氟化氢的浓度。由于基于光腔衰荡光谱技术 (CRDS) 的分析系统，该测量可在 ppb 范围内进行，具有高灵敏度。

AMC 浓度可根据 APA 302 的分析结果实时获得。

但是理解 FOUP 环境下的 AMC 行为非常重要，因为只有这样才能得出正确的结论。事实上，FOUP 内并不是一个惰性而静态的环境，它涉及到 AMC，而且会发生多种吸附或解吸现象。

这些现象可以分解成不同的步骤：

- FOUP 里的空气被从晶片表面脱气的氟化氢污染。氟化氢分子被 FOUP 的表面吸收。根据亨利定律，FOUP 表面的氟化氢浓度与 FOUP 内部气体中的氟化氢浓度成比例：

$$C_s = S \times C_g$$

S 为聚合物中氟化氢的溶解度

C_s 为聚合物表面氟化氢的浓度

C_g 为 FOUP 空气中氟化氢的浓度

- 然后，FOUP 材料里面会发生氟化氢的扩散（根据斐克扩散定律）：

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = D \times \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

D 为扩散系数

C(x,t) 为物料厚度内部某处 x 和所处时间 t 时的气体浓度

该问题的结论显示，污染物在 FOUP 里面存留的时间越长，氟化氢污染物在 FOUP 材料里面扩散的就越深。此外，由于 FOUP 起到“海绵”的作用，这就意味着体积内的浓度会由于对氟化氢的吸附而降低。

- 最终，如果去除 FOUP 内的污染源，会发生从 FOUP 壁到 FOUP 空气的氟化氢解吸现象。

因此，扩散和解吸现象是不固定的（取决于时间、材质和浓度）。所以无法预估每种情况下的氢氟酸的变化。事实上，在基于 APA 302 进行的测试计划里，必须以固定的时间间隔进行测量。

下列步骤说明了时间对于污染物对比的重要性：

1. 使用氟化气体确认干法刻蚀工艺（如 CF₄、C₄F₈、SF₆）
2. 选择一个容纳 25 晶片的 FOUP 并应用这一工艺
3. 存储 FOUP 两个小时
4. 用 APA 302 的氟化氢分析器进行测量
5. 移除晶片，关闭 FOUP
6. 关闭 FOUP 后立即进行 APA 302 测量
7. 关闭 FOUP 两小时后进行 APA 302 测量

请参考下表的一项结果示例，这是在标准聚碳酸酯 FOUP 中获取的：

干法刻蚀两小时后，可以观察到由于晶片脱气而使 FOUP 空气中含有高浓度氟化氢 (100 ppbv)。由于高浓度值，晶片在等待时间里可能会发生缺陷生长。

	干法刻蚀两小时后	FOUP 刚关闭后	FOUP 关闭两小时后
使用 APA 302 检测到的氟化氢浓度值 (ppbv)	100	< 0.5	20

表 1：由标准 FOUP 获取的结果示例

在先进的半导体制造过程中，使用 APA 302 识别产生高浓度值 (>10 ppbv) 的步骤是保证产量可控的关键。

如果将晶片从 FOUP 中移出，在 FOUP 刚关闭就测量到的浓度值又回到洁净室浓度 (<0.5 ppbv)。在洁净室情况下 FOUP 其实是打开的，且清洁空气会进入 FOUP。如果在 FOUP 刚关闭时就使用 APA 302，解吸的成分没有充足时间充满 FOUP 内部，则会对 FOUP 的清洁状况产生不良解读。实际上，在 FOUP 关闭两小时后，由于 FOUP 的解吸，氟化氢浓度会剧烈增长。因此，为了实现 FOUP 的清洁验证，必须考虑到受污染晶片的存储时间。晶片在 FOUP 中的存放时间越长，材料内部的扩散程度越高，从而导致使用标准去离子水清洁的方法去除污染物的难度越大。

以上提供的描述是如何有效使用 APA 302 分析 FOUP 情况的一般规程。

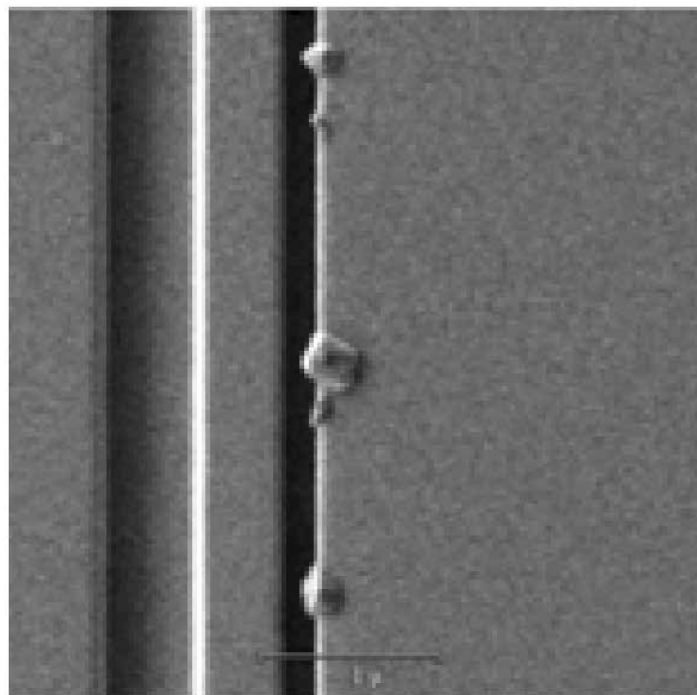


图 1：由于氟化氢污染物的高浓度导致的等待时间里的缺陷生长

我们提供一站式真空解决方案

普发真空代表着为客户在世界范围内提供创新的、定制化的真空解决方案，完美的技术，全方位的支持和可靠的服务。

完整的产品线

从一个配件到复杂的真空系统：
我们是唯一能提供完整的产品线和技术服务的供应商。

理论与实践的完美结合

得益于我们的专业技术和完善的培训体系！
我们提供给您完整的生产技术提升方案和全球统一的一流的现场服务。

您是否正在寻找
完美的真空解决方案？
请联系我们：

普发真空技术 (上海) 有限公司
Pfeiffer Vacuum
(Shanghai) Co., Ltd.
T +86 (21) 3393 3940
info@pfeiffer-vacuum.cn

Pfeiffer Vacuum GmbH
德国总部
T +49 6441 802-0
info@pfeiffer-vacuum.de

www.pfeiffer-vacuum.com

PFEIFFER  **VACUUM**