

PerkinElmer 半导体 行业检测方案

客户服务电话：800-820-5046


PerkinElmer[®]
For the Better

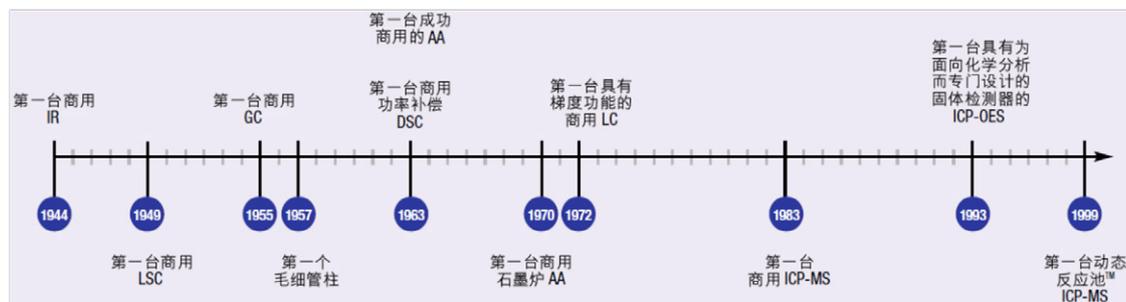


PerkinElmer 公司简介及其分析仪器在半导体行业应用	1
PerkinElmer 半导体行业无机元素与纳米颗粒检测方案	4
PerkinElmer 原子光谱技术	4
PerkinElmer 无机元素与纳米颗粒检测典型应用	5
1. Si- wafer 分析	5
2. Chemicals 分析	8
3. Gas 分析	10
4. Nano-particle 分析	11
5. On-line 分析	12
PerkinElmer 半导体行业有机物检测方案	13
洁净室有机物污染物检测	13
PerkinElmer 半导体行业材料组份检测方案	15
红外光谱仪测试电路板胶水固化率	15
红外显微镜测试电路板污染物	16
热机械分析仪测试热膨胀系数	17
差示扫描量热法测量基板固化程度	18
热重分析仪测试基板成分浓度	19
PerkinElmer 半导体行业典型用户	20

PerkinElmer 公司简介及其分析仪器在半导体行业应用

PerkinElmer, Inc. (珀金埃尔默公司) 由珀金·理查德和埃尔默·查理斯于 1937 年 4 月创立，总部设于美国，是世界上第一家进入国际市场的科学仪器制造商，并很快成为全球领先的精密科学仪器公司。珀金埃尔默公司的企业理念是为创建更健康的世界而不懈努力。珀金埃尔默公司的企业理念是为创建更健康的世界而不懈努力、锐意创新。作为无机光谱、有机色谱、分子光谱、材料表征等分析仪器领域的领导者，2018 年度企业营业额达 27 亿美元，在全球 150 多个国家拥有 11000 多名员工，为标准普尔 500 指数中的一员，纽交所上市代号 1-877-PKI-NYSE。珀金埃尔默公司的业务领域涵盖了环保、生命科学、制药、医疗诊断、食品、化工等行业，专注于提高人类及环境的健康和安全性。了解更多有关珀金埃尔默公司的信息，请访问 www.perkinelmer.com。

作为分析仪器行业的领导者和创新者，PerkinElmer 的化学分析仪器在八十年的发展历程中历久弥新，傲视同才。凭借过人的品质和优质的服务，PerkinElmer 在行业内收获了很高的评价和出众的口碑。在化学分析仪器发展历史中，有很多里程碑式的成就属于 PerkinElmer：



PerkinElmer 在分析仪器领域的成就

随着科技的进步，PerkinElmer 在不断探索技术前沿和倾听用户声音的基础上，现在已成为化学分析领域技术的领跑者和革新者：

2009 年——第一台三锥、三种测量模式、三四极杆技术的 ICP-MS；

2010 年——第一台双层面设计柱温箱技术的 GC；

2011 年——第一台诱导平板等离子体技术的 ICP-OES；

2011 年——第一台光纤型实时双光束的 AAS；

2011 年——第一台无需工具维护的 GC/MS 离子源；

2011 年——第一台 OpticsGuard™ 完全不怕潮的 IR；

2017 年——第一台采用 LumiCoil™ 的 ICP-MS。

PerkinElmer 在化学分析领域拥有完整的产品线, 包括原子光谱、色谱、质谱、分子光谱、热分析以及联用技术, 为您的实验室分析工作提供整体解决方案。

PerkinElmer 在中国拥有 1000 多名员工, 遍布全中国的 32 个省、市、自治区, 以及香港和澳门特别行政区和台湾地区。其中, PerkinElmer 在 11 个城市设有办事处, 在上海、北京、广州、成都设有用户体验中心 (CKC), 并在上海设立了研发中心。PerkinElmer 在中国已能够履行包括营销、技术支持、研发、培训、售后、维修、实验室整体解决方案、市场战略开发等全部职能, 力求为客户提供更加全面和完善的体验。

无机元素分析

- 原子吸收光谱仪
- ICP 发射光谱仪
- ICP 质谱仪
- 样品制备装置



PinAAcle™ Series AAS



Avio™ 200 ICP-OES



Avio™ 500 ICP-OES



NexION™ 2000 ICP-MS



Titan MPS™
微波消解仪

色谱分析

- 气相色谱仪
- 顶空和带捕集阱顶空自动进样器
- 热脱附自动进样器



Clarus® 590/690 GC



TurboMatrix™ HS



TurboMatrix™ TD/ATD



Flexar液相色谱仪

有机质谱分析

- 气质联用仪
- 液质联用仪
- 便携式气质联用仪



Clarus® SQ 8 GC/MS



QSight™ LC/MS/MS



Torion® T-9 Portable GC/MS

PerkinElmer 化学分析产品线概览

PerkinElmer 广泛服务于半导体行业用户，我们为半导体实验室提供全光谱和质谱的实验室产品和服务，包括电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）、电感耦合等离子体光谱仪（ICP-OES）、原子吸收光谱仪（AAS）、气相色谱（GC），气相色谱质谱仪（GC-MS），傅里叶变换红外光谱仪（FT-IR），紫外可见光谱仪（UV），热分析（TA）等及消耗品和服务。在我们提供的所有产品中，PerkinElmer 提供了最强大的分析工具，与无与伦比的分析速度和一流的易用性。

分子光谱分析

- 紫外-可见-近红外分光光度计
- 高速傅立叶红外图像系统
- 傅立叶红外光谱仪
- 荧光分光光度计



热分析与元素分析

- 差示扫描量热仪
- 热重分析仪
- 元素分析仪
- 动态机械分析仪
- 热机械分析仪



新型联用分析系统

- 热重 - 红外联用技术 (TG-IR)
- 热重 - 质谱联用技术 (TG-MS)
- 热重 - 气质联用分析技术 (TG-GCMS)
- 热重 - 红外 - 气质联用技术 (TG-IR-GCMS)



PerkinElmer 化学分析产品线概览

PerkinElmer 半导体行业无机元素 与纳米颗粒检测方案

PerkinElmer 原子光谱技术

PerkinElmer 的原子光谱包括原子吸收光谱技术、电感耦合等离子体原子发射光谱技术和电感耦合等离子体质谱技术。

电感耦合等离子体质谱仪 (NexION® 系列 ICP-MS)



NexION 系列 ICP-MS

纵观 ICP-MS 的发展史，PerkinElmer 创造了无数里程碑式的成就，起到了开创产品先河、引领技术进步的关键性作用。1983 年，世界上第一台商用 ICP-MS Elan 250，诞生于 PerkinElmer；1999 年，PerkinElmer 推出了业内第一台串联四极杆 ICP-MS Elan 6100；2001 年，PerkinElmer 推出了划时代的动态反应池 ICP-MS Elan DRC，将 ICP-MS 的检测领域大大拓宽；2010 年，PerkinElmer 推出了业内第一台具有三组四极杆 ICP-MS NexION 300；2017 年，PerkinElmer 推出了业内第一台使用免维护的 LumiCoil 线圈的 ICP-MS NexION 2000。NexION 2000 专为挑战所有基体、挑战所有干扰、挑战所有颗粒分析而设计，将三重四极杆的强大能力与单四极杆的灵活性完美结合。

- 高度灵活的进样系统
- 革命性自冷却 LumiCoil™ 工作线圈
- 三锥接口 (TCI) 技术
- 四极杆 90 度离子偏转透镜 (QID) + 四极杆通用池 (UCT) + 四极杆质量分析器
- 工作线圈、离子透镜和通用池免维护设计
- 最快检测器数据采集，100,000 点每秒

电感耦合等离子体发射光谱仪 (Avio 系列 ICP-OES)



Avio 系列 ICP-OES

PerkinElmer 拥有业内最多的 ICP-OES 专利技术，这也使我们成为 ICP-OES 领域的领导者。1993 年，PerkinElmer 推出业界首款全谱直读 ICP-OES。全新一代的 Avio ICP-OES，具有全谱直读，高灵敏度、高分辨率、高检测速率，让您实验室的每分钱投入都获得最大的回报，即使最困难的样品也能应付自如。

- 第二代平板等离子体和第四代固态射频发生器技术
- 垂直炬管设计带来的卓越基体耐受力
- 比任何其他同类仪器节约氩气 50% 以上
- 实时扣背景功能，检测速度更快，结果准确度更高
- 双向观测技术、全谱直读和低维护要求带来的 更高仪器使用效率

原子吸收光谱仪 (PinAAcle 系列 AAS)



PinAAcle 系列 AAS

1961 年，PerkinElmer 推出了世界第一台原子吸收分析仪 “AA 214”，占据了世界分析仪器行业领先地位。经过了 50 多年的发展，PerkinElmer 的原子吸收产品依旧引领着技术的最前沿。PinAAcle™ 系列原子吸收光谱仪将原子吸收光谱法的分析性能提升到崭新的高度。拥有一连串激动人心的技术进步，PinAAcle 系列原子吸收光谱仪可以提供多样化的配置与功能，准确实现您所需要的测试性能。

- 专利的稳定温度一体化平台石墨炉 (STPF)
- HCL、EDL 两种光源
- 双闪耀角 1800 线 /mm 大面积光栅
- 多像素点固态检测器

PerkinElmer 无机元素与纳米颗粒检测典型应用

1. Si- wafer 分析

- 晶圆表面金属杂质自动分析 (VPD-ICP-MS)
- 晶圆杂质总量分析

晶圆表面金属杂质自动分析 (VPD-ICP-MS)

全自动晶圆表面气相分解技术 (Vapor Phase Decomposition, VPD) , 主要是利用 ICP-MS 针对极微量元素分析的专业技术。此为半导体制程中进行晶圆表面金属杂质分析时不可或缺的管理项目。半导体可容许的金属杂质浓度, 随着制程的先进化要求越来越低。过去生产在线所使用的全反射荧光 X 射线法 (TRXRF), 虽然其优点是采用非破坏性分析法, 不过检测范围狭窄, 无法达到越来越严苛之要求; 目前全自动晶圆表面气相分解技术 (Vapor Phase Decomposition, VPD) 可大幅改善检测范围, 为目前最先进的前处理法。藉由 ICP-MS 直接分析前处理后的溶液, 可测定更低浓度的金属杂质。VPD-ICPMS 可设置在半导体制造工厂 (FAB) 内, 与处理装置连动进行全自动分析。



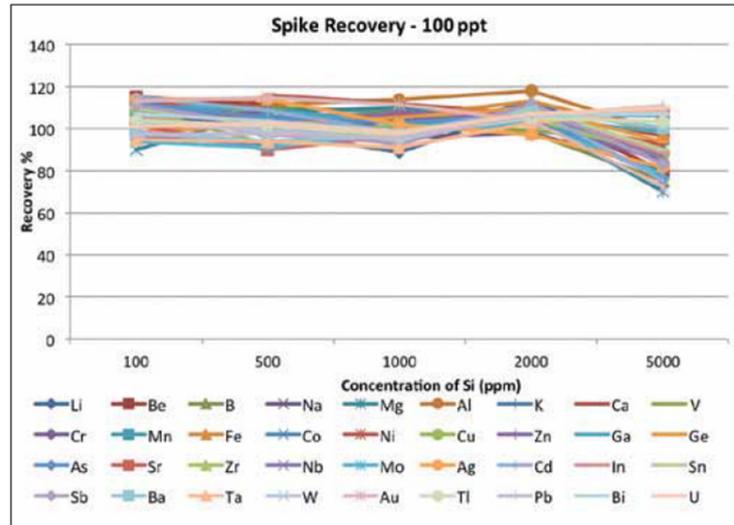
VPD-ICP-MS 系统

Elements	1st Scan	2nd Scan	3rd Scan	Total	Recovery (%)
Li	4.688	0.002	0.001	4.690	99.9
Na	7.737	0.034	0.007	7.778	99.5
Mg	6.700	0.101	0.024	6.824	98.2
Al	32.598	0.900	0.030	33.529	97.2
K	7.179	0.041	0.004	7.223	99.4
Ca	7.105	0.352	0.304	7.761	91.5
Ti	3.403	0.003	0.001	3.406	99.9
Cr	5.188	0.045	0.007	5.240	99.0
Mn	5.105	0.006	0.001	5.112	99.9
Fe	9.465	0.311	0.062	9.838	96.2
Co	3.067	0.002	0.001	3.070	99.9
Ni	5.357	0.019	0.001	5.377	99.6
Cu	2.861	0.429	0.001	3.291	86.9
Zn	4.322	0.012	0.001	4.335	99.7
Ge	3.294	0.003	0.001	3.297	99.9
As	2.865	0.004	0.001	2.869	99.8
Cd	3.293	0.001	0.001	3.295	99.9
In	3.272	0.002	0.001	3.275	99.9
Ba	2.197	0.130	0.019	2.346	93.6
Ta	3.660	0.001	0.001	3.662	99.9
W	3.712	0.036	0.001	3.749	99.0
Pb	2.791	0.053	0.003	2.847	98.0

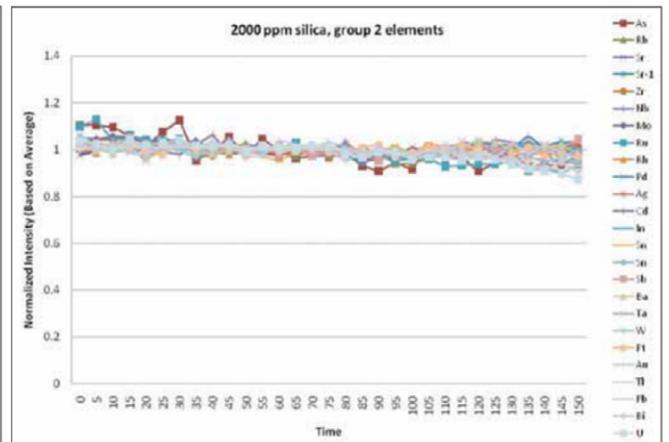
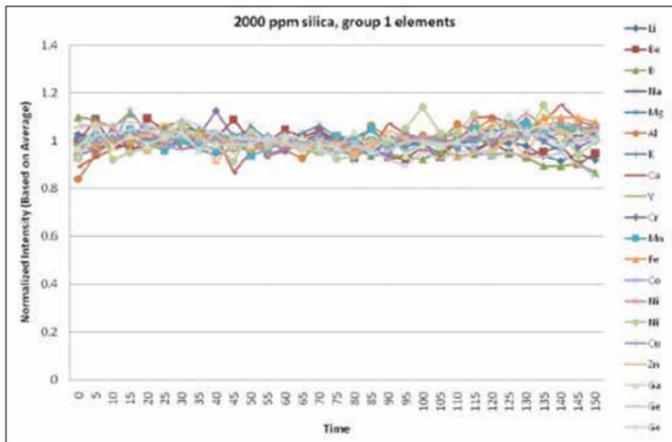
VPD-ICP-MS 测试实际样品结果及回收率

晶圆中的金属杂质分析（UCT-ICP-MS）

控制硅基半导体器件中的杂质含量是至关重要。由于硅是一种耐高温元素，在等离子体中往往会形成氧化物，尤其是在使用冷等离子体条件时更容易形成氧化物。这些硅的氧化物会沉积在锥接口的表面上，造成明显的信号漂移。NexION ICP-MS 具有使用高温等离子体条件在所有分析中大大降低这种信号漂移的能力。另外 NexION ICP-MS 通过通入纯氨气等气体，在 DRC 模式下，能够有效消除 $^{40}\text{Ar}^+$ 对 $^{40}\text{Ca}^+$ 、 $^{40}\text{Ar}^{19}\text{F}^+$ 对 $^{59}\text{Co}^+$ 、 $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}^+$ 对 $^{56}\text{Fe}^+$ 等干扰。通过调节动态带通调谐参数消除不希望生成的反应副产物。同时结合射频发生器的优势，克服了过去冷等离子体的局限，有效去除多原子离子的干扰，实现了更低的检出限以及 10 ng/L 等级的精确定量，同时表现出良好的长期稳定性。



基质耐受性：Si 基质浓度为 100ppm 到 5000ppm 样品 100ppt 加标回收



稳定性：连续进样分析多元素加标浓度为 100ppt 的硅样品溶液（硅浓度为 2000ppm）

2. Chemicals 分析

- NexION ICP-MS 测定半导体级盐酸中的金属杂质
- Avio ICP-OES 测定磷酸中的金属杂质含量

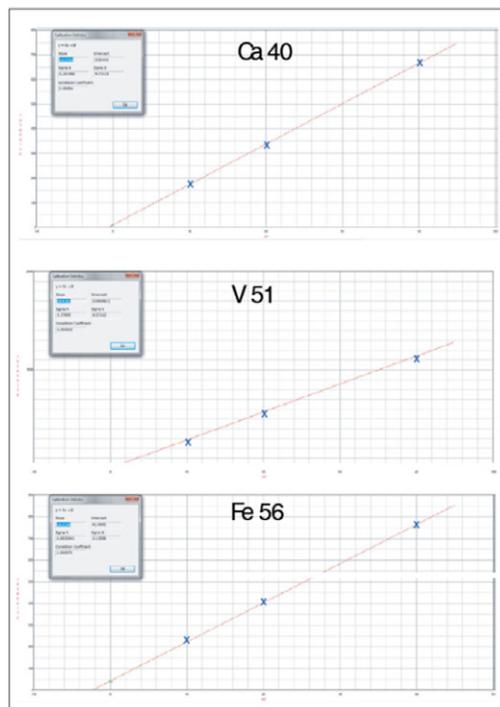
NexION ICP-MS 测定半导体级盐酸中的金属杂质

在半导体设备的生产过程中，许多流程中都要用到各种酸类试剂。其中最重要的是盐酸（HCl），其主要用途是与过氧化氢和水配制成混合物用来清洁硅晶片的表面。由于半导体设备尺寸不断缩小，其生产中使用的试剂纯度变得越来越重要，这是因为即使是少量杂质也会导致设备的失效。国际 SEMI 标准规定的是金属杂质的最大浓度（SEMI 标准 C27-07081 用于盐酸），而半导体设备的生产商对杂质浓度的要求往往更加严格，这样就给试剂供应商带来了更大的挑战。其结果是，分析仪器也必须能够对更低浓度的杂质成分精确检测。

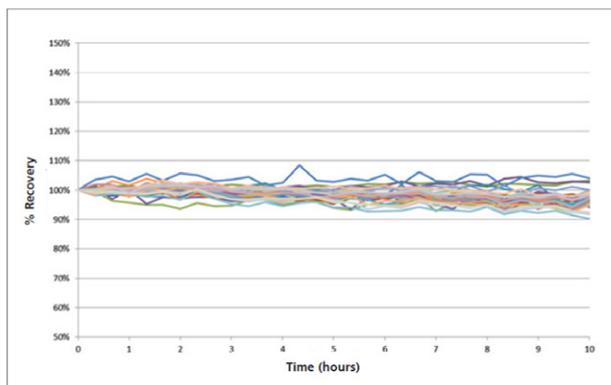
ICP-MS 具备精确测定纳克 / 升（ng/L, ppt）甚至更低浓度元素含量的能力，是最适合测量痕量及超痕量金属的技术。然而，常规的测定条件下，氫、氧、氫离子会与酸基体相结合，对待测元素产生多原子离子干扰。如，对 V⁺(51) 进行检测时去除 ClO⁺ 的干扰。虽然在常规条件下氨气与 ClO⁺ 的反应很迅速，但如果需要反应完全，使得干扰被去除干净，需要在通用池内使用 100% 纯氨气。此外，由于通用池是一个四极杆，可以调节 RPq 参数以控制化学反应，防止形成新的干扰，这在使用高活性反应性气体时非常重要。

分析物	质量	检出限 (ng/L)	BECs (ng/L)	10 ng/L 加标回收率 (%)
Li	7	0.01	0.01	99
Be	9	0.05	0.01	91
B	11	0.6	2.3	90
Na	23	0.09	0.4	99
Mg	24	0.03	0.08	99
Al	27	0.1	0.2	100
K	39	0.6	1.3	103
Ca	40	0.2	0.2	103
Ti	48	0.5	2.7	98
V	51	0.1	0.04	96
Cr	52	0.5	0.50	100
Mn	55	0.07	0.07	95
Fe	56	0.4	1.2	103
Co	59	0.1	0.02	94
Ni	60	0.2	0.3	100
Cu	63	1	2	101
Zn	64	0.7	3.3	102
Ga	71	0.09	0.06	97
Ge	74	2	0.50	92
AsO	91	1	54	99
SeO	96	1	7	103
Sr	88	0.06	0.46	92
Zr	90	1	3	108
Nb	93	0.3	1.1	95
Mo	98	0.5	1.3	92
Ru	102	0.3	0.4	90
Rh	103	0.04	0.007	95
Pd	106	0.3	0.6	91
Ag	107	0.3	0.4	91
Cd	114	0.4	0.9	95
In	115	0.3	1.6	96
Sn	118	0.9	5.5	91
Sb	121	0.6	1.3	92
Ba	138	0.1	0.5	92
Ta	181	0.04	0.02	91
W	184	0.2	0.1	90
Pt	195	1.0	15.0	97
Au	197	0.1	0.3	95
Tl	205	0.02	0.006	95
Pb	208	0.1	0.3	95
Bi	209	0.07	0.5	104
U	238	0.04	0.04	90

20% HCl 中各元素的检出限、背景等效浓度、10 ng/L 的加标回收率



20% HCl 中典型元素 ppt 水平标准曲线

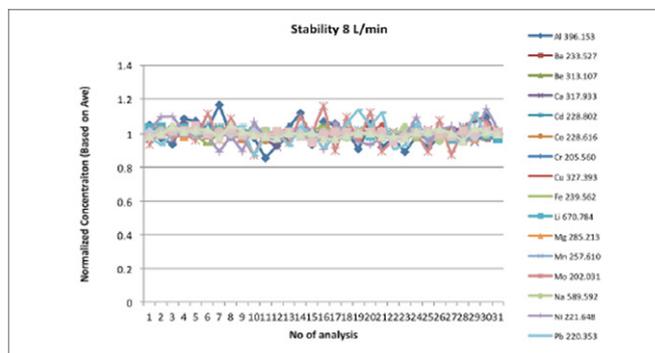


20% HCl 中加标 50 ng/L 待测元素，连续分析 10 小时的稳定性

Avio ICP-OES 测定磷酸中的杂质元素含量

在半导体制造产品，试剂的纯度一直是至关重要的污染物的存在会影响最终产品的性能。磷酸常用语各种半导体材料的生产，因此测量其微量杂质至关重要，以保证产品符合 SEMI C36-1107 Grade 3。由于其成分组成、粘度、杂质含量，Avio ICP-OES 由于其垂直炬管的高基体耐受性以及高灵敏度，十分适合此类型样品的分析。而独特的尾焰切割功能，还能保证长时间分析过程中数据的稳定性以及矩箱内部的洁净度。

Analytes and Wavelengths (nm)	Correllation Coefficients	Detection Limits (ppb)
Al 396.153	0.997	1.86
Ba 233.527	0.999	0.529
Be 313.107	0.999	0.119
Ca 317.933	0.999	0.640
Cd 228.802	0.996	0.909
Co 228.616	0.998	0.794
Cr 205.560	0.999	0.838
Cu 327.393	0.999	0.953
Fe 239.562	0.999	0.736
K 766.490	1.000	8.71
Li 670.784	0.997	0.205
Mg 285.213	0.998	0.253
Mn 257.610	0.999	0.176
Mo 202.031	0.999	1.86
Na 589.592	0.999	0.523
Ni 221.648	0.999	1.22
Pb 220.353	1.000	8.56
Sn 189.927	0.999	3.83
Ti 334.940	0.999	0.172
V 290.880	0.999	0.690
Zn 202.548	0.999	0.527



磷酸中 5 μg/L 加标 1 小时稳定性

待测元素波长、线性相关系数以及检出限

Analyte and Wavelength	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample Avg	Spike 1	Spike 2	Spike 3	Spike Avg	Recovery
Al 396.153	0.161	0.586	-0.039	0.236	5.58	5.07	6.09	5.59	107%
Ba 233.527	1.01	0.660	0.869	0.848	5.74	5.82	5.88	5.81	99.3%
Be 313.107	0.076	0.071	0.067	0.071	5.00	4.99	4.99	4.99	98.4%
Ca 317.933	0.604	0.776	0.719	0.700	5.58	5.21	5.80	5.53	96.6%
Cd 228.802	11.7	11.6	11.8	11.7	16.6	16.6	16.8	16.7	99.6%
Co 228.616	6.11	6.06	6.11	6.09	11.1	11.1	11.2	11.1	101%
Cr 205.560	5.41	5.38	5.47	5.42	10.9	10.4	10.4	10.6	103%
Cu 327.393	3.08	2.87	2.56	2.84	7.77	7.76	7.69	7.74	98.1%
Fe 239.562	1.36	1.62	1.71	1.56	6.17	6.60	6.57	6.45	97.7%
K 766.490	-9.72	-9.50	-9.24	-9.49	-4.14	-3.67	-3.98	-3.93	111%
Li 670.784	1.31	1.25	1.16	1.24	6.15	6.10	6.11	6.12	97.6%
Mg 285.213	-0.071	0.069	-0.013	-0.005	5.06	5.11	5.14	5.10	102%
Mn 257.610	0.581	0.591	0.602	0.591	5.53	5.49	5.51	5.51	98.4%
Mo 202.031	-1.39	-1.68	-1.56	-1.54	4.11	3.61	4.03	3.92	109%
Na 589.592	0.424	0.590	0.498	0.504	5.49	5.46	5.44	5.46	99.2%
Ni 221.648	-1.41	-1.06	-1.11	-1.19	3.71	3.63	3.86	3.74	98.5%
Pb 220.353	21.0	21.3	23.1	21.8	26.2	25.9	26.8	26.3	89.5%
Sn 189.927	-0.667	0.175	-0.088	-0.193	4.66	4.20	4.49	4.45	92.9%
Ti 334.940	0.276	0.354	0.292	0.307	5.26	5.28	5.30	5.28	99.4%
V 292.402	0.218	0.008	0.124	0.117	5.08	5.18	5.04	5.10	99.6%
Zn 202.548	-0.695	-0.806	-0.605	-0.702	4.33	4.129	4.20	4.22	98.4%

样品重复性以及 5 μg/L 加标回收率

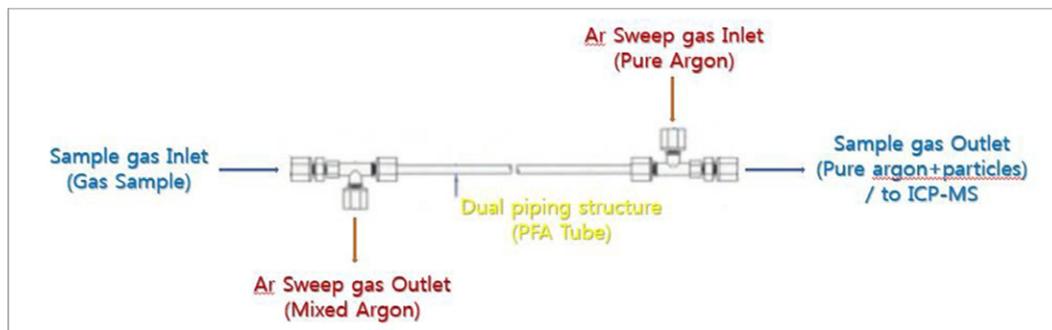
3. Gas 分析

■ 电子特气直接进样分析技术 (GDI-ICP-MS)

电子特气直接进样分析技术 (GDI-ICP-MS)

一般来说，半导体所使用的特殊气体分析有两种方法：使用酸溶液或纯水对气体进行吸收，然后导入 ICP-MS 进行分析；另一种是使用滤膜对气体中颗粒物进行收集，然后对滤膜消解后上机。两种办法均有其限制性。

GDI-ICPMS 系统可以将气体直接导入到 ICP 等离子中进行激发，避免了额外的前处理步骤，具有方便，高效，不容易受污染等特点。



GDI-ICPMS System 气体直接进样技术

unit:pg/L (gas)											
Gas Sample	Na	Mg	Al	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni
CO2	0.3	0.1	0.1	1.9	20.1	0.2	0.0	0.0	0.1	2.1	3.8
N2	1.2	0.2	0.2	0.9	3.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	1.0
CO	0.9	0.2	0.2	1.0	3.0	0.2	0.0	19.6	5.2	S	18260
N2O	0.3	0.1	0.3	5.5	20.3	0.1	0.0	0.1	0.3	68.5	6.1
O2	0.3	0.1	0.2	1.7	18.3	0.0	0.0	0.0	0.2	27.3	3.8
NF3	0.5	0.1	0.5	3.1	21.2	0.0	0.0	0.1	0.6	1.3	5.9
Kr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	1.2
C2H4	0.7	0.1	0.7	3.1	13.3	0.0	0.0	0.1	0.7	8.7	6.5
CH3F	1.0	0.1	0.7	3.5	14.4	0.0	0.0	0.2	0.7	2.2	6.4
NH3 10%	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.2	0.6
Gas Sample	Co	Cu	Zn	As	Mo	Ag	CD	Ba	W	Pb	Remarks
CO2	0.1	18.8	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	5N
N2	0.1	4.8	29.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	6N
CO	4.7	5.8	1.7	0.0	333	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2	4N
N2O	0.2	27.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	5N
O2	0.1	20.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	6N
NF3	0.1	42.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	5N
Kr	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	6N
C2H4	0.1	45.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	4N
CH3F	0.1	55.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	4N
NH3 10%	0.0	3.4	0.0	0.1 ^o	0.1 ^o	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	Ar

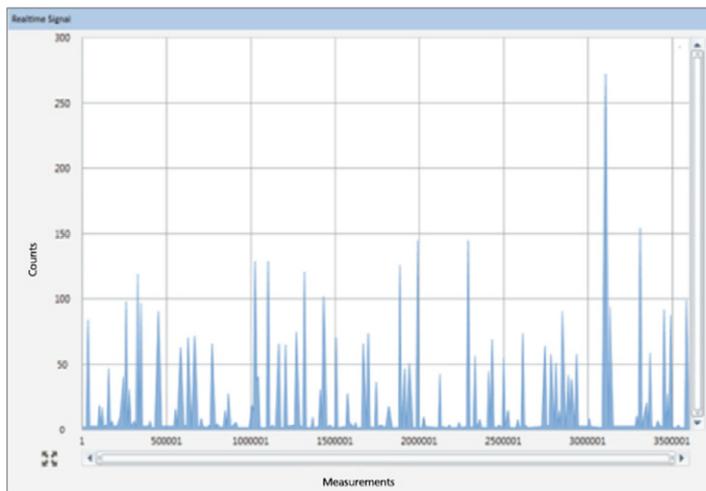
GDI-ICPMS 直接定量分析气体中金属杂质

4. Nano-particle 分析

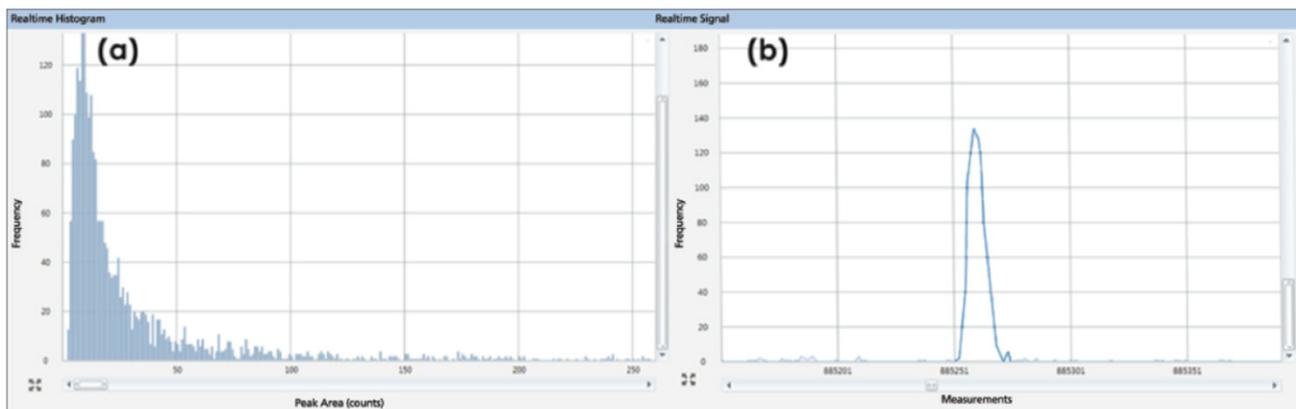
■ 半导体有机试剂中纳米颗粒分析 (Single particle-ICP-MS)

半导体有机试剂中纳米颗粒的分析 (Single particle-ICP-MS)

单颗粒 (Single particle) ICP-MS 技术已成为纳米颗粒分析的一种常规手段, 采用不同的进样系统, 能在 100-1000 颗粒数每毫升的极低浓度下对纳米颗粒进行检测、计数和表征。除了颗粒信息, 单颗粒 ICP-MS 还可以在未经前级分离的情况下检测溶解态元素浓度。众所周知, 铁离子 (56Fe^+) 受到等离子体引起的 $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}^+$ 的严重干扰。利用氨气作反应气的动态反应池技术是消除 $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}^+$ 对铁离子最高丰度同位素干扰 56Fe^+ 最有效的途径, 且只有对 $^{56}\text{Fe}^+$ 的分析才能获得含铁纳米颗粒分析最低的检出限。



90% 环己烷 /10% 丙二醇甲醚混合液测定图谱, 有含铁纳米颗粒检出



TMAH 中含铁纳米颗粒结果图谱: (a)、粒径分布; (b)、单个含铁纳米颗粒实时信号

Sample	Most Frequent Size (nm)	Particle Conc. (particles/mL)	Dissolved Intensity (counts)
1	27.6	43809	0.11
2	26.6	43253	0.08
3	26.9	42617	0.08
Average	27.0	43226	0.09
Std. Dev.	0.513	596	0.02
RSD	1.90%	1.38%	19.2%

TMAH 中含铁纳米颗粒粒径和浓度

Sample	Mean Size (nm)	Particle Conc. (part/mL)	Mass of individual $\text{Fe}(\text{OH})_2$ particle (g)	Fe Concentration (ppt)
1	41.6	43809	1.28E-16	3.92
2	41.0	43253	1.23E-16	3.71
3	40.0	42617	1.14E-16	3.40
Average	40.9	43226	0.00	3.68
Std. Dev.	0.80	596	7.09E-18	0.262
RSD	1.98%	1.38%	5.83%	7.11%

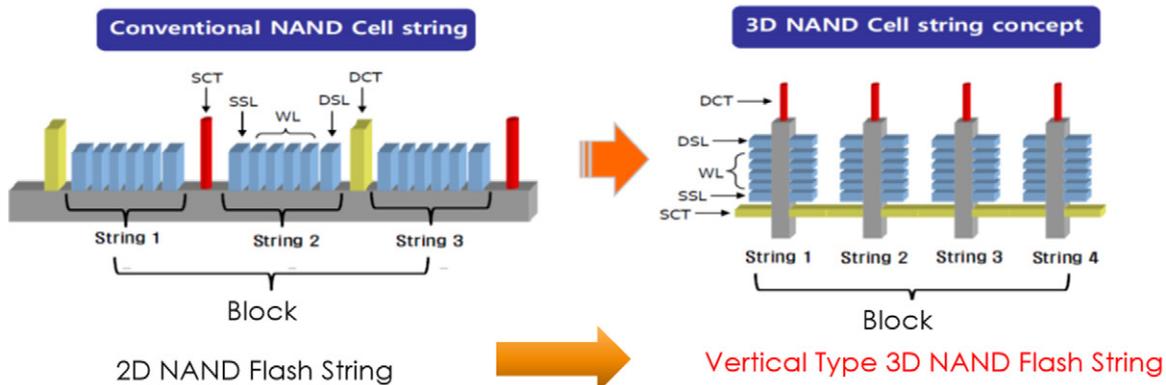
由 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 到总铁的质量换算

5. On-line 分析

■ On-line ICP-OES 在线监控磷酸中的硅含量

On-line ICP-OES 在线监控磷酸中的硅含量

在最新的立式 3D NAND 闪存的生产工艺中，需要使用磷酸进行湿法刻蚀，而这种特殊的，高选择性氮化的磷酸中硅含量至关重要。在生产过程中，必须监控磷酸中硅的含量以控制工艺质量。当磷酸中硅含量发生改变时，必须排空并更换磷酸。而此中高选择性磷酸的价格非常昂贵。而 Avio500 紧凑的体积非常适合空间有限的 Fab 厂；垂直炬管配合独特的切割尾焰技术，不需要任何维护也能获得最佳的数据稳定性。



PerkinElmer 半导体行业有机物检测方案

针对半导体行业对高纯试剂，原料等纯度和杂质检测以及对良品率有直接关联的洁净室中有机污染物（AMC）监控的需求，Perkinelmer 公司提供全套解决方案。

自 1955 年 Perkinelmer 公司发明第一台商业化气相色谱仪以来，Perkinelmer 公司在有机化合物检测上不断推动技术进步，并先后发明了实用化的气质联用技术以及可实现离线和在线空气监测的热脱附技术。Perkinelmer 公司完整的产品线和数十年的应用经验，为半导体行业的有机物检测提供了更灵敏，更稳定的解决方案，并赢得了行业内客户的青睐，如 TSMC, PSC, LEADCORE, SAMSUNG 等都是 Perkinelmer 公司的合作客户。



热脱附 - 气相色谱 / 质谱

热脱附仪可实现洁净室或生产区域内空气的在线或离线采集进样，并检测出极低浓度 (< ppb) 的有机污染物。

气相色谱 / 质谱与热脱附联用，可安装于固定控制中心或采用移动式设计，实现采样管或采样罐采样离线分析区域内空气有机污染物，并可实现多监控位点的实时在线自动监测。



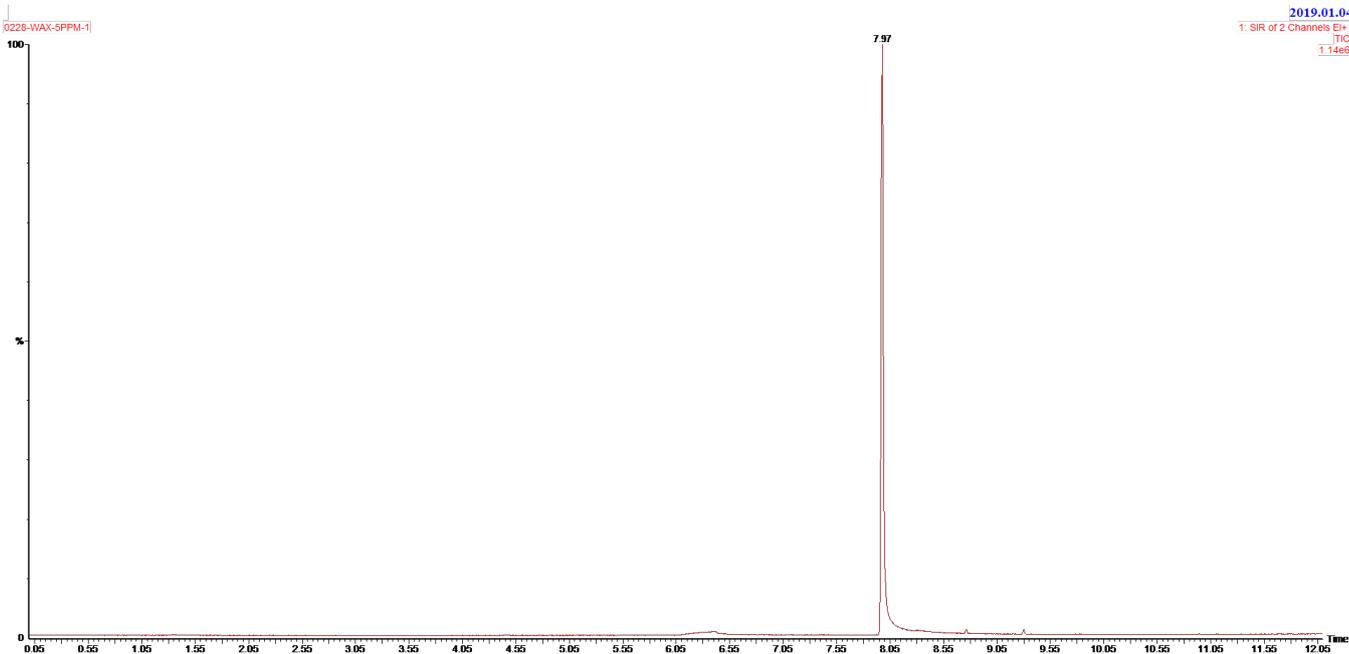
气相色谱 / 质谱联用

气相色谱采用高灵敏度，免维护的氢火焰离子化检测器（FID）和高分离度的专用色谱柱，为实时在线有机污染物的监控提供准确稳定的数据。

质谱仪作为气相色谱的多功能检测器，具有高灵敏度和准确性功能，可用于原料，试剂等的组成和杂质的定性定量分析。PerkinElmer 公司的气相色谱质谱联用仪，具有最快的抽真空稳定时间和最简单的操作维护，为半导体行业提供适应多场景和多种类样品的检测能力



洁净室有机污染物监测（AMC）系统



AMC 标准谱图

File Name	Date of Injection	Time of Injection	Time [min]	Acetone		Time [min]	IPA		Time [min]	Benzene		Time [min]	Toluene	
				Area [μV·s]	CONC. ppb(Toluene)									
0728-sample_001.rst	7/28/2016	8:23:08 PM	10.31	8.8e+04	5.86	10.98	4.2e+04	2.73	19.38	1.4e+05	9.17	25.03	1.6e+05	10.28
0728-sample_002.rst	7/28/2016	9:33:44 PM	10.31	8.7e+04	5.58	10.99	4.2e+04	2.71	19.38	1.4e+05	9.14	25.03	1.6e+05	10.28
0728-sample_003.rst	7/28/2016	10:44:20 PM	10.31	8.8e+04	5.66	10.99	4.2e+04	2.70	19.38	1.4e+05	9.11	25.04	1.6e+05	10.22
0728-sample_004.rst	7/28/2016	11:54:58 PM	10.31	8.6e+04	5.56	11.00	4.2e+04	2.72	19.38	1.4e+05	9.09	25.03	1.6e+05	10.22
0728-sample_005.rst	7/29/2016	1:05:35 AM	10.31	8.4e+04	5.43	10.99	4.2e+04	2.69	19.38	1.4e+05	9.02	25.03	1.6e+05	10.11
0728-sample_006.rst	7/29/2016	2:16:11 AM	10.31	8.8e+04	5.65	10.99	4.2e+04	2.71	19.38	1.4e+05	8.99	25.04	1.6e+05	10.08
0728-sample_007.rst	7/29/2016	3:26:49 AM	10.31	8.6e+04	5.51	10.99	4.2e+04	2.67	19.38	1.4e+05	8.89	25.03	1.6e+05	9.97
0728-sample_008.rst	7/29/2016	4:37:26 AM	10.31	8.5e+04	5.44	10.99	4.2e+04	2.69	19.38	1.4e+05	8.95	25.03	1.6e+05	10.05
Averages			10.31	8.6e+04	5.56	10.99	4.2e+04	2.70	19.38	1.4e+05	9.04	25.03	1.6e+05	10.15
%RSD			0.02	1.71	1.71	0.03	0.71	0.71	0.02	1.09	1.09	0.02	1.07	1.07

File Name	Date of Injection	Time of Injection	Time [min]	EB		Time [min]	m,p-Xylene		Time [min]	o-Xylene		Time [min]	Styrene	
				Area [μV·s]	CONC. ppb(Toluene)									
0728-sample_001.rst	7/28/2016	8:23:08 PM	29.32	1.8e+05	11.54	29.70	3.5e+05	22.27	30.79	1.7e+05	10.97	30.85	1.6e+05	10.14
0728-sample_002.rst	7/28/2016	9:33:44 PM	29.32	1.8e+05	11.56	29.71	3.5e+05	22.32	30.79	1.7e+05	10.95	30.85	1.6e+05	10.23
0728-sample_003.rst	7/28/2016	10:44:20 PM	29.33	1.8e+05	11.50	29.72	3.4e+05	22.18	30.80	1.7e+05	10.96	30.86	1.6e+05	10.09
0728-sample_004.rst	7/28/2016	11:54:58 PM	29.32	1.8e+05	11.48	29.71	3.4e+05	22.14	30.79	1.7e+05	10.80	30.85	1.6e+05	10.22
0728-sample_005.rst	7/29/2016	1:05:35 AM	29.32	1.8e+05	11.36	29.71	3.4e+05	21.91	30.79	1.7e+05	10.79	30.85	1.5e+05	9.95
0728-sample_006.rst	7/29/2016	2:16:11 AM	29.33	1.8e+05	11.30	29.71	3.4e+05	21.83	30.80	1.7e+05	10.77	30.86	1.5e+05	9.98
0728-sample_007.rst	7/29/2016	3:26:49 AM	29.32	1.7e+05	11.22	29.71	3.4e+05	21.66	30.79	1.7e+05	10.67	30.85	1.5e+05	9.88
0728-sample_008.rst	7/29/2016	4:37:26 AM	29.32	1.8e+05	11.29	29.69	3.4e+05	21.79	30.79	1.7e+05	10.80	30.85	1.5e+05	9.88
Averages			29.32	1.8e+05	11.41	29.71	3.4e+05	22.01	30.79	1.7e+05	10.84	30.85	1.6e+05	10.04
%RSD			0.01	1.11	1.11	0.02	1.12	1.12	0.01	1.01	1.01	0.01	1.47	1.47

AMC 实时自动监测系统的稳定性数据，重现性 <2%

PerkinElmer 半导体行业材料组份检测方案

红外光谱仪测试电路板胶水固化率



图 1. Spectrum Two 傅里叶变换红外光谱仪

- Optics Guard 技术，无惧潮湿环境
- DynaScan 干涉仪技术，最高级别的稳定性
- Atmospheric Vapor Compensation 技术，实时扣除空气背景中 H₂O 和 CO₂ 干扰，确保数据可靠

UV 胶固化过程会存在光固化及热固化过程，光固化过程为活性丙烯酸基团聚合反应，而热固化过程为环氧基团聚合反应。两种活性基团反应量越多，固化程度越彻底。固化程度不仅影响到阻焊性能，同时影响到后续工序的制作难度，故对电路板固化率的了解和控制非常重要。利用红外光谱仪测试反应前后活性基团特征吸收峰的变化来计算固化程度，操作简单，快速方便。依据环氧基团特征吸收峰比例变化来判断热固化率程度，依据丙烯酸基特征吸收峰比例变化来判断光固化率程度。

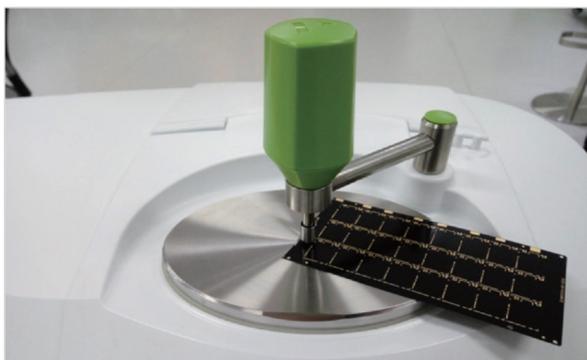


图 2. 使用金刚石 ATR 测试电路板

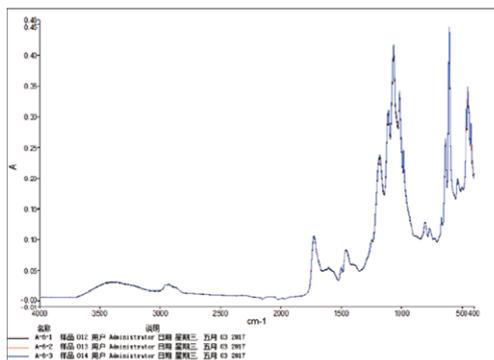


图 3. 同一样品三个不同位置光谱

表 1. 固化率计算参数

基团	吸收峰波长 (范围)	峰值	原料	固化后样品
环氧基 (热固化)	931-915cm ⁻¹	925 cm ⁻¹	A ₀	A ₁
丙烯酸基 (光固化)	1422-1392 cm ⁻¹	1407 cm ⁻¹	B ₀	B ₁
基准点 (填料部分)	625-572 cm ⁻¹	608 cm ⁻¹	C ₀	C ₁

表 2. 样品固化率测试结果

光固化率 (%)		热固化率 (%)	
3 次测试值	平均值	3 次测试值	平均值
99.6	99.5	97.8	97.7
99.3		97.5	
99.6		97.7	

红外显微镜测试电路板污染物



图 1. Spotlight200i 全自动红外显微镜

- 分体式设计，最佳的常规和显微红外功能
- 自动聚焦，自动照明，3D 自动样品台，轻松完成操作
- 垂直式 ATR 晶体，坚固耐用，压力连续可调，应对各种样品

电路板上的污染物会导致产品质量问题，严重时甚至会发生短路。对电路板上的污染物的检查，非常重要。红外显微镜，可以检测、分析和鉴别小到几微米的样品，是电路板上的微观污染物检查的有效手段。测试时，污染物无需剥离出来，可使用显微 ATR 的方式，直接测试。

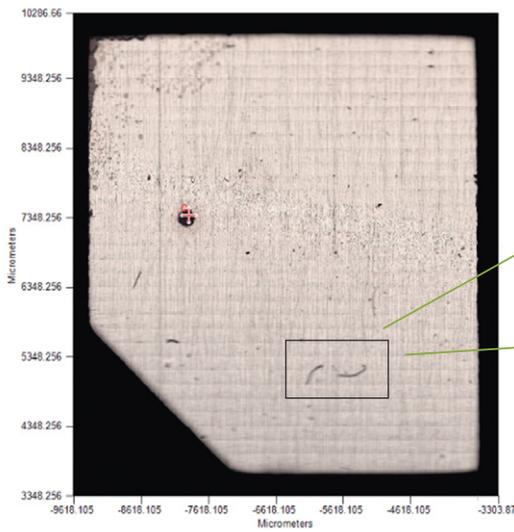


图 2. 红外显微镜下电路板上发现自动检测到两个纤维状污染物

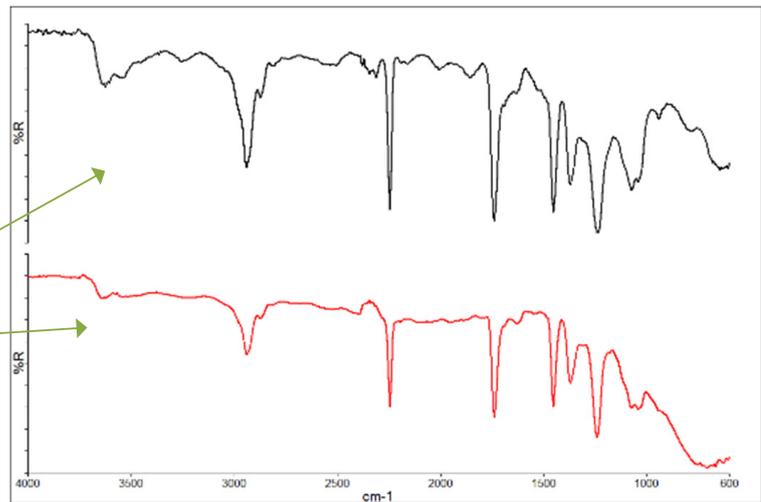


图 3. 两个污染物的显微 ATR 谱图。利用谱图对比，上图确认为丙烯腈 - 甲基丙烯酸丁酯共聚物；通过混合物检索功能发现，下图还有氧化锡存在。

热机械分析仪测试热膨胀系数



图 1. TMA4000 热机械分析仪

- 受控制的温度，高灵敏度的位置传感器提供了最大的灵敏度
- 悬浮阻尼探头将环境噪音的误差降到最低，且保护了石英附件
- 高外形的炉子牢固并使得温度梯度的减小
- 为常规标准化测试设计的软件

电子元件、基板、焊料等材料的热膨胀系数（CTE）的匹配对电路板的可靠性有着重要影响。封装器件的主要破坏原因之一是各构件材料热膨胀系数不匹配而引起的热应力问题。热机械分析（TMA）长期以来应用于测量电路板、电子元件和连接材料的 CTE。

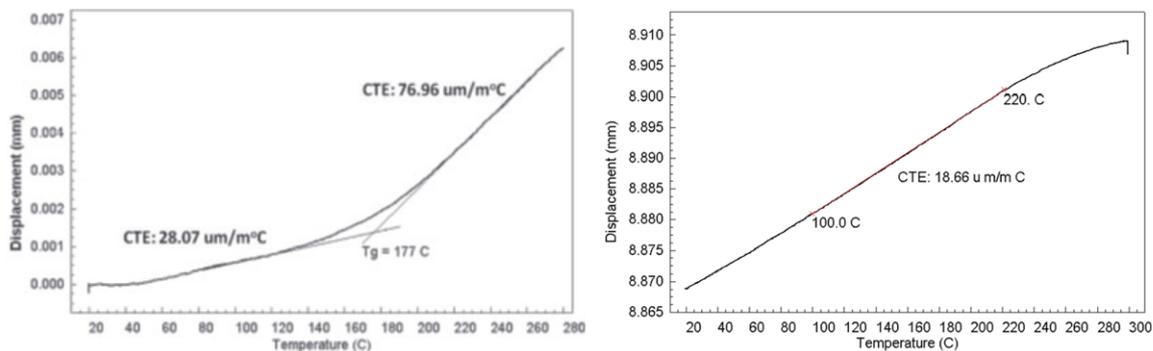


图 2. 左图是 PC 板 Z 轴方向的热膨胀测试结果，玻璃化温度 T_g 在 177 $^\circ\text{C}$ ， T_g 前后的 CTE 差别很大。右图是 PC 板 XY 轴方向的热膨胀测试结果，没有明显的 T_g ，表明玻璃纤维填料（同样还有涂层）抑制线路板膨胀卓有成效。

差示扫描量热法测量基板固化程度



图 1. DSC8000 功率补偿型差示扫描量热仪

- 功率补偿型设计，直接量测热量，量热精度最高
- 小炉体设计，控温精准快速，灵敏度最高
- 可实现严格的等温结晶，等温固化及氧化诱导期的操作

在制造印刷电路板或覆晶封装的过程中，环氧基体固化和环氧基材料的尺寸特性十分关键。必须确保环氧材料达到足够高的固化度，以确保良好的稳固性。DSC 用于确定环氧树脂或 PCB 所达到固化程度，可使用玻璃化转变温度 T_g 和剩余固化热两种方式。

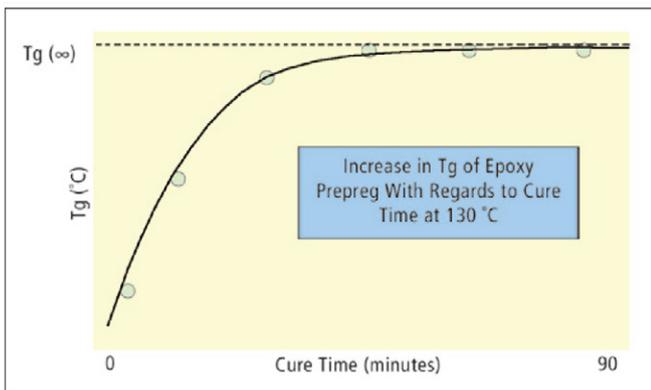


图 2. 环氧树脂的 T_g 随固化程度升高。玻璃化温度数值达到一个平台期，即 $T_g(\infty)$ ，表明交联反应接近完成。

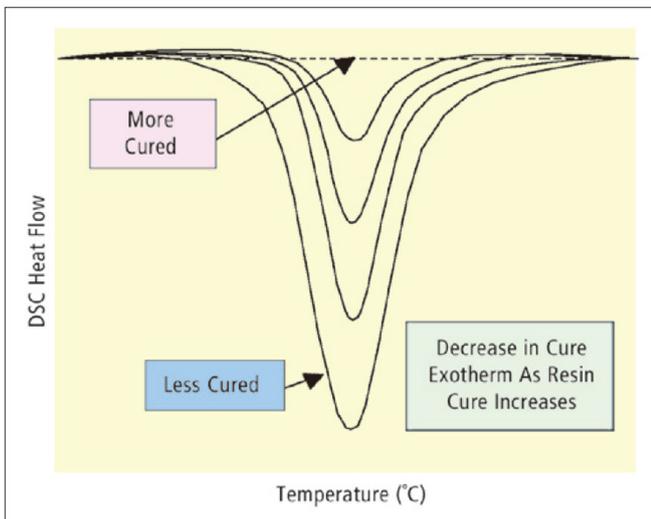


图 3. DSC 曲线显示，环氧树脂的固化放热峰值随着固化程度的增加而减小。当固化程度较高时，就无法再检测到放热峰了。

热重分析仪测试基板成分浓度

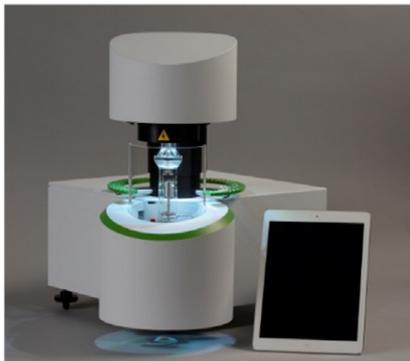


图 1. TGA8000 热重分析仪

- 低质量炉体，精确控温，线性升温速率范围 $0.1^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 至 $500^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 。
- 高灵敏度超微天平，称重精度最高，可达 0.001% 。
- 高精度气体质量流量控制模块
- 独特的色彩实时标记功能可以直观的提示操作人员

热重分析 (TGA) 用于测量加热或等温条件下样品重量的损失和分解温度。为了控制和 / 或降低 PCB 或密封剂的膨胀率，会在环氧树脂中加入玻璃纤维或硅石等惰性材料。必须知道半固化片或复合物中环氧和填料的浓度，因为这些成分信息对材料的最后用途特性有重大影响。

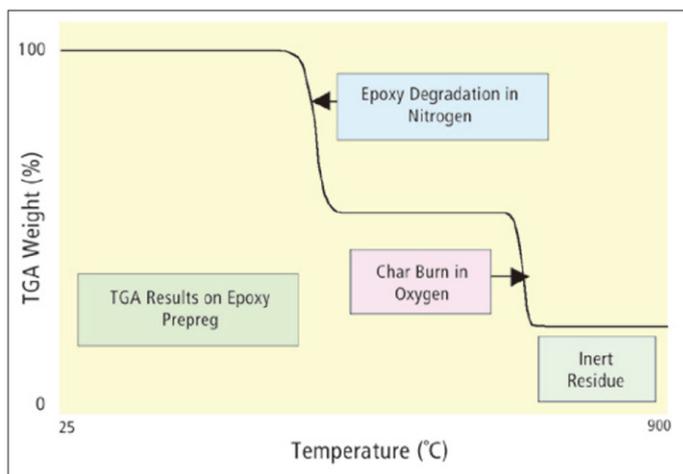


图 2. 一种用以生产印刷电路板的环氧 - 玻璃纤维半固化片材料的 TGA 结果。样品在氮气中加热到 700°C ，然后在氧气中燃尽任何碳焦，以留下残余的惰性材料（玻璃纤维）。得出总环氧含量（在氮气和氧气中的重量损失）为 67.0% ，而惰性玻璃纤维残留含量为 33.0% 。环氧降解的起始温度表明了其热稳定性。一般而言分解温度越高，则稳定性越高。

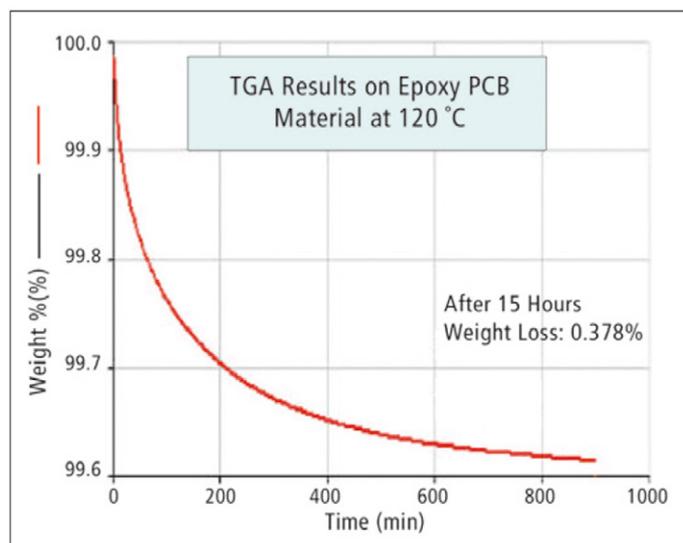


图 3. 在固化过程中，要求挥发份损失较低，以减少 PCB 和密封剂中空洞的发生。图中结果表示 120°C 下，处于等温条件下的一种环氧树脂的 TGA 质量损失仅为其质量的 0.367% 。产生的挥发份少，表明树脂在加工过程中不容易产生空洞。

PerkinElmer 半导体行业典型用户



珀金埃尔默企业管理（上海）有限公司
地址：上海张江高科技园区张衡路1670号
邮编：201203
电话：021-60645888
传真：021-60645999
www.perkinelmer.com.cn

要获取我们全球办公室的完整列表，请访问 www.perkinelmer.com/ContactUs

©2019, PerkinElmer, Inc. 版权所有。保留所有权利。PerkinElmer® 是 PerkinElmer, Inc. 的注册商标。所有其他商标均为其各自所有者的财产。所有解释权归PerkinElmer。



欲了解更多信息，
请扫描二维码关注我们的
微信公众账号