

团 体 标 准

原子层镀膜设备

编 制 说 明

《原子层镀膜设备》小组

二〇二四年九月

目 录

一、工作简况	1
二、标准编制原则和主要内容	3
三、主要试验和情况分析	14
四、标准中涉及专利的情况	14
五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况	14
六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	14
七、重大意见分歧的处理依据和结果	14
八、标准性质的建议说明	15
九、贯彻标准的要求和措施建议	15
十、废止现行相关标准的建议	15
十一、其他应予说明的事项	15

《原子层镀膜设备》团体标准

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

随着微电子、光学、生物医学等领域的快速发展，对材料表面高精度、高均匀性、无孔隙的薄膜制备技术提出了更高要求。ALD 技术以其高精度控制、均匀性覆盖和无孔隙等特点，在这些领域展现出了巨大的应用潜力。此外，随着全球对高性能材料需求的不断增长，以及新能源、柔性电子等新兴产业的崛起，ALD 技术更是迎来了前所未有的发展机遇。因此，开展原子层镀膜设备标准的研制，不仅符合技术发展的趋势，也是满足市场需求、推动产业升级的重要举措。尽管原子层镀膜设备项目具有显著的优势和广阔的市场前景，但在项目实施过程中仍面临一些挑战和问题，如技术门槛高是制约项目进展的关键因素之一，ALD 技术的实施需要高度精密的设备和复杂的工艺流程，对设备的稳定性和精确性要求极高。

原子层镀膜设备项目的实施具有深远的意义。首先，项目将推动 ALD 技术的进一步发展和应用，提升我国在该领域的技术水平和国际竞争力。通过自主研发和制造高性能的原子层镀膜设备，可以满足市场对高精度薄膜制备技术的需求，推动相关产业的升级和发展。其次，项目将促进企业的技术创新和转型升级。原子层镀膜设备项目的实施将促使企业加大研发投入，提升技术创新能力，进而推动企业的转型升级和可持续发展。同时，项目的成功实施还将带动相关产业链的发展，形成产业集群效应，推动区域经济的增长。最后，项目将产生显著的社会效益。通过提高产品质量和附加值，原子层镀膜设备项目的实施将为企业带来

可观的经济回报，同时促进环保和可持续发展，为社会创造更多的就业机会和税收贡献。

（二）编制过程

为使本标准在镀膜设备市场管理工作中起到规范信息化管理作用，标准起草工作组力求科学性、可操作性，以科学、谨慎的态度，在对我我国现有镀膜设备市场相关管理体系文件、模式基础上，经过综合分析、充分验证资料、反复讨论研究和修改，最终确定了本标准的主要内容。

标准起草工作组在标准起草期间主要开展工作情况如下：

1、项目立项及理论研究阶段

标准起草组成立伊始就对国内外镀膜设备相关情况进行了深入的调查研究，同时广泛搜集相关标准和国外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，确定了镀膜设备市场标准化管理中现存问题，结合现有产品实际应用经验，为标准起草奠定了基础。

标准起草组进一步研究了镀膜设备需要具备的特殊条件，明确了技术要求和指标，为标准的具体起草指明了方向。

2、标准起草阶段

在理论研究基础上，起草组在标准编制过程中充分借鉴已有的理论研究和实践成果，基于我国市场行情，经过数次修订，形成了《原子层镀膜设备》标准草案。

3、标准征求意见阶段

形成标准草案之后，起草组召开了多次专家研讨会，从标准框架、标准起草等角度广泛征求多方意见，从理论完善和实践应用多方面提升标准的适用性和实用性。经过理论研究和方法验证，起草组形成了《原

子层镀膜设备》（征求意见稿）。

（三）主要起草单位及起草人所做的工作

1、主要起草单位

协会、企业等多家单位的专家成立了规范起草小组，开展标准的编制工作。

经工作组的不懈努力，在 2024 年 9 月，完成了标准征求意见稿的编写工作。

2、起草人所做工作

广泛收集相关资料。在广泛调研、查阅和研究国际标准、国家标准、行业标准的基础之上，形成本标准草案稿。

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制原则

本标准依据相关行业标准，标准编制遵循“前瞻性、实用性、统一性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，本标准严格按照《标准化工作指南》和 GB/T 1.1《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》的要求进行编制。标准文本的编排采用中国标准编写模板 TCS 2009 版进行排版，确保标准文本的规范性。

（二）标准主要技术内容

本标准报批稿包括 8 个部分，主要内容如下：

1 范围

本文件规定了原子层镀膜设备的术语和定义、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存内容。

本文件适用于原子层镀膜设备。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1958 产品几何技术规范（GPS）几何公差 检测与验证

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 24468 半导体设备可靠性、可用性和维修性（RAM）的定义和测量规范

IEC 60204-33 机械电气安全 机械电气设备 第 33 部分：半导体设备技术条件（Safety of machinery
– Electrical equipment of machines - Part 33 : Requirements for semiconductor fabrication equipment, IDT）

IEC 60364-4-41 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护（Low-voltage electrical installations Part 4-41 : Protection for safety - Protection against electric shock）

IEC 60364-4-43 低压电气装置 第4-43部分：安全防护 过电流保护（Low-voltage electrical installations - Part 4-43 : Protection for safety - Protection

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

原子层镀膜设备 atomic layer deposition equipment

是一种精密的制造工具，它利用气相前驱体脉冲的交替通入，在真空或惰性气体环境中，使前驱体在沉积基体表面依次发生化学吸附与反应，逐层构建出高质量、超薄且均匀的沉积膜。

4 基本参数

产品基本参数见表1。

表 1 基本参数

序号	项目	要求
1	基材尺寸/mm	100×100、200×200、300×300、450×650、550×650、650×1200、1000×2000、1200×2400等
2	基材厚度/mm	0.01~100
3	膜厚均匀性	≤5%
4	片间膜厚稳定性	≤2%
5	腔体材质	SUS310S/A6061或更高等级材料
6	腔室温度/℃	≤400，控温精度±2.5、显示精度0.1
7	管路温度/℃	≤200，控温精度±2.0、显示精度0.1
8	源瓶温度/℃	≤200，控温精度±2.0、显示精度0.1
9	热阱温度/℃	≤400

序号	项目	要求
10	极限真空/Pa	1.0×10^{-2}
11	工艺真空/Pa	3~5
12	冷却方式	水冷（超纯水）
13	标配源的数量	五路源（可定制）
14	特殊气体	臭氧、氮气、氧气、水汽

5 技术要求

5.1 工作条件

原子层镀膜设备工作条件应符合以下要求：

- 环境温度：20 °C~28 °C；
- 相对湿度：20%~55%；
- 冷却水进水温度：≤25 °C；
- 冷却水质：超纯水。

5.2 基本要求

5.2.1 原子层镀膜设备应按规定程序批准的图样和技术文件制造。

5.2.2 原子层镀膜设备所用原材料和配套的外购外协件应提供制造商的产品合格证明或质量保证书。

5.2.3 原子层镀膜设备所用压缩空气、液氮、冷热水等压力、温度、消耗量应在产品使用说明书中写明。

5.2.4 原子层镀膜设备周围环境整洁，空气清洁，不应有可引起电器及其他金属件表面腐蚀或引起金属间导电的尘埃或气体存在。

5.3 外观质量

5.3.1 原子层镀膜设备应外形端正，整体采用封闭框架结构，无外露机构。

5.3.2 原子层镀膜设备外表面应平整光洁、色泽均匀，部件的表面应清洁、无锈蚀、无毛刺、无锋棱，不应有明显的划痕、凸起、凹陷、粗糙不平等缺陷。

5.3.3 原子层镀膜设备表面喷塑层应平整光洁，不应有气泡、露底、龟裂等缺陷。

5.3.4 金属构件应进行防锈处理，喷涂或油漆件应平整光亮，色泽均匀，漆层牢固，其表面应无明显流漆、斑痕、皱纹和剥落等缺陷。

5.3.5 所有焊接件的焊接表面应清渣，焊缝应均匀、牢固，不应有脱焊、漏焊、烧穿、夹渣、气孔等缺陷。

5.3.6 镀件、发蓝件和发黑件等色调应一致，保护层不应有脱落现象。

5.3.7 外表面上各种文字、图形、数字等应清晰、准确。

5.4 结构要求

5.4.1 原子层镀膜设备工作应平稳，无冲击、间歇现象。

5.4.2 各部件应连接紧密，紧固件应安装牢固，各控制开关、调节装置应灵活、可靠，无阻滞现象。

5.4.3 正常工作时应有明显的指示，出现故障时应有易于用户识别的报警提示。

5.4.4 原子层镀膜设备应装、拆、卸、调整和维修方便。

5.5 功能要求

原子层镀膜设备应具备以下功能：

——参数设置、数据调取、数据自动备份；

——支持功能扩展和兼容性功能；

- 多工步菜单、实时图形显示、多级别密码进入、数据记录以及参数实时监控；
- 故障监控、报警；
- 全自动控制；
- 手动/自动操作；
- 断电后保存数据；
- 输入/输出接口兼容；
- 交互控制。

5.6 尺寸偏差

原子层镀膜设备尺寸偏差应控制在 $\pm 5\text{ mm}$ 范围内。

5.7 安全要求

5.7.1 机械安全

5.7.1.1 腔门盖应配有防止腔门断电时滑落的挡板。

5.7.1.2 整机外壳应配有安全门及安全防护罩，无外露零部件。

5.7.1.3 设备配有安全保护装置，应有明显的安全警示标志，报警和故障有声光指示。

5.7.1.4 密封式反应源柜应采用阻燃材料制作，配有抽气通道、气体探测器和烟雾报警器。

5.7.1.5 所有工艺气动阀门紧急制动情况下应处于常闭状态，任何气体不应外漏。

5.7.2 电气安全

电气安全应符合IEC 60204-33的规定，并满足以下要求：

- 主机系统及机械传输系统配有紧急制动按钮；

- 保护联结电路连续性：接地端子与易接触的导电部分的接地电阻 $\leq 0.5\ \Omega$ ；
- 绝缘电阻：动力电路和保护联结电路间的绝缘电阻 $\geq 1\ \text{M}\Omega$ ；
- 耐压试验：在动力电路导线和保护联结电路之间，施加 50 Hz、1 000 V、时间 1 s 的耐压试验条件后，不应出现击穿放电现象；
- 电气控制柜应有可靠的接地装置和明显的接地标记；
- 设备应具有在线、实时安全报警系统和安全互锁，自带声光报警。

5.8 噪声

正常工作条件下，原子层镀膜设备运行噪声应 $\leq 75\ \text{dB (A)}$ 。

6 试验方法

6.1 试验条件

- 6.1.1 除特殊的试验条件要求，工作条件应符合 5.1 的要求。
- 6.1.2 试验场地应宽敞，具备必要的电源和防火设施。
- 6.1.3 试验用仪器设备应满足以下要求：
 - 试验用仪器设备应在检定周期内；
 - 试验所用的仪器设备量程、准确度应与所测项目相适应；
 - 试验开始前应对所用仪器设备的技术状态完好情况进行确认。

6.2 基本要求试验

应检查采购的外协件质量合格证明文件、说明书和周围环境，结果应满足 5.2 的要求。

6.3 外观质量试验

应采用目视检查，结果应满足 5.3 的要求。

6.4 结构试验

应采用目视和手动检查，结果应满足5.4的要求。

6.5 功能试验

应采用模拟试验方法，按操作说明书的规定依次进入操作界面，目视检查结果应符合5.5的要求。

6.6 尺寸偏差试验

应采用卷尺或标尺，按GB/T 1958、GB/T 24468的要求进行试验，结果应满足5.6的要求。

6.7 安全试验

6.7.1 机械安全

应采用手动操作法，按IEC 60364-4-41、IEC 60364-4-43的要求进行试验，结果应满足5.7.1的要求。

6.7.2 电气安全

应采用接地电阻检测仪、耐压测试仪、绝缘电阻表等，按IEC 60204-33的要求进行试验，结果应满足5.7.2的要求。

6.8 噪声检验

在原子层镀膜设备运转状态下，应按GB/T 3768规定的方法测量噪声声压值。在环境噪声不应大于60 dB（A）的场地上进行测量。机器以最高速度空转时，开启机器所有噪声源，用声级计测量机器四周的噪声。机器的周围不应放置障碍物，且与墙壁的距离应大于2 m，测量点距地面高度为1.5 m，距机器四周外轮廓线1 m，噪声以各测量点噪声值的最大值计，结果应满足5.8的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

原子层镀膜设备检验可分为出厂检验和型式检验。

7.2 组批

原子层镀膜设备应以批为单位进行检验，同一型号、同一工艺连续生产的产品为一批。

7.3 抽样

7.3.1 抽样方法应按 GB/T 2828.1 的要求执行。

7.3.2 抽样样品批次应粘贴标签，注明产品名称、产品型号、生产批号、抽样日期和抽样者姓名等。

7.4 出厂检验

7.4.1 出厂前，应经质检部门逐台检验合格后方可出厂，并附有产品合格证和使用说明。

7.4.2 出厂检验项目见表 2。

7.4.3 出厂检验判定为不合格时，应允许重新进行修正，再次进行出厂检验，合格品应加贴印封，合格后方可出厂。

7.5 型式检验

7.5.1 型式检验项目应包括本文件规定的全部项目，见表 2。

7.5.2 型式检验在下列情况之一时进行：

- 新产品或老产品转厂生产试制定型鉴定；
- 正式生产后，如结构、工艺、材料有较大改变可能影响产品性能时；

- 正常生产时每年至少进行一次；
- 长期停产后恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家质量监督机构提出要求时。

7.5.3 型式检验样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取 1 台~2 台。

7.5.4 在型式检验中，如有任一台项不合格，则从该批产品中加倍抽样，进行不合格项要求的重复试验，重复试验合格，则判该批产品符合本文件要求，如重复试验仍有任一台项不合格，则判该批产品不合格。

表 2 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	基本要求	5.2	6.2	√	√
2	外观质量	5.3	6.3	√	√
3	结构	5.4	6.4	√	√
4	功能	5.5	6.5	√	√
5	尺寸偏差	5.6	6.6	√	√
6	安全	5.7	6.7	√	√
7	噪声	5.8	6.8	—	√
注：“√”为必检项目，“—”为可选项目。					

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每台原子层镀膜设备在明显位置应设置符合 GB/T 13306 规定的铭牌，铭牌包括以下内容：

- 制造厂名及商标;
- 产品型号及名称;
- 设备重量;
- 设备尺寸;
- 电源电压、频率、输入功率;
- 执行标准号;
- 出厂编号及日期。

8.1.2 原子层镀膜设备的包装储运图示标志和运输包装收发货标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.2 包装

8.2.1 每台原子层镀膜设备应采用中性塑料薄膜包住,采用型钢作为托架包装或木包装。

8.2.2 包装应具有一定的强度,包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.3 应牢固地固定在包装箱体内,附件、备件、工具应固定在包装箱内空隙处。

8.2.4 随机文件应用塑料袋封装,放入包装箱内,在包装箱外相应部位上注明“箱内装有随机文件”字样。

8.2.5 随机文件应至少包括:

- 产品合格证;
- 产品使用说明书;
- 装箱单。

8.3 运输

8.3.1 运输工具应清洁、卫生。

8.3.2 原子层镀膜设备可采用多种运输工具运输，运输中不应受强烈撞击和直接淋雨雪。

8.3.3 运输过程中，对可能松脱的零部件应有防松措施。

8.3.4 不应与有毒、有害、有腐蚀性、易挥发或者有异味的物品混装运输。

8.4 贮存

8.4.1 原子层镀膜设备应贮存在通风良好的库房内，贮存时不应受潮及日晒。

8.4.2 超过贮存期应重新检验，原子层镀膜设备检验合格后方可出厂。

8.4.3 原子层镀膜设备不应与有毒、易燃、易爆及易挥发物品混放在同一仓库。

三、主要试验和情况分析

结合国内外的行业测试标准和企业内部工厂管控的项目进行要求规定和试验验证。

四、标准中涉及专利的情况

无

五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况

镀膜设备企业规范运营，在国际市场上有机会与其他各国（相关企业竞争。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

七、重大意见分歧的处理依据和结果

标准制定过程中，未出现重大意见分歧。

八、标准性质的建议说明

本标准团体标准，供社会各界自愿使用。

九、贯彻标准的要求和措施建议

无。

十、废止现行相关标准的建议

本标准首次发布。

十一、其他应予说明的事项

无。