

团 体 标 准

T/GVS 002—2021

高精度磁控溅射镀膜设备通用技术要求

Generic specification for high precision magnetron sputtering
coating plant

2021—06—28 发布

2021—06—28 实施

广东省真空学会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中山凯旋真空科技股份有限公司提出。

本文件由广东省真空学会归口。

本文件起草单位：中山凯旋真空科技股份有限公司、广东省中山市质量技术监督标准与编码所、华南理工大学、中山市博顿光电科技有限公司、中山火炬职业技术学院。

本文件主要起草人：李晓刚、聂鹏、叶俊文、吴标平、黎子辉、吴洽、冀鸣、石澎、黄志云、胡双丽、章艺锋、邓志雄。

本文件首次发布。

高精度磁控溅射镀膜设备通用技术要求

1 范围

本文件规定了高精度磁控溅射镀膜设备的术语和定义、组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于极限压力在 10^{-5} Pa~ 10^{-3} Pa 范围的高精度磁控溅射镀膜设备（以下简称“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 3103.2 紧固件公差 用于精密机械的螺栓，螺钉和螺母
- GB 4824—2019 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法
- GB/T 11164—2011 真空镀膜设备通用技术条件
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13547 工作空间人体尺寸
- GB/T 15314 精密工程测量规范
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 21067 工业机械电气设备电磁兼容 通用抗扰度要求
- GB/T 24612.1 电气设备应用场所的安全要求 第1部分：总则
- GB/T 32292 真空技术 磁流体动密封件 通用技术条件
- HB 5350.2 熔模铸造膜料性能试验方法 第2部分：热变形量和热稳定性的测定
- JB/T 8945—2010 真空溅射镀膜设备
- JB/T 10463 真空磁流体动密封件
- QJ 2965 氟橡胶密封超高真空法兰规范
- T/GVS 001 真空镀膜设备 电磁兼容 屏蔽与辐射安全技术规范

3 术语和定义

GB/T 11164 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高精度磁控溅射镀膜设备 high precision magnetron sputtering coating plant

以精密机械设计和加工工艺制造，可实现高精度、高稳定性的膜层控制，以磁控溅射为主要膜层沉积方式的真空镀膜设备。

3.2

离子源 ion-beam source

能使气体分子或中性原子电离，形成等离子体（或离子束）的装置。

3.3

射频感应耦合离子源 RF-inductively coupled plasma source

典型频率为 13.56 MHz 的射频电源提供功率输入，借助电感线圈（射频天线）在真空腔内完成等离子体激发过程的装置。

3.4

离子源辅助反应磁控溅射 (PARMS) plasma-assisted reactive magnetron sputtering (PARMS)

一种利用离子源提供的等离子体，辅助完成化合物薄膜沉积的方式。

3.5

光学膜厚控制系统 optical film thickness control system

由光源、光路（包括准直透镜、光纤、反射镜、焦距透镜等）、探测器（光谱仪）、夹具盘构成，通过特定算法，可实时在线精确测量膜层厚度的系统。

4 组成

4.1 工艺室，包括镀膜室、腔门、观察窗。

4.2 抽气系统，包括各级真空泵、抽气管道、阀门；以及辅助设施，如冷阱、低温水汽捕集泵。

4.3 真空测量系统，包括安装于抽气系统管道、镀膜室、及其它腔体上用于真空测量的各类压力计量仪（表）。

4.4 镀膜系统，包括：

a) 溅射源，指电源及溅射阴极、靶材；

b) 挡板；

c) 工艺气体导入系统；

d) 镀膜工件架，含基片支架；

e) 宜根据需要，选择配置：离子源、修正板、基片传送系统、光学膜厚控制系统、转架偏压系统中的的一项或多项。

4.5 控制系统。

4.6 冷却水网络。

4.7 动力用压缩空气网络。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 设备在符合 GB/T 11164—2011 中 4.1 所列条件下，应能正常工作。

5.1.2 镀膜室极限压力应小于等于 5.0×10^{-4} Pa。对于设计有过渡腔的多腔室型设备，其过渡腔的极限压力应小于等于 7×10^{-1} Pa。

5.1.3 镀膜室的升压率应小于等于 5×10^{-1} Pa/h。

5.1.4 镀膜室从大气压开始抽气至 5×10^{-3} Pa 的用时应小于等于 30 min。

5.2 技术指标

5.2.1 镀膜工件架转速应可调节，调节范围应涵盖 0 rpm~50 rpm。

- 5.2.2 镀膜工件架满载基片后, 转架悬臂伸出端变形量应小于等于 3 mm。
- 5.2.3 对配备有机械手自动逐片装、卸基片功能的设备, 转动式工件架停止位角度精度应不低于 $\pm 0.03^\circ$, 平动式工件架停止位位移精度应不低于 ± 0.5 mm。
- 5.2.4 宜具备镀膜基板温度控制功能, 可控最高温度应不低于 120 $^\circ\text{C}$ 。
- 5.2.5 对于配置有射频离子源部件的设备, 该离子源正常工作时, 其功率输出应保持稳定, 实际输出值应保持在设定值的 95 %~100 %之间。
- 5.2.6 对于具备自动上下基片功能的设备, 其自动完成一批额定基片卸、装动作, 用时应小于等于 20 min。

5.3 结构要求

- 5.3.1 应符合 GB/T 11164—2011 中 4.3 和 4.4 的规定。
- 5.3.2 对于光学薄膜、半导体制程的设备, 其主泵宜选用分子泵或低温泵。
- 5.3.3 以低温泵为主泵的设备, 主抽气口位置的设计应考虑泵组维护和定时再生工序作业的便利性。
- 5.3.4 设备中静、动密封圈应符合 JB/T 8945—2010 中 4.2.1 的要求。
- 5.3.5 可根据需求选配光学膜厚控制系统。
- 5.3.6 使用到的电子(电气)设备及系统电磁兼容性均应符合 T/GVS 001 的规定。

5.4 加工要求

- 5.4.1 设备应选用放气率低、无磁性、焊接性能好、抗腐蚀性好的无磁不锈钢材料作为设备主体结构材料。
- 5.4.2 不锈钢材料表面应经过除油、酸洗、抛光、超声清洗、钝化、常温去离子水冲洗等处理过程。
- 5.4.3 使用的螺栓、螺钉和螺母等紧固件, 其公差应符合 GB/T 3103.2 的规定。
- 5.4.4 磁流体动密封部件应符合 JB/T 10463 和 GB/T 32292 的规定。
- 5.4.5 镀膜室上所有法兰的加工应符合 QJ 2965 规定。
- 5.4.6 设备的外观应做到没有非功能性需要的尖角、棱角、凸起, 金属零件无变质和生锈现象。

5.5 安全防护要求

- 5.5.1 应符合 GB/T 11164—2011 中 4.5 规定。
- 5.5.2 电气设备应用场所安全应符合 GB/T 24612.1 的规定。
- 5.5.3 设备电磁屏蔽和电磁辐射安全应符合 T/GVS 001 规定。所使用的电子(电气)设备和系统向周围环境电磁辐射水平应符合 GB/T 4824—2019 中 A 类设备的规定。
- 5.5.4 设备外壳、阀门、管道、真空泵外壳、电控柜机箱均应可靠接地。
- 5.5.5 对于工件架设置有偏压功能的设备, 工件架与镀膜室之间的绝缘电阻应不小于 500 M Ω 。
- 5.5.6 与人体尺寸相关的安全防护设计应符合 GB/T 13547 的规定。
- 5.5.7 设备电极引线部位、高电压部位、机械传动部位应有明显易见的警示标志, 并且加装防护罩。
- 5.5.8 抽气系统的排气口应配备尾气处理装置, 并安装排气管道排放至室外。

6 试验方法

6.1 一般要求

- 6.1.1 用目测和操作检验。
- 6.1.2 极限压力、升压率和抽气时间的测定按 GB/T 11164 的规定进行。

6.2 技术指标

6.2.1 镀膜工件架转速用感官检验和操作试验。

6.2.2 按照 HB 5350.2—2004 中图 3 所示的方法，测量工件转架在空载时，其圆周外沿高度 H_1 ，及工件转架满载时，其圆周外沿高度 H_2 ，变形量按公式（1）计算。至少取 5 个不同的点进行测量，取所有测量值的算术平均值为转架悬臂伸出端变形量。以上测量操作应符合 GB/T 15314 的规定。

$$\Delta H = H_1 - H_2 \dots \dots \dots (1)$$

6.2.3 转动式工件架停止位精度检验，先用游标卡尺测量工件架外周弧位移，再利用角度换算进行检验，平动式工件架直接用游标卡尺测量。测量操作应符合 GB/T 15314 的规定。

6.2.4 基板加热温度用数字温度计（或表面温度计）检验。

6.2.5 功率输出用目测检验。

6.2.6 自动上下基片时间用秒表计数测量。

6.3 结构要求

6.3.1 采用目测的方法，使用直尺、游标卡尺等工具检验。

6.3.2 电磁兼容抗扰度的测定按 GB/T 17626.3 或 GB/T 21067 规定进行。

6.4 加工要求

6.4.1 材料类型和表面处理工序通过技术文件、过程文件检查。

6.4.2 紧固件公差使用游标卡尺检验。

6.4.3 磁流体动密封部件按 GB/T 32292 的规定进行。

6.4.4 镀膜室所有的密封面法兰按 QJ 2965 的规定进行检验。

6.4.5 设备外观质量通过目测检查。

6.5 安全防护要求

6.5.1 设备电磁屏蔽和电磁辐射安全试验按 T/GVS 001 的规定进行。

6.5.2 工件架与镀膜室的绝缘电阻用兆欧表检验。

6.5.3 电气设备占用空间尺寸选用满足检验要求的量具（如钢卷尺）测量。

6.5.4 用感官和操作检验接地、警示标志和尾气处理装置。

7 检验规则

7.1 每台设备应经制造商质量检验部门检验合格，并附有合格证后方可出厂。

7.2 设备检验分为型式评价和出厂检验。

7.3 有下列情况之一时应进行型式评价：

- a) 试制的新产品；
- b) 产品在设计、材料选用、制造工艺有重大变更时；
- c) 同类产品的评比定级时；
- d) 产品批量生产时。

7.4 型式评价项目为本文件要求的全部项目。

7.5 出厂检验应逐台进行，其检验项目为本文件中 5.1、5.2.1、5.2.3、5.2.4、5.2.5、5.2.6、5.3.1、5.4.1、5.4.6、5.5.5 和 5.5.7 规定的项目。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 每台设备及其附属装置应在其明显部位装设标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的规定。标牌上应至少注明：

- a) 制造厂名称；
- b) 设备型号及名称；
- c) 设备主要技术指标；
- d) 制造日期及出厂编号。

8.1.2 每台设备出厂应随带下列文件：

- a) 产品合格证；
- b) 装箱单；
- c) 产品使用说明书。

8.2 包装

8.2.1 产品包装内应采取防震、防潮、防雨、防尘措施，以避免设备在装卸、运输和贮存过程中发生损坏、锈蚀及污染等情况。

8.2.2 设备包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.3 包装箱上贮运标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.2.4 设备装箱前应将设备中的残余废屑、积水清除干净，对未作表面防锈处理的金属表面应涂防锈油脂。

8.2.5 整机包装的设备应抽成真空状态并关闭所有阀门，然后再进行包装。

8.3 运输

设备的运输方式和运输中所采取的措施应保证设备及其包装不发生损伤；设备在运输中可能松散的零部件应有防松、垫、托等措施；运输中应有防止设备受到日晒、雨淋和剧烈震动的措施。应按包装箱或包装物上的储运图示标志规定，采用合理的方式装卸。

8.4 贮存

设备应贮存在相对湿度不超过 90% 的通风良好场所，该场所应没有可引起腐蚀的酸、碱蒸汽和气体存在，整机包装的设备在存放期间不得破坏其镀膜室的真空状态。
