



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4937.39—2025/IEC 60749-39:2021

## 半导体器件 机械和气候试验方法 第39部分：半导体器件用有机材料的 潮气扩散率和水溶解度测量

Semiconductor devices—Mechanical and climatic test methods—  
Part 39: Measurement of moisture diffusivity and water solubility in organic  
materials used for semiconductor components

(IEC 60749-39:2021, IDT)

2025-12-31 发布

2026-07-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 仪器 .....	1
5 样品 .....	1
6 程序 .....	2
6.1 样品制备 .....	2
6.2 100 ℃以下的吸潮测量 .....	2
6.3 水溶解度和扩散率计算 .....	3
6.4 100 ℃以上的吸潮测量 .....	4
7 潮气扩散激活能的计算 .....	5
8 水溶解度拟合函数的计算 .....	5
9 说明 .....	5
参考文献 .....	6

## 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。

本文件是 GB/T 4937《半导体器件 机械和气候试验方法》的第 39 部分。GB/T 4937 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：低气压；
- 第 3 部分：外部目检；
- 第 4 部分：强加速稳态湿热试验(HAST)；
- 第 8 部分：密封；
- 第 10 部分：机械冲击 器件和组件；
- 第 11 部分：快速温度变化 双液槽法；
- 第 12 部分：扫频振动；
- 第 13 部分：盐雾；
- 第 14 部分：引出端强度(引线牢固性)；
- 第 15 部分：通孔安装器件的耐焊接热；
- 第 16 部分：粒子碰撞噪声检测(PIND)；
- 第 17 部分：中子辐照；
- 第 18 部分：电离辐射(总剂量)；
- 第 19 部分：芯片剪切强度；
- 第 20 部分：塑封表面安装器件耐潮湿和焊接热综合影响；
- 第 20-1 部分：对潮湿和焊接热综合影响敏感的表面安装器件的操作、包装、标志和运输；
- 第 21 部分：可焊性；
- 第 22 部分：键合强度；
- 第 23 部分：高温工作寿命；
- 第 24 部分：加速耐湿 无偏置强加速应力试验；
- 第 25 部分：温度循环；
- 第 26 部分：静电放电(ESD)敏感度测试 人体模型(HBM)；
- 第 27 部分：静电放电(ESD)敏感度测试 机器模型(MM)；
- 第 29 部分：闩锁试验；
- 第 30 部分：非密封表面安装器件在可靠性试验前的预处理；
- 第 31 部分：塑封器件的易燃性(内部引起的)；
- 第 32 部分：塑封器件的易燃性(外部引起的)；
- 第 33 部分：加速耐湿 无偏置高压蒸煮；
- 第 34 部分：功率循环；
- 第 35 部分：塑封电子元器件的声学显微镜检查；
- 第 36 部分：稳态加速度；
- 第 37 部分：采用加速度计的板级跌落试验方法；
- 第 38 部分：带存储的半导体器件的软错误试验方法；

——第39部分：半导体器件用有机材料的潮气扩散率和水溶解度测量；  
——第40部分：采用应变仪的板级跌落试验方法；  
——第42部分：温湿度贮存；  
——第44部分：半导体器件的中子辐照单粒子效应(SEE)试验方法。

本文件等同采用 IEC 60749-39:2021《半导体器件 机械和气候试验方法 第39部分：半导体器件用有机材料的潮气扩散率和水溶解度测量》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——删除了第3章“术语和定义”中关于 ISO/IEC 术语数据库网址有关内容。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国半导体器件标准化技术委员会(SAC/TC 78)归口。

本文件起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、吉林华微电子股份有限公司、合肥美菱物联科技有限公司、深圳芯茂微电子股份有限公司、电子科技大学、深圳市金誉半导体股份有限公司、西安卫光科技有限公司、中国电子科技集团公司第十三研究所、阿母芯微电子技术(中山)有限公司。

本文件主要起草人：陈媛、何小琦、路国光、来萍、黄云、李强、常江、石高明、梁晓思、武慧薇、陈选龙、陈义强、贺致远、赵鑫、王嘉蓉、彭浩、孔玲娜、姜明宝、魏邦福、薛冬英、邹荣涛。

## 引　　言

半导体器件是电子行业产业链中的通用基础产品,为电子系统中的最基本单元,GB/T 4937 半导体器件 机械和气候试验方法系列标准是半导体器件进行试验的基础性和通用性标准,对于评价和考核半导体器件的质量和可靠性起着重要作用。拟由 44 个部分构成。

半导体器件是电子行业产业链中的通用基础产品,为电子系统中的最基本单元,GB/T 4937《半导体器件 机械和气候试验方法》是半导体器件进行试验的基础性和通用性标准,对于评价和考核半导体器件的质量和可靠性起着重要作用,拟由 44 个部分构成。

- 第 1 部分:总则。目的在于规定半导体器件机械和气候试验方法的通用准则。
- 第 2 部分:低气压。目的在于检测元器件和材料避免电击穿失效的能力。
- 第 3 部分:外部目检。目的在于检测半导体器件的材料、设计、结构、标志和工艺质量是否符合采购文件的要求。
- 第 4 部分:强加速稳态湿热试验(HAST)。目的在于规定强加速稳态湿热试验(HAST),以检测非气密封装半导体器件在潮湿环境下的可靠性。
- 第 5 部分:稳态温湿度偏置寿命试验。目的在于规定稳态温湿度偏置寿命试验,以检测非气密封装半导体器件在潮湿环境下的可靠性。
- 第 6 部分:高温贮存。目的在于在不施加电应力条件下,检测高温贮存对半导体器件的影响。
- 第 7 部分:内部水汽测量和其他残余气体分析。目的在于检测封装过程的质量,并提供有关气体在管壳内的长期化学稳定性的信息。
- 第 8 部分:密封。目的在于检测半导体器件的漏率。
- 第 9 部分:标志耐久性。目的在于检测半导体器件上的标志耐久性。
- 第 10 部分:机械冲击 器件和组件。目的在于检测半导体器件和印制板组件承受中等严酷程度冲击的适应能力。
- 第 11 部分:快速温度变化 双液槽法。目的在于规定半导体器件的快速温度变化(双液槽法)的试验程序、失效判据等内容。
- 第 12 部分:扫频振动。目的在于检测在规定频率范围内,振动对半导体器件的影响。
- 第 13 部分:盐雾。目的在于检测半导体器件耐腐蚀的能力。
- 第 14 部分:引出端强度(引线牢固性)。目的在于检测半导体器件引线/封装界面和引线的牢固性。
- 第 15 部分:通孔安装器件的耐焊接热。目的在于检测通孔安装的固态封装半导体器件承受波峰焊或烙铁焊接引线产生的热应力的能力。
- 第 16 部分:粒子碰撞噪声检测(PIND)。目的在于规定空腔器件内存在自由粒子的检测方法。
- 第 17 部分:中子辐照。目的在于检测半导体器件在中子环境中性能退化的敏感性。
- 第 18 部分:电离辐射(总剂量)。目的在于规定评估低剂量率电离辐射对半导体器件作用的加速退火试验方法。
- 第 19 部分:芯片剪切强度。目的在于检测半导体芯片安装在管座或基板上所使用的材料和工艺步骤的完整性。
- 第 20 部分:塑封表面安装器件耐潮湿和焊接热综合影响。目的在于通过模拟贮存在仓库或干燥包装环境中塑封表面安装半导体器件吸收的潮气,进而对其进行耐焊接热性能的评价。
- 第 20-1 部分:对潮湿和焊接热综合影响敏感的表面安装器件的操作、包装、标志和运输。目的

- 在于规定对潮湿和焊接热综合影响敏感的塑封表面安装半导体器件操作、包装、运输和使用的方法。
- 第 21 部分：可焊性。目的在于规定采用铅锡焊料或无铅焊料进行焊接的元器件封装引出端的可焊性试验程序。
- 第 22 部分：键合强度。目的在于检测半导体器件键合强度。
- 第 23 部分：高温工作寿命。目的在于规定随时间的推移，偏置条件和温度对固态器件影响的试验方法。
- 第 24 部分：加速耐湿 无偏置强加速应力试验。目的在于检测非气密封装固态器件在潮湿环境下的可靠性。
- 第 25 部分：温度循环。目的在于检测半导体器件、元件及电路板组件承受由极限高温和极限低温交变作用引发机械应力的能力。
- 第 26 部分：静电放电(ESD)敏感度测试 人体模型(HBM)。目的在于规定可靠、可重复的 HBM ESD 测试方法。
- 第 27 部分：静电放电(ESD)敏感度测试 机器模型(MM)。目的在于规定可靠、可重复的 MM ESD 测试方法。
- 第 28 部分：静电放电(ESD)敏感度测试 带电器件模型(CDM) 器件级。目的在于规定可靠、可重复的 CDM ESD 测试方法。
- 第 29 部分：闩锁试验。目的在于规定检测集成电路闩锁特性的方法和闩锁的失效判据。
- 第 30 部分：非密封表面安装器件在可靠性试验前的预处理。目的在于规定非密封表面安装器件在可靠性试验前预处理的标准程序。
- 第 31 部分：塑封器件的易燃性(内部引起的)。目的在于检测塑封器件是否由于过负荷引起内部发热而燃烧。
- 第 32 部分：塑封器件的易燃性(外部引起的)。目的在于检测塑封器件是否由于外部发热造成燃烧。
- 第 33 部分：加速耐湿 无偏置高压蒸煮。目的在于确认半导体器件封装内部失效机理。
- 第 34 部分：功率循环。目的在于通过对半导体器件内部芯片和连接器施加循环功率损耗来检测半导体器件耐热和机械应力能力。
- 第 35 部分：塑封电子元器件的声学显微镜检查。目的在于规定声学显微镜对塑封电子元器件进行缺陷(分层、裂纹、空洞等)检测的方法。
- 第 36 部分：稳态加速度。目的在于规定空腔半导体器件稳态加速度的试验方法，以检测其结构和机械类型的缺陷。
- 第 37 部分：采用加速度计的板级跌落试验方法。目的在于规定采用加速度计的板级跌落试验方法，对表面安装器件跌落试验可重复检测，同时复现产品级试验期间常见的失效模式。
- 第 38 部分：带存储的半导体器件的软错误试验方法。目的在于规定带存储的半导体器件工作在高能粒子环境下(如阿尔法辐射)的软错误敏感性的试验方法。
- 第 39 部分：半导体器件用有机材料的潮气扩散率和水溶解度测量。目的在于规定应用于半导体器件封装用有机材料的潮气扩散率和水溶解度的测量方法。
- 第 40 部分：采用应变仪的板级跌落试验方法。目的在于规定采用应变仪的板级跌落试验方法，对表面安装器件跌落试验可重复检测，同时复现产品级试验期间常见的失效模式。
- 第 41 部分：非易失性存储器可靠性试验方法。目的在于规定非易失性存储器有效耐久性、数据保持和温度循环试验的要求。
- 第 42 部分：温湿度贮存。目的在于规定检测半导体器件耐高温高湿环境能力的试验方法。
- 第 44 部分：半导体器件的中子辐照单粒子效应(SEE)试验方法。目的在于规定检测高密度集

成电路单粒子效应(SEE)的试验方法。

GB/T 4937(所有部分)均为一一对应采用 IEC 60749(所有部分),以保证半导体器件试验方法与国际标准一致,实现半导体器件检验方法、可靠性评价、质量水平与国际接轨。通过制定该标准,确定统一的试验方法及应力,同时完善半导体器件标准体系。

# 半导体器件 机械和气候试验方法

## 第 39 部分: 半导体器件用有机材料的

## 潮气扩散率和水溶解度测量

### 1 范围

本文件描述了应用于半导体器件封装用有机材料的潮气扩散率和水溶解度的测量方法。

潮气扩散率和水溶解度两个参数是有效表征塑封半导体器件暴露于潮湿环境和经受高温回流焊之后可靠性的重要参数。

### 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。

IEC 60749-20 半导体器件 机械和气候试验方法 第 20 部分:塑封表面安装器件耐潮湿和焊接热综合影响 (Semiconductor devices—Mechanical and climatic test methods—Part 20: Resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat)

注: GB/T 4937.20—2018 半导体器件 机械和气候试验方法 第 20 部分:塑封表面安装器件耐潮湿和焊接热综合影响 (IEC 60749-20:2008, IDT)

### 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

### 4 仪器

- 4.1 分辨率为 0.000 01 g 或 0.001% 样品质量的分析天平。
- 4.2 能保持 100 °C ± 2 °C ~ 250 °C ± 2 °C 均匀温度的高温烘箱。
- 4.3 能保持温度范围 30 °C ~ 85 °C, 相对湿度在 60% ~ 85% 范围内的温湿度箱。温湿度箱的温度误差应小于 ± 2 °C, 相对湿度误差应小于 ± 3%。
- 4.4 用于在烘箱中放置样品的穿孔的不锈钢托盘或不锈钢网篮。
- 4.5 用于散热的大型铝板或盘。
- 4.6 用于保存干燥样品的干燥器。

### 5 样品

塑封样品应是扁平的圆形或长方形。线性尺寸应精确测量到 ± 0.02 mm。

为了近似为一维扩散,把边缘效应限制在总扩散水分质量吸收量的 5% 以内,沿厚度方向的表面积应小于样品上下平面表面积的 5%。对于半径为  $r$ , 厚度  $h$  的圆形样品, 应满足公式(1)的要求: