



中华人民共和国国家标准

GB/T 4937.38—2025/IEC 60749-38:2008

半导体器件 机械和气候试验方法 第 38 部分：带存储的半导体器件的 软错误试验方法

Semiconductor devices—Mechanical and climatic test methods—
Part 38: Soft error test method for semiconductor devices with memory

(IEC 60749-38:2008, IDT)

2025-12-02 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

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 38 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 60749-38:2008《半导体器件 机械和气候试验方法 第38部分：带存储的半导体器件的软错误试验方法》。

本文件增加了“规范性引用文件”一章。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——将公式(1)、公式(2)和公式(3)中的 SER 区分为 SER_a 和 $SER_{\text{实时}}$ 。

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、北京智芯微电子科技有限公司、安徽一天电气技术股份有限公司、安徽钜芯科技股份有限公司。

本文件主要起草人：雷志锋、彭超、黄云、何玉娟、张战刚、何凡、付青琴、恩云飞、来萍、余银钢、曹孙根。

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》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 38 部分:带存储的半导体器件的 软错误试验方法

1 范围

本文件描述了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。本文件包含了两种试验方法,分别为利用阿尔法粒子辐射源的加速试验和自然辐射环境下(如阿尔法粒子或中子)导致错误的(非加速)实时系统试验。

为了全面表征带存储半导体器件的软错误特性,还需要依照其他试验方法开展宽能谱高能中子和热中子试验。

本试验方法适用于所有带存储的半导体器件。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单粒子翻转 single-event upset;SEU

单个载能粒子轰击产生的瞬态信号引起的软错误。

3.2

软错误 soft error

来自于锁存器或存储单元的能被纠正的错误输出信号,该错误信号能通过执行一次或多次器件的功能而恢复。

注:通常,该术语表示由辐射或电磁脉冲导致的错误,而不包括与制造工艺中引入的物理缺陷相关的错误。

3.3

单粒子硬错误 single-event hard error;SHE

单个辐射粒子导致的一个或多个器件单元的永久性损伤(如栅氧击穿)等工作状态不可逆的变化。

3.4

静态软错误 static soft error

不能被重复读取纠正,但能在不断电的情况下通过重新写入数据纠正的软错误。

3.5

瞬态软错误 transient soft error

在不重新写入和不断电情况下,能通过重复读取纠正的软错误。

3.6

断电恢复软错误 power cycle soft error;PCSE

不能通过重复读写,但能通过断电重启的方式来恢复的软错误。