



中华人民共和国国家标准

GB/T 42709.35—2026/IEC 62047-35:2019

半导体器件 微电子机械器件 第 35 部分：柔性 MEMS 器件弯曲形变下的 电特性测试方法

Semiconductor devices—Micro-electromechanical devices—
Part 35: Test method of electrical characteristics under bending deformation for
flexible electro-mechanical devices

(IEC 62047-35:2019, IDT)

2026-07-30 发布

2027-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 基本术语	1
3.2 加载参数术语	1
3.3 加载水平测试术语	2
4 样品	2
4.1 通则	2
4.2 样品形状	2
5 测试方法	3
5.1 测试原理	3
5.2 测试设备	4
5.3 测试步骤	4
6 测试报告	6
6.1 一般要求	6
6.2 弯曲方向及弯曲轴的平面位置	6
6.3 样品尺寸	6
6.4 弯折距离的性能退化特性	6
6.5 规定操作极限距离	7
6.6 测试条件	7
附录 A (资料性) 柔性 MEMS 器件示例	8
附录 B (资料性) 器件性能测试仪器的控制和弯曲轴位置的调节	10
B.1 带有电驱动活动腔和测试时可调节弯曲轴的位置的加载壁设计	10
B.2 可在一次测试中测试多个功能部件的特殊装置	10
附录 C (资料性) 极薄柔性器件的加载原理	12
附录 D (资料性) 局部加载程度相关问题	13
D.1 局部曲率和加载参数可能存在不均匀性	13
D.2 加载参数的可能变化	13

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 42709《半导体器件 微电子机械器件》的第 35 部分。GB/T 42709 已经发布了以下部分：

- 第 2 部分：薄膜材料拉伸试验方法；
- 第 3 部分：拉伸试验用薄膜标准试验片；
- 第 5 部分：射频 MEMS 开关；
- 第 6 部分：薄膜材料轴向疲劳试验方法；
- 第 7 部分：用于射频控制和选择的 MEMS 体声波滤波器和双工器；
- 第 8 部分：带状薄膜拉伸特性测量的弯曲试验方法；
- 第 12 部分：采用 MEMS 结构谐振法的薄膜材料弯曲疲劳试验方法；
- 第 19 部分：电子罗盘；
- 第 21 部分：MEMS 薄膜材料泊松比测试方法；
- 第 22 部分：柔性衬底导电薄膜机电拉伸测试方法；
- 第 29 部分：室温下悬空导电薄膜的机电松弛试验方法；
- 第 35 部分：柔性 MEMS 器件弯曲形变下的电特性测试方法；
- 第 36 部分：MEMS 压电薄膜的环境及介电耐压试验方法；
- 第 38 部分：MEMS 互连中金属粉末膏体粘附强度测试方法；
- 第 40 部分：MEMS 惯性冲击开关阈值测试方法。

本文件等同采用 IEC 62047-35:2019《半导体器件 微电子机械器件 第 35 部分：柔性 MEMS 器件弯曲形变下的电特性测试方法》。

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。

本文件由全国集成电路标准化技术委员会(SAC/TC 599)和全国微机电技术标准化技术委员会(SAC/TC 336)共同归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、中国电力科学研究院有限公司、北京大学、深圳鼎晶科技有限公司、广东龙谊联接技术股份有限公司。

本文件主要起草人：刘若冰、王冠鹰、王玮、喻泷、曾敏毓。

引 言

本文件适用于柔性 MEMS 器件,明确了其在弯曲形变下的电特性测试方法。GB/T 42709《半导体器件 微电子机械器件》拟由 23 个部分构成。

- 第 2 部分:薄膜材料拉伸试验方法。目的在于规定 MEMS 薄膜材料的拉伸试验方法。
- 第 3 部分:拉伸试验用薄膜标准试验片。目的在于规定 MEMS 薄膜材料拉伸试验用试验片的相关要求。
- 第 5 部分:射频 MEMS 开关。目的在于规定射频 MEMS 开关的术语、定义、特性要求、测试方法等。
- 第 6 部分:薄膜材料轴向疲劳试验方法。目的在于规定 MEMS 薄膜材料的轴向疲劳试验方法。
- 第 7 部分:用于射频控制和选择的 MEMS 体声波滤波器和双工器。目的在于规定 MEMS 体声波谐振器、滤波器和双工器的术语、定义、特性要求、测试方法等。
- 第 8 部分:带状薄膜拉伸特性测量的弯曲试验方法。目的在于规定用于测量带状薄膜拉伸特性的弯曲试验方法。
- 第 9 部分:晶圆键合强度测量。目的在于规定 MEMS 晶圆的键合强度试验方法。
- 第 11 部分:悬空微电子机械系统材料的线性热膨胀系数测试方法。目的在于规定悬空 MEMS 材料的线性热膨胀系数测试方法。
- 第 12 部分:采用 MEMS 结构谐振法的薄膜材料弯曲疲劳试验方法。目的在于规定 MEMS 薄膜材料弯曲疲劳试验方法。
- 第 13 部分:MEMS 结构黏附强度的弯曲和剪切试验方法。目的在于规定 MEMS 结构的黏附强度试验方法。
- 第 16 部分:MEMS 膜残余应力的晶圆曲率和悬臂梁挠度试验方法。目的在于规定 MEMS 膜残余应力的晶圆曲率和悬臂梁挠度两种试验方法。
- 第 19 部分:电子罗盘。目的在于规定电子罗盘的术语、定义、特性要求、测试方法等。
- 第 21 部分:MEMS 薄膜材料泊松比测试方法。目的在于规定 MEMS 薄膜材料的泊松比测试方法。
- 第 22 部分:柔性衬底导电薄膜机电拉伸测试方法。目的在于规定 MEMS 导电薄膜材料的机电性能拉伸试验方法。
- 第 26 部分:微沟槽和针结构的描述和测量方法。目的在于规定 MEMS 微沟槽和针结构的描述和试验方法。
- 第 27 部分:玻璃浆料键合强度的微型 V 形试验(MCT)测量方法。目的在于规定玻璃浆料键合强度的 MCT 试验方法。
- 第 29 部分:室温下悬空导电薄膜的机电松弛试验方法。目的在于规定 MEMS 器件的悬空导电薄膜在室温下的机电松弛试验方法。
- 第 32 部分:MEMS 谐振器非线性振动测试方法。目的在于规定 MEMS 谐振器的非线性振动性能测试方法。
- 第 35 部分:柔性 MEMS 器件弯曲形变下的电特性测试方法。目的在于规定柔性机电器件的弯曲变形状态电特性测试方法。
- 第 36 部分:MEMS 压电薄膜的环境及介电耐压试验方法。目的在于规定 MEMS 压电薄膜的

环境及介电耐受性能试验方法。

- 第 38 部分:MEMS 互连中金属粉末膏体粘附强度测试方法。目的在于规定 MEMS 互连中金属粉末膏体粘附强度的测试方法。
- 第 40 部分:MEMS 惯性冲击开关阈值测试方法。目的在于规定 MEMS 惯性冲击开关的阈值测试方法。
- 第 44 部分:MEMS 谐振电场敏感器件动态特性测试方法。目的在于规定用于评估和确定 MEMS 谐振电场敏感器件动态性能的术语、定义和测试方法。

半导体器件 微电子机械器件

第 35 部分:柔性 MEMS 器件弯曲变形下的电特性测试方法

1 范围

本文件描述了柔性 MEMS 器件在弯曲变形下的电特性测试方法,包括位于柔性薄膜上或嵌入柔性薄膜中的无源和(或)有源器件。

本文件适用的器件的水平尺寸典型范围为 1 mm~300 mm,垂直尺寸典型范围为 10 μm ~1 mm,但这并不是被测器件的极限值。本测试方法是将器件以准静态的方式单向弯曲直至达到最大可能曲率,即器件完全弯折,以获得器件在弯曲变形下电特性的全部损耗特性。本文件对器件在一定弯曲变形下的安全性评价,以及对使用这些器件的产品的可靠性设计有重要意义。

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 基本术语

3.1.1

柔性微电子机械系统 flexible micro-electromechanical system; flexible MEMS

由结构化的半导体和/或机械元件组成的器件,这些器件通过电气连接组装在柔性基板上或嵌入柔性基板中,且在弯曲变形下仍能保持其功能,不会出现不可接受的功能损失。

示例:有机晶体管、热敏电阻、带有湿度传感器的智能纸尿裤和用于医疗保健的智能表皮贴片等。

3.2 加载参数术语

3.2.1

弯曲轴 bending axis

器件围绕最小曲率半径弯曲的直线。

注:弯曲轴能按照测试要求定义在任意方向和任意位置,实际位置和方向根据样品的结构确定。

3.2.2

弯曲方向 bending direction

器件弯曲的方向。