



中华人民共和国国家标准

GB/T 42709.22—2026/IEC 62047-22:2014

半导体器件 微电子机械器件 第 22 部分：柔性衬底导电薄膜 机电拉伸测试方法

Semiconductor devices—Micro-electromechanical devices—
Part 22: Electromechanical tensile test method for conductive thin
films on flexible substrates

(IEC 62047-22:2014, 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、定义、符号和名称 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 符号和名称 2

4 样品 2

 4.1 通则 2

 4.2 样品形状 2

 4.3 尺寸测量 2

5 测试方法和测试设备 3

 5.1 测试原理 3

 5.2 测试设备 3

 5.3 测试步骤 4

 5.4 测试环境 5

6 测试报告 5

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22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 62047-22:2014《半导体器件 微电子机械器件 第22部分：柔性衬底导电薄膜机电拉伸测试方法》。

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、工业和信息化部电子第五研究所、深圳市道尔顿电子材料股份有限公司。

本文件主要起草人：刘若冰、黄钦文、王胜林、龚世铭。

引 言

GB/T 42709《半导体器件 微电子机械器件》拟由以下部分构成。

- 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 开关的术语和定义、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和定义、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 结构粘结强度的弯曲和剪切试验方法。目的在于规定 MEMS 结构的粘附强度试验方法。
- 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 薄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和定义、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试验方法。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。目的在于规定玻璃熔结结构的粘结强度的 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 器件弯曲变形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 22 部分：柔性衬底导电薄膜

机电拉伸测试方法

1 范围

本文件描述了用于测量非导电柔性衬底上导电微机电系统(MEMS)材料机电性能的拉伸测试方法。

柔性衬底上的导电薄膜结构广泛应用于 MEMS、消费产品和柔性电子器件中。由于界面相互作用,柔性基底上薄膜的电学特性不同于悬空薄膜和衬底材料。柔性衬底和薄膜的不同组合通常会对测试结果产生不同的影响,具体取决于测试条件和界面黏附力。MEMS 薄膜材料的理想厚度是柔性衬底厚度的 1/50,所有其他尺寸都相似。

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 42709.2—2026 半导体器件 微电子机械器件 第 2 部分:薄膜材料拉伸试验方法(IEC 62047-2:2006, IDT)

GB/T 42709.3—2026 半导体器件 微电子机械器件 第 3 部分:拉伸试验用薄膜标准试验片(IEC 62047-3:2006, IDT)

GB/T 42709.8—2026 半导体器件 微电子机械器件 第 8 部分:带状薄膜拉伸特性测量的弯曲试验方法(IEC 62047-8:2011, IDT)

GB/T 1040.3—2006 塑料 拉伸性能的测定 第 3 部分:薄膜和薄片的试验条件(ISO 527-3:1995, IDT)

3 术语、定义、符号和名称

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

应变系数 gauge factor

G_F

电阻变化量与初始电阻(R_0 , 未变形状态下的电阻)之比与工程应变(e)的比值。

注:应变系数表述为 $G_F = (R - R_0)/R_0 e$, 其中 R 是结构形变后的电阻值。

3.1.2

电学失效延展率 elongation at electrical failure

A_{telic}