



中华人民共和国国家标准

GB/T 42709.29—2026/IEC 62047-29:2017

半导体器件 微电子机械器件 第 29 部分：室温下悬空导电薄膜的 机电松弛试验方法

Semiconductor devices—Micro-electromechanical devices—
Part 29: Electromechanical relaxation test method for freestanding
conductive thin films under room temperature

(IEC 62047-29:2017, IDT)

2026-08-28 发布

2027-03-01 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、定义和符号..... 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 符号 2

4 试样 3

 4.1 通则 3

 4.2 试样的形貌 3

 4.3 尺寸测量 3

5 试验原理及试验装置 3

 5.1 试验原理 3

 5.2 试验环境 3

 5.3 试验设备 3

 5.4 试验程序 3

 5.5 数据分析 4

6 试验报告 4

附录 A（资料性） 悬空金薄膜的机电松弛试验实例 6

 A.1 试验概述 6

 A.2 试验结果 7

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 29 部分。GB/T 42709 已发布了以下部分：

- 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 62047-29:2017《半导体器件 微电子机械器件 第 29 部分：室温下悬空导电薄膜的机电松弛试验方法》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 在图 A.1 中，“CCD 相机”更改为“相机”。

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：浙江大立科技股份有限公司、杭州大立微电子有限公司、中国电子技术标准化研究院、浙江拓感科技有限公司、国科大杭州高等研究院、中国科学院微电子研究所、工业和信息化部电子第五研究所、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、中国计量大学、复旦大学义乌研究院。

本文件主要起草人：朱晓荣、姜利军、潘峰、刘若冰、张传杰、唐国良、焦斌斌、刘海涛、池积光、钱良山、刘翔、钱剑、马志刚、李春来、刘世界、罗雯雯、陈勇国、肖克来提、陈亮、李方浩、康永印。

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:晶圆间键合强度测量。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 29 部分：室温下悬空导电薄膜的 机电松弛试验方法

1 范围

本文件描述了一种松弛试验方法,该方法用于测试微电子机械器件(MEMS)的悬空导电薄膜在恒定应变和室温条件下的机电性能。悬空导电薄膜在 MEMS、光电子学、柔性/可穿戴电子产品中有着广泛的应用。悬空薄膜在产品工况中会受到外部和内部的应力作用,即使在室温下,工作一段时间后也可能发生应力松弛,这种松弛会导致产品的电性能随时间而变化。

本文件适用于采用各向同性、均质或线性黏弹性材料制备的悬空导电薄膜。

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 42709.21—2026 半导体器件 微电子机械器件 第 21 部分:MEMS 薄膜材料泊松比测试方法(IEC 62047-21:2014,IDT)

GB/T 42709.22—2026 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(IEC 62047-22:2014,IDT)

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 维护的用于标准化的术语数据库网址如下:

——ISO 在线浏览平台:<https://www.iso.org/obp>;

——IEC 电工百科:<https://www.electropedia.org/>。

3.1.1

应变系数 gauge factor

G_F

电阻 R 的相对变化量与机械应变变化量($\Delta\epsilon$)之比。

注:应变系数计算公式为 $G_F = (\Delta R/R)/\Delta\epsilon$ 。其中, ΔR 是电阻变化量, R 是未发生应变时的电阻, $\Delta\epsilon$ 是机械应变变