



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 44514—2024/IEC 62047-31:2019

## 微机电系统 (MEMS) 技术 层状 MEMS 材料界面黏附能四点弯曲 试验方法

Micro-electromechanical system (MEMS) technology—Four-point bending test  
method for interfacial adhesion energy of layered MEMS materials

(IEC 62047-31: 2019, Semiconductor devices—Micro-electromechanical  
devices—Part 31: Four-point bending test method for interfacial adhesion energy  
of layered MEMS materials, IDT)

2024-09-29 发布

2024-09-29 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
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 .....	1
4 试验件 .....	2
4.1 总体要求 .....	2
4.2 试验件的形状 .....	2
4.3 尺寸测量 .....	3
4.4 能量释放率的评价 .....	3
5 试验方法和试验装置 .....	3
5.1 试验原理 .....	3
5.2 试验设备 .....	3
5.3 试验程序 .....	3
5.4 试验环境 .....	4
6 试验报告 .....	4
附录 A（资料性） 四点弯曲试验中的失效模式 .....	6
A.1 总则 .....	6
A.2 失效模式 .....	6
参考文献 .....	8

## 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。

本文件等同采用 IEC 62047-31:2019《半导体器件 微机电器件 第31部分：层状 MEMS 材料界面结合能的四点弯曲试验方法》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 为与现有标准协调，将标准名称改为《微机电系统（MEMS）技术 层状MEMS材料界面黏附能四点弯曲试验方法》；
- 为显示试验件原始状态，增加了图1a) 试验前带有预制裂纹的试验件示意图，同时增加了压辊和支承辊的说明。

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。

本文件由全国微机电技术标准化技术委员会（SAC/TC 336）提出并归口。

本文件起草单位：北京自动化控制设备研究所、合肥美的电冰箱有限公司、中机生产力促进中心有限公司、北京晨晶电子有限公司、山东中康国创先进印染技术研究院有限公司、苏州大学、西安交通大学、中国科学院空天信息创新研究院、深圳市速腾聚创科技有限公司、无锡华润上华科技有限公司、安徽奥飞声学科技有限公司、航天长征火箭技术有限公司、天津新智感知科技有限公司、华东电子工程研究所（中国电子科技集团公司第三十八研究所）、山东中科思尔科技有限公司、苏州和林微纳科技股份有限公司、明石创新（烟台）微纳传感技术研究院有限公司。

本文件主要起草人：王永胜、曹诗亮、尚克军、李根梓、刘韧、汤一、毛志平、孙立宁、王志广、陈德勇、杨旻、要彦清、张鲁宇、鲁毓岚、张新伟、安志武、郑冬琛、路文一、陈得民、张红旗、商艳龙、李帆雅、钱晓晨、高峰。

# 微机电系统 (MEMS) 技术

## 层状 MEMS 材料界面黏附能四点弯曲

### 试验方法

#### 1 范围

本文件描述了基于断裂力学概念的四点弯曲测量方法，利用作用在层状 MEMS 材料上的纯弯曲力矩，以最弱界面稳态开裂的临界弯曲力矩来测量界面黏附能。

本文件适用于在半导体基底上沉积薄膜层的 MEMS 器件。薄膜层总厚度宜小于支撑基底（通常是硅晶片）厚度的 1/100。

#### 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

#### 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

**能量释放率** **energy release rate**

$G$

在裂纹增长过程中释放的单位表面积应变能。

注：能量释放率被认为是裂纹驱动力，单位为焦耳每平方米 ( $\text{J}/\text{m}^2$ )。

###### 3.1.2

**界面黏附能** **interfacial adhesion energy**

$G_c$

当界面裂纹开始增长并沿界面稳定扩展时的能量释放率。

注：又称为临界能量释放率，其单位为焦耳每平方米 ( $\text{J}/\text{m}^2$ )。

##### 3.2 符号和名称

试验件的形状和符号分别如图 1 和表 1 所示。试验件的整体形状类似于三明治式悬臂梁，它应有一个预制裂纹或一个用于萌生裂纹的缺口。裂纹萌生后，裂纹沿着层状材料体系中最弱的界面延伸。