



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 44517—2024/IEC 62047-16:2015

## 微机电系统(MEMS)技术 MEMS膜残余应力的晶圆曲率和悬臂梁挠度试验方法

Micro-electromechanical systems (MEMS) technology—Wafer curvature and cantilever beam deflection test methods for determining residual stresses of MEMS films

(IEC 62047-16:2015, Semiconductor devices—Micro-electromechanical devices—Part 16: Test methods for determining residual stresses of MEMS films—Wafer curvature and cantilever beam deflection methods, IDT)

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 试验方法 .....	1
4.1 概述 .....	1
4.2 晶圆曲率法 .....	2
4.3 悬臂梁挠度法 .....	3
参考文献.....	6

## 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 62047-16:2015《半导体器件 微机电器件 第 16 部分：MEMS 膜残余应力试验方法 晶圆曲率和悬臂梁挠度试验方法》。

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 MEMS 膜残余应力的晶圆曲率和悬臂梁挠度试验方法》；
- 为了便于理解，增加了 3.2 的“注 2”，删除了正文中未出现的“实体”的定义，增加了“挠度”的定义；
- 增加了对公式(1)中字符  $\sigma_f$ 、 $h_s$ 、 $\kappa$  的说明；
- 更正了原文  $E$ 、 $\nu$  缺少下标的错误；
- 增加了对公式(3)中字符  $L$ 、 $\delta$  的说明；
- 增加了图 1、图 2 中“注”。

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：合肥美的电冰箱有限公司、中机生产力促进中心有限公司、绍兴中芯集成电路制造股份有限公司、中国科学院空天信息创新研究院、苏州大学、国网智能电网研究院有限公司、苏州慧闻纳米科技有限公司、无锡华润上华科技有限公司、无锡芯感智半导体有限公司、微纳感知(合肥)技术有限公司、深圳市美思先端电子有限公司、宁波科联电子有限公司、美的集团股份有限公司、东南大学、工业和信息化部电子第五研究所、深圳市速腾聚创科技有限公司、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)、北京晨晶电子有限公司、南京高华科技股份有限公司、武汉高德红外股份有限公司、安徽北方微电子研究院集团有限公司、广东润宇传感器股份有限公司、无锡韦感半导体有限公司、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：马卓标、李根梓、曹诗亮、谢波、余庆、孙立宁、王军波、梁先锋、孙旭辉、胡永刚、杨绍松、许磊、宏宇、王雄伟、钱峰、周再发、董显山、杨旻、张森、张红旗、汤一、兰之康、黄晟、张胜兵、李海全、万蔡辛、高峰、陈林。

# 微机电系统(MEMS)技术 MEMS 膜残余应力的晶圆曲率和悬臂梁挠度试验方法

## 1 范围

本文件描述了测量厚度范围为  $0.01\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$  的 MEMS 膜残余应力的方法,包含晶圆曲率法和悬臂梁挠度法。

本文件适用于沉积在已知杨氏模量和泊松比等力学性质衬底上的膜。

## 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件。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。

IEC 62047-21 半导体器件 微电机器件 第 21 部分:薄膜 MEMS 材料泊松比试验方法(Semiconductor devices—Micro-electromechanical devices—Part 21: Test method for Poisson's ratio of thin film MEMS materials)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**残余应力 residual stress**

$\sigma_f$

外部载荷(力、热)去除后仍然存在的应力。

### 3.2

**曲率 curvature**

$\kappa$

几何物体(晶圆)偏离平面的量。

注 1: 对于圆,  $\kappa=1/R$ , 其中  $R$  为半径。

注 2: 在膜与衬底组成的双层结构中,曲率中心与膜同侧则曲率为正,曲率中心与膜异侧则曲率为负。

### 3.3

**挠度 deflection**

$\delta$

梁在变形时其自由端端点在该点处轴线法平面内的位移量。

注: 在膜与衬底组成的双层结构中,梁的挠曲方向与膜同侧则挠度为正,梁的挠曲方向与膜异侧则挠度为负。

## 4 试验方法

### 4.1 概述

当微机电结构中沉积的膜存在残余应力时,会引起膜和衬底组成的双层结构一起发生弯曲,其弯曲