



中华人民共和国国家标准

GB/T 47239.1—2026/IEC 62951-1:2017

半导体器件 柔性可拉伸半导体器件 第1部分：柔性基板上导电薄膜的 弯曲试验方法

Semiconductor devices—Flexible and stretchable semiconductor devices—
Part 1: Bending test method for conductive thin films on flexible substrates

(IEC 62951-1:2017, IDT)

2026-08-28 发布

2027-03-01 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

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

4 试验样品 3

5 试验方法和试验装置 3

6 试验报告 5

附录 A（资料性） X-Y- θ 弯曲试验方法 6

附录 B（资料性） 数据分析——弯曲半径和弯曲应变的计算 7

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。

本文件是 GB/T 47239《半导体器件 柔性可拉伸半导体器件》的第1部分。GB/T 47239 已经发布了以下部分：

- 第1部分：柔性基板上导电薄膜的弯曲试验方法；
- 第2部分：柔性器件的电子迁移率、亚阈值摆幅和阈值电压评价方法；
- 第3部分：柔性基板在凸起状态下的薄膜晶体管性能评价；
- 第4部分：柔性半导体器件基板上柔性导电薄膜的疲劳评价；
- 第5部分：柔性材料热特性测试方法；
- 第6部分：柔性导电薄膜的薄层电阻测试方法；
- 第7部分：柔性有机半导体封装薄膜阻挡特性测试方法；
- 第8部分：柔性电阻存储器延展性、柔韧性和稳定性测试方法；
- 第9部分：一晶体管一电阻式(1T1R)电阻存储单元性能测试方法。

本文件等同采用 IEC 62951-1:2017《半导体器件 柔性可拉伸半导体器件 第1部分：柔性基板上导电薄膜的弯曲试验方法》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 删除了术语和定义中 ISO 和 IEC 术语数据库网址。

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。

本文件由全国半导体器件标准化技术委员会(SAC/TC 78)归口。

本文件起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、浙江清华柔性电子技术研究院、柔检(嘉兴)科技有限公司、中国电子科技集团公司第五十五研究所、中国电子技术标准化研究院、浙江工业大学、苏州矩阵光电有限公司、河北北芯半导体科技有限公司、芯体素(杭州)科技发展有限公司、上海交通大学、中国电子科技集团公司第四十七研究所、深圳市罗博威视科技有限公司、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、浙江迈沐智能科技有限公司、广东润宇传感器股份有限公司、东莞市信翰精密工业有限公司、健鼎(无锡)电子有限公司。

本文件主要起草人：牛皓、杨晓锋、路国光、韦覃如、朱海斌、何志峰、杨俊、彭光健、朱忻、周南嘉、赵鹤然、褚昆、陈思、马丙戌、童林聪、赵先恒、王琪、马少鹏、陈颖、梅爽、么宇、邢同振、黄鹏、王冬云、周士潮、梁耀桓、谢承志、姜锐、杨海。

引 言

柔性可拉伸半导体器件具有可拉伸、可弯曲、可变形、质量轻、形态可变等特点,可在机器人皮肤、可穿戴设备、光电产品及储能类产品等领域应用。随着半导体器件工艺的发展和柔性可拉伸半导体器件的广泛应用,对产品的质量和可靠性水平提出了更高的要求。GB/T 47239《半导体器件 柔性可拉伸半导体器件》是柔性可拉伸半导体器件进行测试和试验的基础性标准,对于评估柔性可拉伸器件的性能、稳定性及可靠性起着重要的作用。拟由 9 个部分构成。

- 第 1 部分:柔性基板上导电薄膜的弯曲试验方法。目的是规定柔性半导体基板上导电薄膜弯曲试验方法。
- 第 2 部分:柔性器件的电子迁移率、亚阈值摆幅和阈值电压评价方法。目的是规定弯曲状态下柔性薄膜晶体管器件的迁移率、亚阈值摆幅和阈值电压等电参数评价方法。
- 第 3 部分:柔性基板在凸起状态下的薄膜晶体管性能评价。目的是规定柔性基板在凸起状态下薄膜晶体管特性的评价方法。
- 第 4 部分:柔性半导体器件基板上柔性导电薄膜的疲劳评价。目的是规定柔性半导体器件基板上柔性导电薄膜的疲劳评价方法。
- 第 5 部分:柔性材料热特性测试方法。目的是规定柔性材料热特性的测试方法。
- 第 6 部分:柔性导电薄膜的薄层电阻测试方法。目的是规定柔性导电薄膜的薄层电阻测试方法。
- 第 7 部分:柔性有机半导体封装薄膜阻挡特性测试方法。目的是规定柔性有机半导体封装薄膜阻挡特性的测试方法。
- 第 8 部分:柔性电阻存储器延展性、柔韧性和稳定性测试方法。目的是规定柔性电阻存储器的术语和定义,以及延展性、柔韧性和稳定性的测试设备和测试流程。
- 第 9 部分:一晶体管一电阻式(1T1R)电阻存储单元性能测试方法。目的是规定一晶体管一电阻式(1T1R)电阻存储单元的术语和定义,以及电阻存储单元性能参数的测试装置、测试激励和测试流程。

GB/T 47239(所有部分)均对应采用 IEC 62951(所有部分),统一了柔性可拉伸半导体器件的测试和试验方法,支撑柔性半导体器件产业的发展。

半导体器件 柔性可拉伸半导体器件

第1部分:柔性基板上导电薄膜的弯曲试验方法

1 范围

本文件描述了沉积或黏合在非导电柔性基板上导电薄膜的弯曲试验方法,以测量薄膜的机电性能或柔韧性。导电薄膜广泛应用于柔性半导体器件,是指沉积或黏合到非导电柔性基板上的薄膜,如金属薄膜、透明导电电极和硅薄膜等。由于薄膜-基板之间的界面黏附作用,柔性基板上的薄膜与独立的薄膜和基板机电特性不同。本文件的目的是确立用于评估柔性基板上导电薄膜机电性能或柔韧性的简单且可重复的试验方法。本文件中的弯曲试验方法包括外弯曲试验和内弯曲试验。

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 42709.22—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。

3.1.1

弯曲曲率半径 bending radius of curvature

r

试验样品在弯曲试验中显示的曲率半径。

3.1.2

临界弯曲半径 critical bending radius

当器件电阻超过规定值,和/或出现薄膜断裂、分层、潜在裂纹或基板损伤时的弯曲半径。

注:通常指导电薄膜能够承受的最小弯曲半径。

3.1.3

标称弯曲应变 nominal bending strain

ϵ

弯曲方向上弯曲试验样品中心的应变。

注:通常指柔性基板上弯曲薄膜顶部的应变。