



中华人民共和国国家标准

GB/T 47239.4—2026/IEC 62951-4:2019

半导体器件 柔性可拉伸半导体器件 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

Semiconductor devices—Flexible and stretchable semiconductor devices—
Part 4: Fatigue evaluation for flexible conductive thin film on the substrate for
flexible semiconductor devices

(IEC 62951-4:2019, 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 术语和定义 1

4 试验样品 2

5 试验方法和试验装置 3

6 试验 4

7 试验报告 4

附录 A（资料性） 弯曲试验装置示例 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。

本文件是 GB/T 47239《半导体器件 柔性可拉伸半导体器件》的第4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 62951-4:2019《半导体器件 柔性可拉伸半导体器件 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》。

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：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、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、深圳市元亨光电股份有限公司、河北北芯半导体科技有限公司、中国电子科技集团公司第五十八研究所、芯体素(杭州)科技发展有限公司、宁波甬强科技有限公司。

本文件主要起草人：赵先恒、余茜玮、高杨、倪峥、薛爱杰、闫美存、牛皓、杨晓峰、何志峰、朱海涛、褚昆、席善斌、虞勇坚、周南嘉、高蒙、黄文强。

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4部分：柔性半导体器件基板上 柔性导电薄膜的疲劳评价

1 范围

本文件描述了柔性半导体器件基板上柔性导电薄膜弯曲疲劳的评价方法。薄膜样品主要包括沉积或粘接在非导电柔性基板上的薄膜,例如用于柔性半导体器件的金属薄膜、透明导电电极和硅薄膜。疲劳试验方法包括动态弯曲疲劳试验和静态弯曲疲劳试验。

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)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

弯曲半径 bending radius

柔性电子器件弯曲试验中,弧对应的内表面和外表面之间中心线的曲率半径。

[来源:GB/T 38001.11—2020, 2.5.1, 有修改]

3.2

临界弯曲半径 critical bending radius

柔性半导体器件将发生失效的弯曲半径。

注:对于导电薄膜,临界弯曲半径是指器件电阻开始超过规定值,或出现薄膜断裂、分层、潜在裂纹或基板损伤时的弯曲半径。

3.3

柔性基板 flexible substrate

具有柔韧性的、在其上沉积、黏合或附着导电薄膜的基板。

[来源:GB/T 47239.1—2026, 3.1.4]

3.4

外弯曲试验 outer bending test

将试验样品弯曲成凸形(∩)的试验。

注1:外弯曲试验会在薄膜上产生拉应力。

注2:外弯曲试验的名称很多,例如向外弯曲、面外弯曲或凸弯曲试验。

[来源:GB/T 47239.1—2026, 3.1.6, 有修改]