



中华人民共和国国家标准

GB/T 47239.2—2026/IEC 62951-2:2019

半导体器件 柔性可拉伸半导体器件 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

Semiconductor devices—Flexible and stretchable semiconductor devices—
Part 2: Evaluation method for electron mobility, sub-threshold swing,
and threshold voltage of flexible devices

(IEC 62951-2:2019, 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 试验方法 2

 4.1 概述 2

 4.2 弯曲前电学特性测试 2

 4.3 弯曲中电学特性测试 3

 4.4 测试报告 4

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。

本文件是 GB/T 47239《半导体器件 柔性可拉伸半导体器件》的第2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 62951-2:2019《半导体器件 柔性可拉伸半导体器件 第2部分：柔性器件的电子迁移率、亚阈值摆幅和阈值电压的评价方法》。

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；
- 为保证标准各部分符号协调统一，将亚阈值摆幅的符号由“S”更改为“SS”。

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、厦门大学、中国电子科技集团公司第四十七研究所、浙江工业大学、上海交通大学、中国计量大学、浙江迈沐智能科技有限公司、厦门云天半导体科技有限公司。

本文件主要起草人：路国光、牛皓、杨晓锋、韦覃如、朱海斌、何志峰、彭光健、陈思、马丙戌、田万春、赵鹤然、高汭、范剑峰、王海建、倪毅强、石高明、孙虎、洪文晶、马少鹏、陈颖、朱明敏、周士潮、吴文平、戴彬、邢同振。

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

1 范围

本文件界定了用于评价和确定柔性薄膜晶体管(TFT)器件性能特征的术语、定义和符号,描述了评价方法。本文件描述的评价方法和特征参数适用于准确评价柔性薄膜晶体管器件在实际弯曲状态下的性能和可靠性。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

柔性薄膜晶体管 flexible thin-film transistor; flexible TFT

在机械柔性基板(如聚合物和金属箔)上制备的薄膜晶体管。

3.2

迁移率 mobility

针对电子,在电场方向上载流子(电子)平均速度的值除以电场强度的值所得的商。

[来源:GB/T 2900.66—2004,521-02-58,有修改]

3.3

亚阈值摆幅 sub-threshold swing

SS

衡量晶体管开通与关断状态之间相互转换速率的性能指标,由下列公式定义:

$$SS = \ln(10) \frac{kT}{q} \left(1 + \frac{C_d}{C_{ox}} \right)$$

式中:

C_d ——耗尽层电容;

C_{ox} ——栅氧电容;

T ——热力学温度;

k ——玻尔兹曼常数;

q ——电子电荷量。

3.4

阈值电压 threshold voltage

漏极电流值达到特定低值时的栅源电压。

[来源:GB/T 2900.66—2004,521-07-24,有修改]