



中华人民共和国国家标准

GB/T 47239.9—2026

半导体器件 柔性可拉伸半导体器件 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

Semiconductor devices—Flexible and stretchable semiconductor devices—
Part 9: Performance testing methods of one transistor and one resistor
(1T1R) resistive memory cells

(IEC 62951-9:2022, MOD)

2026-02-27 发布

2026-09-01 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 被测器件(DUT) 3

5 测试方法 4

 5.1 通则 4

 5.2 测试设备和工具 4

 5.3 读操作 4

 5.4 电预处理测试 5

 5.5 置位过程测试 6

 5.6 复位过程测试 7

 5.7 耐久性测试 9

 5.8 保持性测试 11

 5.9 测试报告 12

参考文献 13

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 9 部分。GB/T 47239 已经发布了以下部分：

- 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。

本文件修改采用 IEC 62951-9:2022《半导体器件 柔性可拉伸半导体器件 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》。

本文件与 IEC 62951-9:2022 相比做了下述结构调整：

- 增加 3.5,其后条编号依次顺延；
- 5.2~5.8 依次对应 IEC 62951-9:2022 中的 5.2.1~5.2.7,5.9 对应 IEC 62951-9:2022 中的 5.3。

本文件与 IEC 62951-9:2022 的技术差异及其原因如下：

- 删除了单极型的限制(见第 1 章),本文件描述的方法同时适用于单极型和双极型的 1T1R 电阻存储单元；
- 增加术语和定义“顶部电极电压”(见 3.5),满足使用需要；
- 更改了“低阻态阻值”和“高阻态阻值”的定义(见 3.8、3.9),以符合行业认知；
- 将高温测试条件“三种高于 175 °C 的不同环境温度”,更改为“三种高于 150 °C 的不同环境温度”(见 5.8),以符合行业习惯。

本文件做了下列编辑性改动：

- 更正了 5.1 中图 2、5.3 中图 4 以及 5.8 中图 15 的描述,以符合图中内容；
- 删除了 5.4 中图 6 脚注^a中与图无关的内容；
- 图 4 中,增加了对高阻态阻值和低阻态阻值的标注和区分；
- 更正了 5.7 中建议的最小耐久性循环次数为 10^6 次；
- 图 11 和图 13 中的标引符号更正为“ R_{LRS} 和 R_{HRS} ”,与第 3 章给出的符号保持一致；
- 图 12 中将“ $x > 10^6$ ”更正为“ $n > 10^6$ ”；
- 图 9 中增加注,对图中符号进行解释说明。

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：上海复旦微电子集团股份有限公司、之江实验室、复旦大学、中国电子科技集团公司第十三研究所。

本文件主要起草人：沈磊、孙建军、俞剑、刘山佳、时拓、周睿晰、刘津畅、王明、崔波、陈海蓉、张丽静。

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。目的是规定评价柔性基板在凸起状态下薄膜晶体管特性的方法。
- 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)均为——对应采用 IEC 62951(所有部分),通过统一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 9 部分：一晶体管一电阻式(1T1R)
电阻存储单元性能测试方法

1 范围

本文件描述了一晶体管一电阻式(1T1R)电阻存储单元的性能测试方法。本文件中的性能测试方法所测试的性能包括读、电预处理、置位、复位、耐久性和保持性。

本文件适用于柔性和刚性电阻存储器件，且不受器件的工艺和尺寸限制。

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

编程晶体管 programming transistor

用于放大、限制或改变电信号和电功率的半导体器件。

3.2

源极电压 source voltage

V_S

施加在编程晶体管源极的偏压。

3.3

栅极电压 gate voltage

V_G

施加在编程晶体管栅极的偏压。

3.4

漏极电压 drain voltage

V_D

施加在编程晶体管漏极的偏压。

3.5

顶部电极电压 top electrode of the resistive memory voltage

V_R

施加在电阻存储器顶部电极的偏压。

3.6

电阻存储器 resistive memory

基于有源层内导电细丝的可逆形成与可逆断裂，分别定义其低阻态与高阻态的双端器件。