



团 体 标 准

T/CASAS 072—2026

半导体功率器件/模块高浓度硫化氢试验方 法

Test method for high concentration hydrogen sulphide exposure of
power semiconductor device and module

2026 – 09 – 28 发布

2026 – 09 – 28 实施

目 次

前言.....II

引言.....III

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 试验装置.....3

 4.1 试验环境.....3

 4.2 试验装置.....3

 4.3 标准铜片试样.....4

5 试验方法.....5

 5.1 目的.....5

 5.2 测试条件.....5

 5.3 试验程序.....5

 5.4 安全须知.....7

6 数据记录与处理.....7

7 失效判定.....8

8 测试报告.....8

附录 A（资料性） 半导体功率器件/模组高浓度硫化氢试验记录表.....9

附录 B（资料性） 高浓度硫化氢试验腐蚀示例图.....10

参考文献.....11

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。

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。

本文件由第三代半导体产业技术创新战略联盟（CASA）制定发布，版权归CASA所有，未经CASA许可不得随意复制；其他机构采用本文件的技术内容制定标准需经CASA允许；任何单位或个人引用本文件的内容需指明本文件的标准号。

本文件主要起草单位：上海临港车规半导体研究院有限公司、卓智热创（苏州）试验设备有限公司、复旦大学、江苏宏微科技股份有限公司、中国电器科学研究院股份有限公司、安世半导体科技有限公司、复旦大学宁波研究院、常州银河世纪微电子有限公司、上海诚帆电力电子技术发展有限公司、南瑞集团有限公司、成都集佳科技有限公司、上海林众电子科技有限公司、广电计量检测集团股份有限公司、北京第三代半导体产业技术创新战略联盟。

本文件主要起草人：陈明锋、卢申林、樊嘉杰、陈威、李雯钰、张锦源、吴云、陈川、刘旭、王睿统、郭亚杰、庄建军、胡志平、高涵、孙纯哲、程永峰、黄鸿阳、罗航、李汝冠、高伟。

引 言

功率器件/模块具有击穿电压高、导通电流大、开关速度快、功率损耗小、高温稳定性好等优点，被认为是最具前景的半导体器件之一，它具有能够大幅提高现有系统集成的功率密度、效率、高温工作能力以及抗辐射的能力，与此同时还降低了系统的体积和重量，因此在智能电网、光伏发电、电动汽车等领域，都具有非常广阔的应用前景。

自然界中原本就存在硫化氢气体，例如火山爆发、地热排放、微生物活动和森林火灾等。随着人类的发展，由于人类生活的需要相应地产生了越来越多的硫化氢气体，最为典型的有化石燃料加工、木材制浆、污水处理、化石燃料燃烧、汽车排放、矿石冶炼、硫酸制造等。虽然在工业上已经对排出的气体做了去硫处理，但是仍然会有硫化氢的排出。而生活中的煤炭燃烧、天然气燃烧和汽车发动机的使用，这些都没有配备去硫的装置，所以大气中的硫化氢含量随着人类活动和需求的增加而持续增加。硫化氢和金发生反应并腐蚀，从而影响电子器件和电气连接部件的性能。

硫化氢气体对于功率半导体而言，是最具威胁的腐蚀性污染物。功率器件/模块在运行期间通常会升至高温，在所施加电压的作用下，硫化氢气体会与铜发生反应生成硫化铜(Cu_2S)晶体。硫化铜(Cu_2S)这种导电结构会在陶瓷基板DBC上的覆铜沟槽内蔓延并在最坏的情况下引发短路；如果功率半导体接线柱或引脚含铜，也会产生硫化铜蔓延影响外观并可能导致短路并在最坏的情况下引发短路。在高湿条件下其发展会加速。

现有的功率器件/模块并没有专门的硫化氢气体腐蚀试验方法，从而影响对功率器件/模块抗硫化腐蚀可靠性和硫化氢气体环境下使用寿命的评估。鉴于功率器件/模组现场使用时间较长，需要提高试验应力条件进行加速来缩短试验时间，本文件给出了适用于功率器件/模块的高浓度硫化氢试验方法。

半导体功率器件/模块高浓度硫化氢试验方法

1 范围

本文件描述了半导体功率器件/模组高浓度硫化氢试验方法，包括：试验条件、试验装置、试验程序以及失效判据。

本文件适用范围：功率器件/模块（涵盖碳化硅、氮化镓、硅等工艺）。

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 4586—1994 半导体器件 分立器件第8部分 场效应晶体管

GB/T 29332—2012 半导体器件分立器件 第9部分：绝缘栅双极晶体管（IGBT）

3 术语和定义

GB/T 4586、GB/T 2423.20界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

栅-源电压 gate-source voltage

V_{GS}

器件的栅极和源极之间的电压。

3.2

漏-源电压 drain-source voltage

V_{DS}

器件的漏极和源极之间的电压。

3.3

漏-源电压 drain-source voltage when turn on

V_{DSon}

导通时漏-源间的电压降。

3.4

开态压降 collector-emitter voltage after turn on

V_{CESat}

双极性结型晶体管（BJT）或IGBT在饱和导通时集电极-发射极间的电压降。

3.5

栅极漏泄电流/栅极漏电流 gate leakage current

I_{GSS}

漏极-源极短路时，栅-源电压达到最大的条件下对应栅极电流的最大值。

3.6

漏极漏泄电流/漏极漏电流 drain leakage current

I_{DSS}

在漏-源电压达到规定的高值，栅-源电压达到规定条件下，对应漏极电流的最大值。

3.7

集电极漏电流 collector leakage current

I_{CES}

BJT或IGBT中集电极-发射极间在栅极/基极短路时的漏电流。

3.8

反向电流 reverse current

I_R

施加规定的反向电压时流过二极管的电流。

3.9

栅-源阈值电压 gate-source threshold voltage

$V_{GS(th)}$

漏极电流值达到规定低值时的栅-源电压。

3.10

漏-源极导通电阻 drain-source on-state resistance

$R_{DS(on)}$

在规定的栅-源电压、漏极电流以及芯片结温下的漏极-源极之间的阻值。

3.11

漏-源反向电压 drain-source reverse voltage

V_F

在规定的条件下，器件的漏极和源极之间的反向电压。

3.12

阈值电压 threshold voltage

V_{TH}

使金属氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）或IGBT开始导通的栅极-源极（或栅极-发射极）最小电压。

3.13

击穿电压 breakdown voltage, drain to source

V_{BR}

在规定的栅-源电压，漏极电流达到规定低值时的漏极-源极电压。

3.14

击穿电压 breakdown voltage, collector to emitter

BV_{CE}

在规定的集电极-发射极电压，极电流达到规定低值时的集电极-发射极电压。

3.15

绝缘电压 insulation voltage

V_{ISOL}

器件内部（如芯片与散热基板之间）能承受的隔离电压。

3.16

结壳热阻 junction-to-case thermal resistance

R_{jc}

半导体结至封装体外壳的温差与热耗功率 P_D 之比。

注：单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

3.17

结环境热阻 junction-to-ambient thermal resistance

R_{ja}

半导体结至环境空气的温差与热耗功率 P_D 之比。

注：单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

3.18

管壳温度 case temperature

 T_c

在半导体器件管壳规定点测得的温度。

3.19

散热器温度 sink temperature

 T_s

在器件散热器规定点测得的温度。

3.20

结温 junction temperature

 T_j

器件中主要发热部分的半导体结的温度。

3.21

环境温度 ambient temperature

 T_a

测试环境规定点测得的温度。

3.22

环境相对湿度 ambient relative humidity

 H_a

测试环境规定点测得的相对湿度。

3.23

气体浓度 air concentration

 C_a

气体的体积浓度（硫化氢体积/总气体体积）。

3.24

换气率 ventilation rate

 R_a

换气率指单位时间内进入试验箱的空气量与试验箱容积之间的比率。

4 试验装置

4.1 试验环境

半导体功率器件/模组高浓度硫化氢试验装置应能够提供合适的半导体功率器件/模组高温高湿环境、高浓度硫化氢气体、偏置电压和微小电流测量环境，并具备以下功能和性能指标：

- a) 具备可靠的温湿度控制和监测能力，确保试验过程中温湿度的控制精度；
- b) 具备可靠的硫化氢气体浓度和换气率控制和监测能力，确保试验过程中浓度与换气率的控制精度；
- c) 能够提供所需能够覆盖半导体功率器件/模组规格要求的电压范围与精度；
- d) 能够提供所需能够覆盖半导体功率器件/模组要求的电流范围与精度，并能够实时监控并记录。

4.2 试验装置

所使用的试验装置的关键组成如下：

- a) 温湿度控制系统：
 - 1) 应使用具有良好温度控制能力的温湿度箱，以提供所需恒定和均匀的高温高湿环境；
 - 2) 应具备快速升温 and 降温的能力，以缩短试验周期；

- 3) 温度波动度应 $\leq \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 温度容许偏差应 $\leq \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 升温速率应 $\geq 1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 湿度波动都应 $\leq \pm 3\text{ \%RH}$, 湿度容许偏差应 $\leq \pm 3\text{ \%RH}$, 并能实时监测和记录箱内温湿度数据;
- 4) 试验箱的内壁不允许出现凝露;
- 5) 具备基本的保护功能, 确保试验安全。
- b) 硫化氢气体浓度/换气率控制与测量:
 - 1) 应使用具有良好的气体浓度和流量控制能力, 以提供所需恒定和均匀的指定浓度硫化氢混合气体和流量环境, 硫化氢浓度容许偏差应优于 $\pm 20\text{ \%}$, 气体浓度根据高浓度气体流量和空气流量计算混合后的气体浓度;
 - 2) 支持手动/自动调节控制气体的流量来实现换气率的控制, 换气率为单位时间的总气体流量除以试验空间总体积;
 - 3) 硫化氢浓度的测量可以通过手动定性测量或者在线测量, 试验过程中需要定期监控;
 - 4) 气体流量的测量可以通过人工检查或者在线测量, 试验过程中需要定期监控;
 - 5) 具备基本的保护功能, 确保试验安全。
- c) 电压偏置单元(电源):
 - 1) 具备基本的恒压输出模式, 输出的电压范围与精度应满足半导体功率器件/模组规格要求;
 - 2) 具备基本的保护功能, 例如过压、过流、过温等, 确保试验安全;
 - 3) 输出以及测量的分辨率、精度等应该保证在较高的水平, 以确保试验结果的准确性。
- d) 测量设备或测量系统:
 - 1) 包括但不限于高分辨率及高精度的温度传感器、湿度传感器、质量流量计、电流表、电压表等, 能够准确记录相关的试验数据, 包括温度、湿度、浓度、换气率、试验时间、电参数测试信息和结果;
 - 2) 测量设备应具有良好的抗干扰性, 避免受试验环境干扰而产生测量误差;
 - 3) 测量设备应能实时记录、存储实验数据, 避免意外情况导致长时间测试的数据保存问题。

为确保试验过程的标准化和可重复性, 建议采用专门为半导体功率器件/模组高浓度硫化氢试验设计的标准化试验系统(参考图 1 和图 2, 其它可以满足测试要求的设备亦可以采用), 该系统包含了上述各关键组成部分, 具有良好的温湿度控制和电流在线监测能力, 尤其在微弱信号测量部分具备较高的分辨率及精度(例如测量 $100\text{ }\mu\text{A}$ 量程范围下, 分辨率优于 100 nA , 精度优于 $\pm 0.1\text{ \%}$)。半导体功率器件/模组高浓度硫化氢试验装置使用前应进行全面的校准, 确保各项性能指标符合要求。在试验过程中, 应定期检查和维持试验装置, 及时发现并解决可能出现的问题, 确保试验数据的准确性和可靠性。试验前后测试样品电学特性建议使用满足半导体功率器件/模组规格测试要求的自动化测试设备(ATE), 需要测试的项目有: I_{GSS} 、 I_{DSS} 、 I_{CES} 、 I_R 、 V_{CESat} 、 V_{Dson} 、 V_F 、 V_{TH} 、 BV_{CE} 、 V_{BR} 、 R_{jc}/R_{je} 、 V_{ISOL} 。

4.3 标准铜片试样

标准铜片试样作为腐蚀监测材料与试验样品一起试验, 对试验过程进行监控。

标准铜片试样参照GB/T 2423.51—2020附录A进行准备, 数量至少为5片, 试验期间与试验样品一起暴露, 并用分辨率为 0.01 mg 的天平称量铜片试样在试验中的重量增加值; 增重测量后还需要进行膜厚的测量, 以作为腐蚀程度的衡量标准和试验再现性与重复性的监控标准, 推荐膜厚测量采用电化学方法进行精确测量。

除铜片外, 其他材料如银试片或其他试样也可以作为过程进行监控。

本试验标准铜片试样的增重和膜厚指南参见下表1。

表1 标准铜片试验增加与膜厚参考数据

参数	推荐值
铜片试样的增重 $\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$	4 ± 1
铜片试样的膜厚 $\text{\AA}$	$480\,000 \pm 20\%$

5 试验方法

5.1 目的

本试验用于确定随着时间的推移，硫化氢气体、电气应力（器件偏置电压）和湿热应力（高温高湿环境）对半导体功率器件/模组的综合影响。与半导体功率器件/模组大部分的使用工况不同，本试验通过提高硫化氢浓度、环境温湿度和偏置电压的应力条件，以模拟加速条件下的工作状态，从而在较短的时间内评估器件在正常腐蚀气体使用条件下的可靠性和寿命。本试验方法可用于器件的可靠性验证和监控（老化筛选），重点是验证产品的使用寿命和使用寿命极限。

本试验旨在评估：

- a) 在高电场强度下，金属硫化物会沿电场方向生长，破坏样品设计的电气间隙与爬电距离，造成样品漏电流偏高、耐压降低或短路失效。
- b) 样品耐硫化氢腐蚀寿命。

5.2 测试条件

表2 高浓度硫化氢测试条件

试验条件参数	测试条件
试验时间 (t)	720 hrs
试验温度 (T)	85 °C
试验相对湿度 (H)	85 %RH
气体浓度 (C_a)	50 ppm $\pm$ 10 ppm (体积分数)
换气率 (R_a)	3-5次/ h
漏源电压(V_{DS})	$V_{DS} = 0.6 \sim 0.8 V_{DS,max}$
注1：测试样品数量，单批次，分立器件建议22个，功率模块建议6个（其中上下桥偏置各3个）。	
注2：漏源电压的比例选择取决于产品现场实际应用的电压比例，碳化硅和氮化镓推荐0.8，硅推荐0.6。	

5.3 试验程序

测试建议按照以下流程进行：

- a) 样品准备：根据被测器件的封装形式，建议按照表 1 选择合适的样品数量。样品需去除表面污染物，确保试验的一致性和标准化。将半导体功率器件/模组样品焊接或安装在适当的测试夹具上，确保良好的电气连接。对参照铜片、银片进行预处理并称重记录。
- b) 初期测试：在测试开始之前，进行器件的电学特性测试及记录，包括 I_{GSS} 、 $I_{DSS}/I_{CES}/I_R$ 、 $V_{CESat}/V_{DSon}/V_F$ 、 V_{TH} 、 BV_{CE}/V_{BR} 、 R_{jc}/R_{je} 、 V_{ISOL} 。需要注意的是，所选样品需经过目检及电学特性初步测试，确保无明显缺陷和功能正常才能进行后续测试。
- c) 样品放置：样品垂直悬挂，气流与样品的表面平行，样品对气流的遮挡最小且样品之间不得相互接触，可多层交错悬挂。

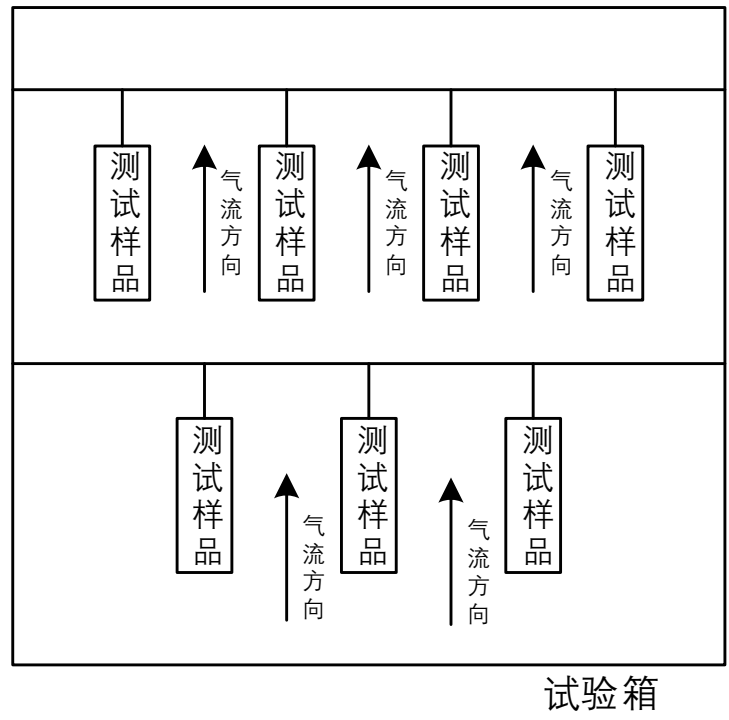


图1 样品悬挂参考

- d) 电气连接：试验电路参考图 2 和图 3，将偏置电源的正极连接到分立器件的源极、IGBT 的集电极或功率模块的 V_{DD} ，负极连接到分立器件的漏极、IGBT 的发射极或功率模块的GND。
- e) 温湿度及偏置电源设置：根据测试要求设置温湿度控制系统及偏置电源的输出电压，需要注意的是，在升温前的 10 min 之内，器件应当先施加偏置电压。推荐先升温，待温度达到目标值且稳定 30 min 后再升湿度。
- f) 气体浓度及换气率设置：根据要求设置硫化氢气体的流量、压缩空气的流量和抽气的流量。

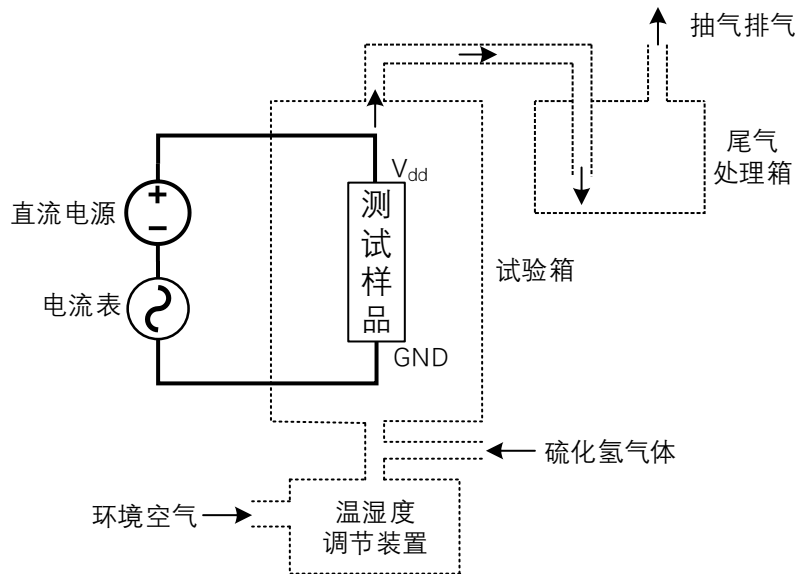


图2 高浓度硫化氢试验参考 1

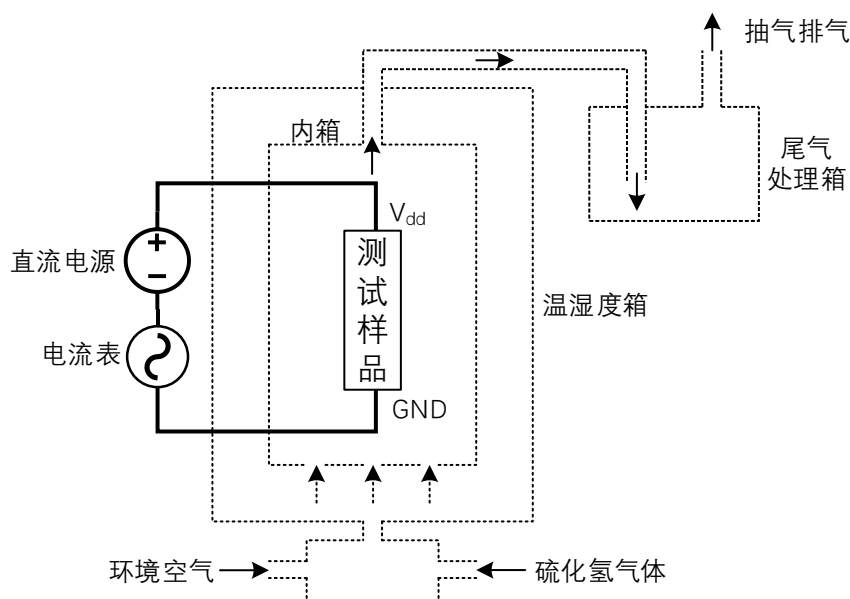


图3 高浓度硫化氢试验参考 2

- g) 参数监控：使用相应的测量设备实时监测每个样品的漏电流并实时记录，监测的时间间隔 Δt 应不大于预计失效时间的 0.1%，推荐前 4 小时每 10 s 采集一次，后续每 30 s 采集一次。
- h) 条件恢复：试验时间满足后首先去除偏置并停止硫化氢气体的施加，保持换气，控制温湿度至常温（25℃，50%RH）并持续至少 2 小时。
- i) 最终测试：在测试完成之后，进行器件的电学特性测试及记录（ I_{GSS} 、 I_{DSS} 、 I_{CES} 、 I_R 、 V_{CEsat} 、 V_{Dson} 、 V_F 、 V_{TH} 、 BV_{CE} 、 V_{BR} 、 R_{jc} 、 R_{je} 、 V_{ISOL} ）。需要注意，器件在去掉偏置的 48 h 内应尽快完成电学特性测试。如果器件去掉偏置并超出 48 h，应在报告中说明。
- j) 对参考铜片进行质量和膜厚进行测量并记录。

注1：高浓度硫化氢试验是针对半导体功率器件/模组在硫化氢腐蚀气体的高温高湿使用环境的失效模式测试。样品必须施加规格要求的偏置电压，从而模拟实际工作中可能发生的电化学腐蚀。试验中需要避免样品产生凝结水，避免导致短路而破坏产品与仪器。

5.4 安全须知

本试验应注意如下安全事项：

- a) 试验应在独立的配备通风的房间内进行；
- b) 试验设备和场所需安装硫化氢气体检测报警器，在箱体周围布点监测H₂S浓度。
- c) 打开硫化氢钢瓶阀门时，应严格按规范步骤“缓开缓关”。开启气瓶后，逐步调节减压阀至所需输出压力，控制硫化氢通入试验箱的流速与浓度平稳上升，避免瞬时冲击导致减压阀的损坏。试验结束停止供气时，先关闭钢瓶总阀，再关闭减压阀和设备阀门，释放残余气体到处理装置。
- d) 在试验进行和结束后，应进行通风换气，保证残留H₂S浓度降至安全水平以下。

6 数据记录与处理

记录试验期间的应力及监测数据，并检查是否有任何异常现象。

为了确保准确的失效时间，连续监测试验中每个样本的漏电流。如果在 t_n 时刻的电流检测值表明，按照漏电流失效判据，某个样本已失效，则按照下述方法计算该样本的失效时间：

监测的时间间隔 Δt ，若 $\Delta t < 0.001 t_n$ ，则可以将 t_n 作为该样本的失效时间 t_f ，否则取失效时间为：

$$t_f = \sqrt{t_n \times t_{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 $t_{n-1} = t_n - \Delta t。$

7 失效判定

器件完成试验和记录后，符合以下任一条目即判定为失效。需要注意的是，如果产品失效是由于试验过程中试验人员操作不当、试验装置失效等非样品本身因素导致，则该失效不计入失效，但必须详细记录失效情况并进行失效分析，在征得同意后，可重新选择样品进行该试验。

- a) 参考表3，电学参数需要全部符合，任意一条不满足视为不合格；
- b) 器件外观的硫化腐蚀，具体的接受标准由企业自行定义；
- c) 可根据需求增加额外的失效判定条件。

表3 高浓度硫化氢试验失效判定表

电学特性	符号	失效判据
栅极漏电流	I_{GSS}	高于规格书中规定的最大值
集电极/漏极漏电流/反偏电流	$I_{DSS}/I_{CES}/I_R$	高于规格书中规定的最大值
开态压降	$V_{CEsat}/V_{DSon}/V_F$	高于规格书中规定的最大值
阈值电压	V_{TH}	高于规格书中规定的最大值或低于于规格书中规定的最小值
击穿电压	BV_{CE}/V_{BR}	低于于规格书中规定的最小值
热阻	R_{thic}/R_{thin}	相对于初始值的变化率>20%
绝缘电压	V_{ISOL}	低于于规格书中规定的最小值

8 测试报告

测试结束应提供测试报告，其中记录的数据应当包括：

- a) 样品名称及数量；
- b) 试验温度；
- c) 试验湿度；
- d) 试验硫化氢气体浓度；
- e) 试验换气率；
- f) 电气连接方式；
- g) 样品架设图；
- h) 试验上下桥对应偏置电压；
- i) 试验时间；
- j) 每个铜片的增重和膜厚；
- k) 连续记录的电流和随时间变化的曲线；
- l) 试验前后的 I_{GSS} 、 $I_{DSS}/I_{CES}/I_R$ 、 $V_{CEsat}/V_{DSon}/V_F$ 、 V_{TH} 、 BV_{CE}/V_{BR} 、 R_{jc}/R_{je} 、 V_{ISOL} ；
- m) 其他必要的项目。

附 录 A

(资料性)

半导体功率器件/模组高浓度硫化氢试验记录表

半导体功率器件/模组高浓度硫化氢试验记录表如表A.1。

表A.1 高浓度硫化氢试验记录表示例

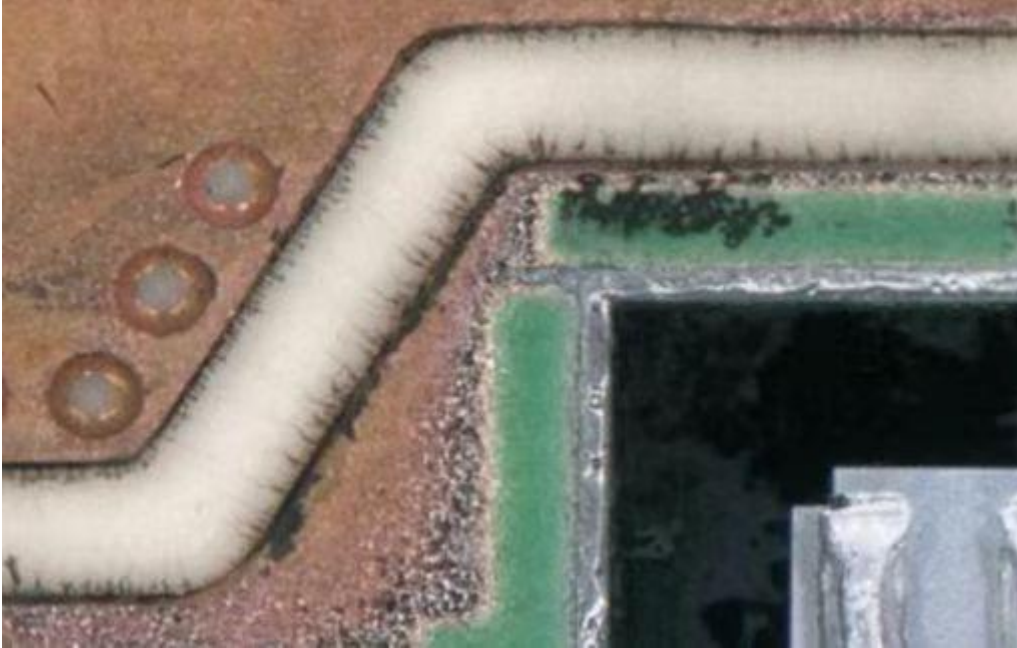
产品名称 型号规格						组别					
检测项目						环境条件					
测试仪器 仪表	型号：					计量有效期					
	编号：										
检测依据 标准条款						样品数量					
试验条件 及技术要求	试验时间：										
	试验温湿度：										
	试验硫化氢气体浓度/换气率：										
	偏置电压：										
	其余补充说明： 1. 2. ...										
样品编号	测试结果										
	参数										已失效 (勾选)
	试验前	试验中								试验后	
	漏电流	漏电流	漏电流	漏电流	漏电流	漏电流	漏电流	漏电流	漏电流	漏电流	
1											☐
2											☐
...											☐

附 录 B

(资料性)

高浓度硫化氢试验腐蚀示例图

高浓度硫化氢试验腐蚀示例图如图B.1所示。



图B.1 高浓度硫化氢试验腐蚀示例图

参 考 文 献

- [1] GB/T 2423.20—2014 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kd：接触点和连接件的硫化氢试验
- [2] GB/T 2423.51—2020 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ke：流动混合气体腐蚀试验
- [3] GB/T 4798.4—2023 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第4部分：无气候防护场所固定使用
- [4] AEC-Q101 Stress test qualification for discrete semiconductors
- [5] AQG 324 Qualification of Power Modules for Use in Power Electronics Converter Units in Motor Vehicles
- [6] DU Mingyue, SUN Jianguo. Statistical Analysis of Interval-Censored Failure Time Data[J]. Chinese Journal of Applied Probability and Statistics, 2021, 37(6): 627-654. DOI: 10.3969/j.issn.1001-4268.2021.06.006
- [7] G. Morris, et al., Environmental contamination and corrosion in electronics: the need for an industrial standard and related accelerated test method that makes sense, Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 2018.
- [8] Gate Oxide Failure Mechanisms of SiC MOSFET Related to Electro-Thermomechanical Stress Under HTRB and HTGB Test, 2024 36th International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs (ISPSD)
- [9] IEC 60747-2-2016 Semiconductor devices - Part 2: Discrete devices - Rectifier diodes
- [10] IEC 60747-8-2021 Semiconductor devices - Discrete devices - Part 8: Field-effect transistors
- [11] IEC 60749-5-2017 Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 5: Steady-state temperature humidity bias life test
- [12] IEC 60749-9 Semiconductor devices - Part 9: Discrete devices - Insulated-gate bipolar transistors (IGBT)
- [13] IEC 60749-23-2011 Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 23: High temperature operating life
- [14] ISA-71.04 Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems: Airborne Contaminants
- [15] JESD47I Stress-Test-Driven Qualification of Integrated Circuits
- [16] JESD22-A108G Temperature, Bias, and Operating Life
- [17] JESD202 Method for Characterizing the Electromigration Failure Time Distribution of Interconnects Under Constant-Current and Temperature Stress
- [18] Wassermann. T. N, A new high-voltage H₂S single noxious gas reliability test for power modules[J], Microelectronics and reliability, 2019-09, Vol.100-101, p.113468, Article 113468