

ICS 31.200

CCS L56

团 体 标 准

T/GDCIE 010—2025

车身域控制器信号采集试验方法

Test methods for signal acquisition of body domain controller

2025-08-12 发布

2025-08-19 实施

广东省电子学会 发 布

目录

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 3

5 技术要求 3

6 试验方法 8

7 包装、标识、贮存、运输要求 14

附 录 A（资料性）性能及功能点检表 16

附 录 B（规范性）试验流程、方法和制程变更的鉴定要求 17

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。

本文件由广东电子学会提出并归口。

本文件起草单位：比亚迪汽车工业有限公司、圣邦微电子（北京）股份有限公司、拓尔微电子股份有限公司、上海类比半导体技术有限公司、苏州旗芯微半导体有限公司、江苏帝奥微电子股份有限公司、比亚迪半导体股份有限公司、中山大学、杭州瑞盟科技股份有限公司、湖南芯力特电子科技有限公司、广东省电子学会。

本文件主要起草人：吴世杰、刘九才、陈文锋、历广绪、王春龙、管锐、蒋幸福、郭建平、王远志、张文杰、李振、戴凯琳、邝璟成。

本文件首批承诺执行单位：比亚迪汽车工业有限公司、圣邦微电子（北京）股份有限公司、拓尔微电子股份有限公司、上海类比半导体技术有限公司、苏州旗芯微半导体有限公司、江苏帝奥微电子股份有限公司、比亚迪半导体股份有限公司、中山大学、杭州瑞盟科技股份有限公司、湖南芯力特电子科技有限公司。

车身域控制器信号采集试验方法

1 范围

本文件规定了乘用车及商用车的车身域控制器信号采集芯片技术要求、试验方法。

本文件适用于乘用车及商用车的车身域控制器信号采集芯片的研发、选型和测评，车身域控制器开关检测接口芯片可参照使用。

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 191-2008 包装储运图示标志

GB/T 5465.2-2023 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号

GB/T 30512-2014 汽车禁用物质要求

JEDEC 组织文件 JESD22-A104F-2020 温度循环测试

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）

GB/T 4937.3-2013 半导体器件机械和气候试验方法 第3部分：外部目检

GB/T 28046.4-2012 道路车辆电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷

GB/T 2408-2021 塑料燃烧性能的测定 水平法和垂直法

IEC 60747-15:2024 半导体器件-分立器件-第15部分 分立功率半导体器件（Semiconductor devices - Discrete devices - Part 15: Isolated power semiconductor devices）

JESD22-A108G 温度、偏压和操作寿命（Temperature, Bias, and Operating Life）

JESD22-A119A 低温存储寿命（Low Temperature Storage Life）

GB/T 34590.1-2022 道路车辆 功能安全 第1部分：术语

GB/T 34590.2-2022 道路车辆 功能安全 第2部分：功能安全管理

GB/T 34590.11-2022 道路车辆 功能安全 第11部分：半导体应用指南

AEC-Q100 Rev-J: Failure Mechanism Based Stress Test Qualification for Integrated Circuits (base document)

ISO16750-2:2023 道路车辆电子电气产品的环境条件和试验 第4.6.4 Load dump（抛负载）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

0

3.1

工作电压范围 operating voltage range

芯片正常工作的电压范围，超出该电压范围会引发芯片失效。

3.2

工作温度范围 operating temperature range

芯片正常工作的环境温度范围。

3.3

静态电流 quiescent current

芯片处于未激活状态（如休眠模式）且无负载时，从电源输入端口测得的电流。

3.4

润湿电流 wetting current

芯片提供的流过触点以突破触点处的表面膜电阻所需的电流。

3.5

清洁电流 clean current

芯片提供的用于清除触点表面氧化物的脉冲电流。

3.6

连续工作模式 continuous mode

芯片以设置的时间间隔对设定的端口做检测，期间连续提供润湿电流。

3.7

轮询工作模式 polling mode

芯片以设置的时间间隔对设定的端口做检测，在设置的湿电流活跃时间内提供润湿电流。

3.8

欠压保护 under voltage protection

当芯片电压低于其欠压阈值时，芯片将响应对应的保护机制。

3.9

轮询活跃时间 polling active time

轮询周期中，润湿电流活跃的时间。

3.10

端口状态检测 port status detection

芯片通过 ADC 对端口开关状态或开关电压进行采样量化。

3.11

过温告警 over temperature warning (OTW)

当芯片的工作温度超过其过温告警阈值，芯片将根据配置响应对应的保护机制。

3.12

过温保护 over temperature protection (OTP)

当芯片的工作温度超过其过温保护阈值，芯片将根据配置响应对应的保护机制。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

OTP: 过温保护 (Over Temperature Protection)

OVP: 过压保护 (Over Voltage Protection)

UVLO: 欠压锁定 (Under Voltage Lockout)

OTW: 过温警告 (over temperature warning)

CRC: 循环冗余校验

Sink Current: 灌电流

Source Current: 拉电流

POR: 上电复位

SPI: 串行外设接口 (Serial Peripheral Interface)

MSL: 湿敏感等级

GND: 接 GND (Ground)

VUVLO_rise: 欠压阈值

VUVLO_fall: 欠压恢复阈值

VOVP_rise: 过压保护阈值

VOVP_fall: 过压恢复阈值

5 技术要求

5.1 工作温度要求

根据搭载的信号采集芯片的安装位置需求选择不同的温度等级（见表 1），除特殊情况外，宜支持不低

于等级 1，同时要求选择的温度等级对应的最高温度不低于 GB/T 28046.4—2011 的表 A.1 和表 1 对应的温度要求。芯片工作环境温度等级或范围应在产品规格书中准确说明。

表 1 芯片工作温度等级

等级	芯片工作环境温度
0	-40℃ ~ +150℃
1	-40℃ ~ +125℃
2	-40℃ ~ +105℃
3	-40℃ ~ +85℃

5.2 功能要求

5.2.1 润湿电流功能

芯片应支持 Sink Current 或 Source Current 模式的润湿电流输出能力，电流值需满足触点最小导通需求（典型值 $\geq 5\text{mA}$ ）。

5.2.2 清洁电流功能

芯片应提供 可配置的脉冲式清洁电流，脉冲宽度宜为 10ms–100ms，峰值电流宜为润湿电流的 2–5 倍。。

5.2.3 欠压保护

芯片应具有 UVLO 欠压保护功能，避免芯片长时间工作在供电电压不足的状态下而导致检测功能异常。

阈值范围：设定值需低于系统最低工作电压（如系统 5V 时，典型值 $4.5\text{V} \pm 5\%$ ）；

动作机制：触发中断并关闭检测通道，寄存器记录状态。

5.2.4 过压保护

芯片应具有 OVP 过压保护功能，防止芯片因电压过高而损坏，保证芯片工作在合适的供电电压环境中，延长使用寿命。

定义范围：过压保护阈值，一般由芯片的工艺和耐压决定，根据芯片具体耐压设定，保证芯片在浪涌电压下能够正常受到保护。

5.2.5 中断触发功能

芯片宜具有中断触发功能，其通过中断管脚向微控制器反馈，用于通知芯片接口状态发生变化或芯片有异常状态发生。

5.2.6 连续工作模式

芯片应具有连续工作模式，润湿电流呈连续性工作状态，以此达到更精确的端口状态检测。

5.2.7 轮询工作模式

芯片应具有轮询工作模式，检测与润湿电流呈周期性工作状态，以此达到低功耗的系统设计。

5.2.8 比较器工作模式

芯片应具有配置为比较器模式功能，完成对端口的检测。当检测信号发生变化，触发比较器状态发生改变，芯片状态寄存器记录该状态并触发芯片中断。

5.2.9 过温预警/过温保护功能

芯片应具有 OTW 过温预警以及 OTP 过温保护功能，防止因芯片过热而引起的非预期故障和 IC 损坏。

当芯片的工作温度超过其过温警告阈值，芯片将响应对应的警告机制，以提醒用户或系统采取必要的降温措施，防止温度持续升高。当芯片温度持续升高触发过温保护时，芯片将关闭检测端口并上报中断防止由于高温导致的系统错误及不可逆的系统损坏。

5.2.10 CRC 校验功能

芯片可具有 CRC 模块支持配置寄存器的冗余校验功能，以确保数据的准确性和完整性。

注：可选的。

5.2.11 硬件复位功能

芯片宜具有硬件复位管脚，通过该管脚对芯片所有寄存器进行初始化，初始化结束后并通过 POR 标志位通知微控制器完成初始化，以此增加系统的容错机制。

5.2.12 输入电源监控功能

芯片可具备检测输入电源的功能，保证该芯片应用在电阻编码开关检测时有足够的电压净空空间生成精确的润湿电流，从而确保检测的稳定性。

注：可选的。

5.2.13 SPI 通信

芯片应具有 SPI 通信及控制功能，可在总线中做多路复用，以节省主控芯片资源。

5.3 性能要求

以下性能指标要求应满足规格书要求。

5.3.1 润湿电流精度

芯片提供润湿电流的精度。

5.3.2 静态功耗

芯片处于待机模式下所消耗的电流（待机模式下，芯片供电电流 $I_Q \leq 10 \mu A$ （典型值），全温度范围（ $-40^\circ C \sim 125^\circ C$ ））。

5.3.3 轮询活跃时间

芯片在轮询模式时，润湿电流持续的时间。

5.3.4 轮询周期

芯片周期性检测的时间间隔。

5.3.5 比较器电压阈值精度

芯片的检测接口工作模式为比较器模式时，触发比较器翻转的电压阈值精度。

5.3.6 接口管脚耐压

接口管脚应具有一定耐压范围（支持 $\pm 15\text{kV}$ ESD（HBM 模型）及 40V 抛负载（ISO 16750-2 4.6.4），漏电流 $\leq 1\mu\text{A}$ @ 40V ）。

5.3.7 电压检测精度

电压的检测精度在一定范围内。

5.4 产品规格书要求

产品规格书应包含：绝对最大限值（引脚耐压、工作温度范围（如： $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ ）、电气特性（静态功耗、润湿电流精度、比较器阈值等 量化参数）、热阻特性（结到环境热阻 $R_{\theta JA}$ （如 $\leq 40^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ）结到外壳热阻 $R_{\theta JC}$ ）、ESD 特性（HBM 模型 $\geq \pm 15\text{kV}$ ，CDM 模型 $\geq \pm 1\text{kV}$ ）、湿气敏感等级（MSL 等级（如 MSL3））、封装信息（封装尺寸图（含公差）、引脚定义、焊盘设计建议）和包装规格（卷带尺寸（Tape & Reel）、托盘承载数量、防潮包装标准）等相关信息。

5.5 可靠性要求

根据信号采集芯片支持的车规工作环境温度等级，按照 附录 A 中的表 A.1 的试验方法进行试验。除特殊情况外，芯片成品可靠性试验的必做项及对应试验项的结果应能满足表 2 要求。供应商应提供第三方机构的 AEC-Q100 认证报告或具有相应资质的实验室提供的测试报告。

表 2 信号采集芯片成品可靠性试验要求

测试分组	应力方式	简称	代号	接受标准	每批样品数	批数	必做项
加速环境 应力测试	预处理	PC	A1	0 失效	77	3	√
	有偏温湿度或有偏高加速应力试验	THB 或 HAST	A2	0 失效	77	3	√
	高压蒸煮或无偏高加速应力试验或无偏温湿度试验	AC 或 UHAST 或 TH	A3	0 失效	77	3	√
	温度循环	TC	A4	0 失效	77	3	√

表 2 信号采集芯片成品可靠性试验要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	接受标准	每批样品数	批数	必做项
加速环境应力测试	功率温度循环	PTC	A5	0 失效	45	1	—
	高温贮存寿命	HTSL	A6	0 失效	45	1	√
加速寿命模拟测试	高温工作寿命	HTOL	B1	0 失效	77	3	√
	低温工作寿命	LTOL	B2	0 失效	—	—	√
	早期寿命失效率	ELFR	B2	0 失效	800	3	√
	非易失性存储器耐久性、数据保持性、工作寿命	EDR	B3	0 失效	77	3	—
封装组装完整性测试	引线键合剪切	WBS	C1	Cpk>1.67	5 颗料里面收集 30 个拉力数据		√
	引线键合拉力	WBP	C2	Cpk>1.67 或温度循环后 0 失效			√
	可焊性	SD	C3	覆盖 95% 以上引脚	15	1	√
	物理尺寸	PD	C4	Cpk>1.67	10	3	√
	锡球剪切	SBS	C5	Cpk>1.67	10 颗物料每个收集 5 个推球数据	3	—
	引脚完整性	LI	C6	无引脚破损或开裂	5 颗物料面收集 10 个二焊点拉力数据	1	—
晶圆可靠性测试	电迁移	EM	D1	—	—	—	—
	经时介质击穿	TDDB	D2	—	—	—	—
	热流子注入效应	HCL	D3	—	—	—	—
	负偏压温度不稳定性	NBTI	D4	—	—	—	—
	应力迁移	SM	D5	—	—	—	—
电气特性验证测试	应力测试前后功能/参数	TEST	E1	0 失效	ALL	ALL	√
	静电放电人体模式	HBM	E2	0 失效	See Test Method	1	√
	静电放电带电器件模式	CDM	E3	0 失效	See Test Method	1	√
	闩锁效应	LU	E4	0 失效	3	1	√
	电气性能分布	ED	E5	Cpk>1.67	30	3	—
	故障等级	FG	E6	见 AEC_Q100-007	—	—	√
	特性描述	CHAR	E7	—	—	—	—
	电磁兼容	EMC	E9	—	1	1	√

表2 信号采集芯片成品可靠性试验要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	接受标准	每批样品数	批数	必做项
电气特性验证测试	短路特性描述	SC	E10	—	10	3	—
	软误差率	SER	E11	—	3	1	—
	无铅	LF	E12	参照测试方法	参照测试方法	参照测试方法	—
缺陷筛选测试	过程平均测试	PAT	F1	—	—	—	建议根据产品定具体测试管控项
	统计式类/良率分析	SBA	F2	—	—	—	建议根据产品定具体测试管控项
腔体封装完整性测试	机械冲击	MS	G1	0 失效	15	1	—
	变频振动	VFV	G2	0 失效	15	1	—
	恒定加速度	CA	G3	0 失效	15	1	—
	粗/细检漏测试	GFL	G4	0 失效	15	1	—
	包装跌落	DROP	G5	0 失效	5	1	—
	封盖扭矩测试	LT	G6	0 失效	5	1	—
	芯片剪切试验	DS	G7	0 失效	5	1	—
	内部水汽含量测试	IWV	G8	0 失效	5	1	—

6 试验方法

6.1 通用性能检测

信号采集芯片应明确其运行条件及环境约束，可包含（如适用）：外部环境，例如，温度、湿度、振动等；芯片系统的功能模式及状态；芯片处于工作状态或者非工作状态；芯片与系统其他元件或部件的依赖关系、接口关系（如控制单元）。

6.1.1 环境条件

除另有规定外，电学特性试验的环境条件如下：

- 环境温度：23℃ ± 5℃；
- 相对湿度：25% ~ 75%；

——环境气压：86kPa ~ 106kPa。

6.1.2 防干扰要求

试验期间，器件应不受到气流、光照或其他可能引起误差的影响。

6.2 外观检查

6.2.1 缺陷判定

试验前应进行必要的外观检查，如果芯片存在以下外观缺陷，将不能进行试验：

- a) 封装断开或封装有裂纹（表面划痕不应视为外观缺陷）；
- b) 表面上缺损在任何方向上的尺寸大于 1.5mm，且其深度超过封装有效单元厚度的 25%（如盖板、底座、侧壁）；
- c) 如是 QFN 封装且有侧边上锡要求的芯片，应当提前准备好且确认具体的材质工艺处理（如镀镍、镀金），并据此在视觉上验证。

6.2.2 封装标识

在此封装信息中，芯片的各项物理参数都可以找到对应值，包括长、宽、高、引脚尺寸、引脚间距、焊盘尺寸等具体数值及公差，封装丝印信息，应追溯到厂家、型号、生产周期、生产批次、极性方向，丝印内容应清晰、完整、无模糊、缺划、重影等现象。

6.3 特性试验

6.3.1 芯片功耗试验

按照图 1 搭建测试电路，VS - GND 串联电流表 A1 接入电压源 V1，V1 设置为芯片规格书标注的工作电压范围内三种电压，VDD - GND 接入电压源 V2，V2 逻辑输入高电平（通常为 1.8V/3.3V/5V），微控制器通过 SPI 配置芯片进入预期状态，测试该状态下的功耗。

- a) 寄存器配置芯片处于待机模式，记录此时电流值，即为芯片静态电流；
- b) 寄存器配置芯片处于轮询模式工作，接口模式为比较器模式且接口开关均为打开状态，记录此时电流值，即为轮询比较器模式工作电流（工作电流与润湿电流配置以及轮询活跃时间强相关）。
- c) 寄存器配置芯片处于连续模式工作，接口模式为比较器模式且接口开关均为打开状态，记录此时电流值，即为连续比较器模式工作电流（工作电流与湿性电路配置强相关）。

注：V1 根据规格书电压范围，设置最低电压，典型电压，最高极限电压。环境温度根据规格书工作温度范围，设置最低温度，典型温度，最高极限温度。

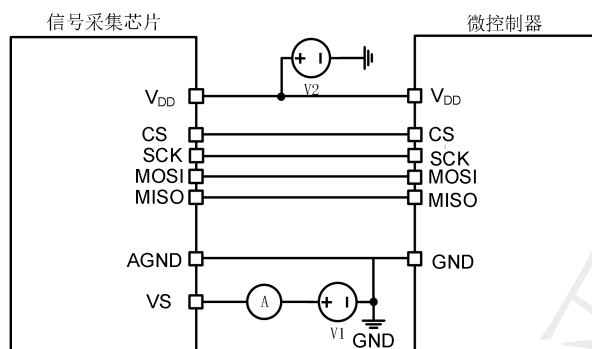


图1 功耗测试电路

6.3.2 VS 欠压保护试验

按照图2搭建测试电路，VS - GND 接入电压源 V1，VDD - GND 接入电压源 V2，SPI 通信接口接微控制器，微控制器一直获取接口芯片状态信息：

- 减小 V1 电压直到微控制器回读到 UVP 状态，此时 V1 电压即为 VS 欠压阈值 V_{UVLO_fall} ；
- 增大 V1 电压直到微控制器回读到 UVP 状态消失，此时 V1 电压即为 VS 欠压恢复阈值 V_{UVLO_rise} 。

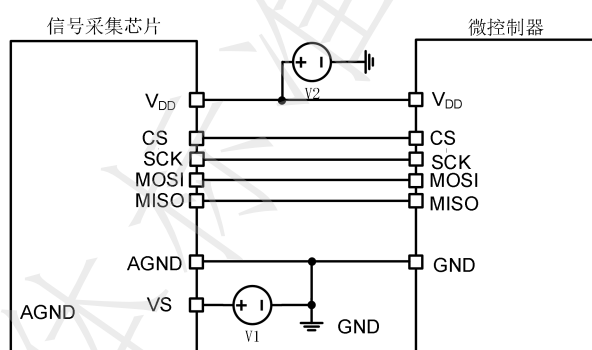


图2 VS 欠压保护测试电路

6.3.3 VS 过压保护试验

按照图3搭建测试电路，VS - GND 接入电压源 V1，VDD - GND 接入电压源 V2，SPI 通信接口接微控制器，微控制器一直获取接口芯片状态信息：

- 减小 V1 电压直到微控制器回读到 OVP 状态，此时 V1 电压即为 VS 过压阈值 V_{ovp_rise} ；
- 增大 V1 电压直到微控制器回读到 OVP 状态消失，此时 V1 电压即为 VS 过压恢复阈值 V_{ovp_fall} 。

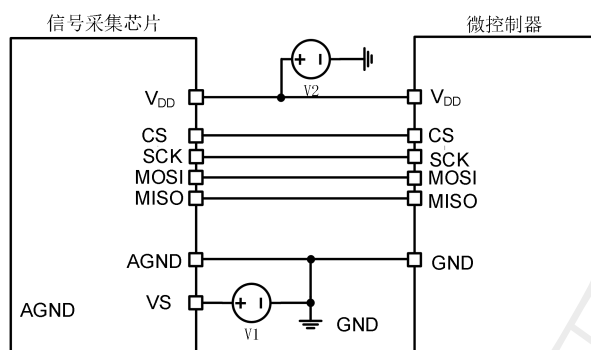


图 3 VS 过压保护测试电路

6.3.4 Source 润湿电流测试

按照图 4 搭建测试电路，VS - GND 接入电压源 V1，V1 设置为芯片规格书标注的典型电压，VDD - GND 接入电压源 V2，SPI 通信接口接微控制器，检测接口串联一个电源表到 GND。微控制器使能芯片为连续模式，INx 类型设置为 CS0 模式，使能芯片开始检测，记录此时电流值，该电流值为 I_{cso} 。

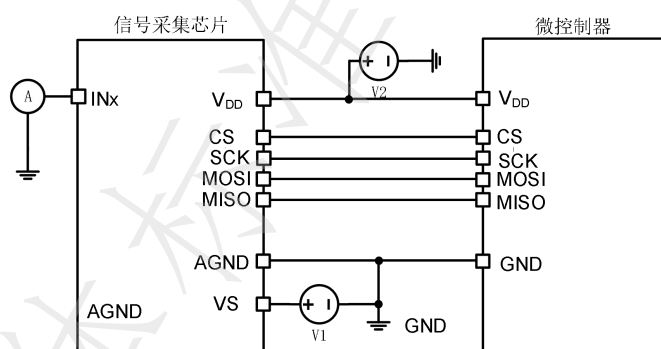


图 4 Source 润湿电流测试

6.3.5 Sink 润湿电流测试

按照图 5 搭建测试电路，VS - GND 接入电压源 V1，V1 设置为芯片规格书标注的典型电压，VDD - GND 接入电压源 V2，SPI 通信接口接微控制器，检测接口串联一个电源表到 V3，V3 电压可与 V1 相同。微控制器使能芯片为连续模式，INx 类型设置为 CSI 模式，使能芯片开始检测，记录此时电流值，该电流值为 I_{csi} 。

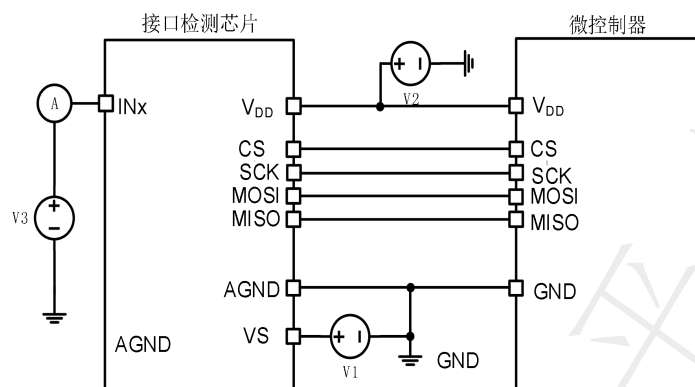


图 5 Sink 润湿电流测试电路

6.3.6 比较器阈值测试

按照图 6 搭建测试电路，VS - GND 接入电压源 V1，VDD - GND 接入电压源 V2，SPI 通信接口接微控制器，为控制将接口配置成比较器模式并使能检测，V3 电源电压由 0 逐渐增大，微控制器实时检测寄存器状态，直到微控制器检测到对应接口状态变化，记录此时的 V3 电压，即为比较器阈值

注：比较器阈值有多个挡位，不同挡位的测试值需满足规格书要求。

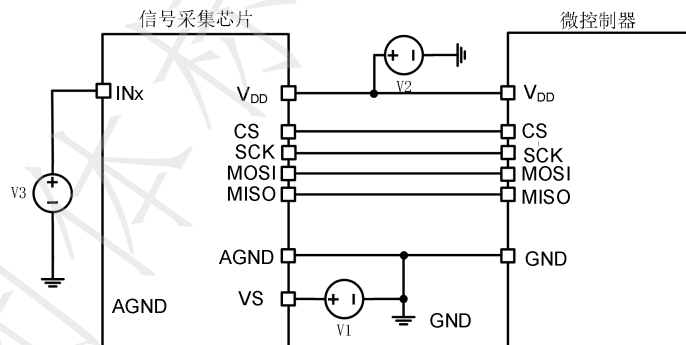


图 6 比较器阈值测试电路

6.3.7 轮询周期和活跃时间测试

按照图 7 搭建测试电路，VS - GND 接入电压源 V1，V1 设置为芯片规格书标注的典型电压，VDD - GND 接入电压源 V2，SPI 通信接口接微控制器，INx 端口接电阻 R1 到 GND，R1 阻值为 1K，示波器 G1 检测电阻两端电压波形，微控制器使能芯片为轮询模式，检测端口设置 CS0 润湿电流，使能芯片开始检测。

润湿电流不能为 0，测试波形为 PWM 波形，波形周期即为轮询周期，波形脉宽即为活跃时间。

注：轮询周期和活跃时间均有多个挡位，不同挡位的测试值需满足规格书要求。

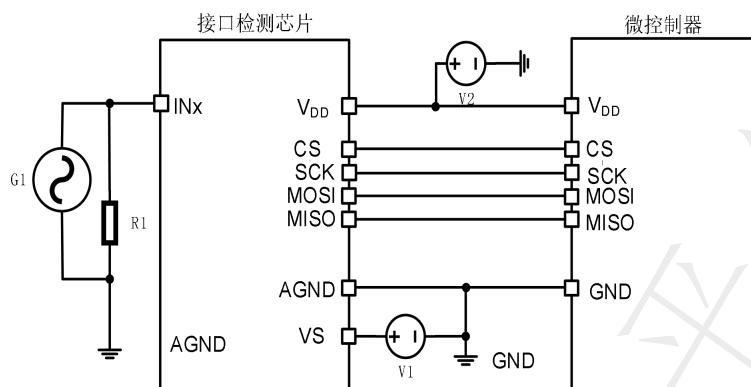


图 7 轮询周期和活跃时间测试电路

6.3.8 过温告警和过温保护测试电路方法

按照图 8 搭建测试电路，VS - GND 接入电压源 V1，V1 设置为芯片规格书标注的典型电压，VDD - GND 接入电压源 V2，SPI 通信接口接微控制器，使用温箱改变芯片的温度，同时监控芯片温度和芯片寄存器状态，当寄存器状态上报 OTW，记录温度 Totw（过温告警），当寄存器上报 OTP，记录 Totp（过温保护）。

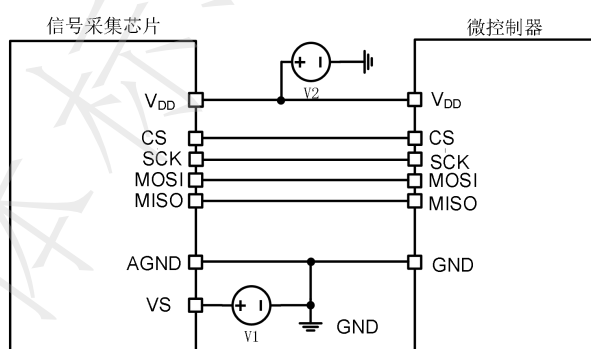


图 8 过温告警和过温保护测试电路

6.3.9 耐压试验

以 VS 耐压为例，其他引脚耐压同理。

按照图 9 搭建测试电路，VS - GND 串联电流表 A1 和电阻 R1 接入电压源 V1，电压表接在 VS 和 GND 两端，增大 V1 电压，直至电流表 A1 突变剧增，此时的 V1 电压大小即为 VS 耐压。

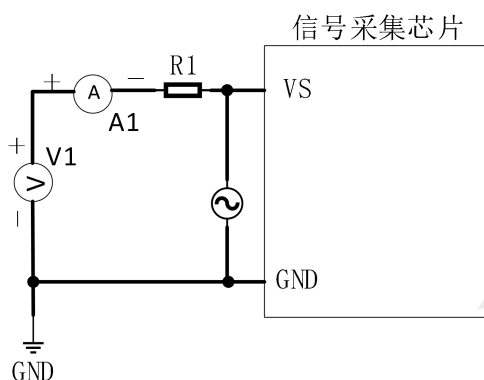


图9 耐压测试电路

6.4 可靠性试验

根据信号采集芯片的特性，必做的可靠性试验项见表 2。根据芯片支持的温度等级，按照附表 B. 1 的试验方法进行试验。

6.5 有害物质限量试验

按 GB/T 30512-2014 执行。

7 包装、标识、贮存、运输要求

7.1 防静电按有关约定进行，包装内应有产品的合格证。

7.2 包装标签上至少应有以下标识：

- a) 产品名称；
- b) 生产厂商；
- c) 产品数量；
- d) 执行标准；
- e) 产品性能等级；
- f) 生产批号规格及检验代号；
- g) 环保标记 RoHS、Pd；
- h) 湿敏等级；
- i) ESD 敏感标识。

7.3 产品在运输过程中，不应磨损、日光暴晒及雨淋受潮。

7.4 产品应贮存于避光、干燥、阴凉的环境。

附 录 A
(资料性)
性能及功能点检表

表 A.1 性能及功能点检表

功能要求		性能要求	
功能项	接受标准	性能项	接受标准
润湿电流功能	必要	静态功耗	应符合相关规格书要求
欠压保护	必要	润湿电流精度	应符合相关规格书要求
过压保护	必要	轮询周期精度	应符合相关规格书要求
比较器工作模式	必要	电流采样精度	符合应用需求与相关规格书要求
轮询工作模式	必要	工作模式功耗	符合应用需求与相关规格书要求
中断触发功能	必要	管脚耐压	符合应用需求与相关规格书要求
过温保护	必要	轮询活跃时间精度	符合应用需求与相关规格书要求
ADC 工作模式	可选	比较器阈值精度	符合应用需求与相关规格书要求
SPI 通信	必要	工作电压	符合应用需求与相关规格书要求， 并留有一定裕量
电压检测功能	可选	电压检测精度	应符合相关规格书要求

附录 B

(规范性)

试验流程、方法和制程变更的鉴定要求

鉴定试验流程见图 B.1。

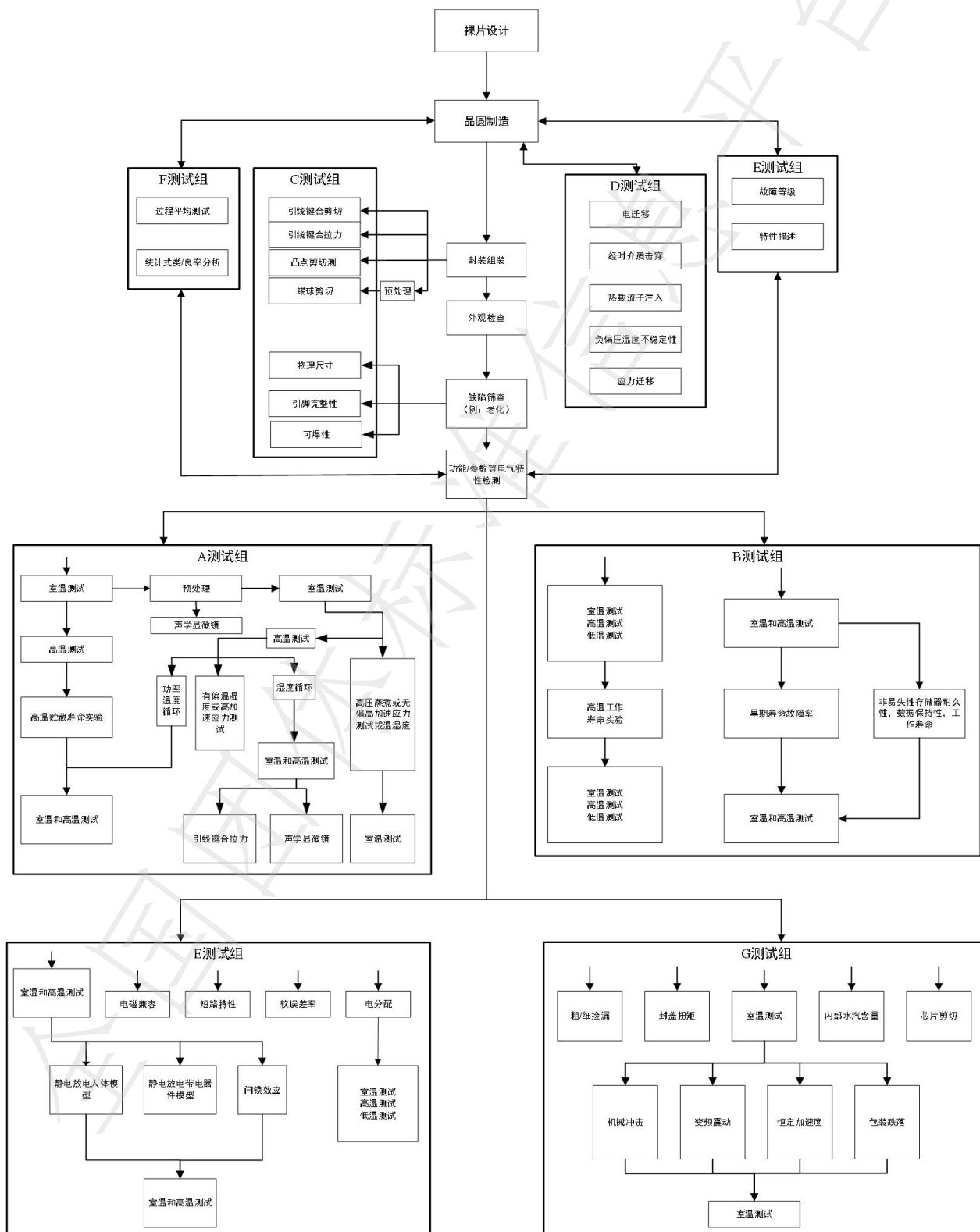


图 B.1 鉴定试验流程

鉴定试验方法及要求见表 B.1。

表 B.1 鉴定试验方法及要求

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
测试组 A- 加速环境应力测试	预处理	PC	A1	P. B. S. G. C. F	77	3	0 失效	JEDEC J-STD-020 JESD22-A113	仅在表面贴装器件上执行。预处理测试应在 THB/HAST、AC/UHST/TH、TC 和 PTC 应力测试之前进行。推荐执行 J-STD-020，以确定实际预处理应力测试中根据 JESD22-A113 标准应采用的预处理等级。根据 JESD22-A113 标准，合格的最低预处理等级为 3 级。在适用的情况下，当进行预处理和/或湿敏等级时，必须报告预处理等级和峰值回流温度。如果芯片通过后续的鉴定测试，则根据 JESD22-A113/J-STD-020 标准中的芯片表面分层是可以接受的。任何芯片的替换都应报告。 在预处理测试后，使用声学显微镜（AM）检查每个批次的 3 个芯片（共 9 个芯片），以检测芯片分层情况。对于（电或热活性）有源芯片，如果芯片分层超过 50%，必须报告。引线键合表面分层也必须报告。 在室温下，PC 测试前后进行测试。
	有偏温湿度或有偏高加速应力试验	THB 或 HAST	A2	P. B. D. G. C. F	77	3	0 失效	JEDEC JESD22-A101 或 A110	对于表面贴装器件，预处理在 THB（85℃/85%相对湿度持续 1000 小时）或 HAST（130℃/85%相对湿度持续 96 小时，或 110℃/85%相对湿度持续 264 小时）之前。在室温和高温条件下（按顺序）进行 THB 或 HAST 前后的测试。仅在室温下测试中间读点。
	高压蒸煮或无偏高加速应力试验或无偏温湿度试验	AC 或 UHST 或 TH	A3	P. B. D. G. F	77	3	0 失效	JEDEC JESD22-A102 A118 或 A101	对于表面贴装器件，预处理要在 AC（121℃/15psig 持续 96h）或无偏 HAST（130℃/85%相对湿度持续 96h 或 110℃/85%相对湿度持续 264h）。UHST 比 AC 更为推荐。对于高温和高压敏感的封装（如 BGA），可采用预处理后接 TH（85℃/85%相对湿度）持续 1000 小时的替代方案。AC、UHST 或 TH 前后的测试都在室温下进行。

表 B.1 鉴定试验方法及要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
测试组 A- 加速环境应力测试	温度循环	TC	A4	H. P. B. D. G. C. F	77	3	0 失效	JEDEC JESD22-A104 和附录 C	表面贴装器件的预处理在温度循环前进行。 等级 0: $-55^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$ 1500 个循环或等效条件 等级 1: $-55^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$ 1000 个循环或等效条件 注: $-65^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$ 500 个循环也是被允许的, 因为历史使用未发现寿命问题。 等级 2: $-55^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$ 1000 个循环或等效条件 等级 3: $-55^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$ 500 个循环或等效条件 温度循环前后的测试在室温和高温下进行。完成温度循环后, 从一个批次里取出 5 个芯片, 在其四角键合处(每角有 2 个键合)和每边一个中间键合处进行键合拉力测试。附录 C 给出了可最大限度减少损伤和错误数据发生的优先开盖程序。 在 TC 之后, 通过声学显微镜 (AM) 检查 3 个批次中的各 3 个芯片 (共 9 个), 以确定芯片 (如果电或热活性) 或引线键合表面是否存在分层。应根据用户要求提供结果。
测试组 A- 加速环境应力测试	功率温度循环	PTC	A5	H. P. B. D. G. C. F	45	1	0 失效	JEDEC JESD22-A105	在表面贴装器件中, 需在功率温度循环前进行预处理。此测试仅适用于功率耗散≥ 1 瓦特且功率上升时间< 0.1 秒, 导致结温变化$\geq 40^{\circ}\text{C}$ 的应用 (例如, 用于电感负载的智能电源开关)。 等级 0: 环境温度 T_a $-40^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$ 1000 个循环 等级 1: 环境温度 T_a $-40^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$ 1000 个循环 等级 2 和 3: 环境温度 T_a $-40^{\circ}\text{C}\sim+105^{\circ}\text{C}$ 1000 次循环。 测试期间不得发生热关断。在室温和高温下, 功率温度循环的前后测试应在室温和高温下进行。

表 B.1 鉴定试验方法及要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
测试组 A- 加速环境应力测试	高温贮存寿命	HTSL	A6	H. P. B. D. G. K. C .F	45	1	0 失效	JEDEC JESD22-A103	塑封器件和倒装芯片 BGAs： 等级 0: +175℃Ta 1000h 或+150℃Ta 2000h 等级 1: +150℃Ta 1000h 或+175℃Ta 500h 等级 2 和 3: +125℃Ta 1000h 或+150℃Ta 500h。 陶瓷封装器件： +250℃Ta 10h 或+200℃Ta 72h。 高温贮存寿命的前后测试应在室温和高温下进行。 注：如果封装和等级要求已满足，B3 (EDR) 测试的数据可以取代 A6 (HTSL) 测试数据
测试组 B- 加速寿命模拟测试	高温工作寿命	HTOL	B1	H. P. B. D. G. K. F	77	3	0 失效	JEDEC JESD22-A108	对于有非易失性存储的器件，根据 Q100-005 耐久性预处理应在 HTOL 前进行。 等级 0: +150℃Ta 1000h 等级 1: +125℃Ta 1000h 等级 2: +105℃Ta 1000h 等级 3: +85℃Ta 1000h HTOL 注意事项： 1) 对于适当等级的 Ta，HTOL 应力时间是最低要求；应提供测试（测量或计算）的 Tj。 2) 在执行 HTOL 测试时，如果芯片在 HTOL 条件下的 Tj≥特定芯片的最大工作温度（Tjopmax），但不超过绝对最大 Tj，则可以使用 Tj 代替 Ta。 3) 如果使用 Tj 来设定 HTOL 条件，应通过 0.7ev 或其他技术上合理的激活能来证明芯片在 Ta 条件下至少 1000 小时的最小应力。 4) 确保直流和交流参数的最大 Vcc 值。在测试过程中，芯片不应发生热关断。高温工作寿命前后的测试首选在室温、低温和最终高温条件下进行；另一种顺序是在室温、高温和最终低温条件下进行试验。 5) 如果适用，应在 HTOL 后对关键性能和可靠性相关电气参数进行偏移分析，以确认是否正确选择保护带，以满足数据表规范。有关偏移分析的指南，请参阅 AEC-Q100-009。

表 B.1 鉴定试验方法及要求 (续)

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
测试组 B- 加速寿命模拟测试	早期寿命失效率	ELFR	B2	H. P. B. N. G. F	800	3	0 失效	AEC Q100-008	通过这项应力试验的器件可以用在其他应力试验上。通用数据可以使用。ELFR 前后的测试在室温和高温条件下进行
	非易失性存储器耐久性、数据保持性, 工作寿命	EDR	B3	H. P. B. D. G. K. F	77	3	0 失效	AEC Q100-005	EDR 前后的测试在室温和高温的条件下进行。样本量和批次要求适用于 Q100-005 中规定的每项 NVM 试验。
测试组 C- 封装组装完整性测试	引线键合剪切	WBS	C1	H. P. B. D. G. C	最少 5 个芯片中的 30 个键合丝		Cpk>1.67	AEC Q100-001 AEC Q003	每个键合间有适当的时间间隔
	引线键合拉力	WBP	C2	H. P. B. D. G. C			Cpk>1.67 或温度循环后 0 失效	MIL-STD883 方法 2011 AEC Q003	条件 C 或 D。金线直径 $\geq 1\text{mil}$, 温度循环后的最小拉力=3g。金线直径 $< 1\text{mil}$, 参考 MIL-STD-883 方法 2011 中图 2011-1 规定的最小拉力。金线直径小于 1mil, 引线键合拉力应进行在锡球键合处而不是在键合丝中间。
	可焊性	SD	C3	H. P. B. D. G. F	15	1	覆盖 95%以上引脚	JEDEC JESD22-B102 或 JEDEC J-STD-002D	如果出货前器件能够正常进行筛选老化试验, 可焊性样品应首先耐受住老化。测试前预先进行 8h 蒸汽老化(镀金引线 1h)。
	物理尺寸	PD	C4	H. P. B. G. F	10	3	Cpk>1.67	JEDEC JESD22-B100 和 B108 AEC Q003	对于重要尺寸和公差, 请参见适用的 JEDEC 标准大纲和单个器械规格。
	锡球剪切	SBS	C5	B. D. G. F	最少 10 个 芯片中的 5 个锡球	3	Cpk>1.67	AEC Q100-010 AEC Q003	完整性(机械的)测试前进行热预处理(2 次回流焊循环)。有关用于此测试的无铅回流曲线, 请参阅 J-STD-020。

表 B.1 鉴定试验方法及要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
测试组 C- 封装组装完整性测试	引脚完整性	LI	C6	H. P. D. G	5 个器件中 某一个的 10 个引脚	1	无引脚破损或 开裂	JEDEC JESD22-B105	表面贴装器件不作要求。仅对针脚通孔器件作要求
	凸点剪切试验	BST	C7	D. F	至少 5 个芯 片的 20 个 凸点/支柱	Cpk> 1. 67	JEDEC JESD22-B117 或 AEC-Q003	JESD22-B117 球 体剪切是一种参 考方法。用户应 能根据要求获得 数据、测试方法、 计 算 和 内 部 标 准，以便采用新 技术。	JESD22-B117 球体剪切是一种参考方法。用户应能根据要求获得数据、测试方法、计算和内部标准，以便采用新技术。
测试组 D- 晶圆可靠性 测试	电迁移	EM	D1	—	—	—	—	—	应根据用户对新技术的要求，提供数据、测试方法、计算和内部标准。
	经时介质击穿	TDDb	D2	—	—	—	—	—	应根据用户对新技术的要求，提供数据、测试方法、计算和内部标准。
	热流子注入效应	HCL	D3	—	—	—	—	—	应根据用户对新技术的要求，提供数据、测试方法、计算和内部标准。
	负偏压温度不稳定性	NBTI	D4	—	—	—	—	—	应根据用户对新技术的要求，提供数据、测试方法、计算和内部标准。
	应力迁移	SM	D5	—	—	—	—	—	应根据用户对新技术的要求，提供数据、测试方法、计算和内部标准。

表 B.1 鉴定试验方法及要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/ 批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
测试组 E- 电气特性验证测试	应力测试前后功能/参数	TEST	E1	H. P. B. N. G. F	全部	全部	0 失效	测试程序应符合 供应商数据表或 用户规范	测试按照表 A. 2 和图 A. 1 所示的应力参考和附加要求进行。测试软件应满足 AEC Q100-007 的要求。所有电气测试均按照各个芯片规范的温度和限值范围进行。
	静电放电人体模式	HBM	E2	H. P. B. D. F	见试验方法	1	目标：0 次 失效，2KV HBM（等级 2 或更好）； 对于≤28nm 或 RF 工作 频率：1KV HBM（等级 1C 或更好）	AEC Q100-002	ESD 前后的测试在室温和高温条件下进行。芯片应根据其最大耐压等级进行分类，并在供应商鉴定报告中记录。对于低于规定目标（2 千伏或 1 千伏）的芯片，需要用户的批准。 如果目标等级低于 2 千伏（等级 2），必须在数据表中明确报告。若用户要求，需提供引脚在 RF 频率下工作的等级依据。JEDEC JEP155 标准可提供进一步指导。
	静电放电带电器件模式	CDM	E3	H. P. B. D. F	见试验方法	1	0 失效 测试条件 750V 边角 引脚，测试 条件 500V 其他引脚 (C2A 或更高) 对于≤28nm 或 RF 工作 频率：测试 条件 250V (C1 或更好)	AEC Q100-011	ESD 前后的测试在室温和高温条件下进行。 应根据最大耐压级别将器件进行分类，并记录在供应商资格报告中。 低于指定目标（测试条件 500 或 250）的芯片级别需要特定用户批准。 在数据表中必须报告低于测试条件 750/500（C2A）的目标水平。 应根据用户要求，向用户提供将引脚分类为在 RF 频率下工作的依据。JEDEC JEP157 可提供进一步的指导。
	闩锁效应	LU	E4	H. P. B. D. F	3	1	0 失效	AEC Q100-004	LU 前后的测试在室温和高温条件下进行。

表 B.1 鉴定试验方法及要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/ 批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
测试组 E- 电气特性验证测试	电分配	ED	E5	H. P. B. F	30	3	如适用， Cpk>1. 67	AEC Q100-009 AEC Q003	供应商和用户相互协商用于测量可接受标准的电性能参数。测试在室温、高温和低温下进行。
	故障等级	FG	E6	—	—	—	见 AEC Q100-007 除非另有规定	AEC Q100-007	生产测试见 AEC Q100-007 的测试要求
	特性描述	CHAR	E7	—	—	—	—	AEC Q003	适用于新技术和零件系列。
	电磁兼容	EMC	E9	—	1	1	—	SAE J1752/3	根据用户和供应商之间的协议，对本测试及其验收标准进行逐案执行。
	短路特性描述	SC	E10	D. G	10	3	0 失效	AEC Q100-012	适用于所有智能功率器件。测试和统计评估（见 AEC Q100-012 第 4 节）由用户和供应商根据具体情况协商。
	软误差率	SER	E11	H. P. D. G	3	1	—	JEDEC 无加速； JESD89-1 或加速； JESD89-2 或 JESD89-3	适用于大于 1Mbit 存储量的静态和动态随机存储器基本单元的器件。根据参考规格，可以选择两种测试之一（无加速或加速的）。测试判定标准由用户和供应商根据具体情况协商。最终测试报告应包括详细的测试设备位置和海拔数据。
	无铅	LF	E12	L	见试验方法	见试验方法	见试验方法	AEC Q005	适用于所有无铅器件。注意相关可焊性、焊接耐热性和晶须等要求的建议。

表 B.1 鉴定试验方法及要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
测试组 F- 缺陷筛选测试	过程平均测试	PAT	F1	—	—	—	—	AEC Q001	供应商确定样品量和测试方法以及接受标准。如果这些测试对于给定的器件是不可能进行的，供应商应提供理由。供应商必须执行某种形式的 PAT 和 SBA，以符合指南的目的。统计 Bin/Yield 分析
	统计式良率分析	SBA	F2	—	—	—	—	AEC Q002	
测试组 G- 腔体封装完整性测试	机械冲击	MS	G1	H. D. G. W	15	1	0 失效	JEDEC JESD22-B110	仅 Y1 方向，5 次脉冲，持续 0.5ms，1500g 峰值加速度，MS 前后的测试在室温下进行。
	变频振动	VFV	G2	H. D. G. W	15	1	0 失效	JEDEC JESD22-B103	振荡频率从 20Hz/2000Hz/20kHz 范围内对数变化，在 X、Y 和 Z 方向上各进行 4 次这样的循环，50g 峰值加速度，VFV 前后的测试在室温下进行
	恒定加速度	CA	G3	H. D. G. W	15	1	0 失效	MIL-STD-883 方法 2001	仅 Y1 方向，30000g 对于小于 40 管脚的器件，20000g 对于大于 40 管脚的器件，CA 前后的测试在室温下进行
	粗/细检漏测试	GFL	G4	H. D. G. W	15	1	0 失效	MIL-STD-883 方法 1014	任何专一指定的细检漏测试随后都有专一的粗漏检测测试。仅适用于陶瓷封装空腔器件
	包装跌落	DROP	G5	H. D. G. W	5	1	0 失效	—	从 1.2m 的高度向 6 个方向上跌落到混凝土表面上。该测试仅用于微电机系统空腔器件，DROP 前后的测试在室温下进行
	封盖扭矩测试	LT	G6	H. D. G	5	1	0 失效	MIL-STD-883 方法 2024	仅适用于陶瓷封装空腔器件
	芯片剪切试验	DS	G7	H. D. G. W	5	1	0 失效	MIL-STD-883 方法 2019	对于所有空腔器件应在封盖/密封前进行该试验。
	内部水汽含量测试	IWV	G8	H. D. G	5	1	0 失效	MIL-STD-883 方法 1018	仅适用于陶瓷封装空腔器件

表 B.1 鉴定试验方法及要求（续）

测试分组	应力方式	简称	代号	备注	样品数/批	批数	接受标准	试验方法	附加要求
注：“备注”列字母所代表的含义如下： B 适用于焊球表面贴装封装（BGA）器件。 C 铜线器件的试验条件和样本量应符合 AEC-Q006。 D 破坏性测试，器件不能重新用来认证和生产； F 适用于倒装芯片 BGA（基板式）封装器件。 G 承认通用数据； H 仅要求密封器件； K 使用 AEC-Q100-005 方法来对独立非易失性存储器集成电路或带有非易失性存储器模块的集成电路进行预处理。 L 无铅器件所需。 N 非破坏性测试，器件还可以用到其他测试上或用到生产上； P 仅要求塑封器件； S 仅要求表面贴装塑封器件； W 仅适用于线键合芯片，但不包括线上的包覆成型。									

制程变更需要进行重新鉴定，鉴定的要求见表 B. 2。

表 B.2 制程变更要求

表 B.1 测试编号	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	D1	D2	D3	D4	D5	E2	E3	E4	E5	E7	E9	E10	E11	E12	G1	G4	G5	G6	G7	G8		
试验缩略语	THB	AC	TC	PTC	HTSL	HTOL	ELFR	EDR	WBS	WBP	SD	PD	SBS	LI	BST	EM	TDDb	HCI	BTI	SM	HBM	CDM	LU	ED	CHAR	EMC	SC	SER	LF	MECH	DROP	LT	DS	IWV			
设计																																					
有源元件设计		●	●	M		●	●	D J								D	D	D	D	D	●	●	●	●	●	●	●	●	●			F					
电路重新布线			A	M																	●	●	●	●	●	●	●										
晶圆尺寸/厚度			E	M		●	●		E	E									●		E	E	E	●													
晶圆制造																																					
光刻	●		●	M		●	G		●	●									●					●													
芯片缩小化	●	●		M		●	●	D J								●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●									
扩散/掺杂				M		●	G												●		●	●	●	●	●												
多晶硅			●	M		●		D J											●		●	●	●	●	●	●											
金属孔/通孔/触点	●	●	●	M		●			●	●						●				●				●	●		●										
钝化/氧化物/夹层电介质	K	K	●	M		●	G N	D J	K	●							●	●	●	●	●	●	●	●	●												
背板操作			●	M		●															M	M	●		●					H				H			
晶圆制造场所改变	●	●	●	M		●	●	J	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●						H				H			
晶圆凸点技术																																					
重布线层	●	●	●	M	●										●									●													
凸点底部金属化	●	●	●	M	●										●									●													
凸点材料	●	●	●	M	●										●									●													
凸起位置转移	●	●	●	M	●										●									●													

表 B.2 制程变更要求（续）

封装																																				
芯片外涂层/ 底部填充	●	●	●	M	●	●																							●						H	
引线框架电 镀	●	●	●	M	●				C	●			●																		L				H	
凸点材料/金 属	●	●	●	M	●	●					●	●																	●	L						
引线框架材 料		●	●	M	●				●	●	●		●															●		L	H				H	
引线框架尺 寸		●	●	M	●					●	●		●															●		L	H					
引线键合	●	●	●	Q	●			●	●													M					●			H						
芯片划片/分 离	●	●	●	M																																
芯片制备/清 洗	●	●		M		●		●	●																										H	
封装打标										B																										
芯片粘结	●	●	●	M		●																●					●			L	H				H	H
塑封材料	●	●	●	M	●	●	●				●	●		●															●	L						
塑封工艺	●	●	●	M	●	●					●	●		●																L						
气密封装		H	H		H							H		H																	H			H		H
新式封装	●	●	●	M	●	●	●		●	●	●	●	T	●							●	●		●			●			L	H				H	H
基板/中介层	●	●	●	M	●	●			●	●			T																	L	H				H	H
封装场所改 变	●	●	●	M		●	●		●	●	●	●	T	●								●							L	H					H	H

表 B.2 制程变更要求（续）

注 1：应力测试方法代号所代表的含义如下，其具体方法及要求等见表 A.1 相同代号所对应的内容。

A2 有偏温湿度或有偏高加速应力试验；	C4 物理尺寸；	E4 闩锁效应；
A3 高压蒸煮或无偏高加速应力试验或无偏温湿度试验；	C5 焊球剪切；	E5 电分配；
A4 温度循环；	C6 引脚完整性；	E7 特性描述；
A5 功率温度循环；	C7 凸点剪切试验；	E9 电磁兼容；
A6 高温贮存寿命；	D1 电迁移；	E10 短路特性描述；
B1 高温工作寿命；	D2 经时介质击穿；	E11 软误差率；
B2 早期寿命失效率；	D3 热载流子注入效应；	E12 无铅；
B3 非易失性存储器耐久性、数据保持性，工作寿命；	D4 负偏压温度不稳定性；	G1-G4 机械类系列；
C1 引线键合剪切；	D5 应力迁移；	G5 包装跌落；
C2 引线键合拉力；	E2 静电放电人体模式；	G6 封盖扭矩测试；
C3 可焊性；	E3 静电放电带电器件模式；	G7 芯片剪切试验；
		G8 内部水汽含量分析；

注 2：一个字母或“●”表明对于适当的工艺改变，其应力测试方面的性能应受到考虑，表中字母所代表的要求如下：

A 仅对外部设备走线；	F 仅 MEMS 器件；	L 仅对无铅器件；
B 对记号重写/固化时间/临时性；	G 仅取自非 100%老化器件；	M 针对需要功率温度循环的器件；
C 假定焊接到引脚上；	H 仅针对密封性；	N 钝化和栅氧化物；
D 设计规则更改；	J 仅对 EPROM 和 EEPROM；	Q 键合丝直径减少；
E 仅针对厚度；	K 仅针对钝化；	T 仅针对焊球表面贴装器件；

注：不知道的原因应在确认计划或结果中给出经过考虑的测试