|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ICS |  | |
| CCS | |  |
|  | |  |
|  | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | | | | | |
| 团 体 标 准 | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | | |  |  |  |
|  | | | |  | T/CAAMTB xx－20xx |  |
|  | | | |  |  |  |
|  | | | | | | |
|  | | | | | | |
| 汽车分立器件 | | | | | | |
| 可靠性及功能安全分级检测要求  Classification testing requirements for  reliability and safety of automotive discrete semiconductors  LED headlamp  Drafting guidelines for commercial grades standard of Chinese medicinal materials | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
|  | | |
| 20xx-xx-xx发布 |  | 20xx-xx-xx实施 |
|  | | |
| 中国汽车工业协会 发布 | | |

目次

[前言 II](#_Toc204524393)

[引言 III](#_Toc204524394)

[1 范围 1](#_Toc204524396)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc204524397)

[3 术语和定义 1](#_Toc204524398)

[3.1](#_Toc204524399) [汽车分立器件 1](#_Toc204524400)

[3.2](#_Toc204524401) [可靠性 2](#_Toc204524402)

[4 可靠性分级要求 2](#_Toc204524403)

[4.1 概述 2](#_Toc204524404)

[4.2 抽样原则 2](#_Toc204524405)

[4.3 温度范围分级要求 2](#_Toc204524406)

[4.4 振动量级分级要求 3](#_Toc204524407)

[4.5 静电放电分级要求 3](#_Toc204524408)

[4.6 可靠性分级检测要求 3](#_Toc204524409)

[5 功能安全分级要求 14](#_Toc204524410)

[6 电磁兼容分级要求 15](#_Toc204524411)

[7 可靠性及功能安全分级检测要求 15](#_Toc204524412)

[附录A 17](#_Toc204524413)

[参考文献 18](#_Toc204524414)

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这些专利的责任。

本文件由中国汽车工业协会标准法规工作委员会汽车芯片标准专业委员会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

现有汽车分立器件检测标准主要面向传统燃油车任务剖面，电动化智能化汽车技术的发展使现有汽车分立器件检测认证体系面临电磁兼容等复杂环境以及高安全性适应性不足、检测效率低、成本高等问题。通过提出基于多应力组合分级的汽车分立器件安全可靠分级检测认证技术，面向动力域、底盘域、自动驾驶域、车身域和座舱域等不同应用场景，分析汽车分立器件对温度范围、振动量级、静电放电的要求，制定汽车分立器件可靠性分级检测要求，可作为半导体企业、零部件企业以及主机厂在汽车芯片检测认证时的参考依据，有效填补我国汽车分立器件分级检测认证领域的空白，实现对汽车分立器件检测认证的降本增效。

汽车分立器件可靠性及功能安全分级检测要求

1. 范围

本文件规定了汽车分立器件不同可靠性及功能安全等级应满足的可靠性、功能安全、电磁兼容检测要求以及推荐应用领域。

本文件适用于汽车分立器件的选型评价或适用时的认证评价，同时为汽车分立器件企业产品研发、整车及零部件企业汽车分立器件选型与采购提供参考。

1. 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 18305-2016 质量管理体系标准 汽车生产件及相关服务件组织应用GB/T 19001-2008特别要求

GB/T 19000-2016 质量管理体系 基础和术语

GB/T 19001-2016 质量管理体系 要求

GB/T 19596-2017 电动汽车术语

GB/T 3730.1-2001 汽车和挂车类型的术语和定义

GB/T 38187-2019 汽车电子电气可靠性术语

SJ/T 11874-2022 电动汽车用半导体分立器件应力试验程序

T/IAWBS 004-2021 电动汽车用功率半导体模块可靠性试验通用要求及试验方法

T/CASAS 011.1-2021 车规级半导体功率器件测试认证规范

T/CSAE 222-2021 纯电动乘用车车规级芯片一般要求

T/CAQI 326-2023 汽车行业质量管理体系审核要求

ISO 9001:2015 ‌质量管理体系要求‌（Quality management system-Requirements）

IATF16949:2016 汽车生产件及相关服务件组织的质量管理体系的要求（Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations）

1. 术语和定义

GB19596-2017和GB/T 18305中界定的及下列术语和定义适用于本文件。



汽车分立器件 automotive discrete semiconductor

在汽车上应用以实现单个及多个功能的分立器件单元，如晶体管、二极管等；设计、制造、封装、测试、应用过程应符合汽车行业质量管理体系标准要求。

[来源：T/CSAE 222-2021基础上修改]



可靠性 reliability

产品在给定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。

[来源：GB/T38187]

1. 可靠性分级要求
   1. 概述

本节基于汽车不同应用领域任务剖面给出了汽车分立器件在温度范围、振动量级、静电放电等方面可靠性分级要求及可靠性分级检测要求。

* 1. 抽样原则
     1. 批次

被测样品应该由同系列中有代表性的芯片构成，若缺少通用数据则需要选择多批次器件进行鉴定，被测样品必须是由非连续晶圆批次中近似均等的数量组成，并在非连续的装配批次中封装。即样品必须是均匀随机抽取的，或者装配加工线至少有一个非鉴定批次。若不能满足以上技术要求需说明。

* + 1. 生产

所有试验样品都应在相同的工艺流片、封装等生产场所生产,且使用相同的生产设备和加工工艺。后续量产供货的产品也应使用相同的生产设备和加工工艺。经确认有效后，可使用其他测试场所完成电测试。

* + 1. 测试样本的可重复使用性

已用于非破坏性测试的器件样品可用于其他测试项目，已用于破坏性试验的样品除用于工程分析之外不应进一步使用。

* + 1. 样本容量

用于测试和/或通用数据提交的样本数量应与分级检测要求表6~表10规定的最小样本数量和验收标准一致。如果供应商选择使用通用数据进行测试认证，应记录具体的测试条件和结果，并向用户提供。

* + 1. 应力试验后器件的失效定义

器件参数不符合用户规格书、试验规定的合格判据或供应商规格书，则视为试验后发生失效。环境试验后出现外部物理性损伤视为失效。经分析确定，失效原因属于操作错误、电气过应力(EOS)、静电放电或其他与试验/测试条件不相关的因素，经供应商和用户双方认可，可不归为器件失效，但应记录试验相关的数据。

* 1. 温度范围分级要求

汽车分立器件温度范围分级要求如表1所示，根据工作环境温度范围分为0、1两个等级。

表 1 汽车分立器件温度等级

|  |  |
| --- | --- |
| 工作环境温度等级 | 工作环境温度范围 |
| 0 | -40℃~+150℃ |
| 1 | -40℃~+125℃ |

* 1. 振动量级分级要求

汽车分立器件振动试验包括机械冲击、扫频振动和恒定加速度，三种振动试验条件如下：

（1）机械冲击：X、Y、Z 3个方向，各5次，脉冲宽度0.5ms，峰值加速度1500g；

（2）扫频振动：使用1.5mm恒定位移（双幅值），频率范围20Hz到100Hz；并使用50g恒定峰值加速度，频率范围100Hz到2000Hz；

（3）恒定加速度：仅Y1平面，加速度15000g。

汽车分立器件振动量级分级要求如表2所示。

表 2 汽车分立器件振动等级

|  |  |
| --- | --- |
| 振动等级 | 振动试验 |
| 0 | 扫频振动、机械冲击、恒定加速度 |
| 1 | 扫频振动、机械冲击 |
| 2 | 扫频振动 |

注：汽车分立器件振动试验仅适用于气密封装、破坏性试验等情况。

* 1. 静电放电分级要求

汽车分立器件静电放电分级要求如表3所示。

表 3 汽车分立器件静电放电等级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 等级（CDM/ESDC） | 电压范围 | 等级（HBM/ESDM） | 电压范围 |
| C0a | CDM <125V | 0Z | HBM<50V |
| C0b | 125V≤CDM <250V | 0A | 50V≤HBM <125V |
| C1 | 250V≤CDM <500V | 0B | 125V≤HBM <250V |
| C2a | 500V≤CDM <750V | 1A | 250V≤HBM <500V |
| C2b | 750V≤CDM <1000V | 1B | 500V≤HBM <1000V |
| C3 | CDM≥1000V | 1C | 1000V≤HBM <2000V |
| / | / | 2 | 2000V≤HBM <4000V |
| / | / | 3A | 4000V≤HBM <8000V |
| / | / | 3B | HBM≥8000V |

注：瞬态抑制二极管（TVS）无需进行。

* 1. 可靠性分级检测要求
     1. 基于任务剖面的可靠性试验应力换算方法

汽车分立器件主要可靠性试验项目应力换算公式如表4所示。

表 4 基于任务剖面应力的试验条件基本换算方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 应力类型 | 加速模型 | 适用试验项目 |
| 温度应力 | 阿伦尼斯公式（Arrhenius）： Ea=0.7eV(典型值)，KB=8.61733\*10-5eV/K | HTRB、HTGB、HTSL |
| 热机械应力 | 科芬-曼森模型（Coffin Manson）： m=4/2.5（典型值） | TC、IOL、PTC |
| 湿度 | 哈尔伯格-佩克公式（Hallberg-Peck）： p=3(典型值)，Ea=0.8eV/0.9eV(典型值)，KB=8.61733\*10-5eV/K | H3TRB、HAST、UHAST |

* + 1. 基于任务剖面的可靠性分级检测要求

本节基于汽车不同应用领域典型应用场景，给出了基于任务剖面的汽车分立器件可靠性分级检测要求。典型应用场景（包括但不限于下表）及推荐的可靠性检测等级如表5所示。不同应用领域介绍见附录。

表 5 汽车分立器件可靠性检测等级

|  |  |
| --- | --- |
| **等级** | **典型应用场景** |
| 0 | 传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统等 |
| 1 | 发动机系统、新能源电驱系统、能源系统等 |
| 2 | 车身控制系统、车身内饰系统、车身外饰系统、车身安全系统、开闭件系统、热管理系统等 |
| 3 | 环境感知系统、通信系统、智能决策系统等 |
| 4 | 车载信息娱乐系统、仪表系统、抬头显示系统、流媒体后视镜、电子不停车收费系统、汽车事件数据记录系统等 |

表6~表10给出了汽车分立器件不同可靠性检测等级对应试验项目、样品数量、试验条件等要求，表中未涉及的试验项目仍参考现有汽车分立器件检测标准（如SJ/T 11874-2022）执行。表 6~表10给出的是汽车分立器件可靠性试验推荐条件，实际执行以分立器件企业与整车/零部件企业协商一致为准，可以根据具体任务剖面，按照4.6.1节换算得到定制化试验条件。

表 6 汽车分立器件0级可靠性检测要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **组别** | **序号** | **试验项目** | **简称** | **试验样品数量** | **试验条件** |
| A组：加速环境应力试验a\* | A2 | 带电偏置强加速稳态湿热试验 | HAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HAST）  1.1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=38h；  1.2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=38h。  或  1.1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=147h；  1.2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=147h。  （2）电气类条件（HAST）  加80%额定值至电弧放电的产生电压的反偏电压（通常是42V）. |
| A2alt | 高温高湿反偏试验 | H3TRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（H3TRB）  1.1）乘用车： Ta=85℃、RH=85%，t=714h；  1.2）商用车： Ta=85℃、RH=85%，t=524h。  （2）电气类条件（H3TRB）  加80%额定值至100V或箱体上限的反偏电压。 |
| A3 | 非偏置HAST | UHAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（UHAST）  1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=38h；  2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=38h。  或  1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=147h；  2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=147h。 |
| A3alt | 高压蒸煮 | ACb\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（AC）  1）乘用车：Ta=121℃、RH=100%, t=96h,压强15psig。  2）商用车：Ta=121℃、RH=100%, t=96h,压强15psig。 |
| A4 | 温度循环 | TC | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（TC）  1）乘用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=2068循环；  2）商用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1241循环。 |
| A4a | 温度循环后高温测试 | TCHT | 77只/批\*3批 | 温循试验后高温测试，按参数验证（PV）极限值要求。对键合引线≥0.125mm器件，抽取5只器件开帽后进行C3分组引线键合剪切WB9试验（所有引线）。 |
| A4alt | 温度循环后分层检测 | TCDT | 77只/批\*3批 | 所有温循试验后样品超声扫描，选择5只分层最明显的器件开帽后进行C3分组引线键食拉力（WBP）试验（所有引线）。若声扫结果无器件分层，不开帽，检查并进行键合引线拉力试验。 |
| A5 | 间歇工作寿命试验 | IOL | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（IOL）  1.1）乘用车： Ta=25℃~150℃, Clc= 31563循环；  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃, Clc=18938循环。  （2）电气类条件（IOL）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| A5alt | 功率温度循环 | PTCc\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（PTC）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc=31563循环；  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc=18938循环。  （2）电气类条件（PTC）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| B组：加速寿命试验a\* | B1 | 高温反偏 | HTRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTRB）  1.1）乘用车：Tj=200℃，t=1578h；  1.2）商用车：Tj =200℃，t=5760h，  （2）电气类条件（HTRB）  施加器件标定的最大直流反向电压。 |
| B1a | 反偏稳态寿命（老炼） | ACBV | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（ACBV）  1.1）乘用车：Tj =200℃，t=1578h；  1.2）商用车：Tj =225℃，t=2434h，  （2）电气类条件（ACBV）  施加最大交流阻断电压。 |
| B1b | 稳态工作寿命 | SSOP | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（SSOP）  1.1）乘用车：Tj =200℃，t=1578h；  1.2）商用车：Tj =225℃，t=2434h，  （2）电气类条件（SSOP）  施加最大额定电流（IZ）。（仅适用于齐纳二极管） |
| B2 | 高温栅偏寿命 | HTGB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTGB）  1.1）乘用车：Tj =200℃，t=1578h；  1.2）商用车：Tj =225℃，t=2434h，  （2）电气类条件（HTGB）  栅极正偏或反偏，偏置电压为最大栅极额定电压。对于用新技术的器件，正偏与反偏各需要进行3个批次的试验。 |

表 7 汽车分立器件1级可靠性检测要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **组别** | **序号** | **试验项目** | **简称** | **试验样品数量** | **试验条件** |
| A组：加速环境应力试验a\* | A2 | 带电偏置强加速稳态湿热试验 | HAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HAST）  1.1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=24h；  1.2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=32h。  或  1.1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=92h；  1.2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=124h。  （2）电气类条件（HAST）  加80%额定值至电弧放电的产生电压的反偏电压（通常为42V） |
| A2alt | 高温高湿反偏试验 | H3TRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（H3TRB）  1.1）乘用车： Ta=85℃、RH=85%，t=447h；  1.2）商用车： Ta=85℃、RH=85%，t=481h。  （2）电气类条件（H3TRB）  加80%额定值至100V或箱体上限的反偏电压 |
| A3 | 非偏置HAST | UHAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（UHAST）  1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=24h；  2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=32h。  或  1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=92h；  2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=124h。 |
| A3alt | 高压蒸煮 | AC b\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（AC）  1）乘用车：Ta=121℃, RH=100%，t=96h, 压强15psig。  2）商用车：Ta=121℃, RH=100%，t=96h, 压强15psig。 |
| A4 | 温度循环 | TC | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（TC）  1）乘用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1103循环。  2）商用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1241循环。 |
| A4a | 温度循环后高温测试 | TCHT | 77只/批\*3批 | 温循试验后高温测试，按参数验证（PV）极限值要求。对键合引线≥0.125mm器件，抽取5只器件开帽后进行C3分组引线键合剪切WB9试验（所有引线）。 |
| A4alt | 温度循环后分层检测 | TCDT | 77只/批\*3批 | 所有温循试验后样品超声扫描，选择5只分层最明显的器件开帽后进行C3分组引线键食拉力（WBP）试验（所有引线）。若声扫结果无器件分层，不开帽，检查并进行键合引线拉力试验。 |
| A5 | 间歇工作寿命试验 | IOL | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（IOL）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc=16833循环；  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc=18938循环。  （2）电气类条件（IOL）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| A5alt | 功率温度循环 | PTC c\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（PTC）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc=16833循环；  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc=18938循环。  （2）电气类条件（PTC）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| B组：加速寿命试验a\* | B1 | 高温反偏 | HTRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTRB）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=469h；  1.2）商用车：Tj=175℃，t=3696h，  （2）电气类条件（HTRB）  施加器件标定的最大直流偏置电压。 |
| B1a | 反偏稳态寿命（老炼） | ACBV | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（ACBV）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=469h；  1.2）商用车：Tj=175℃，t=3696h，  （2）电气类条件（ACBV）  施加最大交流阻断电压。 |
| B1b | 稳态工作寿命 | SSOP | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（SSOP）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=469h；  1.2）商用车：Tj=175℃，t=3696h，  （2）电气类条件（SSOP）  施加最大额定电流（IZ）。（仅适用于齐纳二极管） |
| B2 | 高温栅偏寿命 | HTGB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTGB）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=469h；  1.2）商用车：Tj=175℃，t=3696h，  （2）电气类条件（HTGB）  栅极正偏或反偏，偏置电压为最大栅极额定电压。对于用新技术的器件，正偏与反偏各需要进行3个批次的试验。 |

表 8 汽车分立器件2级可靠性检测要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **组别** | **序号** | **试验项目** | **简称** | **试验样品数量** | **试验条件** |
| A组：加速环境应力试验a\* | A2 | 带电偏置强加速稳态湿热试验 | HAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HAST）  1.1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=23h；  1.2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=21h。  或  1.1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=90h；  1.2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=82h。  （2）电气类条件（HAST）  加80%额定值至电弧放电的产生电压的反偏电压（通常为42V） |
| A2alt | 高温高湿反偏试验 | H3TRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（H3TRB）  1.1）乘用车： Ta=85℃、RH=85%，t=269h；  1.2）商用车： Ta=85℃、RH=85%，t=317h。  （2）电气类条件（H3TRB）  加80%额定值至100V或箱体上限的反偏电压 |
| A3 | 非偏置HAST | UHAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（UHAST）  1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=23h；  2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=21h。  或  1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=90h；  2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=82h。 |
| A3alt | 高压蒸煮 | AC b\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（AC）  1）乘用车：Ta=121℃, RH=100%, t=96h, 压强15psig。  2）商用车：Ta=121℃, RH=100%, t=96h, 压强15psig。 |
| A4 | 温度循环 | TC | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（TC）  1）乘用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1034循环。  2）商用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1241循环。 |
| A4a | 温度循环后高温测试 | TCHT | 77只/批\*3批 | 温循试验后高温测试，按参数验证（PV）极限值要求。对键合引线≥0.125mm器件，抽取5只器件开帽后进行C3分组引线键合剪切WB9试验（所有引线）。 |
| A4alt | 温度循环后分层检测 | TCDT | 77只/批\*3批 | 所有温循试验后样品超声扫描，选择5只分层最明显的器件开帽后进行C3分组引线键食拉力（WBP）试验（所有引线）。若声扫结果无器件分层，不开帽，检查并进行键合引线拉力试验。 |
| A5 | 间歇工作寿命试验 | IOL | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（IOL）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc =15781循环。  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc =18938循环。  （2）电气类条件（IOL）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| A5alt | 功率温度循环 | PTC c\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（PTC）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc =16833循环；  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc=18938循环。  （2）电气类条件（PTC）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| B组：加速寿命试验a\* | B1 | 高温反偏 | HTRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTRB）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=1232h；  1.2）商用车：Tj=200℃，t=4735h，  （2）电气类条件（HTRB）  施加器件标定的最大直流偏置电压。 |
| B1a | 反偏稳态寿命（老炼） | ACBV | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（ACBV）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=1232h；  1.2）商用车：Tj=200℃，t=4735h，  （2）电气类条件（ACBV）  施加最大交流阻断电压。 |
| B1b | 稳态工作寿命 | SSOP | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（SSOP）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=1232h；  1.2）商用车：Tj=200℃，t=4735h，  （2）电气类条件（SSOP）  施加最大额定电流（IZ）。（仅适用于齐纳二极管） |
| B2 | 高温栅偏寿命 | HTGB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTGB）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=1232h；  1.2）商用车：Tj=200℃，t=4735h，  （2）电气类条件（HTGB）  栅极正偏或反偏，偏置电压为最大栅极额定电压。对于用新技术的器件，正偏与反偏各需要进行3个批次的试验。 |

表 9 汽车分立器件3级可靠性检测要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **组别** | **序号** | **试验项目** | **简称** | **试验样品数量** | **试验条件** |
| A组：加速环境应力试验a\* | A2 | 带电偏置强加速稳态湿热试验 | HAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HAST）  1.1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=18h；  1.2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=14h。  或  1.1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=70h；  1.2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=50h。  （2）电气类条件（HAST）  加80%额定值至电弧放电的产生电压的反偏电压（通常为42V） |
| A2alt | 高温高湿反偏试验 | H3TRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（H3TRB）  乘用车： Ta=85℃、RH=85%，269h；  商用车： Ta=85℃、RH=85%，215h。  （2）电气类条件（H3TRB）  加80%额定值至100V或箱体上限的反偏电压 |
| A3 | 非偏置HAST | UHAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（UHAST）  1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=18h；  2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=14h。  或  1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=70h；  2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=50h。 |
| A3alt | 高压蒸煮 | AC b\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（AC）  1）乘用车：Ta=121℃, RH=100%,t=96h, 压强15psig。  2）商用车：Ta=121℃, RH=100%, t=96h, 压强15psig。 |
| A4 | 温度循环 | TC | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（TC）  1）乘用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1034循环；  2）商用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1241循环。 |
| A4a | 温度循环后高温测试 | TCHT | 77只/批\*3批 | 温循试验后高温测试，按参数验证（PV）极限值要求。对键合引线≥0.125mm器件，抽取5只器件开帽后进行C3分组引线键合剪切WB9试验（所有引线）。 |
| A4alt | 温度循环后分层检测 | TCDT | 77只/批\*3批 | 所有温循试验后样品超声扫描，选择5只分层最明显的器件开帽后进行C3分组引线键食拉力（WBP）试验（所有引线）。若声扫结果无器件分层，不开帽，检查并进行键合引线拉力试验。 |
| A5 | 间歇工作寿命试验 | IOL | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（IOL）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc=15781循环；  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc=18938循环。  （2）电气类条件（IOL）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| A5alt | 功率温度循环 | PTC c\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（PTC）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc =16833循环；  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc =18938循环。  （2）电气类条件（PTC）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| B组：加速寿命试验a\* | B1 | 高温反偏 | HTRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTRB）  1.1）乘用车：Tj=200℃，t=473h；  1.2）商用车：Tj=200℃，t=1418h，  （2）电气类条件（HTRB）  施加器件标定的最大直流偏置电压。 |
| B1a | 反偏稳态寿命（老炼） | ACBV | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（ACBV）  1.1）乘用车：Tj=200℃，t=473h；  1.2）商用车：Tj=200℃，t=1418h，  （2）电气类条件（ACBV）  施加最大交流阻断电压。 |
| B1b | 稳态工作寿命 | SSOP | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（SSOP）  1.1）乘用车：Tj=200℃，t=473h；  1.2）商用车：Tj=200℃，t=1418h，  （2）电气类条件（SSOP）  施加最大额定电流（IZ）。（仅适用于齐纳二极管） |
| B2 | 高温栅偏寿命 | HTGB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTGB）  1.1）乘用车：Tj=200℃，t=473h；  1.2）商用车：Tj=200℃，t=1418h，  （2）电气类条件（HTGB）  栅极正偏或反偏，偏置电压为最大栅极额定电压。对于用新技术的器件，正偏与反偏各需要进行3个批次的试验。 |

表 10 汽车分立器件4级可靠性检测要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **组别** | **序号** | **试验项目** | **简称** | **试验样品数量** | **试验条件** |
| A组：加速环境应力试验a\* | A2 | 带电偏置强加速稳态湿热试验 | HAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HAST）  1.1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=14h；  1.2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=11h。  或  1.1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=55h；  1.2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=44h。  （2）电气类条件（HAST）  加80%额定值至电弧放电的产生电压的反偏电压（通常为42V） |
| A2alt | 高温高湿反偏试验 | H3TRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（H3TRB）  1.1）乘用车： Ta=85℃、RH=85%，t=269h；  1.2）商用车： Ta=85℃、RH=85%，t=169h。  （2）电气类条件（H3TRB）  加80%额定值至100V或箱体上限的反偏电压 |
| A3 | 非偏置HAST | UHAST | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（UHAST）  1）乘用车：Ta=130℃、RH=85%，t=14h；  2）商用车：Ta=130℃、RH=85%，t=11h。  或  1）乘用车：Ta=110℃、RH=85%，t=55h；  2）商用车：Ta=110℃、RH=85%，t=44h。 |
| A3alt | 高压蒸煮 | AC b\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（AC）  1）乘用车：Ta=121℃, RH=100%, t=96h, 压强15psig。  2）商用车：Ta=121℃, RH=100%, t=96h, 压强15psig。 |
| A4 | 温度循环 | TC | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（TC）  1）乘用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1034循环；  2）商用车：Ta=-55℃~150℃，Clc=1241循环。 |
| A4a | 温度循环后高温测试 | TCHT | 77只/批\*3批 | 温循试验后高温测试，按参数验证（PV）极限值要求。对键合引线≥0.125mm器件，抽取5只器件开帽后进行C3分组引线键合剪切WB9试验（所有引线）。 |
| A4alt | 温度循环后分层检测 | TCDT | 77只/批\*3批 | 所有温循试验后样品超声扫描，选择5只分层最明显的器件开帽后进行C3分组引线键食拉力（WBP）试验（所有引线）。若声扫结果无器件分层，不开帽，检查并进行键合引线拉力试验。 |
| A5 | 间歇工作寿命试验 | IOL | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（IOL）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc=15781循环；  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc=18938循环。  （2）电气类条件（IOL）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| A5alt | 功率温度循环 | PTC c\* | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（PTC）  1.1）乘用车：Ta=25℃~150℃，Clc=16833循环。  1.2）商用车：Ta=25℃~150℃，Clc=18938循环。  （2）电气类条件（PTC）  一次循环的周期为器件能够达到的最短时间，但一次开/关的时间至少为2min。 |
| B组：加速寿命试验a\* | B1 | 高温反偏 | HTRB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTRB）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=419h；  1.2）商用车：Tj=175℃，t=1256h。  （2）电气类条件（HTRB）  施加器件标定的最大直流偏置电压。 |
| B1a | 反偏稳态寿命（老炼） | ACBV | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（ACBV）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=419h；  1.2）商用车：Tj=175℃，t=1256h。  （2）电气类条件（ACBV）  施加最大交流阻断电压。 |
| B1b | 稳态工作寿命 | SSOP | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（SSOP）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=419h；  1.2）商用车：Tj=175℃，t=1256h。  （2）电气类条件（SSOP）  施加最大额定电流（IZ）。（仅适用于齐纳二极管） |
| B2 | 高温栅偏寿命 | HTGB | 77只/批\*3批 | （1）温湿度条件（HTGB）  1.1）乘用车：Tj=175℃，t=419h；  1.2）商用车：Tj=175℃，t=1256h。  （2）电气类条件（HTGB）  栅极正偏或反偏，偏置电压为最大栅极额定电压。对于用新技术的器件，正偏与反偏各需要进行3个批次的试验。 |

注：

a\*：对于铜线键合的芯片，A组、B组应力试验需要在此基础上加严为2倍。

b\*：稳态湿热（121℃/100%RH）试验考核的是饱和湿气条件下的失效机制，因此不受任务剖面影响。

c\*：在IOL不能实现结温变化范围△Tj超过100℃时进行。

1. 功能安全分级要求

不涉及。

1. 电磁兼容分级要求

不涉及。

1. 可靠性及功能安全分级检测要求

本节基于汽车不同应用领域典型应用场景，给出了基于任务剖面的汽车分立器件可靠性及功能安全分级检测要求（表 11）。典型应用场景及推荐的可靠性及功能安全等级如表5所示。

表 11 汽车分立器件可靠性及功能安全等级

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 等级 | 可靠性分级要求 | | | | 功能安全  分级要求 | 电磁兼容  分级要求 |
| 温度范围\*a | 振动量级\*b | 静电放电 | 可靠性分级检测要求 |
| R0 | 0级：-40~+150℃ | 0级 | （1）商用车  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2b（部分C1）d\*  （2）乘用车：  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2a（部分C1）d\* | 0级 | 不涉及 | 不涉及 |
| R1 | 1级：-40~+125℃ | 0级 | （1）商用车  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2b（部分C1）d\*  （2）乘用车：  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2a（部分C1）d\* | 1级 |
| R2 | 1级：-40~+125℃ | 0级 | （1）商用车  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2b（部分C1）d\*  （2）乘用车：  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2a（部分C1）d\* | 2级 |
| R3 | 1级：-40~+125℃ | 0级 | （1）商用车  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2b（部分C1）d\*  （2）乘用车：  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2a（部分C1）d\* | 3级 |
| R4 | 1级：-40~+125℃ | 0级 | （1）商用车  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2b（部分C1）d\*  （2）乘用车：  HBM：2级（部分1C）c\*  CDM：C2a（部分C1）d\* | 4级 |

注：

a\*：本表给出的是不同等级推荐的温度范围，实际以分立器件供应商和用户企业协商确认为准。

b\*：本表给出的是不同等级推荐的振动量级，实际以分立器件供应商和用户企业协商确认为准。汽车分立器件振动试验仅限于气密封装芯片、破坏性试验、未在引线键合处进行过模塑的引线键合裸芯片等，其他情况不做要求；仅适用于气密封装、破坏性试验等情况。

c\*：瞬态电压抑制二极管（TVS）无需进行；如果适用，供应商应记录小型封装无法维持足够的电荷进行ESDC测试的情况。

d\*：对于双向分立器件，各项测试在器件的每个方向需要各进行标准要求的50%的试验时间。

附录A

汽车不同应用领域介绍

本标准按照经典五大域理论，把汽车应用领域划分为底盘域、动力域、车身域、座舱域和自动驾驶域。每个应用领域的定义及包含的零部件见附表1。实际执行过程中可以根据整车或零部件企业自身对产品的定义加以调整。

附表1 汽车不同应用领域

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 应用领域 | 定义 | 典型零部件 |
| 底盘域 | 涉及车辆的行驶控制和运动管理，负责车辆的稳定性和操控性，通过传感器和执行器与车辆的其他系统交互，确保车辆在不同路况下的稳定行驶。 | 传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统等 |
| 动力域 | 汽车动力系统的智能化管理中枢，主要负责整合和管理动力单元，优化能耗和提升驾驶性能。 | 发动机系统、新能源电驱系统、能源系统等 |
| 车身域 | 主要负责车身电子设备的控制和通信，通过总线系统与其他域进行数据交换，实现车身电子设备的智能化管理。 | 车身控制系统、车身内饰系统、车身外饰系统、车身安全系统、开闭件系统、热管理系统 |
| 座舱域 | 主要负责车内信息娱乐系统和驾驶辅助功能的集成。 | 车载信息娱乐系统、仪表系统、抬头显示系统、流媒体后视镜、电子不停车收费系统、汽车事件数据记录系统等 |
| 自动驾驶域 | 负责车辆的自动驾驶功能，包括路径规划、决策控制等。 | 环境感知系统、通信系统、智能决策系统 |

参考文献

[1] Vasquez-Borucki S. Mission Profile Evaluation for Automotive Applications: An Anthology of Best Practices[R]. Neubiberg: Infineon Technologies AG, 2019.

[2] ZVEI Robustness Validation Working Group. Handbook for robustness validation of automotive electrical/electronic modules[R]. ZVEI-Zentralverband Elektrotechnik-und Elektronikindustrie e.V,2013.

[3] T.Lehndorff. U.Abelein, et al. Extended lifetime qualification concepts for automotive semiconductor components[J]. 2020.

[4] Texas Instruments ,Robert Bosch GmbH. ZVEI Robustness Validation Process[R]. Automotive Forum,2023.

[5] Blaabjerg F, Wang H, Vernica I, et al. Reliability of power electronic systems for EV/HEV applications[J]. Proceedings of the IEEE, 2020, 109(6): 1060-1076.

[6] Ali Ahari, Alexander Viehl, Oliver Bringmann, et al. Mission profile-based assessment of semiconductor technologies for automotive applications[J]. Microelectronics Reliability, 2018, 91: 129-138.

[7] Stroe D I, Swierczynski M, Laserna E M, et al. Accelerated aging of Lithium-ion batteries based on electric vehicle mission profile[C]//2017 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE). IEEE, 2017: 5631-5637.

[8] Santa Clara. A case for Standardized Mission Profiles for Automotive[R]. Automotive Electronics Forum.2023.

[9] ZVEI Robustness Validation Working Group. Handbook for Robustness Validation of Semiconductor Devices in Automotive Applications[R]. ZVEI-Zentralverband Elektrotechnik-und Elektronikindustrie e.V,2013.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_