

|   |            |       |    |    |
|---|------------|-------|----|----|
|  | 文档编号       | 版本号   | 页数 | 密级 |
|   | CSC-800011 | V1.00 |    |    |

## 产品测试

# 可靠性测试方案

(仅供客户使用)

|      |     |    |            |
|------|-----|----|------------|
| 文档作者 | 高健民 | 日期 | 2016-09-08 |
| 审核   |     | 日期 |            |
| 批准   |     | 日期 |            |

赤松城（北京）科技有限公司

二〇一七年



## 赤松城(北京)科技有限公司

### 文档修改履历

| 序号 | 日期         | 修改范围                                       | 版本号   | 修改人     |
|----|------------|--|-------|---------|
| 1  | 2017-04-19 | 初稿   | V0.00 | 杜志晗     |
| 2  | 2017-05-11 | 完善测试项目的测试条件以及可靠标准                          | V0.01 | 杜志晗     |
| 3  | 2017-6-23  | 增加 Latch-Up 的测试条件 、修改文件名<br>增加样品测试和量产测试概念。 | V0.02 | 杜志晗     |
| 4  | 2017-6-28  | 格式整理，补充方案案例                                | V1.00 | GJM/DZH |



## 目 录

|     |                                |    |
|-----|--------------------------------|----|
| 1   | 产品测试简介 .....                   | 1  |
| 2   | 可靠性测试 .....                    | 2  |
| 3   | 常用可靠性测试规范 .....                | 2  |
| 3.1 | 环境应力测试规范 .....                 | 2  |
| 3.2 | 电测试规范 .....                    | 3  |
| 3.3 | 机械应力测试规范 .....                 | 3  |
| 3.4 | 综合测试规范 .....                   | 4  |
| 3.5 | 其他规范 .....                     | 4  |
| 4   | 常用标准- JESD47: 集成电路压力测试规范 ..... | 5  |
| 4.1 | 参考文献 .....                     | 5  |
| 4.2 | 样品数计算 .....                    | 5  |
| 4.3 | 早期失效率计算 .....                  | 6  |
| 4.4 | 基本测试项目 .....                   | 7  |
| 4.5 | NVM 产品需增加的测试项目 .....           | 8  |
| 4.6 | 空气密闭封装产品增加的测试项目 .....          | 9  |
| 4.7 | 非空气密闭封装产品增加的测试项目 .....         | 10 |
| 4.8 | 生产工艺变化时测试项目选择指导 .....          | 11 |
| 5   | 可靠性测试方案-智能卡 .....              | 12 |
| 6   | 测试方案参考-基础测试 .....              | 13 |
| 7   | 测试方案参考-新 HardIP .....          | 14 |
| 8   | 测试方案参考-工艺和封装变动 .....           | 14 |
| 9   | 工艺加工厂测试项目 .....                | 15 |
| 10  | 封装厂测试项目 .....                  | 15 |

## 表目录

|      |               |   |
|------|---------------|---|
| 表 1  | 环境应力测试项目      | 3 |
| 表 2  | 电测试项目         | 3 |
| 表 3  | 机械应力测试项目      | 3 |
| 表 4  | 综合测试项目        | 4 |
| 表 5  | 其他            | 4 |
| 表 6  | JESD47 标准参考文献 | 5 |
| 表 7  | 早期失效测试        | 6 |
| 表 8  | 基本测试项目        | 7 |
| 表 9  | NVM 增加测试项目    | 8 |
| 表 10 | 空气密闭封装增加的测试项  | 9 |



---

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 表 11 非空气密闭封装产品增加的测试项      | 10 |
| 表 12 智能卡可靠性测试方案           | 13 |
| 表 13 基础测试项目参考案例           | 13 |
| 表 14 新 HardIP 需要测试的项目参考案例 | 14 |
| 表 15 工艺和封装变动时需要测试的项目      | 15 |
| 表 16 工艺测试的测试项目            | 15 |
| 表 17 封装测试的测试项目            | 15 |

### 图目录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 图 1 产品开发流程.....       | 1  |
| 图 2 产品生命周期.....       | 2  |
| 图 3 LTPD 抽样标准.....    | 6  |
| 图 4 早期失效的抽样标准.....    | 7  |
| 图 5 工艺变化测试项目选择指导..... | 11 |



## 1 产品测试简介

产品测试是公司产品品质的有效保障，它贯穿于整个产品生命周期，主要包括以下三大类：

- 产品功能/性能测试：  
验证产品是否达到设计规格书中的功能和性能指标；
- 可靠性测试：  
测试产品寿命和可靠程度，找出产品在原材料、结构、工艺、环境适应性等方面所存在的问题，是产品量产前必不可少的环节
- 量产自动化测试：  
批量测试产品，剔除生产工艺缺陷造成的不良品。

下图简介描述了产品整个开发周期，本文重点介绍可靠性测试相关部分。

| 产品开发流程 |               |                          |  |   |   |
|--------|---------------|--------------------------|--|---|---|
|        | 概念阶段          | 计划阶段                     | 开发阶段                                       | 样品验证  | 量产阶段  |
| 市场     | 市场调查<br>产品需求书 |                          |  | 对外发布<br>产品说明书   | 版本升级  |
| 设计验证   | 方案说明书         | 系统设计规格书<br>仿真验证方案        | 详细设计规格书<br>仿真验证报告                          | 样品功能<br>Validation<br>/性能<br>Characterization<br>验证报告 | 提交<br>MRB<br>产品良率监控/异常处理<br>(MRB)<br>客户退片分析与处理<br>(RMA) |
| 产品工程师  | 可测性设计<br>需求书  | 功能/性能<br>测试方案<br>可靠性测试方案 | 样品验证平台<br>(Bench)设计<br>可靠性平台<br>(BurnIn)设计 |   |   |
| 测试工程师  |               | 量产自动化<br>测试方案            | 探卡/测试板设计与<br>制作监督<br>测试规范/测试程序<br>开发       | 试量产测试报告   |   |
| 生产/销售  |               |                          | 安排生产、封装、<br>小批量测试计划                        |   |   |

图 1 产品开发流程



## 2 可靠性测试

产品的生命周期如下图所示，有 3 个阶段，可靠性测试的目的在于剔除产品由于原材料、结构、工艺、环境适应性等方面问题造成的早期失效，确保产品的使用期寿命达到设计预期。

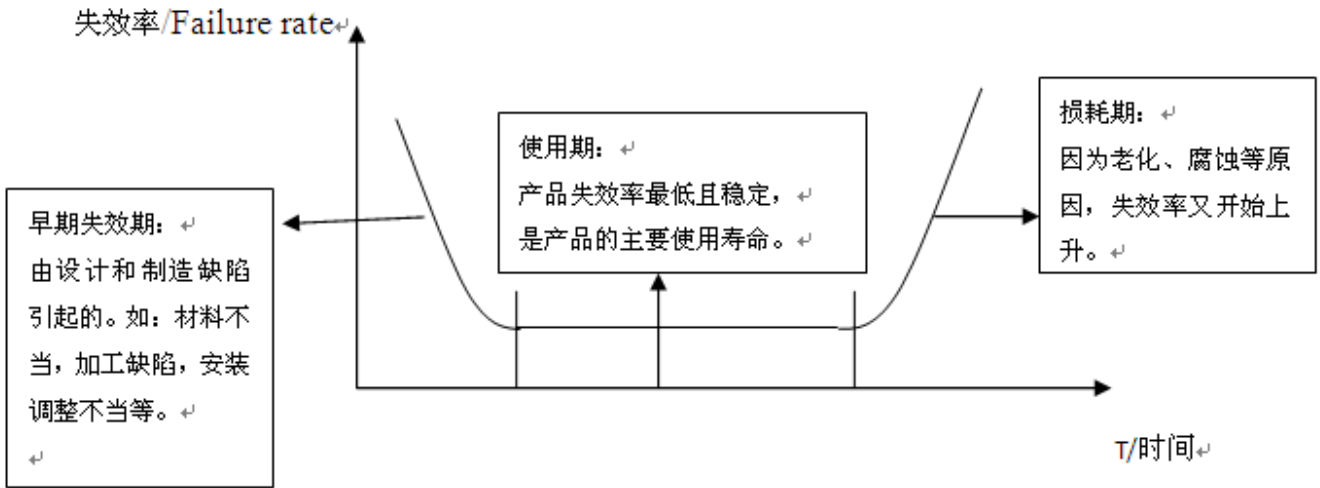


图 2 产品生命周期

## 3 常用可靠性测试规范

电子产品常用的工业级可靠性测试可分为以下几类

- 环境应力测试
- 电测试
- 机械应力测试
- 综合测试

### 3.1 环境应力测试规范

| 1    | 环境应力测试规范       | 标准说明   |
|------|----------------|--|
| 1.01 | 上电温湿度循环寿命测试    | JESD22-A100-B Cycled Temperature-Humidity-Bias Life Test           |
| 1.02 | 上电温湿度稳态寿命测试    | JESD22-A101-B Steady State Temperature Humidity Bias Life Test     |
| 1.03 | 高加速蒸煮测试        | JESD22-A102-C Accelerated Moisture Resistance -Unbiased Autoclave  |
| 1.04 | 高温储存寿命测试       | JESD22-A103-A Test Method A103-A High Temperature Storage Life     |
| 1.05 | 高温储存寿命测试       | JESD22-A103-B High Temperature Storage Life                        |
| 1.06 | 温度循环           | JESD22-A104-B Temperature Cycling                                  |
| 1.07 | 上电和温度循环(TC)    | EIA/JESD22-A105-B Test Method A105-B Power and Temperature Cycling |
| 1.08 | 热冲击            | JESD22-A106-A Test Method A106-A Thermal Shock                     |
| 1.09 | 盐雾测试           | JESD22-A107-A Salt Atmosphere                                      |
| 1.1  | 高温环境条件下的工作寿命测试 | JESD22-A108-B Temperature, Bias, and Operating Life                |



## 赤松城(北京)科技有限公司

|      |                     |   |
|------|---------------------|---|
| 1.11 | 高加速寿命测试             | JESD22-A110-B Test Method A110-B Highly-Accelerated Temperature and Humidity Stress Test (HAST)       |
| 1.12 | 非密封表贴器件在可靠性测试以前的预处理 | JESD22-A113-B Preconditioning of Nonhermetic Surface Mount Devices Prior to Reliability Testing       |
| 1.13 | 不上电的高加速湿气渗透测试       | JESD22-A118 Accelerated Moisture Resistance - Unbiased HAST   |
| 1.14 | 插接器件的抗焊接温度测试        | JESD22-B106-B Test Method B106-B Resistance to Soldering Temperature for Through-Hole Mounted Devices |
| 1.15 | 集成电路压力测试规范          | EIA/JESD47 Stress-Test-Driven Qualification of Integrated Circuits                                    |
| 1.16 | 温度循环                | JESD22-A104C Temperature Cycling  |

表 1 环境应力测试项目

### 3.2 电测试规范

|          |                         |   |
|----------|-------------------------|---|
| <b>2</b> | <b>电测试规范</b>            |   |
| 2.01     | 人体模型条件下的静电放电敏感度测试       | JESD22-A114-B Electrostatic Discharge (ESD) Sensitivity Testing Human Body Model (HBM)  |
| 2.02     | 机器模型条件下的静电放电敏感度测试       | EIA/JESD22-A115-A Electrostatic Discharge (ESD) Sensitivity Testing Machine Model (MM)  |
| 2.03     | EEPROM 的擦涂和数据保存测试       | JESD22-A117 Electrically Erasable Programmable ROM (EEPROM) Program/Erase Endurance and Data Retention Test                                 |
| 2.04     | 集成电路器件闩锁测试              | EIA/JESD78 IC Latch-Up Test   |
| 2.05     | 微电子器件在电荷感应模型条件下的抗静电放电测试 | JESD22-C101-A Field-Induced Charged-Device Model Test Method for Electrostatic-Discharge-Withstand Thresholds of Microelectronic Components |

表 2 电测试项目

### 3.3 机械应力测试规范

|          |                 |   |
|----------|-----------------|---|
| <b>3</b> | <b>机械应力测试规范</b> |   |
| 3.01     | 振动和扫频测试         | JESD-22-B103-A Test Method B103-A Vibration, Variable Frequency   |
| 3.02     | 机械冲击            | JESD22-B104-A Test Method B104-A Mechanical Shock   |
| 3.03     | 焊线邦定的剪切测试方法     | EIA/JESD22-B116 Wire Bond Shear Test Method   |
| 3.04     | 焊球的剪切测试         | JESD22-B117 BGA Ball Shear BGA  |
| 3.05     | 折弯测试            | JESD22B113 Board Level Cyclic Bend Test Method for Interconnect Reliability Characterization of Components for Handheld Electronic Products |
| 3.06     | 掉落测试            | JESD22-B111 Board Level Drop Test Method of Components for Handheld Electronic Products, July 2003 [Text-jd039]                             |

表 3 机械应力测试项目



## 3.4 综合测试规范

| 4    | 综合测试规范                       |   |
|------|------------------------------|---|
| 4.01 | 密封性测试                        | JEDEC Standard No.22-A109 Test Method A109 Hermeticity  |
| 4.02 | 集成电路器件中使用的有机材料水分扩散和水溶性测定测试方法 | Test Method for the Measurement of Moisture Diffusivity and Water Solubility in Organic Materials Used in Integrated Circuits |
| 4.03 | 物理尺寸的测量                      | JESD22-B100-A Physical Dimensions   |
| 4.04 | 外观检查                         | JESD22-B101 Test Method B101 External Visual  |
| 4.05 | 可焊性测试方法                      | EIA/JESD22-B102-C Solderability Test Method   |
| 4.06 | 器件管脚的完整性测试                   | EIA/JESD22-B105-B Test Method B105-B Lead Integrity   |
| 4.07 | 图标的耐久性测试                     | EIA/JESD22-B107-A Test Method B107-A Marking Permanency   |
| 4.08 | 表贴半导体器件的共面性测试                | JESD22-B108 Coplanarity Test for Surface-Mount Semiconductor Devices  |

表 4 综合测试项目

## 3.5 其他规范

| 5    | 其它规范  |   |
|------|---|---|
| 5.01 | 湿度敏感器件的符号和标识  | JEP113-B Symbol and Labels for Moisture-Sensitive Devices   |
| 5.02 | 硅半导体器件的失效机理和模型  | EIA/JEP122 Failure Mechanisms and Models for Silicon Semiconductors Devices   |
| 5.03 | 针对非密封表贴半导体器件的湿度/回流焊敏感度分级  | IPC/JEDEC J-STD-020A Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Devices       |
| 5.04 | 湿度/回流焊敏感标贴器件的处理、包装、运输和使用的标准   | IPC/JEDEC J-STD-033 Standard for Handling, Packing, Shipping and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices |
| 5.05 | 产品文档分类建议  | EIA/JEP103-A Suggested Product-Documentation Classifications and Disclaimers  |
| 5.06 | 针对非密封表贴半导体器件的湿度/回流焊敏感度分级 Supersedes IPC/JEDEC J-STD-020D August 2007, March 2008 [Text-jd037] | IPC/JEDEC J-STD-020D.1 Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Devices     |

表 5 其他





#### 4 常用标准- JESD47：集成电路压力测试规范

JESD47 是在工业级电子产品领域应用较为广泛的可靠性测试标准，它定义了一系列测试项目，用于新产品，新工艺或工艺发生变化时的可靠性测试。

##### 4.1 参考文献

|    | 标准                  | 说明  |
|----|---------------------|---|
| 1  | UL94                | 设备和器具零件塑料材料易燃性试验。   |
| 2  | ASTM D2863          | 用氧指数法测定塑料的可燃性   |
| 3  | IEC Publication 695 | 防火测试  |
| 4  | JP-001              | 晶圆厂工艺验证准则   |
| 5  | J-STD-020           | <i>Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface-Mount Devices.</i>                              |
| 6  | JESD22 系列           | 封装设备的可靠性测试项目  |
| 7  | JESD46              | <i>Guidelines for User Notification of Product/process Changes by Semiconductor Suppliers.</i>                                    |
| 8  | JESD69              | 硅器件信息（不同产品）要求参照标准   |
| 9  | JESD74              | 电子产品的早期寿命失效率计算准则  |
| 10 | JESD78              | 芯片 Latch Up 测试。   |
| 11 | JESD85              | 计算 FIT(10 小时失效一次为 1 FIT)单位故障率的方法  |
| 12 | JESD86              | 电气参数评估  |
| 13 | JESD94              | <i>Application Specific Qualification using Knowledge Based Test Methodology.</i>   |
| 14 | JESD91              | <i>Methods for Developing Acceleration Models for Electronic Component Failure Mechanisms.</i>                                    |
| 15 | JEP122              | 半导体故障机制   |
| 16 | JEP143              | 固态可靠性评估资格认定方法   |
| 17 | JEP150              | <i>Stress-Test-Driven Qualification of and Failure Mechanisms Associated with Assembled Solid State Surface-Mount Components.</i> |
| 18 | JESD201             | <i>Environmental Acceptance Requirements for Tin Whisker Susceptibility of Tin and Tin Alloy Surface Finishes</i>                 |
| 19 | JESD22A121          | 锡和锡合金表面涂层的晶须生长测试方法  |

表 6 JESD47 标准参考文献

##### 4.2 样品数计算

$$N \geq 0.5 [X_2(2C+2, 0.1)] [1/LTPD - 0.5] + C$$

C = 接受数量, N=最小样品数,  $X_2$  = Chi Squared distribution value（卡方分布值） for a 90% Confidence Level, and LTPD is the desired 90% confidence defect level.



Pass/Fail criteria (cont'd)

**Table A — Sample Size for a Maximum % Defective at a 90% Confidence Level**

| Acceptance Number | LTPD 10 | LTPD 7 | LTPD 5 | LTPD 3 | LTPD 2 | LTPD 1.5 | LTPD 1 |
|-------------------|---------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|
| 0                 | 22      | 32     | 45     | 76     | 114    | 153      | 230    |
| 1                 | 38      | 55     | 77     | 129    | 194    | 259      | 389    |
| 2                 | 53      | 76     | 106    | 177    | 266    | 355      | 532    |
| 3                 | 67      | 96     | 134    | 223    | 334    | 446      | 668    |
| 4                 | 80      | 115    | 160    | 267    | 400    | 533      | 800    |
| 5                 | 94      | 133    | 186    | 310    | 465    | 619      | 928    |
| 6                 | 107     | 152    | 212    | 352    | 528    | 703      | 1054   |
| 7                 | 119     | 170    | 237    | 394    | 590    | 786      | 1179   |
| 8                 | 132     | 188    | 262    | 435    | 652    | 868      | 1301   |
| 9                 | 144     | 205    | 287    | 476    | 713    | 949      | 1423   |
| 10                | 157     | 223    | 311    | 516    | 773    | 1030     | 1543   |
| 11                | 169     | 240    | 335    | 556    | 833    | 1110     | 1663   |
| 12                | 181     | 258    | 359    | 596    | 893    | 1189     | 1782   |

图 3 LTPD 抽样标准

### 4.3 早期失效率计算

- 目的: ELFR ( Early Life Failure Rate)早期失效测试, 主要反映出产品在最初投入使用的几个月时间内产品的质量情况, 评估产品及设计的稳定性, 加速缺陷失效率, 去除由于先天原因失效的产品。

| 名称               | 条件   | 测试时间                             | 具体操作  | 失效原理                                     |
|------------------|--|----------------------------------|---|--|
| ELFR<br>(早期失效测试) | 测试 T <sub>j</sub> 温度控制在 125 度, 被测产品上电, 且为最大工作电压 (比额定工作电压高 5%—10%), 芯片的引脚按照应用的状态进行搭接。 | 48 h<t<168 h<br>(最有效的参考时间是 168h) | 在规定条件下执行完测试, 最好在 12 小时内进行电气测试 (最大延时在 24 小时内), 判断样本失效数量。 | 材料或工艺的缺陷包括诸如氧化层缺陷, 金属刻蚀, 离子玷污等由于生产造成的失效。 |

表 7 早期失效测试

- 抽样标准: 早期失效测试的样本需从最少三组不连续的产品批次中抽取, 并由具有品质代表性的样本组成。所有样本应在同一地点用同样的流程进行组装和收集。在 60%的可信度时, 以百万分之一的失效(FPM)为单位, 下图说明了想要达到不同的早期失效率目标的最小样本数量。



| Number of observed failures | Equivalent failures at 60% Confidence Level ( $\square^2/2$ ) | Minimum sample sizes required to meet FPM target at 60% confidence level |       |        |        |        |         |
|-----------------------------|---|--|-------|--------|--------|--------|---------|
|                             |   | 4000   | 2000  | 1000   | 500    | 250    | 100     |
|                             |   | FPM  | FPM   | FPM    | FPM    | FPM    | FPM     |
| 0                           | 0.92  | 229  | 458   | 916    | 1,833  | 3,665  | 9,163   |
| 1                           | 2.02  | 505  | 1,011 | 2,022  | 4,045  | 8,089  | 20,223  |
| 2                           | 3.11  | 778  | 1,553 | 3,105  | 6,211  | 12,422 | 31,054  |
| 3                           | 4.18  | 1004   | 2,088 | 4,175  | 8,351  | 16,701 | 41,753  |
| 4                           | 5.24  | 1310   | 2,618 | 5,237  | 10,473 | 20,946 | 52,366  |
| 5                           | 6.29  | 1573   | 3,146 | 6,292  | 12,584 | 25,168 | 62,919  |
| 6                           | 7.34  | 1835   | 3,671 | 7,343  | 14,685 | 29,371 | 73,426  |
| 7                           | 8.39  | 2098   | 4,195 | 8,390  | 16,780 | 33,559 | 83,898  |
| 8                           | 9.43  | 2358   | 4,717 | 9,434  | 18,868 | 37,736 | 94,340  |
| 9                           | 10.48   | 2620   | 5,238 | 10,476 | 20,951 | 41,903 | 104,757 |
| 10                          | 11.52   | 2800   | 5,758 | 11,515 | 23,031 | 46,061 | 115,153 |

图 4 早期失效的抽样标准

#### 4.4 基本测试项目

| Stress                                 | Ref.                  | Abbv.   | Conditions               | # Lots/SS per lot                        | Duration/Accept  |
|--|-----------------------|---------|--------------------------|--|------------------|
| High Temperature Operating Life 高温工作寿命 | JESD22-A108, JESD85   | HTOL    | TJ>=125C<br>Vcc>=Vcc max | 3 Lots/77 units                          | 1000 hrs/ 0 Fail |
| Early Life Failure Rate 早期失效率          | JESD22-A108<br>JESD74 | ELFR    | TJ>=125C<br>Vcc>=Vcc max | 参考 4.3 节 ELFR                            | 168 hrs          |
| Low Temperature Operating Life 低温工作寿命  | JESD22-A108           | LTOL    | TJ<=50C<br>Vcc>=Vcc max  | 1 Lot/32 units                           | 1000 hrs/0 Fail  |
| High Temperature Storage Life 高温存储寿命   | JESD22-A103           | HTSL    | TA >=150C                | 3 Lots/25 units                          | 1000 hrs/0 Fail  |
| Latch-Up                               | JESD78                | LU      | Class I<br>Or Class II   | 1 Lot/3 units                            | 0 Fail           |
| Electrical Parameter Assessment 电气参数   | JESD86                | ED      | Datasheet                | 3 Lots/10 units                          | TA per datasheet |
| Human Body Model ESD                   | JS-001                | ESD-HBM | TA = 25 ° C              | 3 units                                  | Classification   |
| Charged Device Model ESD               | JESD22-C101           | ESD-CDM | TA = 25 ° C              | 3 units                                  | Classification   |
| Accelerated Soft Error Testing         | JESD89-2<br>JESD89-3  | ASER    | TA = 25 ° C              | 3 units                                  | Classification   |
| “ OR ” System Soft Error Testing       | JESD89-1              | SSER    | TA = 25 ° C              | Minimum of 1E+06 Device Hrs or 10 fails. | Classification   |

表 8 基本测试项目



## 4.5 NVM 产品需增加的测试项目

| Stress  | Ref.        | Abbv.  | Conditions                     | # Lots/SS per lot | Duration/Accept                              |
|---|-------------|--------|--------------------------------|-------------------|--|
| Uncycled High Temperature Data retention 高温数据存储测试       | JESD22-A117 | UCHTDR | TA>125° C<br>Vcc>=Vcc max      | 3 lots /77 units  | 1000 h/0fail                                 |
| Cycling Endurance 循环耐力                                  | JESD22-A117 | NVCE   | 25° C 和 55° C<br>C <=TJ<=85° C | 3 lots /77 units  | Up to Spec. Max Cycles per note (b) / 0Fails |
| Postcycling High Temperature data Retention 循环后高温数据存储测试 | JESD22-A117 | PCHTDR | 参照 4.5                         | 3 lots /39 units  | 参照 4.5                                       |
| LowTemperature Retention and read disturb 低温保存和读取干扰     | JESD22-A117 | LTDR   | TA=25° C                       | 3 lots /78 units  | 参照 4.5                                       |

表 9 NVM 增加测试项目

PCHTDR 和 LTDR 是 NVCE 之后的测试项。因此，PCHTDR 和 LTDR 的测试条件是受 NVCE 影响的。

例：产品 A NVCE 循环 10K 次，预期 10K 次循环=2 年=17520h。

55 度到 85 度每天循环 1k 次，每天工作 14 小时，空闲 10 小时（PCHTDR 测试），一共工作 10 天。

预计 140 小时损失寿命 3652（计算规范参照 JESD22-117），剩余寿命为 17520—3652=13868.

10 天的 100h 中需要 PCHTDR 设置为 100 度，才能有效验证产品可靠性。



## 4.6 空气密封封装产品增加的测试项目

## 气密性与非气密性的区别

- 气密封装：高等级集成电路和分立器件通常采用气密封装，多采用金属、陶瓷、玻璃封装，充有高纯氮气或其它惰性气体，也含有少量其它气体，一般应用于军工和航天领域。
- 非气密封装：工业级和商业级器件通常采用塑封工艺，芯片是被聚合材料整个包裹住，属于非气密封装。

|   | 测试项          | 条件  | 参照标准        | 目的   | 合格标准              | 可靠标准             |
|---|--------------|---|-------------|--|-------------------|------------------|
| 1 | TC(高低温循环测试)  | -55 度—125 度<br>升温降温速率 20oC/min            | JESD22-A104 | Ic 产品各处不同物质的热膨胀系数不同,可能会因偏压状态下高温变形引发故障。         | 700 次循环           | 3 lots /38 units |
| 2 | SD (可焊性测试)   | 蒸汽老化 8 分钟<br>侵入 245 度的锡盆中 5 秒             | JESD22-B102 | 器件中需要焊接的缝隙的可靠性                                 | 0 错误              | 3 lots /22 units |
| 3 | WSR 锡须验收     | 参照 JESD201                                | JESD22-A121 | 用于测试锡 (Sn) 或锡合金表面光洁度时使用。                       | 参 见<br>JESD201    | 参见 JESD201       |
| 4 | MS (机械冲击)    | Y1 平面, 5 脉冲, 0.5ms<br>持续时间, 1500 g 峰值加速度  | JESD22-B104 | 目的是确定在正常和极限温度下,当产品受到一系列冲击时,各性能是否失效以考核器件的结构稳定性。 | 性能正常<br>测试完之后测 AC | 3 lots /39 units |
| 5 | VVF (振动变频测试) | 20Hz 至 2kHz(对数变换)<br>超过 4 分钟,峰值变换加速度为 50g | JESD22-B103 | 测试产品在寿命周期中,是否能承受运输或使用过程的振动环境的考验                | 性能正常<br>测试完之后测 CA |                  |
| 6 | CA (恒定加速度)   | 30 kg 力<40 针封装, 20kg<br>为 40 针。           | M2001       |  |                   |                  |
| 7 | GFL 泄露测试     | 专用仪器                                      | JESD22-A109 | 气密性是否良好  | 有无泄露              |                  |
| 8 | IWVC 内部水汽    | 专用仪器                                      | MIL-STD 883 | 封装腔体中水蒸汽含量分析                                   | 有无水蒸气             |                  |
| 9 | SBS 锡球剪切力    | 专用仪器                                      | JESD22-B117 |  |                   |                  |

表 10 空气密封封装增加的测试项



## 4.7 非空气密封封装产品增加的测试项目

| Stress  | Ref.   | Abbv. | Conditions                                   | # Lots/SS per lot | Duration/Accept          |
|---|--|-------|--|-------------------|--------------------------|
| MSL Preconditioning 预处理   | JESD22-A113                                    | PC    | Perappropriate<br>MSL level per<br>J-STD-020 | JESD22-A113       | ElectricalTest(optional) |
| Temperature2 Humidity bias 加速<br>式温湿度及偏压测试  | JESD22-A101                                    | THB   | 85 °C, 85 % RH,<br>Vcc>=Vcc max              | 3 Lots /25 units  | 1000 hrs / 0 Fail        |
| Temperature2, 3 Humidity Bias<br>( Highly Accelerated Temperature<br>and Humidity Stress) 高加速温湿<br>度及偏压测试 | JESD22-A110                                    | HAST  | 130°C / 110 °C,<br>85 % RH,<br>Vcc>=Vcc max  | 3 Lots /25 units  | 96 hrs / 0 Fail          |
| Temperature Cycling 高低温循环<br>测试)  | JESD22-A104                                    | TC    | 参照 4.7 TC                                    | 3 Lots /25 units  | 参照 4.7 TC                |
| Unbiased Temperature/Humidity 高<br>加速温湿度测试  | JESD22-A118                                    | UHAST | 130 °C / 85% RH<br>110 °C / 85% RH           | 3 Lots /25 units  | 96 hrs / 0 Fail          |
| Solderability 可焊性   | M2003JESD22<br>-B102                           | SD    | Characterization                             | 3 lots /22 leads  | 0 Fail                   |
| Tin Whisker Acceptance 锡须验收   | JESD22-A121<br><br>Through rqmts of<br>JESD201 | WSR   | Characterization<br>per JESD201              | 参照 JESD201        | 参照 JESD201               |

表 11 非空气密封封装产品增加的测试项



4.8 生产工艺变化时测试项目选择指导

| Process Attribute                         | H T O L | E L F R | L T O L | H T S L | N V C E + D R | L U | E D | E S D - H B M | E S D - C D M | A S E R | T H B / H A S T | T C | U H A S T | B P S | B S | S D | S B S | M S | V V F | C A | G F L | L I | L T | E M | H C | N B T I | T D D B |   |
|---|---------|---------|---------|---------|---------------|-----|-----|---------------|---------------|---------|-----------------|-----|-----------|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|---------|---------|---|
| Active Circuit Element                    | C       |         | C       |         |               |     |     |               |               |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | R   | R       |         |   |
| Major Circuit Change                      | R       |         | C       |         |               | C   | C   | C             | C             |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| 5% to 20% Die Shrink                      | R       | R       | C       | C       |               | R   | R   | R             | R             | R       | R               | C   |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     | C   | R   | R       |         |   |
| Lithography                               | C       |         | C       |         |               |     | R   |               |               |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | C   | C       |         |   |
| Doping                                    | C       |         |         |         |               | C   |     | C             |               |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     | R       | R       |   |
| Polysilicon                               | C       |         |         |         | R             |     |     |               |               |         |                 | R   |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     | R       | R       | C |
| Metallization                             | C       | C       |         | R       |               |     |     |               |               |         | C               | R   | C         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | R   |         |         |   |
| Gate Oxide                                | R       | C       | C       |         | R             |     | C   |               |               |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | R   | R       | R       |   |
| Interlayer Dielectric Non low-k           | C       | C       |         | C       |               |     |     |               |               |         |                 | C   |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | R   |         | C       |   |
| Low-K Dielectric                          | R       | C       |         | R       |               |     |     |               |               |         | R               | R   |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | R   |         | C       |   |
| Passivation                               | C       | C       |         |         | C             |     |     |               |               |         | C               | C   | R         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Contact                                   | C       | C       |         | R       | C             |     |     |               |               |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | R   |         |         |   |
| Via                                       | C       | C       |         | R       |               |     |     |               |               |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | R   |         |         |   |
| Wafer diameter                            | R       |         | C       | C       | R             |     |     | C             | C             |         | C               | R   | C         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     | R   | R       | R       | R |
| Fab site                                  | R       |         |         | R       |               |     |     |               |               |         | C               | R   | C         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| New Package to Qualified Product          | C       |         |         | C       |               |     |     |               | C             |         | C               | R   | R         | R     | R   | R   | R     | R   | R     | R   | R     | R   | C   |     |     |         |         |   |
| Leadframe plating <sup>1</sup>            |         |         |         |         |               |     |     |               |               |         |                 |     |           |       |     | R   |       |     |       |     |       | C   |     |     |     |         |         |   |
| Leadframe Material                        |         |         |         |         |               |     |     |               |               |         |                 | C   |           |       |     | R   |       |     |       | C   | C     |     | R   |     |     |         |         |   |
| Package Dimensions, including trace pitch |         |         |         |         |               |     |     |               |               |         |                 | C   | C         |       |     |     | C     |     | C     | C   | C     | C   |     |     |     |         |         |   |
| Wire Bonding                              |         |         |         | R       |               |     |     |               |               |         |                 | R   | C         | R     | R   |     |       | C   | C     |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Multi-Chip Module Die Separation          |         |         |         |         |               |     |     |               |               |         |                 | R   | C         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Die Attach                                |         |         |         |         |               |     |     |               |               |         |                 | R   | C         |       |     |     |       |     | C     | C   | C     |     |     |     |     |         |         |   |
| Molding Compound                          | C       |         |         | R       |               |     |     |               |               |         | R               | R   |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Package Substrate Material                |         |         |         |         |               |     |     |               |               |         | C               | R   |           |       |     |     | R     | C   | C     | C   |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Package Substrate Plating                 |         |         |         |         |               |     |     |               |               |         | C               |     |           | R     |     |     | R     |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Molding Process                           |         |         |         | C       |               |     |     |               |               |         |                 | R   | C         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Assembly Site                             |         |         |         |         |               |     |     |               |               |         | R               | R   |           | R     | R   | R   | R     | C   | C     | C   | C     | C   | C   |     |     |         |         |   |
| Burn-in Elimination                       |         | R       |         |         |               |     |     |               |               |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Burn-in Reduction**                       |         | C       |         |         |               |     |     |               |               |         |                 |     |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Flip Chip Attach Method                   |         |         |         | C       |               |     |     |               |               |         | R               | R   |           |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Wafer Bump Materials or Process           |         |         |         | C       |               |     |     |               |               | *       |                 | R   | R         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Wafer Bump Under-Metal                    |         |         |         | R       |               |     |     |               |               | *       |                 | C   | R         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Bump Site                                 |         |         |         | R       |               |     |     |               |               | *       |                 |     | R         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Flip Chip Underfill                       |         |         |         |         |               |     |     |               |               | *       |                 | R   | R         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |
| Die thickness                             | C       |         |         |         | C             |     |     |               |               |         |                 | R   | R         |       |     |     |       |     |       |     |       |     |     |     |     |         |         |   |

R – Recommended      \* - Measure material alpha emissivity  
 C – Consider            \*\* - May be based upon defect density reduction with justification

图 5 工艺变化测试项目选择指导





## 5 可靠性测试方案-智能卡

| Stress  | Ref.                   | Abbv.   | Conditions                   | # Lots/SS per lot                              | Duration/Accept                                    |
|---|------------------------|---------|------------------------------|--|--|
| High Temperature Operating Life 高温工作寿命                  | JESD22-A108,<br>JESD85 | HTOL    | TJ>=125C<br>Vcc>=Vcc max     | 3 Lots/77 units                                | 1000 hrs/ 0 Fail                                   |
| Early Life Failure Rate 早期失效率                           | JESD22-A108<br>JESD74  | ELFR    | TJ>=125C<br>Vcc>=Vcc max     | 参考 4.3 节 ELFR                                  | 168 hrs  |
| Low Temperature Operating Life 低温工作寿命                   | JESD22-A108            | LTOL    | TJ<=50C<br>Vcc>=Vcc max      | 1 Lot/32 units                                 | 1000 hrs/0 Fail                                    |
| High Temperature Storage Life 高温存储寿命                    | JESD22-A103            | HTSL    | TA >=150C                    | 3 Lots/25 units                                | 1000 hrs/0 Fail                                    |
| Latch-Up  | JESD78                 | LU      | Class I<br>Or Class II       | 1 Lot/3 units                                  | 0 Fail   |
| Electrical Parameter Assessment 电气参数                    | JESD86                 | ED      | Datasheet                    | 3 Lots/10 units                                | TA per datasheet                                   |
| Human Body Model ESD                                    | JS-001                 | ESD-HBM | TA = 25 ° C                  | 3 units  | Classification                                     |
| Charged Device Model ESD                                | JESD22-C101            | ESD-CDM | TA = 25 ° C                  | 3 units  | Classification                                     |
| Accelerated Soft Error Testing                          | JESD89-2<br>JESD89-3   | ASER    | TA = 25 ° C                  | 3 units  | Classification                                     |
| “ OR ” System Soft Error Testing                        | JESD89-1               | SSER    | TA = 25 ° C                  | Minimum of 1E+06<br>Device Hrs or 10<br>fails. | Classification                                     |
| Uncycled High Temperature Data retention 高温数据存储测试       | JESD22-A117            | UCHTDR  | TA>125° C<br>Vcc>=Vcc max    | 3 lots /77 units                               | 1000 h/0fail                                       |
| Cycling Endurance 循环耐力                                  | JESD22-A117            | NVCE    | 25° C 和 55° C<br><=TJ<=85° C | 3 lots /77 units                               | Up to Spec. Max<br>Cycles per note (b)<br>/ 0Fails |
| Postcycling High Temperature data Retention 循环后高温数据存储测试 | JESD22-A117            | PCHTDR  | 参照 4.5                       | 3 lots /39 units                               | 参照 4.5   |
| LowTemperature Retention and read disturb 低温保存和读取干扰     | JESD22-A117            | LTDR    | TA=25° C                     | 3 lots /38 units                               | 参照 4.5   |





## 赤松城(北京)科技有限公司

|   |  |       |  |                  |                          |
|---|--|-------|--|------------------|--------------------------|
| MSL Preconditioning 预处理   | JESD22-A113                                    | PC    | Perappropriate<br>MSL level per<br>J-STD-020 | JESD22-A113      | ElectricalTest(optional) |
| Temperature2 Humidity bias 加速<br>式温湿度及偏压测试  | JESD22-A101                                    | THB   | 85 °C, 85 % RH,<br>Vcc>=Vcc max              | 3 Lots /25 units | 1000 hrs / 0 Fail        |
| Temperature2, 3 Humidity Bias<br>( Highly Accelerated Temperature<br>and Humidity Stress) 高加速温湿<br>度及偏压测试 | JESD22-A110                                    | HAST  | 130°C / 110 °C,<br>85 % RH,<br>Vcc>=Vcc max  | 3 Lots /25 units | 96 hrs / 0 Fail          |
| Temperature Cycling 高低温循环<br>测试)  | JESD22-A104                                    | TC    | 参照 4.7 TC                                    | 3 Lots /25 units | 参照 4.7 TC                |
| Unbiased Temperature/Humidity 高<br>加速温湿度测试  | JESD22-A118                                    | UHAST | 130 °C / 85% RH<br>110 °C / 85% RH           | 3 Lots /25 units | 96 hrs / 0 Fail          |
| Solderability 可焊性   | M2003JESD22<br>-B102                           | SD    | Characterization                             | 3 lots /22 leads | 0 Fail                   |
| Tin Whisker Acceptance 锡须验收   | JESD22-A121<br><br>Through rqmts of<br>JESD201 | WSR   | Characterization<br>per JESD201              | 参照 JESD201       | 参照 JESD201               |

表 12 智能卡可靠性测试方案

### 6 测试方案参考-基础测试

| #   | Stress / ID                             | Reference/Condition                                    | Lots | Sample Size | C |
|-----|---|--|------|-------------|---|
| 1.1 | Electrical Parameter<br>Assessment (ED) | Electrical Characterization per PMC-1940760 and JESD86 | 1    | 30          | - |
| 1.2 | Latch-Up (LU)                           | JESD78 / ±100 mA Ta > 85°C                             | 1    | 6           | 0 |
| 1.3 | Human Body Model ESD<br>(ESD-HBM)       | JESD22-A114 / ±2000 Volts                              | 1    | 3           | 0 |
| 1.4 | Charged Device Model<br>ESD (ESD-CDM)   | JESD22-C101 / ±500 Volts all pins                      | 1    | 3           | 0 |
| 1.5 | XRAY                                    | Mil-STD 883 M2012                                      | 1    | 1           | 0 |

表 13 基础测试项目参考案例



## 7 测试方案参考-新 HardIP

| #            | Stress / ID  | Reference/Condition  | Lots | Sample Size | C |
|--------------|--|--|------|-------------|---|
| 2.1a         | Temperature Cycling (TC) with Preconditioning (PC) | JESD22-A113 MSL 3 or 4, followed by JESD22-A104. Cond. B (-55°C to +125°C), 1000 cycles, or Cond C (-65°C to +150°C), 500 cycles | 1    | 38          | 0 |
| 2.1b         | Deconstruction Analysis                            | Test 2.1a followed by: Scanning Acoustic Microscopy and Delamination/Deconstruction Analysis (ref IPC/JEDEC J-STD-020)           | 1    | 5           | 0 |
| 2.2<br>(3.2) | High Temperature Operating Life (DHTOL)            | JESD22-A108 Dynamic. Tj>125°C, 1000 hrs, with intermediate test pulls at 168 hrs and 500 hrs.                                    | 1    | 77          | 1 |
| 2.3          | Temperature-Humidity-Bias (THB)                    | JA101 Ta=85C, 85% RH, Min power 1000 h or HAST(EIA/JESD22 A110 Ta=130C, 85%RH 50 hr or equivalent).                              | 1    | 38          | 0 |

表 14 新 HardIP 需要测试的项目参考案例

## 8 测试方案参考-工艺和封装变动

| #    | Stress / ID  | Reference/Condition   | Lots        | Sample Size      | C |
|------|--|---|-------------|------------------|---|
| 3.1a | Temperature Cycling (TC) with Preconditioning (PC)         | JESD22-A113 MSL 3 or 4, followed by JESD22-A104. Cond. B (-55°C to +125°C), 1000 cycles, or Cond C (-65°C to +150°C), 500 cycles                | 1           | 77               | 0 |
| 3.1b | Deconstruction Analysis (DA)                               | Test 3.1a followed by: Scanning Acoustic Microscopy and Delamination/Deconstruction Analysis (ref IPC/JEDEC J-STD-020)                          | 1           | 5                | 0 |
| 3.1c | Pb-Free Rework (PFR)                                       | IPC/JEDEC J-STD-020, MSL 6 (TOL=8hrs) and 1x reflow @ 260°C followed by: SAM and Delamination/Deconstruction Analysis (ref IPC/JEDEC J-STD-020) | 1           | 11               | 0 |
| 3.2  | High Temperature Operating Life (DHTOL)                    | JESD22-A108 Dynamic. Tj>125°C, 1000 hrs, with intermediate test pulls at 168 hrs and 500 hrs. See Note 3-3 for explanation of SS.               | 3<br>1<br>1 | 231<br>129<br>77 |   |
| 3.3  | Temperature-Humidity-Bias (THB) with Preconditioning (PC)  | JESD22-A113 MSL 3 or 4, followed by JESD22-A101, Ta=85°C, 85% RH, Min power, 1000 hrs   | 1           | 40               | 0 |
| 3.3  | Temperature-Humidity-Bias (HAST) with Preconditioning (PC) | JESD22-A113 MSL 3 or 4, followed by HAST JESD22 A110, Ta=130°C, 85% RH, Min power, 96 hr  | 1           | 40               | 0 |
| 3.4  | Bond Pull Strength (BPS)                                   | M2011 Cond D (5 devices and 150 bonds min) or Cpk >1.33 to assembler specification  | 1           | 5                |   |
| 3.5  | Ball Bond Shear (BS)                                       | JESD22-B116 (5 devices and 150 bonds min) or Cpk >1.33 to assembler specification   | 1           | 5                |   |



## 赤松城(北京)科技有限公司

|     |                                      |   |   |    |   |
|-----|--------------------------------------|---|---|----|---|
| 3.7 | Wire Bond Aging (BPSA)               | Bond strength per M2011 Cond D. One device after test 2.2 or 3.2 HTOL | 1 | 1  |   |
| 3.8 | High Temperature Storage Life (HTSL) | JESD22-A103, 150°C without Bias. 1000 hr                              | 1 | 40 | 0 |

表 15 工艺和封装变动时需要测试的项目

### 9 工艺加工厂测试项目

| 序号 | 测试名称   | 测试目的  | 参照标准              |
|----|--|---|-------------------|
| 1  | Gate Oxide Integrity 栅氧完整性 (GOI)                       | 栅氧是 MOS 管的核心, 相当于电脑的 CPU, GOI 测试是评估栅氧非本征击穿行为。 | JP-001 Section 10 |
| 2  | Hot Carrier Induced 热载流子效应 (HCI)                       | 评估沟道热载流子及衬底热载流子诱生的 MOS 器件退化                   | JP001 Section 9.1 |
| 3  | ElectroMigration 电迁移 (EM)                              | 表征 Al 及 Cu 互联线的可靠性                            | JP001 Section 8.1 |
| 4  | StressMigration 应力迁移 (SM)                              |   | JP001 Section 8.2 |
| 5  | Time Dependent Dielectric breakdown 经时击穿效应 (TDDB)      | 评估栅氧的本征击穿, 并估计其使用寿命                           | JP001             |
| 6  | Negative Bias Temperature Instability 负栅压温度不稳定性 (NBTI) | 评估阈值电压在栅压及高温下的退化情况                            | JP001             |

表 16 工艺测试的测试项目

### 10 封装厂测试项目

| 序号 | 测试名称                        | 测试目的                          | 参照标准                       |
|----|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1  | Flammability 易燃性            | 评价材料在被点燃后熄灭的能力                | UL94                       |
| 2  | Oxygen Index 氧指数法测可燃性       | 用氧指数法测定塑料的可燃性                 | ASTM D2863                 |
| 3  | Resistance to Solvents 耐溶剂性 | 高分子聚合物抵抗溶剂引起的溶胀, 溶解, 龟裂或形变的能力 | Mil-STD 883 M2015          |
| 4  | Physical Dimensions 物理尺寸    | //                            | Mil-STD 883 M2016 / JEP 95 |

表 17 封装测试的测试项目