

## 极限温度大考验—半导体分立器件

21 世纪以来，电子产品越来越广泛的进入国防产品、宇航工程和通信、计算机、家用电器等人们的日常家庭生活中，几乎涉及到了国民经济的每个角落。各种整机产品向微小型化方向发展，如民用产品内的手机、笔记本电脑、数码相机等；现代化国防武器装备对电子模块的小型化、可靠性等方面都提出了越来越严苛的要求，如嫦娥工程中各类航空航天电子整机、通信模块、雷达 T/R 组件等。同时电子产品的可靠性问题也越来越突出，使得我们不得不加强对电子元器件各种可靠性问题的研究。

现如今，构成各类电子系统的核心就是半导体有源器件，包括半导体分立器件和各类集成电路。按照我国现行国家标准，半导体分立器件的分类主要是按照结构类型来进行：主要是二极管（整流管、检波管、开关管、混频管、稳压管、光电管等）、三极管（如双极型晶体管）、电力电子功率器件等。

目前，很多半导体器件必须长时间工作在高温等各种恶劣环境下，高温失效问题变得越来越严重。要针对分立元器件的高温失效问题，研究高温环境下器件的电特性规律和各种参数随温度变化规律。

因此，高温环境的设立和保持对半导体器件来说十分重要，直接影响着它正常运行的可行性和数据的准确性。捷龙本身作为一种快速、控温精确的高温冲击系统，对于极限高温和低温环境的设立和保持有着极大的优势，可通过捷龙对半导体器件进行热试验和表征，进而提高其可靠性。

### 1、测试设备

(1) Froilabo 公司生产的捷龙高温冲击系统，温控范围-80℃至+250℃



天美创科仪器(北京)有限公司  
北京市朝阳区天畅园7号楼(100107)

t 010-64010651  
f 010-64060202  
e til\_ai@techcomp.cn  
w www.techcomp.cn

(2) 半导体静态参数测试系统

(3) 功率器件动态参数测试系统

## 2、测试条件

高低温实验设计参考标准：美国军事标准 MIL-STD-750 方法 1051、国家军事标准 GJB-128A-97 方法 1051 和 JESD22-A104-C。

(1) 器件常温下初测，放入试验箱中从室温开始升温，恒温 15min 后接着降温，高低温不断循环，循环次数 20 次以上，可选取温度点如 100℃、80℃、60℃、40℃、25℃、0℃、-10℃、-20℃、-30℃、-40℃、-50℃、-60℃，分别测试得到参数随温度变化规律。

(2) 器件常温下初测，将器件放置试验箱中，从室温开始升温，恒温 15min 后降温直至-60℃的低温环境，温度点跟上面测试相同，每隔 10min 测试器件的 I-V 特性，达到失效判据为止。

(3) 选取上述的温度点，分别对器件施加直流电应力，每隔一段时间测试器件的 I-V 特性，达到失效判据为止。

## 3、测试流程

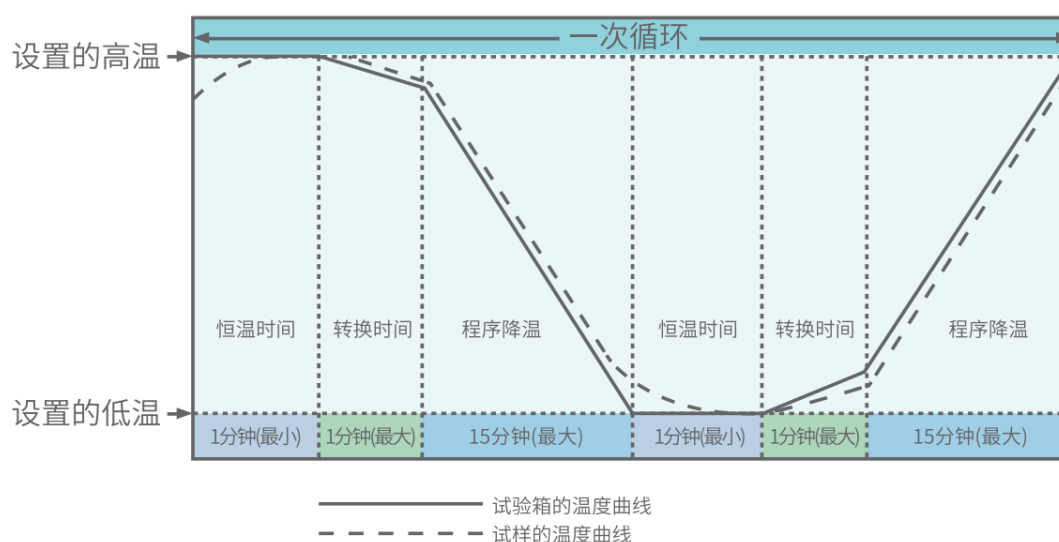


图 1 半导体器件温度循环实验图

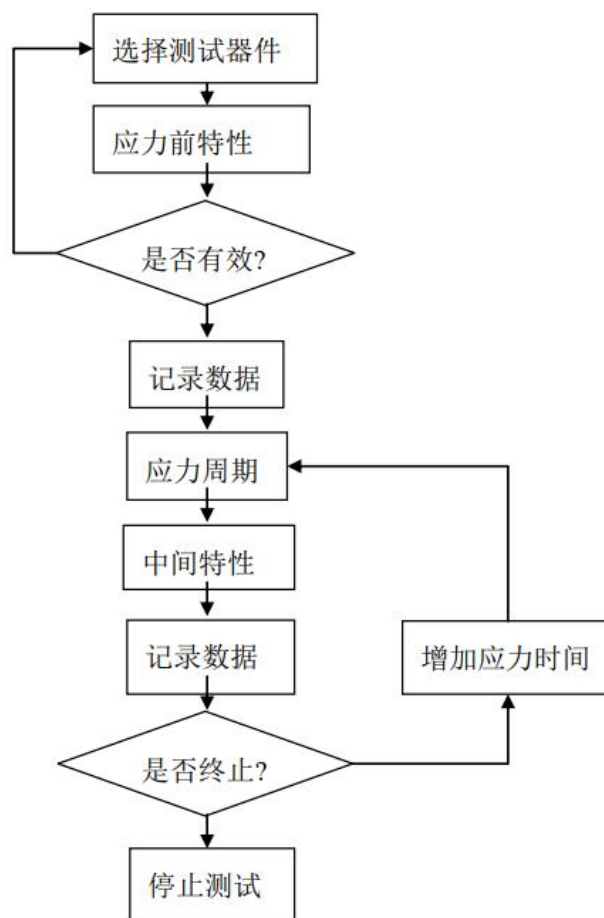


图 2 半导体器件可靠性测试流程图

#### 4、可靠性评判标准

半导体器件在试验箱内依据设定的条件进行高低温冲击，在温度保持稳定后，可在线监测，通过一系列参数测试的失效与否来评判其可靠性，达到失效标准即可停止试验。半导体器件的失效标准为：

- (1) 转移特性曲线和输出特性参数指标超出初始值的 $\pm 10\%$ ，则判为失效；
- (2) 低频跨导  $g_m$ 、 $V_{th}$ 、 $BVDSS$ 、 $IDSS$  超出初始值的 $\pm 10\%$ ，则判为失效；
- (3) 导通电阻  $R_{ON}$  超出初始值的 $\pm 15\%$ ，则判为失效；
- (4) 样品出现某些不可恢复性变化，如封装裂纹、引脚断裂等，则判为失效。

如果在上述失效标准的前提下，实验时间过长都无法失效，则可以将失效标准下降到 $\pm 10\%$ 。

## 5、小结

由于捷龙的温度控制采用专利技术，可以准确、快速进行温度控制，且调节精度小于  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，是通过急剧的温度变化和热循环试验研究样品行为测试的理想方法。因此，通过使用捷龙高低温冲击系统，能完美的对半导体分立器件进行温控测试，考察其承受极限高低温的能力，以及在极端高温与极端低温交替变化对器件的影响。