

# 大功率集成电路动态老炼自动温度控制器设计

刘杰 陈大为 胡海涛 李可

(工业和信息化部电子工业标准化研究院 北京 100176)

**摘要:** CPU、DSP 等大功率集成电路在动态老炼试验时,其壳温迅速升高,无法保持在老炼所需规定的温度范围内,致老炼试验不能严格按照要求进行。针对此问题研制了大功率集成电路动态老炼自动温度控制器:包括温度采集、风扇自动控制、主控和显示电路等模块,受试器件的壳温能通过风扇自动控制在一定温度范围之内。并按 GJB 548B 标准中的动态老炼要求进行了试验验证。试验结果表明,壳温控制准确有效(如 85~90℃,温度区间可自由设置,显示精度:0.1℃),温度显示实时直观。

**关键词:** 集成电路;动态老炼;温度控制

**中图分类号:** TP2    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 510.1050

## IC dynamic burn-in auto temperature control system

Liu Jie Chen Dawei Hu Haitao Li Ke

(China Electronics Standardization Institute, Beijing 100176, China)

**Abstract:** This paper presents a method of license plate character recognition based on the combination of Zernike moment and wavelet transformation features. CPU, DSP and other large power integrated circuits in the dynamic burn-in test, its shell temperature rapidly increased, unable to remain the temperature for required, lead to burn-in test can not be in strict accordance with the requirements. For this reason, this paper designs the automatic temperature controller of high power IC dynamic, Including temperature acquisition, fan automatic control, and display circuit, so the device shell temperature can automatically control within a certain temperature range through the fan. And trying to validation the test method according to GJB 548B. The test results show that, the shell temperature control is accurate and effective(such as 85 - 90℃, the temperature interval can be set free, the display precision: 0.1℃), and the temperature display real-timely.

**Keywords:** integrated circuit; dynamic burn-in; temperature control

## 1 引言

老炼试验是目前最常用和最有效的一种可靠性筛选试验方法,在集成电路生产厂商、用户以及鉴定检验机构广泛应用。老炼筛选对器件施加了 2 种以上的应力(温度应力、电压或电流等电应力),通过电和热应力的综合作用可以更充分地激活器件内潜在材料和工艺的大部分缺陷,诱发器件发生相关失效。

国内,集成电路产品筛选中老炼试验的基本方法主要参考 GJB 548B-2006《微电子器件试验方法和程序》方法 1015A。随着集成电路器件的使用条件和环境越来越恶劣,老炼筛选条件也更复杂,需要施加最大额定工作条件或以上的应力,或施加更高灵敏度的等效筛选条件,以提高器件的可靠性。

一般情况下,集成电路采用动态老炼进行筛选更为有

效。动态老炼除了对器件施加温度和直流电源偏置外,还对电路内部节点施加动态激励信号。由于集成电路芯片内部所有半导体结、介质层和金属化层都被加上了电应力,电路处于满功率的工作状态,因而能更有效地激发潜在的致命失效因素。在老炼过程中施加功能向量,并对特定输出进行电参数实时监测。这种方法可以确保老炼效果、优化老炼时间、节省成本、便于失效机理分析等,但大规模集成电路而言,动态老炼也伴随着功率增大。

随着我国集成电路产业的迅速发展,典型的大功率集成电路包含了多核 CPU 处理器、DSP、高速接口等功能模块,核电压的电流达到了 5 A 以上,此类器件在进行动态老炼试验时,按照 GJB 548B 或相关产品详细规范的要求,一般需要将芯片壳温控制在一定范围或某一温度点,但大功率集成电路的壳温会随着工作电流和环境温度的升高而急

剧上升,如何有效控制每个芯片的老炼温度也随之变得非常困难。

为了保障以上大功率集成电路动态老炼试验的顺利进行,需研制一套控制器,能将被测器件的壳温自动控制一定范围内,并进行相关试验验证。

## 2 设计方案分析

方案 1:针对大功率集成电路动态老炼,最简单常见的方法是抽取部分被测器件,在管壳表面引出热电偶,在温箱外面用仪表监测,逐渐增加温箱环境温度,直到监测管壳达到所规定的温度。若每个芯片均引出观测,此方法能测量出每个器件的壳温,通过调节温箱环境温度,可以将器件壳温控制在某范围之内。

此方法存在的不足:由于老炼板上每个被测器件与外部供电电源距离不一致,导致距离远的核电压会降低,对大功率集成电路而言,核电压降低将导致器件功耗显著下降,壳温也会随之降低,从而导致每个器件的壳温不一致,甚至超过  $5^{\circ}\text{C}$ ,不能使壳温满足于同一温度。同时,温箱内热气流不均也会导致各个器件的壳温不均。

方案 2:可采用在老炼板上使用热敏电阻来控制壳温的大小,配备特定的风扇,当壳温高于设定温度上限时,开启风扇,当温度低于设定温度下限时,关断风扇。此方案可以将每个被测芯片的壳温控制在一定范围内,但热敏电阻需要手动调节,而且不能实施显示并更改温控范围。因此,此方案还存在一些缺陷。

方案 3:设计制作温度自动控制器,通过温度传感器将壳温传至控制器,然后判断该温度是否在设定范围内,若超出设定范围,发送命令开启风扇,降低壳温,当温度降到设定范围,再发送命令关断风扇,整个过程温度均能实时显示。

由以上方案分析对比易知,方案 3 既能实时显示被测壳温,又能自动控制风扇运转,因此选此方案进行设计。

## 3 控制器设计

主要包括温度采集<sup>[6-7]</sup>、风扇自动控制、主控和显示电路。系统结构如图 1 所示。每个大功率集成电路配备一个

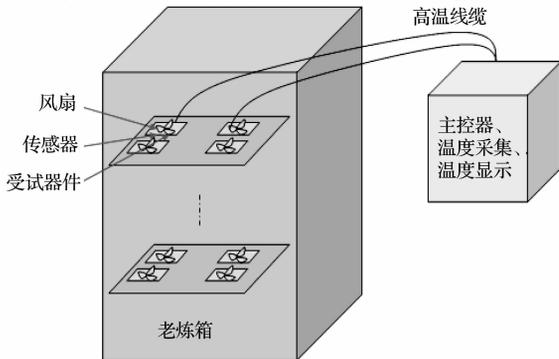


图 1 系统结构

散热片、温度传感器和风扇,一起置于温箱内,主控和显示电路放置在温箱外,采集各路温度并实时显示。

### 3.1 硬件设计

#### 1) 温度采集模块

采集电路封装在金属壳中,放置于被测器件管壳与散热器之间,能充分接触管壳,准确测量管壳温度。温度采集示意如图 2 所示,温度采集器内部电路原理如图 3 所示。

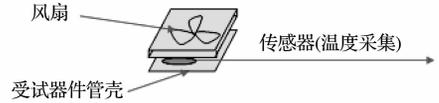


图 2 温度采集示意

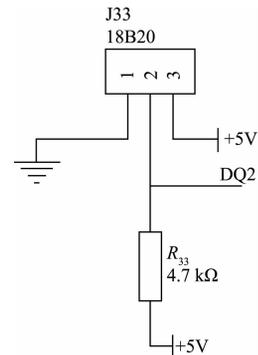


图 3 温度采集器内部电路原理

#### 2) 风扇及自动控制模块

风扇固定在散热片上,风扇在使用前必须加电源试用是否可以正常工作,否则无法降低器件壳温,从而导致器件温度迅速升高甚至损坏。风扇电源由高温线引出至箱外主控制器,风扇运转的额定电流一般为  $100\text{ mA}$  以上,因此,需增加驱动电路。驱动电路原理如图 4 所示。

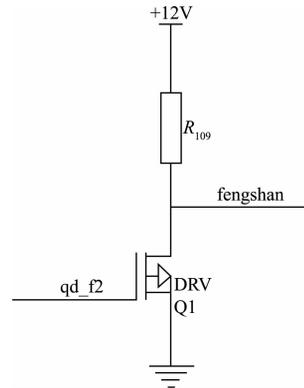


图 4 风扇驱动电路原理

#### 3) 主控与显示部分

选用 AT89S51 作为控制芯片,同时采集多个被测器件的壳温,并控制各路风扇开启和关闭,采集到的温度经驱动

后在数码管上轮换显示,显示精度为 0.1℃。控制电路原理如图 5 所示,驱动和显示原理,如图 6 所示。

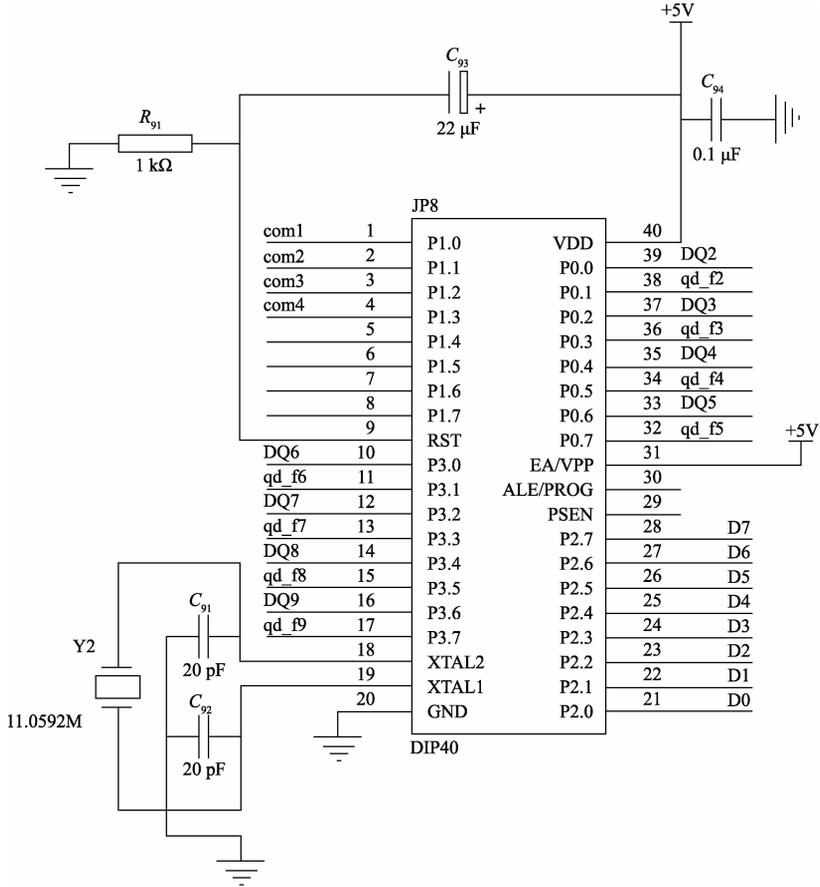


图 5 控制电路原理

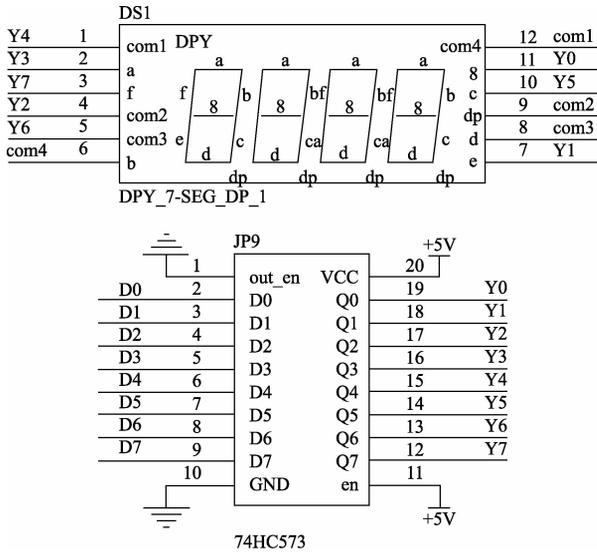


图 6 驱动和显示电路原理

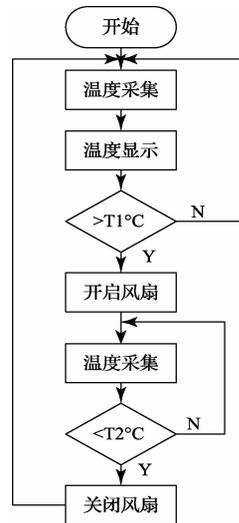


图 7 软件流程

### 3.2 软件调试

软件流程图如图 7 所示。

## 4 试验验证

试验说明:利用实验室已有的高温老炼试验箱,以及实验室已有的某专用CPU动态老炼板进行试验。每块老炼板上有6个老化座,共8块,可同时做48只芯片的老炼试验。选取此老炼板对应的大功率集成电路(4核CPU)作为试验芯片,核电压工作电流在5A左右,壳温控制在85~100℃之内。依据GJB 548B进行试验,试验时间160h。

试验步骤:

- 1)将受试芯片放入老化板上的老化座中;
- 2)按照本文设计方案安装好传感器、散热片、风扇;
- 3)连接控制器与传感器、风扇之间的引线,控制器设置温度高于100℃时开启风扇,低于85℃时关闭风扇;
- 4)给受试芯片施加电源电压、时钟等老炼激励;
- 5)开启温箱,保持温箱散热良好;
- 6)用示波器监测芯片输出是否正确,观察控制器与风扇是否工作正常。

试验结果:160h中,受试芯片输出正确,风扇达到100℃时风扇自动开启,降到85℃时自动关闭,控制准确,运转稳定,且温度实时显示,从而验证了本方案的可行性和可操作性。

## 5 结论

设计解决了大功率集成电路动态老炼温度控制问题。控制器智能化程度较高,壳温控制准确有效,显示实时直观,使用方便,能为筛选/鉴定过程中动态老炼实施提供有效保障。

## 参考文献

- [1] 龚文超,吴猛猛,刘双双.基于CC2530的无线监控系统设计与实现[J].电子测量技术,2012,35(6):33-36,49.
- [2] 何永强,杨福彪,朱勇,等.一种增强型实时监控系统设计[J].电子测量技术,2013,36(9):70-73.

- [3] 兰羽.具有温度补偿功能的超声波测距系统设计[J].电子测量技术,2013,36(2):85-87.
- [5] 程建华,齐兵.基于序列激励电压控制的高精度测温方法研究[J].仪器仪表学报,2013,34(10):2205-2212.
- [6] 王欢,黄晨.高精度无线环境温湿度测量系统设计研究[J].电子测量与仪器学报,2013,27(3):211-216.
- [7] 谭林.基于单片机的温度监控系统设计[J].国外电子测量技术,2009,28(4):50-52.
- [8] 彭基伟.自动气象站温湿度传感器观测数据分析及修正算法研究[D].南京:南京信息工程大学,2013.
- [9] 彭基伟,吕文华,行鸿彦,等.基于改进GA-BP神经网络的湿度传感器的温度补偿[J].仪器仪表学报,2013,34(1):153-160.
- [10] 张蓬勃,陈旭海,李玉榕,等.基于红外热成像的PCR温控系统[J].电子测量与仪器学报,2012,26(6):541-547.
- [11] 李伟,张传荣,陈国明,等.U型ACFM探头精确建模和实验测试[J].电子测量与仪器学报,2013,27(7):658-662.
- [12] 宋芳,李永梅.DSP器件测试技术[J].电子测量与仪器学报,2012,26(1).
- [13] 程继兴,刘霞.一种单片机控制的压电陶瓷微位移器的驱动电路设计[J].电子测量技术,2012,35(11):58-62.

## 作者简介

**刘杰**,工学硕士,工程师。主要研究方向为大规模数字集成电路测试(基于ATE)、高速A/D转换器测试、运算放大器等模拟器件测试、器件的老炼\寿命试验、以及测试板\老炼板设计等。

E-mail:liujie@cesi.cn