

# 基于探针台的测量系统的研究与设计\*

徐 如, 秦会斌\*, 郑 梁

(杭州电子科技大学 电子信息学院, 浙江 杭州 310018)

**摘要:** 为了进一步研究贴片元器件性能, 介绍了一种基于探针台的测量系统。该系统包括上位机界面控制和下位机测量系统控制。上位机界面是由 VC++ 设计完成; 下位机是以 MSP430F449 单片机为核心, 并在外围加以双极性 A/D 转换芯片 AD574 设计完成。最后, 通过 RS232 串口使上位机和下位机完成了通信。测试结果表明, 该探针台系统可以方便、精确地给出测量结果。

**关键词:** 探针台; 单片机; 模拟数字变换器; 上位机

中图分类号: TP273.5; TP216

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)12-1536-03

## Research and design of measuring system based on probe station

XU Ru, QIN Hui-bin, ZHENG Liang

(School of Electronic & Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** In order to further research property of SMT components, a measuring system based on probe station was introduced. The system included upper computer of interface controlling and lower computer of measuring system controlling. The PC was used to design upper computer by VC++. The microcontroller MSP430F449 and a bipolar chip AD574 were used to design lower computer. Finally, by serial port the upper computer and the lower computer could be communicated with each other. Testing results show that this probe station could give conveniently and accurately measurement results.

**Key words:** probe station; microcontroller; analog to digital converter(ADC); upper computer

## 0 引 言

探针台在当今主要应用于半导体测量, 而半导体测量技术中广泛应用的是四探针测试法, 四探针测试法的原理最初在 19 世纪 60 年代被提出, 并从上世纪 20 年代开始应用<sup>[1]</sup>, 主要用以测量半导体材料的薄层方块电阻和电阻率。经过几十年的发展, 四探针测试法不断完善, 并衍生出多种测量方法, 应用也越来越广泛。目前, 四探针测试法已经成为半导体生产中应用最为广泛的监测手段之一<sup>[2]</sup>, 在硅、锗单晶的测量方面, 已经形成了国际上统一的 ASTM 标准。传统的四探针测试仪器多为手动控制器件, 随着测量需求的不断提高, 测试仪逐渐向半自动化、全自动化方向发展, 而且功能也越来越复杂。

随着半导体的快速发展, PCB 上的电子元器件越来越向着小型化、贴片化方向发展<sup>[3]</sup>, 为了方便对其上的贴片元件进行测试, 本研究设计开发了这套基于探针台的测量系统。该系统可以通过测量元器件电压, 准确、快速判断其好坏。该探针台系统具有如下优点: ①测量电压范围广, 达到 -10 V~+10 V; ②精度可达 12 位, 测量结果精确; ③通过上位机控制, 整个测量过程简便快速。

## 1 总体框架

总体框架结构图如图 1 所示。该设计主要是基于改造后的 ST-103A 探针台为平台<sup>[4]</sup>, 外围加以 MSP430 单片机和 AD574 集成芯片组成的测量系统, 并由 VC++ 上位机进行界面控制。改造后的 ST-103A 探针

收稿日期: 2011-05-26

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(Y1101252)

作者简介: 徐 如(1987-), 男, 安徽肥西人, 主要从事新型电子器件设计与应用方面的研究. E-mail: xurukangru@163.com

通信联系人: 秦会斌, 男, 教授, 博士生导师. E-mail: qhb@hdu.edu.cn

台可以方便地控制所测样品的位置,极大地节省了测量的时间;单片机选用的是 MSP430F449;A/D 转换芯片选用的是一款 12 位双极性芯片即 AD574。

MSP430F449 单片机是 TI 公司 1996 年推向市场的一种 16 位超低功耗的混合信号处理器(Mixed Signal Processor),该单片机功耗低、I/O 口丰富,并且内部自带一个 12 位的 A/D 转换模块(ADC12)<sup>[5]</sup>。但是由于该单片机的 A/D 测量电压范围为 0 ~+2.5 V,不符合实际的电压测量需求。而使用该课题的电压测量方案,电压的测量范围为-10 V ~+10 V, 满足了一般电路的电压测量需要。

AD574 是美国模拟数字公司(Analog)推出的单片高速 12 位逐次比较型 A/D 转换器,内置双极性电路构成的混合集成转换芯片,具有外接元件少、功耗低、精度高等特点,并且具有自动校零和自动极性转换功能,只需外接少量的阻容元件即可构成一个完整的 A/D 转换器<sup>[6]</sup>,因此满足了该方案的设计要求。

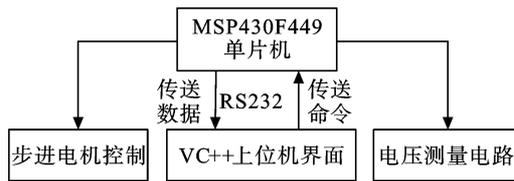


图 1 总体框架结构图

## 2 系统设计

### 2.1 硬件设计

探针平台的探针连接如图 2 所示:测量样品放置于探针台的载物台之上,测量时,3 根探针 1、2 和 3 通过探针平台的上升或者下降可以实现与测量样品接触或者分开。其中 1 和 2 是输入额定电压:1 接正电源(如 +5 V),2 接地;3 接 AD574 芯片的第 14 引脚(20 V IN)。

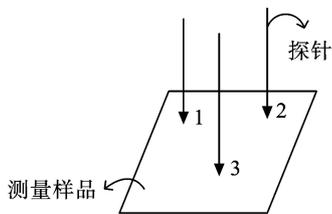


图 2 探针平台的探针连接

该设计的电压测量电路如图 3 所示,利用 MSP430F449 单片机与 AD574 集成芯片组成电压测量电路。在测试中,当探针台的探针与测量样品接触后,单片机控制 AD574 开始 A/D 转换,10 ms 后检查 A/D 是否转换结束(通过读取 AD574 的 28 引脚(STS)的值即可,当 STS=0 时表示转换结束),总共转换 16 次并求平均值。当探针离开测试样品后,单片机控制 AD574

禁止工作。最后本研究把得到的数据返回给单片机处理,处理后的数据通过 RS232 串口发送给上位机<sup>[7-8]</sup>。

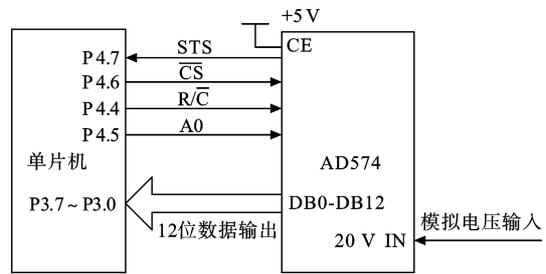


图 3 AD574 与单片机的接口图

### 2.2 软件设计

#### 2.2.1 上位机软件设计

该设计中上位机是基于 VC++6.0 平台完成的,分为移动部分和测量部分<sup>[9]</sup>。具体控制原理图如图 4 所示。移动部分分为单步测量和连续测量。单步移动中,探针平台的移动可以以 1 mm 为最小单位进行移动;连续移动中,X、Y 轴可以一起移动,也可以单个移动。测量部分分为单步测量、连续测量和区域测量,测量的步骤如图 4 所示。

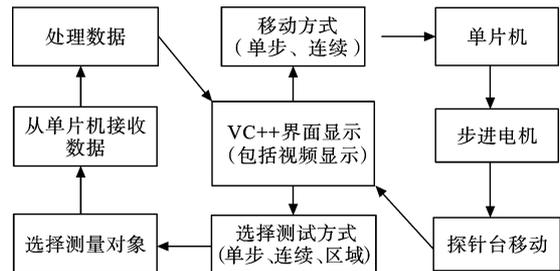


图 4 上位机设计原理图

在该设计中,本研究通过 PC 上位机的控制可以方便、快捷地完成测量任务,精确地给出测量结果,具有快速的执行效率和实用性。

#### 2.2.2 下位机软件设计

在该设计中,软件编程完成步进电机的控制<sup>[10]</sup>、与上位机的通信以及测量电压模块程序<sup>[11]</sup>。上位机通信部分在上位机部分已经介绍。

步进电机的控制:步进电机是一种将电脉冲信号转化为相应的机械角位移或线位移的执行元件。每当电机绕组接收一个脉冲时,转子就转过一个相应的角度(步距)。步进电机的角位移量和输入脉冲的个数成正比,在时间上与输入脉冲同步,因而只要控制输入脉冲的数量、频率和电机绕组的相序,即可获得所需要的转速和转动方向。在该设计中使用的是 57BYG007 步进电机,它的步距为 0.9°,通过实践的程序设计,本研究得到该电机的最优工作频率为 200 Hz。

电压测量模块是该设计的核心部分,其中电压测量模块软件流程图如图 5 所示。

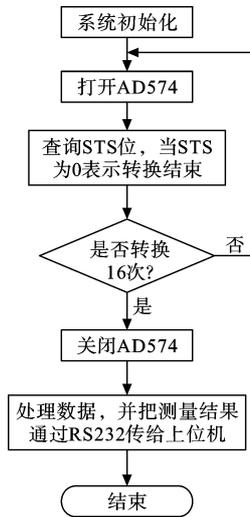


图 5 电压测量电路的软件流程图

该设计充分发挥了 MSP430 单片机的优点, 通过采用模块化设计使整个系统能够稳定地运行, 并且具有可移植性好、易于维护和快速的执行效率。

### 3 测量结果与分析

在该设计测量过程中, 使用了贴片电阻和贴片三极管作为测量样品。测量样品型号是 8050 型三极管, 其中, 其集电极接电源电压(+4.862 V), 发射极接地, 基极悬空。在测量的样品中有 4 个是完好的, 有 2 个已经被高电压击穿, 所以当使用探针台测试 8050 三极管的集电极时, 测量结果为接近电源电压时, 则表示该三极管为完好的, 反之, 当测量结果为 0 V 时则为损坏的。在单步测量时, 本研究先是选择电压测量, 再在上位机上选择移动方向, 最后再选择探针平台的移动距离。通过平台的上升与下降之后完成测量, 再点击“显示结果”, 就可以看到显示在 PC 上位机上的电压值。测量过程如图 6~9 所示。

通过以上测量, 可以看到测量的结果如表 1 所

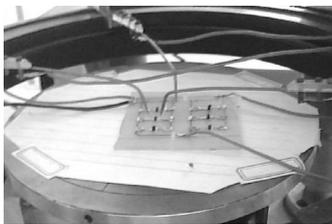


图 6 测试样品在探针台上

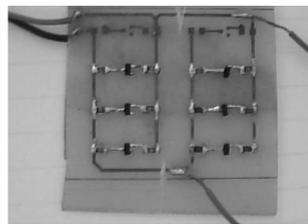


图 7 PCB 测试样板



图 8 完好三极管测量结果



图 9 损坏三极管测量结果

表 1 样品测量结果

样品序号	电压测量值 U/V	三极管性能判断
1	4.409	完好
2	4.427	完好
3	4.412	完好
4	4.421	完好
5	0	损坏
6	0	损坏

示。通过探针台的测量, 可以准确、快速地判断贴片三极管的好坏, 这为测试贴片元器件提供了一种有效而又快速的测量方法。

### 4 结束语

探针台是半导体工艺线上的中间测试设备, 在该设计中, 探针台被用来测量贴片元件的电压, 从而评估贴片元件的性能。试验结果表明, 通过上位机界面控制以及下位机单片机对各模块的控制, 该探针台可以快速、方便地给出测量结果并把结果显示在 PC 上位机上, 通过结果可以得出准确的结论。测试结果表明该系统运行良好, 在以后的生产实践上有着广泛的应用前景。该系统还可以继续升级测量其他电参量, 如电流、电容等。

### 参考文献(References):

- [1] THOMSON W. On the measurement of electrical resistivity [J]. *Proc. R. Soc.*, 1861(11):313-328.
- [2] 吴德馨, 钱鹤, 叶甜春. 现代微电子技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [3] 张经国. SMD 技术向高端的发展趋势[J]. *世界电子元器件*, 2003, 8(1):70-72.
- [4] 罗辉, 秦会斌. 手动探针台的自动化改造[J]. *电子器件*, 2010, 33(1):94-96.
- [5] TI. MSP430F449.PDF[EB/OL]. [s.a.]. <http://www.datasheet.cn>.
- [6] TI. AD574.PDF[EB/OL]. [s.a.]. <http://www.datasheet.cn>.
- [7] WEI Wei. The Application of Control Technology Based on Serial Port Communication[C] //2009 IITA International Conference on Control, Automation and Systems Engineering. Zhangjiajie; [s.n.], 2009:472-475.
- [8] 王中训, 徐超, 王德法. 基于 VC++6.0 的多串口通信方法[J]. *计算机应用*, 2008, 28(6):254-256.
- [9] TANG Hong-li, XIE Xiao-yao, YANG Xiang-dong, et al. The Implementation of Communication between the Upper Computer and Lower PLC of Rescue Robot [C] //ASLD 2010. Chengdu; [s.n.], 2010:314-317.
- [10] 王晓明. 电动机的单片机控制[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [11] 张晞, 王德银, 张晨. MSP430 系列单片机实用 C 语言程序设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.

[编辑: 张翔]