

电阻率和霍尔系数的半自动测量系统

马金泉 王万年 何广平

(中国科学院半导体研究所)

对于半导体材料的电阻率和霍尔系数的测量,可以得到标志材料性能的几个重要参数,如电阻率、电子或空穴载流子浓度、霍尔迁移率、补偿度、禁带宽度以及杂质能级位置等。国内过去一直采用电位差计、检流计或数字电压表来测量电压、电流信号,然后再用计算尺或计算器算出它的结果^[1]。此法太费事,不方便。

本工作采用一种新的系统来测量电阻率、霍尔系数等,能大大提高劳动效率、计算快而准确,减少了出错率。它的特点可以概括为以下几个方面:

1. 快速、准确、重复性好,而且比较直观。
2. 能够在测量中监视中间过程。
3. 不仅能打印出最后的结果,而且能记录中间的测试数据,并画出曲线以供参考。

一、测量目的、要求及实施

根据本系统的特点,我们利用“BASAC-IV”计算机会话式语言,编制了一个温度、电阻率和霍尔系数的测量程序^[2]。下面简略地介绍一下这个程序的框图。

系统启动后,先将测量程序从磁盘输入到计算机的内存,然后执行。

首先要回答是否做变温测量?若不做则输入常温温度后跳过;否则,进行五次温度测量,再判断温度的稳定情况,若稳定则跳过,否则再重复上述操作,直到稳定为止。

从C点开始进行电压、电流测量。先输入样品的号码和类型。号码是指样品编号,以便打印记录或存储用。类型是指被测样品是什么半导体材料,以便正确地选取霍尔因子。

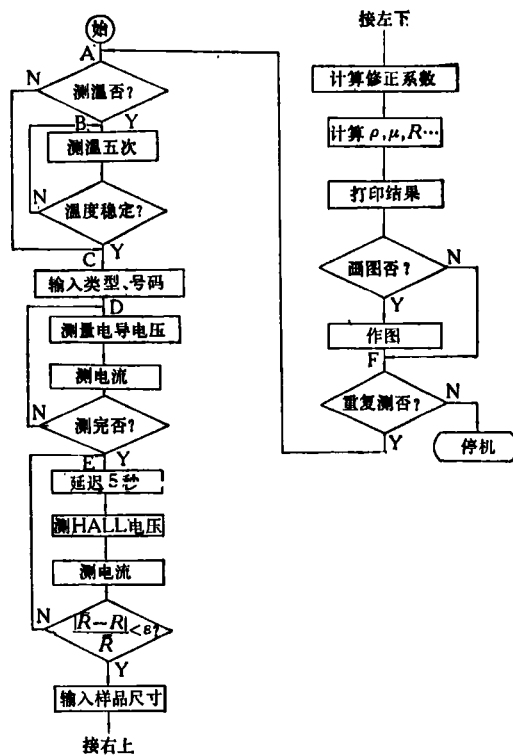


图 1

接着测量样品的电导电压和电流多次,包括电极的选择和电流的正反向,还要选择量程范围,采样速率等。判断是否测完,“未完”返回重测,否则进行下一个操作。

下一步测量样品的霍尔电压和电流,为了能在磁场稳定的情况下进行测量,各次测量之间要延迟五秒。同时计算出每次测量的偏差值与某个规定值进行比较。小于该值时,则通过,否则返回到E点重新测量后再判断。

在进行数据运算以前,要求输入样品尺寸、标准电阻阻值和磁场强度。对于片状样品,用范德堡法测量时,还要在程序中先算出修正系

数 F 值^[5,4]。本系统 F 值的计算误差 $\leq 1 \times 10^{-5}$ 。根据上边测量和计算出的数值,算出电阻率、霍耳系数、杂质浓度及霍耳迁移率等参数。然后在打印机上打印出标题、日期、温度、样品号码后再打印出测量结果。

下一个操作是问是否画图?回答肯定时画图后到 F 点;否定时跳到 F 点做下一步。最后问你是否需要重复测量?肯定时,返回到 A 点;否则,程序运行完毕,停机。

二、仪器设备概述

1. 磁铁及其电源

有两种电磁铁,大的电磁铁做室温及液氮温度测量用。当磁间隙为 3.5 厘米时,磁场强度可达 7000 高斯。一般用 2000 高斯。小的为螺线管状电磁铁,通 1.4 安培的电流时,磁场强度为 1000 高斯,用于变温测量。

直流磁铁电源是我所自制的稳流源。电压为 0—130 伏,电流为 0—10 安培,稳定度为 1%。

2. 低温设备

采用我所自制的小型致冷机,它可以冷到液氮温度。我们在 13—300K 温度范围内进行测量。每次可测两片样品,约需 6 小时,消耗液氮 15 升。

3. 测温及控制设备

测温采用金铁-镍铬热电偶或铂电阻温度计。计算温度公式已编入到程序中,测出电压或电阻,就会得出温度值。

温控设备是用国产 DWT-702 型控制器改制成的,一般能控制到 0.1K。

4. 测量系统

数据采集和处理采用英国 Solartron 公司制造的 35 系统。可自编程序,多点采集。通过微处理机进行数据处理、终端显示、打印和画图。该计算机存储量为 32K,16 位字长,带有 BASAC-IV 语言。

三、测量结果

本测量系统与以前的方法测量出的数据相比较,两者基本一致。本系统的测量结果更接近真实值,测量精度也满足要求。测量误差估计值:电导电压小于 0.5%,霍耳电压小于 1%,电流小于 0.5%。

该系统的重复性也比较好,一般都在误差范围以内。我们用它做了多次低温变温测量,不但重复性好,而且计算出的能级位置也和国外发表的颇为一致,见图 2。

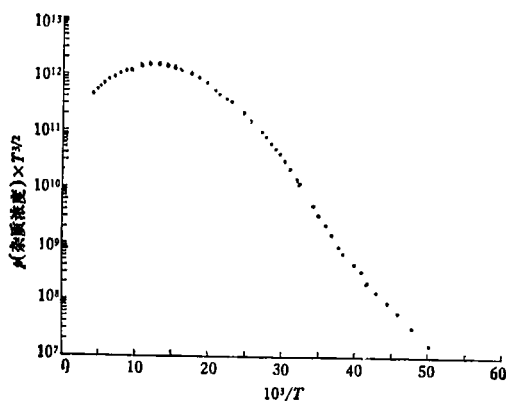


图 2

到目前为止,我们用该系统测了上千片样品,画了几十条变温曲线,并做了一些分析研究工作,发挥了它的作用。

本文曾得到许振嘉同志的指导和周远同志在低温方面的帮助,在此谨表衷心的感谢!

参 考 文 献

- [1] 周洁等,物理学报,22-4(1966),404.
- [2] 藤定宏幸,电子通信学会论文誌, J62-C-11 (1979), 748.
- [3] L. J. van der Pauw, Philips Res. Reports, 13-1 (1958), 1.
- [4] 中国科学院沈阳计算技术研究所等编,电子计算机常用算法,科学出版社,(1976),304.