

# 实 验 报 告

评分：

少年班 系 06 级

学号 PB06000680

姓名 张力

日期 2007-4-30

实验题目：半导体温度计的设计与制作

实验目的：进一步理解热敏电阻的伏安特性和惠斯通电桥测电阻的原理，学习非电学量的电测法，了解实验中的替代原理的应用，同时提高组装、焊接电路的操作能力。

实验器材：热敏电阻、待焊接的电路板、微安表、电阻器、电烙铁、电阻箱、电池、导线、万用表、恒温水浴

实验原理：半导体温度计就是利用半导体的电阻值随温度变化而发生急剧变化的特性而制作的，以半导体热敏电阻为传感器，通过测量其电阻值来确定温度的仪器。一般使用金属氧化物半导体作温度传感器。

热敏电阻的伏安特性曲线和测温电路原理图如下：

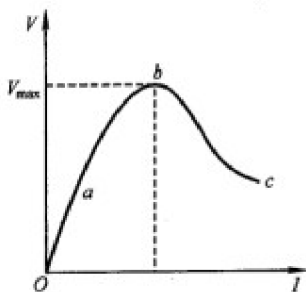


图 3.5.3-1 热敏电阻伏安特性曲线

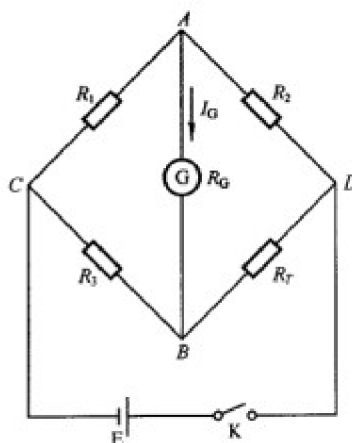


图 3.5.3-2 热敏电阻测温电路原理图

图一：热敏电阻的伏安特性曲线和测温电路原理图

当取伏安特性曲线的 a 段时，近似认为符合欧姆定律。当  $I_G$  使 G 满偏时，近似认为  $V_{CD}=I_T (R_3+R_T)$ 。由基尔霍夫方程组解得：

$$R_1 = \frac{2V_{CD}}{I_G} \left( \frac{1}{2} - \frac{R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \right) - 2 \left( R_G + \frac{R_{T1} R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \right)$$

由上式可以确定  $R_1$  ( $=R_2$ )，其中  $R_3$  的确定是在下限温度电阻  $R_{T1}$  下，使电桥平衡，从而有  $R_3=R_{T1}$ 、 $R_2=R_{T1}$ 。由下表可以知道， $R_3=R_{T1}=2277$ ， $R_{T2}=462$ 。作出 R-T 曲线并计算得： $R_1=R_2=4545$ 。

T ( )	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
R ( )	2750	2277	1922	1654	1388	1186	1004
T ( )	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	$R_G=3970$ $I_G=50 \mu a$ $U_{CD}=1V$
R ( )	860	730	623	537	462	403	

表一：热敏电阻的 R-T 关系和基本实验条件

# 实 验 报 告

评分：

少年班 系 06 级

学号 PB06000680

姓名 张力

日期 2007-4-30

# 实 验 报 告

评分：

少年班 系 06 级

学号 PB06000680

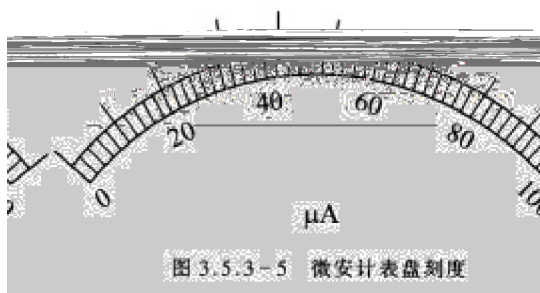
姓名 张力

日期 2007-4-30

将电阻箱接入接线柱 A 和 B, 用它代替热敏电阻, 开关置于 3 位置, 令电阻箱的阻值为测量下限温度 ( 20 ) 所对应的  $R_1$ , 调节电位器  $R_0$ , 使电表指示为零 ( 注意, 在以后调节过程中,  $R_0$  保持不变 )。然后, 使电阻箱的阻值为上限温度 ( 70 ) 所对应的  $R_2$ , 调节电位器  $R_0$ , 使微安计满量程。  
( 为什么调  $R_0$  可使电表满刻度? )

开关置于 2 挡, 调节电位器,  $R_0$ , 使微安计满量程, 这时,  $R_1 = R_2$  ( 其目的何在? )

开关置于 3 挡, 从热敏电阻的电阻-温度特性曲线上读出温度 20 ~ 70 , 每隔 5 读一个电阻值。电阻箱逐次选择前面所取的电阻值, 读出微安计的电流读数  $I$ 。将图 3.5.3-5 的表盘刻度改成温度的刻度。另外, 作出对应的  $I$ - $T$  曲线并与表盘刻度比较。



用实际热敏电阻代替电阻箱, 整个部分就是经过定标的半导体温度计。用此温度计测量两个恒温状态的温度 ( 如 35 、 55 )。读出半导体温度计和恒温水浴自身的温度, 比较其结果。

实验数据：

T ( )	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
R ( )	2277	1922	1654	1388	1186	1004
I ( $\mu A$ )	0	6.3	12.0	18.4	24.0	29.9
T ( )	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	
R ( )	860	730	623	537	462	
I ( $\mu A$ )	34.5	39.0	43.0	46.8	50.0	

表二：T-I 对应关系

实际测量恒温水浴的情况为：

36.7 下, 电流为 20.0  $\mu A$  ; 57.6 下, 电流为 40.9  $\mu A$ 。

实验数据和结果分析：

将 T-I 的关系作成曲线如下

# 实 验 报 告

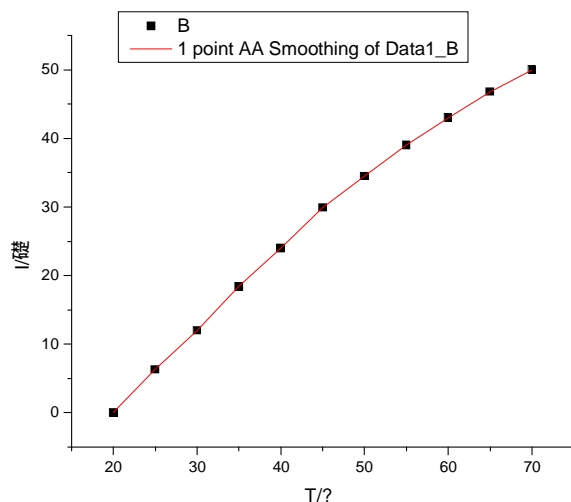
评分：

少年班 系 06 级

学号 PB06000680

姓名 张力

日期 2007-4-30



图三：T-I 关系图

根据上图并利用 ORIGIN 的读数功能可以读出，在 36.7 °C 时，对应的电流大约是 20.2  $\mu\text{A}$ ；在 57.6 °C 时，对应的电流大约是 40.8  $\mu\text{A}$ ，这两个数据和实际测量所得到的值吻合得比较好，可以认为实验中的温度标定是成功的。

实验中误差的来源主要是对电桥中电阻初始化和对微安表的读数，如果不认为给定的热敏电阻的温度和电阻的关系是精确的话，那么最大的误差来源于对热敏电阻实际的温度-电阻关系的测定（注：通过“用热敏电阻测温度”这个实验可以深切体会到）。由于这些误差来源不确定性很大而且几乎不能定量计算，故不作定量的误差分析。

另外，由于技术原因，纸质微安表盘随预习报告和实验数据一同交上。

## 实验小结：

本实验操作中的难点来源于对电路的焊接。我由于过度相信课本上的电路图而缺乏自身分析，没有注意到实际电路和书本上电路的细微不同，导致线路错误，调试过程耗费了不少时间，但是最后还是凭借自己的观察分析发现了问题，提高了自己的能力。其他操作基本顺利。

思考题：为什么在测  $R_1$  和  $R_2$  时，需将开关置于 1 档，拨下 E 处接线，断开微安表？

Sol：由电路结构可以知道，这样做的目的是使两个电阻从电路中断开，从而能够准确得到两个电阻的阻值，如果没有这些操作，那么测量的电阻值就是错误的。