

# 半导体温度计的设计和制作

王启骅 PB20020580

2022 年 3 月 8 日

## 0.1 实验目的

用半导体热敏电阻作为温度传感器，设计制作一个半导体温度计，温度测量范围：20~70℃。设计制作相应的测温电路，实现测量要求。

## 0.2 实验原理

半导体电阻值随温度变化关系：

$$R_T = R_\infty e^{\frac{E}{T}}$$

电阻随温度升高而急剧降低，通过测量其阻值来确定温度。

热敏电阻伏安曲线的起始部分接近线性，电流的影响可以忽略不计，热敏电阻的阻值主要与外界温度有关，在温度计设计制作过程中要使热敏电阻工作在其小电流的线性区。

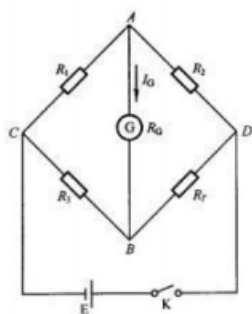


图 16-3 热敏电阻测温电路原理图

在温度下限  $T_1$  时，微安计  $I_g = 0$  此时热敏电阻值为  $R_{T1}$ ，电桥处于平衡状态，满足平衡条件  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_{T1}}$ 。取  $R_1 = R_2$ ，则  $R_3 = R_{T1}$ 。由此确定了  $R_3$  的电阻值即为热敏电阻处在测温量程的下限温度时的电阻值  $R_{T1}$ 。当温度增加时，热敏电阻的电阻值就会减小，电桥失去平衡，通过电路分析可以根据微安计的读数  $I_G$  的大小计算出  $R_T$ ，从而得到  $I_G$  与温度的关系。当达到上限温度  $T_2$  时，微安计满偏，可得  $V_{CD} = I_T(R_3 + R)$

$$I_G = \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_3 + R_{T2}}{R_3 + R_{T2}}}{R_G + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_{T2}}{R_3 + R_{T2}}}$$

带入  $R_1 = R_2, R_{T1} = R_3$  得：

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

选取  $V_{CD} = 1V$ ，保证热敏电阻工作于其伏安特性曲线的线性部分

### 0.3 实验仪器

实验仪器：烙铁、万用表、恒温水浴箱 2 个。电路元件：热敏电阻（温度特性给定）、微安计（内阻  $R_g$  已知）、可变电阻箱、电位器 5 个、1.5V 电池、多档开关、待焊接的电路板、导线若干。

### 0.4 实验数据

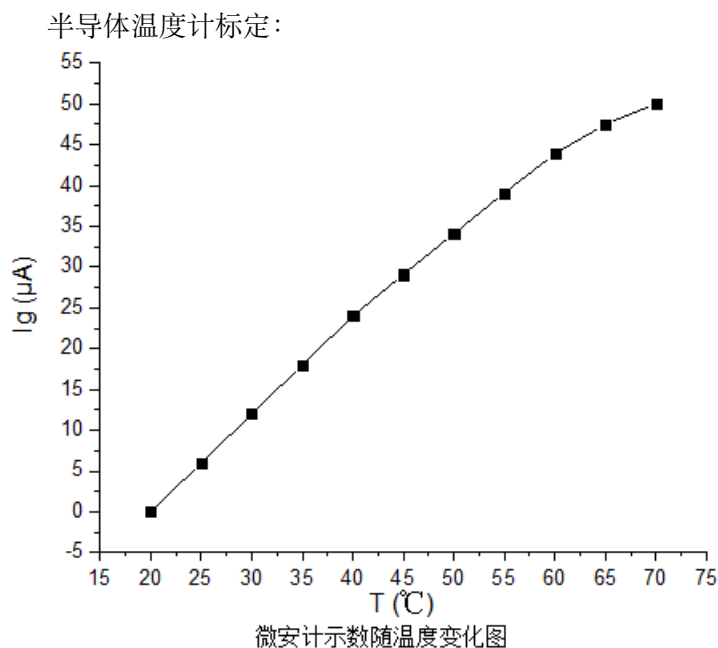
$T/^{\circ}\text{C}$	20	25	30	35	40	45
$R/\Omega$	2332	1971	1675	1403	1183	1006
$I_g/\mu\text{A}$	0.0	6.0	12.0	18.0	24.0	29.1
$T/^{\circ}\text{C}$	50	55	60	65	70	
$R/\Omega$	854	718	608	522	450	
$I_g/\mu\text{A}$	34.1	39.1	43.9	47.5	50.0	

表 1：半导体温度计标定原始数据表

水银温度计读数/ $^{\circ}\text{C}$	31.9	58.9
$I_g/\mu\text{A}$	14.1	42.1
测量温度/ $^{\circ}\text{C}$	31.75	58.12

表 2：温度计测试数据表

## 0.5 数据处理与误差分析



温度计测试：

$$\frac{\Delta T_1}{T_1} = \frac{31.9 - 31.75}{31.9} = 0.5\% \quad \frac{\Delta T_2}{T_2} = \frac{58.9 - 58.12}{58.9} = 1.3\%$$

## 0.6 实验讨论

焊接好电路后要及时检查是否虚焊，以免实验时带来不便。调节好  $R_1, R_2, R_3, R_4, R$  后，应注意不要碰到调节旋钮，以免其电阻改变。

## 0.7 思考题

1. 由于万用表测量的实际上是电阻与导线串联的总电阻，所以比实际电阻略大。2. 要使电路断路，防止测量得到的结果与实际电阻大小有偏差，并且防止在测量电阻时流过微安计电流过大，损坏电表。3. 调节  $R$  可调节电桥部分的分压，通过改变该部分的分压可改变流过微安计的电流大小，使电表满偏。4. 可在之后的使用温度计过程中用 2 档测试温度计是否正常工作，若仍微安计满偏，则说明温度计正常，否则需要重新校准。