**大学物理实验报告**

**4.4 PN结正向电压温度特性研究**

22级计算机类3班 黄鸿展 202230441138

**一、引言**

常用的温度传感器有热电偶、测温电阻器和热敏电阻等，既有各自优点，也有各自的不足之处。而其中的PN结温度传感器具有灵敏度高、线性好、热响应快和体积小、轻便等特点，尤其是在温度数字化、温度控制以及用微机进行温度实时信号处理等方面优于其他传感器，所以应用越来越广泛。

**二、实验目的**

（1)了解PN结正向电压随温度变化的基本规律。

（2)在恒流供电条件下，测绘PN结正向电压随温度变化的关系图线，并由此确定PN结的测温灵敏度和被测PN结材料的禁带宽度。

**三、实验仪器**

PN结正向特性综合实验仪、DH-SJ5温度传感器实验装置。

**四、实验原理**

**1.PN结温度传感器的基本方程**

根据半导体理论，理想PN结的正向电流Ip向电压V如下近似关系式：

式中：q为电子的电量；T为热力学温度；为反向饱和电流，它是一个和PN结材料的禁带宽度以及温度等有关的系数。可以证明：

式中：C是与PN结的结面积、掺杂浓度等有关的常数；k为玻尔兹曼常数；γ在一定温度范围内也是常数；V为热力学温度0 K时PN结材料的导带底与价带顶的电势差。对于给定的PN结，是一个定值。两边取对数，整理后可得

这是PN结正向电压随电流和温度变化的表达式，它是PN结温度传感器的基本方程。

对于给定的PN结材料，令PN结的正向电流Ip恒定不变，则正向电压Vp只随温度变化而变化。但是式（4. 4-3)中除了线性项V1外，还包含非线性项Vnr。实验和理论证明，在恒流供电（Ip不变）条件下，PN结的正向电压Vf对温度的依赖关系取决于线性项V1,正向电压Vf几乎随温度升高而线性下降，即上式是PN结测温的依据。温度T是热力学温度，进行温标转换，即确定PN结正向电压增量ΔV[温度为t(℃)时的正向电压与0℃时的正向电压比较与用摄氏温度表示的温度之间的关系。

设温度为T时PN结的正向电压为VF定义 为PN结传感器灵敏度，则 =或 。

上式就是PN结温度传感器在摄氏温标下的测量原理公式。若从室温开始，则灵敏度的计算式应为   
**2.测量PN结材料的禁带宽度**

PN结材料的禁带宽度 定义为电子的电量q与热力学温度0K时PN结材料的导带和价带顶的电势差的乘积，即 ,所以有

当 时，, 所以有 该式为禁带宽度计算公式。  
**五、实验过程与步骤**

1.熟悉仪器结构及其使用方法实验仪器结构及其连接方式  
实验前，将DH-SJ型温度传感器实验装置上的“加热电流”开关置于“关”位置，将“风扇电流”开关置“关”于位置，接上加热电源线。插好P1100温度传感器和PN结温度传感器。两者连接均为直插式。PN结引出线分别插入PN结正向特性综合试验仪上的、和、注意插头的颜色和插孔的位置。打开电源开关，温度传感器实验装置上将显示出室温 ，记录起始温度t.注意：Pt100的插头与对应的温控仪上的插座颜色相连接，红→红；黄一黄；蓝→蓝。

2.在同一恒定正向电流条件下，测绘PN结正向压降随温度的变化曲线，确定其灵敏度，估算被测PN结材料的禁带宽度  
①选择合适的正向电流并保持不变。一般选小于100μA的值（本实验选择80μA)以减少自身热效应。

②将DH-SJ型温度传感器实验装置上的“加热电流”开关置于“开”位置，设置目标温度，选择合适的加热电流。在实验时间允许的情况下，加热电流可以取得小一点，如在0. 3~0. 6A之间。  
③记录对应的和t于表格中，为了更准确地记数，可以根据的变化记录t的变化。注意：在整个实验过程中，正向电流应保持不变。设定的温度不宜过高，必须控制在120℃以内。

1. **数据记录及数据处理**

同一 下，正向电压与温度的关系 表 = 80 μA

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. 根据实验数据求被测PN结正向压降随温度变化的灵敏度S.以t为横坐标为纵坐标，作-t曲线，其斜率为S.这里的t单位为℃.可求出：传感器灵敏度;
2. 估算被测PN结材料的禁带宽度。将实验所得的结果代入

与公认值比较，并求相对误差。相对误差为