**大学物理实验报告**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实验名称：  半导体PN结的物理特性 | | | |
| 学院：理学院 | 专业：应用物理学 | | 班级：应物1601 |
| 学号：20161413 | 姓名：谢尘竹 | | 电话：18640451671 |
| 实验日期： 2019 年 9 月 26 日  第 三 周 星期 四 第 一 节 | | | |
| 实验室房间号：312 | | 实验组号：4 | |
| 成绩 | 指导教师  张德安 | | 批阅日期  年 月 日 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 实验目的：  **①.在室温时，测量PN结电流与电压的关系，证明此关系符合指数分布规律；**  **②.在不同温度条件下，测量玻耳兹曼常量；**  **③.测量PN结电压与温度的关系，求出该PN结温度传感器的灵敏度；**  **④.计算温度在0K时，半导体硅材料的近似禁带宽度。** | | | | |
| 2. 实验器材： | | | | |
| 名称 | 编号 | 型号 | 精度 | |
| **±15V、0~1.5V及3.0V直流电源** |  |  |  | |
| **三位半、四位半数字电压表** |  |  |  | |
| **三极管(带3、9根引线)2个** |  | **TP31型** |  | |
| **三极管1个** |  | **3DG** |  | |
| **运算放大器2块** |  | **LF356** |  | |
| **电阻箱1个** |  | **zX21型** |  | |
| 3. 实验原理（请用自己的语音简明扼要地叙述，注意原理图需要画出，测试公式需要写明）  **一.** **PN结伏安特性及玻耳兹曼常量测量**  **1.原理**  **由半导体物理学可知，PN结的正向电流一电压关系满足=·[ exp(eU/kT)-1]。**  **式中是通过PN结的正向电流，是反向饱和电流，它在温度恒定时为常量，e是元电荷，U为PN结正向压降，k是玻耳兹曼常量，T是热力学温度。**  **由于在常温(300K)时，kT/e≈0.026V，而PN结正向压降约为十分之几伏，则exp(eU/kT)>>1,括号内-1项完全可以忽略，于是有=·exp(eU/kT),** **也即PN结正向电流随正向电压按指数规律变化。**  **若测得PN结1-U关系,则利用式（17-1）可以求出e/kT。在测得温度T后，再把元电荷e作为已知值代入，即可求得玻耳兹曼常量k。**  **2.减小误差**  **在实际测量中，二极管的正向1U关系虽然能较好满足指数关系，但求得的常量往往偏小。这是因为通过二极管的电流不只是扩散电流，还有其他电流。**  **通过二极管的电流一般包括三个部分：**   1. **扩散电流,它严格遵循式(17-2);**   **②耗尽层复合电流，它正比于exp（eU/2kT）；**  **③表面电流，它是由硅和二氧化硅界面中杂质引起的,其值正比于exp(eU/mk7),一般m>2.**  **因此,为了验证式(17-2)及求出准确的常量e/k，不宜采用硅二极管，而采用硅三极管接成共基极线路，因为此时集电极与基极短接，集电极电流中仅仅是扩散电流复合电流主要在基极出现，测量集电极电流时，将不包括它。**  **本实验中选取性能良好的硅三极管（TIP31型），实验中又处于低的正向偏置，这样表面电流的影响也完全可以忽略，所以此时集电极电流与结满足式（72）实验线路如图17-1所示。**  **图17-1N结扩散电源与结电压关系测量线路图**  **二.** **PN结电压U与温度T的关系测量**  **1.原理**  **当PN结通过恒定小电流(通常电流/=1000A),由半导体理论可得Um与r近似关系。式中S≈-2.3mV/℃为PN结温度传感器灵敏度，由U。可求出温度0K时半导体材料的近似禁带宽度E=qUl硅材料的E约为1.20cV。** | | | |
| 4. 实验内容与步骤  **1.测定I-U关系,并进行曲线拟合求经验公式,计算玻耳兹曼常量（=）**  **（1）.实验线路如图17-1所示图中V1为三位半数字电压表，V2为四位半数字电压表，TIP31型三极管为带散热板的功率三极管，调节电压的分压器为多圈电位器，为保持PN结与周围环境一致，把TP31型三极管浸没在盛有变压器油的干井槽中，变压器油的温度用铂电阻进行测量。**  **（2）.在室温下，测量三极管发射极与基极之间电压U1和相应电压U2在常温下U1的值约从0.3V至0.42V,每隔0.01V测一个数据点,测十几个数据点,至U2值达到饱和时（U2值变化较小或基本不变），结束测量。在记数据开始和记数据结束都要同时记录变压器油的温度，取温度平均值F。**  **（3）.改变干井恒温器温度，待PN结与油温一致时，重复测量U1和U2的关系数据，并与室温测得的结果进行比较。**  **（4）.** **曲线报合求经验公式：运用最小二乘法，将实验数据分别代人线性圆归数据，并与室温测得的结果进行比较指数回归、乘幂回归这三种物理学中最常用的基本函数，然后求出衡量各回归程序好坏的标准差。**  **对已测得的1和各组数据，以D1为自变量，U为因变量，分别代入：①线性函数1=+b；②乘函数1=aC：③指数函数2=axp（bU）求出各函数相应的a和b值，得出三种函数式究竟哪一种函数符合物理规律必须用标准差来检验。**  **（5）.计算ck，将元电荷作为已知值代入，求出玻耳滋曼常量，并与公认值进行比较。**  **2.测定-T关系，求PN结温度传感器灵敏度S，计算硅材料在0K时的近似禁带宽度。** | | | |
| 5. 实验记录（注意：单位、有效数字、列表）  **一.经计算后的数据**  **干涉法测量金属线胀系数数据记录表**  **=47.6mm；=632.8nm**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 温度  T/℃ | 26 | 29 | 32 | 35 | 38 | | 移动环个数  N/个 | 0 | 1 | 2 | 5 | 10 | | 伸长量  △L/mm | 0 | 0.0003164 | 0.0006328 | 0.0015820 | 0.0031640 | | 金属杆长  L/mm | 47.6 | 47.6003164 | 47.6006328 | 47.6015820 | 47.6031640 | | 温度  T/℃ | 41 | 44 | 47 | 50 | 53 | | 移动环个数  N/个 | 15 | 20 | 24 | 29 | 33 | | 伸长量  △L/mm | 0.0047460 | 0.0063280 | 0.0075936 | 0.0091756 | 0.0104412 | | 金属杆长  L/mm | 47.6047460 | 47.6063280 | 47.6075936 | 47.6091756 | 47.6104412 | | 温度  T/℃ | 56 | 59 | 62 | 65 | 68 | | 移动环个数  N/个 | 38 | 43 | 48 | 52 | 57 | | 伸长量  △L/mm | 0.0120232 | 0.0136052 | 0.0151872 | 0.0164528 | 0.0180348 | | 金属杆长  L/mm | 47.6120232 | 47.6136052 | 47.6151872 | 47.6164528 | 47.6180348 | | 温度  T/℃ | 71 | 74 | 77 | 80 |  | | 移动环个数  N/个 | 62 | 67 | 71 | 76 |  | | 伸长量  △L/mm | 0.0196168 | 0.0211988 | 0.0224644 | 0.0240464 |  | | 金属杆长  L/mm | 47.6196168 | 47.6211988 | 47.6224644 | 47.6240464 |  |   **二.原始数据** | | | |
| 6. 数据处理及误差分析  **A.逐差法**  **由于我们一共记录了19组数据，但19是奇数，所以用逐差法处理这些数据时，无法全用上这19组数据，最多只能用其中的18组数据(又是偶数，又得尽可能全用上)。**  **这样就需要舍去其中一组数据，以使得数据总数变为偶数个；为了使得误差最小，理应舍去正中间的那组数据，即第10组数据：T=53℃的那组数据。**  **舍去之后，=== ====。**  **也就是说，逐差法得出的金属线胀系数=。**  **B.图解法**    **如图所示，T=60℃时，曲线L(T)-T的斜率为=，因此温度60℃时，金属的线胀系数为，而其中≈=+ =+ =，代入即有=×=×=。**  **该结果与“逐差法”所得结果非常接近，说明实验数据及其处理均是正确的。** | | | |
| 7. 思考题及实验小结  **①.可以用光杠杆法替代干涉法来测量固体的线胀系数。**  **②.不可以用迈克尔孙干涉仪自带的读数显微镜测量，因为金属棒在受热膨胀的过程中，并不会导致滑块的位移，而是滑块不动，金属棒顶着动镜位移；而滑块的位置才是迈克尔孙干涉仪自带的读数显微镜的读数，所以在金属棒膨胀过程中，自带的读数显微镜的读数是没变的。**  **③.不过可以用另外一个读数显微镜测量其微小伸长量。** | | | |

**以下内容为报告保留内容，请勿填写或删除，否则影响实验成绩**

|  |
| --- |
| 上课时间：  上课地点：  任课教师： |
| 报告得分：  教师留言： |
| 操作得分：  教师留言： |
| 预习得分：  预习情况： |