**中国地质大学（武汉）物理实验教学中心实验报告**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 刘智 | 班号 | 201225 | 学 号 | 20221004067 |
| 日期 | 2023.2.22 | 指导老师 | 杨勇 | 成绩 |  |
| 课程名称 | 大学物理实验A | | |
| 实验项目 | 霍尔效应及其应用 | | | | |
| 友情提示：1.实验报告务必按时按要求提交；2.请勿旷课。 | | | | | |
| **实验目的：**  **1.掌握霍尔效应原理**  **2.学习应用霍尔效应进行简单测量的方法**  **3.学习消除霍尔效应负效应的实验方法**  **实验主要仪器设备：**  **通电螺线管**  **霍尔片：N型砷化镓半导体**  **实验原理及内容：**（包括基本原理阐述、主要的原理公式和数据处理方法、相关电路、光路及实验装置示意图）  一：霍尔效应  基本原理：通过霍尔片的电流Is对应载流子q的定向运动，载流子q在磁场B中运动会受洛伦兹力的作用，载流子q聚集在受力方向对应的霍尔片P或S一侧，形成静电场EH，后续的载流子q在电场力和洛伦兹力共同作用下达到力的平衡：f电场=f磁场 即qE=qvB 即霍尔电场为E=Bv  设试样的宽为b，厚度为d，载离子浓度为n，则  Is=nevbd  霍尔电压V=bE=RHIsB/d  其中，RH=1/ne称为霍尔系数，是反映材料霍尔效应强度的重要参数   1. 由R的符号（或霍尔电压的正负）判断样品的导电类型 2. 由R求载离子浓度   对R比金属高得多的半导体材料来说，不准确，如果考虑载流子速度的统计分布规律，并考虑到非低温条件下晶格对散射作用起主要作用的特点，有R=3Π/8ne   1. 由R结合导电率的测量，求载离子浓度的迁移率α=neɳ 2. 霍尔元件的灵敏度Kh=1/ned   二．霍尔元件中的副效应及其消除方法  爱廷豪森效应  由于材料中载流子速度不同，速度大于v和小于v的载流子在电场与磁场作用下受到的电场力和洛伦兹力 不平衡（例如，速度大于平均速度v的载流子受到的洛伦兹力大于电场力），将各自朝相反方向偏转， 速度不同则横向动能转化为热能（撞击材料晶格升温）也不同，从而在y方向产生温度梯度，由此温度 梯度形成温差电动势VE。VE方向与 Is 和 Ｂ方向都有关（与霍尔电压同），该效应较弱。  能斯特效应  沿x方向通以电流，两端电极与样品的接触电阻不同而产生不同的焦耳热，致使x方向产生温度梯度，这 一温度梯度引起一附加的 ±x 方向的热扩散电流（例如，若右侧接触电阻发热大，则载流子有向 –x 方向 扩散运动趋势），在磁场的作用下，从而在y 轴方向产生电位差，就是能斯特电压VN。VN方向只与Ｂ方 向有关与Is方向无关。该效应较弱。  里纪-勒杜克效应  纵向热扩散电流，在磁场的作用下，从而在y轴 方向引起类似爱廷豪森效应，产生横向温差， 这一横向温差又引起横向电位差，为里纪-勒杜 克电压VRL 。VRL的方向只与Ｂ的方向有关。该 效应很弱。  不等位效应  制备霍尔样品时, y方向的测量电极很难做到处 于理想的等位面上，即使在未加磁场时，在Ａ、 Ｂ两电极间也存在一个由于不等位电势引起的 欧姆压降V0，V0的方向只与Is的方向有关。该 效应可较大。  DYO9AT8~V3WV27TI`LD400E  **主要实验步骤：**（包括实验的关键步骤及注意事项）   1. 将霍尔片定位在螺线管正中，注意各按键位置（按下两个VH 按键） 2. Is=0，IM=0时，开机，预热后对mV表校零，使VH=0 3. 在表格中p309，设定IM = 0.5A，IS 从0开始，每次增加0.5mA，用对称测量法记录对应的V，研究VH与Is的线性关系，由拟合斜率K1得到RH1   4、表格(P309)，设定IS=3mA，IM从0开始，每次增加50mA，用对称测 量法记录对应的,研究VH和IM的线性关系，由拟合的斜率K2得到RH2  5、由RH1和RH2计算平均RH  6、由半导体表达式RH计算载流子密度n  7、计算霍尔灵敏度KH  8、用已知霍尔系数的霍尔器件测量螺线管磁场分布 取Is=+3mA，IM=+0.5A，并保持Is、IM不变，从螺线管左 端至右端，每间隔10mm改变霍尔元件位置，测量螺线管 轴线上各点的霍尔电压，求出轴线上各点的磁感应强度 ，绘制螺线管轴线上磁场的分布曲线，与理论值对比。  9.本实验应尽快完成，减少霍尔元件通电受热造成的误差  **实验数据：**（要求列表，将整理后的原始数据填入表内，注意标明单位和测量数据的有效位数，并将老师签字的原始数据单附在此页）  1.用于测量VH — Is曲线时的数据表格如下表 （IM = 500mA）   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Is/mA(三位有效数字) | V1/mV(三位有效数字) | V2/mV(三位有效数字) | V3/mV(三位有效数字) | V4/mV(三位有效数字) | VH/mV(五位有效数字) | | 0.50 | 0.48 | -0.58 | 0.58 | -0.48 | 0.5300 | | 1.00 | 0.95 | -1.15 | 1.15 | -0.95 | 1.0500 | | 1.50 | 1.44 | -1.74 | 1.74 | -1.44 | 1.5900 | | 2.00 | 1.91 | -2.31 | 2.31 | -1.91 | 2.1100 | | 2.50 | 2.40 | -2.89 | 2.88 | -2.40 | 2.6500 | | 3.00 | 2.89 | -3.45 | 3.45 | -2.89 | 3.1700 |   2.用于测量VH — IM曲线时的实验数据表格如下表 （Is = 3.00mA）   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | IM/mA(三位有效数字) | V1/mV(三位有效数字) | V2/mV(三位有效数字) | V3/mV(三位有效数字) | V4/mV(三位有效数字) | VH/mV(五位有效数字) | | 50 | 0.02 | -0.61 | 0.61 | -0.04 | 0.3200 | | 100 | 0.35 | -0.93 | 0.92 | -0.36 | 0.6400 | | 150 | 0.68 | -1.24 | 1.24 | -0.68 | 0.9600 | | 200 | 0.99 | -1.55 | 1.55 | -0.99 | 1.2700 | | 250 | 1.31 | -1.88 | 1.87 | -1.31 | 1.5925 | | 300 | 1.64 | -2.19 | 2.19 | -1.62 | 1.9100 | | 350 | 1.94 | -2.51 | 2.50 | -1.94 | 2.3775 | | 400 | 2.26 | -2.82 | 2.81 | -2.25 | 2.5350 | | 450 | 2.57 | -3.14 | 3.13 | -2.57 | 2.8525 | | 500 | 2.89 | -3.45 | 3.45 | -2.89 | 3.1700 |   3.电磁铁端口磁场分布（X范围0~230mm） (Is=3.00mA,IM=500mA)   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | X/mm | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | | VH/mV(三位有效数字) | 0.08 | 0.21 | 0.38 | 0.65 | 0.98 | 1.38 | 1.75 | 2.08 | 2.30 | | X/mm | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | | VH/mV(三位有效数字) | 2.47 | 2.59 | 2.73 | 2.81 | 2.85 | 2.88 | 2.89 | 2.90 | 2.90 | | X/mm | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 185 | 190 | 195 | | VH/mV(三位有效数字) | 2.90 | 2.88 | 2.86 | 2.82 | 2.74 | 2.60 | 2.50 | 2.34 | 2.13 | | X/mm | 200 | 205 | 210 | 215 | 220 | 225 | 230 |  |  | | VH/mV(三位有效数字) | 1.82 | 1.45 | 1.08 | 0.74 | 0.49 | 0.28 | 0.13 |  |  |   **数据处理及实验结果：**（按照要求处理实验数据，要有主要的计算过程以及最后的实验结果，实验作图一律要求用坐标纸）  根据数据得出VH—Is曲线如下图  根据Excel曲线拟合：1.0583  0.033874(m3/C)  根据Excel曲线拟合：0.0063，  0.033608(m3/C)  根据R1R2计算平均值：  0.033741(m3/C)  由半导体表达式RH计算载流子密度n:  半导体: 所以载流子体浓度:2.18×1020/m3  计算霍尔灵敏度KH:  168(V/A·T)  与厂家提供的KH=174（mV/mA·T）大致相近  用已知霍尔系数的霍尔器件测量螺线管磁场分布：  由此推出各个磁场强度      **实验结果分析及讨论**  1.霍尔元件为什么都用半导体材料制成而不用金属材料？  金属材料内的载流子浓度过高，导致霍尔系数太小，霍尔效应不明显，且所选的材料又需要导电，所以选择半导体材料。   1. 本实验怎样消除副作用的影响？   利用对称测量法   1. 本实验为什么需要避免霍尔元件长时间通电受热？   会影响实验数据的准确性   1. 本实验怎样消除地磁场的影响？   利用对称测量法，通过不断改变Is和IM的方向，将四次得到的VH的绝对值取平均值，就可以消除地磁场的影响。   1. 为什么更多采用N型半导体？   因为在N型半导体材料中，电子的迁移率比空穴的大  评语：本次实验是第一次实验，从刚开始的预习有些生疏到后面的逐渐熟练，在实验过程中，经过老师的演练，发现实验并不会有很难的操作（接线路是本来连好的），后期进行数据处理也从刚开始的不熟练到后面的逐渐熟练，能熟练去使用excel表格，进行拟合数据，更好的处理数据。熟悉了物理实验的进程，为以后的实验打下了坚实基础。。  自我评价：本次实验在刚开始记录数据的时候，由于操作不当导致出现记录错误，虽然后期更改，导致记录页不是很整洁。在处理数据过程中，对办公软件没有十分的熟练，应需要多加练习。   |  |  | | --- | --- | | 评阅教师 |  | | 日 期 |  | | | | | | |

|  |
| --- |
|  |