**课程编号 1800450035**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（二）**

**实验名称： 霍尔效应及其应用**

**学 院： 电子与信息工程学院**

**指导教师： 付琛**

**报告人： 李阳林 组号： 14**

**学号： 20220409 实验地点：**

**实验时间： 2023 年 月 日**

**提交时间： 2023 年 月 日**

|  |
| --- |
| 1. 实验目的 2. 了解产生霍尔效应的物理过程。 3. 学习用霍尔元件测量长直螺线管的轴向磁场分布。 4. 学习“对称测量法”消除负效应的影响，测量试样的VH—IS 和VH—IＭ曲线。 5. 确定试样的导电类型、载流子浓度以及迁移率 |
| 1. 实验原理 2. 霍尔效应原理     如图所示，一块长为l、宽为b、厚度为d的半导体薄片置于磁场中，磁感应强度B垂直于半导体薄片，在半导体薄片的横向上加载工作电流Is,在薄片的纵向两侧会出现一个电压,这种现象叫霍尔效应，称为霍尔电压。  实验表明：在磁场不太强时，与工作电流Is、磁感应强度的大小B成正比，与薄片厚度d成反比，即  式中叫霍尔系数。  雷尔效应可用洛仑兹力来解释。设半导体薄片内载流子的定向漂移速率为v,那么载流子所受洛仑兹力为  因v和B垂直，所以,在洛仑兹力的作用下，电子向一侧漂移，结果在两侧分别聚集了正负电荷，在之间建立了静电场，形成电势差。静电场会阻碍电子的继续漂移，当静电场力和洛仑兹力达到平衡时，电子不再侧向漂移，电势差达到恒定状态，此时  设载流子浓度为n,则电流Is和载流子定向漂移速率v的关系为  将（4）代入（3）得  对比式（1）和（5）可知霍尔系数为 /  式(6)表明，霍尔系数和载流子浓度有关。半导体的载流子浓度比金属导体的载流子浓度小得多，因而半导体的霍尔系数比导体大得多，半导体的霍尔效应较为显著，而导体几乎观察不到该效应。通过测量材料的霍尔系数可以确定材料的载流子浓度，因此霍尔效应是研究载流子浓度的一个重要方法。  由式（5）还可看出，半导体薄片的厚度d越小，霍尔效应越显著，所以霍尔器件通常做得很薄。式（5）中叫霍尔器件的灵敏度，用表示：  式(5)可以写成  若已知KH(一般由仪器生产厂家给出）,通过测量霍尔电压UH和工作电流Is可以求出磁感应强度的大小，这就是霍尔片测磁场的原理。  半导体的载流子有正有负，A、A'之间的电势差（即霍尔电压）UH与载流子的正负有关。当载流子是正（空穴导电——P型半导体）时，载流子定向漂移的速度方向与电流方向相同，洛仑兹力使它向上偏转，结果是端电势高于A端，如图3-1-2(a)所示；当载流子是负（电子导电——N型半导体）时，载流子定向漂移的速度方向与电流方向相反，洛仑兹力使电子向上偏转，结果是A端电势高于A'端，如图3-1-2(b)所示。所以根据霍尔系数的正负可以判断半导体的导电类型。  2.霍尔器件的重要参数  （1）霍尔系数：  （2）霍尔器件的灵敏度：  （3）迁移率、电导率：  在低电场下载流子平均漂移速度和场强E成正比，即，比例系数μ称为迁移率。  场强E与电流密度J成正比，即，比例系数ρ称为电阻率，电阻率的倒数称为电导率，即。又因为电流密度大小，可得电导率和迁移率之间的关系为，进而得到  测出电导率，即可求出迁移率。  （二）长直螺线管的磁场分布  如图3-1-3所示，一密绕螺线管，管内是真空，管长l，半径为R，单位长度匝数为n，当通以电流I时，则在管内外产生磁场，根据毕奥萨伐尔定律，可求得密绕螺线管内部轴线上磁感应强度大小为  其中是真空磁导率。  当时，螺线管成为长直螺线管，在远离端点的螺线管内部，近似地认为式(10)，，则在远离端点的螺线管内部的轴线上可视为均匀磁场，而在长直螺线管的端点处。  （三）对称测量法与附加电动势  1.附加电动势  将载流半导体薄片置于磁场中，除了会产生尔效应外，还会有其他的副效应产生。实际测量霍尔片两侧的电压时，得到的不只是，还包括副效  应产生的附加电动势(如图3-1-4所示)。副效应主要有以下4种:  (1)厄廷豪森( Etinghausen)效应引起的电势差由于电子实际上并非以同一速度沿y轴负向运动，速度大的电子回转半径大，能较快地到达接点3的侧面，从而导致3侧  面较4侧面集中了较多能量高的电子，结果3、4侧面出现温差，产生温差电动势。可以证明,容易理解的正负与I和B的方向有关。  (2)能斯特( Nernst)效应引起的电势差。焊点1、2间的接触电阻可能不同,通电发热程度不同,故1、2两点间的温度可能不同,于是引起热扩散电流。与霍耳效应类似,该热扩散电流也会在3、4点间形成电势差。若只考虑接触电阻的差异,则的方向仅与B的方向有关。  (3)里纪-勒杜克( Righi- Leduc)效应产生的电势差上述热扩散电流的载流子由于速度不同,根据厄廷豪森效应同样的理由,又会在3、4点间形成温差电动势 。的正负仅与B的方向有关,而与I的方向无关。  (4)不等电位效应引起的电势差Uo。由于造上的困难及材料的不均匀性,3、4两点  实际上不可能在同一条等势线上,因而只要有电流,即使没有磁场B，3、4两点间也会出  现电势差Uo。Uo的正负只与电流I的方向有关,而与B的方向无关。  2.对称测量法消除附加电动势。  上述副效应产生的附加电动势叠加在霍尔电压上,在测量中形成系统误差。由于副效应与磁感应强度B和电流I的方向有关,测量时采用“对称测量法”,即通过改变电流I和磁感应强度B的方向基本可以消除附加电动势。 |
| 三、实验仪器：  TH—H霍尔效应实验测试仪    TH—H霍尔效应实验组合仪    实验连接图： |
| **四、实验内容：**  (一)霍尔器件输出特性的测量  （1）实验仪双刀开关倒向“*VH*”，测试仪功能选择置于“*VH*”，然后调节*IM*=0.5A，测绘*VH*—*IS*曲线．  （2）保持*IS*的值不变（ *IS**=*3.00mA），测绘曲线*VH*—*IＭ*  (3)由上述测量数据确定材料的霍尔系数RH和霍尔器件的灵敏度KH。  (二)利用霍尔器件测量长直螺线管的磁场分布  首先在*IS*与*IM*均为0A时对*VH*进行置零操作，再令IM=0.500A， IS=3.00mA，将霍尔片从螺线管右端移到左端，每10mm记录一组数据。作螺线管轴线上磁场分布曲线。  由UH=KHISB可知,已知霍尔器件的灵敏度KH (KH的值由仪器生产厂家给出,在仪器上有标识),只要测出UH,就可以测出磁感应强度的大小B. |

|  |
| --- |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | 数据处理  20分 | 结果陈述实验总结10分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  |  |    预习试卷 题目：   霍尔效应及其应用  学号：2022280409    姓名：李阳林    总分：100    成绩：100 开始时间：2023-10-17 16:51:25   结束时间：2023-10-17 16:58:31  一、单选题 共 10 小题 共 50 分 得 50 分  **1.** (5分)测量霍尔电压的原理公式是：  **学生答案：**C   √  **A.**  **B.**  **C.**  **D.** **2.** (5分)载流子浓度n的计算式是： 预习试卷 题目：   基于Comsol的卡门涡街实验  学号：2022280409    姓名：李阳林    总分：100    成绩：100 开始时间：2023-10-10 17:19:55   结束时间：2023-10-10 17:22:44  一、单选题 共 8 小题 共 40 分 得 40 分  **1.** (5分)卡门涡街形成的直接原因是（ ）  **学生答案：**A   √  **A.**涡旋的周期性脱落  **B.**流体的均匀流动  **C.**障碍物的对称分布  **D.**涡旋间的非线性左右  **2.** (5分)下面哪个是描述不可压缩流体的方程（ ）  **学生答案：**A   √  **A.**伯努利方程  **B.**克拉伯龙方程  **C.**郎之万方程  **D.**拉格朗日公式  **3.** (5分)本实验中圆柱体受到的升力的方向（ ）  **学生答案：**A   √  **A.**垂直于流体流动方向  **B.**沿流体流动方向  **C.**沿圆柱方向  **D.**沿涡旋脱落方向  **4.** (5分)本实验中流体的雷诺数为（ ）  **学生答案：**A   √  **A.**100  **B.**50  **C.**200  **D.**300  **5.** (5分)本实验的建模和研究的问题属于（ ） |