课程编号 180045000169

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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： 计算机与软件学院**

**指导教师： 王光辉**

**报告人： 郭昌华 组号： 19**

**学号 2022190025 实验地点**

**实验时间： 年 月 日**

**提交时间： 年 月 日**

|  |
| --- |
| 1. 实验目的   1、了解产生霍尔效应的物理原理；  2、学习控制变量法和对称测量法；  3、测量霍尔器件的输出特性；  4、利用霍尔元件测量长直螺线管的轴向磁场分布（霍尔效应的应用）。 |
| 二、实验原理   * 霍尔效应  1. 霍尔效应原理：     如图2-1所示，一块长为l、宽为、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，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、B成正比,与薄片厚度d反比,即  ，其中称为霍尔系数。  C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml31156\wps26.jpg  图2-1 霍尔效应原理图    霍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，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I。和载流子定向漂移速率v的关系为，由上面的公式可以推导出，然后我们可以知道霍尔系数为。  上式表明，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。  由还可以看出，半导体的厚度d的厚度越小，霍尔效应越显著，所以霍尔器件通常做的很薄。式子中的较霍尔器件的灵敏度，用表示：，因此最初的式子还可以写成。若已知 (一般由仪器生产厂家给出)﹒通过测量霍尔电压C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml31156\wps41.png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。     1. **霍尔器件的主要参数**     霍尔器件的主要参数包括：   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成正比，即,比例系数μ称为迁移率。场强E和电流密度J成正比，即，比例系数称为电阻率，电阻率的倒数称为电导率，即，又因为电流密度的大小为，可见电导率和迁移率之间的关系为，进而可以知道      * **长直螺线管的磁场分布**   如图2-2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为,其中是真空磁导率。  C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml31156\wps55.jpg  图2-2 长直螺线管的磁场分布  当时，螺线管称为长直螺线管。在远离端点的螺线管内部，近似地认为式中，则，即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B处。   * **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,除了会产生霍尔效应外,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2-3所示)。副效应主要有以下4种:  C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml31156\wps62.jpg  图2-3 霍尔效应的附加电动势     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v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。可以证明正比于，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。由于制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-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。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，测量时可采用“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。具体操作如下(测4组数据):  由四组数据可以得到  比小得多，可略去不计，于是霍尔电压为 |
| 1. 实验仪器：   1.TH-H型或霍尔效应实验仪（如图3-1所示）  C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml31156\wps1.jpg  图3-1 霍尔效应实验仪示意图        2.TH-H型或霍尔效应测试仪（如图3-2所示）  C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml31156\wps2.jpg  图3-2 霍尔效应测试仪示意图     1. TH-S型螺线管测定实验仪（图3-3）   C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml31156\wps3.jpg  图3-3 螺线管磁场分布实验仪示意图 |
| 四、实验内容：  (一）霍尔器件输出特性的测量  (1）测绘 曲线:  保持励磁电流不变(相当于保持磁场不变)，研究霍尔片输出电压和工作电流的关系。为避免毫伏表超出量程，可取以下，取值范围可设在以内。（实验仪双刀开关倒向“”，测试仪功能选择置于“”，然后调节．）  (2）保持 的值不变测绘曲线 :  保持工作电流（=3.00mA）不变，研究霍尔片输出和磁感应强度的关系。提示:的取值范围可设在以内。(注意记录电磁铁规格数值K，单位为千高斯/安()  (3）由上述测量数据确定材料的霍尔系数和霍尔器件的灵敏度。  (二）利用霍尔器件测量长直螺线管的磁场分布  由可知，已知霍尔器件的灵敏度 (的值由仪器生产厂家给出，在仪器上有标识)，只要测出，就可以测出磁场B。合理选取霍尔器件的工作电流和励磁电流﹐测绘出长直螺线管内部轴线上的磁场分布。  注意事项:(1)不可太大，以免损坏霍尔片﹐保持在6 mA左右即可；(2)选取0.600 A以下，太大会使螺线管过度发热或使电压表过载。 |
| 五、数据记录：  组号： 19 ；姓名 郭昌华  仪器参数:   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *IS/*mA | *V*1*/*mV | *V*2*/*mV | *V*3*/*mV | *V*4*/*mV | *V*H=(*V*1*-V*2+*V*3*-V*4)/4 /mV | | +*B*,+*Is* | -*B*,+*Is* | -*B*,-*Is* | +*B*,-*Is* | | 1.00 |  |  |  |  |  | | 1.50 |  |  |  |  |  | | 2.00 |  |  |  |  |  | | 2.50 |  |  |  |  |  | | 3.00 |  |  |  |  |  | | 3.50 |  |  |  |  |  | | 4.00 |  |  |  |  |  |   相关参数: =0.5A   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *IM/*A | *V*1*/*mV | *V*2*/*mV | *V*3*/*mV | *V*4*/*mV | *V*H=(*V*1*-V*2+*V*3*-V*4)/4 /mV | | +*B*,+*Is* | -*B*,+*Is* | -*B*,-*Is* | +*B*,-*Is* |  | | 0.300 |  |  |  |  |  | | 0.400 |  |  |  |  |  | | 0.500 |  |  |  |  |  | | 0.600 |  |  |  |  |  | | 0.700 |  |  |  |  |  | | 0.800 |  |  |  |  |  |   相关参数: =3.00mA   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *x/mm* | *V*1*/*mV | *V*2*/*mV | *V*3*/*mV | *V*4*/*mV | *V*H*/*mV | *B/T* | | +*B*,+*Is* | -*B*,+*Is* | -*B*,-*Is* | +*B*,-*Is* | | 220 |  |  |  |  |  |  | | 215 |  |  |  |  |  |  | | 210 |  |  |  |  |  |  | | 205 |  |  |  |  |  |  | | 200 |  |  |  |  |  |  | | 190 |  |  |  |  |  |  | | 180 |  |  |  |  |  |  | | 170 |  |  |  |  |  |  | | 160 |  |  |  |  |  |  | | 150 |  |  |  |  |  |  | | 140 |  |  |  |  |  |  | | 130 |  |  |  |  |  |  | | 120 |  |  |  |  |  |  | | 110 |  |  |  |  |  |  | | 100 |  |  |  |  |  |  | | 90 |  |  |  |  |  |  | | 80 |  |  |  |  |  |  | | 70 |  |  |  |  |  |  | | 60 |  |  |  |  |  |  | | 50 |  |  |  |  |  |  | | 40 |  |  |  |  |  |  | | 30 |  |  |  |  |  |  | | 20 |  |  |  |  |  |  | | 15 |  |  |  |  |  |  | | 10 |  |  |  |  |  |  | | 5 |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |  |  |  |  |   相关参数: =0.5A, =3.00mA, |
| **六、数据处理** |
| **七、结果陈述：**  **.** |
| **八、实验总结与思考题** |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | 数据处理与结果陈述30分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  | |

原始数据记录表：

实验名称: 霍尔效应及其应用 组号 19 姓名 郭昌华

仪器参数:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *IS/*mA | *V*1*/*mV | *V*2*/*mV | *V*3*/*mV | *V*4*/*mV | *V*H=(*V*1*-V*2+*V*3*-V*4)/4 /mV |
| +*B*,+*Is* | -*B*,+*Is* | -*B*,-*Is* | +*B*,-*Is* |  |
| 1.00 |  |  |  |  |  |
| 1.50 |  |  |  |  |  |
| 2.00 |  |  |  |  |  |
| 2.50 |  |  |  |  |  |
| 3.00 |  |  |  |  |  |
| 3.50 |  |  |  |  |  |
| 4.00 |  |  |  |  |  |

相关参数: =0.5A

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *IM/*A | *V*1*/*mV | *V*2*/*mV | *V*3*/*mV | *V*4*/*mV | *V*H=(*V*1*-V*2+*V*3*-V*4)/4 /mV |
| +*B*,+*Is* | -*B*,+*Is* | -*B*,-*Is* | +*B*,-*Is* |  |
| 0.300 |  |  |  |  |  |
| 0.400 |  |  |  |  |  |
| 0.500 |  |  |  |  |  |
| 0.600 |  |  |  |  |  |
| 0.700 |  |  |  |  |  |
| 0.800 |  |  |  |  |  |

相关参数: =3.00mA

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x/mm* | *V*1*/*mV | *V*2*/*mV | *V*3*/*mV | *V*4*/*mV | *V*H*/*mV | *B/T* |
| +*B*,+*Is* | -*B*,+*Is* | -*B*,-*Is* | +*B*,-*Is* |
| 220 |  |  |  |  |  |  |
| 215 |  |  |  |  |  |  |
| 210 |  |  |  |  |  |  |
| 205 |  |  |  |  |  |  |
| 200 |  |  |  |  |  |  |
| 190 |  |  |  |  |  |  |
| 180 |  |  |  |  |  |  |
| 170 |  |  |  |  |  |  |
| 160 |  |  |  |  |  |  |
| 150 |  |  |  |  |  |  |
| 140 |  |  |  |  |  |  |
| 130 |  |  |  |  |  |  |
| 120 |  |  |  |  |  |  |
| 110 |  |  |  |  |  |  |
| 100 |  |  |  |  |  |  |
| 90 |  |  |  |  |  |  |
| 80 |  |  |  |  |  |  |
| 70 |  |  |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 0 |  |  |  |  |  |  |

相关参数: =0.5A, =3.00mA,



