**4.14 霍尔效应法测磁场**

级 生物科学类 x **号**

**一、实验目的**

了解产生霍尔效应的物理过程及其副效应的产生原理和消除方法；

学习应用霍尔效应测量磁场的原理和方法。

**二、实验仪器**

霍尔效应实验组合仪。

**三、实验原理**

（一）霍尔效应

**霍尔效应**是年由Johns Hopkins大学的研究生霍尔在研究载流导体在磁场中受力的性质时发现的。一块宽为,厚为的矩形半导体薄片(型，载流子是电子)，沿方向加一恒定工作电流,沿方向加上恒定磁场,就有洛伦兹力，

式中，为运动电荷的电量; 为电荷运动的速度;指向轴负方向。在洛仑兹力的作用下，**样品中的电子偏离原流动方向而向样品下方运动**，并聚集在样品下方。随着电子向下偏移，在样品上方会多出带正电的电荷（空穴）。这样，在样品中形成了一个上正下负的霍尔电场,根据,在A、A'面间便有霍尔电压。当建立起来后，它会给运动的电荷施加一个与洛仑兹力方向相反的电场力。随着电子在A'面继续积累，的电场力也逐渐增大。当、两力大小相等(即=)时，霍尔电场对电子的作用力与洛仑兹力相互抵消，**电子的积累达到动态平衡，在A、A'间便形成一个稳定的霍尔电场。**则有

设型半导体的载流子浓度为，流过半导体样品的电流密度为

则

式中，为半导体薄片的宽度；为半导体薄片的厚度；为载流子的电量。将式上式代人，并令，可得

式中，称为霍尔系数。**是反映霍尔效应强弱的重要参数，与材料中载流子的运动机理密切相关**。在实际应用中，上式常写成

式中，称为**霍尔元件的灵敏度**，单位为。

该式是在理想情况下才成立的。但在实际情况中，除霍尔效应外，**还存在着其他因素引起的几种副效应**。这些副效应所产生的电压总和有时甚至远远大于霍尔电压，形成测量中的系统误差。实验分析表明，这些副效应有的与流过霍尔元件的工作电流方向有关，有的与加到霍尔片的磁场方向有关，**在测量过程中只要按要求改变工作电流方向和磁场方向，就可以减少或消除这些副效应的影响**。

设、、和为副效应产生的四个电压，它们的符号与磁场、电流方向有关。在测量过程中分别改变电流和磁场的方向，有

前两式相减，得

后两式相减，得

再将所得两式相加得

所以

只要不是太小，温差电压一般比小得多，在误差允许的范围内可以略去，故得

（二）应用霍尔效应判断半导体载流子类型

半导体材料有N型(电子型)和P型(空穴型)两种，前者载流子为电子，带负电: 8者载流子为空穴，带正电。可以看出，若载流子为N型，则4点电位高于开点，按本实验所用仪器仪表的接线，则Vn<0;若载流子为P型，则A点电位低于180V>0。可见，知道载流子的类型后，可根据Vw的正、负确定待测磁场的方向。同样，图1和B的方向，若测得的Vw<0，即A点电位高于A点，则Ru为贝做

**四、实验步骤**

（一）预操作：连接好电路。

（二）测量

1. 测量霍尔元件的灵敏度：

先调节工作电流，再设定励磁电流值，按顺序将、（即和）换向，记录相应的，，，。计算出对应的和，然后以为横坐标，为纵坐标，描点绘制对应的关系曲线，根据曲线的斜率求出；

2. 根据所测得的的正负，判断样品的导电类型。

**五、数据处理**

测量结果如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 、 | 、 | 、 | 、 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

表 实验仪

由，，由公式计算得每个对应的值，得到数据如表所示。

由表得，故所用材料为型导体。

**六、结论及分析**

根据计算结果，，故所用材料为型导体。

**七、实验总结**