

霍尔效应介绍

引言

霍尔效应作为一种重要的电磁现象，在现代科技中有着广泛的应用。以霍尔效应为工作基础的霍尔传感器是可以实现磁电转换，检测磁场及其变化，并且有许多优点：结构牢固，体积小，寿命长，安装方便，功耗小，频率高，耐震动，不怕灰尘、油污及盐雾等污染或腐蚀。霍尔效应作为一种重要的电磁现象，在现代科技中有着广泛的应用，在未来仍具有广阔的应用前景，本文简单的介绍了霍尔效应及其基本原理。

霍尔效应及其原理

霍尔效应是电磁效应的一种，是美国物理学家爱德华·霍尔 (Edwin.Hall) 于 1879 在研究载流导体在磁场中的受力性质时发现：在均匀磁场中放入一块板状金属导体，当电流垂直于磁感应强度 B 方向流过导体时，在垂直于电流和磁场的方向，导体的两侧会产生一个横向电场，这种现象称为霍尔效应，所产生的电场称为霍尔电场。霍尔效应是导电材料中的电流与磁场的相互作用而产生电动势的一种效应。导电材料通常是半导体材料，将半导体材料接入一个电源中，形成一个回路，此时电路中就存在电荷的定向移动。

如图 1 所示，假设存在电流 I 在金属导体中流动，磁感应强度大小为 B_z ，方向与电流垂直，导体的高度和宽度分别为 t 和 w ，横截面积 $S=t * w$ ，导体单位体积内的自由电子数为 n ，电子的电量为 e ，电子的定向移动平均速度为 v 。

根据电流的微观定义：

$$I = n * q * S * v = n * e * t * w * v \quad (1)$$

式中：导体单位体积内的自由电子数为 n ，电子的电量为 e ，导体的高度和宽度分别为 t 和 w ，电子的定向移动平均速度为 v 。

由于存在洛伦兹力的作用，自由电子开始横向漂移，向导体的侧面聚集，使左面带负电荷，右面带正电荷，从而形成了电势差。这个电势差会在导体中产生一个由正电荷指向负电荷的匀强电场，其方向垂直于电流方向和磁场方向，对电子产生一个作用力，大小为：

$$F_{\text{电}} = q * E = e * \frac{V_H}{w} \quad (2)$$

电场力 $F_{\text{电}}$ 与洛伦兹力方向相反，且由于自由电子在侧面逐渐聚集，那么导体两侧的电势差逐渐增大(电场力逐渐增大) 导致二力平衡，此时电子的横向漂移运动停止：

$$F_{\text{洛}} = q * v * B \quad (3)$$

$$F_{\text{洛}} = F_{\text{电}} \quad (4)$$

整理式 (1)(2)(3)(4) 可以得到：

$$V_H = \frac{I * B}{n * e * t} \quad (5)$$

其中 $\frac{1}{n * e}$ ，我们称为霍尔系数，由材料（导体与半导体）的本征性质决定。

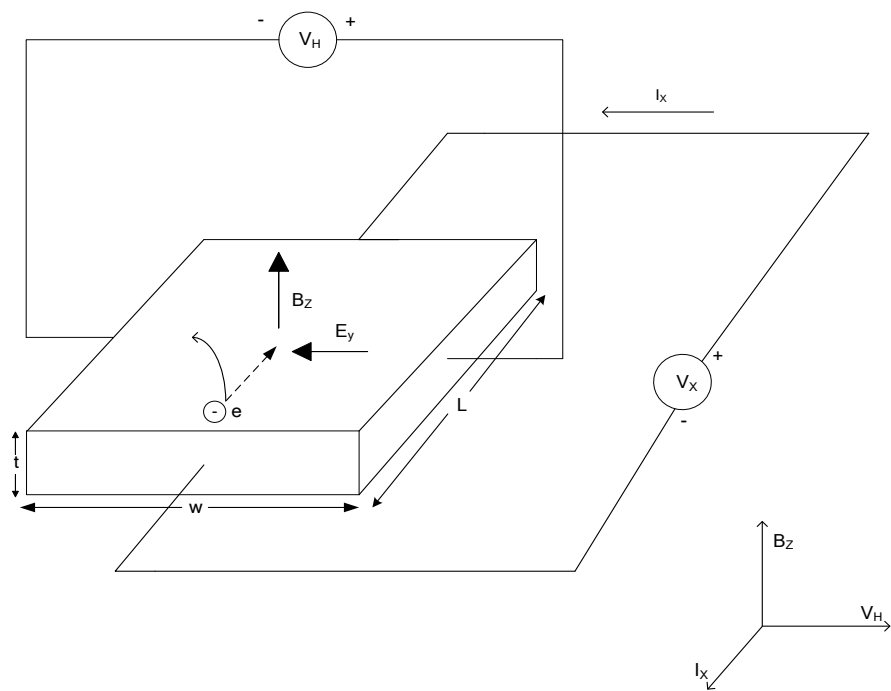


图 1.霍尔效应示意图

结论

霍尔效应的本质是固体材料中的载流子在外加磁场中运动时，因为受到洛伦兹力的作用而使轨迹发生偏移，并在材料两侧产生电荷积累，形成垂直于电流方向的电场，最终使载流子受到的洛伦兹力与电场斥力相平衡，从而在两侧建立起一个稳定的电势差即霍尔电压。