

第4章 磁力与磁场

§ 4. 1 磁现象与磁力

§ 4. 2 电流的磁场

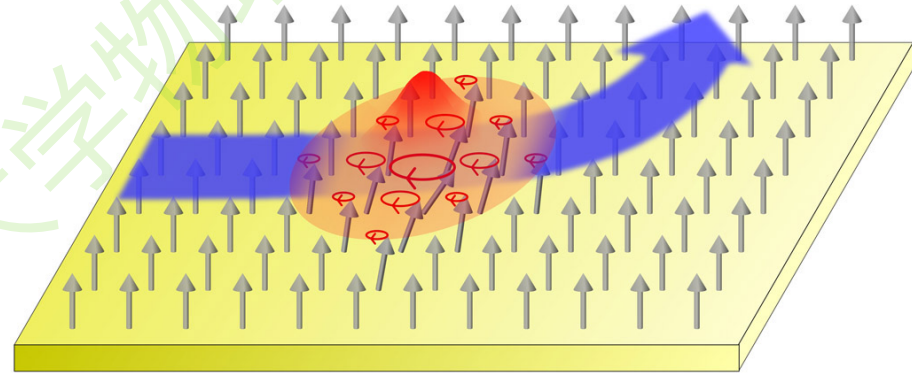
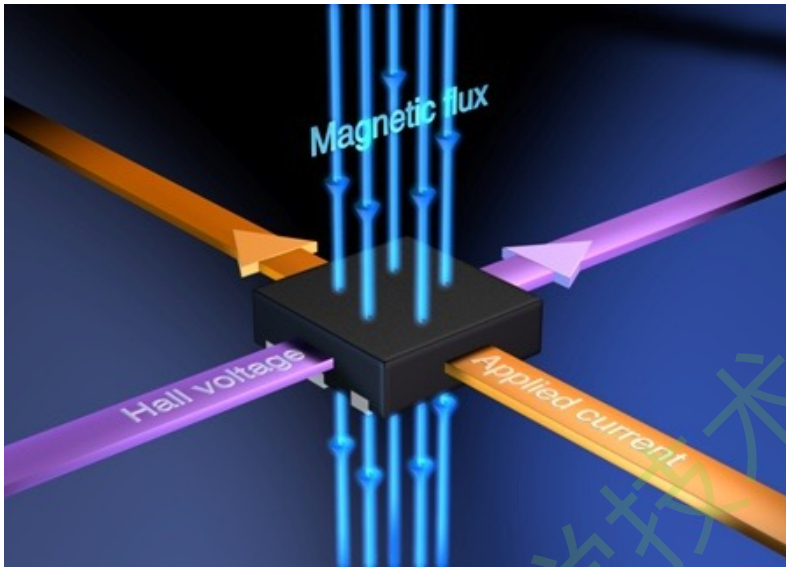
§ 4. 3 静磁场的基本定理

§ 4. 4 带电粒子在磁场中的运动

§ 4. 5 霍尔效应

中国科学技术大学物理学院唐

§ 4.5 霍尔效应



中国科学技术大学物理学院唐

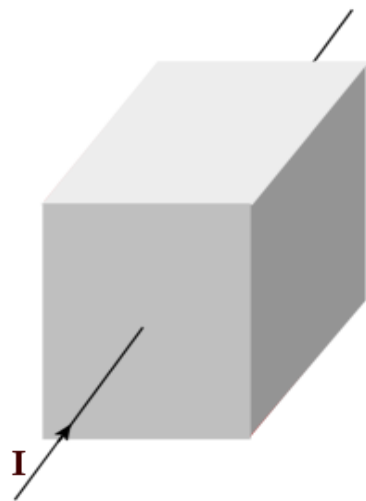
霍尔效应是**磁电效应**的一种。这一现象是霍尔与1879年在研究金属的导电机制时发现。

电流流过处在磁场中的金属时，在**垂直于**电流和磁场**方向**上，金属导体出现**电势差**。

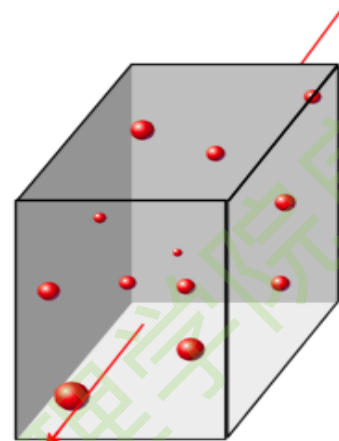


但当时电子还没有被发现，人们无法解释霍尔现象。金属的霍尔效应也很弱，没有得到应用。

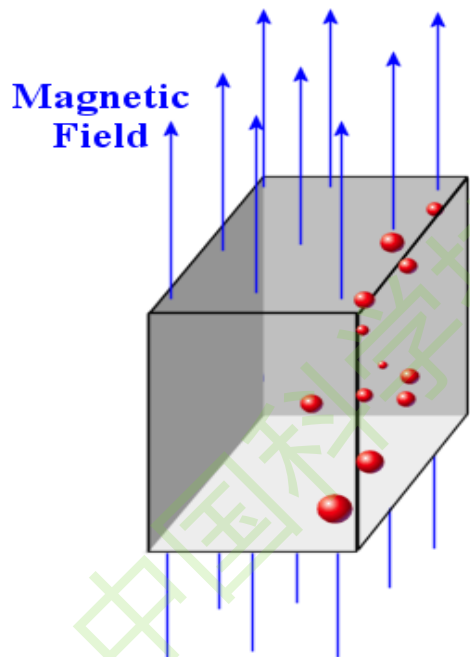
后来发现半导体也有霍尔效应，而且比金属强得多。随着半导体技术的发展，霍尔效应得到广泛的应用。



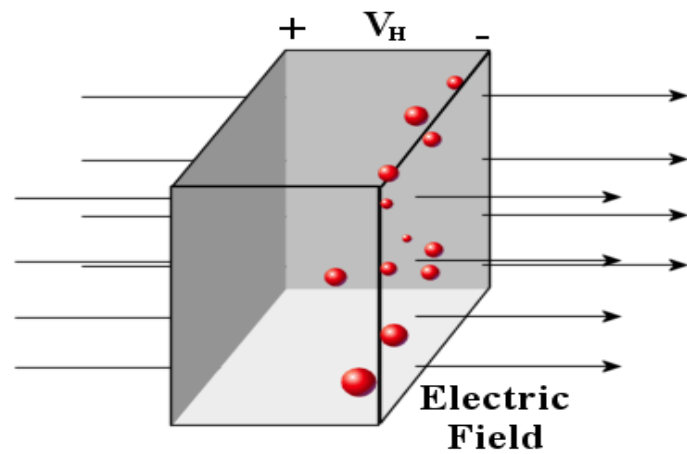
(a)



(b)

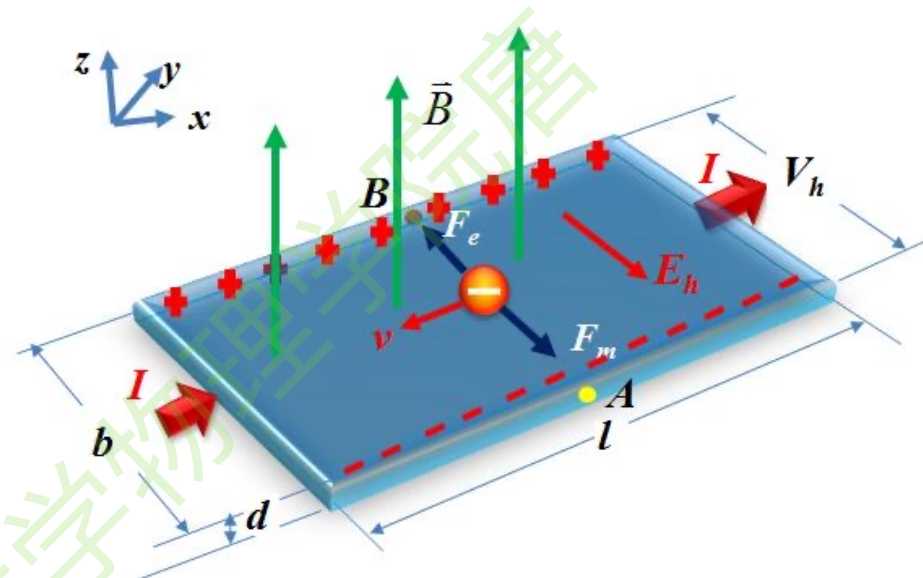


(c)



(d)

电子流过处在磁场中的半导体时，会因受到洛伦兹力而偏转



$$\vec{F}_m = -e\vec{v} \times \vec{B} = evB\vec{e}_x$$

载流子堆积在半导体一侧，会形成电场，给载流子施加电场力。

$$\vec{F}_e = -e\vec{E}_h = -e\frac{V_h}{b}\vec{e}_x$$

$$evB = e\frac{V_h}{b}$$

电场力抵消洛伦兹力，最终达到平衡。载流子不再偏转，电势差不在变化。

$$V_h = vBb$$

$$I = jS = nev \cdot bd$$

$$v = \frac{I}{nebd}$$

$$V_h = vBb = \frac{IB}{ned} = R_h \frac{IB}{d} = K_h IB$$

$$R_h = \frac{1}{ne} = \frac{1}{\rho_e}$$

Hall constant R_H (cm^3 / As)

metals	10^{-4}	InSb	380
Ge	10^{+3}	GaAs	10^{+4}
Si	10^{+6}		

霍尔系数。与载流子密度有关，表征材料产生霍尔效应的本领。

$$K_h = \frac{R_h}{d}$$

霍尔元件的灵敏度。表征元件产生霍尔效应的本领。灵敏度越大，产生的电势差越大。

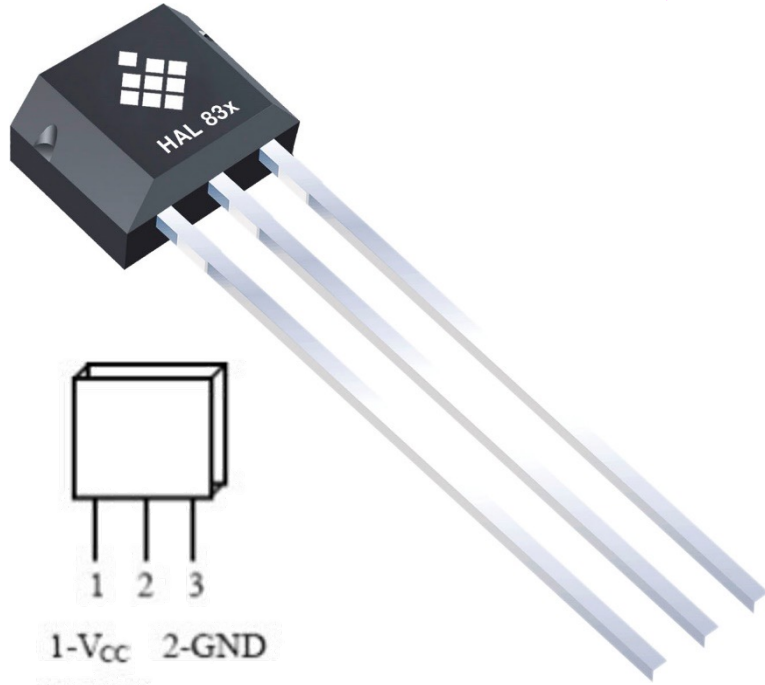
霍尔效应的应用

可测载流子的浓度。

可测载流子带正电荷还是负电荷。即判断半导体是P型还是N型。

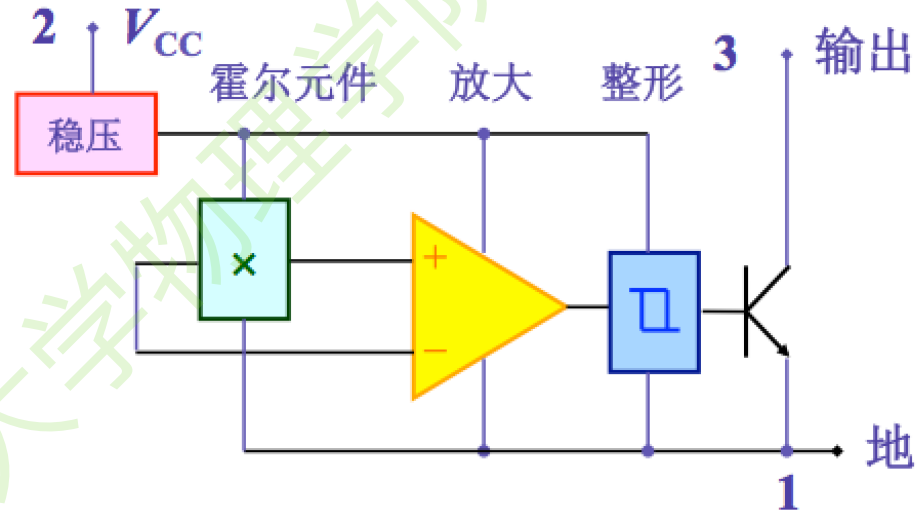
可测磁感应强度。是磁场测量的常用方法。

霍尔传感器



1-V_{CC} 2-GND
3-OUT

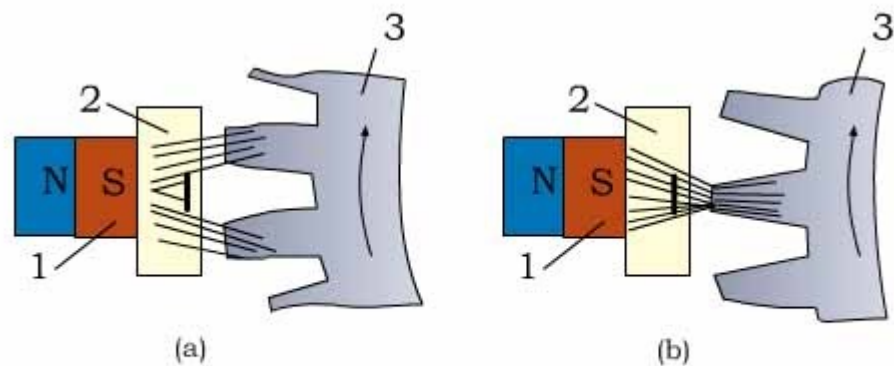
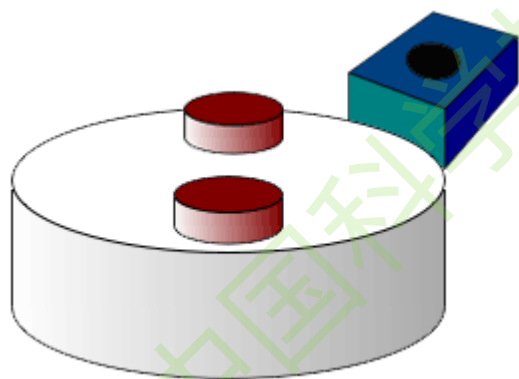
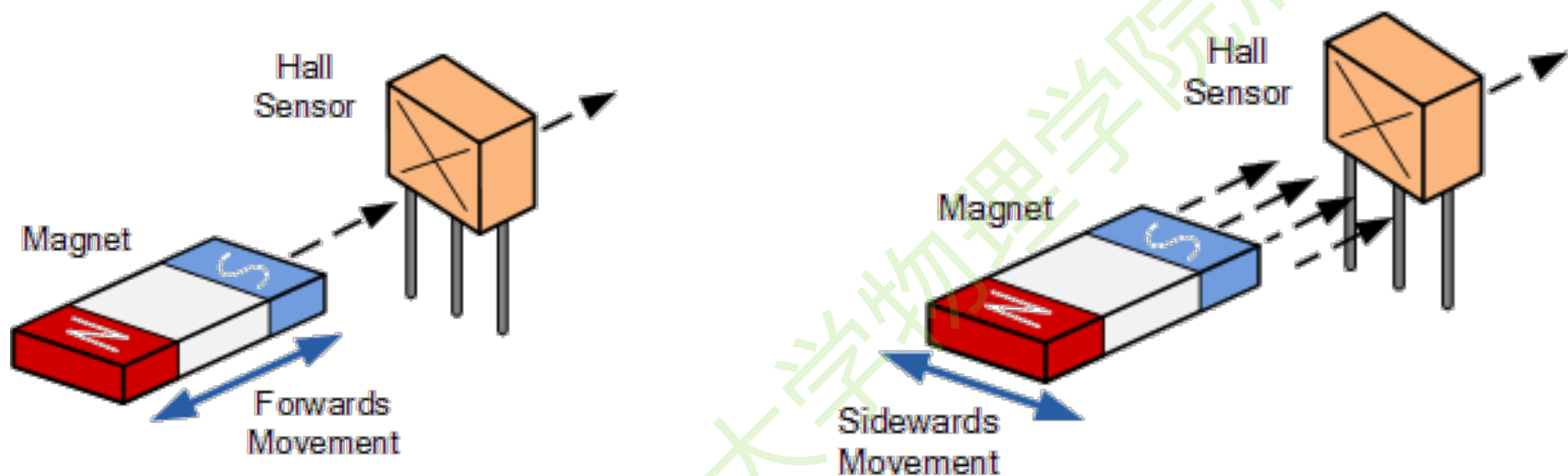
霍尔开关电路



磁场大时，霍尔元件输出电势大，放大后导通电路。

磁场小时，霍尔元件输出电势小，电路关闭。

霍尔传感器的应用



霍尔轮速传感器示意图
1. 磁体 2. 霍尔元件 3. 齿圈

汽车里的霍尔元件

