

Basic Knowledge of Semiconductory

半 导 体 基 本 知 识

第3章 二极管及其基本电路

第1节 半导体的基本知识

内容

半导体材料

01

本征半导体

02

共价键结构

03

杂质半导体

04

根据物体导电能力(电阻率)的不同, 来划分导体、绝缘体和半导体。

第1代半导体材料: 硅Si和锗Ge。

第2代半导体材料: 砷化镓GaAs和磷化铟 (InP) 。

第3代半导体材料: 氮化镓(GaN)、碳化硅(SiC)、氧化锌(ZnO)和氮化铝 (AlN) 等。



内容

半导体材料

01

本征半导体

02

共价键结构

03

杂质半导体

04

- 纯净的晶体结构的半导体。
- 经过加工的半导体材料。
- 是构成所有半导体器件的基本材料。



内容

半导体材料

01

本征半导体

02

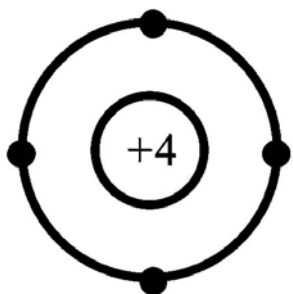
共价键结构

03

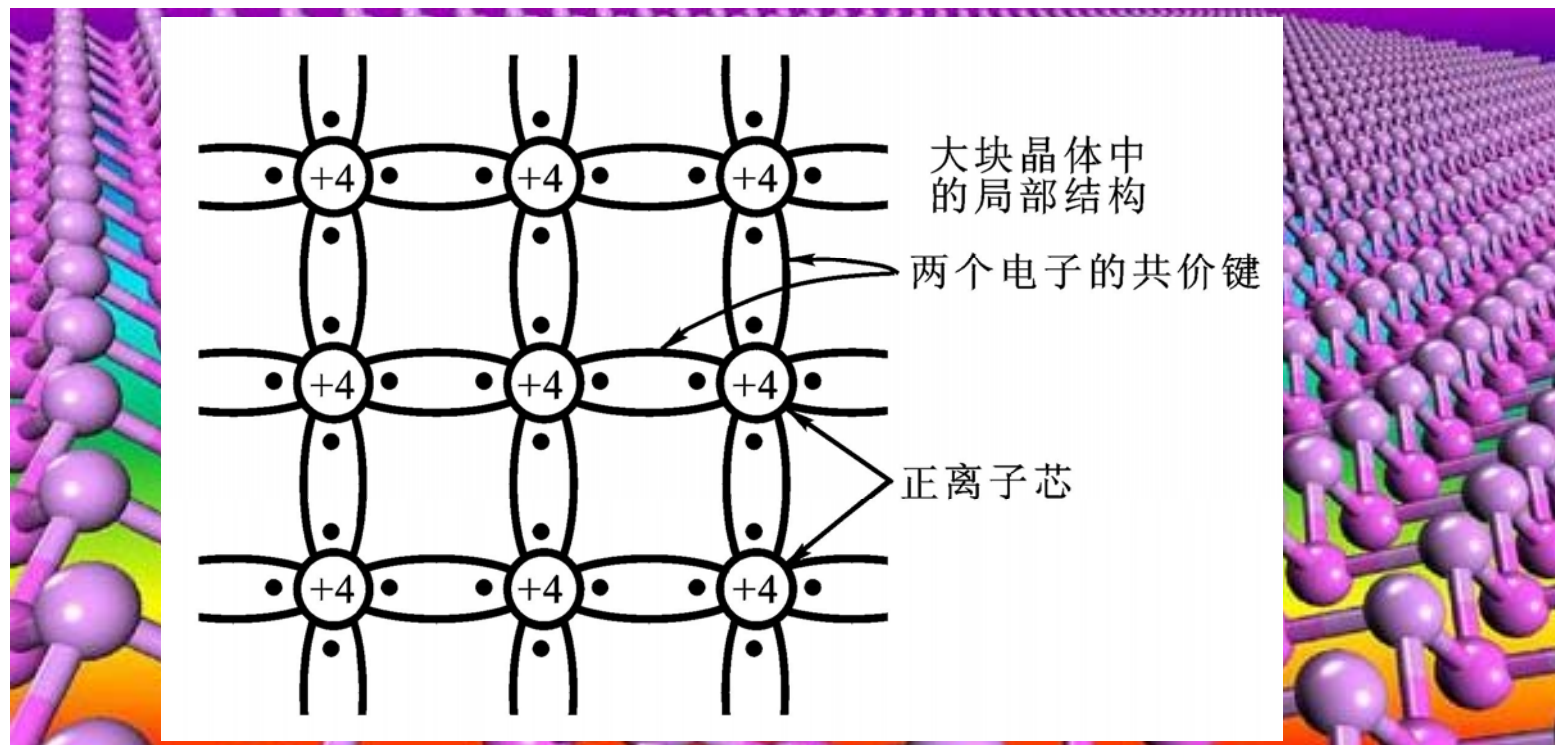
杂质半导体

04

硅和锗的原子结构简化模型及晶体结构

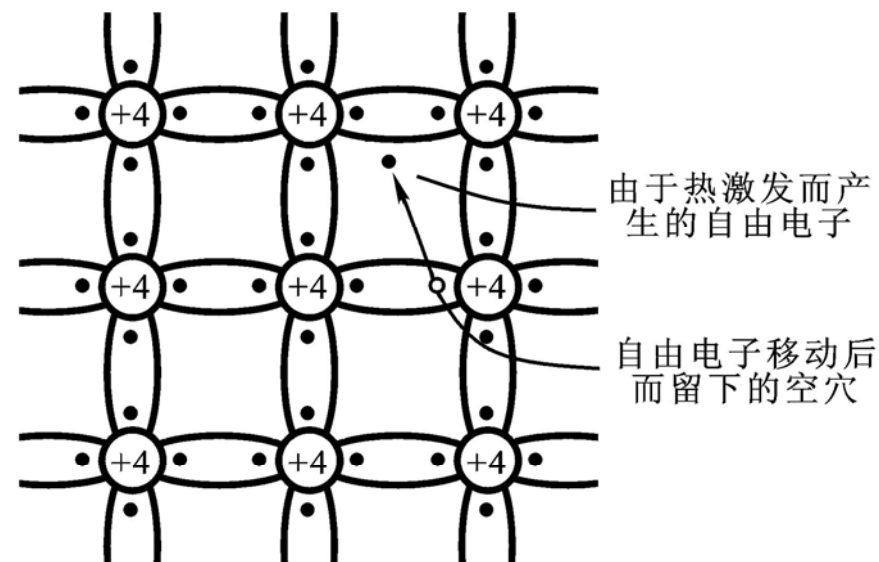


在室温（300K）下，当被束缚的价电子获得足够的随机热振动能量而挣脱共价键束缚成为自由电子时（**本征激发**），半导体便具备了一定的导电能力。



3.1.2 共价键结构

- 空穴**——共价键中的空位。
- 电子空穴对**——由热激发而产生的自由电子和空穴对。
- 复合运动**——自由电子与空穴相遇。
- 空穴的移动**——空穴的运动是靠相邻共价键中的价电子依次充填空穴来实现的。
- 载流子**——托载电荷的粒子。自由电子和空穴



由于随机热振动致使共价键被打破而产生空穴—电子对

与良导体相比，本征硅晶体内自由电子数量较少，因而其导电性能远不及导体。

内容

半导体材料

01

本征半导体

02

共价键结构

03

杂质半导体

04

在本征半导体中掺入某些**微量元素**作为杂质，可使半导体的导电性发生显著变化。掺入的杂质主要是三价或五价元素。掺入杂质的本征半导体称为杂质半导体。

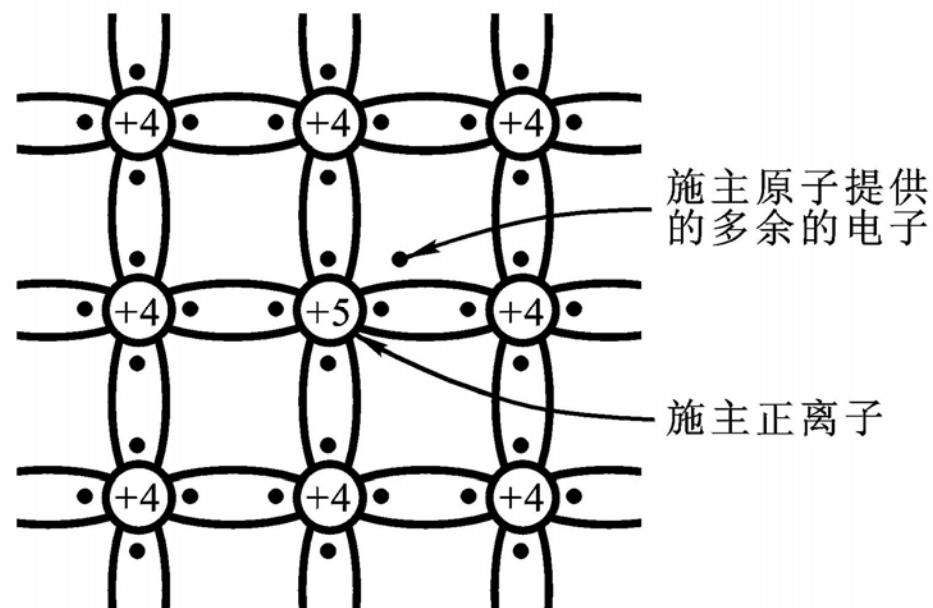
● **N型半导体**——掺入五价杂质元素（如磷）的半导体。

● **P型半导体**——掺入三价杂质元素（如硼）的半导体。

◆ **N型半导体**——掺入五价杂质元素（如磷）的半导体。

■ 在N型半导体中**自由电子是多数载流子**，它主要由杂质原子提供；空穴是少数载流子，由**热激发**形成。

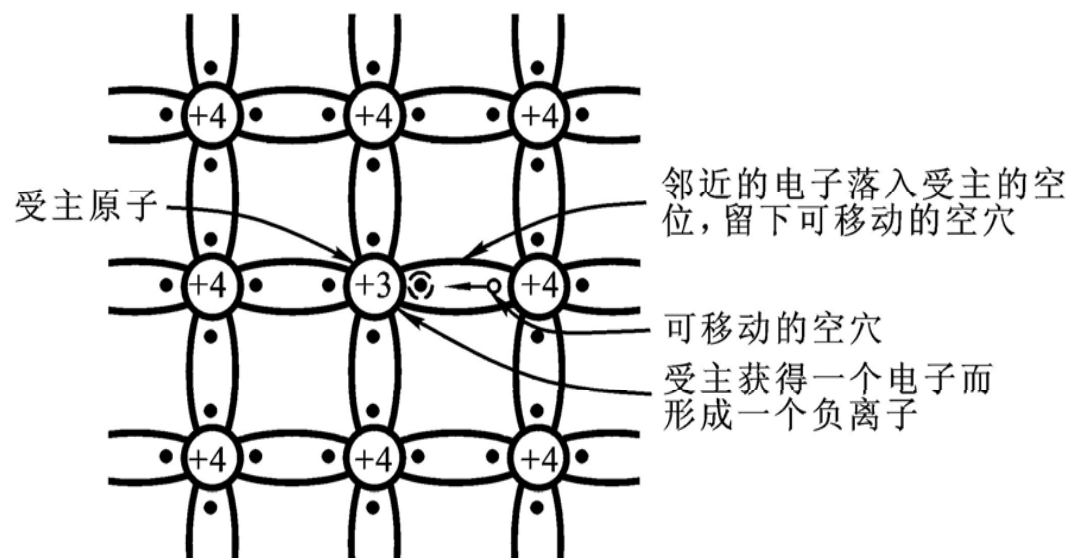
■ 提供自由电子的五价杂质原子因带正电荷而成为**正离子**，因此五价杂质原子也称为**施主杂质**。



🔴 **P型半导体**——掺入三价杂质元素（如硼）的半导体。

🟡 在P型半导体中**空穴是多数载流子**，它主要由杂质原子提供；自由电子是少数载流子，由热激发形成。

🟢 空穴很容易俘获电子，使杂质原子成为**负离子**。三价杂质因而也称为**受主杂质**。



两个问题

1 杂质半导体带电吗？

2 P型半导体和N型半导体中的P和N是指的什么？

课后思考

杂质半导体为什么不掺杂2价和6价元素？

 **杂质对半导体导电性的影响：**掺入杂质对本征半导体的导电性有很大的影响，一些典型的数据如下：

 **T=300 K室温下,本征硅的电子和空穴浓度:**
$$n = p = 1.4 \times 10^{10} / \text{cm}^3$$

 **掺杂后 N 型半导体中的自由电子浓度:**
$$n = 5 \times 10^{16} / \text{cm}^3$$

 **本征硅的原子浓度:** $4.96 \times 10^{22} / \text{cm}^3$

以上三个浓度基本上依次相差 $10^6 / \text{cm}^3$ 。

相关概念

本征半导体、共价键、价电子、载流子、自由电子、空穴、热激发、复合运动

杂质半导体、施主杂质、受主杂质

N型半导体、P型半导体、多数载流子、少数载流子

填空题 2分



P型半导体和N型半导体的多子分别是 [填空1] 以及 [填空2]

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答