



第一章 半导体器件

§ 1.1 半导体的导电特性

§ 1.2 半导体二极管

§ 1.3 晶体管（重点）

构成电子技术元器件的基础

侧重掌握器件的外部特性



思路指引：关键重点

元器件的外特性——人的秉性

非线性——复杂的来源，转换思维

二极管+三极管——工作状态分析

常见的应用电路——利用元件的特性



§1.1 半导体的导电特性

导体：自然界中很容易导电的物质 如金属

绝缘体：几乎不导电的物质，

如橡皮、陶瓷、塑料和石英

半导体：导电特性处于导体和绝缘体之间

如锗、硅、硒和一些硫化物、氧化物



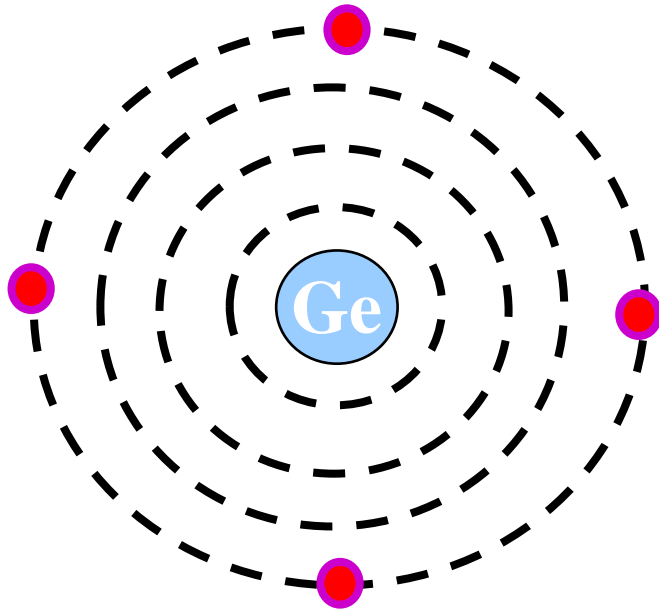
§ 1.1.1 本征半导体

完全纯净的、结构完整的半导体晶体

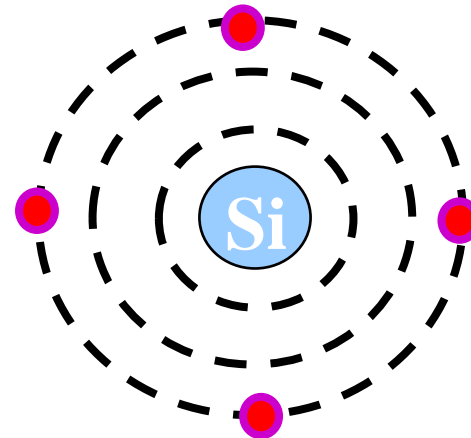
一、本征半导体的结构特点

最外层电子（价电子）数： 4

锗

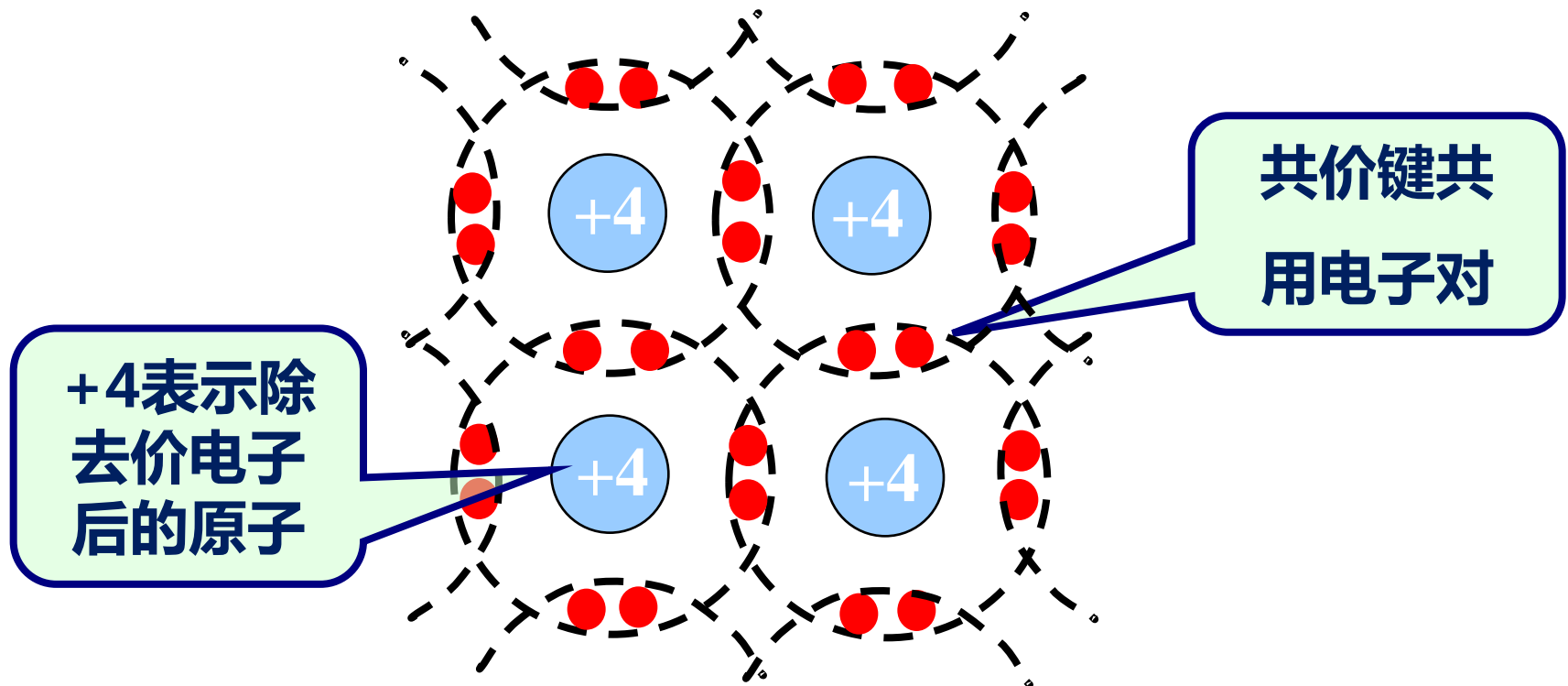


硅



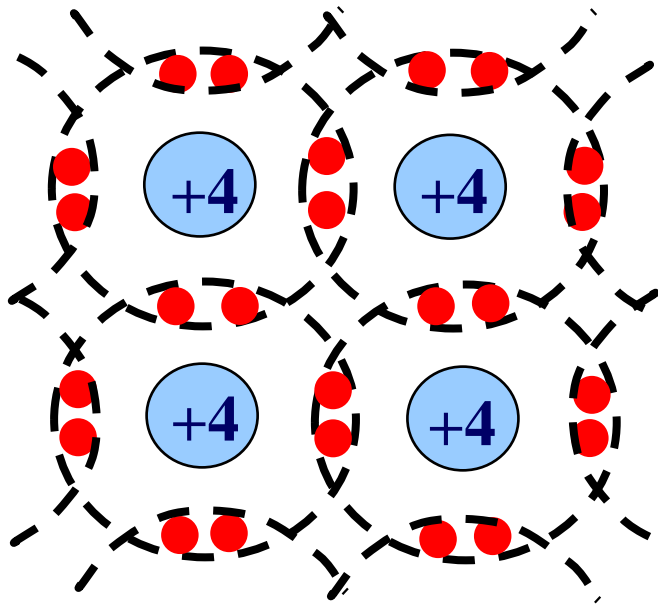


硅单晶中的共价键结构





二、本征半导体的导电机理



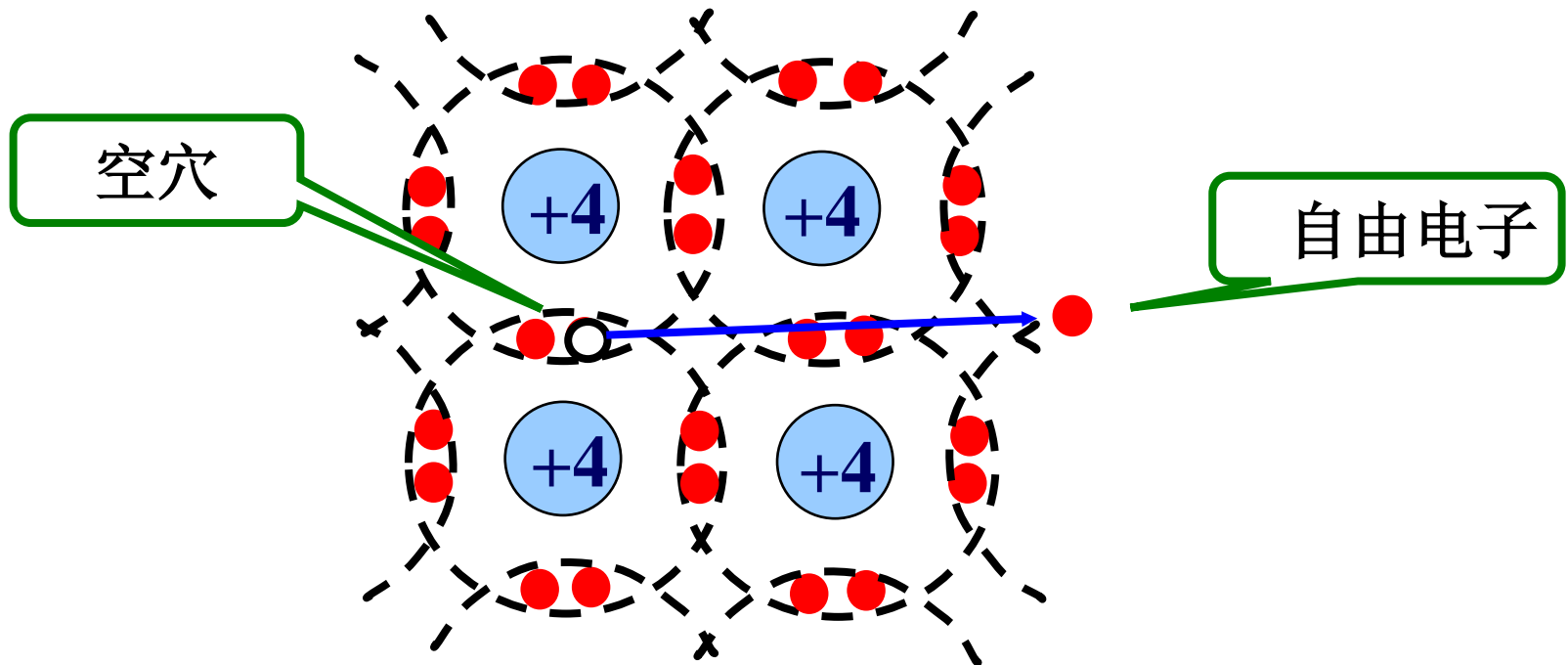
每个原子最外层电子是八个，
构成稳定的共价键结构

常温下共价键中的电子很难脱
离原子核的束缚成为**自由电子**

在绝对0度且没有外界激发时，价电子完全被共价键束缚，
本征半导体中没有可以运动的带电粒子（**载流子**），导电
能力为0，相当于**绝缘体**。



自由电子、空穴成对出现



常温下，热激发使一些价电子获得足够的能量而脱离共价键的束缚，成为自由电子

原共价键上留下一个空位，称为空穴



在其它力的作用下，空穴可吸引附近的电子来填补

其结果相当于空穴的迁移

空穴的迁移相当于正电荷的移动，所以空穴可以看做是带正电荷载流子

半导体中有两种载流子：

自由电子

空穴

在晶格中运动

在共价键中运动



思考：半导体的导电能力和哪些因素有关？

半导体的导电能力取决于载流子的浓度

本征半导体的载流子 很少，导电能力 很弱。

温度会引起载流子的浓度变化

温度是影响半导体性能的重要因素！ **热敏特性**

光照影响载流子的浓度变化 **光敏特性**

什么是影响半导体性能的重要因素？

- ☐ A 湿度
- ☒ B 温度
- ☐ C 压强

提交

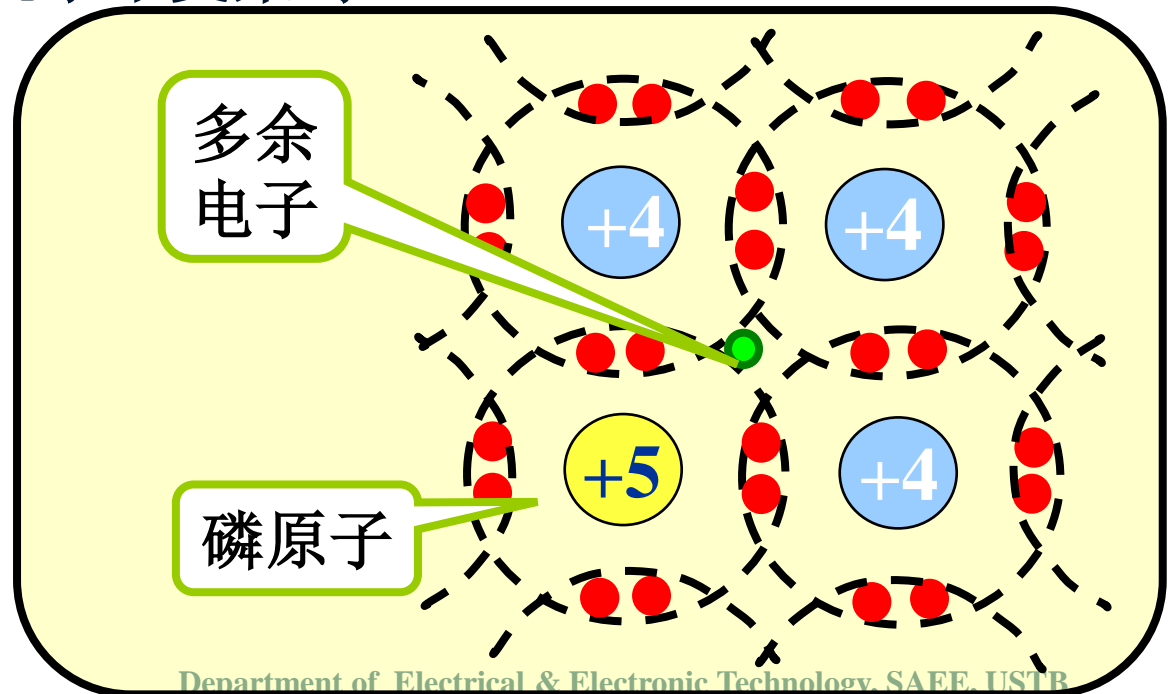


§ 1.1.2 N型半导体和P型半导体

N 型半导体

在硅或锗晶体中掺入少量的五价元素磷（或锑），晶体点阵中的某些半导体原子被杂质取代。磷原子的最外层有五个价电子，其中四个与相邻的半导体原子形成共价键，必定多出一个电子，这个电子几乎不受束缚，

很容易被激发而成为自由电子。磷原子就成了不能移动的带正电的离子。





N型半导体中的载流子

1. 本征半导体中成对产生的电子和空穴
2. 由施主原子提供的自由电子，浓度与施主原子相同

因掺杂浓度远大于本征半导体中载流子浓度，所以自由电子浓度远大于空穴浓度。自由电子为**多数载流子（多子）**，空穴为**少数载流子（少子）**

多子与杂质浓度近似相等，**受温度影响较小**

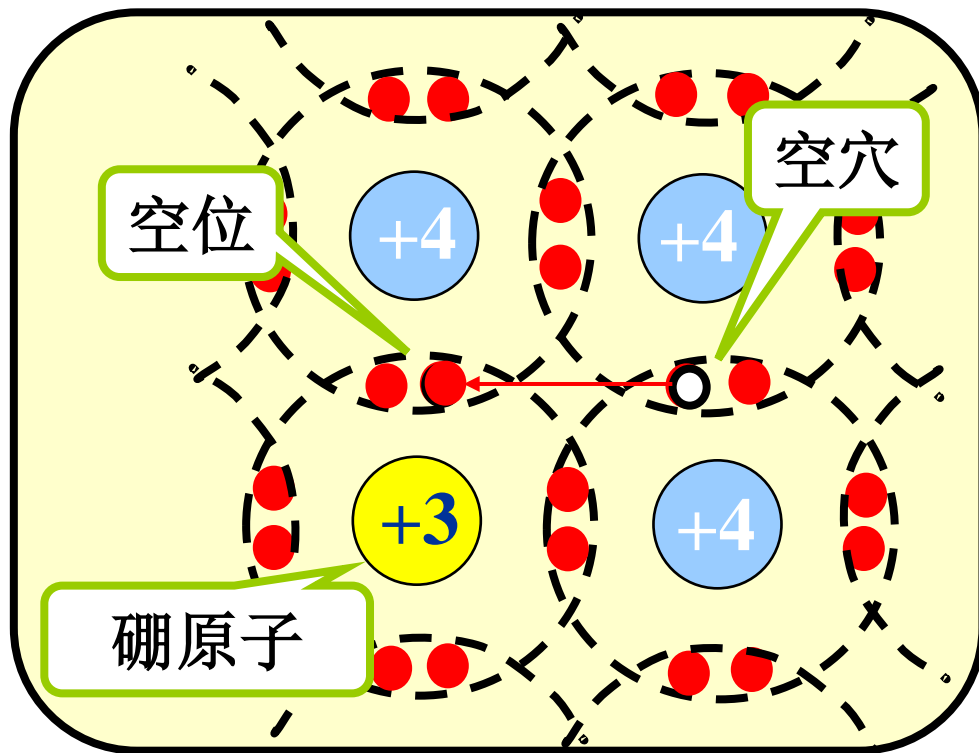
少子与本征激发有关，**受温度影响较大**

P 型半导体

在硅或锗晶体中掺入少量三价元素硼（或铟），晶体点阵中的某些半导体硅原子被杂质硼取代。

硼原子的最外层有三个价电子，与相邻的半导体原子形成共价键时，产生一个空位。

这个空位可能吸引束缚电子来填补，产生一个空穴。同时，使得硼原子成为不能移动的带负电的离子。



P 型半导体中空穴是多子，电子是少子

在杂质半导体中多子的数量与_____有关。

A 掺杂浓度

B 温度

在杂质半导体中少子的数量与_____有关。

A 掺杂浓度

B 温度

当温度升高时，少子的数量_____。

A 增加

B 减少

C 不变

当温度升高时，多子的数量_____。

☐ A 增加

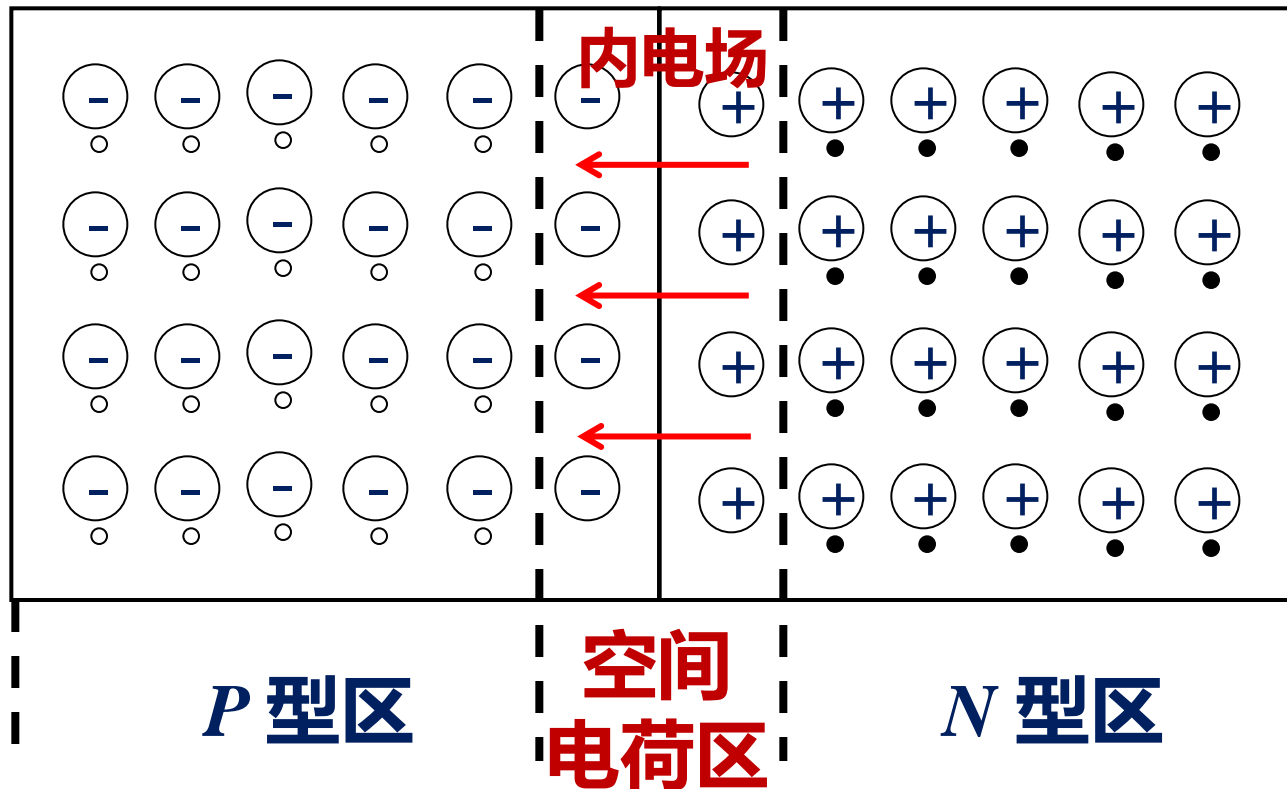
☐ B 减少

☒ C 不变



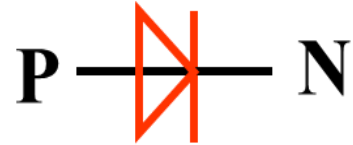
§ 1.1.3 PN 结及其单向导电性

在同一片半导体基片上，分别制造 P 型区和 N 型区，由于载流子浓度分布的不均匀性会产生扩散运动，经扩散在交界面处形成空间电荷区，称为 **PN 结**





PN结的电路符号：



PN结的主要特点： 单向导电性

正向偏置（简称正偏）导通

反向偏置（简称反偏）截止