

第 23 章 激光和固体能带基本知识

固体能带与半导体

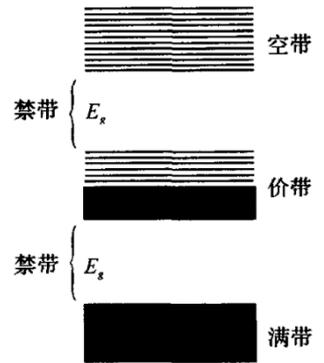
1. 前置知识

① 能级分裂与能带的形成

- N 个相同原子组成晶体时，原子间相互作用使原先相同的能级分裂成 N 个不同但间隔很小的能级
- 相邻能级间的间距很小，可视为连续分布，因此称为能带
- 原先属于不同能级的能带可能会重叠

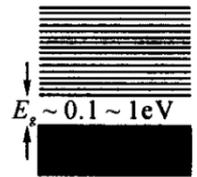
② 空带、禁带、满带、价带

- 禁带：相邻能带之间没有能级的能量间隔
- 满带：所有能级都被电子填满的能带
- 价带：价电子所在能级分裂后形成的能带（可能填满，也可能不填满）
- 空带（导带）：原子未被激发时完全没有电子填入的能带



③ 本征半导体的能带结构

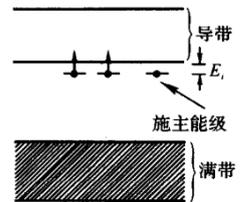
- 最高满带与最低空带间禁带较窄
- 能量较高的电子容易受激发到空带从而导电（电子导电），并在满带中留下空穴
- 空穴可被另外的电子填充，从而向低能态方向转移，也起导电作用



2. 杂质半导体

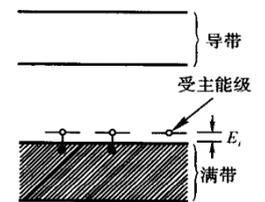
① n 型半导体

- 在四价元素（如 Si、Ge）晶体中掺入少量五价元素（如 P）
- P 的价电子中有 1 个未成键电子，能级位于禁带且靠近导带底部
- 该能级中的电子很容易被激发到空带导电，称为施主能级
- 电子浓度较大，为多数载流子



② p 型半导体

- 在四价元素晶体中掺入少量三价元素（如 B）
- B 的价电子不够成键，相当于多出一个空穴，能级位于禁带且靠近满带顶部
- 满带中的电子很容易被激发到该能级中，称为受主能级
- 空穴浓度较大，为多数载流子



例 1 若在四价元素半导体中掺入少量的五价元素，则可构成__型半导体，参与导电的多数载流子是__

例 2 n 型半导体中杂质原子所形成的局部能级（施主能级）在能带结构中应处于

- A. 满带中 B. 导带中 C. 禁带中，但接近满带顶 D. 禁带中，但接近导带底

例 3 太阳能电池中本征半导体锗的禁带宽度为 0.67eV ，则它能吸收最大波长为_____的辐射

解 要使电子跃迁到空带， $hc/\lambda \geq 0.67\text{eV}$ ，因此 $\lambda \leq hc/0.67\text{eV} = 1855.4\text{nm}$