第八课：III-V族化合物杂质

Monday, September 23, 2019 5:32 AM

1. GaAs(Se，Te)：施主；
2. GaAs(Zn，Mg，Cd)：受主；
3. 等电子杂质：当杂质原子和晶格原子的价电子数相等时，杂质通常称为等电子杂质；
    a. 等电子杂质替代相同价电子数的晶格原子(组分原子)后，由于其负电性不同，可以束缚电子；
4. 等电子陷阱：由等电子杂质形成的陷阱称为等电子陷阱；
    a. 应用：如GaP:N LED；
5. 类氢模型：用于分析浅能级杂质束缚态的方法，只是实际情况的一个粗糙的近似。各种杂质的电离能并不完全相同，是由于各种杂质的势场不相同；
    a. 氢原子基态电离能：$E_H = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = 13.6eV$；
    b. 其他电离能：$\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0$, $\frac{E_I}{E_H} = \frac{m^*}{m_0} \cdot \frac{1}{\varepsilon_2^2}$ ；
    c. 基态轨道半径：$a = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r h^2}{\pi m_n^* e^2} = \varepsilon_r \cdot \frac{m}{m_n^*} \cdot a_0$；
6. 深能级：除了之前讲的浅能级(禁带中引入浅能级)杂质，实际上半导体中还存在另一类杂质，他们的能级在禁带中心附近，这样的能级称为深能级；
    a. 深能级杂质的特点：
        i. 电离能大，对热平衡(室温热动能：40meV)中的载流子浓度无显著影响，但对半导体的其他性质有显著影响；
        ii. 作为电子和空穴的复合中心，可以缩短非平衡载流子的寿命；
        iii. 深能级杂质可以产生多次电离，每次电离相应地形成一个能级，因而可在禁带中引入多重杂质能级。有的杂质既可以作为施主，又可以作为受主，称之为两性杂质；
7. 缺陷能级：
    a. 点缺陷：间隙中的正(或负)以及正(或负)离子空位；
    b. 例如：
        i. 施主：GaAs中阳离子间隙时Ga_i，阴离子空位V_{As}；
        ii. 受主：阴离子间隙As_i，阳离子空位V_{Ga}；
8. 电子和空穴的统计分布：
    a. 倒空间中状态k的密度：
        i. 每个布里渊区(BZ)中有(原胞数)N个k状态，正空间原胞体积是Ω，倒原胞体积是$\frac{(2\pi)^3}{\Omega}$，倒空间的状态密度是$\frac{N\Omega}{(2\pi)^3} = \frac{V}{(2\pi)^3}$(含自旋则×2)；
    b. Si导带底附近电子态：
        i. E~Ec：
            1) $E(k) = E_c + \frac{\hbar^2}{2} \cdot [\frac{(k_1 - k_{o1})^2}{m_1} + \frac{(k - k_{o2})^2}{m_2} + \frac{(k - k_{o3})^2}{m_3}]$；
            2) 总E~Ec椭球体积：$\times M \times K$的倒空间密度=$\frac{4}{3}\pi(a \cdot b \cdot c) \times M \times \left[\frac{2V}{(2\pi)^2}\right]$；
            3) $A = \frac{8}{3}\pi \cdot \sqrt{8m_1 m_2 m_3} \cdot M \cdot V \cdot (E - E_c)^{\frac{3}{2}}$；