第十一课：讨论载流子简并化度载流子分布的影响

Saturday, October 12, 2019 5:22 AM

1. 费米积分：$F_{\frac{1}{2}}(\eta_n)=\int_0^{\infty}\frac{\xi^{\frac{1}{2}}d\xi}{e^{\xi-\eta_n+1}}$;
2. 载流子浓度($if\ k=300K, kT=0.026$)：
   a. 导带电子浓度：

      无量纲变数$\xi=\frac{E-E_c}{kT}$,简约费米能级$\eta_n=\frac{E_F-E_c}{kT}$

      $n=N_c\cdot e^{-\frac{E_c-E_F}{kT}}$(非简并)

      $f(E)=\frac{1}{e^{\frac{E-E_F}{kT}}+1}$

      $n=N_c\cdot\frac{2}{\sqrt{\pi}}\cdot F_{\frac{1}{2}}(\eta_n)$

      $n=\int_{E_c}^{E_c'}N_c(E)f(E)dE=\frac{4\pi(2m_{dn})^{\frac{3}{2}}}{h^3}\int_{E_c}^{E_c'}\frac{(E-E_c)^{\frac{1}{2}}}{e^{\frac{E-E_F}{kT}}+1}dE$ (费米积分)

   b. 价带空穴浓度：

      $\eta_p=\frac{E_v-E_F}{kT}$

      $p=\frac{2}{\sqrt{\pi}}N_vF_{\frac{1}{2}}(\eta_p)$
3. 标准：

$$\begin{cases}\eta_n=-2, n=0.1N_c(\text{简并标准})\\ \eta_n<-2\text{时}, n<0.1N_c(\text{非简并半导体})\\ \eta_n>-2\text{时}, n>0.1N_c(\text{进入简并})\begin{cases}0>\eta_n>2(\text{弱简并})\\ \eta_n>0(\text{强简并})\end{cases}\end{cases}$$

4. 带尾效应：载流子简并化引起禁带变窄；

   杂质浓度高 → 电子相互间靠近，相互作用加剧 → 电子波函数重叠
   → 杂质能级变能带 → 杂质电离能减小 → 杂质能带进入导带 → 形成新的简并能级
   → 简并能带的带尾深入禁带 → 禁带变窄