第五课：半导体中的电子状态

Tuesday, 10 September, 2019 05:24

1. 在外力作用下电子状态的变化：$v=\frac{1}{\hbar}\cdot\frac{dE}{dk},\frac{dE(\vec{k})}{dt}=\vec{v}\cdot\vec{F}$;
2. 电子的加速度和有效质量：
   a. $\overrightarrow{a_i}=\frac{d\overrightarrow{y_i}}{dt}=\Sigma_{j=1}^{3}\frac{1}{\hbar}\frac{\partial^2 E}{\partial k_i\partial k_j}\cdot\overrightarrow{F_j},i=1(x),2(y),3(z)$ ；
   b. $\because\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}=\frac{d}{dt}\left[\frac{1}{\hbar}\nabla_{\vec{k}}E(\vec{k})\right]=\frac{1}{\hbar^2}\nabla_{\vec{k}}\nabla_{\vec{k}}E(\vec{k})\cdot\vec{F}$;
   c. 有效质量：$m^{-1}=\frac{1}{\hbar^2}\nabla_{\vec{k}}\nabla_{\vec{k}}E(\vec{k})$;
3. 有效质量的意义：涵盖了周期势场对电子运动的影响。如此，在解决晶体中电子受外力作用下的运动规律时，不必考虑内部势场的影响;
4. 有效质量的泰勒展开推导：
   a. $E(k)=E(0)+\frac{dE}{dk}\cdot k|_{k=0}+\frac{1}{2}\cdot\frac{d^2E}{dk^2}\cdot k^2|_{(k=0)}+$;
   b. $\Rightarrow E(k)-E(0)=\frac{1}{2}\cdot\frac{d^2E}{dk^2}\cdot k^2$;
   c. $\because E=\frac{p^2}{2m}=\frac{\hbar^2k^2}{2m}$;
   d. $m^{-1}=\frac{1}{\hbar^2}\cdot\frac{d^2E}{dk^2}$;
5. 电子的有效质量再带底附近>0，在带顶附近<0，半导体不带电;
6. 导带电子和价带空穴：
   a. 每个电子对电流的贡献：$\overrightarrow{j_{\vec{k}}}=\frac{-e}{V}\cdot\vec{v}(\vec{k})$(晶体中的总电流J=0);
   b. $\because(-e)l=jVt\Rightarrow(-e)=\frac{jV}{v}\Rightarrow\overrightarrow{j_{\vec{k}}}=\frac{(-e)}{V}\cdot\vec{v}(\vec{k})$;