第七课：杂质和缺陷能级

Wednesday, September 18, 2019 5:42 AM

1. GaAs的Eg：直接带隙半导体，300K时，Eg=1.424eV；
2. $Si_{1-x}Ge_x$：
   a. Ge的比例$0\% \le x \le 85\%$(Si:$15\% \le 1-x \le 100\%$)，呈现出Si的特点，CBM出现在T→X；
   b. Ge的比例$85\% \le x \le 100\%$(Si:$0\% \le 1-x \le 15\%$)，呈现出Ge的特点，CBM出现在L点；
3. Si的导带：极小值在[100]方向上，6个能谷，等能面为旋转椭球；
4. Ge的导带：极小值在[111]方向的BZ边界上，4个能谷，等能面为旋转椭球；
5. Si和Ge的价带：极大值在BZ中心(k=0处)，3个能带，重空穴带，轻空穴带，自选-轨道耦合劈裂带；
6. Si和Ge：导带极小值和价带极大值在k空间不同点->间接带隙半导体；
7. GaAs的导带和价带：导带极小值和价带极大值皆在BZ中心->直接带隙半导体；
8. 完美晶体：晶格完整、无杂质，波函数符合布洛赫定律:
   a. 电子在严格的周期势场中运动,其能量谱值形成能带；
   b. 价带和导带之间被禁带分开，在禁带中不存在电子状态；
   c. 能带中电子的波函数是布洛赫函数，电子在晶体中的各个元胞的对应点上，出现的机率相同；
   d. 电子可以在整个晶体中运动，这种电子态称为扩展态；
9. 真实半导体：振动(格波)，杂质(意外引入)，缺陷：
   a. 缺陷的作用：
      i. 电学作用；
      ii. 引入局域电子态(不随动量变化的电子态)；
   b. 杂质和缺陷破坏周期性势场，在禁带中引入能级；
10. 硅和锗的中的杂质能级：
    a. 替位式杂质：Si、Ge中的III族(B,Al,Ga,In)和V族元素(N,P,As,Sb)通常在晶格中占据Si和Ge的位置；
       i. 杂质电离：如果在硅晶体中有一个磷原子占据了硅原子的位置，磷原子由五个价电子，其中四个价电子与邻近的四个硅原子形成共价键，还多余出来一个电子。这个电子容易摆脱磷原子的束缚，在晶体中自由运动，成为导带中的电子；而磷原子形成一价的正离子，形成一个固定不动的正电中心。这个过程被称作杂质电离。
       ii. 杂质电离能(施主电离能:Ionization Energy)E_I：电子从磷原子中挣脱出来所需要的最小能量；
       iii.