

麻省理工学院
电气工程和计算机科学系
新加坡分校
微纳米系统材料课程
MIT6.012/SMA5111 复合半导体
习题组 1

发布: 二月 10日, 2003 交作业: 二月 24, 2003

习题1-考虑一个金属 - 半导体结: 金属的功函数为4.0 eV, 假设的半导体能隙, E_g , 为1.4 eV, 电子亲和能3.5 eV, 并且导带的有效态密度为 10^{19}cm^{-3} , 由掺杂 10^{16}cm^{-3} 施主原子 (在室温可假设全部电离) 成为n型。

a) 此半导体样品的功函数是多少? 注: 为方便起见你可假设在室温时 $kT \ln 10 = 0.06 \text{ eV}$.

b) 此肖特基二极管的势垒高度是多少? 耗尽层宽度在热平衡时, 即零偏置时, 是多少? 考虑该半导体有 10^{13}cm^{-2} 表面态位于 $0.3 E_g$ 高于价带. 假设这些表面态在空的时候是电中性的。

c) 由于这些表面态的存在该半导体裸表面的条件是什么, 即耗尽, 收集, 或不变。如是耗尽, 求耗尽层宽度和表面态在热平衡时的占据比例。

现在回到金属 - 半导体结, 当这些表面态存在时, 假设金属表面电荷层的中心距离这些表面态的电荷为20nm。

d) 考虑有表面态的肖特基二极管的势垒高度是多少? 耗尽层宽度在热平衡时是多少? 并求出表面态的占据率。

习题 2 - 写出一个金属 - 半导体结中由于镜像力造成的势垒降低的近似表达式, 讨论与掺杂程度, N_d , 和无镜像降低时势垒高度 ϕ_{B0} 的函数关系。

习题 3 - 比较两种情况下的饱和电流, I_s : n型硅的金属 - 半导体结 $N_d = 10^{17} \text{cm}^{-3}$, 和同样的n型硅上的p - n结使用(a) $N_a = 10^{18} \text{cm}^{-3}$ and (b) $N_a = 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 。

假设少数载流子的寿命无穷长, n- 和 p-区域长度为 $1 \mu\text{m}$ (在计算中可忽略耗尽层宽度), 低电场的电子移动率, μ_e , of $1600 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, 低电场的空穴移动率 $600 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, 本征载流子浓度, n_i , 为 10^{10}cm^{-3} , 金属 - 半导体结的势垒高度 $q\phi_B$ 为 0.7 eV 。肖特基二极管的电流采用热离子发射模型。

习题 4 - 阅读文献

a) 找出下列文献: Applied Physics Letters, Vol. 80 (27 May 2002),

pp. 3967-3969.

- i) 该文献报告了什么新内容？
- ii) 他们采用了什么测量方法得到他们的结论？
- iii) 为什么其他人对此需重视？

b) 考虑四组分 $\text{Ga}_x\text{N}_{1-x}\text{As}_{1-x}$. 对于小 x 值, 它会以体心立方锌晶格形式结晶 就像 GaAs 一样。

i) 根据第一课的讨论, 当 x 为很小的值时, 能隙是如何随 x 变化 (例如, 在 GaAs 附近)?

ii) 根据该文献的知识来确定, 当 x 为很小的值时, 能隙是如何随 x 变化。你可能会发现用 $\text{In}_y\text{N}_y\text{As}_{1-x}$ 的知识来解决此问题更容易, 当 y 值很小的时候与此问题是类似的。指出你所用的文献。

c) 寻找有关半导体中饱和速度的解释, 并给出 25 - 50 字的小结, 附上你的解释来源。