

# 微电子器件物理 第二周作业

范云潜 18373486

微电子学院 184111 班

日期：2020 年 11 月 3 日

作业内容：

- 1、阅读《半导体器件基础》第五章 done
- 2、使用 E5.1 和 E5.3 的程序，画出图 E5.1 和 E5.3 done
- 3、使用 E5.4 的程序，画图 3 种情况下的能带图 done
- 4、修改 E5.4 的程序，利用 subplot 函数，使之可以画出掺杂浓度、净电荷、电场、电势随着位置的关系图（类似图 5.9） done
- 5、修改 E5.4 的程序，使之可以画出施加不同偏压之后的能带图 done
- 6、课后作业：5.1、5.2、5.3、5.4

## 目录

### Problem 5.1

a) ✗ b) ✓ c) ✗ d) ✓ e) ✓ f) ✗ g) ✓ h) ✓ i) ✗ j) ✓

### Problem 5.2

#### SubProblem a

$$p = N_V \exp\left(\frac{E_i - E_F}{kT}\right)$$

如图 ??。

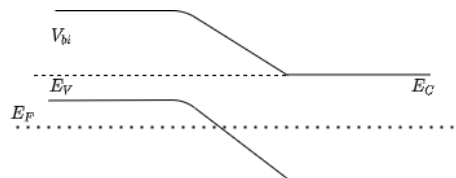


图 1: 5.2 能带

#### SubProblem b

$$E_F = E_V - 2kT = E_C - E_G/4$$

$$E_C + V_{bi}q = E_V + E_G$$

联立

$$V_{bi} = \frac{3}{4}E_G + 2kT$$

### Problem 5.3

#### SubProblem a

如图 ??。

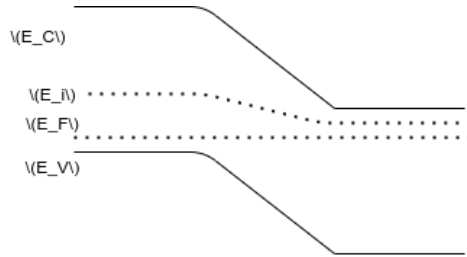


图 2: 5.3 能带

#### SubProblem b

内建电势满足

$$V_{bi}q = E_{V1} - E_{V2}$$

而

$$N_{A1} = p = N_V \exp\left(-\frac{E_i - E_{V1}}{kT}\right)$$

$$N_{A2} = p = N_V \exp\left(-\frac{E_i - E_{V2}}{kT}\right)$$

$$\frac{N_{A1}}{N_{A2}} = \exp\left(\frac{V_{bi}q}{kT}\right)$$

那么

$$V_{bi} = \log\left(\frac{N_{A1}}{N_{A2}}\right) \frac{kT}{q}$$

#### SubProblem c

如图 ??。

#### SubProblem d

耗尽近似对结区只考虑电离杂质，对远离结区部分认为其平衡，总电荷密度为 0。

#### SubProblem e

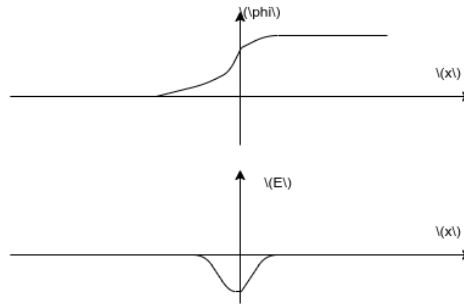
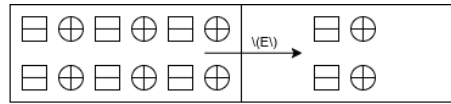


图 3: 5.3 电场、电势、电荷

静电变量表示为:

$$\rho = q(p - n + N_D - N_A)$$

如图 ??。

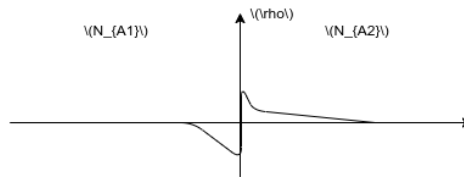


图 4: 5.3 静电变量

在远离结区的部分:  $\rho = q \cdot p$

在结区:  $\rho = q(p - N_A)$

不适用于耗尽近似, 因为在结区没有发生两种载流子的耗尽。

## Problem 5.4

$$V_{bi} = \frac{kT}{q} \log\left(\frac{N_A N_D}{n_i^2}\right) = 0.61316V$$

$$x_p = \left[ \frac{2K_S \epsilon_0}{1} \left( \frac{N_D}{N_A(N_A + N_D)} \right) \right] = 0.000073002cm$$

$$x_n = \left[ \frac{2K_S \epsilon_0}{1} \left( \frac{N_A}{N_D(N_A + N_D)} \right) \right] = 0.000036501cm$$

$$W = x_n + x_p = \left[ \frac{2K_S \epsilon_0}{1} \left( \frac{N_A + N_D}{N_A N_D} \right) \right]^{1/2} = 0.00010950cm$$

$$E(0) = -\frac{qN_D}{K_S\epsilon_0}(x_n) = 11198.88614V/cm$$

$$V(0) = -\frac{qN_A}{K_S\epsilon_0}\frac{1}{2}x_p^2 = 0.20439V$$