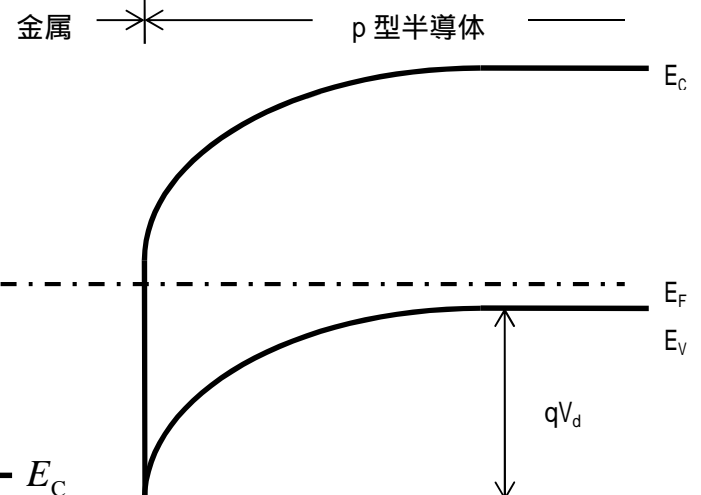


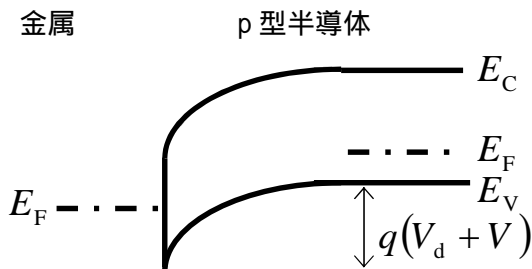
年次 _____ 学生番号 EE _____ 氏名 _____

- 問題A 6月26日から今日までに、半導体工学の勉強を何時間しました。
 該当する記号に丸をつけなさい。
 A. 全くしていない B. 30分以下、 C. 30分から2時間以下 D. 2時間以上
- 問題B 6月28日3限のオフィスアワーについて尋ねます。
 a. 参加していない b. 小テストだけはもらった c. 半導体工学について質問をした

問題1 金属と p 型半導体からなるショットキー障壁ダイオードを用いて、金属側に電圧 V を印加した時の接合容量を考える。このダイオードの $V = 0$ でのエネルギーバンド図を右図に示す。ただし、半導体のアクセプタ密度を N_A 、比誘電率を ϵ_s 、伝導帯下端を E_C 、価電子帯上端を E_V 、フェルミ準位を E_F 、空乏層幅 W を、このダイオードの拡散電位を V_d とし、金属側に正電圧を印加した時を $V > 0$ とする。



(1) $V > 0$ の印加電圧を加えたときのエネルギーバンド図を示せ。



(2) 空乏層中の電位差 $V(x)$ を求めるために必要な方程式および境界条件を示せ。

$$\frac{d^2V(x)}{dx^2} = -\frac{\rho(x)}{\epsilon} \quad \text{及び} \quad \rho(x) = -qN_A \quad \text{より、} \quad \frac{d^2V(x)}{dx^2} = \frac{qN_A}{\epsilon}$$

境界条件: $V(0) = V_d + V$ 及び $V(W) = 0$ (または、境界条件: $V(0) = 0$ 及び $V(W) = -(V_d + V)$)

(3) 印加電圧 V のときの電位差 $V(x)$ を導き出せ。

一回目の積分 $\frac{dV(x)}{dx} = \frac{qN_A}{\epsilon}x + C_1$
 二回目の積分 $V(x) = \frac{qN_A}{2\epsilon}x^2 + C_1x + C_2$
 境界条件 $V(0) = V_d + V$ より、 $C_2 = V_d + V$ (または境界条件 $V(0) = 0$ より、 $C_2 = 0$)
 境界条件 $V(W) = 0$ より、 $C_1 = -\left(\frac{qN_A W}{2\epsilon} + \frac{V_d + V}{W}\right)$
 (または境界条件 $V(W) = -(V_d + V)$ より、 $C_1 = -\left(\frac{qN_A W}{2\epsilon} + \frac{V_d + V}{W}\right)$)

$$V(x) = \frac{qN_A}{2\epsilon}x^2 - \left(\frac{qN_A W}{2\epsilon} + \frac{V_d + V}{W}\right)x + (V_d + V)$$

(または $V(x) = \frac{qN_A}{2\epsilon}x^2 - \left(\frac{qN_A W}{2\epsilon} + \frac{V_d + V}{W}\right)x$)

(4) 印加電圧 V のときの空乏層幅 W を導き出せ。

$$\left. \frac{dV(x)}{dx} \right|_{x=W} = 0 \quad \text{より} \quad \frac{qN_A}{\epsilon}W - \left(\frac{qN_A W}{2\epsilon} + \frac{V_d + V}{W}\right) = 0$$

$$W = \sqrt{\frac{2\epsilon(V_d + V)}{qN_A}}$$

(5) 印加電圧 V のときの接合容量 $C(V)$ を導き出せ。

$$C(V) = \frac{\epsilon}{W(V)} = \sqrt{\frac{\epsilon q N_A}{2(V_d + V)}}$$