

半導体工学

担当 松浦

試験日 2013年6月12日

年次 _____ 学生番号 EE _____

氏名 _____

問題A 6月5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7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

以下の問題で、電子の移動度を μ_e 、正孔の移動度を μ_h 、電子の拡散係数を D_e 、正孔の拡散係数を D_h 、電子の電荷を q 、ボルツマン定数を k 、絶対温度を T とする。

問題1 半導体中、右方向の電界 (\vec{E}) が存在する。

1 - 1 電子に働く力 (\vec{F}_e) を示せ。

$$\vec{F}_e = -q\vec{E}$$

1 - 2 電子のドリフト速度 (\vec{v}_{de}) を示せ。

$$\vec{v}_{de} = -\mu_e\vec{E}$$

1 - 3 正孔に働く力 (\vec{F}_h) を示せ。

$$\vec{F}_h = q\vec{E}$$

1 - 4 正孔のドリフト速度 (\vec{v}_{dh}) を示せ。

$$\vec{v}_{dh} = \mu_h\vec{E}$$

問題2 正孔によるドリフト電流 (\vec{I}_{dh}) について考える。ただし、半導体の断面積は S [m^2]、正孔密度は p [m^{-3}]、内部電界を \vec{E} [V/m] (大きさ E [V/m]) とする。

2 - 1 電流の定義を述べよ。

1秒間にある断面を通過する電荷の量

2 - 2 1秒間に、ある断面を通過する正孔が存在する体積を求めよ。

$$V = \mu_h |\vec{E}| S = \mu_h ES$$

2 - 3 その体積内に存在する正孔の数を求めよ。

$$N = p\mu_h ES$$

2 - 4 その体積内の電荷を求めよ。

$$Q = qp\mu_h ES$$

2 - 5 正孔によるドリフト電流を求めよ。

$$\vec{I}_{dh} = qp\mu_h \vec{E} S$$

問題3 次の問に答えよ。ただし、電子密度を n 、正孔密度を p とする。

3 - 1 電子の伝導率を示せ。

$$\sigma_e = qp\mu_e$$

3 - 2 正孔の伝導率を示せ。

$$\sigma_h = qp\mu_h$$

裏面に続く

問題4 右図に示すように、p側での電子（少数キャリア）の拡散について考える。 $n(x)$ は電子密度を示す。

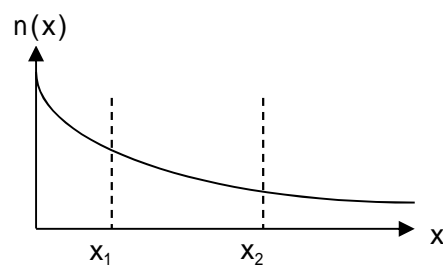
4 - 1 電子の移動する方向は、 x が正の方向か負の方向か？
正の方向

4 - 2 電流の流れる方向は、 x が正の方向か負の方向か？
負の方向

4 - 3 点 x_1 と点 x_2 での電子の拡散電流の絶対値は、どちらの方が大きいか？
点 x_1

4 - 4 $n(x)$ を用いて、電子の拡散電流密度 $J_e(x)$ を表せ。ただし、電流の値が正のとき、電流は x が正の方向に流れる。

$$J_e(x) = D_e \times (-q) \times \left(-\frac{dn(x)}{dx} \right) = qD_e \frac{dn(x)}{dx}$$



問題5 右図に示すように、n側での正孔（少数キャリア）のドリフトと拡散について考える。 $p(x)$ は正孔密度、 $E(x)$ は電界を示す。ただし、電流の値が正のとき、電流は x が正の方向に流れる。

5 - 1 正孔の拡散電流密度（ $J_{Dh}(x)$ ）を求めよ。

$$J_{Dh}(x) = D_h \times q \times \left(-\frac{dp(x)}{dx} \right) = -qD_h \frac{dp(x)}{dx}$$

5 - 2 正孔のドリフト電流密度（ $J_{dh}(x)$ ）を求めよ。

$$J_{dh}(x) = qp(x)\mu_h E(x)$$

5 - 3 正孔電流密度（ $J_h(x)$ ）を求めよ。

$$J_h(x) = J_{Dh}(x) + J_{dh}(x) = qp(x)\mu_h E(x) - qD_h \frac{dp(x)}{dx}$$

