

# 半導体工学

担当 松浦

試験日 2013年6月19日

年次 \_\_\_\_\_ 学生番号 EE \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

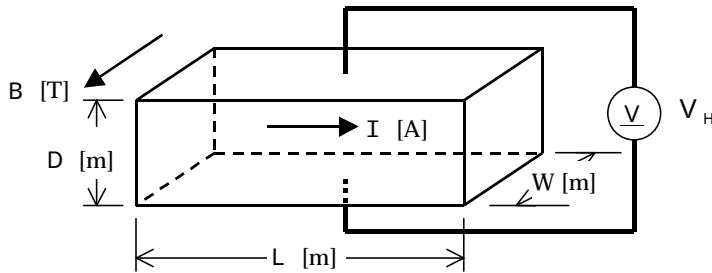
問題A 6月12日から今日までに、半導体工学の勉強を何時間しました。  
該当する記号に丸をつけなさい。

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14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 直方体のp型半導体（移動電荷は正孔）の左面から右面に電流  $I$  [A] を流す。下図に示すように、電流の方向および側面に対して垂直方向に磁束密度  $B$  [T] をかける。このとき上面と下面の間に発生する電圧（ホール電圧  $V_H$  [V]）を測定し、半導体中の正孔密度を見積もる。ただし、正孔は正電荷  $q$  [C] を持っている。向きは、上下、左右、手前・奥で答えよ。



1 - 1 正孔が速さ  $v$  [m/s] で移動している。このとき、正孔にはたらく力の大きさと向きを答えよ。

$$F_B = qvB \text{ [N]} \quad \text{下向き}$$

1 - 2 上記の力により正孔が一つの面に蓄積することで、電界  $E$  [V/m] が発生した。この電界により、正孔にはたらく力の大きさと向きを答えよ。

$$F_E = qE \text{ [N]} \quad \text{上向き}$$

1 - 3 定常状態（磁界による力と電界による力が釣り合ったとき）での、電界の大きさを求めよ。

$$F_E = F_B \quad \text{より} \quad qE = qvB \\ E = vB \text{ [V/m]}$$

1 - 4 ホール電圧を求めよ。

$$E = \frac{V_H}{D} \quad \text{より} \quad V_H = vBD \text{ [V]}$$

1 - 5 半導体中の正孔密度を  $p$  [ $1/m^3$ ] としたとき、電流の大きさを、正孔の速さを用いて表せ。

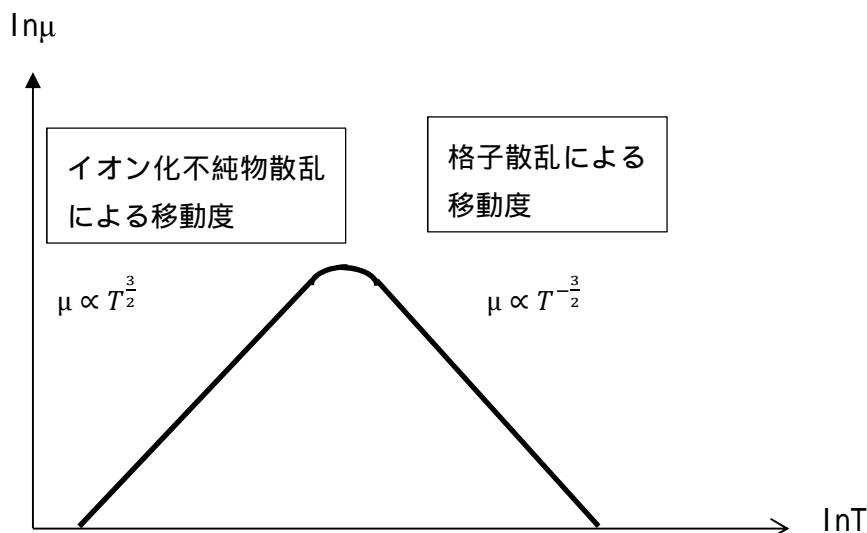
$$I = qp v D W \text{ [A]}$$

1 - 6 正孔密度を、 $B$ 、 $I$ 、 $V_H$  等を用いて表せ。

$$I = qp \frac{V_H}{D} D W \quad \text{より} \quad p = \frac{IB}{qWV_H} \text{ [m}^{-3}\text{]}$$

裏面に続く

問題2 移動度の温度依存性のグラフを示せ。さらに、それぞれの移動度に関する散乱機構と、移動度の温度依存性を示せ。



問題3 熱平衡状態での次の速度方程式 ( $\frac{dp(t)}{dt}$ ) を導き出せ。

3 - 1 正孔の生成に関する速度方程式

熱平衡状態では、価電子帯の電子が伝導体に励起する割合は一定出るから、これを  $G$  と置くと、

$$\frac{dp(t)}{dt} = G$$

3 - 2 正孔の消滅に関する速度方程式

正孔の減少は電子との再結合であるから、正孔の減少割合は正孔密度と電子密度との積に比例する。したがって、

$$\frac{dp(t)}{dt} = -rp(t)n(t)$$

3 - 3 正孔の生成と消滅に関する速度方程式

正孔の生成と消滅は平行して同時に起こるから

$$\frac{dp(t)}{dt} = G - rp(t)n(t)$$

問題4 過剰正孔の消滅に関する速度方程式 ( $\frac{dp(t)}{dt}$ ) を導き出せ。

正孔密度は  $p(T) = p_0 + \Delta p(t)$  である。

過剰正孔密度の減少割合は  $\Delta p(t)$  に比例するから、比例係数を  $\tau$  (寿命) と置くと、

$$\frac{d\Delta p(t)}{dt} = -\frac{\Delta p(t)}{\tau}$$

となり、最終的に

$$\frac{dp(t)}{dt} = -\frac{p(t) - p_0}{\tau}$$

となる。

復習・宿題・小テストはホームページ (<http://www.osakac.ac.jp/labs/matsuura>) に掲載していますので、見てください。