

試験日	1月15日3限	科目	半導体工学	クラス		担当者	松浦秀治	年次		学生番号		氏名	
参照・持込等許可条件	一切不可とする								問題回収	しない	解答用紙の別紙使用枚数	1枚	

**問題1** 運動量空間 ( $E-k$  関係) を用いて、下記に示す2つの電子のバンド間遷移について具体的に説明せよ。違いをはっきりと書くこと。

- 1-1 直接遷移
- 1-2 間接遷移

**問題2** フェルミ-ディラック分布関数の式を示し、その関数が意味するところを述べよ。

**問題3** n形半導体について、以下の問いに答えよ。

- 3-1 エネルギーバンド図を描け。必ず、価電子帯 ( $E_V$ )、フェルミ準位 ( $E_F$ )、伝導帯 ( $E_C$ ) を示すこと。
- 3-2 電子密度 ( $n$ ) を、伝導帯の有効状態密度 ( $N_C$ ) を用いた式で表せ。
- 3-3 シリコン半導体をn形にする元素を挙げ、その理由を述べよ。

**問題4** p形半導体の多数キャリア密度の温度依存性のグラフ ( $p(T)-1/T$ ) を描け。また、それぞれの温度領域の名前をグラフ中に示し、それに対応するエネルギーバンド図を、電子、正孔、アクセプタ等の状態を含めて描け。

**問題5** p形半導体 (仕事関数  $\phi_s$ 、電子親和力  $\chi_s$ ) と金属 (仕事関数  $\phi_m$ ) とを接触する。ただし、 $\phi_m < \phi_s$  とする。

- 5-1 接触前の半導体と金属のエネルギーバンド図を示せ。
- 5-2 接触後のエネルギーバンド図を示せ。
- 5-3 この接触の電流-電圧特性を説明せよ。

**問題6** n形半導体のショットキーダイオードの金属側に電圧  $V$  を印加した時の接合容量を考える。ただし、半導体のドナー密度を  $N_D$ 、比誘電率を  $\epsilon_s$ 、拡散電位を  $V_d$  とし、金属側に正電圧を印加した時、 $V > 0$  とする。

- 6-1 空乏層中の電位および電界を求めるために必要な方程式を示せ。
- 6-2 印加電圧  $V$  のときの空乏層幅を導き出せ。
- 6-3 印加電圧  $V$  のときの接合容量を導き出せ。
- 6-4 実験で接合容量-電圧 (C-V) 特性を測定した。この測定結果 ( $C, V$ ) を用いて、ドナー密度と拡散電位をグラフから求める方法を述べよ。

**問題7** pn接合ダイオードについて考える。エネルギーバンド図には、必ず価電子帯 ( $E_V$ )、フェルミ準位 ( $E_F$ )、伝導帯 ( $E_C$ ) を示すこと。

- 7-1 印加電圧0Vのときのエネルギーバンド図を描け。
- 7-2 p側に正電圧を印加したときのエネルギーバンド図を描け。
- 7-3 p側に負電圧を印加したときのエネルギーバンド図を描け。
- 7-4 順方向電流が流れるのは、p側に正負どちらの電圧を印加したときか。理由とともに答えよ。

解答は、別紙(指定用紙)に