

試験日	1月24日2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	A. 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つの場合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** p型半導体について、以下の問いに答えよ。

- 3 - 1 エネルギーバンド図を描け。価電子帯 ( $E_V$ )、フェルミ準位 ( $E_F$ )、伝導帯 ( $E_C$ ) の位置を必ず示すこと。
- 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 正孔密度 ( $p$ ) を、価電子帯の有効状態密度 ( $N_V$ ) を用いた式で表せ。

**問題4** III族(13族)のGaとV族(15族)のSbからなるGaSb半導体に、IV族(14族)のSiを添加した。このとき、なりうる伝導型をすべて列挙し、その理由を述べよ。

**問題5** n型半導体の多数キャリア密度の温度依存性のグラフ ( $n(T)-1/T$ ) 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、ドナー等の状態を含めて描け。

**問題6** p型半導体 (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。

- 6 - 1 接触前の半導体と金属のエネルギーバンド図を示せ。
- 6 - 2 接触後のエネルギーバンド図を示せ。
- 6 - 3 この接触の電流 - 電圧特性を説明せよ。

**問題7** n型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を  $V > 0$  とする。

- 7 - 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および境界条件を示せ。
- 7 - 2 印加電圧  $V$  のときの空乏層幅を導き出せ。
- 7 - 3 印加電圧  $V$  のときの接合容量を導き出せ。
- 7 - 4 実験で接合容量 - 電圧 (C-V) 特性を測定した。この測定データ ( $V$ 、 $C$ ) 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について述べよ。

**問題8** 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。

- 8 - 1 印加電圧 0V のときのエネルギーバンド図を描け。
- 8 - 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。
- 8 - 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。
- 8 - 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