

固体電子論 平成28年度中間試験

学 籍 番 号		氏	
		名	

筆記用具、時計、以外のものは机上においてはいけない。

この問題用紙を無断でWEB等の媒体により不特定多数に公開する行為を禁止する。

基礎物理定数は以下の値を用いること。

電子の静止質量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg, 素電荷 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C,

真空の誘電率 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ C²N⁻¹m⁻² (F/m), ボルツマン定数 $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K

1 ホール（正孔）とは何か？ 説明せよ。

2 不純物としてアクセプター原子が密度 N_A で添加されている半導体を考える。アクセプター原子近傍のホールは熱的にすべて価電子帯に励起されているとすると、系の電荷中性条件を示せ。なお、電子密度は n 、ホール密度は p とする。また、その条件をもとにホール密度 p を N_A と真性キャリア密度 n_i を用いて表せ。

3 GaSb 結晶は、Ga と Sb の FCC 格子を組み合わせた構造を持ち、基本単位格子中に1個の Ga 原子と1個の Sb 原子を含んでいる。

(1) この結晶はダイヤモンド構造とよく似た構造を持っている。結晶構造名を答えよ。

(2) GaSb 結晶の原子密度 (m⁻³) を求めよ。ただし、格子定数は 0.6 nm とせよ。

(3) GaSb 結晶中の最近接原子間距離と隣り合う2つの結合のなす角度（結合角）を求めよ。
(三角関数（逆三角関数）のまま答えれば良い)

- (4) GaSb へのドーパント不純物としてⅡ族元素である亜鉛 (Zn) がよく用いられる。Zn 原子は GaSb 結晶中で Ga 原子位置を置換して Sb 原子と共有結合を形成する。Zn ドープした GaSb 結晶の伝導型 (n 型 or p 型 or 真性) を答えよ。また、Zn 不純物濃度を $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ としたときに、室温における伝導電子濃度と正孔濃度を求めよ。ただし、真性キャリア濃度は $1.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ とする。

4 不純物ドープ半導体のキャリア濃度は温度によって変化し、そのグラフにはいくつかの特徴的な領域が現れる。キャリア濃度の温度依存性の概略図を領域名とともに示せ。また、各領域におけるキャリアの振る舞いを定性的に説明せよ。

(キーワード：真性キャリア、多数・少数キャリア、熱励起、不純物準位、価電子帯、伝導帯、不純物濃度、、、)

5 授業後半に入るにあたって「質問」「感想」「意気込み」「反省」などがあれば記せ。