

固体電子論 平成30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。

1 Si 結晶は、2つの FCC 格子を組み合わせた構造を持ち、基本単位格子中に2個の Si 原子を含んでいる。

- (1) この結晶は何構造と呼ばれる構造か？
- (2) Si「原子」の電子配置を記せ。(例：Li 原子： $(1s)^2 (2s)^1$)
- (3) Si 結晶の基本単位格子中に含まれる価電子数はいくつか？
- (4) Si(111)面では原子がどのように並んでいるか描け。
- (5) Si 結晶中の隣り合う2つの結合のなす角度（結合角）を求めよ（逆三角関数を使って表せ）。
- (6) As あるいは B を添加した Si 結晶の伝導型はそれぞれどうなるか？（n 型 or p 型 or 真性？）
- (7) 価電子帯端エネルギー (E_v)、伝導帯端エネルギー (E_c) に対する E_F のエネルギー位置を、真性半導体、n 型半導体、p 型半導体について模式的に描け。

4 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。

- 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 電子は Fermi 粒子であり、その分布関数は熱平衡状態において、絶対温度 T とエネルギー E を用いて

$$f(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - E_F}{k_B T}\right) + 1}$$

と表される (Fermi-Dirac 分布)。

- (1) E_F は、何と呼ばれるものか？

- (2) $f(E)$ の概形を、 $T = 0$, $T = \text{低温}$, $T = \text{高温}$ について描け (同一グラフ中に示せ)。

- (3) 電子の分布関数 $f(E)$ に対して、正孔 (ホール) の分布関数はどのように表されるか？

- (4) $E - E_F \gg k_B T$ の状態に対しては、 $f(E)$ は以下のように近似できる。

$$f(E) \cong \exp\left(-\frac{E - E_F}{k_B T}\right)$$

- (4-1) これは何と呼ばれる分布関数か？

- (4-2) $|E - E_F| = 2k_B T$, $3k_B T$, $4k_B T$ のとき、Fermi-Dirac 分布関数を上式で近似したときに生じる誤差はそれぞれいくらか答えよ。