

以下の各問いに対して、講義の内容を踏まえて答えよ。(レポートの内容を重視し、出席状況(半分以上の出席)を加味して評価を行う。)

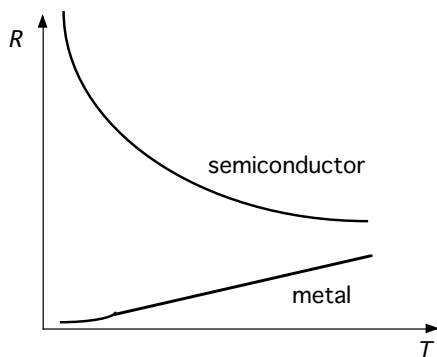
締め切り：2012年8月10日(金)17時 提出場所：藤代教員室(7-202室)

1. 次の問いに答えよ。

- 1) 教科書 p38 の図 1.43 に示される 2 本の回折ピークから、Si の格子係数をそれぞれ求めよ。
- 2) ダイヤモンド型 Si 結晶 (格子定数 a) の単位格子中の Si 原子の数はいくらか? また、Si 結晶の原子密度(個/cm³)および、質量密度(g/cm³)を求めよ。
- 3) Si 多結晶粉末の X 線回折で現れると予想される回折ピークを、入射角の小さい方から 6 つ書け (回折が生じる面指数、回折角 2θ 、その時の面間隔 d)。ただし使用する X 線源は $\text{CuK}\alpha 1$ 線($\lambda=0.15406 \text{ nm}$)を用いるものとする。

2. 演習問題 3 (3.1, から 3.4)に答えよ。

3. 孤立した水素原子のエネルギー準位を示す式 (4.1) を導出せよ。また、 $n=1, 2, 3, 4, 5, 6, \infty$ の各場合についてエネルギー準位を計算せよ。
4. 金属と半導体の電気抵抗 (率) の温度依存性は下図のように表現できる。 $j=env$ の式から温度依存性の起源について説明せよ。



5. P73 の(4.4)式を(4.2), (4.3)式を用いて導出せよ。

6. P85 の(4.48)式を(4.43), (4.47)式を用いて導出せよ。

7. 1次元のシュレーディンガーの波動方程式を用いて、深いポテンシャル井戸に閉じこめられた電子の波動関数と電子のエネルギーが(4.34)式となることを導出せよ。

8. 次の問いに答えよ。

- 1) 100 g の Si に 1.000×10^{-6} g の Al をドーピングして 1 mm 角で長さ 100 mm の棒状試料を何本か作った。ドーピングした Al は一様に分布しているとして、その 1 本の棒状試料の電気抵抗 R 、電気抵抗率 ρ を求めよ。ただし、正孔はすべてイオン化しているものと考え、Si の密度は 2.42 g/cm^3 、Al の原子量は 27、正孔の移動度は $\mu_h = 400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であるとする。(答え: $R = 2.89 \times 10^4 \Omega$, $\rho = 28.9 \Omega\text{cm}$)
- 2) 前問の Si の棒状試料から長さ 3 cm の試料を切り出し、両端に 12 V の電圧を加えた。このとき試料中の正孔の移動速度 v と、正孔が試料の端から端まで動くのに要する時間 τ を求めよ。(答え: $v = 1600 \text{ cm/s}$, $\tau = 1.875 \text{ ms}$)
- 3) $T = 300 \text{ K}$ において、非常に純度の高い Ge 単結晶の導電率は 0.023 S/cm であった。キャリア密度を求めよ。ただし、電子移動度 $\mu_n = 3500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、正孔移動度 $\mu_p = 1700 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ とする。(答え: $2.76 \times 10^{13} \text{ 個/cm}^3$)

9. アインシュタインの関係式(7.12)を導出し、物理的意味を述べよ。

藤代研究室の HP からレポート課題をダウンロードできます。

<http://ikebehp.mat.iwate-u.ac.jp/report.html>