

# 固体電子論 平成27年度期末試験

|      |  |    |  |
|------|--|----|--|
| 学籍番号 |  | 氏名 |  |
|------|--|----|--|

筆記用具、時計、プリント（1枚）以外のものは机上においてはけない。  
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。  
数値計算問題で最後に平方根が残る場合にはそのままでもよい。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  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$  C<sup>2</sup>N<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup> (F/m), ボルツマン定数  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$  J/K

1 半導体中の電荷の移動にはドリフト電流、拡散電流と呼ばれる二つの異なった機構が存在する。  
(1) この二つの伝導機構について論ぜよ。

(2) 長さ 1mm の n 型 GaAs ( $N_d = 2.0 \times 10^{15}$  cm<sup>-3</sup>) の GaAs の両端に 10 V の電位差を与えた。  
室温 (300K) における電子のドリフト速度を求めよ

2 n 型 Ge (不純物濃度  $1 \times 10^{16}$  cm<sup>-3</sup>) の室温 (300K) における諸物性について以下の問いに答えよ。

(1) 電子の移動度をグラフから読み取れ (有効数字は 1 桁でよい)。

(2) 電子の拡散係数を求めよ。

(3) 電子の再結合寿命を  $10 \mu s$  としたときの拡散距離を求めよ。

5 この授業で何を勉強し、何をどの程度身につけたか? この授業で身につけたことを今後の勉強にどのように生かしたいと思っているかを述べよ。  
また、上記を踏まえて、この授業全体の感想があれば記してください。

3 (1) p 型半導体と n 型半導体を接合させる。十分な時間が経過した後 (熱平衡状態) の界面近傍のエネルギー帯図の概略を示せ。価電子帯端 ( $E_v$ )、伝導帯端 ( $E_c$ )、フェルミ準位 ( $E_f$ )、真性フェルミ準位 ( $E_i$ ) を図中に記すこと。拡散電位、空乏層など、pn 接合で現れる特徴的な物理量も書き入れよ。

(2) pn 接合ダイオードの典型的な電流電圧特性の概略図を描け。なお、不純物濃度が高くなるにつれ順方向電流の立ち上がり電圧は大きくなる。何故か?

4 不純物ドーパ半導体のキャリア密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。キャリア密度の温度依存性を図示し、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。  
図示の際には、グラフの傾きに特に注意せよ (キャリア密度が何に比例するか明記せよ)。  
(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、禁制帯、不純物濃度、...)