

固体電子論 平成28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 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ C²N⁻¹m⁻² (F/m), ボルツマン定数 $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K

1 III-V 族化合物半導体である GaAs に IV 族（14 族）元素である Sn をドーピングした。その伝導型は

- ① 真性半導体となる
- ② n 型となる
- ③ p 型となる
- ④ Sn 原子の置換位置によって n 型にも p 型にもなる

のいずれか？ 右枠内に番号で答えよ。

2 p 型半導体の表面に光照射により少数キャリアである電子を注入する。電子の再結合寿命を $\tau_n = 10^{-6}$ s、

電子の移動度を $\mu_n = 1.0 \times 10^{-2}$ m²/Vs (T=300 K) として、電子の拡散長 ℓ_n を計算せよ。

3 Si 中の誘電緩和時間が極めて短い（例えば ps 程度のオーダー）ことを、典型的なパラメータを用いて示せ（計算せよ）。なお、Si の比誘電率は 12 とせよ。

4 長さ 1mm の n 型 GaAs ($N_d = 2.0 \times 10^{15}$ cm⁻³) の GaAs の両端に 10 V の電位差を与えた。電子のドリフト速度を求めよ

7 この授業で何を勉強し、何をどの程度身につけたか？「秀・優・良・可・不可」の評語（自己評価）とともに述べよ。また、この授業全体の感想があれば記してください。

5

以下の括弧【 】内（空欄）に適当な文字を入れよ。（or）とあるところは括弧内から適当なものを選べ。

また、問に答えよ。

p型半導体とn型半導体を理想的な状態で接合させる（pn接合）。接合させた瞬間には、界面においてキャリア濃度が不連続であるため、n型領域で【①】キャリアである電子がn型領域からp型領域に、p型領域で【①】キャリアである正孔がp型領域からn型領域に向かって【②】する。しかし全体の濃度が一定になるまでは【②】しない。例えばp型領域では、もともと中性だったところから正孔が流れ出て【③（正 or 負）】に帯電してしまうため、この帯電を元（中性）に戻そうとする力が働く。すなわち、キャリアを押し戻そうとする方向に【④】が生じて、それによる力が働く。結果として【②】によってn型領域からp型領域に移動する電子の流れと、【④】によって生じるp型領域からn型領域への電子の流れが等しくなり、【⑤】状態に達する。n型領域でもこれと同じことが起こる。

問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。

問2：pn接合ダイオードの典型的な電流電圧特性の概要図を描け。なお、逆方向飽和電流は逆方向電圧を大きくしてもある閾値電圧までは一定である。その理由も述べよ。

6

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) (a) この結晶は何構造と呼ばれる構造か？

(b) 二つのFCC格子を構成する元素がそれぞれ異なる場合には何構造と呼ばれるか？

(2) Si(110)面、Si(111)面をそれぞれ下図中に示せ。（ a は格子定数）

