

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------|----|-------------|-----|--|-----|-------|----|--|------|--|----|--|
| 試験日 | 1月29日 2限 | 科目 | (再)半導体工学・演習 | クラス | | 担当者 | 松浦 秀治 | 年次 | | 学生番号 | | 氏名 | |
|-----|----------|----|-------------|-----|--|-----|-------|----|--|------|--|----|--|

教務課控

年次, 学生番号, 氏名は2箇所記入すること。

平成25年度 後期 試験問題

(1 枚目・ 1 枚中)

大阪電気通信大学

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------|----|-------------|-----|--|-----|-------|----|--|------|--|----|--|
| 試験日 | 1月29日 2限 | 科目 | (再)半導体工学・演習 | クラス | | 担当者 | 松浦 秀治 | 年次 | | 学生番号 | | 氏名 | |
|-----|----------|----|-------------|-----|--|-----|-------|----|--|------|--|----|--|

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|--|--|--|--|--|--|--|------|--------|-------------|-----|
| 参照・持込等許可条件 | A. 一切不可 | | | | | | | | 問題回収 | する・しない | 解答用紙の別紙使用枚数 | 1 枚 |
|------------|---------|--|--|--|--|--|--|--|------|--------|-------------|-----|

解答における注意事項

導き出せと書かれている問題では、必ず答えを導き出す過程を詳しく書くこと。

答えだけの場合、正解でも零点とする。

ただし、答えが間違っている場合、導出過程が正しいところまでの点数を加算する。

以下では、価電子帯上端を E_V 、フェルミ準位を E_F 、伝導帯下端を E_C で表すこと。また、 q は電子の電荷の絶対値、 k はボルツマン定数、 T は絶対温度、 n_i は真性キャリア密度、 ϵ_0 は真空中の誘電率である。

問題1 Si半導体について考える。

1 - 1 どのような元素を入れると p 型半導体になるかを答えよ。

1 - 2 その理由を詳細に述べよ。

問題2 p型半導体について、以下の問いに答えよ。

2 - 1 エネルギーバンド図を描け。 E_V 、 E_F 、 E_C の位置を正確に示すこと。

2 - 2 エネルギー E でのフェルミ・ディラック分布関数を表せ。

2 - 3 電子密度 (n) を、伝導帯の有効状態密度 (N_C) を用いた式で表せ。

2 - 4 正孔密度 (p) を、価電子帯の有効状態密度 (N_V) を用いた式で表せ。

問題3 n型半導体の電子密度の温度依存性のグラフ ($n(T) - 1/T$) を描け。また、それぞれの温度領域の名前をグラフ中に示し、それに対応するエネルギーバンド図を、電子と正孔、およびドナーの電荷の状態を含めて描け。

問題4 p型半導体のアクセプタ密度を N_A 、アクセプタ準位を E_A とする。

4 - 1 アクセプタ準位での電子の占有確率を数式で表せ。

4 - 2 中性アクセプタ密度を数式で表せ。

4 - 3 負にイオン化したアクセプタ密度を数式で表せ。

問題5 n型半導体 (仕事関数 ϕ_s 、電子親和力 χ_s) と金属 (仕事関数 ϕ_m) とを接触させる。ただし、 $\phi_m > \phi_s$ とする。

5 - 1 接触前の半導体と金属のエネルギーバンド図を示せ。ただし、 ϕ_s 、 χ_s 、 ϕ_m を図中に示すこと。

5 - 2 接触後のエネルギーバンド図を示せ。

5 - 3 金属側に負の電圧を印加した場合のエネルギーバンド図を示せ。

5 - 4 この接触の電流 - 電圧特性を説明せよ。

問題6 n型半導体のショットキー障壁ダイオードの金属側に電圧 V を印加した時の接合容量を考える。ただし、半導体のドナー密度を N_D 、比誘電率を ϵ_s 、拡散電位を V_d とし、金属側に正電圧を印加した時を $V > 0$ とする。

6 - 1 $V < 0$ の時のエネルギーバンド図を描け。

6 - 2 空乏層中の電位 $V(x)$ および電界 $E(x)$ を求めるために必要な方程式および境界条件をすべて示せ。

6 - 3 印加電圧 V のときの空乏層幅を導き出せ。

6 - 4 印加電圧 V のときの接合容量を導き出せ。

問題7 pn 接合のエネルギーバンド図を考える。ただし、図中には、必ず E_V 、 E_C 、 E_F を示すこと。

7 - 1 印加電圧が $0V$ のときの pn 接合のエネルギーバンド図を描け。

7 - 2 n 側に正電圧を印加したときの pn 接合のエネルギーバンド図を描け。

解答は、解答用紙 1 枚(表、裏)に収まるように書くこと。