

平成26年度 大阪大学基礎工学部編入学試験  
 [ エレクトロニクスコース専門科目 ] 試験問題

受験番号	志望学科・コース
	学科
	コース

[ エレ専門 - 1 ]

問題 1

2 端子対回路網の映像パラメータを用いてフィルタの解析を行う。映像パラメータは2個の映像インピーダンスと映像伝達定数の3つのパラメータからなる。映像インピーダンスは図1のように与えられた2端子対回路網に対して、端子対 22' にインピーダンス  $Z_{i2}$  を接続したとき、端子対 11' から見たインピーダンスが  $Z_{i1}$  であり、端子対 11' にインピーダンス  $Z_{i1}$  を接続したとき、端子対 22' から見たインピーダンスが  $Z_{i2}$  を満たす  $Z_{i1}$ ,  $Z_{i2}$  である。また、映像伝達定数  $\theta$  は端子対 22' にインピーダンス  $Z_{i2}$  を接続したとき、

$$e^{\theta} = \sqrt{\frac{V_1 I_1}{V_2 I_2}}$$

で定められる値である。虚数単位は  $j$ 、角周波数は  $\omega$  で正弦波定常状態とし、以下の設問に答えよ。

- (1)  $Z_{i1}$  および  $Z_{i2}$  を、図2のように与えられる2端子対回路網の4端子定数  $A, B, C, D$  で表せ。
- (2) フィルタを図3で与えられる対称 T 形回路で構築した。この回路の  $\cosh \theta$  を求めよ。  $\cosh \theta = \sqrt{AD}$ ,  $\sinh \theta = \sqrt{BC}$  であることを用いてもよい。
- (3)  $\theta = \alpha + j\beta$  ( $\alpha$  は映像減衰定数,  $\beta$  は映像位相定数,  $\alpha, \beta$  は実数) とおくと,  $\alpha = 0$  および  $\alpha > 0$  のとき, 11' に入力した電力の大きさ  $|I_1 V_1|$  と 22' に出力される電力の大きさ  $|I_2 V_2|$  の間に成り立つ大小関係をそれぞれ表せ。
- (4) 図3の回路において  $\alpha = 0$  となるために必要な  $Z_1, Z_2$  が満たすべき条件を求めよ。なお,  $Z_1$  および  $Z_2$  は純虚数とする。  $\cosh(\alpha + j\beta) = \cosh \alpha \cos \beta + j \sinh \alpha \sin \beta$  を用いてもよい。
- (5) 図3の回路において  $Z_1$  を 2 mH のインダクタ,  $Z_2$  を 2 nF のキャパシタとしたとき, しゃ断周波数  $\omega$  (ヒント:  $\alpha = 0$  と  $\alpha \neq 0$  の境界に等しい) および  $\alpha \neq 0$  となるときの  $\cosh \alpha$  の値を求めよ。さらに問(3)の結果も利用し, この回路が低域通過フィルタ, 高域通過フィルタ, 帯域消去フィルタ, 帯域通過フィルタのいずれかを記せ。

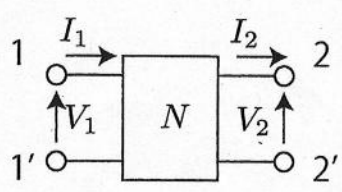


図 1

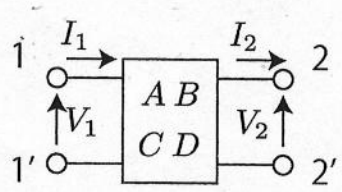


図 2

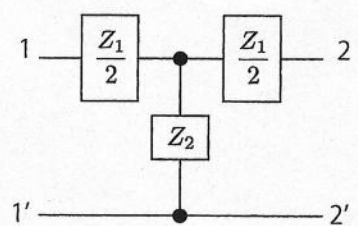


図 3

16

平成 26 年度 大阪大学基礎工学部編入学試験  
[ エレクトロニクスコース専門科目 ] 試験問題

受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[ エレ専門 - 2 ]

問題 2

熱平衡において、伝導帯中電子密度  $n(x)$  が、位置  $x$  ( $\geq 0$ ) の関数として、

$$n(x) = N_c \exp\left(-\frac{\varepsilon_c(x) - \varepsilon_F}{k_B T}\right) \quad (\text{A})$$

と表現される半導体試料を不純物ドーピング制御により作製した。ここで、 $N_c$  は伝導帯有効状態密度、 $\varepsilon_c(x)$  は伝導帯底エネルギー、 $\varepsilon_F$  はフェルミ準位、 $k_B$  はボルツマン定数で、 $T$  は絶対温度である。以下の設問に答えよ。

- (1) 半導体試料中位置  $x$  ( $\geq 0$ ) での静電ポテンシャル  $\phi(x)$  と、 $\varepsilon_c(x)$  とは、位置  $x=0$  での静電ポテンシャルを  $\phi(x)=0$  と設定し、素電荷を  $q$  としたとき、

$$-q\phi(x) = \varepsilon_c(x) - \varepsilon_c(0) \geq 0 \quad (\text{B})$$

と関係付けられることを知って、この半導体試料のバンド図と  $-q\phi(x)$  の概要を図示せよ。ただし、禁止帯幅や電子親和力は位置  $x$  によらないとする。

- (2) 半導体試料中位置  $x$  ( $\geq 0$ ) での電子の電界ドリフトによる電流密度  $J_1(x)$  を、式 (A) の伝導帯中電子密度  $n(x)$ 、静電ポテンシャル  $\phi(x)$ 、素電荷  $q$  と電子移動度  $\mu_n$  を用いて表せ。
- (3) 半導体試料中位置  $x$  ( $\geq 0$ ) での電子の拡散による電流密度  $J_2(x)$  を、伝導帯中電子密度  $n(x)$ 、静電ポテンシャル  $\phi(x)$ 、素電荷  $q$ 、ボルツマン定数  $k_B$ 、絶対温度  $T$  と電子拡散係数  $D_n$  を用いて表せ。なお、解答にあたっては、式 (B) を利用するとよい。
- (4) 熱平衡を想定しているため、半導体試料中のどの位置  $x$  においても、全電子電流は 0 でなければならない。このことを踏まえて、移動度  $\mu_n$  と拡散係数  $D_n$  の関係を示せ。また、これを用いて熱エネルギー  $k_B T = 0.025$  (eV) における  $\mu_n / D_n$  比を、単位を付して求めよ。

21

平成26年度 大阪大学基礎工学部編入学試験  
[電子システム学コース専門科目] 試験問題の注意事項

問題1 から問題3の中から2つの問題を選択して、解答すること。



受験番号	志望学科・コース
	学科
	コース

問題 1

以下の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) C 言語で書かれた下記のプログラム 1 は、ある整列アルゴリズム X の関数 `sort` である。この関数は、整列する配列 `a` とその要素数 `n` を引数として受け取る。関数 `partition` は、適当な要素 `a[v]` より小さい要素を `a[L]` から `a[v-1]` に集め、`a[v]` より大きい要素を `a[v+1]` から `a[R]` に集め、`v` の値を返す。以下の小問 (a) ~ (e) に答えよ。
- (a) 整列アルゴリズム X の名称を答えよ。
  - (b) 関数 `partition` 内の要素 `a[v]` はなんと呼ばれるか答えよ。
  - (c) 空欄 `ア` と `イ` を C 言語のコードで埋めよ。
  - (d) 整列アルゴリズム X は安定な整列かどうか答えよ。なお、整列の安定性とは、整列後に、同じキーをもつデータ間で整列前の位置関係が保たれていることをいう。
  - (e) 整列アルゴリズム X とマージソートとを比較した次の文章 1 の空欄カ〜ケを、入力データの要素数を `n` としたときのオーダー表記を用いて埋めよ。

```
void sort_1(int a[], int L, int R){
    int v;
    if (L >= R) return;
    v = partition(a, L, R);
    ア;
    イ;
}
void sort(int a[], int n){
    sort_1(a, 0, n - 1);
}
```

プログラム 1

整列アルゴリズム X、もしくは、マージソートを配列の整列に利用することを考える。まず、時間計算量はいずれも [ カ ] である。しかしながら、整列アルゴリズム X は、最悪計算量が [ キ ] であるという欠点がある。次に、領域計算量を比較すると、整列アルゴリズム X では必要となる作業領域の大きさが [ ク ] であるのに対して、マージソートでは [ ケ ] である。

文章 1

- (2) 1500 円の入場券を販売する自動販売機がある。図 1 にその制御装置を示している。利用者は、500 円硬貨または 1000 円札を 1 クロック毎に一度だけ投入できるとし、金額が 1500 円以上になったところで入場券とおつり (必要ならば) を出すものとする。以下の小問 (a) ~ (c) に答えよ。
- (a) 回路 K の真理値表を示せ。
  - (b) 小問 (a) の真理値表をもとにカルノー図を描き、W, X, Y, Z それぞれについて簡化した論理式 (最小積和形表現あるいは最簡積和表現) を示せ。
  - (c) AND, OR, NOT の 3 種類の論理回路記号を用いて、回路 K の回路図を示せ。

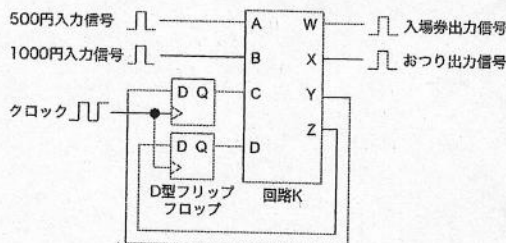


図 1

- (3) P, Q, R, S, T が、それぞれ  $1/4$ ,  $5/8$ ,  $1/16$ ,  $1/32$ ,  $1/32$  の確率で生起する情報源がある。以下の小問 (a) ~ (c) に答えよ。ただし、 $\log_2 5$  は 2.3 とせよ。
- (a) この情報源のエントロピーを求めよ。ただし、エントロピーの単位はビットとする。
  - (b) ハフマン符号化を行い、符号と情報との対応を示せ。
  - (c) (b) で求めた符号の平均符号長を示せ。