

九州大学大学院システム情報科学研究科  
電気電子システム工学専攻  
電子デバイス工学専攻

平成11年度入学試験問題  
【平成10年9月1日（火），2日（水）】

試験科目

英語，数学，電気回路，※A：電磁気学，※B：計算機工学，  
（※のうちA，Bのいずれか1科目を選択）

電気電子システム工学

（電子回路，制御工学，電力工学，エネルギー変換工学  
のいずれか1科目を選択）

電子工学

（電子回路，制御工学，電子デバイス工学のいずれか  
1科目を選択）

## [1] 次の英文を和訳しなさい。(25点)

The topic of a paragraph is its main idea or theme, i.e., what the paragraph is about. As with a larger piece of writing, readers of a paragraph want to know right away what the topic is. They also like to have some idea of how this topic will be developed. In other words, readers will use whatever cues they can to quickly generate expectations about the paragraph as a whole. This strategy serves two purposes: (1) it allows readers to guess what is coming and thus digest it more easily and (2) it allows them to avoid reading the paragraph altogether if the subject matter holds no interest for them. You can help your readers, therefore, by providing a good topic statement right at the beginning of the paragraph. It does not have to be confined to a single sentence: often a topic statement is extended over the first two sentences of a paragraph.

志 望 専攻名		受 験 番 号		氏 名	
------------	--	------------	--	-----	--

[2]次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。(25点)

Engineering and medicine are both problem-solving disciplines in which the practitioners are extensively trained in the tools of their profession, but they differ with respect to the problems they typically address. A productive synergy might be expected when members of the two professions are brought together over a problem; however, <sup>(a)</sup>the relationship can be challenging for a variety of reasons, including training, nomenclature, and culture.

Educational experiences in the two fields emphasize significantly different methods of learning and thinking. Engineering education stresses application of "first principles" to "synthesize" or "<sup>(b)</sup>" solutions to complex, typically well-defined problems. Physicians, in contrast, are taught to remember vast and imperfect data sets and then to perform pattern recognition so as to distinguish between an impressive array of incompletely defined maladies---all to select one therapy from a limited <sup>(c)</sup>pool.

(出典: J. M. Smith, "Engineers and doctors: can we talk?")

(注) synergy: 融合すること、nomenclature: 術語、malady: 疾患、therapy: 療法

(1)下線部(a)について、, including...以下の部分を関係代名詞(relative pronoun)を用いた関係詞節(relative clause)に変換せよ。回答欄には下線部(a)全体を書き直せ。(5点)

(2)空欄(b)に入れるのに最も適した単語を次の中から選択し、丸で囲め。(5点)

reduce, induce, deduce, introduce

(3)下線部(c)とほぼ同じ意味で用いられている語句を文章中から選択せよ。(5点)

(4)工学及び医学における教育の特徴を具体的に説明せよ。(10点)

志 望 専攻名		受 験 番 号		氏 名	
------------	--	------------	--	-----	--

[3] 次の文章を読んで以下の問いに答えよ。(25点)

Is it faster, smarter, or cheaper? These are always the questions asked in the global search for break-through technologies. But safer for the environment? That question is a late arrival.

Take the assembly of electronic components to printed-circuit boards. From the beginning, tin-lead solder has interconnected the two, and an alternative to that toxic combination has proved difficult to implement, despite years of effort. But in 1997 Nortel(formerly Northern Telecom), Toronto, produced the first desktop telephone manufactured without lead solder. The trademarked Meridian telephone instead uses a commercially available tin-copper alloy that could be the beginning of a new — and environmentally safer — standard for circuit board manufacture.

The pressure to reduce the industrial use of lead is growing, particularly in Europe. Lead is a well-known hazard to human health. Even small quantities can damage the brain, nervous system, liver, and kidneys when ingested. When disposed of in landfills, it can leach into soils and pollute ground water. Concerns like these have spurred the removal of lead in some countries from such common consumer goods as gasoline and plumbing and paint products, and the strict management of lead-acid batteries to prevent their entry into the solid waste stream.

The global electronics industry consumes about 20 000 tons of lead in solder each year — less than 5 percent of world's total annual lead production. No country has yet banned lead solder, but the pressure to remove or minimize this use of lead is steadily building. Some European countries, in fact, have proposed a ban on landfill disposal of electronic products containing leaded printed-circuit boards, as well as on the sale of products containing the metal. The recent European Union proposals for recycling end-of-life electronic equipment and vehicles have gone one step further. They call for a phase-out in the use of the toxic substance in the design of new products.

plumbing 水道管敷設

(1) 第2段落(Take the assembly — — — circuit board manufacture.)を和訳せよ。(10点)

(2) "lead"の害について本文に述べられていることを和文で記せ。(5点)

(3) "lead"に関する規制について本文に述べられていることを和文で記せ。(10点)

志 望 専攻名		受 験 番 号		氏 名	
------------	--	------------	--	-----	--

[4] 以下の問いに答えよ (1点 x 12)

(1) 次の英語を日本語に直せ

(a) exponential function

(b) neutron

(c) diffusion

(d) pulse width modulation

(e) equilibrium

(f) thermal strain

(g) statistics

(h) data compression

(i) pedestrian

(j) quantum mechanics

(k) solar cell

(l) inferiority complex

(m) transient response

(2) 次の日本語を英語に直せ。 (2点 x 6)

(あ) 演算増幅器

(い) 近似

(う) 努力

(え) 競争

(お) 自己診断

(か) 半径

志 望 専攻名		受 験 番 号		氏 名	
------------	--	------------	--	-----	--

知能システム学専攻・情報工学専攻・電気電子システム工学専攻・電子デバイス工学専攻

平成11年度修士課程入学試験

## 数学

平成10年9月1日(火)

13:30~15:30

### 解答上の注意

1. 問題用紙は、『始め』の合図があるまで開いてはならない。
2. 問題用紙は表紙を含めて3枚、解答用紙は4枚である。
3. 問題用紙の表紙と解答用紙の全部に、受験番号、専攻名および氏名を記入すること。
4. [問題1]～[問題5]から4問を選択し解答すること。
5. 解答用紙は1問につき1枚を使用すること。
6. 計算用紙は配らないので、問題用紙の裏などを適宜利用すること。
7. 配点は問題用紙に記してある。
8. 試験終了後、問題用紙も回収する。

受験番号

専攻

氏名

---

[問題1] (25点)

以下の問題に答えよ。

- (1) 以下の行列の固有値と固有ベクトルを求めよ。

$$\begin{bmatrix} 3 & 0 & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ 0 & 3 & -\frac{3}{2} \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{3}{2} & 5 \end{bmatrix}$$

- (2) (1) の結果を用いて、上の行列を対角化せよ。

- (3) 曲面

$$\begin{bmatrix} x & y & z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & 0 & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ 0 & 3 & -\frac{3}{2} \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{3}{2} & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = 1$$

を、(2) の結果を基に、座標変換を施して2次曲面の標準形に変換せよ。

(ヒント：標準形は  $aX^2 + bY^2 + cZ^2 = 1$  の形となる。)

[問題2] (25点)

空間を運動する粒子の時刻  $t$  における位置ベクトル  $\mathbf{r}$  が次式によって与えられるとする。

$$\mathbf{r}(t) = a \cos t \mathbf{i} + a \sin t \mathbf{j} + b t \mathbf{k}$$

ここで、 $a, b$  は正の定数、 $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$  は  $xyz$ -直交座標系の基本ベクトルを表す。次の問題に答えよ。

- (1)  $0 \leq t \leq 2\pi$  の間に粒子の描く軌道の長さを求めよ。
- (2)  $\mathbf{r}(t)$  で表される軌道上の任意の点における接線は、 $z$  軸と定角をなす事を示せ。
- (3) 粒子に対し  $\mathbf{f} = z\mathbf{i} + x\mathbf{j}$  の力が作用するとき、 $0 \leq t \leq 2\pi$  の間に力  $\mathbf{f}$  のなす仕事量を、 $\mathbf{f}$  の線積分によって求めよ。

[問題3] (25点)

$$y = px + f(p) \quad \text{ただし、} p = \frac{dy}{dx}$$

なる微分方程式を考える。

- (1)  $f(p) = p$  とする。一般解を求めよ。
- (2)  $f(p) = \sqrt{1+p^2}$  とする。微分方程式の両辺を  $x$  で微分することにより一般解と特異解を求めよ。

[問題4] (25点)

次の積分について以下の問題に答えよ。

$$P_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{in\theta}}{1 - 2a\cos\theta + a^2} d\theta \quad (n=0,1,2,\dots, \quad 0 < a < 1, \quad i^2 = -1)$$

(1)  $z = e^{i\theta}$  において  $P_n$  を複素積分の形に変形せよ。

(2) (1) の結果を利用して  $P_n$  の値を求めよ。

(3) (2) で求めた  $P_n$  に対して、複素数  $z$  の級数  $\sum_{n=0}^{\infty} P_n z^n$  の収束領域を示して、その値を求めよ。

[問題5] (25点)

1 と 0 の 2 つの元を含む集合  $B$  上で、単項演算  $\neg$ 、2 項演算  $+$ ,  $\cdot$  が定義され、 $B$  上の任意の値  $x, y, z$  に対して、以下の公理

可換律  $x + y = y + x,$

$$x \cdot y = y \cdot x$$

結合律  $x + (y + z) = (x + y) + z,$

$$x \cdot (y \cdot z) = (x \cdot y) \cdot z$$

吸収律  $x + (x \cdot y) = x,$

$$x \cdot (x + y) = x$$

分配律  $x \cdot (y + z) = (x \cdot y) + (x \cdot z),$   $x + (y \cdot z) = (x + y) \cdot (x + z)$

補元律  $x + \bar{x} = 1,$

$$x \cdot \bar{x} = 0$$

が成立するとき、 $(B, \neg, +, \cdot)$  はブール代数を成すという。

(1)  $B$  上の 2 項関係  $\leq$  を

$$x \leq y \stackrel{\text{def}}{=} x + y = y$$

と定義したとき、 $\leq$  が順序関係となることを証明せよ。

(2)  $B$  上の値  $x, y$  および  $x, y$  に関する未知関数  $z(x, y)$  について次の方程式が成り立つとする。

$$\bar{x} \cdot \overline{z(x, y)} + y \cdot z(x, y) = z(x, y)$$

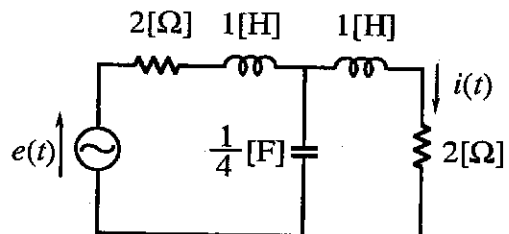
ただし、 $x, y, z(x, y)$  は 0 や 1 を値として取るとは限らない。上記の方程式の解  $z(x, y)$  が存在する  $(x, y)$  の領域、および、 $z(x, y)$  の一般解を示せ。



志望専攻名		受験番号		氏 名	
-------	--	------	--	-----	--

大学院入試 電気回路 (1998. 9. 2)

4問中の1

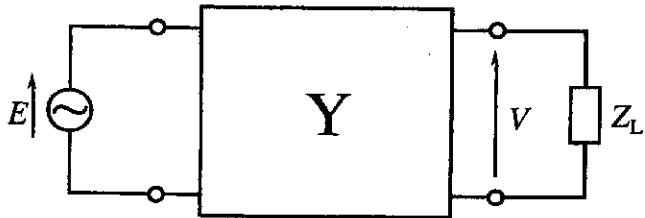


図の回路で  $e(t) = 100\sqrt{2} \sin(2t)$  の時，定常電流  $i(t)$  を求めよ．

志望専攻名		受験番号		氏 名	
-------	--	------	--	-----	--

大学院入試 電気回路 (1998. 9. 2)

4問中の2



アドミタンス行列が,

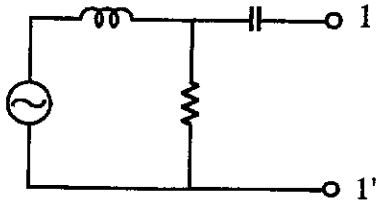
$$Y = \begin{pmatrix} 1 & -j \\ -j & 1 \end{pmatrix} [\Omega^{-1}]$$

の2ポートに, 図のように電圧源をつないだとき,  
 $V$ は $E$ に比べ大きさは $\frac{1}{2\sqrt{2}}$ , 位相は $\frac{\pi}{4}$ 進むという.  
 負荷インピーダンス $Z_L$ を求めよ.

志望専攻名		受験番号		氏 名	
-------	--	------	--	-----	--

大学院入試 電気回路 (1998. 9. 2)

4問中の3



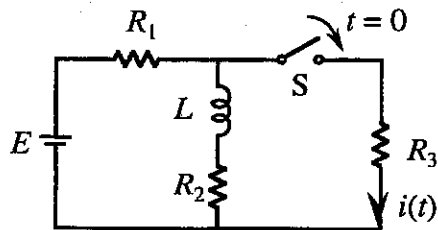
図の回路において，端子対1 - 1'の開放電圧を12[V]，短絡電流を3[A]とする．

- (1)端子対1 - 1'から左を見た等価電源インピーダンスの絶対値  $|z_0|$  を求めよ．
- (2)端子対1 - 1'間に抵抗 $R$ を接続して $R$ での消費電力を最大にしたい． $R$ を求めよ．

志望専攻名		受験番号		氏 名	
-------	--	------	--	-----	--

大学院入試 電気回路 (1998. 9. 2)

4問中の4

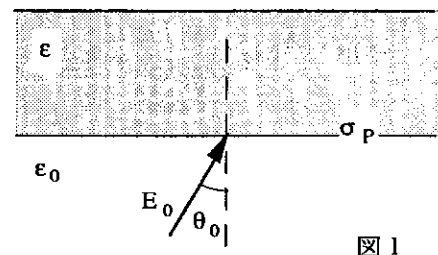


図の回路でスイッチSを $t=0$ で閉じるとする。  
 $t>0$ における電流 $i(t)$ を求めよ。ただし、 $t<0$   
 において回路は定常状態にあるとする。

平成 11 年度修士課程入学試験問題 電磁気学 (平成 10 年 9 月 1 日)

問 1 図 1 に示しているように、真空中 (誘電率  $\epsilon_0$ ) に誘電率  $\epsilon$  の無限平板があるとき、その面に  $\theta_0$  の角度で一様な電界  $E_0$  をかける。次の問に答えよ。

- (1) この無限平板内の電界  $E$ 、電束密度  $D$ 、誘電分極  $P$  の大きさを求めよ。
- (2) この無限平板の下面の分極電荷密度  $\sigma_p$  を求めよ。

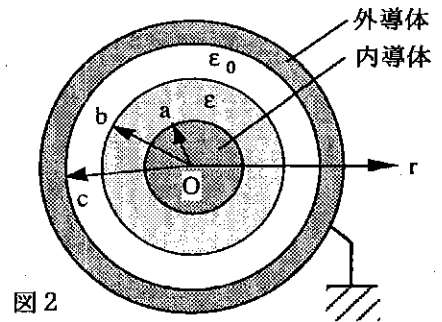


専攻名：	受験番号：	氏名：
------	-------	-----

平成11年度修士課程入学試験問題 電磁気学 (平成10年9月1日)

問2 図2に示すように、内外導体間の一部に誘電率 $\epsilon$ の誘電体を配置した同心球状コンデンサの外導体を接地し、内導体の電位を $\phi$ としたとき、次の問に答えよ。

- (1) 内外導体間の電界分布を求めよ。
- (2) 内外導体間に蓄えられる静電エネルギーを求めよ。
- (3)  $r=b$ の境界に働く単位面積当りの静電力を求めよ。

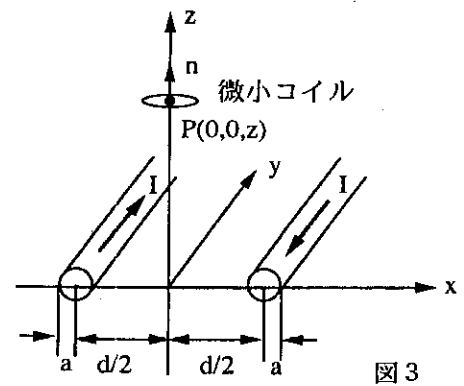


専攻名：	受験番号：	氏名：
------	-------	-----

平成 11 年度修士課程入学試験問題 電磁気学 (平成 10 年 9 月 1 日)

問 3 図 3 に示すような座標系で、半径が  $a$  の二つの無限長円柱導体が距離  $d$  離れて配置され往復線路を形成している。導体内では一様に電流  $I$  が図のように流れている。また、微小な面積  $A$  を持つコイルが  $z$  軸上の点  $P(0,0,z)$  に配置されている。ただしコイルの面ベクトル  $\mathbf{n}$  (法線方向) は  $z$  軸を向いているものとし、透磁率は全ての領域で  $\mu_0$  とする。

- (1) 往復線路の単位長さ当たりの自己インダクタンス  $L$  を求めよ。ただし導体の内部インダクタンスは無視する。
- (2) 往復線路に流れる電流が  $I = I_p \sin(2\pi ft)$  の交流電流の場合に微小コイルに誘導される電圧  $V$  を求めよ。

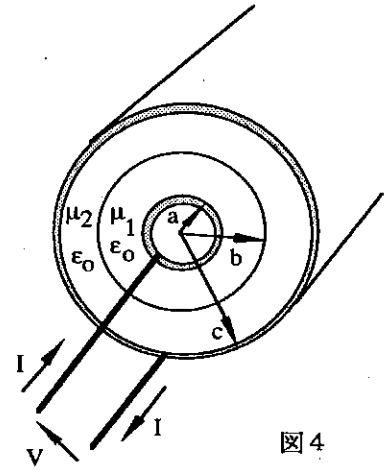


専攻名：	受験番号：	氏名：
------	-------	-----

平成11年度修士課程入学試験問題 電磁気学 (平成10年9月1日)

問4 図4に示すような寸法の同軸ケーブルの内外導体に往復電流  $I$  が流れており、導体間には電圧  $V$  が印加されている。また導体間には誘電率が同じで透磁率の異なる二つの絶縁体が図のように挿入されている。なお、外側導体の厚さは無視出来るものとし、内側導体では電流  $I$  は図に示すように導体表面のみを流れるものとする。

- (1) 同軸ケーブルに蓄えられる単位長さ当たりの磁気エネルギー  $U_m$  及びケーブルの単位長さ当たりのインダクタンス  $L$  を求めよ。
- (2) 同軸ケーブルの単位長さ当たりのキャパシタンス  $C$  を求めよ。
- (3) 同軸ケーブルによって伝送されている電力  $P$  をポインティングベクトル  $S$  を用いて求めよ。



専攻名：	受験番号：	氏名：
------	-------	-----



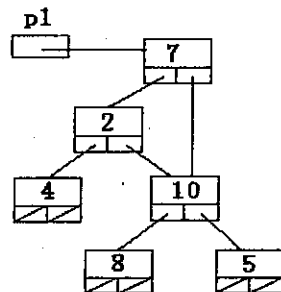
【注意】

問題は 6 題ある。6 題中から 4 題を選んで解答せよ。(各問 25 点)  
解答用紙は全部で 4 枚ある。1 枚に 1 題の解答を記入すること。裏を使用してもよい。

[1] 整数を item フィールドに持ち、左右の節へのポインタを持つデータ型 node、ならびに node へのポインタ型 ptr を次のように宣言する。

```
type ptr = ↑ node;
node = record
    item:integer;
    left,right:ptr
end;
```

(1) mknd は、integer n および、2つの ptr l、r を引数とし item、left、right のフィールドが n、l、r である node を生成しその node へのポインタを返す関数とする。プログラムの本体において、ptr 型の変数 p1、p2 を使って、左図のような構造を作るにはどのような代入を行えばよいか。プログラムの空欄を埋めよ。



```
p1 := mknd(8,nil,nil);
(a) := mknd(5,nil,nil);
p2 := mknd(10,p1,p2);
p1 := mknd(4,nil,nil);
(b) := mknd(2,p1,p2);
p1 := mknd(7,p1,p2);
```

(2) ptr を一次元に並べたデータ型 list を次のように宣言する。下の関数 isin が list l に ptr p が含まれるか否かを判定する関数となるよう空欄を埋めよ。

```
type list = ↑ cell;
cell = record
    element:ptr;
    next:list
end;

function isin(p:ptr, l:list):boolean;
var ll:list; found:boolean;
begin
    ll:=l; found:=false;
    while ( (c) ) do begin
        found := (d) ;
        ll := (e)
    end;
    return found
end;
```

(3) push を、ptr p と list l を引数とし、l の先頭に p を追加するする手続きとする。その結果、l は p が先頭に加わったリストになるものとする。pop は、list l を引数とし、l の先頭の ptr を返す関数で、l は先頭の ptr を取り除いたリストとなるものとする。push、pop、isin を用いて、ptr p からたどれるすべての node の item フィールドの値の総和を求める関数 sum を次のようにして作る。計算の途中で重複して同じ節を訪れないように、nodes は今後対象とすべき ptr のリスト、paths はすでにたどった ptr のリストを保持する変数として使っている。空欄を埋めよ。

```
function sum(p:ptr):integer;
var nodes,paths:list; s:integer; q:ptr;
begin
  s:=0; new(nodes); new(paths);
  nodes:=nil; push(p,nodes); paths:=nil;
  while (  (f)  ) do begin
    q:=pop(nodes);
    if ((not isin(q,paths)) and (q <> nil)) then begin
      s:=s+  (g)  ;
      push(q,  (h)  );
      push(  (i)  ,nodes);
      push(  (j)  ,nodes);
    end
  end;
  return s
end;
```

## [2]

問(1) 以下のように、“101”が入力されたとき1を出力する順序回路の状態遷移図と状態遷移表を示せ。(0が連続して入力される状態を $S_0$ 、1が連続して入力される状態を $S_1$ 、1の次に0が入力される状態を $S_2$ とせよ。)

入力系列: 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1 ...

出力系列: 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 ...

問(2) 上記回路において、 $S_0 = (0, 0)$ ,  $S_1 = (0, 1)$ ,  $S_2 = (1, 0)$  と状態割当てを行ったとき得られる状態遷移表をもとに、状態変数関数および出力変数関数の最簡 AND-OR 論理式を求めよ。(現状態を $(q_1, q_2)$ 、次状態を $(q'_1, q'_2)$ 、入力を $x$ 、出力を $z$ とせよ。)

問(3) SR-FF(フリップフロップ)の特性方程式は、 $q' = S + \bar{R}q$  (但し、 $SR = 0$ ) で与えられる。これより、SR-FFの入力駆動条件を求めよ。 $(q, q'$ と $S, R$ の関係を示す真理値表を作成せよ。)

問(4) 問(1)の回路をSR-FFを用いて実現せよ。(問(2)で得た $q'_i$ に対応するFFの入力 $S_i, R_i (i = 1, 2)$ の最簡 AND-OR 論理式を求めよ。)

[3] 以下の問に答えよ。

(1) 文法 LL(1) の特徴を述べよ。

(2) 以下の文法について、それぞれ LL(1) であるかどうかを、その理由と共に述べよ。LL(1) でないものについては、その文法を LL(1) に書き換えよ。

(2-1)

1 :  $S \rightarrow ABa$

2 :  $A \rightarrow a$

3 :  $A \rightarrow$

4 :  $B \rightarrow b$

5 :  $B \rightarrow$

(2-2)

1 :  $S \rightarrow AcBa$

2 :  $A \rightarrow a$

3 :  $A \rightarrow$

4 :  $B \rightarrow b$

5 :  $B \rightarrow$

[4] 下記の六つのプロセスが同時にREADY状態から始まったとき、以下の問に答えよ。ただし、プロセスの優先度は、値が大きいほど高いとする。初期状態において、優先度3のREADY状態キューは、プロセスA、プロセスB、の順序でキューイングされており、優先度2のREADY状態キューは、プロセスC、プロセスD、プロセスE、の順序でキューイングされているとする。また、READY状態キューは、FIFOによるキュー操作を仮定する。さらに、プロセッサ処理のいかなる時点においてもプリエンプションが可能で、かつタイムスライス間隔が0.5秒の場合、を考える。また、プリエンプションによりプロセッサを横取りされたプロセスは、同一優先度のREADY状態キューの先頭にキューイングされるとする。

- ・ プロセスA（優先度3）は、プロセッサ処理0.1秒と入出力待ち1.5秒を繰り返す。
- ・ プロセスB（優先度3）は、プロセッサ処理0.1秒と入出力待ち1.5秒を繰り返す。
- ・ プロセスC（優先度2）は、プロセッサ処理0.6秒と入出力待ち1.0秒を繰り返す。
- ・ プロセスD（優先度2）は、プロセッサ処理0.6秒と入出力待ち1.0秒を繰り返す。
- ・ プロセスE（優先度2）は、プロセッサ処理0.5秒と入出力待ち1.0秒を繰り返す。
- ・ プロセスF（優先度1）は、プロセッサ処理0.7秒と入出力待ち0.5秒を繰り返す。

(問4-1) 初めてタイムスライス機能が働くのは、何秒後か。また、その時、どのプロセスからどのプロセスへの切り替えが行われるか。

(問4-2) 初めてプリエンプション機能が働くのは、何秒後か。また、その時、どのプロセスからどのプロセスへの切り替えが行われるか。

(問4-3) 2.85秒後にWAIT状態にあるプロセスの数はいくつか。その中で最初にREADY状態になるプロセスはどれか。もし、2.85秒後にWAIT状態のプロセスがなければ「なし」とせよ。

(問4-4) プロセスCが初めて入出力待ちになるのは、何秒後か。入出力待ちになれば「なし」とせよ。

(問4-5) プロセスAは、規則正しくプロセッサ処理0.1秒と入出力待ち1.5秒を繰り返し、ほとんどREADY状態にならない。この理由を三つ記せ。

[5] 下図のデータパス（データがその処理の際に通る各種演算器やレジスタ、メモリ、等）を持つ計算機について以下の問に答えよ。ただし、以下のことを仮定する。

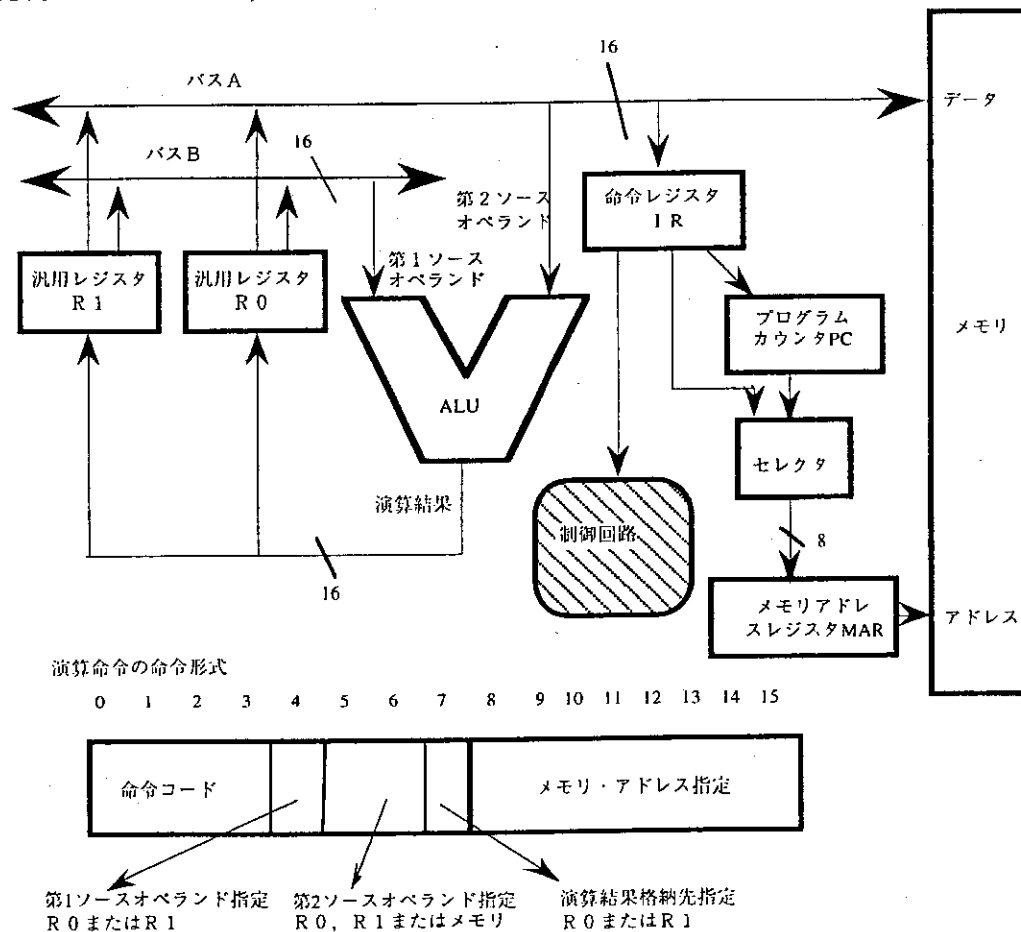
- ・クロック信号は1個のみ存在する（単相クロック）。
- ・演算器、レジスタ、メモリ類はクロック信号に同期して、1クロックサイクル（すなわち、1フェーズ）で1つの動作しか行わない。
- ・メモリは1語16ビット長で、256語が実装されている。
- ・以下のレジスタを備える。
  - プログラムカウンタ(PC): 8ビット長
  - メモリアドレスレジスタ(MAR): 8ビット長
  - 命令レジスタ(IR): 16ビット長
  - 汎用レジスタ(R0, R1): 16ビット長

このほか問題に指定されていない事項は自由に仮定してもよいが、これらの仮定は解答内に明記すること。

【問1】ALUを使って行なう以下の加算命令を最小フェーズ数（= 3）で実現する。この時の各フェーズにおけるデータパス各部の動きを説明せよ。

- ・第1ソースオペランド=R0
- ・第2ソースオペランド=メモリ内容（そのアドレスは命令内の「メモリアドレス指定」部で与えられる）
- ・演算結果格納先=R1

【問2】上記加算命令を毎クロックサイクル新たに1命令ずつ実行開始するように、このデータパスを3ステージ・パイプライン化したい（ヒント：1ステージは上記の1フェーズに相当する）。最小限どのような変更を加えれば良いか、下図を基に図を用いて説明せよ。そして、その時のパイプライン動作を併せて説明せよ。



**[6]**

問題1 トランザクションについて、次の2問に答えよ。

[1] トランザクションの次の性質について説明せよ。

(a) 原子性

(b) 整合性

(c) 隔離性

(d) 耐久性

[2] 直列可能スケジュールとは何か。簡単な例を用いて説明せよ。また、競合直列可能性を保証するロッキングプロトコルとして、「二相ロッキングプロトコル」がある。それについて説明せよ。さらに、二相ロッキングでない場合にはどのような不整合が起こるかについて簡単な例を示せ。

問題2 データモデルの3要素は(1)データ構造記述の規約、(2)操作体系(3)整合性規約である。これらについて、関係データモデルに則して具体的に述べよ。

平成11年度九州大学大学院システム情報科学研究科修士課程  
電気電子システム工学専攻

電気電子システム工学試験問題

次の問題から1科目を選択し、その科目名を解答用紙の表紙に明示して解答しなさい。

1. 電子回路
2. 制御工学
3. 電力工学
4. エネルギー変換工学



平成11年度九州大学大学院システム情報科学研究科  
 修士課程入学試験  
 電子電子システム工学・電子デバイス工学 試験問題

電子回路

1998.9.2

- 図1に示す差動増幅器について、次の問いに答えよ。但し、トランジスタ  $T_{r1}$  と  $T_{r2}$  の特性は揃っており、エミッタ接地電流増幅率を  $h_{fe}$ 、入力抵抗を  $h_{ie}$  とする。
  - 図2に示す1組のトランジスタ増幅器に対し、トランジスタパラメータ  $h_{fe}$ 、 $h_{ie}$  を用い、エミッタ電流を変数とした交流小信号等価回路を導出せよ。
  - 上で求めた等価回路を2つ組合せて差動増幅器全体の交流小信号等価回路を示し、同相利得及び差動利得を導出せよ。
  - 弁別比（同相成分除去比：CMRR）を求め、それが十分大きいとき、出力  $V_{o1}$  に差動入力が増幅信号が得られることを示せ。
- 図3に示すRC発振器の発振周波数と振幅条件を求めよ。但し、演算増幅器の電圧利得を  $A$ 、入力抵抗を無限大、出力抵抗を零とする。
- 図4に示すカルノー図表を表す最も簡単な論理式を導出し、それを実現する論理回路を示せ。

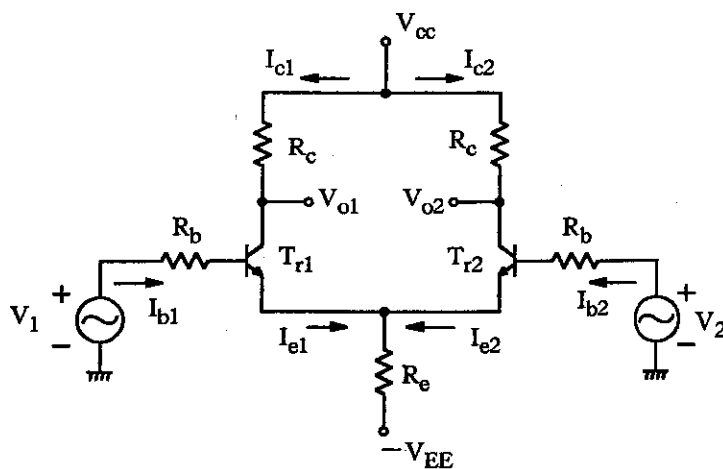


図1

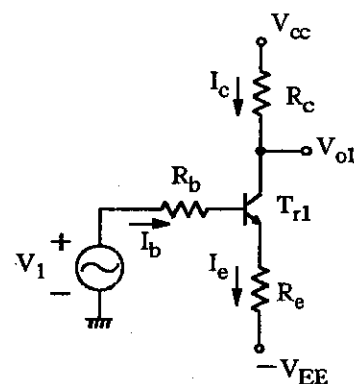


図2

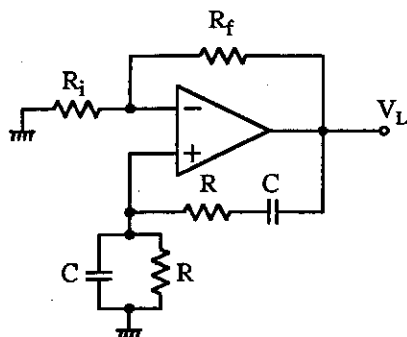


図3

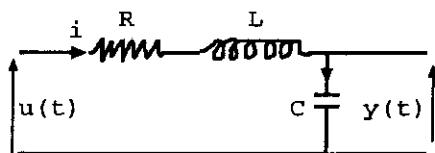
CD \ AB	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	1	0	0	1

図4

— 制御工学 —

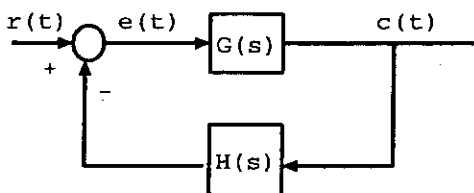
平成 10 年 9 月 2 日 (水) 10:50 ~ 12:20

問題 1 下図の回路で入力電圧を  $u(t)$ 、出力電圧を  $y(t)$  とした時の入力に対する出力の伝達関数を求めたい



- (1)  $u(t)$  と  $y(t)$  に関する微分方程式を求めよ
- (2) 上記微分方程式を初期条件  $y(0)$ 、 $y^{(1)}(0) = i(0)/C$  のもとでラプラス変換せよ
- (3)  $y(0)$ 、 $y^{(1)}(0)$  の  $y(\infty)$  への影響について述べよ
- (4) 伝達関数を求めよ

問題 2 下図の制御系の定常偏差を求めたい



$$G(s)H(s) = \frac{K e^{-sL} \prod_{j=1}^m (sT_j + 1)}{s^l \{1 + 2\xi(\frac{s}{\omega_n}) + (\frac{s}{\omega_n})^2\} \prod_{i=1}^k (sT_i + 1)}$$

- (1)  $e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sR(s)}{1 + G(s)H(s)}$  である事を証明せよ。但し、 $R(s) = \mathcal{L}r(t)$ 、 $C(s) = \mathcal{L}c(t)$ 、 $E(s) = \mathcal{L}e(t)$

- (2)  $r(t)$  として高さ  $h$  のステップ入力が入力された時の定常偏差  $e(\infty)$  を求めよ

- (3)  $R(s) = \frac{v}{s^2}$  の時の定常偏差  $e(\infty)$  を求めよ

- (4)  $R(s) = \frac{a}{s^3}$  の時の定常偏差  $e(\infty)$  を求めよ

問題 3 次の状態方程式で表される制御系の可制御性と可観測性を調べたい

$$\dot{x}_1 = x_2 + u$$

$$\dot{x}_2 = 3x_1 + 2x_2 - u$$

$$y = x_1 + x_2$$

- (1) 固有値と固有ベクトルを求めよ
- (2) 対角化変換行列を求めよ
- (3) 対角化したシステムを求めよ
- (4) 可制御性と可観測性を調べよ

問題 4 次のアドバンスド制御について知るところを述べよ

- (1) ニューラルネットワーク制御
- (2) ファジィ制御

## 電気電子システム工学 (電力工学)

1. 電圧崩壊現象をノーズ曲線を描いて説明し、電圧安定度向上策を箇条書きせよ。  
また、多回線送電線の一回線が遮断されたとき、電圧崩壊が発生した。その理由を述べよ。(解答は、1) ノーズ曲線、2) 安定度向上策、3) 多回線送電線の遮断時における電圧崩壊、に分けて要領良くまとめておくこと)。
2. 1機無限大母線系統の動揺方程式を導出せよ。また、送電系統のインピーダンスが $jX$ のときの発電機出力 $P_e$ を示せ。(電圧に関する記号は自分で定義しておくこと)
3. 水素-酸素燃料電池の原理図を示せ。
4. 電力システムのa相で一線金属接地事故が発生した。故障点から見たシステムの零相インピーダンス、正相インピーダンス、逆相インピーダンスが、それぞれ $\overline{Z}_0$ 、 $\overline{Z}_1$ 、 $\overline{Z}_2$ である。このときの対称分等価回路を描き、地絡電流を求めよ。
5. つぎの語を説明せよ
  - (a) 複合サイクル発電
  - (b) 原子炉の四因子公式
  - (c) カルノー効率
  - (d) 速度調定率
  - (e) 等増分燃料費の法則

以上

平成11年度 九州大学大学院システム情報科学研究科  
電気電子システム工学専攻修士課程入学試験問題  
エネルギー変換工学

## 問題 1

図1に示す三相誘導機の簡易等価回路は実用的なものとして最もよく用いられている。

(1) 図の等価回路を用いて、トルク  $T$  を電圧  $V_1$  表示で求めなさい。まず、一次負荷電流  $I_1'$  を求め、次に二次入力  $P_{2i}$  を求めることによって、トルク  $T$  は励磁回路と独立に簡単に求めることができる。なお、誘導機の極数は2極とし、同期回転速度を  $\omega$  とする。

(2) トルク  $T$  のすべり  $s$  に対する速度特性を図示し、トルクの比例推移の原理について述べなさい。

(3) 誘導機が速度  $\omega_m$  で回転している。いま、二次回路の抵抗  $r_2$  を  $m$  倍にすると、回転速度はどう変わるか。

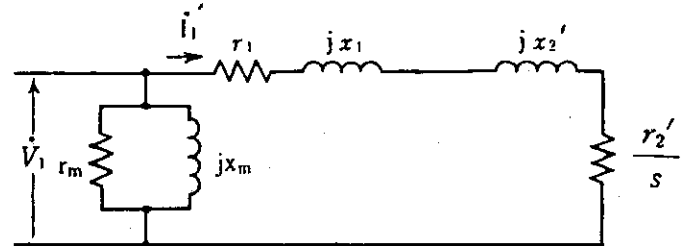


図1 誘導機の簡易等価回路

( $r_2' = a^2 r_2$ ,  $x_1 = \omega l_1$ ,  $x_2 = \omega l_2$ ,  $x_2' = a^2 x_2$ ,  
 $x_m$  = 励磁リアクタンス,  $a$  = 巻数比)

## 問題 2

電機子抵抗  $R_a = 1 \Omega$ 、 $k_a \phi = 0.05 \text{ V/rpm}$  の他励直流電動機が図に示すようにチョップ Ch を介して  $E = 100 \text{ V}$  の直流電源に接続されている。電機子電流  $i_a$  の平均値  $I_a$  を  $10 \text{ A}$  に制御する時、電動機速度  $n$  とチョップ Ch の通流率  $\alpha$  ( $T_{on}/T$ ) の関係を求めよ。

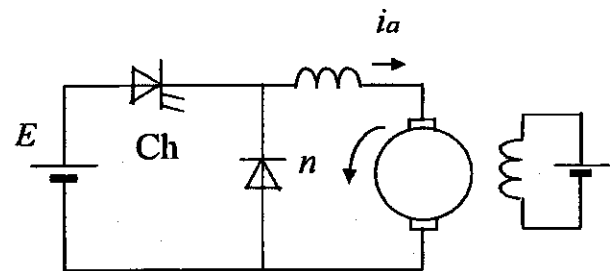


図2 DC チョップ

## 問題 3

図に示す  $180^\circ$  通電形三相トランジスタインバータによって  $a, b, c$  の相順の平衡三相出力電圧を発生させるためには、 $\text{Tr1} \sim \text{Tr6}$  をいかなる順序で点弧したらよいか順番を番号で示せ。また、電圧  $V_{ab}$  と  $V_a$  の波形を示せ。

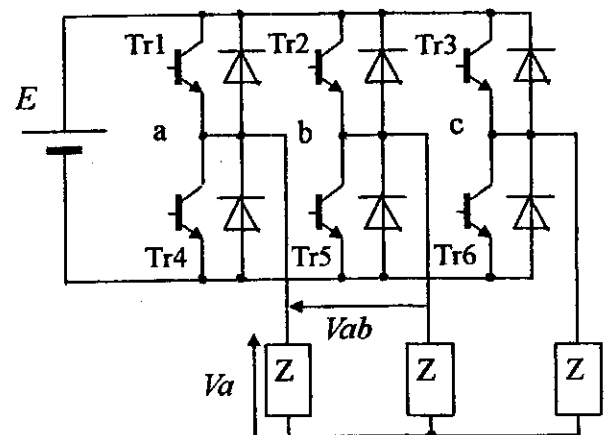


図3 三相インバータ

平成11年度九州大学大学院システム情報科学研究科修士課程  
電子デバイス工学専攻

電子工学試験問題

次の問題から1科目を選択し、その科目名を解答用紙の表紙に明示して解答しなさい。

1. 電子回路
2. 制御工学
3. 電子デバイス工学

平成11年度九州大学大学院システム情報科学研究科  
 修士課程入学試験  
 電子電子システム工学・電子デバイス工学 試験問題

電子回路

1998.9.2

- 図1に示す差動増幅器について、次の問いに答えよ。但し、トランジスタ  $Tr_1$  と  $Tr_2$  の特性は揃っており、エミッタ接地電流増幅率を  $h_{fe}$ 、入力抵抗を  $h_{ie}$  とする。
  - 図2に示す1組のトランジスタ増幅器に対し、トランジスタパラメータ  $h_{fe}$ 、 $h_{ie}$  を用い、エミッタ電流を変数とした交流小信号等価回路を導出せよ。
  - 上で求めた等価回路を2つ組合せて差動増幅器全体の交流小信号等価回路を示し、同相利得及び差動利得を導出せよ。
  - 弁別比（同相成分除去比：CMRR）を求め、それが十分大きいとき、出力  $V_{o1}$  に差動入力が増幅信号が得られることを示せ。
- 図3に示すRC発振器の発振周波数と振幅条件を求めよ。但し、演算増幅器の電圧利得を  $A$ 、入力抵抗を無限大、出力抵抗を零とする。
- 図4に示すカルノー図表を表す最も簡単な論理式を導出し、それを実現する論理回路を示せ。

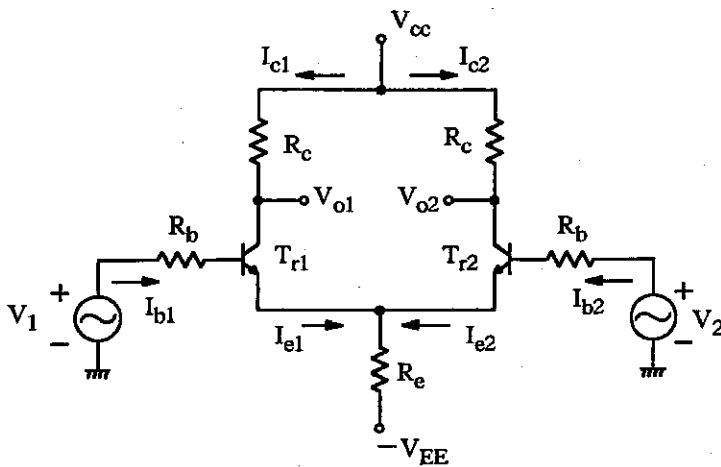


図1

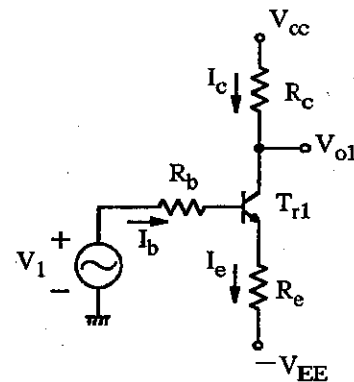


図2

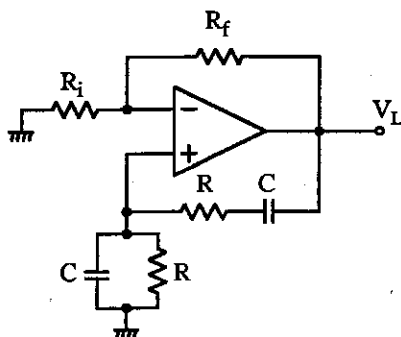


図3

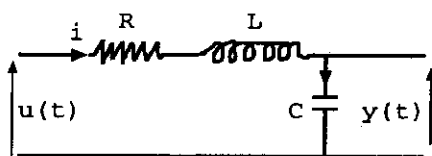
CD \ AB	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	1	0	0	1

図4

— 制御工学 —

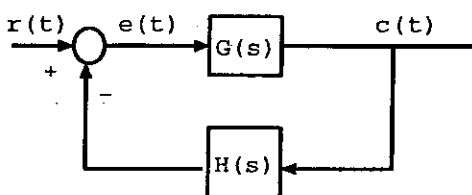
平成 10 年 9 月 2 日 (水) 10:50 ~ 12:20

問題 1 下図の回路で入力電圧を  $u(t)$ 、出力電圧を  $y(t)$  とした時の入力に対する出力の伝達関数を求めたい



- (1)  $u(t)$  と  $y(t)$  に関する微分方程式を求めよ
- (2) 上記微分方程式を初期条件  $y(0)$ 、 $y^{(1)}(0) = i(0)/C$  のもとでラプラス変換せよ
- (3)  $y(0)$ 、 $y^{(1)}(0)$  の  $y(\infty)$  への影響について述べよ
- (4) 伝達関数を求めよ

問題 2 下図の制御系の定常偏差を求めたい



$$G(s)H(s) = \frac{K e^{-sL} \prod_{j=1}^m (sT_j + 1)}{s^l \{1 + 2\zeta(\frac{s}{\omega_n}) + (\frac{s}{\omega_n})^2\} \prod_{i=1}^k (sT_i + 1)}$$

- (1)  $e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sR(s)}{1 + G(s)H(s)}$  である事を証明せよ。但し、 $R(s) = \mathcal{L}r(t)$ 、 $C(s) = \mathcal{L}c(t)$ 、 $E(s) = \mathcal{L}e(t)$

- (2)  $r(t)$  として高さ  $h$  のステップ入力が入力された時の定常偏差  $e(\infty)$  を求めよ

- (3)  $R(s) = \frac{v}{s^2}$  の時の定常偏差  $e(\infty)$  を求めよ

- (4)  $R(s) = \frac{a}{s^3}$  の時の定常偏差  $e(\infty)$  を求めよ

問題 3 次の状態方程式で表される制御系の可制御性と可観測性を調べたい

$$\dot{x}_1 = x_2 + u$$

$$\dot{x}_2 = 3x_1 + 2x_2 - u$$

$$y = x_1 + x_2$$

- (1) 固有値と固有ベクトルを求めよ
- (2) 対角化変換行列を求めよ
- (3) 対角化したシステムを求めよ
- (4) 可制御性と可観測性を調べよ

問題 4 次のアドバンスド制御について知るところを述べよ

- (1) ニューラルネットワーク制御
- (2) ファジイ制御

平成11年度九州大学大学院システム情報科学研究科  
電子デバイス工学専攻「電子工学・電子デバイス」試験問題

〔問題1〕以下の文章で正しくないものについて、その理由を簡単に述べよ（1～2行程度で可）。

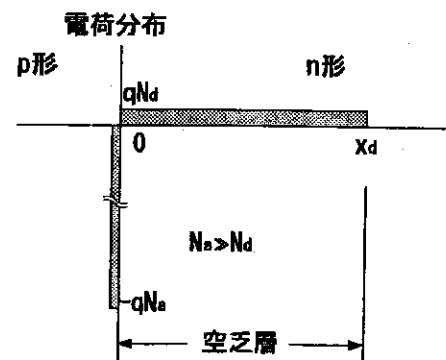
1. n形の半導体には negative なキャリア・電子がたくさんある。このため n 形の半導体は負に帯電している。また p 形の半導体は正に帯電しているので、この二つを接触させるとたまっていた電気が流れる。電流はたまっている電気量によるので、それぞれの半導体の体積が大きいほど流せる電気量は大きくなる。
2. 半導体の抵抗率は添加した不純物により制御できる。シリコンの場合 n 形半導体とするためⅢ族元素のボロン（B）が良く用いられる。また添加した不純物は室温ではほとんどイオン化して1個の不純物原子あたり1個のキャリアを発生させている。このため、室温では半導体のキャリア数は添加不純物濃度とほぼ一致する。
3. 半導体中には製造時に取り込まれた各種の重金属、結晶欠陥などによる再結合中心がある。この再結合中心は半導体デバイス中でキャリアを発生して、DRAM（ダイナミックメモリ）の記憶保持時間を短くし、また CCD などの撮像素子では光が照射されなくとも電荷が発生する暗電流の原因となる。さらにバイポーラトランジスタでも飽和状態から能動状態へのスイッチング時間を長くするので、製造時に極力再結合中心を取り込まないよう清浄なプロセスが必要とされる。
4. 半導体には直接遷移形と間接遷移形のものがある。発光デバイスに良く用いられるのは間接形である。これは伝導帯に励起された電子が価電子帯中の正孔と再結合する際に、特に格子振動（フォノン）を必要とするためである。受光素子でも光によって発生した電流を再結合で失わないように間接形が良く用いられる。

〔問題2〕半導体の pn 接合に関する以下の問いに答えよ。

1. 右図の片側階段接合形の  $p^+n$  接合に関して下記の手順で空乏層の厚さと容量を求めよ。

- (a)  $0 \leq x \leq x_d$  での空乏層内の電荷分布  $\rho(x)$  を式で表せ。
- (b)  $x > x_d$ ,  $x < 0$  の半導体部分は中性で自由なキャリアがたくさん有るので電界はゼロ(0)と近似できる。pn 接合界面での最大電界  $E_{\max}$  を与える式を示せ。ここで半導体の比誘電率を  $K_s$ 、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とせよ。
- (c) pn 接合に加わる電圧  $V_{pn}$  を  $x_d$  の関数で表せ。
- (d) pn 接合に加わる電圧  $V_{pn}$  は拡散電位  $\phi_d$  と外部から印加された逆バイアス電圧  $V_R$  の和 ( $\phi_d + V_R$ ) であることを用いて空乏層の厚さ  $x_d$  を与える式を示せ。
- (e) 接合の面積を  $S$  として pn 接合の空乏層容量  $C_D$  を与える式を示せ。

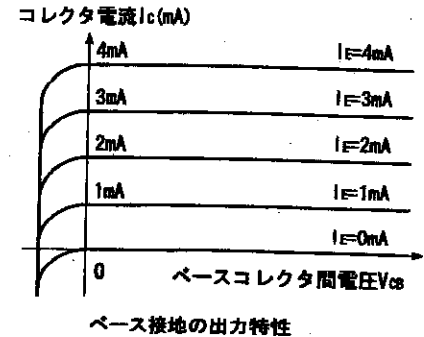
2. 片側階段接合の基板濃度  $N_d$  と拡散電位  $\phi_d$  を実験的に求める方法を示せ。





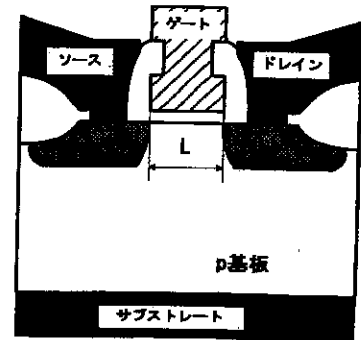
〔問題3〕 右の図はベース接地の npn バイポーラトランジスタの出力特性である。

1. 能動状態（右図第一象限）にあるときのエネルギーバンド図をフェルミ準位に注意して描け。
2. 右図のような特性（右図第一象限のみで可）となる理由を、エミッタ注入効率、再結合、ベース構造などの観点から簡単に述べよ。（3行以下で可）



〔問題4〕 MOS 形電界効果トランジスタについて下記の設問に答えよ。

1. MOS 形電界効果トランジスタの動作では表面にできる反転層形成が主要な動作原理になっている。どのような状況で反転層が形成されるか、nチャネル素子の場合について簡単に説明せよ。（3行以下で可）
2. しきい電圧を  $V_T$  とするとき、反転層内に誘起される単位面積あたりのキャリア密度  $Q_i$  をゲート容量  $C_{ox}$  とゲート電圧  $V_g$  の関数として表せ。
3. MOS 形電界効果トランジスタのドレイン電流を増やすには、下記の物理定数をどう変化させれば良いか。各項目毎に一言で述べよ。  
例：しきい電圧：（ 低くする ）



- (a) チャネル長：（ ）
- (b) チャネル幅：（ ）
- (c) ドレイン電圧：（ ）
- (d) ゲート電圧：（ ）
- (e) ゲート酸化膜厚：（ ）

以上の問題の答えは、回答用紙に記入すること。なお用紙が不足する場合は監督者に声をかけられたし。