

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

平成12年度入学試験問題
【平成11年8月31日（火），9月1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] 次の英文は、"Writing for Computer Science" by J.Zobel の序文からの抜粋である。
全文を和訳せよ (25点)

Publication not only makes knowledge available, it establishes the authors as the creators of that knowledge. Authorship has obvious rewards such as position and promotion, and has other rewards too; for example, by and large it is the basis on which the scientific Nobel prizes are awarded. But authorship implies responsibility. Public mistakes not only make a scientist look foolish, they can hurt a career.

Moreover, writing is not just as means of making ideas public. Another important aspect of it is that the discipline of stating ideas as organized text forces authors to formulate and codify their thoughts. Vague concepts become concrete; the act of writing suggests new concepts to consider; and written material is easier to discuss with colleagues. That is, writing is not the end of the research process - it is integral to it. Only the styling of a paper, the polishing process, truly follows the research.

Taking another perspective, scientific papers are a way of communicating ideas, of copying thoughts between minds. Communication is at its most effective when the medium is as free as possible from distortion, which in the case is bad writing of any kind. Such distortion can be reduced by writing with clarity and simplicity, and by making effective use of stylistic conventions.

志望 専攻名		受験 番号		氏名		TOEIC/TOEFL の受験経験	有、無 (○印) (合否には無関係)
-----------	--	----------	--	----	--	----------------------	-----------------------

[2] 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ (25点)

Design is an activity concerned (a) how things ought to be. It is argued that it is the central activity that defines all engineering disciplines, (b) distinguishing them (c) the natural sciences. We think of design most often when looking at such things as consumer products, architecture, and organizations---the (d) creations of man. Societies are sometimes known best (e) their achievements in design, for example, the pyramids, automobiles, and precision watches, to name a few. The designer, or engineer as is often the case, is the one who synthesizes these new forms. He or she brings them from ideas, goals, and requirements to become the drawings and specifications used for production. This conversion from (f) to (g) is not completely understood or defined, however. The modern engineer's training involves (h) education in design, (i) yielding instead to a rigorous tour of traditional sciences, technological theory, mathematics, and analytical methods. Perhaps this is why (j) the theory and vocabulary of design remain so incomplete.

出典: "Creativity in Design: The contribution of Information Technology", by T. A. Kappel and A. H. Rubenstein

(1) 空欄(a), (c), (e)に入れるのに最も適した前置詞は何か。(6点)

(a) _____ (c) _____ (e) _____

(2) 下線部(b)の意味上の主語を英語で示せ。(3点)

(3) 空欄(d), (f), (g), (h)に入れるのに最も適した語を、選択肢から選び丸で囲め。(8点)

(d) A: abstract B: artificial C: natural D: social E: theoretical

(f) A: achievements B: drawings C: production D: specifications E: vision

(g) A: activity B: idea C: science D: reality E: theory

(h) A: a few B: a little C: a lot of D: few E: little

(4) 下線部(i)の意味上の主語を英語で示せ。(3点)

(5) 下線部(j)の原因を日本語で簡潔に説明せよ。(3点)

(6) 自然科学と比較して、工学に特徴的なことを日本語で簡単に述べよ。(2点)

志望 専攻名		受験 番号		氏名		TOEIC/TOEFL の受験経験	有、無 (○印) (合否には無関係)
-----------	--	----------	--	----	--	----------------------	-----------------------

[3] Y2K problem に関する次の文章を読んで、下の問いに答えよ。(25点)

Many computers and software applications that deal with dates treat the year as a (a) number, so that "1999" is rendered as "99". This is because of the storage limitations of older computers, though the practice was carried forward into many more modern systems long after the need had passed. This was fine while we were in the twentieth century and all years could be assumed to start with "19," but the coming of the year 2000 creates some problems. As we deal with dates in the twenty-first century, if the computer stores the year as a (b) number, the date 01-01-00 might be interpreted by many software applications as January 1, 1900.

Ideally, (c) dates would simply be converted to (d) dates and we would all get on with our lives. Unfortunately, (e) dates are scattered throughout computers of various vintages, through millions of lines of computer code, some of it in programming languages that have fallen into disuse. Even worse, some (f) dates are "embedded" in computer chips which can't be repaired and must be replaced.

To fix the Y2K problem, people responsible for computer systems can change the programming code of the program, replace non-compliant system with newer systems that don't have Y2K problems, or use a couple of tricks to make systems function properly. One of these tricks is to reset computers to 1972, the last year that resembled (in calendar terms) the year 2000. Another trick is called "windowing," in which programmers instruct a computer to treat all (g) years above a certain number (say "50") as if they begin with a "19" and all years below that number as if they begin with a "20."

The various Y2K fixes are not all compatible with each other, so care must be taken when computers share data that new problems aren't being created by incompatible approaches.

注) compliant: 特定の規則に従って生産された

(1) 本文中の空欄には「二桁」または「四桁」が入る。当てはまるものを英語表記で記入せよ。(2点×7)

(a) _____	(b) _____
(c) _____	(d) _____
(e) _____	(f) _____
(g) _____	

(2) 第3段落 (To fix the Y2K ... with a "20.") を和訳せよ。(11点)

志望 専攻名		受験 番号		氏名		TOEIC/TOEFL の受験経験	有、無 (○印) (可否には無関係)
-----------	--	----------	--	----	--	----------------------	-----------------------

[4] 次の和文の下線部を英訳しなさい。(25点)

- [1] 産業界における研究開発の役割は近年大きく変化した。[2] 過去においては、将来の新製品やこれらを製造するための新しいプロセスを開発することが優先課題であった。これに対し [3] 現在では、エネルギー不足、環境破壊、製造コスト低減などの問題を、短期間に解決する手段を提供することが求められている。

[1]

[2]

[3]

- ある会社の受付にて・・・

A「私はQ大学の学生のAと申します。人事課の担当者の方に面会をお願いしたいのですが」

B「[4] 事前に面会のお約束をしていらっしゃいますか」

A「いいえ」

B「[5] それではこの書類に必要事項を記入し、1時間後にまたお越しいただけますでしょうか。書類はその時に提出して下さい」

A「わかりました」

[4]

[5]

志望 専攻名		受験 番号		氏名		TOEIC/TOEFL の受験経験	有、無 (○印) (合否には無関係)
-----------	--	----------	--	----	--	----------------------	-----------------------

平成12年度修士課程入学試験問題 電磁気学 (平成11年8月31日)

問1 図1のように真空(誘電率 ϵ_0)中で、接地された半無限平面導体($z < 0$ を満たす)上、高さ h の位置に y 軸に平行に半径 a ($a \ll h$)の円柱導体が置かれている。

- (1) 円柱導体単位長さ当り λ [C]の電荷を与えたとき、 z 軸上 $0 < z < h - a$ の電界を求めよ。ただし、電荷は円柱導体表面上に一様に分布するものとする。(以下同様)
- (2) このとき、 y 軸方向単位長さ当りの導体間の静電容量を求めよ。
- (3) 同じく、円柱導体単位長さ当りに働く力を仮想変位の原理を用いて求めよ。

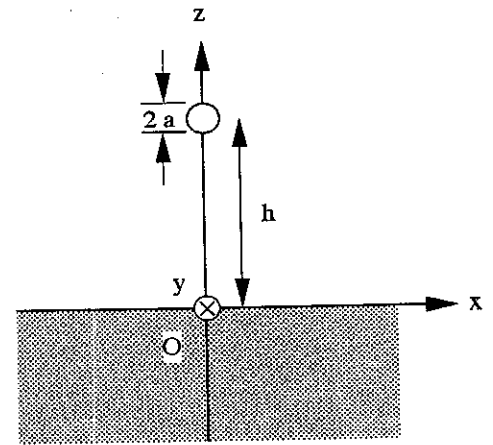


図1

専攻名：	受験番号：	氏名：
------	-------	-----

平成12年度修士課程入学試験問題 電磁気学 (平成11年8月31日)

問2 図2のように、誘電率と導電率がそれぞれ ϵ_1, σ_1 と ϵ_2, σ_2 の2種類の導電性誘電体1と2が平面で接している。導電性誘電体1の方から法線方向に対して角度 θ_1 で電流密度 J_1 の電流が流れている。

- (1) 平面境界において、電界と電流密度に対する境界条件を示せ。
- (2) 導電性誘電体2の中での電流密度の大きさ J_2 と角度 θ_2 を求めよ。
- (3) 平面境界に生じる面電荷密度 κ を求めよ。

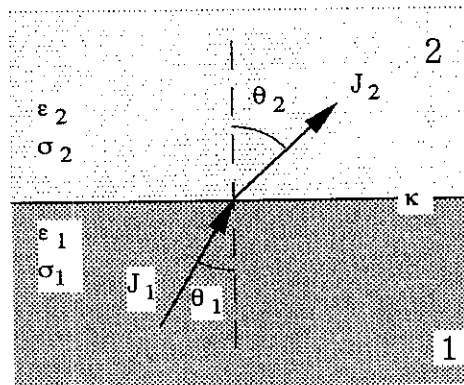


図2

専攻名：

受験番号：

氏名：

平成12年度修士課程入学試験問題 電磁気学 (平成11年8月31日)

3. 図3に示すような半径が a 、長さが l 、巻数が N_1 である円筒状のソレノイドコイルの内部に半径が b 、長さが l の円柱鉄心が挿入されており、鉄心には巻数 N_2 のコイルが巻かれている。ただし鉄心の透磁率を μ_1 、その他の領域の透磁率を μ_0 とする。また $l \gg a$ であり端の効果は無視できるとする。

- (1) 巻数 N_2 のコイルの両端を解放し、ソレノイドコイルのみに $I_1 = K_1 \sin(2\pi ft)$ の電流を流したとき、ソレノイドコイルの両端に誘導される電圧 V_1 を求めよ。
- (2) $I_1 = 0$ とし、巻数 N_2 のコイルに $I_2 = K_2 \sin(2\pi ft)$ の電流を流したとき、ソレノイドコイルに誘導される電圧 V_1 を求めよ。

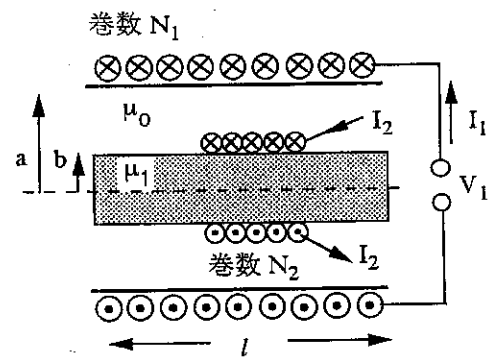


図3

専攻名：

受験番号：

氏名：

平成12年度修士課程入学試験問題 電磁気学 (平成11年8月31日)

4. 厚さの無視できる3個の平板導体A,B,Cが図4に示すように配置され伝送線路を形成している。この伝送線路で二つの導体A,Cには $I/2$ 、導体Bには I の電流が導体内で一様に流れている。また、導体A,Cはともにゼロ電位に保たれており、導体Bの電位を V とする。導体A-B間の誘電率と透磁率を ϵ_1, μ_1 、導体B-C間のそれを ϵ_2, μ_2 とするとき以下の問に答えよ。なお、 $w \gg d$ とし端の効果は無視できるものとする。

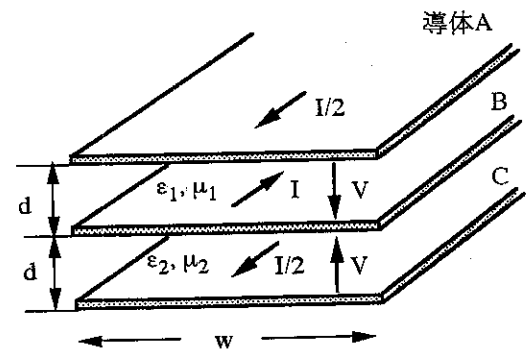


図4

- (1) 伝送線路に蓄えられる単位長さ当たりの磁気的エネルギー U_m と電気的エネルギー U_e を求めよ。
- (2) 伝送線路の単位長さ当たりのインダクタンス L とキャパシタンス C を求めよ。
- (3) 伝送線路により運ばれる電力が $P=IV$ となることをポインティングベクトルを用いて示せ。

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]

問 (1) 以下のように、同じ 2 値数が 2 個以上連続するとき 1 を出力する 1 入力端子、1 出力端子の順序回路の状態遷移図と状態遷移表 (出力表を含む) を示せ。

入力系列: 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 ...

出力系列: 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1 0 1 1 ...

但し、0 が連続する状態を S_0 、0 の次に 1 が入力される状態を S_1 、1 が連続する状態を S_2 、1 の次に 0 が入力される状態を S_3 とせよ。簡単のため、初期状態は最初の入力値 0 または 1 によって、 S_3 または S_1 に設定されたとする。

問 (2) 上記において、 S_0 , S_1 , S_2 , S_3 にそれぞれ、00, 01, 11, 10 を割り当て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_1q_2 、次状態を $q'_1q'_2$ 、入力を x 、出力を z とし、 q'_1 , q'_2 , z をそれぞれ、 q_1 , q_2 , x の論理関数で表せ。)

問 (3) T-FF (フリップフロップ) の入力方程式の一般形は、 $\overline{T}q + T\overline{q} = f(= q')$ で与えられる。これを満たす、 T の一般解を求めよ。(T を q , f の論理関数で表せ。)

問 (4) 問 (1) の回路を T-FF を用いて設計する場合の、フリップフロップの入力駆動 (励起) 関数を求めよ。(問 (2) で得た $q'_i (i = 1, 2)$ に対応する、T-FF の入力 $T_i (i = 1, 2)$ の最簡 AND-OR 論理式を求めよ。)

[2]

計算機システムの性能を4倍に上げるために下記のような方法を考える。

- (方法1) クロック周波数を4倍にする。
- (方法2) パイプライン処理を導入する。
- (方法3) CPUを4台用意して並列に処理を行なう。

それぞれ方法について、以下の設問に答えよ。

- (1) システムの基本的なアーキテクチャを変えないで方法1を採用するためには、どのような問題を解決する必要があるか。デバイス設計、回路設計、論理設計の立場から答えよ。
- (2) 方法2のみを採用して性能を4倍に上げるためには、パイプライン段数をどのような値に設定する必要があるか？理由とともに述べよ。また、プログラムによってその効果が変化するが、パイプライン化の効果が上がるプログラムと上がらないプログラムの性質を述べよ。
- (3) 方法3は、方法1や方法2に比べて、ソフトウェアの面で大きな負担が生じる。どのような負担が考えられるかについて、できるだけ広く議論せよ。

[3]

以下の設問に答えよ。

- (1) 再帰的下向き構文解析という観点から LL(1)文法の特徴を述べよ。
- (2) 以下の文法について First 集合、Follow 集合、Director 集合を求めたうえで、LL(1)文法といえる根拠を説明せよ：

$$S \rightarrow aBd$$
$$B \rightarrow bC$$
$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

- (3) 上記文法について再帰的下向き構文解析プログラムを書け。擬似コードでよいが、先読みトークンが変数 `nextToken` に読み込まれているとし、次の先読みは既定義関数 `getToken()` で行うとすること。

[4]

[4-1] 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、優先度2のREADY状態キューはプロセスC、プロセスDの順序、優先度1のREADY状態キューはプロセスE、プロセスF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0.55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1.2秒を繰り返す。
- ・プロセスB（優先度3）は、プロセッサ処理0.2秒と入出力待ち1.1秒を繰り返す。
- ・プロセスC（優先度2）は、プロセッサ処理0.4秒と入出力待ち0.9秒を繰り返す。
- ・プロセスD（優先度2）は、プロセッサ処理0.5秒と入出力待ち0.8秒を繰り返す。
- ・プロセスE（優先度1）は、プロセッサ処理0.7秒と入出力待ち0.6秒を繰り返す。
- ・プロセスF（優先度1）は、プロセッサ処理0.8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、何秒後に、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。もし、まったくタイムスライス機能が働かない場合は、「なし」とし、その理由を記せ。

（問4-2）初めてプリエンプション機能が働くのは、何秒後に、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。もし、まったくプリエンプション機能が働かない場合は、「なし」とし、その理由を記せ。

（問4-3）3.75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、3.75秒後にWAIT状態のプロセスがなければ「なし」とせよ。

[4-2] 断片化について説明せよ。

[5]

問[1] 2つのリレーションが「和両立(union compatible)」である条件について述べよ。また、そのような条件を必要とする関係演算は何と何か。

問[2] R, S, Tに関係代数演算を施した時の結果を書け。

R

A	B	C
a	b	c
d	a	e
a	d	c

S

A	B	C
b	f	a
d	a	e

T

D	E	F
b	f	a
d	a	e

(1) $R \cup S =$

(2) $R - S =$

(3) $R \times T =$

(4) $\pi_{A, C}(R) =$

(5) $\sigma_{B=a}(R) =$

(6) $R \bowtie_F T =$ (結合演算である)
(結合条件は $A = F$ とする)

問[2] 上の(1)から(6)までの演算に対応する問い合わせをSQLで書け。

問題2 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

6

[6]

頂点に整数の値を持つ図1のような2分木のデータ型 tree を次のように宣言する。

```
type tree = @node;  
  node = record  
    element:integer;  
    left,right:tree  
  end;
```

(1) 2分探索木の定義を書け。

(2) 空欄を埋めて、2分探索木に整数値をもつ頂点を追加する手続きを完成せよ。

```
procedure insert(x:integer; var p:tree);  
begin  
  if p=nil then begin  
    new(p);  
    with p do begin  
      (a) :=x;  
      left:=nil; right:=nil  
    end  
  end else if x=p@.element then  
    error  
  else if x<p@.element then  
    (b)  
  else  
    (c)  
end;
```

(3) 2分探索木を用いたデータの探索操作の計算量について、最善の場合、最悪の場合をそれらの根拠とともに述べよ。

(4) 空でない2分探索木 p から値 x をもつ頂点を削除する手続き delete を次のように宣言する。図1のような2分探索木 p について、delete(5, p)を実行し、初めて(A)の部分が実行された直後の p を根とする2分木を図示せよ。またそのとき、ポインタ r がどこを指しているかも示せ。

```

procedure delete(x:integer; var p:tree);
  var r, tmp:tree;
  function extractmax(var q:tree):tree;
  begin
    if q@.right=nil then begin
      extractmax:=q; q:=q@.left
    end else
      extractmax:=extract(q@.right)
    end;
  begin
    if p=nil then
      error
    else if x=p@.key then
      if p@.left=nil then begin
        tmp:=p; p:=p@.right; dispose(tmp);
      end else begin
        r:=extractmax(p@.left); . . . . (A)
        r@.left:=p@.left;
        r@.right:=p@.right;
        dispose(p);
        p:=r;
      end
    else if x<p@.key then
      delete(x, p@.left)
    else
      delete(x, p@.right)
  end;
end;

```

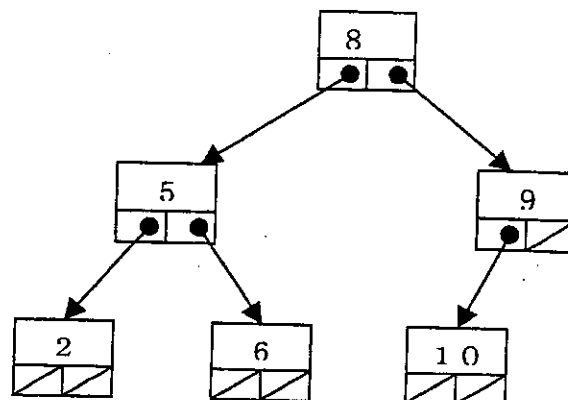


図1.

九州大学大学院システム情報科学研究科
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12年度修士課程入学試験

数 学

平成11年8月31日(火)
13時30分～15時30分

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5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. 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)

漸化式

$$x_{n+k} + a_{k-1}x_{n+k-1} + \cdots + a_1x_{n+1} + a_0x_n = 0 \quad (n = 0, 1, 2, \dots; k \text{ は正定数})$$

が与えられたとき、以下の間に答えよ。

- (1) この式を満足する数列 $\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ \vdots \end{pmatrix}$ の全体 V はベクトル空間であることを示せ。

また、その数列を一項ずらす写像 $T: T \begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \end{pmatrix}$ は線形変換であることを示せ。

- (2) (1) における T の固有値は方程式

$$\lambda^k + a_{k-1}\lambda^{k-1} + \cdots + a_1\lambda + a_0 = 0$$

の根であることを示せ。また、固有値 λ に対する固有ベクトルは $\begin{pmatrix} 1 \\ \lambda \\ \lambda^2 \\ \vdots \\ \lambda^n \\ \vdots \end{pmatrix}$ であることを示せ。

- (3) ベクトル空間 V に属する任意のベクトルは (2) で求めた固有ベクトルの線形和として表されることを用いて

$$x_{n+3} - 7x_{n+2} + 14x_{n+1} - 8x_n = 0$$

の一般解 x_n を求めよ。

【問題 2】(25 点)

底に穴のあいた底面積 A の円筒形バケツがあり、その穴から単位時間あたり水位 h の平方根に比例（比例定数 k ）する水量が流れ出し、単位時間あたり一定の水量 G が注ぎ込まれている。

- (1) 上の関係を示す微分方程式を示せ。
- (2) 常に $k\sqrt{h} \leq G$ として、この微分方程式を解き、 h と t の関係を示せ。
(ヒント： $-k\sqrt{h} + G = z^2$ とおけ.)

【問題 3】(25 点)

$z^2 \geq x^2 + y^2$, $0 \leq z \leq 1$ で表される円錐形の閉領域 R について次の問に答えよ。

- (1) 領域 R の全表面 S を上面 S_1 と側面 S_2 に分ける。 S_2 をパラメータ表示すると $\mathbf{r} = v \cos u \mathbf{i} + v \sin u \mathbf{j} + v \mathbf{k}$, $0 \leq u \leq 2\pi$, $0 \leq v \leq 1$ と書けることを示し、 S_2 の単位法線ベクトル \mathbf{n} の uv 座標系での表式を求めよ。ただし、 $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ はデカルト座標系における直交単位ベクトルである。また、 R の外部方向を S の正の向きとする。
- (2) S_2 の面素 dA の uv 座標系での表式を求め、 S_2 の面積を面素 dA を積分することで計算せよ。
- (3) ベクトル場 $\mathbf{B} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j}$ について、ガウスの発散定理

$$\iiint_R \operatorname{div} \mathbf{B} dV = \iint_S B_n dA$$

が成り立つことを、体積積分と面積分を計算することで確かめよ。ただし、 B_n は S 上での \mathbf{B} の法線方向の成分を表す。

【問題 4】(25 点)

次の問に答えよ.

- (1) k を整数, C を a を中心とする半径 r の円とする. $(z-a)^k$ の C に沿う複素積分は

$$\int_C (z-a)^k dz = \begin{cases} 0 & , k \neq -1 \\ 2\pi i & , k = -1 \end{cases}$$

となることを示せ.

- (2) n を正の整数, C を単位円 ($|z|=1$) とする. C に沿う複素積分

$$\int_C \left(z + \frac{1}{z}\right)^{2n} \frac{dz}{z}$$

を求めることにより

$$\int_0^{2\pi} \cos^{2n} \theta d\theta = 2\pi \cdot \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots 2n}$$

を証明せよ.

【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 $+$ および \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。しかし、実は、上記の 5 つの公理のうち、結合律は他の公理から証明できる。 $L = x + (y + z)$, $R = (x + y) + z$ とおき、以下の (1)~(3) の手順で結合律を除く 4 つの公理を使用して $x + (y + z) = (x + y) + z$ を証明せよ。ただし、次の補題は補元律と吸収律のみで証明できるので、以下の (1)~(3) の証明で使用するよい。

[補題] $x + 0 = x, \quad x \cdot 1 = x.$

なぜならば,

$x + 0$	$= x + (x \cdot \bar{x})$	(補元律)
	$= x$	(吸収律)
$x \cdot 1$	$= x \cdot (x + \bar{x})$	(補元律)
	$= x$	(吸収律)

- (1) $z \cdot L = z \cdot R$ が成立することを証明せよ。
- (2) $\bar{z} \cdot L = \bar{z} \cdot R$ が成立することを証明せよ。
- (3) 上記 (1)(2) を利用して、 $L = R$ すなわち $x + (y + z) = (x + y) + z$ を証明せよ。

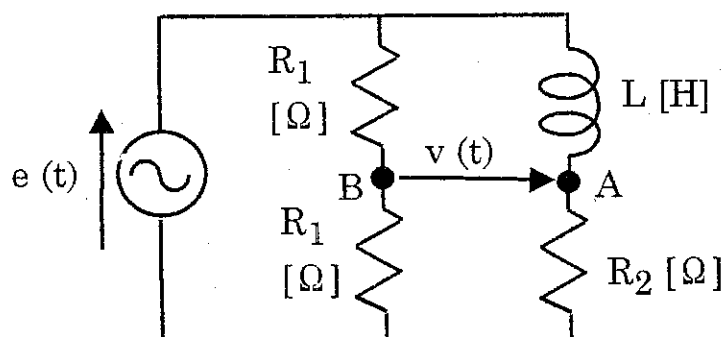
志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

大学院入試 電気回路

(1999.9.1)

4 問中の問題 1

右図の回路において交流電源の瞬時値を
 $e(t) = \sqrt{2} E_e \sin(\omega t + \varphi)$ [V] とする。
 AB 間の電圧 $v(t)$ を求めよ。



志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

大学院入試 電気回路

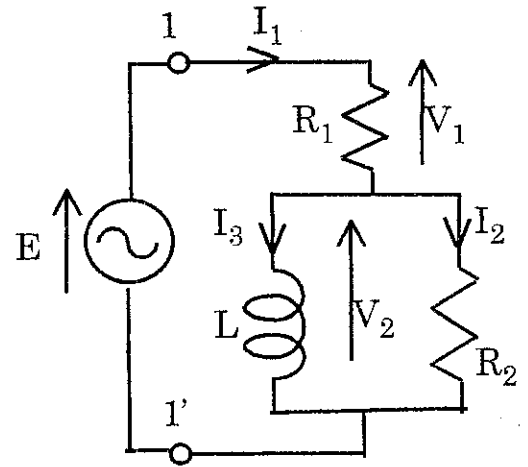
(1999.9.1)

4 問中の問題 2

右図の回路で、端子 1-1'から右の回路の力率を $\cos \theta$ とする。

(1) V_2 のフェーザを基準として、 V_1 、 V_2 、 E 、 I_1 、 I_2 、 I_3 の間のフェーザ図を描き、 θ を図示せよ。

(2) これをもとに力率 $\cos \theta$ を $|V_1|$ 、 $|V_2|$ 、 $|E|$ を用いて表せ。



志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

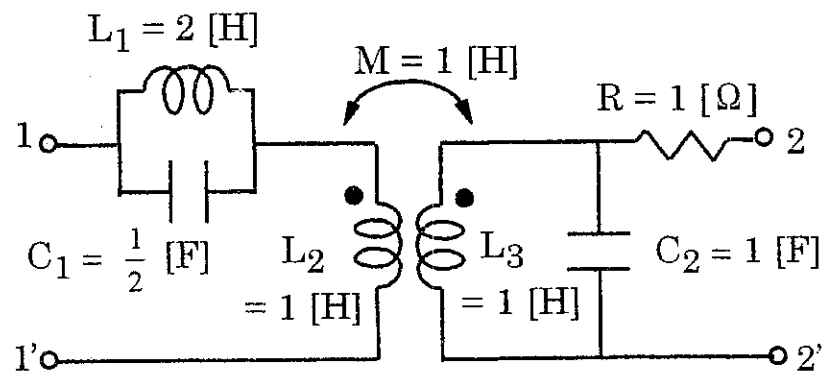
大学院入試 電気回路 (1999.9.1)

4 問中の問題 3

図の 2 端子対網のインピーダンス行列

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \text{ を求めよ。}$$

ただし、図中の数字は各素子値であり、電源周波数を ω とする。



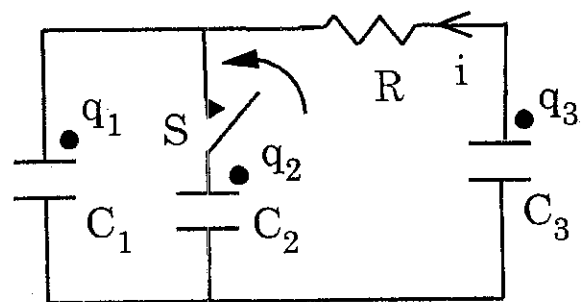
志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

大学院入試 電気回路

(1999.9.1)

4 問中の問題 4

図の回路において、スイッチ S を $t = 0$ において閉じるとする。 $t > 0$ における電流 $i(t)$ を求めよ。ただし、スイッチを閉じる前のキャパシタ C_1 、 C_2 の初期電荷は各々 $q_1(-0) = Q$ 、 $q_2(-0) = 0$ とする。また、 $t < 0$ において回路は定常状態にあるとする。



平成12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12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
電気電子システム工学・電子デバイス工学 試験問題

電子回路

平成11年9月1日(水) 10:50~12:20

1. 図1に示すトランジスタ増幅器について、次の問に答えよ。

- (1) バイアス点を (I_{CQ}, V_{CEQ}) と仮定し、トランジスタの直流負荷直線および交流負荷直線の式を求めよ。
- (2) 負荷 R_L に最大対称交流振幅を与えるようにするには、バイアス点をどのように設定したらよいかを述べ、バイアス点 (I_{CQ}, V_{CEQ}) を求めよ。また、その場合の直流負荷直線と交流負荷直線の関係を図示せよ。
- (3) トランジスタのエミッタ接地電流増幅率を β 、ベース・エミッタ間電圧を V_{BE} とするとき、 R_1, R_2 を決定せよ。但し、 $R_b (= R_1 // R_2) = \beta R_e / 10$ とせよ。
- (4) 上記のように $R_b = \beta R_e / 10$ とすると、 β の変化に対してバイアス点の安定化がはかれる理由を説明せよ。

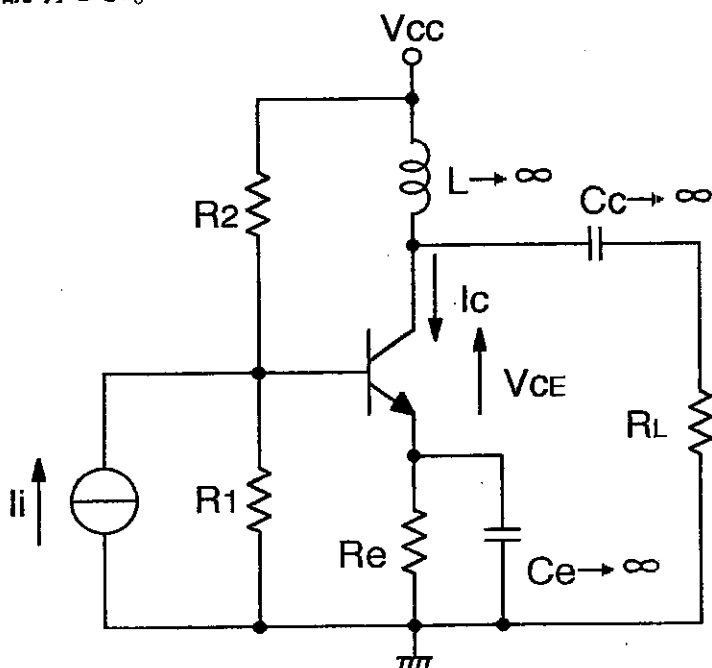


図1

2. 図2に示す移相回路の伝達関数 $G(s) = V_o(s) / V_i(s)$ を求めよ。次に、この移相回路の利得および位相の周波数特性の概形を描け。但し、オペアンプ（演算増幅器）は理想的であるとする。

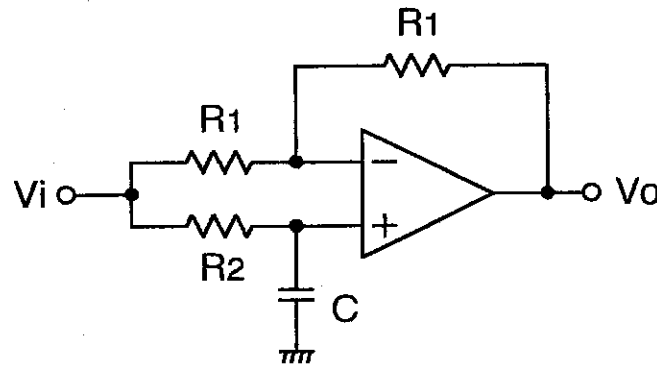


図2

3. 図3に示す回路において、スイッチ S は周期 T でオン・オフを繰り返すものとする。1周期 T の中でスイッチがオン状態にある時間 T_{on} の割合を $D (= T_{on} / T)$ で表す。すなわち、第 k 周期 ($k = 0, 1, 2, 3, \dots$) において、スイッチ S は、
 $kT \leq t < (k+D)T$ の期間はオン状態となり、
 $(k+D)T \leq t < (k+1)T$ の期間はオフ状態となる。
 このとき、コンデンサの電圧 $V(t)$ について、次の問に答えよ。
 但し、 $T \ll C(R1 // R2)$ の近似条件が成り立つものとする。ここで $R1 // R2$ は $R1$ と $R2$ の並列合成抵抗を表す。

- (1) $V(kT)$ と $V((k+D)T)$ との関係式、及び $V((k+D)T)$ と $V((k+1)T)$ との関係式を求めよ。
- (2) $V(kT)$ と $V((k+1)T)$ との関係式を求めよ。
- (3) コンデンサの初期電圧が $V(0) = 0 \text{ V}$ として与えられているとき、 $V(kT)$ を k, T, D を用いて表せ。

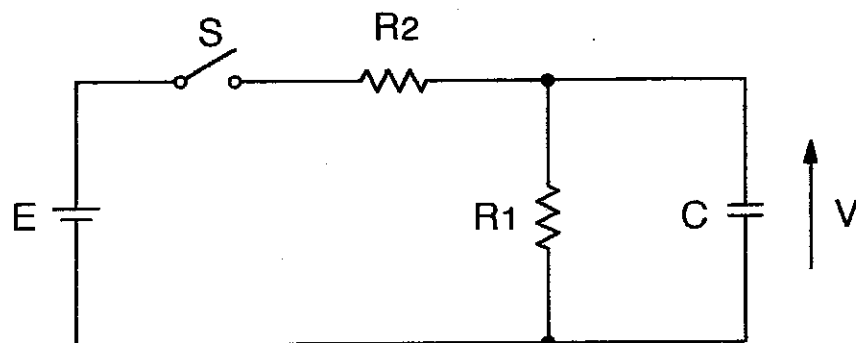


図3

— 制御工学 —

平成 11 年 9 月 1 日 (水) 10:50 ~ 12:20

問題 1 システム $\dot{x} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$, $y = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} x$ に対して $\{-1 \pm j\}$ を極とする同次元オブザーバーを求めたい。

- (1) システムが可制御であることを述べよ
- (2) 同次元オブザーバーを $\dot{z} = Fz + Gy + Hu$, $\omega = Wz + Vy$ で構成する時の F, G, H, W, V を求めよ

問題 2 電機子制御直流サーボモーターについて考える。 θ をモーターの回転角とし、 $x = \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \end{bmatrix}$

とおくとき、モーターの状態方程式が $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -c_1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ c_2 \end{bmatrix} u$ で与えられるもの

とする。但し $c_2 \neq 0$ とする。今、 $u = [k_1, k_2]x + v$ という状態フィードバックを考える。

- (1) 状態フィードバックがない場合のシステムの極を求めよ
- (2) 閉ループ系の状態方程式を求めよ
- (3) 閉ループ系の極を λ_1, λ_2 に配置する時の k_1, k_2 を求めよ

問題 3 システム $\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u$, $y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} x$ を考える

(1) e^{At} を求めよ

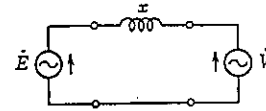
(2) 零入力において $\lim_{t \rightarrow \infty} \|x(t)\| = 0$ である事を述べよ

問題 4 ニューラルネットワーク制御について下記の質問に答えよ

- (1) ニューラルネットワークとは何か
- (2) ニューラルネットワークを制御のコントローラに使用すると、どのようなことが期待できるか

電気電子システム工学 (電力工学)

1. 右図のような電力システムの一相当たりの等価回路がある。発電機起電力を $\dot{E}=E\angle\delta$ 、負荷端子電圧を $\dot{V}=V\angle 0$ とするとき、次の問に答えよ。



x : 発電機の内部リアクタンスを含めた電力系統1相当りのリアクタンス, \dot{E} : 発電機の起電力(送電端電圧), \dot{V} : 負荷端子電圧(受電端電圧)。

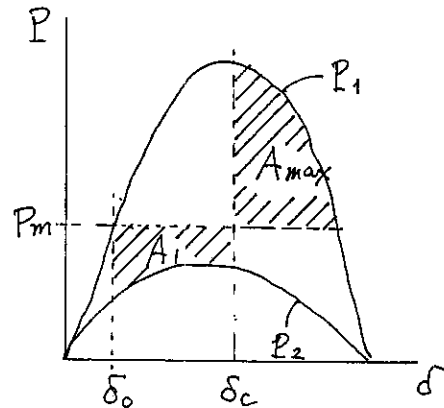
- 送電線上の複素電力 $P+jQ$ を求めよ。
- 負荷の消費電力 P_r+jQ_r と送電電力 $P+jQ$ の間で $P_r=P$ とすると、無効電力 Q_r と Q の整合ができなくなる。実際にはどのようにして整合させるか。
- このシステムで、負荷を一定とし発電機電圧を大きくすると δ はどのように変化するか。(ベクトル図を描いて説明のこと)。
- 図のシステムで負荷電力 P_r を大きくして行くと、システムはどのように振る舞うか。

2. ランキンサイクルをT-S座標上に描き、そのエクセルギー、アネルギー、効率について述べよ。

3. 無限大母線に接続された発電機のP- δ 曲線が下図のようである。システムで故障があったとき、次のa)、b)、c)の場合のシステムの安定性を簡単に論ぜよ。

- $A_1 < A_{max}$
- $A_1 = A_{max}$
- $A_1 > A_{max}$

ただし、 P_1 は故障前と故障除去後のP- δ 曲線、 P_2 は故障中のP- δ 曲線、 P_m は発電機入力(=タービン出力)、 δ_0 は故障前の負荷角、 δ_c は故障除去時の負荷角である。



4. Δ -Y結線している変圧器の零相等価回路を単位法表示で描け。ただし、Y結線側は、 \overline{Z}_n で接地されている。(等価回路の導出過程も述べておくこと)。

5. 次の問に答えよ。

- 二線接地事故時の対称分等価回路を描け。
- フェランチ効果を説明せよ。
- 原子炉の四因子公式を示せ。
- 水素-酸素燃料電池の原理図を示せ。
- 複合サイクル発電所効率 η を求めよ。ただし、各発電プラント効率を η_i とせよ。

以上

エネルギー変換工学

問題 1

図1のように、半径 R 、鉄心の軸方向長さ l の円筒形回転子を有する回転機がある。固定子、回転子にそれぞれ N_1 、 N_2 ターンのコイルを設け、電流をそれぞれ i_1 、 i_2 とした時のトルクを次の手順に従って求めなさい。ただし、ギャップ長 δ は R に比べて極めて小さく、固定子、回転子の鉄心の比透磁率 $\mu_s = \mu / \mu_0$ (μ_0 : エアギャップ中の透磁率)は無限に大きいものと仮定する。また、固定子、回転子のスロットは無視できるものとし、各コイルの漏れ磁束はないものとする。

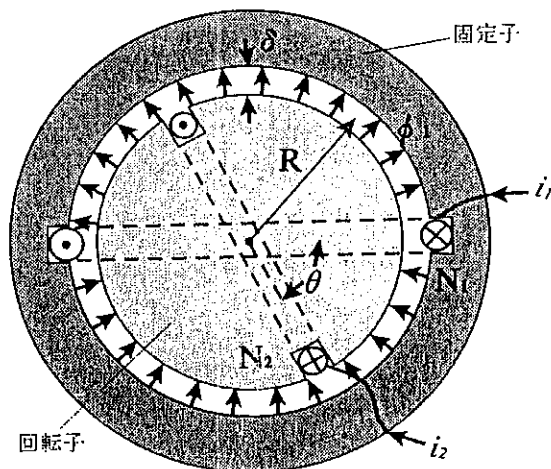


図 1

(1) 固定子及び回転子コイルの自己インダクタ

ンス L_{11} 及び L_{22} を求めなさい。また、固

定子と回転子のコイル間相互インダクタンス $M_{21}(\theta)$ を次のようにして求めなさい。

(イ) $0 \leq \theta \leq \pi$ の領域での $\lambda_{21}(\theta)$ と $M_{21}(\theta)$ を求めなさい。ただし、式の簡明化のために、 $M_{21}(\theta)$ は M_0 を用いて表現し、 $\theta = 0$ のとき $M_{21}(\theta)$ が最大値 πM_0 となるように M_0 を定義しなさい。

(ロ) $\pi \leq \theta \leq 2\pi$ の領域での $\lambda_{21}(\theta)$ と $M_{21}(\theta)$ を求めなさい。なお、 $M_{21}(\theta)$ は M_0 を用いて表現しなさい。

(2) トルク T を求め、 $M_{21}(\theta)$ 及びトルク $T(\theta)$ を θ に対して図示しなさい。また、図1の回転機をモータとするため、トルク T が常に正で、しかも一定となるように、 i_1 と i_2 を制御したい。 i_1 と i_2 を θ に対してどのように与えればよいか。

問題 2

図2は電車モータの速度制御回路の一例を示す。図中点線で囲まれた部分 S がスイッチ回路で、GTOサイリスタが主要素子として使用されている。この回路の動作原理と各部波形を示しなさい。

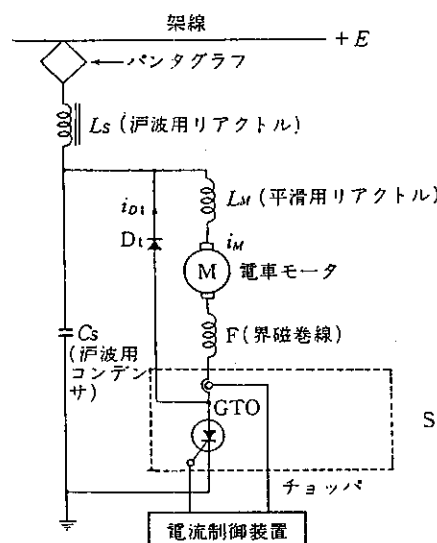


図 2 電車モータの速度制御

平成12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。

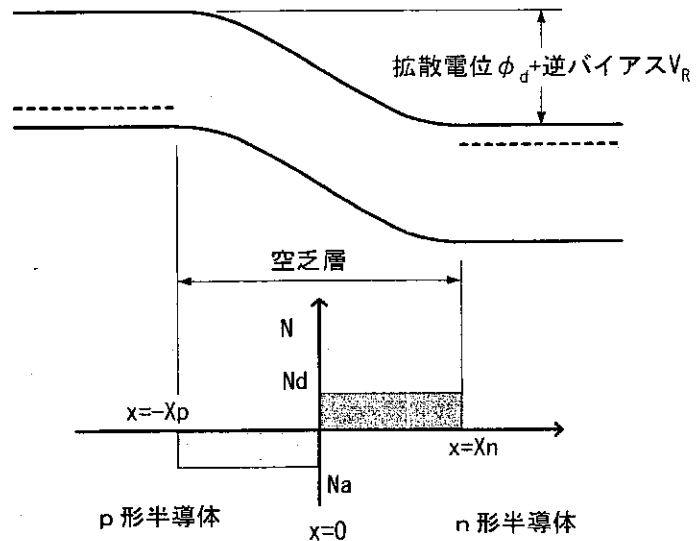
1. 電子回路
2. 制御工学
3. 電子デバイス工学

電子デバイス工学専攻・平成12年度入学者選抜試験
「電子工学」電子デバイス試験問題
(電子回路, 制御工学, 電子デバイスのいずれか1科目しか解答できません)

解答は, 氏名とともに別紙回答用紙に記入のこと

1. 以下の文章の () の中を的確なキーワードで埋めよ(30点).
- (1) 不純物を含まない半導体のことを (①) といい熱や光などの援助を受けてキャリアを発生させている. 一方, 不純物を人工的に添加して, キャリアの量を制御した半導体を (②) といい, 普通用いられる半導体では室温では添加したと同じ不純物の数と同じだけのキャリアが生み出されている.
- (2) ドナー不純物は半導体中では自分自身は (③) に帯電したイオンとなり, その逆極性のキャリアである (④) を発生させる.
- (3) 半導体中の電子は各原子の原子核につかまって局在する電子と, 結晶全体に広がって電子波として振舞う電子がある. 電子波として振舞う電子は, 結晶原子の並びに影響を受け, 回折・反射される. このため, 電子の取り得るエネルギーに飛躍が生ずる結果エネルギー帯が生ずる. こうしてできた上下に分離されたエネルギー帯のうち, 下側は結晶の化学結合に関係したものであることから, (⑤) といい, 上側のバンドは結晶の化学結合に関係せず自由に動き回れる電子が存在することから, (⑥) という.
- (4) 半導体中を動き回るキャリアの速度は低電界のもとでは, 電界の大きさに比例する. この比例係数を (⑦) といい, 半導体の性質を示す物質固有の定数である. 電流がキャリアの数と速度に比例することから, 電子デバイスの動作を記述する上で重要なパラメータである.
- (5) (4) のキャリアは電界により動かされるので, この機構によって流れるものを (⑧) 電流といい, 一方キャリアの粗密により, 濃いところから薄いところに流れる電流を (⑨) 電流という.
- (6) 不純物を添加して多量に発生させたキャリアのことを多数キャリアという. この状態の半導体に何がしかの作用により, 反対極性のキャリアである少数キャリアを注ぎ込むと, 過剰な少数キャリアは多数キャリアと (⑩) して, 熱平衡時に存在が許された値にまで減少する. この⑩の現象はpn接合を持つバイポーラ素子の動作原理で重要な働きをする.

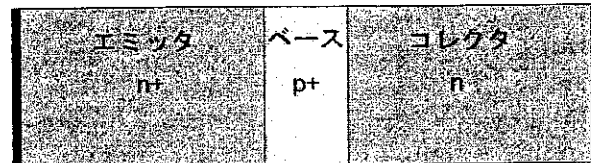
2. pn 接合はいわゆる pn 接合ダイオードだけでなく、半導体電子デバイスの中に随所に現れる。その場合、逆方向バイアスをして用いられることがある。p 形、n 形の不純物濃度をそれぞれ N_a , N_d とし、またそれぞれの部分で空乏化した部分の長さを X_p , X_n とし、下記の設定問に答えよ。半導体の誘電率を ϵ_s 、電荷素量を q とする。(25 点)



- (1) n 形領域のイオン化した不純物の電荷密度が qN_d であることを利用して、接合面における最大電界を求める式を導け。
- (2) 空乏層内の総電荷量は正負打ち消しあってゼロ“0”となる。
p 形不純物濃度が n 形のそれに比べて極端に多い場合、空乏層は n 形不純物領域にのみ広がり、その厚さが X_n となることを示せ。
- (3) (2)の p 形不純物濃度が n 形のそれに比べて極端に多い場合、pn ダイオードに印加した電圧は、ほとんど空乏化した n 形領域にのみにかかるとして良い。その電圧の大きさが、 $\frac{qN_d X_n^2}{2\epsilon_s}$ となることを導出せよ。
- (4) pn 接合を逆バイアスすると、接合部分に形成される空乏層の部分でキャリアが感じるポテンシャル差は拡散電位 ϕ_d と逆バイアス電圧 V_R の和になることを利用して、p 形不純物濃度が n 形のそれに比べて極端に多い場合の、空乏層厚さ X_n を拡散電位 ϕ_d と逆バイアス電圧 V_R を用いて表わせ。
- (5) p 形不純物濃度が n 形のそれに比べて極端に多い場合について、接合の面積を S とし、pn 接合の空乏層容量 C_D を与える式を示せ。

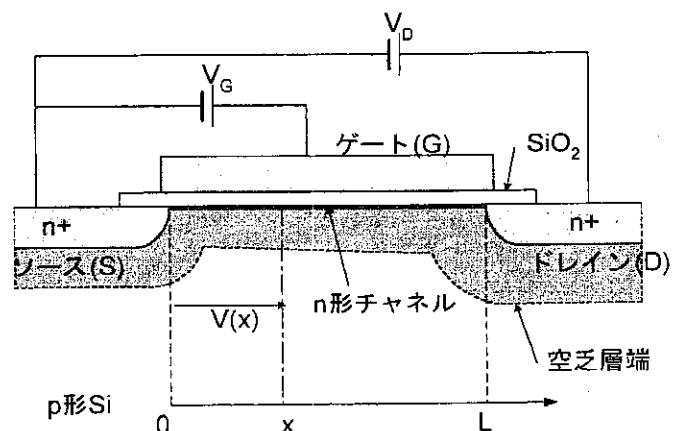
3. npn バイポーラ・トランジスタは順方向にバイアスした np 接合ダイオードと逆バイアスした pn 接合ダイオードを接着したもののようにも見えるが、実際独立して作成したダイオードをそのように接合してもトランジスタの振る舞いはしない。以下の設問に答えよ。(15 点)

- (1) npn バイポーラ・トランジスタの能動時のバイアス条件を加味したバンド図をフェルミ準位に配慮して描け。



- (2) エミッタ電極から注入された電子がベース電極を通過して、コレクタ領域に到達する割合を電流増幅率 α という。 α がほとんど 1 である理由を一つ述べよ（幾つか理由が挙げられるが、その内一つ挙げれば正解）。
- (3) コレクタ領域の不純物濃度は低く設定される。普通ベース・コレクタ間を逆方向にバイアスして用いることを考えて、低く設定される理由を述べよ（この場合も幾つか理由が挙げられるが、その内一つ挙げれば正解）。
4. MOSFET は電界効果素子の一種で、静電的つまりキャパシタの原理で半導体表面に誘起される電荷がキャリアとなって電流を運ぶ。
- p 形基板を用いる n チャネル MOSFET の場合、ゲートに正の電圧を加えて半導体表面には負の電荷を集める必要があるが、半導体基板は正の電荷を持つ正孔がキャリアであるため、まず正孔が基板表面から基板奥に追いやられる。その後には負に帯電した不純物イオン（アクセプタ）が残される。さらに、ゲートに電圧を加えていくと、このイオン化した不純物を作る電界で表面のポテンシャルが下がり、表面に電子が集まる状態ができていく。下記の問いに答えよ（30 点）

- (1) チャネルが形成される部分は基板と異なった導電形となっている。この状態を何というか。



- (2) ソースを基準として、ドレインとゲートに電圧を加えることとする。また、基板はソースと同電位にしておくものとする。ゲート電圧が十分大きいと、ソース・ドレイン間のチャンネルが形成され、それに沿って表面電位が変化する。チャンネル部分に電荷が誘起され、ソース・ドレイン間に電流が流れ始めるゲート電圧（しきい電圧という）を V_T 、ゲート電圧を V_G 、単位面積あたりのゲート容量を C_0 としたときに、ソースから x のチャンネルの位置の電位を $V(x)$ として、そのチャンネルの位置に誘起される電荷量 $Q(x)$ はいくらか、式で表わせ。
- (3) (2) でゲート電圧が十分大きいと、ソース・ドレイン間のチャンネルが形成され、それに沿って電界が発生している。ソース端を原点として、ソースから x の場所を流れる電子が受けるチャンネルに沿う電界を電位 $V(x)$ を用いて表現して、電子の移動速度 v を表わせ、このとき移動度は一定で μ とせよ。
- (4) (2),(3) の結果を用いて、チャンネル幅を W 、チャンネル長を L として、チャンネルに流れる電流 I を式で表わせ。ここで、 $V_G - V_T > V_D$ とする。
- (5) () 内を下から選んで適当な語句で埋めよ。必要であれば複数回使っても可。
 以上のことから、チャンネル長が (①) ほど、チャンネル幅が (②) ほど、電流が多く流れることが分かる。このように平面内の物理的寸法を変えて (③) の異なった FET を作れる。また、電極は (④) の機能を持たせることができるため、異なった寸法の MOSFET を接続して、多くの異なった機能を持つ回路システム、つまり (⑤) を同一半導体基板上に形成できる。

選択語句：

大きい、小さい、長い、短い、広い、狭い、高い、低い、薄い、厚い、トランジスタ、面積、容量、インダクタンス、集積回路、プリント基板、PCB、キャパシタ、コイル、電極、配線、電流駆動能力、電圧耐性