

第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

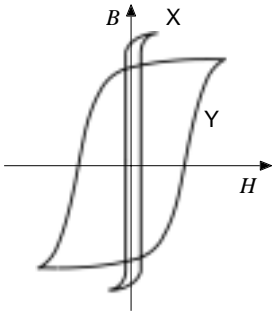
25問 2時間30分

A - 1 次の記述は、図に示す磁気ヒステリシスループ ($B-H$ 特性) を持つ二つの磁性体 X 及び Y について述べたものである。
□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、X 及び Y の $B-H$ 特性以外の性質は、全て同じものとする。

- (1) 電磁石の材料に適しているのは、□ A □ である。
(2) ヒステリシス損が大きいのは、□ B □ である。
(3) 磁気テープ、磁気カード及び磁気ディスクの材料に適しているのは、□ C □ である。

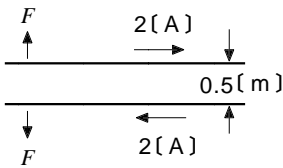
	A	B	C
1	X	Y	X
2	X	X	Y
3	X	Y	Y
4	Y	X	X
5	Y	X	Y

B : 磁束密度 [T]
 H : 磁界の強さ [A/m]



A - 2 図に示すように、真空中に置かれた無限に長い 2 本の平行導線にそれぞれ 2 [A] の電流を流したとき、2 本の平行導線の間に 1 [m] 当たりに働く力 F の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、真空の透磁率 μ_0 を 4×10^{-7} [H/m] 及び平行導線の間隔を 0.5 [m] とする。

- 1 1×10^{-7} [N/m]
2 2×10^{-7} [N/m]
3 4×10^{-7} [N/m]
4 8×10^{-7} [N/m]
5 16×10^{-7} [N/m]



A - 3 次の記述は、コイルの自己インダクタンス について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、コイルの結合係数を 1 とする。

図 1 に示すように、巻数が N 回で、自己インダクタンスが 9 [mH] の二つのコイル L_1 及び L_2 がある。

- (1) L_1 及び L_2 を図 2 に示すように、磁束が同じ向きに生じるように直列に接続したときの端子 b_2 間の合成インダクタンスは、□ A □ [mH] である。
(2) L_1 及び L_2 を図 3 に示すように、磁束が反対の向きに生じるように直列に接続したときの端子 a_2 間の合成インダクタンスは、□ B □ [mH] である。
(3) 巻数を $2N$ 回にしたときの L_1 の自己インダクタンスは、□ C □ [mH] である。ただし、他の条件は同じとする。

	A	B	C
1	18	0	18
2	18	9	18
3	36	9	36
4	36	0	36
5	36	0	18

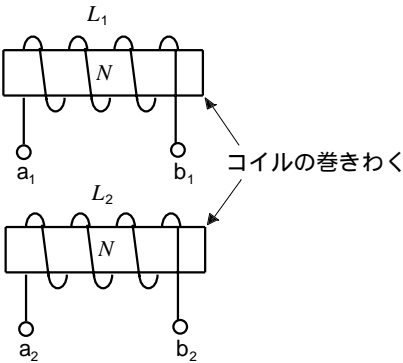


図 1

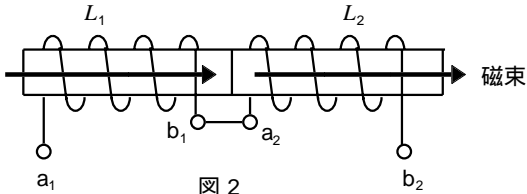


図 2

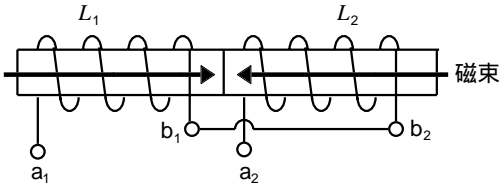


図 3

A - 4次の記述は、点電荷による電界について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、図1に示すように、孤立した点電荷 Q [C] から r [m] 離れた点 P_1 における電界強度が、 E [V/m] とする。

- (1) 図2に示すように、 Q を内半径 r_1 [m] の中空導体球で囲んだとき、 P_1 における電界強度は、□A [V/m] である。ただし、 $r_1 > r$ とする。
- (2) 図3に示すように、 Q を外半径 r_2 [m] の中空導体球で囲んだとき、 P_1 における電界強度は、□B [V/m] である。ただし、 $r_2 < r$ とする。
- (3) 図4に示すように、図3の状態から中空導体球を接地したとき、 P_1 における電界強度は、□C [V/m] である。

	A	B	C
1	$2E$	E	0
2	$2E$	0	E
3	E	0	0
4	E	0	E
5	E	E	0

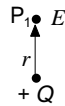


図1

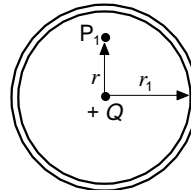


図2

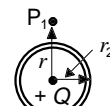


図3

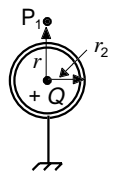


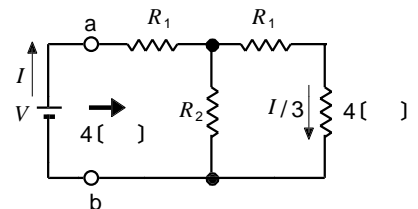
図4

A - $5i = 4\sin t + 3\sqrt{2}\cos 2t - 4\sin 3t$ [A] で表される電流の実効値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 ω [rad/s] を角周波数及び t [s] を時間とする。

- 1 3 [A] 2 4 [A] 3 5 [A] 4 8 [A] 5 11 [A]

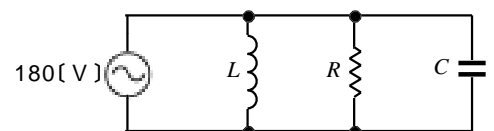
A - 6図に示す回路において、電源 V [V] から流れる電流が I [A] のとき、4 [] の抵抗に流れる電流が $I/3$ [A] で、端子 ab 間の合成抵抗が 4 [] であった。このときの抵抗 R_1 及び R_2 の値の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 V の内部抵抗を零とする。

	R_1	R_2
1	1 []	3 []
2	2 []	3 []
3	2 []	2 []
4	3 []	2 []
5	3 []	1 []



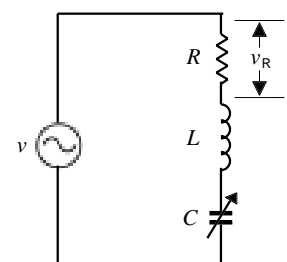
A - 7図に示すように、自己インダクタンス L [H]、抵抗 R [] 及び静電容量 C [F] の並列回路に 180 [V] の交流電圧を加えたときの皮相電力 P_0 及び無効電力 P_r の値の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、誘導性リアクタンスの大きさを 90 []、 R を 60 [] 及び容量性リアクタンスの大きさを 30 [] とする。

	P_0	P_r
1	600 [VA]	720 [var]
2	800 [VA]	540 [var]
3	800 [VA]	720 [var]
4	900 [VA]	540 [var]
5	900 [VA]	720 [var]



A - 8図に示す回路において、静電容量 C の値が 0.2 [μ F] のとき、抵抗 [] の両端の電圧 v_R の大きさが 5 [V] であった。このときの電源の角周波数 ω [rad/s] の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、自己インダクタンス L の値及び v の大きさの値をそれぞれ 0.5 [mH] 及び 5 [V] とする。

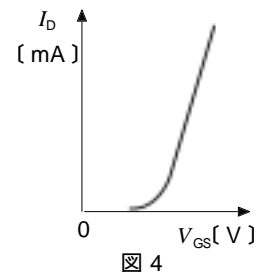
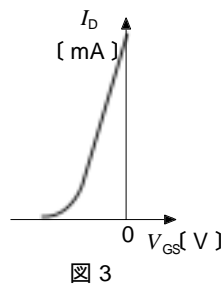
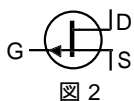
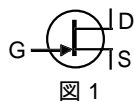
- 1 5×10^3 2 1×10^4 3 5×10^4 4 1×10^5 5 5×10^5



A-9 次の記述は、電界効果トランジスタ (FET) について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) FET は、接合形と MOS 形に大別される。MOS 形 FET には、エンハンスメント形と □ A □ 形がある。
 (2) 接合形 FET には、P チャネル接合形と N チャネル接合形があり、N チャネル接合形 □ B □ の図記号は □ B □ である。
 (3) N チャネル接合形 FET をドレイン - ソース (D - S) を間電圧 V_{DS} でソース接地で用いるとき、ゲート - ソース (G - S) 間電圧 V_{GS} とドレイン電流 I_D との関係は、□ C □ のグラフとなる。

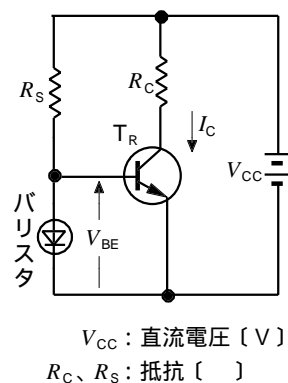
A	B	C
1 デプレッション	図 1	図 3
2 デプレッション	図 2	図 4
3 デプレッション	図 2	図 3
4 コンプリメンタリ	図 2	図 4
5 コンプリメンタリ	図 1	図 3



A-10 次の記述は、図に示すトランジスタのバイアス回路に用いられる温度補償用のシリコンダイオード (バリスタ) の動作について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

温度が上昇すると、トランジスタ T_R のコレクタ電流 I_C [A] が □ A □ するが、バリスタの順方向電圧は □ B □ なるので、ベース - エミッタ間電圧 V_{BE} [V] が □ C □ なり、 I_C の □ A □ を防ぐ。

A	B	C
1 増加	大きく	大きく
2 増加	小さく	小さく
3 増加	大きく	小さく
4 減少	小さく	小さく
5 減少	大きく	大きく



A-11 加える電圧により静電容量が変化する特性を利用したダイオードの名称を下の番号から選べ。

- ガンダイオード
- トンネルダイオード
- ホトダイオード
- バラクタダイオード
- ショットキーバリヤダイオード

A-12 次は、半導体素子名と図記号を組み合わせたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

1	2	3	4	5
3端子サイリスタ(一般)	トンネルダイオード	NPN トランジスタ	ツェナーダイオード	発光ダイオード

A-13 ベース接地トランジスタ増幅回路において、コレクタ電圧を一定にしてエミッタ電流を 2〔mA〕変化させたとき、コレクタ電流が 1.98〔mA〕変化した。このトランジスタをエミッタ接地とし、同じ動作点でベース電流を 10〔μA〕変化させたときのコレクタ電流の変化量の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.48〔mA〕 2 0.69〔mA〕 3 0.99〔mA〕 4 1.98〔mA〕 5 2.98〔mA〕

A-14 次の記述は、図に示す負帰還増幅回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、入力信号、出力信号及び帰還信号の電圧をそれぞれ v_i 、 v_o 及び v_F 、電圧増幅回路の電圧増幅度を $G (G > 0)$ とし、電圧帰還回路の帰還率を $\beta (\beta < 0)$ とする。また、 \oplus は、 v_i と v_F との和を表すものとする。

(1) 電圧増幅回路において、 v_o は次式で表される。

$$v_o = \boxed{A} \text{ [V] } \dots\dots\dots$$

(2) 電圧帰還回路において、 v_F は次式で表される。

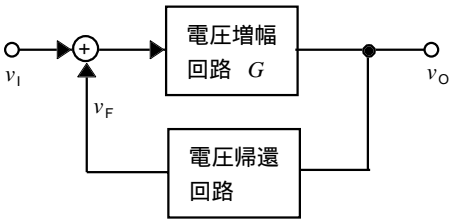
$$v_F = \boxed{B} \text{ [V] } \dots\dots\dots$$

(3) 式 (1) を (2) へ代入すると、次式が得られる。

$$v_o = \boxed{C} v_i \text{ [V] }$$

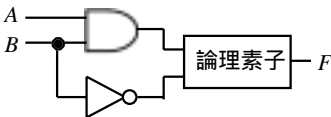
(4) $-G\beta$ が 1 のとき、次式が得られる。

$$v_o = \boxed{D} v_i \text{ [V] }$$



- | | A | B | C | D |
|---|-----------------|-------|-------------|-------|
| 1 | $G v_i$ | v_o | $G/(1 - G)$ | $-1/$ |
| 2 | $G v_i$ | v_i | $G/(1 + G)$ | $1/$ |
| 3 | $G (v_i + v_F)$ | v_o | $G/(1 + G)$ | $1/$ |
| 4 | $G (v_i + v_F)$ | v_i | $G/(1 + G)$ | $1/$ |
| 5 | $G (v_i + v_F)$ | v_o | $G/(1 - G)$ | $-1/$ |

A-15 次の図は、論理回路とその真理値表を示したものである。図中の論理素子に該当する論理記号として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とする。



真理値表

入 力		出 力
A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

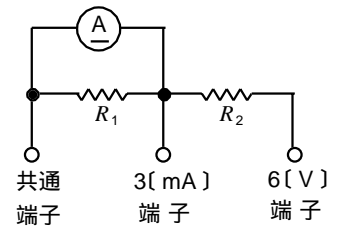
- 1 2 3 4 5

A-16 次の記述は、マルチバイブレータについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 非安定マルチバイブレータは、安定点を持たない。
- 2 非安定マルチバイブレータの二つの結合回路には、コンデンサが用いられる。
- 3 単安定マルチバイブレータは、外部からのトリガを加えたときのみ状態が変わり、次のトリガが加わるまで、この状態が保持される。
- 4 双安定 (二安定) マルチバイブレータは、安定点が二つある。
- 5 双安定 (二安定) マルチバイブレータは、計数回路の基本回路や記憶回路として用いることができる。

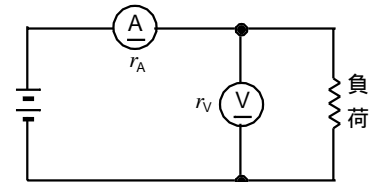
A-17 図に示すように、内部抵抗 $600\text{ }[\text{ }]$ 、定格 $1\text{ }[\text{mA}]$ の直流電流計 \textcircled{A} を測定範囲 $3\text{ }[\text{mA}]$ の電流計及び $6\text{ }[\text{V}]$ の電圧計として用いるとき、抵抗 R_1 及び R_2 の値の正しい組合せを下の番号から選べ。

	R_1	R_2
1	$200\text{ }[\text{ }]$	$1,400\text{ }[\text{ }]$
2	$200\text{ }[\text{ }]$	$1,800\text{ }[\text{ }]$
3	$300\text{ }[\text{ }]$	$1,600\text{ }[\text{ }]$
4	$300\text{ }[\text{ }]$	$1,800\text{ }[\text{ }]$
5	$300\text{ }[\text{ }]$	$1,400\text{ }[\text{ }]$



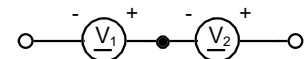
A-18 図に示すように、内部抵抗 $r_A\text{ }[\text{ }]$ の直流電流計 \textcircled{A} と内部抵抗 $r_V\text{ }[\text{ }]$ の直流電圧計 \textcircled{V} を用いて負荷の消費電力 P を測定したとき、 \textcircled{A} の指示値が $I\text{ }[\text{A}]$ 、 \textcircled{V} の指示値が $V\text{ }[\text{V}]$ であった。このときの P を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $P = VI - I^2 r_A$ $[\text{W}]$
- 2 $P = VI - V^2 / r_A$ $[\text{W}]$
- 3 $P = VI - V^2 / r_V$ $[\text{W}]$
- 4 $P = VI - I^2 r_V$ $[\text{W}]$
- 5 $P = VI - VI r_V / r_A$ $[\text{W}]$



A-19 図に示すように、2 個の直流電圧計を直列に接続したとき、測定できる最大電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電圧計 $\textcircled{V_1}$ の最大目盛りを $150\text{ }[\text{V}]$ 、内部抵抗を $50\text{ }[\text{k }]$ 及び直流電圧計 $\textcircled{V_2}$ の最大目盛りを $75\text{ }[\text{V}]$ 、内部抵抗を $30\text{ }[\text{k }]$ とする。また、+ 及び - の記号は、電圧計の極性を示す。

- 1 $75\text{ }[\text{V}]$
- 2 $100\text{ }[\text{V}]$
- 3 $150\text{ }[\text{V}]$
- 4 $200\text{ }[\text{V}]$
- 5 $225\text{ }[\text{V}]$



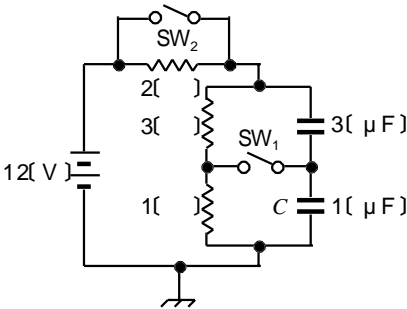
A-20 次の記述は、静電形計器の特徴について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) この計器は、 A で動作する指示計器である。
- (2) 原理的に、駆動力は、加えた A の B に比例する。
- (3) 用途は、 C である。

	A	B	C
1	電圧	2 乗	交直両用
2	電圧	3 乗	直流専用
3	電圧	2 乗	直流専用
4	電流	3 乗	直流専用
5	電流	2 乗	交直両用

B - 1 次の記述は、図に示す直流回路のコンデンサに蓄えられる電荷について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) スイッチ SW_1 を閉じて定常状態になったとき、コンデンサ C の両端の電圧は、□ア で、 C に蓄えられた電荷は、□イ [μC] である。
- (2) SW_2 を開いたまま、 SW_1 を閉じて定常状態になったとき、 C に蓄えられた電荷は、□ウ [μC] である
- (3) SW_1 を閉じたまま、 SW_2 を閉じて定常状態になったとき、 C に蓄えられた電荷は、□エ [μC] である
- (4) SW_2 を閉じたまま、 SW_1 を開いて定常状態になったとき、 C に蓄えられた電荷は、□オ [μC] である



- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|-------|---|---|----|-------|
| 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 [V] | 9 | 9 | 10 | 6 [V] |

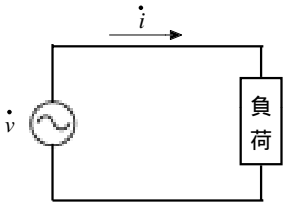
B - 2 次の記述は、電気量をベクトル記号法により計算する方法について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

図に示す回路の電圧 \dot{v} [V] 及び電流 \dot{i} [A] は、角周波数、時間及び位相差をそれぞれ [rad/s]、 t [s] 及び [rad] としたとき、ベクトル記号法により次式で表すことができる。

$$\dot{v} = |\dot{v}|e^{j(\omega t + \theta_v)}, \quad \dot{i} = |\dot{i}|e^{j(\omega t + \theta_i)}$$

このとき、次の各式が成り立つ。

- (1) $\dot{v} = |\dot{v}|(\squareア + j\squareイ)$ [V]
- (2) $\dot{v}e^{j(\omega t + \theta_v)} = \squareウ$ [V]
- (3) $\dot{v}/\dot{i} = (|\dot{v}|/|\dot{i}|)e^{j(\theta_v - \theta_i)}$ []
- (4) $\dot{v}\dot{i} = |\dot{v}||\dot{i}|e^{j(\theta_v + \theta_i)}$ [VA]



- | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|---|------|---|--------------|---|--------------------------|----|--------------------------|
| 1 | $\sin \omega t$ | 2 | j | 3 | $j \dot{v} $ | 4 | $(2\omega t + \theta_v)$ | 5 | $(2\omega t - \theta_i)$ |
| 6 | $\cos \omega t$ | 7 | $-j$ | 8 | $j \dot{v} $ | 9 | $(\omega t - \theta_i)$ | 10 | $(\omega t + \theta_v)$ |

B - 3 次の記述は、図 1 に示すエミッタ接地増幅回路の A 級動作について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 図 2 に示すコレクタ-エミッタ間電圧対コレクタ電流 (V_{CE} 対 I_C) 特性曲線上に描いた負荷線 A B は、電源電圧 V_{CC} が □ア [V] で、負荷抵抗 R_L が □イ [k] の場合である。
- (2) 動作点 P におけるベース電流は、□ウ [μA] であり、P から $10 [\mu A]$ 増加すると I_C は約 □エ [mA] 増加する。したがって、このトランジスタの電流増幅率は □オ である。

- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|-----|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 4 | 10 | 5 | 12 | 6 | 14 | 7 | 20 | 8 | 30 | 9 | 50 | 10 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|-----|

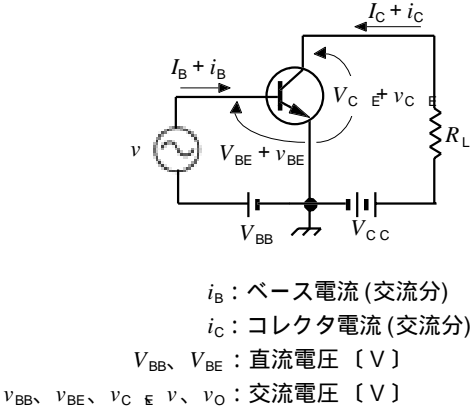


図 1

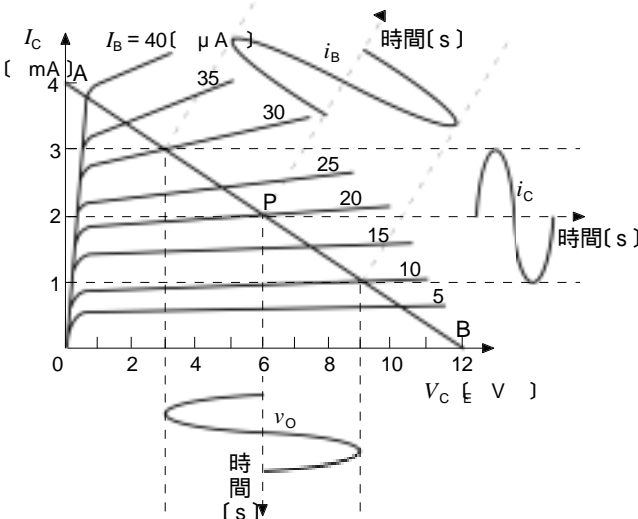


図 2

B ー 4 次の記述は、PN 接合ダイオードについて述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

\ominus : ドナ又はアクセプタ \bullet : 自由電子又は正孔
 \oplus

(1) 半導体は、熱的平衡状態では電気的中立条件を満足しており、図 1 に示すように、N 形半導体ではイオン化した ア 密度と自由電子の密度が等しく、P 形半導体ではイオン化した イ 密度と正孔の密度が等しい。

(2) 図 2 に示すように、P 形と N 形半導体を接合すると、接合近傍の自由電子及び正孔は再結合し、消滅する。その結果、図 3 に示すように、P 形と N 形領域に裸のイオンが取り残され、これが空間電荷となる。この空間電荷領域のことを **ウ** ともいう。

(3) 図 4 に示す回路でスイッチ SW を接(ON)にすると、空間電荷領域にある電位障壁が なり、電流は流れ なる。

- | | | | | | | | |
|---|-------|----|-------|---|-----|---|-----|
| 1 | ドナ | 2 | アクセプタ | 3 | やすく | 4 | 低く |
| 5 | 電界層 | 6 | にくく | 7 | 高く | 8 | 空乏層 |
| 9 | エネルギー | 10 | 中性領域 | | | | |

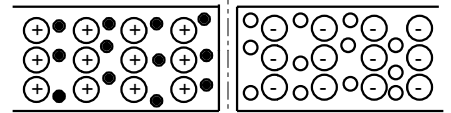
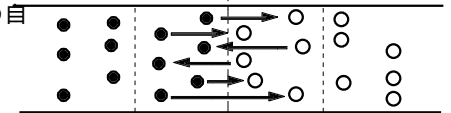


図 1



或图 2

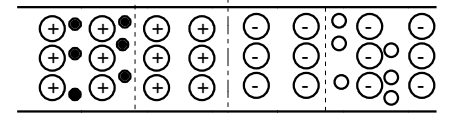


図 3

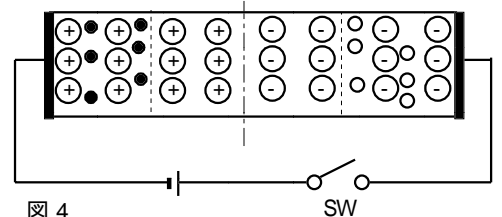


图 4

B ー 5 次の記述は、方形波法による位相差の測定について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。
ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

(1) 図 1 に示すように、正弦波入力 v_1 [V] を電圧増幅度が無限大の増幅器及び図 2 に示す特性を持つリミタを通すと、図 3 の **ア** の波形で示す v_X [V] が得られる。また、 v_1 より ($<$) [rad] 位相が遅れた正弦波 v_2 [V] から同様に示して出力 v_Y [V] が得られる。

(2) v_x 及び v_y を減算回路に加えて差信号を得た後、リミタに加えると、図 3 の の波形が得られる。 の波形を に加えると、出力 v_o [V] が得られる。

(3) 出力 v_o [V] の波形から、 は次式で表される。ただし、パルスの幅及び間隔をそれぞれ t_1 及び t_2 [s] とする。

= [rad]

(4) v_0 を平均値指示形計器で測定すると、その指示値と は 才 する。

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|-------------------|---|-------------------------|----|-----|
| 1 | a | 2 | b | 3 | $2 \quad t_1/t_2$ | 4 | $2 \quad t_1/(t_1+t_2)$ | 5 | 比例 |
| 6 | c | 7 | d | 8 | 積分回路 | 9 | 半波整流回路 | 10 | 反比例 |

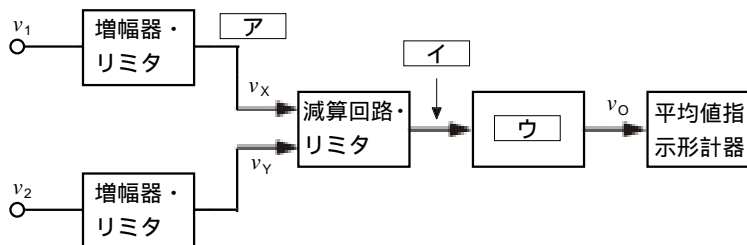


图 1

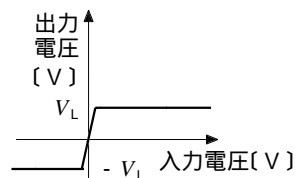


图 2

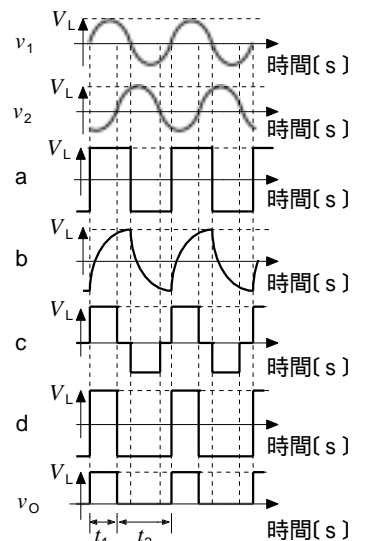


图 3