

第一級陸上無線技術士「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、図に示すような磁界に垂直な面内で回転する金属棒に生ずる誘導起電力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、磁界の磁束密度を B [T]、金属棒 OP の長さ l [m]、OP は O を中心として時計方向に一定の角速度 ω [rad/s] で回転するものとする。また、電子の電荷を $-q$ [C] ($q > 0$) とする。

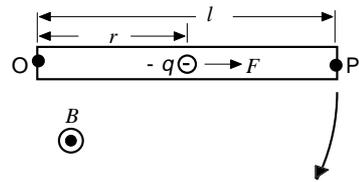
- (1) OP 上の O から r [m] の点で OP とともに回転している電子が磁界から受ける力の大きさは、□ A □ [N] である。
- (2) F は OP の中では次式で示す大きさ F の電界から電子に働く力と考えることができる。

$$E = \square B \square \text{ [V/m]}$$

- (3) OP に生ずる誘導起電力の大きさは、□ C □ [V] である。

⊙: 紙面の裏から表へ向かう方向

	A	B	C
1	qB / r	Br	$Bl^2 / 2$
2	qB / r	B / r	$Bl / 2$
3	qB / r	B / r	$Bl^2 / 2$
4	qBr	B / r	$Bl / 2$
5	qBr	Br	$Bl^2 / 2$



A - 2 図1に示す厚さ $2d$ [m] の平行平板空気コンデンサの空気層が、電圧 V を昇圧中に 200 [V] で破壊された。次に、図2に示すように、同じコンデンサの極板の間に厚さが d [m] で面積が平行平板の面積に等しく比誘電率 ϵ_s の値が 10 の誘電体を挿入し、 V を昇圧中にコンデンサの空気層が破壊された。このときの V の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、空気の比誘電率を 1 とする。

- 1 110 [V]
- 2 160 [V]
- 3 210 [V]
- 4 260 [V]
- 5 310 [V]

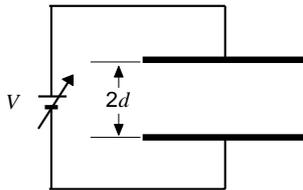


図 1

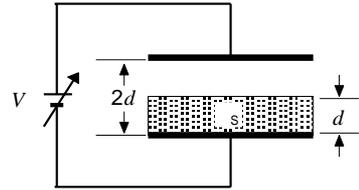
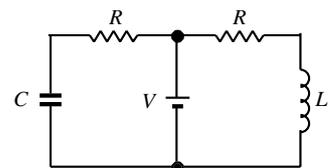


図 2

A - 3 図に示す回路において、静電容量が 0.1 [μF] のコンデンサに蓄えられた静電エネルギーとコイル L に蓄えられた電磁(磁気)エネルギーが等しいときの L の自己インダクタンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、回路は定常状態にあり、抵抗 R を 300 [Ω]、コイルの抵抗及び電源の内部抵抗は無視するものとする。

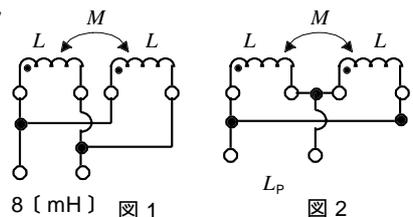
- 1 1 [mH] 2 3 [mH] 3 5 [mH] 4 7 [mH] 5 9 [mH]



V: 直流電圧 [V]

A - 4 図1に示す自己インダクタンス L が 0 [mH] のコイル 2 個を並列に接続して 8 [mH] のコイルを構成した。次に、接続を図2に示すように変えたとき、新たなコイルの合成インダクタンス L_p の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コイルのドット(●)は同じ極性を表し、接続したときの相互インダクタンス M の大きさを全て 6 [mH] とする。

- 1 0.5 [mH] 2 1 [mH] 3 2 [mH] 4 4 [mH] 5 8 [mH]



8 [mH] 図 1

L_p 図 2

A - 5 次の記述は、図に示す回路の過渡現象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、スイッチ SW が断 (OFF) の状態で回路は定常状態にあり、時刻が 0 [s] のとき SW が接 (ON) になるものとする。また、自然対数の底を e とする。

(1) 静電容量 C [F] のコンデンサを流れる電流 i_C は、次式となる。

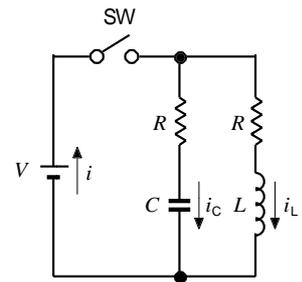
$$i_C = (V/R) \times \text{A} \text{ [A]}$$

(2) V [V] の直流電源から流れる電流 i は、次式となる。

$$i = (V/R) \times \text{B} \text{ [A]}$$

(3) ここで、 $R = L/C$ のとき、 i は、次式となる。

$$i = \text{C} \text{ [A]}$$

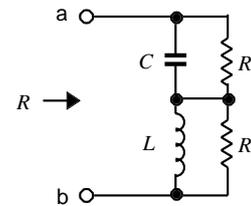


R : 抵抗 []
L : 自己インダクタンス [H]

A	B	C
1 $e^{-t/(RC)}$	$(1 + e^{-t/(RC)} + e^{-Rt/L})$	$2V/R$
2 $e^{-t/(RC)}$	$(1 + e^{-t/(RC)} - e^{-Rt/L})$	V/R
3 $\{1 - e^{-t/(RC)}\}$	$(1 + e^{-t/(RC)} - e^{-Rt/L})$	$2V/R$
4 $\{1 - e^{-t/(RC)}\}$	$(1 - e^{-t/(RC)} - e^{-Rt/L})$	V/R
5 $\{1 - e^{-t/(RC)}\}$	$(1 - e^{-t/(RC)} + e^{-Rt/L})$	$2V/R$

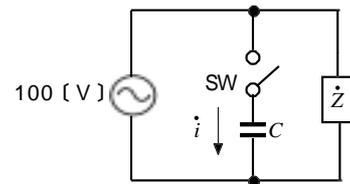
A - 6 図に示す回路の端子 a b 間の合成インピーダンスが抵抗に等しいとき、R を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コイルの自己インダクタンスを L [H] 及びコンデンサの静電容量を C [F] とする。また、角周波数を [rad/s] とし、コイルの抵抗を無視するものとする。

- 1 $R = \frac{C}{L}$ []
- 2 $R = \frac{L}{C}$ []
- 3 $R = (1 - \sqrt{2}LC) \frac{C}{L}$ []
- 4 $R = \frac{C/L}{(1 - \sqrt{2}LC)}$ []
- 5 $R = \frac{L/C}{(1 - \sqrt{2}LC)}$ []



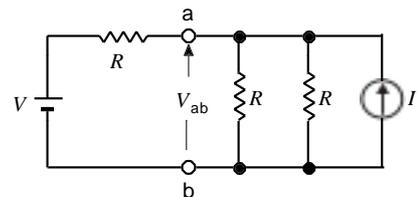
A - 7 図に示す回路で、スイッチ SW が断 (OFF) のときの負荷 Z の力率は 0.6 であった。SW を接 (ON) にしたとき静電容量 C [F] のコンデンサに 0.56 [A] の電流 i が流れ、電源から見た回路全体の力率が 0.8 になった。このときの負荷インピーダンス Z の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 62.5 []
- 2 125 []
- 3 185 []
- 4 250 []
- 5 375 []



A - 8 図に示す回路で、端子 a, b 間の電圧 V_{ab} を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電源の電圧を V [V] とし、内部抵抗を無視するものとする。また、直流電流源の電流を I [A] とし、内部抵抗を無限大とする。

- 1 $V_{ab} = V + IR$ [V]
- 2 $V_{ab} = (V + IR)/3$ [V]
- 3 $V_{ab} = 3(V + IR)$ [V]
- 4 $V_{ab} = 2V + IR$ [V]
- 5 $V_{ab} = V + 3IR$ [V]



A-9 次の記述は、ダイオード又はトランジスタから発生する雑音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) 雑音の周波数特性の低域で観測される雑音で、周波数 f に反比例して大きくなる特性があることから $1/f$ 雑音ともいわれる雑音は、□Aである。
- (2) 雑音の周波数特性の中域で観測される雑音で、電界を加えて電流を流すとき、キャリアの数やドリフト速度のゆらぎによって生ずる雑音は、□Bである。
- (3) 雑音の周波数特性の高域で観測される雑音で、エミッタ電流がベース電流とコレクタ電流に分配される比率のゆらぎによって生ずる雑音は、□Cである。

A	B	C
1 熱雑音	分配雑音	散弾雑音
2 熱雑音	散弾雑音	分配雑音
3 白色雑音	分配雑音	散弾雑音
4 フリッカ雑音	散弾雑音	分配雑音
5 フリッカ雑音	分配雑音	散弾雑音

A-10 次の記述は、ダイオードの電圧電流特性の折れ線近似とその等価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。

一般のダイオード D の電圧電流特性が図1に示すような折れ線で近似されるとき、 D の各領域における、理想ダイオード D_1 、抵抗 R_f 、 R_r 、 R_z [] 及び直流電源 V_T 、 V_Z [V] を用いた等価回路は次のようになる。ただし、理想ダイオード D_1 は図2に示すように理想の特性を有するものとする。また、 V_Z/R_f [A] は極めて小さいものとする。

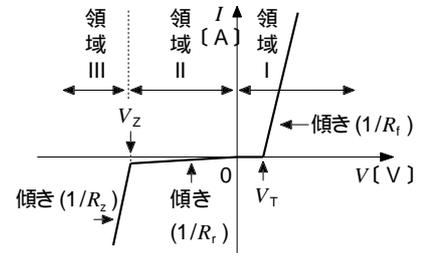


図1 D の折れ線近似した特性

- (1) 領域 I での等価回路は、□Aとなる。
- (2) 領域 II での等価回路は、□Bとなる。
- (3) 領域 III での等価回路は、□Cとなる。

A	B	C
1 図ア	図エ	図オ
2 図ア	図ウ	図カ
3 図イ	図エ	図カ
4 図イ	図ウ	図カ
5 図イ	図エ	図オ

図ア

図イ

図ウ

図エ

図オ

図カ

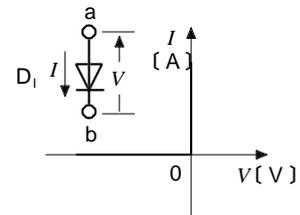
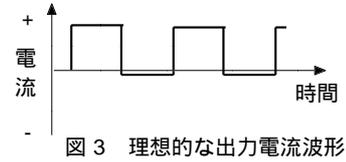
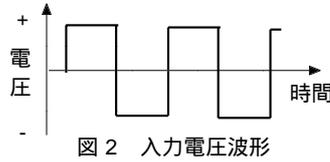
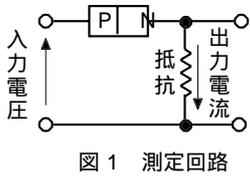


図2 理想ダイオード D_1 の特性

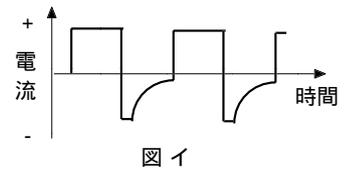
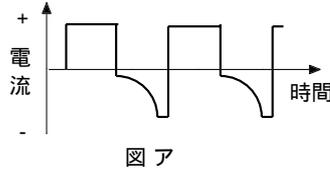
A-11 次の記述は、半導体のPN 接合素子に遮断周波数より十分高い繰り返し周波数のパルスが加えられたときのひずみについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

図1 に示す測定回路に図2 に示すパルスが加えられたとき、ダイオードが完全に抵抗性のものであれば図3 に示す出力電流波形が得られるが、実際には、逆方向電圧が加わると、図 A に示すように過渡的に大きな逆方向電流が流れる。

これは、順方向電圧が加わらなくてもN 領域の B が瞬時には消滅せず、その消滅に時間がかかるためである。このような現象を少数キャリア C という。



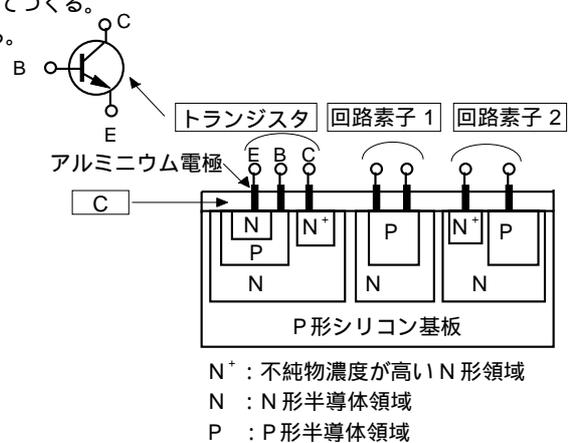
- | | A | B | C |
|---|---|----|------|
| 1 | ア | 正孔 | 蓄積効果 |
| 2 | ア | 電子 | 蓄積効果 |
| 3 | ア | 電子 | 拡散効果 |
| 4 | イ | 正孔 | 蓄積効果 |
| 5 | イ | 電子 | 拡散効果 |



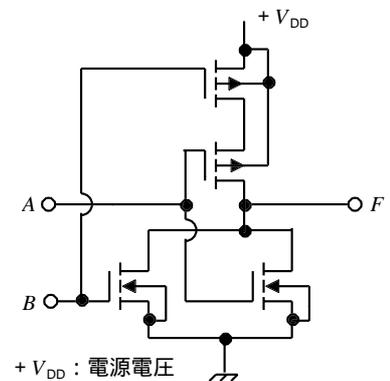
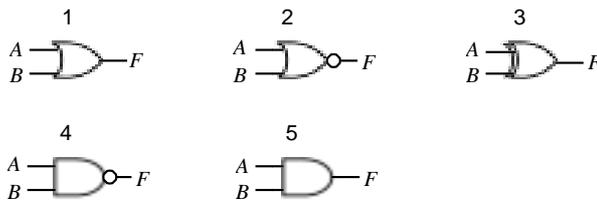
A-12 次の記述は、図に示すバイポーラ集積回路(IC)の構造例について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- 回路素子 1 は、□Aとして動作し、N 形領域に P 形の不純物を拡散してつく(る)。□の大きさの値は、そのP形拡散層の厚さ、長さ及び不純物濃度などにより決まる。
- 回路素子 2 は、□Bとして動作し、PN 接合を利用してつくる。
- 半導体を保護するとともに絶縁物として、□C 膜を用いる。

- | | A | B | C |
|---|-------|-------|------------------|
| 1 | 抵抗 | コンデンサ | SiO ₂ |
| 2 | 抵抗 | コイル | プラスチック |
| 3 | コイル | コンデンサ | プラスチック |
| 4 | コンデンサ | 抵抗 | SiO ₂ |
| 5 | コンデンサ | コイル | プラスチック |



A-13 図に示す相補型金属酸化膜半導体 (C-MOS) による論理回路の論理記号として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、A 及びBを入力、Fを出力とする。



A-14 周期的方形波を入力したとき、のこぎり波を出力する回路の名称を下の番号から選べ。

- 1 クリップ回路(クリッパ)
- 2 クランプ回路(クランパ)
- 3 ミラー積分回路
- 4 シュミット回路
- 5 S E P P (single ended push pull) 回路

A-15 次の記述は、図に示すエミッタホロウ(コレクタ接地増幅回路)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、電源電圧、入力電圧及び出力電圧を、それぞれ $+V_{C\ C}$ 、 v_i 及び v_o [V] とする。

- (1) エミッタホロウは並列帰還 □A□ 形の負帰還回路であり、帰還の形は図 □B□ である。
- (2) エミッタホロウは、エミッタ接地増幅回路に比べて入力インピーダンスは □C□ 。

A	B	C
1 直列注入	2 高い	
2 直列注入	1 低い	
3 直列注入	1 高い	
4 並列注入	1 低い	
5 並列注入	2 高い	

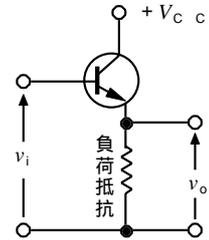


図 1



図 2

A-16 図 1 に示すソース接地電界効果トランジスタ(FET)増幅回路を、図 2 に示す小信号高周波等価回路で表すとき、入力側からみた等価入力容量 C_{in} の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、増幅回路の電圧利得を 20 [dB]、ドレイン-ゲート(D-G)間容量 C_{DG} を 2 [pF]、ゲート-ソース(G-S)間容量 C_{GS} を 8 [pF] とする。

- 1 2 [pF]
- 2 8 [pF]
- 3 10 [pF]
- 4 20 [pF]
- 5 30 [pF]

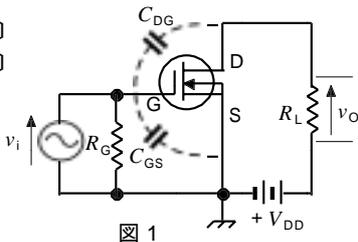


図 1

V_{DD} : 電源電圧 [V]
 v_i : 入力電圧 [V]
 v_o : 出力電圧 [V]
 R_G, R_L : 抵抗 []
 g_m : 相互コンダクタンス [S]
 g_D : ドレイン抵抗 []

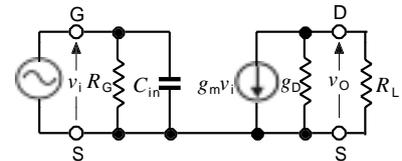
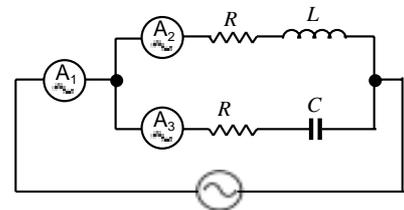


図 2

A-17 図に示す回路において、交流電流計 A_1 、 A_2 及び A_3 の指示値がそれぞれ 1.6、1 及び 1 [A] であるときのコイルの自己インダクタンス L の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧を 10 [V] 及び角周波数を 100 [rad/s] とし、電源及び各電流計の内部抵抗は無視するものとする。

- 1 30 [m H]
- 2 40 [m H]
- 3 50 [m H]
- 4 60 [m H]
- 5 70 [m H]

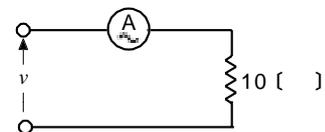


C: 静電容量 [F]

A-18 図に示す回路において、熱電形電流計 A で電流を測定したときの指示値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし電源電圧 v は、次式で表されるものとし、熱電形電流計の内部抵抗は無視するものとする。

$$v = \sqrt{5} \times 10 \sin t + \frac{1}{3} (\sqrt{5} \times 10) \sin(3t -) \text{ [V]}$$

- 1 $1/3$ [A]
- 2 $\sqrt{5}/3$ [A]
- 3 $5/3$ [A]
- 4 $10/3$ [A]
- 5 $25/3$ [A]



A-19 次の記述は、定格電圧がともに 100 [V] の 個の直流電圧計を用いて 200 [V] までの直流電圧を測定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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、直流電圧計 V_1 及び V_2 の内部抵抗をそれぞれ 20 [k] 及び 60 [k] とする。

(1) 図 1 に示すように、 V_1 及び V_2 と直列に □ A k の抵抗 R_1 を入れて測定し、□ B の指示値を 2 倍する。

(2) 図 2 に示すように、 V_2 と並列に □ C [k] の抵抗 R_2 を入れて測定し、 V_1 又は V_2 の指示値を 2 倍する。

- | | | | |
|---|----|-------|----|
| | A | B | C |
| 1 | 20 | V_2 | 30 |
| 2 | 20 | V_1 | 40 |
| 3 | 40 | V_1 | 40 |
| 4 | 40 | V_1 | 30 |
| 5 | 40 | V_2 | 30 |

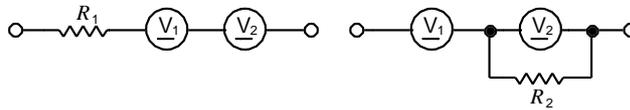
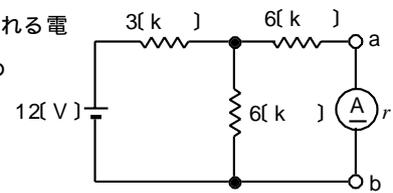


図 1

図 2

A-20 直流電流計 A を用いて図に示す測定回路を構成して、端子 a b 間に流れる電流を測定するとき、 A の内部抵抗 r による百分率誤差を 2 [%] 以下とするために許される r の最大値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし 20/1.02 = 19.6 とする。



- 1 157 [] 2 176 [] 3 196 [] 4 216 [] 5 236 []

B - 1 次の記述は、電磁気に関する国際単位系 (SI) 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) 電圧の単位は、ボルト [V] であるが、□ ア と表すこともできる。
- (2) 電力の単位は、ワット [W] であるが、□ イ と表すこともできる。
- (3) 磁束の単位は、ウェーバ [Wb] であるが、□ ウ と表すこともできる。
- (4) 磁束密度の単位は、テスラ [T] であるが、□ エ と表すこともできる。
- (5) インダクタンスの単位は、ヘンリー [H] であるが、□ オ と表すこともできる。

- | | | | | |
|---------|---------|------------------------|----------|------------------------|
| 1 [N·m] | 2 [W/A] | 3 [J·s] | 4 [Wb·A] | 5 [Wb/m ²] |
| 6 [V/s] | 7 [J/s] | 8 [Wb·m ²] | 9 [Wb/A] | 10 [V·s] |

B - 2 次の記述は、図に示す交流回路の特性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、交流電源電圧及び出力電圧をそれぞれ \dot{v} 及び \dot{v}_c [V] とし、角周波数を ω [rad/s] とする。また、交流電源の内部抵抗は無視するものとする。

(1) \dot{v}_c は、次式で表される。

$$\dot{v}_c = \frac{-j \text{ア}}{R - j \frac{1}{C}} \dot{v} \quad \text{----- (1)}$$

(2) $1/(C) \ll R$ のとき、式 (1) は次式で表される。

$$\dot{v}_c = \text{イ}$$

(3) $1/(C) \gg R$ のとき、式 (1) は次式で表される。

$$\dot{v}_c = \text{ウ}$$

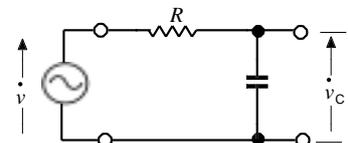
(4) $1/(C) = R$ のとき、式 (1) は次式で表される。

$$\dot{v}_c = \left(\frac{1}{2} - j \text{エ} \right) \dot{v}$$

このとき、 \dot{v}_c の大きさと \dot{v} の大きさの比は次式で表される。

$$\frac{|\dot{v}_c|}{|\dot{v}|} = \text{オ}$$

- 1 C 2 $1/(C)$ 3 0 4 $\dot{v}/2$ 5 \dot{v} 6 $2\dot{v}$ 7 1 8 $1/2$ 9 $1/\sqrt{2}$ 10 $\sqrt{2}$

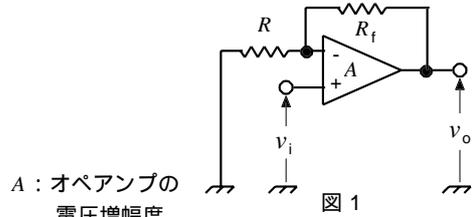


B - 3 次のダイオードのうち、マイクロ波発振用ダイオードとして用いられるものを 1、用いられないものを 2 として解答せよ。

- ア トンネルダイオード
- イ バラクタダイオード
- ウ ガンダイオード
- エ マグネットダイオード
- オ インパットダイオード

B - 4 次の記述は、理想的な演算増幅器 (オペアンプ) を用いた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を下の番号から選べ。

- (1) 図 1 に示す増幅回路の帰還率は、 $\beta = \square$ ア で表される。
- (2) 図 1 に示す増幅回路の電圧増幅率 A_V は、 $A_V = \square$ イ で表される。
- (3) 図 2 に示す増幅回路は、図 1 において R_f を □ウ []、 R_f を 0 [] とおいたものと等価である。
- (4) 図 2 に示す増幅回路の電圧増幅率 A_V は、 $A_V = \square$ エ である。
- (5) 図 2 に示す増幅回路を □オ ともいう。



A : オペアンプの電圧増幅率

v_i : 入力電圧 [V]

v_o : 出力電圧 [V]

R、 R_f : 抵抗 []

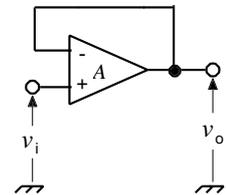


図 2

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 0 | 2 1 | 3 |
| 4 A | 5 ソースホロウ | 6 ボルテージホロウ |
| 7 $1 + \frac{R_f}{R}$ | 8 $1 + \frac{R}{R_f}$ | 9 $\frac{R_f}{R + R_f}$ |
| | | 10 $\frac{R}{R + R_f}$ |

B - 5 次の記述は、Qメータを用いたコンデンサの損失係数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、図において電圧計 $\left(\frac{V}{V_{rms}}\right)$ の目盛りは、可変コンデンサ C の両端電圧 v_2 [V] と電圧の大きさが一定の信号電圧 v_1 [V] との比 $Q (Q = v_2/v_1)$ で目盛りされており、Q が直読できるものとする。また、 v_1 の一定の角周波数を [rad/s] とし、電源の内部抵抗及び同調コンデンサ C (損失は無視するものとする)。さらに、測定するコンデンサ C_x の損失抵抗分を R_s []、静電容量を C_s [F] とする。

- (1) スイッチ SW を接 (ON) にして C を調整し、電圧計の目盛りが最大になったときの C の値を C_1 [F] 及び電圧計の目盛りを Q_1 とすると、共振回路中の損失は、自己インダクタンスが L [H] のコイルの内部抵抗分 R_L [] によるものだけになるので、次式が成り立つ。

$Q_1 = \square$ ア

- (2) SW を 断 (OFF) にして C_x を C と直列に接続し、電圧計の目盛りが最大になったときの C の値を C_2 [F] とすると、次式が成り立つ。

$C_s = \square$ イ [F]

- (3) このときの電圧計の目盛りを Q_2 とすると次式が成り立つ。

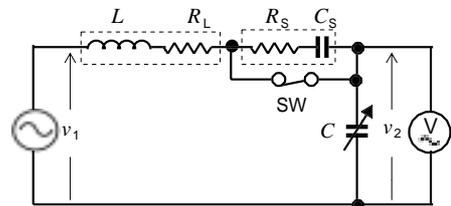
$Q_2 = \square$ ウ

- (4) 式、 を整理して、 R_s は次式で表される。

$R_s = \square$ エ []

- (5) C_x の Q の値を Q_x 、損失係数を D_x とすると、 D_x は式、 、 及び より、次式で得られる。

$D_x = 1/Q_x = C_s R_s = \square$ オ



- | | | | |
|---------------------|--|---------------------------|--|
| 1 $1/(C_1 R_L)$ | 2 $1/\{C_2(R_L + R_s)\}$ | 3 $C_1 C_2 / (C_2 - C_1)$ | 4 $(C_2 - C_1)(Q_2 - Q_1) / (C_1 C_2 Q_1 Q_2)$ |
| 5 $C_1 R_L$ | 6 $(C_1 Q_1 - C_2 Q_2) / (C_1 C_2 Q_1 Q_2)$ | 7 $C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$ | 8 $(C_1 Q_1 - C_2 Q_2) / (C_1 C_2 Q_1 Q_2)$ |
| 9 $C_2 (R_L + R_s)$ | 10 $(C_1 Q_1 - C_2 Q_2) / \{Q_1 Q_2 (C_2 - C_1)\}$ | | |