

平成16年度

第2種 理 論

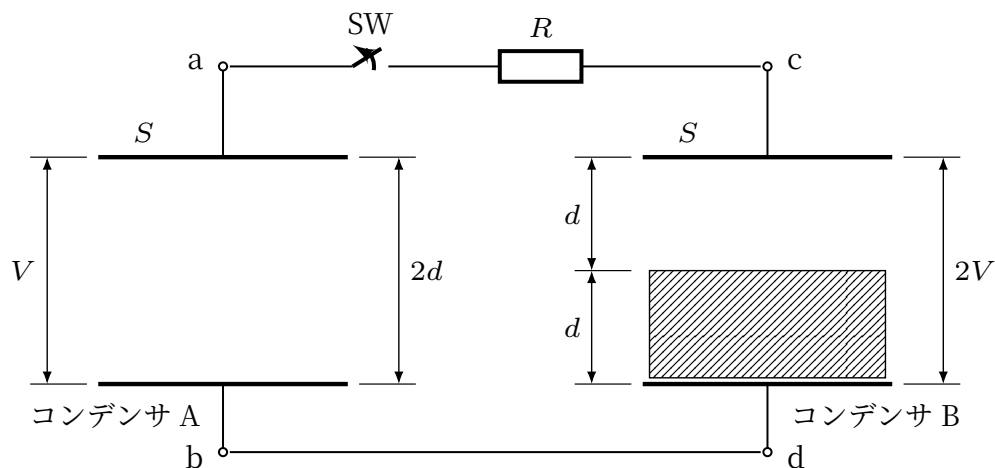
(第1時限目)

本冊子は、筆者が独自に入手した過去の試験問題を、一般財団法人電気技術者試験センターが公開している過去問題の体裁にならって組み直したものです。同センターが作成・配布したものではありません。

問1 次の文章は、コンデンサの接続に関する記述である。文中の に当てはまる数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図のように電極板面積が S 、板間距離が $2d$ の2つのコンデンサAとBが、スイッチSWと抵抗 R を介して連結されている。コンデンサAの板間の空間は真空中で、その静電容量は C であり、コンデンサBの板間の空間は上下に二等分され、上半分は真空、下半分は比誘電率3の誘電体で満たされている。ただし、端部効果はないものとする。今、スイッチSWを開いているとき、コンデンサAとBは、電圧 V と $2V$ にそれぞれ充電されているとする。

- (a) スイッチSWを開いているとき、コンデンサBに蓄えられている電荷量はコンデンサAの電荷量の (1) 倍である。
- (b) スイッチSWを閉じて十分時間が経過した後、端子間電圧（端子aと端子b間の電圧）は (2) $\times V$ となる。
- (c) スイッチSWを閉じる前の系全体のエネルギー（コンデンサAとBとに蓄えられている合計のエネルギー）は (3) $\times CV^2$ となる。
- (d) スイッチSWを閉じて十分時間が経過した後の系全体のエネルギーは (4) $\times CV^2$ となる。
- (e) スイッチSWを閉じてから十分時間が経過するまでの間に抵抗 R で消費されたエネルギーは (5) $\times CV^2$ である。



[問1の解答群]

(イ) 3.2

(ロ) 16

(ハ) 0.3

(ニ) 6.6

(ホ) 3

(ヘ) 6.8

(ト) 3.5

(チ) 2.25

(リ) 13.6

(ヌ) 6.7

(ル) 13.3

(ヲ) 2

(ワ) 1.33

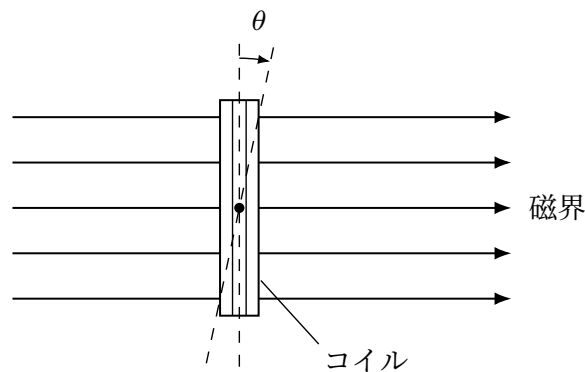
(カ) 16.5

(ヨ) 1.6

問2 次の文章は、電磁誘導を利用した磁束量の計測に関する記述である。文中の に当てはまる式又は図を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

一様な磁界中に、それと直角に巻数 n の小さなコイルが図のように置いてあり、それを貫く磁束の大きさは ϕ_0 である。このコイルの磁束鎖交数は $\psi =$ (1) である。このコイルを図のように時計方向に回転させる。回転角度を θ [rad] ($0 \leq \theta \leq \pi$) とすれば、コイルの磁束鎖交数は θ の関数として $\psi(\theta) =$ (2) のように変化する。回転中にコイル巻線の両端子間に現れる電圧の大きさは、 $e(t) =$ (3) と表される。時刻 $t = 0$ から $t = T$ の間に $\theta = 0$ から π [rad]まで回転させるものとすれば、この間に発生する電圧の積分値は (4) である。

実際に、コイル出力電圧を電子回路によって時間について積分した電圧を測定すれば、適当な換算を経て ϕ_0 を知ることができる。このような場合によく使われる積分器の回路図は (5) である。



[問 2 の解答群]

(イ) $n\phi_0\theta$

(ロ) $\frac{\phi_0}{n}$

(ハ) $\frac{n\phi_0}{2}$

(ニ) $2n\phi_0$

(ホ) $n\phi_0 \cos \theta$

(ヘ) $n\phi_0$

(ト) $n\phi_0 \cos \theta \frac{d\theta}{dt}$

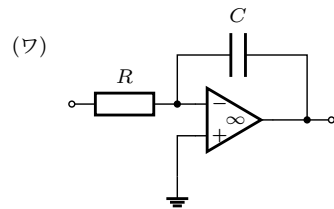
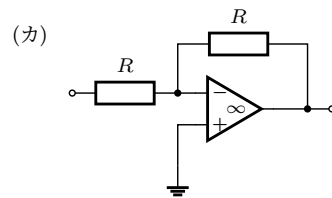
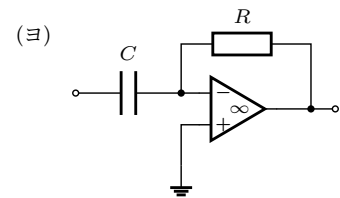
(チ) $\pi n\phi_0$

(リ) $n\phi_0 \sin \theta \frac{d\theta}{dt}$

(ヌ) $\frac{\phi_0}{2}$

(ル) $n\phi_0 \frac{d\theta}{dt}$

(ヲ) $n\phi_0 \sin \theta$



問3 次の文章は、直流回路に関する記述である。文中の に当てはまる語句、式又は数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図1の回路の抵抗 R_4 の電圧 V_{R4} をテブナン等価回路と重ね合わせの理（重ねの理）を用いて求める。ただし、 E_1 は直流電圧源、 I_2 は直流電流源である。まず、A－A'より左側の回路はテブナン等価回路により、図2に示すように、起電力 E_0 と内部抵抗 R_0 で表すことができる。ここで、

$$E_0 = \text{ (1) } \times E_1, \quad R_0 = \text{ (2) }$$

である。

次に、重ね合わせの理を用いて V_{R4} を求める。図2において、 $I_2 = 0$ としたとき、 E_0 によって生じる R_4 の電圧 V'_{R4} は、

$$V'_{R4} = \text{ (3) } \times E_0$$

である。また、 $E_0 = 0$ として I_2 によって生じる R_4 の電圧 V''_{R4} は、

$$V''_{R4} = \text{ (4) } \times I_2$$

となる。よって R_4 の電圧は $V_{R4} = V'_{R4} + V''_{R4}$ により求められる。ここで、 $E_1 = 8 \text{ [V]}$ 、 $I_2 = 1 \text{ [A]}$ 、 $R_1 = R_2 = R_4 = 20 \text{ } [\Omega]$ 、 $R_3 = 10 \text{ } [\Omega]$ とすると、

$$V_{R4} = \text{ (5) } \text{ [V]}$$

となる。

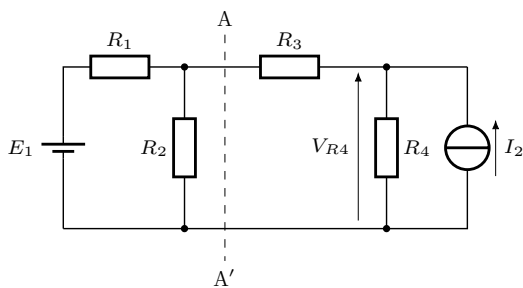


図1

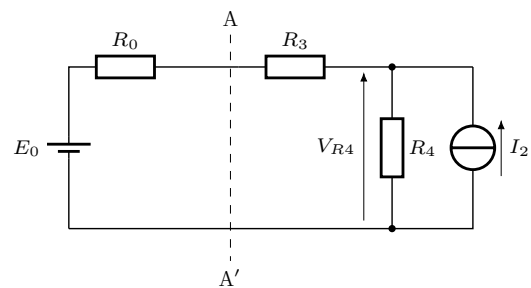


図2

[問 3 の解答群]

(イ) 16

(ロ) R_2

(ハ) $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

(ニ) $\frac{(R_0 + R_3)R_4}{R_0 + R_3 + R_4}$

(ホ) $\frac{R_4}{R_3 + R_4}$

(ヘ) $\frac{R_1 + R_2}{R_1}$

(ト) $\frac{R_1}{R_1 + R_2}$

(チ) 22

(リ) $\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$

(ヌ) R_1

(ル) $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$

(ヲ) 12

(ワ) $\frac{R_4}{R_0 + R_3 + R_4}$

(カ) R_4

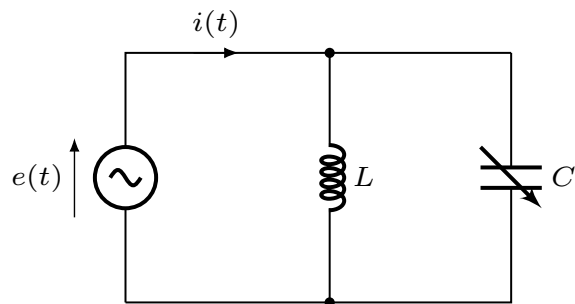
(ヨ) $\frac{R_4}{R_0 + R_3}$

問4 次の文章は、交流回路に関する記述である。文中の に当てはまる式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図の回路は、基本角周波数 ω とその3倍の角周波数 3ω を含む交流電圧源 $e(t) = E \sin \omega t + aE \sin 3\omega t$ (a は定数) とインダクタンス L と可変静電容量 C とからなる回路である。この回路において、電流 $i(t)$ は

$$i(t) = (\text{ (1) }) \times E \cos \omega t + (\text{ (2) }) \times E \cos 3\omega t$$

である。したがって、 $i(t)$ に第3調波が含まれないようにするには $C = \text{ (3) }$ に設定しなければならない。この場合、 $i(t) = \text{ (4) } \times \cos \omega t$ となる。また、逆に $i(t)$ が第3調波のみのときは $C = \text{ (5) }$ となっていなければならない。



[問4の解答群]

$$(イ) \quad \omega C - \frac{1}{\omega L}$$

$$(ニ) \quad -\frac{8E}{9\omega L}$$

$$(ト) \quad \frac{1}{3\omega L}$$

$$(ヌ) \quad \frac{1}{\omega^2 L}$$

$$(ワ) \quad a \left(\omega C - \frac{1}{\omega L} \right)$$

$$(ロ) \quad \frac{1}{9\omega^2 L}$$

$$(ホ) \quad \frac{9E}{8\omega L}$$

$$(チ) \quad 3\omega L - \frac{1}{3\omega C}$$

$$(ル) \quad \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

$$(カ) \quad \frac{1}{8\omega^2 L}$$

$$(ハ) \quad 3\omega L$$

$$(ヘ) \quad \frac{1}{3\omega^2 L}$$

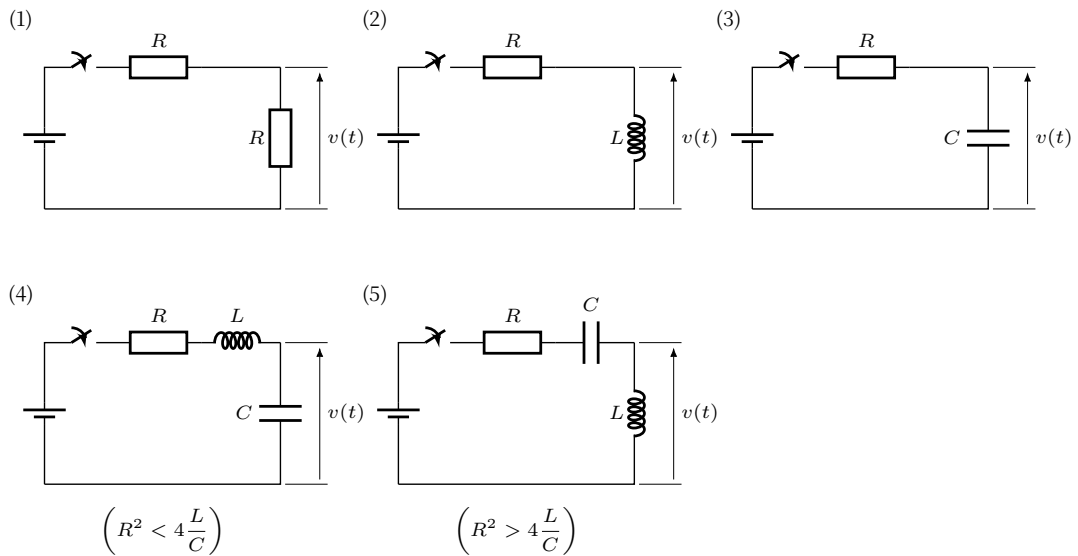
$$(リ) \quad -\frac{9E}{\omega L}$$

$$(ヲ) \quad a \left(3\omega C - \frac{1}{3\omega L} \right)$$

$$(ヰ) \quad -\frac{a}{3\omega L}$$

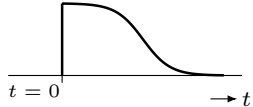
問5 下の図は、抵抗 R 、インダクタンス L 、静電容量 C を用いて構成された5種類の回路を示す。それぞれの回路に $t = 0$ でスイッチを閉じて直流電圧を加えるものとする。回路(1)から回路(5)に示した $v(t)$ の波形として、正しい波形を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

ただし、回路の L の初期磁束鎖交数と C の初期電荷は、それぞれ零とする。

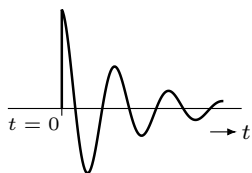


[問5の解答群]

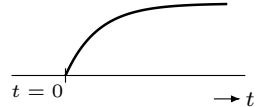
(イ)



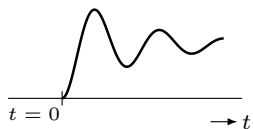
(ロ)



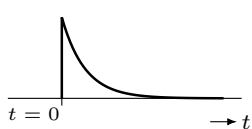
(ハ)



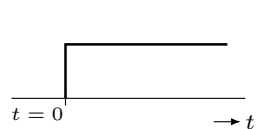
(ニ)



(ホ)



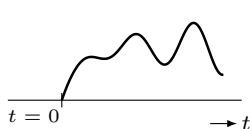
(ヘ)



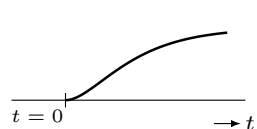
(ト)



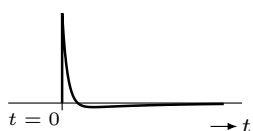
(チ)



(リ)



(ヌ)



問6 次の文章は、半導体に関する記述である。文中の に当てはまる語句又は記号を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

真性半導体におけるキャリアのエネルギー帯構造は、図1のように伝導帯、禁制帯及び価電子帯の三つのエネルギー帯で表される。このエネルギー帯のうち価電子帯は束縛状態の (1) で充満されている。この半導体に不純物としてドナーを加えるとn形半導体ができ、アクセプタを加えるとp形半導体ができる。エネルギー帯構造においてドナー準位は図2の (2) の図で示され、またアクセプタ準位は図2の (3) の図で示される。

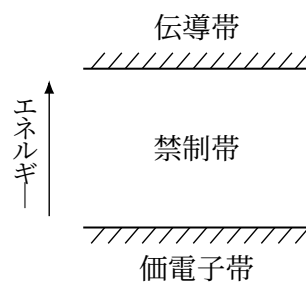


図1

p形及びn形半導体でpn接合を作るとホールと電子が移動し平衡状態では両半導体の (4) が等しくなる。また、接合面には空間電荷層が形成され、p形半導体の電位の方がn形半導体の電位より (5) なる。

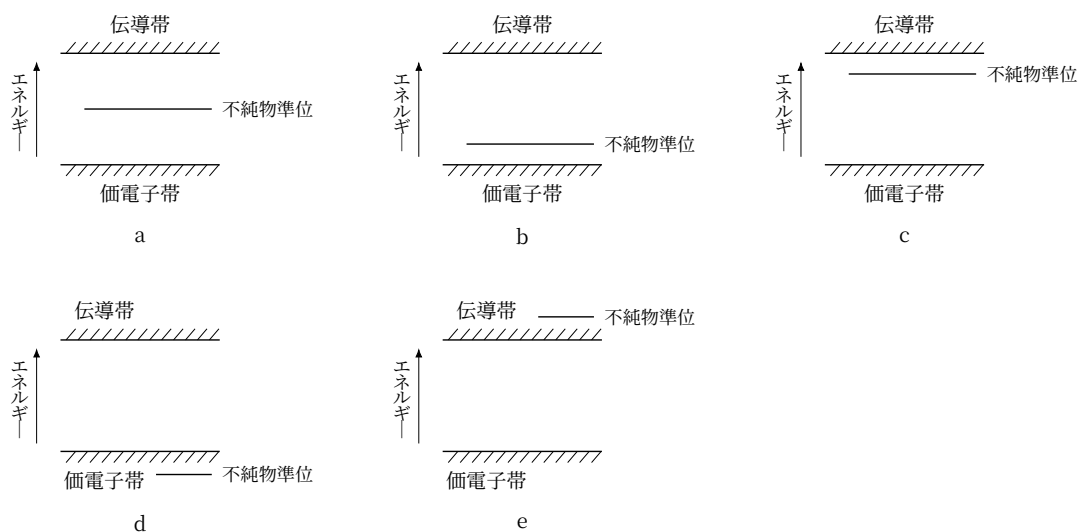


図2

[問6の解答群]

(イ) a

(ロ) 高く

(ハ) 電子とホール

(ニ) 陽子

(ホ) c

(ヘ) e

(ト) b

(チ) 障壁電圧

(リ) 電子

(ヌ) ドナー準位

(ル) d

(ヲ) 低く

(ワ) アクセプタ準位

(カ) ホール

(ヨ) フェルミ準位

問7 次の文章は、インバータに関する記述である。文中の に当てはまる式又は語句を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図1, 図2はMOSFETを用いたインバータである。MOSFETのゲート－ソース間電圧 V_{GS} は図に示す向きを正にとるものとする。 V_T を正の直流電圧とすると、nチャネル、pチャネルともに $V_{GS} > V_T$ のとき、MOSFETはオンしてドレイン－ソース間が短絡され、 $V_{GS} \leq V_T$ ではオフしてドレイン－ソース間は開放（オープン）になるものとする。ただし、 $V_{DD} > V_T$ とする。

図1のnチャネルMOSFET Q_1 を用いた回路で入力 X が高レベル（ V_{DD} ，以下同じ）になると、出力 Y は低レベル（0[V]，以下同じ）になる。このとき、抵抗 R_L に流れる電流は、 $I_L = \text{ (1)}$ である。したがって、出力 Y が図3に示すようなパルス波形のとき、 V_{DD} から R_L に供給される平均電力は、 $P = \text{ (2)}$ である。

図2は、図1の抵抗 R_L をpチャネルMOSFET Q_2 に置き換えた回路である。入力 X が低レベルのとき、 (3) 状態になり、出力 Y は高レベルになる。また、 X が高レベルのときは、 (4) 状態になり、 Y は低レベルになる。いずれの状態でも、微小な寄生容量 C_0 を充電する電流を除いて V_{DD} から電流が流れ出ないので、図2は図1に比較して消費電力が少ないのが特長である。

これらの回路の論理式は、 (5) で表される。

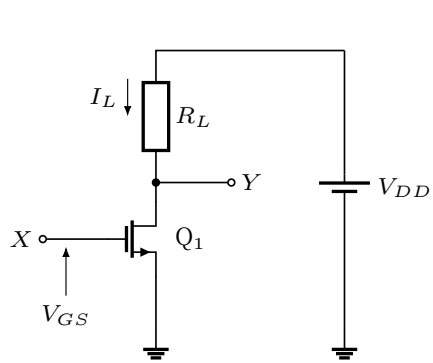


图1

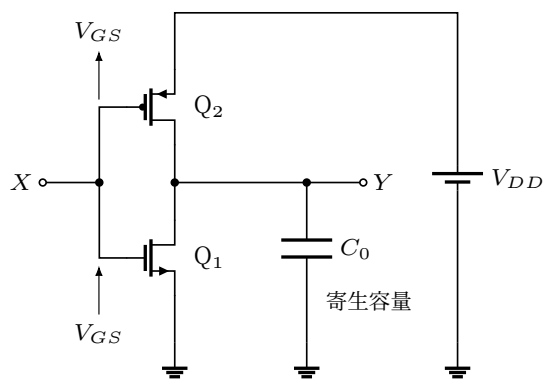


图2

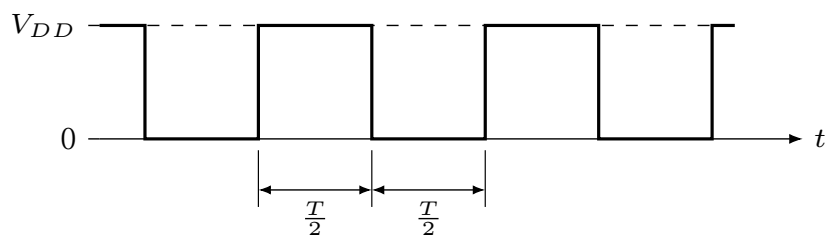


图3

[問 7 の解答群]

$$(イ) \frac{V_{DD}^2}{R_L} \quad (ロ) \frac{V_{DD}}{2R_L} \quad (ハ) \frac{V_{DD}^2}{2R_L} \quad (ニ) Y = 1$$

$$(ホ) \frac{V_{DD}}{4R_L} \quad (ヘ) \frac{V_{DD}^2}{4R_L} \quad (ト) \frac{V_{DD}}{R_L} \quad (チ) Y = 0$$

(リ) Q_1 がオン, Q_2 がオフ

(ヌ) Q_1 がオン, Q_2 もオン

(ル) $Y = X$

(ヲ) Q_1 がオフ, Q_2 もオフ

(ワ) Q_1 がオフ, Q_2 がオン

(カ) Q_1, Q_2 ともにオン, オフが定まらない

(ヨ) $Y = \overline{X}$

問8 次の文章は、電気電子計測に関する記述である。文中の に当てはまる語句を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

商用周波数の交流電圧、交流電流の大きさを測定するアナログ方式の指示計器の一つに、配電盤などに用いられている可動鉄片形計器がある。これは電流を固定コイルに流したときに生じる (1) が可動鉄片に作用して生じる電磁力を利用したものである。交流、直流どちらでも測定できるが、直流で使ったとき、鉄片の (2) のため多少の誤差を生じる。そのため、普通は直流用としては用いられず、商用周波数の交流用として用いられる。この計器は測定される電圧、電流の (3) を表示する。

最近では交流電圧、交流電流の測定にもデジタル方式の計測器が使われている。これは測定される交流の電圧、電流（基準の抵抗器に流して電圧に変換）を (4) によって直流電圧に変換し、 (5) 変換器によってデジタル的に表示する。

[問 8 の解答群]

- | | | |
|--------------|-------------|-------------|
| (イ) センサ | (ロ) 平均値 | (ハ) D - A |
| (ニ) ヒステリシス現象 | (ホ) 磁界 | (ヘ) 電気ひずみ効果 |
| (ト) A - D | (チ) 表皮効果 | (リ) 実効値 |
| (ヌ) 電荷 | (ル) 整流回路 | (ヲ) 電界 |
| (ワ) 波高値 | (カ) インピーダンス | (ヨ) カウンタ |