

GB901

第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

- A - 1 自由空間の特性インピーダンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、自由空間の誘電率  $\epsilon_0$  を  $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$  [F/m] とし、透磁率  $\mu_0$  を  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  [H/m] とする。

- |   |     |       |
|---|-----|-------|
| 1 | 60  | [   ] |
| 2 | 90  | [   ] |
| 3 | 120 | [   ] |
| 4 | 150 | [   ] |
| 5 | 180 | [   ] |

- A - 2 次の記述は、自由空間に置かれた微小ダイポール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、微小ダイポールからの距離を  $d$  [m]、位相定数を  $\beta$  [rad/m] とする。

- (1) 誘導電界の強度は、 A に比例する。  
 (2) 放射電界の強度は、 B に比例する。  
 (3) 周波数が 100 [MHz] のとき、誘導電界の強度と放射電界の強度が等しくなる微小ダイポールからの距離は、約  C [m] である。

	A	B	C
1	$1/d^2$	$1/d$	1.0
2	$1/d^2$	$2/d$	0.5
3	$1/d^2$	$2/d$	1.0
4	$2/d$	$1/d^2$	1.0
5	$2/d$	$1/d^2$	0.5

- A - 3 次の記述は、等方性アンテナの実効面積を表す式の導出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、波長を  $\lambda$  [m] とする。

- (1) 到来電波の電界強度を  $E$  [V/m]、自由空間の特性インピーダンスを  $Z_0$  [   ]、アンテナの絶対利得を  $G$  (真数) とすれば、次式で示される  $P_0$  [W] は、  A を表す。

$$P_0 = \frac{G\lambda^2 E^2}{4\pi Z_0} \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

- (2) 絶対利得が  $G$  (真数) のアンテナの実効面積  $A_e$  [m<sup>2</sup>] は、到来電波の電力束密度  $p$  [W/m<sup>2</sup>] に対する  $P_0$  [W] の比であり、 $p$  は、  B に等しいので、次式で表される。

$$A_e = \frac{P_0}{p} = \quad \text{C} \quad [\text{m}^2] \quad \dots\dots$$

- (3) 等方性アンテナは、 $G = 1$  であるので、その実効面積は、式より、  D [m<sup>2</sup>] で求められる。

	A	B	C	D
1	受信有能電力	$E^2 / Z_0$	$G \lambda^2 / (4)$	$\lambda^2 / (4)$
2	受信有能電力	$2E^2 / Z_0$	$G \lambda^2 / (2)$	$\lambda^2 / (2)$
3	受信有能電力	$E^2 / Z_0$	$G \lambda^2 / (2)$	$\lambda^2 / (2)$
4	放射電力	$2E^2 / Z_0$	$G \lambda^2 / (2)$	$\lambda^2 / (2)$
5	放射電力	$E^2 / Z_0$	$G \lambda^2 / (4)$	$\lambda^2 / (4)$

- A - 4 絶対利得が 30 (真数) のアンテナの指向性利得 (真数) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの放射効率を 0.75 とする。

- |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |
|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|
| 1 | 25 | 2 | 28 | 3 | 34 | 4 | 37 | 5 | 40 |
|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|

A - 自由空間において、周波数 200〔MHz〕、電界強度 10〔mV/m〕の到来電波の中に置かれた半波長ダイポールアンテナに誘起する電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、半波長ダイポールアンテナの最大指向方向は、到来電波の方向に向けられているものとする。また、波長を  $\lambda$ 〔m〕とすれば、半波長ダイポールアンテナの実効長は、 $\lambda/2$ 〔m〕である。

- 1 2.4〔mV〕                      2 4.8〔mV〕                      3 9.6〔mV〕                      4 12.0〔mV〕                      5 14.4〔mV〕

A - 6 同軸線路の長さが 50〔m〕のときの信号の伝搬時間の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、同軸線路は、無損失で、内部導体と外部導体との絶縁体の比誘電率の値を 2.25 とする。

- 1 0.05〔μs〕                      2 0.10〔μs〕                      3 0.15〔μs〕                      4 0.20〔μs〕                      5 0.25〔μs〕

A - 7 次の記述は、方形導波管とマイクロストリップ線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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 方形導波管は、その遮断周波数より □ A □ 周波数の電波を伝送できない。また、方形導波管の基本モードの遮断周波数は、他の高次モードの遮断周波数より □ A □。
- (2) マイクロストリップ線路は、□ B □ された構造であり、外部から雑音等が混入することがあるが、回路やアンテナを同一面に構成できる利点がある。
- (3) 方形導波管内を伝搬する電波は、TE 波又は TM 波であるのに対して、マイクロストリップ線路を伝搬する電波は、近似に □ C □ である。

	A	B	C
1	高い	密閉	TM 波
2	高い	開放	TEM 波
3	低い	開放	TM 波
4	低い	開放	TEM 波
5	低い	密閉	TM 波

A - 8 次の記述は、分布定数回路で表される伝送線路の減衰定数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) 分布定数回路の伝搬定数の □ A □ をいう。
- (2) 分布定数回路の単位長さ当りの直列インピーダンスと並列アドミタンスの □ B □ で近似的に表すことができる。
- (3) 高周波における減衰定数は、抵抗損失と誘電体の漏れ損失との和で表される。抵抗損失は、線路の特性インピーダンスと単位長さ当りの抵抗の関数であり、誘電体の漏れ損失は、線路の特性インピーダンスと単位長さ当りの □ C □ の関数である。

	A	B	C
1	実数部	積の平方根	コンダクタンス
2	実数部	積	キャパシタンス
3	実数部	積の平方根	キャパシタンス
4	虚数部	積	キャパシタンス
5	虚数部	積の平方根	コンダクタンス

A - 9 電圧反射係数が  $0.4 + j0.3$  であるときの電圧定在波比 (VSWR) の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.2                      2 1.5                      3 2.0                      4 3.0                      5 3.5

A - 10 比帯域幅 (使用可能な周波数帯域幅を中心周波数で割った値) が最も狭いアンテナを下の番号から選べ。

- 1 ロンビックアンテナ  
2 ヘリカルアンテナ  
3 半波長ダイポールアンテナ  
4 バットウイングアンテナ  
5 角錐ホーンアンテナ

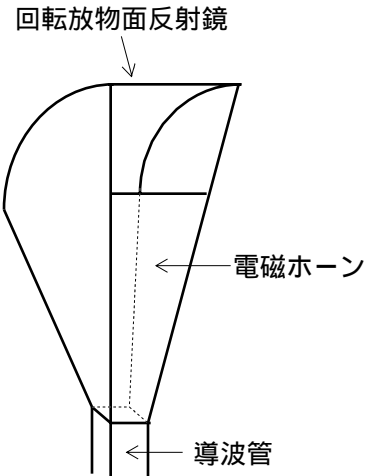
A - 11 太さの様な導線を用いた二線式折返し半波長ダイポールアンテナの入力抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。  
ただし、半波長ダイポールアンテナの入力抵抗を  $73 \Omega$  とする。

- 1
- 150  $\Omega$
- 2
- 200  $\Omega$
- 3
- 250  $\Omega$
- 4
- 300  $\Omega$
- 5
- 350  $\Omega$

A - 12 次の記述は、図に示すホーンレフレクタアンテナ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。

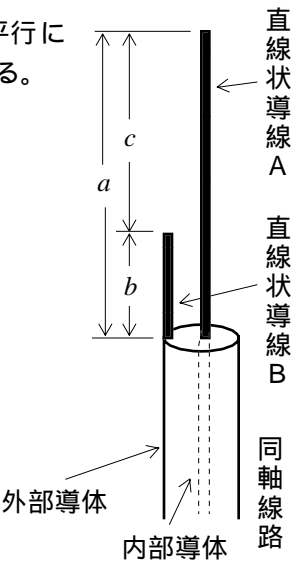
- (1) 電磁ホーンの □ A □ と回転放物面反射鏡の焦点が一致するように構成されたオフセットアンテナの一種である。
- (2) 回転放物面反射鏡からの反射波が給電点に戻らないため、比帯域幅は □ B □。
- (3) 高利得で、サイドローブが少ない。また、直線偏波と円偏波の共用 □ C □。

	A	B	C
1	励振点	狭い	はできない
2	励振点	広い	ができる
3	励振点	狭い	ができる
4	焦点	広い	ができる
5	焦点	狭い	はできない



A - 13 次の記述は、図に示す J 形アンテナ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 同軸線路の内部導体の先端に垂直に長さ  $a$  が  $3/4$  波長の直線状導線 A をつなぎ、これに平行に外部導体の先端に垂直に長さ  $b$  が  $1/4$  波長の直線状導線 B をつないで作られたアンテナである。
- 2 直線状導線 A の長さ  $a$  の部分は、整合器の働きをする。
- 3 直線状導線 A の長さ  $b$  の部分は、 $1/4$  波長垂直アンテナと同等の放射を行う。
- 4 大地に対して垂直に置くと、水平面内の指向性は全方向性である。
- 5 主として超短波 (VHF) 帯の移動体通信等に使われている。



A - 14 次の記述は、大気屈折率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) 大気屈折率は、1 に非常に近い値であり、気圧、気温及び □ A □ の変動によりわずかに変化する。このわずかな変化がマイクロ波の伝搬に大きな影響を与える。
- (2) 標準大気屈折率は、高さ約 1 キロメートル以下では高さとともに直線的に減少するので、地表面に平行に放射された電波は、徐々に □ B □ に曲げられて進む。
- (3) 修正した大気屈折率の高度分布を表す □ C □ が、電波の伝搬状況を把握するために用いられる。

	A	B	C
1	湿度	下方	M 曲線
2	湿度	上方	等圧線図
3	湿度	下方	等圧線図
4	風向	上方	等圧線図
5	風向	下方	M 曲線

A - 15 次の記述は、対流圏伝搬で生ずる  $k$  形フェージング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 大気屈折率分布が時間的に変化し、等価地球半径係数  $k$  が変化して生ずるフェージングである。
- 2 干渉性  $k$  形フェージングは、大地反射係数が小さいほど深い。
- 3 干渉性  $k$  形フェージングの影響を軽減するには、反射波が途中の山などの地形によって遮へいされるように伝搬路を選定する方法がある。
- 4 回折性  $k$  形フェージングは、等価地球半径係数  $k$  が小さくなり、電波が下向きに（大地の方へ）屈折して、電波通路と大地との間隔（クリアランス）が十分でない場合に、電波が大地による回折損を受け減衰することにより生ずる。
- 5 回折性  $k$  形フェージングの影響を軽減するには、電波通路と大地との間隔（クリアランス）を十分大きくとればよい。

A - 16 次の記述は、電離層伝搬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) 長波 (LF) 帯の電波は、D 層又は E 層で反射するが、中波 (MF) 帯の電波は、ほとんど完全に□で吸収されてしまう。
- (2) 短波 (HF) 帯の通信に妨害を与えたり、超短波 (VHF) 帯の一部の周波数の電波の異常伝搬を引き起こすのは□ B である。
- (3) 電離層の電子密度は、一般に昼間は高いので、短波 (HF) 帯の通信回線では、昼間は、比較的□周波数を使用する。

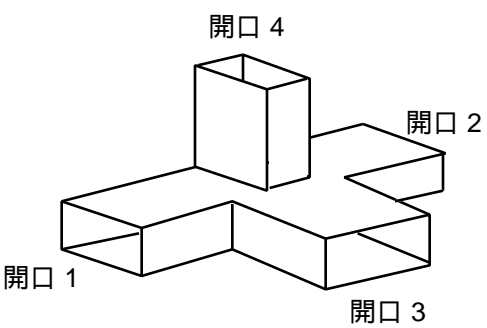
	A	B	C
1	E 層	F 層	低い
2	E 層	スプラジック E 層 (Es)	高い
3	D 層	F 層	高い
4	D 層	スプラジック E 層 (Es)	高い
5	D 層	F 層	低い

A - 17 短波 (HF) 帯の電離層伝搬において、送受信点間の距離が 800 [ km ]、 $F_2$  層の反射点における臨界周波数が 8 [ MHz ] であるとき、最適使用周波数 (FOT) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、反射点の高さを 400 [ km ] とし、電離層は平面大地に平行であるものとする。

- 1 8.0 [ MHz ]      2 8.5 [ MHz ]      3 9.5 [ MHz ]      4 10.5 [ MHz ]      5 11.5 [ MHz ]

A - 18 次の記述は、図に示すマジック T によるインピーダンスの測定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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、測定器相互間の整合はとれているものとし、接続部からの反射は無視できるものとする。

- (1) 任意の等しいインピーダンスを開口 1 及び開口 2 に接続して、開口 3 からマイクロ波を入力すると、等分されて開口 1 及び開口 2 へ進む。開口 1 及び開口 2 からの反射波があると、開口 4 へ出力され、その大きさは、二つの反射波の□ A である。
- (2) 未知のインピーダンスを測定するには、開口 1 に標準可変インピーダンス、開口 2 に被測定インピーダンス、開口 3 にマイクロ波発振器及び開口 4 に□ B を接続し、標準可変インピーダンスを加減して□ B への出力が□ C になるようにする。このときの標準可変インピーダンスの値が被測定インピーダンスの値である。



	A	B	C
1	和	検出器	最大
2	和	終端抵抗	最大
3	差	終端抵抗	零
4	差	終端抵抗	最大
5	差	検出器	零

A - 19 次の記述は、アンテナの特性の測定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。

- (1) アンテナの近傍界測定法は、アンテナの近傍の電磁界を測定し、その測定値から計算により、遠方における □ A □ 電磁界で測定したものと同等のアンテナの特性を求めるものである。
- (2) 一般の測定設備を用いた測定ができない大型の可動アンテナの特性を測定するために、放射する電波の □ B □ が既知の電波星を用いることがある。
- (3) 航空機などに用いられるアンテナの特性は、その物体とアンテナを縮小した模型を用いて測定することがあり、そのときの測定周波数は、アンテナの実際の使用周波数より □ C □。

	A	B	C
1	放射	強度	高い
2	放射	偏波	低い
3	放射	強度	低い
4	誘導	偏波	低い
5	誘導	偏波	高い

A - 20 次の記述は、図に示す構成により、電圧定在波比を測定して反射損を求める原理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、電源は、起電力が  $V_0$  [V] で給電線特性インピーダンスと等しい内部抵抗  $Z_0$  [ ] を持ち、また、無損失給電線の終端には純抵抗負荷が接続されているものとする。

- (1) 給電線上の任意の点から電源側を見たインピーダンスは、常に  $Z_0$  [ ] であるので、負荷側を見たインピーダンスが最大の値  $Z_m$  [ ] となる点に流れる電流を  $I$  [A] とすれば、この点において負荷側に伝送される電力  $P_t$  は、次式となる。

$$P_t = I^2 Z_m = \square A \times Z_m \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

- (2) 電圧定在波比を  $S$  とすれば、 $Z_m = S Z_0$  の関係があるから、式 は、次式となる。

$$P_t = \frac{V_0^2}{Z_0} \times \square B \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

- (3) 負荷と給電線が整合しているとき  $S = 1$  であるから、このときの  $P_t$  を  $P_0$  とすれば、式 から  $P_0$  は、次式となる。

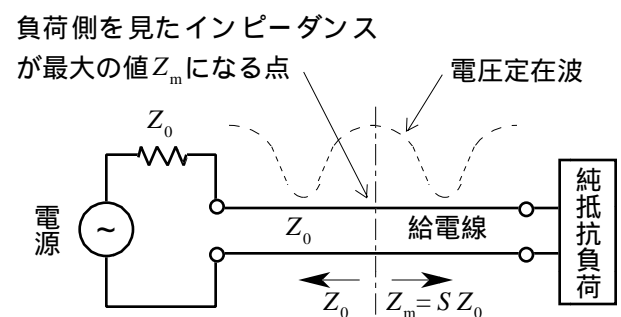
$$P_0 = \square C \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

- (4) 負荷と給電線が整合していないときに生ずる反射損  $M$  は、 $P_0$  と  $P_t$  の比であり、式 と から次式となる。

$$M = \frac{P_0}{P_t} = \square D$$

すなわち、電圧定在波比を測定すれば、反射損を求めることができる。

	A	B	C	D
1	$\left(\frac{V_0}{2Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\left(\frac{2}{1+S}\right)^2$	$\frac{V_0^2}{Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4}$
2	$\left(\frac{V_0}{2Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\frac{S}{(1+S)^2}$	$\frac{V_0^2}{4Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4S}$
3	$\left(\frac{V_0}{2Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\frac{S}{(1+S)^2}$	$\frac{V_0^2}{4Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4}$
4	$\left(\frac{V_0}{Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\left(\frac{2}{1+S}\right)^2$	$\frac{V_0^2}{Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4}$
5	$\left(\frac{V_0}{Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\frac{S}{(1+S)^2}$	$\frac{V_0^2}{4Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4S}$



B - 1 次の記述は、自由空間を伝搬する平面波と球面波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) 平面波と球面波は、いずれも □ ア □ であり、光と同じ速度で進む。
- (2) 平面波は、進行方向に □ イ □ な平面上のいたるところで様な電界及び磁界を持った電磁波である。
- (3) 点放射源から遠く離れた球面波は、近似的に平面波とみなすこと □ ウ □。
- (4) 平面波の電界と磁界は、時間的には □ エ □ 位相であり、空間的には互いに直角である。
- (5) 平面波の電界と磁界の大きさの比は、 □ オ □。

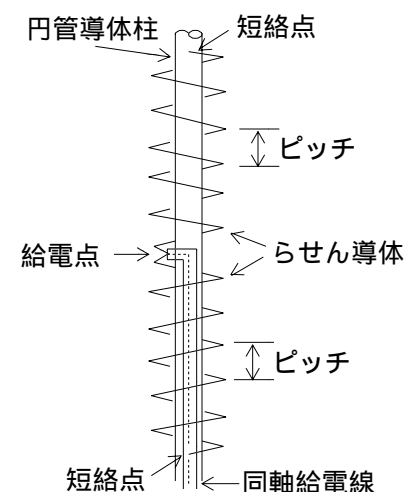
1	一定でない	2	平行	3	はできない	4	横波	5	逆
6	一定である	7	垂直	8	ができる	9	縦波	10	同

B - 2 次の記述は、テレビジョンの受信等に用いられるリボン形平行二線式給電線及び同軸給電線について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 平行二線式給電線と同軸給電線は、いずれも TEM 波を伝送する。  
イ 平行二線式給電線は、特性インピーダンスが 50〔 〕と 75〔 〕のものが、同軸給電線は、特性インピーダンスが 200〔 〕と 300〔 〕のものが主として用いられている。  
ウ 平行二線式給電線と同軸給電線は、いずれも周波数が高くなると単位長当りの減衰量が増加する。  
エ 平行二線式給電線を屋外で使用した場合、雨が降ると単位長当りの減衰量が減少する。  
オ 同軸給電線は、外部雑音の影響を受けにくい。

B - 3 次の記述は、図に示すサイドファイアヘリカルアンテナについて述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。ただし、らせんの 1 巻きの長さを 2 波長又は 3 波長とし、円管導体柱は大地に垂直に設置されているものとする。

- ア ピッチ約  $1/4$  波長のらせん導体を給電点から上下に 5 ～ 6 回程度円管導体柱のまわりにそれぞれ逆巻きにし、その終端を円管導体柱に短絡したものである。  
イ 給電点から上下のらせん導体に同相で給電すると、放射電界の成分のうち、円管導体柱の軸と直交する方向の成分は強め合い、平行な成分は弱め合うので、水平偏波のアンテナとして動作する。  
ウ 円管導体柱の軸と直交する水平面内の指向特性は、8 字形である。  
エ らせん導体上の放射電流は、らせん導体と円管導体柱の間隔による影響と放射に伴う減衰があるため、短絡点からの反射はほとんどなく、進行波アンテナとして動作する。  
オ らせん導体と円管導体柱との絶縁方法には、らせん導体を裸線のまま巻き付けたものをテフロン系の台碍子で支持する方法などがある。



B - 4 次の記述は、発生源によって分類した電波雑音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) 自然雑音の主なものには、宇宙雑音、〔ア〕及び大気雑音などがある。大気雑音は、主に、〔イ〕の周波数を使用する無線通信に大きな影響を与える。また、〔ア〕は、宇宙通信などにおいて受信アンテナの指向性の最大方向が〔ウ〕に向いたときに通信に影響を与える。  
(2) 人工雑音は、自動車のイグニッション系機器、電気機器及び高圧送電線などから発生するものであり、地域的には、〔エ〕で多く発生する。特に、自動車のイグニッション系機器から発生する雑音は〔オ〕性の雑音であり、広い周波数帯の無線通信に著しい影響を与える。

- |                 |      |        |      |               |
|-----------------|------|--------|------|---------------|
| 1 コロナ雑音         | 2 月  | 3 太陽雑音 | 4 郊外 | 5 短波 (HF) 帯以下 |
| 6 超短波 (VHF) 帯以上 | 7 衝撃 | 8 太陽   | 9 連続 | 10 都市部        |

B -5 次の記述は、方向性結合器を用いて同軸給電回路の反射係数及び定在波比を測定する原理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、方向性結合器の主線路と副線路は、図に示すように静電容量  $C$  [F] 及び相互インダクタンス  $M$  [H] によって結合されているものとし、主線路は特性インピーダンス  $Z_0$  [ ] の同軸給電線で信号源と負荷に接続され、副線路は電流を測定する検出器と終端抵抗  $R$  [ ] に接続されているものとする。また、検出器の内部抵抗と終端抵抗は等しく、副線路の自己インダクタンスを  $L$  [H]、角周波数を [rad/s] とすると、 $L$   $R$  及び  $R$   $1/(C)$  のとき、 $M = CRZ_0$  の関係があるものとする。

(1) 主線路上の電圧を  $V$  [V]、電流を  $I$  [A] とすると、副線路に流れる電流は、 $V$  に比例し、静電結合により静電容量  $C$  を通り検出器と終端抵抗に二分されるので、その一つを  $i_C$  とすると、 $i_C$  は次式で表される。

$$i_C = \text{ア} \quad [\text{A}] \quad \dots\dots$$

また、誘導結合により副線路に流れる電流  $i_M$  は、 $I$  に比例し次式で表される。ここで、 $i_M$  の向きは誘導結合の方向により検出器側又は終端抵抗側のいずれかの方向になる。

$$i_M = \text{イ} \quad [\text{A}] \quad \dots\dots$$

(2)  $i_C$  と  $i_M$  の合成電流は、 $i_M$  の向きによりそれらの和又は差となるが、ここでは検出器側の電流  $i_f$  [A] が和、終端抵抗側の電流  $i_r$  [A] が差となるように回路が構成されているものとする、 $i_f$  は次式で表される。

$$i_f = i_C + i_M = \text{ウ} \quad [\text{A}] \quad \dots\dots$$

(3) 入射波のみのときは、 $V/I = Z_0$  であり、条件から  $M = CRZ_0$  であるから、式 は次式となる。

$$i_f = \text{エ} \quad [\text{A}]$$

また、負荷側からの反射波のみのときには  $I$  の符号が変わるから、 $i_f = 0$  となる。この場合、方向性結合器に接続されている検出器と終端抵抗を入れ替えると、この反射波電圧に比例した電流を測定できる。このようにして、入射波電圧と反射波電圧を測定し、それらの  $\text{オ}$  から反射係数を求め、定在波比を算出する。

- |                          |                           |   |  |                 |
|--------------------------|---------------------------|---|--|-----------------|
| 1 $\frac{j\omega CV}{2}$ | 2 $\frac{j\omega CV}{2R}$ | 3 $j\omega \left( \frac{CV}{2} + \frac{MI}{2R} \right)$ | 4 $\frac{j\omega MI}{2R}$                                | 5 $j\omega CV$  |
| 6 $\frac{j\omega MI}{2}$ | 7 積                       | 8 比   | 9 $j\omega \left( \frac{CV}{2R} + \frac{MI}{2R} \right)$ | 10 $j\omega MI$ |

