

試験種別	試験科目	専門分野
線路主任技術者	専門的能力	通信線路

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、一様線路の電氣的諸定数について述べたものである。□内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

一様線路は、理想化された線路として往復2導体が均質な媒質の空間にあり、長さ方向のどこをとっても線路特性が一様で、その線間距離が線路長と比較して極めて小さい線路であるとされている。

ここで、一様線路における電氣的諸定数を直列的な要素で考えると、導体自体の抵抗R及び導体に生ずる磁束により電流の流れを阻止しようとするインダクタンスLが定義される。また、並列的な要素で考えると、導体間の絶縁体を介して存在する静電容量C及び導体間の漏えい電流に対する漏えい抵抗(便宜上、逆数をとって漏えいコンダクタンスGと表す。)が定義される。これらの四つの記号で表される電氣的定数は、一次定数といわれる。

一次定数は、線路の構造から直接決まるパラメータであるが、信号の伝送特性を直接表すものではない。このため、伝搬定数、特性インピーダンス Z_0 が一次定数の関数である減衰定数、位相定数を用いて、それぞれ次の式で表され、これらは総称して線路の二次定数といわれる。

$$\alpha = \sqrt{\square(ア) \times \square(イ)} = \alpha + j\beta$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{\square(ア)}{\square(イ)}} = |Z_0| e^{j\theta}$$

ここで、 j は虚数を、 ω は伝送波の角周波数を、 θ は特性インピーダンスの偏角を表し、 e は自然対数の底とする。

また、二次定数は周波数特性があり、特に高周波の場合、 α 及び β は次式で近似できる。

$$\alpha \approx \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\beta \approx \omega \sqrt{LC}$$

なお、ここでインダクタンスL、静電容量Cはほとんど変化しないが、抵抗Rは、□(エ)により周波数 f の平方根に比例して大きくなり、□(イ)も同様に大きくなる。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

誘電率	静電誘導	電池作用	\sqrt{LC}
表皮効果	\sqrt{RG}	$R + j\omega L$	$G + j\omega C$
$R - j\omega L$	$G - j\omega C$	$C + j\omega L$	$L + j\omega G$
$\sqrt{\frac{C}{L}}$			

(2) 次の文章は、複合線路の電氣的諸特性について述べたものである。□内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×4=12点)

() 複合線路について述べた次の文章のうち、誤っているものは、□(オ)である。

〈(オ)の解答群〉

特性インピーダンス及び伝搬定数の異なる二つ以上の一様線路を接続してできた線路は複合線路といわれる。一般に、複合線路で特性インピーダンスの不整合点が存在する場合、その不整合点で信号が反射する。

複合線路では、一様線路と比較して伝送特性の解析は複雑となるが、一様線路の考え方を基本に、位置角の考え方を導入することにより容易に解析できるといわれている。

一般に位置角 θ は、特性インピーダンス Z_0 、伝搬定数 γ を持つ一様な線路の受端にインピーダンス Z を接続したとき、 $\theta = \sinh^{-1} \frac{Z}{Z_0}$ と定義される。

ブリッジタップを持つ線路も複合線路の一種であり、分岐ケーブル側のブリッジタップ終端における反射は、デジタル伝送における符号誤りなど、伝送品質劣化の要因となる。実際の線路においては、伝送品質を考慮し必要に応じてブリッジタップの取り外しなどの対策を行っている。

() 複合線路における反射について述べた次のA~Cの文章は、□(カ)。

- A 複合線路における反射現象は、一般に短い波長ほど反射が起きやすい。このため、周波数が高くなるに従いわずかな特性インピーダンスの不整合でも反射が起こりやすくなる。
- B 多数の接続点を持つ複合線路では、それらの接続点において信号の繰り返し反射を生ずるが、奇数回の反射により送端に戻る波を伴流(続流)、偶数回の反射により受端に現れる波を逆流、また、これらと主信号との比は、それぞれ伴流係数(続流係数)及び逆流係数といわれる。
- C 線路の末端が開放されている場合の反射は、擬似的に複合線路の受端側の特性インピーダンスが0であるとみなされることから、入射波とほぼ同じ大きさの反射波が発生することとなる。

〈(カ)の解答群〉

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

() 反射の諸特性について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A 反射波の大小を表す係数として、反射波の大きさを入射波の大きさを除した反射係数が用いられる。反射係数を m とすると、 m は常に -1 以上で $+1$ 以下の値となり、 $m = 0$ の場合は反射が起きない条件となる。
- B 電圧反射係数 m は、反射電圧を入射電圧で除することにより求められる。また、電流反射係数は、反射電流を入射電流で除することにより求められ、その値は $-m$ である。
- C 電圧透過係数は、透過電圧を入射電圧で除することにより求められ、電圧反射係数を m としたとき、その値は $1 - m$ である。また、電流透過係数の値は、 $1 + m$ である。

〈(キ)の解答群〉

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

() 図に示す複合線路において、送端側の特性インピーダンス $Z_1 = 400 [\quad]$ 及び受端側の特性インピーダンス $Z_2 = 600 [\quad]$ としたとき、二つの線路の接続点における各種数値について述べた次の文章は、(ク) が正しい。



〈(ク)の解答群〉

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 電流反射係数は、 -0.8 である。 | 電圧反射係数は、 0.8 である。 |
| 電流透過係数は、 0.8 である。 | 電圧透過係数は、 -0.8 である。 |

- (1) 次の文章は、発光の基本原理について述べたものである。 [] 内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、 [] 内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

電子は原子核からの距離 [(ア)] したエネルギーを持っており、各エネルギー準位に存在する電子の数は物質の種類により決まっている。

物質の原子において、電子が励起され高エネルギー準位に持ち上げられた状態で放置しておくと、そのうち原子核に引き寄せられ、より安定した低エネルギー準位へ遷移する。このとき、電子は遷移した分のエネルギーを放出する。この現象は [(イ)] といわれ、このエネルギー放出が光として現れる場合、この光は [(イ)] 光といわれる。

一方、励起された状態の電子に、そのエネルギー準位と低エネルギー準位の差分に相当するエネルギーを持つ光を入射すると、もともと低エネルギー準位へ遷移しようとしていた電子は、その光のエネルギーをいったん吸収し、低エネルギー準位へ強制的に遷移させられる。この現象は [(ウ)] といわれ、その際に放出される光のエネルギーは、 [(イ)] 光より大きく、 [(ウ)] 光といわれる。

なお、放出光の波長は次式で与えられる。

$$\text{波長} = \text{光の速度} \times \frac{\text{[(エ)]}}{\text{電子が放出したエネルギー}}$$

<(ア)~(エ)の解答群>

ラマン放出	誘導放出	蛍光放出	自然放出
レイリー放出	に比例	の2乗に比例	に反比例
の2乗に反比例	屈折率	波長分散値	電子の質量
プランク定数	ボーア定数	フェルミ定数	

(2) 次の文章は、半導体による発光、受光の仕組みなどについて述べたものである。□内
の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。

(3点×4=12点)

() 発光素子の発光原理等について述べた次の文章のうち、誤っているものは、□(オ)である。

〈(オ)の解答群〉

半導体では原子が規則正しく配列しているため、電子は隣の原子の影響を受け、一般に、エネルギー準位の高い伝導帯と、エネルギー準位の低い価電子帯という二つの状態に分離される。

エネルギー準位の低い占有粒子(電子)の数が、エネルギー準位の高い占有粒子(電子)の数を上回っている状態は、反転分布といわれる。半導体では、通常、電流を流すことによる電子の注入により反転分布を実現している。

半導体レーザは、一般に、p形半導体とn形半導体との間にそれらよりも屈折率の高い活性層を挟んだ構造であり、活性層の両端は、へき開面といわれる反射面となっている。活性層は一般に、p形半導体が用いられる。

ファブリペロー形半導体レーザの発振状態では、共振器の二つの反射鏡の間で、反射鏡間の距離が半波長の整数倍となるような波長の定在波が存在し、複数の波長の異なる光が発生する。

() 発光素子の特性について述べた次のA~Cの文章は、□(力)。

A LDは、自然放出現象を利用するため、入力(励起)電流に比例した量の光が放出されるが、LEDでは、電流がしきい値を超えると光の放出量が急激に大きくなる。

B LEDはLDと比較して、変調可能帯域が狭く、出射される光のスペクトル幅も狭いという特性がある。また、光出力の温度安定性などについてはLEDの方が良い。

C レーザ発振が生じた状態では、各種の定在波が形成されるが、このうち活性層両端の反射面間に形成される定在波は縦モードといわれる。DFBレーザは、特定の波長のみを共振させることにより、単一縦モード発振を得られるようにしたLDである。

〈(力)の解答群〉

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

() 受光素子の構造等について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A p 形半導体と n 形半導体を接合した p n 接合の接合面には、電子も正孔も不在となる空乏層といわれる領域が存在する。
- B 単純な p n 接合では、高速な光ファイバ通信に適用できる十分な応答速度や量子効率を得ることが難しい。PIN - PD は、この応答速度や量子効率を上げるため、p 形半導体と n 形半導体の間に真性半導体 i 層を設けたものである。
- C 現在、光ケーブル通信に主に使用されている波長 1.55 μm 帯での受光素子の材料としては、InGaAs(インジウム・ガリウム・ヒ素)、Ge(ゲルマニウム)などがある。

〈(キ)の解答群〉

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

() 受光素子の特性について述べた次の文章のうち、誤っているものは、(ク) である。

〈(ク)の解答群〉

受光素子には、受光した光信号を直接電気信号に変える光電効果によるものと、光エネルギーをいったん熱エネルギーに変換した後、電気信号に変える感熱効果によるものがある。光電効果を用いた検出器では、半導体に光を照射したときに生ずる電流、起電力などの変化を検出する。

半導体受光素子は、外部に印加する電圧の大きさによりホトダイオード(PD)とアバランシホトダイオード(APD)の二つに大別される。APDは、PDと比較して感度が高いが、必要とされる印加電圧は低い。

アバランシホトダイオード(APD)は、逆バイアス電圧を印加することにより、光の吸収によって生成された電子などのキャリアが電界から十分なエネルギーを得て加速され、新たにキャリアを生成する。新たに生成されたキャリアが更に新たにキャリアを生成するので、これを順次繰り返してアバランシ効果といわれる現象が発生し、キャリアの数がなだれのように急激に増加する。

受光素子で生ずる雑音としてショット雑音、熱雑音などがあるが、ショット雑音は、光電変換過程において電子が時間的あるいは空間的に不規則に励起されるために生ずる光電流のゆらぎに起因するものである。

- (1) 次の文章は、光ファイバケーブルの特性などについて述べたものである。□内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

光ファイバケーブルは、布設時などの張力による伸びを許容値以下に収める必要があり、適切な引っ張り強度を保持するため、ケーブル内に抗張力体が挿入されている。抗張力体の材料としては伸びを小さくするため、□(ア)率が大きいものが必要であり、一般に、銅、□(イ)、ケブラーなどが使用されている。

また、光ファイバケーブルの信頼性を左右する要因としては、光ファイバの破断寿命や水素による伝送損失の増加があるが、光ファイバに用いられる石英ガラスは、本来高い強度を有している。しかし、光ファイバの表面には、グリフィスフローといわれる無数のクラックが存在し、このクラックのために破断応力が低下することが広く知られている。このため、光ファイバ製造時には、一般的に、□(ウ)などによるスクリーニング試験が行われており、これにより最低破断張力を保証している。なお、一般にガラスの疲労は、水の作用により□(エ)と酸素の分子結合が切れることに起因してガラス表面に発生するクラックによるものであるといわれている。

これらのことから光ファイバは、機械的強度を保持するとともに水に触れることを防ぐため、シリコン樹脂などのプラスチック材料で被覆をしている。

〈(ア)~(エ)の解答群〉			
銅	二酸化炭素	FRP	応力対質量
チタン	窒素	ケイ素	プラグ法
バンド	一定応力法	ゲージ法	衝撃試験法
ヤング	耐熱膨張		

(2) 次の文章は、光ファイバケーブルの種類、特徴などについて述べたものである。□内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。

(3点×4=12点)

() 光ファイバケーブルの構造などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、□である。

〈(オ)の解答群〉

光ファイバケーブルの構造として、タイト形とルース形などがある。一般に、タイト形ケーブルの場合、許容伸びの目安は2〔%〕程度であり、ルース形ケーブルの場合は、ルースチューブ内に収容される光ファイバに余長を持たせることにより、4〔%〕程度の伸びまで許容される構造となっている。

ルースチューブ形ケーブルは、ルースチューブの外径が光ファイバの外径と比較して大きいため、ケーブルの外径が大きくなる傾向があるが、ルースチューブがある程度変形しても光ファイバにほとんど力が加わらないので、外圧による伝送損失への影響を受けにくい。

テープスロット形ケーブルは、複数の二層構造心線を平行に並べ、UV被覆を施した高密度テープ心線とすることにより、心線の収容密度が高められているとともに、テープ心線の多心一括接続が可能となっている。

光ファイバケーブルは、布設時や余長処理時などに曲げを受けるが、曲げに対して安定した伝送特性を維持することが必要であるとともに、光ファイバの破断寿命の観点から、与える曲げひずみは許容範囲内に収めなければならない。

() 光ファイバケーブルの外装について述べた次のA~Cの文章は、□。

A 光ファイバケーブルの外装の種類としては、PEシース、LAPシース、PVCシースなどがある。屋外では主にPEシースケーブル、LAPシースケーブルが用いられ、屋内では主に難燃性であるPVCシースケーブルが用いられている。しかし、PVCシースケーブルは、いったん燃焼した場合に有害ガスが発生する危険がある。

B 波付き金属シースケーブルは、PEシースやLAPシースを施したケーブルに更に波付きシースを施したケーブルであり、重量が波付きシースの分だけ増加するため布設張力が大きくなり、側圧特性は劣化するが、光ファイバの伸びひずみは抑えられる。

C 難燃ケーブルには従来、ハロゲン系添加物が用いられていたが、燃焼時に有毒性ガスや腐食性の強いハロゲン化水素ガスを多量に発生するという欠点を有しているため、近年では難燃ケーブルを新設する場合、ハロゲンを含まない難燃剤を用いたノンハロゲンケーブルが使用されている。

〈(カ)の解答群〉

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

() 光ファイバ心線の構造などについて述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

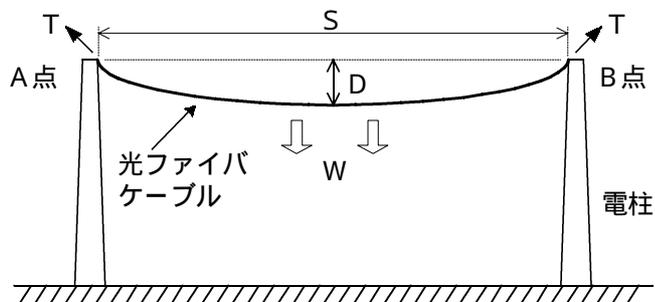
- A 光ファイバ心線は、温度特性や機械特性を考慮して基本的に多層被覆が施されている。一般に、内層には柔らかい被覆、外層には硬い被覆が施されており、硬い外層被覆は、しごきや側圧などの外圧から光ファイバを保護する機能がある。
- B 被覆材が二層構造の光ファイバ心線は、一般に、三層構造のものと比較して機械的強度が小さいため、タイト形ケーブルのように心線を直接集合すると側圧などの外力によって光損失が増加しやすい。
- C 光ファイバの被覆材は、一般に、プラスチック樹脂が使用されているが、プラスチックの熱膨張係数は、 10^{-7} [1 /]程度であり、一方、光ファイバの熱膨張係数は、 10^{-4} [1 /]程度である。このため、温度上昇により光ファイバと被覆材との伸縮量が大きく異なり、マイクロバンドによる伝送損失が増加する。

〈(キ)の解答群〉

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

() 図に示すように自己支持形光ファイバケーブルを添架する場合の張力Tの近似式は、(ク) が正しい。

ただし、W：風圧や着水を加味した光ファイバケーブルの単位長当たり実効重量(N/m)、S：径間(m)、D：ち度(m)とする。また、A点及びB点とも同じ高さであり、傾斜はないものとする。



〈(ク)の解答群〉

$T = \frac{W^2 \times S}{8 \times D}$	$T = \frac{W \times S^2}{8 \times D}$	$T = \frac{W^2 \times D}{8 \times S}$	$T = \frac{W \times D^2}{8 \times S}$
---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------

- (1) 次の文章は、光ファイバの光損失測定について述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

光ファイバの光損失測定法は、光ファイバを伝搬する光の減衰量を直接測定する□(ア)法と光ファイバのコア内で発生する後方散乱光の減衰量を測定する後方散乱法の二つに大別される。

□(ア)法による光損失測定の場合、照射した光をすべて光ファイバに入射することが困難なため、入射端における光パワーの評価方法により、□(イ)法と□(ウ)法とに分けられる。

□(イ)法は、光入射端から1～2m程度の点で光ファイバを切り、その点における光パワーを測定し、これを入射光パワーと評価する方法である。

一方、□(ウ)法は、光源と被測定光ファイバの間に用いた、光ファイバコード又は□(エ)用光ファイバから出射される光を、被測定光ファイバへの入射光パワーと評価する方法である。なお、□(エ)用光ファイバは、被測定光ファイバがマルチモード光ファイバのとき、定常的なパワー分布の光を入射することにより測定精度を高めるために用いられる。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

減衰	波長選択	カットバック	透過
分波	屈折	入射	反射
吸収	カットオフ	挿入	励振

(2) 次の文章は、光ファイバ伝送特性測定技術などについて述べたものである。 内の (オ)～(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。

(3点×4=12点)

() 伝送損失測定法の一つである後方散乱法に使用する光パルス試験器について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

光パルス試験器から光ファイバに入射された光パルスは、後方散乱光やフレネル反射光として反射点までの距離に比例した時間を経過した後に入射点に戻ってくる。光パルス試験器の光ファイバの屈折率設定を誤ると、実際の光ファイバ長に対して光パルス試験器の表示距離に誤差が生ずる。

光パルス試験器による測定において、大きなフレネル反射光が戻ってくることで、測定器の電気系(増幅回路)に飽和状態が起こった場合、このフレネル反射光が生じた地点よりも遠方から戻ってくる微弱な後方散乱光が正常に検知できなくなる。この大きなフレネル反射光を取り除く機能は、マスクといわれる。

入射端に戻ってくる後方散乱光には雑音成分が含まれているため、被測定光ファイバの特性を示す信号成分を取り出すには、3回以上繰り返し測定を行い、そのデータの最大値と最小値の二つの値の中間値を採用する。これは平均化処理といわれる。

光パルス試験器から光ファイバに光を入射したときの測定波形において、後方散乱係数の異なる光ファイバを接続したとき、ケーブル接続点での波形の段差が上向きに現れたり、下向きに現れたり、また段差のない状態で現れたりする場合がある。この波形の段差は、接続損失と接続点前後の光ファイバのレイリー後方散乱光レベル差とが合成されたものである。

() 伝送帯域の測定方法について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

A マルチモード光ファイバの伝送帯域測定法は、周波数領域での測定と時間領域での測定とに大別される。

B 周波数掃引法は、掃引信号発振器で正弦波状に強度変調した光を被測定光ファイバに伝搬させ、変調光の減衰量を選択レベル測定器やスペクトルアナライザで直接求めることにより伝送帯域を測定する方法である。

C パルス法は、被測定光ファイバにパルス時間が数百[ps]～1[ns]程度の短い光パルスを入射させ、被測定光ファイバ伝搬後のパルス波形と入射パルス波形をフーリエ変換して比較することにより求める測定方法である。

<(カ)の解答群>

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

() 波長分散の測定方法について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A 波長分散は、構造分散と材料分散とを併せたものである。構造分散の測定方法には、パルス法等があり、材料分散の測定方法には、位相法等がある。それぞれ別々に測定した構造分散測定値と材料分散測定値とを合計し、波長分散測定値としている。
- B 波長分散の測定方法には、周波数領域での測定方法と、時間領域での測定方法とがあり、一般に、周波数領域での測定方法の方が、波形ひずみの影響を受けず高精度の測定が可能である。
- C 波長分散の測定方法には、波長が異なる複数の光パルスが被測定光ファイバに入射させ、各波長ごとの群遅延時間を直接的に測定して、これを波長について微分することにより波長分散を算出する方法がある。

〈(キ)の解答群〉

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

() 光ファイバの監視及び保守について述べた次の文章は、(ク) が正しい。

〈(ク)の解答群〉

非ガス保守方式に使用される光ファイバWBケーブルは、ケーブル内部に吸水材を含んだWBテープが入れられており、ケーブル外被の損傷などにより生じた浸水がケーブル内部に広がることを防止する構造となっている。浸水時は、このWBテープの吸水材の膨張により光ファイバ心線に圧力が掛かるため、光損失が増加することとなる。ケーブル監視は、一般に、このWBテープの吸収材による光損失増加の有無を監視することにより行われる。

非ガス保守方式による接続クロージャへの浸水監視対策として、接続クロージャ内に圧力発信器を設置し、浸水による接続クロージャ内部の圧力変化を光ファイバにて監視装置に転送する方法が広く採用されている。

光ファイバケーブルが外被損傷等により浸水した場合、光ファイバに与える主な影響は、破断寿命の短縮と、ケーブル内の金属腐食に伴い発生した水素による光損失の増加である。その結果、一般に、2～3日で伝送特性上大きな劣化が生ずるため、早急に故障修理を実施する必要がある。

アクセス系光設備の監視システムの試験光は、光カプラを介して被測定光ファイバに挿入される。その試験光の波長は、通信用波長とは異なる波長を使用している。また、ターミネーションケーブルなどに試験光遮断フィルタを取り付けて、試験光が端末装置などに入らないようにすることにより、サービスに影響を与えることなしに現用回線の監視が可能になっている。

- (1) 次の文章は、接地について述べたものである。 内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

接地の目的を用途別に分けると、保安用接地、大地帰路用接地、基準電位用接地の三つに大別できる。

保安用接地は、過電圧などから人体又は装置を保護するためのものであり、更に分類すると、特に人体を過電圧から保護するために用いられる (ア)、通信用ケーブルの金属遮へい層の接地として用いられる (イ)、絶縁床の高抵抗接地として用いられる静電気放電用接地、建物などへの直撃雷を防護するための避雷針用接地、通信線や電力線に誘導した雷サージを大地に放電するための避雷器用接地などに分類できる。

大地帰路用接地は、信号伝送、又は (ウ)のために大地を帰路導体として利用するためのものであり、更に分類すると、信号伝送のための信号帰路用接地、電磁界放射のためのアンテナ接地、海底ケーブル1条方式の接地として用いられる給電用接地などに分類できる。

基準電位用接地は、信号などの基準となる電位を取るためのものであり、更に分類すると、通信線に給電している直流48[V]のプラス側導体の基準電位確保に用いられる通信用接地、シャーシアースに用いられる信号用接地などに分類できる。

なお、接地工法には、材質が金属又は (エ)の接地棒を大地に打ち込む方法、複数の接地棒を打ち込み並列に接続する方法、導線を直線状、放射線状、網目状などに埋設する方法などがあり、必要により接地抵抗を減少させるため、接地体周囲の土壤に電解質を含んだ薬剤などを注入することがある。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

金属接地棒用接地	誘導防止用接地	フェノールレジジン
3相交流給電	交流給電	保安器用接地
感電防止用接地	ケプラー	炭素
電食防止用接地	直流給電	柱上トランス用接地
HUB給電		

- (2) 次の文章は、通信設備における電氣的妨害やその防止対策等について述べたものである。
□内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。
(3点×4=12点)

- () 雷サージ及び雷サージ防護技術について述べた次の文章のうち、誤っているものは、
□(オ)である。

〈(オ)の解答群〉

雷雲下部の負電荷に誘起されて地表面上に蓄積された正電荷と雷雲下部の負電荷によって生じた強い電界により、大気が絶縁破壊すると直撃雷となる。この絶縁破壊による直撃雷は、負電荷が地上に落ちてくる方向なので負極性の雷といわれるが、これとは逆に雷雲上部の正電荷と地表面の負電荷間で直接放電する場合は、正極性の雷といわれる。

誘導雷サージは、雷が建物や木などに落ちて、付近に強い電磁界が生じ、電磁誘導によって近くの通信線等に電圧が発生する場合と、二つの雷雲間で正電荷と負電荷が放電することにより、通信線に拘束されていた電荷が両方向に移動し、この電荷の移動がサージとなってケーブルに電圧が発生する場合とがある。

通信線路の雷サージ対策としては、侵入してくる雷サージを通信機器が耐え得る電流値、電圧値以下に抑えることが必要である。このため、炭素避雷器、ガス入り避雷管、サイリスタ素子、酸化亜鉛バリスタ、シリコンサージ防護素子などの過電圧防護素子が用いられている。それぞれの防護素子は、どれを用いても特性の差異はなく、防護素子の大きさにより使い分けがされている。

ユーザ側に設置する保安器(以後、加入者保安器という。)は、通信線に雷サージが侵入してきたときに加入者保安器内部の避雷器が動作し、大地に電流を放電する。このときの接地電位上昇をできる限り小さくするため、加入者保安器の接地抵抗値は、小さくすることが必要であるが、大地比抵抗のばらつきなどを考慮して、一般に、100〔 〕程度以下としている。

() 架空線路のボンドなどについて述べた次のA～Cの文章は、(カ)。

- A 架空線路のボンドは、つり線とケーブルの間、つり線相互間などを電氣的に低抵抗で接続することにより、接地とともに雷害、電氣的誘導などを防止するためのものである。このため、光ファイバケーブルについては、心線が無誘導の光ファイバであることから、ボンドを取る必要がない。
- B 平衡対ケーブルのアルミシースに雷サージ等の電流が侵入した場合、心線の絶縁破壊による回線故障等を引き起こすことがある。これらの故障をできる限り避けるために、接続端子かん内で分断されている平衡対ケーブルのアルミシース相互を低抵抗で接続し、接地しておく必要がある。
- C 保安装置に使用されるPTCサーミスタは、通常、通信回線に用いられる電力を越えた大きな電力が加わると高抵抗になって電流を抑制し、その超過電力が無くなると元の抵抗値に戻る自復特性がある。

〈(カ)の解答群〉

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

() 電磁ノイズの性質と妨害現象について述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A 中波放送アンテナ近傍では数十[V]のコモンモード電圧が通信線に発生することがあり、これがノーマルモード電圧に変換され信号に重畳される。このため、ISDN回線のようなデジタル回線では、通信設備センタとユーザ間の距離が長く信号電圧レベルが低い場合、符号誤りが生じやすくなる。
- B 送電線の高電圧によって、その付近に強い電界が生ずる結果、通信線に電圧を誘起する現象は、電磁誘導といわれる。また、送電線の電流によって、その付近に磁界が生ずる結果、通信線に電圧を誘起する現象は、静電誘導といわれる。
- C 静電気放電による故障は、合成繊維やプラスチック系材料の普及とともに増加している。人がじゅうたんなどの上を歩いたときに人体に蓄積される電荷が、通信機器などのきょう体に人体が触れた場合に、金属を介して通信機器に放電することにより、電子論理回路の誤動作を引き起こしたり、半導体素子の酸化被膜等の破壊を引き起こすことがある。

〈(キ)の解答群〉

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

- () 平衡対ケーブルにおける誘導雑音対策技術について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (ク) である。

<(ク)の解答群>

誘導源となるノイズ自体を遮断することが必要であり、その方法として、高周波成分を発生するノイズ源を金属箱などの遮へい体で覆う方法などがある。

通信線と誘導源との間の結合を小さくすることが必要であり、この結合を小さくするためにケーブルをアルミテープや金属テープを用いて遮へいをしたり、その遮へい体を接地して遮へい体に電流が流れるようにすることにより、通信線の誘導電流を打ち消す方法などがある。

LSコイル(Longitudinal current stopping coil)などにより、縦回線の電流を打ち消したり、フェライトコアなどを用いて縦回線のインピーダンスを増やして電流を流れにくくする方法がある。

平衡対ケーブルの往復2心線について、各心線の対大地間のインピーダンスを不平衡となるようにすることにより、縦電流が横電流に変換されないようにする方法がある。また、縦電流減衰特性の良い平衡 - 不平衡変換トランスを用いて、雑音電流が信号に影響を及ぼさないようにする方法がある。