

試験種別	試験科目
線路主任技術者	線路設備及び設備管理

問1 次の問いに答えよ。

- (1) 次の文章は、光ファイバケーブルの建設等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。

光ファイバケーブルの設計・建設時において、光損失は、距離による損失、□(ア)の損失及び統計的補正の和により計算される。また、建設後の故障修理、支障移転によるルート変更などの保守運用時に予想される光損失をあらかじめ□(イ)として見込んでおく必要がある。光ファイバケーブルは、一般に、メタリックケーブルと比較して、単位長当たりの重量が軽い長尺の布設が行えるが、一度に布設できる光ファイバケーブル長は、布設に要する作業員の人数、作業における道路の使用許可時間、交通規制、土木設備状況等により制約される。

また、光ファイバケーブルに加わる張力については、光ファイバケーブルの伸びが□(ウ)となるように設計されており、曲がりの多い複雑なルートでのけん引時には、対策が必要である。

融着接続を行う場合は、一般に、固定V溝法を用いるが、シングルモード光ファイバの製造精度が向上し、コアの□(エ)が小さくなったため、クラッド外径を合わせることにより、低損失な接続が可能となっている。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | | |
|--------|--------|----------|-----------|
| ① マージン | ② 曲げ | ③ 2%以下 | ④ 0.2%以下 |
| ⑤ 故障率 | ⑥ 5%以下 | ⑦ 3%以下 | ⑧ 直径 |
| ⑨ 波長分散 | ⑩ 信頼度 | ⑪ 偏心率 | ⑫ スクリーニング |
| ⑬ 不良率 | ⑭ 接続点 | ⑮ プロフィット | ⑯ 屈折率 |

- (2) 次の文章は、線路設備の維持、運用について述べたものである。□内の(オ)～(ク)に最も適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。

- (i) 架空・地下設備の耐震対策について述べた次の文章のうち正しいものは、□(オ)である。

＜(オ)の解答群＞

- ① 地震動による管路の移動で生じる軸力を吸収するため、フランジ継手を使用する。
- ② とう道において使用される伸縮継手には、一般に、ソケット式とカラー式がある。
- ③ マンホールの沈下や傾斜を防ぐためには、周囲を砕石で囲むグラベルドレーンの設置が有効である。
- ④ 電柱の傾斜、沈下を防ぐには、電柱の周辺部を山砂で埋め戻す方法が有効である。
- ⑤ 液状化による影響に備えるためには、管体部分の剛性が高く、ある程度の可とう性のある差込み継手の硬質ビニル管を用いるのが有効である。

(ii) 薬液注入工法について述べた次の文章のうち正しいものは、 (カ) である。

<(カ)の解答群>

- ① 土壌の掘削を安全かつ容易に行うために、地表面に薬液を注入充填し地中の湧き水を止める工法、又は地盤を強化する工法である。
- ② 使用できる薬液は、一般的に水ガラス系で、懸濁液状のものと溶液状のものに分類される。
- ③ 薬液としては、一般的に、懸濁液は細かい砂に、半懸濁液及び溶液は粗い砂に使用される。
- ④ 薬液を注入する注入管には、一般に、ロッド式又はドリル式が用いられる。
- ⑤ 注入順序として、下降式及び上昇式があり、上昇式の方が上部への薬液のあふれ出るのを防ぎ、充填効果を上げる点で優れている。

(iii) ガス圧遠隔監視方式について述べた次の文章のうち正しいものは、 (キ) である。

<(キ)の解答群>

- ① 適当な間隔で設置された圧力発信器により、ガス圧力及び流量を検出する。
- ② ガスを封入する方式には、永久封入方式と連続供給方式とがあり、区間長が短距離の場合のピンホールの探索には、永久封入方式の方が優れている。
- ③ 永久封入方式では、乾燥空気のガス圧を測定し、ガス異常を検知する。
- ④ 一般に、地下ケーブルの保守に用いられるガス圧遠隔監視装置は、ガス圧力があらかじめ設定された値以下になると警報を発生する。
- ⑤ 圧力表示数値等の表示数値からガス圧傾斜図を作成し、浸水した箇所を判定する。

(iv) 非ガス光ファイバケーブルの接続点における浸水検知について述べた次の文章のうち正しいものは、 (ク) である。

<(ク)の解答群>

- ① 浸水検知モジュールは、キャビネットのケーブル接続点に設置される。
- ② 浸水位置の検知方法としては、ベースバンド試験器が用いられる。
- ③ 浸水時には、浸水検知モジュールにより、光ファイバに一定の曲げを与え、曲げ損失を発生させて検知する。
- ④ 浸水検知モジュールは、吸水膨張材、可動体、心線切断部等から構成される。

- (1) 次の文章は、光ファイバケーブルの接続方法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。

光ファイバの接続方法は、大別して、永久接続法と着脱が可能なコネクタ接続法の二つがある。

永久接続法の一つである融着接続法は、光ファイバの端面を溶融して接続するものであり、溶融の方法としては、□(ア)、レーザー光、火炎などが用いられる。融着の手順としては、光ファイバの被覆除去、光ファイバの切断、光ファイバの□(イ)、融着、接続部の補強の工程がある。永久接続法には、このほかに□(ウ)を用いる方法もある。この方法は、光ファイバ心線の軸合わせを高精度に行えるように形成した接続部品を用いて機械的に光ファイバを把持するものである。接続が簡単に行えるため、架空における作業などに適している。

また、コネクタ接続法は、一般に、フェルール型コネクタが用いられる。これは、スリーブなどをガイドにして、フェルール同士を精度よく突き合わせ接続できるようにしたものである。コネクタの組立ては、フェルールへの光ファイバの挿入、固定、□(エ)の手順で行われる。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | |
|-------------|------------|--------------|
| ① ファイバ端面の研磨 | ② テンションメンバ | ③ エルビウム |
| ④ アーク放電 | ⑤ VAD法 | ⑥ 石英ガラス |
| ⑦ 薬剤 | ⑧ プリフォーム | ⑨ メカニカルスプライス |
| ⑩ 余長収容 | ⑪ 余長切断 | ⑫ スクリーニング |
| ⑬ 接着剤の塗布 | ⑭ コンパウンド注入 | ⑮ 軸合わせ |

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

- (i) 融着方法について述べた次のA～Cの文章は、□(オ)。

A 融着接続を行う場合は、光ファイバ端面に傾斜、欠け、突起等があっても、接続部分は溶融するため、特に問題はない。

B 融着接続には、接続部分の曲がりや気泡の発生割合を軽減するため、一般に、予加熱融着法が用いられる。

C 海底光ファイバケーブルの接続等で用いられる高強度接続法は、ファイバ心線の強度を得るために、心線融着部分の半径を大きくして接続する方法である。

＜(オ)の解答群＞

- | | | |
|-----------------|-------------------|-----------|
| ① Aのみ正しい | ② Bのみ正しい | ③ Cのみ正しい |
| ④ A、Bが正しい | ⑤ A、Cが正しい | ⑥ B、Cが正しい |
| ⑦ A、B、Cのすべてが正しい | ⑧ A、B、Cのすべてが正しくない | |

(ii) コネクタについて述べた次のA～Cの文章は、**(カ)**。

- A SCコネクタは、一般的にジルコニアフェルールを使用しており、ハウジングはプラスチック製で断面の形状は角形のため、高密度実装に適している。
- B MTコネクタは、かん合ピンで位置合わせを行う多心接続が可能なコネクタである。
- C 光コネクタは、接続損失をまぬがれないため、その締結方式としては、プッシュオン形は用いられず、ねじで締結する方式が主体である。

<(カ)の解答群>

- ① Aのみ正しい
- ② Bのみ正しい
- ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい
- ⑤ A、Cが正しい
- ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cのすべてが正しい
- ⑧ A、B、Cのすべてが正しくない

(iii) クロージャについて述べた次のA～Cの文章は、**(キ)**。

- A 光ファイバ接続に伴う余長処理には、心線収納トレーやプラスチックシートなどが用いられている。
- B メカニカルクロージャは、クロージャの外表面を熱収縮スリーブで密封したもので、機械的な強度や防湿性に優れている。
- C 架空光ファイバケーブルのクロージャには、接続端子^{かん}函タイプのクロージャも用いられる。

<(キ)の解答群>

- ① Aのみ正しい
- ② Bのみ正しい
- ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい
- ⑤ A、Cが正しい
- ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cのすべてが正しい
- ⑧ A、B、Cのすべてが正しくない

(iv) 光ファイバケーブルの接続に伴う測定について述べた次のA～Cの文章は、**(ク)**。

- A 光ファイバ心線対照を行うときに使用するIDテストの動作原理は、対象とする光ファイバに曲げを与えることにより発生するフレネル反射光を測定して判定する。
- B 融着接続を行う場合は、接続工程中に軸ずれによる損失を画像処理において推定できる。
- C マルチモード光ファイバ同士を接続した場合、その全体の特性は、一般に、ニアフィールドパターン法を用いたモードフィールド径の測定結果により、評価される。

<(ク)の解答群>

- ① Aのみ正しい
- ② Bのみ正しい
- ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい
- ⑤ A、Cが正しい
- ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cのすべてが正しい
- ⑧ A、B、Cのすべてが正しくない

- (1) 次の文章は、光伝送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。

光損失測定には、光ファイバを伝搬する光の減衰量を直接測定する透過法とレイリー散乱による後方散乱光の減衰量を測定する後方散乱測定法がある。

透過法測定の場合、入射端近傍では伝搬モード以外の他のモードが存在する。カットバックによる損失測定では、切断長が短いときには伝搬モード以外の他のモードにより入射強度を実際より□(ア)測定してしまうので、切断長を□(イ)することで損失測定への影響を小さくする。

後方散乱測定の場合、実際の線路は、光ファイバ全長にわたって、必ずしも光損失や後方散乱光の大きさの程度及び比屈折率差が等しくはない。特に、後方散乱係数が違う光ファイバを接続した場合、接続点の損失を測定するためには線路の両端から測定し、□(ウ)を採ることにより、後方散乱光のレベル差による影響を少なくする。

光パルス試験器で全区間損失測定を行う場合、入射端のフレネル反射により、入射端の□(エ)が分からないため区間損失測定ができないが、入射端にダミーの光ファイバケーブルを挿入することにより、入射端のフレネル反射による影響を抑えることができる。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| ① 短く | ② 最大値 | ③ 光入力レベル | ④ 正確に |
| ⑤ 大きく | ⑥ 平均値 | ⑦ 不要と | ⑧ 長く |
| ⑨ 一定に | ⑩ 最小値 | ⑪ 屈折率 | ⑫ 小さく |
| ⑬ 任意と | ⑭ 光出力レベル | ⑮ 開口数 | ⑯ 光伝搬モード |

- (2) 次の文章は、通話品質に影響を与える事象、評価尺度等について述べたものである。□内の(オ)～(ク)に最も適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。

- (i) アバランシホトダイオードにおける過剰雑音とは、□(オ)。

〈(オ)の解答群〉

- ① 光の粒子性によって不連続に電流が流れるために発生する雑音である
- ② 光パルスを受光したときに電子が不規則に放出されるために受光電流にゆらぎが起これ、これにより発生する雑音である
- ③ なだれ増倍が時間的・空間的に不規則に起こることにより発生する雑音である
- ④ 素子内の自由電子が温度に比例してランダムな熱運動をすることによって発生する雑音である
- ⑤ 受光素子が接続されている増幅器によって発生する雑音である

(ii) 近接効果とは、(カ)。

〈(カ)の解答群〉

- ① 通信線を金属物で覆うことにより、金属物が電力線から通信線へ誘起される電流を妨げる働きをすることである
- ② 空間中にある導体に電流が流れると、周囲に磁場を生じ、この磁場の中にある別の回路に電流を流そうとする起電力を生じることである
- ③ 周波数が増加するほど導体間の静電容量が減少することである
- ④ 並列にしたそれぞれの導体において電流が引きつけられ、互いの導体に近い側に電流密度が増大し、実効抵抗が大きくなることである
- ⑤ 心線に撚りを加えることにより電磁結合が小さくなり、漏話特性が改善されることである

(iii) 光ファイバのフレネル反射損失とは、(キ)。

〈(キ)の解答群〉

- ① 光ファイバを伝搬する光が光ファイバ材料自身であるガラス及び不純物に吸収され、熱に変換されることにより生じる損失である
- ② 光がその波長に比較してあまり大きくない物質に当たると、その光がいろいろな方向に進んで行くことにより生じる損失である
- ③ 光ファイバの側面に不均一な力が加わると、光ファイバの軸がわずかに曲がり、放射モードとなって光が放射されることにより生じる損失である
- ④ 光ファイバの接続部において微少な空隙等があり、光ファイバ間にコアの屈折率と異なる屈折率を有する物質が存在する場合、光は屈折率の違いによりコアと物質の境界面で一部反射することにより生じる損失である
- ⑤ 光ファイバのコアとクラッドの境界面の微少な凹凸により、光が乱反射することにより生じる損失である

(iv) メタリックケーブルにおける漏話減衰量は、(ク)。

〈(ク)の解答群〉

- ① 送端電力量の大きさには関係せず、漏話電力の絶対値で示される
- ② 誘導回線の送端電力と被誘導回線の漏話電力の比の対数で表すことができ、送端電力を一定としたとき、被誘導回線への漏話電力が大きいほど小さくなる
- ③ 誘導回線の送端電力と被誘導回線の漏話電力の比の対数で表すことができ、送端電力を一定としたとき、被誘導回線への漏話電力が大きいほど大きくなる
- ④ 誘導回線の送端電力と受端電力の差と被誘導回線の漏話電力の比の対数で表すことができ、被誘導回線への漏話電力が大きいほど小さくなる
- ⑤ 誘導回線の送端電力と受端電力の差と被誘導回線の漏話電力の比の対数で表すことができ、被誘導回線への漏話電力が大きいほど大きくなる

(1) 次の文章は、地下配線区間に使用されているCCP-JFケーブル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。

地下配線区間にCCPケーブルを使用した場合、接続点の劣化部などからケーブル内部に水が浸入すると心線間に水走りが発生する。水走りが心線被覆のピンホール点に到達すると、□(ア)、混線障害などが発生し、ついには断線障害にまで至る場合がある。

CCP-JFケーブルは、ケーブル内に□(イ)の混和物を充填することにより、ケーブル内への浸水を防止し、ケーブルの信頼性の向上を図っている。

ケーブル内に充填する混和物は、次のような条件を備えていることが必要とされる。

- (i) 心線被覆の機械的、電気的特性を劣化させにくいものであること。
- (ii) □(ウ)が低く、ケーブルの電気的特性の変化を最小限に抑えるものであること。
- (iii) 温度変化により、ケーブルの□(エ)を損なわないことのほか、ケーブルから流れ出したりしないこと。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|-------|---------|---------|---------|
| ① 反響 | ② 損失 | ③ 固形 | ④ 絶縁耐力 |
| ⑤ 誘電率 | ⑥ 吸水性 | ⑦ パウダー状 | ⑧ ジェリー状 |
| ⑨ 浸透率 | ⑩ 雑音 | ⑪ 透過性 | ⑫ 可とう性 |
| ⑬ 防湿性 | ⑭ 漏話減衰量 | | |

(2) 次の文章は、光ファイバケーブル及びメタリックケーブルについて述べたものである。

□内の(オ)～(ク)に最も適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。

(i) 光ファイバの信頼性を左右する要因等について述べた次のA～Cの文章は、□(オ)。

A 水素ガスによる光ファイバの伝送損失の増加には、光ファイバ内に拡散した水素ガス自身による吸収損失の増加と、水素ガスが光ファイバと化学反応してOH基が生成されることによる散乱損失の増加とがある。

B 光ファイバの伝送損失を増加させる水素ガスは、ピンホールなどにより、光ファイバケーブル内に長時間浸水したとき、その内部に異種金属材料が存在すると多量に発生する。

C 通常通信用光ファイバには、スクリーニング試験、すなわち、光ファイバの全長にわたって一定の圧力を加え、この圧力に耐えられない部分を故意に破断させ取り除く方法が採られている。

〈(オ)の解答群〉

- | | | |
|-----------------|-------------------|-----------|
| ① Aのみ正しい | ② Bのみ正しい | ③ Cのみ正しい |
| ④ A、Bが正しい | ⑤ A、Cが正しい | ⑥ B、Cが正しい |
| ⑦ A、B、Cのすべてが正しい | ⑧ A、B、Cのすべてが正しくない | |

- (ii) 光ファイバの6 dB帯域幅とは、ベースバンド周波数特性において、となる信号の周波数までの範囲である。

<(カ)の解答群>

- ① 光を10 [km] 伝送した後、光の強度が半分(光パワーの減衰量で3 [dB])
- ② 光を1 [km] 伝送した後、光の強度が半分(光パワーの減衰量で6 [dB])
- ③ 光を10 [km] 伝送した後、光の強度が半分(電圧換算で6 [dB])
- ④ 光を1 [km] 伝送した後、光の強度が半分(電圧換算で3 [dB])
- ⑤ 光を1 [km] 伝送した後、光の強度が半分(光パワーの減衰量で3 [dB])

- (iii) シングルモード光ファイバの零分散波長とは、である。

<(キ)の解答群>

- ① 構造分散と波長分散の和である材料分散が零となる波長
- ② 材料分散と波長分散の和である構造分散が零となる波長
- ③ 構造分散と材料分散の和である波長分散が零となる波長
- ④ モード分散と構造分散の和である波長分散が零となる波長
- ⑤ モード分散と材料分散の和である構造分散が零となる波長

- (iv) 保護被覆、絶縁用材料として、プラスチックを用いたメタリックケーブルについて述べた次のA～Cの文章は、。

- A ケーブルを急な角度で曲げると外被に座屈、亀裂、ひずみ等の損傷を与えるほか、心線の位置がずれて電気的特性を損なう場合がある。
- B 加入者架空配線ケーブルには、一般に、PVCケーブルが広く用いられている。PVCケーブルの外被に用いられるポリ塩化ビニルは、直射日光などで劣化する性質があるため、カーボンブラックを適量混入することにより、劣化を防止している。
- C ケーブル構成材料のPEは、ケーブルの心線絶縁にも使用される。PEはPVCと比較して電気的特性、安定性で劣るが、耐燃性が大きいため、主に屋内用のケーブルに使用されている。

<(ク)の解答群>

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cのすべてが正しい ⑧ A、B、Cのすべてが正しくない

- (1) 次の文章は、浅海部における水底光ファイバケーブルの敷設工事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。

浅海部に使用される光ファイバケーブルは、一般に、□(ア)ケーブルである。
□(ア)ケーブルは、張力によりトルクが生じ、□(イ)が発生しやすい。この発生を防止するため、敷設工事時には、張力の掛け方に注意しながら敷設する必要がある。

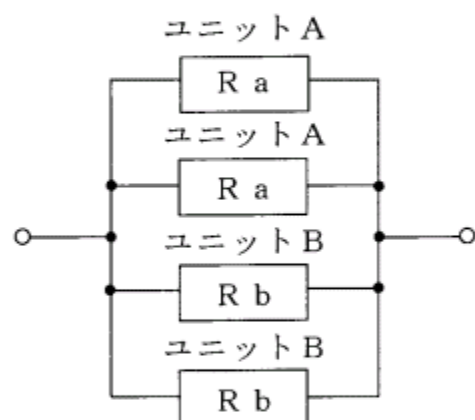
浅海部の海底には、潮流により、□(ウ)が発生する場合がある。□(ウ)は、□(エ)によって精度よく観察することができ、事前の海洋調査により、その存在をチェックすることができる。□(ウ)のあるところでは、敷設速度を小さくして適度のスラックを与え、ケーブルを確実に着底させ、トロール漁業などによる人為的な障害からケーブルを保護することが必要である。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|-----------|---------------|-----------|--------|
| ① 無外装 | ② 外装 | ③ 高張力 | ④ キンク |
| ⑤ 海溝 | ⑥ 海底谷 | ⑦ 大洋底 | ⑧ ドリフト |
| ⑨ トートワイヤー | ⑩ ケーブルの縮み | ⑪ ケーブルの伸び | |
| ⑫ サスペンション | ⑬ サイドスキャンソナー | ⑭ サンドウェーブ | |
| ⑮ バイプロコアラ | ⑯ フィッシュバイト対策用 | | |

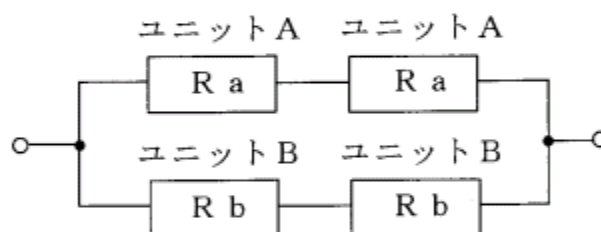
(2) 次の文章は、2種類のユニットを組み合わせた各システムの信頼度の算出方法について述べたものである。□内の(オ)～(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、n並列のシステムは、 $1/n$ 冗長を採るものとする。

ユニットA及びユニットBのそれぞれの信頼度を R_a 及び R_b としたとき、図1のシステムの信頼度 R_1 は□(オ)、図2のシステムの信頼度 R_2 は□(カ)、図3のシステムの信頼度 R_3 は□(キ)、図4のシステムの信頼度 R_4 は□(ク)で、それぞれ表せる。



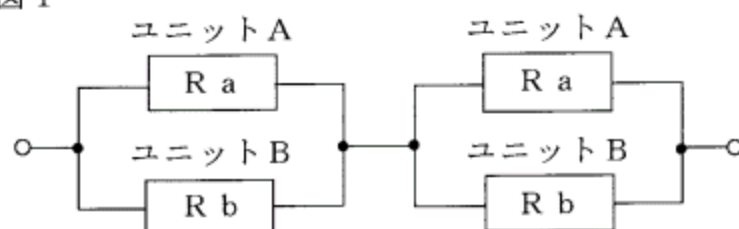
システムの信頼度： R_1

図1



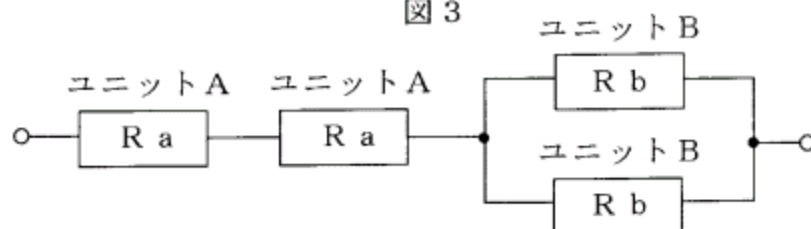
システムの信頼度： R_2

図2



システムの信頼度： R_3

図3



システムの信頼度： R_4

図4

<(オ)～(ク)の解答群>

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ① $4R_a \cdot R_b$ | ② $(R_a \cdot R_b)^2$ |
| ③ $(1 - R_a^2)(1 - R_b^2)$ | ④ $(1 - R_a)^2(1 - R_b)^2$ |
| ⑤ $R_a^2\{1 - (1 - 2R_b)\}$ | ⑥ $R_a^2\{1 - (1 - R_b)^2\}$ |
| ⑦ $R_a^2\{1 - (1 - 2R_b^2)\}$ | ⑧ $R_b^2\{1 - (1 - 2R_a)\}$ |
| ⑨ $R_b^2\{1 - (1 - R_a)^2\}$ | ⑩ $R_b^2\{1 - (1 - 2R_a)^2\}$ |
| ⑪ $1 - (1 - R_a)(1 - R_b)$ | ⑫ $1 - (1 - R_a \cdot R_b)^2$ |
| ⑬ $1 - (1 - R_a^2)(1 - R_b^2)$ | ⑭ $1 - (1 - R_a)^2(1 - R_b)^2$ |
| ⑮ $\{1 - (1 - R_a)(1 - R_b)\}^2$ | ⑯ $\{1 - (1 - R_a)(1 - R_b)\}^4$ |