

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年11月4日 (04.11.2004)

PCT

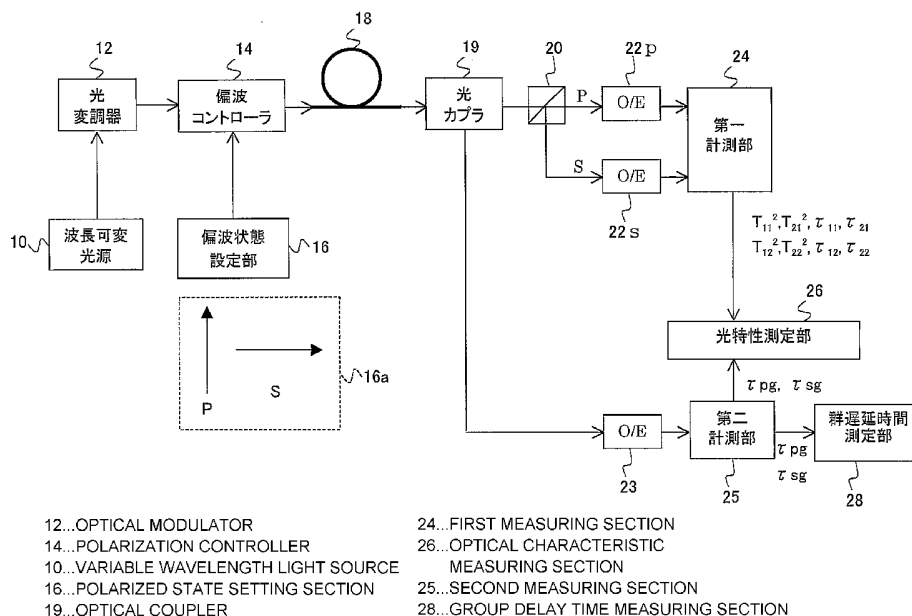
(10) 国際公開番号
WO 2004/094983 A1

- (51) 国際特許分類: G01M 11/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005758
- (22) 国際出願日: 2004年4月22日 (22.04.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-119861 2003年4月24日 (24.04.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アドバンテスト (ADVANTEST CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1790071 東京都練馬区旭町一丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西川 健司 (NISIKAWA, Kenzi) [JP/JP]; 〒1790071 東京都練馬区
- (74) 代理人: 細田 益稔 (HOSODA, Masutoshi); 〒1070052 東京都港区赤坂二丁目17番22号 赤坂ツインタワー本館11F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL CHARACTERISTIC MEASURING INSTRUMENT AND METHOD, PROGRAM, AND RECORD MEDIUM ON WHICH THE PROGRAM IS RECORDED

(54) 発明の名称: 光特性測定装置、方法、プログラムおよび該プログラムを記録した記録媒体



(57) Abstract: The adverse effect of the deviation of a polarized component on measurement of an optical characteristic is prevented. A second measuring section (25) determines group delay times (τ_{pg} , τ_{sg}) of the incident light entering an optical fiber (18) from the exit light emerging from the optical fiber (18). If there is any deviation along the p- or s-polarization axis of the amplitude equivalent value (power) measured by a first measuring section (24) (namely, $T_{11}^2 \ll T_{21}^2$, $T_{11}^2 \gg T_{21}^2$, $T_{12}^2 \ll T_{22}^2$, $T_{12}^2 \gg T_{22}^2$), an optical characteristic measuring section (26) determines group delay times (τ_{11} , τ_{21} , τ_{12} , τ_{22}) from the components of the transfer function of the optical fiber (18). Therefore, even if there is any deviation along the p- or s-polarization

[続葉有]

WO 2004/094983 A1



KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

axis of the amplitude equivalent value (power) measured by the first measuring section (24), the group delay times are determined on the basis of the results of measurement (not influenced by the deviation along the p- or s-polarization axis of the power) by the second measuring section (25). As a result, the adverse effect of the deviation of a polarized component on measurement of an optical characteristic is prevented.

(57) 要約: 偏光成分の偏りによる光特性の測定への悪影響を防止する。第二計測部25は、光ファイバ18から出射された光に基づき入射光の群遅延時間 τ_{pg} 、 τ_{sg} を計測する。第一計測部24の振幅相当値(パワー)においてp偏光軸あるいはs偏光軸に偏りが見られた場合($T_{11}^2 \ll T_{21}^2$ 、 $T_{11}^2 \gg T_{21}^2$ 、 $T_{12}^2 \ll T_{22}^2$ 、 $T_{12}^2 \gg T_{22}^2$)、光特性測定部26は、群遅延時間 τ_{pg} 、 τ_{sg} に光ファイバ18の伝達関数の成分に基づく群遅延時間 τ_{11} 、 τ_{21} 、 τ_{12} 、 τ_{22} を測定する。よって、第一計測部24の振幅相当値(パワー)においてp偏光軸あるいはs偏光軸に偏りが見られたとしても、第二計測部25の計測結果(パワーのp偏光軸あるいはs偏光軸への偏りの影響を受けない)に基づき群遅延時間の測定が行われるので、偏光成分の偏りによる光特性の測定への悪影響が防止できる。

1

明 細 書

光特性測定装置、方法、プログラムおよび
該プログラムを記録した記録媒体

5

技術分野

本発明は、光通信に用いられる光ファイバなど被測定物（DUT：Device Under Test）の光特性の測定に関する。

10 背景技術

光ファイバの光特性を測定することは従来より行われている。例えば、特許文献1（特開平9-264814号公報）にも、光ファイバの偏波モード分散測定装置についての記載がある。図4を参照して、特許文献1に記載の光ファイバの偏波モード分散測定装置を説明する。

15

まず、被測定光ファイバ104の偏波モード分散 τ_{PMD} を式（1）のように定義する。

【数1】

20

$$\tau_{\text{PMD}} = 2 \sqrt{\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}_1^2 \cos^2 \theta + \dot{\psi}_2^2 \sin^2 \theta} \quad (1)$$

25

ただし、 θ は偏光角、 ψ_1 は光の進行方向に垂直な面内のある方向の位相推移、 ψ_2 は ψ_1 に直交する方向の位相推移である。ここで、被

測定光ファイバ104の伝達関数行列 [T] を式 (2) のように定義する。

【数2】

5

$$[T(\omega)] = \begin{bmatrix} |T_{11}| e^{-j\phi_{11}} & |T_{12}| e^{-j\phi_{12}} \\ |T_{21}| e^{-j\phi_{21}} & |T_{22}| e^{-j\phi_{22}} \end{bmatrix} \quad (2)$$

10

ただし、 $|T_{ij}|$ は各行列要素の振幅、 ϕ_{ij} は各行列要素の位相推移であり、ともに光角周波数 ω の関数である。すると、式 (1) のパラメータ θ 、 ψ_1 、 ψ_2 はそれぞれ式 (3)、(4)、(5) のようにして求めることができる。

15

$$\theta(\omega) = 0.5 \cos^{-1}(|T_{11}|^2 - |T_{21}|^2) \quad \dots (3)$$

$$\psi_1(\omega) = (\phi_{11} - \phi_{22}) / 2 \quad \dots (4)$$

$$\psi_2(\omega) = (\phi_{21} - \phi_{12} + \pi) / 2 \quad \dots (5)$$

よって、被測定光ファイバ104の伝達関数行列 [T] を求めることにより、被測定光ファイバ104の偏波モード分散 τ_{PMD} を求めることができる。

20

被測定光ファイバ104の伝達関数行列 [T] を求める方法を図4を参照して説明する。まず、制御部109は偏波コントローラ103
25 の出力光を偏光ビームスプリッタ105のp方向に一致する直線偏波として被測定光ファイバ104へ入射させる。このときの被測定光フ

ファイバ 104 の出力光は以下の式 (6) により表わされる。

【数 3】

$$5 \quad \begin{bmatrix} |T_{11}| e^{-j\phi_{11}} & |T_{12}| e^{-j\phi_{12}} \\ |T_{21}| e^{-j\phi_{21}} & |T_{22}| e^{-j\phi_{22}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |T_{11}| e^{-j\phi_{11}} (\text{p 成分}) \\ |T_{21}| e^{-j\phi_{21}} (\text{s 成分}) \end{bmatrix} \quad (6)$$

10 上記の出力光は偏光ビームスプリッタ 105 により s 偏光成分および p 偏光成分に分離されて O/E 変換器 106₁, 106₂ に入射されて

【数 4】

15

$$|T_{11}| e^{-j\phi_{11}}, |T_{21}| e^{-j\phi_{21}}$$

が測定される。

20

上記の測定が終了すると、制御部 109 は偏波コントローラ 103 の出力光を 90° 回転させて偏光ビームスプリッタ 105 の s 方向に一致する直線偏波として被測定光ファイバ 104 へ入射させる。この

25 ときの被測定光ファイバ 104 の出力光は以下の式 (7) により表わ

【数 5】

$$\begin{matrix} 5 \\ \left[\begin{array}{cc} |T_{11}|e^{-j\phi_{11}} & |T_{12}|e^{-j\phi_{12}} \\ |T_{21}|e^{-j\phi_{21}} & |T_{22}|e^{-j\phi_{22}} \end{array} \right] \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |T_{12}|e^{-j\phi_{12}} \text{ (p 成分)} \\ |T_{22}|e^{-j\phi_{22}} \text{ (s 成分)} \end{bmatrix} \quad (7) \end{matrix}$$

上記の出力光は偏光ビームスプリッタ 105 により s 偏光成分および p 偏光成分に分離されて O/E 変換器 106₁, 106₂ に入射されて、

10

【数 6】

$$|T_{12}|e^{-j\phi_{12}}, \quad |T_{22}|e^{-j\phi_{22}}$$

15

が測定される。

ネットワークアナライザ 107 は上記のようにして測定された各パラメータと式 (3)、(4)、(5) から、 θ , ψ_1 , ψ_2 を求める。なお、

20 ネットワークアナライザ 107 は、増幅器 108 を介して光強度変調器 102 における強度変調比を制御している。

この後、上記の測定が波長可変光源 101 の出力波長を掃引して行われ、各測定結果から $\theta(\omega)$, $\psi_1(\omega)$, $\psi_2(\omega)$ が求められる。

25 そして、制御部 109 は式 (1) から偏波モード分散 τ_{PMD} を求める。

しかしながら、上記のような方法では、被測定光ファイバ104の出力光が偏光ビームスプリッタ105によりs偏光成分およびp偏光成分に分離される際に、パワーが偏る場合がある。すなわち、偏光ビームスプリッタ105から出力されたs偏光成分およびp偏光成分の

5 内の一方が他方よりも極めて大きくなる場合がある。極端な例としては、p偏光成分だけが出力され、s偏光成分が出力されないことすらある。

このような場合、パワーが小さい方の成分の位相におけるS/N比

10 が悪化するため、位相の測定が不正確になる。よって、被測定光ファイバ104の群遅延時間および偏波モード分散の測定結果にもノイズが混入し、測定が不正確になる。

そこで、本発明は、偏光成分の偏りによる光特性の測定への悪影響

15 を防止した光特性の測定装置等を提供することを課題とする。

発明の開示

請求項1に記載の発明は、被測定物の光特性を測定する光特性測定装置であって、被測定物から出射された光を受けて、p偏光およびs

20 偏光に分離して出力する偏波分離手段と、入射光を生成する光生成手段と、入射光を強度変調して出射する光変調手段と、強度変調された入射光を、偏波分離手段におけるp偏光軸およびs偏光軸にあわせて被測定物に入射する光入射手段と、偏波分離手段の出力に基づき入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する第一計測手段と、被

25 測定物から出射された光に基づき入射光の位相推移相当値を計測する第二計測手段と、第一計測手段および第二計測手段の計測結果に基づ

6

き被測定物の光特性を測定する光特性測定手段とを備えるように構成される。

- 上記のように構成された光特性測定装置によれば、第二計測手段は、
- 5 被測定物から出射された光に基づき入射光の位相推移相当値を計測する。光特性測定手段は、第二計測手段の計測結果に基づき被測定物の光特性を測定する。よって、第一計測手段の振幅相当値においてp偏光軸あるいはs偏光軸に偏りが見られたとしても、第二計測手段の計測結果に基づき被測定物の光特性の測定が行われるので、偏光成分の
- 10 偏りによる光特性の測定への悪影響が防止できる。

- 請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、光特性測定手段は、第一計測手段により計測された入射光の振幅相当値のp偏光成分がs偏光成分に対して過大あるいは過少である場合に、第二
- 15 計測手段の計測結果を用いて被測定物の光特性を測定するように構成される。

- 請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の発明であって、位相推移相当値は位相推移を光角周波数で微分したものであるように
- 20 構成される。

請求項4に記載の発明は、請求項1または2に記載の発明であって、振幅相当値は振幅を二乗したものであるように構成される。

- 25 請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の発明であって、第二計測手段の計測結果に基づき被測定物の群遅延時間を測定する群遅延時

間測定手段を備えるように構成される。

請求項 6 に記載の発明は、被測定物の光特性を測定する光特性測定方法であって、被測定物から出射された光を受けて、p 偏光および s 偏光に分離して出力する偏波分離工程と、入射光を生成する光生成工程と、入射光を強度変調して出射する光変調工程と、強度変調された入射光を、偏波分離工程における p 偏光軸および s 偏光軸にあわせて被測定物に入射する光入射工程と、偏波分離工程の出力に基づき入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する第一計測工程と、被測定物から出射された光に基づき入射光の位相推移相当値を計測する第二計測工程と、第一計測工程および第二計測工程の計測結果に基づき被測定物の光特性を測定する光特性測定工程とを備えるように構成される。

15 請求項 7 に記載の発明は、被測定物から出射された光を受けて、p 偏光および s 偏光に分離して出力する偏波分離手段と、入射光を生成する光生成手段と、入射光を強度変調して出射する光変調手段と、強度変調された入射光を、偏波分離手段における p 偏光軸および s 偏光軸にあわせて被測定物に入射する光入射手段とを有する光特性測定装置における光特性測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、偏波分離手段の出力に基づき入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する第一計測処理と、被測定物から出射された光に基づき入射光の位相推移相当値を計測する第二計測処理と、第一計測処理および第二計測処理の計測結果に基づき被測定物の光特性を測定する光特性測定処理とをコンピュータに実行させるためのプログラムである。

請求項 8 に記載の発明は、被測定物から出射された光を受けて、p 偏光および s 偏光に分離して出力する偏波分離手段と、入射光を生成する光生成手段と、入射光を強度変調して出射する光変調手段と、強度変調された入射光を、偏波分離手段における p 偏光軸および s 偏光軸にあわせて被測定物に入射する光入射手段とを有する光特性測定装置における光特性測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、偏波分離手段の出力に基づき入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する第一計測処理と、被測定物から出射された光に基づき入射光の位相推移相当値を計測する第二計測処理と、第一計測処理および第二計測処理の計測結果に基づき被測定物の光特性を測定する光特性測定処理とをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体である。

15

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施形態にかかる光特性測定装置の構成を示すブロック図である。

20 図 2 は、本発明の実施形態にかかる光特性測定装置の動作を示すフローチャートである。

図 3 は、入射光の位相推移相当値および振幅相当値の計測の手順を示すフローチャートである。

25 図 4 は、従来技術の特開平 9 - 2 6 4 8 1 4 号公報に記載の光ファイバの偏波モード分散測定装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

5 図1は、本発明の実施形態にかかる光特性測定装置の構成を示すブロック図である。本発明の実施形態にかかる光特性測定装置は、被測定物（DUT：Device Under Test）である光ファイバ18の光特性を
10 求めるためのものである。本発明の実施形態にかかる光特性測定装置は、波長可変光源（光生成手段）10、光変調器12、偏波コントローラ（光入射手段）14、偏波状態設定部16、光カプラ19、偏波分離器20、光電（O/E）変換器22p、s、光電（O/E）変換器23、
第一計測部24、第二計測部25、光特性測定部26、群遅延時間測定部28を備える。

15 波長可変光源10は、波長を変化させながら入射光を生成する。なお、光角周波数 $\omega = 2\pi f = 2\pi c / \lambda$ である。ただし、 c は光速、 λ は波長である。よって、波長 λ を変化させることは、光角周波数 ω を変化させることにつながる。

20 光変調器12は、入射光の強度変調を行って偏波コントローラ14へ出射する。

偏波コントローラ（光入射手段）14は入射光の偏波状態を偏波状態設定部16の制御を受けて制御する。

25

偏波状態設定部16は、入射光の偏波状態を設定する。すなわち、

入射光を偏波分離器 20 における p 偏光軸および s 偏光軸 (16 a) にあわせる。すなわち、入射光を p 偏光軸および s 偏光軸に一致する直線偏波とする。

- 5 入射光を被測定物である光ファイバ 18 に入射すると、入射光が光ファイバ 18 を透過する。

光カップラ 19 は、光ファイバ 18 を透過した光すなわち光ファイバ 18 から出射された光を受ける。そして、光ファイバ 18 から出射された光を分離して、偏波分離器 20 および光電 (O/E) 変換器 23 に出力する。

偏波分離器 20 は、光ファイバ 18 を透過した光すなわち光ファイバ 18 から出射された光を受けて、p 偏光および s 偏光に分離して出力する。

光電 (O/E) 変換器 22 p は、偏波分離器 20 の出力の p 偏光成分を光電変換して第一計測部 24 に出力する。光電 (O/E) 変換器 22 s は、偏波分離器 20 の出力の s 偏光成分を光電変換して第一計測部 24 に出力する。

光電 (O/E) 変換器 23 は、光ファイバ 18 から出射された光を、光カップラ 19 を介して受け、光電変換し、第二計測部 25 に出力する。

25 第一計測部 24 は、偏波分離器 20 の出力に基づき入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する。位相推移相当値とは、位相推

移に相当する値である。位相推移相当値は、位相推移そのものでもよいが、例えば、位相推移を光角周波数で微分した値（群遅延時間）が、位相推移相当値である。振幅相当値とは、振幅に相当する値である。振幅相当値は、振幅そのものでもよいが、例えば、振幅を二乗した値（パワー）が、振幅相当値である。

第二計測部 2 5 は、光電 (O/E) 変換器 2 3 の出力に基づき、入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する。すなわち、第二計測部 2 5 は、光ファイバ 1 8 から出射された光に基づき、入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する。なお、入射光の振幅相当値は計測しなくてもよい。

光特性測定部 2 6 は第一計測部 2 4 および第二計測部 2 5 の計測結果に基づき、光ファイバ 1 8 の光特性を求める。本実施形態では、光ファイバ 1 8 の伝達関数行列の成分中のパラメータ θ_{11} 、 θ_{21} 、 θ_{12} 、 θ_{22} を光角周波数 ω で微分した値であるところの群遅延時間 τ_{11} ($=d\theta_{11}/d\omega$)、 τ_{21} ($=d\theta_{21}/d\omega$)、 τ_{12} ($=d\theta_{12}/d\omega$)、 τ_{22} ($=d\theta_{22}/d\omega$) を、光特性測定部 2 6 は求める。ただし、光特性はこれらの量に限らず、波長分散、波長分散スロープ、偏波モード分散などでもよい。波長分散等は、 τ_{11} 、 τ_{21} 、 τ_{12} 、 τ_{22} に基づき求めることができる。

群遅延時間測定部 2 8 は、第二計測部 2 5 の計測結果に基づき、光ファイバ 1 8 の群遅延時間 τ_g を求める。

25

次に、本発明の実施形態にかかる光特性測定装置の動作を図 2 のフ

ローチャートを参照しながら説明する。

まず、入射光を偏波分離器 20 における p 偏光軸および s 偏光軸 (16 a) にあわせ、位相推移相当値および振幅相当値を計測する (S 15 0)。この計測の手順については図 3 のフローチャートを参照して説明する。

まず、波長可変光源 10 の出力する光の光角周波数を ω とする (S 12)。図 1 を参照して、波長可変光源 10 は、光角周波数 ω の入射光
10 を出射する。入射光は、光変調器 12 により強度変調され、偏波コントローラ 14 へ出射される。ここで、偏波状態設定部 16 は、入射光を偏波分離器 20 における p 偏光軸にあわせる (S 14 a)。すなわち、入射光を p 偏光軸に一致する直線偏波とする。そして、入射光は光ファイバ 18 に入射される。

15

光ファイバ 18 を透過した入射光は、光カップラ 19 を介して、偏波分離器 20 および光電 (O/E) 変換器 23 に与えられる。偏波分離器 20 に与えられた光は、偏波分離器 20 により p 偏光および s 偏光に分離される。偏波分離器 20 が出力した p 偏光成分は光電 (O/E) 変換器 22 p により光電変換されて第一計測部 24 に出力される。偏波
20 分離器 20 が出力した s 偏光成分は光電 (O/E) 変換器 22 s により光電変換されて第一計測部 24 に出力される。そして、第一計測部 24 により位相推移相当値 (群遅延時間) τ_{11} 、 τ_{21} および振幅相当値 (パワー) T_{11}^2 、 T_{21}^2 が計測される (S 14 b)。

25

また、光電 (O/E) 変換器 23 に与えられた光は、光電 (O/E) 変換

器 2 3 により光電変換されて第二計測部 2 5 に出力される。そして、第二計測部 2 5 により位相推移相当値（群遅延時間） τ_{pg} および振幅相当値（パワー） T_{p^2} が計測される（S 1 4 b）。

- 5 ここで、第一計測部 2 4 による位相推移相当値の求め方および振幅相当値の求め方（S 1 4 b）を説明する。

まず、光ファイバ 1 8 の伝達関数行列 [T] を式（1 0）のように定義する。

10

【数 7】

$$15 \quad [T] = \begin{bmatrix} T_{11} e^{-j\theta_{11}} & T_{12} e^{-j\theta_{12}} \\ T_{21} e^{-j\theta_{21}} & T_{22} e^{-j\theta_{22}} \end{bmatrix} \quad (10)$$

- ただし、伝達関数行列 [T] の各要素は以下の式（1 1）の通りで
20 ある。

【数 8】

$$\begin{aligned} T_{11} e^{-j\theta_{11}} &= U \cos \Theta e^{-j(\Phi_1 + \phi + \psi)} \\ T_{12} e^{-j\theta_{12}} &= -U \sin \Theta e^{-j(\Phi_1 + \phi - \psi)} \\ T_{21} e^{-j\theta_{21}} &= U \sin \Theta e^{-j(\Phi_1 - \phi + \psi)} \\ 25 \quad T_{22} e^{-j\theta_{22}} &= U \cos \Theta e^{-j(\Phi_1 - \phi - \psi)} \end{aligned} \quad (11)$$

ただし、 $\phi(\omega)$ は直交する2つの成分 $\psi_1(\omega)$ 、 $\psi_2(\omega)$ の位相
 推移の差成分であり、 $\psi(\omega)$ は直交する2つの成分 $\psi_1(\omega)$ 、 ψ_2
 (ω) の位相推移の同相成分である。なお、 $\psi_1(\omega)$ は光の進行方向
 に垂直な面内のある方向の位相推移、 $\psi_2(\omega)$ は ψ_1 に直交する方向
 5 の位相推移である。具体的には、 $\phi(\omega) = (\psi_1(\omega) - \psi_2(\omega))$
 $/2$ 、 $\psi(\omega) = (\psi_1(\omega) + \psi_2(\omega)) / 2$ である。また、 $\Theta(\omega)$
 は、光ファイバ18から出射される光の偏光角である。

ここで、入射光を偏波分離器20におけるp偏光軸にあわせてある。
 10 よって、偏波分離器20の出力は、以下の式(12)のようになる。

【数9】

$$15 \quad \begin{bmatrix} T_{11} e^{-j\theta_{11}} & T_{12} e^{-j\theta_{12}} \\ T_{21} e^{-j\theta_{21}} & T_{22} e^{-j\theta_{22}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11} e^{-j\theta_{11}} \\ T_{21} e^{-j\theta_{21}} \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{p成分} \\ \text{s成分} \end{matrix} \quad (12)$$

第一計測部24には、光電(O/E)変換器22pを介して、 $T_{11}e^{j\theta_{11}}$
 11の光が入射される。しかも、第一計測部24には、光電(O/E)変
 20 換器22sを介して、 $T_{21}e^{j\theta_{21}}$ の光が入射される。よって、第一計測
 部24は、 $T_{11}e^{j\theta_{11}}$ および $T_{21}e^{j\theta_{21}}$ の位相推移 θ_{11} 、 θ_{21} に相当する
 値、例えば位相推移 θ_{11} 、 θ_{21} を光角周波数 ω で微分した値である
 ところの群遅延時間 $\tau_{11} (=d\theta_{11}/d\omega)$ 、 $\tau_{21} (=d\theta_{21}/d\omega)$ 、ならび
 に振幅 T_{11} 、 T_{21} に相当する値、例えば振幅を二乗した値(パワー)
 25 T_{11}^2 、 T_{21}^2 、を計測できる。すなわち、第一計測部24は、光ファイ
 バ18の伝達関数行列の第一列の位相推移相当値および振幅相当値を

計測できる。

次に、偏波状態設定部 16 は、入射光を偏波分離器 20 における s 偏光軸にあわせる (S 16 a)。すなわち、入射光を s 偏光軸に一致する直線偏波とする。そして、入射光は光ファイバ 18 に入射される。

光ファイバ 18 を透過した合成入射光は、偏波分離器 20 により p 偏光および s 偏光に分離される。偏波分離器 20 が出力した p 偏光成分は光電 (O/E) 変換器 22 p により光電変換されて計測部 24 に出力される。偏波分離器 20 が出力した s 偏光成分は光電 (O/E) 変換器 22 s により光電変換されて計測部 24 に出力される。そして、計測部 24 により位相推移相当値 (群遅延時間) τ_{12} 、 τ_{22} および振幅相当値 (パワー) T_{12}^2 、 T_{22}^2 が計測される (S 16 b)。

また、光電 (O/E) 変換器 23 に与えられた光は、光電 (O/E) 変換器 23 により光電変換されて第二計測部 25 に出力される。そして、第二計測部 25 により位相推移相当値 (群遅延時間) τ_{sg} および振幅相当値 (パワー) T_{s^2} が計測される (S 16 b)。

ここで、第一計測部 24 による位相推移相当値の求め方および振幅相当値の求め方 (S 16 b) を説明する。入射光を偏波分離器 20 における s 偏光軸にあわせてある。よって、偏波分離器 20 の出力は、以下の式 (13) のようになる。

25 【数 10】

$$\begin{bmatrix} T_{11} e^{-j\theta_{11}} & T_{12} e^{-j\theta_{12}} \\ T_{21} e^{-j\theta_{21}} & T_{22} e^{-j\theta_{22}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{12} e^{-j\theta_{12}} \\ T_{22} e^{-j\theta_{22}} \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{p成分} \\ \text{s成分} \end{matrix}$$

5

(13)

第一計測部 2 4 には、光電 (O/E) 変換器 2 2 p を介して、 $T_{12}e^{j\theta_{12}}$ の光が入射される。しかも、第一計測部 2 4 には、光電 (O/E) 変換器 2 2 s を介して、 $T_{22}e^{j\theta_{22}}$ の光が入射される。よって、第一計測部 2 4 は、 $T_{12}e^{j\theta_{12}}$ および $T_{22}e^{j\theta_{22}}$ の位相推移 θ_{12} 、 θ_{22} に相当する値、例えば位相推移 θ_{12} 、 θ_{22} を光角周波数 ω で微分した値であるところの群遅延時間 $\tau_{12} (=d\theta_{12}/d\omega)$ 、 $\tau_{22} (=d\theta_{22}/d\omega)$ 、ならびに振幅 T_{12} 、 T_{22} に相当する値、例えば振幅を二乗した値 (パワー) T_{12}^2 、 T_{22}^2 、を計測できる。すなわち、第一計測部 2 4 は、光ファイバ 1 8 の伝達関数行列の第二列の位相推移相当値および振幅相当値を計測できる。

そして、光角周波数が上限に達したか否かを判定し (S 1 7)、上限に達していなければ (S 1 7、No)、光角周波数を $\Delta\omega$ 増やし (S 1 8)、入射光を偏波分離器 2 0 における p 偏光軸にあわせる工程 (S 1 4 a) に戻る。光角周波数が上限に達したならば (S 1 7、Yes)、入射光を偏波分離器 2 0 における p 偏光軸および s 偏光軸 (1 6 a) にあわせたときの位相推移相当値および振幅相当値の計測 (S 1 0 : 図 2 参照) が終了する。

25

ここで、図 2 に戻り、光特性測定部 2 6 は、入射光を p 偏光軸に一

致する直線偏波とした時（P波入力時）に計測されたパワー T_{11}^2 、 T_{21}^2 を受け、偏りが有るか否かを判定する（S 2 2）。すなわち、 $T_{11}^2 \gg T_{21}^2$ （ T_{11}^2 が T_{21}^2 よりも大き過ぎる）あるいは $T_{11}^2 \ll T_{21}^2$ （ T_{11}^2 が T_{21}^2 よりも小さ過ぎる）であれば偏りが有ると判定し、さもなければ偏りが

5 無いと判定する。例えば、上限のしきい値を設定しておき、 T_{11}^2/T_{21}^2 が上限のしきい値を超えたときには過大とする。また、例えば、下限のしきい値を設定しておき、 T_{11}^2/T_{21}^2 が下限のしきい値未満となったときには過少とする。

10 P波入力時に計測されたパワー T_{11}^2 、 T_{21}^2 に偏りが有れば（S 2 2、Y e s）、光特性測定部 2 6 は、 τ_{pg} を用いて τ_{21} あるいは τ_{11} を求める（S 2 4）。

ここで、第一計測部 2 4 の計測結果 T_{11}^2 、 T_{21}^2 、 τ_{11} 、 τ_{21} と、第

15 二計測部 2 5 の計測結果 T_p^2 、 τ_{pg} とは以下に示すような関係がある。なお、証明については後述する。また、 $\theta' = \tau$ である。

【数 1 1】

$$20 \quad T_o^2 = T_{11}^2 + T_{21}^2 \quad (14)$$

$$\tau_{pg} = \frac{T_{11}^2 \theta_{11}' + T_{21}^2 \theta_{21}'}{T_{11}^2 + T_{21}^2} \quad (15)$$

$T_{11}^2 \gg T_{21}^2$ の場合は、第一計測部 2 4 の計測結果である τ_{21} のS/N比が低くなる。そこで、式（15）を用いて、 T_{11}^2 、 T_{21}^2 、 τ_{11} 、

25 τ_{pg} から τ_{21} を計算する。 $T_{11}^2 \gg T_{21}^2$ の場合は、第一計測部 2 4 の計

測結果である τ_{11} および第二計測部 2 5 の計測結果である τ_{pg} の S/N 比が高い。よって、式 (15) を用いて τ_{21} を計算すれば、 τ_{21} の S/N 比が高くなる。

- 5 $T_{11}^2 \ll T_{21}^2$ の場合は、第一計測部 2 4 の計測結果である τ_{11} の S/N 比が低くなる。そこで、式 (15) を用いて、 T_{11}^2 、 T_{21}^2 、 τ_{21} 、 τ_{pg} から τ_{11} を計算する。 $T_{11}^2 \ll T_{21}^2$ の場合は、第一計測部 2 4 の計測結果である τ_{21} および第二計測部 2 5 の計測結果である τ_{pg} の S/N 比が高い。よって、式 (15) を用いて τ_{11} を計算すれば、 τ_{11}
- 10 の S/N 比が高くなる。

- τ_{pg} を用いての τ_{21} あるいは τ_{11} の演算 (S 2 4) の後、あるいは、P 波入力時に計測されたパワー T_{11}^2 、 T_{21}^2 に偏りが無い場合 (S 2 2、No) は、光特性測定部 2 6 は、入射光を s 偏光軸に一致する直線偏
- 15 波とした時 (S 波入力時) に計測されたパワー T_{12}^2 、 T_{22}^2 を受け、偏りが有るか否かを判定する (S 3 2)。すなわち、 $T_{12}^2 \gg T_{22}^2$ (T_{12}^2 が T_{22}^2 よりも大き過ぎる) あるいは $T_{12}^2 \ll T_{22}^2$ (T_{12}^2 が T_{22}^2 よりも小さ過ぎる) であれば偏りが有ると判定し、さもなければ偏りが無いと判定する。例えば、上限のしきい値を設定しておき、 T_{12}^2/T_{22}^2 が上限
- 20 のしきい値を超えたときには過大とする。また、例えば、下限のしきい値を設定しておき、 T_{12}^2/T_{22}^2 が下限のしきい値未満となったときには過少とする。

- S 波入力時に計測されたパワー T_{12}^2 、 T_{22}^2 に偏りが有れば (S 3 2、Yes)、光特性測定部 2 6 は、 τ_{sg} を用いて τ_{22} あるいは τ_{12} を求める (S 3 4)。
- 25

ここで、第一計測部 2 4 の計測結果 T_{12}^2 、 T_{22}^2 、 τ_{22} 、 τ_{12} と、第二計測部 2 5 の計測結果 T_s^2 、 τ_{sg} とは以下に示すような関係がある。なお、証明については後述する。また、 $\theta' = \tau$ である。

5

【数 1 2】

$$T_s^2 = T_{12}^2 + T_{22}^2 \quad (16)$$

$$\tau_{sg} = \frac{T_{12}^2 \theta_{12}' + T_{22}^2 \theta_{22}'}{T_{21}^2 + T_{22}^2} \quad (17)$$

10

$T_{12}^2 \gg T_{22}^2$ の場合は、第一計測部 2 4 の計測結果である τ_{22} の S/N 比が低くなる。そこで、式 (17) を用いて、 T_{12}^2 、 T_{22}^2 、 τ_{12} 、 τ_{sg} から τ_{22} を計算する。 $T_{12}^2 \gg T_{22}^2$ の場合は、第一計測部 2 4 の計測結果である τ_{12} および第二計測部 2 5 の計測結果である τ_{sg} の S/N 比が高い。よって、式 (17) を用いて τ_{22} を計算すれば、 τ_{22} の S/N 比が高くなる。

15

$T_{12}^2 \ll T_{22}^2$ の場合は、第一計測部 2 4 の計測結果である τ_{12} の S/N 比が低くなる。そこで、式 (17) を用いて、 T_{12}^2 、 T_{22}^2 、 τ_{22} 、 τ_{sg} から τ_{12} を計算する。 $T_{12}^2 \ll T_{22}^2$ の場合は、第一計測部 2 4 の計測結果である τ_{22} および第二計測部 2 5 の計測結果である τ_{sg} の S/N 比が高い。よって、式 (17) を用いて τ_{12} を計算すれば、 τ_{12} の S/N 比が高くなる。

20

25 τ_{sg} を用いての τ_{22} あるいは τ_{12} の演算 (S 3 4) の後、あるいは、

S波入力時に計測されたパワー T_{12}^2 、 T_{22}^2 に偏りが無い場合(S 3 2、No)は、群遅延時間 τg の測定(S 4 2)に進む。

すなわち、群遅延時間測定部 2 8 は、第二計測部 2 5 の計測結果 τ_{pg} および τ_{sg} に基づき、光ファイバ 1 8 の群遅延時間 τg を求める(S 4 2)。光ファイバ 1 8 の群遅延時間 $\tau g = (\tau_{pg} + \tau_{sg}) / 2$ である。

本発明の実施形態によれば、第二計測部 2 5 は、光ファイバ 1 8 から出射された光に基づき入射光の位相推移相当値(群遅延時間 τ_{pg} 、 τ_{sg})を計測する。第一計測部 2 4 の計測結果である振幅相当値(パワー)においてp偏光軸あるいはs偏光軸に偏りが見られた場合(T_{11}^2 が T_{21}^2 よりも小さ過ぎる(大き過ぎる)、 T_{12}^2 が T_{22}^2 よりも小さ過ぎる(大き過ぎる))、光特性測定部 2 6 は、第二計測部 2 5 の計測結果(群遅延時間 τ_{pg} 、 τ_{sg})に基づき被測定物の光特性(群遅延時間 τ_{11} 、 τ_{21} 、 τ_{12} 、 τ_{22})を測定する。

よって、第一計測部 2 4 の振幅相当値(パワー)においてp偏光軸あるいはs偏光軸に偏りが見られたとしても、第二計測部 2 5 の計測結果(パワーのp偏光軸あるいはs偏光軸への偏りの影響を受けない)に基づき光ファイバ 1 8 の光特性の測定が行われるので、偏光成分の偏りによる光特性の測定への悪影響が防止できる。

なお、光特性の一例として群遅延時間 τ_{11} 、 τ_{21} 、 τ_{12} 、 τ_{22} を挙げたが、この測定を精度良く行うことにより、光特性のさらなる一例である波長分散、波長分散スロープ、偏波モード分散などを精度良く求

めることも可能である。これらは、群遅延時間 τ_{11} 、 τ_{21} 、 τ_{12} 、 τ_{22} に基づき求められるからである。

さらに、群遅延時間測定部 28 により、光ファイバ 18 の群遅延時間 5 の測定値の S/N 比を良くすることができる。

また、上記の実施形態は、以下のようにして実現できる。CPU、ハードディスク、メディア（フロッピーディスク、CD-ROM など）読み取り装置を備えたコンピュータのメディア読み取り装置に、上記 10 の各部分、例えば第一計測部 24、第二計測部 25、光特性測定部 26、群遅延時間測定部 28 を実現するプログラムを記録したメディアを読み取らせて、ハードディスクにインストールする。このような方法でも、上記の機能を実現できる。

15 【第一計測部 24 の計測結果 T_{12}^2 、 T_{22}^2 、 τ_{22} 、 τ_{12} と、第二計測部 25 の計測結果 T_s^2 、 τ_{sg} との関係（式 14～17）の証明】

入力光は任意の偏波状態を考える。このとき、DUT への入射面に対して垂直方向の 2 軸を x 軸、y 軸とし、入射光の x 軸成分の振幅を E_p 、y 軸成分の振幅を $E_s e^{j\theta_k}$ とする。DUT から出射する光の x 軸、y 軸成分 20 分（それぞれ E_{pout} 、 E_{sout} とする）は伝達関数行列を用いて次のようになる。

【数 13】

$$\begin{bmatrix} E_{pout} \\ E_{sout} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11} e^{j\theta_{11}} & T_{12} e^{j\theta_{12}} \\ T_{21} e^{j\theta_{21}} & T_{22} e^{j\theta_{22}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_p \\ E_s e^{j\theta_k} \end{bmatrix} \quad (31)$$

伝達関数行列より、出射光の複素振幅 E_{out} は次式のようにになる。

【数 1 4】

$$\begin{aligned}
 5 \quad E_{out} &= T e^{j\theta} = E_{pout} \mathbf{i}_x + E_{sout} \mathbf{i}_y \\
 &= \{T_{11} e^{j\theta_{11}} E_p + T_{12} e^{j(\theta_{12} + \theta_{\Delta})} E_s\} \mathbf{i}_x + \{T_{21} e^{j\theta_{21}} E_p + T_{22} e^{j(\theta_{22} + \theta_{\Delta})} E_s\} \mathbf{i}_y
 \end{aligned} \tag{32}$$

\mathbf{i}_x 、 \mathbf{i}_y はそれぞれ x 軸、y 軸方向の単位ベクトルである。

ここで、 E_{out} を受光した電気信号をネットワークアナライザーで測定すると、パワーと群遅延時間が測定される。パワーは群遅延時間は

10 式で表される位相を各周波数で微分した値になるので、パワー T^2 、群遅延時間 τ は以下のようにになる。

$\mathbf{i}_x \cdot \mathbf{i}_x = \mathbf{i}_y \cdot \mathbf{i}_y = 1$ 、 $\mathbf{i}_x \cdot \mathbf{i}_y = 0$ より、

15 【数 1 5】

$$\begin{aligned}
 T^2 &= T_{11}^2 E_p^2 + T_{12}^2 E_s^2 + T_{21}^2 E_p^2 + T_{22}^2 E_s^2 \\
 &+ 2T_{11} T_{12} E_p E_s \cos(\theta_{11} - \theta_{12} - \theta_{\Delta}) + 2T_{21} T_{22} E_p E_s \cos(\theta_{21} - \theta_{22} - \theta_{\Delta})
 \end{aligned} \tag{33}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{\text{img}(T e^{j\theta})}{\text{real}(T e^{j\theta})} \right\} \tag{34}$$

$$\begin{aligned}
 20 \quad \text{real}(T e^{j\theta}) &= \{T_{11} E_p \cos \theta_{11} + T_{12} E_s \cos(\theta_{12} + \theta_{\Delta})\} \mathbf{i}_p + \{T_{21} E_p \cos \theta_{21} + T_{22} E_s \cos(\theta_{22} + \theta_{\Delta})\} \mathbf{i}_s \\
 \text{img}(T e^{j\theta}) &= \{T_{11} E_p \sin \theta_{11} + T_{12} E_s \sin(\theta_{12} + \theta_{\Delta})\} \mathbf{i}_p + \{T_{21} E_p \sin \theta_{21} + T_{22} E_s \sin(\theta_{22} + \theta_{\Delta})\} \mathbf{i}_s
 \end{aligned} \tag{35}$$

$$\tau = \frac{d}{d\omega} \theta = \frac{\left\{ \frac{\text{img}(Te^{j\theta})}{\text{real}(Te^{j\theta})} \right\}'}{1 + \left\{ \frac{\text{img}(Te^{j\theta})}{\text{real}(Te^{j\theta})} \right\}^2} = \frac{\text{img}'(Te^{j\theta}) \cdot \text{real}(Te^{j\theta}) - \text{real}'(Te^{j\theta}) \cdot \text{img}(Te^{j\theta})}{\text{real}^2(Te^{j\theta}) + \text{img}^2(Te^{j\theta})} \quad (36)$$

$$= \frac{\text{img}'(Te^{j\theta}) \cdot \text{real}(Te^{j\theta}) - \text{real}'(Te^{j\theta}) \cdot \text{img}(Te^{j\theta})}{T^2}$$

$$= \frac{\left[\begin{aligned} &T_{11}^2 E_p^2 \vartheta_{11}' + T_{12}^2 E_s^2 \vartheta_{12}' + T_{21}^2 E_p^2 \vartheta_{21}' + T_{22}^2 E_s^2 \vartheta_{22}' \\ &+ \{(\theta_{11}' + \theta_{12}') T_{11} T_{12} \cos(\theta_{11} - \theta_{12} - \theta_{\Delta}) + (\theta_{21}' + \theta_{22}') T_{21} T_{22} \cos(\theta_{21} - \theta_{22} - \theta_{\Delta})\} E_p E_s \\ &+ \{(T_{11}' T_{12} - T_{11} T_{12}') \sin(\theta_{11} - \theta_{12} - \theta_{\Delta}) + (T_{21}' T_{22} - T_{21} T_{22}') \sin(\theta_{21} - \theta_{22} - \theta_{\Delta})\} E_p E_s \end{aligned} \right]}{T^2} \quad (37)$$

5 x 軸に平行な直線偏波を P 波、y 軸に平行な直線偏波を S 波とすると P 波、S 波入力時のパワー、群遅延時間特性は以下のように求められる。

10 P 波入力の場合は、 $E_p = 1$ 、 $E_s = 0$ 、 $\theta_{\Delta} = 0$ を式(33)および式(37)に代入すると、式(14)および式(15)を得る。

S 波入力の場合は、 $E_p = 0$ 、 $E_s = 1$ 、 $\theta_{\Delta} = 0$ を式(33)および式(37)に代入すると、式(16)および式(17)を得る。

15 [証明終わり]

請求の範囲

1. 被測定物の光特性を測定する光特性測定装置であって、
前記被測定物から出射された光を受けて、p 偏光および s 偏光に分
5 離して出力する偏波分離手段と、
入射光を生成する光生成手段と、
前記入射光を強度変調して出射する光変調手段と、
当該強度変調された入射光を、前記偏波分離手段における p 偏光軸
および s 偏光軸にあわせて前記被測定物に入射する光入射手段と、
10 前記偏波分離手段の出力に基づき前記入射光の位相推移相当値およ
び振幅相当値を計測する第一計測手段と、
前記被測定物から出射された光に基づき前記入射光の位相推移相当
値を計測する第二計測手段と、
前記第一計測手段および前記第二計測手段の計測結果に基づき被測
15 定物の光特性を測定する光特性測定手段と、
を備えた光特性測定装置。
2. 請求項 1 に記載の光特性測定装置であって、
前記光特性測定手段は、前記第一計測手段により計測された前記入
20 射光の振幅相当値の p 偏光成分が s 偏光成分に対して過大あるいは過
少である場合に、前記第二計測手段の計測結果を用いて前記被測定物
の光特性を測定する、
光特性測定装置。
- 25 3. 請求項 1 または 2 に記載の光特性測定装置であって、
前記位相推移相当値は位相推移を光角周波数で微分したものである

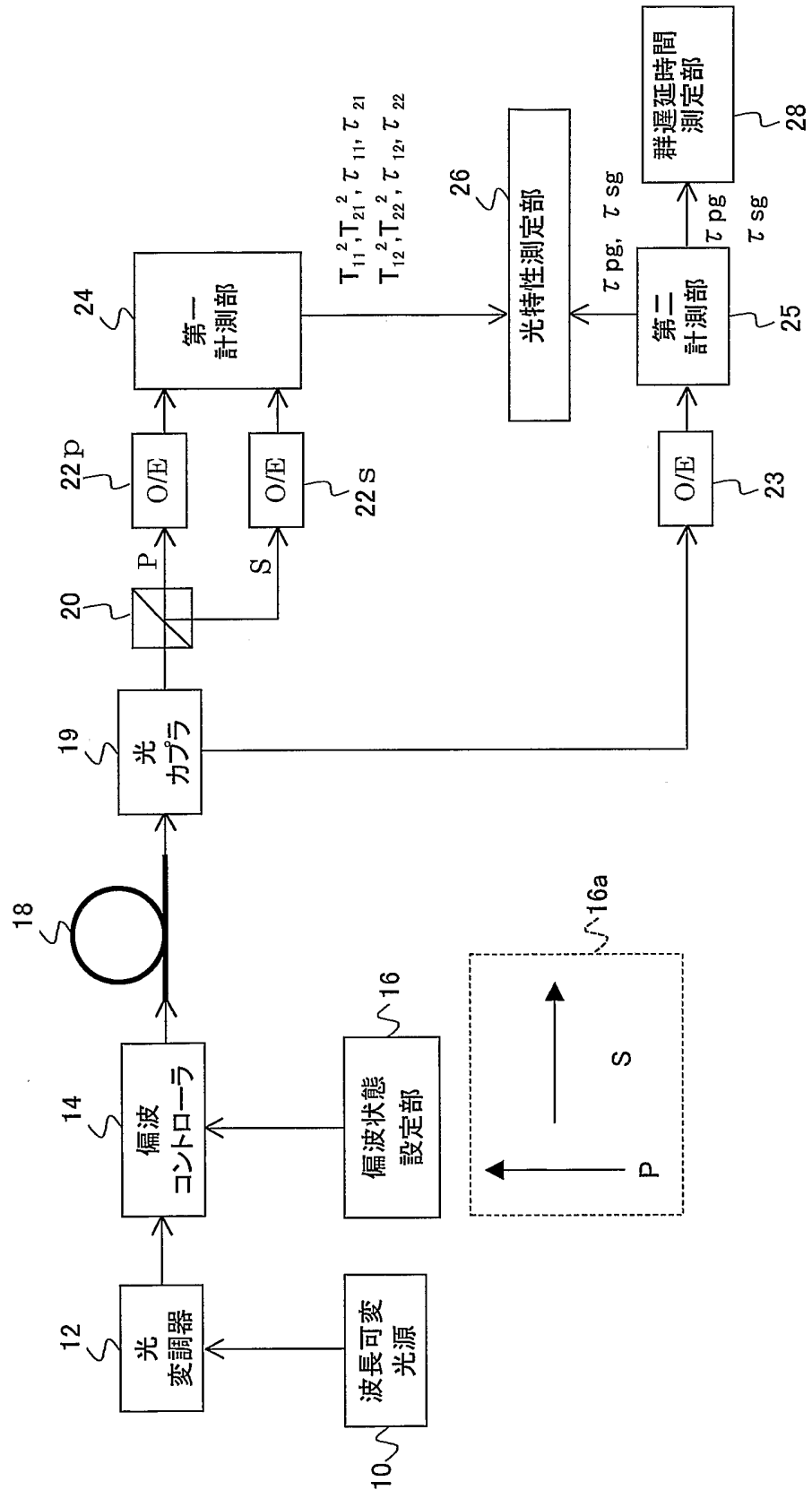
光特性測定装置。

4. 請求項 1 または 2 に記載の光特性測定装置であって、
前記振幅相当値は振幅を二乗したものである光特性測定装置。
- 5
5. 請求項 3 に記載の光特性測定装置であって、
前記第二計測手段の計測結果に基づき前記被測定物の群遅延時間を測定する群遅延時間測定手段を備えた光特性測定装置。
- 10 6. 被測定物の光特性を測定する光特性測定方法であって、
前記被測定物から出射された光を受けて、p 偏光および s 偏光に分離して出力する偏波分離工程と、
入射光を生成する光生成工程と、
前記入射光を強度変調して出射する光変調工程と、
15 当該強度変調された入射光を、前記偏波分離工程における p 偏光軸および s 偏光軸にあわせて前記被測定物に入射する光入射工程と、
前記偏波分離工程の出力に基づき前記入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する第一計測工程と、
前記被測定物から出射された光に基づき前記入射光の位相推移相当
20 値を計測する第二計測工程と、
前記第一計測工程および前記第二計測工程の計測結果に基づき被測定物の光特性を測定する光特性測定工程と、
を備えた光特性測定方法。
- 25 7. 被測定物から出射された光を受けて、p 偏光および s 偏光に分離して出力する偏波分離手段と、入射光を生成する光生成手段と、前

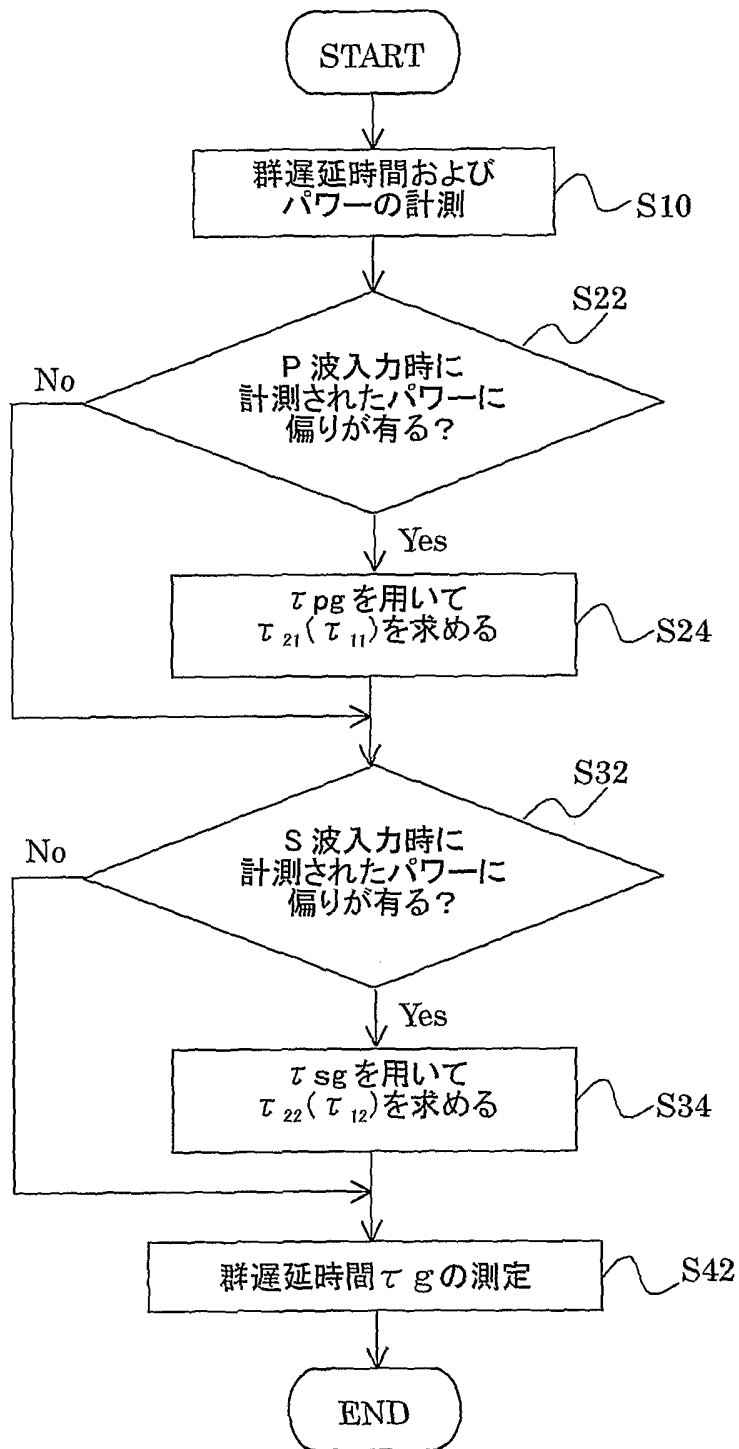
- 記入射光を強度変調して出射する光変調手段と、当該強度変調された入射光を、前記偏波分離手段における p 偏光軸および s 偏光軸にあわせて前記被測定物に入射する光入射手段とを有する光特性測定装置における光特性測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラム
- 5 であって、
- 前記偏波分離手段の出力に基づき前記入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する第一計測処理と、
- 前記被測定物から出射された光に基づき前記入射光の位相推移相当値を計測する第二計測処理と、
- 10 前記第一計測処理および前記第二計測処理の計測結果に基づき被測定物の光特性を測定する光特性測定処理と、
- をコンピュータに実行させるためのプログラム。
8. 被測定物から出射された光を受けて、p 偏光および s 偏光に分離して出力する偏波分離手段と、入射光を生成する光生成手段と、前
- 15 記入射光を強度変調して出射する光変調手段と、当該強度変調された入射光を、前記偏波分離手段における p 偏光軸および s 偏光軸にあわせて前記被測定物に入射する光入射手段とを有する光特性測定装置における光特性測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラム
- 20 を記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、
- 前記偏波分離手段の出力に基づき前記入射光の位相推移相当値および振幅相当値を計測する第一計測処理と、
- 前記被測定物から出射された光に基づき前記入射光の位相推移相当値を計測する第二計測処理と、
- 25 前記第一計測処理および前記第二計測処理の計測結果に基づき被測定物の光特性を測定する光特性測定処理と、

をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

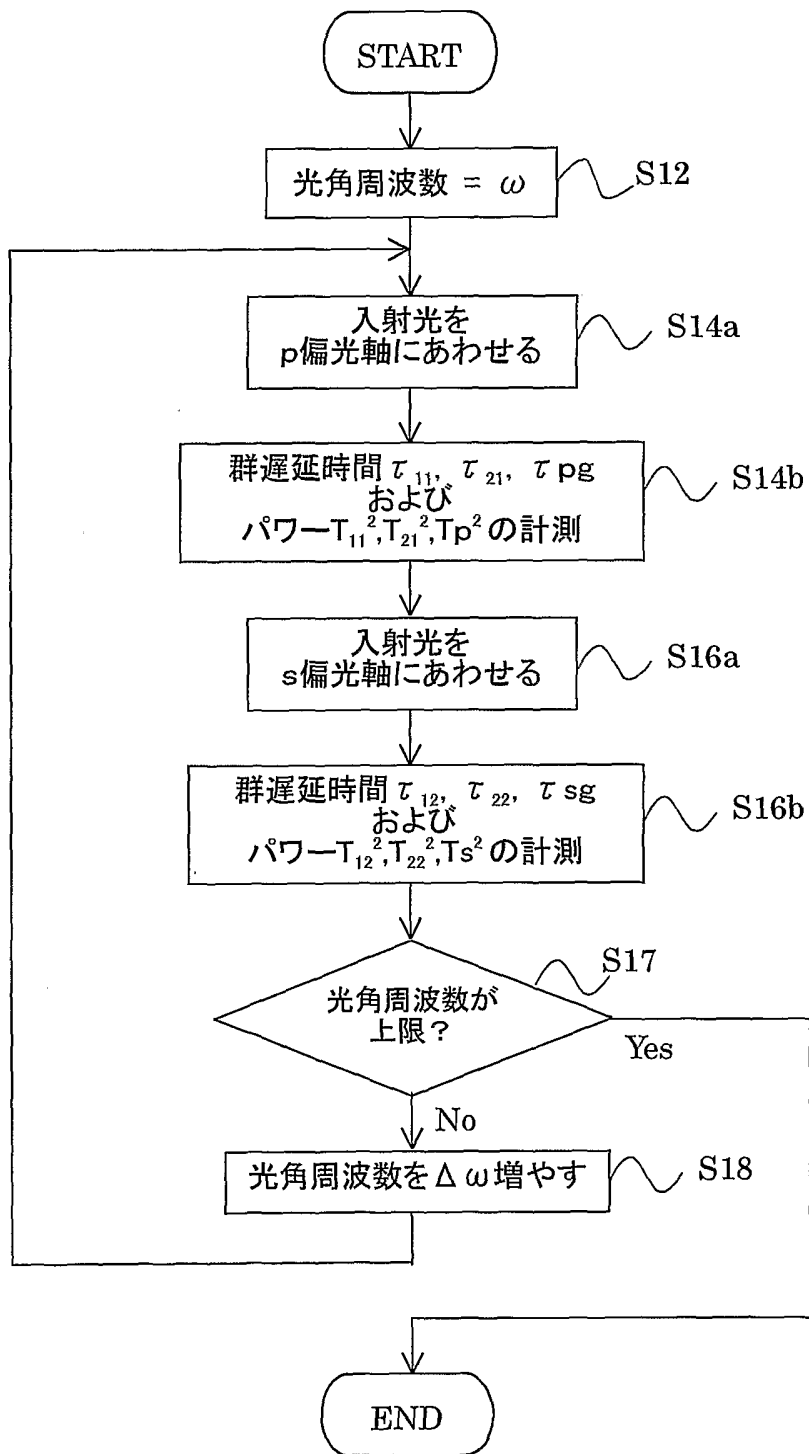
第 1 図



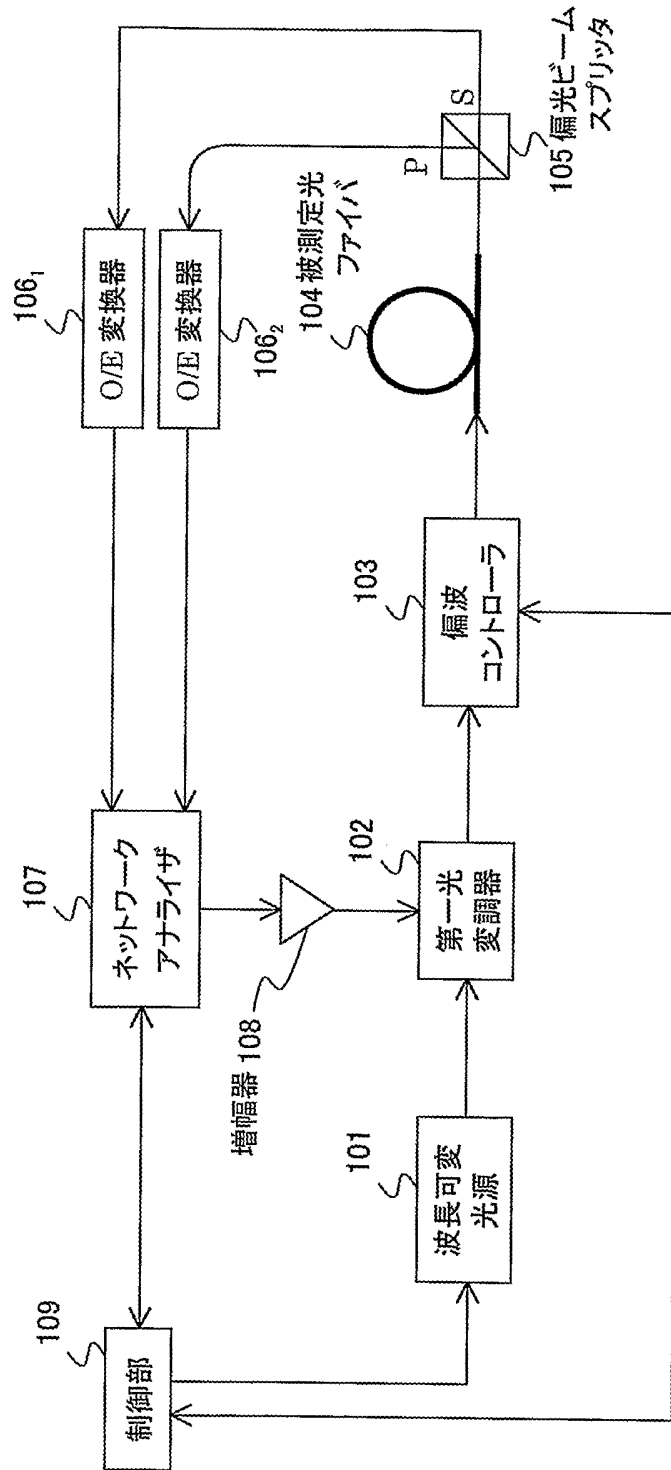
第2図



第3図



第 4 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01M11/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01M11/00-11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-264814 A (Advantest Corp.), 07 October, 1997 (07.10.97), Full text; all drawings & DE 19712768 A & US 5717489 A	1, 6
A	JP 2003-106942 A (Anritsu Corp.), 09 April, 2003 (09.04.03), Full text; all drawings (Family: none)	1, 6
A	JP 2002-368702 A (Tyco Telecommunications Inc.), 20 December, 2002 (20.12.02), Full text; all drawings & EP 1248393 A2 & US 2002-149823 A	1, 6

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 July, 2004 (29.07.04)

Date of mailing of the international search report

17 August, 2004 (17.08.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G01M11/02		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G01M11/00-11/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 9-264814 A (株式会社アドバンテスト) 1997. 10. 07, 全文, 全図 & DE 19712768 A & US 5717489 A	1, 6
A	J P 2003-106942 A (アンリツ株式会社) 2003. 04. 09, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 29. 07. 2004	国際調査報告の発送日 17. 8. 2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 田邊 英治 電話番号 03-3581-1101 内線 3290	2W 9409

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-368702 A (タイコ テレコミュニケー ションズ インコーポレーテッド) 2002.12.20, 全文, 全図 & EP 1248393 A2 & US 2002-149823 A	1, 6