

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-308744

(P2005-308744A)

(43) 公開日 平成17年11月4日(2005.11.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G01K 11/12

F 1

G01K 11/12  
G01K 11/12

テーマコード(参考)

H 2FO56  
F

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-117735 (P2005-117735)  
 (22) 出願日 平成17年4月15日 (2005.4.15)  
 (31) 優先権主張番号 04101584.3  
 (32) 優先日 平成16年4月16日 (2004.4.16)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 399117121  
 アジレント・テクノロジーズ・インク  
 A G I L E N T T E C H N O L O G I E  
 S, I N C.  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル  
 ト ページ・ミル・ロード 395  
 395 Page Mill Road  
 Palo Alto, California  
 U. S. A.  
 (74) 代理人 100087642  
 弁理士 古谷 聰  
 (74) 代理人 100076680  
 弁理士 溝部 孝彦  
 (74) 代理人 100121061  
 弁理士 西山 清春

最終頁に続く

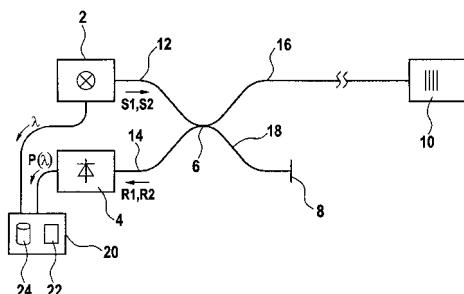
(54) 【発明の名称】光学素子の物理的状態の判定

## (57) 【要約】

【課題】応答信号の測定による光学素子の物理的状態の判定を改善すること

【解決手段】少なくとも2つの時間的に続いている測定が実施される。従って、第1の光信号(S1)が光学素子(10)に送られ、前記第1の光信号の第1の光学特性( )が第1の時間関数に従って変化する。光学素子(10)から戻る第1の応答信号(R1)の第2の光学特性(P( ))が、ある期間にわたって測定され、第1の光信号の第1の光学特性に関して第1の応答信号の第2の光学特性の第1の結果関数(P1)が確立される。更に、第2の光信号(S2)が光学素子(10)に送られ、前記信号の第1の光学特性( )が、第1の時間関数とは異なる第2の時間関数に従って変化する。対応する第2の応答信号(R2)の第2の光学特性が測定され、応答信号の第2の光学特性の第2の結果関数(P2)が伝送された光信号の第1の光学特性に関して確立される。光学素子の物理的状態は第1及び第2の結果関数の比較に基づいて求められる。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光学素子(10)の物理的状態を判定する方法であって、その方法が、

第1の光信号(S1)を前記光学素子(10)に結合するステップであって、前記第1の光信号(S1)の第1の光学特性( $P(t)$ )が、ある期間にわたる第1の関数(F1)に従って変化する、ステップと、

前記第1の光信号(S1)に応答して前記光学素子(10)から戻る第1の応答信号(R1)のある期間にわたる第2の光学特性( $P(t)$ )を測定し、前記第1の光信号(S1)の前記第1の光学特性に依存して前記第2の光学特性の第1の結果関数(P1)を確立するステップと、

第2の光信号(S2)を前記光学素子(10)に結合するステップであって、前記第2の光信号(S2)の第1の光学特性( $P(t)$ )が、ある期間にわたる第1の関数(F1)とは異なる、ある期間にわたる第2の関数(F2)に従って変化する、ステップと、

前記第2の光信号(S2)に応答して前記光学素子(10)から戻る第2の応答信号(R2)のある期間にわたる前記第2の光学特性( $P(t)$ )を測定し、前記第2の光信号(S2)の前記第1の光学特性に依存して前記第2の光学特性の第2の結果関数(P2)を確立するステップと、及び

前記第1及び第2の結果関数(P1、P2)の組み合わせに基づいて前記物理的状態を判定するステップとを有する、方法。

**【請求項 2】**

前記第1及び第2の結果関数(P1、P2)の組み合わせが、前記第1の関数の少なくとも一部の第1の中心値(G1)と前記第2の関数の少なくとも一部の第2の中心値(G2)とを求め、前記第1及び第2の中心値(G1、G2)に依存して結果中心値(GR)を求めるこことによって実施される、請求項1に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記ある期間にわたる第1及び第2の関数(F1、F2)がそれぞれ、ほぼ一定の変化速度(C1、C2)を結果として生じる、第1の光学特性と時間との間のほぼ線形の関係を表わすように選択され、前記変化速度は、絶対値が同じで、符号が異なり、前記結果中心値(GR)が両方の中心値(G1、G2)の平均によって求められる、請求項2に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記ある期間にわたる第1及び第2の関数(F1、F2)がそれぞれ、ほぼ一定の変化速度(C1、C2)を結果として生じる、第1の光学特性と時間との間のほぼ線形の関係を表わすように選択され、前記変化速度は、絶対値が同じで、符号が異なり、前記結果中心値(GR)が、第1及び第2の測定結果の両方を重ね合わせて、重ね合わされた測定結果の中心値を求ることによって求められる、請求項1に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記ある期間にわたる第1及び第2の関数(F1、F2)がそれぞれ、ほぼ一定の変化速度(C1、C2)を結果として生じる、第1の光学特性と時間との間のほぼ線形の関係を表わし、前記結果中心値(GR)が、

$$GR = (C2 \cdot G1 - C1 \cdot G2) / (C2 - C1)$$

の式に従って求められる、請求項2に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記結果中心値(GR)と基準の物理的状態における遠隔光学素子の既知の反射特性から導出された基準中心値との間で、比較が実施される、請求項2～5の何れかに記載の方法。

**【請求項 7】**

前記物理的状態が、前記結果中心値(GR)と前記基準中心値との差を算出することにより求められ、前記物理的状態が、前記基準の物理的状態と前記中心値間の距離に依存して求められる、請求項6に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 8】**

前記第1の中心値( G1 )、前記第2の中心値( G2 )、及び前記結果中心値( GR )の少なくとも1つが、前記第1の光学特性に関する前記第2の光学特性の対応する関数の2つの交差点( 30 、 32 )と、前記第1の光学特性( )に関する規定された一定の値( Pm )を表わす水平線を算出し、さらに前記交差点間の中間点を求ることによって求められる、請求項2～7の何れかに記載の方法。

**【請求項 9】**

前記第1の中心値( G1 )、前記第2の中心値( G2 )、及び前記結果中心値( GR )の少なくとも1つが、前記第1の光学特性に関する前記第2の光学特性の対応する関数の一部、即ち前記第1の光学特性( )に関する規定された一定の値( Pm )を表わす水平線を超える部分の質量の中心を算出することによって求められる、請求項2～8の何れかに記載の方法。 10

**【請求項 10】**

前記第1の中心値( G1 )、前記第2の中心値( G2 )、及び前記結果中心値( GR )の少なくとも1つが、前記第1の光学特性に関する前記第2の光学特性の結果関数( P1 、 P2 )と基準関数との間における疊み込みによって求められる、請求項2～9の何れかに記載の方法。

**【請求項 11】**

前記第1の光学特性が、前記第1及び第2の光信号( S1 、 S2 )の波長であり、前記第2の光学特性が、前記遠隔光学素子から戻される前記信号のパワーである、請求項1～10の何れかに記載の方法。 20

**【請求項 12】**

前記遠隔光学素子が、ファイバプラッギンググレーティング、ファブリペロー干渉計、又はマイケルソン干渉計のうちの1つである、請求項11に記載の方法。

**【請求項 13】**

前記物理的状態が、温度、圧力、歪み、及び機械的な力のうちの1つである、請求項1～12の何れかに記載の方法。

**【請求項 14】**

光学素子( 10 )の光学的状態を判定するための評価ユニット( 20 )であって、光学素子( 10 )に結合される第1及び第2の光信号のそれぞれに関する第1の光学特性情報( ( t ) )を受け取るように適合された第1の入力と、 30

前記光学素子( 10 )からの対応する第1及び第2の戻り光信号のそれぞれに関する第2の光学特性情報( P( t ) )を受け取るように適合された第2の入力と、

前記第1及び第2の測定結果のそれぞれに関する前記第1及び第2の情報を関連づけるように適合され、さらに第1及び第2の結果関数( P1 、 P2 )の組み合わせに基づいて物理的状態を判定するように適合された処理ユニットとを含む、評価ユニット( 20 )。

**【請求項 15】**

光学素子( 10 )の光学特性を判定するように適合された測定機構であって、それぞれ光学特性がある期間にわたって変化する、第1及び第2の光信号( S1 、 S2 )を放出するように適合されたチューナブル光源( 2 )と、 40

前記第1及び第2の光信号を受光し、対応する第1及び第2の応答信号( R1 、 R2 )を戻すように適合された光学素子( 10 )と、

検出された前記第1及び第2の応答信号( R1 、 R2 )の光パワーを求めるための光検出器( 4 )と、

前記チューナブル光源( 2 )及び前記光検出器( 4 )をそれぞれ前記光学素子( 10 )に光学的に接続するための光導波路( 12 、 14 、 16 )と、及び

前記チューナブル光源( 2 )に接続されて、前記第1の情報( ( t ) )を受け取り、前記光検出器( 4 )に接続されて、前記第2の情報( P( t ) )を受け取るための請求項14に記載の評価ユニット( 20 )とを含む、光学素子( 10 )の光学特性を判定するように適合された測定機構。 50

**【請求項 16】**

コンピュータのようなデータ処理システムで実行される場合に、評価ユニットにおいて以下のステップを実行するためにデータキャリアに好適に格納された、ソフトウェアプログラム又はソフトウェア製品であって、前記ステップが、

少なくとも2つの放出光信号(S1、S2)の第1の光学特性に関する第1の情報(t)を受け取るステップと、

光学素子(10)から戻される対応する2つの検出信号(R1、R2)の第2の光学特性に関する第2の情報(P(t))を受け取るステップと、

それぞれ、前記光信号(S1、S2)のそれぞれに関する関数へと前記第1及び第2の情報を互いに関連づけて、第1及び第2の結果関数(P1、P2)に基づいて結果中心値(GR)を求めるステップとからなる、ソフトウェアプログラム又はソフトウェア製品。10

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、応答信号を測定することによる光学素子の物理的状態の判定に関する。

**【背景技術】****【0002】**

例えば、温度、圧力、歪み、又は機械的な力といった物理的状態に依存する応答特性を示す光学素子が、光学系内に広く使用されている。多くの場合、こうした特性変化は望ましくなく、従って、特性変化の影響を低減するために、又はこうした変化を測定するために、計測が行われる。20

**【0003】**

波長依存特性を有する光学素子、とりわけファイバプラッググレーティング(FBR)、ファブリペローフィルタ、又はエタロンは、様々なエンジニアリング及び環境検出用途に利用されている。これらの素子の波長応答特性は、これらの素子の環境条件によって生じる物理的状態に依存する。従って、戻された信号を解析することによって、物理的状態の変化を判定することができる。

**【0004】**

特許文献1には、ある選択された波長帯域にわたって迅速に走査または掃引され得る、正確に較正された波長出力を有するチューナブルレーザが開示されている。係るレーザは、1550nmの範囲の波長を発生することができ、約50nmにわたって掃引され得る。これらのレーザは、入射ビームの波長に応じて、ファイバプラッググレーティング(FBG)によって反射または透過されるパワーを求める、センサ問い合わせ装置システムのコンポーネントとして使用される。30

**【0005】****【特許文献1】米国特許第6,449,047号明細書****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

本発明の課題は、遠隔光学素子から戻される信号を測定することによる遠隔光学素子の物理的状態の判定を改善することである。この課題は、独立請求項によって解決される。好適な実施形態は、従属請求項によって示される。40

**【0007】**

例えば、温度、圧力、歪み、又は機械的な力といった、反射特性に影響を及ぼす物理的状態は、原則的に対応する入射ビームの第1の光学特性に依存する戻り信号の第2の光学特性を測定することによって判定されることが可能、この場合、第1の光学特性は、測定中、所定の範囲にわたって変化する。この物理的特性は、例えば、この結果と基準結果の比較によって判定され得る。しかしながら、全く同時に、第1の光学特性と第2の光学特性を測定するのは困難である。前記特性間の時間シフトにより、間違った比較結果がもたらされる。50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本発明によれば、少なくとも2つの時間的に続いている測定が実施される。従って、第1の光信号が、遠隔光学素子に送られ、この場合、前記第1の光信号の第1の光学特性が第1の時間関数に従って変化する。第1の応答信号の第2の光学特性が、ある期間にわたって測定され、応答信号の第2の光学特性と伝送された光信号の第1の光学特性との間の関数が確立される。即ち、第2の光学特性は、第1の光学特性の関数として決定される。さらに、第2の光信号が、遠隔光学素子に送られ、この場合、前記信号の第1の光学特性が、第1の時間関数とは異なる第2の時間関数に従って変化する。対応する第2の応答信号の第2の光学特性が測定され、やはり、応答信号の第2の光学特性と伝送された光信号の第1の光学特性との間の関数が確立される。

10

## 【0009】

第2の光学特性を判定する際の時間遅延の影響に起因して、これらの関数はそれぞれ、変化関数によって決まる第1の光学特性と第2の光学特性との間にシフトを示す。これらの関数は、両方の測定の時間シフトが、互いに相殺され、最良の場合には、互いに打ち消されるように組み合わせられる。従って、変化関数が最適に選択された場合には、物理的状態の判定において、単一測定の前記時間シフトの影響に起因した偏差は実質的になくなる。

## 【0010】

本発明は、例えば、光信号の伝搬時間、或いはある測定機構内における未知の検出時間または処理時間に起因する遅延といった、遅延またはシフトを気にすることなく、ある期間にわたる第1の光学特性の測定結果とある期間にわたる第2の光学特性の測定結果を互いに関連づけることができるという利点を有する。それらの特性関数を互いに調整するための複雑な装置は、不要である。

20

## 【0011】

本発明の一実施形態では、第1と第2の関数の組み合わせは、第1の関数の少なくとも一部の第1の中心値および第2の関数の少なくとも一部の第2の中心値を求め、前記第1及び第2の中心値に依存して結果中心値を求めるこによって実施される。

## 【0012】

さらなる実施形態では、第1及び第2の時間関数はそれぞれ、掃引速度とも呼ばれる、ほぼ一定の変化速度を結果として生じる、第1の光学特性と時間との間のほぼ線形の関係を表わすように選択され、この変化速度は、絶対値が同じで、符号が異なる。この場合、時間遅延の影響によって、両方の関数について、絶対値が同じで、符号が異なる波長シフトが結果として生じる。従って、両方の单一中心値の平均値によって決まる結果中心値の場合、結果として波長シフトが生じることはない。即ち、両方の測定結果を組み合わせることにより、波長シフトが除去される。

30

## 【0013】

代案として、結果中心値は、第1の測定結果と第2の測定結果の両方を重ね合わせて、重ね合わされた測定結果の中心値を求めるこによって求められる。

40

## 【0014】

さらなる実施形態では、前記第1及び第2の時間関数はそれぞれ、ほぼ一定の変化速度を結果として生じる、第1の光学特性と時間との間のほぼ線形の関係を表すが、必ずしも、絶対値が同じで、符号が異なるということではない。中心値は、一般に、以下の方程式に従って求められる。即ち、

$$G_R = (C_2 \cdot G_1 - C_1 \cdot G_2) / (C_2 - C_1)$$

ここで、 $G_R$ は結果中心値であり、 $G_1$ は第1の中心値であり、 $G_2$ は第2の中心値であり、 $C_1$ は第1の変化速度であり、 $C_2$ は第2の変化速度である。

## 【0015】

さらなる実施形態では、結果中心値と基準物理的状態における遠隔光学素子の既知の反射特性から導出された基準中心値との間で比較が実施される。遠隔光学素子の物理的状態

50

は好適には、結果中心値と基準中心値との間の距離を算出することによって求められ、この場合、物理的状態は、基準中心値に割り当てられた絶対値と前記中心値間の距離によって決まる相対値の関数として判定される。

#### 【0016】

光学素子の物理的状態の特性値を表わす中心値は、様々な方法により求められ得る。中心値を求めるための方法の1つは、第1の光学特性に関する第2の光学特性の関数の対応する部分（例えば、特性関数のピーク付近の領域）の2つの交差点のそれぞれと、計測された第2の光学特性の最小値と最大値との間の中間値を表わす、例えば、いわゆる3dBラインのような、一定値を表わす水平線とを設定することによって中間点を求めることがある。中間点は、2つの交差点間の中間値によって決まる。

10

#### 【0017】

代案として、中心値は、対応する関数の前記対応する関数部分と基準関数との間ににおける疊み込みによって求められる。

#### 【0018】

さらなる代案として、重心または体積の中心としても知られる、質量の中心が、第2の光学特性の最大値の規定の数分の一（例えば、3dBの水平線）を超える、前記対応する関数部分のその部分の第1の運動量を計算することによって求められる。

#### 【0019】

さらなる代案として、中心値は、前記対応する関数部分の最大値をとることによって求められる。

20

#### 【0020】

さらなる実施形態では、第1の光学特性は、第1及び第2の光信号の波長であり、第2の光学特性は、遠隔光学素子から戻された信号のパワーである。代案として、第1の光学特性は、放出された光信号の偏光であり、この場合、回転および／または偏光面は、時間の関数により変化する。

#### 【0021】

さらなる好適な実施形態では、遠隔光学素子は、ファイバプラッギング、ファブリペロー干渉計、又はマイケルソン干渉計のうちの1つである。

#### 【0022】

測定されるべき物理的状態は、例えば、温度、圧力、歪み、又は機械的な力のような、遠隔光学素子に適用される任意の環境条件とすることができます。

30

#### 【0023】

さらなる実施形態では、遠隔光学素子の光学状態を判定するための評価は、遠隔光学素子に結合される第1及び第2の光信号のそれぞれに関する第1の光学特性情報、それに応じて遠隔装置から戻される第1及び第2の戻り光信号のそれぞれに関する第2の光学特性情報を受け取って、第1及び第2の測定結果のそれぞれに対する第1及び第2の情報を、第1の光学特性に関する第2の光学特性の関数へと関連付ける、評価ユニットにおいて実施される。次いで、第1及び第2の関数内における時間シフトの影響が少なくとも大幅に軽減されるように、確立された関数を組み合わせることによって、物理的状態が判定される。

40

#### 【0024】

本発明は、任意の種類のデータキャリアに格納されるか、又はそうでなければ任意の種類のデータキャリアによって提供されることができ、かつ任意の適切なデータ処理ユニットにおいて、又は任意の適切なデータ処理ユニットによって実行され得る1つ又は複数の適切なソフトウェアプログラムによって、部分的に又は完全に具現化あるいはサポートされ得る。ソフトウェアプログラム又はルーチンは好適には、評価ユニットにおける測定結果の評価に適用される。評価ユニットは、処理ユニット及び記憶装置を含むコンピュータ又はオシロスコープとすることが可能である。記憶装置には、測定値と基準値との間で比較を実施するための基準データと、物理的状態を測定するための機構の装置からの情報の受信、光学特性を互いに関連づけることの確立、及び測定データと基準データとの間の比

50

較を実施するためのソフトウェアプログラムとの両方が格納される。

**【発明の効果】**

**【0025】**

本発明によれば、遠隔光学素子から戻される信号を測定することによる遠隔光学素子の物理的状態の判定が改善される。例えば、光信号の伝搬時間、或いはある測定機構内における未知の検出時間または処理時間に起因する遅延といった、遅延またはシフトを気にすることなく、ある期間にわたる第1の光学特性の測定結果とある期間にわたる第2の光学特性の測定結果を互いに関連づけることが可能になる。そのため、それらの特性関数を互いに調整するための複雑な装置は不要となる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0026】**

本発明の他の目的、及び多くの付随する利点については、以下の詳細な説明を参照して添付図面に関連して検討することによって容易に明らかになり、より十分に理解されることになるであろう。実質的に又は機能的に等しいか、或いは類似した特徴は、同じ参照符号を用いて参照される。

**【0027】**

図1は、例えば、測定ユニット内においてすぐ近くに配置された、チューナブル光源2、光パワー検出器4、評価ユニット20、光結合器6、及び光終端器8、並びに遠隔の光学素子10を含む測定機構を示す。光結合器6は、4つのコネクタを有し、この場合、第1のコネクタは、第1の光ファイバを介してチューナブル光源2に接続され、第2のコネクタは、第2の光ファイバを介してパワー検出器3に接続され、第3のコネクタは、第3の光ファイバを介して光学素子10に接続され、第4のコネクタは、第4の光ファイバを介して終端器8に接続される。終端器8は、任意の他の無反射ファイバ端として実現され得る。第4のポートからの光は、例えば、光源2のパワー又は波長、或いはそれらの両方の測定といった、他の目的に使用され得る。さらに、評価ユニット20は、チューナブル光源2及び光検出器4の両方と、及び場合によっては、終端器8とも接続されて、チューナブル光源2からの第1の情報とも呼ばれる、経時波長信号( $t$ )と、光検出器4からの第2の情報とも呼ばれる、検出器4及び終端器8からの信号によって求められる経時パワー信号 $P(t)$ 又はパワー比 $P(t)$ を受信する。評価ユニット20は、処理ユニット22と記憶ユニット24を含む。

**【0028】**

チューナブル光源2は、光学素子の波長依存幅に比べて狭い線幅の光ビーム、即ち波長ピークが急なビームを発生する任意の種類の光源とすることができ、この場合、波長は、最小値と最大値との間で変化するか、又は掃引され得る。好適には、変化速度がほぼ一定の状態で、高速度で波長を変化させることができ、光源を使用する。好適な光源として、チューナブルレーザ(波長可変レーザ)が使用される。光学素子10は好適には、ファイバラッピンググレーティング(FBG)である。

**【0029】**

FBGは、環境的に温度安定性であり、機械的に頑強である。従って、FBGは好適には、高温で、環境条件が厳しい、掘削された穴(drill hole:穿孔)内に配置される温度センサとして使用される。

**【0030】**

代案として、光結合器6は、チューナブル光源2から受光された光が遠隔光学素子10に送られて、遠隔光学素子10から受光された光が検出器4に送られるように、チューナブル光源2、光学素子10、及び検出器4を接続する光サークュレータによって置き換えられ得る。

**【0031】**

チューナブル光源は、第1の光ファイバ12、光結合器6、及び第3の光ファイバ16を介して、第1の光信号S1を光学素子10に放出する。第1の光信号の放出中、その波長は、第1の時間関数に従って、ほぼ一定の第1の率または速度で、最小値から最大値ま

10

20

30

40

50

で変化する。光学素子 10 は、入射信号の一部を反射して、第 3 の光ファイバ 16、光結合器 6、及び第 2 の光ファイバ 14 を介して検出器 4 に戻す。検出器 4 は、第 1 の受光信号 R 1 のある期間にわたるパワーを検出する。光信号 1 の終了後に続いて、チューナブル光源は、第 2 の光信号 S 2 を放出し、それに応じて検出器 4 が、第 2 の受光信号 R 2 のパワーを検出する。第 2 の光信号の放出中、その波長は、ほぼ一定の第 2 の率または速度で最大値から最小値まで戻るように変化し、この場合、第 1 と第 2 の率は、絶対値が同じで、符号が異なる。

#### 【 0 0 3 2 】

評価ユニット 20 は、チューナブル光源 2 から、放出時における放出光の実際の波長を表す第 1 の情報 (t) を受け取る。従って、チューナブルレーザ 2 は、放出光の波長を計測し、この情報を評価ユニット 4 に送る波長計を含む。波長計を使用する代わりに、チューナブル光源 2 の制御に用いられる制御信号に基づいて、第 1 の情報 (t) を導き出すこともできる。さらに、評価ユニット 20 は、検出器 4 から、受光時における検出信号のパワーを表わす第 2 の情報も受け取る。評価ユニット 20 は、第 1 及び第 2 の情報の両方を放出信号の波長に関する受光光信号のパワーの関数に組み合わせるか、又は関連づける。これは、2 つの測定値のそれぞれについて実施され、従って波長に関する 2 つのパワー関数が求められる。

#### 【 0 0 3 3 】

光信号 S 1 又は S 2 の送信と受光光信号 R 1 又は R 2 のパワーの検出との間に時間遅延が生じない限り、測定中に光学素子の特性が大幅に変化することはないので、波長に関するパワーの関数は両方とも類似する。しかしながら、チューナブル光源 2 と光学素子 10 との間の距離が増すにつれて、放出時間は受光時間からずれる。これにより、情報 P (t) と (t) の両方の間に時間シフトが結果として生じ、ひいては波長の変化に依存する、波長に関するパワーの関数の波長シフトが結果として生じる。変化が互いに逆であるので、第 1 の波長シフトは、第 2 の波長シフトと比べて、絶対値が同じで、方向が逆である。従って、両方の関数を組み合わせると、例えば、重ね合わせると、両方の測定値の波長シフトが除去される。

#### 【 0 0 3 4 】

チューナブル光源において波長を求める代わりに、放出開始時の開始信号を光源から評価ユニットに送ることもできる。次いで、評価ユニット 10 は、開始時間、開始波長、及び求められた波長変化（掃引速度）に基づいて、経時波長情報を計算する。しかしながら、評価ユニット 10 では、波長変化をきわめて正確に知ることが必要になる。

#### 【 0 0 3 5 】

光学素子 10 は、検出器 4 に対して反射される部分を決める所定の波長特性を有する。光学素子 10 の波長特性は、環境温度に応じて変化する。評価ユニット 20 は、2 つの関数と基準関数の組み合わせに基づいて温度を求める。さらなる詳細については、図 3 において説明する。

#### 【 0 0 3 6 】

図 2 には、図 1 において説明された第 1 及び第 2 の光信号 S 1 及び S 2 に関する、変化関数 F 1 及び F 2 とも呼ばれる、例示的なある期間にわたる波長関数 F 1 及び F 2 を有する線図が示される。x 軸、即ち横座標には、時間が秒 (s) で示され、y 軸、即ち縦座標には、波長がナノメートル (nm) で示される。第 1 の変化関数 F 1 は、1 s 及び 1 5 0 0 nm の最小波長 1 によって画定された第 1 のポイントと 2 s 及び 1 6 0 0 nm の最大波長 2 によって画定された第 2 のポイントとの間における、一定の波長率の曲線である。第 2 の変化関数 F 2 は、第 2 のポイントと 3 s 及び 1 5 0 0 nm の最小波長 1 によって画定された第 3 のポイントとの間における、一定の波長率の曲線である。

#### 【 0 0 3 7 】

第 1 の波長率または速度 C 1 は、1 s と 2 s との間の第 1 の時間期間内における無限小時間距離 T にわたる第 1 の波長差 1 間の比率から導出される。第 2 の波長率または速度 C 2 は、2 s と 3 s との間の第 2 の時間期間内における無限小時間距離 T にわたる

10

20

30

40

50

第 2 の波長差 2 間の比率から導出される。一例として、両方の速度は、絶対値が 100 nm / s と同じで、符号が異なる。

#### 【 0 0 3 8 】

掃引速度が低下すると、一方では、波長とパワーのより正確なマッチングが生じるが、他方では、光ファイバの透過特性の変化に起因したノイズの増大が生じる。さらに、掃引速度が遅い場合には、おそらく、掃引時間内における物理的特性の動的变化を考慮しなければならない。さらに、より遅い掃引速度のために、測定値の更新率もより遅い。

#### 【 0 0 3 9 】

図 3 には、例示的な測定結果が示される。横座標に、波長  $\lambda$  が示され、縦座標に、波長に関するパワー  $P(\lambda)$  が示される。第 1 の結果関数  $P_1$  及び第 2 の結果関数  $P_2$  が最小波長  $\lambda_1$  と最大波長  $\lambda_2$  との間に延び、両方とも、2 つの顕著なピーク  $P_{K1}$  及び  $P_{K2}$  を示す。第 1 の結果関数  $P_1$  が第 2 の結果関数  $P_2$  と異なるのは、波長シフト  $\Delta\lambda$  により、互いにシフトされているという点だけである。結果関数  $P_1$  及び  $P_2$  は、図 2 の変化関数  $F_1$  及び  $F_2$  に対応する。

#### 【 0 0 4 0 】

光学素子 10 の特性に応じて、規定数のピーク  $P_{K1}$  及び  $P_{K2}$  が、パワーの結果として生じることができる。しかしながら、全ての結果関数を評価する必要はない。さらなる評価のために、1 つの特性ピークが選択される。それ故に、図 4 には、第 1 のピーク  $P_{K1}$  に例示的に絞った図 3 の線図の一部が示される。結果関数は、中心値  $G_1$ 、 $G_2$ 、及び  $G_R$  の評価をより良好に示すため、一定の尺度から外れて描かれている。さらに、一定のパワー値  $P_m$  に割り当てられた水平線が描かれており、この場合、 $P_m$  は最小パワー  $P_{min}$  と最大パワー  $P_{max}$  との間の中間パワーである。

#### 【 0 0 4 1 】

第 1 及び第 2 の中心値  $G_1$  及び  $G_2$  は、最初の 2 つの交差点 30 及び 34 と第 2 の 2 つの交差点 36 及び 40 を設定し、それぞれ前記交差点対の間の中間点 32 及び 38 をとることによって求められる。理想的な場合、中心値間の距離は、図 3 の波長シフト  $\Delta\lambda$  に類似する。結果中心値  $G_R$  は、第 1 の中心値  $G_1$  と第 2 の中心値  $G_2$  の両方の間の中間値として求められる。

#### 【 0 0 4 2 】

結果関数の一部だけしか考慮しないことの利点は、量の減少したデータだけしか評価ユニット 4 において収集され、格納される必要がないということである。

#### 【 0 0 4 3 】

放出光の波長を前後に繰り返し掃引して平均化するか、又はそうでなければ統計学的解析を行うことにより、測定結果は、さらに測定精度を高めることができる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 4 4 】

【 図 1 】本発明による評価ユニットを有する、本発明による測定機構を示す図である。

【 図 2 】チューナブル光源によって生成された信号に関する、ある期間にわたる例示的な波長関数を示す線図である。

【 図 3 】評価ユニットにおいて求められる 2 つの検出信号に関する、波長に関するパワーの例示的な関数を示す線図である。

【 図 4 】関数のそれぞれ 1 つのピークと、それらの中心値を有する、図 3 の線図の一部を示す図である。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 4 5 】

2 チューナブル光源

4 パワー検出器

10 光学素子

12、14、16、18 光ファイバ

20 評価ユニット

10

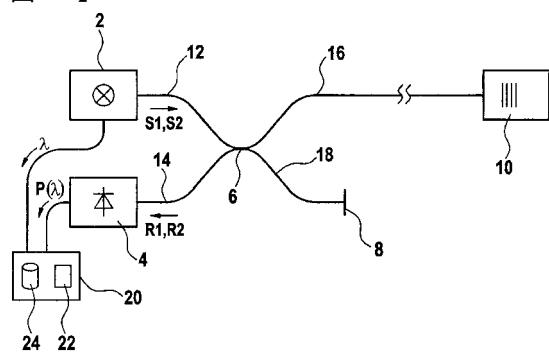
20

30

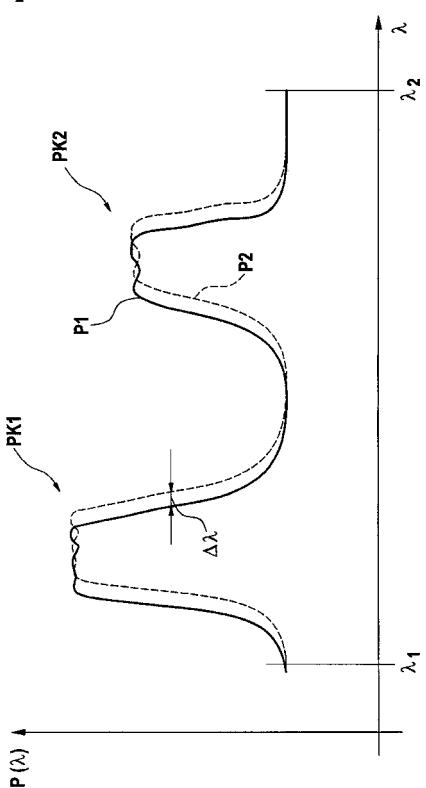
40

50

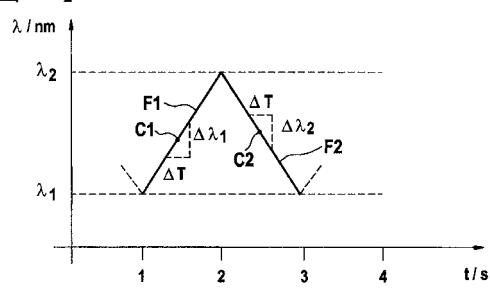
【図1】



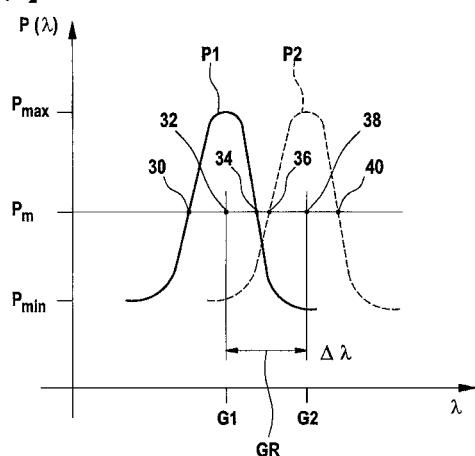
【図3】



【図2】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ベルント・ネベンダール  
ドイツ国71254ディッチングン, ティーエルヴェーク・1  
Fターム(参考) 2F056 VF02 VF11 VF12 VF16 VF17