

(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2014-228444  
(P2014-228444A)

(43) 公開日 平成26年12月8日(2014.12.8)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**GO1B 11/14 (2006.01)** GO1B 11/14 G 2F065

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-109263 (P2013-109263)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(22) 出願日	平成25年5月23日(2013.5.23)	(74) 代理人	110001243 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
		(72) 発明者	山口 城治 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	水上 雅人 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	河尻 祐子 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

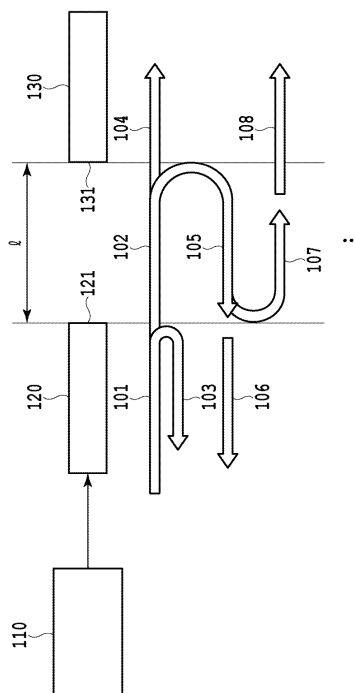
(54) 【発明の名称】 光軸調整用の距離測定装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】光軸調整工程において、特別な測定系を別途構築することなしに、安価かつ高信頼な光デバイス端面間の距離を非接触で測定する装置を提供する。

【解決手段】本発明の光デバイスとの端面間の距離を測定する装置は、波長が可変な光源と、前記光源からの入射光の一部を反射し、一部を出射する端面を有する第1の光デバイスと、前記第1の光デバイスから出射された光の一部を前記第1の光デバイスに対して反射する端面を有する第2の光デバイスと、前記第1及び第2の光デバイスの入射光方向への戻り光の光強度を測定する受光器と、前記光源の波長変化に対する前記受光器の強度変動を検出する検出部を含む信号処理部とを含むことを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

波長が可変な光源と、

前記光源からの入射光の一部を反射し、一部を出射する端面を有する第 1 の光デバイスと、

前記第 1 の光デバイスから出射された光の一部を前記第 1 の光デバイスに対して反射する端面を有する第 2 の光デバイスと、

前記第 1 及び第 2 の光デバイスの入射光方向への戻り光の光強度を測定する受光器と、

前記光源の波長変化に対する前記受光器の強度変動を検出する検出部を含む信号処理部と

10

を含むことを特徴とする光デバイス端面間距離測定装置。

## 【請求項 2】

波長が可変な光源と、

前記光源からの入射光の一部を反射し、一部を出射する端面を有する第 1 の光デバイスと、

前記第 1 の光デバイスから出射された光の一部を前記光デバイスに対して反射する端面を有する第 2 の光デバイスと、

前記第 2 の光デバイスの透過光強度を測定する受光器と、

前記光源の波長変化に対する前記受光器の強度変動を検出する検出部を含む信号処理部と

20

を含むことを特徴とする光デバイス端面間距離測定装置。

## 【請求項 3】

前記検出部は、前記光源の波長変化に対する強度変動の変動周期をさらに検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光デバイス端面間距離測定装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 の光デバイスと前記第 2 の光デバイスとの端面間距離を既知の量だけ変位可能な光デバイス移動装置をさらに含み、

前記検出部が、前記移動装置の移動前、および移動後における光源の波長変化に対する前記受光器の強度変動をさらに検出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光デバイス端面間距離測定装置。

30

## 【請求項 5】

前記第 1 の光デバイス又は前記第 2 の光デバイスは、光ファイバであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光デバイス端面間距離測定装置。

## 【請求項 6】

信号処理部が、波長可変光源からの出力光の波長情報を受信するステップと、

前記信号処理部が、光検出器において測定した第 1 の光デバイス及び第 2 の光デバイスの第 1 の反射光強度を基に、波長スイープに同期した第 1 の同期反射光強度を検出するステップと、

前記信号処理部が、自動ステージ上の第 1 の光デバイスを既知の量だけ光軸方向に移動させる移動命令をステージコントローラに送信するステップと、

40

前記信号処理部が、前記波長可変光源からの出力光の波長情報を受信するステップと、

前記信号処理部が、前記光検出器において測定した移動後の前記第 1 の光デバイス及び前記第 2 の光デバイスの第 2 の反射光強度の情報を基に、波長スイープに同期した第 2 の同期反射光強度を検出するステップと、

信号処理部が、前記第 1 の同期反射光強度及び前記第 2 の同期反射光強度を元に、前記第 1 の光デバイスと前記第 2 の光デバイスとの端面間距離を算出するステップと

を含むことを特徴とする光デバイス端面間距離測定方法。

## 【請求項 7】

信号処理部に、

波長可変光源からの出力光の波長情報を受信するステップと、

50

光検出器において測定した第1の光デバイス及び第2の光デバイスの第1の反射光強度を基に、波長スイープに同期した第1の同期反射光強度を検出するステップと、

自動ステージ上の第1の光デバイスを既知の量だけ光軸方向に移動させる移動命令をステージコントローラに送信するステップと、

前記波長可変光源からの出力光の波長情報を受信するステップと、

前記光検出器において測定した移動後の前記第1の光デバイス及び前記第2の光デバイスの第2の反射光強度の情報を基に、波長スイープに同期した第2の同期反射光強度を検出するステップと、

前記第1の同期反射光強度及び前記第2の同期反射光強度を元に、前記第1の光デバイスと前記第2の光デバイスとの端面間距離を算出するステップと

10

を含む光デバイス端面距離測定方法を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の光デバイスを組み合わせてモジュール化する際の実装・組立における光軸調整用の光デバイス端面間距離測定装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバ同士の接続・組立や、光ファイバと光導波路の接続・組立など、複数の光デバイスを組み立てて、光モジュールを構成する光デバイス実装・組立工程においては、最終的な光学特性を確保するために、各光デバイスのコア部を伝搬する光が、最大値をとるように調整する光軸調整工程が必要である。この光軸調整工程においては、光デバイス同士はある程度の距離を近づけておく必要があるため、光ファイバ同士あるいは光ファイバと光導波路の端面間の距離を測定することは必要不可欠な工程の一つである。

20

【0003】

ここで、光ファイバを接続対象の他の光ファイバや光導波路に近づける工程において、近づけ過ぎて接触をしてしまった場合、さらに近づけようとして力を加えると、光デバイス間に圧力がかかってしまう。そうすると、光ファイバまたは光導波路の接触面を傷つけてしまう恐れがある。

【0004】

30

そこで、従来はファイバアレイブロックなどの比較的大きな光デバイスが光導波路へ接触した際に反発力が生じるのをばねの伸びなどで検知し、ばねの伸びにより光デバイス間の距離を推定して、間隔調整する方法などが採用されてきた（特許文献1参照）。

【0005】

また、非接触で微小間隔距離を測定する手段としては、一般的に光ヘテロダイン干渉計による測定方法がある（特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4111362号

40

【特許文献2】特許第2126762号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献1に記載の接触型の光デバイス間距離測定方法においては、接触した際の反発力がある程度大きくないと光デバイス間の距離を検知できない。そのため、光ファイバアレイブロックの場合のように、光デバイス周辺を構造部材で保護したような部品の場合は適用可能であったが、単芯のファイバに適用する場合には、力が一点に集中してしまい、ファイバまたは導波路がダメージを受けることが問題となる。したがって、接触型の光デバイス間距離測定方法は、その用途が限定されることになっていた。

50

## 【0008】

一方、特許文献2に記載の、非接触測定である光ヘテロダイン干渉計による測定方法においては、参照光と物体光の位相差を検出する手段をもうける必要があること、偏波面制御をする必要があること、測定対象への入射光がコリメートされる必要があること、及び変調光を使う必要などがある。したがって、測定用装置自体が大掛かりなものとなり、光軸調整装置に組み込むには、光軸調整装置が大型化してしまうこと、非常にコスト高となること等の課題があった。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

そこで、本発明では、光軸調整工程において、特別な測定系を別途構築することなしに、安価かつ高信頼な光デバイス端面間の距離を非接触で測定する装置を提供する。

10

## 【0010】

具体的には、本発明の請求項1に記載の発明は、波長が可変な光源と、前記光源からの入射光の一部を反射し、一部を出射する端面を有する第1の光デバイスと、前記第1の光デバイスから出射された光の一部を前記第1の光デバイスに対して反射する端面を有する第2の光デバイスと、前記第1及び第2の光デバイスの入射光方向への戻り光の光強度を測定する受光器と、前記光源の波長変化に対する前記受光器の強度変動を検出する検出部を含む信号処理部とを含むことを特徴とする光デバイス端面間距離測定装置である。

また、請求項2に記載の発明は、波長が可変な光源と、前記光源からの入射光の一部を反射し、一部を出射する端面を有する第1の光デバイスと、前記第1の光デバイスから出射された光の一部を前記光デバイスに対して反射する端面を有する第2の光デバイスと、前記第2の光デバイスの透過光強度を測定する受光器と、前記光源の波長変化に対する前記受光器の強度変動を検出する検出部を含む信号処理部とを含むことを特徴とする光デバイス端面間距離測定装置である。

20

## 【0011】

また、本発明の請求項3に記載の発明は、本発明の請求項1又は2に記載の光デバイス端面間距離測定装置であって、前記検出部は、前記光源の波長変化に対する強度変動の変動周期をさらに検出する光デバイス端面間距離測定装置であることを特徴とする。

## 【0012】

また、本発明の請求項4に記載の発明は、本発明の請求項1乃至3のいずれか1項に記載の光デバイス端面間距離測定装置であって、前記第1の光デバイスと前記第2の光デバイスとの端面間距離を既知の量だけ変位可能な光デバイス移動装置をさらに含み、前記検出部が、前記移動装置の移動前、および移動後における光源の波長変化に対する前記受光器の強度変動をさらに検出する光デバイス端面間距離測定装置であることを特徴とする。

30

## 【0013】

また、本発明の請求項5に記載の発明は、本発明の請求項1乃至4のいずれか1項に記載の光デバイス端面間距離測定装置であって、前記第1の光デバイス又は前記第2の光デバイスは、光ファイバである光デバイス端面間距離測定装置ことを特徴とする。

## 【0014】

また、本発明の請求項6に記載の発明は、信号処理部が、波長可変光源からの出力光の波長情報を受信するステップと、前記信号処理部が、光検出器において測定した第1の光デバイス及び第2の光デバイスの第1の反射光強度を基に、波長スイープに同期した第1の同期反射光強度を検出するステップと、前記信号処理部が、自動ステージ上の第1の光デバイスを既知の量だけ光軸方向に移動させる移動命令をステージコントローラに送信するステップと、前記信号処理部が、前記波長可変光源からの出力光の波長情報を受信するステップと、前記信号処理部が、前記光検出器において測定した移動後の前記第1の光デバイス及び前記第2の光デバイスの第2の反射光強度の情報を基に、波長スイープに同期した第2の同期反射光強度を検出するステップと、信号処理部が、前記第1の同期反射光強度及び前記第2の同期反射光強度を元に、前記第1の光デバイスと前記第2の光デバイスとの端面間距離を算出するステップとを含むことを特徴とする光デバイス端面間距離測

40

50

定方法である。

【0015】

また、本発明の請求項7に記載の発明は、信号処理部に、波長可変光源からの出力光の波長情報を受信するステップと、光検出器において測定した第1の光デバイス及び第2の光デバイスの第1の反射光強度を基に、波長スイープに同期した第1の同期反射光強度を検出するステップと、自動ステージ上の第1の光デバイスを既知の量だけ光軸方向に移動させる移動命令をステージコントローラに送信するステップと、前記波長可変光源からの出力光の波長情報を受信するステップと、前記光検出器において測定した移動後の前記第1の光デバイス及び前記第2の光デバイスの第2の反射光強度の情報を基に、波長スイープに同期した第2の同期反射光強度を検出するステップと、前記第1の同期反射光強度及び前記第2の同期反射光強度を元に、前記第1の光デバイスと前記第2の光デバイスとの端面間距離を算出するステップとを含む光デバイス端面距離測定方法を実行させることを特徴とするプログラムである。

10

【発明の効果】

【0016】

以上の発明により、光デバイス同士を光軸調整して、実装・組立を行う際において、非接触でその端面間距離を測定することが可能となったため、光デバイスの破損を防ぎ、測定を効率化するとともに、製作時の歩留りを向上して低コスト化をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】光デバイスとの端面間の距離を測定する装置の原理説明図である。

【図2】透過光強度及び反射光強度と、入力光波長との関係を示す図表である。

【図3】端面間距離を変化させたときの、反射光強度と入力光波長との関係を示す図表である。

【図4】反射光強度と入力光周波数との関係を示す図表である。

【図5】各光デバイスに光ファイバを用い、波長変化に対する透過光強度の変動を計測した結果を示す図表である。

【図6】図5の2回の測定の差分を演算した結果を示す図である。

【図7】図1において原理として説明した光デバイス端面間距離測定装置を具体化した装置の構成を示す図である。

【図8】図7の光デバイス端面間距離測定装置における光デバイス端面間の距離測定手順をしめす図8のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0019】

まず、本発明に係る第1の実施の形態について説明する。図1は、本発明の1実施形態である第1の光デバイスと第2の光デバイスとの端面間の距離を測定する装置100の原理説明図である。

【0020】

図1の光デバイス端面間距離測定装置100は、距離の測定対象の2つの光デバイスについて、第1の光デバイス120として光ファイバ、第2の光デバイス130として光導波路を用いているが、本発明において測定対象となる光デバイスはこれには限定されないことは明らかである。光ファイバを光導波路に接続させるために導波路に接近しているときは、その距離は入射する光の可干渉距離より近い場合が通常であるので、光ファイバの端面121及び光導波路の端面131は、いわゆるファブリペロー・エタロンを構成することになる。ファブリペロー・エタロンは端面間の多重反射により波長選択性を持った反射特性、あるいは透過特性を持つことが知られている。

40

【0021】

光デバイス端面間距離測定装置100は、まず、波長可変レーザ110から、第1の光

50

デバイス 120 (光ファイバ) にレーザ光が入射する。入射したレーザ光 101 は、第 1 の光デバイス 120 の第 2 の光デバイス 130 (光導波路) 側の端面 121 をその一部が透過し、透過光 102 となる。また、透過光 102 の残りの光は端面 121 で反射して、反射光 103 となる。

【0022】

次に透過光 102 は、第 2 の光デバイス 130 の第 1 の光デバイス側端面 131 をその一部が透過して、透過光 104 として第 2 の光デバイス 130 に入射する。一方で透過光 102 の残りの光は端面 131 で反射して反射光 105 となる。

【0023】

さらに、反射光 105 は、端面 121 をその一部が透過して、透過光 106 として光ファイバ 103 に入射し、残りは端面 121 で反射して反射光 107 となる。その後、端面 121 及び 131 において透過と反射を繰り返していく。

10

【0024】

次に、端面間距離の測定について述べる。図 1 の光デバイス端面間距離測定装置 100 において、第 1 の光デバイス 120 の端面 121 の電界反射係数を  $r_1$ 、透過係数を  $t_1$ 、第 2 の光デバイス 130 の端面 131 の電界反射係数を  $r_2$ 、透過係数を  $t_2$  とする。また、第 1 の光デバイス 120 の端面 121 と、第 2 の光デバイス 130 の端面 131 との間の距離を  $l$  とすると、透過光の電界強度  $t$ 、及び戻り光の電界強度  $r$  は以下のようになる。

【0025】

20

【数 1】

$$t = \frac{t_1 \cdot t_2 \cdot \exp(-j\delta)}{1 - r_1 \cdot r_2 \cdot \exp(-j2\delta)} \quad (1)$$

【0026】

【数 2】

$$r = \frac{-r_1 + r_2 \cdot \exp(-j2\delta)}{1 - r_1 \cdot r_2 \cdot \exp(-j2\delta)} \quad (2)$$

【0027】

30

ここで、

【0028】

【数 3】

$$\delta = \frac{2\pi l}{\lambda}$$

【0029】

ただし、第 1 の光デバイス 120 の端面 121 と、および第 2 の光デバイス 130 の端面 131 との間の媒質は屈折率 1 の空気であり、その間での光の減衰は無いものとし、入力光強度は 1 であるとしている。また  $\lambda$  は伝搬媒質である空気中の光の波長 (入力光) である。

40

【0030】

透過光強度  $T$ 、および反射光強度  $R$  は、これらの式を用いて、

$$T = |t|^2 \quad (3)$$

$$R = |r|^2 \quad (4)$$

となる。

【0031】

図 2 は、端面間距離  $l = 50 \mu\text{m}$  の場合の、透過光強度  $T$  及び反射光強度  $R$  と、入力光波長  $\lambda$  との関係を示す図表である。図 2 から、透過光強度  $T$  及び反射光強度  $R$  は、端面間距離  $l$  で決まる周期性をもった透過特性及び反射特性を有することがわかる。

50

## 【0032】

次に、端面間距離  $l$  が変化した場合に、この周期性がどのように変化するかを示す。図3は、端面間距離  $l$  を  $20\ \mu\text{m}$ 、 $30\ \mu\text{m}$ 、 $40\ \mu\text{m}$  と変化させたときの、反射光強度  $R$  と入力光波長  $\lambda$  の関係を示す図表である。図3を参照すると、端面間距離  $l$  が短くなるほど、反射光強度  $R$  の変動の周期が長くなることわかる。

## 【0033】

ファブリペロー・エタロンは、端面間の距離  $l$  が半波長の整数倍のときに透過光強度  $R$  が最大になる。従って入力光の波長  $\lambda$  のとき、

$$l = m \cdot \lambda / 2 \quad (m \text{ は整数}) \quad (5)$$

の条件で最大光強度が繰り返し得られる。入力光の周波数  $f$  は、

$$f = c / \lambda \quad (c : \text{光速}) \quad (6)$$

で表せるので、式(5)の条件は

$$f = m \cdot c / 2l \quad (7)$$

となる。つまり、周波数間隔  $\Delta f$  とすると、

$$\Delta f = c / 2l \quad (8)$$

で光強度は周期性を持つことがわかる。この光強度の周期間隔は、透過光でも反射光でも同じである。

## 【0034】

図4は、反射光強度  $R$  と入力光周波数  $f$  の関係を示す図表である。図4を参照すると、反射光強度  $R$  が一定周波数間隔で変動していること、端面間距離  $l$  が短くなるほど周波数間隔  $\Delta f$  が広がることが確認できる。

## 【0035】

したがって、光強度の変動の周波数間隔が特定できれば、(8)式より端面間距離を特定することが可能になる。

## 【0036】

以上より、入力光の波長変化に対する反射光(戻り光)、あるいは透過光の光強度変化を測定し、その変動周期を検出することで、端面間距離の測定が可能になる。

## 【0037】

変動周期は、入力光源の波長をスイープさせ、スイープした波長に同期して光強度の変動を記録し、波長を周波数に変換後、FFTなどの周波数解析処理を行うことで検出することができる。

## 【0038】

反射光強度を測定した場合、強度の最大値と最小値の比が大きくなり、変動周期の検出が容易になる。また透過光強度を測定した場合、図2に示したように反射光よりも光強度が強いため、S/Nの良い測定が期待できる。測定対象に応じ、高精度な測定が期待できる構成を選択すればよい。

## 【0039】

端面間距離は変動の周期から検出すると述べたが、光強度の変動と波長の関係は式(1)~(4)でわかっているので、測定した波長範囲において、例えばフィッティングや最小自乗法による回帰などの手法により端面間距離を検出しても良い。

## 【0040】

図5は、第1の光デバイス、第2の光デバイスともに光ファイバを用い、波長変化に対する透過光強度の変動を計測した結果を示す図表である。図5においては、入力光源の波長をスイープさせ、スイープした波長に同期して光強度の変動を検出、記録し、取得した光強度の信号をスイープした波長に対応させて表示した結果を表した。端面間距離が  $l$  の時と  $l$  から  $10\ \text{nm}$  変化させた時 ( $l + 10\ \text{nm}$ ) の光強度(透過光強度  $T$ ) の変動を比較したものである。端面間距離が短くなると、光強度の変動周期が長くなっていることが、実測結果でも確認できる。

## 【0041】

端面間距離が短くなると、光強度の変動周期は長くなる。そのため、光源波長をスイー

10

20

30

40

50

ブする範囲内で1周期の変動が測定できなくなる。このようなデータからFFTなどの演算により周期を検出するのは困難である。

【0042】

解決方法の一つは式(3)、あるいは(4)に回帰させ、周期を算出する方法である。この場合、端面の反射率、透過率、媒体の屈折率、減衰率、入射光強度などが理想と異なるため、算出誤差になる恐れがある。ここで、誤差を低減するため、端面間距離の異なる2回の光強度の変動データから、端面間距離を検出することが有効である。前述の誤差の要因である、端面の反射率、透過率、媒体の屈折率、減衰率、入射光強度は、2回の測定において、いずれも同様の影響を及ぼすため、2回の結果の差分を取る、あるいは比を取るといった演算により、誤差を低減することが可能である。例えば式(3)、あるいは(4)より、更に端面間距離の異なる光パワー変動の差の式を導き、その式でフィッティングをすればよい。

10

【0043】

図6は、図5の2回の測定の差分を演算した結果を示す図である。横軸は周波数に、また縦軸はリアのパワー比に変換している。この結果を先の式で回帰した結果 $L = 30.7 \mu\text{m}$ という結果が得られた。

【0044】

図7は、図1において原理として説明した光デバイス端面間距離測定装置100を具体化した装置700の構成を示す図である。

【0045】

図7の光デバイス端面間距離測定装置700は、接続対象の第1の光デバイスとして光ファイバ701、接続対象の第2のデバイスとして光導波路702との間の距離 $l$ を測るものである。光デバイス端面間距離測定装置700は、光ファイバ701及び光導波路702の接続対象光デバイスと、光源となる波長可変レーザ711、光サーキュレータ712、受講部である光検出器713、第1の光デバイスである光ファイバ701を光軸方向に移動する自動ステージ714、およびステージコントローラ715、及び光強度変動検出部717を含む信号処理部716を含む構成である。

20

【0046】

本発明の光デバイス端面間距離測定装置700では、反射、あるいは透過光強度変動のみを用いて端面間処理を算出可能である。そのため、光ヘテロダイン干渉計のように位相差を検出したり、偏波状態を制御する必要がなく、簡易な装置構成をとることが可能である。

30

【0047】

図7の光デバイス端面間距離測定装置700における光デバイス端面間の距離測定手順を、図8のフロー図を用いて説明する。

【0048】

ステップS1において、波長可変レーザ711からの出力光の波長をスイープして信号処理部716に波長情報を入力し、光検出器713において光ファイバ701及び光導波路702からの反射光強度を測定する。同時に光検出器713からの情報を基に、強度変動検出部717において波長スイープに同期した反射光強度を検出、記録する。反射光は、光ファイバ701及び光導波路702において反射された後、光サーキュレータ712により光検出器713に送られる。

40

【0049】

続いてステップS2において、信号処理部715からステージコントローラ715に移動命令を出し、自動ステージ714上の光ファイバ701を既知の量だけ光軸方向に移動させる。そして、ステップS3において、ステップS1と同様に、波長可変レーザ711の出力光波長をスイープし、光検出器713で反射光強度を測定する。また、強度変動検出部713で波長スイープに同期した反射光強度を検出、記録する。

【0050】

ステップ4において、ステップS1およびS3で検出した光強度変動より、フィッティ

50

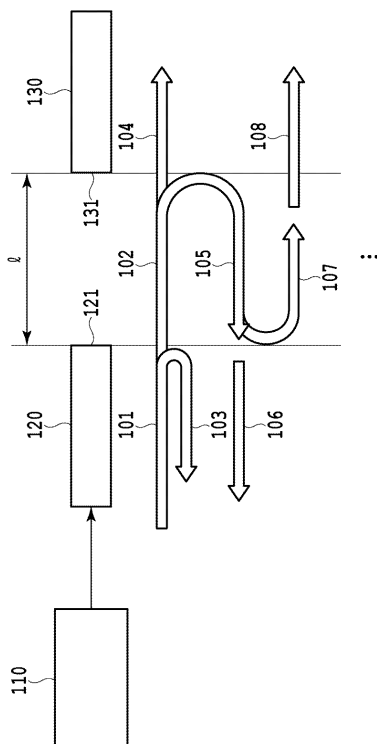
ング、FFTなどの信号処理を用いて端面間距離  $l$  を算出する。

【符号の説明】

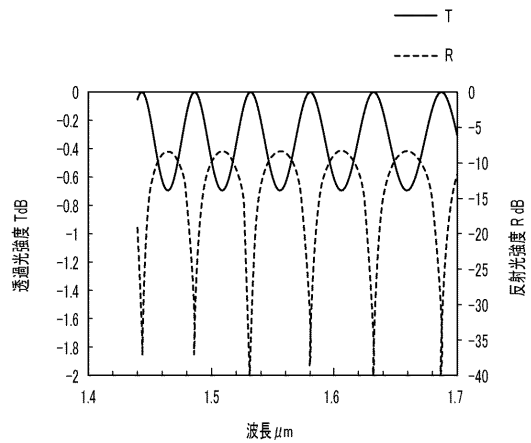
【0051】

- 100、700 光デバイス端面間距離測定装置
- 110、711 可変波長レーザー
- 120 第1の光デバイス
- 130 第2の光デバイス
- 121、131 光デバイス端面
- 101 入力光
- 102、104、106、108 透過光
- 103、105、107 反射光
- 701 光ファイバ
- 702 光導波路
- 712 サークュレータ
- 713 光検出器
- 714 自動ステージ
- 715 ステージコントローラ
- 716 信号処理部
- 717 強度変動検出器

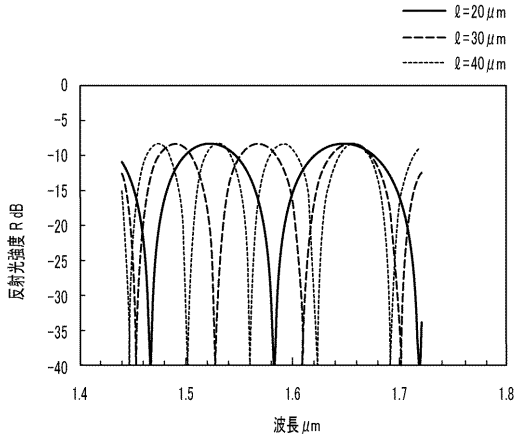
【図1】



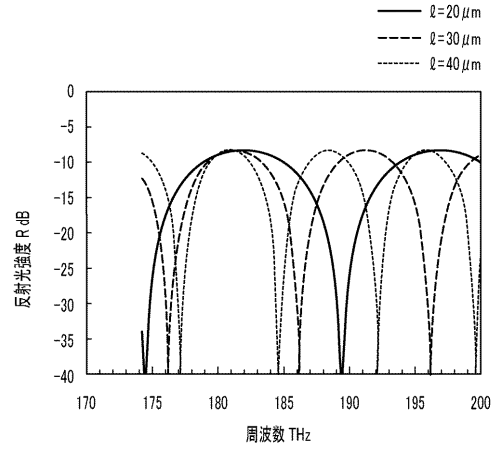
【図2】



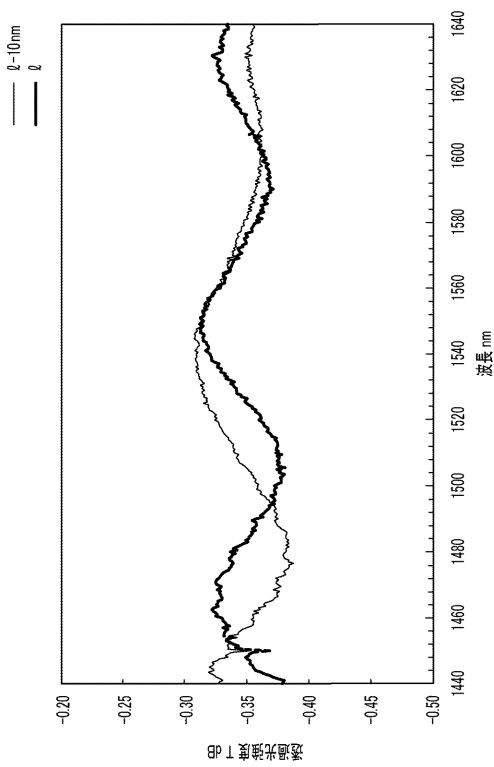
【 図 3 】



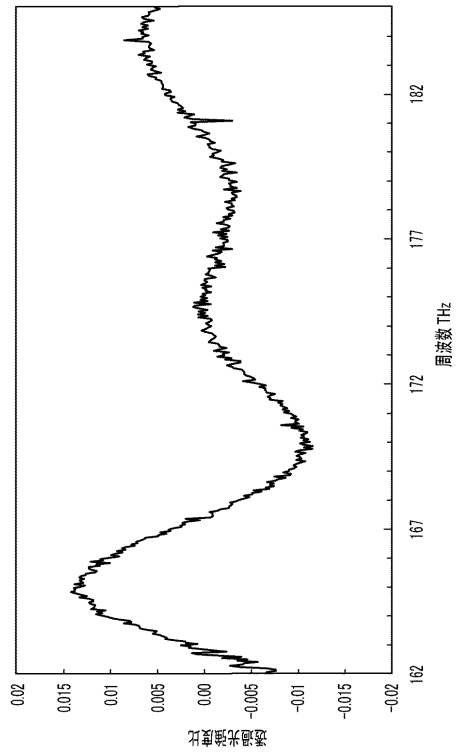
【 図 4 】



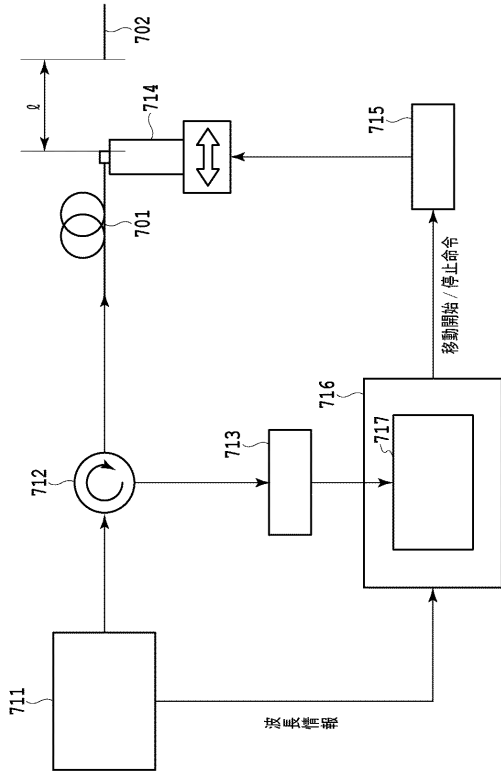
【 図 5 】



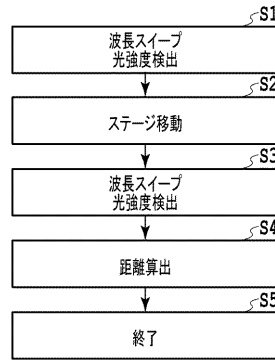
【 図 6 】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 三浦 達

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 樋口 雄一

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA21 DD02 FF43 FF52 GG06 GG25 JJ01 JJ18 LL02 QQ16  
QQ29