(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2007-322437
(P2007-322437A)
(43)公開日　平成19年12月13日(2007.12.13)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G01H	9/00	(2006.01)	G01H	9/00	E	2F103
G01J	9/00	(2006.01)	G01J	9/00		2G064
G01D	5/353	(2006.01)	G01H	9/00	B	
			G01D	5/26	D	

審査請求 有　請求項の数 4　OL　（全 12 頁）

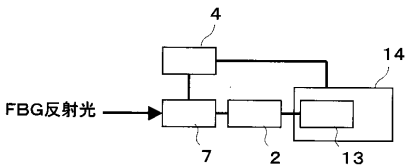
(21)出願番号　特願2007-189727 (P2007-189727)
(22)出願日　平成19年7月20日 (2007.7.20)
(62)分割の表示　特願2002-53884 (P2002-53884)の分割
原出願日　平成14年2月28日 (2002.2.28)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100145816
弁理士　鹿股　俊雄
(74)代理人　100087332
弁理士　猪股　祥晃
(74)代理人　100081189
弁理士　猪股　弘子
(72)発明者　隅田　晃生
神奈川県川崎市川崎区浮島町２番１号　株式会社東芝浜川崎工場内
(72)発明者　前川　立行
神奈川県川崎市川崎区浮島町２番１号　株式会社東芝浜川崎工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理装置及び処理方法

(57)【要約】
【課題】振動など高速に変化する物理量に対応した時系列の光強度データを取得することにより、光強度変動とその変動周期を解析して変位量や加速度といった振動量を求める。
【解決手段】光ファイバブラッググレーティング素子を光ファイバで接続し、参照光を前記光ファイバに導入して前記光ファイバブラッググレーティング素子で反射される反射光の波長を計測する装置において、前記反射光に対して特定の波長帯域を選択的に透過する波長可変フィルタ部７と、前記波長可変フィルタ部７を前記反射光の波長に固定した状態に設定する波長走査制御部４と、前記波長可変フィルタ部７を透過した前記反射光の強度の変化をサンプリングで検出して光強度に対応した変動データに変換する光検出処理部２と、前記反射光強度の変動データを時系列のデータとする時系列データ処理部１３と、前記時系列データを解析して振動量を求める振動量解析処理部１４と、を備える。
【選択図】図１０



【特許請求の範囲】
【請求項１】
光ファイバブラッググレーティング素子を光ファイバで接続し、参照光を前記光ファイバに導入して前記光ファイバブラッググレーティング素子で反射される反射光の波長を計測する装置において、
前記反射光に対して特定の波長帯域を選択的に透過する波長可変フィルタ部と、
前記波長可変フィルタ部を前記反射光の波長に固定した状態に設定する波長走査制御部と、
前記波長可変フィルタ部を透過した前記反射光の強度の変化をサンプリングで検出して光強度に対応した変動データに変換する光検出処理部と、
前記反射光強度の変動データを時系列のデータとする時系列データ処理部と、
前記時系列データを解析して振動量を求める振動量解析処理部と、
を備えたこと、を特徴とする光ファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理装置。
【請求項２】
請求項１に記載の光ファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理装置において、前記波長可変フィルタの片側傾斜区間部における線形直線区間は前記反射光の波長変動範囲を全て包括し、かつ線形直線区間の中心点を前記反射光の中心波長値に設定する手段を備えたこと、を特徴とする光ファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理装置。
【請求項３】
請求項１に記載の光ファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理装置において、
前記反射光を特定の範囲で波長可変フィルタ部を走査して、得られた光強度値と走査波長値の相関関係を関数としてあらかじめ格納しておくメモリ部と、
前記反射光の波長を測定するときに前記メモリ部から前記関数を呼び出して、その関数を用いて前記時系列データ処理部より得られた時系列の反射光強度値データを時系列の波長値データに変換処理する波長変換処理部と、
を備えたこと、を特徴とする光ファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理装置。
【請求項４】
光ファイバブラッググレーティング素子を光ファイバで接続し、参照光を前記光ファイバに導入して前記光ファイバブラッググレーティング素子で反射される反射光の波長を計測する方法において、
前記反射光に対して波長可変フィルタ部は特定の波長帯域を選択的に透過させ、
波長走査制御部により前記波長可変フィルタ部を前記反射光の波長に固定した状態に設定し、
光検出処理部は前記波長可変フィルタ部を透過した前記反射光の強度の変化をサンプリングで検出して光強度に対応した変動データに変換し、
時系列データ処理部により前記反射光強度の変動データを時系列のデータに変換し、
振動量解析処理部により前記時系列データを解析して振動量を求めること、を特徴とする光ファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光ファイバブラッググレーティング素子（以下「ＦＢＧ」という）からの反射光の波長を計測・処理する装置及び方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
ＦＢＧは光ファイバの同軸方向に形成されるもので、光ファイバに応力が加わると、形

成されたグレーティングピッチが変化する。この変化は光ファイバの温度、歪・変位、圧力、振動などの物理量に依存するものであり、また、この変化に応じてＦＢＧからの反射光の波長が変化する。したがって、ＦＢＧからの反射光の中心波長または波長の変化量を精度よく計測できれば、物理量を精度よく計測することができる。

【０００３】

以下、図１８を参照してＦＢＧ反射光波長計測処理装置の従来例について説明する。広帯域の光源部１８からの出力光（以下、「参照光」という）を光導波部１９に導入し、光分岐部２０を介して光導波部１９に接続されたＦＢＧ部２１に参照光が照射される。

【０００４】

ＦＢＧ部２１は特定の波長帯を反射する性質があり、この波長帯はＦＢＧ部２１に温度変化や歪みなどが加わるとその変化に対応して変化するため、光分岐部２０を介して戻ってきた反射光を波長計測部２２で受光して、波長の変化を計測する。波長計測部２１はたとえば、光スペクトラムアナライザなどが用いられており、反射光を受光して光強度に対する波長強度を高分解能で表示またはデータ値として抽出する機能を備えている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

上述の従来のシステムにおいては、以下のような課題がある。

【０００６】

(1) ＦＢＧからの反射光は、およそ０．２～１ｎｍ程度の波長帯域幅を有しており、また、スペクトル形状は左右で非対称であるため、加重平均計算などで測定ごとの中心波長を精度よく求めるには、適切な演算区間を設ける必要がある。

【０００７】

(2) ＦＢＧからの反射光強度が微弱な場合などに、光源ノイズなどの影響による光量ゆらぎが発生してきてスペクトル形状は経時的に一定でない。よって、その波高値は常に揺らいでいる状態になるため、測定ごとに求めた中心波長は変動し、真の中心波長を求めることは困難である。

【０００８】

(3) 高分解能波長計測部を装備することが前提となっているため、精密で細かい波長ステップで必要な波長帯域全てを走査する。このため、必然的に走査時間を必要とし、振動など高速で変化する（以下、動的）物理量を検出することは困難である。

【０００９】

(4) 光源出力は、光スペクトル依存性（光強度に対する波長依存性）が一定でないため、反射光の平坦部分に傾きとして現れて中心波長測定に影響が出る可能性がある。

【００１０】

本発明は、特に上記(3)の課題に対処してなされたものであり、振動など高速に変化する物理量に対応した時系列の光強度データを取得することにより、光強度変動とその変動周期を解析して変位量や加速度といった振動量を求めることができる装置及びその方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

上記課題を解決するために、本発明はファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理装置の発明であって、光ファイバブラッググレーティング素子を光ファイバで接続し、参照光を前記光ファイバに導入して前記光ファイバブラッググレーティング素子で反射される反射光の波長を計測する装置において、前記反射光に対して特定の波長帯域を選択的に透過する波長可変フィルタ部と、前記波長可変フィルタ部を前記反射光の波長に固定した状態に設定する波長走査制御部と、前記波長可変フィルタ部を透過した前記反射光の強度の変化をサンプリングで検出して光強度に対応した変動データに変換する光検出処理部と、前記反射光強度の変動データを時系列のデータとする時系列データ処理部と、前記時系列データを解析して振動量を求める振動量解析処理部と、を備えたこと、を特徴

とする。

【００１２】

また、本発明はファイバブラッググレーティング素子反射光波長計測処理方法の発明であって、光ファイバブラッググレーティング素子を光ファイバで接続し、参照光を前記光ファイバに導入して前記光ファイバブラッググレーティング素子で反射される反射光の波長を計測する方法において、前記反射光に対して波長可変フィルタ部は特定の波長帯域を選択的に透過させ、波長走査制御部により前記波長可変フィルタ部を前記反射光の波長に固定した状態に設定し、光検出処理部は前記波長可変フィルタ部を透過した前記反射光の強度の変化をサンプリングで検出して光強度に対応した変動データに変換し、時系列データ処理部により前記反射光強度の変動データを時系列のデータに変換し、振動量解析処理部により前記時系列データを解析して振動量を求めること、を特徴とする。

【発明の効果】

【００１３】

本発明のＦＢＧ反射光波長計測処理装置及び処理方法によれば、振動など高速に変化する物理量に対応した時系列の光強度データを取得することにより、光強度変動とその変動周期を解析して変位量や加速度といった振動量を求めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

以下に本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の実施の形態を図面を用いて説明する。ただし、従来技術とまたは相互に共通もしくは類似の部分には共通の符号を付して、重複説明は省略する。

【００１５】

［第１の実施の形態］

図１および図２に第１の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(1)および(2)にほぼ対応し、静的パラメータ演算（狭帯域フィルタスキャン＋平滑化微分）を行うものである。図１において、本実施の形態は、狭帯域フィルタ部１、光検出処理部２、波長計算処理部３、波長走査制御部４から構成されている。また、波長計算処理部３には、平滑化微分フィルタ部５、演算区間設定部６、加重平均計算処理部３２が含まれている。

【００１６】

着目するＦＢＧからの反射光（図１８参照）は、狭帯域フィルタ部１に入射して必要な波長のみが選択透過される。狭帯域フィルタ部１は、バンドパスフィルタとも呼ばれており、機能的には干渉型の波長フィルタである。波長走査制御部４は、狭帯域フィルタ部１をＦＢＧからの反射光に対して適切な波長区間を一定波長間隔で波長走査制御させるものである。

【００１７】

狭帯域フィルタ部１を透過した反射光は、反射光をその強度に対応した電気信号量に変換する光電変換器や信号積分器、アナログ－ディジタル変換器など（図示せず）から構成された光検出処理部２で検出処理されて、反射光の光強度に対応した強度値として平滑化微分フィルタ部５に出力される。

【００１８】

平滑化微分フィルタ部５に出力されたデータは、図２（ａ）に示すように、ＦＢＧ反射光波長のスペクトルと近似した形状を成しており、これを波長により平滑化微分すると、図２（ｂ）に示す光強度データに対する微係数値データが得られる。この微係数値データに対して演算区間設定部６では、図２（ｂ）に示すように、あらかじめ設定した第１の閾値Ｈ以上の領域と第２の閾値Ｌ以下の領域を探索し、これらの領域に挟まれた領域として、反射スペクトルの平坦部のみの区間を演算区間として決定することができる。ここで、第１の閾値Ｈは第２の閾値Ｌよりも高く設定されている。

また、平滑化微分することで、反射光が微弱なためにスペクトル形状が揺らいでいても、反射光データの演算区間を平坦部に設定することができる。

【００１９】

加重平均計算処理部３２は、演算区間設定部６で決定した適切な演算区間からの光強度値と走査波長値のデータを抽出して、これらを加重平均計算して反射光の中心波長あるいは波長シフト量を求めるものである。

【００２０】

このように構成された本実施の形態によれば、ＦＢＧからの反射光が微弱で揺らいでいても、その中心波長あるいは波長変化量を簡単かつ正確に求めることが可能である。

【００２１】

［第２の実施の形態］

次に、図３および図４に第２の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(1)にほぼ対応し、静的パラメータ演算（波長可変型フィルタスキャン）を行うものである。図３において本実施の形態は、光検出処理部２、波長計算処理部３、波長走査制御部４、波長可変フィルタ部７から構成されている。また、波長計算処理部３の中に最大点探索部８が含まれている。

【００２２】

着目するＦＢＧからの反射光は、波長可変フィルタ部７に入射して、必要な波長帯が選択透過される。波長可変フィルタ部７は、たとえば水晶などの施光（光の進行方向）の波長特性を利用して偏光子の間の角度を変えることで波長を可変とするものである。波長走査制御部４は、波長可変フィルタ部８をＦＢＧからの反射光に対して適切な波長区間を、一定波長間隔で波長走査制御させるものである。

【００２３】

波長可変フィルタ部７を透過した反射光は、光検出処理部２で検出処理されて最大点探索部８に出力される。その出力データは図４（ｂ）に示すような左右対称のピーク形状を成す。このデータの値が最大となる点が中心波長となるため、その点を最大点探索部８で探索し、波長計算処理部３で探索した最大点に対する走査波長の値を中心波長として求めるものである。

このように構成された本実施の形態によれば、ＦＢＧからの反射光の中心波長を簡単に正確に求めることが可能である。

【００２４】

［第３の実施の形態］

次に、図５および図６に第３の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(1)および(2)にほぼ対応し、静的パラメータ演算（波長可変フィルタスキャン－加重平均計算方式）を行うものである。本実施の形態は、図５に示すように、図３と類似の構成ながら、波長計算処理部３の中で、最大点探索部８を省き、データ抽出部９、第１の加重平均計算処理部１０、演算区間設定部１１、第２の加重平均計算処理部３４を含んでいる。

【００２５】

データ抽出部９では、光検出処理部２より出力された光強度データを参照して、図６（ａ）に示すように、値が最大となる点を探索して、最大点近傍の複数個のデータを抽出するものである。この抽出データを第１の加重平均計算処理部１０により、図６（ｂ）に示した加重平均計算式で計算して仮の波長中心を求め、演算区間設定部１１で、仮の波長中心点から対称に演算区間を設定する。そして、設定された演算区間のデータを第２の加重平均計算処理部３４で加重平均計算して反射光の中心波長あるいは波長変化量を求める。

【００２６】

この構成によれば、反射光の光量が微弱で反射光スペクトルのピーク点を特定するのが困難な場合、スペクトル全体の波長強度を加重平均してその中心点を求め、中心点を中心波長とすることで中心波長を求めることができる。加重平均する場合、不適当な演算範囲を設定すると重心点が正確に求まらないため、あらかじめ仮の中心点を探索してその点から対称に演算区間を設定しておくことで、中心波長を正確に求めることが可能である。

【００２７】

［第４の実施の形態］

次に、図７および図８に第４の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(1)およ

び(2)にほぼ対応し、静的パラメータ演算（波長可変フィルタスキャン－平滑化微分方式）を行うものである。本実施の形態は、図７に示すように、図３と類似の構成ながら、波長計算処理部３の中で、最大点探索部８を省き、平滑化微分フィルタ部５、ゼロレベル点探索部１２を含んでいる。

【００２８】

図４（ｂ）に示した光強度データを平滑化微分フィルタ部５で平滑化微分処理すると、図８に示す微係数値データが得られる。得られた微係数値に対して、ゼロレベル点探索部１２は、あらかじめ設定した第１の閾値Ｈ以上の点、および、第２の閾値Ｌ以下となる点を探索する。ただし、第１の閾値Ｈは第２の閾値Ｌよりも高い値である。このようにして、閾値間のゼロレベル点を求める。そして、このゼロレベル点に対する走査波長値を中心波長として求める。微係数値のゼロとなる点がピーク中心を示すから、ＦＢＧからの反射光の中心波長を簡単かつ正確に求めることが可能である。

【００２９】

［第５の実施の形態］

次に、図９に第５の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(1)にほぼ対応し、静的パラメータ演算（波長走査範囲）を行うものである。本実施の形態は、第２ないし第４の実施の形態のいずれかと同一の構成であるが、特に波長可変フィルタ部７の波長走査区間についての制約が付加されている。

【００３０】

ＦＢＧからの反射光波長は、あらかじめ設定された物理量変動範囲に対応してその波長値を変化させる。この波長変化量を計測するために、波長可変フィルタ部７を反射光波長に対して必要回数走査し、測定ごとに得られた光強度データから中心波長を求めているが、たとえば、波長可変フィルタ部７の波長走査範囲を物理量変動範囲と同じに設定すると、反射光波長がその範囲の最大、最小点近傍にあったとき、図４に示した片側データしか得られず、これから正確に中心波長を求めるのは困難である。

【００３１】

このため、図９において、着目するＦＢＧに対してセンシングする物理量の変動範囲に対応した反射光の波長変動値に、波長可変フィルタ部７の波長フィルタ半値幅を加算して、その半分の値を反射光の波長変動範囲の中心点に対して対称に波長走査区間として設定する。これにより、反射光波長が計測範囲の最大、最小点近傍にあったときでも、図４のスペクトルにおける光強度の半分までのデータを取得することができる。これにより、光強度データの最大点から、あるいは加重平均計算により中心波長を正確に求めることが可能となる。

【００３２】

［第６の実施の形態］

次に、図１０および図１１に第６の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(3)にほぼ対応し、動的パラメータ演算（振動を光量変化に変換）を行うものである。図１０において、本実施の形態は、波長可変フィルタ部７、光検出処理部２、波長走査制御部４、振動量解析処理部１４から構成されている。また、振動量解析処理部１４の中に時系列データ処理部１３が含まれている。

【００３３】

着目するＦＢＧからの反射光は、波長可変フィルタ部７に入射して必要な波長帯が選択透過される。波長走査制御部４では、図１１（ａ）に示すように波長可変フィルタ部７を反射光の波長に対して固定して設定させるものである。波長可変フィルタ部７を透過した反射光は、光検出処理部２において一定サンプリングで検出され、光強度の変動に対応した強度値の変動として、時系列データ処理部１３に出力され、時系列データとして記憶あるいは記録される。ただし、ＦＢＧが複数接続してある場合、サンプリングレートは全てのＦＢＧに対して一律ではなく、個々のＦＢＧについてあらかじめ設定されるものである。

【００３４】

これらの手順によれば、振動など高速に変化する物理量に対応した時系列の光強度データを取得することができる。取得した時系列データは図１１（ｂ）に示すように、変動周期と光強度変位量の情報を有している。振動量解析処理部１４は、時系列データ処理部１３で記憶または記録した時系列データを読み出して、たとえば振動量解析の代表例であるＦＦＴ（高速フーリエ・コサイン・サイン変換）処理により光強度変動とその変動周期を解析して変位量や加速度といった振動量を求めるものである。

【００３５】

［第７の実施の形態］

次に、図１２および図１３に第７の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(3)にほぼ対応し、動的パラメータ演算（待ち受け波長設定）を行うものである。本実施の形態は、図１０と基本的な構成要素は同一であるが、特に波長可変フィルタ部７のＦＢＧ反射光波長に対する波長設定条件の制約が付加されている。

【００３６】

図１３において、測定場における無負荷時のＦＢＧからの反射光の中心波長値に、波長可変フィルタ部８の片側傾斜区間部における直線区間の中心点に設定されるように波長走査制御部４で波長可変フィルタ７を制御し、反射光の変動範囲が波長可変フィルタ７の片側傾斜区間部における直線区間に全て含まれるように波長可変フィルタ部８あるいはＦＢＧの波長変動範囲を設定する。たとえば、ＦＢＧ中心波長１５５０ｎｍ、フィルタ中心点－直線区間の中心点までの波長値１ｎｍとした場合、波長可変フィルタ部７のフィルタ中心波長は、１５４９ｎｍあるいは１５５１ｎｍに設定すればよい。

【００３７】

波長可変フィルタ部７を透過した反射光は、光検出処理部２で波長変化量に対応した強度変動値に変換処理されるが、波長可変フィルタ部７の直線区間は通常、図１３に示すように対数直線であるから、この対数直線の逆係数で強度変動値を補正計算処理すれば、波長変化量に直線対応した強度変動値を取得することができる。更に、たとえばより計測分解能を上げたいときは、波長可変フィルタ部７は半値幅の広いものを用いればよい。

【００３８】

［第８の実施の形態］

次に、図１４および図１５に第８の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(3)にほぼ対応し、動的パラメータ演算（光量変動を波長変動に変換）を行うものである。図１４において本実施の形態は、図１０と基本的な構成要素は類似しているが、振動量解析処理部１４の中に、時系列データ処理部１３のほか、メモリ部１５、波長変換処理部１６を含んでいる。

【００３９】

着目する全てのＦＢＧ反射光に対して、センシングする物理量の変動範囲に対応した反射光の波長変動範囲で波長可変フィルタ部７を必要回数走査し、図１５に示す光強度値と走査波長値のデータを取得して、その相関関係を関数化してあらかじめメモリ部１５に格納しておく。関数はたとえば図１５に示してある多項式が適用できる。

【００４０】

続いて、着目するＦＢＧの振動センシング時に、該当する関数パラメータを関メモリ部１５から呼び出し、この関数を用いて波長変換処理部１６は光検出処理部２より得られる強度変動データを波長変動データに変換処理するものである。これらの手順により、たとえば市販されている振動計測用のＦＢＧセンサを用いて、あらかじめ波長変化の値で設計調整された振動変位量あるいは加速度値を直接求めることが可能となる。

【００４１】

［第９の実施の形態］

次に第９の実施の形態について説明する。本実施の形態は、前記課題(1)、(2)、(3)にほぼ対応し、混合システム（静的／動的両立システム）を実現するものである。

【００４２】

第９の実施の形態では、第２ないし第５の実施の形態のうちいずれか一つの構成と第６

ないし第８の実施の形態のうちいずれか一つの構成を組み合わせて一つの測定装置に同時に含有させる。

【００４３】

たとえば、第２の実施の形態の装置（図３、図４）において、第６の実施の形態（図１０、図１１）の機能、即ち着目する個々のＦＢＧ反射光に対して走査波長を固定して、反射光の強度を時間的に連続して取得することで、ＦＢＧの波長変動の周期を算出するとともに、波長走査を行うことで波長シフトの量を算出する。

【００４４】

これらの手順により、波長シフトの量とその周期の両方を求めることが可能となり、時間的に変化し続けること自体を測定する必要のある物理量、たとえば振動計測などと静的な定常状態の計測の両方に用いることが可能になる。

【００４５】

［第１０の実施の形態］

次に、図１６および図１７に第１０の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記課題(4)にほぼ対応し、光源補正（光源の依存性を補正）を行うものである。図１６において本実施の形態は、メモリ部３０、補正計算処理部１７から構成される。

【００４６】

図１７において、光源のもつ光強度に対する波長依存性の光強度値と波長値の逆数を関数化してあらかじめメモリ部３０に格納しておく。この関数化は、たとえば図１７に示すように個々のＦＢＧの波長変動範囲に対して設定しておく。ＦＢＧを計測するときに、該当する関数パラメータをメモリ部３０から呼び出し、この関数を用いて、光検出処理部２より得られた光強度の生データを補正計算処理部１７で補正校正計算処理する。これらの手順により、光源のもつ光強度の波長依存性を補正することが可能になる。この光源補正は、上記第１ないし第９の実施の形態のいずれにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００４７】

【図１】本発明に係る光ファイバブラッググレーティング素子（ＦＢＧ）反射光波長計測処理装置の第１の実施の形態のブロック図。

【図２】図１のＦＢＧ反射光波長計測処理装置の作用を説明する図であって、（ａ）は図１の光検出処理部２の出力の波長と相対光強度の関係を表すグラフ、（ｂ）は図１の平滑化微分フィルタ部５の出力の波長と相対光強度の関係を模式的に示すグラフ。

【図３】本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の第２の実施の形態のブロック図。

【図４】図３のＦＢＧ反射光波長計測処理装置の作用を説明する図であって、（ａ）は図３波長可変フィルタ部７の入力の波長と相対光強度の関係を表すグラフ、（ｂ）は図３の光検出処理部２の出力の波長と相対光強度の関係を模式的に示すグラフ。

【図５】本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の第３の実施の形態のブロック図。

【図６】図５のＦＢＧ反射光波長計測処理装置の作用を説明する図であって、（ａ）は図５の光検出処理部２の出力の波長と相対光強度の関係を表すグラフ、（ｂ）は図５の第１および第２の加重平均計算処理部１０、３４における加重平均計算式を示す。

【図７】本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の第４の実施の形態のブロック図。

【図８】図７平滑化微分フィルタ部５の出力の波長と相対光強度の関係を模式的に示すグラフ。

【図９】本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の第５の実施の形態における波長可変フィルタ部７の入力の波長と相対光強度の関係を表すグラフ。

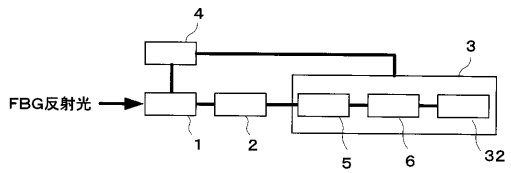
【図１０】本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の第６の実施の形態のブロック図。

【図１１】図１０のＦＢＧ反射光波長計測処理装置の作用を説明する図であって、（ａ）は図１０波長可変フィルタ部７の入力の波長と相対光強度の関係を表すグラフ、（ｂ）は図１０の時系列データ処理部１３の出力の相対光強度の時間変化を模式的に示すグラフ。

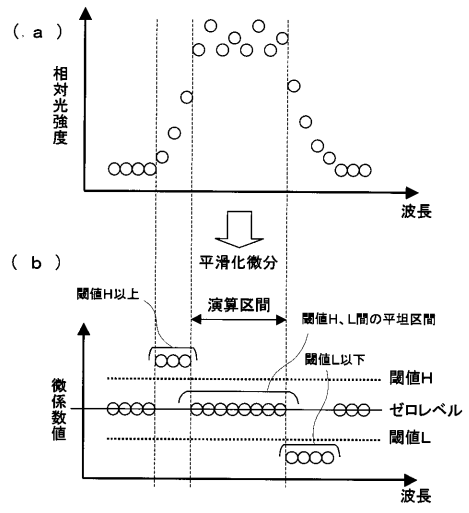
【図１２】本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の第７の実施の形態波長可変フィ

ルタ部７の入力の波長と相対光強度の関係を表すグラフ。
【図１３】第７の実施の形態における波長と相対減衰量の関係を模式的に示すグラフ。
【図１４】本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の第８の実施の形態のブロック図。
【図１５】図１４のＦＢＧ反射光波長計測処理装置におけるメモリ部１５に記憶される波長と光強度の相関関係を示すグラフ。
【図１６】本発明に係るＦＢＧ反射光波長計測処理装置の第１０の実施の形態の要部のブロック図。
【図１７】図１６のＦＢＧ反射光波長計測処理装置における光源の光強度に対する波長依存性と校正曲線を示すグラフ。
【図１８】従来のＦＢＧ反射光波長計測処理装置のブロック図。
【符号の説明】
【００４８】
１…狭帯域フィルタ部、２…光検出処理部、３…波長計算処理部、４…波長走査制御部、５…平滑化微分フィルタ部、６…演算区間設定部、７…波長可変フィルタ部、８…最大点探索部、９…データ抽出部、１０…第１の加重平均計算処理部、１１…演算区間設定部、１２…ゼロレベル点探索部、１３…時系列データ処理部、１４…振動量解析処理部、１５…メモリ部、１６…波長変換処理部、１７…補正計算処理部、１８…光源部、１９…光導波部、２０…光分岐部、２１…ＦＢＧ部、２２…波長計測部、３０…メモリ部、３２…加重平均計算処理部、３４…第２の加重平均計算処理部。

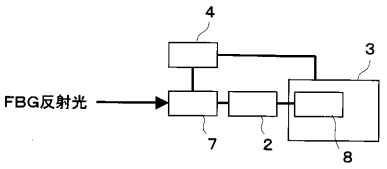
【図１】



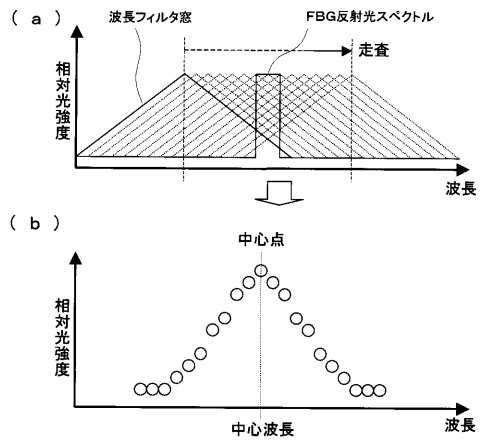
【図２】



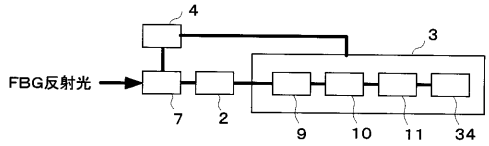
【図３】



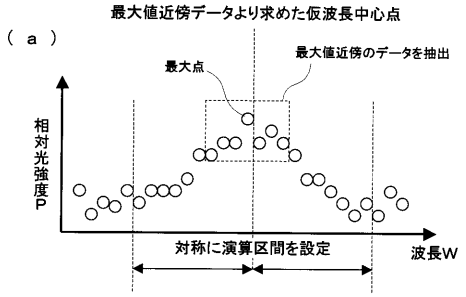
【図４】



【図５】



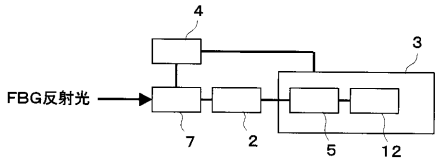
【図６】



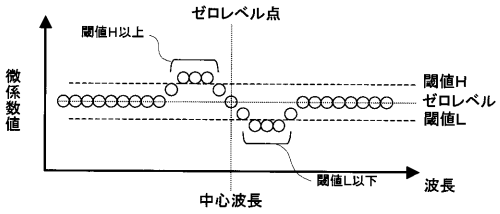
（ｂ）

$$波長中心=\frac{\sum_{i=1}^{i=n} Wi \cdot Pi}{\sum_{i=1}^{i=n} Pi}$$ ・・・・加重平均計算式

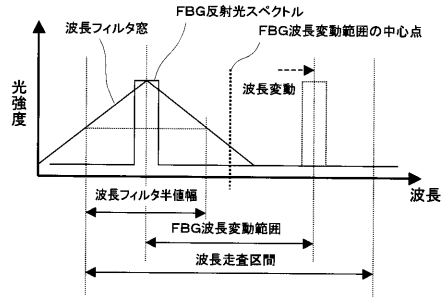
【図７】



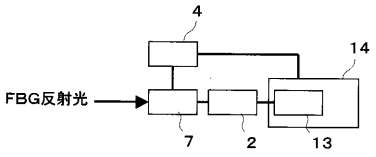
【図８】



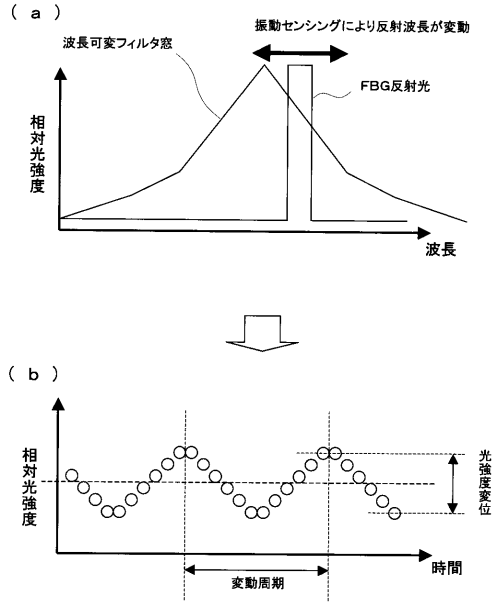
【図９】



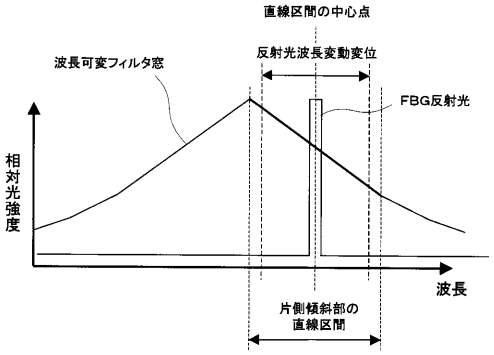
【図１０】



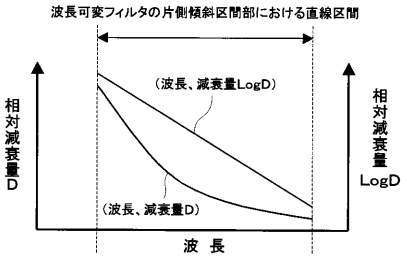
【図１１】



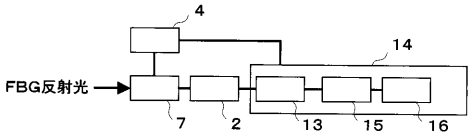
【図１２】



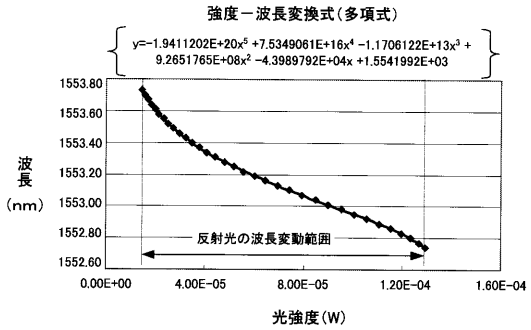
【図１３】



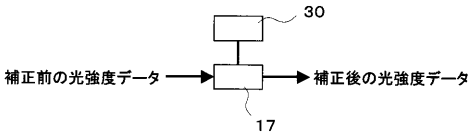
【図１４】



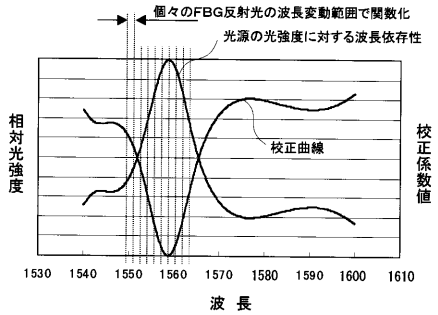
【図１５】



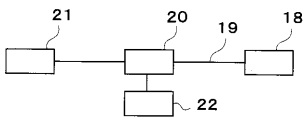
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(72)発明者　牧野　俊一郎
神奈川県川崎市川崎区浮島町２番１号　株式会社東芝浜川崎工場内
(72)発明者　新井　良一
神奈川県川崎市川崎区浮島町２番１号　株式会社東芝浜川崎工場内

Ｆターム(参考) 2F103 CA04 CA06 EC08 EC09 EC16
2G064 AB01 AB02 BA02 BC13 BC20 BC32 CC02 CC29