

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6278205号
(P6278205)

(45) 発行日 平成30年2月14日 (2018. 2. 14)

(24) 登録日 平成30年1月26日 (2018. 1. 26)

(51) Int. Cl.

G O 1 J 3/45 (2006.01)

F I

G O 1 J 3/45

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2015-15821 (P2015-15821)
(22) 出願日 平成27年1月29日 (2015. 1. 29)
(65) 公開番号 特開2016-142527 (P2016-142527A)
(43) 公開日 平成28年8月8日 (2016. 8. 8)
審査請求日 平成29年5月18日 (2017. 5. 18)

(73) 特許権者 000001993
株式会社島津製作所
京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地
(74) 代理人 110001069
特許業務法人京都国際特許事務所
(72) 発明者 横田 佳澄
京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会
社島津製作所内

審査官 塚本 丈二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フーリエ変換型分光光度計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多波長光源、ビームスプリッタ、移動鏡、該移動鏡を移動させるモータ、及び固定鏡を
備え、前記多波長光源から発せられる多波長光の干渉光である多波長光干渉光を生成する
主干渉計と、

単色光源、前記ビームスプリッタ、前記移動鏡、前記モータ、及び前記固定鏡を含み、
前記単色光源から発せられる単色光の干渉光である単色光干渉光を生成するコントロール
干渉計と

を具備するフーリエ変換型分光光度計において、

a) 前記移動鏡に取り付けられた、該移動鏡の移動速度を検出するためのセンサおよび前
記移動鏡の姿勢を検出するためのセンサを有する移動鏡速度姿勢検出部と、

b) 前記移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて前記固定鏡の姿勢を制御する固定鏡
姿勢制御手段と、

c) 前記移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて前記モータを制御して前記移動鏡の
移動速度を調整する移動鏡速度制御手段と、

を備えることを特徴とするフーリエ変換型分光光度計。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のフーリエ変換型分光光度計において、

さらに、前記固定鏡の姿勢を検出するセンサを有する固定鏡姿勢検出部を備え、

前記固定鏡姿勢制御手段が、前記固定鏡姿勢検出部および前記移動鏡速度姿勢検出部の

10

20

検出結果に基づいて前記固定鏡の姿勢を制御し、

前記移動鏡速度制御手段が、前記固定鏡姿勢検出部および前記移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて前記モータを制御して前記移動鏡の移動速度を調整することを特徴とするフーリエ変換型分光光度計。

【請求項 3】

前記単色光干渉光の検出器を備え、

前記固定鏡姿勢制御手段が、前記単色光干渉光の検出信号を参照して前記固定鏡の姿勢を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のフーリエ変換型分光光度計。

【請求項 4】

前記単色光干渉光の検出器を備え、

前記移動鏡速度制御手段が、前記単色光干渉光の検出信号を参照して前記モータを制御して前記移動鏡の移動速度を調整することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のフーリエ変換型分光光度計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フーリエ変換型分光光度計に関する。

【背景技術】

【0002】

フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) では、ビームスプリッタ、固定鏡、移動鏡などを含むマイケルソン型干渉計を代表とする干渉計により時間的に振幅が変化する赤外干渉光を生成し、該赤外干渉光を試料に照射してその透過光又は反射光をインターフェログラム (以下「IFG」と称す) として検出する。この透過又は反射 IFG をフーリエ変換処理することによって、横軸に波数 (又は波長)、縦軸に強度 (吸光度又は透過率など) をとったスペクトルを得る。そして、このスペクトルのピーク波長、ピーク強度等から試料の定性分析や定量分析が行われる。

【0003】

通常、FTIR における干渉計は、IFG を得るための主干渉計のほかに、IFG のデータサンプリング用の信号を生成するためのコントロール干渉計を備えている。コントロール干渉計は、単色光光源 (レーザ光源) と、主干渉計と共通のビームスプリッタ、固定鏡、移動鏡などを含み、干渉縞信号を得るためのレーザ干渉光を発生させる。このレーザ干渉光は、赤外干渉光の光路中に挿入されたミラーにより該光路から取り出されて光検出器に導入される。移動鏡が一定速度で移動するとレーザ干渉光の強度は一定周波数の正弦波、つまりレーザ光干渉縞信号として検出される。この干渉縞信号に基づいてデータサンプリング用のパルス信号が生成される。

【0004】

定性分析や定量分析を精度良く行うためには、正確で再現性の良いスペクトルデータを取得することが重要であり、そのためには移動鏡と固定鏡の位置関係、基準面に対する移動鏡及び固定鏡の位置や姿勢を一定に維持しつつ該移動鏡を一定速度で移動させる必要がある。そこで、従来の FTIR では、コントロール干渉計の光検出器で得られる信号を利用して、固定鏡の位置や姿勢 (傾き) を調整したり、移動鏡の姿勢や速度を制御したりしている。

【0005】

従来の FTIR では、固定鏡と移動鏡の相対的な位置関係を制御するために、ダイナミックアライメント方式と呼ばれる、コントロール干渉計におけるレーザ光の干渉状態を用いた固定鏡の傾きを調整する方法が用いられている (特許文献 1 等参照)。この方法では、コントロール干渉計においてレーザ干渉光を検出する光検出器として、互いに直交する 2 軸 (水平軸及び垂直軸) により受光面が 4 分割されたフォトダイオードが通常、用いられる。ここで、4 個の受光部のうち、ある 1 個の受光部を参照部 R、参照部 R に水平方向に隣接する受光部を水平部 H、参照部 R に垂直方向に隣接する受光部を垂直部 V とし、参

10

20

30

40

50

照部 R から得られる信号を参照信号 S_r 、水平部 H から得られる信号を水平信号 S_h 、垂直部 V から得られる信号を垂直信号 S_v とする。

【 0 0 0 6 】

レーザ干渉光の光束断面内で光路長に差がある場合、参照信号 S_r 、水平信号 S_h 及び垂直信号 S_v の間に位相差が生じる。そこで、移動鏡を駆動する際に、制御部は、参照信号 S_r と水平信号 S_h の間の位相差 (R_H) 及び参照信号 S_r と垂直信号 S_v の間の位相差 (R_V) がそれぞれ一定となるように、固定鏡に搭載された圧電素子に駆動電圧を印加し、固定鏡の傾きを補償する。これにより、移動鏡の鏡面と固定鏡の鏡面の位置関係が一定に維持される。

【 0 0 0 7 】

一方、移動鏡は、コントロール干渉計におけるレーザ干渉光を利用したフィードバック制御により一定速度で駆動される(特許文献 2 等参照)。すなわち、移動鏡を移動させる際に、制御部は、フォトダイオードの 4 個の受光部でそれぞれ得られた信号を加算し、その加算信号の周波数から移動鏡の移動速度 V_c を計算する。そして、この移動速度 V_c と予め決められている目標速度 V_0 の差、つまり速度誤差 ($V_c - V_0$) を求め、この速度誤差を、移動鏡を駆動するモータへの印加電圧にフィードバックする。これにより、移動鏡を高い精度で駆動することができる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開平 02-253103 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2009-139352 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

従来の F T I R では、コントロール干渉計の光検出器で得られる干渉縞信号は基準電位からプラス方向とマイナス方向の振幅を持つフリンジ信号として処理され、このフリンジ信号が、固定鏡の傾き制御及び移動鏡のフィードバック制御に用いられる。すなわち、フリンジ信号からなる参照信号 S_r 、水平信号 S_h 及び垂直信号 S_v の立ち上がりゼロクロス(基準電位から立ち上がる時点)のタイミングの違いから位相差 (R_H 及び R_V) を求めて固定鏡の傾きを制御する。また、フリンジ信号からなる加算信号の立ち上がりゼロクロスから次の立ち上がりゼロクロスまでの時間を計測することにより、レーザ 1 波長分に相当する光路長差の距離だけ移動鏡が移動したときの時間を求め、移動鏡の移動速度を求める。しかしながら、こうした構成では次のような問題がある。

【 0 0 1 0 】

F T I R の干渉計で使用される移動鏡の駆動装置の一つにボイスコイルと磁石からなるリニア駆動装置がある。このリニア駆動装置では、ボイスコイルに流れる電流と磁石が作る磁界による電磁力により、リニアガイドに沿って移動鏡が移動される。移動鏡の移動速度はボイスコイルに印加する電圧の大きさを変化させることによって調整される。

このような装置においては、経年劣化等により移動鏡とリニアガイドの間のクーロン摩擦(すべり摩擦)が大きくなり、その結果、移動鏡のうちリニアガイドと接触する部分がそれ以外の部分と異なる動きをしたり、移動鏡全体の移動に応答の遅れが生じたりすることがある。クーロン摩擦は予測したり検出したりすることができないため、フリンジ信号のゼロクロスタイミングで求めた位相差や移動速度だけでは、固定鏡の姿勢制御や移動鏡の移動制御が必ずしも最適に行われなくなり、これが測定自体の精度を低下させる一因となる。

【 0 0 1 1 】

特に、移動鏡を低速で移動させる場合は、問題が顕在化する。具体的には、ゼロクロスタイミングの発生間隔が長くなるため、ゼロクロスタイミングで設定した制御が継続して行われるだけであり、事実上の無制御時間が増加する。

10

20

30

40

50

また、固定鏡の姿勢を一定に維持することができても、移動鏡の姿勢が変化すると固定鏡と移動鏡の相対的な位置関係が変化する。しかしながら、従来は移動鏡の姿勢を直接検出することは行っていないため、上記のような場合に対応することができない。

【 0 0 1 2 】

本発明が解決しようとする課題は、固定鏡の姿勢制御や移動鏡の移動速度の制御を常に良好に行うことができ、且つ、固定鏡と移動鏡の相対的な位置関係を一定に維持することができるフーリエ変換型分光光度計を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

上記課題を解決するために成された本発明に係るフーリエ変換型分光光度計は、

多波長光源、ビームスプリッタ、移動鏡、該移動鏡を移動させるモータ、及び固定鏡を備え、前記多波長光源から発せられる多波長光の干渉光である多波長光干渉光を生成する主干渉計と、

単色光源、前記ビームスプリッタ、前記移動鏡、前記モータ、及び前記固定鏡を含み、前記単色光源から発せられる単色光の干渉光である単色光干渉光を生成するコントロール干渉計と

を具備するフーリエ変換型分光光度計において、

a)前記移動鏡に取り付けられた、該移動鏡の移動速度を検出するためのセンサおよび前記移動鏡の姿勢を検出するためのセンサを有する移動鏡速度姿勢検出部と、

b)前記移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて前記固定鏡の姿勢を制御する固定鏡姿勢制御手段と、

c)前記移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて前記モータを制御して前記移動鏡の移動速度を調整する移動鏡速度制御手段と、

を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

本発明に係るフーリエ変換型分光光度計では、さらに、前記固定鏡の姿勢を検出するセンサを有する固定鏡姿勢検出部を備え、

前記固定鏡姿勢制御手段が、前記固定鏡姿勢検出部および前記移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて前記固定鏡の姿勢を制御し、

前記移動鏡速度制御手段が、前記固定鏡姿勢検出部および前記移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて前記モータを制御して前記移動鏡の移動速度を調整するようにしても良い。

【 0 0 1 5 】

移動鏡速度姿勢検出部および固定鏡姿勢検出部は、3軸加速度センサ、角速度センサ、P S D (Position Sensitive Detector) センサ等のセンサと、センサの検出信号を処理する演算処理部から構成することができる。

移動鏡速度姿勢検出部が有する移動鏡の移動速度を検出するためのセンサおよび前記移動鏡の姿勢を検出するためのセンサは1個のセンサが兼用しても良く、それぞれ別のセンサとしても良い。センサは固定鏡や移動鏡に直接取り付けられていても良く、固定鏡や移動鏡と一体的に動く支持部等の部材に取り付けられていても良い。また、固定鏡の姿勢を検出するためのセンサは、固定鏡から離れた部位に設けられていても良い。演算処理部は固定鏡や移動鏡に設置されていても良く、フーリエ変換型分光光度計内の固定鏡や移動鏡とは別の箇所に設置されていても良い。また、フーリエ変換型分光光度計に有線または無線で接続されたパーソナルコンピュータ等を演算処理部として機能させても良い。固定鏡姿勢検出部の全体を固定鏡に取り付ける場合、あるいは移動鏡速度姿勢検出部の全体を移動鏡に取り付ける場合、センサと演算処理回路が1枚の基板上に集積されたM E M S (Micro Electro Mechanical Systems) を固定鏡姿勢検出部や移動鏡速度姿勢検出部として用いると良い。

【 0 0 1 6 】

フーリエ変換型分光光度計では、主干渉計で生成された多波長光干渉光を試料に照射し

10

20

30

40

50

てその透過光又は反射光を I F G として検出し、この透過又は反射 I F G をフーリエ変換処理することにより、スペクトルを得る。また、コントロール干渉光で生成される単色光干渉光の検出信号から、I F G のデータをサンプリングするための信号を得る。本発明では、単色光干渉光の検出信号とは別の固定鏡姿勢検出部や移動鏡速度姿勢検出部の検出信号から固定鏡の姿勢や移動鏡の姿勢及び移動速度を求めて、固定鏡の姿勢制御及び移動鏡の速度制御を行う。特に、固定鏡姿勢検出部および移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて固定鏡の姿勢を制御し、固定鏡姿勢検出部および移動鏡速度姿勢検出部の検出結果に基づいて移動鏡の移動速度を制御する構成では、固定鏡及び移動鏡の相対的な位置関係や姿勢、移動鏡の速度を精度良く制御することができる。

【0017】

10

この場合、固定鏡姿勢制御手段および移動鏡速度制御手段が、従来のフーリエ変換型分光光度計で固定鏡や移動鏡の相対的な位置関係の制御に用いられている前記単色干渉光の検出信号と、本発明の特徴的構成である移動鏡姿勢検出部や固定鏡姿勢検出部の検出信号を併用して固定鏡の姿勢および移動鏡の速度を制御するようにすると、制御の精度がより一層向上する。

【発明の効果】

【0018】

本発明のフーリエ変換型分光光度計によれば、ゼロクロスタイミングの制約を受けることなく任意のタイミングで固定鏡の姿勢、移動鏡の姿勢および移動速度を検出することができる。さらに、固定鏡の姿勢制御や移動鏡の速度制御を常に良好に行うことができるため、固定鏡と移動鏡の相対的な位置関係を一定に保つ、移動鏡の速度を一定に維持する、固定鏡との相対的な距離を維持した状態で移動鏡をステップスキャンする際の制御を安定させる、といったことが可能になる。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施例に係る F T I R の光学系の概略的構成図。

【図2】制御・処理系の要部のブロック図。

【図3】固定鏡と移動鏡センサの関係及び移動鏡と移動鏡センサの関係を示す図。

【図4】フリンジ信号とレーザ干渉光の検出信号及びセンサ信号から求めた位相差の関係を示す図。

30

【図5】本発明の第2実施例に係る F T I R の制御・処理系の要部のブロック図。

【図6】本発明の変形例に係る F T I R の制御・処理系の要部のブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の具体的な実施例について添付図面を参照して説明する。

図1は本発明の第1実施例に係る F T I R の光学系の概略構成図を示す。図1において、干渉計室1内には、赤外光源2、集光鏡3、コリメータ鏡4、ビームスプリッタ5、固定鏡部6、移動鏡部7から構成される主干渉計と、レーザ光源8、レーザ用ミラー9、ビームスプリッタ5、固定鏡部6、移動鏡部7から構成されるコントロール干渉計と、が配設されている。固定鏡部6は、固定鏡6aと該固定鏡6aを支持する支持台6bと該固定鏡6aに付設されている固定鏡6aの姿勢調整用の圧電素子6c(図2にのみ示す。)から構成されている。圧電素子6cは、固定鏡6aをZ軸を中心とする回転方向、及びY軸を中心とする回転方向に駆動することにより、該固定鏡6aのX軸に対する傾き(姿勢)を調整する。移動鏡部7は移動鏡7a、ボイスコイルと磁石から成るリニアモータ7b、及びリニアガイド7c(図3にのみ示す。)から構成されている。移動鏡7aは、ボイスコイルに電圧が印加されることにより発生する電磁力によってリニアガイド7cに沿って矢印M方向に往復移動する。

40

【0021】

主干渉計は干渉計室1の外部に設置された試料室13内の試料14のスペクトル測定を行うための赤外干渉光を発生させる。即ち、赤外光源2から出射された赤外光は、集光鏡

50

3、コリメータ鏡4を介してビームスプリッタ5に照射され、ビームスプリッタ5により固定鏡6 a及び移動鏡7 aの二方向に分割される。固定鏡6 a及び移動鏡7 aにてそれぞれ反射した光はビームスプリッタ5によって再び合一され、放物面鏡12へ向かう光路に送られる。測定時において、移動鏡7 aは矢印Mの方向に往復動しているため、合一された光は時間的に振幅が変化する干渉光となる。放物面鏡12にて集光された光は試料室13内に照射され、試料室13に配置された試料14を通過した光は楕円面鏡15により赤外光検出器16へ集光される。

【0022】

一方、コントロール干渉計は干渉縞信号を得るためのレーザ干渉光を発生させる。即ち、レーザ光源8から出射された光はレーザ用ミラー9を介してビームスプリッタ5に照射され、赤外光と同様に干渉光となって放物面鏡12の方向へ送られる。このレーザ干渉光は非常に小さな径の光束となって進行し、光路中に挿入されているレーザ用ミラー10により反射されてレーザ検出器11に導入される。レーザ検出器11は受光面が互いに直交する二軸により4つに分割された4分割フォトダイオードであり、4つの受光部で得られた信号が並列に出力される。図示しない信号生成回路では、レーザ検出器11の受光信号、つまりレーザ干渉光信号G2から、赤外干渉光に対する受光信号G1をサンプリングするためのパルス信号が生成される。

【0023】

レーザ干渉光信号G2は、データサンプリング以外に、ダイナミックアライメント方式による固定鏡6 aの姿勢制御、及びモニタリングした移動速度に基づくフィードバック制御による移動鏡7 aの速度制御、に利用される。

【0024】

すなわち、図2に示すように、レーザ検出器11において4つの受光部でそれぞれ得られた信号G2は演算処理部20に入力され、演算処理部20は上述したように、4つの受光部のうちの或る1つの受光部から得られる参照信号 S_r 、該受光部に対し水平方向及び垂直方向にそれぞれ隣接する受光部から得られる水平信号 S_h 及び垂直信号 S_v について、参照信号 S_r と水平信号 S_h の間の位相差(R_H)、及び参照信号 S_r と垂直信号 S_v の間の位相差(R_V)に相当する信号をそれぞれ求める。固定鏡姿勢制御部21は2つの位相差 R_H 、 R_V がそれぞれ制御量設定部26から与えられる位相差の目標値に一致するような制御信号を生成する。そして、駆動部22を介して圧電素子6cを駆動することにより、固定鏡6 aの姿勢を調整する。

【0025】

一方、レーザ検出器11において4つの受光部でそれぞれ得られた信号G2は演算処理部23にも入力され、演算処理部23は4つの受光部から得られる信号を全て加算して、干渉縞信号を求める。移動鏡速度制御部24は干渉縞信号の周波数(周期)から移動鏡7 aの移動速度 V_c を計算する。そして、この移動速度 V_c と予め決められている速度の目標値 V_0 との差、つまり速度誤差を求め、この速度誤差に対し制御量設定部26から与えられる干渉計制御量で決まる伝達関数を適用してフィードバック制御量を計算する。そして、駆動部25を介してリニアモータ7bを駆動することにより、移動鏡7 aの移動速度を一定に維持する。

【0026】

固定鏡6 aの姿勢を適切に保つため、及び、移動鏡7 aの移動速度を正確に一定に維持するためには、位相差 R_H 、 R_V が固定鏡6 aの実際の傾きを反映していることが重要である。同様に、移動速度 V_c が移動鏡7 aの実際の移動速度を反映していることが重要である。本実施例のFTIRでは、固定鏡6 a及び移動鏡7 aに、固定鏡6 aの姿勢や移動鏡7 aの移動速度をリアルタイムで検出するためのセンサを取付け、これらセンサの検出信号が演算処理部20及び演算処理部23にそれぞれ入力されるようになっている。

【0027】

すなわち、図3に示すように、固定鏡6 aの側面には該固定鏡6 aの傾きを検出するための固定鏡センサ31が取り付けられている。また、移動鏡7 aの側面には該移動鏡7 a

10

20

30

40

50

の傾きと該移動鏡 7 a の移動速度を検出するための移動鏡センサ 3 2 が搭載されている。固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 には、例えば 3 軸加速度センサが用いられる。3 軸加速度センサは、X Y Z 軸の 3 方向の加速度を 1 個のデバイスで測定することができるため、角度情報、すなわち固定鏡 6 a の姿勢、移動鏡 7 a の姿勢に関する情報を直接得ることができる。

【0028】

なお、固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 には、上記 3 軸加速度センサの他、角速度センサ、PSD センサ等を用いることができる。また、固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 は 1 個のセンサに限らず複数のセンサから構成することも可能である。固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 を複数のセンサから構成する場合、これら複数のセンサを異なる部位に設置すれば、検出精度を向上することができる。また、固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 を複数のセンサから構成する場合、全て同じ種類のセンサから構成しても良く、異なる種類のセンサを組み合わせても良い。また、固定鏡センサ 3 1 と移動鏡センサ 3 2 は同じ種類のセンサでも良く、異なる種類のセンサでも良い。

【0029】

固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 からの信号は常時、演算処理部 2 0 及び 2 3 に入力される。固定鏡センサ 3 1 からの信号を受けた演算処理部 2 0 は、この信号を処理して位相差 (RH)、位相差 (RV) に相当する信号 (RH' 、 RV') を求める。そして、これらの信号が、レーザ検出器 1 1 の 4 つの受光部で得られた信号から求めた位相差と異なる場合は、固定鏡姿勢制御部 2 1 は、新たに求めた 2 つの位相差 RH' 、 RV' がそれぞれ制御量設定部 2 6 から与えられる位相差の目標値に一致するような制御信号を生成する。

【0030】

同様に、移動鏡センサ 3 2 からの信号を受けた演算処理部 2 3 は、この信号を処理して移動鏡の移動速度 Vc' を求める。そして、この移動速度が、レーザ検出器 1 1 の 4 つの受光部で得られた信号から求めた移動速度 Vc と異なる場合は、移動鏡速度制御部 2 4 は、移動速度 Vc' と目標値 $V0$ との差を求め、この速度誤差に対して制御量設定部 2 6 から与えられる干渉計制御量で決まる伝達関数を適用してフィードバック制御量を計算する。

【0031】

例えば図 4 の (a) はフリンジ信号から直流成分を除去したものの、(b) はダイナミックアライメント方式により決定される位相差を表す信号、(c) は固定鏡センサ 3 1 により求められる固定鏡 6 a の傾きを表す信号、あるいは移動鏡センサ 3 2 により求められる移動鏡 7 a の傾きを表す信号、をそれぞれ示している。図 4 (a) において、矢印はフリンジ信号のゼロクロスタイミングを示す。なお、ここでは立ち下がりゼロクロスタイミングを採用したが、立ち上がりゼロクロスタイミングでも良い。また、立ち上がりと立ち下がりの両方のゼロクロスタイミングを使用しても良い。

【0032】

従来のダイナミックアライメント方式では、レーザ検出器 1 1 の 4 つの受光部でそれぞれ得られた信号は演算処理部 2 0、2 3 に入力される。演算処理部 2 0、2 3 はこれらの信号を処理してフリンジ信号を求め、該フリンジ信号のゼロクロスタイミングから位相差を求め、この位相差から固定鏡 6 a の傾きや移動鏡 7 a の移動速度を求める。位相差から求められる固定鏡 6 a の制御信号や移動鏡 7 a のフィードバック制御量は次のゼロクロスタイミングまで保持される (図 4 ((b)))。

【0033】

一方、固定鏡センサ 3 1 および移動鏡センサ 3 2 の検出信号はいずれも演算処理部 2 0、2 3 に入力され、演算処理部 2 0、2 3 は、これら信号を、ゼロクロスタイミングとは無関係に連続的に処理し、固定鏡 6 a の姿勢や移動鏡 7 a の姿勢および移動速度を求める (図 4 (c))。従って、本実施例の FTIR では、ゼロクロスタイミングに限らずいつの時点でも、最適な制御量に基づいて固定鏡 6 a の姿勢制御や移動鏡 7 a の速度一定制御

が行われ、正確で再現性の良いスペクトルデータを取得することができる。特に、本実施例では、固定鏡センサ 3 1 の信号および移動鏡センサ 3 2 の信号の両方を用いて固定鏡 a の姿勢制御を行うため、固定鏡 6 a と移動鏡 7 a の相対的な位置関係を一定に維持することができる。同様に、固定鏡センサ 3 1 の信号および移動鏡センサ 3 2 の信号の両方を用いて移動鏡 7 a の速度制御を行うため、移動鏡 7 a の速度制御の精度が向上する。

【 0 0 3 4 】

なお、上記した実施例では、通常はレーザ検出器 1 1 の 4 つの受光部で得られた信号から求めた位相差を用いて固定鏡 6 a の姿勢を制御し、固定鏡センサ 3 1 の信号から求めた位相差が、レーザ検出器 1 1 の 4 つの受光部で得られた信号から求めた位相差と異なる場合に、固定鏡センサ 3 1 の信号から求めた位相差を用いるようにしたが、処理の順序は逆でも良い。すなわち、通常は固定鏡センサ 3 1 の信号から求めた位相差に基づき固定鏡 3 1 の姿勢を制御し、ゼロクロスタイミングにおいてレーザ検出器 1 1 の 4 つの受光部で得られた信号から求めた位相差が固定鏡センサ 3 1 の信号から求めた位相差と異なる場合は、レーザ検出器 1 1 の 4 つの受光部で得られた信号から求めた位相差を用いて制御量を補正するようにしても良い。移動鏡 7 a の移動制御についても同様である。

【 0 0 3 5 】

また、上記した実施例では、レーザ検出器 1 1 からの信号と固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 からの信号の両方を用いて、固定鏡 6 a の姿勢制御及び移動鏡 7 a の移動制御を行ったが、レーザ検出器 1 1 からの信号はデータサンプリング用の信号（干渉縞信号）として用い、固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 からの信号だけを固定鏡 6 a の姿勢制御用の信号及び移動鏡 7 a の速度制御用の信号として用いてもよい。この実施例の制御・処理系の要部の構成図を図 5 に示す。

【 0 0 3 6 】

さらに、常にレーザ検出器 1 1 からの信号と固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 からの信号の両方を用いて固定鏡 6 a の姿勢制御及び移動鏡 7 a の移動制御を行うのではなく、移動鏡 7 a の位置や速度など、移動鏡の状態に応じて、レーザ検出器 1 1 からの信号 G 2、固定鏡センサ 3 1 及び移動鏡センサ 3 2 からの信号の重み付けを変更しても良い。また、ユーザが重み付けを自由に設定できるようにしても良い。

この場合、図 6 に示すように、演算処理部 2 0 および演算処理部 2 3 に代えて 1 個の演算処理部 4 0 を設け、この演算処理部 4 0 に固定鏡センサ 3 1 および移動鏡センサ 3 2 からの信号、並びにレーザ検出器からの信号 G 2 が入力され、前記演算処理部 4 0 が各信号の重み付けに応じた制御量を演算して固定鏡姿勢制御部 2 1 および移動鏡速度制御部 2 4 に出力するように構成すると良い。

【 0 0 3 7 】

さらに、本発明はフーリエ変換型赤外分光光度計に限らず、多波長光として可視光や紫外光を用いたフーリエ変換型可視・紫外分光光度計にも適用可能である。

【 符号の説明 】

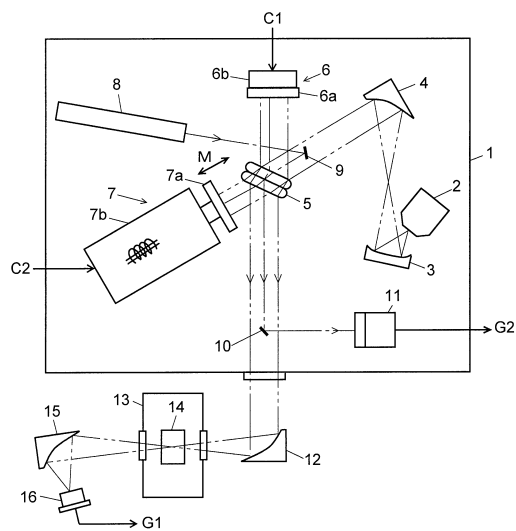
【 0 0 3 8 】

- 2 ... 赤外光源
- 3 ... 集光鏡
- 4 ... コリメータ鏡
- 5 ... ビームスプリッタ
- 6 ... 固定鏡部
 - 6 a ... 固定鏡
 - 6 b ... 支持台
 - 6 c ... 圧電素子
- 7 ... 移動鏡部
 - 7 a ... 移動鏡
 - 7 b ... リニアモータ
 - 7 c ... リニアガイド

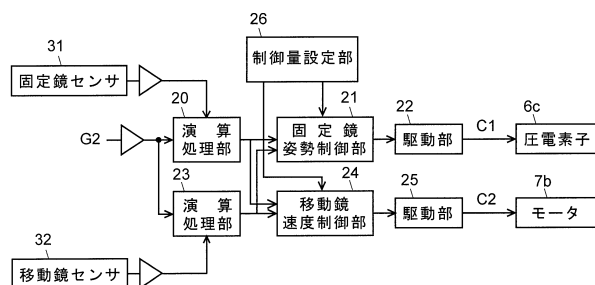
- 8 ... レーザ光源
- 9、10 ... レーザ用ミラー
- 11 ... レーザ検出器
- 12 ... 放物面鏡
- 13 ... 試料室
- 14 ... 試料
- 15 ... 楕円面鏡
- 16 ... 赤外光検出器
- 20、23、40 ... 演算処理部
- 21 ... 固定鏡姿勢制御部
- 22、25 ... 駆動部
- 24 ... 移動鏡速度制御部
- 26 ... 制御量設定部
- 31 ... 固定鏡センサ
- 32 ... 移動鏡センサ

10

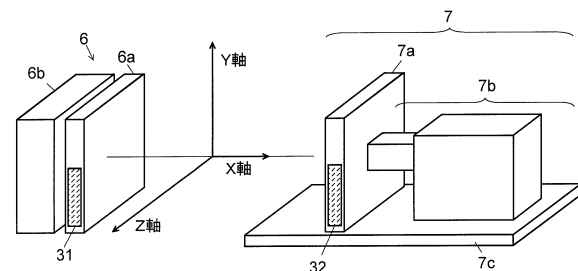
【図1】



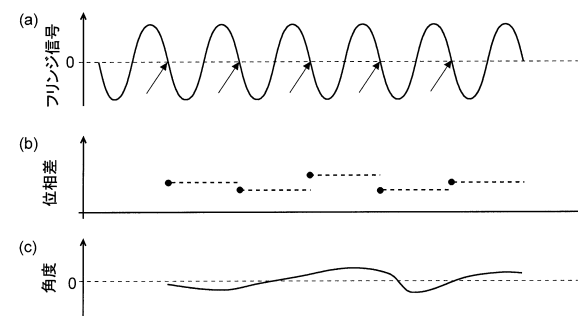
【図2】



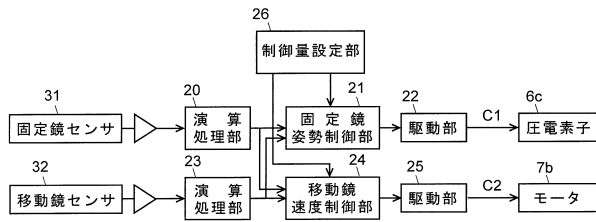
【図3】



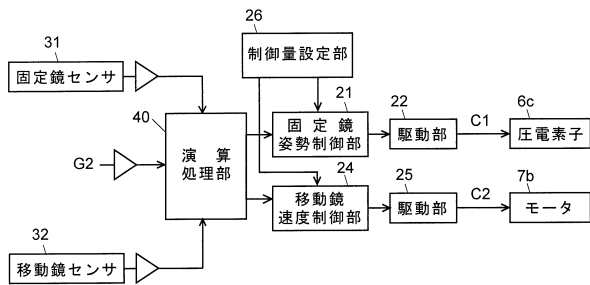
【図4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2014/132379(WO, A1)

特開昭61-234318(JP, A)

特開昭63-203917(JP, A)

特開昭63-168522(JP, A)

特開2014-181987(JP, A)

特開2012-007964(JP, A)

特開2007-065397(JP, A)

特開2011-158808(JP, A)

特開平02-253103(JP, A)

特開2009-139352(JP, A)

米国特許出願公開第2012/0120404(US, A1)

米国特許出願公開第2006/0060759(US, A1)

特開昭63-168502(JP, A)

特開2012-027446(JP, A)

特開2003-057570(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J 3/00 - 3/52

G01J 9/02

G01B 9/02