

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3783400号
(P3783400)

(45) 発行日 平成18年6月7日(2006.6.7)

(24) 登録日 平成18年3月24日(2006.3.24)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 J 3/18 (2006.01) GO 1 J 3/18
GO 1 J 3/06 (2006.01) GO 1 J 3/06

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平10-124167	(73) 特許権者	000001993
(22) 出願日	平成10年4月17日(1998.4.17)		株式会社島津製作所
(65) 公開番号	特開平11-304587		京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(43) 公開日	平成11年11月5日(1999.11.5)	(74) 代理人	100098671
審査請求日	平成16年9月7日(2004.9.7)		弁理士 喜多 俊文
前置審査		(74) 代理人	100102037
			弁理士 江口 裕之
		(72) 発明者	吉川 治
			京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会
			社島津製作所 三条工場内
		審査官	▲高▼場 正光
		(56) 参考文献	特開平02-183124(JP, A)
			特開平07-043670(JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】モノクロメータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定波長の単色光を取り出すためのモノクロメータにおいて、

- a) 軸を中心に回転自在に設けられたアームと、
- b) 前記アームの軸上に取り付けられた回折格子と、
- c) 前記アームの軸から離れた位置に、前記アームの一部として形成される可動部を有し、前記アームを所定角度範囲内で回転するリニアモータと、
- d) 前記アームの回転軌跡上での位置を検出する位置検出手段と、
- e) 前記位置検出手段による検出信号に基づいて前記リニアモータを駆動する制御手段と、を備えることを特徴とするモノクロメータ。

【請求項2】

前記位置検出手段が、前記リニアモータよりも軸から離れた位置に設けられていることを特徴とする請求項1に記載のモノクロメータ。

【請求項3】

前記位置検出手段が、前記アームの軸とは反対側の端部に設けられていることを特徴とする請求項1に記載のモノクロメータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、分光光度計等に用いられるモノクロメータに関する。

10

20

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

モノクロメータは、分光光度計等において所定波長の単色光を得るために用いられる。一般的に、モノクロメータは、回折格子と、入射光に対して該回折格子の角度を変えるための駆動機構等から構成されており、該駆動機構により回折格子を回転させることにより波長走査が行えるようになっている。この波長走査範囲は分光光度計の種類や測定目的等に応じてほぼ任意に決めることができるが（例えば、可視紫外光分光分析では190～1100nm、近赤外分光分析では700～1500nmや1000～2500nm）、いずれの場合でも回折格子の回動範囲は20～30°程度に設定されている。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

従来、回折格子の回転駆動機構としては、サインバー機構による直線運動から回転運動への変換によるもの、ステッピングモータと減速ギア機構とを組み合わせた開ループ制御によるもの、或いは、DCサーボモータを用いた閉ループ制御によるもの、などが実用に供されている。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、前の2つの方法では波長走査に時間を要し、1回の走査に数十秒かかることもある。また、回折格子の角度位置を認識していないので、例えば、駆動機構の経時劣化等によって制御指示量とそれに対して実際に得られる回転角度とが変わってしまうと、波長ずれ（所望波長と実際に取り出される単色光の波長との差異）が発生するという問題もある。

【 0 0 0 5 】

一方、DCサーボモータを用いた方法では、高速な波長走査が可能であって、回折格子の角度位置を認識しているため上記波長ずれが生じる恐れはないが、一般に入手し得るこの種のモータは連続回転における使用を前提としているため、1回転期間（360°）のうちのごく一部の回転角度（20～30°）の範囲での回動（特に往復方向の回動）に適したものではない。そのため、該回転角度範囲内での走査速度の安定性に乏しく、例えば一定の時間間隔で波長サンプリングを行う場合、その波長間隔の正確性や再現性に乏しいという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような点に鑑みて成されたものであり、その目的とするところは、高速の波長走査が行えるとともに、走査速度の安定性が高いモノクロメータを提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために成された本発明は、所定波長の単色光を取り出すためのモノクロメータにおいて、a)軸を中心に回転自在に設けられたアームと、b)前記アームの軸上に取り付けられた回折格子と、c)前記アームの軸から離れた位置に、前記アームの一部として形成される可動部を有し、前記アームを所定角度範囲内で回動するリニアモータと、d)前記アームの回転軌跡上での位置を検出する位置検出手段と、e)前記位置検出手段による検出信号に基づいて前記リニアモータを駆動する制御手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

前記リニアモータとしては、例えば、円弧上での往復運動を行う変形ボイスコイル型リニアモータを用いることができる。また、位置検出手段としては、例えば、ロータリエンコーダを用いることができる。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

本発明に係るモノクロメータでは、波長走査に際し、制御手段は位置検出手段により支持部材の角度位置を認識し、例えば、所定の角度回転する間の時間が或る所定値になるよう

10

20

30

40

50

にリニアモータへの駆動電圧又は駆動電流を制御する。リニアモータは所定の移動範囲において、駆動電圧又は駆動電流に対して極めて追従性が高く、しかも速度の均一性が高い。したがって、上述の制御により、支持部材及びその軸上又はその近傍に固定された回折格子は、回転角速度を一定に保って安定的に且つ速い速度で回転し、或る方向から該回折格子に入射する光に対して波長が連続的に変化する単色光が得られる。

【0010】

更に、本発明に係るモノクロメータを利用した分光光度計では、上記回折格子から取り出した単色光を試料に透過又は反射させた光、或いは、試料に透過又は反射させた光を上記回折格子に入射して該回折格子から取り出した単色光を検出する光検出手段において検出信号を採取するタイミングを、上記位置検出手段の検出信号に基づいて決定する構成とすることがより好ましい。これによれば、回折格子が入射光に対して所定角度になったときに検出信号を採取することができるので、波長ずれの少ない信号を得ることができる。

10

【0011】

【発明の効果】

本発明に係るモノクロメータでは、リニアモータを回折格子の回転駆動源とするとともに、絶対位置を検出する位置検出手段により得た実際の回折格子の位置情報をフィードバックして該リニアモータを制御しているので、高速に且つ安定的に回折格子が回転する。これにより、波長走査に要する時間を極めて短縮することができるとともに、例えば一定時間間隔で波長サンプリングを行う場合でも、正確な波長ステップで分光測定を行うことができる。

20

【0012】

【実施例】

以下、本発明に係るモノクロメータの一実施例を図1～図3を参照して説明する。図1は本実施例のモノクロメータの機構部の外観図であって(a)は上面平面図、(b)はC-C'線断面図、図2は本実施例のモノクロメータの全体構成図、図3はロータリエンコーダの出力信号を示す波形図である。

【0013】

まず、図1により、このモノクロメータの機構部の構成を説明する。上面平面形状が略T字形のアーム1は、台座2に略垂直に立設された回転軸3に回転自在に取り付けられており、回転軸3の周囲に設けられた予圧ベアリング4で支持されることにより、スムーズにしかも安定に水平状態を維持したまま回転するようになっている。回転軸3から近い側のアーム1端部上面には回折格子支持台5が固定されており、該支持台5には回折格子6が着脱自在に取り付けられている。このとき、回折格子6はちょうど回転軸3上に位置しているので、アーム1が回転したとき回折格子6は入射光に対する方向を変える。

30

【0014】

一方、回転軸3から遠い側のアーム1端部の両腕部1aは、台座2側に固定された部材によって上下方向から所定の隙間をもって挟まれており、この両者でロータリエンコーダ7を構成している(以下、アーム1側を「エンコーダ回転部71」、台座2側を「エンコーダ固定部72」と称する)。また、その近傍には、ロータリエンコーダ7の回転原点を決めるための原点位置検出器8が台座2側に設けられている。ロータリエンコーダ7は光学式又は磁気式のいずれを用いてもよく、例えば光学式の場合には、エンコーダ回転部71は、アーム1の両腕部1aの外周縁端に所定角度間隔でスリットが形成されたものであって、一方エンコーダ固定部72は、該回転部71を挟んでそれぞれ上下に配設された発光ダイオードとホトトランジスタとを含んで構成することができる。

40

【0015】

すなわち、このロータリエンコーダ7は、アーム1が回転可能な角度範囲において、原点位置検出器8の取付位置により決まる原点位置からの回転角度を検出する絶対位置捕捉型のロータリエンコーダである。また、当該モノクロメータに必要な波長分解能に対応する回折格子6の法線方向の角度差よりも大きな角度分解能を有しており、これは例えば上記光学式においては、隣接スリットの間隔を上記角度差よりも小さくすることにより具現

50

化できる。

【 0 0 1 6 】

該ロータリエンコーダ 7 は、アーム 1 が回転するとき、図 3 に示すような位相の相違する 2 種類のパルス信号列 A、B を出力する。図 1 において例えばアーム 1 を上方向に回転すると、図 3 に示す信号列 A、B が左方向から右方向に進むように信号が出力される。したがって、このときには信号列 A の立上りの直後に信号列 B の立上りが出現する。逆に、アーム 1 を下方向に回転すると、図 3 に示す信号列 A、B が右方向から左方向に進むように信号が出力される。したがって、このときには信号列 B の立上りの直後に信号列 A の立上りが出現する。すなわち、両信号列 A、B の位相を調べることにより、回転方向の識別も可能である。

10

【 0 0 1 7 】

回転軸 3 と両腕部 1 a との間のアーム 1 下面には、L 字形状に突出して変形ボイスコイル型リニアモータ 9 の可動部 9 1 が固着されており、該可動部 9 1 は台座 2 側に固定された固定部 9 2 内側に挿入されている。該可動部 9 1 は磁力により固定部 9 2 内側で浮上して、後記波長走査に必要なだけ回折格子 6 の法線方向を変えることができるような角度範囲でもって回転往復運動を行い得るように設計されている。このようなリニアモータ 9 は、駆動電圧（又は駆動電流）に対する動作の応答性が極めてよく、しかもその移動が円滑に行われる。

【 0 0 1 8 】

次に、図 2 により、本実施例のモノクロメータの波長走査時の制御動作を説明する。上記ロータリエンコーダ 7 からの 2 系統の信号列と原点位置検出器 8 からの信号とは、CPU、RAM、ROM 等を備えたマイクロコンピュータ（以下「マイコン」と略す）10 に入力される。マイコン 10 は所定のアルゴリズムに従って後述の処理を実行し、モータ用制御データを出力する。この制御データは D/A 変換器 11 でアナログ信号に変換され、ドライブ用のパワーアンプ 12 により増幅された後にリニアモータ 9 に与えられる。これにより、リニアモータ 9 はアーム 1 を回転させる。それに応じてロータリエンコーダ 7 より出力信号が得られるから、これを受けてマイコン 10 はモータ用制御データを修正する。このような閉ループ制御により、リニアモータ 9 は駆動される。

20

【 0 0 1 9 】

また、マイコン 10 はロータリエンコーダ 7 からの出力信号に基づいて、所定の回転角度に達したとき又は所定の回転角度毎に波長サンプリング指示信号を出力する。該信号は、当該モノクロメータを利用した分光光度計において、回折格子 6 により取り出した単色光を試料に照射し、その反射光や透過光を測定光として検出する光検出器 20 の信号の取り込みのタイミングを決めるために用いられる。なお、光検出器 20 及びデータ処理部 21 はモノクロメータに含まれるものではないが、理解を容易にするために図 2 中に記載している。

30

【 0 0 2 0 】

例えば、上記構成において波長走査を行う場合、具体的に次のような処理を行う。波長走査範囲の最短波長 1 及び最長波長 2 が設定されると、まず、マイコン 10 は原点位置検出器 8 から検出信号が得られる位置にアーム 1 がくるようにリニアモータ 9 を制御する。なお、分析の開始時には常にアーム 1 がこの原点位置にくるようにしておいてもよい。次に、アーム 1 が原点位置に在るときに回折格子 6 から取り出される単色光の波長は、回折格子 6 の種類（ブレイズ角等）や原点位置検出器 8 の取付位置等に応じて予めわかっているから、該原点位置からアーム 1 を移動させたときにロータリエンコーダ 7 から出力される信号列 A 又は B のパルス数を計数しつつ、アーム 1 を上記最短波長 1 又は最長波長 2 に対応する角度位置まで移動させて待機する。

40

【 0 0 2 1 】

波長走査の開始後、マイコン 10 はロータリエンコーダ 7 から入力されるパルス信号（信号列）の周期と予め設定されている基準周期とを比較し、両者の差を誤差信号として取得する。そして、この誤差信号がゼロになるように、又は誤差信号が或る一定値になるよう

50

にモータ用制御データを修正する。その結果、リニアモータ 9 に印加される駆動電圧が変化し、アーム 1 の回転角速度はほぼ一定に維持される。具体的には、例えば、速度が遅い場合にはロータリエンコーダ 7 から入力されるパルス信号の周期が長くなるから、誤差信号が大きくなる。そこで、駆動電圧を上昇させるように制御データが修正され、アーム 1 の角速度は上昇する。

【0022】

また、マイコン 10 は入力されたパルス数によりその時点での回転角度を認識することができ、この回転角度により原点位置に対応する波長からの離間量が認識できる。そこで、設定された波長ステップに対応するパルス数を計数する毎に、マイコン 10 は波長サンプリング指示信号をデータ処理部 21 に送出する。すると、データ処理部 21 は、その時点で光検出器 20 にて得られている受光信号を該時点での波長に対応するデータとして取り込み、メモリに格納する。

10

【0023】

このようにしてアーム 1 つまり回折格子 6 を回転させながら各波長に対応するデータを順次取得してゆき、始めに最短波長 1 に対応する回転位置に待機していた場合には最長波長 2 に対応する回転位置に達したとき、始めに最長波長 2 に対応する回転位置に待機していた場合には最短波長 1 に対応する回転位置に達したときに、リニアモータ 9 の駆動を停止する。また、往復方向（短波長 長波長と長波長 短波長の両方）に波長走査を行う場合には、更にリニアモータ 9 に与える駆動電圧の極性を反転させて、逆方向に波長サンプリングを行う。

20

【0024】

また、上記実施例において、ロータリエンコーダ 7 からのパルス信号（信号列）の周期と基準周期とを比較する代わりに、2 系統の信号列 A、B の位相差を時間として算出し、これを基準位相差時間と比較する構成としてもよい。

なお、上記実施例は一例であって、本発明の趣旨の範囲で適宜変形や修正を行なえることは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例によるモノクロメータの機構部の外観図であって（a）は上面平面図、（b）は C - C' 線断面図。

【図 2】 本実施例のモノクロメータの全体構成図。

30

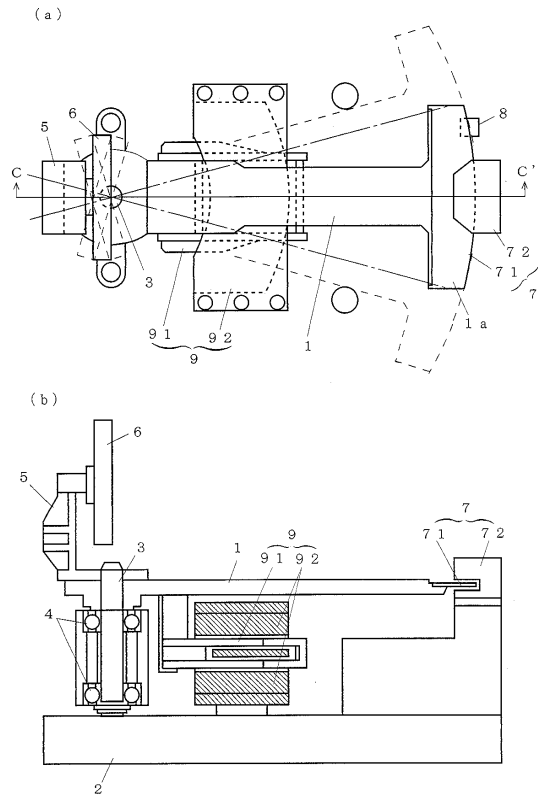
【図 3】 ロータリエンコーダの出力信号を示す波形図。

【符号の説明】

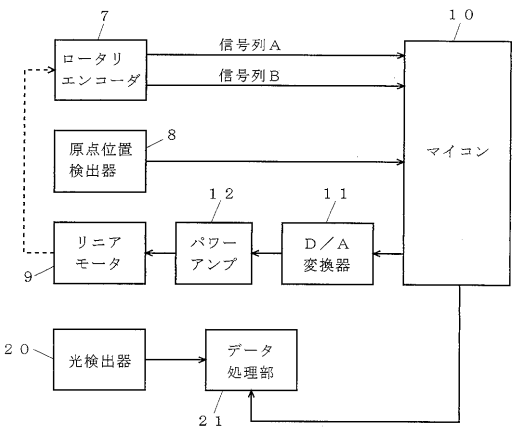
- | | |
|------------------|------------------|
| 1 ... アーム | 2 ... 台座 |
| 3 ... 回転軸 | 4 ... 予圧ベアリング |
| 5 ... 回折格子支持台 | 6 ... 回折格子 |
| 7 ... ロータリエンコーダ | |
| 7 1 ... エンコーダ回転部 | 7 2 ... エンコーダ固定部 |
| 8 ... 原点位置検出器 | |
| 9 ... リニアモータ | |
| 9 1 ... 可動部 | 9 2 ... 固定部 |
| 10 ... マイコン | 11 ... D / A 変換器 |
| 12 ... パワーアンプ | |

40

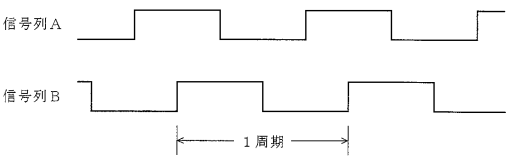
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G01J3/00-3/52