(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6161968号
(P6161968)

(45)発行日　平成29年7月12日(2017.7.12)　(24)登録日　平成29年6月23日(2017.6.23)

(51)Int.Cl.		F I		
G01J 3/04	(2006.01)	G01J	3/04	
G01J 3/42	(2006.01)	G01J	3/42	Z
G01N 21/27	(2006.01)	G01N	21/27	Z

請求項の数 5　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2013-125474(P2013-125474)
(22)出願日　平成25年6月14日(2013.6.14)
(65)公開番号　特開2015-1424(P2015-1424A)
(43)公開日　平成27年1月5日(2015.1.5)
審査請求日　平成27年12月7日(2015.12.7)

(73)特許権者　501387839
株式会社日立ハイテクノロジーズ
東京都港区西新橋一丁目２４番１４号
(74)代理人　110001829
特許業務法人開知国際特許事務所
(74)代理人　100077816
弁理士　春日　譲
(74)代理人　100156524
弁理士　猪野木　雄一
(72)発明者　笹野　直貴
茨城県ひたちなか市大字市毛８８２番地
株式会社日立ハイテクノロジーズ　那珂事業所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】分光光度計

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の波長成分を含む光を発生させる光源と、
前記光源から入射した入射光を波長毎の単色光に分光し、選択された波長の単色光を出射する分光器と、
前記分光器から出射された出射光を参照試料に照射する第１測定光と測定試料に照射する第２測定光とに分割する光分割器と、
前記参照試料を透過した第１透過光と前記測定試料を透過した第２透過光とを検出する光検出器と
を備えた二光束分光光度計において、
前記入射光の光路上に設けられ、駆動変位に応じて連続的にスリット幅が拡大または縮小するように形成された入射スリットを有する入射側スリット板と、
前記出射光の光路上に設けられ、前記入射スリットと同様に形成された出射スリットを有する出射側スリット板と、
入射側スリット板と出射側スリット板とを同一方向に連動させて駆動するスリット駆動部と、
前記第１透過光と前記第２透過光のうち光量の大きい方を基準透過光とし、この基準透過光の光量が所定の範囲に収まるように、前記スリット駆動部による前記入射側スリット板および前記出射側スリット板の駆動変位を決定するスリット制御部と
を備え、

前記スリット駆動部はステップモータで構成され、
前記スリット制御部は、
前記単色光の波長毎に予め求められた、前記単色光の波長と前記基準透過光の光量が前記所定の範囲に収まる前記入射側スリット板および前記出射側スリット板の駆動変位に対応する所定のステップ数との対応情報を保有しており、前記選択された波長に対応する前記所定のステップ数を基点として、前記基準透過光の光量と前記所定の範囲との大小関係に応じてステップ数を増減させることにより、前記入射側スリット板および前記出射側スリット板の駆動変位を決定することを特徴とする二光束分光光度計。
【請求項２】
請求項１記載の二光束分光光度計において、
前記スリット制御部は、
前記第１透過光の光量および前記第２透過光の光量を測定し、測定した第１透過光と第２透過光のうち光量の大きい方を基準透過光とし、
前記基準透過光の光量が所定の範囲に収まらない場合には、前記ステップモータを所定のステップ数だけ回転駆動させることで前記スリット駆動部による前記入射側スリット板および前記出射側スリット板を駆動したのち、再び第１透過光の光量および第２透過光の光量を測定し、当該測定した第１透過光と第２透過光のうち光量の大きい方を新たな基準透過光とし、
前記基準透過光の光量が所定の範囲に収まる場合には、前記入射側スリット板および前記出射側スリット板の駆動変位を決定すること
を特徴とする二光束分光光度計。
【請求項３】
請求項１記載の二光束分光光度計において、
前記スリット制御部は、
前記第１透過光の光量および前記第２透過光の光量を測定し、測定した第１透過光と第２透過光のうち光量の大きい方を基準透過光とする第１のステップと、
前記第１のステップの後に、前記基準透過光の光量が所定の範囲に収まるか否かを判定する第２のステップと、
当該第２のステップにおける判定の結果、前記基準透過光の光量が前記所定の範囲に収まらない場合には、前記ステップモータを所定のステップ数だけ回転駆動させることで前記スリット駆動部による前記入射側スリット板および前記出射側スリット板を駆動する第３のステップと、
前記第３のステップの後に、前記ステップモータのステップ数が上限値または下限値であるか否かを判定する第４のステップと、
当該第４のステップにおける判定の結果、前記ステップモータのステップ数が上限値または下限値でない場合には、再び前記第１のステップに戻り、
当該第２のステップにおける判定の結果、前記基準透過光の光量が前記所定の範囲に収まる場合、および、当該第４のステップにおける判定の結果、前記ステップモータのステップ数が上限値または下限値である場合には、前記入射側スリット板および前記出射側スリット板の駆動変位を決定すること
を特徴とする二光束分光光度計。
【請求項４】
請求項１～３のいずれかに記載の分光光度計において、
前記分光器は、前記入射光の光路と前記出射光の光路とが平行となるように構成され、
前記入射側スリット板および前記出射側スリット板は、回転駆動変位に応じてスリット幅が連続的に拡大または縮小するように形成された入射スリットと、回転軸を中心に前記入射スリットと点対称に形成された出射スリットとを有する単一の回転スリット板で構成され、
前記スリット駆動部は、前記回転スリット板を回転駆動すること
を特徴とする二光束分光光度計。

【請求項５】
請求項１～３のいずれかに記載の二光束分光光度計において、
前記入射側スリット板は、上下駆動変位に応じてスリット幅が連続的に拡大または縮小するように形成された入射スリット有し、
前記出射側スリット板は、前記入射スリットと同様に形成された出射スリット有し、
前記スリット駆動部は、前記入射側スリット板と前記出射側スリット板とを上下方向に連動させて駆動すること
を特徴とする二光束分光光度計。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、二光束分光光度計に関し、特に可変スリット機構を備えた二光束分光光度計に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、一般的な二光束分光光度計においては、測定光の波長に応じて光源のエネルギ、回折格子を含む光学系の効率および光検知器の感度が変化するため、波長に応じて測定光の信号レベルが変動し、測定精度が変動する。このような波長に応じた測定精度の変動を抑制するため、紫外可視領域および赤外領域のそれぞれにおいて以下の手段が用いられている。
【０００３】
紫外可視領域では、データ取り込み毎に参照光信号Ｒおよび試料光信号Ｓのいずれか大きい方を基準として、光電子増倍管（光検知器）の印加電圧（感度）を補正するディファレンシャルフィードバック法を用いている。一方、赤外領域ではPbS光導電素子やInGaAsフォトダイオードなどの光検知器が使用されており、紫外可視領域のような感度の補正はできないため、スリット幅を切替えて測定光の光量を調整することにより測定光の信号レベルの変動を抑える制御を行っている。
【０００４】
スリット幅の切替えが可能な可変スリット機構を備えた分光光度計の例として、特許文献１及び２に記載のものがある。特許文献１に記載の分光光度計では、幅の異なる複数のスリットが形成されたスリット板を回転駆動することにより、スリット幅の切替えを行っている。一方、特許文献２に記載の分光光度計では、２枚のエッジの間隙によりスリットを形成し、これらのエッジを対向方向に駆動することにより、スリット幅の調整を行っている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開昭６１－２８１９２６号公報
【特許文献２】特開昭５８－１０８４２７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
特許文献１に記載の分光光度計では、近赤外領域において、測定光の光量の波長間差をスリットの切替えにより小さくし、信号精度の変動が抑えられるよう調整を行っている。しかし、選択可能なスリット幅が限られているため、スリットの切替え時に光量や光束サイズが大きく変動することにより、切替え前後の波長において測定精度が変動し、スペクトル上に段差が生じる場合がある。このスペクトル上に生じる段差は、スペクトル補正等により、低減することが可能であるが、その影響を完全に消し去ることは困難である。
【０００７】
特許文献２に示すスリット機構を備えた分光光度計により測定を行う場合、スリット幅

を厳密に調整することが困難であり、測定精度が変動するという問題がある。

【０００８】

本発明は、スペクトル測定において波長毎の測定精度を均一化し、スリット幅の切替えによって生じるスペクトル上の段差を抑制できる二光束分光光度計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】

【０００９】

上記の目的を解決するために、本発明は、複数の波長成分を含む光を発生させる光源と、前記光源から入射した入射光を波長毎の単色光に分光し、選択された波長の単色光を出射する分光器と、前記分光器から出射された出射光を参照試料に照射する第１測定光と測定試料に照射する第２測定光とに分割する光分割器と、前記参照試料を透過した第１透過光と前記測定試料を透過した第２透過光とを検出する光検出器とを備えた二光束分光光度計において、前記入射光の光路上に設けられ、駆動変位に応じて連続的にスリット幅が拡大または縮小するように形成された入射スリットを有する入射側スリット板と、前記出射光の光路上に設けられ、前記入射スリットと同様に形成された出射スリットを有する出射側スリット板と、入射側スリット板と出射側スリット板とを同一方向に連動させて駆動するスリット駆動部と、前記第１透過光と前記第２透過光のうち光量の大きい方を基準透過光とし、この基準透過光の光量が所定の範囲に収まるように、前記スリット駆動部による前記入射側スリット板および前記出射側スリット板の駆動変位を決定するスリット制御部とを備え、前記スリット駆動部はステップモータで構成され、前記スリット制御部は、前記単色光の波長毎に予め求められた、前記単色光の波長と前記基準透過光の光量が前記所定の範囲に収まる前記入射側スリット板および前記出射側スリット板の駆動変位に対応する所定のステップ数との対応情報を保有しており、前記選択された波長に対応する前記所定のステップ数を基点として、前記基準透過光の光量と前記所定の範囲との大小関係に応じてステップ数を増減させることにより、前記入射側スリット板および前記出射側スリット板の駆動変位を決定するものとする。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、スペクトル測定において波長毎の測定精度を均一化し、かつスリット幅の切替えによって生じるスペクトル上の段差を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る二光束分光光度計の構成を示す図である。

【図２】本発明の第１の実施の形態に係る分光器の構成を示す図である。

【図３】本発明の第１の実施の形態に係るスリット板の構成を示す図である。

【図４】従来技術に係るスリット板の構成を示す図である。

【図５】本発明の第１の実施の形態に係るスリット位置決定フローを示す図である。

【図６Ａ】従来技術に係る二光束分光光度計によるスペクトル測定結果を示す図である。

【図６Ｂ】本発明の実施の形態に係る二光束分光光度計によるスペクトル測定結果を示す図である。

【図７】本発明の第２の実施の形態に係るスリット位置決定フローを示す図である。

【図８】本発明の第３の実施の形態に係るスリット位置決定フローを示す図である。

【図９】本発明の第４の実施の形態に係る分光器の構成を示す図である。

【図１０】本発明の第４の実施の形態に係るスリット板の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

＜第１の実施の形態＞

図１は、本発明の第１の実施の形態に係る二光束分光光度計の構成を示す図である。二光束分光光度計は、同一の光源から生成した測定光を参照試料と測定試料とに照射し、参照試料を透過した透過光の光量（エネルギ）を基準として、測定試料の透過率を測定する。本実施の形態に係る二光束分光光度計１００は、光源１と、分光器２と、光分割器３と、参照試料設置部５と、測定試料設置部７と、光検出器８と、データ処理部９と、スリット制御部１０とを備えている。

【００１３】

光源１は、複数の波長成分を含む光を発生させる。光源１には、重水素ランプおよびハロゲンランプが一般に用いられる。分光器２は、光源１からの入射光を波長毎の単色光に分光し、選択された波長の単色光を出射する。分光器２から出射された出射光（単色光）は光分割器３によって参照側光束４ａ（第１測定光）と試料側光束６ａ（第２測定光）の２つの光束に分割される。光分割器３には、ミラーが回転することによって参照側光束と試料側光束とに分割する方式のものや、ビームスプリッタ等のハーフミラーによって分割する方式のものがある。参照側光束４ａは参照試料設置部５に入射し、参照試料設置部５に保持されている参照試料に照射される。試料側光束６ａは測定試料設置部７に入射し、測定試料設置部７に保持されている測定試料に照射される。参照試料を透過した光４ｂ（第１透過光）と測定試料を透過した光６ｂ（第２透過光）とは、光検出器８によって検出される。光検出器８には、紫外可視領域では光電子増倍管が使用され、赤外領域ではPbS光導電素子やInGaAs フォトダイオードなどの検知器が使用される。ミラーが回転することによる光分割方式の光分割器３を用いた場合は、単一の光電子増倍管または赤外領域用検知器で構成された光検出器８により透過光４ｂおよび６ｂを交互に検出する。一方、ビームスプリッタ等のハーフミラーによる光分割方式の光分割器３を用いた場合は、２つの検知器で構成された光検出器８により透過光４ｂおよび６ｂを同時に検出する。データ処理部９は、光検出器８から入力された検出信号をエネルギ値に変換し、スリット制御部１０に出力する。スリット制御部１０は、データ処理部９から入力されたエネルギ値に基づいて、分光器２に設けられたスリット駆動部（図示しない）の制御を行う。

【００１４】

図２は、本実施の形態に係る分光器２の構成を示す図である。本実施の形態に係る分光器２は、光源ミラー１１と、回転スリット板１２と、スリットモータ１３（スリット駆動部）と、平行化ミラー１４と、回折格子１５と、集光ミラー１６とを備えている。本実施の形態に係る分光器２は、入射光の光路と出射光の光路とが平行となるように構成されているため、入射光および出射光の双方の光路上に回転可能に設けられた単一の回転スリット板１２により、入射光および出射光の双方の光量を調整することができる。

【００１５】

光源１から発せられ、分光器２に入射した光束（入射光）は、光源ミラー１１で集光され、回転スリット板１２の入射スリット１２ａを通過する。回転スリット板１２の入射スリット１２ａを通過した光は平行化ミラー１４により平行光とされ、回折格子１５により波長毎の単色光に分光される。分光された単色光のうち、回折格子１５の角度に応じて選択された波長の単色光が集光ミラー１６によって集光され、回転スリット板１２の出射スリット１２ｂを通過し、測定光として出射される。回転スリット板１２をスリットモータ１３により回転させ、入射スリット１２ａおよび出射スリット１２ｂのスリット幅を変化させることにより、入射光および出射光の光量により定まる測定光の光量を調整する。スリットモータ１３はスリット制御部１０（図１に示す）により駆動制御される。

【００１６】

図３は、回転スリット板１２の構成を示す図であり、スリットモータ１３（図２に示す）の回転軸方向からを見た状態を示している。回転スリット板１２は、時計回り（ＣＷ）方向の回転駆動変位に応じてスリット幅が連続的に拡大するように形成された入射スリット１２ａと、回転軸を中心に入射スリット１２ａと点対称に形成された出射スリット１２ｂとを有している。また、本実施の形態に係る分光器２（図２に示す）は、回転スリット板１２とは別に設けられた遮光版等（図示しない）により、回転スリット板１２の回転軸

を含む高さｈの領域（光通過域Ｐ）以外を光が通過しないように構成されている。そのため、入射スリット１２ａと光通過域Ｐとで形成される幅１２ａｗ、高さｈの矩形領域を入射光が通過し、出射スリット１２ｂと光通過域Ｐとで形成される幅１２ｂｗ、高さｈの矩形領域を出射光が通過することとなる。回転スリット板１２を反時計周り（ＣＣＷ）方向へ回転させると、光通過域Ｐにおけるスリット幅１２ａｗ，１２ｂｗが拡大し、入射光および出射光の光量により定まる測定光の光量が増加する。一方、時計回り（ＣＷ）方向へ回転させると、光通過域Ｐにおけるスリット幅１２ａｗ，１２ｂｗが縮小し、測定光の光量が減少する。なお、スリット１２ａ，１２ｂは、反時計回り（ＣＣＷ）方向の回転駆動変位に応じてスリット幅１２ａｗ，１２ｂｗが連続的に拡大するように形成しても良い。

【００１７】

回転スリット板１２を回転させるスリットモータ１３（図２に示す）は、ステップモータで構成され、回転スリット板１２を一定角度（ステップ角ΔＲ）単位で回転駆動する。例えばスリットモータ１３（図２に示す）を駆動ステップ数３で駆動させた場合、回転スリット板１２の回転駆動変位は３ΔＲとなる。スリット幅１２ａｗ，１２ｂｗが最大スリット幅と一致するスリット角度Ｒ２（上限スリット角度）とスリット幅１２ａｗ，１２ｂｗが最小スリット幅と一致するスリット角度Ｒ１（下限スリット角度）との差分に対し、ステップ角ΔＲを十分小さく（Ｒ２－Ｒ１＞＞ΔＲ）設定することにより、スリット幅１２ａｗ，１２ｂｗの連続的な調整が可能となる。スリット制御部１０（図１に示す）は、上限スリット角度Ｒ２に対応するステップ数（＝Ｒ２／ΔＲ）（上限ステップ数）および下限スリット角度Ｒ１に対応するステップ数（＝Ｒ１／ΔＲ）（下限ステップ数）を保有しており、下限ステップ数から上限ステップ数までの間で回転スリット板１２を回転駆動するようにスリットモータ１３（図２に示す）を制御する。これによりスリット幅１２ａｗ，１２ｂｗは、最小スリット幅から最大スリット幅までの間で調整される。

【００１８】

ここで比較のため、従来技術に係る回転スリット板について説明する。図４は、従来技術に係る回転スリット板の構成を示す図である。従来技術に係る回転スリット板１７は、段階的なスリット幅の切替えが可能となるよう、複数の異なる幅のスリットからなる入射スリット１７ａと、回転軸を中心に入射スリット１７ａと点対称に形成された出射スリット１７ｂとを有している。このように構成された回転スリット板１７では、切替え可能なスリット幅が限定されているため、連続的なスリット幅の切替えを行うことができず、スリット幅の切替え時に測定光の光量が大きく変動することにより、測定精度が変動する。

【００１９】

～スリット位置決定フロー～

図５は、本実施の形態に係る二光束分光光度計１００を用いたスペクトル測定において実行されるスリット位置決定フローを示す図である。スリット位置決定フローは、分光器２（図２に示す）によって測定光の波長が変更される度に、スリット制御部１０（図１に示す）によって実行される。スリット位置決定フローによりスリット位置を決定した後、当該波長の測定光による測定が行われる。以下、図５を参照しながら、本実施の形態に係るスリット位置決定フローを構成する各ステップの処理内容を説明する。

【００２０】

ステップＳ１で測定試料を透過した光（第２透過光）の光量（試料側エネルギ）を測定する。ステップＳ２で参照試料を透過した光（第１透過光）の光量（参照側エネルギ）を測定する。ステップＳ３で試料側エネルギ（第２透過光の光量）と参照側エネルギ（第１透過光の光量）とを比較判定する。ステップＳ３で参照側エネルギが試料側エネルギより大きいと判定された場合は、ステップＳ４で参照側エネルギを基準エネルギＥに設定する（第１透過光を基準透過光とする）。一方、ステップＳ３で試料側エネルギが参照側エネルギより大きいと判定された場合は、ステップＳ５で試料側エネルギを基準エネルギＥに設定する（第２透過光を基準透過光とする）。ステップＳ４またはステップＳ５に続いて、ステップＳ６で光検出器８（図１に示す）の検出レンジに対する基準エネルギＥの比率（％）を判定する。

【００２１】
ステップＳ６で基準エネルギＥ（基準透過光の光量）が検出レンジの８０％より大きくかつ１００％以下である（所定の範囲に収まる）と判定された場合は、ステップＳ１１でスリット位置を決定し、フローを終了する。ここで所定の範囲とは、光量の信号レベルが光検出器８の検出レンジの範囲内でかつ光検出器８の検出分解能に対して十分に大きくなる（ＳＮ比が大きくなる）範囲であり、本実施の形態では、一例として検出レンジの８０％より大きくかつ１００％以下と設定している。なお、この所定の範囲を小さく設定するほど波長毎の測定精度の均一度が向上するが、少なくとも基準エネルギＥの調整分解能（ステップ角ΔＲ当たりの基準エネルギＥの変化量）より大きく設定する必要がある。仮に所定の範囲を調整分解能より小さく設定した場合、光量を所定の範囲に収まるように調整することが困難となる。

【００２２】
ステップＳ６で基準エネルギＥが検出レンジの８０％以下であると判定された場合は、ステップＳ７でスリットモータ１３（図２に示す）を時計回り（ＣＷ）方向へ駆動ステップ数１で回転駆動し、回転スリット板１２（図３に示す）を時計周り（ＣＷ）方向へ回転させる。回転スリット板１２（図３に示す）がＣＷ方向へ回転することにより、スリット幅１２ａｗ，１２ｂｗ（図３に示す）が拡大し、測定光の光量が増加する。ステップＳ８で回転スリット板１２（図３に示す）の現在のスリット角度に対応するステップ数（以下、実ステップ数）と上限ステップ数とを比較判定する。ステップＳ８で実ステップ数が上限ステップ数未満であると判定された場合は再びステップＳ１～Ｓ６を実行する。一方、ステップＳ８で実ステップ数が上限ステップ以下であると判定された場合は、ステップＳ１１でスリット位置を決定し、フローを終了する。

【００２３】
ステップＳ６で基準エネルギＥが検出レンジの１００％より大きいと判定された場合は、ステップＳ９でスリットモータ１３（図２に示す）を反時計周り（ＣＣＷ）方向へ駆動ステップ数１で回転駆動し、回転スリット板１２（図３に示す）をＣＣＷ方向へ回転させる。回転スリット板１２がＣＣＷ方向へ回転することにより、スリット幅１２ａｗ，１２ｂｗ（図３に示す）が縮小し、測定光の光量が減少する。次にステップＳ１０でスリットモータ１３（図２に示す）の実ステップ数と下限ステップ数とを比較判定する。

【００２４】
ステップＳ１０で実ステップ数が下限ステップ数以下でないと判定された場合は、再びステップＳ１～Ｓ６を実行する。一方、ステップＳ１０で実ステップ数が下限ステップ数以下であると判定された場合は、ステップＳ１１でスリット位置を決定し、フローを終了する。

【００２５】
～効果～
上記のように構成した本実施の形態においては、測定光の波長が変化しても基準透過光の光量が所定の範囲に保たれるため、スペクトル測定において波長毎の測定精度が均一化し、スリット幅の切替えによって生じるスペクトル上の段差が抑制されるという効果が得られる。この効果について、図６Ａおよび図６Ｂを用いて具体的に説明する。図６Ａは、従来技術に係る二光束分光光度計によるスペクトル測定結果を示す図であり、図６Ｂは、本実施の形態に係る二光束分光光度計によるスペクトル測定結果を示す図である。図６Ａに示すスペクトル上にはスリット幅の切替えによって段差が生じているが、図６Ｂに示すスペクトル上にはこのような段差は生じていない。

【００２６】
なお、図５に示したスリット位置決定フローは、時間変化測定においてスリット位置を決定する場合にも適用できる。その場合、時間経過に伴って測定光の光量が変動した場合でも、基準透過光の光量が所定の範囲に保たれることにより、時間経過に伴う測定精度の変動が抑えられる。

＜第２の実施の形態＞

図７は、本発明の第２の実施の形態に係るスリット位置決定フローを示す図である。図７において、第１の実施の形態に係るスリット位置決定フロー（図５に示す）と同等の処理には同じ符号を付している。なお、本実施の形態に係る二光束分光光度計の構成は、第１の実施の形態（図１～図３）と同様である。以下、図７を参照しながら、本実施の形態に係るスリット位置決定フローについて、第１の実施の形態に係るスリット位置決定フローとの相違点を中心に説明する。

【００２７】

ステップＳ４またはステップＳ５で参照側エネルギ（第１透過光の光量）または試料側エネルギ（第２透過光の光量）を基準エネルギＥ（基準透過光の光量）に設定した後、ステップＳ６Ａで基準エネルギＥの判定を行う。

【００２８】

ステップＳ６Ａで基準エネルギＥ（基準透過光の光量）が検出レンジの８０％より大きくかつ１００％以下である（所定の範囲に収まる）と判定された場合は、ステップＳ１１でスリット位置を決定し、フローを終了する。

【００２９】

ステップＳ６Ａでは、基準エネルギＥが検出レンジの８０％以下の場合に、さらに１０％単位で細かく判定を行い、その判定結果に応じてステップＳ７Ａ～Ｓ７Ｈのいずれかの処理を行う。なお、図７においては、０％より大きくかつ１０％以下であると判定された場合の処理（ステップＳ７Ａ）、および、基準エネルギＥが検出レンジの７０％より大きくかつ８０％以下であると判定された場合の処理（ステップＳ７Ｈ）のみを図示し、その他の場合の処理の図示は省略している。

【００３０】

ステップＳ６Ａで、基準エネルギＥが検出レンジの７０％より大きくかつ８０％以下であると判定された場合は、ステップＳ７Ａでスリットモータ１３（図２に示す）をＣＷ方向へ駆動ステップ数１で回転駆動し、～（中略）～、検出レンジの０％より大きくかつ１０％以下であると判定された場合は、ステップＳ７Ｈでスリットモータ１３（図２に示す）をＣＷ方向へ駆動ステップ数３０で回転駆動する。

【００３１】

上記のステップＳ７Ａ～Ｓ７Ｈのそれぞれにおける駆動ステップ数は、検出レンジの７０％より大きくかつ８０％以下、～（中略）～、０％より大きくかつ１０％以下のそれぞれのエネルギ範囲にある基準エネルギＥを、検出レンジの８０％より大きくかつ１００％以下（所定の範囲）まで増加させるのに要する駆動ステップ数である。これらのエネルギ範囲に対応する駆動ステップ数は、予め実験等により求められ、スリットモータ１３（図２に示す）の駆動ステップ数と基準エネルギＥ（基準透過光の光量）との相関情報として、スリット制御部１０（図１に示す）に設定されている。

【００３２】

ステップＳ７Ａ～Ｓ７Ｈのいずれかに続いて、ステップＳ８Ａでスリットモータ１３（図２に示す）の実ステップ数と上限ステップ数との比較判定を行う。ステップＳ８Ａで実ステップ数が上限ステップ数を超えていないと判定された場合は、ステップＳ１１でスリット位置を決定し、フローを終了する。一方、ステップＳ８Ａで実ステップ数が上限ステップ数以上と判定された場合は、ステップＳ８Ｂで実ステップ数が上限ステップ数と一致するまでスリットモータ１３（図２に示す）をＣＣＷ方向へ回転駆動し、ステップＳ１１でスリット位置を決定し、フローを終了する。

【００３３】

ステップＳ６Ａで基準エネルギＥが検出レンジの１００％より大きいと判定された場合は、ステップＳ１０Ａで実ステップ数と下限ステップ数との比較判定を行う。ステップＳ１０Ａで実ステップ数が下限ステップ数以下であると判定された場合は、ステップＳ１１でスリット位置を決定し、フローを終了する。一方、ステップＳ１０Ａで実ステップ数が下限ステップ数より大きいと判定された場合は、ステップＳ１０Ｂで実ステップ数が下限ステップ数と一致するまでスリットモータ１３（図２に示す）をＣＷ方向へ回転駆動し、

再びステップＳ１～Ｓ６を実行する。

【００３４】

上記のように構成したスリット位置決定フローにおいては、第１の実施の形態と同様の効果が得られると共に、スリットモータ１３（図２に示す）の駆動ステップ数と基準透過光の光量との相関情報に基づいてスリットモータ１３（図２に示す）を駆動することにより（ステップＳ７Ａ～Ｓ７Ｈ）、試料側エネルギの測定（ステップＳ１）および参照側エネルギの測定（ステップＳ２）の実行回数がそれぞれ最大２回に抑えられ、スリット位置を速やかに決定することができる。

＜第３の実施の形態＞

図８は、本発明の第３の実施の形態に係るスリット位置決定フローを示す図である。図８において、第１の実施の形態に係るスリット位置決定フロー（図５に示す）と同等の処理には同じ符号を付している。なお、本実施の形態に係る二光束分光光度計の構成は、第１の実施の形態（図１～図３）と同様である。以下、図８を参照しながら、本実施の形態に係るスリット位置決定フローについて、第１の実施の形態に係るスリット位置決定フローとの相違点を中心に説明する。

【００３５】

本実施の形態に係るスリット位置決定フローでは、ステップＳ１で試料側エネルギを測定する前に、ステップＳ０で波長に応じたスリット位置まで回転スリット板１２（図３に示す）を回転させる。ここで波長に応じたスリット位置とは、現在選択されている波長の測定光に対し、基準エネルギＥ（基準透過光の光量）が光検出器８（図１に示す）の検出レンジの８０％より大きくかつ１００％以下となる（所定の範囲に収まる）所定のスリット位置である。この所定のスリット位置に対応する所定のステップ数は、測定光の波長毎に予め実験等により求められ、測定光の波長と所定のステップ数との対応情報として、スリット制御部１０に設定されている。

【００３６】

上記のように構成した本実施の形態においては、第１の実施の形態と同様の効果が得られると共に、測定光の波長とスリットモータ１３（図２に示す）の所定のステップ数との対応情報に基づいてスリットモータ１３（図２に示す）を駆動することにより（ステップＳ０）、スリット位置が決定されるまで行われる試料側エネルギの測定（ステップＳ１）および参照側エネルギの測定（ステップＳ２）の実行回数が抑えられ、スリット位置を速やかに決定することができる。

＜第４の実施の形態＞

図９は、本発明の第４の実施の形態に係る分光器の構成を示す図である。本実施の形態に係る分光器２Ａは、入射側スリット板１８と、回折ミラー１９と、出射側スリット板２０と、スリット駆動部（図示しない）とを備えている。なお、本実施の形態に係る二光束分光光度計のその他の構成は、第１の実施の形態（図１～図３）と同様である。本実施の形態に係る分光器２Ａは、入射光の光路と出射光の光路とが平行とならない構成のため、入射光の光路上に設けられた入射側スリット板１８により入射光の光量を調整し、出射光の光路上に設けられた出射側スリット板２０により出射光の光量を調整する。

【００３７】

光源１から発せられ分光器２Ａに入射した光束（入射光）は、入射光の光路に設けられた入射側スリット板１８の入射スリット１８ａを通過し、回折ミラー１９によって波長毎の単色光に分光される。分光された単色光のうち、回折ミラー１９の角度に応じて選択された波長の単色光が、出射光の光路に設けられた出射側スリット板２０の出射スリット２０ａを通過し、測定光として出射される。

【００３８】

図１０は、入射側スリット板１８および出射側スリット２０の構成を示す図であり、それぞれ入射光および出射光の光路方向から見た状態を示している。入射側スリット板１８は、下（ＤＷＮ）方向の駆動変位に応じてスリット幅１８ｗが連続的に拡大するように形成された入射スリット１８ａを有し、出射側スリット板２０は入射スリット１８ａと同様

に形成された出射スリット２０ａを有している。本実施の形態に係るスリット駆動部（図示しない）は、例えばステップモータと回転直動変換機構を組み合わせて構成され、入射側スリット板１８と出射側スリット板２０とを上下方向に連動させて駆動する。スリット板１８，２０を下（ＤＷＮ）方向へ駆動すると、スリット幅１８ｗ，２０ｗが拡大し、測定光の光量が増加する。一方、上（ＵＰ）方向へ駆動すると、スリット幅１８ｗ，２０ｗが縮小し、測定光の光量が減少する。なお、スリット１８ａ，２０ａは、上（ＵＰ）方向の駆動変位に応じてスリット幅１８ｗ，２０ｗが連続的に拡大するように形成しても良い。

【００３９】

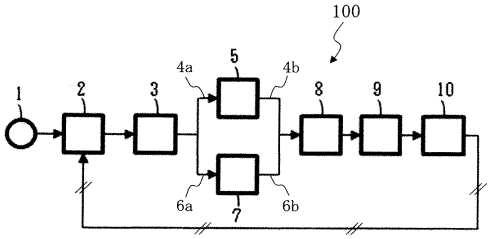
第１～３の実施の形態に係るスリット位置決定フロー（図５，７，８）は、単一の回転スリット板１２（図３に示す）を備えた分光器２（図２に示す）に適用されるものとして説明したが、回転スリット板１２（図３に示す）におけるＣＣＷ方向およびＣＷ方向をスリット板１８，２０におけるＵＰ方向およびＤＷＮ方向にそれぞれ読み替えることにより、２枚のスリット板１８，２０を備えた本実施の形態に係る分光器２Ａ（図５に示す）にも適用可能である。その場合、適用したスリット位置決定フローに応じて、第１～３の実施の形態のいずれかと同様の効果が得られる。

【符号の説明】

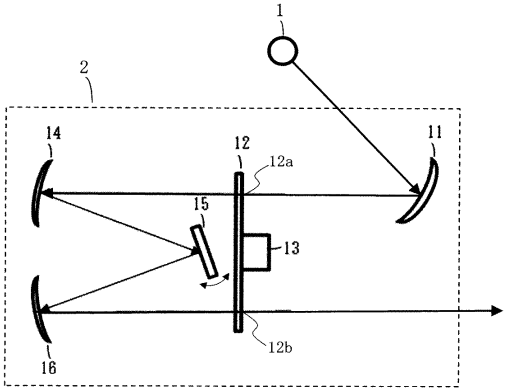
【００４０】

１　光源
２　分光器
３　光分割器
４ａ　参照側光束（第１測定光）
４ｂ　参照試料を透過した光（第１透過光）
５　参照試料設置部
６ａ　試料側光束（第２測定光）
６ｂ　測定試料を透過した光（第２透過光）
７　測定試料設置部
８　光検出器
９　データ処理部
１０　スリット制御部
１１　光源ミラー
１２　回転スリット板
１２ａ　入射スリット
１２ｂ　出射スリット
１３　スリットモータ（スリット駆動部）
１４　平行化ミラー
１５　回折格子
１６　集光ミラー
１７　回転スリット板
１７ａ　入射スリット
１７ｂ　出射スリット
１８　入射側スリット板
１８ａ　入射スリット
１９　回折ミラー
２０　出射側スリット板
２０ａ　出射スリット

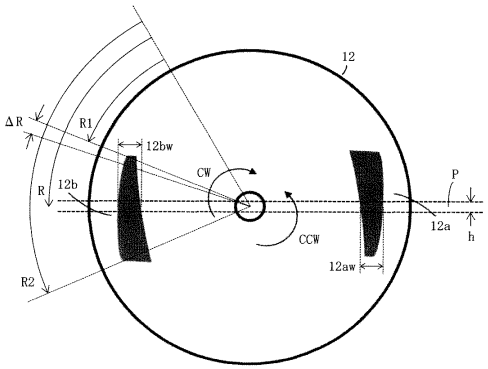
【図１】



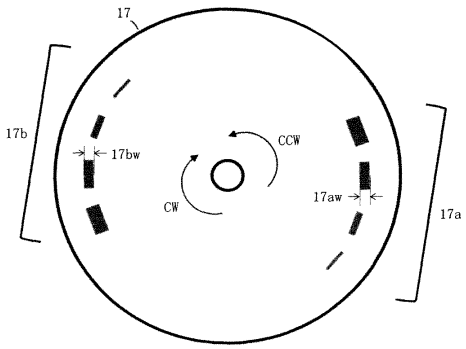
【図２】



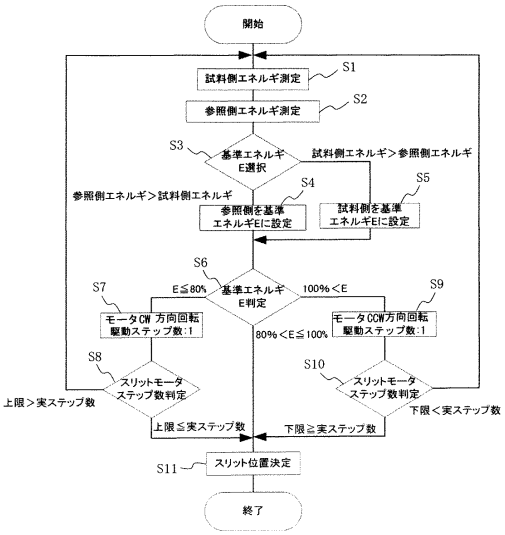
【図３】



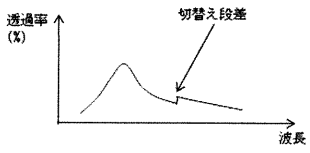
【図４】



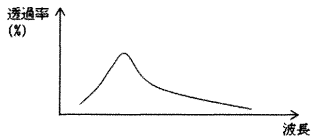
【図５】



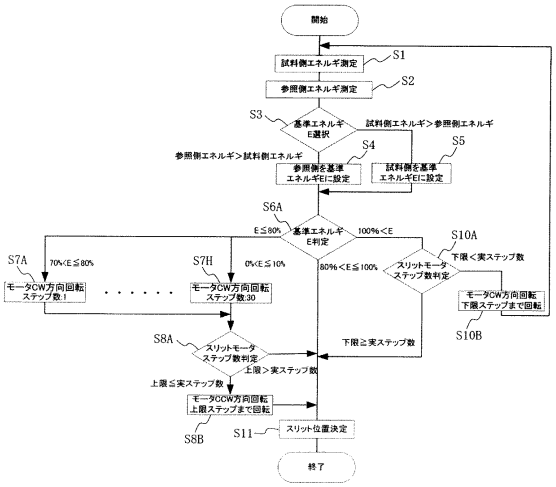
【図６Ａ】



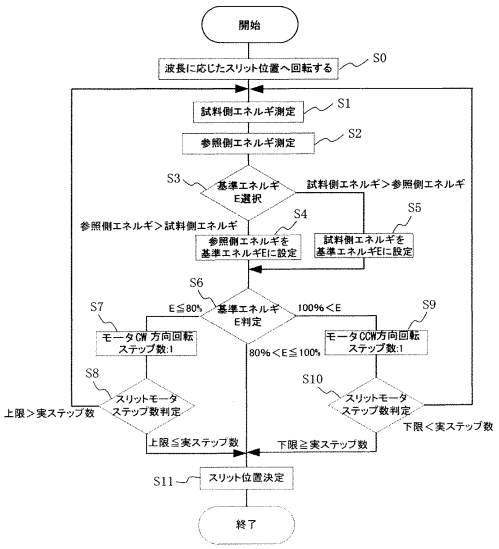
【図６Ｂ】



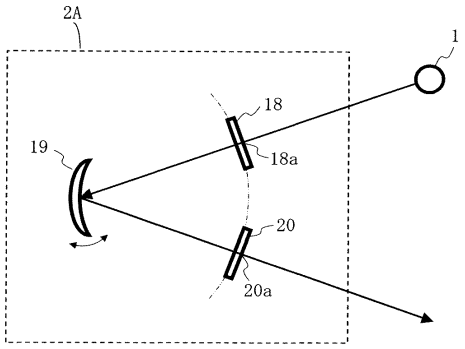
【図７】



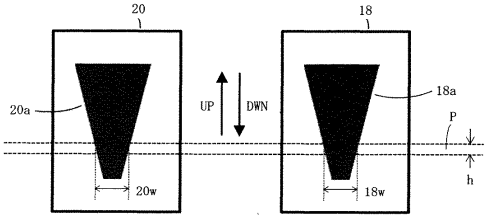
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(72)発明者　栗本　大輔
茨城県ひたちなか市大字市毛８８２番地　株式会社日立ハイテクノロジーズ
那珂事業所内
(72)発明者　中村　理志
茨城県ひたちなか市大字市毛８８２番地　株式会社日立ハイテクノロジーズ
那珂事業所内

審査官　▲高▼場　正光

(56)参考文献　特開昭５４－０６６１９０（ＪＰ，Ａ）
特開昭４７－０１７４８８（ＪＰ，Ａ）
特公昭４５－００６９９９（ＪＰ，Ｂ１）
特開昭５３－０５２１８０（ＪＰ，Ａ）
実開昭５５－０３２４６０（ＪＰ，Ｕ）
特開平０７－０１２６４７（ＪＰ，Ａ）
特開昭５２－１１９３７６（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－０８８６２５（ＪＰ，Ａ）
特公昭４９－０２３７９７（ＪＰ，Ｂ１）
米国特許第５６６１５８９（ＵＳ，Ａ）
米国特許第３３４２０９９（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｊ　３／００　－　Ｇ０１Ｊ　３／５２
Ｇ０１Ｎ　２１／００　－　Ｇ０１Ｎ　２１／８３