

(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2012-225802

(P2012-225802A)

(43) 公開日 平成24年11月15日(2012.11.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/35 (2006.01)	GO 1 N 21/35 Z	2 G 0 0 1
GO 1 N 23/201 (2006.01)	GO 1 N 23/201	2 G 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2011-94231 (P2011-94231)
 (22) 出願日 平成23年4月20日 (2011. 4. 20)

(71) 出願人 592032636
 学校法人トヨタ学園
 愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地
 1
 (74) 代理人 100143959
 弁理士 住吉 秀一
 (74) 代理人 100167852
 弁理士 宮城 康史
 (74) 代理人 100123641
 弁理士 茜ヶ久保 公二

最終頁に続く

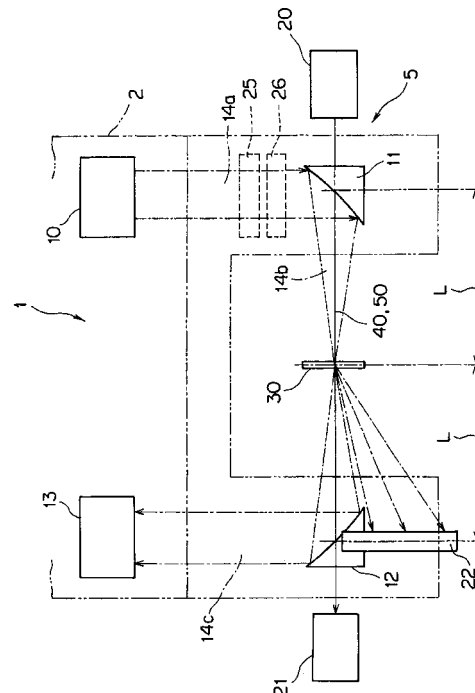
(54) 【発明の名称】 赤外透過スペクトル測定装置

(57) 【要約】

【課題】 分析対象試料に赤外線とX線とを同時に透過させて測定することができると共に、装置の小型化を図ることができる赤外透過スペクトル測定装置を提供する。

【解決手段】 赤外線を照射するための赤外線発生器10と、赤外線発生器10からの赤外線を分析対象試料30に向けて反射させる第1反射鏡11と、分析対象試料30を透過した赤外線を赤外線検出器13に向けて反射させる第2反射鏡12とを備え、受光した赤外線をフーリエ変換分光法によって分光して分析対象試料を測定する赤外透過スペクトル測定装置において、分析対象試料30に照射するためのX線発生器20と、分析対象試料30を透過したX線を受光する小角散乱検出器21または広角散乱検出器22のいずれか一方または両方を備え、X線を挟んだ一方の側に第1反射鏡11を配置し、X線を挟んだ他方の側に第2反射鏡12を配置した。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

赤外線を照射するための赤外線発生器と、前記赤外線発生器からの赤外線を分析対象試料に向けて反射させる第1反射鏡と、前記分析対象試料を透過した赤外線を赤外線検出器に向けて反射させる第2反射鏡とを備え、受光した赤外線をフーリエ変換分光法によって分光して前記分析対象試料を測定する赤外透過スペクトル測定装置であって、

前記分析対象試料に照射するためのX線発生器と、

前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器または広角散乱検出器のいずれか一方または両方を備え、

前記X線を挟んだ一方の側に前記第1反射鏡を配置し、前記X線を挟んだ他方の側に前記第2反射鏡を配置したことを特徴とする赤外透過スペクトル測定装置。

10

【請求項2】

前記第1反射鏡および前記第2反射鏡は、前記赤外線の中心線と前記X線の中心線とのずれ角が5度以下になるように配置されていることを特徴とする請求項1に記載の赤外透過スペクトル測定装置。

【請求項3】

前記第1反射鏡および前記第2反射鏡は、放物面鏡の一部を切り取って形成したものであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の赤外透過スペクトル測定装置。

【請求項4】

赤外線を照射するための赤外線発生器と、前記赤外線発生器からの赤外線を分析対象試料に向けて反射させる第1反射鏡と、前記分析対象試料を透過した赤外線を赤外線検出器に向けて反射させる第2反射鏡とを備え、受光した赤外線をフーリエ変換分光法によって分光して前記分析対象試料を測定する赤外透過スペクトル測定装置において、

20

前記分析対象試料に照射するためのX線発生器と、

前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器とを備え、

前記第1反射鏡および第2反射鏡の中心にX線を通す通過孔を設けたことを特徴とする赤外透過スペクトル測定装置。

【請求項5】

赤外線を照射するための赤外線発生器と、この赤外線を集光するための第1放物面鏡と、集光した赤外線を分析対象試料へ向けて反射させる第1平面鏡と、前記分析対象試料を透過した赤外線を赤外線検出器に向けて反射させる第2平面鏡および第2放物面鏡とを備え、受光した赤外線をフーリエ変換分光法によって分光して前記分析対象試料を測定する赤外透過スペクトル測定装置であって、

30

前記分析対象試料に照射するためのX線発生器と、

前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器または広角散乱検出器のいずれか一方または両方を備え、

前記X線を挟んだ一方の側に前記第1平面鏡を配置し、前記X線を挟んだ他方の側に前記第2平面鏡を配置したことを特徴とする赤外透過スペクトル測定装置。

【請求項6】

前記第1平面鏡および前記第2平面鏡は、前記赤外線の中心線と前記X線の中心線とのずれ角が5度以下になるように配置されていることを特徴とする請求項5に記載の赤外透過スペクトル測定装置。

40

【請求項7】

前記第1平面鏡および前記第2平面鏡は、平面鏡の一部を切り取って形成したものであることを特徴とする請求項5または請求項6に記載の赤外透過スペクトル測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、試料に赤外線を照射してそのデータをフーリエ変換してスペクトル化する一方、それと同時にX線を照射して試料の広角X線散乱図形または小角X線散乱図形の一方

50

あるいは両方のデータを同時に記録することが可能な赤外透過スペクトル測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

フーリエ変換赤外分光計と蛍光X線分析装置とを用いて同時に測定を行う物質同定装置の技術が開示されている。この物質同定装置100は、図7に示すように、試料101を載置するための水平面を有するステージ102を備えている。このステージ102は、X、Y、Z方向へそれぞれ移動可能に構成されている。

【0003】

また、物質同定装置100には、ステージ102の水平面上の試料101に対して左側上方に配置されたX線発生器110と、試料101に対して右側下方および右側上方にそれぞれ配置されたX線検出器111、112とが設けられている。

X線発生器110から試料101に向けて照射されたX線は、右側上方に位置するX線検出器112によって試料101で生ずる蛍光X線として検出されると共に、右側下方に位置するX線検出器111によって試料101を通過した透過X線として検出される。

【0004】

さらに、物質同定装置100には、試料101に対して右側上方に配置された赤外線発生器120と、試料101に対して左側下方および左側上方にそれぞれ配置された赤外線検出器121、122とが設けられている。

赤外線発生器120から試料に向けて照射された赤外線は、左側上方に位置する赤外線検出器122によって試料101によって反射される反射赤外線として検出されると共に、左側下方に位置する赤外線検出器121によって試料101を通過した通過赤外線として検出される。

【0005】

このような装置100では、赤外線およびX線を透過法および反射法を用いて同時に測定することで、個々に測定する場合と比較して、作業時間等を短縮することができるという効果を奏する（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平2000-258340号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述の物質同定装置100では、透過法および反射法を用いて試料101を同定しているため、各検出器111、112、121、122は試料101を中心に四方に点在する態様で設置しなければならない。そのため、装置自体を小型化することが困難であった。また、物質同定装置100では、赤外線とX線の照射および観察軸が大きく異なることから、試料101の同一点に関するそれぞれのデータが同時に得られるものの、得られるデータが含む情報そのものが大きく異なってくる。

【0008】

本発明は、上述した事情を鑑みてなされたものであり、分析対象試料に対してほぼ同軸で赤外線とX線とを同時に透過させて測定することができると共に、装置の小型化を図ることができる赤外透過スペクトル測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述課題を解決するため、本発明は、赤外線を照射するための赤外線発生器と、前記赤外線発生器からの赤外線を分析対象試料に向けて反射させる第1反射鏡と、前記分析対象試料を透過した赤外線を赤外線検出器に向けて反射させる第2反射鏡とを備え、受光した赤外線をフーリエ変換分光法によって分光して前記分析対象試料を測定するフーリエ変換

10

20

30

40

50

赤外分光器において、前記分析対象試料に照射するためのX線発生器と、前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器または広角散乱検出器のいずれか一方または両方とを備え、前記X線を挟んだ一方の側に前記第1反射鏡を配置し、前記X線を挟んだ他方の側に前記第2反射鏡を配置したことを特徴とする。

【0010】

また、前記第1反射鏡および前記第2反射鏡は、前記赤外線を中心線と前記X線を中心線とのずれ角が5度以下になるように配置されていることが望ましい。

【0011】

さらに、前記第1反射鏡および前記第2反射鏡は、放物面鏡の一部を切り取って形成したものであってもよい。

10

【0012】

他方、本発明は、赤外線を照射するための赤外線発生器と、前記赤外線発生器からの赤外線を分析対象試料に向けて反射させる第1反射鏡と、前記分析対象試料を透過した赤外線を赤外線検出器に向けて反射させる第2反射鏡とを備え、受光した赤外線をフーリエ変換分光法によって分光して前記分析対象試料を測定するフーリエ変換赤外分光器において、前記分析対象試料に照射するためのX線発生器と、前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器とを備え、前記第1反射鏡および第2反射鏡の中心にX線を通す通過孔を設けたことを特徴とする。

【0013】

さらに、本発明は、赤外線を照射するための赤外線発生器と、この赤外線を集光するための第1放物面鏡と、集光した赤外線を分析対象試料へ向けて反射させる第1平面鏡と、前記分析対象試料を透過した赤外線を赤外線検出器に向けて反射させる第2平面鏡および第2放物面鏡とを備え、受光した赤外線をフーリエ変換分光法によって分光して前記分析対象試料を測定するフーリエ変換赤外分光器であって、前記分析対象試料に照射するためのX線発生器と、前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器または広角散乱検出器のいずれか一方または両方とを備え、前記X線を挟んだ一方の側に前記第1平面鏡を配置し、前記X線を挟んだ他方の側に前記第2平面鏡を配置したことを特徴とする。

20

【0014】

また、前記第1平面鏡および前記第2平面鏡は、前記赤外線を中心線と前記X線を中心線とのずれ角が5度以下になるように配置されていてもよい。

30

【0015】

さらにまた、前記第1平面鏡および前記第2平面鏡は、平面鏡の一部を切り取って形成したものであってもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明に係る赤外透過スペクトル測定装置では、分析対象試料に照射するためのX線発生器と、前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器または広角散乱検出器のいずれか一方または両方とを備えることができ、前記X線を挟んだ一方の側に前記第1反射鏡を配置し、前記X線を挟んだ他方の側に前記第2反射鏡を配置しているので、赤外線を反射させる第1反射鏡および第2反射鏡とX線とが干渉することがなく、赤外線とX線とをほぼ同軸上に同時に通すことができ、分析対象試料に関する赤外透過スペクトルとX線散乱図形を同時に測定することができる。

40

また、第1反射鏡から第2反射鏡へ反射される赤外線の中心線とX線の中心線とをほぼ同軸になるように通すことができるので、赤外線およびX線を通すのに必要な空間を大きく設ける必要がなく、分光器の小型化を図ることができる。

さらに、X線を挟んだ他方の側に第2反射鏡がないので、この他方の側に広角散乱検出器を配置することができ、分光器をより小型化することができる。

【0017】

他方、本発明に係る赤外透過スペクトル測定装置では、分析対象試料に照射するための

50

X線発生器と、前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器とを備え、前記第1反射鏡および第2反射鏡の中心にX線を通す孔を設けているので、赤外線を反射させる第1反射鏡および第2反射鏡とX線とが干渉することがなく、赤外線とX線とを同時に通すことができる。

また、第1反射鏡から第2反射鏡へ反射される赤外線の中心線とX線の中心線とをほぼ同軸になるように通すことができるので、赤外線およびX線をほぼ同軸上に通すのに必要な空間を大きく設ける必要がなく、分光器の小型化を図ることができる。

【0018】

さらに、本発明に係る赤外透過スペクトル測定装置では、前記分析対象試料に照射するためのX線発生器と、前記分析対象試料を透過したX線を受光する小角散乱検出器または広角散乱検出器のいずれか一方または両方とを備え、前記X線を挟んだ一方の側に前記第1平面鏡を配置し、前記X線を挟んだ他方の側に前記第2平面鏡を配置しているため、赤外線を反射させる第1平面鏡および第2平面鏡とX線とが干渉することがなく、赤外線とX線とをほぼ同軸上に同時に通すことができる。

また、第1平面鏡から第2平面鏡へ反射される赤外線の中心線とX線の中心線とをほぼ同軸になるように通すことができるので、赤外線およびX線を通すのに必要な空間を大きく設ける必要がなく、分光器の小型化を図ることができる。

さらに、X線を挟んだ他方の側に第2平面鏡がないので、この他方の側に広角散乱検出器を配置することができ、分光器をより小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施の形態に係るフーリエ変換赤外分光器本体の外観斜視図である。

【図2】赤外透過スペクトル測定装置の光学系を上側から見た平面概要図である。

【図3】赤外透過スペクトル測定装置の光学系を正面から見た正面概要図である。

【図4】第2反射鏡を単体で示したものであって、(a)は平面図、(b)は(a)を右側から見た図、(c)は(a)を上側から見た図である。

【図5】機器の配置を変更した他の実施例であって、図2に対応するものである。

【図6】図5を正面から見た正面概略図である。

【図7】従来の物質同定装置を示す概要図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態に係る赤外透過スペクトル測定装置を搭載したフーリエ変換赤外分光器1について、図面を用いて詳細に説明する。図1は、本実施の形態に係るフーリエ変換赤外分光器1（以下、分光器1という）の外観斜視図である。

なお、以下の説明で使用する方向は、図1の分光器1の手前側を正面とし、前後、左右および上下の方向は、この正面から見た方向をいうものとする。

【0021】

この分光器1は、本発明による新規の赤外透過スペクトル測定光学系5（赤外線透過スペクトル測定装置。以下、新規光学系5という）を装着することにより、X線と赤外線とを用いて試料の同時測定を行うことによって、試料の同定のみならず、試料の分子構造までを測定しようとするものである。

【0022】

図1に示す分光器1は、コンパクトかつ堅牢に製作され、持ち運び可能なものである。この分光器1は、略直方体形状をなしており、本体部2の前面に透過試料室3が装着されている。この透過試料室3は、本体部2の上部のロック部4を押してロックを解除することによって、前方向にスライドさせて取り外せるようになっている。この透過試料室3を取り外すことによって、新規光学系5が分光器1に取り付けられるようになる。これにより、透過試料室3と新規光学系5とを自由に交換して使用することもできる。

【0023】

図2は、分光器1と新規光学系5を接続したものを上側から見た概要図、図3は、新規

10

20

30

40

50

光学系 5 を前側正面から見た概要図である。

【0024】

分光器 1 の本体部 2 の内部には、図 2 に示すように、赤外線 1 4 を照射するための赤外線発生器 1 0 と赤外線検出器 1 3 とが設けられている。

また、新規光学系 5 には赤外線 1 4 を反射させる第 1 反射鏡 1 1 および第 2 反射鏡 1 2 とが設けられている。

また、新規光学系 5 には、図 2 および図 3 に示すように、X 線を照射するための X 線発生器 2 0 と、この X 線のうち小角散乱した X 線を検出する小角散乱検出器 2 1 と、広角散乱した X 線を検出する広角散乱検出器 2 2 とが設けられるようになっている。

さらに、新規光学系 5 において、赤外線 1 4 a の光路には赤外偏光子 2 5 を挿入できるようになっており、分析対象試料 3 0 について、赤外偏光スペクトル測定による分子配向解析も可能となる。

10

【0025】

なお、以下の説明では、説明を容易にするために、赤外線発生器 1 0 から第 1 反射鏡 1 1 までの赤外線を符号 1 4 a で示し、第 1 反射鏡 1 1 から第 2 反射鏡までの赤外線を符号 1 4 b、第 2 反射鏡 1 2 から赤外線検出器 1 3 までの赤外線を符号 1 4 c で示す。

【0026】

赤外線発生器 1 0 は、図 2 に示すように、分光器 1 の本体部 2 の右奥側に配置されており、赤外線 1 4 a を前方に位置する第 1 反射鏡 1 1 に向けて照射する。

第 1 反射鏡 1 1 は、図 2 に示すように、前方に向けて照射された赤外線 1 4 a を、分光器 1 の左側に向けて略 90 度反射させる（詳細には、分析対象試料 3 0 にほぼ垂直に照射される）ように向けられている。

20

【0027】

第 2 反射鏡 1 2 は、第 1 反射鏡 1 1 で反射して分析対象試料 3 0 を透過した赤外線 1 4 b を、分光器 1 の奥側に向けて略 90 度反射させる（詳細には、赤外線検出器 1 3 に向けて反射させる）ように向けられている。

赤外線検出器 1 3 は、本体部 2 の左奥側に配置されており、前方に位置する第 2 反射鏡 1 2 で反射された赤外線 1 4 c を受光する。

【0028】

X 線発生器 2 0 は、図 2 および図 3 に示すように、本体部 2 の右側に設けられ、照射される X 線がその中心線 4 0（左右方向にほぼ水平な線）に沿って分析対象試料 3 0 にほぼ垂直に照射されるように配置されている。分析対象試料 3 0 を透過した X 線は、小角散乱したものが小角散乱検出器 2 1 で検出され、広角散乱したものが広角散乱検出器 2 2 で検出される。

30

【0029】

なお、小角散乱検出器 2 1 は、図 2 および図 3 に示すように、X 線の中心線 4 0 の延長線上に位置するように配置されている。一方、広角散乱検出器 2 2 は、図 2 に示すように、X 線の中心線 4 0 よりも前側に位置し、かつ、図 3 に示すように、X 線の中心線 4 0 よりも上側に位置するように配置されている。

【0030】

また、上述した第 1 反射鏡 1 1 および第 2 反射鏡 1 2 は、図 3 に示すように、略円形の放物面鏡をほぼ半割にしたものが使用されている。より詳細には、第 1 反射鏡 1 1 の外形は、図 3 に示すように、下側半分が切り取られた上側のみの半円形状に形成されている。また、第 2 反射鏡 1 2 の外形は、第 1 反射鏡 1 1 と同じであり、これを 180 度回転させたものである。

40

【0031】

さらに、第 1 反射鏡 1 1 は、図 3 に示すように、X 線の中心線 4 0 よりも上側に配置されている。一方、第 2 反射鏡 1 2 は、X 線の中心線 4 0 よりも下側に配置されている。これにより、X 線は、第 1 反射鏡 1 1 および第 2 反射鏡 1 2 と干渉せずに（第 1 反射鏡 1 1 および第 2 反射鏡 1 2 に遮られずに）小角散乱検出器 2 1 に入光するようになる。

50

【0032】

これにより、赤外線14bは、図3に示すように、第1反射鏡11から分析対象試料30までの間において、X線の中心線40よりも上側を通過して、分析対象試料30上で一点で収束する。また、赤外線14bは、分析対象試料30から第2反射鏡12までの間において、X線の中心線40よりも下側を通過して、第2反射鏡12まで到達する。すなわち、X線の中心線40および赤外線14bの中心線50は、図3に示すように、分光器1を正面から見た左右方向において、X線の中心線40および赤外線14bの中心線50が重ならないようにしてほぼ同軸に通すことができるようになる。

【0033】

ここで、上述したほぼ同軸とは、X線の中心線40と、赤外線14bの中心線50とがほぼ同軸になることをいうものとする。より詳細には、図2に示すように、上から見た状態では、第1反射鏡11および第2反射鏡12の配置は、X線の中心線40と赤外線14bの中心線50とが同一になるようにしている。また、図3に示すように、正面から見た状態では、分析対象試料30を中心に、X線の中心線40に対して赤外線14bの中心線50が反時計回りに回転してずれた位置（X線と赤外線とが干渉しない位置）にある。このずれ角 α は、赤外線スペクトルとX線散乱図形との相互的解析を考慮した場合、好ましくは0度であり、少なくとも5度以下にするのがよいが、新規光学系5では2度～5度を達成している。これにより、X線と赤外線とをほぼ同軸にして通すことができる。

10

【0034】

また、広角散乱検出器22の一部が、第2反射鏡12の上側部分（半円状に切り取られた上側部分）に位置するように配置されている。すなわち、広角散乱検出器22の奥側下部（図2および図3参照）の一部と第2反射鏡12とが干渉しないように、第2反射鏡12の上側が切り取られた構造になっている。

20

【0035】

分光器1および新規光学系5の横幅をよりコンパクトにするためには、分析対象試料30から広角散乱検出器22までの距離Lが短い方が好ましい。しかしながら、距離Lを短くすると、分析対象試料30の種類によって異なる広角分散の角度により、第2反射鏡12と広角散乱検出器22の奥側下部の一部とが、上述のように干渉することになる。そのため、広角散乱検出器22と干渉することになる第2反射鏡12の上側部分を半円状に切り取り、広角散乱検出器22と第2反射鏡12とが干渉しないようにして、上述した距離Lを短くしている。

30

【0036】

図4は、第2反射鏡12を単体で示したものであって、(a)は上側から見た平面図、(b)は(a)を左側から見た図、(c)は(a)を下側から見た図である。なお、図4(b)および図4(c)において、斜線を引いて示してある部分は、第2反射鏡12の上側の切り取った部分（取り除いた部分）を示している。

また、第1反射鏡11は、第2反射鏡12と同じ構造（詳細には、第1反射鏡11は第2反射鏡12を180度回転させたもの）であるため、第2反射鏡12について説明することで第1反射鏡11の詳細な説明は省略する。

40

【0037】

第2反射鏡12は、図4に示すように、本体部2の反射鏡取付部（図示せず）に取り付けるための取付部12aと、この取付部12aの前面に設けられた反射鏡12bとで構成されている。この反射鏡12bは、図4(b)および図4(c)に示す斜線部を取り除く前の状態において放物面鏡を構成している。

【0038】

取付部12aの上面には、図4(a)に示すように、上述した反射鏡取付部にねじ等の締結部材（図示せず）で取り付けするための取付穴12cが複数設けられている。

【0039】

本発明の実施の形態に係る新規光学系5の赤外透過スペクトル測定装置およびこの赤外透過スペクトル測定装置を搭載したフーリエ変換赤外分光器1によれば、分析対象試料30

50

0に照射するためのX線発生器20と、分析対象試料30を透過したX線を受光する小角散乱検出器21または広角散乱検出器22のいずれか一方または両方とを備え、X線を挟んだ一方の側に第1反射鏡11を配置し、X線を挟んだ他方の側に第2反射鏡12を配置しているので、赤外線とX線とを同時に通すことができる。

また、第1反射鏡11から第2反射鏡12へ反射される赤外線の中心線50とX線の中心線40とをほぼ同軸になるように通すことができるので、赤外線およびX線を通すのに必要な空間を大きく設ける必要がなく、装置の小型化を図ることができる。

さらに、X線を挟んだ他方の側に第2反射鏡12がないので、この他方の側に広角散乱検出器22を配置することができ、装置をより小型化することができる。

10

【0040】

また、第1反射鏡11および第2反射鏡12は、赤外線の中心線50とX線の中心線40とのずれ角 α が2度から5度の範囲内になるように配置されているので、X線が第1反射鏡11および第2反射鏡12と干渉しない最小角度とすることで、赤外線およびX線を通すのに必要な空間をより小さくすることができ、装置を小型化することができる。

【0041】

さらに、第1反射鏡11および第2反射鏡12は、放物面鏡の一部を切り取って形成しているので、第1反射鏡11および第2反射鏡12が、赤外線のみを反射させるための従来使用の反射鏡を流用してその一部を切り取ることで製作することができる。そのため、第1反射鏡11および第2反射鏡12を容易に製造することができる。

20

【0042】

以上、本発明の実施の形態に係るフーリエ変換赤外分光器について述べたが、本発明は既述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術思想に基づいて各種の変形および変更が可能である。

【0043】

例えば、本実施の形態では、第1反射鏡11および第2反射鏡12を半割にして、透過させるX線がこれらの反射鏡11、12を避けるようにすることでX線と赤外線とをほぼ同軸上に通すようにしているが、以下の方法であってもほぼ同軸に通すことができる。例えば、第1反射鏡11および第2反射鏡12を半割ではなくて円形状の放物面鏡をそのまま使用し、かつ、第1反射鏡および第2反射鏡の中心にX線を通すための通過孔を設けておく。この方法では、広角散乱検出器22を設けずに、小角散乱検出器21を用いて小角散乱のみを検出して測定を行う。これによれば、X線と赤外線とを同時に通して分析対象試料30を測定することができるとともに、X線と赤外線とを正面から見て同軸に通すことができる。その結果、赤外線およびX線を通すのに必要な空間を大きく設ける必要がなく、装置の小型化を図ることができる。

30

【0044】

他方、本実施の形態では、図2に示すような機器配置を例示したが、これに限定されない。図5は、本実施の形態の他の実施例であって、図2に対応する（機器配置を上側から見た平面図）ものであり、図6はその正面概略図である。この他の実施形態におけるフーリエ変換赤外分光器60（以下、分光器60という）では、平面鏡を半割にした第1平面鏡61、第2平面鏡62、および放物面鏡をそのまま使用した第1放物面鏡71、第2放物面鏡72が用いられている。

40

【0045】

なお、この分光器60では、X線発生器20、小角散乱検出器21、および広角散乱検出器22の配置やX線の中心線40は本実施の形態の図2と同じであり、詳細説明は省略する。

【0046】

分光器60は、図5に示すように、赤外線発生器10から照射される赤外線64aを左側に向けて照射するようにしている。また、照射された赤外線64aは、第1放物面鏡71によって赤外線64bとして前方に向けて集光して反射される。この第1放物面鏡71

50

は、そのままの形状（半割などに加工されていない形状）で使用されている。

【0047】

赤外線64bは、第1放物面鏡71の前側に位置する第1平面鏡61によって左側に向けて反射される（赤外線64c）。この第1平面鏡61には、放物面鏡ではなく、通常の平面鏡が使用されている。また、第1平面鏡61は、図6に示すように、赤外線64bの上側半分を受け得るように、半割形状に加工されている。これは、本実施の形態のように、第1反射鏡11および第2反射鏡12で使用される放物面鏡を半割に加工するのは難しいため、加工が容易な平面鏡を用いて半割形状に加工したものである。

【0048】

赤外線の中心線50とX線の中心線40とのずれ角 α は、赤外線スペクトルとX線散乱図形の相互的解析を考慮した場合、好ましくは0度であり、少なくとも5度以下にするのがよいが、本発明では2度～5度を達成している。これにより、X線と赤外線とをほぼ同軸にして通すことができる。

10

【0049】

赤外線64cは、分析対象試料30を透過して、第2平面鏡72で奥側に反射される（赤外線64d）。この第2平面鏡72も、第1平面鏡71と同様に、半割形状に加工されている。また、半割にした第1平面鏡71は、X線の中心線40よりも上側に配置され、第2平面鏡72は、X線の中心線40よりも下側に配置されている（図6参照）。

なお、設置するスペースがあれば、平面鏡61、62を半割に加工しないで、第1平面鏡61をX線の中心線40よりも上側に配置し、第2平面鏡62をX線の中心線40よりも下側に配置するだけでもよい。

20

【0050】

赤外線64dは、図5に示すように、奥側に位置する第2放物面鏡72へと反射され、この第2放物面鏡72によって左側へとさらに反射され（赤外線64e）、赤外線検出器13に入光する。

【0051】

このように図5に示す分光器60であっても、X線と第1平面鏡71および第2平面鏡72とが干渉することがなく、本実施の形態と同様に、X線と赤外線とをほぼ同軸に同時に通すことができるようになる。また、平面鏡61、62を半割に加工しているため、本実施の形態の分光器1と比較して、加工が容易な分だけ製造コストを低減することができる。さらに、半割加工をしなければ、さらに製造コストを低減することもできる。

30

【0052】

また、本実施の形態では、X線と赤外線との同時測定について記載したが、これに限らず、例えば、レーザー光を使用したラマン分光法を用いて、レーザー光と赤外線とによる同時測定をすることもできる。

【0053】

また、本実施の形態では、丸形状の第1反射鏡11および第2反射鏡12を半割の形状（上半分または下半分を切り取った形状）にしているが、半割の形状に限定されるものではない。すなわち、赤外線とX線とが干渉しない範囲でほぼ同軸に通すことができ、かつ、第2反射鏡12と広角散乱検出器22の一部とが干渉しないように配置することができるようにできれば、半割の形状ではなくてもよい。例えば、第1反射鏡11および第2反射鏡12を約1/3だけ取り除いた形状であってもよく、それ以上またはそれ以下に切り取った形状であってもかまわない。

40

【0054】

さらに、本実施の形態では、正面から見て右側の第1反射鏡11をX線よりも上側（X線を挟んで一方の側）に配置し、第2反射鏡12をX線よりも下側（X線を挟んで他方の側）に配置しているが、上下逆であっても構わない。すなわち、赤外線とX線とをほぼ同軸に通すことができ、かつ、X線と各反射鏡11、12とが干渉しないものであれば、第1反射鏡11をX線よりも下側に配置し第2反射鏡12をX線よりも上側に配置してあってもよい。

50

【0055】

なお、分光器1には、分析対象試料30の取付位置を調整可能なように、分析対象試料30を前後左右に移動させる移動装置を設けてあってもよい。また、分析対象試料30を加熱、冷却、圧縮、引張するための装置を設け、分析対象試料30の測定条件を適宜変更できるようにしてもよい。

【0056】

新規光学系5において、赤外線14aの光路には赤外偏光子25を挿入できるようにしてあるが、赤外偏光子に加えて光弾性変調器26を設け、赤外偏光二色差スペクトルを測定できるようにしてもよい（図2および図5において、赤外偏光子25および光弾性変調器26を点線で示す）。

10

【符号の説明】

【0057】

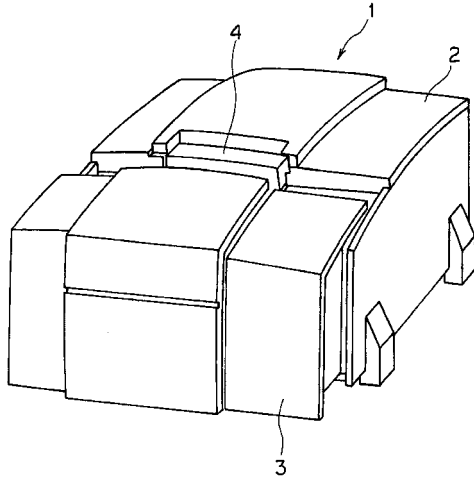
- 1 フーリエ変換赤外分光器
- 2 フーリエ変換赤外分光器本体部
- 3 フーリエ変換赤外分光器標準透過試料室部
- 4 ロック部
- 5 赤外透過スペクトル測定光学系（赤外線透過スペクトル測定装置）
- 10 赤外線発生器
- 11 第1反射鏡
- 12 第2反射鏡
- 12a 取付部
- 12b 反射鏡
- 12c 取付穴
- 13 赤外線検出器
- 14 (14a、14b、14c) 赤外線
- 20 X線発生器
- 21 小角散乱検出器
- 22 広角散乱検出器
- 25 赤外偏光子
- 26 光弾性変調器
- 30 分析対象試料
- 40 X線の中心線
- 50 赤外線の中心線
- 60 分光器
- 61 第1平面鏡
- 62 第2平面鏡
- 64a、64b、64c、64d、64e 赤外線
- 71 第1放物面鏡
- 72 第2放物面鏡
- 100 物質同定装置
- 101 試料
- 102 ステージ
- 110 X線発生器
- 111、112 X線検出器
- 120 赤外線発生器
- 121、122 赤外線検出器
- L 距離
- α ずれ角

20

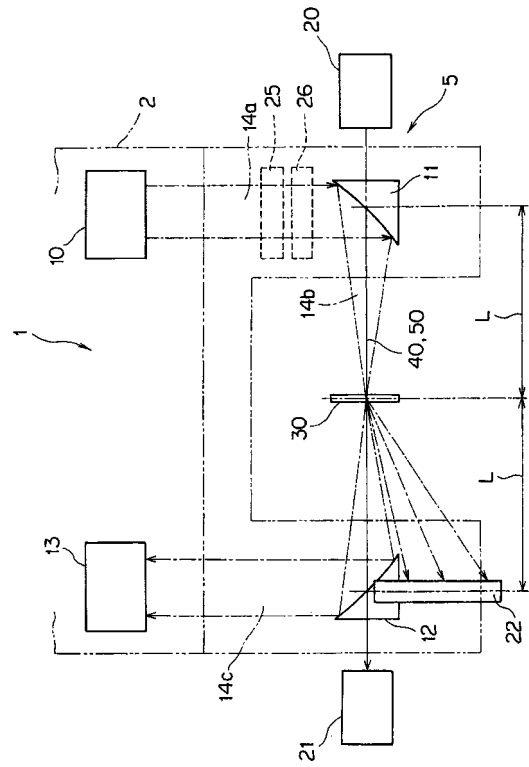
30

40

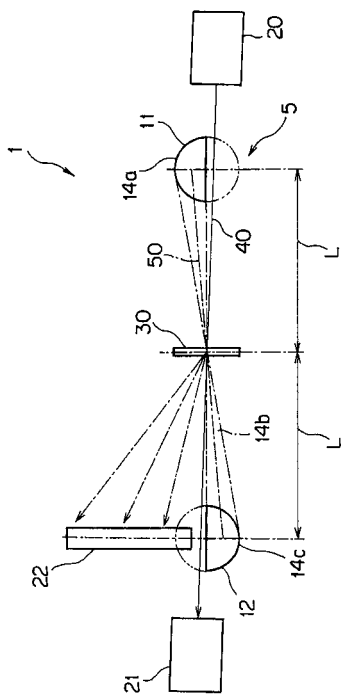
【図1】



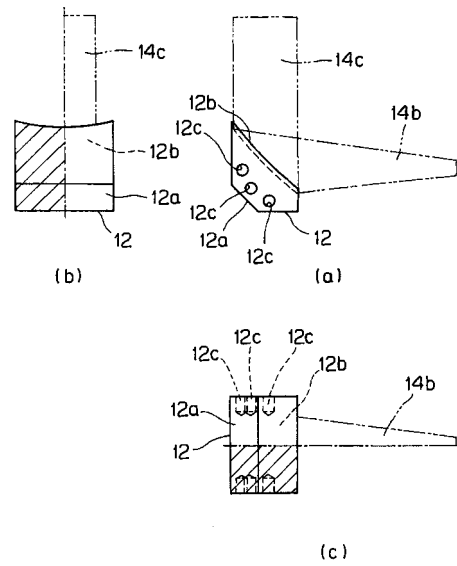
【図2】



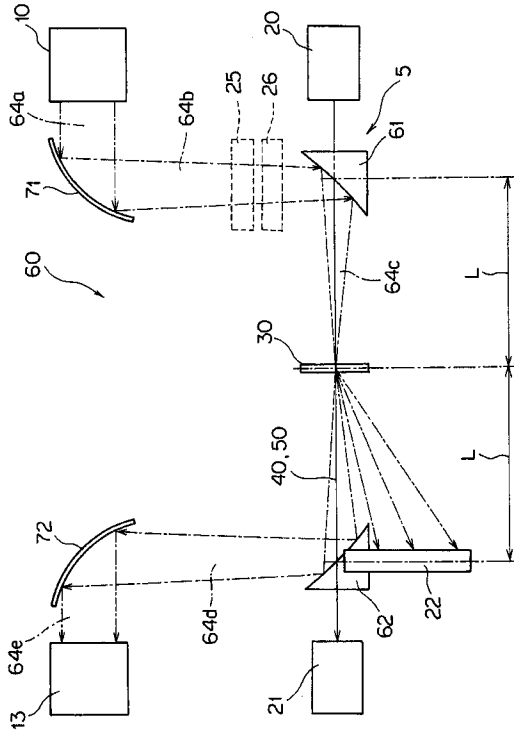
【図3】



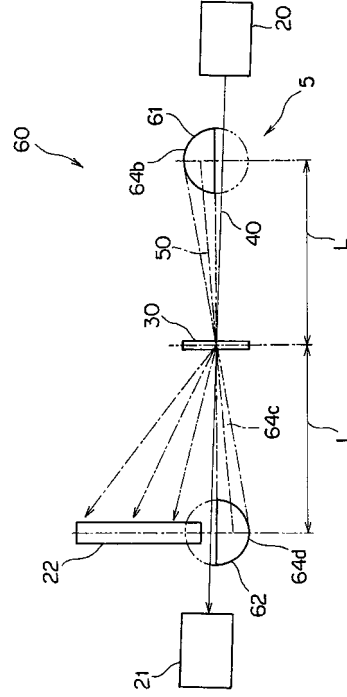
【図4】



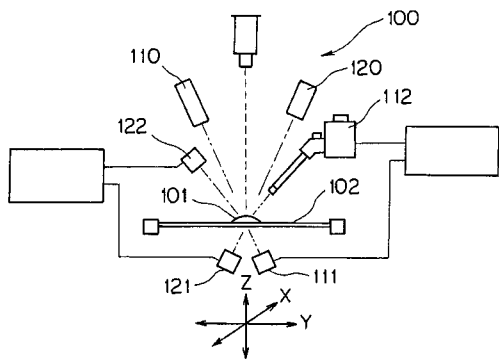
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者

Fターム(参考) 2G001 AA01 BA11 BA14 CA01 DA02 KA01 KA12
2G059 AA01 EE01 EE03 EE10 GG01 HH01 JJ14 JJ18 JJ19 MM01