

TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 蛍光X線分析装置、試料容器、および、分析方法
技術分野

[0001] 本発明は、蛍光X線分析装置、試料容器、および、分析方法に関し、より特定のには、成分が不均一になる可能性のある試料を扱う蛍光X線分析装置に関する。

背景技術

[0002] 蛍光X線分析法（XRF：X-ray Fluorescence analysis）は、分析対象の試料に対してX線を照射し、試料から発せられる蛍光X線を測定することで、試料の構成元素を分析する手法である。XRFは、蛍光X線の検出方式の違いによって、エネルギー分散型（EDX：Energy Dispersive X-ray Spectroscopy）および波長分散型（WDX：Wavelength Dispersive X-ray Spectroscopy）に大別される。

[0003] 蛍光X線は、各々の元素が固有のエネルギーを有しているため、試料から発せられた蛍光X線のエネルギーおよび強度をXRFによって解析することで、試料を構成する元素の種類および含有量を調べることができる。

[0004] XRFにおいて、試料に含まれる元素を精密に分析するために、多くの方法が開発されてきた。X線の照射方法に関し、国際公開第2020/044399号公報（特許文献1）は、一次X線照射時に、把持部が試料を把持した状態で、試料の分析面に垂直な回転軸まわりに把持部を回転させることで、一次X線の照射位置の偏りを少なくする技術を開示している。また、蛍光X線の測定方法に関し、特開2021-135160号公報（特許文献2）は、X線分析装置が、分析対象となる試料が液体であるか否かを検知し、液体であると検知された場合に、排気装置の作動を禁止または停止することを可能とする技術を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2020/044399号公報

特許文献2：特開2021-135160号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述のように、一次X線の照射方法および蛍光X線の測定方法の改良は、試料に含まれる元素の分析精度の向上に寄与すると考えられる。しかしながら、試料を構成する成分が試料中で不均一であるなど、試料自体の状態によっても、試料全体の精密な分析を行うことは困難となる場合がある。したがって、依然として、元素の分析精度の向上のための技術が求められている。

[0007] 本開示は、このような事情を鑑みてなされたものであり、その目的は蛍光X線分析装置において、試料に含まれる元素の分析精度を向上することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の第1の態様は、蛍光X線分析装置であって、試料を設置する試料台と、試料に対して一次X線を照射するX線源と、照射された一次X線によって試料から出射する蛍光X線を検出する検出器と、検出器において検出された蛍光X線を分析する分析部と、試料を攪拌する攪拌機構と、を備える。

[0009] 本開示の第2の態様は、蛍光X線分析装置で分析する試料を収容する試料容器であって、蛍光X線分析装置は、攪拌機構を備え、試料容器は、攪拌機構による試料の攪拌の効率を向上させるバッフル部を備える。

[0010] 本開示の第3の態様は、蛍光X線分析装置における試料の分析方法であって、試料を蛍光X線分析装置が攪拌するステップと、試料に対してX線を照射し、試料の蛍光X線スペクトル情報を取得するステップと、を備える。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、蛍光X線分析装置において、液体試料に含まれる元素の分析精度を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の実施の形態に係る分析装置の構成を示す概略図である。

[図2]分析装置が行う蛍光X線測定処理を示すフローチャートである。

[図3]図2の測定ステップのサブルーチンのフローチャートである。

[図4]試料台上に設定されるターレットを示す、分析装置の正面の断面図である。

[図5]ターレットを図4におけるZ軸方向に沿って見た状態を表す平面図である。

[図6]試料台上に設定される試料スピナを示す、分析装置の正面の断面図である。

[図7]試料スピナの斜視図である。

[図8]試料容器に備えられたバッフル部による攪拌機構の実施の形態を示す試料容器の正面の断面図である。

[図9]試料容器を図8におけるZ軸方向から示した平面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0014] [蛍光X線分析装置の全体構成]

図1は本開示の実施の形態に係る分析装置100の構成を示す概略図である。分析装置100は、X線を解析対象である試料に照射し、試料から放出された蛍光X線を測定することで、試料に含まれる元素の種類および量を明らかにする。一実施例において、分析装置100はEDX装置であるが、EDX装置の代わりに、WDX装置が用いられてもよい。分析装置100は、制御装置1、攪拌機構2、本体3、加熱機構6、表示装置16、および、入力装置17を含む。

[0015] 本体3は筐体31、筐体32および試料台33を含む。筐体31は、試料台33の第1面34に設置される。筐体31および試料台33によって、試料室4が形成される。筐体32は、試料台33の第2面35に設置される。

筐体 3 2 と試料台 3 3 とによって、測定室 5 が形成される。試料室 4 および測定室 5 は、筐体 3 1 および筐体 3 2 によって気密性を有するように囲われている。

[0016] 以下、図 1 において、試料台 3 3 に垂直な方向を Z 軸とし、試料台 3 3 の面に平行な平面を X Y 平面とする。一実施例において、分析装置 1 0 0 は、Z 軸を重力方向と概ね平行となるように設置された状態で用いられる。この場合、試料台 3 3 の第 1 面 3 4 はいわゆる「試料台上面」、試料台 3 3 の第 2 面 3 5 はいわゆる「試料台下面」である。

[0017] 試料台 3 3 には、開口 3 6 が形成されている。試料 S の分析時には、開口 3 6 を覆うように、試料台 3 3 上に試料 S が設置される。これにより、試料 S の下面である分析面 S A が、開口 3 6 を介して、測定室 5 へ露出する。

[0018] 一実施例において、試料 S は、液体であり、試料 S を保持するための試料容器 C に保持されている。この場合、試料 S の分析時には、試料容器 C に収容された試料 S が、第 1 面 3 4 の上に、開口 3 6 を覆うように配置される。

[0019] ユーザは、「試料の種類」および／または「試料の性質」の情報に基づいて、分析装置 1 0 0 における攪拌機構 2 による攪拌の条件を選択することができる。

[0020] 「試料の種類」とは、試料を構成する物質の種類および混合比を示す。具体的には、試料の種類は、たとえば、溶質である物質の名称および／または化学式、溶媒である物質の名称および／または化学式、並びに、溶質の濃度のうち少なくとも 1 つを含む。試料は、油脂を含んでもよい。この場合、油脂そのものを構成する成分（たとえば鉱物油中の硫黄）が分析対象とされてもよいし、油脂を溶媒として、油脂に添加された添加物が分析対象とされてもよい。

[0021] 「試料の性質」とは、試料の特性および試料を構成する物質の特性を示す。具体的には、試料の特性は、たとえば、試料の粘度である。また、試料を構成する物質の特性は、溶質である物質の分離のしやすさ、溶質である物質の沈殿のしやすさ、溶媒である物質の分離のしやすさ、および、溶媒である

物質の凝固のしやすさのうち少なくとも1つを含む。

[0022] 試料容器Cは、たとえば、樹脂製の筒状部材と、薄い樹脂製のフィルムと、を含む。筒状部材の下端の開口は、フィルムで覆われることにより、閉塞されている。フィルムは、たとえば、リング形状の固定部材を用いて試料容器Cに固定されている。当該フィルムは、ポリプロピレンおよびポリエチレンテレフタレートといった炭素原子および水素原子、または炭素原子、水素原子、および、酸素原子で構成された樹脂からなる。これらの元素から発生される蛍光X線は微弱なので、EDXにおいて当該フィルムが、蛍光X線分析へ与える影響は少ない。なお、フィルムが十分に薄いため、試料台33の第1面34と、分析面SAのZ軸方向の高さは略同じとなる。したがって、本明細書において参照される各図では、フィルムの記載を省略している。試料容器Cは、液体膨張時の逃がし穴、および／または、液留めを有していてもよい。

[0023] 測定室5には、X線管51および検出器52が配置される。X線管51は、X線を発生させ、試料Sに照射する。X線管51は、熱電子を出射するフィラメントと、熱電子を所定の一次X線に変換して出射するターゲットと、を含む。検出器52は、試料から放出された蛍光X線を検出する。検出器52は、たとえば、Si素子を含む半導体検出器によって構成される。なお、検出器52は、Si素子にLi素子をドープした素子を含む半導体検出器によって構成されてもよい。

[0024] X線管51および検出器52は、測定室5の壁面に設置される。X線管51から出射された一次X線は、開口36を通じて試料Sに照射される。試料Sから発生した蛍光X線は検出器52に入射し、検出器52によって蛍光X線のエネルギーおよび量が測定される。より特定的には、蛍光X線のエネルギーは、一般に、蛍光X線の波長で表される。蛍光X線の量は、一般に、単位時間当たりの蛍光X線の光子の数で表され、蛍光X線の強度とも称される。検出器52の検出結果は、典型的には、検出された蛍光X線のエネルギーと量との関係を示した蛍光X線スペクトルとして表される。

- [0025] 攪拌機構 2 は、測定前の試料が待機されている位置と、試料 S が分析中に配置される位置である分析位置 A P との間で試料 S を移動させるための搬送機構であり、試料 S の攪拌を行うことも可能である。攪拌機構 2 は、X 軸レール 2 1、Y 軸レール 2 2、Z 軸レール 2 3、移動体 2 4、アーム部 2 5、および、把持部 2 6 を含む。
- [0026] X 軸レール 2 1 は、X 軸方向に沿って延在する。X 軸レール 2 1 は、Y 軸レール 2 2 によって、Y 軸方向に移動可能に設けられている。X 軸レール 2 1 は、たとえばモータの駆動源によって Y 軸レール 2 2 上を走行する。
- [0027] なお、X 軸方向とは、水平方向における任意の 1 方向であり、Y 軸方向とは、X 軸方向に直交する方向である。
- [0028] Y 軸レール 2 2 は、Y 軸方向に沿って延在する。Y 軸レール 2 2 は、X 軸レール 2 1 の Y 軸方向に移動を案内する。Y 軸レール 2 2 は、X 軸方向における X 軸レール 2 1 の両端に設けられている。
- [0029] Z 軸レール 2 3 は、Z 軸方向に沿って延在する。Z 軸方向は、上下方向であり、X 軸方向および Y 軸方向に直交する。Z 軸レール 2 3 は、移動体 2 4 に固定されている。Z 軸レール 2 3 は、アーム部 2 5 の Z 軸の移動を案内する。
- [0030] 移動体 2 4 は、X 軸レール 2 1 に沿って矢印 2 7 で示すように X 軸方向に移動可能に設けられている。移動体 2 4 は、モータ等の駆動源によって移動する。移動体 2 4 には、Z 軸レール 2 3 が固定されている。これにより、移動体 2 4 が X 軸方向に移動することによって、Z 軸レール 2 3 も X 軸方向に沿って移動する。
- [0031] アーム部 2 5 は、Z 軸レール 2 3 に固定され、矢印 2 8 で示すように Z 軸レール 2 3 に沿って Z 軸方向に移動可能に設けられている。また、アーム部 2 5 は、矢印 2 9 で示すように試料 S の分析面 S A に垂直な回転軸まわりに回転可能に設けられている。試料容器 C に収容された試料 S を把持した状態で、アーム部 2 5 が回転することで、試料 S は回転され、攪拌される。
- [0032] 把持部 2 6 は、アーム部 2 5 の先端（下端）に設けられている。把持部 2

6は、試料容器Cに收容された試料Sを把持可能に設けられている。把持部26は、たとえば、ロボットアームである。

[0033] 把持部26は、X軸方向、Y軸方向、およびZ軸方向に移動可能に設けられている。より具体的には、把持部26は、移動体24がX軸レール21に沿ってX軸方向に移動することにより、移動体24とともにX軸方向に沿って移動する。把持部26は、X軸レール21がY軸レール22に沿ってY軸方向に移動することにより、X軸レール21とともにY軸方向に沿って移動する。把持部26は、アーム部25がZ軸レール23に沿ってZ軸方向移動することにより、アーム部25とともにZ軸方向に沿って移動する。

[0034] 以上より、把持部26は、試料容器Cに收容された試料Sを把持し、待機位置と測定位置との間での試料Sの移動、および、アーム部25の回転による試料Sの攪拌を可能にする。

[0035] 把持部26は、試料Sの分析面SAに垂直な回転軸まわりに回転可能に設けられる。具体的には、上記のようにアーム部25が回転することにより、アーム部25と一体となって把持部26が回転する。なお、上記回転軸方向は、Z軸方向と一致する。

[0036] 制御装置1は、主たる構成要素として、CPU (Central Processing Unit) 11、ROM (Read Only Memory) 12、RAM (Random Access Memory) 13、HDD (Hard Disk Drive) 14、およびI/O (Input/Output) インターフェイス15を有する。各構成要素はデータバスによって相互に接続されている。制御装置1は、攪拌機構2、本体3および加熱機構6を制御する。また、制御装置1は、測定時、検出器52により検出される蛍光X線のスペクトルに基づいて、試料容器Cに收容されている試料Sに含まれる各種元素の分析（定性分析および定量分析）を行う。制御装置1には、たとえば、パーソナルコンピュータを利用することができる。

[0037] CPU11は、分析装置100全体を総括的に制御する。ROM12は、CPU11にて実行される分析装置100の処理手順が記されたプログラムを格納する。RAM13は、CPU11におけるプログラムの実行により生

成されるデータを一時的に格納することができ、一次記憶装置として機能できる。HDD 14 は、不揮発性の記憶装置であり、分析装置 100 が取得したデータが保存されている。制御装置 1 は、HDD 14 に代えて、または HDD 14 に加えて、フラッシュメモリなどの半導体記憶装置を有していてもよい。

[0038] I/O インターフェイス 15 は、攪拌機構 2、本体 3、および表示装置 16 への入力、または本体 3 および入力装置 17 からの出力のインターフェイスである。I/O インターフェイス 15 は、攪拌機構 2、X 線管 51、検出器 52、表示装置 16、および入力装置 17 と接続されている。制御装置 1 は、I/O インターフェイス 15 を介して、制御信号（コマンド）を送信することによって、移動体 24 の X 軸、Y 軸、Z 軸の各々の方向の移動、把持部 26 の動き、X 線管 51 における管電圧と管電流と照射時間、加熱機構 6 による加熱温度と加熱時間、並びに、表示装置 16 における表示を制御する。

[0039] 表示装置 16 は、たとえば液晶モニタにより構成される。表示装置 16 は、CPU 11 からのコマンドに従い、蛍光 X 線の検出結果を表示する。

[0040] 入力装置 17 は、たとえば、キーボード、マウスにより構成される。入力装置 17 は、ユーザからの制御装置 1 および本体 3 に対する指示を受け付けて、I/O インターフェイス 15 を介して CPU 11 へ出力する。また、表示装置 16 と入力装置 17 とが一体化されたタッチパネルが用いられてもよい。

[0041] 加熱機構 6 は、たとえば、ヒータにより構成され、試料室 4 内の温度を調整する。試料室 4 内が温められることにより、試料室 4 内に収容された試料 S の粘度が低下し攪拌されやすくなる。加熱温度は、50℃以下が望ましい。図 1 においては、加熱機構 6 は、試料室 4 内を温める態様で示されているが、加熱機構 6 は、試料 S のみを加熱できるような構成であってもよい。たとえば、加熱機構 6 が試料容器 C を覆うように設置され、加熱機構 6 が温まることで、加熱機構 6 に接している試料容器 C が加熱され、試料 S が加熱さ

れる。

[0042] [比較例]

蛍光X線分析は、試料の元素組成を決定するうえで有用な分析方法である。具体的には、試料に一次X線を照射し、発生する蛍光X線を分析することにより、試料に含まれる元素の種類および量を明らかにできる。

[0043] 試料の分析において、分析面（図1におけるSA）から離れた試料の部分の分析については、分析面に近い部分と比べ、分析精度および分析感度は悪くなる傾向がある。なぜならば、分析面から離れた部分の測定には、一次X線および蛍光X線が試料中を通過する必要があるため、その際にX線が試料に吸収されてしまい、エネルギーが減衰するからである。

[0044] したがって、試料が均一でない場合には、試料全体の元素組成を精密に分析することが難しくなる。そのため、試料全体の元素組成の分析においては、試料が均一に混ざっていることが重要となる。従来技術では、蛍光X線分析前にユーザが手動で試料を混合することで、試料が均一になるようにしていた。

[0045] しかしながら、試料の溶質が沈殿しやすかったり、試料の溶媒が析出しやすかったりすると、蛍光X線分析中に沈殿または結晶が形成され、試料中の成分の偏りが発生することがあった。

[0046] [実施形態にかかる分析装置]

そこで、本実施形態にかかる分析装置100においては、蛍光X線の分析中または分析直前に、攪拌機構2は試料を攪拌する。これにより、蛍光X線の分析中に、試料の成分に偏りが発生することを防ぐことができる。また、分析装置100は、試料を温める加熱機構6を有しており、粘性が高い試料でも攪拌させ、蛍光X線の分析中に、試料の成分に偏りが発生することを防ぐことができる。

[0047] [試料の攪拌の態様]

次に試料の攪拌の態様について説明する。攪拌の具体的な形態については後述する。

[0048] 試料の攪拌は、試料が収容されている試料容器を回転および／または振動させることで、試料容器に収容されている試料をかき混ぜることである。回転は、回転軸を中心として試料を回すことである。試料の回転では、試料を、1つの回転軸の周りを回転させてもよいし、複数の回転軸の周りを回転させてもよい。回転は、回転速度、回転方向、および、回転時間により規定される。これらのうち少なくとも1つは変更されてもユーザからの入力に応じて変更されてもよい。回転時間中に、回転速度および／または回転方向が変化してもよい。振動は、試料を上下および／または左右に揺れ動かすことである。振動の態様は、周期的にまたは非周期的に変化してもよい。振動は、振動の方向、振幅、速度、加速度、および、振動時間により規定される。これらのうち少なくとも1つは、ユーザからの入力に応じて変更されてもよい。上述した攪拌における回転および／または振動を規定するものを攪拌パラメータと呼ぶ。また、試料の測定において、試料の攪拌パラメータおよび試料の攪拌を開始するタイミング、または、それらに加えて試料の攪拌を終了するタイミングを組み合わせたものを攪拌パターンと呼ぶ。

[0049] 試料の攪拌は、試料容器内部に設けられた攪拌部により、試料が攪拌されることによって実現されてもよい。たとえば、攪拌部はプロペラ羽根を含む。当該プロペラ羽根は、試料内で回転することにより、試料を攪拌する。

[0050] また、バッフル部が試料容器内部に設けられており、バッフル部は、試料の攪拌効率を向上させてもよい。具体的には、バッフル部は、試料が収容されている試料容器が回転および／または振動され試料が攪拌される際に、試料の攪拌効率を向上させる。バッフル部は試料容器の内部の凹凸を含み、試料容器が回転することにより、試料容器内部に形成された凹凸が乱流を発生させ、試料の攪拌をより効率的にする。

[0051] [試料を攪拌するタイミング]

次に、試料を攪拌するタイミングについて説明する。

[0052] 試料の攪拌は、1回の蛍光X線の測定に対して、1回であってもよいし、複数回であってもよい。試料の攪拌は、蛍光X線の測定の開始前、蛍光X線

の測定の開始と同時、および、蛍光X線測定中のいずれかに開始する。

[0053] ユーザは、試料の種類および／または性質に合わせて、試料を攪拌するタイミングを選択することが可能である。たとえば、蛍光X線の測定前に、試料に含まれる成分が試料内で不均一になっている場合には、蛍光X線の測定開始前から試料の攪拌を開始すること、または、蛍光X線の測定開始前に複数回試料の攪拌を行うことが望ましい。また、たとえば、蛍光X線の測定中に、試料に含まれる成分が試料内で不均一になる場合には、蛍光X線の測定中に試料の攪拌を実施することが望ましい。蛍光X線の測定前および／または蛍光X線の測定中に試料の攪拌が行われることで、蛍光X線の測定中に、試料に含まれる成分が試料内で不均一になることを防ぐことができる。

[0054] [試料を攪拌する位置]

蛍光X線の測定中に攪拌される場合には、試料は蛍光X線測定位置に配置された状態で攪拌される。この場合、回転および／または振動の態様が調整されることにより、試料の分析面が試料台から離れないように試料を攪拌する。たとえば、試料Sの分析面SAが試料台33の第1面34に当接した状態で、試料Sは攪拌される。蛍光X線の測定前に攪拌される場合には、試料を攪拌する位置については、特に制限されない。試料は蛍光X線測定位置に配置された状態で攪拌されてもよいし、蛍光X線測定位置とは異なる位置で攪拌されてもよい。

[0055] なお、蛍光X線分析装置の分析対象試料は、液体に限定されず、固体でもよい。固体の場合は、攪拌されずに蛍光X線測定が実施される。分析装置100は加速度センサにより、試料Sが液体であるか否かを判別して、試料Sが液体であると判定された場合に、試料Sを攪拌してもよい。

[0056] [蛍光X線測定処理の流れ]

図2は、分析装置100が行う蛍光X線測定処理を示すフローチャートである。一実現例では、当該処理は、蛍光X線測定用アプリケーションが立ち上がった際に実行される。

[0057] 図2を参照して、S10において制御装置1は、蛍光X線測定の初期設定

を行う。初期設定において設定される事項には、加熱機構 6 による加熱の有無、および加熱する場合の加熱温度が含まれる。当該加熱温度は、ユーザが設定しても、あらかじめ HDD 14 に保存されていた設定を制御装置 1 が呼び出してもかまわない。加熱を開始するタイミングは限定されないが、蛍光 X 線測定の開始前に、試料 S の温度が安定することが好ましい。初期設定が完了すると、制御装置 1 は、制御を S 12 に進める。

[0058] S 12 において、制御装置 1 は、蛍光 X 線測定の情報を受け付ける。蛍光 X 線測定の情報は、蛍光 X 線の測定時間および試料の攪拌パターンの少なくとも 1 つが含まれる。蛍光 X 線の測定時間および／または試料の攪拌パターンは、ユーザにより入力された試料の種類および／または試料の性質に基づいて、あらかじめ HDD 14 に保存されていた設定を制御装置 1 が呼び出してもかまわない。その後、制御装置 1 は、制御を S 14 に進める。

[0059] S 14 において、制御装置 1 は、ユーザにより測定指示されたか否かを判断する。制御装置 1 は、測定が指示されたと判断するまで S 12 の制御を繰り返す（S 12 にて NO）。制御装置 1 は、測定が指示されたと判断すると（S 12 にて YES）、制御を S 16 に進める。

[0060] S 16 において、制御装置 1 は、S 12 において受け付けた蛍光 X 線測定の情報に基づいて、蛍光 X 線測定を実行する指示を本体 3 に出力する。蛍光 X 線測定を実行する指示を受け付けた本体 3 は、測定を開始する。測定終了後、本体 3 は測定結果を、制御装置 1 に送付する。制御装置 1 は、測定結果を受け付けた後に、蛍光 X 線測定処理を終了する。

[0061] 図 3 は、図 2 の S 16 のサブルーチンのフローチャートである。図 3 に示されるように、S 20 の制御において、S 12 において受け付けた蛍光 X 線の測定情報に含まれる攪拌パターンを読み出す。

[0062] S 22 において、制御装置 1 は、S 20 にて読み出した攪拌パターンに、蛍光 X 線測定前に攪拌する指示が含まれるか否かを判断する。制御装置 1 は、蛍光 X 線測定前に攪拌が指示されたと判断すると（S 22 にて YES）制御を S 24 に進める。制御装置 1 は、蛍光 X 線測定前に攪拌が指示されてい

ないと判断すると（Ｓ２２にてＮＯ）制御をＳ２６に進める。

[0063] Ｓ２４において、制御装置１は、攪拌機構２に攪拌開始の指示を送付する。攪拌開始の指示を受け付けた攪拌機構２は、Ｓ２０において受け付けた攪拌パターンに基づいて試料Ｓを攪拌する。なお、Ｓ２４において開始した攪拌は、Ｓ２４において終了してもよいし、Ｓ２４以降に引き続き実施されていてもよい。また、Ｓ２４において、攪拌の開始と終了が複数回実行されてもよい。その後、制御装置１は、処理をＳ２６に進める。

[0064] Ｓ２６において、制御装置１は、本体３に蛍光Ｘ線測定の開始の指示を送付する。蛍光Ｘ線測定開始の指示を受け付けた本体３は、Ｘ線管５１から試料Ｓに対し一次Ｘ線を照射し、試料Ｓから発出される蛍光Ｘ線を検出器５２で検出する。その後、制御装置１は、処理をＳ２８に進める。

[0065] Ｓ２８において、制御装置１は、Ｓ２０にて読み出した攪拌パターンに、蛍光Ｘ線測定開始と同時に攪拌する指示が含まれるか否かを判断する。制御装置１は、蛍光Ｘ線測定開始と同時に攪拌が指示されたと判断すると（Ｓ２８にてＹＥＳ）制御をＳ３０に進める。制御装置１は、蛍光Ｘ線測定前に攪拌が指示されていないと判断すると（Ｓ２８にてＮＯ）制御をＳ３２に進める。

[0066] Ｓ３０において、制御装置１は、攪拌機構２に攪拌開始の指示を送付する。攪拌開始の指示を受け付けた攪拌機構２は、Ｓ２０において受け付けた攪拌パターンに基づいて試料Ｓを攪拌する。なお、Ｓ３０において開始した攪拌は、Ｓ３０において終了してもよいし、Ｓ３０以降に引き続き実施されていてもよい。また、Ｓ３０において、攪拌の開始と終了が複数回実行されてもよい。その後、制御装置１は、処理をＳ３２に進める。

[0067] Ｓ３２において、制御装置１は、Ｓ２０にて読み出した攪拌パターンに、蛍光Ｘ線測定中に攪拌する指示が含まれるか否かを判断する。制御装置１は、蛍光Ｘ線測定中に攪拌が指示されたと判断すると（Ｓ３２にてＹＥＳ）制御をＳ３４に進める。制御装置１は、蛍光Ｘ線測定前に攪拌が指示されていないと判断すると（Ｓ３２にてＮＯ）サブルーチンを終了し、制御をメイン

ルーチンに戻す。

[0068] S 3 4 において、制御装置 1 は、攪拌機構 2 に攪拌開始の指示を送付する。攪拌開始の指示を受け付けた攪拌機構 2 は、S 2 0 において受け付けた攪拌パターンに基づいて試料 S を攪拌する。なお、S 3 4 において開始した攪拌は、S 3 4 において終了してもよいし、S 3 4 以降に引き続き実施されてもよい。また、S 3 4 において、攪拌の開始と終了が複数回実行されてもよい。その後、制御装置 1 は、サブルーチンを終了し、制御をメインルーチンに戻す。

[0069] 以上説明された本実施の態様にかかる蛍光 X 線分析装置では、試料を攪拌させる機構が備わっているため、分析中に試料内の濃度が不均一になってしまうことを防ぐことができる。したがって、試料全体の元素分析の分析感度および分析精度を向上させることができる。

[0070] また、本実施の態様にかかる蛍光 X 線分析装置では、試料を攪拌させる機構が備わっているため、試料中の成分が沈殿してしまっても、沈殿物を分散させることができる。したがって、長時間放置すると試料中の成分が沈殿してしまう試料の元素分析の分析感度および分析精度を向上させることができる。

[0071] さらに、本実施の態様にかかる蛍光 X 線分析装置では、加熱機構を備えるため、試料を加熱することができる。したがって、試料を加熱させることにより、試料の粘性が低下し、試料の攪拌効率を向上させることができる。

[0072] [実施例]

以下、本開示にかかる具体的実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

[0073] [実施例 1：搬送機構を攪拌機構として用いた場合の試料の攪拌]

次に、攪拌機構 2 を用いた試料の攪拌の実施例について説明する。攪拌機構 2 は、把持部 2 6 が試料 S が収容された試料容器 C を把持した状態で、把持部 2 6 を回転させることで、試料 S を攪拌する。

[0074] 図 1 で示されるように、アーム部 2 5 は試料 S の分析面 S A に垂直な回転軸まわりに回転可能に構成される。したがって、把持部 2 6 が試料 S が収容

された試料容器Cを把持している際に、アーム部25を回転させることにより、試料Sは回転され攪拌される。回転速度は、10～1000rpm程度である。この場合は、試料Sの回転は、蛍光X線の測定前に行われても、測定中に行われてもかまわない。

[0075] また、アーム部25の回転軸に関して、アーム部25の回転軸はXY平面に垂直でなくてもかまわない。アーム部25をZ軸に対して角度をつけた状態で回転させることによって、試料Sを攪拌してもよい。このような試料Sの回転は、蛍光X線の測定前に行われる。なぜならば、XY平面に垂直ではない回転軸まわりに試料が回転する場合には、分析面SAが試料に対し、一様に照射されず、蛍光X線分析が困難となることの場合があるからである。

[0076] また、当該実施例の変形例として、攪拌機構2は、把持部26が試料Sが収容された試料容器Cを把持した状態で、把持部26を振動させることによって試料Sを攪拌してもよい。

[0077] 当該変形例においては、アーム部25はZ軸方向に沿って、および／または、水平方向における任意の1方向に沿って振動可能に構成される。したがって、把持部26が試料Sが収容された試料容器Cを把持している際に、アーム部25を振動させることにより、試料Sは攪拌される。なお、試料SをZ軸方向に沿って振動させることは、蛍光X線の測定前に行われることが望ましい。なぜならば、分析面SAがZ軸方向に沿って振動していると、分析面SAが、開口36から測定室5へ露出しない場合があるので、一次X線を試料Sに安定して照射できず、蛍光X線の測定に影響を与えるおそれがあるからである。

[0078] なお、アーム部25の回転による試料Sの攪拌と、アーム部25の振動による試料Sの攪拌は、組み合わせて実行されてもよい。この場合には、たとえば、アーム部25は、試料Sの分析面SAに垂直な回転軸まわりに回転可能でかつ、Z軸方向に沿って振動可能に構成される。当該構成により、試料Sの蛍光X線の測定前に、把持部26が試料Sが収容された試料容器Cを把持した状態で、アーム部25を振動させることにより試料Sを攪拌し、試料

Sの蛍光X線測定中には、把持部26が試料Sが収容された試料容器Cを把持した状態で、アーム部25を回転させることにより試料Sを攪拌することが可能である。回転と振動を組み合わせることで試料Sを攪拌することにより、回転または振動のいずれか一方の攪拌ではかき混ぜにくい試料の攪拌効率を向上させることができる。

[0079] [実施例2：ターレットを攪拌機構として用いた試料の攪拌]

次に、攪拌機構として試料台33上に設置されるターレットを用いた試料Sの攪拌の実施例について説明する。ターレットは、複数の試料を載置し、回転することにより、分析対象となる試料を切り替えることで、複数の試料を連続して蛍光X線分析するための機構である。図4は、試料台33上に設定されるターレット7を示す、分析装置100の正面の断面図である。図4においては、図1の筐体31および試料台33によって形成される試料室4の内部が示されている。図5は、ターレット7を図4におけるZ軸方向に沿って見た状態を表す平面図である。説明の便宜のため、図5においては、筐体31は図示されていない。

[0080] ターレット7は、図5における矢印73で示すように、ターレット7の中心を回転軸としてXY平面上で回転可能に配置される。ターレット7は、試料台33の第1面34に配置される。ターレット7には、開口71が複数（たとえば12か所）形成されている。各開口71には、試料Sを収容した試料容器Cが開口71を覆うように載置される。ターレット7は、回転することで分析対象の試料Sを切り替えることができる。測定時、分析対象となる試料Sが載置された開口71は、筐体31の底部の開口36と重なるように位置が決定される。

[0081] 複数の試料の連続分析に用いられるターレットは、試料を攪拌することが可能である。具体的には、試料Sが収容された試料容器Cを載置した状態でターレット7を回転させることにより、試料Sは攪拌される。回転速度は、たとえば、10～1000rpm程度である。回転方向は、たとえば、一定時間間隔で、時計回りと反時計回りに切り替えられ、試料Sの加速度が変化

することで、試料Sに加わる慣性力によって、試料Sが撹拌される。

[0082] ターレット7の回転による撹拌は、試料Sの蛍光X線の分析前に行われても、分析中に行われても構わないが、試料Sの蛍光X線分析中に撹拌される場合は、試料Sの分析面SAが開口36の全面と重なるように回転される。この場合には、回転を規定するパラメータのうち、回転方向が制御される。分析対象の試料Sの分析面SAの一部が開口36の範囲の外に位置してしまうと、一次X線が試料Sに照射されず蛍光X線の分析ができなくなることで、および、ターレット7の開口71に載置されている分析対象でない試料に一次X線が照射され分析対象の試料Sの蛍光X線の測定に影響がでることを防ぐためである。たとえば、図5において、ターレット7が時計回りに回転すると、試料台33の開口36がターレット7の開口71の範囲の外に位置することで、分析対象の試料Sの分析面SAの一部が開口36の範囲外に位置する事態が生じる。このような事態が生じることを回避するために、回転方向は、ターレット7の開口71の範囲の外に試料台33の開口36が位置する前に反時計回りに切り替える必要がある。

[0083] なお、複数の分析対象の試料がターレット7に載置されている場合、分析中の試料を撹拌すると、ターレット7に載置されている他の試料も同様に撹拌される。これにより、複数の試料を同時に撹拌することができるので、複数の試料の蛍光X線の測定の際に、撹拌にかかる時間を短くすることができる。

[0084] また、当該実施例の変形例として、ターレット7は、試料Sが収容された試料容器Cを載置した状態で、Z軸方向に沿うように振動することで、試料Sを撹拌してもよい。

[0085] 本変形例においては、ターレット7は、図4における矢印72で示すように、Z軸方向に沿って振動可能に試料台33の第1面34に配置される。したがって、試料Sが収容された試料容器Cが載置された状態で、ターレット7を振動させることにより、試料Sを撹拌することができる。なお、試料SをZ軸方向に沿って振動させることは、蛍光X線の測定前に行われることが

望ましい。なぜならば、分析面 S A が Z 軸方向に沿って振動していると、分析面 S A が、開口 3 6 から測定室 5 へ露出しない場合があるので、一次 X 線を試料 S に安定して照射できず、蛍光 X 線の測定に影響を与えるおそれがあるからである。

[0086] また、ターレット 7 の回転による試料 S の攪拌と、ターレット 7 の振動による試料 S の攪拌は、組み合わせて実行されてもよい。この場合には、たとえば、ターレット 7 は、ターレット 7 の中心を回転軸として回転可能でかつ、Z 軸方向に沿って振動可能に構成される。当該構成により、試料 S の蛍光 X 線の測定前に、ターレット 7 の開口 7 1 に試料 S が載置された状態でターレット 7 が振動することにより試料 S を攪拌し、試料 S の蛍光 X 線測定中には、ターレットが回転することにより試料 S を攪拌することが可能である。回転と振動を組み合わせて試料 S を攪拌することにより、回転または振動のいずれか一方の攪拌ではかき混ぜにくい試料の攪拌効率を向上させることができる。

[0087] [実施例 3：試料スピナを攪拌機構として用いた場合の試料の攪拌]

次に、攪拌機構として試料台 3 3 上に設置される試料スピナを用いた試料 S の攪拌の実施例について説明する。試料スピナは、蛍光 X 線の測定中に、分析位置 A P において、試料容器 C の中心を回転軸として回転することにより、一次 X 線の照射位置の偏りを少なくするための機構である。図 6 は、試料台 3 3 上に設定される試料スピナ 8 示す、分析装置 1 0 0 の正面の断面図である。図 6 においては、図 1 の筐体 3 1 および試料台 3 3 によって形成される試料室 4 の内部が示されている。図 7 は、試料スピナ 8 の斜視図である。なお、説明の便宜のため、図 7 においては、筐体 3 1 の前面および試料容器 C は図示されていない。

[0088] 試料スピナ 8 には、一次 X 線および蛍光 X 線が通過するための開口 8 1 が形成されている。試料スピナ 8 は、分析面 S A が筐体 3 1 の底部の開口 3 6 から露出するように、試料台 3 3 に設置される。開口 8 1 を覆うように、試料スピナ 8 上に試料 S が収容された試料容器 C が配置される。

[0089] 試料スピナ8は、図7における矢印83で示すように、試料Sの分析面SAに垂直な回転軸まわりに回転可能に設置される。試料Sの蛍光X線の測定時に、試料Sを収容した試料容器Cを試料スピナ8上に配置した状態で10～100rpmで回転することにより、試料Sにおいて一次X線が照射される部分に偏りが生じないようにする。測定時、分析対象となる試料Sは、分析面SAが筐体31の底部の開口36から露出した状態で試料Sの分析面SAに垂直な回転軸まわりに回転する。

[0090] 上述した試料スピナは、試料の攪拌のためにも回転することが可能である。具体的には、試料Sが収容された試料容器Cを配置した状態で、試料スピナ8が回転することにより、試料Sが攪拌される。このような攪拌のための回転における回転速度は、100～1000rpm程度である。上述したとおり試料スピナ8は、試料SへのX線照射位置の偏りを減らすためにも回転可能だが、攪拌を目的として回転する場合には、X線照射位置の偏りを減らす目的として回転する場合に比べて高速で回転することを特徴とする。また、たとえば、一定時間間隔で、時計回りと反時計回りに切り替えられ、試料Sの加速度が変化することで、試料Sに加わる慣性力によって、試料Sを攪拌してもよい。試料スピナ8の回転による攪拌は、試料Sの蛍光X線の分析前に行われても、分析中に行われても構わない。

[0091] また、当該実施例の変形例として、試料Sが収容された試料容器Cを配置した状態で、試料スピナ8をZ軸方向に振動させることによって試料Sを攪拌してもよい。

[0092] 本変形例においては、図6における矢印82で示すように、Z軸方向に沿って振動可能に試料台33の第1面34に試料スピナ8が配置される。したがって、試料Sを収容した試料容器Cが測定位置に配置された状態で、試料スピナ8が振動することにより、試料Sを攪拌することができる。なお、試料SをZ軸方向に沿って振動させることは、蛍光X線の測定前に行われることが望ましい。なぜならば、分析面SAがZ軸方向に沿って振動していると、分析面SAが、開口36から測定室5へ露出しない場合があるので、一次

X線を試料Sに安定して照射できず、蛍光X線の測定に影響を与えるおそれがあるからである。

[0093] なお、試料スピナ8の回転による試料Sの攪拌、および、試料スピナ8の振動による試料Sの攪拌は、組み合わせて実行されてもよい。この場合には、たとえば、試料スピナ8は配置された試料容器Cの中心を回転軸として回転可能でかつ、Z軸方向に沿って振動可能に構成される。当該構成により、試料Sの蛍光X線の測定前に、試料スピナ8に試料Sを配置した状態で試料スピナ8を振動させることにより試料Sを攪拌し、試料Sの蛍光X線測定中には、試料スピナ8を回転させることにより試料Sを攪拌することが可能である。振動と回転を組み合わせて試料Sを攪拌することにより、振動または回転のいずれか一方の攪拌ではかき混ぜにくい試料の攪拌効率を向上させることができる。

[0094] さらに、実施例2に記載したターレット7の開口71に、実施例3に記載した試料スピナ8が配置された変形例も想定される。この場合、ターレット7および試料スピナ8の、回転および／または振動により、試料を攪拌することができるため、試料の攪拌効率を向上させることができる。

[0095] [実施例4：試料容器にバッフル部を備えた場合の試料の攪拌]

次に、試料容器Cが試料Sの攪拌の効率を向上させるためのバッフル部を備える場合の、試料の攪拌の実施例について説明する。

[0096] 図8は、試料容器Cに備えられたバッフル部93による攪拌機構の実施の形態を示す試料容器Cの正面の断面図である。図9は、試料容器Cを図8におけるZ軸方向から示した平面図である。なお、説明の便宜のため、図9においては、試料Sおよび試料容器Cの蓋は図示していない。

[0097] 図8を参照して、試料容器Cは、バッフル部93を備える。試料容器Cにおいては、試料容器Cを回転させることで試料Sが攪拌される際、バッフル部93によって攪拌効率が向上するように構成される。

[0098] バッフル部93は、試料容器Cの内壁に固定され、複数（たとえば2個）取り付けられる。たとえば、バッフル部93は、把持部26（図1）、ター

レット 7（図 4）、および、試料スピナ 8（図 6）により試料 S が回転される際に、バッフル部 9 3 によって試料 S 内に乱流を発生させ、試料 S の攪拌効率を向上させるものである。

[0099] バッフル部 9 3 を有する試料容器 C を使い捨てにすることで、試料のコンタミネーションを防ぐことができる。また、試料容器 C は、繰り返し使われても良い。

[0100] なお、試料容器 C の内部に備えられるバッフル部 9 3 は、蛍光 X 線の測定に影響がないように構成される。たとえば、バッフル部 9 3 は、試料 S の蛍光 X 線の測定に影響がないような材料で作られたり、試料 S の蛍光 X 線の測定に影響がない位置に配置されたりする。具体的には、当該材料は、たとえば、ポリプロピレンおよびポリエチレンテレフタレートといった一次 X 線を照射しても試料 S の分析にはほとんど影響しない樹脂からなる。また、バッフル部 9 3 が配置される位置としては、一次 X 線の照射および蛍光 X 線の測定に影響しない位置が選択される。具体的には、図 8 において、試料 S の分析面 S A に対し Z 軸方向の上部にバッフル部 9 3 が配置されることが望ましい。

[0101] なお、試料の攪拌については、上述した実施例に限らず、液体試料の攪拌が可能な構成であれば、本開示に適用可能である。

[0102] [態様]

上述した複数の例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理解される。

[0103] （第 1 項） 一態様における蛍光 X 線分析装置は、試料を設置する試料台と、前記試料に対して一次 X 線を照射する X 線源と、照射された前記一次 X 線によって前記試料から出射する蛍光 X 線を検出する検出器と、前記検出器において検出された前記蛍光 X 線を分析する分析部と、前記試料を攪拌する攪拌機構と、を備えていてもよい。

[0104] 第 1 項に記載の蛍光 X 線分析装置によれば、試料が攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精

度を向上させるための技術が提供される。

[0105] (第2項) 第1項に記載の蛍光X線分析装置において、前記攪拌機構は、前記一次X線の前記試料への照射中に、前記試料を攪拌してもよい。

[0106] 第2項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料に一次X線を照射している間に試料が攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0107] (第3項) 第1項または第2項に記載の蛍光X線分析装置において、前記攪拌機構は、前記一次X線が前記試料に照射される前に、前記試料を攪拌してもよい。

[0108] 第3項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料に一次X線を照射される前に試料が攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0109] (第4項) 第1項～第3項のいずれか1項に記載の蛍光X線分析装置において、前記攪拌機構は、前記試料を振動させることによって攪拌し、前記振動の方向、振幅、速度、加速度、および、振動時間のうち少なくとも1つは、可変であってもよい。

[0110] 第4項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料が振動により攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0111] (第5項) 第1項～第4項のいずれか1項に記載の蛍光X線分析装置において、前記攪拌機構は、前記試料を振動させることによって攪拌し、前記振動の方向、振幅、速度、加速度、および、振動時間のうち少なくとも1つは、前記試料の種類および性質の少なくとも1つに応じて、可変であってもよい。

[0112] 第5項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料が振動により攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

- [0113] (第6項) 第1項～第5項のいずれか1項に記載の蛍光X線分析装置において、前記攪拌機構は、前記試料を回転させることによって攪拌し、前記回転の回転速度、回転方向、および、回転時間のうち少なくとも1つは、可変であってもよい。
- [0114] 第6項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料が回転により攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。
- [0115] (第7項) 第1項～第6項のいずれか1項に記載の蛍光X線分析装置において、前記攪拌機構は、前記試料を回転させることによって攪拌し、前記回転の回転速度、回転方向、および、回転時間のうち少なくとも1つは、前記試料の種類および性質の少なくとも1つに応じて、可変であってもよい。
- [0116] 第7項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料が回転により攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。
- [0117] (第8項) 第5項または第7項に記載の蛍光X線分析装置において、前記試料の種類は、前記試料の溶質である物質の名称、前記試料の溶質である物質の化学式、前記試料の溶媒である物質の名称、前記試料の溶媒である物質の化学式、および、前記試料の溶質である物質の濃度のうち少なくとも1つを含んでもよい。
- [0118] 第8項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料の溶質である物質の名称、試料の溶質である物質の化学式、試料の溶媒である物質の名称、試料の溶媒である物質の化学式、および、試料の溶質である物質の濃度のうち少なくとも1つの情報に応じて振動の態様を変化させるための技術が提供される。
- [0119] (第9項) 第5項または第7項に記載の蛍光X線分析装置において、前記試料の性質は、前記試料の粘度、前記試料の溶質である物質の分離のしやすさ、前記試料の溶質である物質の沈殿のしやすさ、前記試料の溶媒である物質の分離のしやすさ、および、前記試料の溶媒である物質の沈殿のしやすさのうち少なくとも1つを含んでもよい。

- [0120] 第9項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料の粘度、試料の溶質である物質の分離のしやすさ、試料の溶質である物質の沈殿のしやすさ、試料の溶媒である物質の分離のしやすさ、および、試料の溶媒である物質の沈殿のしやすさのうち少なくとも1つの情報に応じて振動の態様を変化されるための技術が提供される。
- [0121] (第10項) 第1項～第9項のいずれか1項に記載の蛍光X線分析装置において、前記攪拌機構は、前記試料を把持する把持部を含み、前記把持部は、前記把持部により把持された前記試料を振動または回転させることによって前記試料を攪拌してもよい。
- [0122] 第10項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料が把持部により振動または回転により攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。
- [0123] (第11項) 第1項～第10項のいずれか1項に記載の蛍光X線分析装置において、前記攪拌機構は、前記試料台上に配置され、前記攪拌機構が前記試料を振動または回転させることによって前記試料を攪拌してもよい。
- [0124] 第11項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料台上に配置された攪拌機構によって、試料が振動または回転により攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。
- [0125] (第12項) 第1項～第11項のいずれか1項に記載の蛍光X線分析装置は、前記試料を加熱する加熱機構をさらに備えていてもよい。
- [0126] 第12項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料が加熱機構により加熱されることにより、攪拌機構による試料の攪拌効率が向上し、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。
- [0127] (第13項) 第1項～第12項のいずれか1項に記載の蛍光X線分析装置は、前記試料は試料容器に収容され、前記試料容器は、前記攪拌機構によ

る前記試料の攪拌の効率を向上させるバッフル部を備えていてもよい。

[0128] 第13項に記載の蛍光X線分析装置によれば、試料容器に備えられたバッフル部により試料の攪拌効率が向上され、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0129] (第14項) 一態様における試料容器は、蛍光X線分析装置で分析する試料を収容する試料容器であって、前記蛍光X線分析装置は、攪拌機構を備え、前記試料容器は、前記攪拌機構による前記試料の攪拌の効率を向上させるバッフル部を備えていてもよい。

[0130] 第14項に記載の試料容器によれば、試料容器に備えられたバッフル部により試料の攪拌効率が向上され、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0131] (第15項) 一態様における蛍光X線分析装置における試料の分析方法は、前記試料を前記蛍光X線分析装置が攪拌するステップと、前記試料に対してX線を照射し、前記試料の蛍光X線スペクトル情報を取得するステップを備えていてもよい。

[0132] 第15項に記載の分析方法によれば、試料が攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0133] (第16項) 第15項に記載の分析方法において、前記攪拌するステップは、前記取得するステップの実行中に実行されてもよい。

[0134] 第16項に記載の分析方法によれば、試料から出射される蛍光X線スペクトルの情報を取得する間に、試料が攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0135] (第17項) 第15項または第16項に記載の分析方法において、前記攪拌するステップは、前記取得するステップが開始される直前に実行されて

もよい。

[0136] 第17項に記載の分析方法によれば、試料から出射される蛍光X線スペクトルの情報を取得する前に、試料が攪拌されることで、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0137] (第18項) 第15項～第17項のいずれか1項に記載の分析方法において、前記試料を加熱するステップをさらに備えていてもよい。

[0138] 第18項に記載の分析方法によれば、試料が加熱機構により加熱されることで、攪拌機構による試料の攪拌効率が向上し、試料を構成する物質の濃度の偏りが少なくなり、試料に含まれる元素の分析精度を向上させるための技術が提供される。

[0139] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0140] 1 制御装置、2 攪拌機構、3 本体、4 試料室、5 測定室、6 加熱機構、7 ターレット、8 試料スピナ、9 攪拌部、11 CPU、12 ROM、13 RAM、14 HDD、15 I/Oインターフェイス、16 表示装置、17 入力装置、21 X軸レール、22 Y軸レール、23 Z軸レール、24 移動体、25 アーム部、26 把持部、31、32 筐体、33 試料台、34 第1面、35 第2面、36、71、81 開口、51 X線管、52 検出器、93 バッフル部、100 分析装置、AP 分析位置、C 試料容器、S 試料、SA 分析面。

請求の範囲

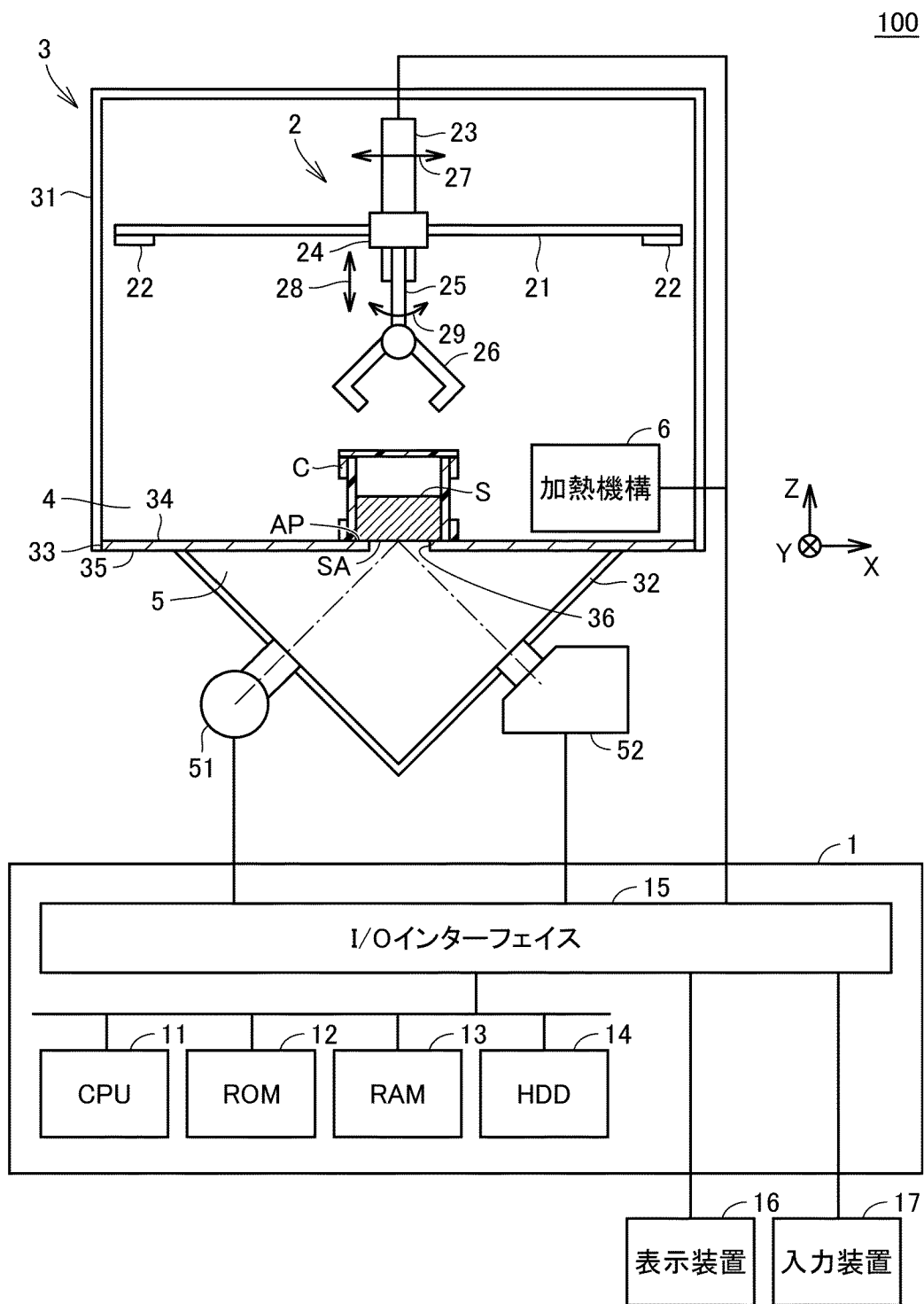
- [請求項1] 試料を設置する試料台と、
前記試料に対して一次X線を照射するX線源と、
照射された前記一次X線によって前記試料から出射する蛍光X線を
検出する検出器と、
前記検出器において検出された前記蛍光X線を分析する分析部と、
前記試料を攪拌する攪拌機構と、を備える蛍光X線分析装置。
- [請求項2] 前記攪拌機構は、前記一次X線の前記試料への照射中に、前記試料
を攪拌する、請求項1に記載の蛍光X線分析装置。
- [請求項3] 前記攪拌機構は、前記一次X線が前記試料に照射される前に、前記
試料を攪拌する、請求項1または請求項2に記載の蛍光X線分析装置
。
- [請求項4] 前記攪拌機構は、前記試料を振動させることによって攪拌し、
前記振動の方向、振幅、速度、加速度、および、振動時間のうち少
なくとも1つは可変である、請求項1または請求項2に記載の蛍光X
線分析装置。
- [請求項5] 前記攪拌機構は、前記試料を振動させることによって攪拌し、
前記振動の方向、振幅、速度、加速度、および、振動時間のうち少
なくとも1つは、前記試料の種類および性質の少なくとも1つに応じ
て可変である、請求項1に記載の蛍光X線分析装置。
- [請求項6] 前記攪拌機構は、前記試料を回転させることによって攪拌し、
前記回転の回転速度、回転方向、および、回転時間のうち少なくと
も1つは可変である、請求項1または請求項2に記載の蛍光X線分析
装置。
- [請求項7] 前記攪拌機構は、前記試料を回転させることによって攪拌し、
前記回転の回転速度、回転方向、および、回転時間のうち少なくと
も1つは、前記試料の種類および性質の少なくとも1つに応じて可変
である、請求項1に記載の蛍光X線分析装置。

- [請求項8] 前記種類は、前記試料の溶質である物質の名称、前記試料の溶質である物質の化学式、前記試料の溶媒である物質の名称、前記試料の溶媒である物質の化学式、および、前記試料の溶質である物質の濃度のうち少なくとも1つを含む、請求項5または請求項7に記載の蛍光X線分析装置。
- [請求項9] 前記性質は、前記試料の粘度、前記試料の溶質である物質の分離のしやすさ、前記試料の溶質である物質の沈殿のしやすさ、前記試料の溶媒である物質の分離のしやすさ、および、前記試料の溶媒である物質の沈殿のしやすさのうち少なくとも1つを含む、請求項5または請求項7に記載の蛍光X線分析装置。
- [請求項10] 前記攪拌機構は、前記試料を把持する把持部を含み、
前記把持部は、前記把持部により把持された前記試料を振動または回転させることによって前記試料を攪拌する、請求項1または請求項2に記載の蛍光X線分析装置。
- [請求項11] 前記攪拌機構は、前記試料台上に配置され、
前記攪拌機構が前記試料を振動または回転させることによって前記試料を攪拌する、請求項1または請求項2に記載の蛍光X線分析装置。
- [請求項12] 前記試料を加熱する加熱機構をさらに備える、請求項1または請求項2に記載の蛍光X線分析装置。
- [請求項13] 前記試料は試料容器に収容され、
前記試料容器は、前記攪拌機構による前記試料の攪拌の効率を向上させるバッフル部を備える、請求項1または請求項2に記載の蛍光X線分析装置。
- [請求項14] 蛍光X線分析装置で分析する試料を収容する試料容器であって、
前記蛍光X線分析装置は、攪拌機構を備え、
前記試料容器は、前記攪拌機構による前記試料の攪拌の効率を向上させるバッフル部を備える、試料容器。

- [請求項15] 蛍光X線分析装置における試料の分析方法であって、
前記試料を前記蛍光X線分析装置が攪拌するステップと、
前記試料に対してX線を照射し、前記試料の蛍光X線スペクトル情報を取得するステップと、を備える分析方法。
- [請求項16] 前記攪拌するステップは、前記取得するステップの実行中に実行される、請求項15に記載の分析方法。
- [請求項17] 前記取得するステップは、前記攪拌するステップに引き続いて実行される、請求項15に記載の分析方法。
- [請求項18] 前記試料を加熱するステップをさらに備える、請求項15に記載の分析方法。

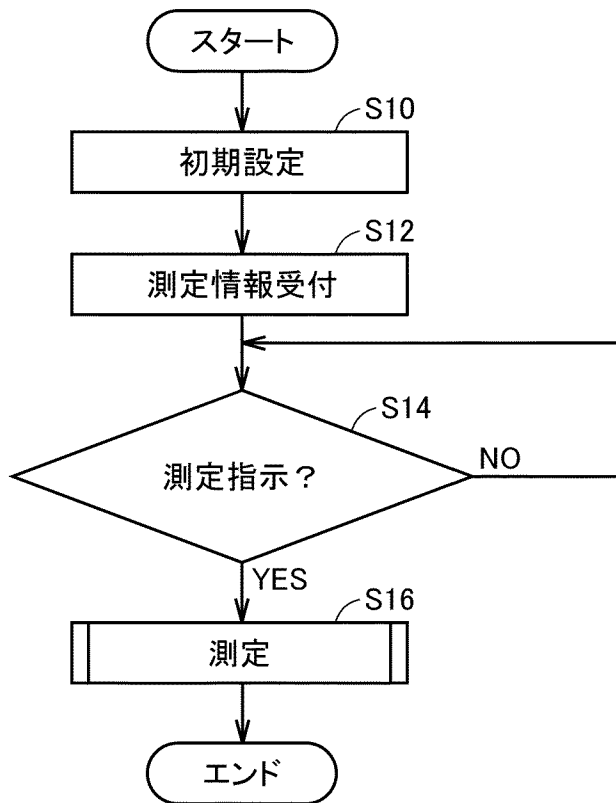
[図1]

FIG.1



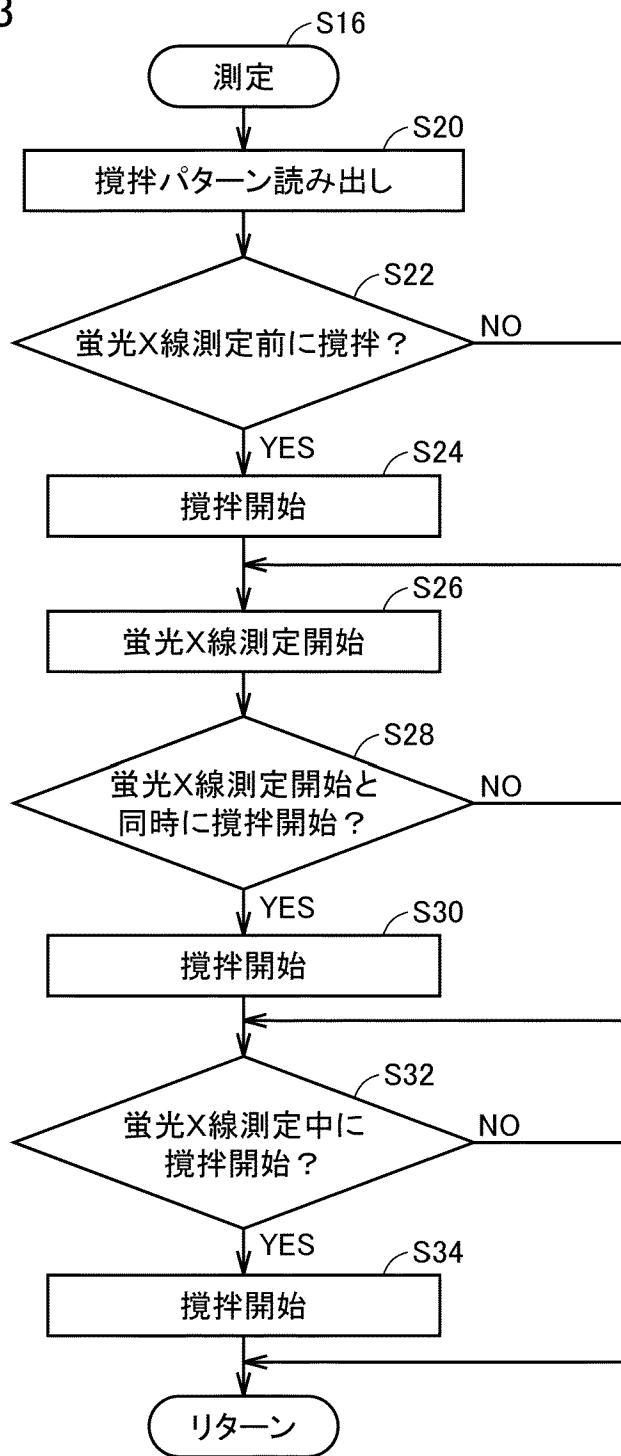
[図2]

FIG.2



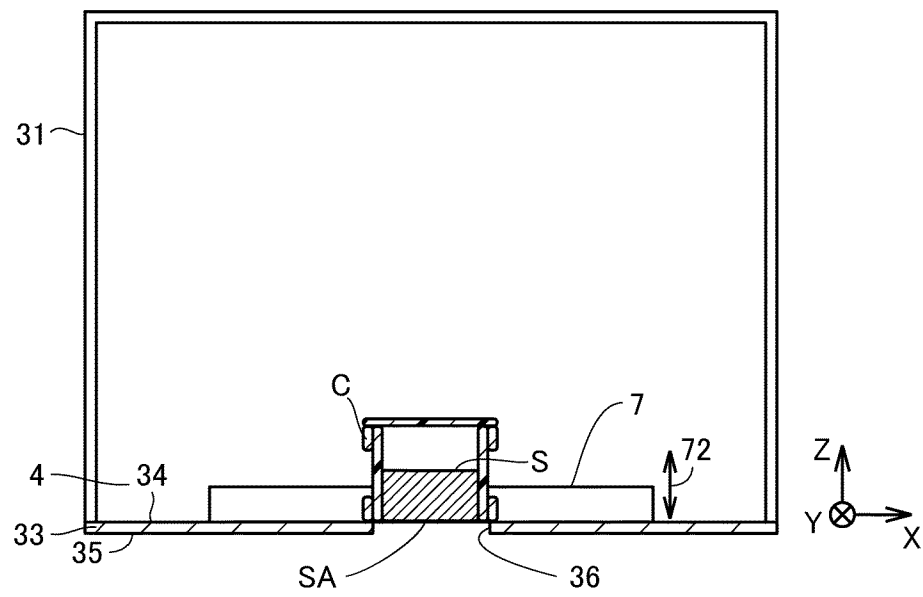
[図3]

FIG.3



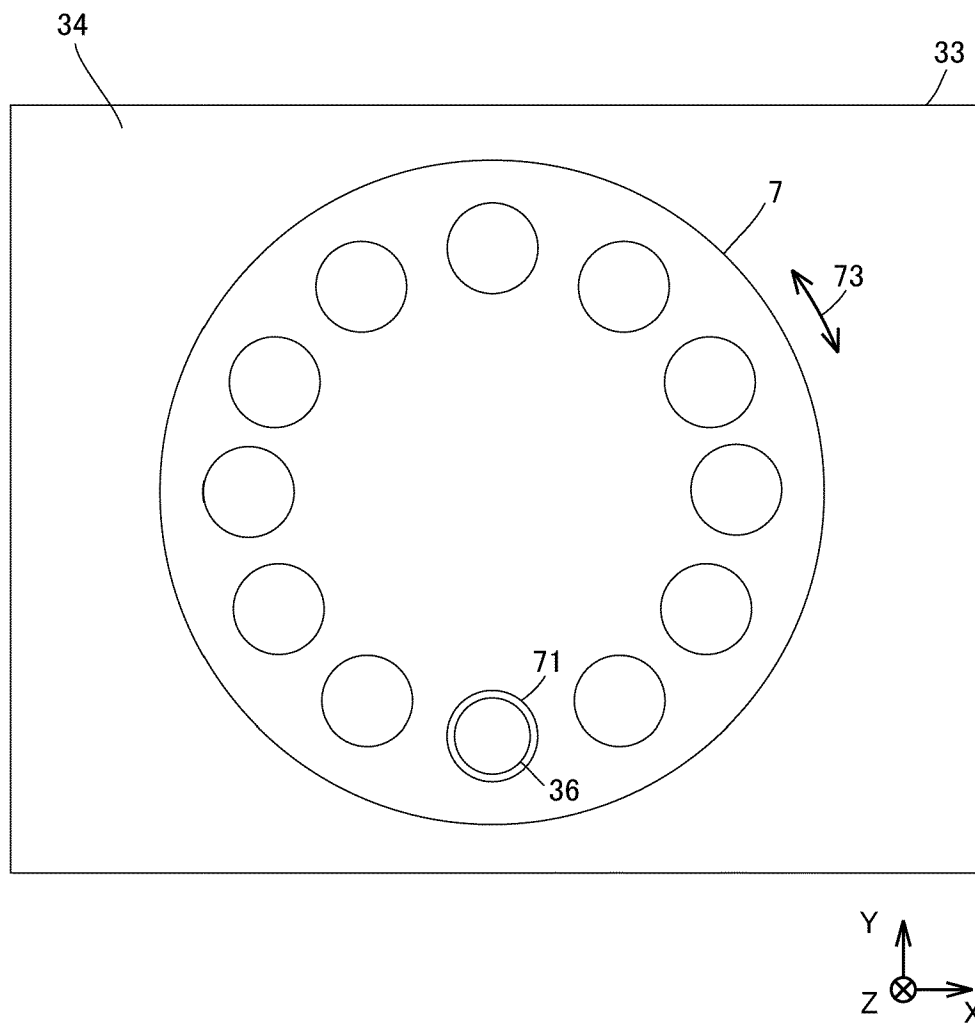
[図4]

FIG.4



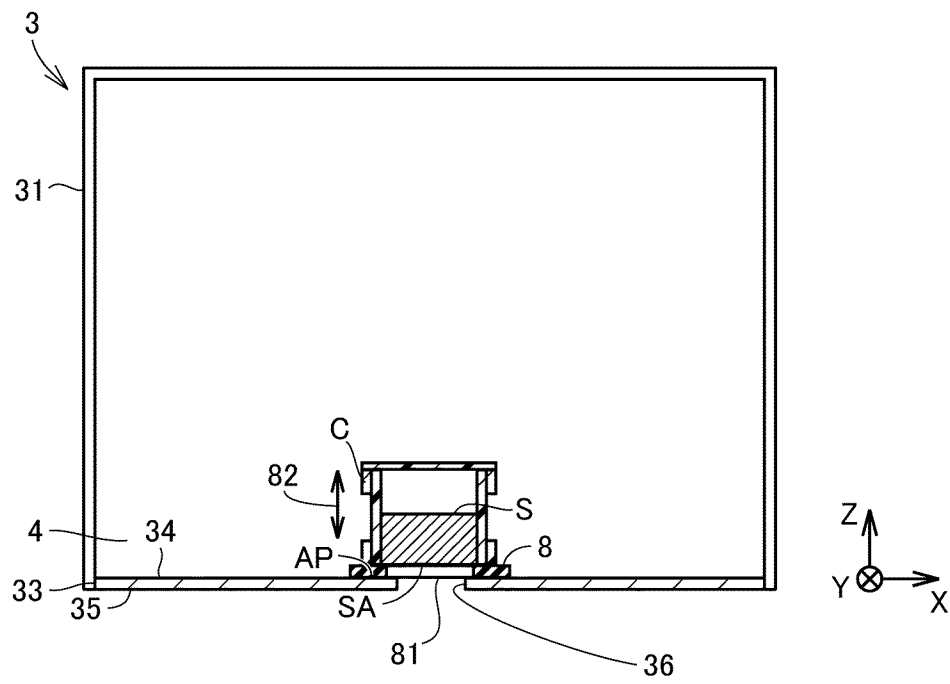
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6



[図7]

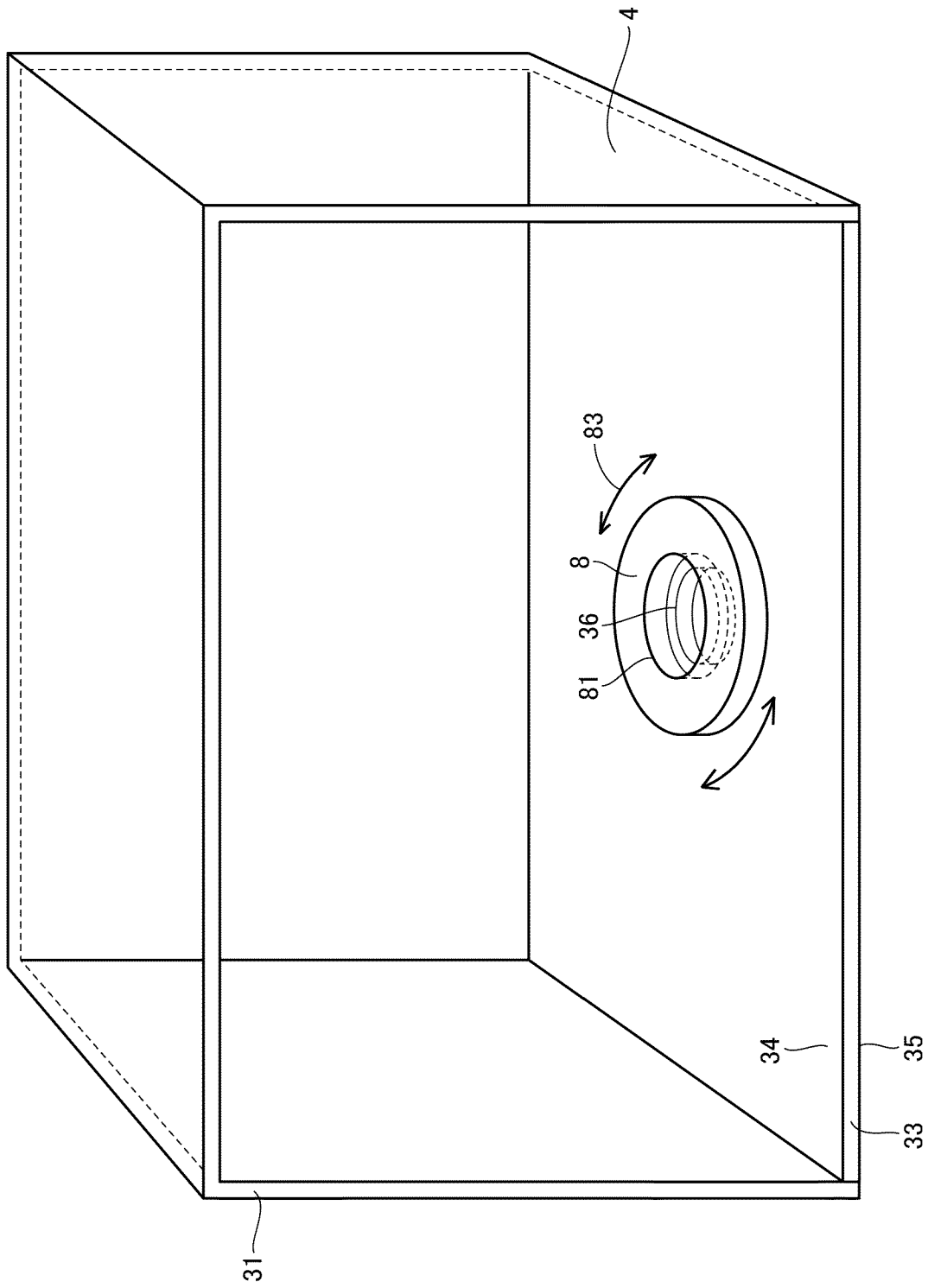
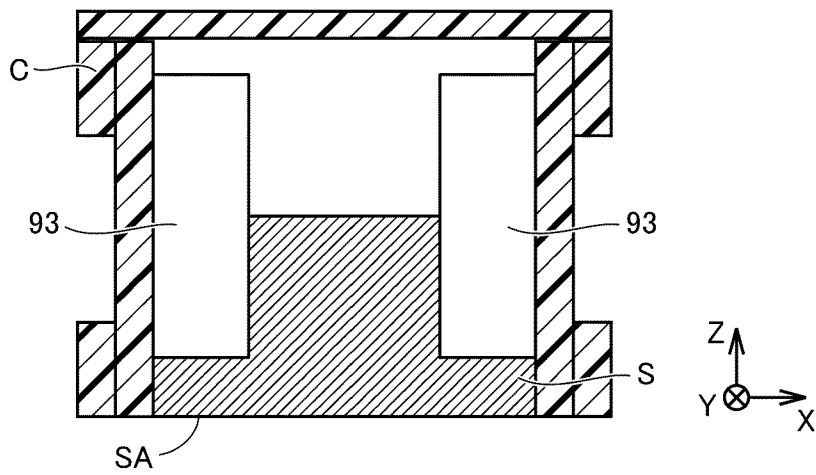


FIG. 7

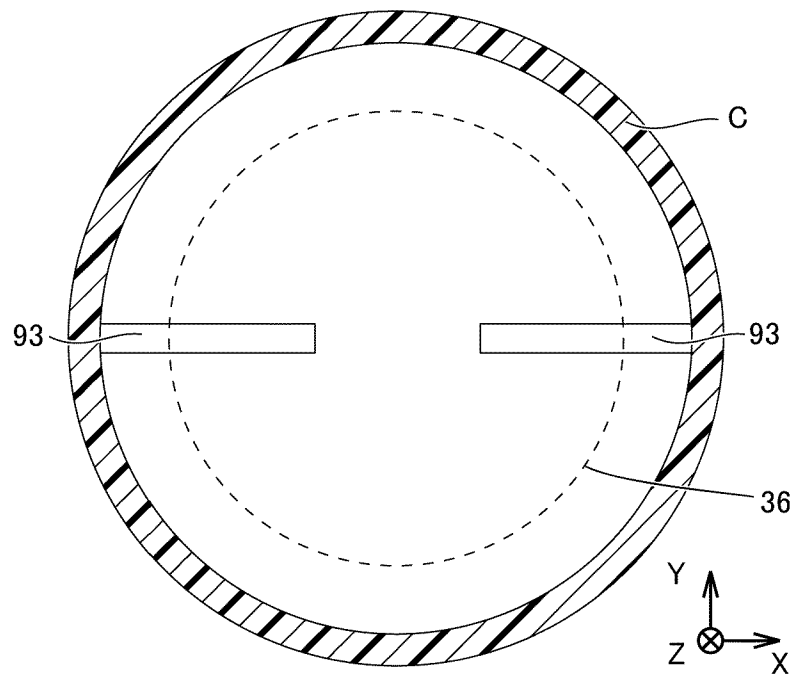
[図8]

FIG.8



[図9]

FIG.9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/019690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N 23/223 (2006.01)i; G01N 23/2202 (2018.01)i FI: G01N23/223; G01N23/2202 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N23/00-G01N23/2276 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2017-83346 A (HORIBA, LTD.) 18 May 2017 (2017-05-18) paragraphs [0035]-[0036], fig. 1-2	1-3, 6-9, 11, 13-17 4-5, 10, 12, 18
X A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 40542/1992 (Laid-open No. 92703/1993) (JAPAN INFORMATION & TECHNOLOGY SERVICE CO., LTD.) 17 December 1993 (1993-12-17), fig. 1-2	1-5, 8-9, 11-18 6-7, 10
X A	JP 2021-135160 A (SHIMADZU CORPORATION) 13 September 2021 (2021-09-13) paragraph [0081], fig. 1-2, 11	1, 3-4, 10, 15, 17 2, 5-9, 11-14, 16, 18
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 June 2024		Date of mailing of the international search report 02 July 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/019690

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-83346	A	18 May 2017	(Family: none)	
JP	5-92703	U1	17 December 1993	(Family: none)	
JP	2021-135160	A	13 September 2021	US 2021/0270757 A1	
paragraph [0096], fig. 1-2, 11					

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01N 23/223(2006.01)i; G01N 23/2202(2018.01)i

FI: G01N23/223; G01N23/2202

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

G01N23/00-G01N23/2276

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報

1922-1996年

日本国公開実用新案公報

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2017-83346 A（株式会社堀場製作所） 18.05.2017（2017-05-18） [0035]-[0036], 図1-2	1-3, 6-9, 11, 13-17
A		4-5, 10, 12, 18
X	日本国実用新案登録出願4-40542号（日本国実用新案登録出願公開5-92703号）の願書 に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM（日本アイ・ティー・エス株式 社） 17.12.1993（1993-12-17） 図1-2	1-5, 8-9, 11-18
A		6-7, 10
X	JP 2021-135160 A（株式会社島津製作所） 13.09.2021（2021-09-13） [0081], 図1-2, 11	1, 3-4, 10, 15, 17
A		2, 5-9, 11-14, 16, 18

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に
公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し
くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を
付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の
後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵
触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引
用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性
又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献
との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな
いと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.06.2024

国際調査報告の発送日

02.07.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

比嘉 翔一 2W 4005

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/019690

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-83346	A	18.05.2017	(ファミリーなし)	
JP	5-92703	U1	17.12.1993	(ファミリーなし)	
JP	2021-135160	A	13.09.2021	US 2021/0270757 A1	
				[0096], 図1-2, 11	