

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/005137 A1

(51) 国際特許分類:

G01N 23/2206 (2018.01) G01N 23/02 (2006.01)
G01N 1/02 (2006.01) G01N 23/223 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/023176

(22) 国際出願日: 2024年6月26日(26.06.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2023-108890 2023年6月30日(30.06.2023) JP

(71) 出願人: 株式会社堀場製作所(HORIBA, LTD.)
[JP/JP]; 〒6018510 京都府京都市南区吉祥院
宮の東町2番地 Kyoto (JP).

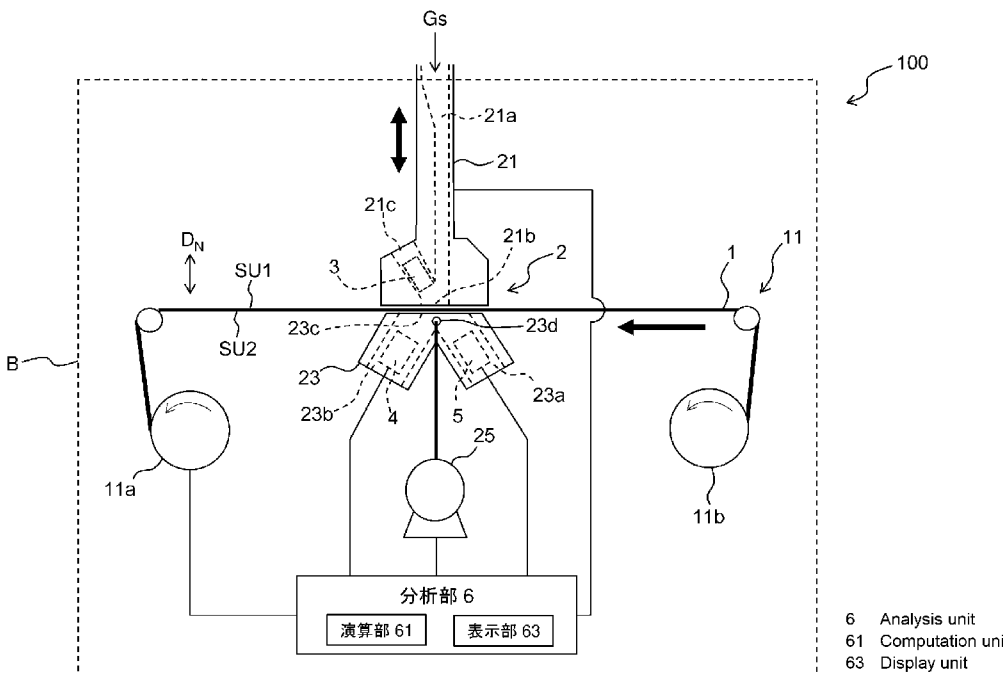
(72) 発明者: 松本 絵里佳(MATSUMOTO, Erika);
〒6018510 京都府京都市南区吉祥院宮の
東町2番地 株式会社堀場製作所内 Kyoto
(JP). 伊藤 浩史(ITO, Hiroshi); 〒6018510 京
都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 株
式会社堀場製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 川分 康博, 外(KAWAWAKE, Yasuhiro
et al.); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町1丁
目4番19号 サウスホレストビル 弁理士法人
新樹グローバル・アイピー Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: ANALYSIS DEVICE, ANALYSIS METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 分析装置、分析方法、及び、プログラム



(57) Abstract: The present invention efficiently performs analysis regarding the amount of an analyte and analysis regarding an element. An analysis device (100) comprises a radiation source, a detector (5), and an analysis unit (6). The radiation source irradiates particulate matter (FP) with radiation. The detector (5) detects transmitted radiation passing through the particulate matter (FP) and a fluorescent X-ray generated through the irradiation of the particulate matter (FP) with radiation. The analysis unit (6) performs analysis regarding the amount of the particulate matter (FP) on the basis

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

of the transmitted radiation detected by the detector (5), and performs analysis regarding an element contained in the particulate matter (FP) on the basis of the fluorescent X-ray detected by the detector (5).

(57) 要約: 分析対象の量に関する分析と元素に関する分析とを効率よく行う。分析装置(100)は、放射線源と、検出器(5)と、分析部(6)と、を備える。放射線源は、粒子状物質(FP)に放射線を照射する。検出器(5)は、粒子状物質(FP)を通過する透過放射線と、粒子状物質(FP)に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を検出する。分析部(6)は、検出器(5)により検出された透過放射線に基づいて、粒子状物質(FP)の量に関する分析を行い、検出器(5)により検出された蛍光X線に基づいて、粒子状物質(FP)に含まれる元素に関する分析を行う。

明 細 書

発明の名称：分析装置、分析方法、及び、プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、分析対象の量に関する分析と分析対象に含まれる元素に関する分析を行う分析装置、分析方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 分析対象の分析を行う装置として、分析対象を通過した β 線量に基づいて分析対象の量に関する分析（例えば、質量濃度の測定）を実行し、分析対象にX線を照射した際に発生する蛍光X線に基づいて分析対象に含まれる元素に関する分析を実行することが可能な装置が知られている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-134270号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の装置では、分析対象である粒子状物質を捕集フィルタに捕集して質量濃度を測定し、その後、捕集フィルタを移動させて粒子状物質の捕集領域を移動させ、移動後の位置で粒子状物質にX線を照射して蛍光X線を発生させて粒子状物質に含まれる元素に関する分析を行っていた。つまり、従来の装置では、質量濃度を測定する箇所と、元素に関する分析を行う箇所とが個別に設けられている。このため、質量濃度と元素の分析を両方行うために捕集フィルタの移動が必要となり、分析対象の分析効率が低下する可能性があった。

[0005] 本発明の目的は、分析対象の量に関する分析と元素に関する分析とを効率よく行うことにある。

課題を解決するための手段

[0006] 以下に、課題を解決するための手段として複数の態様を説明する。これら態様は、必要に応じて任意に組み合わせることができる。

本発明の一見地に係る分析装置は、放射線源と、検出器と、分析部と、を備える。放射線源は、試料に放射線を照射する。検出器は、放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を検出する。分析部は、検出器により検出された透過放射線に基づいて試料の量に関する分析を行い、検出器により検出された蛍光X線に基づいて試料に含まれる元素に関する分析を行う。

[0007] 上記の分析装置では、検出器が、試料の量に関する分析に用いる透過放射線と、試料の元素に関する分析に用いる蛍光X線と、を両方検出している。つまり、透過放射線と蛍光X線とが同じ位置で検出されている。これにより、上記の分析装置では、透過放射線と蛍光X線の両方を検出するために試料を移動する必要がないので、試料を効率よく分析できる。また、透過放射線を検出するための検出器と、蛍光X線を検出するための検出器と、を個別に設ける必要がないので、分析装置のコストを低減できる。

[0008] 上記の分析装置において、放射線源は、試料に β 線を照射する β 線源を有してもよい。この場合、透過放射線は、 β 線源により照射された β 線のうち試料を透過した透過 β 線であってもよい。これにより、試料を透過した透過 β 線を用いて試料の量に関する分析を行うことができる。

[0009] 上記の分析装置において、放射線源は、試料にX線を照射するX線源を有してもよい。この場合、蛍光X線は、X線を試料に照射することで生じるものであってもよい。これにより、試料にX線を照射することで生じる蛍光X線を用いて、試料に含まれる元素に関する分析を行うことができる。

[0010] 上記の分析装置において、試料は、サンプルガスに含まれる粒子状物質であってもよい。この場合、分析装置は、保持部材と捕集装置とをさらに備えてもよい。保持部材は、第1面と、第1面とは反対側の第2面とを有し、試料を保持する。捕集装置は、保持部材にサンプルガスを通過させることで、保持部材に粒子状物質を捕集させる。また、放射線源及び検出器は、捕集装置内に配

置されてもよい。これにより、分析装置をコンパクトにできる。また、減衰が少なく強度の強い放射線を粒子状物質に照射できるとともに、減衰が少ない透過放射線及び蛍光X線を検出器にて検出できる。

[0011] 上記の分析装置において、 β 線源は、保持部材の第1面側に配置されてもよい。一方、X線源と検出器は、保持部材の第2面側に配置されてもよい。これにより、検出器は、透過 β 線と蛍光X線とを確実に検出できる。

[0012] 上記の分析装置において、X線の照射と停止とを切り換え可能であってもよい。検出器により透過 β 線を検出する場合、X線の照射を停止してもよい。これにより、蛍光X線に影響を受けていない透過 β 線を検出できるので、試料の量に関する分析を正確に行うことができる。

[0013] 上記の分析装置において、検出器は、シリコンドリフト検出器であってもよい。これにより、検出器は、透過放射線と蛍光X線とを高感度に検出できる。

[0014] 上記の分析装置において、蛍光X線は、 β 線を試料に照射することで生じるものであってもよい。これにより、試料に β 線を照射することで生じる蛍光X線を用いて、試料に含まれる元素に関する分析を行うことができる。

[0015] 本発明の他の見地に係る分析方法は、放射線を検出する検出器を備える分析装置を用いた試料の分析方法である。分析方法は、以下のステップを備える。

◎試料に放射線を照射するステップ。

◎放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を検出器で検出するステップ。

◎検出器により検出された透過放射線に基づいて、試料の量に関する分析を行うステップ。

◎検出器により検出された蛍光X線に基づいて、試料に含まれる元素に関する分析を行うステップ。

[0016] 上記の分析方法では、検出器が、試料の量に関する分析に用いる透過放射線と、試料の元素に関する分析に用いる蛍光X線と、を両方検出している。つまり、透過放射線と蛍光X線とが同じ位置で検出されている。これにより、上記

の分析方法では、透過放射線と蛍光X線の両方を検出するために試料を移動する必要がないので、試料を効率よく分析できる。

[0017] 本発明のさらに他の見地に係るプログラムは、放射線を検出する検出器を備える分析装置を用いた試料の分析方法をコンピュータに実行させるプログラムである。分析方法は、以下のステップを備える。

◎試料に放射線を照射するステップ。

◎放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を検出器で検出するステップ。

◎検出器により検出された透過放射線に基づいて、試料の量に関する分析を行うステップ。

◎検出器により検出された蛍光X線に基づいて、試料に含まれる元素に関する分析を行うステップ。

発明の効果

[0018] 上記の分析装置では、透過放射線と蛍光X線とが同じ位置で検出されているので、透過放射線と蛍光X線の両方を検出するために試料を移動する必要がないので、試料を効率よく分析できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]第1実施形態に係る分析装置の構成を示す図。

[図2]粒子状物質の分析動作を示すフローチャート。

[図3]ノズルの内部におけるサンプルガスの流れを示す図。

[図4]ノズル及び吸引部の内部における β 線の伝搬経路を示す図。

[図5]X線及び蛍光X線の伝搬経路を示す図。

[図6]第2実施形態に係る分析装置の構成を示す図。

発明を実施するための形態

[0020] 1. 第1実施形態

(1) 分析装置の概要

以下、分析装置100を説明する。分析装置100は、保持部材に保持された試料の量に関する分析と、試料に含まれる元素に関する分析と、を行うこ

とが可能な装置である。試料の量に関する分析は、試料に β 線を照射し、照射した β 線のうち試料を通過した β 線（透過 β 線と呼ぶ）の強度に基づいて行われる。試料に含まれる元素に関する分析は、試料にX線を照射したときに試料から生じる蛍光X線に基づいて行われる。分析装置100では、上記の透過 β 線と蛍光X線とが1つの検出器により検出される。

[0021] 分析装置100の分析対象は、サンプルガスGsに含まれる粒子状物質FPである。サンプルガスGsは、例えば、大気、各種の燃焼プロセスで生じるガスである。各種の燃焼プロセスには、例えば、火力発電における燃焼プロセス、製鉄プラントにおける燃焼プロセス、焼却炉の燃焼プロセス、又は、石炭の燃焼プロセス等がある。このような燃焼プロセスでは、例えば、灰中未燃分、飛灰などが粒子状物質FPとして発生する。

[0022] また、例えば、各種の輸送装置（自動車又は船舶等）から生じるダスト（ブレーキ、タイヤ、内燃機関、蒸気機関、又は、排ガス浄化装置やモータからのダスト）などを分析対象の粒子状物質FPとできる。さらに、火山の噴火といった自然災害により生じるダスト（例えば、火山灰）、又は、鉱山開発において生じるダストなども分析対象の粒子状物質FPとできる。

[0023] 分析装置100では、保持部材に保持された粒子状物質FPを通過した透過 β 線と、保持部材に保持された粒子状物質FPにX線を照射することで発生する蛍光X線と、を検出する。つまり、分析装置100における試料は、保持部材に保持された粒子状物質FPである。

[0024] （2）分析装置の構成

以下、図1を用いて、分析装置100の構成を説明する。図1は、第1実施形態に係る分析装置の構成を示す図である。分析装置100は、保持部材1と、捕集装置2と、 β 線源3と、X線源4と、検出器5と、分析部6と、を備える。

[0025] 保持部材1は、第1面SU1と、第1面SU1とは反対側の第2面SU2と、を有し、サンプルガスGsに含まれる粒子状物質FPを捕集する部材である。保持部材1は、例えば、高分子材料（ポリエチレンなど）の不織布にて形

成された補強層上に、粒子状物質F Pを捕集可能な孔を有する多孔質のフッ素樹脂系材料にて形成された捕集層を積層して形成された捕集フィルタである。上記の構成により、保持部材1は、保持部材1の厚み方向にガス流通可能となると同時に、その強度を向上できる。また、保持部材1を帯電しにくくできる。保持部材1としては、例えば、1層のガラスフィルタ、又は、1層のフッ素樹脂系材料のフィルタなどの他のフィルタを用いることもできる。

[0026] 分析装置100は、移動部11を備える。移動部11は、保持部材1を長さ方向に移動させる。移動部11は、巻き取りリール11aと、送り出しリール11bと、を有する。巻き取りリール11aは、保持部材1の長さ方向の一端に接続される。巻き取りリール11aは、例えば、モータなどにより所定方向に回転可能となっている。送り出しリール11bは、保持部材1の他端に接続されている。送り出しリール11bは、保持部材1の移動に従って回転する。

[0027] この構成により、移動部11では、巻き取りリール11aを回転することにより、保持部材1を送り出しリール11bから送り出し、巻き取りリール11aに巻き取らせることができる。すなわち、保持部材1は、巻き取りリール11aの回転により、保持部材1の長さ方向（図1では太矢印にて示す方向）に移動できる。

[0028] なお、保持部材1を移動させる機構は、上記の機構に限られない。例えば、保持部材1の幅方向にピンを設け、ピンを通過する前後で保持部材1の移動方向が変更されるような構成となってもよい。また、保持部材1にその張力を調整するテンションコントローラを設けてもよい。

[0029] 捕集装置2は、サンプルガスGsに含まれる粒子状物質F Pを保持部材1に捕集させる。捕集装置2は、ノズル21と、吸引部23と、吸引ポンプ25と、を有する。ノズル21は、保持部材1の第1面SU1と対向する位置に設けられる。ノズル21は、保持部材1の第1面SU1側から第2面SU2側へサンプルガスGsを通過させて、サンプルガスGsに含まれる粒子状物質F Pを保持部材1に捕集させる。

- [0030] ノズル 2 1 は、ガス流路 2 1 a と、出口開口 2 1 b と、を有する。ガス流路 2 1 a は、ノズル 2 1 の内部において、ノズル 2 1 の長手方向（保持部材 1 の法線方向 D_N ）に延びて形成された流路である。ガス流路 2 1 a が保持部材 1 の法線方向 D_N に延びて形成されることで、サンプルガス G_s に含まれる粒子状物質 F_P がガス流路内に堆積することを防止できる。この結果、粒子状物質 F_P の保持部材 1 への捕集効率を高めることができる。
- [0031] なお、法線方向 D_N は、保持部材 1 の第 1 面 S_{U1} / 第 2 面 S_{U2} となす角度が 90° である方向に限られず、保持部材 1 の第 1 面 S_{U1} となす角度が 90° から若干ずれていてもよい。例えば、法線方向 D_N は、保持部材 1 の面となす角度が $80^\circ \sim 100^\circ$ である方向と定義できる。
- [0032] 出口開口 2 1 b は、ガス流路 2 1 a の保持部材 1 の配置側の端部に形成された開口である。出口開口 2 1 b は、保持部材 1 の第 1 面 S_{U1} と対向するように設けられ、ガス流路 2 1 a を流れてきたサンプルガス G_s の出口となる。ガス流路 2 1 a の保持部材 1 の配置側とは反対側の端部は、サンプルガス G_s の取り入れ口に接続されている。
- [0033] なお、分析装置 1 0 0 は、サンプルガス G_s を空気などの気体で希釈する希釈器を備えてもよい。希釈器は、例えば、ガス流路 2 1 a とサンプルガス G_s の取り入れ口との間に設けられる。サンプルガス G_s には高濃度の粒子状物質 F_P が含まれる場合がある。サンプルガス G_s を希釈することで、希釈後のサンプルガス G_s に含まれる粒子状物質 F_P の濃度を低下できる。この結果、ノズル 2 1（の内部のガス流路 2 1 a、出口開口 2 1 b など）が汚染する、及び／又は、保持部材 1 の目詰まりの発生の可能性を低減できる。
- [0034] また、分析装置 1 0 0 は、サンプルガス G_s に含まれる粒子状物質 F_P を分級する分級器を備えてもよい。分級器は、例えば、ガス流路 2 1 a とサンプルガス G_s の取り入れ口との間に設けられる。これにより、分級された後の大きさの粒子状物質 F_P を保持部材 1 に捕集できる。
- [0035] ガス流路 2 1 a は、ノズル 2 1 の内部において、重力方向に延びていてもよい。これにより、粒子状物質 F_P がガス流路 2 1 a に堆積せず、より多くの粒

子状物質 F P を保持部材 1 に捕集できるので、粒子状物質 F P の分析精度を向上できる。

[0036] ノズル 2 1 は、第 1 線源設置空間 2 1 c を有する。第 1 線源設置空間 2 1 c は、ノズル 2 1 の内部のガス流路 2 1 a から外れた位置において、保持部材 1 の法線方向 D_N に対して傾斜した方向に延びて形成された空間である。第 1 線源設置空間 2 1 c には、 β 線源 3 が設けられる。第 1 線源設置空間 2 1 c は、出口開口 2 1 b においてガス流路 2 1 a と合流する。これにより、ガス流路 2 1 a と第 1 線源設置空間 2 1 c は、共通の出口開口 2 1 b を介して、外部空間と連通する。

[0037] ノズル 2 1 は、保持部材 1 の第 1 面 S U 1 に近づく方向、及び、第 1 面 S U 1 から離間する方向に移動可能であってもよい。この場合、例えば、保持部材 1 への粒子状物質 F P の捕集と粒子状物質 F P の分析は、ノズル 2 1 を第 1 面 S U 1 に近接させ、保持部材 1 を吸引部 2 3 とともに挟み込んで固定した状態で行われる。一方、例えば、保持部材 1 の移動、分析装置 1 0 0 のメンテナンス（例えば、保持部材 1 の交換）は、ノズル 2 1 を第 1 面 S U 1 から離間させた状態で行われる。

[0038] 吸引部 2 3 は、保持部材 1 の第 2 面 S U 2 側において、ノズル 2 1 と対向するように設けられる。吸引部 2 3 は、保持部材 1 の第 2 面 S U 2 に近接して設けられる。吸引部 2 3 には、検出器設置空間 2 3 a と、第 2 線源設置空間 2 3 b と、入口開口 2 3 c と、吸引開口 2 3 d と、が設けられる。

[0039] 検出器設置空間 2 3 a には、検出器 5 が設けられる。検出器設置空間 2 3 a は、第 1 線源設置空間 2 1 c に設けられた β 線源 3 から照射され、保持部材 1 に保持された粒子状物質 F P を通過した透過 β 線を検出できる位置、かつ、第 2 線源設置空間 2 3 b に設けられた X 線源 4 から保持部材 1 に保持された粒子状物質 F P に照射された X 線により発生する蛍光 X 線を検出できる位置に設けられる。

[0040] 好ましくは、検出器設置空間 2 3 a は、保持部材 1 の第 2 面 S U 2 側に設けられてもよい。好ましくは、検出器設置空間 2 3 a は、検出器設置空間 2 3 a

に設けられる検出器 5 の放射線の受光面の中央付近と β 線源 3 の射出口の中央付近とを結ぶ線分が、粒子状物質 F P の捕集領域を通るように設けられてもよい。より好ましくは、検出器設置空間 2 3 a は、上記線分が捕集領域の中央付近を通るように検出器 5 と β 線源 3 とが配置されるよう、吸引部 2 3 に設けられてもよい。好ましくは、検出器設置空間 2 3 a は、保持部材 1 を挟んで第 1 線源設置空間 2 1 c (β 線源 3) と対向する位置に設けられてもよい。好ましくは、検出器設置空間 2 3 a は、ノズル 2 1 における第 1 線源設置空間 2 1 c の傾斜角とほぼ同じ角度にて法線方向 D_N に対して傾斜していてもよい。すなわち、検出器設置空間 2 3 a に設けられた検出器 5 の法線方向 D_N に対する傾斜角度は、 β 線源 3 から照射される β 線の照射方向の傾斜角度とほぼ一致していてもよい。なお、「ほぼ」とは、完全に一致している、又は、完全に垂直となっている場合に加え、角度が若干ずれているが検出器 5 の受光面が β 線源 3 からの β 線を受光できる場合を含む。

[0041] 第 2 線源設置空間 2 3 b には、X 線源 4 が設けられる。第 2 線源設置空間 2 3 b は、X 線源 4 から照射された X 線を粒子状物質 F P に照射することで粒子状物質 F P から発生する蛍光 X 線を、検出器設置空間 2 3 a に設けられた検出器 5 により検出できる位置に設けられる。好ましくは、第 2 線源設置空間 2 3 b は、保持部材 1 の第 2 面 S U 2 側、すなわち、検出器設置空間 2 3 a が設けられた側と同じ側に設けられてもよい。好ましくは、第 2 線源設置空間 2 3 b は、法線方向 D_N に対して検出器設置空間 2 3 a の傾斜方向とは反対方向に、法線方向 D_N に対して検出器設置空間 2 3 a の傾斜角とほぼ同じ角度にて傾斜していてもよい。すなわち、第 2 線源設置空間 2 3 b に設けられた X 線源 4 からの X 線の照射方向の傾斜角度は、検出器設置空間 2 3 a に設けられた検出器 5 の法線方向 D_N に対する傾斜角度とほぼ一致していてもよい。言い換えると、X 線を照射された粒子状物質 F P から発生する蛍光 X 線の照射方向は、検出器 5 の放射線の受光面に対してほぼ垂直となってもよい。

[0042] 入口開口 2 3 c は、保持部材 1 の第 2 面 S U 2 と対向するよう設けられ、ノズル 2 1 から排出され保持部材 1 を通過したサンプルガス G s の入口となる。

入口開口 23 c は、検出器設置空間 23 a と第 2 線源設置空間 23 b とに接続されている。すなわち、検出器設置空間 23 a と第 2 線源設置空間 23 b とは、共通の入口開口 23 c を介して、外部空間と連通している。

[0043] 吸引開口 23 d は、吸引部 23 の内部空間（検出器設置空間 23 a、第 2 線源設置空間 23 b、入口開口 23 c）に接続された開口である。

[0044] 吸引ポンプ 25 は、吸引開口 23 d に接続される。吸引ポンプ 25 は、吸引開口 23 d に接続された吸引部 23 の内部空間を吸引する。吸引ポンプ 25 により吸引部 23 の内部空間を吸引することにより、吸引部 23 の入口開口 23 c には吸引力が発生する。入口開口 23 c に発生した吸引力が出口開口 21 b 及びそれに接続されたガス流路 21 a に及び、サンプルガス G s がガス流路 21 a に吸引され出口開口 21 b から排出される。出口開口 21 b から排出されたサンプルガス G s は保持部材 1 を通過し、入口開口 23 c を介して、吸引部 23 の内部空間に吸引される。サンプルガス G s が保持部材 1 を通過することで、サンプルガス G s に含まれる粒子状物質 F P が、保持部材 1 に捕集され保持される。吸引部 23 の内部空間に吸引されたサンプルガス G s は、吸引ポンプ 25 により外部に排出される。

[0045] β 線源 3 は、 β 線源 3 から照射された β 線を検出器 5 にて検出できる位置に設けられる。好ましくは、 β 線源 3 は、検出器 5 の放射線の受光面の中央付近と β 線源 3 の射出口の中央付近とを結ぶ線分が粒子状物質 F P の捕集領域を通るように、検出器 5 に対して配置されてもよい。より好ましくは、 β 線源 3 は、上記線分が捕集領域の中央付近を通るように、検出器 5 に対して配置されていてもよい。好ましくは、 β 線源 3 は、ノズル 21 の第 1 線源設置空間 21 c に設けられてもよい。すなわち、 β 線源 3 は、保持部材 1 の第 1 面 S U 1 側に設けられてもよい。好ましくは、 β 線源 3 は、保持部材 1 を挟んで検出器 5 と対向する位置に設けられてもよい。好ましくは、 β 線源 3 は、保持部材 1 の法線方向 D_N に対して傾斜していてもよい。好ましくは、 β 線源 3 の法線方向 D_N に対する傾斜角度は、検出器 5 の法線方向 D_N に対する傾斜角度とほぼ一致していてもよい。 β 線源 3 は、保持部材 1 に捕集された粒子状物質 F P に照

射する β 線を、保持部材1の第1面SU1側から出力する。 β 線源3は、例えば、炭素14 (^{14}C)、ストロンチウム90 (^{90}Sr)、プロメチウム147 (^{147}Pm)などの β 線を発生させる線源である。これらを β 線源として用いることで、 γ 線などの不要な放射線の発生を抑制できる。

[0046] 保持部材1の第1面SU1側に照射された β 線は、一部が保持部材1に捕集された粒子状物質FPを通過し、保持部材1の第2面SU2から出て行く。分析装置100は、粒子状物質FPを通過し第2面SU2から出てきた β 線（透過 β 線と呼ぶ）の強度に基づいて、保持部材1に捕集された粒子状物質FPの量に関する情報を算出する。粒子状物質FPの量に関する情報は、例えば、粒子状物質FPの質量濃度である。「粒子状物質FPの質量濃度」は、収集した気体の総体積中に含まれる粒子状物質の質量を、収集した気体の単位体積当たりの値として表したものと定義され、例えば、 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を単位とすることができる。

[0047] β 線源3を第1線源設置空間21cに設けることにより、 β 線源3を保持部材1の法線方向 D_N に対して傾斜して配置できる。この結果、 β 線源3がガス流路21aにおけるサンプルガスGsの流れの妨げとなることを防止し、保持部材1に粒子状物質FPをむらなく均一に捕集することができる。

[0048] また、 β 線源3を設ける第1線源設置空間21cをノズル21の内部に設けることにより、ノズル21の内部に β 線源3を設置できるので、保持部材1の第1面SU1に近い位置から β 線を出力できる。この結果、減衰が少ない強度の大きな β 線を、保持部材1に捕集された粒子状物質FPに照射できる。

[0049] 上記に説明したように、ノズル21のガス流路21aと第1線源設置空間21cは、共通の出口開口21bを介して外部空間と連通している。これにより、ガス流路21aを流れるサンプルガスGsと、第1線源設置空間21cに設けられた β 線源3から出力される β 線とを、共通の出口開口21bから保持部材1に向けて射出できる。この結果、粒子状物質FPの捕集領域と β 線の照射領域とを一致させることができる。

[0050] X線源4は、X線源4から照射されたX線により粒子状物質F Pから発生する蛍光X線を、検出器5により検出できる位置に設けられる。好ましくは、X線源4は、吸引部23の第2線源設置空間23bに設けられてもよい。すなわち、X線源4は、保持部材1の第2面S U 2側に設けられてもよい。好ましくは、X線源4は、法線方向 D_N に対して傾斜していてもよい。好ましくは、X線源4は、法線方向 D_N に対して検出器5の傾斜方向とは反対方向に配置されていてもよい。より好ましくは、X線源4は、法線方向 D_N に対して検出器5の傾斜方向とは反対方向に、法線方向 D_N に対して検出器5の傾斜角とほぼ同じ角度にて傾斜している。すなわち、X線源4からのX線の照射方向の傾斜角度は、検出器5の法線方向 D_N に対する傾斜角度とほぼ一致していてもよい。言い換えると、粒子状物質F Pから発生する蛍光X線の照射方向は、検出器5の放射線の受光面に対してほぼ垂直となってもよい。X線源4は、保持部材1に捕集された粒子状物質F Pに、保持部材1の第2面S U 2側からX線を照射する。X線源4は、例えば、パラジウムなどの金属に電子線を照射してX線を発生させる装置である。

[0051] 保持部材1の第2面S U 2側から粒子状物質F PにX線を照射すると、粒子状物質F Pから蛍光X線が発生する。この蛍光X線は、粒子状物質F Pに含まれる元素とその含有量に応じたプロファイルを有する。分析装置100は、X線を照射した粒子状物質F Pから発生した蛍光X線に基づいて、保持部材1に含まれる元素に関する分析（すなわち、元素分析）を実行できる。

[0052] 分析装置100では、X線の分析対象（粒子状物質F P）への照射状態として、X線源4からのX線を分析対象に照射する照射ON状態（X線を照射する状態）と、X線源4からのX線を分析対象に照射しない照射OFF状態（X線の照射を停止する状態）と、を切り替え可能となっている。例えば、分析部6の制御により、X線源4をX線を発生させるON状態とすることで照射状態を照射ON状態とし、X線源4をX線の発生を停止するOFF状態とすることで照射状態を照射OFF状態とすることができる。または、例えば、X線の照射口（第2線源設置空間23b）にシャッタを設け、このシャッタの開閉により

照射ON状態と照射OFF状態とを切り替えてもよい。これにより、検出器5において透過 β 線のみを検出する状態と、粒子状物質FPにX線を照射することにより発生する蛍光X線（と透過 β 線と）を検出する状態と、を切り替えることができる。

[0053] 検出器5は、第1線源設置空間21cに設けられた β 線源3から照射され、保持部材1に保持された粒子状物質FPを通過した β 線を検出できる位置、かつ、第2線源設置空間23bに設けられたX線源4から保持部材1に保持された粒子状物質FPに照射されたX線により発生する蛍光X線を検出できる位置に設けられる。

[0054] 好ましくは、検出器5は、検出器5の放射線の受光面の中央付近と β 線源3の射出口の中央付近とを結ぶ線分が粒子状物質FPの捕集領域をとるように、 β 線源3に対して配置されていてもよい。より好ましくは、検出器5は、上記線分が捕集領域の中央付近を通るように、 β 線源3に対して配置されていてもよい。好ましくは、検出器5は、吸引部23の検出器設置空間23aに設けられてもよい。すなわち、検出器5は、X線源4と同様に、保持部材1の第2面SU2側に設けられてもよい。好ましくは、検出器5は、 β 線源3と対向する位置に設けられてもよい。好ましくは、検出器5は、 β 線源3の傾斜角とほぼ同じ角度にて法線方向 D_N に対して傾斜していてもよい。すなわち、検出器5の法線方向 D_N に対する傾斜角度は、 β 線源3から照射される β 線の照射方向の傾斜角度とほぼ一致していてもよい。これにより、検出器5は、 β 線源3から出力された β 線が粒子状物質FPを通過して生じた透過 β 線を検出できる。

[0055] また、検出器5は、X線源4から照射されたX線により粒子状物質FPから発生する蛍光X線を検出できる位置に設けられる。好ましくは、検出器5は、法線方向 D_N に対してX線源4とは反対方向に、法線方向 D_N に対してX線源4の傾斜角とほぼ同じ角度にて傾斜していてもよい。すなわち、X線源4からのX線の照射方向の法線方向 D_N に対する傾斜角度は、検出器5の法線方向 D_N に対する傾斜角度とほぼ一致していてもよい。言い換えると、検出器5の放射線

の受光面は、粒子状物質 F P から発生する蛍光 X 線の照射方向に対してほぼ垂直となっていてよい。これにより、検出器 5 は、X 線源 4 によって粒子状物質 F P に X 線を照射することで発生した蛍光 X 線を検出できる。

[0056] このように、検出器 5 は、 β 線源 3 からの β 線が粒子状物質 F P を通過することで生じる透過 β 線と、X 線源 4 からの X 線を照射することで粒子状物質 F P から発生する蛍光 X 線と、の両方を検出できる。すなわち、透過 β 線と蛍光 X 線とを一箇所で検出できる。透過 β 線と蛍光 X 線とを一箇所で検出できることにより、透過 β 線を検出するための検出器と、蛍光 X 線を検出するための検出器とを個別に設け、個別の検出器により透過 β 線と蛍光 X 線を検出するために粒子状物質 F P の捕集領域を移動する必要がないので、粒子状物質 F P を効率よく分析できる。また、透過 β 線を検出するための検出器と、蛍光 X 線を検出するための検出器と、を個別に設けないので、分析装置 100 のコストを低減できる。

[0057] 本発明者は、シリコンドリフト検出器を用いて透過 β 線を検出させたところ、透過 β 線を用いた分析が可能な程度の信号がシリコンドリフト検出器から出力されることを見いだした。従って、分析装置 100 では、シリコンドリフト検出器を検出器 5 として用いている。シリコンドリフト検出器は、その構成上、放射線を高感度に検出できる。従って、シリコンドリフト検出器を検出器 5 として用いることで、透過 β 線と蛍光 X 線とを高感度に検出できる。

[0058] 上記のように、分析装置 100 では、 β 線源 3 がノズル 21 内に配置され、X 線源 4 及び検出器 5 が吸引部 23 内に配置されている。すなわち、 β 線源 3、X 線源 4、検出器 5 は、捕集装置 2 内に配置されている。これにより、分析装置 100 をコンパクトにできる。また、 β 線及び X 線を保持部材 1 の近傍から照射し、透過 β 線及び蛍光 X 線を保持部材 1 の近傍で検出できる。この結果、減衰が少なく強度の強い β 線及び X 線を粒子状物質 F P に照射できるとともに、減衰が少ない透過 β 線及び蛍光 X 線を検出器 5 にて検出できる。

[0059] 分析部 6 は、CPU などの演算装置、RAM、ROM、HDD、SSD などの記憶装置、各種インターフェース、ディスプレイなどを有するコンピュータ

システムである。分析部6は、分析装置100の各構成要素の制御と、分析装置100に関する各種情報処理とを実行する。分析部6は、演算部61を有する。

[0060] 演算部61は、分析部6のCPU、記憶装置、各種インターフェースにて構成され、分析装置100の各構成要素の制御と、分析装置100に関する各種情報処理とを実行する。演算部61は、分析装置100の各構成要素の制御、分析装置100に関する各種情報処理を、分析部6を構成するコンピュータシステムの記憶装置に記憶し、分析部6にて実行可能なソフトウェアによって実現する。演算部61は、上記制御及び情報処理の一部をハードウェア的に実現してもよい。

[0061] 演算部61は、上記ソフトウェアを実行することで、X線を分析対象に照射する照射ON状態と、X線を分析対象に照射しない照射OFF状態と、を切り替える。例えば、演算部61は、上記ソフトウェアを実行することで、X線源4をON状態とOFF状態との間で切り替えることで、照射ON状態と照射OFF状態とを切り替えることができる。または、演算部61は、上記ソフトウェアを実行することで、X線の照射口（第2線源設置空間23b）設けられたシャッタの開閉を切り替えることにより、照射ON状態と照射OFF状態とを切り替えてもよい。

[0062] 分析部6は、表示部63を有してもよい。表示部63は、ディスプレイであり、分析装置100に関する各種情報、粒子状物質FPの分析結果（質量濃度に関する情報、元素に関する情報）を表示する。表示部63は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイなどのディスプレイである。

[0063] なお、分析部6が表示部63を有さない場合には、例えば、分析部6の記憶装置に分析結果などを記憶してもよい。また、記憶装置に記憶された分析結果などは、分析部6に接続された端末等に送信可能となってもよい。さらに、分析結果などは、分析部6に接続された端末等の表示部に表示されてもよい。

[0064] 分析装置 100 は、本体 B を備えてもよい。本体 B は、分析装置 100 を収容する筐体である。本体 B、分析装置 100 の各構成要素は、 β 線源 3 及び X 線源 4 から発生する放射線との相互作用により放射線を生じる可能性があるが、この放射線が粒子状物質 F P の分析結果に与える影響は最小限にすることが好ましい。例えば、本体 B、分析装置 100 の各構成要素は、X 線を照射した粒子状物質 F P から発生する蛍光 X 線のエネルギーとは異なるエネルギーの放射線（蛍光 X 線など）を生じる材料により構成することが好ましい。

[0065] (3) 分析装置における粒子状物質の分析動作

以下、図 2 を用いて、分析装置 100 における粒子状物質 F P の分析動作を説明する。図 2 は、粒子状物質の分析動作を示すフローチャートである。分析装置 100 における粒子状物質 F P の分析動作では、まず、粒子状物質 F P が捕集されていない保持部材 1 に向けて、 β 線源 3 から β 線を照射する（ステップ S 1）。次に、検出器 5 が、 β 線源 3 から照射され保持部材 1 を通過した β 線を検出する。演算部 61 は、検出器 5 から入力された、粒子状物質 F P が捕集されていない保持部材 1 を通過した β 線の検出信号を、当該 β 線の強度に関するデータとする。

[0066] β 線の減衰量を算出後、保持部材 1 の法線方向 D_N にサンプルガス G_s を流すことでサンプルガス G_s に含まれる粒子状物質 F P を保持部材 1 に捕集させる（ステップ S 3）。なお、粒子状物質 F P の捕集中にも、 β 線源 3 からは β 線が出力され続けている。具体的には、以下のようにして粒子状物質 F P を保持部材 1 に捕集させる。

[0067] まず、保持部材 1 をノズル 21 と吸引部 23 との間に挟み込んだ状態で、演算部 61 が、吸引ポンプ 25 を動作させて、吸引部 23 の入口開口 23c に吸引力を発生させる。入口開口 23c はノズル 21 の出口開口 21b と対向しているため、入口開口 23c に発生した吸引力が出口開口 21b 及びそれに接続されたガス流路 21a に及ぶ。この結果、図 3 に示すように、取り入れ口からサンプルガス G_s がガス流路 21a に吸引される。ガス流路 21a に吸引されたサンプルガス G_s は、ガス流路 21a を保持部材 1 に向けて流れ、出口開口

2 1 b から排出される。出口開口 2 1 b から排出されたサンプルガス G s は、保持部材 1 を通過する。この間、サンプルガス G s に含まれる粒子状物質 F P が保持部材 1 に捕集される。保持部材 1 を通過後のサンプルガス G s は、吸引部 2 3 の入口開口 2 3 c に吸引され、吸引ポンプ 2 5 により排出される。図 3 は、ノズルの内部におけるサンプルガスの流れを示す図である。

[0068] 上記のように、分析装置 1 0 0 では、サンプルガス G s が流れるガス流路 2 1 a が、保持部材 1 の法線方向 D_N と平行である一方、 β 線源 3 が法線方向 D_N に対して傾斜した位置に設けられている。これにより、 β 線源 3 がガス流路 2 1 a と重複しないので、 β 線源 3 がサンプルガス G s の流れを妨げない。 β 線源 3 がサンプルガス G s の流れを妨げないことで、保持部材 1 に粒子状物質 F P をむらなく均一に捕集できる。

[0069] 図 4 に示すように、 β 線源 3 から出力された β 線は、第 1 線源設置空間 2 1 c の延長方向に進み、その後、出口開口 2 1 b に到達する。出口開口 2 1 b に到達した β 線は、出口開口 2 1 b から出て保持部材 1 に照射される。保持部材 1 に照射された β 線は、保持部材 1 に捕集された粒子状物質 F P 及び保持部材 1 により一部が吸収されて通過した後、検出器 5 により検出される。図 4 は、ノズル及び吸引部の内部における β 線の伝搬経路を示す図である。

[0070] 保持部材 1 に粒子状物質 F P を捕集中、または、捕集を開始してから所定の時間（例えば、1 時間）経過後、検出器 5 が、 β 線源 3 から照射され、粒子状物質 F P 及び保持部材 1 を通過した透過 β 線を検出する（ステップ S 4）。演算部 6 1 は、検出器 5 から入力された、透過 β 線の検出信号を、透過 β 線に関するデータとする。ステップ S 4 において透過 β 線を検出中、演算部 6 1 は、X 線の照射状態を、X 線源 4 からの X 線を粒子状物質 F P に照射しない照射 OFF 状態とする。

[0071] β 線と X 線とを粒子状物質 F P に同時に照射すると、検出器 5 において透過 β 線と蛍光 X 線とを同時に検出してしまう。この結果、検出器 5 から出力される信号には、透過 β 線の検出による信号と、蛍光 X 線の検出による信号と、が

両方含まれることになる。検出器 5 から出力される信号から、透過 β 線の検出による信号と、蛍光 X 線の検出による信号と、を分離することは難しい。

[0072] 従って、上記のように、検出器 5 により透過 β 線を検出する場合に X 線源 4 からの X 線の照射状態を照射 OFF 状態とすることで、蛍光 X 線に影響を受けていない透過 β 線を検出器 5 で検出できるので、粒子状物質 F P の量に関する分析を正確に行うことができる。

[0073] 透過 β 線を検出後、演算部 61 は、X 線の照射状態を、X 線源 4 からの X 線を粒子状物質 F P に照射する照射 ON 状態とする（ステップ S 5）。図 5 に示すように、X 線源 4 から出力された X 線は、第 2 線源設置空間 23b の延長方向に進み、その後、入口開口 23c に到達する。入口開口 23c に到達した X 線は、入口開口 23c から出て保持部材 1 に照射される。保持部材 1 に照射された X 線は、保持部材 1 に捕集された粒子状物質 F P に照射される。X 線を照射された粒子状物質 F P は、蛍光 X 線を発生する。この蛍光 X 線は、入口開口 23c に入って検出器設置空間 23a を進み、検出器 5 により検出される。図 5 は、X 線及び蛍光 X 線の伝搬経路を示す図である。

[0074] 粒子状物質 F P が蛍光 X 線を発生している間、検出器 5 が、粒子状物質 F P 及び保持部材 1 を通過した透過 β 線と、粒子状物質 F P からの蛍光 X 線と、を検出する（ステップ S 6）。演算部 61 は、透過 β 線と蛍光 X 線とを検出した検出器 5 から検出信号を入力する。

[0075] 演算部 61 は、検出器 5 から入力した検出信号から上記のステップ S 4 で取得した透過 β 線の検出信号（X 線の照射状態を照射 OFF 状態としたときの検出信号）を差し引いた検出信号を、検出器 5 が蛍光 X 線を検出することで生じる検出信号とし、これを蛍光 X 線に関するデータとする（ステップ S 7）。このように、ステップ S 6 で得られた検出信号から、ステップ S 4 で得られた検出信号（すなわち、透過 β 線の検出信号）を差し引いて、蛍光 X 線を検出することで生じる検出信号を算出することで、正確な蛍光 X 線に関するデータを取得できる。

- [0076] 蛍光X線に関するデータを取得後、X線の照射状態を、X線源4からのX線を粒子状物質F Pに照射しない照射OFF状態とする（ステップS 8）。その後、演算部6 1は、透過β線に関するデータと蛍光X線に関するデータとに基づいて、粒子状物質F Pを分析する（ステップS 9）。
- [0077] ステップS 9にて実行される分析には、透過β線に基づいた粒子状物質F Pの量に関する分析と、蛍光X線に基づいた粒子状物質F Pに含まれる元素に関する分析と、が含まれる。
- [0078] 演算部6 1は、透過β線に関するデータに基づいて、保持部材1に捕集された粒子状物質F Pの量に関する分析を行う。具体的には、演算部6 1は、粒子状物質F Pが捕集されていない保持部材1を通過したβ線の強度、すなわち、上記のステップS 1～S 2を実行することで得られたβ線の強度と、粒子状物質F P（及び保持部材1）を通過した透過β線の強度、すなわち、上記ステップS 4を実行することで得られた透過β線に関するデータに含まれる透過β線の強度と、の比率に基づいて、サンプルガスG sに含まれる粒子状物質F Pの質量濃度を算出する。
- [0079] また、演算部6 1は、上記ステップS 7において得られた蛍光X線に関するデータに基づいて、保持部材1に捕集された粒子状物質F Pに含まれる元素に関する分析を行う。具体的には、演算部6 1は、蛍光X線に関するデータに含まれる、蛍光X線のエネルギー値から粒子状物質F Pに含まれる元素を特定でき、蛍光X線の強度から元素の含有量を算出できる。
- [0080] 粒子状物質F Pの分析後、演算部6 1は、巻き取りリール1 1 aを回転させて保持部材1を移動させる（ステップS 10）。これにより、分析を終了した粒子状物質F Pは、捕集装置2から外れた位置に移動される。その代わりに、粒子状物質F Pが捕集されていない保持部材1が、捕集装置2に配置される。さらに分析を実行する場合には、上記のステップS 1～S 9が新たに実行される。
- [0081] このように、分析装置100では、1つの検出器5が、粒子状物質F Pの量に関する分析に用いる透過β線と、粒子状物質F Pに含まれる元素に関する分

析に用いる蛍光X線と、を両方検出している。つまり、透過 β 線と蛍光X線とが同じ位置で検出されている。これにより、分析装置100では、透過 β 線と蛍光X線の両方を検出するために保持部材1の粒子状物質FPの捕集領域を移動する必要がないので、粒子状物質FPを効率よく分析できる。具体的には、保持部材1の移動をしない分、保持部材1（粒子状物質FP）への β 線とX線の照射位置がずれず、短時間に分析を実行できる。また、保持部材1の長さ方向に隙間なく粒子状物質FPを捕集できるので、保持部材1の無駄使いを減少できる。

[0082] また、透過 β 線を検出するための検出器と、蛍光X線を検出するための検出器と、を個別に設ける必要がないので、分析装置100のコストを低減できる。

[0083] 2. 第2実施形態

上記の第1実施形態に係る分析装置100では、大気中の粒子状物質FPを保持部材1に捕集するために、捕集装置2が設けられていた。これに限られず、第2実施形態に係る分析装置100'は、図6に示すように、捕集装置2を備えていなくともよい。図6は、第2実施形態に係る分析装置の構成を示す図である。

[0084] 第2実施形態に係る分析装置100'においても、検出器5は、 β 線源3から照射され測定対象を通過した透過 β 線を検出できる位置、かつ、X線源4から測定対象に照射されたX線により発生する蛍光X線を検出できる位置に設けられている。好ましくは、 β 線源3と検出器5とは、検出器5の放射線の受光面の中央付近と β 線源3の射出口の中央付近とを結ぶ線分が、粒子状物質FPの捕集領域をとるように配置されてもよい。より好ましくは線分が捕集領域の中央付近を通るように、検出器と β 線源を配置してもよい。好ましくは、検出器5の法線方向 D_N に対する傾斜角度は、 β 線源3から照射される β 線の照射方向の法線方向 D_N に対する傾斜角度とほぼ一致していてもよい。好ましくは、検出器5は、法線方向 D_N に対してX線源4とは反対方向に、法線方向 D_N に対してX線源4の傾斜角とほぼ同じ角度にて傾斜していてもよい。すなわ

ち、検出器 5 の放射線の受光面は、粒子状物質 F P から発生する蛍光 X 線の照射方向に対してほぼ垂直となってもよい。

[0085] この分析装置 100' は、例えば、粒子状物質 F P の保持部材 1 への捕集が不要である場合に使用できる。また、保持部材 1 への粒子状物質 F P の捕集が必要な場合であっても、例えば、他の箇所では保持部材 1 に粒子状物質 F P を捕集したものを、分析装置 100' で分析することもできる。また、保持部材 1 は、捕集フィルタでなくてもよい。例えば、測定対象（例えば、粒子状物質 F P）が板状の部材に予め載置されたものを、 β 線源 3 からの β 線の照射領域と X 線源 4 からの X 線の照射領域とが重複する位置に設けてもよい。

[0086] 3. 他の実施形態

以上、本発明の複数の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の実施形態及び変形例は必要に応じて任意に組み合わせ可能である。

[0087] (A) 図 2 を用いて説明した分析動作において、各ステップの処理内容、処理順は発明の要旨を逸脱しない範囲で変更できる。上記の第 1 実施形態では、透過 β 線と蛍光 X 線とを測定後に、透過 β 線に基づいた粒子状物質 F P の量に関する分析と、蛍光 X 線に基づいた粒子状物質 F P に含まれる元素に関する分析と、を実行していた。しかし、これに限られず、例えば、X 線の照射状態を照射 ON 状態にして粒子状物質 F P から蛍光 X 線を発生させ、粒子状物質 F P に含まれる元素に関する分析を実行後に、（X 線の照射状態を照射 OFF 状態にして）透過 β 線に基づいて粒子状物質 F P の量に関する分析を実行してもよい。

[0088] 上記とは逆に、例えば、以下のようにして分析を実行してもよい。まず、X 線の照射状態を照射 OFF 状態にして透過 β 線を検出し、検出した透過 β 線に基づいて粒子状物質 F P の量に関する分析を行う。次に、X 線の照射状態を照射 ON 状態にして、X 線を粒子状物質 F P に照射して粒子状物質 F P から蛍光 X 線を発生させて、検出器 5 にて透過 β 線と蛍光 X 線とを検出する。その後、

透過 β 線と蛍光X線とを検出することによる検出信号から、X線の照射状態を照射ON状態とする寸前（すなわち、照射OFF状態のとき）に得られた透過 β 線の検出信号を差し引いて、蛍光X線の検出による検出信号を算出し、これを蛍光X線に関するデータとする。このようにして得られた蛍光X線に関するデータに基づいて、粒子状物質FPに含まれる元素に関する分析を実行してもよい。

[0089] 粒子状物質FPの量に関する分析は、透過 β 線を検出器5にて検出した後であれば、任意のタイミングで実行できる。また、粒子状物質FPに含まれる元素に関する分析は、蛍光X線を検出器5にて検出した後であれば、任意のタイミングで実行できる。

[0090] (B) 上記の分析装置100の分析部6が出力する分析結果に基づいて、他の装置の制御を行ってもよい。例えば、ごみ焼却設備にて発生する粒子状物質FPを分析対象とした場合に、粒子状物質FPに有害な物質が含まれているか否かを分析結果として出力し、この分析結果が出力されたときに、ごみ焼却設備の所定の装置を動作させるようにしてもよい。

[0091] (C) 上記の分析装置100と他の分析装置（例えば、ガス分析装置）とを組み合わせ、分析対象についてより詳細な分析を行うためのシステムを構築できる。

[0092] (D) 捕集装置2の構成は、第1実施形態で説明した構成に限られない。捕集装置2は、測定対象の粒子状物質FPを保持部材1に捕集できる構成を有していればよい。

[0093] (E) 上記の分析装置100では、吸引部23の吸引により、サンプルガスGsを保持部材1の捕集面を通過させていた。しかしこれに限られず、サンプルガスGsを第1面SU1に押し込む（すなわち、所定の圧力でサンプルガスGsを第1面SU1に吹き付ける）ことにより、粒子状物質FPを保持部材1に捕集するようにしてもよい。この場合、吸引部23を省略し、X線源4及び検出器5を外部空間に配置してもよい。

- [0094] (F) 上記の分析装置 100 では、 β 線源 3 はノズル 21 の内部の第 1 線源設置空間 21c に設けられていたが、これに限られない。 β 線源 3 は、ノズル 21 の外部において、捕集面の法線方向 D_N に対して傾斜した位置に設けられてもよい。及び／または、X線源 4 及び／又は検出器 5 を吸引部 23 の内部に設けず外部空間に配置してもよい。
- [0095] (G) β 線源 3 をノズル 21 のガス流路 21a 内に法線方向 D_N に平行に配置し、検出器 5 を吸引部 23 において β 線源 3 の真下（つまり、 β 線源 3 と保持部材 1 の捕集領域とを結ぶ線の線上）に配置し法線方向 D_N に対して平行とし、X線源 4 のみを法線方向 D_N に対して傾斜させて β 線源 3 と保持部材 1 の捕集領域とを結ぶ線から外れた位置に配置してもよい。
- [0096] (H) β 線源 3 の近傍に、 β 線源 3 から出力される β 線を遮断するシャッタを設けてもよい。この場合、蛍光 X 線を用いた分析時にはシャッタにより β 線が粒子状物質 FP に照射されないようにしてもよい。また、演算部 61 の制御により、 β 線源 3 から β 線の照射と停止を制御可能となってもよい。これにより、粒子状物質 FP からの蛍光 X 線を検出するときに、透過 β 線を検出したことによる検出信号と、蛍光 X 線を検出したことによる検出信号と、が両方含まれた検出信号を検出器 5 にて検出することを防止できる。すなわち、検出器 5 にて蛍光 X 線のみを検出し、蛍光 X 線を検出したことによる検出信号のみを検出器 5 から取得できる。
- [0097] (I) β 線源 3、X線源 4、検出器 5 を、第 2 実施形態で説明したように外部に配置し、 β 線源 3、X線源 4、検出器 5 を配置した位置とは別の位置に捕集装置 2 を配置してもよい。
- [0098] (J) β 線源 3 を保持部材 1 の第 2 面 SU2 側に配置し、X線源 4 と検出器 5 とを保持部材 1 の第 1 面 SU1 側に配置してもよい。
- [0099] (K) 第 1 実施形態に係る分析装置 100、第 2 実施形態に係る分析装置 100' において、測定対象（粒子状物質 FP）は、保持部材 1 に保持されていなくてもよい。この場合、例えば、測定対象（粒子状物質 FP）を含む気体（例えば、大気、排ガス等）を、 β 線源 3 からの β 線の照射領域と X線源 4 か

らのX線の照射領域とが重複する領域に導入し、当該領域を通過した透過 β 線と、当該領域から発生する蛍光X線と、を検出器5により検出することによっても、測定対象を分析できる。

[0100] (L) 粒子状物質F PへのX線の照射と停止は、例えば、第2線源設置空間23bのX線の出口に設けられた遮蔽部材の開閉により行われてもよい。

[0101] (M) X線源4からのX線を粒子状物質F Pに照射することなく、 β 線源3からの β 線を粒子状物質F Pに照射することで発生する蛍光X線(β 線由来蛍光X線と呼ぶ)を用いて、粒子状物質F Pに含まれる元素に関する分析を行ってもよい。この場合には、図2に示す分析動作のステップS4において、X線の照射状態を照射OFF状態としつつ、 β 線源3より β 線を照射して、粒子状物質F Pを通過した透過 β 線を検出器5により検出するとともに、 β 線を照射した粒子状物質F Pから発生した β 線由来蛍光X線を検出器5により検出する。

[0102] その後、図2に示す分析動作のステップS8において、検出器5により検出された β 線由来蛍光X線に基づいて、粒子状物質F Pに含まれる元素に関する分析を行う。このときに、 β 線由来蛍光X線のみに基づいて粒子状物質F Pに含まれる元素に関する分析を行ってもよいし、ステップS5～S6を実行することにより得られたX線を粒子状物質F Pに照射することで発生する蛍光X線も考慮して、粒子状物質F Pに含まれる元素に関する分析を行ってもよい。

[0103] 上記のように、粒子状物質F Pに β 線の照射のみを行う場合には、X線源4を省略することもできる。

[0104] (N) 例えば、検出器5により蛍光X線と透過 β 線とを両方検出することで生じる検出信号において、透過 β 線を検出したことによる検出信号の影響が小さく無視できる場合には、透過 β 線と蛍光X線とを検出したことによる検出信号を、そのまま、蛍光X線を検出したことによる検出信号とすることができ

[0105] 4. 実施形態の特徴

上記実施形態は下記のようにも説明できる。

(1) 分析装置（例えば、分析装置100）は、放射線源と、検出器（例えば、検出器5）と、分析部（例えば、分析部6）と、を備える。放射線源は、試料（例えば、粒子状物質FP）に放射線を照射する。検出器は、放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を検出する。分析部は、検出器により検出された透過放射線に基づいて試料の量に関する分析を行い、検出器により検出された蛍光X線に基づいて試料に含まれる元素に関する分析を行う。

[0106] 上記の分析装置では、検出器が、試料の量に関する分析に用いる透過放射線と、試料の元素に関する分析に用いる蛍光X線と、を両方検出している。つまり、透過放射線と蛍光X線とが同じ位置で検出されている。これにより、上記の分析装置では、透過放射線と蛍光X線の両方を検出するために試料を移動する必要がないので、試料を効率よく分析できる。また、透過放射線を検出するための検出器と、蛍光X線を検出するための検出器と、を個別に設ける必要がないので、分析装置のコストを低減できる。

[0107] (2) 上記(1)の分析装置において、放射線源は、試料に β 線を照射する β 線源（例えば、 β 線源3）を有してもよい。この場合、透過放射線は、 β 線源により照射された β 線のうち試料を透過した透過 β 線であってもよい。これにより、試料を透過した透過 β 線を用いて試料の量に関する分析を行うことができる。

[0108] (3) 上記(1)又は(2)の分析装置において、放射線源は、試料にX線を照射するX線源（例えば、X線源4）を有してもよい。この場合、蛍光X線は、X線を試料に照射することで生じるものであってもよい。これにより、試料にX線を照射することで生じる蛍光X線を用いて、試料に含まれる元素に関する分析を行うことができる。

[0109] (4) 上記(1)～(3)のいずれかの分析装置において、試料は、サンプルガス（例えば、サンプルガスGs）に含まれる粒子状物質（例えば、粒子状物質FP）であってもよい。この場合、分析装置は、保持部材（例えば、保持部材1）と捕集装置（例えば、捕集装置2）とをさらに備えてもよい。保持部

材は、第1面（例えば、第1面SU1）と、第1面とは反対側の第2面（例えば、第2面SU2）とを有し、試料を保持する。捕集装置は、保持部材にサンプルガスを通過させることで、保持部材に粒子状物質を捕集させる。また、放射線源及び検出器は、捕集装置内に配置されてもよい。これにより、分析装置をコンパクトにできる。また、減衰が少なく強度の強い放射線を粒子状物質に照射できるとともに、減衰が少ない透過放射線及び蛍光X線を検出器にて検出できる。

[0110] （5）上記（4）の分析装置において、 β 線源は、保持部材の第1面側に配置されてもよい。一方、X線源と検出器は、保持部材の第2面側に配置されてもよい。これにより、検出器は、透過 β 線と蛍光X線とを確実に検出できる。

[0111] （6）上記（3）～（5）のいずれかの分析装置において、X線の照射と停止とを切り換え可能であってもよい。検出器により透過 β 線を検出する場合、X線の照射を停止してもよい。これにより、蛍光X線に影響を受けていない透過 β 線を検出できるので、試料の量に関する分析を正確に行うことができる。

[0112] （7）上記（1）～（6）のいずれかの分析装置において、検出器は、シリコンドリフト検出器であってもよい。これにより、検出器は、透過放射線と蛍光X線とを高感度に検出できる。

[0113] （8）上記（2）～（7）のいずれかの分析装置において、蛍光X線は、 β 線を試料に照射することで生じるものであってもよい。これにより、試料に β 線を照射することで生じる蛍光X線を用いて、試料に含まれる元素に関する分析を行うことができる。

[0114] （9）分析方法は、放射線を検出する検出器（例えば、検出器5）を備える分析装置（例えば、分析装置100）を用いた試料の分析方法である。分析方法は、以下のステップを備える。

◎試料に放射線を照射するステップ（例えば、ステップS3～S4）。

◎放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を検出器で検出するステップ（例えば、ステップS4～S7）。

◎検出器により検出された透過放射線に基づいて、試料の量に関する分析を行うステップ（例えば、ステップS9）。

◎検出器により検出された蛍光X線に基づいて、試料に含まれる元素に関する分析を行うステップ（例えば、ステップS9）。

[0115] 上記の分析方法では、検出器が、試料の量に関する分析に用いる透過放射線と、試料の元素に関する分析に用いる蛍光X線と、を両方検出している。つまり、透過放射線と蛍光X線とが同じ位置で検出されている。これにより、上記の分析方法では、透過放射線と蛍光X線の両方を検出するために試料を移動する必要がないので、試料を効率よく分析できる。

[0116] (10) プログラムは、放射線を検出する検出器を備える分析装置を用いた試料の分析方法をコンピュータに実行させるプログラムである。分析方法は、以下のステップを備える。

◎試料に放射線を照射するステップ。

◎放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を検出器で検出するステップ。

◎検出器により検出された透過放射線に基づいて、試料の量に関する分析を行うステップ。

◎検出器により検出された蛍光X線に基づいて、試料に含まれる元素に関する分析を行うステップ。

産業上の利用可能性

[0117] 本発明は、試料を分析する分析装置に広く適用できる。

符号の説明

[0118] 100、100' : 分析装置

1 : 保持部材

SU1 : 第1面

S U 2 : 第 2 面
1 1 : 移動部
1 1 a : 巻き取りリール
1 1 b : 送り出しリール
2 : 捕集装置
2 1 : ノズル
2 1 a : ガス流路
2 1 b : 出口開口
2 1 c : 第 1 線源設置空間
2 3 : 吸引部
2 3 a : 検出器設置空間
2 3 b : 第 2 線源設置空間
2 3 c : 入口開口
2 3 d : 吸引開口
2 5 : 吸引ポンプ
3 : β 線源
4 : X 線源
5 : 検出器
6 : 分析部
6 1 : 演算部
6 3 : 表示部
B : 本体
F P : 粒子状物質
G s : サンプルガス

請求の範囲

- [請求項1] 試料に放射線を照射する放射線源と、
 前記放射線のうち前記試料を通過した透過放射線と、前記試料に前記放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を検出する検出器と、
 前記検出器により検出された前記透過放射線に基づいて前記試料の量に関する分析を行い、前記検出器により検出された前記蛍光X線に基づいて前記試料に含まれる元素に関する分析を行う分析部と、
 を備える、分析装置。
- [請求項2] 前記放射線源は、前記試料に β 線を照射する β 線源を有し、
 前記透過放射線は、前記 β 線源により照射された β 線のうち前記試料を透過した透過 β 線である、請求項1に記載の分析装置。
- [請求項3] 前記放射線源は、前記試料にX線を照射するX線源を有し、
 前記蛍光X線は、前記X線を前記試料に照射することで生じる、請求項2に記載の分析装置。
- [請求項4] 前記試料は、サンプルガスに含まれる粒子状物質であり、
 第1面と前記第1面とは反対側の第2面とを有し、前記試料を保持する保持部材と、
 前記保持部材に前記サンプルガスを通過させることで、前記保持部材に前記粒子状物質を捕集させる捕集装置と、をさらに備え、
 前記放射線源及び前記検出器は、前記捕集装置内に配置される、請求項1～3のいずれかに記載の分析装置。
- [請求項5] 前記 β 線源は、前記保持部材の前記第1面側に配置され、
 前記X線源と前記検出器は、前記保持部材の前記第2面側に配置される、
 請求項3を引用する請求項4に記載の分析装置。
- [請求項6] 前記X線の照射と停止とを切り換え可能であり、

前記検出器により前記透過 β 線を検出する場合、前記X線の照射を停止する、請求項3又は5に記載の分析装置。

[請求項7] 前記検出器は、シリコンドリフト検出器である、請求項1～6のいずれかに記載の分析装置。

[請求項8] 前記蛍光X線は、前記 β 線を前記試料に照射することで生じる、請求項2に記載の分析装置。

[請求項9] 放射線を検出する検出器を備える分析装置を用いた試料の分析方法であって、

前記試料に放射線を照射するステップと、

前記放射線のうち前記試料を通過した透過放射線と、前記試料に前記放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を前記検出器で検出するステップと、

前記検出器により検出された前記透過放射線に基づいて、前記試料の量に関する分析を行うステップと、

前記検出器により検出された前記蛍光X線に基づいて、前記試料に含まれる元素に関する分析を行うステップと、

を備える、分析方法。

[請求項10] 放射線を検出する検出器を備える分析装置を用いた試料の分析方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記分析方法是、

前記試料に放射線を照射するステップと、

前記放射線のうち前記試料を通過した透過放射線と、前記試料に前記放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を前記検出器で検出するステップと、

前記検出器により検出された前記透過放射線に基づいて、前記試料の量に関する分析を行うステップと、

前記検出器により検出された前記蛍光X線に基づいて、前記試料に含まれる元素に関する分析を行うステップと、

を備える、プログラム。

補正された請求の範囲（条約第19条）**2024年10月25日（ 25.10.2024 ） 国際事務局受理**

- [請求項1] [補正後] 試料に放射線を照射する放射線源と、
前記放射線のうち前記試料を通過した透過放射線と、前記試料に
前記放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を両方検出する検
出器と、
前記検出器により検出された前記透過放射線に基づいて前記試料
の量に関する分析を行い、前記検出器により検出された前記蛍光
X線に基づいて前記試料に含まれる元素に関する分析を行う分析部
と、
を備える、分析装置。
- [請求項2] 前記放射線源は、前記試料に β 線を照射する β 線源を有し、
前記透過放射線は、前記 β 線源により照射された β 線のうち前
記試料を透過した透過 β 線である、請求項1に記載の分析装置。
- [請求項3] 前記放射線源は、前記試料にX線を照射するX線源を有し、
前記蛍光X線は、前記X線を前記試料に照射することで生じ
る、請求項2に記載の分析装置。
- [請求項4] 前記試料は、サンプルガスに含まれる粒子状物質であり、
第1面と前記第1面とは反対側の第2面とを有し、前記試料を
保持する保持部材と、
前記保持部材に前記サンプルガスを通過させることで、前記保
持部材に前記粒子状物質を捕集させる捕集装置と、をさらに備え、
前記放射線源及び前記検出器は、前記捕集装置内に配置され
る、請求項1～3のいずれかに記載の分析装置。
- [請求項5] 前記 β 線源は、前記保持部材の前記第1面側に配置され、
前記X線源と前記検出器は、前記保持部材の前記第2面側に配
置される、
請求項3を引用する請求項4に記載の分析装置。

- [請求項6] 前記X線の照射と停止とを切り換え可能であり、
前記検出器により前記透過 β 線を検出する場合、前記X線の照射を停止する、請求項3又は5に記載の分析装置。
- [請求項7] 前記検出器は、シリコンドリフト検出器である、請求項1～6のいずれかに記載の分析装置。
- [請求項8] 前記蛍光X線は、前記 β 線を前記試料に照射することで生じる、請求項2に記載の分析装置。
- [請求項9] [補正後] 放射線を検出する検出器を備える分析装置を用いた試料の分析方法であって、
前記試料に放射線を照射するステップと、
前記放射線のうち前記試料を通過した透過放射線と、前記試料に前記放射線を照射することで生じる蛍光X線と、の両方を前記検出器で検出するステップと、
前記検出器により検出された前記透過放射線に基づいて、前記試料の量に関する分析を行うステップと、
前記検出器により検出された前記蛍光X線に基づいて、前記試料に含まれる元素に関する分析を行うステップと、
を備える、分析方法。
- [請求項10] [補正後] 放射線を検出する検出器を備える分析装置を用いた試料の分析方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記分析方法は、
前記試料に放射線を照射するステップと、
前記放射線のうち前記試料を通過した透過放射線と、前記試料に前記放射線を照射することで生じる蛍光X線と、の両方を前記検出器で検出するステップと、
前記検出器により検出された前記透過放射線に基づいて、前記試料の量に関する分析を行うステップと、

前記検出器により検出された前記蛍光X線に基づいて、前記試料に含まれる元素に関する分析を行うステップと、
を備える、プログラム。

条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第1項は、検出器が、放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を両方検出することを明確にしました。

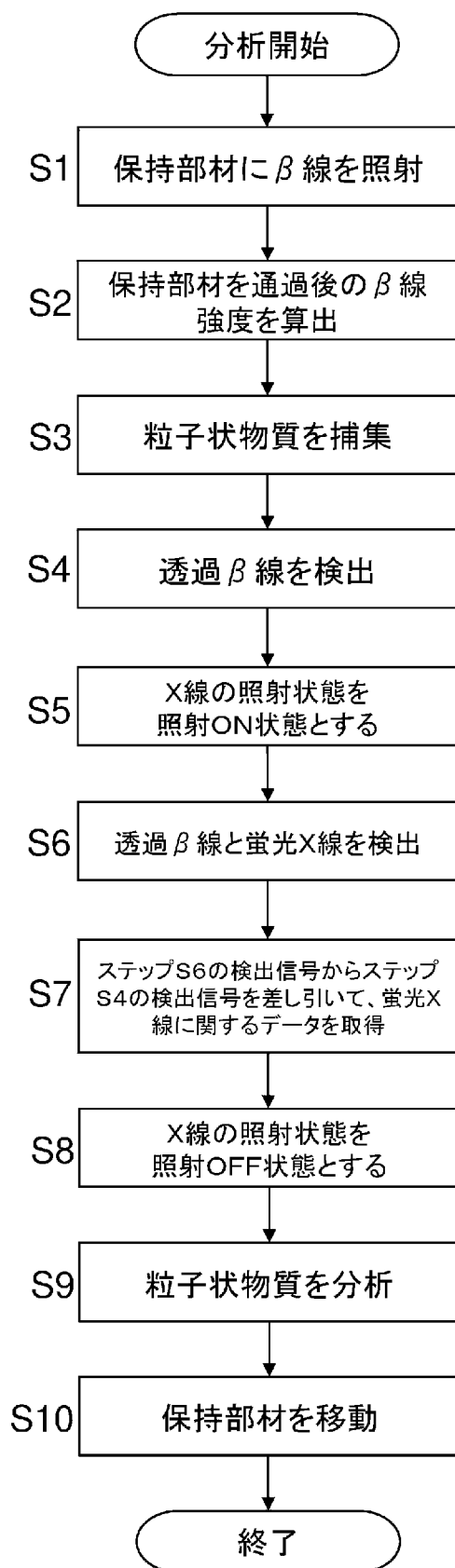
請求の範囲第9項は、放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、の両方を検出器で検出することを明確にしました。

請求の範囲第10項は、放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、の両方を検出器で検出することを明確にしました。

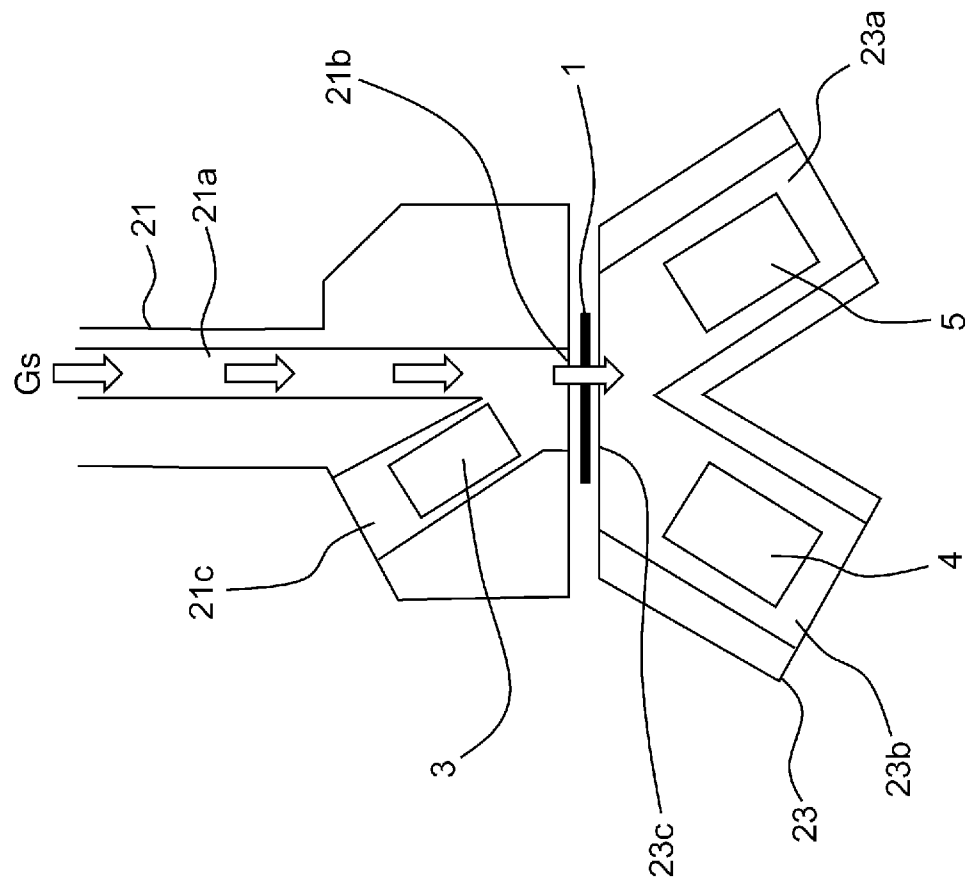
いずれの引用例においても、試料の存在に起因して生じる異なる種類の放射線は、個別の検出器により検出されており、1つの検出器で異なる複数種類の放射線（透過放射線、蛍光X線）を両方検出することは開示も示唆もされていません。

本発明では、1つの検出器が、放射線のうち試料を通過した透過放射線と、試料に放射線を照射することで生じる蛍光X線と、を両方検出することにより、透過放射線と蛍光X線とを同じ位置で検出することができるので、透過放射線と蛍光X線の両方を検出するために試料を移動する必要がなく試料を効率よく分析できるとの効果が得られます。また、透過放射線を検出するための検出器と、蛍光X線を検出するための検出器と、を個別に設ける必要がないので、分析装置のコストを低減できるとの効果が得られます。

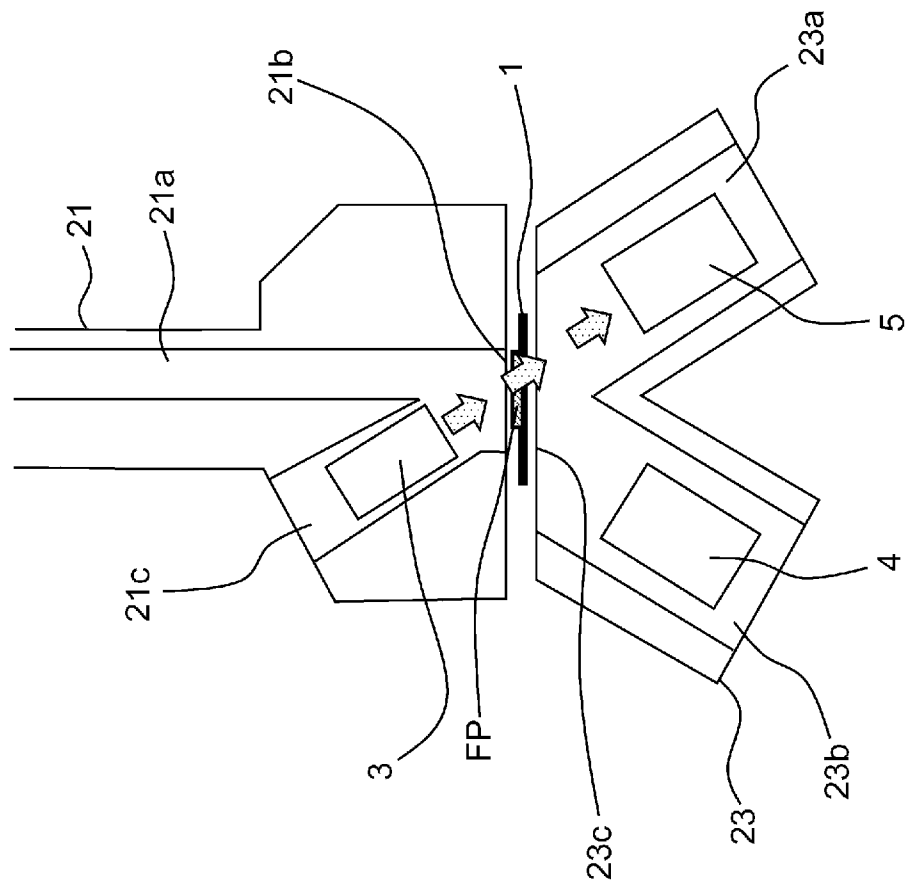
[図 2]



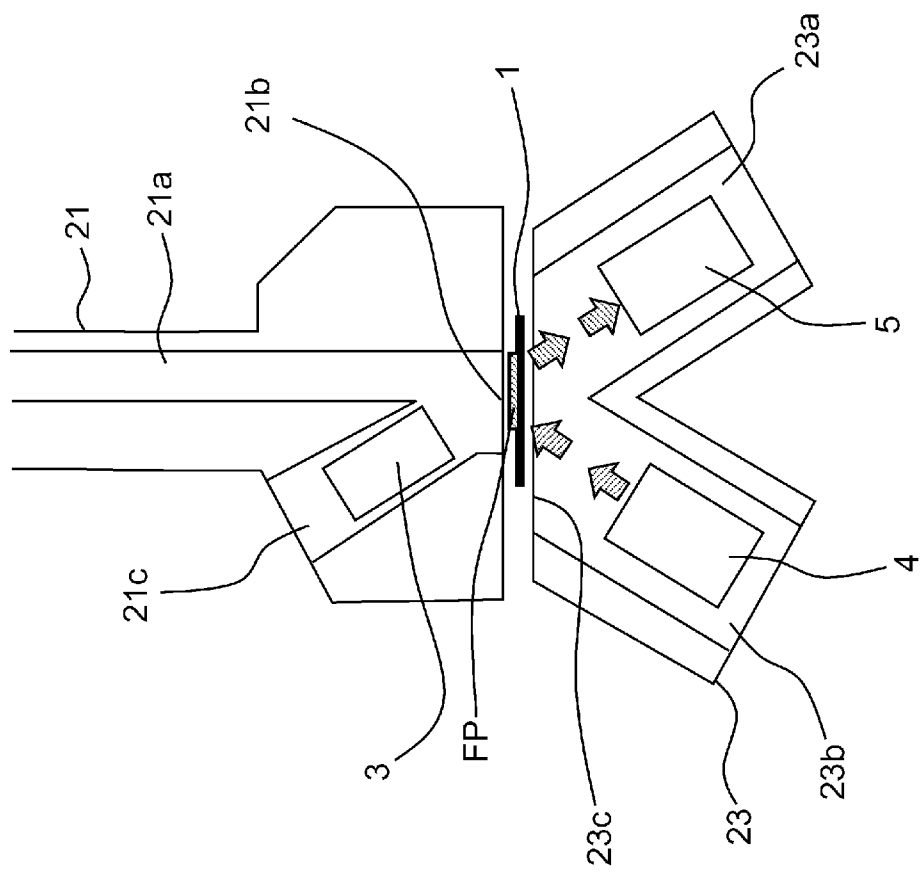
[3]



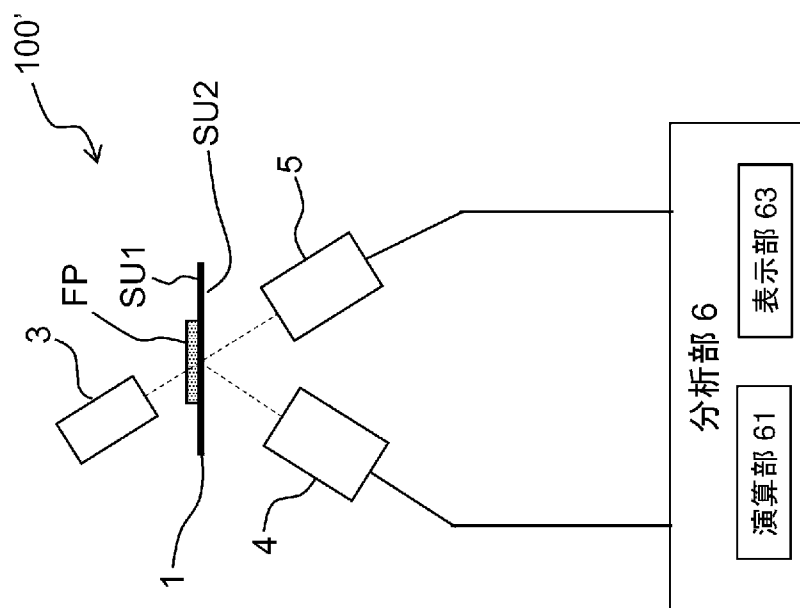
[図 4]



[5]



[図 6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/023176

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 23/2206**(2018.01)i; **G01N 1/02**(2006.01)i; **G01N 23/02**(2006.01)i; **G01N 23/223**(2006.01)i

FI: G01N23/2206; G01N23/223; G01N23/02; G01N1/02 G

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)

G01N1/02; 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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-134270 A (HORIBA, LTD.) 26 May 2005 (2005-05-26) paragraphs [0017]-[0041], [0060], [0062]-[0063], fig. 5	1-10
Y		5-7
X	JP 2003-114204 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 18 April 2003 (2003-04-18) paragraphs [0001], [0051]-[0067], fig. 3-4	1-2, 8-10
Y	JP 2017-106873 A (HORIBA, LTD.) 15 June 2017 (2017-06-15) paragraphs [0034]-[0036], fig. 1	5-7
A	JP 2008-157702 A (STANLEY ELECTRIC CO., LTD.) 10 July 2008 (2008-07-10)	1-10
A	WO 2017/104659 A1 (HORIBA, LTD.) 22 June 2017 (2017-06-22)	1-10
A	JP 2010-60389 A (HORIBA, LTD.) 18 March 2010 (2010-03-18)	1-10



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

18 July 2024

Date of mailing of the international search report

30 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/JP2024/023176

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2005-134270	A	26 May 2005	US 2005/0041774 A1 paragraphs [0043]-[0068], [0088], [0090]-[0092], fig. 5 DE 102004018260 A1 CN 1539543 A	
JP	2003-114204	A	18 April 2003	(Family: none)	
JP	2017-106873	A	15 June 2017	DE 102016123704 A1 CN 107024365 A	
JP	2008-157702	A	10 July 2008	(Family: none)	
WO	2017/104659	A1	22 June 2017	(Family: none)	
JP	2010-60389	A	18 March 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01N 23/2206(2018.01)i; G01N 1/02(2006.01)i; G01N 23/02(2006.01)i; G01N 23/223(2006.01)i
FI: G01N23/2206; G01N23/223; G01N23/02; G01N1/02 G

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））

G01N1/02; 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）

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 2005-134270 A（株式会社堀場製作所）26.05.2005（2005 - 05 - 26） 段落 [0017] - [0041]、[0060]、[0062] - [0063]、図5	1-10
Y		5-7
X	JP 2003-114204 A（キヤノン株式会社）18.04.2003（2003 - 04 - 18） 段落 [0001]、[0051] - [0067]、図3-4	1-2, 8-10
Y	JP 2017-106873 A（株式会社堀場製作所）15.06.2017（2017 - 06 - 15） 段落 [0034] - [0036]、図1	5-7
A	JP 2008-157702 A（スタンレー電気株式会社）10.07.2008（2008 - 07 - 10）	1-10
A	WO 2017/104659 A1（株式会社堀場製作所）22.06.2017（2017 - 06 - 22）	1-10
A	JP 2010-60389 A（株式会社堀場製作所）18.03.2010（2010 - 03 - 18）	1-10

☐ 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
“I” 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18.07.2024

国際調査報告の発送日30.07.2024

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）

小澤 瞬 2W 6003

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/JP2024/023176

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-134270	A	26.05.2005	US 2005/0041774 A1 段落 [0 0 4 3] - [0 0 6 8]、[0 0 8 8]、 [0 0 9 0] - [0 0 9 2]、図 5 DE 102004018260 A1 CN 1539543 A	
JP	2003-114204	A	18.04.2003	(ファミリーなし)	
JP	2017-106873	A	15.06.2017	DE 102016123704 A1 CN 107024365 A	
JP	2008-157702	A	10.07.2008	(ファミリーなし)	
WO	2017/104659	A1	22.06.2017	(ファミリーなし)	
JP	2010-60389	A	18.03.2010	(ファミリーなし)	