

(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
2018年8月2日(02.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/138814 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 49/40 (2006.01) H01J 49/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002598

(22) 国際出願日: 2017年1月25日(25.01.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 Kyoto (JP).

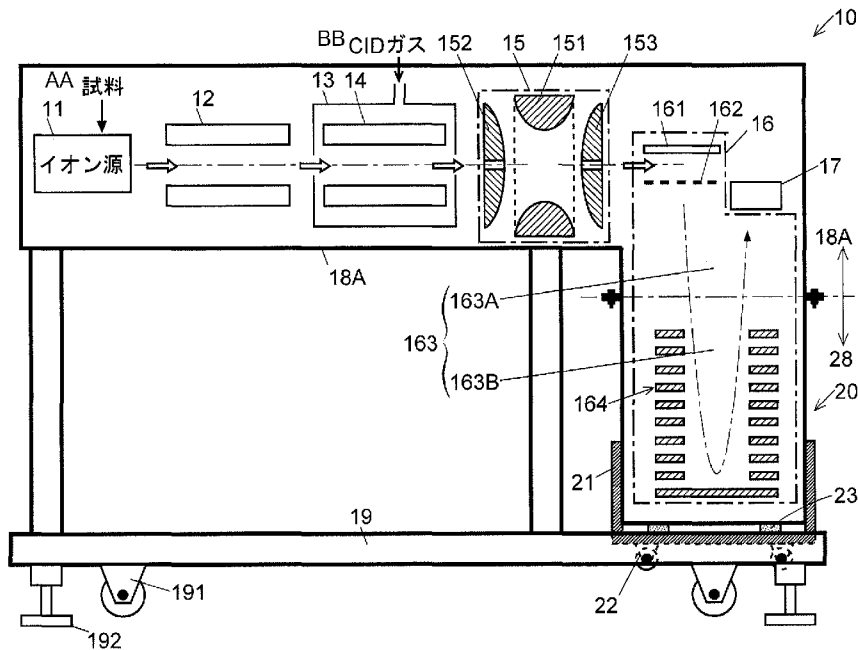
(72) 発明者: 坂越 祐介 (SAKAGOSHI, Yusuke); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人京都国際特許事務所 (KYOTO INTERNATIONAL PATENT LAW OFFICE); 〒6008091 京都府京都市下京区東洞院通四条下ル元恵王子町37番地 豊元四条烏丸ビル Kyoto (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM,

(54) Title: TIME-OF-FLIGHT MASS SPECTROMETER

(54) 発明の名称: 飛行時間型質量分析装置



11 Ion source
AA Sample
BB CID gas

(57) Abstract: The present invention provides a mass spectrometer (TOFMS) equipped with measures for preventing a drop in accuracy which arises during transportation to an installation site. The invention is a TOFMS wherein mass separation is performed based on the time-of-flight of an ion flying through a flight space, and comprises: an ion transport section (12, 14, 15) for transporting ions; an acceleration section (push-out electrode (161), and the like) whereby the transported ions are received, and the ions are accelerated so as to be introduced into the flight space; a flight section having



WO 2018/138814 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

therein the flight space; a first vacuum container (18A) surrounding the ion transport section, the acceleration section, and at least a portion of the flight section; a chassis (19) whereon the first vacuum container (18A) has been placed; and a reflection section unit (20) having fixed therein a reflection section (reflectron 164) for inverting the flight trajectory of the ions that have been accelerated and introduced into the flight space by the acceleration unit, and a second vacuum container (28) surrounding the reflection section and mountable at an end of the first vacuum container (18A). Since the reflection section unit (20) can be separated from other sections during transportation, the other sections can be moved readily for instance with casters (191) provided on the chassis (19), allowing the reflection section unit (20) to be moved without being impacted by the vibrations caused when moving with the casters (191).

(57) 要約: 本発明は、設置サイトまで搬送する際に生じる精度の低下を防止する方策を施した質量分析装置(TOFMS)を提供する。飛行空間を飛行するイオンの飛行時間に基づいて質量分離を行う飛行時間型TOFMSであって、イオンを輸送するイオン輸送部(12, 14, 15)、該輸送されたイオンを受け取り、該イオンを前記飛行空間に導入するように加速する加速部(押し出し電極(161)等)と、前記飛行空間を内部に有する飛行部と、前記イオン輸送部及び前記加速部、並びに前記飛行部の少なくとも一部を囲う第一真空容器(18A)と、第一真空容器(18A)を載置したシャーシ(19)と、前記加速部により加速され飛行空間に導入されたイオンの飛行軌道を反転させる反射部(リフレクトロン164)及び第一真空容器(18A)の端に取り付け可能な前記反射部を囲う第二真空容器(28)とが固定された反射部ユニット(20)とを備える。搬送時に反射部ユニット(20)をそれ以外の部分から分離することができるため、それ以外の部分は例えばシャーシ(19)に設けたキャスター(191)で容易に移動させ、反射部ユニット(20)はキャスター(191)での移動による振動の影響を受けることなく移動させることができる。

明 細 書

発明の名称： 飛行時間型質量分析装置

技術分野

[0001] 本発明は飛行時間型質量分析装置（Time-of-Flight Mass Spectrometer、以下「TOFMS」と略す）に関する。

背景技術

[0002] 一般に、TOFMSでは、試料成分由来のイオンに一定の運動エネルギーを付与して一定距離の空間を飛行させ、その飛行に要する時間を計測して該飛行時間からイオンの質量電荷比を算出する。

[0003] TOFMSでは、前段において、生成したイオンを一旦トラップして所定の狭い質量電荷比範囲内のイオンのみを選択したり、イオンを開裂する等の操作を行う等、様々な処理を行い、後段のTOF部によりイオンをその質量電荷比（ m/z 比）に応じて高精度に分離することができる。その高精度分離という特長を更に生かすため、後段のTOF部においては、イオンの飛行距離を延ばすためのリフレクトロンを備えたものが多く用いられる。

[0004] このようなTOFMSの一例として、タンデム型質量分析装置の概略構成を図7に示す（特許文献1）。このタンデム型質量分析装置は、真空容器18の内部に、イオン源11と、四重極マスフィルタ12と、内部にイオンガイド14が配設されたコリジョンセル13と、イオントラップ15と、リフレクトロン型である飛行時間型質量分離器16と、イオン検出器17とを備える。なお、通常、イオン源11と四重極マスフィルタ12との間やそれ以外の適宜の箇所に、イオンを後段へと効率よく輸送するためのイオンガイドやイオンレンズなどのイオン光学素子が設けられるが、ここではそれらについては記載を省略している。図7では、イオントラップ15は、リング電極151を挟んで一対のエンドキャップ電極152、153を設けた3次元四重極型の構成であるが、イオンを蓄積可能であればよく、リニアイオントラップ等に置換されることもある。

[0005] 飛行時間型質量分離器 16 は、前段のイオン源 11 からイオントラップ 15 まで飛行してきたイオンをそれに垂直な方向に加速する直交加速型のイオン加速部として、押出し電極 161 とグリッド電極 162 とを有する。そして、該前段のイオン飛行軸と直交する後段の TOFMS 飛行空間 163 の後端（図 7 では下端）には、多数の板状電極からなるリフレクトロン 164 が配置されている。

[0006] 前段のイオン源 11 において、試料に含まれる各種化合物がイオン化され、四重極マスフィルタ 12 において、予め指定された特定の質量電荷比を有するプリカーサイオンのみがそこを通過する。プリカーサイオンはコリジョンセル 13 の内部で開裂され、様々な断片（プロダクトイオン及びニュートラルロス）に分解される。開裂により生成されたプロダクトイオン及び開裂しなかったプリカーサイオンはイオントラップ 15 内に導入され、そこに捕捉される。イオントラップ 15 では、一旦捕捉したイオンをパケット状に射出し、飛行時間型質量分離器 16 のイオン加速部に送り出す。

[0007] イオンパケットがイオン加速部に到達したタイミングで、押出し電極 161 及びグリッド電極 162 に所定電圧を印加することにより、イオンパケットに含まれる各イオンにそれぞれ初期エネルギーを与えてその進行方向と略直交する方向に加速する。加速されたイオンは飛行空間 163 に導入され、リフレクトロン 164 により形成された反射電場の作用で折返し飛行し、最終的にイオン検出器 17 に到達する。

[0008] リフレクトロンを用いた TOFMS では、前記のようにイオンの飛行距離を延ばすという理由の他、次の理由により、高精度な分析が可能となる。

TOFMS は、目的化合物由来のイオンに一定の加速エネルギーを付与して一定距離である空間を飛行させ、その飛行に要する時間を計測して飛行時間からイオンの質量電荷比を求める。質量電荷比が同じであっても、加速前に個々のイオンが持つ初期エネルギーがばらついていると、そのばらつきが飛行速度の相違に反映され、イオン検出器に到達する際に時間ずれが起こる。この時間ずれが質量分解能の低下をもたらす。そのため、TOFMS において

高い質量分解能を達成するには、イオンが持つ初期エネルギーのばらつきの影響を軽減することが重要である。

- [0009] 初期エネルギーにばらつきがある同一質量電荷比のイオンの飛行時間を収束させるには、反射電場によってイオンの飛行軌道を反転させるリフレクトロンが有効である。即ち、リフレクトロンにより形成される反射電場中にイオンが入射すると、同一質量電荷比であっても相対的に大きなエネルギーを有するイオンほど奥まで進んで折り返す。そのため、相対的に大きなエネルギーを有し飛行速度が速いイオンほど実質的な飛行距離が長くなり、それによって飛行時間のずれが修正される。これにより、リフレクトロン付TOFMSでは同一の質量電荷比を有するイオンの時間収束性（又はエネルギー収束性）を高め、質量分解能を改善することができる。

先行技術文献

特許文献

- [0010] 特許文献1：特開2014-165053号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 上記構成を有するTOFMSは、実際の製品では、前段部やTOF部といった各要素（ユニット）が真空容器18に収納され、全体がシャーシ19上に固定される。工場においてこうして組み立てられ、製造されたTOFMSは、トラック等によりユーザの使用場所（以下、これを設置サイトと呼ぶ。）まで搬送される。その際、設置サイトの近くの積み卸し拠点まではトラック等により輸送されるが、トラック等から積み降ろした後、設置サイトまでは、前記シャーシの下面に取り付けられたキャスター191により、あるいは（シャーシにはキャスターを設けずに）キャスター付きの台車に搭載して移動されていた。移動後は、ストッパー192により固定される。
- [0012] ところが、こうして設置サイトまで搬送したTOFMSを実際に使用すると、工場出荷時に得られた（作り込まれた）精度と同程度の精度が得られな

い場合がある。

[0013] 本発明は、このような、設置サイトまで搬送する際に生じる精度の低下を防止する方策を施したTOFMSを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決するために成された本発明に係る飛行時間型質量分析装置は、飛行空間を飛行するイオンの飛行時間に基づいて質量分離を行う装置であって、

- a) イオンを輸送するイオン輸送部と、
 - b) 該輸送されたイオンを受け取り、該イオンを前記飛行空間に導入するように加速する加速部と、
 - c) 前記飛行空間を内部に有する飛行部と、
 - d) 前記イオン輸送部及び前記加速部、並びに前記飛行部の少なくとも一部を囲う第一真空容器と、
 - e) 前記第一真空容器を載置したシャーシと、
 - f) 前記加速部により加速され前記飛行空間に導入されたイオンの飛行軌道を反転させる反射部と、前記第一真空容器の端に取り付け可能な、前記反射部を囲う第二真空容器とが固定された反射部ユニットと
- を備えることを特徴とする。

[0015] 上記飛行部には、四重極マスフィルタ等、イオン源で生成されたイオンが水平方向に飛行する空間を内部に有する様々な装置が含まれ得る。

[0016] 上記課題を解決する方策を探る中で、本発明者は、前記精度の低下は、TOFMS中の、特にリフレクトロンにその一因があることを見いだした。すなわち、リフレクトロンは、中心軸を揃えられた、互いに平行に配列された多数のドーナツ状の平板電極により構成されるが、前述のようにイオンを反射する際、初期エネルギーのバラツキを補償するような電場を形成するために、各電極板の配置には高い精度が要求される。しかし、工場でリフレクトロンを高い精度で製造しても、搬送時の振動によりその配置がずれることがあり、これがTOFMS全体としての精度低下につながる。

[0017] 本発明に係るTOFMSでは、反射部ユニットを第一真空容器及び該第一真空容器に收容された飛行部の部分から分離することができるため、該TOFMSを完成した工場からそれを使用する設置サイトに搬送し、そこに設置する際、次のように行う。

(1) まず、完成したTOFMSを、イオン輸送部、加速部、飛行部（の少なくとも一部）、第一真空容器、及びそれらを載置したシャーシ（以下、これらをまとめて本体ユニットと呼ぶ。）と、反射部ユニットとに分離する。

(2) 本体ユニットと反射部ユニットを設置サイトの近くの積み卸し拠点までトラック等の輸送手段により輸送する。ここで、少なくとも反射部ユニットについては、それに振動を与えないように、特別の注意を払った方法により輸送を行う。

(3) 積み卸し拠点で本体ユニット及び反射部ユニットを輸送手段から降ろす。本体ユニットは、シャーシにキャスターを設けておくか、キャスター付きの台車に搭載し、それらキャスターを用いて設置サイトまで移動させる。この際、キャスターの回転に伴う振動が発生するが、本体ユニットには反射部ユニットが固定されていないため、反射部ユニットが振動により影響を受けることはない。

(4) 反射部ユニットは、積み卸し拠点から、キャスターによる移動よりも振動の少ない手段・方法で、設置サイトまで移動させる。この移動は、床上に設置したレール上を滑動させることにより行ってもよいし、人力で運搬することにより行ってもよい。

(5) 設置サイトにおいて、先に移動され、そこで固定された本体ユニットの飛行部の端に反射部ユニットの反射部を取り付け、第一真空容器の端に第二真空容器を取り付け、それぞれ固定する。これにより、設置サイトにおいて該TOFMSの組み立てが完成し、使用可能となる。

[0018] 本体ユニットの輸送を容易にするために、前述のように、シャーシはキャスターを備えることが望ましい。

[0019] 本発明に係るTOFMSにおいて、前記第二真空容器を、振動を吸収する

ためのダンパーを介してサブシャーシ上に固定し、該サブシャーシを前記シャーシに固定可能としてもよい。これにより、本体ユニットと反射部ユニット相互の固定がより確実となる。

[0020] また、このサブシャーシにもキャスター（サブシャーシキャスター）を設けてもよい。これにより、反射部ユニットの移動が容易となる。この場合、前記ダンパーにより、移動時における振動の影響が反射部に及ぶことが軽減される。なお、サブシャーシキャスターによる移動時の振動に対して適切な対策が講じられれば、このダンパーは無くてもよく、あるいは第二真空容器に直接サブシャーシキャスターを設けてもよい。

[0021] 前記シャーシの底面の、前記第一真空容器に前記第二真空容器が取り付けられる位置（取り付け位置）の直下を含む部分に、前記反射部ユニットを挿入可能な切欠きを有することが望ましい。これにより、反射部ユニットを移動させて切欠きに挿入することで、取り付け位置の直下に反射部ユニットを容易に搬入することができ、取り付け作業が容易になる。特に、反射部ユニットがサブシャーシキャスターを有する場合には、サブシャーシキャスターを用いた移動だけで反射部ユニットを取り付け位置の直下に搬入することができるため、一層、取り付け作業が容易になる。

発明の効果

[0022] 本発明に係るTOFMSでは、反射部ユニットを第一真空容器及び該第一真空容器に収容された飛行部の部分から分離することができるため、該TOFMSを完成した工場から設置サイトまで輸送する際、特に設置サイトの近くの積み卸し拠点から該設置サイトまでの輸送において、本体ユニットはシャーシ又は本体ユニットを搭載する台車に設けられたキャスターにより容易に移動させることができ、一方、反射部ユニットはその本体ユニットのキャスター移動による振動の影響を受けることなく設置サイトまで移動させることができる。そのため、工場において完成された反射部の高い組み立て精度が設置サイトまでの輸送・移動においてそのまま維持される。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明に係るTOFMSの一実施形態を示す概略構成図。

[図2]本実施形態のTOFMSにおける反射部ユニットを示す概略構成図。

[図3]本実施形態のTOFMSにおいて、反射部ユニットとそれ以外の部分を分離した状態を示す概略構成図。

[図4]本実施形態のTOFMSにおけるシャーシ及びサブシャーシの上面図。

[図5]本実施形態のTOFMSにおける反射部ユニットの変形例を示す概略構成図。

[図6]本発明に係るTOFMSの変形例を示す概略構成図。

[図7]従来のTOFMSの一例を示す概略構成図。

発明を実施するための形態

[0024] 図1～図6を用いて、本発明に係るTOFMSの実施形態を説明する。

本実施形態のTOFMS 10は、図1に示すように、前述した従来のTOFMSと同様のイオン源11、四重極マスフィルタ12、コリジョンセル13、イオンガイド14、イオントラップ15、飛行時間型質量分離器16及びイオン検出器17を有する。飛行時間型質量分離器16は、前述の通り、押し出し電極161、グリッド電極162、TOFMS飛行空間163及びリフレクトロン（反射部）164を備える。イオン源11の直後から飛行時間型質量分離器16の直前までの部分は、イオンを略水平に飛行させ、飛行時間型質量分離器16内の押し出し電極161及びグリッド電極162を合わせたものは、イオンを下方に飛行させるように加速する。このように、本実施形態のTOFMS 10は、イオンビームの入射方向と直交する方向にイオンを加速する直交加速型のTOFMSである。

[0025] また、TOFMS 10は、イオン源11、四重極マスフィルタ12、コリジョンセル13、イオンガイド14、イオントラップ15、押し出し電極161、グリッド電極162及びイオン検出器17、並びにTOFMS飛行空間163の一部である上部TOFMS飛行空間163Aを収容する第一真空容器（上部真空容器）18Aを備える。第一真空容器18Aの縦断面は、横方向に延びる横空間の一端と縦方向に延びる縦空間の上端が接続された、Lの

字を横に倒したような形状を呈している。イオン源 1 1、四重極マスフィルタ 1 2、コリジョンセル 1 3、イオンガイド 1 4 及びイオントラップ 1 5 は横空間に收容されており、TOFMS 飛行空間 1 6 3 は縦空間に形成されている。四重極マスフィルタ 1 2、イオンガイド 1 4 及びイオントラップ 1 5 は、前述のイオン輸送部に該当する。押出し電極 1 6 1、グリッド電極 1 6 2 及びイオン検出器 1 7 は、横空間と縦空間が交わる部分に配置されている。第一真空容器 1 8 A 単独では、縦空間の下端は開放されている。

[0026] 第一真空容器 1 8 A は、シャーシ 1 9 に載置され、固定されている。シャーシ 1 9 には、従来の TOFMS の場合と同様に、下面にキャスター 1 9 1 及びストッパー 1 9 2 が取り付けられている。

[0027] さらに、TOFMS 1 0 は、リフレクトロン 1 6 4、及び TOFMS 飛行空間 1 6 3 の残りの部分である下部 TOFMS 飛行空間 1 6 3 B を收容する第二真空容器（下部真空容器） 2 8 を備える。第二真空容器 2 8 単独では、上端が開放されている。第一真空容器 1 8 A の縦空間の下端と第二真空容器 2 8 の上端はボルトにより締結されており、両者の間には気密を維持するための真空シール（図示せず）が設けられている。これにより、第一真空容器 1 8 A と第二真空容器 2 8 を一体として、イオンが飛行する真空の空間が形成されている。

[0028] 第二真空容器 2 8 は、サブシャーシ 2 1 に固定されている。サブシャーシ 2 1 は、下面にサブシャーシキャスター 2 2 が取り付けられている。サブシャーシ 2 1 と第二真空容器 2 8 の間には、振動を吸収するダンパー 2 3 が設けられている。サブシャーシ 2 1 は、シャーシ 1 9 に載置した状態で、ボルトによりシャーシ 1 9 に固定されている。この状態では、サブシャーシキャスター 2 2 は宙に浮いている。なお、サブシャーシ 2 1 は、シャーシ 1 9 の側部で固定してもよい。いずれにせよ、サブシャーシ 2 1 をシャーシ 1 9 に固定することにより、サブシャーシ 2 1 がシャーシ 1 9 と一体（シャーシ 1 9 の一部）となり、シャーシ 1 9 の強度が増す。なお、ダンパー 2 3 は、リフレクトロン 1 6 4 に振動を与えないという点では第二真空容器 2 8 の壁と

リフレクトロン164の間、すなわち第二真空容器28内に設けることも考えられるが、ダンパー23がガスの発生源となって第二真空容器28内の真空度を低下させる原因となるため、第二真空容器28の外側であるサブシャーシ21と第二真空容器28の間に設けることが望ましい。

[0029] これらリフレクトロン164、第二真空容器28、サブシャーシ21、サブシャーシキャスター22及びダンパー23を合わせたものにより、反射部ユニット20が構成される（図2参照）。

[0030] 本実施形態のTOFMS10の質量分析時の動作は、従来のTOFMSと同様であるため、説明を省略する。以下では、TOFMS10を工場から出荷して、設置箇所に設置する際の操作を説明する。

[0031] まず、完成したTOFMS10を、工場で反射部ユニット20とそれ以外の部分に分離する（図3）。反射部ユニット20以外の部分は、ストッパー192を解除してキャスター191により移動させ、トラック等の輸送手段に搭載する。その際、当該部分にはキャスター191を介して床面から受ける振動が伝わるが、リフレクトロン164は当該部分には設けられていないため、この振動の影響を受けることはない。一方、リフレクトロン164が設けられた反射部ユニット20は、振動を与えないように、できるだけ慎重に輸送手段まで移動させる。その際、輸送手段までの経路のうち平坦な床面では、ダンパー23により振動を吸収することができるため、サブシャーシキャスター22を用いてもよい。一方、凹凸のある路面では、ダンパー23で振動を吸収し切れぬおそれがあるため、リフレクトロン164に振動を与えないように反射部ユニット20を持ち上げて移動させる。あるいは、床面にレールを設置して、該レール上で反射部ユニット20を滑動させることにより移動させてもよい。

[0032] 次に、反射部ユニット20及びそれ以外の部分を、輸送手段によって設置箇所の近傍の積み卸し箇所まで輸送する。その際、振動を吸収するエアサスペンションを装備したトラックを使用したり、反射部ユニット20を制震台に搭載するなど、少なくとも反射部ユニット20は、できるだけ振動を与え

ないように、特別の注意を払った方法により輸送を行う。

- [0033] 積み卸し箇所に着した後、反射部ユニット 20 及びそれ以外の部分を輸送手段から下ろす。そして、工場から輸送手段に移動させたときと同様に、反射部ユニット 20 以外の部分は、ストッパー 192 を解除したうえでキャスター 191 を用いて設置箇所まで移動させる。また、反射部ユニット 20 も工場から輸送手段に移動させたときと同様に、平坦な床面ではキャスター 22 を用いて、凹凸のある路面では持ち上げて、あるいは床面に設置したレールを用いて、設置箇所まで移動させる。
- [0034] 設置箇所においては、まず、反射部ユニット 20 以外の部分を、TOFMS 10 を設置する位置に移動させ、ストッパー 192 で当該位置に固定する。次に、反射部ユニット 20 を第一真空容器 18A の下に移動させ、第二真空容器 28 と第一真空容器 18A をボルトで締結する。また、サブシャーシ 21 とシャーシ 19 を固定する。これにより、設置箇所への TOFMS 10 の設置が完了する。
- [0035] 図 4 に上面図で示すように、シャーシ 19 の底面には、第一真空容器 18A の直下に、反射部ユニット 20 を挿入可能な切欠き 193 が設けられている。これにより、反射部ユニット 20 のサブシャーシキャスター 22 を用いて、反射部ユニット 20 を容易に取付箇所の直下まで搬入させることができる。この切欠きによりシャーシ 19 の強度が低下するものの、シャーシ 19 と反射部ユニットのサブシャーシ 21 を固定することで、サブシャーシ 21 がシャーシ 19 と一体化し、シャーシ 19 の強度を増すことができる。
- [0036] 本実施形態の TOFMS 10 によれば、反射部ユニット 20 をそれ以外の部分と分離することができるため、輸送時に、反射部ユニット 20 は振動の影響を抑えつつ移動させることができ、それ以外の部分はキャスター 191 を用いて容易に移動させることができる。そのため、工場において完成されたリフレクトロン 164 の高い組み立て精度が、設置箇所までの輸送・移動においてそのまま維持される。
- [0037] また、本実施形態の TOFMS 10 では、反射部ユニット 20 にサブシャ

ーシキASTER 22及びダンパー 23を設けているため、平坦な床面であればサブシャーシキASTER 22を用いて反射部ユニット 20を容易に移動させることができる。また、ダンパー 23は、TOFMS 10を使用する際に、真空容器容器内を真空引きする真空ポンプ（図示せず）等に起因して発生する振動がリフレクトロン 164に伝わることを抑制し、それによりリフレクトロン 164の高い組み立て精度を維持することにも寄与する。

[0038] 本実施形態のTOFMSは、種々の変形が可能である。

例えば、上記実施形態では、サブシャーシ 21と第二真空容器 28の間にダンパー 23を設けたが、図5(a)に示す反射部ユニット 20Aのように、ダンパー 23は省略してもよい。この場合、反射部ユニット 20Aの輸送時には、床面からの振動がリフレクトロン 164に伝わらないように、サブシャーシキASTER 22は使用せずに、反射部ユニット 20Aを持ち上げて移動させる。但し、設置箇所で作業を行う際には、床面が平坦であれば、サブシャーシキASTER 22を用いて反射部ユニット 20Aを移動させるためにわずかな距離だけサブシャーシキASTER 22を使用しても差し支えない。これにより、設置箇所での作業が容易になる。あるいは、図5(b)に示す反射部ユニット 20BのようにサブシャーシキASTER 22を省略してもよいし、図5(c)に示す反射部ユニット 20Cのようにサブシャーシ 21を省略してもよい。また、図5(d)に示す反射部ユニット 20Dのように、サブシャーシ 21を省略したうえで、第二真空容器 28の下面にキASTER 22Aを設けてもよい。

[0039] 上記実施形態ではシャーシ 19の下面にキASTER 191を設けたが、キASTER 191は省略してもよい。この場合、シャーシ 19は、キASTERを有する台車に搭載して設置場所まで移動させればよい。

[0040] 上記実施形態ではイオンビームの入射方向と直交する方向にイオンを加速する直交加速型の加速部を用いたが、イオントラップ 15を用いてイオンビームの入射方向と同じ方向にイオンを加速するようにしてもよい。そのような例を図6に示す。この例では、水平方向に飛行するイオンが入射するよう

にイオントラップ15を設け、イオントラップ15の後段に、イオンが水平方向に飛行するTOFMS飛行空間1631及び該イオンを反射するリフレクトロン1641を設けている。イオントラップ15、その前段の各構成要素、及び検出器17、並びにTOFMS飛行空間1631の一部は第一真空容器18Bに收容され、リフレクトロン1641及びTOFMS飛行空間1631の残りの部分は第二真空容器28Bに收容されている。第一真空容器18Bと第二真空容器28Bは互いに開口が同じ高さで対向するように設けられており、両者は設置箇所において開口が連通するように締結される。第二真空容器28Bは、下面にサブシャーシキャスター22Bが設けられたサブシャーシ21B上に支柱を介して設けられている。これらリフレクトロン1641、TOFMS飛行空間1631の一部、第二真空容器28B、サブシャーシ21B及びサブシャーシキャスター22Bから、反射部ユニット20Eが構成される。

[0041] 本発明は上記実施形態及び上記変形例には限定されず、種々の変更が可能であることは言うまでもない。

符号の説明

- [0042] 10…TOFMS
11…イオン源
12…四重極マスフィルタ
13…コリジョンセル
14…イオンガイド
15…イオントラップ
151…リング電極
152…エンドキャップ電極
16…飛行時間型質量分離器
161…押し出し電極
162…グリッド電極
163、1631…TOFMS飛行空間

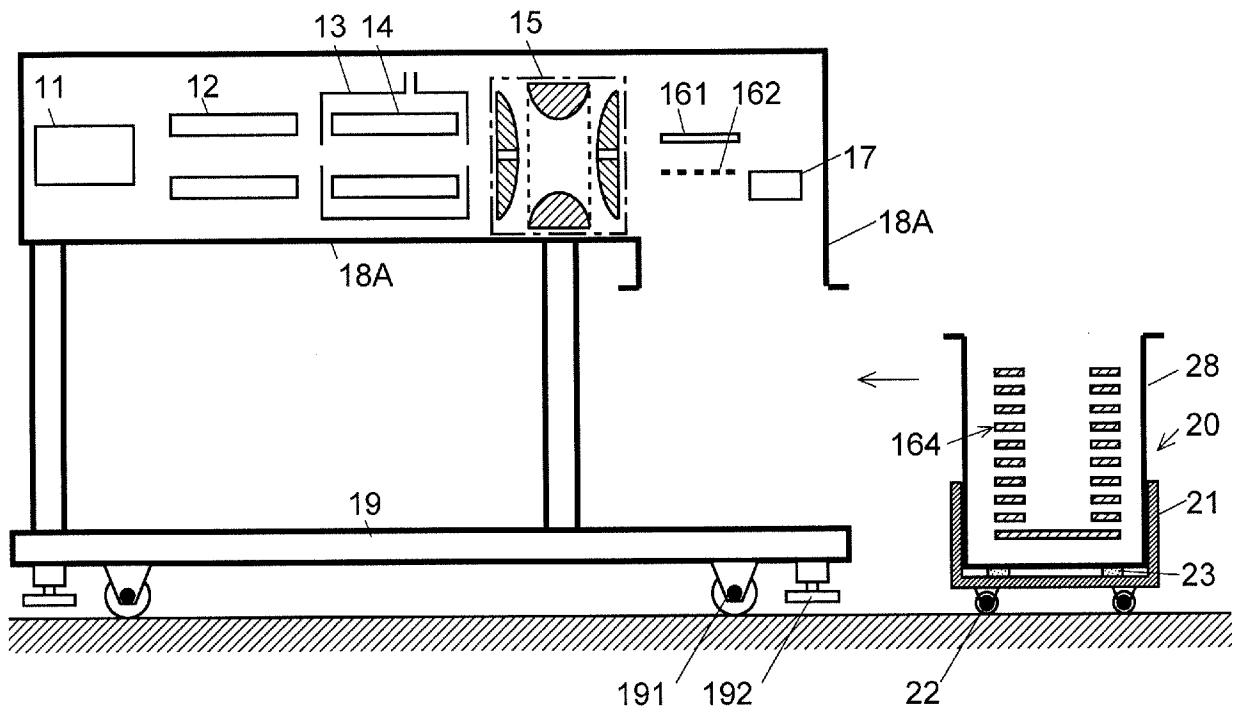
- 163A…上部TOFMS飛行空間
- 163B…下部TOFMS飛行空間
- 164、1641…リフレクトロン
- 17…イオン検出器
- 18…真空容器
- 18A、18B…第一真空容器
- 28、28B…第二真空容器
- 19…シャーシ
- 191…キャスター
- 192…ストッパー
- 20、20A、20B、20C、20D、20E…反射部ユニット
- 21、21B…サブシャーシ
- 22、22B…サブシャーシキャスター
- 22A…キャスター
- 23…ダンパー

請求の範囲

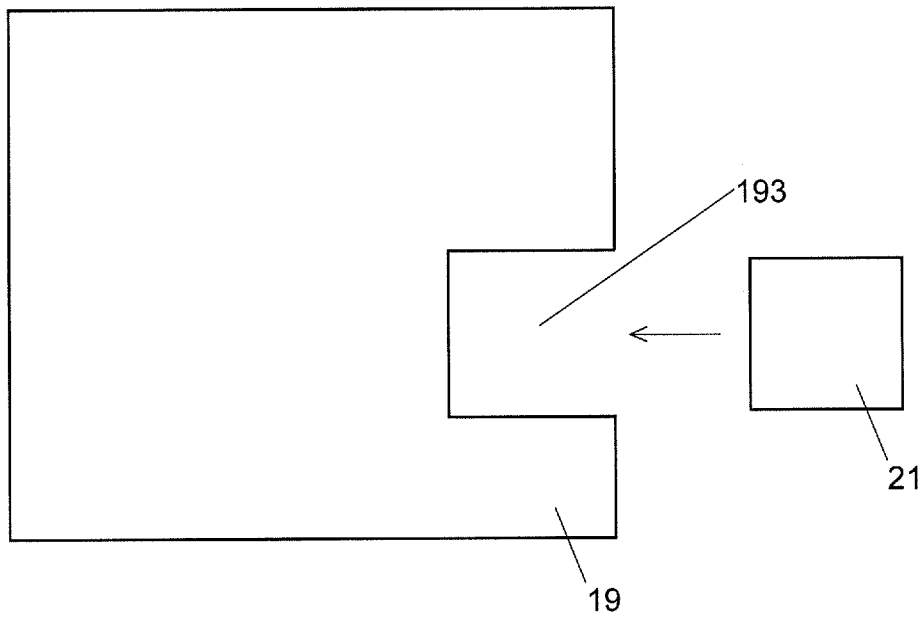
- [請求項1] 飛行空間を飛行するイオンの飛行時間に基づいて質量分離を行う飛行時間型質量分析装置であって、
- a) イオンを輸送するイオン輸送部と、
 - b) 該輸送されたイオンを受け取り、該イオンを前記飛行空間に導入するように加速する加速部と、
 - c) 前記飛行空間を内部に有する飛行部と、
 - d) 前記イオン輸送部及び前記加速部、並びに前記飛行部の少なくとも一部を囲う第一真空容器と、
 - e) 前記第一真空容器を載置したシャーシと、
 - f) 前記加速部により加速され飛行空間に導入されたイオンの飛行軌道を反転させる反射部と、前記第一真空容器の端に取り付け可能な、前記反射部を囲う第二真空容器とが固定された反射部ユニットとを備えることを特徴とする飛行時間型質量分析装置。
- [請求項2] 前記シャーシがキャスターを備えることを特徴とする請求項1に記載の飛行時間型質量分析装置。
- [請求項3] 前記反射部ユニットが更に、前記シャーシに固定可能であって前記第二真空容器を固定するサブシャーシを備えることを特徴とする請求項1に記載の飛行時間型質量分析装置。
- [請求項4] 前記第二真空容器と前記サブシャーシの間に、振動を吸収するダンパーを備えることを特徴とする請求項3に記載の飛行時間型質量分析装置。
- [請求項5] 前記サブシャーシがサブシャーシキャスターを備えることを特徴とする請求項3又は4に記載の飛行時間型質量分析装置。
- [請求項6] 前記シャーシの底面の、前記第一真空容器に前記第二真空容器が取り付けられる位置の直下を含む部分に、前記反射部ユニットを挿入可能な切欠きを有することを特徴とする請求項1に記載の飛行時間型質量分析装置。

[請求項7] 前記シャーシの底面の、前記第一真空容器に前記第二真空容器が取り付けられる位置の直下を含む部分に、前記反射部ユニットを挿入可能な切欠きを有することを特徴とする請求項5に記載の飛行時間型質量分析装置。

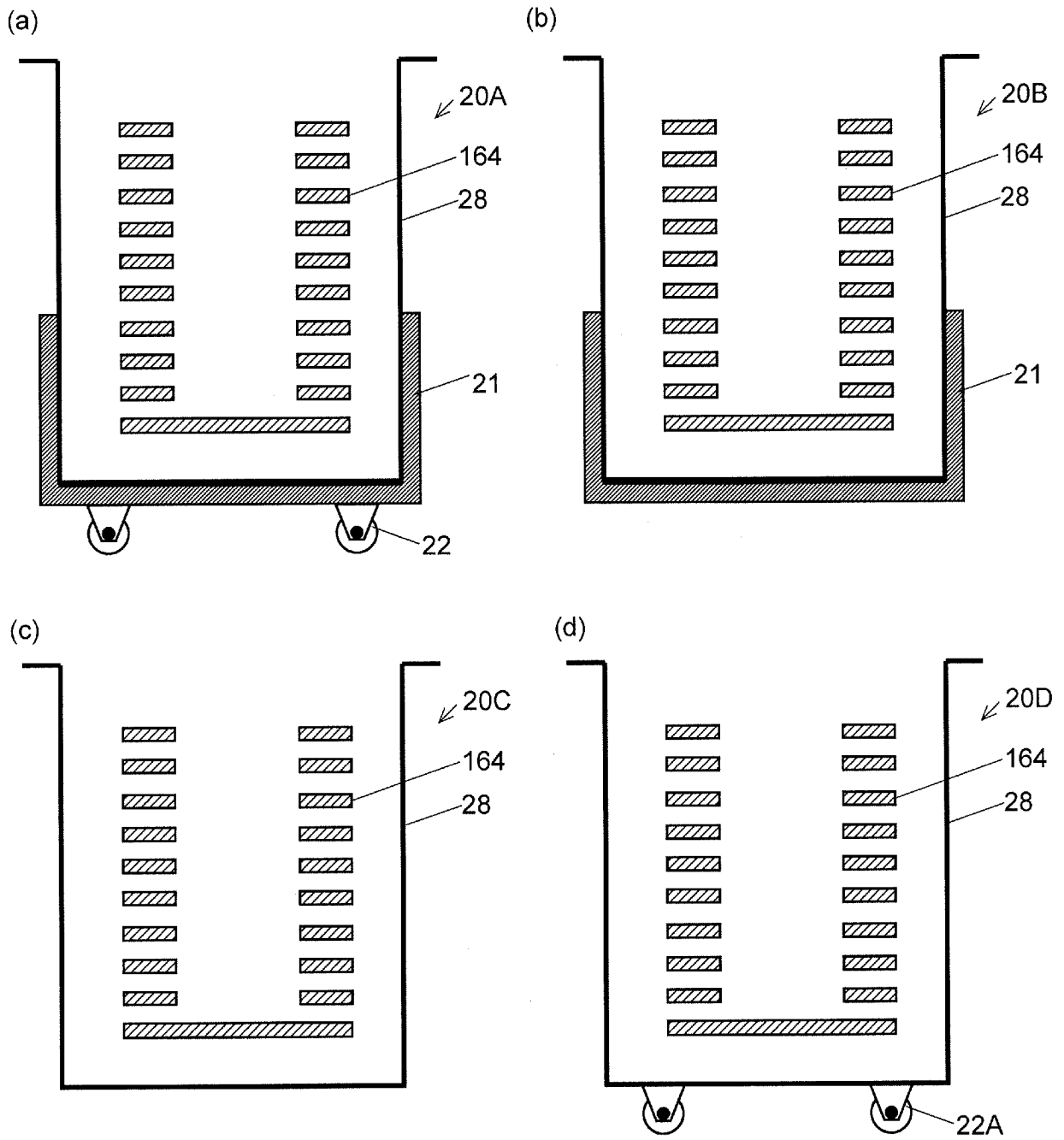
[図3]



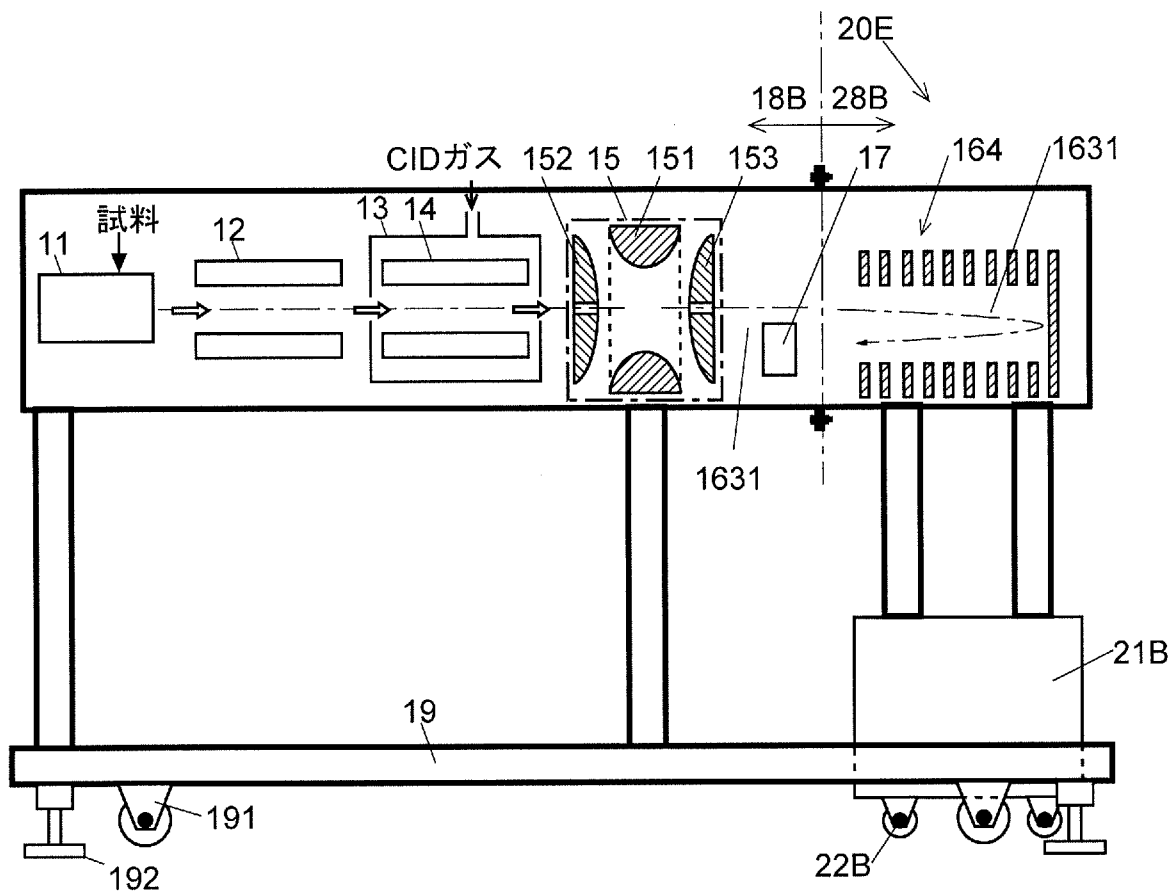
[図4]



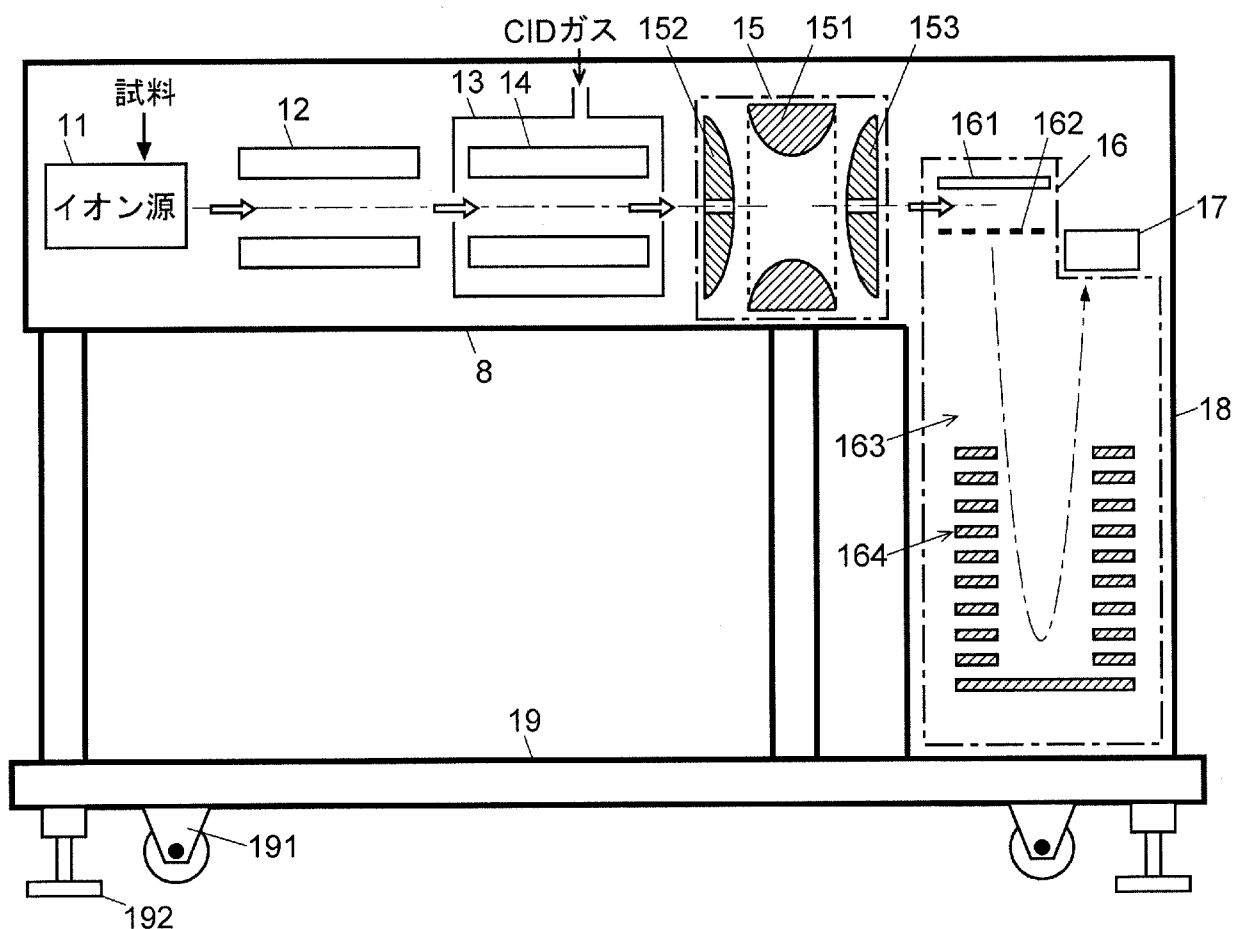
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/002598

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J49/40(2006.01) i, H01J49/02(2006.01) i

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)
H01J49/00-49/48, G01N27/62

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JST7580(JDreamIII), CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-216339 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 08 November 2012 (08.11.2012), abstract; paragraphs [0042] to [0046]; fig. 2 & US 2012/0248305 A1 abstract; paragraphs [0056] to [0059] & EP 2506286 A2 & CN 102737951 A	1-4 5-7
Y A	US 2016/0163530 A1 (SYAGE; Jack A.), 09 June 2016 (09.06.2016), abstract; fig. 1, 2; paragraphs [0026] to [0034] & EP 3032570 A1 & CA 2913931 A	1-4 5-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 12 April 2017 (12.04.17)	Date of mailing of the international search report 25 April 2017 (25.04.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/002598

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-64437 A (Shimadzu Corp.), 29 March 2012 (29.03.2012), abstract; fig. 1, 2 & US 2012/0068064 A1 abstract; fig. 1, 2 & EP 2431997 A2 & CN 102403184 A	1-7
A	JP 2008-135192 A (JEOL Ltd.), 12 June 2008 (12.06.2008), abstract; fig. 4 (Family: none)	1-7
A	JP 2011-252893 A (Nippon Steel Corp.), 15 December 2011 (15.12.2011), (Family: none)	1-7
A	GAO; Wei, Development of portable single photon ionization time-of-flight mass spectrometer combined with membrane inlet, International Journal of Mass Spectrometry, 2012.10.02, vol.334(2013), pp.8-12	1-7
A	Ken'ichi TONOKURA et al., "Kahan Hikari Ion-ka Hiko Jikangata Shitsuryo Bunseki Sochi no Kaihatsu", Dai 55 Kai Annual Conference on Mass Spectrometry (2007) Koen Yoshishu, 01 May 2007 (01.05.2007), pages 246 to 247	1-7
A	JP 4-363857 A (Societe Nouvelle Nermag), 16 December 1992 (16.12.1992), abstract & US 5083021 A abstract & FR 2657723 A1	1-7
A	JP 2013-516036 A (Academia Sinica), 09 May 2013 (09.05.2013), paragraph [0010]; fig. 2 & US 2011/0147581 A1 paragraph [0077]; fig. 2 & WO 2011/079202 A1 & EP 2517223 A1 & TW 201135794 A & CN 102754181 A	1-7
A	JP 5-500726 A (Viking Instruments Corp.), 12 February 1993 (12.02.1993), page 7, lower right column, 1st paragraph to page 8, upper right column, 3rd paragraph; fig. 1 to 3 & US 5313061 A column 9, line 38 to page 11, line 4; fig. 1 to 3 & GB 2249662 A & WO 1990/015658 A1 & EP 476062 A1 & DE 69028304 C & AU 5856490 A & CA 2058763 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01J49/40(2006.01)i, H01J49/02(2006.01)i											
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)) Int.Cl. H01J49/00-49/48 G01N27/62											
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 <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2017年										
日本国実用新案登録公報	1996-2017年										
日本国登録実用新案公報	1994-2017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/JST7580 (JDreamIII), CiNii											
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									
Y A	JP 2012-216339 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2012.11.08, 要約、段落0042~0046、図2 & US 2012/0248305 A1, 要約、段落、段落0056~0059 & EP 2506286 A2 & CN 102737951 A	1-4 5-7									
Y A	US 2016/0163530 A1 (SYAGE; Jack A.) 2016.06.09, 要約、図1、2、段落0026~0034 & EP 3032570 A1 & CA 2913931 A	1-4 5-7									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的技術水準を示すもの 「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矛盾するものではなく、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 12.04.2017		国際調査報告の発送日 25.04.2017									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 杉田 翠	2G 3811								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3226								

C (続き) . 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
A	JP 2012-64437 A (株式会社島津製作所) 2012.03.29, 要約、図1、2 & US 2012/0068064 A1, 要約、図1、2 & EP 2431997 A2 & CN 102403184 A	1-7
A	JP 2008-135192 A (日本電子株式会社) 2008.06.12, 要約、図4 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2011-252893 A (新日本製鐵株式会社) 2011.12.15, (ファミリーなし)	1-7
A	GAO; Wei, Development of portable single photon ionization time-of-flight mass spectrometer combined with membrane inlet, International Journal of Mass Spectrometry, 2012.10.02, vol.334(2013), pp.8-12	1-7
A	戸野倉賢一 他, 可搬光イオン化飛行時間型質量分析装置の開発, 第55回質量分析総合討論会(2007)講演要旨集, 2007.05.01, pp.246-247	1-7
A	JP 4-363857 A (ソシエテ ヌヴェル ネルマグ) 1992.12.16, 要約 & US 5083021 A, 要約 & FR 2657723 A1	1-7
A	JP 2013-516036 A (アカデミア シニカ) 2013.05.09, 段落0010、図2 & US 2011/0147581 A1, 段落0077、図2 & WO 2011/079202 A1 & EP 2517223 A1 & TW 201135794 A & CN 102754181 A	1-7
A	JP 5-500726 A (ヴァイキング インストゥルメンツ コーポレーション) 1993.02.12, 第7頁右下欄第1段落~第8頁右上欄第3段落、図1~3 & US 5313061 A, 第9欄第38行~第11頁第4行、図1~3 & GB 2249662 A & WO 1990/015658 A1 & EP 476062 A1 & DE 69028304 C & AU 5856490 A & CA 2058763 A1	1-7