

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7396237号
(P7396237)

(45)発行日 令和5年12月12日(2023.12.12)

(24)登録日 令和5年12月4日(2023.12.4)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 J 49/24 (2006.01)

H 0 1 J 49/24

請求項の数 2 (全10頁)

(21)出願番号	特願2020-154315(P2020-154315)	(73)特許権者	000001993
(22)出願日	令和2年9月15日(2020.9.15)		株式会社島津製作所
(65)公開番号	特開2022-48479(P2022-48479A)		京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(43)公開日	令和4年3月28日(2022.3.28)	(74)代理人	110001069
審査請求日	令和4年12月16日(2022.12.16)		弁理士法人京都国際特許事務所
		(72)発明者	坂越 祐介
			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
		審査官	大門 清

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 質量分析装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部が低真空室と高真空室に区画され、該低真空室の壁面に第1開口が、該高真空室の壁面に第2開口が形成された真空チャンバと、

内部に動翼が配置され第1吸気口が設けられた動作室と、該動作室に連通し第2吸気口及び排気口が設けられた排気室とを有し、前記第2開口及び前記第1吸気口を通じて前記高真空室と前記動作室が連通し、前記第1開口及び前記第2吸気口を通じて前記低真空室と前記排気室が連通するように配置されたターボ分子ポンプと、

前記排気口に接続された粗引きポンプと
を備える質量分析装置。

【請求項2】

前記高真空室が、前記低真空室に近い側から順に、第3開口が形成された第1高真空室と、前記第2開口が形成された第2高真空室に区画されており、

前記ターボ分子ポンプが、前記動作室の内部に、前記排気室に近い側から順に配置された第1動翼及び第2動翼を備え、該動作室の内部に、該第1動翼と該第2動翼の間に位置し第3吸気口が設けられた第1動作室と、該第2動翼を挟んで前記第1動作室と反対側に位置し前記第1吸気口が設けられた第2動作室が設けられており、

前記第3開口及び前記第3吸気口を通じて前記第1高真空室と前記第1動作室とが連通し、前記第2開口及び前記第1吸気口を通じて前記第2高真空室と前記第2動作室とが連通している、請求項1に記載の質量分析装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、質量分析装置に関する。

【背景技術】

【0002】

試料に含まれる目的成分を検出したり定量したりするために、質量分析装置が広く用いられている。質量分析装置は、イオン化部、イオン化部で生成されたイオンを後段に輸送するイオン輸送光学系、イオンを質量分離する質量分離部、及び質量分離後のイオンを検出するイオン検出部を備えている。イオン化部としては、略大気圧で液体試料からイオンを生成するエレクトロスプレーイオン化（ESI: ElectroSpray Ionization）源などが用いられる。イオン輸送光学系、質量分離部、及びイオン検出部は真空チャンバの内部に収容される。

10

【0003】

真空チャンバの内部は、イオン輸送光学系が配置される低真空室と、質量分離部及びイオン検出部が配置される高真空室（分析室）に区画されている。低真空室はロータリーポンプやダイヤフラムポンプといった粗引きポンプにより $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Paの圧力に真空引きされる。高真空室は、ターボ分子ポンプにより、低真空室よりも低い（真空度が高い） 10^{-3} Paあるいはそれ以下の圧力に真空引きされる。ターボ分子ポンプは、吸気口が設けられた動作室と、該動作室と連通し排気口が設けられた排気室を有しており、排気室には粗引きポンプが接続される。動作室の内部には動翼が配置されており、該動翼を高速回転させることによって吸気口から流入する気体を排気室に送出し、排気室に送出した気体を粗引きポンプによって排気口から排出する。

20

【0004】

低真空室を真空引きする粗引きポンプ、高真空室を真空引きするターボ分子ポンプと該ターボ分子ポンプとともに用いられる粗引きポンプを個別に設けると、計3台の真空ポンプを用意する必要がある。特許文献1には、使用する真空ポンプの数を減らすことによりコストを抑えた質量分析装置が記載されている。

【0005】

特許文献1に記載の質量分析装置は、内部が軸（イオンの飛行経路の中心軸）方向に低真空室と高真空室に区画された真空チャンバを有している。真空チャンバの、低真空室を形成する壁面には第1開口及び第2開口が形成されており、高真空室を形成する壁面には第3開口が形成されている。第1開口と第3開口は真空チャンバの外周の、周方向の同じ位置に設けられている。ターボ分子ポンプは、その吸気口と上記第3開口が連通し、その排気口と上記第1開口が連通するように、真空チャンバに隣接して配置されている。真空チャンバの第2開口にはフォアラインポンプ（粗引きポンプ）が接続されている。この質量分析装置では、真空チャンバの第3開口とターボ分子ポンプの吸気口を通じて高真空室を真空引きする。そして、ターボ分子ポンプの動作室から排気室に送出された気体を、低真空室を介してフォアラインポンプで排出する。即ち、この質量分析装置では、低真空室を真空引きする粗引きポンプが、ターボ分子ポンプから送出される気体を排出する粗引きポンプを兼ねている。

30

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】米国特許第9368335号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

低真空室の内部には、例えばイオン化部で生成されたイオンを後段に輸送するイオン輸送光学系が配置され、その場合には、真空チャンバの周辺に該イオン輸送光学系を構成す

50

る各電極に所定の電圧を印加するための電圧供給部が配置される。特許文献 1 に記載の質量分析装置では、上記の通り真空チャンバの第 1 開口及び第 3 開口にターボ分子ポンプが接続され、第 2 開口にフォアラインポンプを接続する。このように真空チャンバの外周の一方向にターボ分子ポンプを配置し、さらに別の一方からフォアラインポンプを接続すると、真空チャンバの外周の二方向の空間が塞がれ、通電部等、真空部品以外の構成要素を配置可能な場所が限られてしまう。また、質量分析装置を小型化することが難しい。

【0008】

本発明が解決しようとする課題は、質量分析装置の真空チャンバの周辺に真空部品以外の構成要素を配置しやすくするとともに、装置全体の小型化を可能にすることである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために成された本発明に係る質量分析装置は、

内部が低真空室と高真空室に区画され、該低真空室の壁面に第 1 開口が、該高真空室の壁面に第 2 開口が形成された真空チャンバと、

内部に動翼が配置され第 1 吸気口が設けられた動作室と、該動作室に連通し第 2 吸気口及び排気口が設けられた排気室とを有し、前記第 2 開口及び前記第 1 吸気口を通じて前記高真空室と前記動作室が連通し、前記第 1 開口及び前記第 2 吸気口を通じて前記低真空室と前記排気室が連通するように配置されたターボ分子ポンプと、

前記排気口に接続された粗引きポンプと

を備える。

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る質量分析装置では、ターボ分子ポンプの動作室に配置された動翼を動作させることにより第 2 開口及び第 1 吸気口を通じて質量分離部等が配置された高真空室を真空引きする。動作室から排気室に送出される気体は、該排気室の排気口に接続された粗引きポンプにより排出する。低真空室は、第 1 開口及び第 2 吸気口を通じて粗引きポンプにより真空引きする。本発明に係る質量分析装置では、真空チャンバに直接接続される真空ポンプがターボ分子ポンプのみであるため、ターボ分子ポンプと粗引きポンプの両方を真空チャンバに接続する従来の質量分析装置に比べ、真空チャンバの周辺に真空部品以外の構成要素を配置しやすくなる。また、真空チャンバの外周の一方向の側に真空排気系が集約されるため、全体を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】本発明に係る質量分析装置の第 1 実施例である三連四重極型質量分析装置の要部構成図。

【図 2】本発明に係る質量分析装置の第 2 実施例である四重極－飛行時間型質量分析装置の要部構成図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明に係る質量分析装置に関する実施例 1 及び 2 について、それぞれ図面を参照して説明する。

【0013】

(実施例 1)

実施例 1 の質量分析装置 1 は、三連四重極型の質量分析装置である。図 1 に実施例 1 の質量分析装置の要部構成を示す。この質量分析装置 1 は、イオン化室 10、第 1 中間真空室 11、第 2 中間真空室 12、及び分析室 13 を有する。これらの各室は真空チャンバ内に設けられている。イオン化室 10 は略大気圧であり、第 1 中間真空室 11、第 2 中間真空室 12、分析室 13 の順に段階的に真空度が高くなる多段作動排気系の構成を有している。真空排気系については後述する。

【0014】

10

20

30

40

50

イオン化室 10 には、試料溶液に電荷を付与して噴霧するエレクトロスプレーイオン化用プローブ（ESIプローブ）101が設置されている。イオン化室 10 と第 1 中間真空室 11 との間は細径の加熱キャピラリ 102 を通して連通している。

【0015】

第 1 中間真空室 11 には、イオンを収束させつつ後段へ輸送する、複数枚の円環状の電極で構成されたイオンレンズ 111 が配置されている。第 1 中間真空室 11 と第 2 中間真空室 12 との間は頂部に小孔を有するスキマー 112 で隔てられている。

【0016】

第 2 中間真空室 12 にはイオンを収束させつつ後段へ輸送する、複数のロッド電極で構成されたイオンガイド 121 が配置されている。第 2 中間真空室 12 と分析室 13 の間は、隔壁に形成された小孔を通じて連通している。

【0017】

分析室 13 には、前段四重極マスフィルタ（Q1）131、コリジョンセル 132、後段四重極マスフィルタ（Q3）134、及びイオン検出器 135 が配置されている。前段四重極マスフィルタ 131 はプリロッド電極とメインロッド電極で構成されている。コリジョンセル 132 の内部には多重極イオンガイド（q2）133 が配置されている。また、コリジョンセル 132 には、アルゴンガス、窒素ガスなどの衝突誘起解離ガス（CID ガス）を導入するためのガス導入口が設けられている。後段四重極マスフィルタ 134 はプリロッド電極及びメインロッド電極で構成されている。

【0018】

実施例 1 の質量分析装置 1 では、MS スキャン測定、SIM（選択イオンモニタリング）測定、MS/MS スキャン測定（プロダクトイオンスキャン測定）、MRM（多重反応モニタリング）測定等を行うことができる。SIM 測定では、前段四重極マスフィルタ 131 ではイオンを選別せず（マスフィルタとして機能させず）、後段四重極マスフィルタ 134 を通過させるイオンの質量電荷比を固定してイオンを検出する。

【0019】

一方、MS/MS スキャン測定及び MRM 測定では、前段四重極マスフィルタ 131 及び後段四重極マスフィルタ 134 の両方をマスフィルタとして機能させる。前段四重極マスフィルタ 131 ではプリカーサイオンとして設定された質量電荷比のイオンのみを通過させる。また、コリジョンセル 132 の内部に CID ガスを供給し、プリカーサイオンを開裂させてプロダクトイオンを生成する。MS/MS スキャン測定では後段四重極マスフィルタ 134 を通過させるイオンの質量電荷比を走査しつつ、MRM 測定では後段四重極マスフィルタ 134 を通過させるイオンの質量電荷比を固定して、プロダクトイオンを検出する。

【0020】

第 1 中間真空室 11、第 2 中間真空室 12、及び分析室 13 は真空チャンバ内に設けられており、該真空チャンバに隣接して真空排気系が設けられている。第 1 中間真空室 11 には開口 113（本発明における第 1 開口に相当）が設けられている。第 2 中間真空室 12 には開口 122（本発明における第 3 開口に相当）が設けられている。分析室 13 には開口 136（本発明における第 2 開口に相当）が設けられている。

【0021】

実施例 1 の質量分析装置 1 の真空排気系は、ターボ分子ポンプ 14 とロータリーポンプ 15 を有する。ターボ分子ポンプ 14 は、動作室及び排気室 143 を有している。動作室の内部は、第 1 動作室 141 と第 2 動作室 142 に区画されており、両者の間には第 1 動翼 1411 が、第 2 動作室 142 の排気室 143 側には第 2 動翼 1421 が、それぞれ配置されている。第 1 動作室 141 には吸気口 1412（本発明における第 1 吸気口に相当）が設けられている。第 2 動作室 142 には吸気口 1422（本発明における第 3 吸気口に相当）が設けられている。排気室 143 には吸気口 1431（本発明における第 2 吸気口に相当）と、排気口 1432 が設けられており、該排気口 1432 はロータリーポンプ 15 に接続されている。

【0022】

分析室13は、開口136及び吸気口1412を通じて第1動作室141と連通している。第2中間真空室12は、開口122及び吸気口1422を通じて第2動作室142と連通している。第1中間真空室11は開口113及び吸気口1431を通じて排気室143と連通している。

【0023】

吸気口1412から取り込まれた気体分子は第1動翼1411によって第2動作室142に送出される。吸気口1422から取り込まれた気体分子及び第1動翼1411によって送出された気体分子は第2動翼1421によって排気室143に送出される。排気室143に送出された気体分子はロータリーポンプ15によって排出される。

10

【0024】

真空排気系は、ロータリーポンプ15、ターボ分子ポンプ14の順に動作させる。これらのポンプを動作させることにより、排気室143及び第1中間真空室11は $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Paの圧力に真空引きされる。また、第2中間真空室12は $10^{-2} \sim 10^{-3}$ Paの圧力に真空引きされる。さらに、分析室13は $10^{-3} \sim 10^{-4}$ Paの圧力に真空引きされる。これにより、第1中間真空室11、第2中間真空室12、及び分析室13の順に真空度が高くなる差動排気系が構成される。

【0025】

実施例1の質量分析装置1では、上記の通り、1台のターボ分子ポンプ14と1台のロータリーポンプ15のみを用いて差動排気系を構成する。従来、例えば、第1中間真空室11を排気するロータリーポンプ、第2中間真空室12を排気するターボ分子ポンプと該ターボ分子ポンプから送出される気体分子を排出するロータリーポンプ、及び分析室を排気するターボ分子ポンプと該ターボ分子ポンプから送出される気体分子を排出するロータリーポンプをそれぞれ個別に備えた構成の質量分析装置が用いられているが、その場合、合計5台の真空ポンプが必要であった。

20

【0026】

これに対し、実施例1の質量分析装置1では、ターボ分子ポンプが有する動翼を二分し、排気流量が異なる2つの吸気口1412、1422を設けているため、第2中間真空室12と分析室13を1台のターボ分子ポンプのみで差動排気することができる。また、第1中間真空室11を真空引きするためのロータリーポンプ15を、ターボ分子ポンプ14から送出される気体分子を排出する粗引きポンプとしても使用するため、1台のロータリーポンプのみを備えればよい。

30

【0027】

さらに、実施例1の質量分析装置1では、第1中間真空室11の開口113、第2中間真空室12の開口122、及び分析室13の開口136を真空チャンバの同じ側に配置し、それに隣接してターボ分子ポンプ14のみを配置し、ターボ分子ポンプ14の排気室143を介して真空チャンバ内の第1中間真空室11とロータリーポンプ15を接続している。実施例1の質量分析装置1では、真空チャンバに直接接続される真空ポンプがターボ分子ポンプのみであるため、真空チャンバの外周の一方向にターボ分子ポンプを配置し、さらに別の一方向からロータリーポンプを接続する特許文献1に記載のような構成に比べて真空チャンバの周辺に真空部品以外の構成要素を配置しやすくなる。また、ロータリーポンプ15を真空チャンバに隣接して配置する必要がないため適宜の場所に配置することで質量分析装置1の全体を小型化することができる。

40

【0028】

(実施例2)

実施例2の質量分析装置2は、四重極－飛行時間型の質量分析装置である。図2に実施例2の質量分析装置2の要部構成を示す。

【0029】

実施例2の質量分析装置2も、実施例1の質量分析装置1と同様に、イオン化室20、第1中間真空室21、第2中間真空室22、及び分析室23を有する。これらの各室は真

50

空チャンバ内に設けられている。イオン化室 20 は略大気圧であり、第 1 中間真空室 21、第 2 中間真空室 22、分析室 23 の順に段階的に真空度が高くなる多段差動排気系の構成を有している。

【0030】

イオン化室 20 には、ESIプローブ 201 が設置されている。イオン化室 20 と第 1 中間真空室 21 との間は細径の加熱キャピラリ 202 を通して連通している。

【0031】

第 1 中間真空室 21 には、複数枚の円環状の電極で構成されたイオンレンズ 211 が配置されている。第 1 中間真空室 21 と第 2 中間真空室 22 との間は頂部に小孔を有するスキマー 212 で隔てられている。

【0032】

第 2 中間真空室 22 には、イオンを質量電荷比に応じて分離する四重極マスフィルタ 221、多重極イオンガイド 222 を内部に備えたコリジョンセル 223、及びコリジョンセル 223 から放出されたイオンを分析室 23 に輸送するイオンレンズ 224 が配置されている。また、コリジョンセル 223 には、アルゴンガス、窒素ガスなどの CID ガスを導入するためのガス導入口が設けられている。

【0033】

分析室 23 には、第 2 中間真空室 22 から入射したイオンを輸送するイオンレンズ 231、イオンの入射光軸（直交加速領域）を挟んで対向配置された 2 つの電極 2321、2322 からなる直交加速部 232、該直交加速部 232 により飛行空間に向かって送出されるイオンを加速する第 2 加速部 233、飛行空間においてイオンの折り返し軌道を形成するリフレクトロン 234、イオン検出器 235、及び飛行空間の外縁に位置するフライトチューブ 236 及びバックプレート 237 を備えている。リフレクトロン 234、フライトチューブ 236、及びバックプレート 237 によってイオンの飛行空間が規定される。

【0034】

実施例 2 の質量分析装置 2 でも実施例 1 と同様に、SIM（選択イオンモニタリング）測定、MS/MS スキャン測定（プロダクトイオンスキャン測定）、MRM（多重反応モニタリング）測定等を行うことができる。実施例 2 の質量分析装置 2 は、イオンを直交加速部 232 から飛行空間に導入し、該飛行空間を飛行するのに要した時間に応じて質量分離するという点で実施例 1 と異なる。

【0035】

第 1 中間真空室 21、第 2 中間真空室 22、及び分析室 23 は真空チャンバ内に設けられており、該真空チャンバに隣接して真空排気系が設けられている。第 1 中間真空室 21 には開口 213（本発明における第 1 開口に相当）が設けられている。第 2 中間真空室 22 には開口 225（本発明における第 2 開口に相当）が設けられている。分析室 23 には開口 238 が設けられている。

【0036】

実施例 2 の質量分析装置 2 は、第 1 真空排気系と第 2 真空排気系を有している。第 1 真空排気系はターボ分子ポンプ 24 とロータリーポンプ 25 を備えており、第 1 中間真空室 21 及び第 2 中間真空室 22 の排気に用いられる。第 2 真空排気系はターボ分子ポンプ 26 とロータリーポンプ 27 を備えており、分析室 23 の排気に用いられる。

【0037】

ターボ分子ポンプ 24 は動作室 241 と排気室 243 を有している。動作室 241 の内部には吸気口 2412（本発明における第 1 吸気口に相当）が設けられており、該吸気口 2412 と排気室 243 の間には動翼 2411 が配置されている。また、排気室 243 には吸気口 2431（本発明における第 2 吸気口に相当）と、排気口 2432 が設けられており、該排気口 2432 はロータリーポンプ 25 に接続されている。

【0038】

ターボ分子ポンプ 26 は動作室 261 と排気室 263 を有している。動作室 261 の内部には吸気口 2612 が設けられており、該吸気口 2612 と排気室 263 の間には動翼

10

20

30

40

50

２６１１が配置されている。また、排気室２６３には排気口２６３２が設けられており、該排気口２６３２はロータリーポンプ２７に接続されている。なお、ターボ分子ポンプ２６には、ターボ分子ポンプ２４よりも排気流量が大きいもの（対象空間をより高真空中に真空引きできるもの）を用いる。

【００３９】

分析室２３は、開口２３８及び吸気口２６１２を通じてターボ分子ポンプ２６の動作室２６１と連通している。分析室２３から動作室２６１に取り込まれた気体分子は動翼２６１１の動作によって排気室２６３に送出され、ロータリーポンプ２７によって該排気室２６３から排出される。

【００４０】

第２中間真空室２２は、開口２２５及び吸気口２４１２を通じて動作室２４１と連通している。第１中間真空室２１は開口２１３及び吸気口２４３１を通じて排気室２４３と連通している。第２中間真空室２２から動作室２４１に取り込まれた気体分子は動翼２４１１の動作によって排気室２４３に送出される。また、排気室２４３送出された気体分子は、第１中間真空室２１から取り込まれた気体分子とともにロータリーポンプ２５によって該排気室２４３から排出される。

【００４１】

実施例２の質量分析装置２では、第１真空排気系と第２真空排気系により上記のように差動排気系を構成する。実施例２では、内部に飛行空間が設けられている分析室２３の容積が大きいことを考慮し、該分析室２３の排気に要する時間を短く抑えるために該分析室２３の排気用に独立した真空排気系を備えた構成としたが、分析室２３の排気に要する時間を考慮する必要がない場合や分析室２３の容積が小さい場合には、第１真空排気系のみで分析室２３も真空引きするように構成することもできる。その場合には、第１実施例の質量分析装置１におけるターボ分子ポンプ１４と同様に、動作室内が第１動作室と第２動作室に区分され、それぞれの室内の気体分子を排気する動翼を備えたものを用いればよい。

【００４２】

上記実施例は一例であって、本発明の趣旨に沿って適宜に変更することができる。上記実施例１及び２では、粗引きポンプとしてロータリーポンプを備えた構成としたが、ダイヤフラムポンプ等、他の種類の真空ポンプを用いることができる。また、上記実施例では１つ又は２つの高真空室を１台のターボ分子ポンプにより真空排気する構成としたが、ターボ分子ポンプの動作室を適宜に区分し、各動作室の間に動翼を配置することにより３つ以上の高真空室を異なる圧力に真空引きする差動排気系を構成することができる。あるいは、１つの動作室に複数の吸気口を設けておき、各吸気口を真空チャンバ内の各真空室に接続することにより、複数の真空室を同じ真空度に真空引きすることもできる。

【００４３】

上記実施例１は三連四重極型の質量分析装置、実施例２は飛行時間型の質量分析装置としたが、シングル四重極型の質量分析装置やイオントラップ型の質量分析装置など、差動排気系を構成する複数の真空空間を備えた各種の質量分析装置において上記同様の構成を採ることができる。さらに、上記実施例ではいずれも液体試料をイオン化するＥＳＩプローブを備えた構成としたが、ＡＰＣＩプローブ等、他の大気圧イオン源を備えたものであってもよい。あるいは、真空雰囲気中で試料（固体試料や気体試料を含む）からイオンを生成するイオン源を備えたものであってもよい。その場合には、イオン化室にロータリーポンプを接続する等、上記実施例の真空排気系に所要の変更を加えればよい。

【００４４】

〔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。

【００４５】

（第１項）

一態様に係る質量分析装置は、

10

20

30

40

50

内部が低真空室と高真空室に区画され、該低真空室の壁面に第 1 開口が、該高真空室の壁面に第 2 開口が形成された真空チャンバと、

内部に動翼が配置され第 1 吸気口が設けられた動作室と、該動作室に連通し第 2 吸気口及び排気口が設けられた排気室とを有し、前記第 2 開口及び前記第 1 吸気口を通じて前記高真空室と前記動作室が連通し、前記第 1 開口及び前記第 2 吸気口を通じて前記低真空室と前記排気室が連通するように配置されたターボ分子ポンプと、

前記排気口に接続された粗引きポンプと
を備える。

【0046】

第 1 項に記載の質量分析装置では、ターボ分子ポンプの動作室に配置された動翼を動作させることにより第 2 開口及び第 1 吸気口を通じて質量分離装置等が配置された高真空室を真空引きする。動作室から排気室に送出される気体は、該排気室の排気口に接続された粗引きポンプにより排出する。低真空室は、第 1 開口及び第 2 吸気口を通じて粗引きポンプにより真空引きする。第 1 項に記載の質量分析装置において真空チャンバに直接接続される真空ポンプはターボ分子ポンプのみであるため、ターボ分子ポンプと粗引きポンプの両方を真空チャンバに接続する従来の質量分析装置に比べ、真空チャンバの周辺に真空部品以外の構成要素を配置しやすくなる。また、真空チャンバの外周の一方向の側に真空排気系が集約されるため、全体を小型化することができる。

【0047】

(第 2 項)

第 1 項に記載の質量分析装置において、

前記高真空室が、前記低真空室に近い側から順に、第 3 開口が形成された第 1 高真空室と、前記第 2 開口が形成された第 2 高真空室に区画されており、

前記ターボ分子ポンプが、前記動作室の内部に、前記排気室に近い側から順に配置された第 1 動翼及び第 2 動翼を備え、該動作室の内部に、該第 1 動翼と該第 2 動翼の間に位置し第 3 吸気口が設けられた第 1 動作室と、該第 2 動翼を挟んで前記第 1 動作室と反対側に位置し前記第 1 吸気口が設けられた第 2 動作室が設けられており、

前記第 3 開口及び前記第 3 吸気口を通じて前記第 1 高真空室と前記第 1 動作室とが連通し、前記第 2 開口及び前記第 1 吸気口を通じて前記第 2 高真空室と前記第 2 動作室とが連通している。

【0048】

第 2 項に記載の質量分析装置では、1 台のターボ分子ポンプ及び 1 台の粗引きポンプを用いるのみで、第 1 高真空室、第 2 高真空室、及び低真空室という 3 つの空間を真空引きすることができる。

【符号の説明】

【0049】

- 1、2…質量分析装置
- 10、20…イオン化室
- 11、21…第 1 中間真空室（低真空室）
 - 113、213…開口（第 1 開口）
- 12…第 2 中間真空室（第 1 高真空室）
 - 122…開口（第 3 開口）
- 13…分析室（第 2 高真空室）
 - 136…開口（第 2 開口）
- 14…ターボ分子ポンプ
 - 141…動作室（第 1 動作室）
 - 1411…第 1 動翼
 - 1412…吸気口（第 1 吸気口）
 - 142…動作室（第 2 動作室）
 - 1421…第 2 動翼

10

20

30

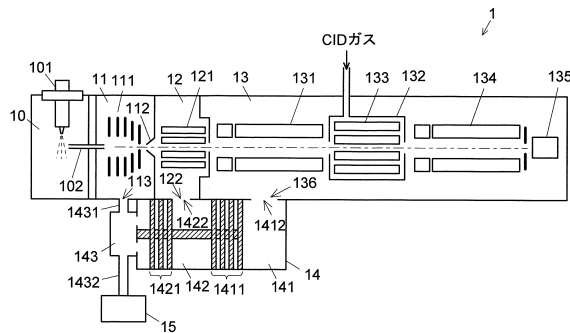
40

50

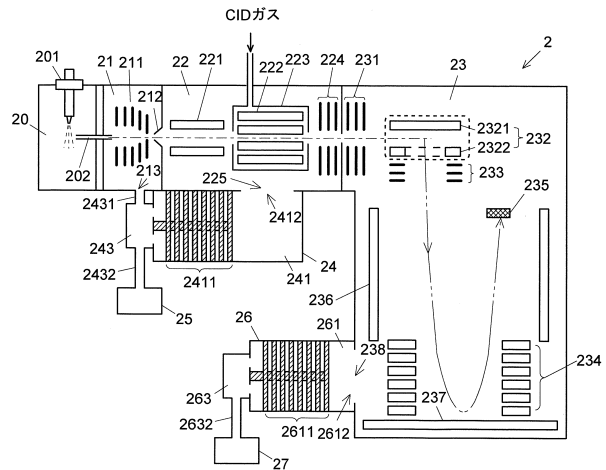
- 1 4 2 2 …吸気口 (第3吸気口)
- 1 4 3 …排気室
- 1 4 3 1 …吸気口 (第2吸気口)
- 1 4 3 2 …排気口
- 1 5 …ロータリーポンプ
- 2 2 …第2中間真空室 (高真空室)
- 2 2 5 …開口
- 2 3 …分析室
- 2 3 8 …開口
- 2 4、2 6 …ターボ分子ポンプ
- 2 4 1、2 6 1 …動作室
- 2 4 1 1、2 6 1 1 …動翼
- 2 4 1 2 …吸気口 (第1吸気口)
- 2 6 1 2 …吸気口
- 2 4 3、2 6 3 …排気室
- 2 4 3 1 …吸気口 (第2吸気口)
- 2 4 3 2、2 6 3 2 …排気口
- 2 5、2 7 …ロータリーポンプ

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2020/110264 (WO, A1)
 国際公開第2017/010163 (WO, A1)
 特開2013-143196 (JP, A)
 特開平10-318984 (JP, A)
 米国特許出願公開第2015/0056060 (US, A1)
 米国特許第9368335 (US, B1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H01J 49/00