(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
2016 年 6 月 30 日(30.06.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/103341 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 49/26 (2006.01) *H01J 49/06* (2006.01)
G01N 27/62 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/084054

(22) 国際出願日: 2014 年 12 月 24 日(24.12.2014)

(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: 株式会社日立ハイテクノロジーズ(HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 佐竹 宏之(SATAKE Hiroyuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 長谷川 英樹(HASEGAWA Hideki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 管 正男(SUGA Masao); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 橋本 雄一郎(HASHIMOTO Yuichiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 平木 祐輔, 外(HIRAKI Yusuke et al.); 〒1056232 東京都港区愛宕２丁目５番１号 愛宕グリーンヒルズＭＯＲＩタワー３２階 Tokyo (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, 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, KN, KP, KR, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

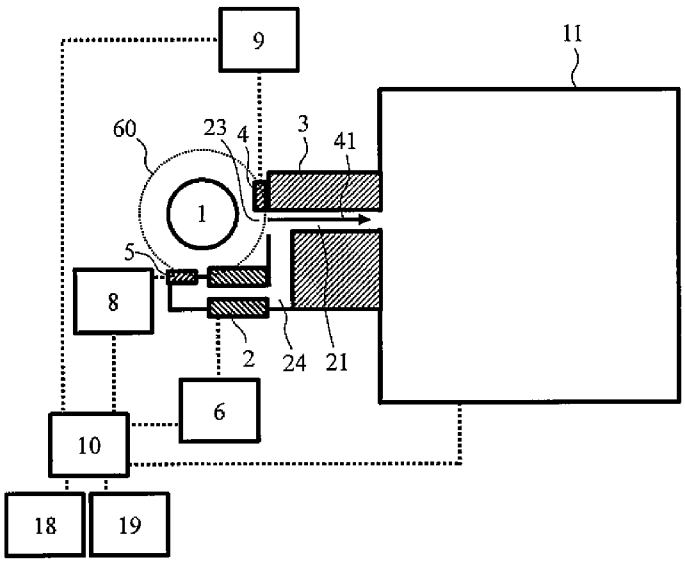
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: MASS SPECTROMETER

(54) 発明の名称 : 質量分析装置

図３Ａ



(57) **Abstract**: In order to achieve high efficiency, high throughput, and high sensitivity, this mass spectrometer wherein an ion mobility separation device and a mass spectrometer are connected to each other is provided with: a first flow channel 24 whereby ions generated from an ion source 1 pass through an ion mobility separation unit 2 and are introduced into a mass spectrometer 11; a second flow channel 21 whereby the ions generated by the ion source are introduced into the mass spectrometer without passing through the ion mobility separation unit; and for instance, blocking units 4 and 5 as switching means for performing switching between the first flow channel 24 and the second flow channel 21.

(57) 要約: イオン移動度分離装置と質量分析計を結合した質量分析装置において、高効率、高スループット、高感度化のために、イオン源１からのイオンがイオン移動度分離部２を通過して質量分析計１１へ導入される第１の流路２４と、イオン源からのイオンがイオン移動度分離部を通過しないで質量分析計へ導入される第２の流路２１と、第１の流路２４と第２の流路２１とを切り替える切り替え手段として例えば遮蔽部４，５を備える。

WO 2016/103341 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 質量分析装置

技術分野

[0001] 本発明は、イオン移動度分離装置を備える質量分析装置に関する。

背景技術

[0002] 質量分析装置では、真空中で分子イオンの質量電荷比（ｍ／ｚ）によりイオンを分離することが可能であり、イオンを高感度かつ高精度に分離・検出が可能である。質量分析ではイオンの質量電荷比（ｍ／ｚ）毎に分離される。この質量分析の技術が、液体クロマトグラフ（ＬＣ）やガスクロマトグラフ（ＧＣ）の検出器として一般的に用いられ、液体クロマトグラフィー質量分析（ＬＣ／ＭＳ）やガスクロマトグラフィー質量分析（ＧＣ／ＭＳ）と呼ばれる分析手法がよく用いられている。近年では、測定対象のイオンを分解し、分解されたイオンを計測することで他の夾雑イオンとの分離を可能にしたタンデム質量分析法や、飛行時間型質量分析装置やフーリエ変換型質量分析装置などの高分解能質量分析装置、また三連四重極質量分析装置や四重極質量分析装置などの高感度質量分析装置が進展し、質量分析計はバイオや医用分野を中心に広く普及が進みつつある。

[0003] 一方で、イオン移動度分離装置（又はイオンモビリティー装置）では、大気圧下の気相中において、分子イオンの立体構造に依存して気相中でのイオンの移動速度が異なることを利用してイオンを分離している。そのため、質量分析では分離が困難な質量電荷比（ｍ／ｚ）が同じ構造異性体のイオンが原理的に分離可能となる。このようにイオン移動度分離装置は、質量分析と異なる分離性能をもつことから、質量分析装置とイオン移動度分離装置を組み合わせた計測方法も報告されてきている。イオンモビリティーの１つの方法として、非対称電界印加型イオン移動度分離装置（ＦＡＩＭＳ又はＤＭＳ（Differential mobility spectrometry））がある。

[0004] 特許文献１には、ＦＡＩＭＳと質量分析装置が結合した装置の例が示され

ている。ＦＡＩＭＳは質量分析装置の前段に取り付けられており、ユーザーがＦＡＩＭＳの取り付けや取り外しが可能な構成となっている。特許文献２にはＦＡＩＭＳと質量分析装置の別の例が示されている。ＦＡＩＭＳの内部電極は円筒形状をしており、回転することが可能である。この構成では、イオン分離した後に質量分析するモード（以下、イオン分離モード）と、ＦＡＩＭＳにおいてイオン分離しないＭＳモードが、ＦＡＩＭＳの内部電極の回転により切り替え可能であることが示されている。ＭＳモードでは、内部電極の内部に空けられた円筒状の流路も通過可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１２－５２１０７２号公報

特許文献2：US 2001/0253890 A1

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] イオン移動度により分離検出するイオン移動度分離装置と質量（ｍ／ｚ）によりイオンを分離する質量分析装置を組み合わせた装置において、イオン源で生成されたイオンを高分離能かつ高スループットに検出する技術は重要であるが、現状では以下の課題がある。以下の説明では、イオン移動度分離装置は、ＦＡＩＭＳを例として説明する。

[0007] 特許文献１の方法は、ＦＡＩＭＳを装着している構成では、ＦＡＩＭＳによるイオン分離が可能となるため、ノイズの除去等によりシステム全体の分離性能が向上する。一方、狭い平板電極を持つＦＡＩＭＳをイオンが通過することになるため、イオンの損失が発生し、検出器に到達するイオン量は低下する。このイオンの損失は、ＦＡＩＭＳのイオン分離機能のＯＮ／ＯＦＦにかかわらず、ＦＡＩＭＳを装着しただけで発生する。このため、ＦＡＩＭＳの分離機能ＯＦＦの質量分析モード（以下、ＭＳモード）においても、感度低下するため大きな課題となっている。

[0008] ＦＡＩＭＳのイオン分離機能が不要な測定試料であれば、ＦＡＩＭＳを取り外した方が有効である。これは上述のように、ＦＡＩＭＳを装着するだけでイオンの損失が発生するためである。しかし、特許文献１のように、ユーザーが手作業でＦＡＩＭＳを取り外す場合には、通常であれば数分から数１０分の時間を要する。このように、測定試料毎に取り付け・取り外しをしていては手間がかかり、さらに言えば測定のスループットが低下する懸念がある。

[0009] 特許文献２の方法では、流路切り替えのために電極を回転させるため、切り替えに時間を要する。駆動系が自動制御されていても数秒から数十秒程度、手動であれば数分の時間は必要である。また回転の駆動系も必要である。

[0010] 本発明は、このような状況に鑑み、イオン移動度分離装置を用いた分析を効率よく行うための質量分析装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明による質量分析装置は、イオン源と、イオン移動度分離部と、質量分析計と、イオン源からのイオンをイオン移動度分離部を通過させて質量分析計へ導入する第１の流路と、イオン源からのイオンをイオン移動度分離部を通過させずに質量分析計へ導入する第２の流路と、イオン源からのイオンの第１の流路中の通過あるいは第２の流路中の通過を選択的に遮断する遮断機構と、を有し、第１の流路の導入口と第２の流路の導入口はイオン源から同等の距離に配置されているものである。

[0012] 遮断機構は、電界、ガス、若しくは物体による遮蔽手段、又はこれらを組み合わせることで構成することができる。

[0013] 本発明の一態様では、第２の流路を通過したイオンを質量分析計で分析中に予め登録した質量電荷比のイオンのピークが検出された場合に、遮断機構により第２の流路を遮断し第１の流路にイオンを通過させる。

[0014] また、本発明の別の態様では、第２の流路を通過したイオンを質量分析計で分析中に質量スペクトルのＳ／Ｎが予め設定した閾値以下のピークを検出した場合に、遮断機構により第２の流路を遮断し第１の流路にイオンを通過

させる。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、イオン移動度分離装置と質量分析装置を用いた装置において、高効率、高スループット、高感度な分析が実現する。

[0016] 本発明に関連する更なる特徴は、本明細書の記述、添付図面から明らかになるものである。また、上記した以外の、課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1A]ＦＡＩＭＳの一般的な構成を示す模式図。

[図1B]ＦＡＩＭＳにおける分離電圧の波形を示す図。

[図2]質量分析装置の構成を説明する図。

[図3A]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図3B]イオン分離モードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図4]質量分析装置を横方向から見た部分断面模式図。

[図5]ＬＣ／ＭＳ分析で得られる質量分析データの例を示す模式図。

[図6A]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図6B]イオン分離モードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図7A]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図7B]イオン分離モードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図8A]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図8B]イオン分離モードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図9]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図10A]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図10B]イオン分離モードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図11A]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図11B]イオン分離モードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図12]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図13A]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図13B]イオン分離モードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図14]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図15]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。

[図16]ＭＳモードにされた質量分析装置の構成例を示す模式図。を説明する図。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、添付図面を参照して本発明の実施例について説明する。なお、添付図面は本発明の原理に則った具体的な実施例を示しているが、これらは本発明の理解のためのものであり、本発明を限定的に解釈するために用いられるものではない。

[0019] 図１Ａは、ＦＡＩＭＳの一般的な構成を示す模式図である。ＦＡＩＭＳ５０は、金属からなる２枚の平板電極である第１の電極５１及び第２の電極５２を備える。これら２つの電極間距離はおよそ０．１ｍｍ～数ｍｍ程度であり、またイオンが飛行する距離にあたる電極長さはおよそ数１０ｍｍ程度である。また、近年はさらに微細化構造をもつＦＡＩＭＳも存在し、電極間距離が数１０μｍ程度のものも存在する。

[0020] ＦＡＩＭＳは、交流電圧電源５３、直流電圧電源５４、バイアス電圧電源５７を備える。ＦＡＩＭＳでは、交流電圧電源５３を用い、高周波電圧を重ね合わせた分離電圧（又は分散電圧、又はseparation voltage：ＳＶ）を第１の電極５１に印加することにより、第１の電極５１と第２の電極５２の間に高周波電場を印加する。図１Ｂに示す分離電圧の一例のように、分離電圧（ＳＶ）は、高電圧（プラス電圧）と低電圧（マイナス電圧）を一定期間ずつ繰り返し印加し、時間平均すれば０になるように印加される。分離電圧は数１００Ｖから数ｋＶの電圧振幅である。また、直流電圧電源５４により生成される直流電圧である補償電圧（又は補正電圧、又はcompensation voltage：ＣＶ）を第２の電極５２に印加することで、ある特定のイオン５５のイオン軌道５６が修正されて、特定のイオン５５のみを透過させ、それ以外のイオンを排除することが可能となる。この補償電圧は－１００Ｖ～＋１００Ｖ

程度である。なお、この直流電圧電源５４による直流電圧は第１の電極５１に印加することも可能である。同様に、分離電圧を第２の電極５２に印加することも可能である。また、バイアス電圧電源５７により、第１の電極５１と第２の電極５２にバイアス電圧を印加することで、ＦＡＩＭＳ５０の前段にある電極からイオンが効率よく導入され、またＦＡＩＭＳ５０の後段の電極へ効率よくイオンが排出される。ＦＡＩＭＳのみならずその他のイオン移動度分離装置でも、同様な形態で本発明を実施可能であり、本発明の適用はＦＡＩＭＳに限定されるものではない。

[0021] 本発明の実施例では、ＦＡＩＭＳを通る第１のイオン流路（イオン分離モード）と、ＦＡＩＭＳを通らない第２のイオン流路（ＭＳモード）を備えた質量分析装置において、これらのどちらの流路をイオンが通過するかを流路切り替えする、すなわち分析モードを切替する実施形態について説明する。ＭＳモードは、ＦＡＩＭＳを通過せずに質量分析のみを行うモードであり、イオン分離モードは、ＦＡＩＭＳでイオン分離し、さらに質量分析を行うモードである。特徴としては、ＭＳモードは、すべてのイオンを選択性無く質量分析計に通過させることが可能であるため、ターゲット分子の探索が可能でかつ高感度検出ができる。一方、イオン分離モードでは、あるターゲットイオンのみをＦＡＩＭＳを通過させることにより、そのイオンを高感度・高Ｓ／Ｎで検出することが可能である。このように、本実施例に記載したように分析モードを使い分けることで、高効率に質量分析が可能となる。

[0022] ［第１実施例］

第１の実施例について説明する。本実施例では、イオン源からのイオンの第１の流路中の通過あるいは第２の流路中の通過を選択的に遮断して分析モードを切り替えるための遮断機構として物理的な手段すなわちシャッターなどの遮蔽部を用いる。

[0023] 図２は、イオン移動度分離装置であるＦＡＩＭＳと質量分析計を用いた質量分析装置の構成を説明する図である。イオン源１で生成されたイオンは、２つの分析モードで分析・検出される。１つは、イオン移動度分離装置であ

るＦＡＩＭＳ２においてイオン分離した後に質量分析計１１で質量分析するイオン分離モード、もう１つは、ＦＡＩＭＳ２においてイオン分離せずに、質量分析計１１で質量分析するＭＳモードである。

[0024] 制御部１０は、ＦＡＩＭＳや質量分析計の各構成要素を制御するものであり、パーソナルコンピュータなどの情報処理装置によって構成されている。制御部１０は、中央演算処理装置と、補助記憶装置と、主記憶装置と、表示部１８及び入力部１９とを備えている。また、例えば、中央演算処理装置は、ＣＰＵなどのプロセッサ（又は演算部ともいう）で構成されている。例えば、補助記憶装置はハードディスクであり、主記憶装置はメモリである。表示部１８は、ディスプレイなどであり、分析スペクトルや結果の表示や、分析条件が表示される。入力部１９は、キーボード、ポインティングデバイス（マウスなど）などであり、分析条件などの入力が可能である。

[0025] 図３Ａ、図３Ｂは、本実施例の質量分析装置を示す図であり、装置を上方から見た部分断面模式図である。図３ＡはＭＳモードを、図３Ｂはイオン分離モードを示す図である。これら２つの分析モードの切り替え、すなわち試料イオンの流路切り替えは、遮蔽部４と遮蔽部５を用いた遮断機構によって行われる。イオン源１でイオン化された試料イオンは、分析モードに応じてイオン導入口２３，２５のどちらかから入り、流路２１及び流路２４のどちらかの流路を通過する。その後、イオンは導入口電極３で形成される流路２１を通過して質量分析計１１に入り分析される。導入口電極３で形成される流路２１は、大気圧と真空の隔壁の役割を果たし、直径はおよそ０．１ｍｍ～１ｍｍの円筒形状である。ＦＡＩＭＳ２は、制御部１０により制御される電源６によって、図１で説明したような分離電圧、補償電圧、バイアス電圧が印加される。図の簡略化のため電源６を１つだけ図示した。質量分析計１１では、イオンの質量電荷比（ｍ／ｚ）に応じて質量分離・検出される。

[0026] ２つの分析モードそれぞれにイオンの流路が存在する。ＭＳモードでは、イオンは導入口２３から入射し、ＦＡＩＭＳ２を通過せずに流路２１を通り、イオン軌道４１に従って質量分析計１１へ入る。一方、イオン分離モード

では、イオンは導入口２５から入射し、ＦＡＩＭＳ２を通過する流路２４とその後流路２１を通り、イオン軌道４２に従って質量分析計１１へ入る。本実施例では、流路２４と流路２１は、最後は１つの流路２１に統合されて質量分析計に接続される。

[0027] ２つの分析モードの切り替え、すなわちイオンが導入口２３又は導入口２５のどちらから入るかは、遮蔽部４及び遮蔽部５を駆動することで行う。ＭＳモードでは、図３Ａに示すように、遮蔽部４が開き遮蔽部５が閉じられる。これにより、イオンは導入口２３からイオン軌道４１を通り、質量分析計１１へ導入される。イオン分離モードでは、図３Ｂに示すように、遮蔽部４が閉じられ遮蔽部５が開いている。これにより、イオンは導入口２５からイオン軌道４２を通り、質量分析計１１へ導入される。遮蔽部４は、制御部１０で制御された駆動部９により駆動され、遮蔽部５は、制御部１０で制御された駆動部８により駆動される。このように、遮蔽部４及び遮蔽部５を開閉することで、流路２１又は流路２４を選択してイオンを通過させることができる。遮蔽部は、シャッターや遮蔽板、蓋、栓、又はそれに準ずる既存の技術を用いることが可能であり、ガスやイオンを遮断可能な構成であればよい。特に、ガスの通過を完全に遮断するために、密閉可能な構造、例えばゴムリングなど既存のシール技術・密閉技術が用いられる。遮蔽部は、手動で駆動することも可能であるし、制御部１０による自動制御も可能である。本実施例のように、シャッターなどの既存の遮蔽技術を用いて遮蔽することで、比較的簡単な構成で容易に実施可能である。

[0028] 導入口２３又は導入口２５が開いていると、イオンが質量分析計１１に導入される理由について説明する。質量分析計１１は、ロータリーポンプやターボ分子ポンプなどにより真空排気されている。特に分析部の真空度は10^{-5}～10^{-6}Ｔｏｒｒである。このため、大気圧下にあるイオン源から導入口２３と流路２１を通って質量分析計１１へは、常にガスの流れが存在する。つまり、導入口が開いている口から常に質量分析計１１への流れが存在する。この流れに従って、イオンのような荷電粒子のみならず、中性分子やガスも導

入口２３又は導入口２５から質量分析計１１へ入る。

[0029] 本実施例では、２つの分析モードを切り替えることにより、ＦＡＩＭＳを通過しないＭＳモードと、ＦＡＩＭＳを用いたイオン分離モードの２つの分析法が可能となる。手動でＦＡＩＭＳを取り付け・取り外しする必要は無く、自動制御すれば数秒以内に高速にモード切替が可能となる。ＭＳモードでは、イオンがＦＡＩＭＳを通過しないために、従来ＦＡＩＭＳ通過によりイオン量が低下していた問題は無くなり、高いイオン量のまま質量分析が可能となる。一方、イオン分離モードでは、ＦＡＩＭＳでイオン分離することで、高いＳ／Ｎの分析が可能となる。これらの２つの分析モードを切り替えることで、試料に適した高効率なデータ取得が可能となる。

[0030] 図４は、本実施例の質量分析装置を横方向から見た部分断面模式図である。イオン源１は、例えばエレクトロスプレーイオン化（ＥＳＩ）であれば、図の上方から下方に試料溶液が送液され、また試料溶液を噴霧するためのネブライザーガスと加熱ガスが上方から下方に流れている。イオン源１の下方で噴霧され生成されたイオン７は、例えば導入口２３の方へ９０度曲がり、流路２１を通って質量分析計１１へ導入される。図示していないが、導入口２５へ入る時も、同様に９０度曲がって導入される。

[0031] 図３Ａ、図３Ｂに示すように、イオン源１は、導入口が２つ以上の複数あっても、どの導入口へもイオンの導入が可能である。複数の導入口は、イオン源１から同等の距離に配置されているのが望ましい。同等の距離とは、イオン源１から各導入口に導入されるイオンの量が同等とみなせるような距離のことである。例えば図に示すようにイオン源１を中心とする同心円６０の上に複数の導入口が配置されているのが好ましい。イオン源１から同等の距離にあることで同じ量のイオンをイオン源からどの導入口にも導入することができる。また、この同心円６０のどの方向に導入口があっても、イオン導入が可能である。これは図４の配置を見れば明らかである。

[0032] イオン源１で実施されるイオン化方法は、例えばエレクトロスプレーイオン化（ＥＳＩ）、大気圧化学イオン化（ＡＰＣＩ）、マトリックス支援レー

ザー脱離イオン化（ＭＡＬＤＩ）、脱離エレクトロスプレーイオン化（ＤＥＳＩ）、大気圧光イオン化（ＡＰＰＩ）など、質量分析計で通常用いられるイオン化法である。

[0033] ＦＡＩＭＳやＤＭＳを含めたイオン移動度分離装置は、大気圧下又は真空中で動作可能である。

[0034] 質量分析計１１は、公知の質量分析計であればよい。例えば、３次元イオントラップやリニアイオントラップなどのイオントラップ質量分析計、四重極フィルター質量分析計（Q filter）、３連四重極質量分析計、飛行時間型質量分析計（ＴＯＦ／ＭＳ）、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析計（ＦＴＩＣＲ）、オービトラップ質量分析計、磁場型質量分析計などである。また、上記に示した質量分析計以外の既知の質量分析計でもよい。

[0035] 続いて、本実施例の質量分析装置による分析方法について説明する。質量分析計でよく用いられるＬＣを用いたＬＣ／ＭＳの分析例で説明する。図５は、ＬＣ／ＭＳ分析で得られる質量分析データの例を示す模式図である。ＬＣ／ＭＳでは、ＬＣの保持時間毎に質量スペクトルを取得しており、図５に示すように、ＬＣの保持時間、ｍ／ｚ、イオンの強度の３軸からなる３次元のデータが取得される。図５では、質量スペクトルは４つのみ表示してあるが、実際にはイオンを検出していない時間も含め、全時間で質量スペクトルを取得している。

[0036] 本発明を用いた２つの分析方法を説明する。１つはＦＡＩＭＳでターゲットとなる分析イオンが予め決定している場合、もう１つは決定していない場合である。

[0037] ［ターゲットとなる分析イオンが決定している場合］

ＦＡＩＭＳで分析する試料イオンが決まっている場合、そのイオン緒ｍ／ｚは、図５に示すように、予め分析イオンのリストａとして準備しておく。このリストは、予めユーザーが作成する、もしくはＦＡＩＭＳで分析するイオンのｍ／ｚのリストがデータベースに登録されているのであればそれを用いることが可能である。このリストやデータベースは、制御部１０の内部に

あり、制御部１０により管理されている。このリストの一例としては、リストaのように分析したい試料イオンのｍ／ｚが書かれているものである。分析手順は、通常はＭＳモードでイオンの質量スペクトルを取得することでターゲットとなるイオンを探索し、このリストａにあるｍ／ｚのイオンのピークが検出されたら、イオン分離モードに切り替えて分析する。例えば、時間ｔ１ではリストのｍ／ｚ＝１８１．１のイオンＡが検出されたため、イオンＡをイオン分離モードで分析する。

[0038] 続いて、イオン分離モードの分析方法について説明する。イオン分離モードでは、主にＦＡＩＭＳではターゲットイオンのみを通過させて、質量分析計で質量分析する。ＦＡＩＭＳはイオン種によって分析の電圧条件が異なるため、予め分析条件を調査しておくことが望ましい。ＦＡＩＭＳの分析条件は、データベースに登録しておく、すなわちリストｂのように分析イオンのリストとして予め記載・準備しておけばよい。このリストがあることにより、ＦＡＩＭＳの分析条件を探索する必要が無く、直ちにターゲットイオンの分析が実行可能となる。もし、分析イオンのＦＡＩＭＳの分析条件が不明であったならば、時間をかけて探索する必要がある。つまり、そのターゲットイオンをモニターしながらそのイオン量が多くなるように、ＦＡＩＭＳの分離電圧や補償電圧を走査して決定する必要がある。つまりＳ／Ｎが高い条件を選択すればよい。また、分析イオンのリストについては、リストｃのように、リストaにプラスしてＬＣの保持時間を含めることで、さらに正確にターゲットイオンのみを分析可能である。このように、分析イオンのリストはｍ／ｚ、ＬＣ保持時間、ＦＡＩＭＳの分離電圧、補償電圧を含むようなリストであれば良い。質量分析では、イオン解離技術を用いてＭＳ／ＭＳ分析が用いられる。この方法により、Ｓ／Ｎが向上し、より高精度に分析が可能となる。イオン解離は、衝突誘起解離（ＣＩＤ）などによってイオン解離させて、生成されたフラグメントイオンを分析する方法である。例えば、三連四重極質量分析計では、マルチリアクションモニタリング(ＭＲＭ）と呼ばれる方法のことである。

[0039] ［ターゲットとなる分析イオンが決定してない場合］

分析イオンが予め決まっていない場合は、ＭＳモードで分析している時にある基準を設けてそれを満たせば、イオン分離モードで分析する方法を用いる。

[0040] １）イオン量が閾値以上のピークを検出した場合

予め決められている閾値以上のイオン量のピークが検出されたら、イオン分離モードで分析する。閾値は、予めユーザーが指定する。また閾値以上のピークが複数ある場合には、イオン量の高いイオンから優先して分析する。さらにノイズイオンなどをリストに記載しておくことで、そのノイズイオンの量が閾値以上であっても、分析対象から除外することが可能である。

[0041] ２）Ｓ／Ｎ又はＳ／Ｂが閾値以下のピークを検出した場合

質量スペクトルのＳ／Ｎ又はＳ／Ｂが予め設定した閾値以下のピークを検出した場合に、イオン分離モードで分析する。本分析の目的は、ＦＡＩＭＳを用いた分析によりノイズの低減による、Ｓ／Ｎの向上である。

[0042] このように、ターゲットとなる分析イオンを、ＦＡＩＭＳを用いたイオン分離モードで分析することにより、Ｓ／Ｎの高いデータが取得可能となる。一方、分析イオンを探索するときは、ＭＳモードを用いることで、高感度に探索可能となる。以上、本実施例によれば、ＭＳモードとイオン分離モードが高速に切り替えられるため、２つの分析モードを用いて高効率、高スループット、高感度にイオンを分析することが可能となる。

[0043] ［第２実施例］

第２の実施例について説明する。本実施例では、イオン源からのイオンの第１の流路中の通過あるいは第２の流路中の通過を選択的に遮断して分析モードを切り替えるための遮断機構としてガスの流れを用いる。

[0044] 図６Ａ、図６Ｂは本実施例の質量分析装置の一部断面模式図であり、図６ＡはＭＳモードを示す図、図６Ｂはイオン分離モードを示す図である。第１の実施例と異なるのは、イオンが流路を通過するのを遮断する遮断機構がガスを用いることである。質量分析計側からイオン源側に向けてガスを流すこ

とで、イオンや中性分子の質量分析計への導入を遮断・阻止することが可能である。

[0045] 図６Ａを用いて、ＭＳモードの実施例を説明する。イオンの導入を遮断するガスは、ガス制御部１２を用いて、配管１４を通して導入する。このガス導入により、導入口２５の位置に質量分析計１１側からイオン源１側に向けてガスの流れ３２を生成することで、イオン源１からのイオンや中性ガスが導入口２５からＦＡＩＭＳ２の方へ入らないように遮蔽することができる。この結果、イオン源１で生成された試料イオンは、導入口２３のみから導入され、流路２１を通るイオン軌道４１に沿って質量分析計１１に入り分析される。導入口２３及び導入口２５は円形であり、その穴径は数ｍｍ～１０ｍｍ程度である。またガス制御部１２からのガス流量は０．１Ｌ／ｍｉｎ～１０Ｌ／ｍｉｎ程度であればイオンやガスの遮断が可能となる。

[0046] また同様な方法を用いて、図６Ｂに示すように、導入口２３からのイオンの入射を遮断することが可能である。ガス制御部１３を用いて、配管１５を通してガスを導入することで導入口２３からイオン源１に向かうガスの流れ３１を生成することができる。このガス導入により、試料イオンは導入口２５から導入され、流路２４を通るイオン軌道４２に沿って質量分析計１１へ導入される。

[0047] なお、図３Ａ、図３Ｂに示した、制御部１０、表示部１８、入力部１９、ＦＡＩＭＳ電源６は、簡略化のため図６Ａ、図６Ｂには図示していないが、実施例１と同様に用いる。

[0048] 本実施例の方法では、導入口からイオン源に向かうガスの流れを作ることで、イオンの導入を遮断することが可能となり、分析モードの切り替えが可能となる。このガスの流れは１秒から数秒以内で制御可能であるため、遮蔽部を用いた方法と比較して、高速に分析モード切り替えが可能となるメリットがあり、高スループット分析が可能となる。

[0049] ［第３実施例］

第３の実施例について説明する。本実施例では、イオン源からのイオンの

第１の流路中の通過あるいは第２の流路中の通過を選択的に遮断して分析モードを切り替えるための遮断機構として電界を用いる。

[0050] 図７Ａ、図７Ｂは本実施例の質量分析装置の一部断面模式図であり、図７ＡはＭＳモードを示す図、図７Ｂはイオン分離モードを示す図である。これまでの実施例と異なり、流路の導入口に配置された電極２６及び電極２７に電圧を印加することによってイオンの流れを遮断して、分析モードを切り替える方法である。試料イオンが正イオンか負イオンかによって電源電圧の極性が異なるため、本実施例では正イオン分析の例で説明する。負イオンであれば、電源電圧の正負を切り替えることで同様な方法で実施可能である。電極２６には電源２８が、電極２７には電源２９が接続されており、それぞれの電極に直流電圧が印加可能である。

[0051] 図７ＡのＭＳモードの例を用いて説明する。ＦＡＩＭＳ２に連通する流路の導入口２５へ入るイオンを遮断するためには、イオン源１の噴霧管に対する電極２７の電圧差が重要である。この理由は、噴霧管と電極２７（又は電極２６）の電位差によりエレクトロスプレーによる噴霧が発生するためである。噴霧管と電極２７（又は電極２６）の２つの電極間距離に依存するが、例えば１～３０ｍｍ程度の距離であれば、両電極間の電位差として１０００Ｖ～６０００Ｖ程度印加することで、静電噴霧が起こり、イオン化が行われる。典型的には、例えばイオン源１の噴霧管に＋５０００Ｖ、電極２６に＋１０００Ｖ印加することで、電位差は４０００Ｖとなりエレクトロスプレーイオン化が行われる。このことから、噴霧管と電極２７間の電圧差が１０００Ｖ以下であれば、静電噴霧が起こらずに、導入口２７側のイオンの遮断が可能となる。つまり、例えば、噴霧管＋５０００Ｖ、電極２６に＋１０００Ｖ、電極２７に４０００Ｖ以上、例えば＋５０００Ｖが印加されていればよいことになる。この時、噴霧管と電極２７の電位差は０となり、電極２７側の導入口２５からはイオンが導入されずに遮断が可能となる。

[0052] また、図７Ｂに示すイオン分離モードであれば、例えば、噴霧管＋５０００Ｖ、電極２６に＋５０００Ｖ、電極２７に＋１０００Ｖが印加されていれ

ばよい。この時、噴霧管と電極２６の電位差は０となり、電極２６側の導入口２３からはイオンが導入されずに遮断が可能となる。

[0053] 本実施例では、電極２６の後段にもう１つ電極３０を入れておくことが望ましい。これは、図７Ｂに示すイオン分離モードの際に、導入口２５から入ったイオンは、イオン軌道４２を通り電極２６付近を通過する。そのときに、電極２６は５０００Ｖ、導入口電極３は典型的に１００Ｖ程度であるため、電極２６付近の領域２２をイオンが通過する際には、イオン軌道が曲がってイオン損失する可能性がある。このため、電極２６の後段に電極３０を設置し、導入口電極３と同程度（例えば、１００Ｖ程度）の電圧を印加することにより、イオンが損失無くイオン軌道４２を通過することが可能となる。この電極３０は、導入口電極３と同電位でもかまわない。また、電極３０は、導入口電極３と一体でもかまわない。電極２６に高い電圧を印加した際に生じる電界が、イオンが通過する領域２２に影響を与えないような構造であればよい。電極２６，２７，３０は、金属のような導電体からなり、中心に円形の穴が開いていて、その穴をイオンが通過するような構造である。

[0054] また、もう電界によるイオン遮断方法の別の例として、電極２６と電極３０の間に、もう１つ別の電極を設置して、そこに電極２６よりも高い電圧を印加することで、導入口２３からのイオンの遮断が可能である。また、電極２７の後段にも別の電極を設置することで、同様に導入口２５からのイオンの導入を遮断することができる。この方法は、イオンが通過する流路２１，２４中に電極を配置し、その電極に電圧を印加してイオンのポテンシャルよりも高いポテンシャル障壁を形成することにより、イオンの通過を遮断するものである。

[0055] 本実施例の方法では、電極に電圧を印加することで生成される電界により、イオンの導入を遮断することが可能となり、分析モードの切り替えが可能となる。電圧の制御は１秒以内の高速で制御可能であるため、これまで説明した方法と比較して高速に分析モード切り替えが可能となるメリットがあり、高スループット分析が可能となる。

[0056] ［第４実施例］

第４の実施例について説明する。本実施例では、イオン源からのイオンの第１の流路中の通過あるいは第２の流路中の通過を選択的に遮断して分析モードを切り替えるための遮断機構として排気機構によるガスの流れを用いる。

[0057] 図８Ａ、図８Ｂは本実施例の質量分析装置の一部断面模式図であり、図８ＡはＭＳモードを示す図、図８Ｂはイオン分離モードを示す図である。遮断機構として排気部１６が導入口２３に続く流路に、図示の例では導入口２３の下流側に接続されている。また、排気部１７が導入口２５に続く流路に、図示の例ではＦＡＩＭＳの下流側に接続されている。排気部１６，１７は、ファン、排気ポンプなどガスの流れを生成可能なものであれば良い。また流速を細かく正確に制御するために、フローメータやガス制御部が備わっていることが望ましい。

[0058] 図８Ａに示すＭＳモード時には、排気部１７が動作され、ＦＡＩＭＳを通ったイオンが排気部１７により排気（吸引）され、質量分析計１１に到達しないようになっている。この時、他方の排気部１６については、ポンプが停止している状態又はポンプは動作しているが開閉弁３３が閉鎖している状態、のどちらかであり、このために排気部１６の方へのガスの流れは発生しない。排気部１７の排気速度（又は排気量）は、導入口２５から流入する流入速度（又は流入量）と同じになるように調整する。これは、すなわち、導入口２３からの流路と導入口２５からの流路が合流して一本化される合流点からみてＦＡＩＭＳ側の流路の領域３９の流速が０になる（無風になる）ことを意味し、領域３９の上下でガスやイオンが行き来しない状態である。その結果、導入口２３より入ったイオンはイオン軌道４１に沿って、質量分析計１１へ導入される。一方、導入口２５より入ったイオンは排気部１７に排気され消失する。

[0059] 図８Ｂに示すイオン分離モード時には、排気部１６が動作され、導入口２３から導入されたイオンが排気部１６により排気され、質量分析計１１に到

達しないようになっている。この時、他方の排気部１７については、ポンプが停止している状態又はポンプは動作しているが開閉弁が閉鎖している状態、のどちらかであり、このために排気部１７の方へのガスの流れは発生しない。排気部１６の排気速度は、導入口２３から流入する流入速度と同じになるように調整する。これは、導入口２３からの流路と導入口２５からの流路が合流して一本化される合流点からみて導入口２３側の流路の領域４０の流速が０になる（無風になる）ことを意味し、領域４０の上下でガスやイオンが行き来しない状態である。その結果、導入口２５より入ったイオンはＦＡＩＭＳ２を通ったのち質量分析計１１へ導入される。一方、導入口２３より入ったイオンは排気部１６に排気され消失する。

[0060] 図９は、本実施例の別の形態のＭＳモードの例を示す模式図である。図示するように、遮断機構を構成する排気部は２つではなく、１つの排気部３５だけでも動作可能である。配管の途中に開閉弁（又はバルブ）３３，３４が取り付けられており、それぞれが別々に開閉することで、ガスの流れを切り替え制御することが可能である。実効的な排気速度を同じにするために、開閉弁３３を通る排気流路と開閉弁３４を通る排気流路の長さは同じにすることが望ましい。又は、開閉弁の開口率で排気速度を調整することも可能である。図８Ａに示したように、領域３９の流速を０にするように、排気部３５による排気速度を調整することが重要である。

[0061] 本実施例では、ガスの流れにより、イオンの遮断だけでなく中性分子などのガス流も遮断可能であるため、高感度な計測が可能である。

[0062] ［第５実施例］

第５の実施例について説明する。本実施例では、複数のＦＡＩＭＳを搭載した構成において、イオン源からのイオンの第１の流路中の通過あるいは第２の流路中の通過を選択的に遮断して分析モードを切り替えるための遮断機構として遮断部を用いる。

[0063] 図１０Ａ、図１０Ｂは本実施例の質量分析装置の一部断面模式図であり、図１０ＡはＭＳモードを示す図、図１０Ｂはイオン分離モードを示す図であ

る。ＭＳモードと２つのイオン分離モードの合計３つのモードを切り替える方法である。

[0064] ＦＡＩＭＳ２とＦＡＩＭＳ３７の入り口には、遮断機構としてそれぞれ遮断部５と遮断部３６の２つが設置されている。また、ＦＡＩＭＳを通過しない流路には、遮断部４が設置されている。図示はしていないが、これまでの実施例のように各遮断部はそれぞれ駆動部と接続され、制御部１０によって動作可能である。

[0065] 図１０Ａは、ＦＡＩＭＳを通過しないＭＳモードを示しており、遮断部４が開いており、イオンは流路２１を通りイオン軌道４１に沿って質量分析計１１へ導入される。この時、遮断部５及び遮断部３６は閉じられているため、ＦＡＩＭＳ２，３７へのイオン導入は行われない。図１０Ｂは、ＦＡＩＭＳ３７のみイオンを通過させるイオン分離モードを示している。遮断部４，５は閉じられているが、遮断部３６は開いており、ＦＡＩＭＳ３７へのみイオンの通過が可能となっている。導入口２５を通ったイオンは、ＦＡＩＭＳ３７を通り、イオン軌道４２に沿って質量分析計１１へ導入され分析される。つまり、遮断機構は、イオン源からのイオンの第１のＦＡＩＭＳ２中の通過、第２のＦＡＩＭＳ３７中の通過あるいは導入口２３の通過のうちの１つを選択的に許容し、他を遮断する。

[0066] ２つのＦＡＩＭＳを装着する目的は大きく２つあり、１つはＦＡＩＭＳを洗浄・メンテナンスするため、もう１つは異なる分離能のＦＡＩＭＳを備えるためである。1つ目の洗浄・メンテナンスについては、同じ構造のＦＡＩＭＳを２つ装着し、１つは洗浄・メンテナンスするまたは予備としてストックし、別のもう１つのＦＡＩＭＳが分析に用いられる。この方法では、分析中のＦＡＩＭＳに不具合が発生した場合や洗浄が必要になった場合でも、分析を停止する必要がなく、ただちにもう１つのＦＡＭＳで分析することができる。分析している間に、ＦＡＩＭＳをメンテナンス・洗浄することが可能となる。この方法により、ＦＡＩＭＳのメンテナンスに伴う分析の停止の必要がなくなるため、分析のスループットが向上する。

[0067] ２つ目には、異なる分離能を持つＦＡＩＭＳを設置することが可能である。例えば、ＦＡＩＭＳを構成する2枚の平板電極間隔の異なるＦＡＩＭＳを設置すれば、異なる分離能での分析が可能となる。分離能は、主にＦＡＩＭＳを構成する平板電極の間隔又は長さで決まり、例えば０．５ｍｍ間隔と１ｍｍ間隔の２つのＦＡＩＭＳを設置することで、異なる分離能やイオン量のデータ取得が可能となる。またＦＡＩＭＳの長さが１０ｍｍから１００ｍｍ程度までの間で、異なる２つのＦＡＩＭＳを設置しておくことも有効である。さらに、１つは反応試料をＦＡＩＭＳ内部に流す構成もある。例えば、イソプロパノール、メタノール、アセトンなどを微量混ぜたガスをＦＡＩＭＳに導入することで、分離性能が変わり、異なるイオン分離が可能となる。このように、異なる分離性能を持つＦＡＩＭＳを複数個設置しておくことで、様々な物質の分析に対応できて有効である。

[0068] 図１１Ａ、図１１Ｂは本実施例の別の構成例を示す図である。本例は、ＦＡＩＭＳが左右対称に配置されている例である。図１１ＡはＭＳモードを示す図、図１１Ｂはイオン分離モードを示す図である。実施の内容は図１０Ａ、図１０Ｂの例と同様である。図で見て、イオン源の3方向にそれぞれ導入口２３，２５，３０が配置されている構成である。

[0069] ここではＦＡＩＭＳを２つ用いた構成について説明した。図示の都合上、ＭＳモード及び２つのＦＡＩＭＳのイオン分離モードの３つの流路を同一平面上に配置したが、必ずしもすべての流路が同一平面上にある必要は無い。

[0070] これまでの実施例に記載のように、本実施例における分析モードの切り替え方法は、ガス、電界、排気部を用いる方法でも実施可能である。また、ＦＡＩＭＳの個数は２つに限定されることはなく、３つ以上でも同様に実施可能である。

[0071] ［第６実施例］

第６の実施例について説明する。図１２は、本実施例の質量分析装置のＭＳモードを示す一部断面模式図である。第１の実施例で示した図３Ａ、図３Ｂの流路を変形させ、流路２４から流路２１へ滑らかにイオンが流れる構造

になっている。この流路構造により、イオンの質量分析計１１への導入が効率よく行われることが期待される。その他、詳細な実施方法は、第１の実施例と同様である。

[0072] ［第７実施例］

第７の実施例について説明する。これまでの実施例では、質量分析計１１へ繋がる流路が１つであったが、本実施例は流路が２つの例である。

[0073] 図１３Ａ、図１３Ｂは本実施例の質量分析装置の一部断面模式図であり、図１３ＡはＭＳモードを示す図、図１３Ｂはイオン分離モードを示す図である。図１３Ａでは、導入口２３を開閉する遮断機構の遮蔽部４が開いているため、導入口２３から入ったイオンは、流路２１を通り、質量分析計１１へ導入される。一方、導入口２５を開閉する遮蔽部５は閉まっているため、イオンは導入口２５には導入されない。図１３Ｂでは、逆に導入口２３が閉じていて、導入口２５が開いているため、導入口２５から入ったイオンは、ＦＡＩＭＳ２及び流路２４を通り、質量分析計１１へ導入される。これによりＦＡＩＭＳを用いたイオン分離が可能となる。本実施例では、流路２１と流路２４はそれぞれ並列的に質量分析計に接続される。

[0074] 導入口電極３の流路内径は１ｍｍ以下程度であり、流路２１，２４の間隔は数ｍｍ程度である。このため、２つの流路のイオンは約５ｍｍ程度の距離離れて入射してくる。このため、導入口電極３の後段にはイオン収束電極４４が付いていると望ましい。イオン収束電極４４は例えば、直流電圧を印加した漏斗型の電極、又は複数のリング電極を並べて交流電圧を交互に印加した既存のリング型のイオンガイドであればイオンの収束が可能である。また、図１４に示すように、既知の技術である４重極や８重極などの多重極イオンガイド４５でもイオンの収束が可能である。

[0075] 図１４は、本実施例の別の構成例を示す図である。この例では、遮断機構を構成する遮蔽部４，５が、イオン源側ではなく質量分析計１１側に設置されている。この構成では、質量分析計１１側に遮蔽部があるため、より機密性高く流路を遮蔽できることが期待できる。図にはＭＳモードのみを示した

が、イオン分離モードはこれまでの実施例と同様な構成である。

[0076] 図１５は、また本実施例の別の構成例を示す図である。イオン源１に対して、導入口２３と導入口２５が、９０度異なる角度に取り付けられている。その他の構成はこれまでの実施例と同様である。図はＭＳモードを示している。

[0077] 図１６は、また本実施例の別の構成例を示す図である。イオン源１からの導入口２３は１つであるが、その後、流路２１と流路２４に分かれる構成である。すなわち、流路２１と流路２４は導入口２３を共有している。流路２４にはＦＡＩＭＳ２が取り付けられている。この構成では、遮断機構を構成する遮蔽部４，５は質量分析計１１側に設置される。モードの切り替えは、遮蔽部４，５を選択的に駆動することで実施される。

[0078] なお、本実施例では、質量分析計１１へ繋がる流路が２つの例を示したが、３つ以上であっても同様に実施可能である。

[0079] また遮蔽部４，５の代わりに、これまでに示してきた、ガスによるイオン遮蔽、電界によるイオン遮蔽でも、同様にモードの切り替えが実施可能である。

[0080] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0081] １ イオン源

２ ＦＡＩＭＳ

３ 導入口電極

４ 遮蔽部

５　遮蔽部

６　ＦＡＩＭＳ電源

７　イオン

１１　質量分析計

１２，１３　ガス制御部

１６，１７　排気部

２０　電極

２３　導入口

２５　導入口

２６，２７　電極

３０　電極

３３，３４　開閉弁

４４　イオン収束電極

４５　多重極イオンガイド

請求の範囲

[請求項1] イオン源と、

イオン移動度分離部と、

質量分析計と、

前記イオン源からのイオンを前記イオン移動度分離部を通過させて前記質量分析計へ導入する第１の流路と、

前記イオン源からのイオンを前記イオン移動度分離部を通過させずに前記質量分析計へ導入する第２の流路と、

前記イオン源からのイオンの前記第１の流路中の通過あるいは前記第２の流路中の通過を選択的に遮断する遮断機構と、を有し、

前記第１の流路の導入口と前記第２の流路の導入口は前記イオン源から同等の距離に配置されていることを特徴とする質量分析装置。

[請求項2] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記遮断機構は、前記第１の流路を遮蔽する第１の遮蔽部、前記第１の遮蔽部を駆動する第１の駆動部、前記第２の流路を遮蔽する第２の遮蔽部、及び前記第２の遮蔽部を駆動する第２の駆動部を備えることを特徴とする質量分析装置。

[請求項3] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記遮断機構は、前記第１の流路の導入部から前記イオン源に向けてガスを流す第１のガス制御部、及び前記第２の流路の導入部から前記イオン源に向けてガスを流す第２のガス制御部を備えることを特徴とする質量分析装置。

[請求項4] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記遮断機構は、前記第１の流路の導入部に配置された第１の電極、前記第１の電極に電圧を印加する第１の電源、前記第２の流路の導入部に配置された第２の電極、及び前記第２の電極に電圧を印加する第２の電源を備え、前記第１の電極と前記第２の電極のうち一方の電極側でのみ前記イオン源との間で静電噴霧を起こさせることを特徴と

する質量分析装置。

[請求項5] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記遮断機構は、前記第１の流路に配置した第１の電極、前記第１の電極に電圧を印加する第１の電源、前記第２の流路に配置した第２の電極、及び前記第２の電極に電圧を印加する第２の電源を備え、前記第１の流路あるいは前記第２の流路に前記イオン源からのイオンのポテンシャルよりも高いポテンシャル障壁を選択的に形成することを特徴とする質量分析装置。

[請求項6] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記遮断機構は、前記第１の流路に接続された第１の排気部、及び前記第２の流路に接続された第２の排気部を備え、前記第１の排気部と前記第２の排気部の一方を選択的に動作させることを特徴とする質量分析装置。

[請求項7] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記第１の流路と前記第２の流路は１つの流路に統合されて前記質量分析計に接続されていることを特徴とする質量分析装置。

[請求項8] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記第１の流路と前記第２の流路はそれぞれ並列的に前記質量分析計に接続されていることを特徴とする質量分析装置。

[請求項9] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記第１の流路と前記第２の流路は導入口を共用していることを特徴とする質量分析装置。

[請求項10] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記イオン移動度分離部はＦＡＩＭＳであることを特徴とする質量分析装置。

[請求項11] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記イオン移動度分離部として第１のＦＡＩＭＳと第２のＦＡＩＭＳを備え、

前記遮断機構は、前記イオン源からのイオンの前記第１のＦＡＩＭＳ中の通過、前記第２のＦＡＩＭＳ中の通過あるいは前記第２の流路中の通過のうちの１つを選択的に許容し、他を遮断することを特徴とする質量分析装置。

[請求項12] 請求項１に記載の質量分析装置において、

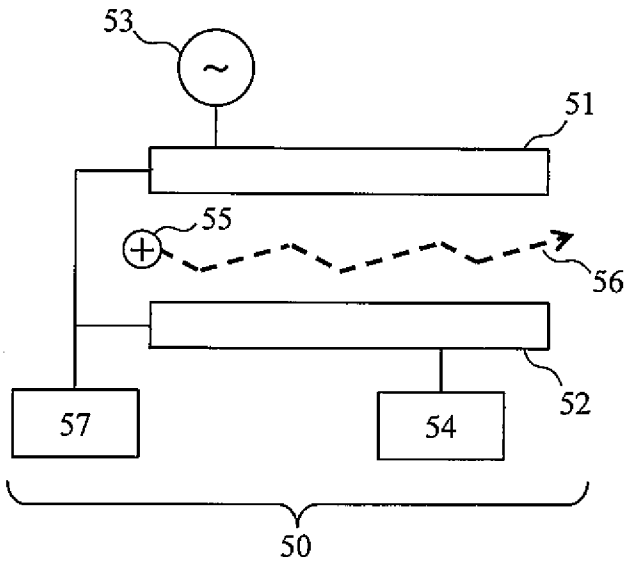
前記第２の流路を通過したイオンを前記質量分析計で分析中に予め登録した質量電荷比のイオンのピークが検出された場合に、前記遮断機構により前記第２の流路を遮断し前記第１の流路にイオンを通過させることを特徴とする質量分析装置。

[請求項13] 請求項１に記載の質量分析装置において、

前記第２の流路を通過したイオンを前記質量分析計で分析中に質量スペクトルのＳ／Ｎが予め設定した閾値以下のピークを検出した場合に、前記遮断機構により前記第２の流路を遮断し前記第１の流路にイオンを通過させることを特徴とする質量分析装置。

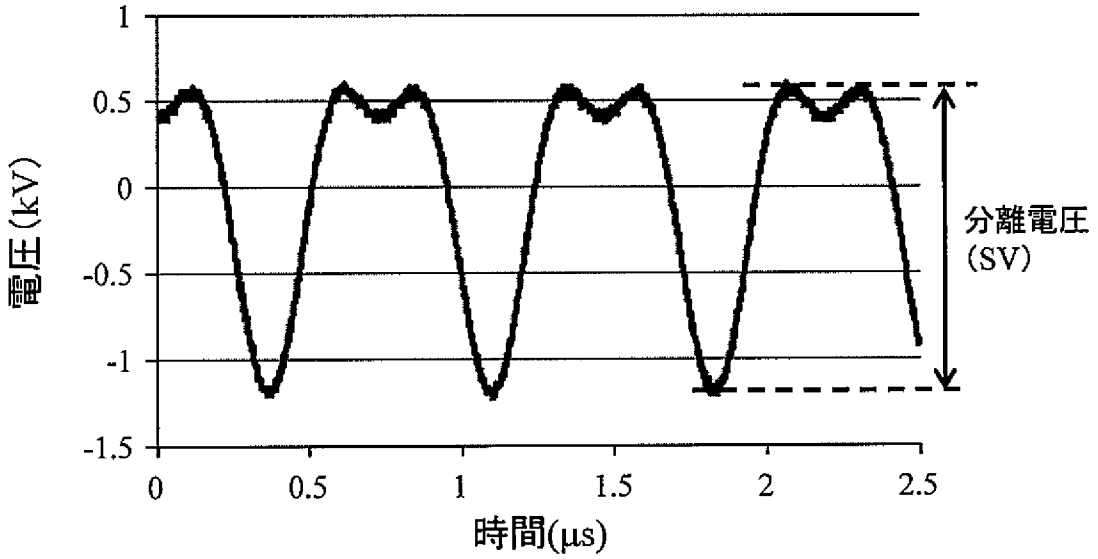
[図1A]

図１Ａ



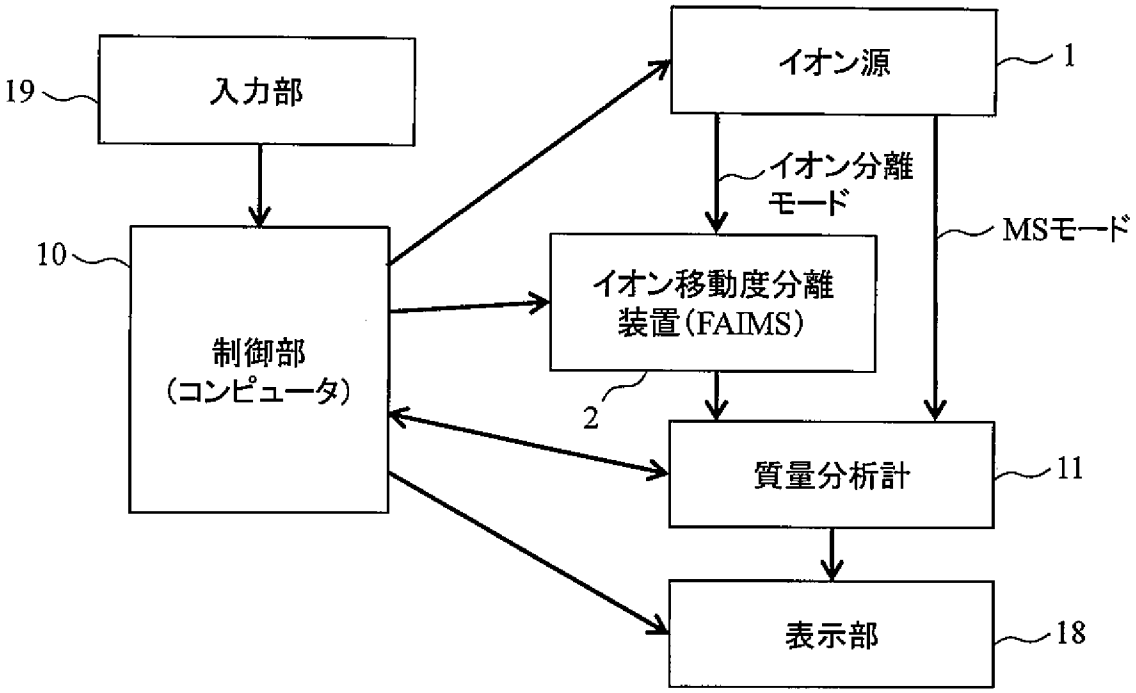
[図1B]

図１Ｂ



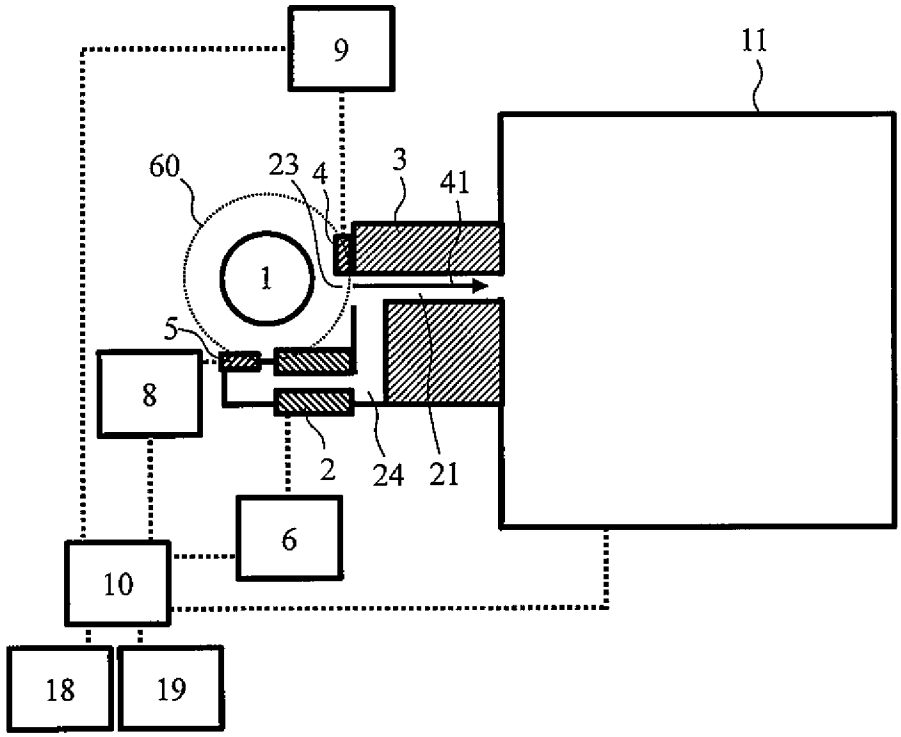
[図2]

図２


19
入力部
イオン源
1
イオン分離
モード
MSモード
10
制御部
（コンピュータ）
イオン移動度分離
装置（FAIMS）
2
質量分析計
11
表示部
18

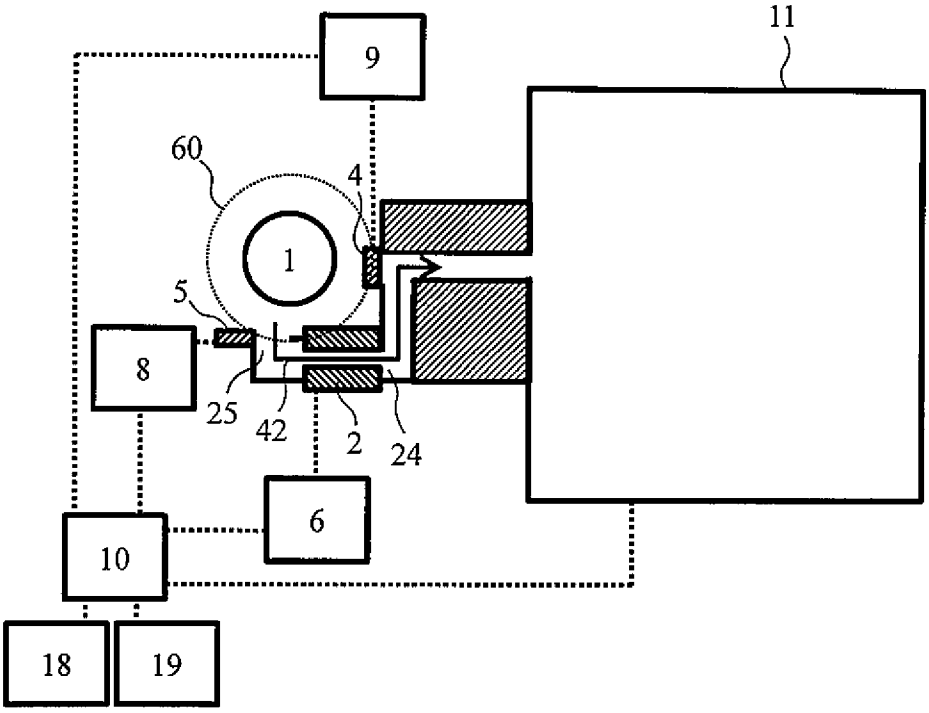
[図3A]

図３Ａ


9
11
60
23
4
3
41
1
5
8
2
24
21
6
10
18
19

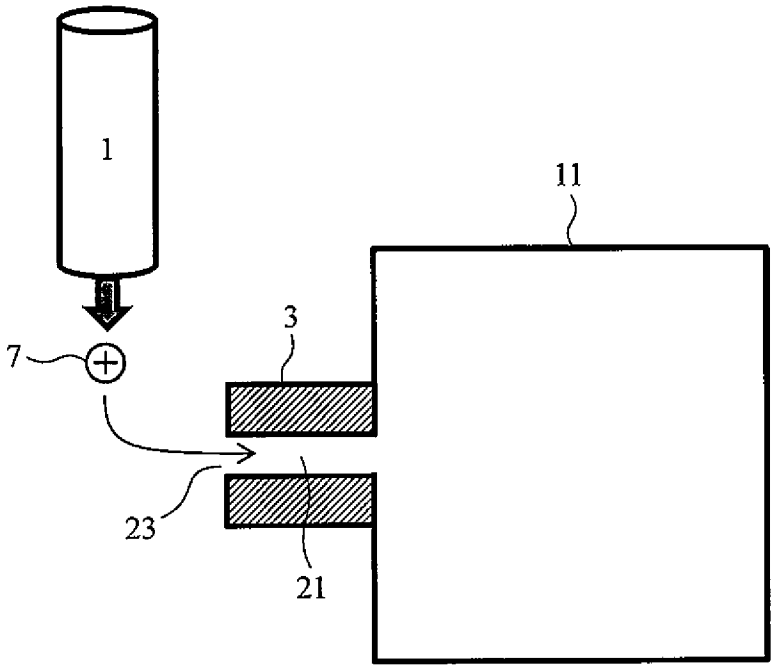
[図3B]

図３Ｂ



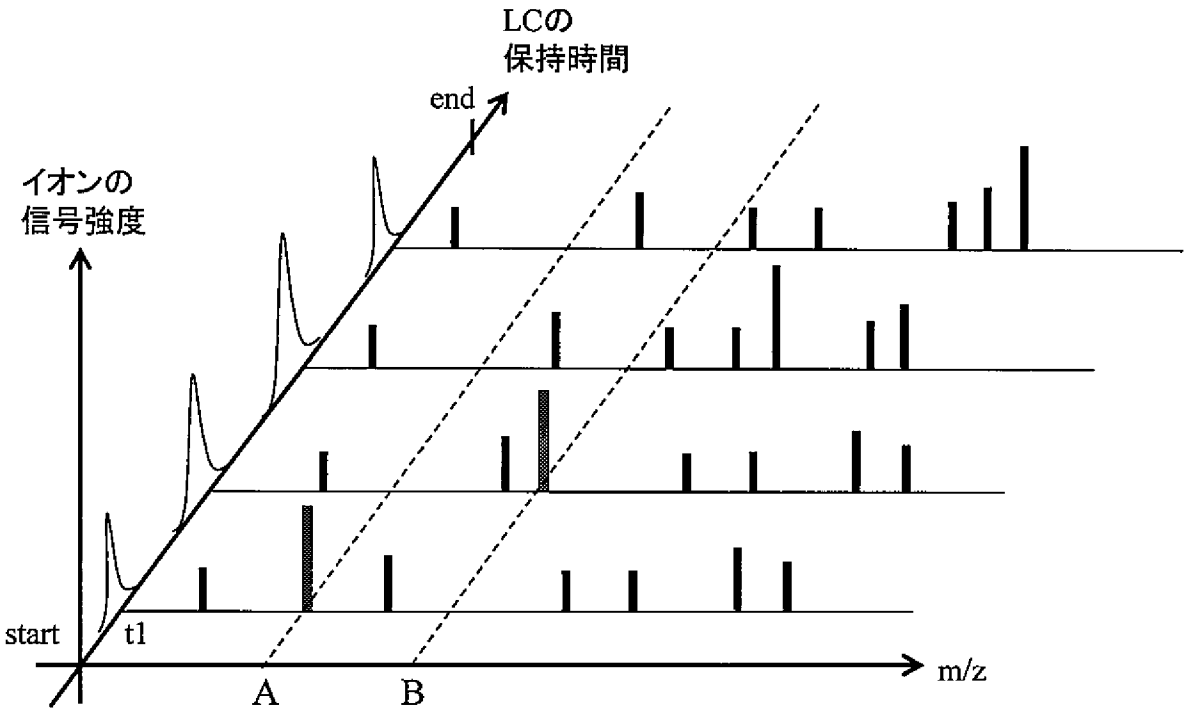
[図4]

図４



[図5]

図５



リストa

分析イオンのリスト

	m/z
A.	181.1
B.	222.1
C.	356.5
D.	412.8
E.	609.3
F.	708.0
	▪
	▪
	▪

リストb

分析イオンのリスト

	m/z	分離電圧	補償電圧
A.	181.1	V_A	V_a
B.	222.1	V_B	V_b
C.	356.5	▪	▪
D.	412.8	▪	▪
E.	609.3	▪	▪
F.	708.0	▪	▪
	▪		
	▪		
	▪		

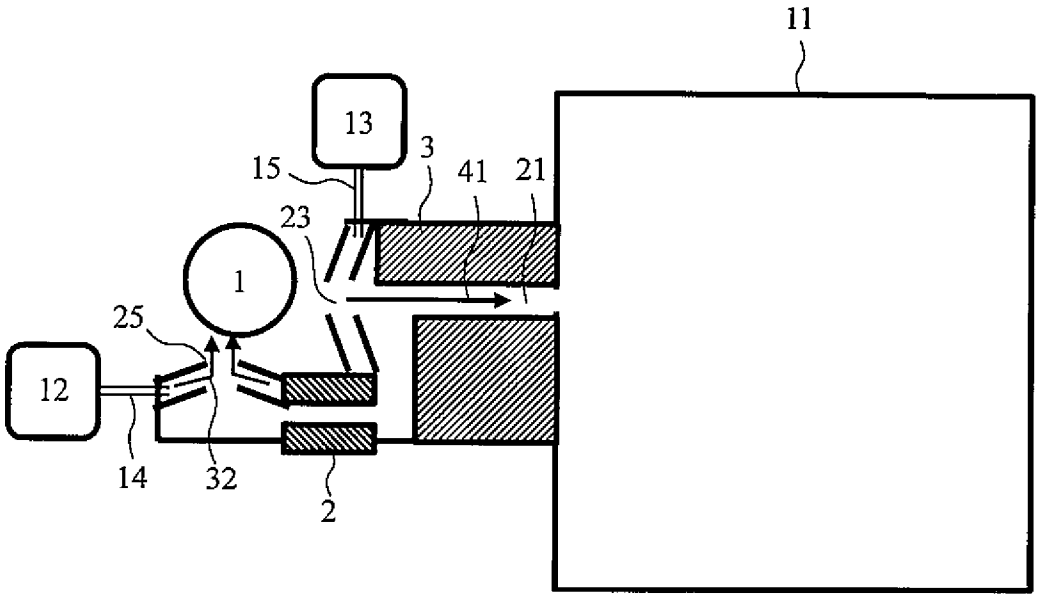
リストc

分析イオンのリスト

	m/z	LC保持時間
A.	181.1	t_A
B.	222.1	t_B
C.	356.5	▪
D.	412.8	▪
E.	609.3	▪
F.	708.0	▪
	▪	
	▪	
	▪	

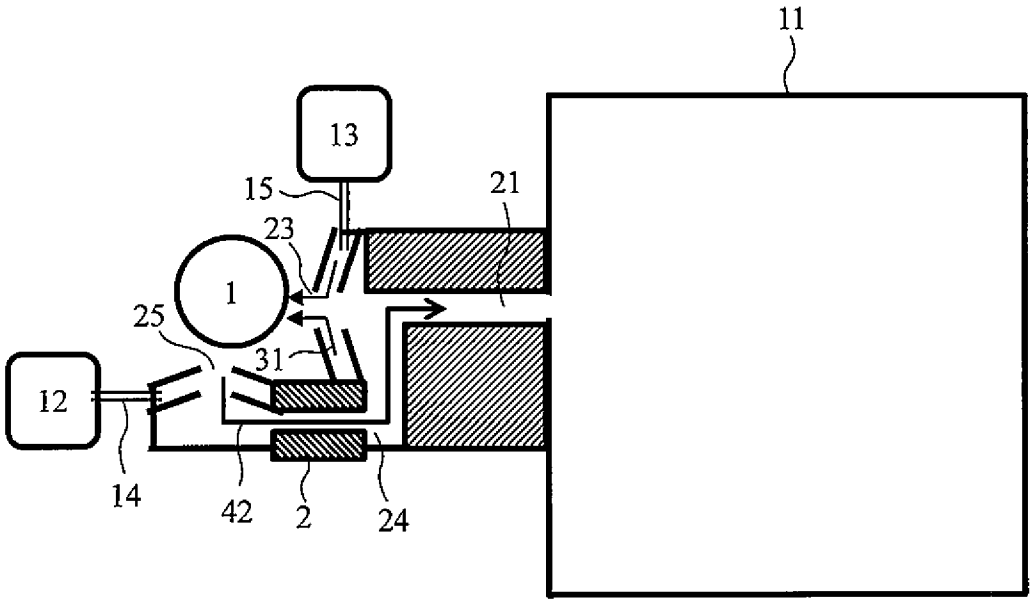
[図6A]

図６Ａ



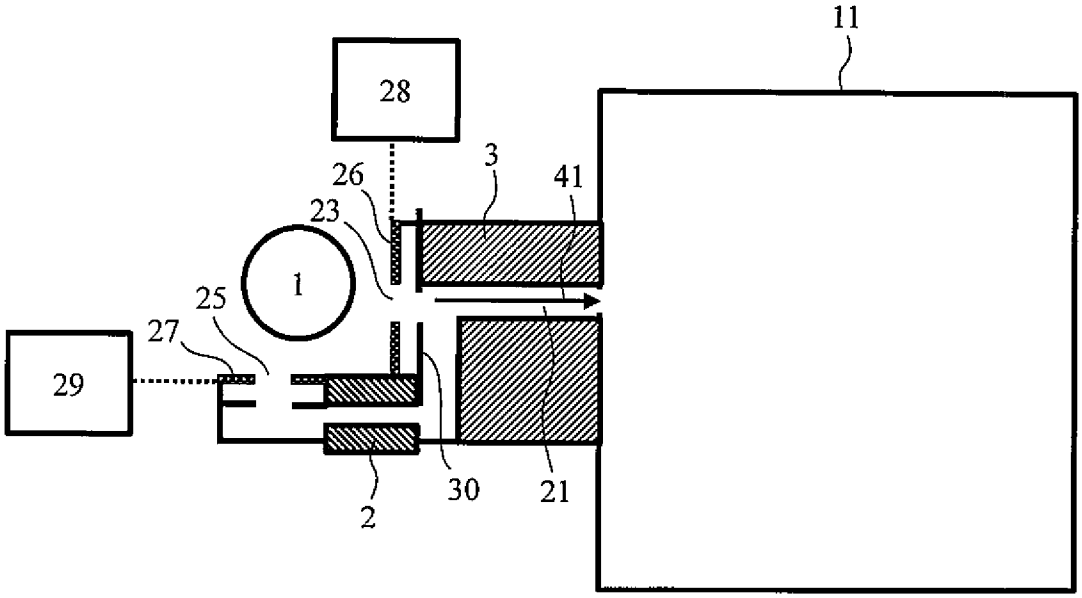
[図6B]

図６Ｂ



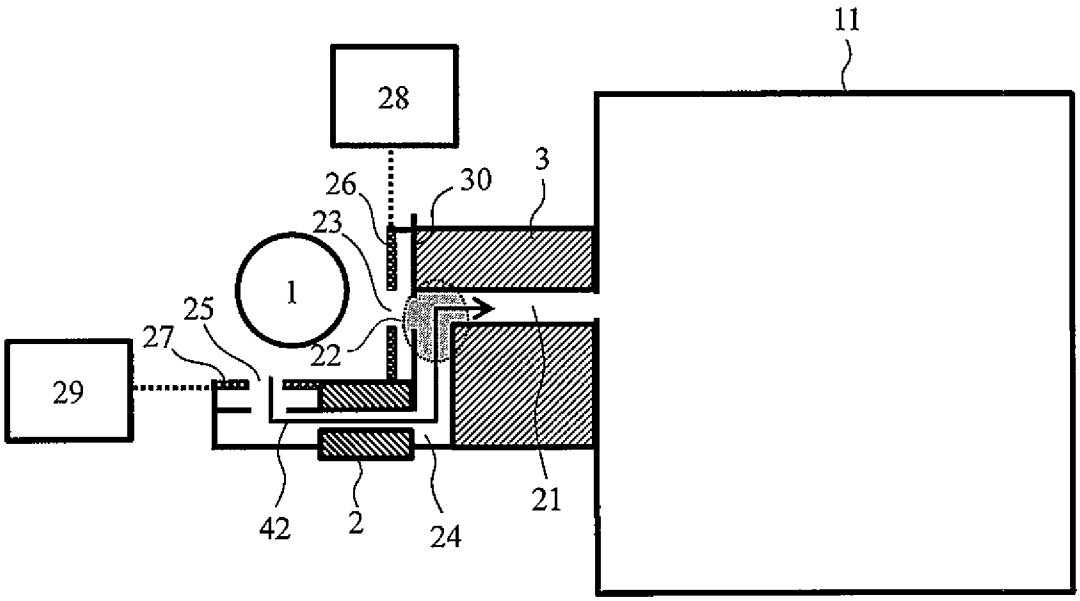
[図7A]

図７Ａ



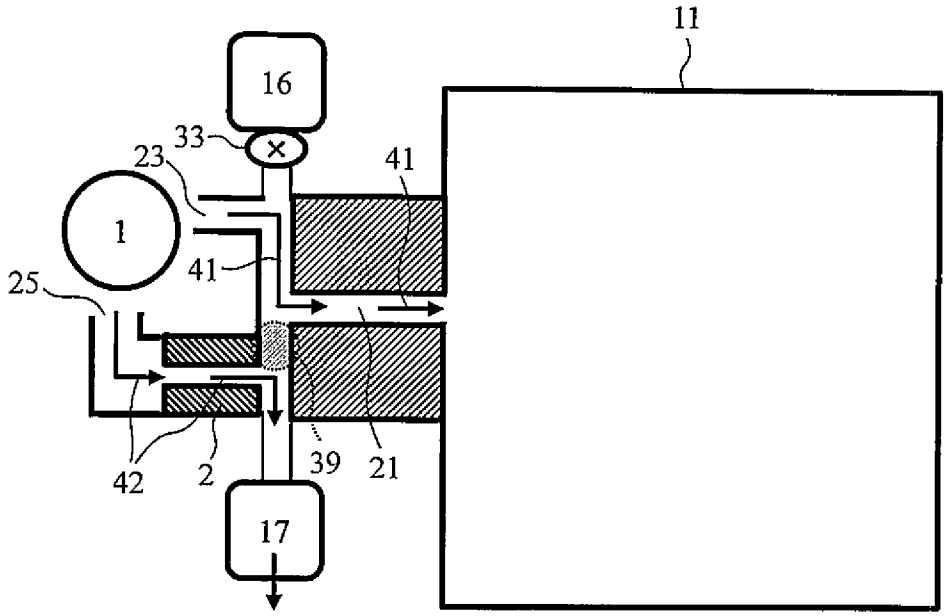
[図7B]

図７Ｂ



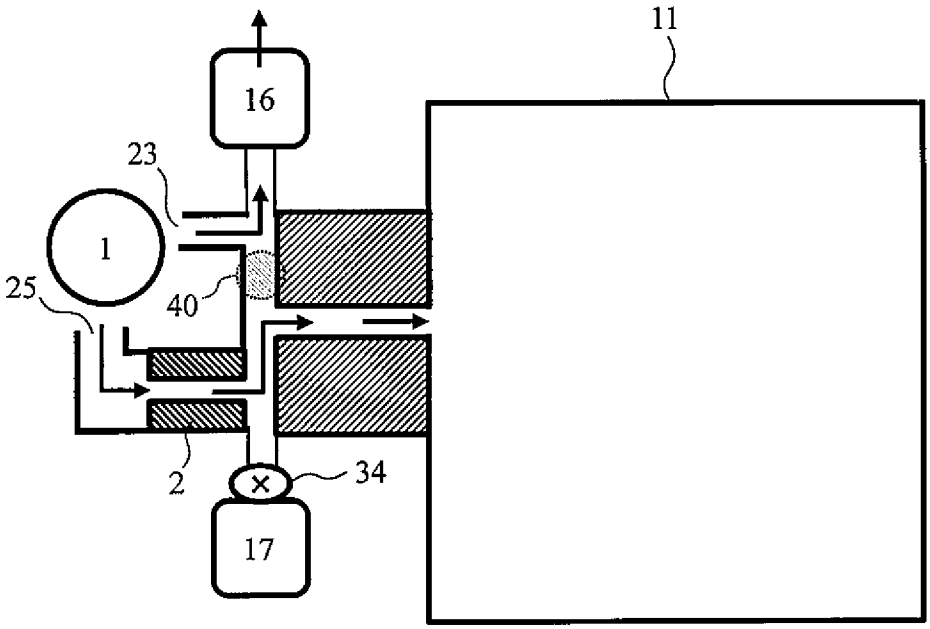
[図8A]

図８Ａ



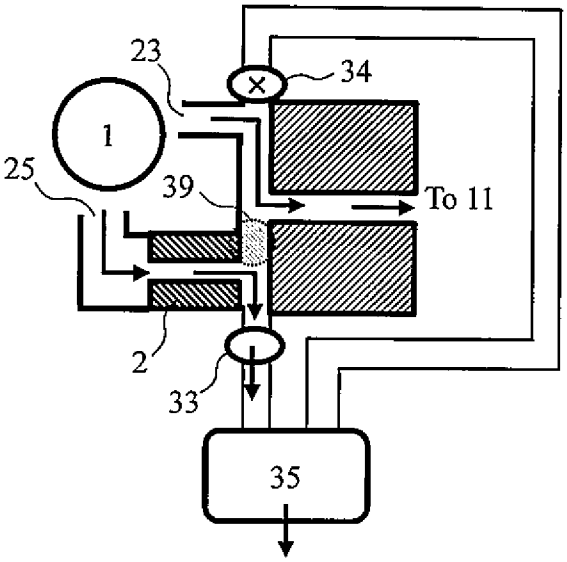
[図8B]

図８Ｂ



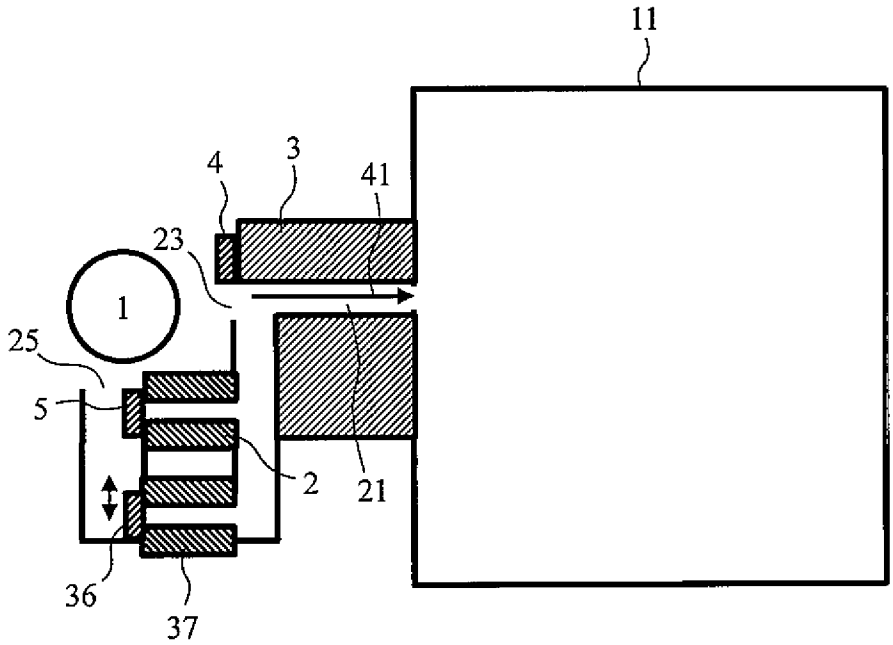
[図9]

図９



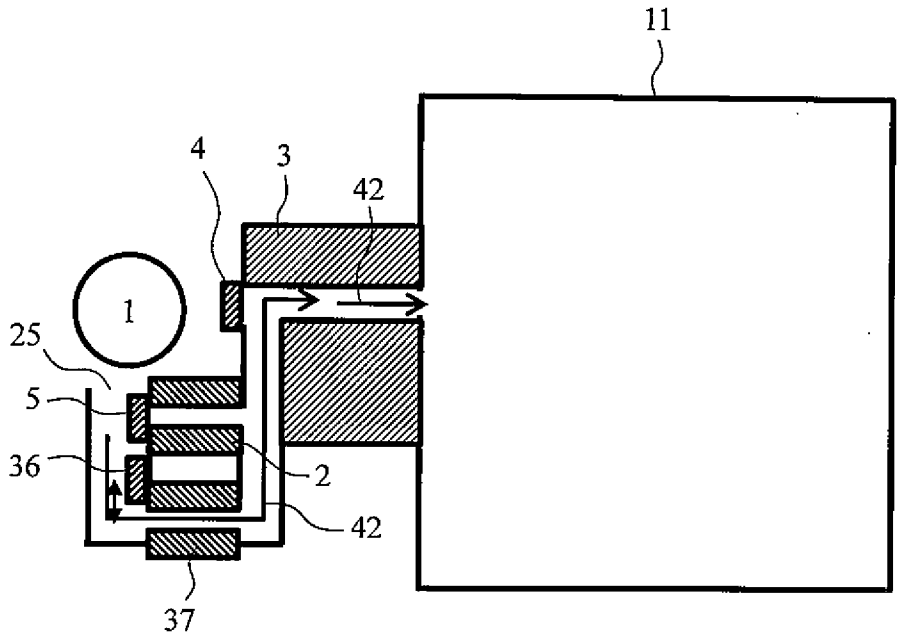
[図10A]

図１０Ａ



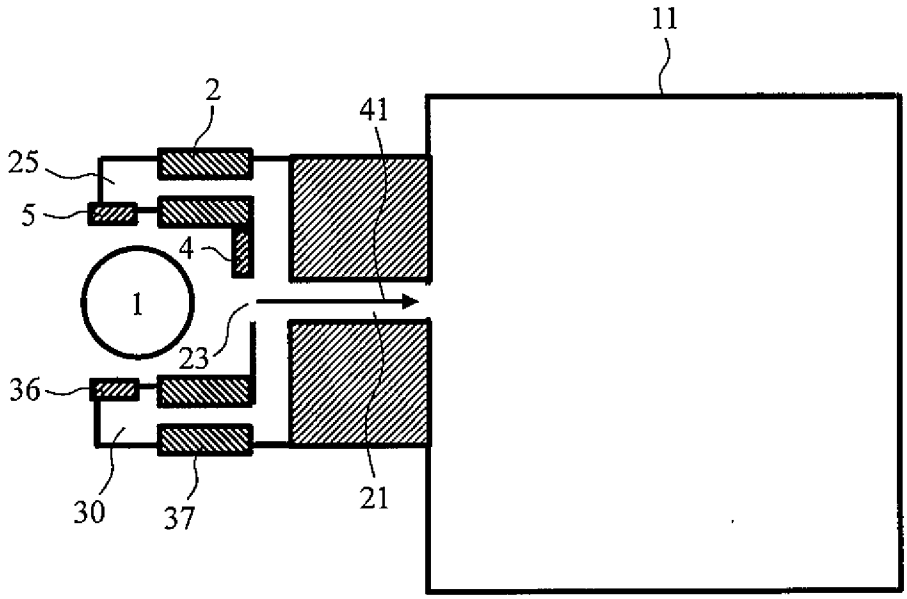
[図10B]

図１０Ｂ



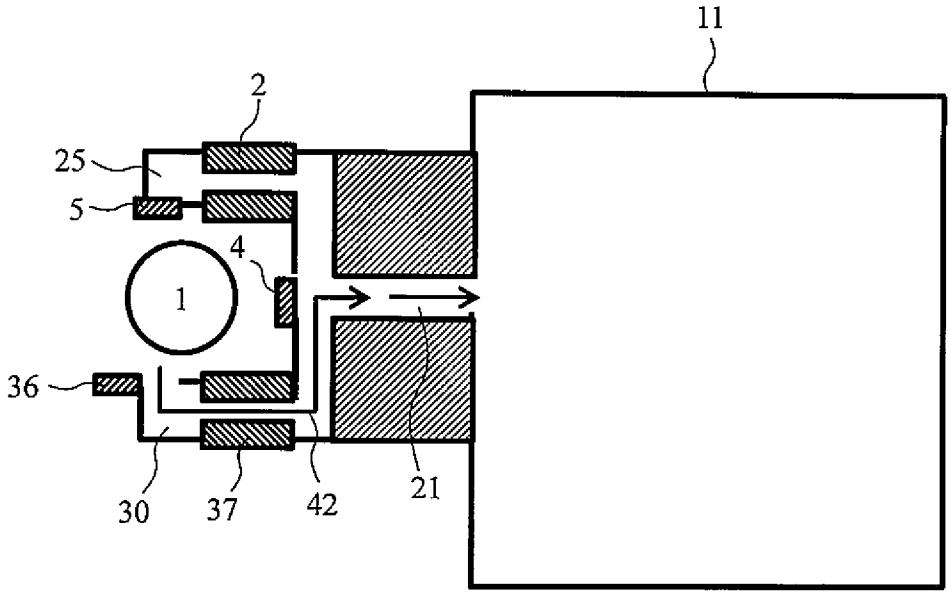
[図11A]

図１１Ａ



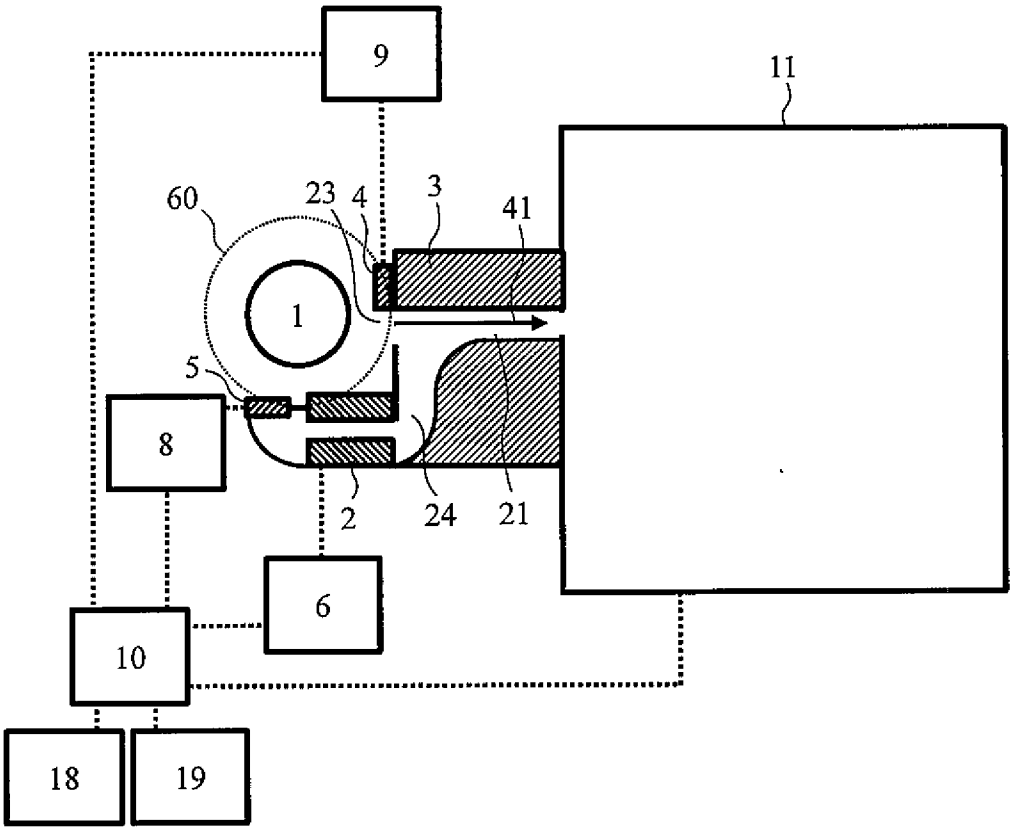
[図11B]

図１１Ｂ



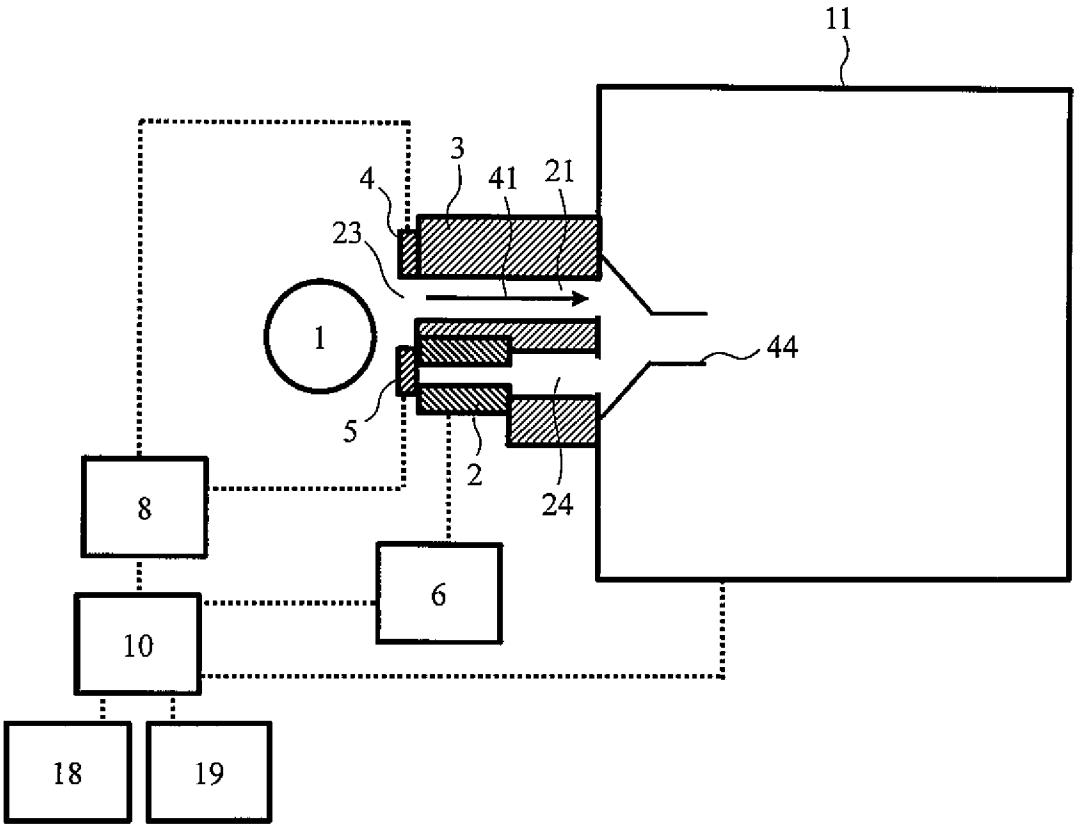
[図12]

図１２



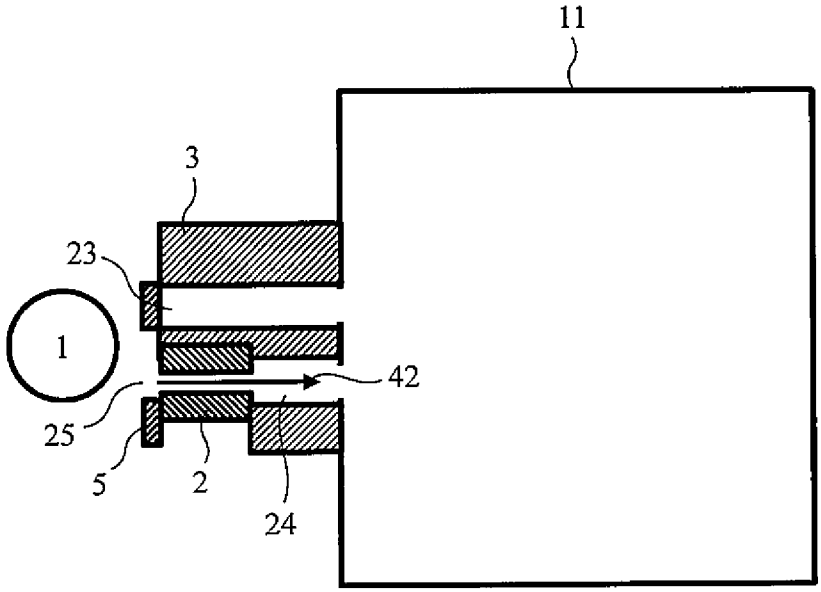
[図13A]

図１３Ａ



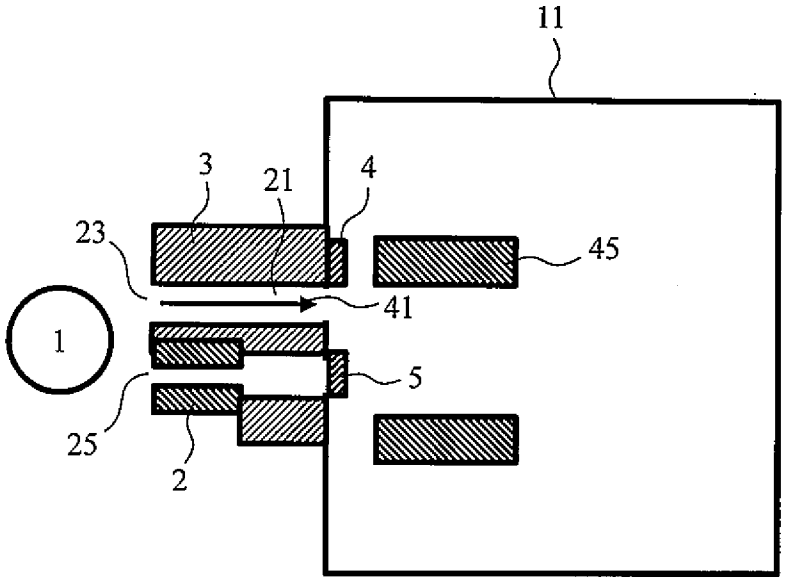
[図13B]

図１３Ｂ



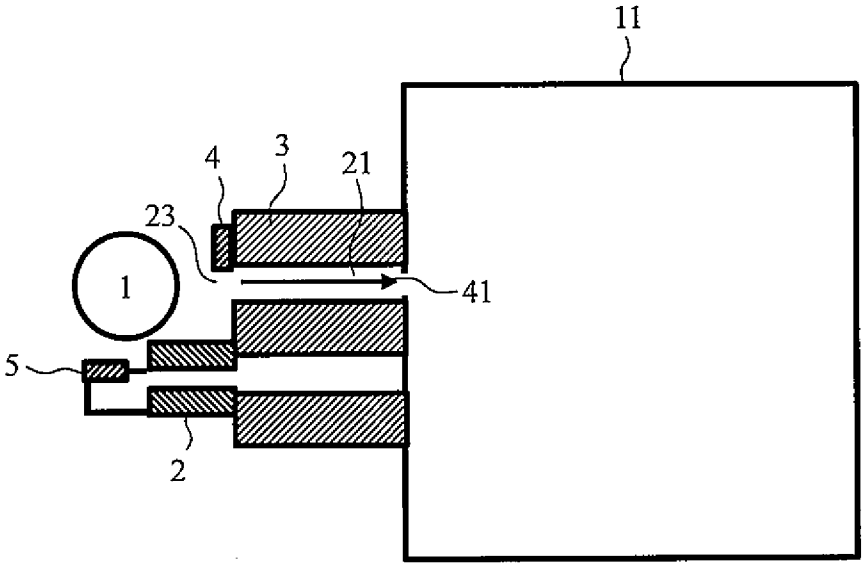
[図14]

図１４



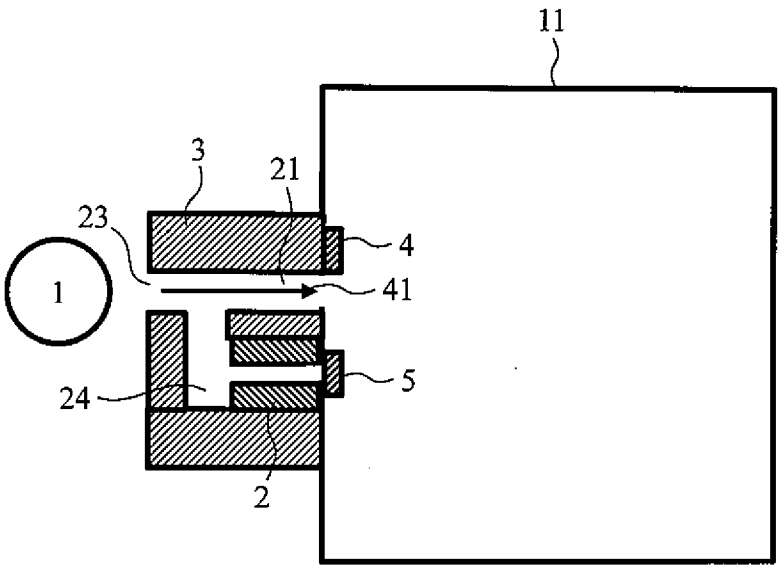
[図15]

図１５



[図16]

図１６



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/084054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J49/26(2006.01)i, *G01N27/62*(2006.01)i, *H01J49/06*(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)
H01J49/26, G01N27/62, H01J49/06

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	US 2011/0253890 A1 (Michael W. BELFORD), 20 October 2011 (20.10.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 6-201650 A (Hitachi, Ltd.), 22 July 1994 (22.07.1994), paragraph [0028] & US 5449902 A	1-13

☐ 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
"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 19 January 2015 (19.01.15)	Date of mailing of the international search report 27 January 2015 (27.01.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０８４０５４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01J49/26(2006.01)i, G01N27/62(2006.01)i, H01J49/06(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.　H01J49/26, G01N27/62, H01J49/06

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
A	US 2011/0253890 A1 (Michael W. BELFORD) 2011.10.20, 全文全図 (ファミリーなし)	１－１３
A	JP 6-201650 A (株式会社日立製作所) 1994.07.22, 【0028】 & US 5449902 A	１－１３

☐　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	国際調査報告の発送日
１９．０１．２０１５	２７．０１．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｇ　９６０６
桐畑　幸▲廣▼
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６