

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6488294号  
(P6488294)

(45) 発行日 平成31年3月20日(2019.3.20)

(24) 登録日 平成31年3月1日(2019.3.1)

|                        |              |   |
|------------------------|--------------|---|
| (51) Int. Cl.          | F I          |   |
| HO 1 J 49/10 (2006.01) | HO 1 J 49/10 |   |
| HO 1 J 49/24 (2006.01) | HO 1 J 49/24 |   |
| HO 1 J 49/26 (2006.01) | HO 1 J 49/26 |   |
| GO 1 N 27/62 (2006.01) | GO 1 N 27/62 | F |
|                        | GO 1 N 27/62 | G |

請求項の数 22 (全 16 頁)

|               |                               |           |   |
|---------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号     | 特願2016-526975 (P2016-526975)  | (73) 特許権者 | 506118696   |
| (86) (22) 出願日 | 平成26年7月7日(2014.7.7)           |           | スミスズ ディテクション インコーポレイテッド                           |
| (65) 公表番号     | 特表2016-530680 (P2016-530680A) |           | アメリカ合衆国 メリーランド州 21040 エッジウッド レイクサイド プールバード 2202   |
| (43) 公表日      | 平成28年9月29日(2016.9.29)         | (74) 代理人  | 100147485   |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2014/045600             |           | 弁理士 杉村 憲司   |
| (87) 国際公開番号   | W02015/009478                 | (74) 代理人  | 100177426   |
| (87) 国際公開日    | 平成27年1月22日(2015.1.22)         |           | 弁理士 粟野 晴夫   |
| 審査請求日         | 平成29年7月7日(2017.7.7)           | (72) 発明者  | ヴァディム バークアウト                                      |
| (31) 優先権主張番号  | 61/856,389                    |           | アメリカ合衆国 メリーランド州 20851 ロックビル アトランティック アヴェニュー 12704 |
| (32) 優先日      | 平成25年7月19日(2013.7.19)         |           |   |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 平均流量の減少を可能にする質量分析計の入口

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量分析を行うために、およそ大気圧条件において生成されたイオンを質量分析計に転送するように構成されたインターフェースにおいて、

イオン含有流体を受け取るように構成された入口と、前記イオン含有流体を質量分析計に導くように構成された出口とを備え、前記入口から前記出口まで延在する第1の流路を画定する第1の導管と、

ポンプと、

入口を備えた第2の導管であって、該第2の導管は、前記第1の導管の前記入口と前記出口の間の位置から前記第2の導管の出口まで延在する第2の流路を画定する、前記第2の導管とを備え、

前記ポンプは、前記第1の流路内を移動する前記イオン含有流体の一部を前記第2の流路に方向転換させるように構成されており、

前記インターフェースは、前記第2の流路に配置された弁を備え、

前記弁が開弁配置にあるとき、前記弁は、前記ポンプにより前記イオン含有流体の一部を前記第1の流路から前記第2の流路に方向転換させることが可能であり、

前記弁が閉弁位置にあるとき、前記弁は、前記イオン含有流体の一部を前記第1の流路から前記第2の流路に導くことはせず、

前記質量分析計は、前記イオンが生成される圧力よりも低い圧力にあるチャンバを備え、該チャンバには、前記イオン含有流体が前記出口によって導かれる、インターフェース

10

20

。

【請求項 2】

前記第 1 の導管は金属導管であり、前記第 1 の導管および前記第 2 の導管は一体形成されている、請求項 1 に記載のインターフェース。

【請求項 3】

前記第 1 の導管は、少なくとも 50 に加熱されるように構成された、請求項 2 に記載のインターフェース。

【請求項 4】

前記第 1 の導管によって画定される前記第 1 の流路は第 1 の断面積を有し、  
前記イオン含有流体の一部が前記第 1 の流路から前記第 2 の流路に方向転換されるとき、前記第 1 の導管は、前記第 1 の流路の前記第 1 の断面積を実質的に維持するように構成されている、請求項 1 に記載のインターフェース。

10

【請求項 5】

前記ポンプは、前記第 1 の流路内を移動する前記イオン含有流体の少なくともおよそ 95% を前記第 2 の流路に方向転換させるように構成されている、請求項 1 に記載のインターフェース。

【請求項 6】

入口を有するチャンバを備えた質量分析計と、  
前記チャンバ内の圧力を低下させるように構成された第 1 のポンプと、  
前記質量分析計によって分析されるイオン含有流体を受け取るように構成された入口および前記チャンバの前記入口と連通する出口を有する第 1 の導管を備えたインターフェースであって、前記第 1 の導管は、断面積を有する流体流路を画定し、該流体流路は前記入口と前記出口の間に延在し、前記インターフェースは、第 1 の期間の間は、前記流体流路内の前記イオン含有流体の少なくとも第 1 の一部を前記チャンバ内に導き、第 2 の期間の間は、前記流体流路内の前記イオン含有流体の前記第 1 の一部とは異なる少なくとも第 2 の一部を前記出口から前記チャンバ内に導くように構成されている、前記インターフェースとを備え、

20

前記インターフェースは、前記第 1 の期間と前記第 2 の期間を通して、前記流体流路の前記断面積を実質的に変化させずに、前記チャンバ内に導かれる前記流体流路内の前記イオン含有流体の量を調節するように構成されている、質量分析計システム。

30

【請求項 7】

前記第 1 の導管の前記出口は、前記質量分析計の前記チャンバの前記入口に直接連結している、請求項 6 に記載の質量分析計システム。

【請求項 8】

質量分析器の動作は、前記インターフェースの動作と同期している、請求項 7 に記載の質量分析計システム。

【請求項 9】

前記第 1 の導管は金属であり、前記質量分析計は、前記第 1 の導管を加熱するように構成された加熱器をさらに備え、

前記第 1 の導管は、少なくとも 50 に加熱されるように構成され、  
前記インターフェースは第 2 のポンプを備え、該第 2 のポンプは、前記イオン含有流体の一部が前記チャンバに入ることを防止するように構成されている、請求項 6 に記載の質量分析計システム。

40

【請求項 10】

前記第 1 の導管の前記出口と連結され、前記第 1 の導管の出口と質量分析器の間に配置された少なくとも 1 つの中間イオン保管装置をさらに備える、請求項 6 に記載の質量分析計システム。

【請求項 11】

前記インターフェースは第 2 のポンプおよび第 2 の導管を備え、該第 2 のポンプは、前記イオン含有流体の一部が前記チャンバに入ることを防止するように構成され、

50

前記第2のポンプは、前記流体流路内を流れる前記イオン含有流体の一部を前記第2の導管に引き込むことで、前記チャンバに入る前記イオン含有流体の量を減少させるように構成されている、請求項9に記載の質量分析計システム。

【請求項12】

前記インターフェースは、前記第1の導管から第2の導管への流体流れを調節するように構成された弁を備える、請求項10に記載の質量分析計システム。

【請求項13】

前記入口は、約大気圧にある領域においてイオンを発生させるイオン化源から前記イオン含有流体を受け取るように構成されている、請求項6に記載の質量分析計システム。

【請求項14】

およそ大気圧にある領域から、それよりも低圧力の質量分析計のチャンバにイオンを転送する方法であって、

およそ760トルの圧力にあるイオン含有流体を、第1の流体流路を画定する第1の導管の入口に導くことであって、前記第1の流体流路は前記入口から出口まで延在する、導くことと、

第1の期間の間、760トル未満の圧力を有する質量分析計のチャンバに前記イオン含有流体を前記出口から導くことと、

第2の期間の間、第2の流体流路を画定する第2の導管内に前記イオン含有流体の一部を前記第1の流体流路から引き込むこととを含み、前記第2の流体流路は、前記第1の導管の前記入口と前記出口の間から前記第2の導管の出口まで延在し、前記イオン含有流体の残りの部分を、760トル未満の圧力を有する前記質量分析計の前記チャンバに導く、方法。

【請求項15】

前記第1の導管は金属導管であり、前記方法は、前記第1の導管を少なくともおよそ50の温度に加熱することを含む、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記第1の流体流路と前記第2の流体流路の接合部近傍の圧力を、およそ100トル未満まで低下させることをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記第2の期間の間に前記チャンバに導かれた前記イオン含有流体の量は、前記第1の期間の間に前記チャンバに導かれたイオン含有流体の量の5%以下である、請求項14に記載の方法。

【請求項18】

エレクトロスプレーイオン化、大気圧化学イオン化、大気圧マトリックス支援レーザー脱離イオン化、熱イオン化、脱離エレクトロスプレーイオン化、大気圧誘電体バリア放電イオン化、およびエレクトロスプレー支援レーザー脱離イオン化のうちの1つを用いて前記イオンを生成することをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項19】

前記第1の導管により画定される前記第1の流体流路は断面積を有し、

前記第1の流体流路の前記断面積は、前記第1の期間と前記第2の期間を通して実質的に変化しない、請求項14に記載の方法。

【請求項20】

前記イオンの質量を同定することをさらに含み、前記第2の期間は質量分析器の動作と同期している、請求項14に記載の方法。

【請求項21】

前記質量分析器が以前に注入されたイオンを分析しているとき、前記第1の導管内の前記イオン含有流体の一部が前記第1の導管から第2の導管に方向転換され、前記質量分析器がイオンを蓄積しているとき、前記イオン含有流体の一部が前記第1の導管から前記第2の導管に方向転換しないように、前記第1の期間および前記第2の期間は、前記質量分析器の動作と同期している、請求項20に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 2 2】**

第 1 の圧力にあるガス状のイオン源と、

第 2 の圧力において動作可能な質量分析計であって、前記第 2 の圧力は前記第 1 の圧力よりも低い、前記質量分析計と、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のインターフェースとを備えたシステム。

**【発明の詳細な説明】****【関連出願の相互参照】****【0001】**

本特許出願は、本特許出願の譲受人に譲渡された「Mass Spectrometer Inlet with Reduced Average Flow」と題される 2013 年 7 月 19 日に出願された米国仮特許出願番号 10  
第 61 / 856389 号の利益および優先権を主張するものであり、その内容はすべて参照により本明細書に援用される。

**【技術分野】****【0002】**

本開示は質量分析法に関し、より詳細には、質量分析計用の大気圧イオン化インターフェースに関する。

**【背景技術】****【0003】**

物質は、違法物質や危険物資などの関心物質を含んでいるかどうかを調べるために分析され得る。質量分析法などのさまざまな種類の分析法が低圧力条件の下で行われる。しかしながら、分析対象となる物質からのイオンは、大気圧などの高圧力条件において発生する。 20

**【0004】**

大気圧イオン化方法としては、エレクトロスプレーイオン化法 (ESI) (Yamashita, M.; Fenn, J.B., J. Phys. Chem. 1984, 88, 4451-4459)、大気圧化学イオン化法 (APCI) (Carroll, D. I.; Dzidic, I.; Stillwell, R. N.; Haegele, K. D.; Horning, E. C. Anal. Chem. 1975, 47, 2369-2373)、脱離エレクトロスプレーイオン化法 (DESI) (Takats, Z.; Wiseman, J. M.; Gologan, B.; Cooks, R. G. Science 2004, 306, 471-473)、リアルタイム直接分析法 (DART) (Cody, R. B.; Laramee, J. A.; Durst, H. D. Anal. Chem. 2005, 77, 2297-2302)、大気圧誘電体バリア放電イオン化法 (DBDI) 30、およびエレクトロスプレー支援レーザ脱離イオン化法 (ELDI) (Shiea, J.; Huang, M. Z.; Hsu, H. J.; Lee, C. Y.; Yuan, C. H.; Beech, I.; Sunner, J. Rapid Commun. Mass Spectrom. 2005, 19, 3701-3704) などさまざまなものが挙げられる。

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

周囲条件における物質などを分析するためのシステムおよび方法を提供する。

**【0006】**

一態様では、インターフェースが提供される。インターフェースは、質量分析を行うために、およそ大気圧条件において生成されたイオンを質量分析計に転送するように構成されている。インターフェースは第 1 の導管を備える。第 1 の導管は入口を備える。入口は、イオン含有流体を受け取るように構成されている。第 1 の導管は出口を備える。出口は、イオン含有流体を質量分析計に導くように構成されている。第 1 の導管は、入口から出口まで延在する第 1 の流路を画定する。インターフェースはポンプを備える。インターフェースは第 2 の導管を備える。第 2 の導管は入口を備える。第 2 の導管は、第 1 の導管の入口と出口の間の位置から第 2 の導管の出口まで延在する第 2 の流路を画定する。ポンプは、第 1 の流路内を移動するイオン含有流体の一部を第 2 の流路に方向転換させるように構成されている。一実施形態では、弁が、第 2 の導管の流れを制御するように構成されている。 40  
50

## 【0007】

別の態様においては、質量分析計システムが提供される。質量分析計システムは、入口を有するチャンバを備えた質量分析計を備える。質量分析計システムは、チャンバ内の圧力を低下させるように構成された第1のポンプを備える。質量分析計システムはインターフェースを備える。インターフェースは第1の導管を備えており、この第1の導管は、質量分析計によって分析されるイオン含有流体を受け取るように構成された入口を有する。第1の導管は、チャンバの入口と連通する出口を備える。第1の導管は、断面積を有する流体流路を画定する。この流体流路は入口と出口の間に延在する。インターフェースは、第1の期間の間は、流体流路内のイオン含有流体の少なくとも第1の一部を出口からチャンバ内に導き、第2の期間の間は、流体流路内のイオン含有流体の少なくとも第2の一部を出口からチャンバ内に導くように構成されている。インターフェースは、第1の期間と第2の期間を通して、流体流路の断面積を実質的に変化させずに、チャンバ内に導かれる流体流路内のイオン含有流体の量を調節するように構成されている。

10

## 【0008】

別の態様では、およそ大気圧にある領域から、それよりも低圧力の質量分析計のチャンバにイオンを転送する方法が提供される。この方法は、およそ760トルの圧力にあるイオン含有流体を、第1の流体流路を画定する第1の導管の入口に導くことを含む。第1の流体流路は上記入口から出口まで延在する。上記方法は、第1の期間の間、760トル未満の圧力を有する質量分析計のチャンバにイオン含有流体を出口から導くことを含む。上記方法は、第2の期間の間、第2の流体流路を画定する第2の導管内にイオン含有流体の一部を第1の流体流路から引き込むことを含む。第2の流体流路は、第1の導管の入口と出口の間から第2の導管の出口まで延在し、イオン含有流体の残りの部分を、760トル未満の圧力を有する質量分析計のチャンバに導く。

20

## 【0009】

別の態様ではシステムが提供される。このシステムは、第1の圧力にあるガス状のイオン源を備える。上記システムは、第2の圧力において動作可能な質量分析計を備える。第2の圧力は第1の圧力よりも低い。上記システムは、ガス状のイオン源と質量分析計の間の導管を備え、イオン源からのイオンを含む流体は、この導管内を流れるように構成されている。上記システムは、ガス状のイオン源と質量分析計の間に流れ転換要素を備え、この流れ転換要素は、質量分析計内の圧力を第2の圧力まで低下させるのに十分な量の流体流れを方向転換させるように構成されている。

30

## 【0010】

この発明の概要は、以下の詳細な説明においてさらに記載される概念から選択したものを簡略化した形で紹介したものである。本概要は、請求する主題の鍵となる特徴または本質的な特徴を特定することを意図したものではなく、また請求する主題の範囲の画定を促進するために用いられることも意図していない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

【図1】イオン発生機構、分析機構、およびイオン発生機構と分析機構の間にあるインターフェースを備える、試料を分析するように構成されたシステムの実施形態の概略図である。

40

【図2】イオン発生機構、分析機構、およびイオン発生機構と分析機構の間にあるインターフェースを備える、試料を分析するように構成されたシステムの別の実施形態の概略図である。

【図3】イオン発生機構、分析機構、およびイオン発生機構と分析機構の間にあるインターフェースを備える、試料を分析するように構成されたシステムの別の実施形態の概略図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0012】

添付図面を参照しつつ詳細な説明を行う。添付図面では、参照番号の最も左の桁は、そ

50

の参照番号が最初に現れる図面を特定する。詳細な説明および図面において、別の例で同じ参照番号が使用される場合は、類似または同一の要素を示しうる。

【0013】

添付図面を参照する前に、試料の含有物を同定することは、多くの状況において有用であることを述べておく。例えば、違法かつ/または危険な物質が輸送されることを防止するのに有用な場合がある。例えば、流体や固体などの物質を携帯する飛行機の乗客は、場合によっては、それら物質に違法物質や危険物質などが含まれていないかを調べるための検査を受ける必要がある。別の例では、例えば導管などの容器を流れる試料や包装品などの容器に保存された試料などの物質に不純物が含まれていないかを調べるために物質を分析するのに有用となりうる。

10

【0014】

分析システムの実施形態では、さまざまな技術を用いて関心物質を処理して分析用イオンを生成する。これらの技術のいくつかは大気圧などの高圧力で行われる。しかしながら、さまざまな実施形態において、質量分析計などによる質量分析は、分析対象となるイオンが生成される圧力よりも低い圧力で行われる。圧力インターフェースを用いることにより、イオンが生成される高圧力領域からイオンが分析にかけられる低圧力領域にイオンを転送することができる。

【0015】

大気圧イオン化インターフェースのなかには、一連の差動式ポンプ段を伴い、細孔または径の小さい孔を有し、常に開口状態にあるチャンネルを備えることにより、第1の低圧力段へのイオン転送を可能しているものがある。いくつかの実施形態では、スキマーにより第2の低圧力段へのアクセスが制限される。ポンプを用いて第1の段および第2の段の圧力を低下させ、その低圧力を維持してもよい。例えば、一実施形態では、ラフポンプなどのポンプを単独で用いて第1領域の圧力をおよそ1トルまで低下させてもよい。例えば、ドラッグポンプおよび/またはターボ分子ポンプなどの付加的なスプリットフローポンプまたは多数の付加ポンプを用いて、第2の段の圧力を低下させてもよい。質量分析を行うにあたり、多数のイオンが第2の段へ転送されると有利である。

20

【0016】

多数のイオンを質量分析用の領域に転送するために、さまざまな実施形態において、入口細孔を大きくしたり、差動的にポンプ動作する各段の間のオリフィスを大きくしたりするなどして、イオンを含む液体の流れを増加させることができる。しかしながら、イオンは、関心物質でなくかつ分析対象でもないバックグラウンド流体（例えばガスや空気など）とともに質量分析用領域に導入される。したがって、質量分析計などに導入されるイオン数を増加させることは、付加的な流体を質量分析計に導入する結果となり、したがってこの領域の圧力が上昇する。いくつかの状況では、質量分析用の最終領域に転送されるイオンの数を増加させた場合大きいポンプシステムが必要となり得る。これは、イオンをある領域から別の領域へ送るために用いられる大きめのオリフィスなどを通して質量分析領域に入る付加的な流体を除去するためである。

30

【0017】

しかしながら、例えば、より小さく、手持ち可能で、ポータブルなサイズに構成された分析機構の実施形態があれば有利となり得る。

40

【0018】

一実施形態では、高圧力で生成されたイオン含有流体は、インターフェースを介して質量分析計の低圧力チャンバに導入される。ポンプを設けることにより質量分析計のチャンバの圧力を低下させ、チャンバを所望の圧力に維持することができる。イオンの分析は、質量分析計の低圧力チャンバ内で断続的かつ/または非連続的に行われる。質量分析計のチャンバ内の低圧力を維持するためにポンプにより行われる作業量は、質量分析計の低圧力チャンバに導入されるイオン含有流体の量を調節することで減少させることができる。

【0019】

一実施形態では、例えば、イオンが蓄積される第1の期間の間、質量分析計は高容量の

50

流体流れを受け取るように構成されている。質量分析計は、チャンバがポンプ排出される第2の期間の間は(その間、例えば、圧力の低下やチャンバからの流体除去が行われる)イオンを受け入れない。質量分析計は、蓄積されたイオンが質量分析されている間もイオンを受け入れない。したがって、質量分析計の低圧力チャンバに導入されるイオン含有流体の量は、質量分析計がポンプ排出されている期間の間およびイオン分析が行われている期間の間は減少しうる。このようにすると、常に一定のイオン含有流体をチャンバ内へ送る場合とは対照的に、例えばより小さく、低出力、かつより低速度なポンプを用いて、質量分析計のチャンバを低圧力に維持することが可能となる。したがって、ポータブル式質量分析計システムなどに使用する際に有利となり得る。また、以下でさらに記載するインターフェースの実施形態を用いれば、ポンプに速度超過させたり、より大きくかつ高速のポンプを用いたりしない限りチャンバへの経時的な流体の流れを調節できない構成と比較して、イオンが蓄積される期間の間、より高容量の流体ひいてはより大量のイオンを注入することが可能となる。

10

#### 【0020】

図1に分析システム100の実施形態の概略図を示す。システム100は、イオン発生機構102と、インターフェース104と、分析機構106とを備える。インターフェース104は、イオン発生機構102と分析機構106の間に延在し、イオン発生機構102と分析機構106の間のイオン流動を調節するように構成されている。

#### 【0021】

一実施形態では、イオン発生機構102は、およそ大気圧のチャンバを備えている。一実施形態では、チャンバの圧力はおよそ700トルを上回る。別の実施形態では、チャンバの圧力はおよそ760トルを上回る。別の実施形態では、チャンバの圧力はおよそ650トル~およそ850トルである。別の実施形態では、チャンバの圧力はおよそ760トルである。別の実施形態では、チャンバの圧力はおよそ0.5気圧~2気圧である。別の実施形態では、チャンバの圧力はおよそ1気圧である。

20

#### 【0022】

イオン発生機構102は、例えば流体や固体などの物質を受け取り、その受け取った物質を用いて、例えば物質の組成を示すイオンなど、分析対象となるイオンを生成する。さまざまな実施形態において、イオン発生機構102としては、例えば、大気圧化学イオン源、エレクトロスプレーイオン源、ソニックスプレーイオン化源、大気圧マトリックス支援レーザー脱離イオン化、エレクトロスプレーイオン化、ナノエレクトロスプレーイオン化、大気圧マトリックス支援レーザー脱離イオン化、大気圧化学イオン化、脱離エレクトロスプレーイオン化、大気圧誘電体バリア放電イオン化、大気圧低温プラズマ脱離イオン化、エレクトロスプレー支援レーザー脱離イオン化などが挙げられる。

30

#### 【0023】

一実施形態では、インターフェース104は、入口110から出口112まで延在する第1の導管108を備える。入口110は、イオン発生機構102からイオン含有流体(例えばガスや空気など)を受け取るように構成されている。出口112は、イオン含有流体を分析機構106に導くように構成されている。インターフェース104は、第2の導管114も備える。第2の導管114は、第1の導管108の入口110と出口112の間の接合部において第1の導管108と連通する。弁116により第2の導管114を通る流れが調節される。ポンプ118は、弁116が開弁配置にあるとき、第2の導管114を通る流体の流れを引き込むように構成されている。弁116は、弁116が閉弁配置にあるときは、第2の導管114を通る流体の流れがポンプ118に引き込まれることを防ぐように構成されている。

40

#### 【0024】

一実施形態では、弁116は第1の流路には配置されていない。これにより第1の導管の加熱が可能となりうる。またこれにより、第1の流路は可動部を備える必要がなくなり、したがって、メンテナンスの容易化、汚染の減少、インターフェースの長寿命化などが可能となりうる。

50

## 【0025】

一実施形態では、ポンプ118はスクロールポンプである。別の実施形態では、ポンプ118は膜ポンプである。他の実施形態では、ポンプ118は、第2の導管114を通る流体を引き込み、かつ/または第2の導管114内の圧力を低下させるように構成された任意の適した種類のポンプとすることもできる。

## 【0026】

一実施形態では、分析機構106は、分析対象となるイオン含有流体の流れを第1の導管108の出口112から受け取るように構成されている。分析機構106はチャンバを備えている。分析機構106は、チャンバ内のイオンを分析するように構成されている。分析機構106は、分析機構106のチャンバ内の圧力を低下させるように構成されたポンプ120を備えている。

10

## 【0027】

一実施形態では、ポンプ120はターボドラッグポンプである。別の実施形態では、ポンプ120はスクロールポンプである。別の実施形態では、ポンプ120は膜ポンプである。他の実施形態では、ポンプ120は、分析機構106のチャンバ内の圧力を低下させるように構成された任意の適した種類のポンプとすることもできる。例示した実施形態では、分析機構106は、質量分析用に構成された質量分析計などの質量分析器を備えている。

## 【0028】

一実施形態では、ポンプ120は、分析機構106のチャンバ内の圧力をおよそ1トルまで低下させるように構成されている。別の実施形態では、ポンプ120は、分析機構106のチャンバ内の圧力をおよそ1トル未満まで低下させるように構成されている。別の実施形態では、ポンプ120は、分析機構106のチャンバ内の圧力をおよそ $1 \times 10^{-2}$ トル未満まで低下させるように構成されている。別の実施形態では、ポンプ120は、分析機構106のチャンバ内の圧力をおよそ $1 \times 10^{-3}$ トル未満まで低下させるように構成されている。

20

## 【0029】

およそ大気圧にあるイオン発生機構102内で発生したイオンを含む流体は、入口110を介して第1の導管108に入る。第1の期間の間、弁116は閉弁配置にあり、イオン含有試料は第2の導管114を通過することはできない。例えば、イオン含有流体の流れはすべて、第1の導管108内を流れて出口112を介して分析機構106の低圧力チャンバへ入り、イオンは次に行われる質量分析のために回収される。第2の期間の間、弁116は開弁配置となり、イオン含有試料の一部は、ポンプ118によって第1の導管108から第2の導管114に引き込まれる。この試料の一部は、分析機構106に入ることはできない。この第2の期間の間、分析機構106のチャンバは、ポンプ排出され得る。例えば、分析対象となるイオンを含まない流体は、チャンバからポンプでくみ上げられ、チャンバの圧力は低下し、かつ/または捕捉されたイオンは分析されうる。

30

## 【0030】

一実施形態では、第1の期間は第2の期間のおよそ20%未満の長さである。別の実施形態では、第1の期間は第2の期間のおよそ10%未満の長さである。一実施形態では、第1の期間は第2の期間のおよそ5%の長さである。一実施形態では、第1の期間は第2の期間のおよそ10分の1の長さであり、第2の期間はおよそ1秒である。別の実施形態では、第1の期間は第2の期間のおよそ10分の4未満の長さであり、第2の期間はおよそ1秒である。さらに別の実施形態では、第2の期間はおよそ1秒よりも長く、第1の期間はおよそ1秒未満である。

40

## 【0031】

一実施形態では、第1の導管108には内径があり、入口110と出口112の間で概ね一定の断面積を有する流路を画定している。別の実施形態では、第1の導管108の断面積は、入口110と出口112とで異なる。しかしながら、一実施形態では、第1の流路の断面積は経時変化しない。例えば、第1の導管108の寸法は、第1の流路を通過し

50

出口 1 1 2 から出て分析機構 1 0 6 のチャンバに入ることができる流量を減少させるような変化はしない。これにより、一実施形態では、寿命がより長く、メンテナンス回数が少なくて済み、かつ、例えば第 1 の流路を通過し出口 1 1 2 から出る流体の流量を変化させるためにその寸法を変化させる導管よりも高温まで加熱することができるインターフェースを形成することができる。

#### 【 0 0 3 2 】

第 1 の導管 1 0 8 内を流れて出口 1 1 2 から出て分析機構 1 0 6 に入ることが可能なイオン含有流体の量は、第 1 の導管 1 0 8 の内径または第 1 の導管 1 0 8 により画定される流路の断面積を変化させなくても、ポンプ 1 1 8 および弁 1 1 6 の動作により調節される。例えば、一実施形態では、第 1 の導管 1 0 8 内を流れて出口 1 1 2 から出て分析機構 1 0 6 に入ることが可能なイオン含有流体の量は、第 1 の導管を変形させたり粉砕したり閉塞させたりしなくても調節される。これにより、第 1 の導管 1 0 8 の使用可能な寿命期間を延ばすことができる。このことはまた、変形、粉砕、閉塞などしないように構成された硬質材料から第 1 の導管 1 0 8 を形成することを可能にする。例えば、一実施形態では、第 1 の導管 1 0 8 は、変形や劣化などを伴わずに高温まで加熱できるように構成された金属から形成することができる。

10

#### 【 0 0 3 3 】

一実施形態では、弁 1 1 6 が閉弁配置にあるとき、およそ 0 . 1 リットル毎分 ( L / m i n ) ~ およそ 3 リットル毎分 ( L / m i n ) の試料が、第 1 の導管 1 0 8 内を流動して分析機構 1 0 6 に入るように構成されている。別の実施形態では、弁 1 1 6 が閉弁配置にあるとき、少なくともおよそ 0 . 3 L / m i n の試料が第 1 の導管 1 0 8 内を流動して分析機構 1 0 6 に入るように構成されている。

20

#### 【 0 0 3 4 】

一実施形態では、分析機構 1 0 6 に入る流量は、分析機構 1 0 6 の動作と同期するように調節される。例えば、一実施形態では、分析機構 1 0 6 が以前に注入されたイオンを分析しているとき、インターフェース 1 0 4 は、第 1 の導管 1 0 8 内のイオン含有流体の一部が分析機構 1 0 6 に入らないように、例えば、イオン含有流体の大部分が第 1 の導管 1 0 8 から第 2 の導管 1 1 4 に方向転換されるように構成されている。一実施形態では、注入期間時、例えば分析機構 1 0 6 がイオンを蓄積しているとき、インターフェース 1 0 4 は、第 1 の導管 1 0 8 内の実質的にすべてのイオン含有流体が分析機構 1 0 6 に入るように、すなわち、イオン含有流体の一部が第 1 の導管 1 0 8 から第 2 の導管 1 1 4 に方向転換しないように構成されている。

30

#### 【 0 0 3 5 】

一実施形態では、弁 1 1 6 が開弁配置にあるとき、ポンプ 1 1 8 は、第 1 の導管 1 0 8 と第 2 の導管 1 1 4 の接合部 1 1 5 において、インターフェース 1 0 4 内の圧力を低下させるように構成されている。一実施形態では、弁 1 1 6 が開弁配置にあるとき、ポンプ 1 1 8 は、第 1 の導管 1 0 8 と第 2 の導管 1 1 4 の接合部 1 1 5 において、インターフェース 1 0 4 内の圧力をおよそ 2 0 0 トル未満まで低下させるように構成されている。別の実施形態では、弁 1 1 6 が開弁配置にあるとき、ポンプ 1 1 8 は、第 1 の導管 1 0 8 と第 2 の導管 1 1 4 の接合部 1 1 5 において、インターフェース 1 0 4 内の圧力をおよそ 1 0 0 トル未満まで低下させるように構成されている。別の実施形態では、弁 1 1 6 が開弁配置にあるとき、ポンプ 1 1 8 は、第 1 の導管 1 0 8 と第 2 の導管 1 1 4 の接合部 1 1 5 において、インターフェース 1 0 4 内の圧力をおよそ 5 0 トルまで低下させるように構成されている。

40

#### 【 0 0 3 6 】

一実施形態では、弁 1 1 6 が開弁配置にあるとき、ポンプ 1 1 8 は、第 1 の導管 1 0 8 内を進むイオン含有流体の少なくともおよそ 7 5 % を第 2 の導管 1 1 4 に方向転換させるように構成されている。別の実施形態では、弁 1 1 6 が開弁配置にあるとき、ポンプ 1 1 8 は、第 1 の導管 1 0 8 内を進むイオン含有流体の少なくともおよそ 8 5 % を第 2 の導管 1 1 4 に方向転換させるように構成されている。別の実施形態では、弁 1 1 6 が開弁配置

50

にあるとき、ポンプ118は、第1の導管108内を進むイオン含有流体の少なくともおよそ95%を第2の導管114に方向転換させるように構成されている。

【0037】

一実施形態では、弁116が開弁配置にあるとき、ポンプ118は、入口110を介して第1の導管108に入るイオン含有流体のおよそ25%未満を第1の導管108の出口112を介して分析機構106に流入させるように構成されている。別の実施形態では、弁116が開弁配置にあるとき、ポンプ118は、入口110を介して第1の導管108に入るイオン含有流体のおよそ15%未満を第1の導管108の出口112を介して分析機構106に流入させるように構成されている。別の実施形態では、弁116が開弁配置にあるとき、ポンプ118は、入口110を介して第1の導管108に入るイオン含有流体のおよそ5%未満を第1の導管108の出口112を介して分析機構106に流入させるように構成されている。

10

【0038】

一実施形態では、弁116は、第2の導管に配置されており、イオン発生機構102と分析機構106の間の第1の導管108によって画定される流路には配置されていない。例えば、分析機構106へ入るイオン含有流体は、弁116を通過することはない。一実施形態では、インターフェース104は、第1の導管108によって画定される第1の流路にどのような可動部も含まない。これにより、流路および分析機構106の汚染を抑制することができる。

【0039】

図1をさらに参照すると、一実施形態では、分析システム100は加熱器122も備えている。一実施形態では、加熱器122は、第1の導管108を少なくともおよそ35に加熱するように構成されている。別の実施形態では、加熱器122は、第1の導管108を少なくともおよそ50に加熱するように構成されている。別の実施形態では、加熱器122は、第1の導管108をおよそ50～およそ150に加熱するように構成されている。別の実施形態では、加熱器122は、第1の導管108をおよそ300に加熱するように構成されている。一実施形態では、第2の導管114のうち第1の導管108に近接する部分は加熱される。一実施形態では、第2の導管114のうち弁116を含む部分は、過度温度にさらされることはない。

20

30

【0040】

一実施形態では、第1の導管108は金属から形成されている。他の実施形態では、第1の導管108は、第1の導管108に劣化、変形、過剰摩耗などを発生させることなく、少なくとも100まで加熱できるように構成された任意の他の適した材料から形成してもよい。第1の導管108を加熱することにより、例えば「汚染」環境の試料や不純物を含んだ試料などによるシステム汚染を抑制することができる。一実施形態では、第1の導管108を加熱することで、例えば、第1の導管108の内表面に吸収されている前回の試料に由来するイオンの生成などの持ち越し効果を防止することができる。一実施形態では、加熱器122は電熱器である。別の実施形態では、加熱器122は対流加熱器である。別の実施形態では、加熱器122は誘導加熱器である。他の実施形態では、他の適した加熱器を用いることもできる。

40

【0041】

一実施形態では、第1の導管108の内径はおよそ0.1mm～およそ1mmである。別の実施形態では、第1の導管108の内径はおよそ0.25mm～およそ0.6mmである。別の実施形態では、第1の導管108の内径はおよそ0.4mmである。

【0042】

別の実施形態では、第2の導管114は金属から形成されている。一実施形態では、第1の導管108および第2の導管114は、時間の経過や温度変化があっても健全性を維持できるように構成された任意の材料または任意の材料の組み合わせから形成することもできる。

50

## 【 0 0 4 3 】

一実施形態では制御手段が設けられる。制御手段は、弁 1 1 6 が開弁配置と閉弁配置の間で作動すべく弁 1 1 6 を制御するように構成されている。

## 【 0 0 4 4 】

一実施形態では、第 2 の導管には弁は備わっていない。制御手段が設けられる。制御手段は、第 1 の期間の間、ポンプ 1 1 8 を作動させてイオン含有流体の一部を第 1 の導管から第 2 の導管に方向転換させるように構成されており、これにより、ポンプの作動中、このイオン含有流体の一部が分析機構に入ることが防止される。制御手段は、第 2 の期間の間、ポンプ 1 1 8 を停止させて、イオン含有流体の一部を第 1 の導管から方向転換させないようにし、代わりにイオン含有流体に第 1 の導管を通過させて分析機構に流入させるように構成されている。

10

## 【 0 0 4 5 】

図 1 に例示する実施形態では、第 2 の導管 1 1 4 は、第 1 の導管 1 0 8 によって画定される流路に対して概ね垂直な流路を画定するように例示されている。別の実施形態では、第 2 の導管は、第 1 の導管に対して垂直に延在しない流路を画定する。別の実施形態では、第 2 の導管は、第 1 の導管と概して平行な部分を備える流路を画定する。他の実施形態では、任意の適した向きの第 1 の導管 1 0 8 ならびに第 2 の導管 1 1 4 およびそれらが互いに画定し合う流路を用いることもできる。

## 【 0 0 4 6 】

一実施形態では、第 1 の導管 1 0 8 の出口 1 1 2 は質量分析器に直接連結している。別の実施形態では、第 1 の導管 1 0 8 の出口 1 1 2 は、例えば、イオンを捕えるためのトラップモードで動作するイオン漏斗やイオン誘導路などの中間イオン保管装置に連結される。別の実施形態では、分析機構 1 0 6 は、第 1 の導管 1 0 8 の出口 1 1 2 と質量分析器の間に位置する、例えばイオン漏斗および / またはイオン誘導路などのイオン誘導装置を備える。

20

## 【 0 0 4 7 】

別の実施形態として、図 2 に、イオン発生機構 2 0 2、分析機構 2 0 6、およびイオン発生機構 2 0 2 と分析機構 2 0 6 の間にあるインターフェース 2 0 4 を備えた、試料を分析するように構成されたシステム 2 0 0 を示す。このシステム 2 0 0 は、上記のシステム 1 0 0 と多くの点で類似している。したがって、相違点がこのシステム 2 0 0 の説明における焦点となる。システム 2 0 0 の分析機構 2 0 6 は、イオン保管装置を含む第 1 の部分 2 2 5 と、質量分析が行われる第 2 の部分 2 2 7 とを備える。

30

## 【 0 0 4 8 】

インターフェース 2 0 0 の一実施形態に対して、差動的にポンプ動作が行われる分析機構 2 0 6 の部分 2 2 5 および 2 2 7 を用いて試験を行った。第 1 の部分 2 2 5 は、第 1 の導管 2 0 8 の出口 2 1 2 と接続させた。第 1 の導管の入口 2 1 0 での流体の供給は、およそ大気圧条件で行った。ポンプ 2 2 0 を運転させ、かつ弁 2 1 6 を閉じた場合、すなわち、流体の流れ全体が第 1 の流体流路を通過して出口 2 1 2 から出て分析機構 2 0 6 の第 1 の部分 2 2 5 に入る場合、第 1 の部分 2 2 5 では 8 . 2 トルの圧力が計測され、第 2 の部分 2 2 7 では  $1 . 4 \times 10^{-2}$  トルの圧力が計測された。膜ポンプ 2 1 8 を運転させ、かつ弁 2 1 6 を周期的に 0 . 9 秒間開き、0 . 1 秒間閉じるようにした場合、第 1 の部分 2 2 5 では 1 . 0 トルの圧力が測定され、第 2 の部分 2 2 7 では  $1 . 8 \times 10^{-3}$  トルの圧力が測定された。これにより、分析機構 2 0 6 に取り入れられる平均的な流体の流れは、弁 2 1 6 が各期間の 9 0 % の間開いた状態では約 1 0 倍減少することが示された。

40

## 【 0 0 4 9 】

図 1 を参照すると、一実施形態では、弁 1 1 6 は、所定の長さの一連の期間の間、所定の長さの各期間の一時における開弁配置と、所定の長さの各期間の一時における閉弁配置との間で調整される。インターフェース 1 0 0 は以下のように構成される。弁 1 1 6 が各期間の少なくともおよそ 8 0 % の間開いていた場合、分析機構 1 0 6 のチャンバ内の圧力は、弁 1 1 6 が各期間の間ずっと閉じていた場合のおよそ 2 0 % 未満となる。また、弁 1

50

16が各期間の少なくともおよそ80%の間開いていた場合、第1の導管108から分析機構106のチャンバに入るイオン含有流体の流量は、弁116が各期間の間ずっと閉じていた場合のおよそ20%未満となる。

【0050】

図2を参照すると、一実施形態では、弁216は、所定の長さの一連の間、所定の長さの各期間の一時における開弁配置と、所定の長さの各期間のある一時における閉弁配置との間で調整される。インターフェース200は以下のように構成される。弁216が各期間のおよそ90%の間開いていた場合、第1の部分225の圧力は、弁216が各期間の間ずっと閉じていた場合と比べておよそ10倍低くなるように構成されている。また、弁216が各期間のおよそ90%の間開いていた場合、第1の導管208から分析機構206に入るイオン含有流体の流量は、弁216が各期間の間ずっと閉じていた場合のおよそ10%となるように構成されている。

10

【0051】

一実施形態では、上記期間は0.1秒~5秒である。別の実施形態では、上記期間は0.5秒~2秒である。別の実施形態では、上記期間はおよそ1秒である。

【0052】

一実施形態では、弁216が閉弁配置にあるとき、第1の部分225の圧力は、およそ1トル~およそ30トルであり、第2の部分227の圧力は、およそ $1 \times 10^{-1}$ トル~およそ $1 \times 10^{-3}$ トルである。弁216が開弁配置にあるとき、分析機構206への流体の流れは、およそ5倍~およそ20倍減少する。弁216が開弁配置にあるとき、第1の部分225の圧力および第2の部分227の圧力は、それぞれ、およそ5倍~およそ20倍減少する。

20

【0053】

図3に、別の実施形態として、イオン発生機構302、分析機構306、およびイオン発生機構302と分析機構306の間にあるインターフェース304を備えた、試料を分析するように構成されたシステム300を示す。このシステム300は、上記のシステム100および200と多くの点で類似している。したがって、相違点がこのシステム300の説明における焦点となる。システム300は、第1の低真空ポンプ331および第2の高真空ポンプ333を備える。第1の低真空ポンプ331は、分析機構306の第1の部分325を減圧し、第1の部分325から流体が除去されるように構成されている。第2の高真空ポンプは、分析機構306の第2の部分227を減圧し、第2の部分227から流体が除去されるように構成されている。

30

【0054】

さまざまな実施形態において、ポンプ118、218、318は、およそ0.1L/min~およそ10L/minの速さでポンプ動作するように構成することができる。さまざまな実施形態では、ポンプ118、218、318として、例えばファイファーバキューム社(Pfeiffer Vacuum GmbH)から市販されているMVP 006ポンプを用いてもよい。他の実施形態では、他の適したポンプを用いることもできる。

【0055】

プロセッサの実施形態としては、詳細は後述するが、アナログ・デジタル変換器、デジタル・アナログ変換器、増幅素子、マイクロプロセッサなどが挙げられる。プロセッサは、プロセッサの形成材料やプロセッサ内で使用されている処理機構によって限定されない。例えば、プロセッサは、半導体および/またはトランジスタ(例えば電子集積回路(IC))から構成してもよい。メモリはプロセッサに含めることができる。メモリには、比較するように構成されたアルゴリズムなどのデータを格納することができる。単一のメモリ装置を用いてもよいが、ランダム・アクセス・メモリ(RAM)、ハード・ディスク・メモリ、リムーバブル・メディア・メモリ、外部メモリ、他の種類のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体など、さまざまな種類のメモリおよびそれらの組み合わせ(例えば有形のメモリ)を用いてもよい。

40

【0056】

50

発明を説明する文脈における「a」、「an」、「the」という語や類似の指示対象語の使用は、本明細書において別段の指示がない限り、または文脈と明らかに矛盾しない限り、（特に以下の特許請求の範囲の文脈では）単数と複数の両方を含むと解釈すべきである。また、「comprising」、「having」、「including」、および「containing」という語は、別段の指示がない限り、オープンエンドな語として（すなわち「含むが限定はしない」ことを意味する語として）解釈されるべきである。本明細書における数値範囲の記載は、本明細書で別段の指示がない限り、その範囲内に含まれるそれぞれ異なる数値を個別に示す簡易的な方法としての役目を果たすことを単に意図しており、それぞれ異なる数値は本明細書に個別に記載されたものとして明細書に組み込まれる。本明細書に記載したすべての方法は、本明細書において別段の指示がない限り、または文脈と明らかに矛盾しない限り、任意の適した順序で行うことができる。本明細書で用いた任意およびすべての例または例示を表す言葉（例えば「など」）の使用は、単に、発明をより明らかにすることを意図したものであり、別段に特許請求されていない限りは発明の範囲を限定するものではない。明細書のどの言葉も、特許請求していない任意の要素が発明の実施に不可欠なものであることを示していると解釈されるべきではない。

10

**【0057】**

付加的な実施形態では、本明細書に記載した構造、技術、手法などは、さまざまな分析装置により活用されうる。記載した技術、手法、構造などは、さまざまな分析器具によっても活用されうる。これらの装置は、限定された機能（例えば薄い装置）または強靱な機能（例えば厚い装置）とともに構成されうる。したがって、装置の機能は、例えば処理能力、メモリ（例えばデータ格納能力）、分析能力などの装置のソフトウェア資源またはハードウェア資源と関係しうる。

20

**【0058】**

各実施形態では、システムおよびその部品はコンピュータ制御下で動作する。例えば、本明細書に記載された部品および機能を制御するためにシステム内またはシステムとともに設けられたプロセッサは、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア（例えば固定論理回路）、手動処理、またはそれらの組み合わせにより動作する。本明細書で使用される「制御手段」、「機能」、「サービス」、および「論理」などの語は、一般的に、システムの制御と関連して、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア、またはそれらの組み合わせを表す。ソフトウェアで実施される場合、モジュール、機能、または論理は、プロセッサ（例えばCPU）上で実行されると特定のタスクを行うプログラム・コードを表す。プログラム・コードは、1つまたは複数のコンピュータ読み取り可能なメモリ装置（例えばメモリおよび/または1つまたは複数の有形媒体）などに格納されていてもよい。本文書に記載された構造、機能、手法、および技術は、さまざまなプロセッサを有するさまざまなコンピュータ・プラットフォーム上で実施することができる。

30

**【0059】**

メモリはプロセッサに含めることもできる。メモリには、システム（その部品も含む）を動作させるための指示のプログラムやデータなどを格納することができる。単一のメモリ装置を用いてもよいが、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）、ハード・ディスク・メモリ、リムーバブル・メディア・メモリ、外部メモリ、他の種類のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体など、さまざまな種類のメモリおよびそれらの組み合わせ（例えば非一時的な有形のメモリ）を採用してもよい。

40

**【0060】**

本開示では実施形態を構造的に記載したが、構造およびその構造的均等物および/または機能的均等物を方法としても実行できる。

**【0061】**

本文書に開示された実施形態の改変例は、上述の説明を読んだ当業者にとっては明らかであろう。発明者らは、当業者らがそのような改変例を必要に応じて採用することを予想しており、また発明者らは、本発明が本明細書に具体的に記載されたのとは別のやり方で実施されること意図をしている。したがって、本発明は、適用法により許容されるように

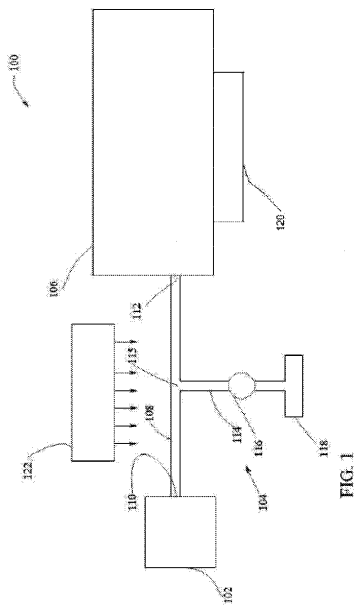
50

、本明細書に添付された特許請求の範囲に記載された主題のすべての変形例および均等物を含む。さらに、すべての可能な変形例における上記要素の任意の組み合わせは、本明細書に別段の指示がない限り、または文脈と明らかに矛盾しない限りにおいて、本発明に含まれる。

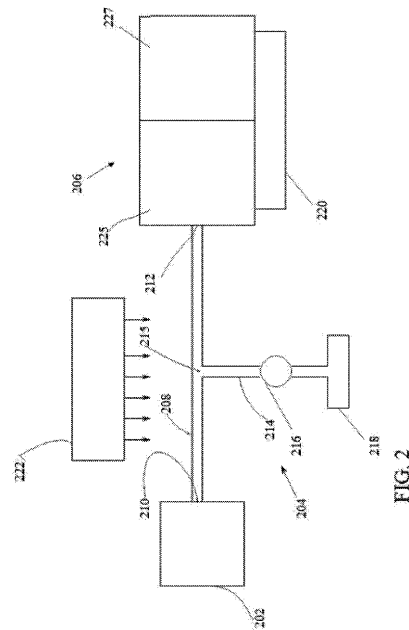
【 0 0 6 2 】

構造的特徴および/または方法的動作に特有の言葉を用いて本発明を記載してきたが、添付の特許請求の範囲に規定される発明は、記載された特定の特徴または動作に必ずしも限定されないことを理解されたい。むしろ、特定の特徴および動作は、請求する発明を実施するための例示的な形態として開示される。

【 図 1 】



【 図 2 】



【 3 】

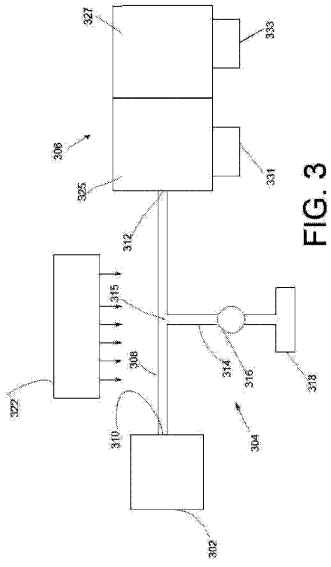


FIG. 3

---

フロントページの続き

審査官 鳥居 祐樹

(56)参考文献 特開2011-228071(JP,A)  
特開昭62-015747(JP,A)  
特開平03-261062(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01J 49/00 - 49/48  
G01N 27/62