

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5555428号
(P5555428)

(45) 発行日 平成26年7月23日(2014.7.23)

(24) 登録日 平成26年6月6日(2014.6.6)

(51) Int.Cl. F I
HO 1 J 49/06 (2006.01) HO 1 J 49/06

請求項の数 19 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-553584 (P2008-553584)	(73) 特許権者	510075457
(86) (22) 出願日	平成19年2月8日(2007.2.8)		ディーエイチ テクノロジーズ デベロッ プメント プライベート リミテッド
(65) 公表番号	特表2009-526353 (P2009-526353A)		シンガポール国 048624 シンガポ ール, ユーオービー プラザ, ラッフ ルズ プレイス 80 ナンバー25-0 1
(43) 公表日	平成21年7月16日(2009.7.16)	(74) 代理人	100078282
(86) 国際出願番号	PCT/CA2007/000185		弁理士 山本 秀策
(87) 国際公開番号	W02007/090282	(74) 代理人	100062409
(87) 国際公開日	平成19年8月16日(2007.8.16)		弁理士 安村 高明
審査請求日	平成22年1月14日(2010.1.14)	(74) 代理人	100113413
(31) 優先権主張番号	60/771,115		弁理士 森下 夏樹
(32) 優先日	平成18年2月8日(2006.2.8)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線周波数イオンガイド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

イオンを移送する方法であって、
該方法は、
単一の圧力領域内にイオンガイドを提供することであって、該イオンガイドは、イオン
入口端部およびイオン出口端部を有する、ことと、
該イオンガイド内にイオン収束場を提供することと、
該イオンガイドの周りに気体チャネリングスリーブを配置することと、
該気体チャネリングスリーブを介して気体を吸引することにより、該イオン入口端部か
ら該イオン出口端部に隣接する領域へ該イオン収束場に沿って気体の流れを生成すること
と

を包含する、方法。

【請求項2】

前記イオンガイドは、少なくとも2つの極を有する多重極のイオンガイドであり、前記
イオン収束場は、無線周波数信号を該極に印加することによって提供される、請求項1に
記載の方法。

【請求項3】

前記イオンガイドは、点在する絶縁体によって分離される複数の電導性リングから形成
され、各絶縁体は、隣接するリングに対して封印され、前記気体の流れは、該リングおよ
び該絶縁体を介して気体を吸引することによって生成される、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記イオンガイドは、互いに間隔を置いて配置される複数のリングから構成され、前記気体の流れは、該リングの周りに前記気体チャネリングスリーブを配置し、かつ、該気体チャネリングスリーブを介して気体を吸引することによって生成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記極は、第 1 の極および第 2 の極を含み、前記イオン収束場は、第 1 の R F 信号を該第 1 の極に印加し、第 2 の R F 信号を該第 2 の極に印加することによって生成され、該第 1 の R F 信号および該第 2 の R F 信号は、ほぼ等しい大きさを有するが、互いに 180° 位相がずれている、請求項 2 に記載の方法。

10

【請求項 6】

前記イオンガイドの前記イオン入口端部に隣接して配置されるイオン源からイオンを生成することをさらに包含し、該生成されたイオンは、前記気体の流れによって、該イオンガイドのイオン入口端部から該イオンガイドの該イオン出口端部に向けて移送される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記イオンガイドに対して上昇した圧力においてイオンを生成することと、該イオンガイドに入る前に 1 つ以上の圧力分化要素を介して該イオンを通過させることとをさらに包含する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

追加の気体の流れは、前記イオンガイドの前記イオン入口端部を介して生成される、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 9】

前記追加の気体の流れは、前記イオン入口端部において制限される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記気体の流れは、前記イオンガイドの前記イオン入口端部を介して生成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記気体の流れは、前記イオン入口端部において制限される、請求項 10 に記載の方法。

30

【請求項 12】

イオンガイドであって、
 (a) 軸の周りに配置される複数のイオン収束要素と、
 (b) 該軸に沿って間隔を置いて配置されるイオン入口端部およびイオン出口端部と、
 (c) 該イオン入口端部から該イオン出口端部に隣接する領域へ該軸に沿って気体の流れを運ぶための気体チャネリングスリーブであって、該イオンガイドは、単一の圧力領域内に配置される、気体チャネリングスリーブと、
 (d) 該気体チャネリングスリーブを介して該気体の流れを吸引するための吸引デバイスと
 を備えている、イオンガイド。

40

【請求項 13】

前記イオン収束要素は、第 1 の極および第 2 の極を含み、該第 1 の極は、少なくとも 2 つの第 1 の極ロッドを含み、該第 2 の極は、少なくとも 2 つの第 2 の極ロッドを含み、前記気体チャネリングスリーブは、該第 1 の極ロッドおよび該第 2 の極ロッドの周りに配置される、請求項 12 に記載のイオンガイド。

【請求項 14】

前記イオンガイドは、イオン入口端部およびイオン出口端部を有し、前記気体チャネリングスリーブは、該イオン入口端部と該イオン出口端部との間に延びる、請求項 13 に記載のイオンガイド。

50

【請求項 15】

前記イオン入口端部に隣接する前記気体チャネリングスリーブに取り付けられるスリーブキャップをさらに備え、該スリーブキャップは、イオンが前記イオンガイドに入ること

を可能にするキャップアパーチャを有する、請求項 14 に記載のイオンガイド。

【請求項 16】

前記イオン収束要素は、絶縁体によって分離される複数のリングを含み、該リングおよび絶縁体は、一緒に前記気体チャネリングスリーブを形成する、請求項 12 に記載のイオンガイド。

【請求項 17】

前記イオン収束要素は、前記軸の周りに配置され、かつ、前記気体チャネリングスリーブ内に配置される複数のリングを含む、請求項 12 に記載のイオンガイド。

10

【請求項 18】

イオン入口端部およびイオン出口端部を有するイオンガイドアセンブリであって、

(a) 軸の周りに配置される複数のイオン収束要素と、

(b) 該イオン入口端部から該イオン出口端部に隣接する領域へ該軸に沿って気体の流れを運ぶための気体チャネリングスリーブと、

(c) 該気体チャネリングスリーブを介して気体を吸引するための吸引デバイスであって、該イオンガイドアセンブリは、単一の圧力領域内に配置されている、吸引デバイスとを備えている、イオンガイドアセンブリ。

【請求項 19】

20

前記イオン入口端部に隣接する前記気体チャネリングスリーブに取り付けられるスリーブキャップをさらに備えている、請求項 18 に記載のイオンガイドアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示はイオンガイドに関する。より詳細には、本開示はイオンを移送するために用いられる無線周波数 (RF) イオンガイドに関する。

【背景技術】

【0002】

イオンガイドは、分析計ならびにイオンを移送するためおよび他の目的のための他のデバイスにおいて用いられる。イオンはイオン源を用いて提供される。ほとんどの大気圧イオン源に関して、イオンは、イオン入口端部においてイオンガイドに入る前に、開口部またはスキマー (skimmer) を通過する。無線周波数信号がイオンガイドに印加され、イオンガイド内においてイオンの放射状の収束を提供し得る。その結果、イオンガイドを通る移送効率は非常に高くなり得る。

30

【0003】

マトリックス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI)、表面増強レーザー脱離イオン化 (SELDI) および他のイオン源を含む一部のイオン源は、より低い圧力領域においてイオンを生成する能力がある。そのようなイオン源がイオンガイドと共に用いられるとき、イオン源は多重極のイオン入口端部に隣接して配置され得、その結果、イオン生成領域および多重極は同じ圧力に維持され得る。イオン源から生成されるイオンのうちの一部は、イオンガイドに入る。源とイオンガイドとの間に圧力の差がほとんどないか、または全くないとき、イオンは、典型的には、同じ極性を有するイオン間の空間電荷斥力によってイオンガイドの長さに沿って前進させられる。特定の試験中に新しいイオンが生成され、イオンガイドに入ると、以前に生成されたイオンは空間電荷斥力によってイオンガイドの長さ

40

に沿って前進させられる。空間電荷効果は、イオンガイドを介してイオンを前進させるが、その効果は、多数の望ましくない結果を導き得る。例えば、イオンに対する軸力の程度は、同じ極性の他のイオンの数および近さの両方に依存する。その結果、空間電荷が支配的な駆動力であるとき、イオンガイドを介するイオンの移送は、むらがあり、遅い。サンプルが標的上で空乏となるまで除去され得る MALDI 計量実験に関して、サンプルが

50

らのイオン分離度は最初に高く、次いで実験の経過により0に減衰する。従って、空間電荷力は、最初に強く、次いで減衰し、その結果、実験の終了近くに生成されるイオンはイオンガイドを介してより弱く前進させられる。このことは、高スループット計量に適さない、大まかにかつ変化しやすいピーク形状に導き得る。さらに、空間電荷力は本質的に無指向性であるので、該空間電荷力が軸方向へのイオンの移動に関する最も重要な駆動力を含むとき、イオン損失はより大きくなることが予期される。

【0004】

以前のデバイスより効率的なイオン移送機構をイオンガイドに提供して、イオンガイドの長さに沿ってより効率的かつ再生可能にイオンを移送することが望ましい。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0005】

(概要)

第1の局面に従う一例において、出願人の教示は、イオン入口端部およびイオン出口端部を有するイオンガイドにおいてイオンを移送する方法を提供する。該方法は、イオンガイド内にイオン収束場を提供することと、イオン出口端部に隣接する領域を含むイオン収束場の長さの少なくとも一部に沿って気体の流れを生成することとを包含する。

【0006】

この局面の別の例において、イオンガイドは、少なくとも2つの極を有する多重極のイオンガイドであり、イオン収束場は無線周波数信号を極に印加することによって提供される。

【0007】

この局面の別の例において、イオン収束場はイオンガイドの軸に沿って生成され、気体の流れは、軸に少なくとも部分的に沿って提供される。

【0008】

この局面の別の例において、気体の流れは、極の周りにスリーブを配置し、かつスリーブを介して気体を吸引することによって生成される。

【0009】

この局面の別の例において、イオンガイドは、点在する絶縁体によって分離される複数の電導性リングから形成され、各絶縁体は、隣接するリングに対して封印され、気体の流れは、リングおよび絶縁体を介して気体を吸引することによって生成される。

【0010】

この局面の別の例において、イオンガイドは、互いに間隔を置いて配置される複数のリングから構成され、前記気体の流れは、リングの周りにスリーブを配置し、かつスリーブを介して気体を吸引することによって生成される。

【0011】

この局面の別の例において、概ね平衡した軸方向の場合は、第1のRF信号を第1の極に、第2のRF信号を第2の極に印加することによって生成され、第1のRF信号および第2のRF信号は、ほぼ等しい大きさを有するが、互いに180°位相がずれている。

【0012】

この局面の別の例において、方法は、イオンガイドの入口端部に隣接して配置されるイオン源からイオンを生成することを包含し、生成されたイオンは、気体の流れによって、イオンガイドアセンブリのイオン入口端部からイオンガイドのイオン出口端部に移送される。

【0013】

この局面の別の例において、追加の気体の流れは、イオンガイドのイオン入口端部を通過して生成される。オプションで、追加の気体の流れは、イオン入口端部に隣接して制限され得る。

【0014】

この局面の別の例において、気体の流れは、イオン入口端部に隣接して始まり、イオン

10

20

30

40

50

ガイドのイオン出口端部を通して継続する。オプションで、気体の流れは、レンズまたは他の制限的要素を用いてイオン入口端部に隣接して制限され得る。

【0015】

出願人の教示の別の局面の例は、軸の周りに配置される複数のイオン収束要素と、軸の少なくとも一部分に沿って気体の流れを運ぶためのスリーブとを備えているイオンガイドを提供する。

【0016】

この局面の別の例において、イオン収束要素は、第1の極および第2の極を含み、第1の極は少なくとも2つの第1の極ロッドを含み、第2の極は少なくとも2つの第2の極ロッドを含み、スリーブは、第1の極ロッドおよび第2の極ロッドの周りに配置される。

10

【0017】

この局面の別の例において、イオンガイドは、イオン入口端部およびイオン出口端部を有し、スリーブは、イオン入口端部とイオン出口端部との間に延びる。

【0018】

この局面の別の例において、イオンガイドは、イオン入口端部に隣接するスリーブに取り付けられるスリーブキャップを備え、スリーブキャップは、軸に整列されるキャップ開口部を有する。

【0019】

この局面の別の例において、イオン収束要素は、絶縁体によって分離される複数のリングを含み、リングおよび絶縁体と一緒にスリーブを形成する。

20

【0020】

この局面の別の例において、イオン収束要素は、軸の周りに配置され、かつスリーブ内に配置される複数のリングを含む。

【0021】

出願人の教示の別の局面の例は、イオン入口端部およびイオン出口端部を有するイオンガイドアセンブリであって、軸の周りに配置される複数のイオン収束要素と、軸の少なくとも一部分に沿って気体の流れを運ぶためのスリーブと、スリーブを介して気体を吸引するための吸引デバイスとを備えているイオンガイドアセンブリを提供する。

【0022】

この局面の別の例において、イオンガイドアセンブリは、イオン入口端部に隣接するスリーブに取り付けられるスリーブキャップを備えている。

30

【0023】

この局面の別の例において、イオンガイドは、質量分析計の差動ポンプ領域 (differentially pumped region) 内に置かれ、その結果、付加的な気体の流れが、2つの真空段の間の圧力差の結果、イオンガイド入口の中に生成される。

【0024】

出願人の教示のこれらおよび他の局面は、より詳細に以下に記述される。

【0025】

いくつかの例がここで図面を参照して詳細に記述され、図面において同様な要素は同様な参照番号によって識別される。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

(例の説明)

第1の例のイオンガイド100を例示する図1および図2がまず参照される。イオンガイド100は、取り付けブラケット102、4つのロッド104a~d、気体チャネリングスリーブ106ならびに一对の絶縁体108および109を備えている。イオンガイド100は、イオン入口端部110およびイオン出口端部112を有する。

【0027】

取り付けブラケット102は、ベースフランジ114およびバリアフランジ116を有する。本例において、ベースフランジ114およびバリアフランジ116は、取り付けブ

50

ラケット102と一体化して形成され、スリーブサポート120によって離されている。スリーブサポート120は、概ね円筒形の内壁122を有する。

【0028】

スリーブサポート120は、複数のスリーブ位置決めアーム124を含む。スリーブ106は、スリーブサポート120内に配置され、内壁122内にぴったり合っている。スリーブ106は、その外側の周囲に形成される移動止め126を有する。移動止め126は、スリーブ位置決めアーム124に対して置かれており、その結果、スリーブ106は、イオンガイド100のイオン出口端部112にあるベースフランジ114から間隔をあけて配置される。移動止め126は、ベースフランジに対して、スリーブ106およびロッド104a~dの適切な位置決めを確実にする。スリーブ106は、止めねじ(図示されていない)を用いて正しい位置に固定される。止めねじは、ねじ切りされた開口部を通してスリーブサポート120にねじ込まれ、スリーブを係合させる。当業者は、止めねじを用い、ブラケット102に対して固定された位置にスリーブ106を保持することを理解する。

10

【0029】

スリーブ106は、(X-Y平面において見たとき)円形の断面を有し、内壁122の断面に一致し、スリーブ106がスリーブサポート120内にぴったり収まることを可能にし、イオンガイド軸113に中心を合わせられる。スリーブ106はロッド104を囲む。

20

【0030】

別の例示的なイオンガイドにおいて、スリーブは、スリーブを配置するために移動止めまたは支持アームを用いない別の方法で、サポートブラケット内に、またはサポートブラケットに取り付けられ得る。例えば、スリーブは、サポートブラケット内の特定な位置に固定され得る。別の実施形態において、スリーブはブラケットの取り付け点に固定され得る。スリーブおよびブラケットは摩擦ばめマウント(friction fit mount)を有し得ない。別の実施形態において、スリーブは、その実施形態に適切な任意の方法で、多重極の周りを取り付けられ得る。

【0031】

絶縁体108および109は、スリーブ106内に取り付けられる。絶縁体108および109は、該絶縁体を貫通し、固定ねじ130を受け入れるように形作られる一連の固定開口部128を有する。取り付けブラケット102およびスリーブ106は、固定開口部128がアクセスされることを可能にする対応する開口部132および134を有する。ロッド104は、ねじ130を用いて絶縁体108および109に取り付けられる。ロッド104は、ねじ130を受け入れるようにねじ切りされる。絶縁体108および109は、電氣的に伝導性がなく、ロッド104を互いに電氣的に絶縁するように働く。

30

【0032】

本例において、絶縁体108および109は、摩擦によってスリーブ106内の正しい位置に保持される。別の例示的なイオンガイドにおいて、絶縁体108および109は、ねじ、ボルトまたは接着剤などのファスナーを用いてスリーブ106の内面に固定され得る。

40

【0033】

ロッド104a~dは、四重極を形成し、イオン収束要素として動作する。気体チャネリングスリーブを用いる他のイオンガイドは、5つ以上のロッドを含み得る。そのような例および本例におけるロッドは、多重極を形成する。ロッド104は、本例において、多重極軸113から等距離にかつそれに平行に配置されるが、当該分野において公知の任意の手段によって取り付けられ得る。ロッド104aおよび104cは、軸113の周りに互いに反対に配置され、X軸を規定する。同様に、ロッド104bおよび104dは、軸113の周りに互いに反対に配置され、X軸に垂直であるY軸を規定する。Z軸はXおよびY軸の両方に対して垂直に規定される。軸113はZ軸上にある。この例において、ロッド104は円形の断面を有し、各ロッドは軸を有する。ロッド104の軸は、Z軸に垂

50

直に取られた断面において見られるとき正方形を規定する。

【0034】

ロッド104は、円形の断面を有する。本開示は、円筒形ロッドと共に用いることに限定されなく、放物線ロッド、四角形ロッドまたは双曲線ロッドなどの任意の断面のロッドと共に用いられ得る。

【0035】

ロッド104aおよび104cは共に電氣的に連結され、共にX極を形成する。(該連結は図に示されていない。一例において、電氣的コネクタは、各ロッドを取り付けるために用いられるねじ130のうちの一つとワイヤに連結されロッドを連結するコネクタとの間に取り付けられる)。ロッド104bおよび104dは共に電氣的に連結され、Y極を形成する。

10

【0036】

X極およびY極は、RF信号源(図示されていない)に結合され、該RF信号源はRF信号を極に印加する。RF信号は、イオンガイドの長さに沿ってイオン収束場を提供するように構成される。RF信号は、ほぼ等しい大きさを有するが、極に対して180°位相がずれていて、四重極の軸113に沿った平衡のRF場を提供する。あるいは、平衡でないRF信号が極に印加され得る。

【0037】

ブラケット102は、気体不浸透性材料から作られる。本例において、ブラケット102はステンレス鋼から作られる。他の例において、ブラケット102は、別の金属またはプラスチックまたはナイロンなどの気体不浸透性材料から作られ得る。ブラケット102は、ベースフランジ114に隣接する複数の開口部118を有する。出口プレート158は、イオンガイドのイオン出口端部112に隣接するブラケット102に取り付けられる。出口プレート158は、イオンがイオンガイド100から出ることが可能なイオン出口開口部160を有する。イオン出口開口部160は、軸113を中心とする。

20

【0038】

図3を参照すると、図3は、ハウジング140内に取り付けられ、イオンガイドアセンブリ139を形成するイオンガイド100を例示する。ハウジング140は、取り付けフランジ142を有し、取り付けフランジ142は、取り付け開口部141を用いて、イオン源もしくは質量分析計などのイオン処理デバイス(またはそれらの両方)内か、またはそれらにハウジング140を取り付けるために用いられ得る。ハウジング140はまた、イオンガイドシートフランジ144と、イオンガイドチャンバ146と、ポンプポート148と、ポンプ取り付けフランジ150とを有する。イオンガイド100は、イオンガイドチャンバ146の中に挿入され、ベースフランジ114は、シートフランジ144に対して配置される。Vit onなどの適切な材料から作られるリング(図示されていない)は、真空密閉を達成するために用いられ得る。イオンガイドチャンバ146は、円形の断面を有し、イオンガイドの取り付けブラケット102を受けるような大きさに合わせて作られる。

30

【0039】

ポンプフランジ150は、気体管153(図4)を受けるように適合され、気体管153は、あら引きポンプ(roughing pump)154(図4)またはポンプポートから気体を吸引するために用いられ得る別の吸引デバイスに接続される。あるいは、吸引デバイスは、ポンプフランジ150に直接に連結され得る。本例において、気体管153は、複数のねじを用いてポンプフランジ150に連結される。他の実施形態において、ねじ、クリップ、接着剤、ホースクランプなどの任意の他の固定デバイス、または締りマウント(interference mount)が、あら引きポンプまたはその他の吸引デバイスを取り付けるために用いられ得る。

40

【0040】

イオンガイドのイオン入口端部110からイオン出口端部112に延び、ロッド104が配置されるスリーブ内に含まれる空間の容積は、イオン移送スペース156と呼ばれ得

50

る。開口部 118 は、イオン移送スペース 156 とイオンガイドチャンバ 146 とを接続し、その結果、気体はそれらの間を流れ得る。ポンプポート 148 は、イオンガイドチャンバ 148 に接続される。

【0041】

あらかじめポンプ 154 がハウジング 140 に取り付けられ、起動されると、あらかじめポンプ 154 は、イオンガイドアセンブリからポンプポート 146 内の気体を吸引し、イオン入口端部 110 において始まる気体の流れ 157 を作り、該気体の流れは、イオン出口端部 112 と、開口部 118 と、イオンガイドチャンバ 146 と、ポンプポート 148 とを通過し、あらかじめポンプを通してイオンガイドアセンブリから出る。イオンガイド 100 の長さに沿って、気体の流れ 157 は、イオン入口端部 110 からイオン出口端部 112 へのイオン移送を増強する。イオンは、ロッド 104 に適用される RF 場によって収束されるので、イオン出口端部 112 を越える気体の流れ 157 に従わない。イオンは、軸 113 に沿ってその動作を継続し、イオン出口開口部 160 を通ってイオンガイドから出る。

10

【0042】

図 4 を参照すると、図 4 は、MALDI (マトリックス支援レーザー脱離イオン化) イオン源 164 およびイオン処理デバイス 166 と共に使用されるイオンガイドアセンブリ 139 を例示する。MALDI イオン源 164 は、サンプルプレート 170 と、マトリックス溶液 172 と、レーザー 174 とを有する。イオン化され、多重極アセンブリ 139 を介して移送される分子を含むサンプルは、マトリックススペースと組み合わせられる。サンプルおよびマトリックスの溶液は混合され、マトリックス溶液 172 を形成し、マトリックス溶液 172 は、次いで、サンプルおよびマトリックスが共結晶化する (co-crystallize) サンプルプレート上に堆積される。あるいは、サンプルは、マトリックススペースの必要のない適切な表面上に堆積され得る。

20

【0043】

イオン処理デバイス 166 は、ベースフランジ 114 においてイオン出口開口部 160 に隣接して取り付けられる。イオン処理デバイス 166 は、イオン検出器、質量分析器 (これはイオン検出器を含み得る) または、イオン選択、イオン処理またはイオン検出の段 (stage) の組合せなどのイオン分析デバイスまたはイオン処理デバイスの任意のタイプであり得る。

30

【0044】

多重極アセンブリ 139 は、次のように用いられる。

【0045】

RF 信号源は、起動され、X 極および Y 極に RF 信号を印加する。印加された RF 信号は、典型的には、多重極軸 113 に沿って収束場を作る。

【0046】

あらかじめポンプ 154 は、起動され、気体の流れ 157 を提供する。RF 信号源およびあらかじめポンプ 154 は、実験と実験の間も動作中のままであり得る。信号源およびあらかじめポンプが起動された後に、個々の実験は次のように行なわれる。

【0047】

個々の実験を行なうために、レーザー 174 が起動される。レーザー 174 が起動されると、レーザー 174 は、マトリックス溶液 172 にレーザービーム 178 を放出する。マトリックス溶液 172 内のサンプルは、イオン化され、サンプルから生じるイオンは、イオン入口端部 110 において多重極アセンブリの中に流入し始める。標的のプレートから多重極アセンブリへのイオンの流れは、プレートと入口との間の電場の印加によって促進される。イオン移送空間 122 を通るイオンの流れは、部分的には前述の空間電荷斥力によるものであり、気体の流れ 157 によって増強される。

40

【0048】

X 極および Y 極に印加される RF 信号は、多重極アセンブリに入るイオンの少なくとも一部を多重極軸に沿って放射状に収束させる。これらの収束されるイオンは、イオンガイ

50

ド 1 0 0 の長さに沿ってイオン出口端部 1 1 2 にまで引かれ、イオン処理デバイス 1 6 6 の中に排出される。

【 0 0 4 9 】

一連の実験は、レーザ 1 7 4 を繰返し起動および停止することおよび/またはサンプルプレートを移動することによって行われ得る。

【 0 0 5 0 】

次に、図 5 を参照すると、図 5 は、イオン処理デバイス 1 6 6 として用いられる質量分析計を有する図 4 の構成を用いて生成される質量スペクトル 1 8 0 を例示する。質量分析計は、イオン検出器を含み、この例に関して、質量分析器は、動作の選択された反応監視するモードで動作される。検出器に到達するイオンは、カウントされ、質量スペクトル 1 8 0 は、時間経過に対するイオン検出器によって毎秒カウント (c p s) されるイオンをプロットする。質量分析計は、衝突セル (c o l l i s i o n c e l l) すなわち選択されたイオンのみが段を通過して移送されることを可能にする様々なイオン選択段を含み得る。イオンが質量分析計において選択された場合、イオンはイオン検出器に到達し、特定のイオンが選択およびカウントされることが可能となる。オプションで、イオン移送空間の中へのイオンの進入を増強するために、D C オフセットが M A L D I サンプルプレート 1 7 0 もしくはロッド 1 0 4、または両方に適用され得る。

【 0 0 5 1 】

質量スペクトル 1 8 0 は、いくつかの連続した実験の間に、時間に対する、イオン検出器に到達するハロペリドールフラグメントイオンのカウントを例示する。ハロペリドールのサンプルは、マトリックススペースと混合され、マトリックス溶液 1 7 2 を形成する。多重極アセンブリ 1 0 0 は、R F 信号源およびあらしきポンプ 1 5 4 を起動することによって起動される。各試験は、ある時間レーザ 1 7 4 を起動し、次いでレーザを停止することによって行なわれる。

【 0 0 5 2 】

ハロペリドールの別々のサンプルに関して生成されたデータに対応する 4 つのピーク 1 8 2 は、質量スペクトル 1 8 0 に示されるように約 0 . 3 分以内に生成された。ピークの各々は、ピーク幅 1 8 2 w (本目的のために、ピークの開始から毎秒イオンカウントが 5 0 0 0 未満に下がるまでの期間として定義される) を有する。さらに、各ピークは、テール 1 8 2 t (イオンカウントが 5 0 0 0 未満に下がった後に毎秒イオンカウントが 0 に再び下がるまでの期間として定義される) を有する。

【 0 0 5 3 】

次に、図 6 を参照すると、図 6 は、スリーブを含まない公知のイオン移送多重極アセンブリ (図示されていない) を用いて生成される質量スペクトル 1 9 0 を例示する。先行技術の多重極アセンブリは、多重極アセンブリ内の圧力を減少するあらしきポンプを含む。先行技術の多重極アセンブリはまた、R F 信号を多重極の極に印加するための信号源を含む。ハロペリドールフラグメントに対応するイオンのカウントの 3 つのピーク 1 9 2 は、同じ時間フレームにわたり得られるような質量スペクトル 1 9 0 において示される。

【 0 0 5 4 】

質量スペクトル 1 8 0 および 1 9 0 を生成するために、レーザ 1 7 4 は各試験の最初に同じ時間だけ起動された。先行する試験からのイオンがイオン検出器によってもはやカウントされなくなったとき、引続きの試験が開始された。

【 0 0 5 5 】

図 5 および図 6 を共に参照すると、質量スペクトル 1 8 0 および 1 9 0 が比較され得る。質量スペクトル 1 9 0 のピーク 1 9 2 は、質量スペクトル 1 8 0 におけるピーク 1 8 2 のピーク幅 1 8 2 w より広いピーク幅 1 9 2 w を有する。質量スペクトル 1 9 0 のピークのテール 1 9 2 t はまた、質量スペクトル 1 8 0 におけるピーク 1 8 2 のピーク幅 1 8 2 t より長い。ピークの合計長 (ピーク幅をテール幅に結合する) は、ピーク 1 9 2 に関するよりピーク 1 8 2 に関して大幅に短い。ピーク 1 8 2 の高さは、ピーク 1 9 2 に関する約 5 0 , 0 0 0 c p s の高さに比較して、約 1 2 0 , 0 0 0 c p s である。最後に、ピー

10

20

30

40

50

ク 1 8 2 は互いに非常に類似している。比較すると、ピーク 1 9 2 は、類似していなく、事実、特にテール期間において全く異なっている。

【 0 0 5 6 】

気体チャネリングスリーブの使用は、ピーク 1 8 2 が、ピーク 1 9 2 より、狭く（ピーク幅、テール長および全長において）、ピーク高さにおいてはるかに大きく、面積および形状の点で再生可能であり、頻繁に生成されることを可能にする。さらに、ピーク 1 8 2 の形状は、ピーク 1 9 2 より一貫性があり、反復可能である。気体チャネリングスリーブの使用は、質量スペクトル 1 9 0 におけるピーク 1 9 2 より高く、狭く、近接する間隔のピーク 1 8 2 によって示されるように、イオンガイドによるイオンのより高いスループットを可能にする。

10

【 0 0 5 7 】

オプションで、気体源は、イオンガイドのイオン入口端部 1 1 0 において気体を提供するために用いられ得る。そのような気体は、気体の流れ 1 5 7 の一部としてイオン移送空間を介して引かれる。そのような気体の流れを提供することは、気体の流れ 1 5 7 を増強し、イオン移送空間におけるイオンに対する軸方向の抵抗を増加させ、それによって、イオン入口端部 1 1 0 からイオン出口端部 1 1 2 にイオンをより効率的に運ぶ。

【 0 0 5 8 】

気体チャネリング技術は、任意の圧力レベルで動作するイオンガイドにおいて用いられ得る。該技術は、特に、0.1 トル以上の圧力で動作するイオンガイドと共に用いることが有用である。但し、該技術はより低い圧力のイオンガイドと共に用いられ得る。

20

【 0 0 5 9 】

次に、図 7 を参照すると、図 7 は、第 2 の例示的なイオンガイド 2 0 0 を例示する。イオンガイド 2 0 0 は、イオンガイドのイオン入口端部においてスリーブ 2 0 6 に取り付けられるスリーブキャップ 2 0 9 を含む。この例において、スリーブキャップ 2 0 9 は円錐の形状をしている。本発明に従うイオンガイドアセンブリの他の例において、スリーブキャップは異なる形状であり、イオンガイド 2 0 0 のイオン入口端部においてスリーブ 2 0 6 を横切って延びる平らなキャップであり得る。

【 0 0 6 0 】

イオンは、イオン源からイオン移送空間 2 5 6 に入る。さらに、気体の流れ 2 5 7 は、キャップ開口部 2 0 9 において始まる。スリーブキャップ 2 0 9 は、イオン入口端部 2 1 0 の中への気体の流れを制限し、あらかじめポンプ（または別の吸引デバイス）がイオン移送空間において圧力を設定するために用いられるとき、圧力差が、イオン移送空間 2 5 6 と M A L D I イオン化領域との間（M A L D I プレートとイオンガイドのイオン入口端部および隣接のマトリックス溶液との間）に作られることを可能にする。例えば、気体は、イオン化領域の中に抜かれ、イオン移送空間 2 5 6 において存在し得るより高い圧力型をイオン化領域において可能にし得る。

30

【 0 0 6 1 】

スリーブキャップ 2 0 9 はまた、マトリックス溶液 2 4 4 に隣接する、イオン除去の点の近くの気体抵抗を増加させることによって、キャップ開口部 2 0 9 を通る気体の流れを増強するように働き得る。イオン移送空間 2 5 6 に入るイオンの数は、増加した気体抵抗によって増加され得る。キャップはまた、イオンガイドアセンブリの前に（しかし固定されていない）配置される円錐の形態をとり得、圧力差のある領域を分離させる。これらの状況において、気体は円錐を介して拡張し、イオンガイド入口の中に入り、スリーブは、イオンガイドの全長に沿ってこの流れを補う。

40

【 0 0 6 2 】

次に、図 8 を参照すると、図 8 は、別の例示的なイオンガイド 3 0 0 を例示する。イオンガイド 3 0 0 は、互いに間隔をあけ配置される複数のイオン収束リング 3 0 4 を含む。R F 信号源（図示されていない）は、第 1 の R F 信号をリング 3 0 4 の第 1 のグループに印加し、第 2 の R F 信号をリング 3 0 4 の第 2 のグループに印加する。本例において、リングは、第 1 および第 2 のグループの中に交互に設置され、その結果、第 1 のグループに

50

おける各隣接する対のリングは、それらの間に第2のグループからのリングを有する。逆もまた同様である。第1および第2のRF信号は、イオンガイドの軸313に沿ってイオンを収束するように構成される。スリーブ306は取り付けブラケット302内に配置される。絶縁体308は、スリーブ306に取り付けられ、リング304は、絶縁体308に取り付けられる。絶縁体308は、摩擦または機械的もしくは接着性のファスナー（図示されていない）を用いて、スリーブ306およびリング304に取り付けられ得る。イオンガイド300は、ハウジング内に据え付けられ、吸引デバイスが連結され得るイオンガイドアセンブリを形成する。イオンガイド300はイオンガイド100と同じ方法で用いられ、イオン入口端部310からイオン出口端部312にイオンを移送する。吸引デバイスが起動されているとき、スリーブ306は、概ね、軸313に沿って気体の流れ357を運ぶ。リングは追加のDCオフセットを有し、気体の流れの他にイオンの動作をさらに促進する。

10

【0063】

次に、図9を参照すると、図9は、別の例示的なイオンガイド400を例示する。イオンガイド300と同様に、イオンガイド400は、イオン収束リング404を用いイオンガイドの軸に沿ってイオンを収束する。リング404は、リング間に取り付けられ隣接するリングを電氣的に絶縁する絶縁体408によって離される。リング404および絶縁体408は、密閉され、側壁に沿って気体不浸透性であるシリンダーを形成する。リング404および絶縁体408は、不導体のプレート409を用いて取り付けブラケットに取り付けられる。気体不浸透性の側壁は、気体チャネリングスリーブ406として機能を果たし、別のスリーブは必要ない。イオンガイド400は、ハウジング内に取り付けられ、イオンガイドを形成する。吸引デバイスは、イオンガイド400の長さに沿って気体の流れ457を提供するために用いられる。気体の流れは、イオン入口端部410からイオン出口端部412にイオンを移送する。

20

【0064】

いくつかの例が記述された。気体チャネリングスリーブを用いるイオンガイドの特定の構造は、イオンガイドが共に用いられるデバイスの構造および動作によって、変更され得る。

【0065】

イオンガイド200に類似の他の例において、スリーブキャップは、スリーブ206と一体化して形成され得る。同様に、スリーブキャップは、スリーブ306と接続して用いられ得、スリーブキャップはイオンガイド400における側壁406に取り付けられ得る。あるいは、イオンガイド100、200、300および400は、気体の流れを制限する開口部または円錐の後に配置され得る。

30

【0066】

気体チャネリングスリーブを用いるイオンガイドにおいて生成される気体の流れは、空間電荷斥力効果、または気体拡張から生じイオンガイド入口の中に入る追加の気体の流れを増加させ、多重極アセンブリを介してイオンの流れを増強する。イオン移送気体の流れはまた、イオン移送を増強し得るかまたは方向付け得る他の機構と共同して用いられ得る。例えば、傾いたロッドまたは抵抗性のロッドは、多重極アセンブリの長さに沿って一定でない場を作るために用いられ得る。RF信号のロッドへの印加はまた、多重極アセンブリに沿ってイオン移送を増強し得る。そのような実施形態において、第1および第2の極に印加されるRF信号は、等しい大きさではなく、互いに180°位相がずれていない場合もある。気体チャネリングスリーブの使用は、これらおよび他のイオン移送の構造および技術と共用できる。

40

【0067】

イオンガイド100および200は、四重極に関連して記述される。気体チャネリングスリーブは、5つ以上のロッドを有し、3つ以上の極を有し得る任意の多重極アセンブリと共に用いられ得る。

【0068】

50

これまでに記述された例は、主として、イオン移送空間内に気体の流れを提供しないイオン源に関連して例示されている。本技術はまた、エレクトロスプレーイオン源などの気体の流れ内にイオンを提供するイオン源と共に用いることにも適している。エレクトロスプレーイオン源は、イオンを移送する気体流にイオンを注入する。気体流は、イオンガイドの長さの少なくとも一部分にわたりイオンガイドの軸に沿ってイオンを移送する。本発明を用いて追加の気体の流れを生成することによって、そのようなイオン源からのイオンの移送が増強され得る。

【0069】

出願人の教示の精神および範囲から逸脱することなく、様々な他の修正および変更がこれらの例示的な実施形態になされ得、該出願人の教示の精神および範囲は、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

10

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】図1は、第1の例のイオンガイドの斜視図である。

【図2】図2は、第1の例のイオンガイドの斜視断面図である。

【図3】図3は、第1のイオンガイドアセンブリの斜視断面図である。

【図4】図4は、使用中の第1のイオンガイドアセンブリの断面側面図である。

【図5】図5は、第1の例のイオンガイドアセンブリを用いて生成される例の質量スペクトルである。

【図6】図6は、従来技術のイオンガイドを用いて生成される例の質量スペクトルである

20

【図7】図7は、第2の例のイオンガイドの斜視断面図である。

【図8】図8は、第3の例のイオンガイドの斜視断面図である。

【図9】図9は、第4の例のイオンガイドの斜視断面図である。

【図1】

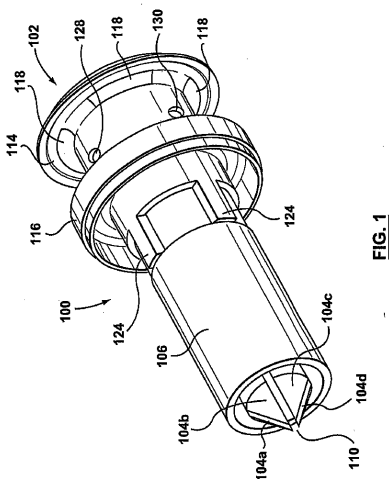


FIG. 1

【図2】

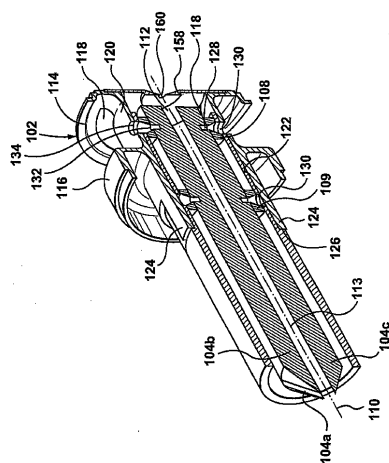


FIG. 2

【 図 3 】

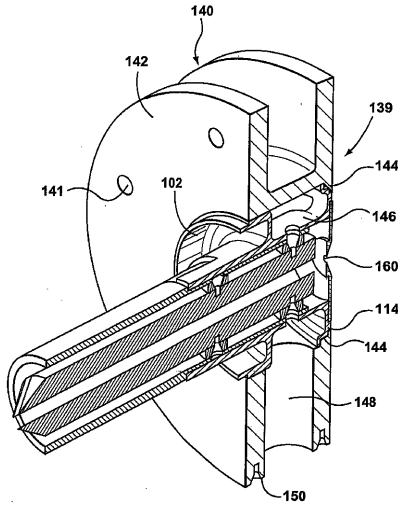


FIG. 3

【 図 4 】

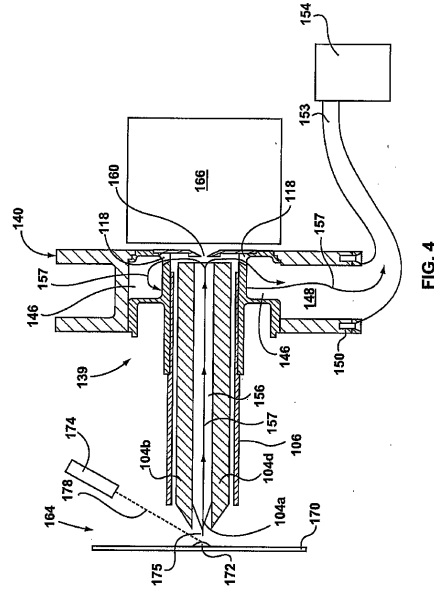


FIG. 4

【 図 5 】

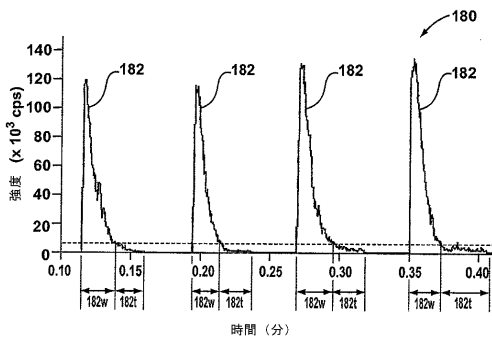


FIG. 5

【 図 7 】

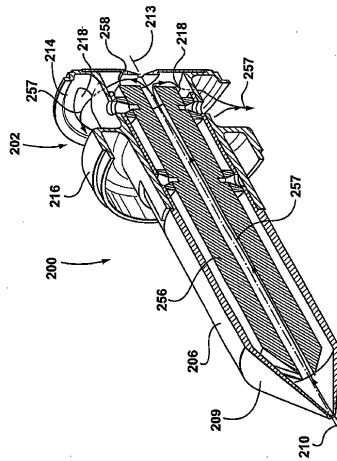


FIG. 7

【 図 6 】

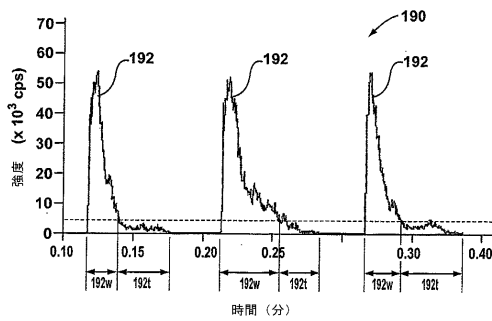


FIG. 6

【 8 】

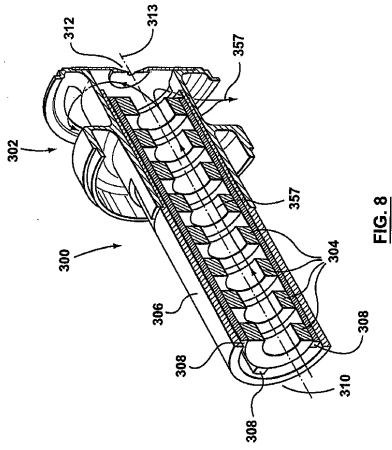


FIG. 8

【 9 】

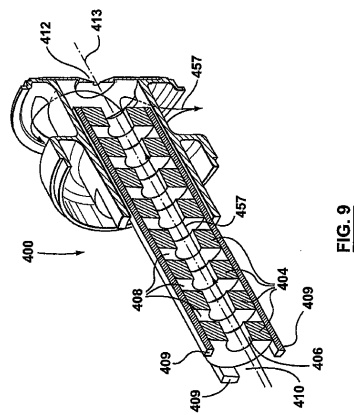


FIG. 9

フロントページの続き

- (72)発明者 シュナイダー, ブラッドリー ビー.
カナダ国 エル3ゼット 3エー4 オンタリオ, ブラッドフォード, デピューター クレセント 8
- (72)発明者 コービー, トーマス アール.
カナダ国 エル4ブイ 4エム1 オンタリオ, リッチモンド ヒル, エルジン ミルズ ロード ウェスト 187

審査官 佐藤 仁美

- (56)参考文献 米国特許第06707037(US, B1)
特開2003-242926(JP, A)
特開2003-223864(JP, A)
特開2004-111149(JP, A)
特表2008-524788(JP, A)
米国特許第06723986(US, B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01J 40/00 - 49/48