

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6492090号
(P6492090)

(45) 発行日 平成31年3月27日 (2019.3.27)

(24) 登録日 平成31年3月8日 (2019.3.8)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 1 N 27/62 (2006.01)

G O 1 N 27/62 1 0 2

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-543671 (P2016-543671)	(73) 特許権者	510075457
(86) (22) 出願日	平成26年12月6日 (2014.12.6)		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2017-503172 (P2017-503172A)		シンガポール国 7 3 9 2 5 6 シンガポ ール, マーシリング インダストリアル
(43) 公表日	平成29年1月26日 (2017.1.26)		エステート ロード 3 3 3 ナンバ ー 0 4 - 0 6
(86) 国際出願番号	PCT/IB2014/002690	(74) 代理人	100078282
(87) 国際公開番号	W02015/101821		弁理士 山本 秀策
(87) 国際公開日	平成27年7月9日 (2015.7.9)	(74) 代理人	100113413
審査請求日	平成29年12月5日 (2017.12.5)		弁理士 森下 夏樹
(31) 優先権主張番号	61/922,547	(72) 発明者	シュナイダー, ブラッドリー
(32) 優先日	平成25年12月31日 (2013.12.31)		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, デパーチ ャー クレセント 8
(33) 優先権主張国	米国 (US)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	61/931,793		
(32) 優先日	平成26年1月27日 (2014.1.27)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 高効率イオンガイドを用いる真空DMS

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空下で示差移動度分光分析 (DMS) を行うためのシステムであって、前記システムは、

真空チャンバであって、前記真空チャンバは、高圧領域から前記真空チャンバの中にイオンを受け取るための入口オリフィスおよび前記真空チャンバからイオンを送り出すための出口オリフィスを含む、真空チャンバと、

イオンを前記入口オリフィスから受け取る、前記真空チャンバ内に位置する第1のイオンガイドであって、前記第1のイオンガイドは、第1の入口端および第1の出口端を有し、前記第1のイオンガイドは、第1のイオンチャネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第1の電極を有し、前記複数の第1の電極はそれぞれ、イオンを前記第1のイオンチャネル内に集束させるために、前記第1の出口端より前記第1の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である、第1のイオンガイドと、

イオンを前記第1の出口端から受け取る、前記第1のイオンガイドと同軸方向かつ前記第1のイオンガイドに隣接して前記真空チャンバ内に位置するDMSデバイスであって、前記DMSデバイスは、DMS入口端およびDMS出口端を有し、前記DMS入口端における内接径は、前記第1の出口端における内接径より大きく、前記第1のイオンガイドから前記DMSデバイスへのイオンの損失を最小限にし、前記DMSデバイスは、一定間隙を伴うDMSイオンチャネル内のイオンを分離させるために、前記DMSイオンチャネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数のDMS電極を有する、DMSデバイスと、

10

20

イオンを前記 DMS 出口端から受け取り、前記イオンを前記出口オリフィスに集束させる、前記 DMS デバイスと同軸方向かつ前記 DMS デバイ스에隣接して前記真空チャンバ内に位置する第 2 のイオンガイドであって、前記第 2 のイオンガイドは、第 2 の入口端および第 2 の出口端を有し、前記第 2 の入口端における内接径は、前記 DMS 出口端における内接径より大きく、前記 DMS デバイスから前記第 2 のイオンガイドへのイオンの損失を最小限にし、前記第 2 のイオンガイドは、第 2 のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第 2 の電極を有し、前記複数の第 2 の電極はそれぞれ、イオンを前記第 2 のイオンチャンネル内に集束させるために、前記第 2 の出口端より前記第 2 の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である、第 2 のイオンガイドと、
を備える、システム。

10

【請求項 2】

イオンを前記第 1 のイオンガイドから前記 DMS デバイスに通過させるための入口開口、イオンを前記 DMS デバイスから前記第 2 のイオンガイドに通過させるための出口開口、およびガス入口を含む、前記 DMS デバイスを封入する筐体をさらに備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記ガス入口は、ガスを受け取り、前記筐体内の圧力を前記真空チャンバの圧力を上回って増加させる、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記複数のテーパ状の第 1 の電極のそれぞれの平面表面は、前記第 1 のイオンガイドの内部に面し、徐々に狭窄化され、内向きに傾斜され、前記第 1 の入口端より前記第 1 の出口端において小さい内接径を提供し、

20

前記複数のテーパ状の第 2 の電極のそれぞれの平面表面は、前記第 2 のイオンガイドの内部に面し、徐々に狭窄化され、内向きに傾斜され、前記第 2 の入口端より前記第 2 の出口端において小さい内接径を提供する、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 のイオンガイドは、第 1 の多重極を備える、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 6】

前記第 1 の多重極は、2 つの電極の任意の倍数のうちの 1 つから選択される、請求項 5 に記載のシステム。

30

【請求項 7】

前記第 2 のイオンガイドは、第 2 の多重極を備える、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 8】

前記第 2 の多重極は、2 つの電極の任意の倍数のうちの 1 つから選択される、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記 DMS デバイスは、DMS 多重極を備える、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のシステム。

40

【請求項 10】

前記 DMS 多重極は、2 つの電極の任意の倍数のうちの 1 つから選択される、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

フィルタリングが所望されるとき、前記 DMS デバイスに非対称分離場および DC 補償場を提供し、フィルタリングが所望されないとき、集束 RF 電位を提供するための手段を含む、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 12】

真空下で示差移動度分光分析 (DMS) を行うための方法であって、前記方法は、
真空チャンバを使用して、発生されたイオンを高圧領域から受け取ることであって、前

50

記真空チャンバは、前記発生されたイオンを前記高圧領域から前記真空チャンバの中に受け取るための入口オリフィスおよびイオンを前記真空チャンバから送り出すための出口オリフィスを含む、ことと、

前記発生されたイオンを集束させる、前記真空チャンバ内に位置する第1のイオンガイドを使用して、前記発生されたイオンを前記入口オリフィスから受け取ることであって、前記第1のイオンガイドは、第1の入口端および第1の出口端を有し、前記第1のイオンガイドは、第1のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第1の電極を有し、前記複数の第1の電極はそれぞれ、イオンを前記第1のイオンチャンネル内に集束させるために、前記第1の出口端より前記第1の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である、ことと、

10

前記集束されたイオンを分離させる、前記第1のイオンガイドと同軸方向かつ前記第1のイオンガイドに隣接して前記真空チャンバ内に位置するDMSデバイスを使用して、前記集束されたイオンを前記第1のイオンガイドから受け取ることであって、前記DMSデバイスは、DMS入口端およびDMS出口端を有し、前記DMS入口端における内接径は、前記第1の出口端における内接径より大きく、前記第1のイオンガイドから前記DMSデバイスへのイオンの損失を最小限にし、前記DMSデバイスは、一定間隙を伴うDMSイオンチャンネル内のイオンを分離させるために、前記DMSイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数のDMS電極を有する、ことと、

前記分離されたイオンを前記出口オリフィスに集束させる、前記DMSデバイスと同軸方向かつ前記DMSデバイスに隣接して前記真空チャンバ内に位置する第2のイオンガイドを使用して、前記分離されたイオンを前記DMSデバイスから受け取ることであって、前記第2のイオンガイドは、第2の入口端および第2の出口端を有し、前記第2の入口端における内接径は、前記DMS出口端における内接径より大きく、前記DMSデバイスから前記第2のイオンガイドへのイオンの損失を最小限にし、前記第2のイオンガイドは、第2のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第2の電極を有し、前記複数の第2の電極はそれぞれ、イオンを前記第2のイオンチャンネル内に集束させるために、前記第2の出口端より前記第2の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である、ことと、

20

を含む、方法。

【請求項13】

30

前記集束されたイオンを前記第1のイオンガイドから受け取ることは、

前記集束されたイオンを前記DMSデバイスを封入する筐体の入口開口を通して受け取ることであって、前記筐体は、イオンを前記第1のイオンガイドから前記DMSデバイスに通過させるための前記入口開口、イオンを前記DMSデバイスから前記第2のイオンガイドに通過させるための出口開口、およびガス入口を含む、こと

を含む、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

ガスを前記ガス入口を通して受け取り、前記筐体内の圧力を前記真空チャンバの圧力を上回って増加させることをさらに含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

40

フィルタリングが所望されるとき、前記DMSデバイスに非対称分離場およびDC補償場を印加し、フィルタリングが所望されないとき、集束RF電位を印加することをさらに含む、請求項12～14のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

(関連出願に対する相互参照)

本願は、2013年12月31日に出願された米国仮特許出願第61/922,547号および2014年1月27日に出願された米国仮特許出願第61/931,793号の

50

利益を主張するものであり、これらの内容は、参照によりその全体が本明細書中に援用される。

【0002】

示差移動度分光分析（DMS）デバイスは、典型的には、大気圧で動作される。DMSデバイスを質量分析計の真空システムの中に設置することは、恒久的に、オン／オフ制御を搭載したデバイスを電氣的に作動されたままにできる可能性等の利点を提供し得る。しかしながら、DMSデバイスが、質量分析計の入口光学を通るイオン伝送を損なわせないことを確実にすることが重要である。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

10

【0003】

真空下で示差移動度分光分析（DMS）を行うためのシステムが、開示される。本システムは、真空チャンバと、第1のイオンガイドと、DMSデバイスと、第2のイオンガイドとを含む。真空チャンバは、イオンを高圧領域から真空チャンバの中に受け取るための入口オリフィスを含む。真空チャンバはさらに、イオンを真空チャンバから送り出すための出口オリフィスを含む。第1のイオンガイドは、真空チャンバ内に位置する。第1のイオンガイドは、イオンを真空チャンバの入口オリフィスから受け取る。第1のイオンガイドは、第1の入口端および第1の出口端を有する。第1のイオンガイドは、第1のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第1の電極を有する。複数の第1の電極はそれぞれ、イオンを第1のイオンチャンネル内に集束させるために、第1の出口端より第1の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である。

20

【0004】

DMSデバイスは、第1のイオンガイドと同軸方向かつそれに隣接して真空チャンバ内に位置する。DMSデバイスは、イオンを第1のイオンガイドの第1の出口端から受け取る。DMSデバイスは、DMS入口端と、DMS出口端とを有する。DMS入口端における内接径は、第1のイオンガイドの第1の出口端における内接径より大きく、第1のイオンガイドからDMSデバイスへのイオンの損失を最小限にする。DMSデバイスは、DMSイオンチャンネル内のイオンを分離させるために、一定間隙を伴うDMSイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数のDMS電極を有する。

【0005】

30

第2のイオンガイドは、DMSデバイスと同軸方向かつそれに隣接して真空チャンバ内に位置する。第2のイオンガイドは、イオンをDMS出口端から受け取り、イオンを真空チャンバの出口オリフィスに集束させる。第2のイオンガイドは、第2の入口端と、第2の出口端とを有する。第2の入口端における内接径は、DMS出口端における内接径より大きく、DMSデバイスから第2のイオンガイドへのイオンの損失を最小限にする。第2のイオンガイドは、第2のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第2の電極を有する。複数の第2の電極はそれぞれ、イオンを第2のイオンチャンネル内に集束させるために、第2の出口端より第2の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である。

【0006】

40

好ましい実施形態では、本システムはさらに、DMSデバイスを封入する筐体を含む。筐体は、DMSデバイス内の圧力を最適化するために使用される。例えば、筐体は、DMSデバイスが、第1のイオンガイドおよび第2のイオンガイドの両方を上回る圧力で動作することを可能にする。筐体は、イオンを第1のイオンガイドからDMSデバイスに通過させるための入口開口を含む。筐体は、イオンをDMSデバイスから第2のイオンガイドに通過させるための出口開口を含む。筐体はまた、ガス入口を含む。ガス入口は、ガスを受け取り、例えば、筐体内の圧力を真空チャンバの圧力を上回って増加させる。

【0007】

真空下でDMSを行うための方法が、開示される。発生されたイオンは、真空チャンバを使用して、高圧領域から受け取られる。真空チャンバは、発生されたイオンを高圧領域

50

から真空チャンバの中に受け取るための入口オリフィスを含む。真空チャンバはさらに、イオンを真空チャンバから送り出すための出口オリフィスを含む。発生されたイオンは、発生されたイオンを集束させる、真空チャンバ内に位置する第1のイオンガイドを使用して、真空チャンバの入口オリフィスから受け取られる。第1のイオンガイドは、第1の入口端および第1の出口端を有する。第1のイオンガイドは、第1のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第1の電極を有する。複数の第1の電極はそれぞれ、イオンを第1のイオンチャンネル内に集束させるために、第1の出口端より第1の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である。

【0008】

集束されたイオンは、DMSデバイスを使用して、第1のイオンガイドから受け取られる。DMSデバイスは、集束されたイオンを分離させる、第1のイオンガイドと同軸方向かつそれに隣接して真空チャンバ内に位置する。DMSデバイスは、DMS入口端と、DMS出口端とを有する。DMS入口端における内接径は、第1のイオンガイドの第1の出口端における内接径より大きく、第1のイオンガイドからDMSデバイスへのイオンの損失を最小限にする。DMSデバイスは、DMSイオンチャンネル内のイオンを分離させるために、一定間隙を伴うDMSイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数のDMS電極を有する。

【0009】

分離されたイオンは、第2のイオンガイドを使用して、DMSデバイスから受け取られる。第2のイオンガイドは、DMSデバイスと同軸方向かつそれに隣接して真空チャンバ内に位置する。第2のイオンガイドは、分離されたイオンを真空チャンバの出口オリフィスに集束させる。第2のイオンガイドは、第2の入口端と、第2の出口端とを有する。第2の入口端における内接径は、DMS出口端における内接径より大きく、DMSデバイスから第2のイオンガイドへのイオンの損失を最小限にする。第2のイオンガイドは、第2のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第2の電極を有する。複数の第2の電極はそれぞれ、イオンを第2のイオンチャンネル内に集束させるために、第2の出口端より第2の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である。

【0010】

本出願人の教示のこれらおよび他の特徴が、本明細書に記載される。

本明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

(項目1)

真空下で示差移動度分光分析(DMS)を行うためのシステムであって、

高压領域から真空チャンバの中にイオンを受け取るための入口オリフィスおよび真空チャンバからイオンを送り出すための出口オリフィスを含む、真空チャンバと、

イオンを前記入口オリフィスから受け取る、前記真空チャンバ内に位置する第1のイオンガイドであって、前記第1のイオンガイドは、第1の入口端および第1の出口端を有し、第1のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第1の電極を有し、前記複数の第1の電極はそれぞれ、イオンを前記第1のイオンチャンネル内に集束させるために、前記第1の出口端より前記第1の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である、第1のイオンガイドと、

イオンを前記第1の出口端から受け取る、前記第1のイオンガイドと同軸方向かつそれに隣接して前記真空チャンバ内に位置するDMSデバイスであって、前記DMSデバイスは、DMS入口端およびDMS出口端を有し、前記DMS入口端における内接径は、前記第1の出口端における内接径より大きく、前記第1のイオンガイドから前記DMSデバイスへのイオンの損失を最小限にし、前記DMSデバイスは、DMSイオンチャンネル内のイオンを分離させるために、一定間隙を伴うDMSイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数のDMS電極を有する、DMSデバイスと、

イオンを前記DMS出口端から受け取り、前記イオンを前記出口オリフィスに集束させる、前記DMSデバイスと同軸方向かつそれに隣接して前記真空チャンバ内に位置する第2のイオンガイドであって、前記第2のイオンガイドは、第2の入口端および第2の出口

10

20

30

40

50

端を有し、前記第2の入口端における内接径は、前記DMS出口端における内接径より大きく、前記DMSデバイスから前記第2のイオンガイドへのイオンの損失を最小限にし、前記第2のイオンガイドは、第2のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第2の電極を有し、前記複数の第2の電極はそれぞれ、イオンを前記第2のイオンチャンネル内に集束させるために、前記第2の出口端より前記第2の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である、第2のイオンガイドと、
を備える、システム。

(項目2)

イオンを前記第1のイオンガイドから前記DMSデバイスに通過させるための入口開口、イオンを前記DMSデバイスから前記第2のイオンガイドに通過させるための出口開口、およびガス入口を含む、前記DMSデバイスを封入する筐体をさらに備える、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目3)

前記ガス入口は、ガスを受け取り、前記筐体内の圧力を前記真空チャンバシステムの圧力を上回って増加させる、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目4)

前記複数のテーパ状の第1の電極のそれぞれの平面表面は、前記第1のイオンガイドの内部に面し、徐々に狭窄化され、内向きに傾斜され、前記第1の入口端より前記第1の出口端において小さい内接径を提供し、

前記複数のテーパ状の第2の電極のそれぞれの平面表面は、前記第2のイオンガイドの内部に面し、徐々に狭窄化され、内向きに傾斜され、前記第2の入口端より前記第2の出口端において小さい内接径を提供する、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目5)

前記第1のイオンガイドは、第1の多重極を備える、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目6)

前記第1の多重極は、2つの電極の任意の倍数のうちの1つから選択される、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目7)

前記第2のイオンガイドは、第2の多重極を備える、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目8)

前記第2の多重極は、2つの電極の任意の倍数のうちの1つから選択される、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目9)

前記DMSデバイスは、DMS多重極を備える、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目10)

前記DMS多重極は、2つの電極の任意の倍数のうちの1つから選択される、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目11)

フィルタリングが所望されるとき、前記DMSデバイスに非対称分離場およびDC補償場を提供し、フィルタリングが所望されないとき、集束RF電位を提供するための手段を含む、システムに係る前記項目の任意の組み合わせに記載のシステム。

(項目12)

真空下で示差移動度分光分析(DMS)を行うための方法であって、発生されたイオンを高圧領域から真空チャンバの中に受け取るための入口オリフィスおよびイオンを真空チャンバから送り出すための出口オリフィスを含む、真空チャンバを使

10

20

30

40

50

用して、発生されたイオンを高圧領域から受け取るステップと、

前記発生されたイオンを集束させる、前記真空チャンバ内に位置する第1のイオンガイドを使用して、前記発生されたイオンを前記入口オリフィスから受け取るステップであって、前記第1のイオンガイドは、第1の入口端および第1の出口端を有し、前記第1のイオンガイドは、第1のイオンチャネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第1の電極を有し、前記複数の第1の電極はそれぞれ、イオンを前記第1のイオンチャネル内に集束させるために、前記第1の出口端より前記第1の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である、ステップと、

前記集束されたイオンを分離させる、前記第1のイオンガイドと同軸方向かつそれに隣接して前記真空チャンバ内に位置するDMSデバイスを使用して、前記集束されたイオンを前記第1のイオンガイドから受け取るステップであって、前記DMSデバイスは、DMS入口端およびDMS出口端を有し、前記DMS入口端における内接径は、前記第1の出口端における内接径より大きく、前記第1のイオンガイドから前記DMSデバイスへのイオンの損失を最小限にし、前記DMSデバイスは、DMSイオンチャネル内のイオンを分離させるために、一定間隙を伴うDMSイオンチャネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数のDMS電極を有する、ステップと、

前記分離されたイオンを前記出口オリフィスに集束させる、前記DMSデバイスと同軸方向かつそれに隣接して前記真空チャンバ内に位置する第2のイオンガイドを使用して、前記分離されたイオンを前記DMSデバイスから受け取るステップであって、前記第2のイオンガイドは、第2の入口端および第2の出口端を有し、前記第2の入口端における内接径は、前記DMS出口端における内接径より大きく、前記DMSデバイスから前記第2のイオンガイドへのイオンの損失を最小限にし、前記第2のイオンガイドは、第2のイオンチャネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第2の電極を有し、前記複数の第2の電極はそれぞれ、イオンを前記第2のイオンチャネル内に集束させるために、前記第2の出口端より前記第2の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である、ステップと、

を含む、方法。

(項目13)

前記集束されたイオンを前記第1のイオンガイドから受け取るステップは、

前記集束されたイオンを前記DMSデバイスを封入する筐体の入口開口を通して受け取るステップであって、前記筐体は、イオンを前記第1のイオンガイドから前記DMSデバイスに通過させるための入口開口、イオンを前記DMSデバイスから前記第2のイオンガイドに通過させるための出口開口、およびガス入口を含む、ステップ

を含む、方法に係る前記項目の任意の組み合わせに記載の方法。

(項目14)

ガスを前記ガス入口を通して受け取り、前記筐体内の圧力を前記真空チャンバシステムの圧力を上回って増加させるステップをさらに含む、方法に係る前記項目の任意の組み合わせに記載の方法。

(項目15)

フィルタリングが所望されるとき、前記DMSデバイスに非対称分離場およびDC補償場を印加し、フィルタリングが所望されないとき、集束RF電位を印加するステップをさらに含む、方法に係る前記項目の任意の組み合わせに記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0011】

当業者は、後述の図面が、例証目的にすぎないことを理解するであろう。図面は、本教示の範囲をいかにようにも制限することを意図するものではない。

【0012】

【図1】図1は、種々の実施形態による、真空下で示差移動度分光分析(DMS)を行うためのシステムの概略図である。

【0013】

【図2】図2は、種々の実施形態による、4つの電極DMSデバイスを含む、真空下でDMSを行うためのシステムの正面図である。

【0014】

【図3】図3は、種々の実施形態による、12の電極DMSデバイスを含む、真空下でDMSを行うためのシステムの正面図である。

【0015】

【図4】図4は、種々の実施形態による、真空下でDMSを行うための方法を示す、フロー図である。

【0016】

本教示の1つまたはそれを上回る実施形態を詳細に説明する前に、当業者は、本教示が、その適用において、以下の発明を行うための形態に記載される、または図面に図示される、構造、構成要素の配列、およびステップの配列の詳細に制限されないことを理解するであろう。また、本明細書で使用される表現および専門用語は、説明の目的のためであって、制限として見なされるべきではないことを理解されたい。

【発明を実施するための形態】

【0017】

前述のように、示差移動度分光分析（DMS）デバイスを質量分析計の真空システムの中に設置することは、デバイスが分光計に恒久的に搭載されたままであることを可能にし得る。しかしながら、イオンを自由噴流膨張から捕捉するための効率的な手段を提供するシステムは、まだ開発されていない。

【0018】

種々の実施形態では、質量分析計の真空システム内の区画化された無線周波数（RF）多重極構成は、DMSのためのイオンを自由噴流膨張から捕捉するための効率的な手段を提供する。具体的には、イオンガイド（レンズとは対照的に）は、高効率イオン伝送を提供するために使用される。区画は、第1のRF多重極イオンガイドと、第1のRFイオンガイドの出口における多重極DMSデバイスと、DMSデバイスの出口における第2のRF多重極イオンガイドとを含む。第1のRFイオンガイドは、自由噴流ガス膨張を圍繞するバレル衝撃の直径の少なくとも50%を、例えば、真空チャンバの中に受け入れるために十分な内接径を入口に含む。第1のRFイオンガイドは、捕捉されたイオンが出口に先立って集束されるように、テーパ状である。第1のRFイオンガイドの出口寸法は、DMSデバイスへの移送の際のイオンの損失を最小限にするために、DMSデバイスの入口寸法より小さい。イオンは、次いで、DMSデバイス内で分離されることができる。

【0019】

第2のRFイオンガイドもまた、テーパ状である。第2のRFイオンガイドは、DMSデバイスの出口寸法を上回る内接径を入口に有する。第2のRFイオンガイドのテーパは、差動圧送される真空領域を分離する開口に先立って、移動度フィルタイオンを集束させる。DMSデバイスは、差動圧送される真空チャンバの出口からのガス流が、層流流線をDMSデバイスを通して引き込むように、筐体内に封入されることができる。加えて、第1のRFイオンガイドおよび第2のRFイオンガイドの長さは、十分な集束特性および有害ビーム／衝撃波の排除を確実にするために最適化されることができる。集束電位もまた、DMSデバイスに印加され、伝送を改善することができる。

【0020】

（真空下でのDMSのためのシステム）

図1は、種々の実施形態による、真空下でDMSを行うためのシステム100の概略図である。システム100は、真空チャンバ110と、第1のイオンガイド120と、DMSデバイス130と、第2のイオンガイド140とを含む。第1のイオンガイド120および第2のイオンガイド140は、例えば、RFイオンガイドであって、それぞれ、RF電圧を提供する電力供給源によって供給される。

【0021】

真空チャンバ110は、イオンを高圧領域から真空チャンバ110の中に受け取るため

10

20

30

40

50

の入口オリフィス１１１と、イオンを真空チャンバ１１０から送り出す出口オリフィス１１２とを含む。イオン源（図示せず）は、例えば、イオンを高圧領域（図示せず）内のサンプルから発生させる。真空チャンバ１１０はまた、ポンプポート１１５を含む。粗引ポンプが、ポンプポート１１５に取り付けられ、例えば、真空チャンバ１１０内の圧力の制御を提供することができる。

【００２２】

第１のイオンガイド１２０は、真空チャンバ１１０内に位置する。第１のイオンガイド１２０は、イオンを入口オリフィス１１１から受け取る。第１のイオンガイド１２０は、第１の入口端１２１と、第１の出口端１２２とを有する。第１のイオンガイド１２０は、第１のイオンチャンネル１２４を画定する中心軸１１３の周囲に配列される、複数の第１の電極１２３を有する。複数の第１の電極１２３はそれぞれ、イオンを第１のイオンチャンネル１２４内に集束させるために、第１の出口端１２２より第１の入口端１２１に大きい内接径を提供するようにテーパ状である。

10

【００２３】

DMSデバイス１３０は、第１のイオンガイド１２０と同軸方向かつそれに隣接する、真空チャンバ１１０内に位置する。DMSデバイス１３０は、イオンを第１のイオンガイド１２０の第１の出口端１２２から受け取る。DMSデバイス１３０は、DMS入口端１３１と、DMS出口端１３２とを有する。DMS入口端１３１における内接径は、第１のイオンガイド１２０からDMSデバイス１３０へのイオンの損失を最小限にするために、第１のイオンガイド１２０の第１の出口端１２２における内接径より大きい。DMSデバイス１３０は、中心軸１１３の周囲に配列される複数のDMS電極１３３を有する。複数のDMS電極１３３は、DMSイオンチャンネル１３４内のイオンを分離させるために、一定間隙を有するDMSイオンチャンネル１３４を画定する。

20

【００２４】

第２のイオンガイド１４０は、第１のDMSデバイス１３０と同軸方向かつそれに隣接する、真空チャンバ１１０内に位置する。第２のイオンガイド１４０は、イオンをDMSデバイス１３０のDMS出口端１３２から受け取る。第２のイオンガイド１４０は、イオンを真空チャンバ１１０の出口オリフィス１１２に集束させる。第２のイオンガイド１４０は、第２の入口端１４１と、第２の出口端１４２とを有する。第２の入口端１４１における内接径は、DMSデバイス１３０から第２のイオンガイド１４０へのイオンの損失を最小限にするために、DMS出口端１３２における内接径より大きい。第２のイオンガイド１４０は、第２のイオンチャンネル１４４を画定する中心軸１１３の周囲に配列される複数の第２の電極１４３を有する。複数の第２の電極１４３はそれぞれ、イオンを第２のイオンチャンネル１４４内に集束させるために、第２の出口端１４２より第２の入口端１４１に大きい内接径を提供するようにテーパ状である。

30

【００２５】

種々の実施形態では、システム１００はさらに、DMSデバイス１３０を封入する筐体１５０を含む。筐体１５０は、DMSデバイス１３０が、第１のイオンガイド１２０および第２のイオンガイド１４０の両方を上回る圧力で動作することを可能にするために使用される。RFイオンガイドは、中間圧力域においてより良好に機能し、DMSデバイスは、さらにより高い圧力においてより良好に機能する。例えば、第１のイオンガイド１２０および第２のイオンガイド１４０は、圧力２０トル未満で動作され、DMSデバイス１３０は、２０トルより高い圧力で動作される。種々の実施形態では、DMSデバイス１３０は、第１のイオンガイド１２０および第２のイオンガイド１４０より１０倍高い圧力で動作される。他の実施形態では、DMS圧力は、真空チャンバ１１０と同一圧力で、またはチャンバ１１０と同一圧力から大気圧もしくはそれを上回る圧力に及ぶ範囲にわたる任意の圧力で最適化されてもよい。DMSセル内のより高い圧力は、開口１５１および１５２からのガスの流出に起因して、所与の圧力をチャンバ１１０内に維持するために、より大きい真空ポンプを要求するであろうことに留意されたい。

40

【００２６】

50

筐体150は、イオンを第1のイオンガイド120からDMSデバイス130に通過させるための入口開口151を含む。筐体150は、イオンをDMSデバイス130から第2のイオンガイド140に通過させるための出口開口152を含む。筐体150はまた、ガス入口155を含む。ガス入口155は、ガスを受け取り、例えば、筐体150内の圧力を真空チャンバ110の圧力を上回って増加させる。

【0027】

DMSデバイス130は、真空チャンバ110および筐体150を異なる圧力レベルに真空化せずに、第1のイオンガイド120および第2のイオンガイド140の両方を上回る圧力で動作されることに留意することが重要である。代わりに、DMSデバイス130は、ガスをガス入口155を通して筐体150の中に導入し、筐体150内の圧力を真空チャンバ110の圧力を上回って増加させることによって、第1のイオンガイド120および第2のイオンガイド140の両方を上回る圧力で動作される。

10

【0028】

種々の実施形態では、複数のテーパ状の第1の電極123のそれぞれの平面表面は、第1のイオンガイド120の内部に面し、徐々に狭窄化され、内向きに傾斜され、第1のイオンガイド120の第1の入口端121より第1の出口端122において小さい内接径を提供する。同様に、複数のテーパ状の第2の電極143のそれぞれの平面表面は、第2のイオンガイド140の内部に面し、徐々に狭窄化され、内向きに傾斜され、第2のイオンガイド140の第2の入口端141より第2の出口端142において小さい内接径を提供する。

20

【0029】

種々の実施形態では、第1のイオンガイド120、DMSデバイス130、または第2のイオンガイド140は、多重極デバイスであることができる。第1のイオンガイド120、DMSデバイス130、および第2のイオンガイド140は、2つの電極の任意の倍数を含むことができる。例えば、第1のイオンガイド120、DMSデバイス130、または第2のイオンガイド140は、4つの電極、6つの電極、8つの電極、10の電極、12の電極、14の電極、16の電極等を含むことができる。

【0030】

種々の実施形態では、フィルタリングが所望されるとき、DMSデバイスに非対称分離場およびDC補償場が印加され、DMSがフィルタリングされないとき、集束RF電位を印加する。非対称分離場、DC補償場、および集束RF電位は、プログラム制御下で電圧または電場を切替可能な任意の手段を使用して、印加される。本手段は、限定ではないが、プロセッサ、コントローラ、特定用途デジタル回路、または特定用途アナログ回路を含むことができる。

30

【0031】

図2は、種々の実施形態による、4つの電極のDMSデバイス240を含む、真空下でDMSを行うためのシステム200の正面図である。真空チャンバ210は、入口オリフィス211と、出口オリフィス212と、ポンプポート215とを含む。ポンプポート215の場所は、真空チャンバ210の背面に移動され、真空チャンバ210の背面に向かってガス流を提供することができる。真空チャンバ210は、例えば、任意のタイプのスリーブまたは封入体であることができる。

40

【0032】

第1のイオンガイド220、DMSデバイス230、および第2のイオンガイド240は、真空チャンバ210内に位置する区画化されたイオンガイドの一部である。第1のイオンガイド220および第2のイオンガイド240は、テーパ状十二重極デバイスである。DMSデバイス230は、電極として4つの平坦プレートを含む。DMS分離波形は、反対に面した電極の2つの間に印加されてもよい。さらに、DCまたはRF電位が、他の対の電極に印加されてもよい。DMS分離が所望されないとき、対称RF集束電位が、4電極に印加され、高伝送を確実にしてもよい。

【0033】

50

図3は、種々の実施形態による、12の電極DMSデバイス340を含む、真空下でDMSを行うためのシステム300の正面図である。真空チャンバ310は、入口オリフィス311と、出口オリフィス312と、ポンプポート315とを含む。第1のイオンガイド320、DMSデバイス330、および第2のイオンガイド340は、真空チャンバ310内に位置する区画化されたイオンガイドの一部である。第1のイオンガイド320および第2のイオンガイド340は、テーパ状十二重極デバイスである。DMSデバイス330は、非テーパ状十二重極デバイスである。DMS波形は、フィルタリングが所望されるとき、十二重極デバイスに印加されてもよく、集束RF電位は、フィルタリングが所望されないとき、印加されてもよい。

【0034】

10

(真空下でDMSを行うための方法)

図4は、種々の実施形態による、真空下でDMSを行うための方法400を示す、フロー図である。

【0035】

方法400のステップ410では、発生されたイオンは、真空チャンバを使用して、高圧領域から受け取られる。真空チャンバは、発生されたイオンを高圧領域から真空チャンバの中に受け取るための入口オリフィスと、イオンを真空チャンバから送り出すための出口オリフィスとを含む。

【0036】

ステップ420では、発生されたイオンは、真空チャンバ内に位置する第1のイオンガイドを使用して、入口オリフィスから受け取られる。第1のイオンガイドは、発生されたイオンを集束させる。第1のイオンガイドは、第1の入口端および第1の出口端を有する。第1のイオンガイドは、第1のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第1の電極を有する。複数の第1の電極はそれぞれ、イオンを第1のイオンチャンネル内に集束させるために、第1の出口端より第1の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である。

20

【0037】

ステップ430では、集束されたイオンは、第1のイオンガイドと同軸方向かつそれに隣接して真空チャンバ内に位置する、DMSデバイスを使用して、第1のイオンガイドから受け取られる。DMSデバイスは、集束されたイオンを分離させる。DMSデバイスは、DMS入口端と、DMS出口端とを有する。DMS入口端における内接径は、第1のイオンガイドの第1の出口端における内接径より大きく、第1のイオンガイドからDMSデバイスへのイオンの損失を最小限にする。DMSデバイスは、DMSイオンチャンネル内のイオンを分離させるために、一定間隙を伴うDMSイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数のDMS電極を有する。

30

【0038】

ステップ440では、分離されたイオンは、DMSデバイスと同軸方向かつそれに隣接して真空チャンバ内に位置する、第2のイオンガイドを使用して、DMSデバイスから受け取られる。第2のイオンガイドは、分離されたイオンを出口オリフィスに集束させる。第2のイオンガイドは、第2の入口端と、第2の出口端とを有する。第2の入口端における内接径は、DMS出口端における内接径より大きく、DMSデバイスから第2のイオンガイドへのイオンの損失を最小限にする。第2のイオンガイドは、第2のイオンチャンネルを画定する中心軸の周囲に配列される、複数の第2の電極を有する。複数の第2の電極はそれぞれ、イオンを第2のイオンチャンネル内に集束させるために、第2の出口端より第2の入口端に大きい内接径を提供するようにテーパ状である。

40

【0039】

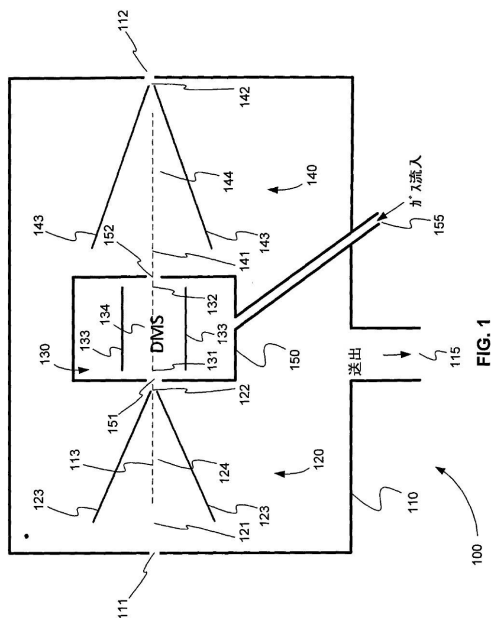
本教示は、種々の実施形態と併せて説明されるが、本教示が、そのような実施形態に制限されることを意図するものではない。対照的に、本教示は、当業者によって理解されるように、種々の代替、修正、および均等物を包含する。

【0040】

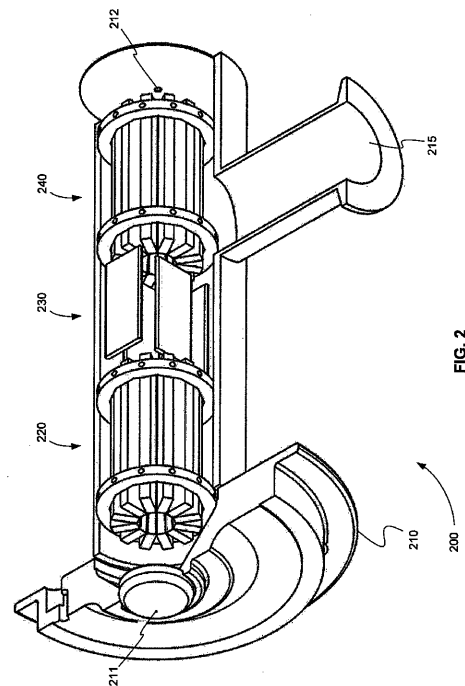
50

さらに、種々の実施形態の説明において、本明細書は、ステップの特定のシーケンスとして、方法および／またはプロセスを提示し得る。しかしながら、方法またはプロセスが本明細書に記載されるステップの特定の順序に依拠しない程度において、方法またはプロセスは、説明されるステップの特定のシーケンスに制限されるべきではない。当業者が理解するであろうように、ステップの他のシーケンスも可能であり得る。したがって、本明細書に記載されるステップの特定の順序は、請求項に関する制限として解釈されるべきでない。加えて、方法および／またはプロセスを対象とする請求項は、そのステップの実施を書かれた順序に制限されるべきではなく、当業者は、シーケンスが、変動され得、依然として、種々の実施形態の精神および範囲内にあることを容易に理解することができる。

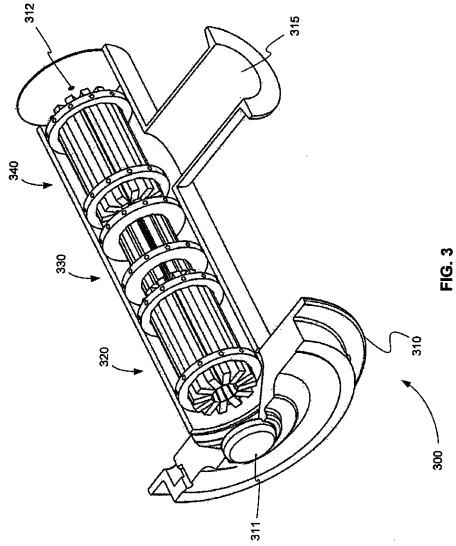
【図 1】



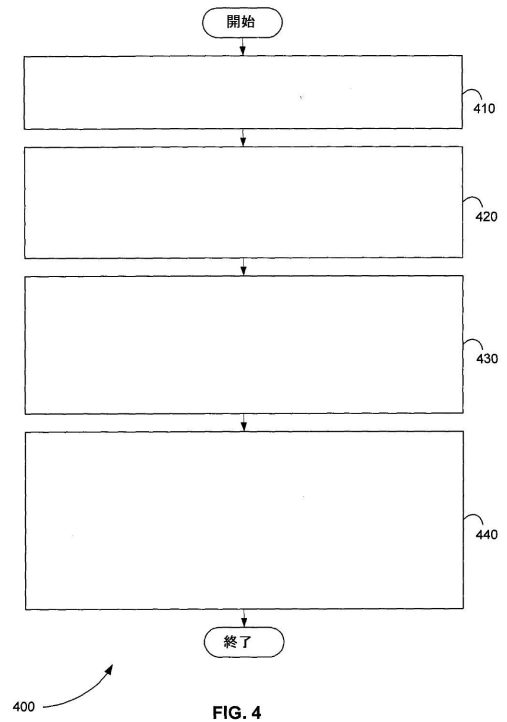
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 ジャバヘリ, ハッサン
カナダ国 エル4エス 1ダブリュー3 オンタリオ, リッチモンド ヒル, ファームステッ
ド ロード 38

(72)発明者 コービー, トーマス
カナダ国 エル4シー 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 吉田 将志

(56)参考文献 特表2012-525672 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0056085 (US, A1)
特表2010-508535 (JP, A)
特表2009-516327 (JP, A)
米国特許出願公開第2009/0173877 (US, A1)
国際公開第2013/114191 (WO, A1)
特表2009-523300 (JP, A)
特表2011-522363 (JP, A)
米国特許出願公開第2009/0294650 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 27/60-70、92