

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-524788
(P2008-524788A)

(43) 公表日 平成20年7月10日(2008.7.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 J 49/06 (2006.01)	HO 1 J 49/06	2 G O 4 I
GO 1 N 27/62 (2006.01)	GO 1 N 27/62	E 5 C O 3 8
HO 1 J 49/42 (2006.01)	HO 1 J 49/42	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2007-546192 (P2007-546192)
 (86) (22) 出願日 平成17年12月16日 (2005.12.16)
 (85) 翻訳文提出日 平成19年8月6日 (2007.8.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2005/004902
 (87) 国際公開番号 W02006/064274
 (87) 国際公開日 平成18年6月22日 (2006.6.22)
 (31) 優先権主張番号 0427634.1
 (32) 優先日 平成16年12月17日 (2004.12.17)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)
 (31) 優先権主張番号 60/642, 207
 (32) 優先日 平成17年1月7日 (2005.1.7)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504142097
 マイクロマス ユーケー リミテッド
 イギリス、エム23 9エルズイー、マン
 チェスター、ウィゼンショー、フローズ
 ロード
 (74) 代理人 110000040
 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
 (72) 発明者 ジャイルズ、ケビン
 イギリス、エスケー6 5デーダブリュ
 チェシャー、ストックポート、ポニントン
 ライズ 19

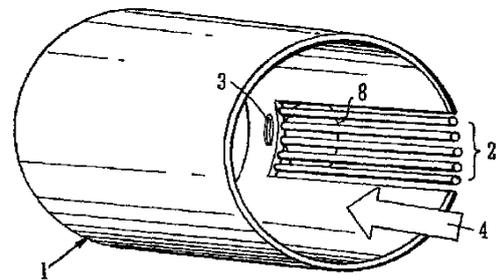
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 質量分析計

(57) 【要約】

イオンガイドを備えた質量分析計を開示する。前記イオンガイドは、壁を有する中空で管状の導体(1)を備えている。前記管状の導体(1)の壁に、1以上の電極が設けられている。出口開口(3)が、1以上の電極(2)の下流で、前記管状の導体(1)の壁に設けられている。前記1以上の電極(2)にACまたはRF電圧を印加し、前記管状の導体(1)の壁と1以上の電極(2)との間に、DC電位差を保持する。DC電圧勾配と、電極(2)に印加するACまたはRF電圧との組み合わせにより、イオンは、好ましくは前記1以上の電極(2)に近接した領域に径方向に閉じ込められる。前記管状の導体(1)の内側と管状の導体(1)の外側との間に圧力勾配を保持することにより、かつ/または出口開口(3)を通してイオンを抽出する働きをするDC電場を保持することにより、出口開口(3)を通してイオンガイドからイオンを抽出することが好ましい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イオンガイドであって、
壁を有する中空、管状、または網状の装置と、
前記壁の一部分内、前記壁の一部分に沿って、前記壁の一部分上に、または前記壁の一部分に実質的に隣接して配置された 1 以上の電極を備えているイオンガイド。

【請求項 2】

前記中空、管状、または網状の装置が、実質的に円形の断面または断面プロファイルを有する、請求項 1 に記載のイオンガイド。

【請求項 3】

前記中空、管状、または網状の装置が、実質的に楕円形、長方形、正方形、多角形、曲線状、規則的な形状、もしくは不規則な形状の断面または断面プロファイルを有する、請求項 1 に記載のイオンガイド。

【請求項 4】

前記中空、管状、または網状の装置が、(i) 1.0 mm、(ii) 2.0 mm、(iii) 3.0 mm、(iv) 4.0 mm、(v) 5.0 mm、(vi) 6.0 mm、(vii) 7.0 mm、(viii) 8.0 mm、(ix) 9.0 mm、(x) 10.0 mm、および (xi) > 10.0 mm からなる群から選択される内径または寸法を有する、請求項 1、2 または 3 に記載のイオンガイド。

【請求項 5】

前記中空、管状、または網状の装置が、前記中空、管状、または網状の装置の中心または中間に配設されるか、あるいは前記中心または中間に沿って配設される中心軸を有し、前記 1 以上の電極が、前記中心軸の一方の側から、または一方の側へとずらして配置または配設されている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 6】

前記 1 以上の電極が、前記中心軸と実質的に平行である 1 以上の軸に沿って配置されている、請求項 5 に記載のイオンガイド。

【請求項 7】

前記 1 以上の電極の一部または全部が、(i) < 1 mm、(ii) 1 ~ 5 mm、(iii) 5 ~ 10 mm、(iv) 10 ~ 15 mm、(v) 15 ~ 20 mm、(vi) 20 ~ 25 mm、(vii) 25 ~ 30 mm、(viii) 30 ~ 35 mm、(ix) 35 ~ 40 mm、(x) 40 ~ 45 mm、(xi) 45 ~ 50 mm、および (xii) > 50 mm からなる群から選択される軸方向長さおよび / または幅および / または高さを有する、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 8】

前記 1 以上の電極の一部または全部が、(i) < 0.01 mm、(ii) 0.01 ~ 0.05、(iii) 0.05 ~ 0.1 mm、(iv) 0.1 ~ 0.2 mm、(v) 0.2 ~ 0.3 mm、(vi) 0.3 ~ 0.4 mm、(vii) 0.4 ~ 0.5 mm、(viii) 0.5 ~ 0.6 mm、(ix) 0.6 ~ 0.7 mm、(x) 0.7 ~ 0.8 mm、(xi) 0.8 ~ 0.9 mm、(xii) 0.9 ~ 1 mm、(xiii) 1 ~ 2 mm、(xiv) 2 ~ 3 mm、(xv) 3 ~ 4 mm、(xvi) 4 ~ 5 mm、(xvii) 5 ~ 10 mm、(xviii) 10 ~ 15 mm、(xix) 15 ~ 20 mm、(xx) 20 ~ 25 mm、(xxi) 25 ~ 30 mm、(xxii) 30 ~ 35 mm、(xxiii) 35 ~ 40 mm、(xxiv) 40 ~ 45 mm、(xxv) 45 ~ 50 mm、および (xxvi) > 50 mm からなる群から選択される断面直径または寸法を有する、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 9】

前記 1 以上の電極の一部または全部が、中心間が互いに x mm 離間しており、x が、(i) < 0.01 mm、(ii) 0.01 ~ 0.05、(iii) 0.05 ~ 0.1 mm、(iv) 0.1 ~ 0.2 mm、(v) 0.2 ~ 0.3 mm、(vi) 0.3 ~ 0.4 mm、(vii) 0.4 ~ 0.5 mm、(viii) 0.5 ~ 0.6 mm、(ix)

10

20

30

40

50

0.7 ~ 0.8 mm、(x) 0.8 ~ 0.9 mm、(xi) 0.9 ~ 1 mm、(xii) 1 ~ 2 mm、(xiii) 2 ~ 3 mm、(xiv) 3 ~ 4 mm、(xv) 4 ~ 5 mm、(xvi) 5 ~ 10 mm、(xvii) 10 ~ 15 mm、(xviii) 15 ~ 20 mm、(xix) 20 ~ 25 mm、(xx) 25 ~ 30 mm、(xxi) 30 ~ 35 mm、(xxii) 35 ~ 40 mm、(xxiii) 40 ~ 45 mm、(xxiv) 45 ~ 50 mm、および (xxv) > 50 mm からなる群から選択される、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 10】

前記 1 以上の電極が、実質的に円形、楕円形、長方形、正方形、多角形、曲線状、規則的な形状、または不規則な形状の断面または断面プロファイルを有する、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

10

【請求項 11】

前記 1 以上の電極が、1 以上のロッド、ワイヤー、網状、管状、リング、平面状、または立方形状電極を含む、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 12】

前記 1 以上の電極の少なくとも一部または全部に AC または RF 電圧を印加するように配置および適合させた AC または RF 電圧手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 13】

前記 AC または RF 電圧手段を、前記 1 以上の電極の少なくとも 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または 100% に AC または RF 電圧を印加するように配置および適合させた、請求項 12 に記載のイオンガイド。

20

【請求項 14】

少なくとも一部のイオンが前記 1 以上の電極にぶつかる、衝突する、または近づくことを妨げる、または実質的に防止するため、前記 AC または RF 電圧手段を、前記 1 以上の電極の少なくとも 5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%、または 100% に AC または RF 電圧を印加するように配置および適合させた、請求項 12 または 13 に記載のイオンガイド。

【請求項 15】

前記 AC または RF 電圧手段を、前記 1 以上の電極に、(i) < 50 V ピークトゥピーク、(ii) 50 ~ 100 V ピークトゥピーク、(iii) 100 ~ 150 V ピークトゥピーク、(iv) 150 ~ 200 V ピークトゥピーク、(v) 200 ~ 250 V ピークトゥピーク、(vi) 250 ~ 300 V ピークトゥピーク、(vii) 300 ~ 350 V ピークトゥピーク、(viii) 350 ~ 400 V ピークトゥピーク、(ix) 400 ~ 450 V ピークトゥピーク、(x) 450 ~ 500 V ピークトゥピーク、および (xi) > 500 V ピークトゥピークからなる群から選択される振幅を有する AC または RF 電圧を供給するように配置および適合させた、請求項 12、13 または 14 に記載のイオンガイド。

30

【請求項 16】

前記 AC または RF 電圧手段を、前記 1 以上の電極に、(i) < 100 kHz、(ii) 100 ~ 200 kHz、(iii) 200 ~ 300 kHz、(iv) 300 ~ 400 kHz、(v) 400 ~ 500 kHz、(vi) 0.5 ~ 1.0 MHz、(vii) 1.0 ~ 1.5 MHz、(viii) 1.5 ~ 2.0 MHz、(ix) 2.0 ~ 2.5 MHz、(x) 2.5 ~ 3.0 MHz、(xi) 3.0 ~ 3.5 MHz、(xii) 3.5 ~ 4.0 MHz、(xiii) 4.0 ~ 4.5 MHz、(xiv) 4.5 ~ 5.0 MHz、(xv) 5.0 ~ 5.5 MHz、(xvi) 5.5 ~ 6.0 MHz、(xvii) 6.0 ~ 6.5 MHz、(xviii) 6.5 ~ 7.0 MHz、(xix) 7.0 ~ 7.5 MHz、(xx) 7.5 ~ 8.0 MHz、(xxi) 8.0 ~ 8.5 MHz、(xxii) 8.5 ~ 9.0 MHz、(xxiii) 9.0 ~ 9.5 MHz、(xxiv) 9.5 ~ 10.0 MHz、および (xxv) > 10.0 MHz からなる群から選択される周波数を有する AC または RF 電圧を供給するように配置および適合させた、請求項 12 ~ 15 のいずれか一項に記載のイオンガイド。

40

50

【請求項 17】

前記 1 以上の電極のうち直接隣接した電極には、互いに逆の位相の前記 AC または RF 電圧を供給する、請求項 12 ~ 16 のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 18】

前記 1 以上の電極が、交互配置された二組の電極を備えており、第 1 の組の電極は、第 1 の位相の前記 AC または RF 電圧に接続されており、第 2 の組の電極は、第 2 の異なる位相の前記 AC または RF 電圧に接続されている、請求項 12 ~ 17 のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 19】

前記中空、管状、または網状の装置の壁の少なくとも一部分と前記 1 以上の電極の一部または全部との間に DC 電位差を保持するように配置および適合させた手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

10

【請求項 20】

前記 DC 電位差が、(i) $< 1\text{ V}$ 、(ii) $1 \sim 5\text{ V}$ 、(iii) $5 \sim 10\text{ V}$ 、(iv) $10 \sim 15\text{ V}$ 、(v) $15 \sim 20\text{ V}$ 、(vi) $20 \sim 25\text{ V}$ 、(vii) $25 \sim 30\text{ V}$ 、(viii) $30 \sim 35\text{ V}$ 、(ix) $35 \sim 40\text{ V}$ 、(x) $40 \sim 45\text{ V}$ 、(xi) $45 \sim 50\text{ V}$ 、および (xii) $> 50\text{ V}$ からなる群から選択される、請求項 19 に記載のイオンガイド。

【請求項 21】

前記 1 以上の電極が、1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個、11 個、12 個、13 個、14 個、15 個、16 個、17 個、18 個、19 個、20 個、または 20 個を超える電極を含む、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

20

【請求項 22】

前記 1 以上の電極のうちの少なくとも 1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個、11 個、12 個、13 個、14 個、15 個、16 個、17 個、18 個、19 個、20 個、または 20 個を超える電極が、前記中空、管状、または網状の装置に設けられた 1 以上の開口をループ状に囲むか、または少なくとも部分的にループ状に囲むように構成されている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 23】

前記電極のうちの少なくとも 1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個、11 個、12 個、13 個、14 個、15 個、16 個、17 個、18 個、19 個、20 個、または 20 個を超える電極が、前記中空、管状、または網状の装置に設けられた 1 以上の開口またはその上流で終端するように構成されている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

30

【請求項 24】

前記 1 以上の電極が、軸方向にセグメント化されている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 25】

前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または 100% に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、1 以上の過渡 DC 電圧もしくは電位、または 1 以上の過渡 DC 電圧もしくは電位波形を前記 1 以上の電極の一部または全部に印加する手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

40

【請求項 26】

前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または 100% に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、前記 1 以上の電極の一部または全部に 2 以上の位相シフト AC または RF 電圧を印加する手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド

50

。

【請求項 27】

前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または 100% に沿って実質的に一定の DC 電圧勾配を保持する DC 電圧手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 28】

前記 1 以上の電極の少なくとも一部が、プリント回路基板内またはプリント回路基板上に設置、蒸着、または取り付けされている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

10

【請求項 29】

前記 1 以上の電極の少なくとも一部が、プラスチック製、セラミック製、積層型、絶縁性、もしくは半導電性の基板内またはこれら基板上に設置、蒸着、または取り付けられている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 30】

前記 1 以上の電極が、(i) プリント回路基板、プリント配線基板、もしくはエッチング配線基板、(ii) 非導電性基板上に付けるかもしくは積層された複数の導電性トレース、(iii) 基板上に配置された複数の銅製もしくは金属製電極、(iv) スクリーン印刷、写真製版、エッチング、もしくは切削 (milled) されたプリント回路基板、(v) フェノール樹脂を含浸させた紙基板上に配置された複数の電極、(vi) エポキシ樹脂を含浸させたファイバークラスマツト上に配置された複数の電極、(vii) プラスチック基板上に配置された複数の電極、または (viii) 基板上に配置された複数の電極を備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

20

【請求項 31】

前記壁の一部分に設けられた、または配置された 1 以上の開口をさらに備え、操作モードにおいて、イオンが前記 1 以上の開口を通り前記イオンガイドから流出するようになっている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 32】

前記 1 以上の開口が、(i) 1.0 mm、(ii) 2.0 mm、(iii) 3.0 mm、(iv) 4.0 mm、(v) 5.0 mm、(vi) 6.0 mm、(vii) 7.0 mm、(viii) 8.0 mm、(ix) 9.0 mm、(x) 10.0 mm、および (xi) > 10.0 mm からなる群から選択される内径または寸法を有する、請求項 31 に記載のイオンガイド。

30

【請求項 33】

前記中空、管状、または網状の装置内に存在するイオンのうち、少なくとも一部、または少なくとも 0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは 100% が、前記 1 以上の開口を通して前記中空、管状、または網状の装置内から流出するか、または抽出されるようになっている、請求項 31 または 32 に記載のイオンガイド。

40

【請求項 34】

前記中空、管状、または網状の装置内に存在する、気体分子および / もしくは中性粒子および / もしくは液滴の少なくとも一部、または前記気体分子および / もしくは中性粒子および / もしくは液滴の少なくとも 0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または 100% が、前記 1 以上の開口を通して前記中空、管状、または網状の装置内から流出または抽出されることなく、前記中空、管状、または網状の装置に沿って移動し続けるようになっている、請求項 31、32 または 33 に記載のイオンガイド。

50

【請求項 35】

前記 1 以上の開口に隣接するか、またはその後方に位置するように配置された抽出レンズまたは電極配列をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 36】

前記抽出レンズまたは電極配列を、前記壁の一部に設けられている、または配置されている 1 以上の開口を通して少なくとも一部のイオンを引き寄せ、または引き付けるように配置および適合させた、請求項 35 に記載のイオンガイド。

【請求項 37】

前記 1 以上の電極および / または前記中空、管状、もしくは網状の装置の壁と前記抽出レンズまたは電極配列との間に、電位または電圧差を保持するように配置および適合させた手段をさらに備えている、請求項 35 または 36 に記載のイオンガイド。

10

【請求項 38】

前記手段を、前記 1 以上の電極および / または前記中空、管状、もしくは網状の装置の壁と前記抽出レンズまたは電極配列との間に、(i) $< -50\text{ V}$ 、(ii) $-50 \sim -45\text{ V}$ 、(iii) $-45 \sim -40\text{ V}$ 、(iv) $-40\text{ V} \sim -35\text{ V}$ 、(v) $-35\text{ V} \sim -30\text{ V}$ 、(vi) $-30 \sim -25\text{ V}$ 、(vii) $-25\text{ V} \sim -20\text{ V}$ 、(viii) $-20\text{ V} \sim -15\text{ V}$ 、(ix) $-15\text{ V} \sim -10\text{ V}$ 、(x) $-10\text{ V} \sim -5\text{ V}$ 、(xi) $-5\text{ V} \sim 0\text{ V}$ 、および (xii) $> 0\text{ V}$ からなる群から選択される電位または電圧差を保持するように配置および適合させた、請求項 37 に記載のイオンガイド。

20

【請求項 39】

前記手段を、前記 1 以上の電極および / または前記中空、管状、もしくは網状の装置の壁と前記抽出レンズまたは電極配列との間に、(i) $> 50\text{ V}$ 、(ii) $50 \sim 45\text{ V}$ 、(iii) $45 \sim 40\text{ V}$ 、(iv) $40\text{ V} \sim 35\text{ V}$ 、(v) $35\text{ V} \sim 30\text{ V}$ 、(vi) $30 \sim 25\text{ V}$ 、(vii) $25\text{ V} \sim 20\text{ V}$ 、(viii) $20\text{ V} \sim 15\text{ V}$ 、(ix) $15\text{ V} \sim 10\text{ V}$ 、(x) $10\text{ V} \sim 5\text{ V}$ 、(xi) $5\text{ V} \sim 0\text{ V}$ 、および (xii) $< 0\text{ V}$ からなる群から選択される電位または電圧差を保持するように配置および適合させた、請求項 37 に記載のイオンガイド。

【請求項 40】

前記イオンガイドが、(i) $< 1\text{ mm}$ 、(ii) $1 \sim 5\text{ mm}$ 、(iii) $5 \sim 10\text{ mm}$ 、(iv) $10 \sim 15\text{ mm}$ 、(v) $15 \sim 20\text{ mm}$ 、(vi) $20 \sim 25\text{ mm}$ 、(vii) $25 \sim 30\text{ mm}$ 、(viii) $30 \sim 35\text{ mm}$ 、(ix) $35 \sim 40\text{ mm}$ 、(x) $40 \sim 45\text{ mm}$ 、(xi) $45 \sim 50\text{ mm}$ 、(xii) $50 \sim 60\text{ mm}$ 、(xiii) $60 \sim 70\text{ mm}$ 、(xiv) $70 \sim 80\text{ mm}$ 、(xv) $80 \sim 90\text{ mm}$ 、(xvi) $90 \sim 100\text{ mm}$ 、(xvii) $100 \sim 110\text{ mm}$ 、(xviii) $110 \sim 120\text{ mm}$ 、(xix) $120 \sim 130\text{ mm}$ 、(xx) $130 \sim 140\text{ mm}$ 、(xxi) $140 \sim 150\text{ mm}$ 、(xxii) $150 \sim 160\text{ mm}$ 、(xxiii) $160 \sim 170\text{ mm}$ 、(xxiv) $170 \sim 180\text{ mm}$ 、(xxv) $180 \sim 190\text{ mm}$ 、(xxvi) $190 \sim 200\text{ mm}$ 、および (xxvii) $> 200\text{ mm}$ からなる群から選択される長さを有する、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

30

【請求項 41】

前記イオンガイドが、実質的にまっすぐ、または直線状である、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

40

【請求項 42】

前記イオンガイドが、実質的に曲線状または非直線状である、請求項 1 ~ 40 のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 43】

前記イオンガイドの少なくとも一部分を、(i) $> 0.001\text{ mbar}$ 、(ii) $> 0.01\text{ mbar}$ 、(iii) $> 0.1\text{ mbar}$ 、(iv) $> 1\text{ mbar}$ 、(v) $> 10\text{ mbar}$ 、(vi) $> 100\text{ mbar}$ 、(vii) $0.001 \sim 100\text{ mbar}$ 、(viii) $0.01 \sim 10\text{ mbar}$ 、および (ix) $0.1 \sim 1\text{ mbar}$ からなる群から選択される圧力に保持するように配置および適合させた手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載

50

のイオンガイド。

【請求項 4 4】

前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイドを 1 以上備えた質量分析計。

【請求項 4 5】

衝突、フラグメント化、または反応装置をさらに備えている、請求項 4 4 に記載の質量分析計。

【請求項 4 6】

前記衝突、フラグメント化、または反応装置が、衝突誘起解離（「CID」）によってイオンをフラグメント化するように構成されている、請求項 4 5 に記載の質量分析計。

【請求項 4 7】

前記衝突、フラグメント化、または反応装置が、(i) 表面誘起解離（「SID」）フラグメント化装置、(ii) 電子移動解離フラグメント化装置、(iii) 電子捕獲解離フラグメント化装置、(iv) 電子衝突または衝撃解離フラグメント化装置、(v) 光誘起解離（「PID」）フラグメント化装置、(vi) レーザー誘起解離フラグメント化装置、(vii) 赤外線誘起解離装置、(viii) 紫外線誘起解離装置、(ix) ノズル - スキマー・インターフェースフラグメント化装置、(x) インソースフラグメント化装置、(xi) イオン源衝突誘起解離フラグメント化装置、(xii) 熱または温度源フラグメント化装置、(xiii) 電場誘起フラグメント化装置、(xiv) 磁場誘起フラグメント化装置、(xv) 酵素消化または酵素分解フラグメント化装置、(xvi) イオン - イオン反応フラグメント化装置、(xvii) イオン - 分子反応フラグメント化装置、(xviii) イオン - 原子反応フラグメント化装置、(xix) イオン - 準安定イオン反応フラグメント化装置、(xx) イオン - 準安定分子反応フラグメント化装置、(xxi) イオン - 準安定原子反応フラグメント化装置、(xxii) イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン - イオン反応装置、(xxiii) イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン - 分子反応装置、(xxiv) イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン - 原子反応装置、(xxv) イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン - 準安定イオン反応装置、(xxvi) イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン - 準安定分子反応装置、および (xxvii) イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン - 準安定原子反応装置からなる群から選択される、請求項 4 5 に記載の質量分析計。

【請求項 4 8】

前記イオンガイドの上流および/または下流に配置されたイオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータをさらに備えている、請求項 4 4 ~ 4 7 のいずれか一項に記載の質量分析計。

【請求項 4 9】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータが、気相電気泳動装置を備えている、請求項 4 8 に記載の質量分析計。

【請求項 5 0】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータが、

(i) ドリフト管、

(ii) 多重極ロッドセットもしくはセグメント化多重極ロッドセット、

(iii) イオントネルもしくはイオン漏斗、または

(iv) 積層もしくは配列された平面状、板状、もしくは網状の電極を備えている、請求項 4 8 または 4 9 に記載の質量分析計。

【請求項 5 1】

前記ドリフト管が、1 以上の電極と、前記ドリフト管の軸方向長さの少なくとも 5 %、10 %、15 %、20 %、25 %、30 %、35 %、40 %、45 %、50 %、55 %、60 %、65 %、70 %、75 %、80 %、85 %、90 %、95 %、または 100 % に沿って軸方向 DC 電圧勾配または実質的に一定もしくは直線状の軸方向 DC 電圧勾配を保持する手段とを備えている、請求項 5 0 に記載の質量分析計。

【請求項 5 2】

10

20

30

40

50

前記多重極ロッドセットが、四重極ロッドセット、六重極ロッドセット、八重極ロッドセット、または8本を超えるロッドを備えたロッドセットを含む、請求項51に記載の質量分析計。

【請求項53】

前記イオントンネルまたはイオン漏斗が、使用時にイオンが通過して搬送される開口を有する複数の電極または少なくとも2個、5個、10個、20個、30個、40個、50個、60個、70個、80個、90個、または100個の電極を備えており、前記電極の少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%が、大きさもしくは面積が実質的に同一であるか、または大きさもしくは面積が次第に大きくおよび/もしくは小さくなる開口を有する、請求項50に記載の質量分析計。

10

【請求項54】

前記電極の少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%が、(i) 1.0mm、(ii) 2.0mm、(iii) 3.0mm、(iv) 4.0mm、(v) 5.0mm、(vi) 6.0mm、(vii) 7.0mm、(viii) 8.0mm、(ix) 9.0mm、(x) 10.0mm、および(xi) > 10.0mmからなる群から選択される内径または寸法を有する、請求項53に記載の質量分析計。

20

【請求項55】

前記積層または配列された平面状、板状、または網状の電極が、使用時にイオンが移動する面に通常配置された、複数または少なくとも2個、3個、4個、5個、6個、7個、8個、9個、10個、11個、12個、13個、14個、15個、16個、17個、18個、19個もしくは20個の平面状、板状、もしくは網状の電極を含む、請求項50に記載の質量分析計。

【請求項56】

前記平面状、板状、または網状の電極の少なくとも一部または少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは100%に、ACまたはRF電圧が供給され、隣接した平面状、板状、または網状の電極には、互いに逆の位相の前記ACまたはRF電圧が供給される、請求項55に記載の質量分析計。

30

【請求項57】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータが、複数の軸方向セグメントまたは少なくとも5個、10個、15個、20個、25個、30個、35個、40個、45個、50個、55個、60個、65個、70個、75個、80個、85個、90個、95個、もしくは100個の軸方向セグメントを備えている、請求項48～56のいずれか一項に記載の質量分析計。

【請求項58】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの軸方向長さの少なくとも一部分または少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは100%に沿って、少なくとも一部のイオンを進めるために、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの軸方向長さの少なくとも一部分または少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは100%に沿って実質的に一定のDC電圧勾配を保持するためのDC電圧手段をさらに備えている、請求項48～57のいずれか一項に記載の質量分析計。

40

【請求項59】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの軸方向長さの少なくとも5

50

%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータを形成する電極に1以上の過渡DC電圧もしくは電位、または1以上の過渡DC電圧もしくは電位波形を印加するように配置および適合させた過渡DC電圧手段をさらに備えている、請求項48～58のいずれか一項に記載の質量分析計。

【請求項60】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの軸方向長さの少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータを形成する電極に2以上の位相シフトACまたはRF電圧を印加するように配置および適合させたACまたはRF電圧手段をさらに備えている、請求項48～59のいずれか一項に記載の質量分析計。

10

【請求項61】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータが、(i) < 20 mm、(ii) 20～40 mm、(iii) 40～60 mm、(iv) 60～80 mm、(v) 80～100 mm、(vi) 100～120 mm、(vii) 120～140 mm、(viii) 140～160 mm、(ix) 160～180 mm、(x) 180～200 mm、(xi) 200～220 mm、(xii) 220～240 mm、(xiii) 240～260 mm、(xiv) 260～280 mm、(xv) 280～300 mm、および(xvi) > 300 mmからなる群から選択される軸方向長さを有する、請求項48～60のいずれか一項に記載の質量分析計。

20

【請求項62】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータが、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータ内でイオンを径方向に閉じ込めるために、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの前記複数の電極の少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%に対し、ACまたはRF電圧を印加するように配置および適合させたACまたはRF電圧手段をさらに備えている、請求項48～61のいずれか一項に記載の質量分析計。

30

【請求項63】

前記ACまたはRF電圧手段を、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの前記複数の電極に対し、(i) < 50 Vピークトゥピーク、(ii) 50～100 Vピークトゥピーク、(iii) 100～150 Vピークトゥピーク、(iv) 150～200 Vピークトゥピーク、(v) 200～250 Vピークトゥピーク、(vi) 250～300 Vピークトゥピーク、(vii) 300～350 Vピークトゥピーク、(viii) 350～400 Vピークトゥピーク、(ix) 400～450 Vピークトゥピーク、(x) 450～500 Vピークトゥピーク、および(xi) > 500 Vピークトゥピークからなる群から選択される振幅を有するACまたはRF電圧を供給するように配置および適合させた、請求項62に記載の質量分析計。

40

【請求項64】

前記ACまたはRF電圧手段を、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの前記複数の電極に対し、(i) < 100 kHz、(ii) 100～200 kHz、(iii) 200～300 kHz、(iv) 300～400 kHz、(v) 400～500 kHz、(vi) 0.5～1.0 MHz、(vii) 1.0～1.5 MHz、(viii) 1.5～2.0 MHz、(ix) 2.0～2.5 MHz、(x) 2.5～3.0 MHz、(xi) 3.0～3.5 MHz、(xii) 3.5～4.0 MHz、(xiii) 4.0～4.5 MHz、(xiv) 4.5～5.0 MHz、(xv) 5.0～5.5 MHz、(xvi) 5.5～6.0 MHz、(xvii) 6.0～6.5 MHz、(xviii) 6.5～7.0 MHz、(xix) 7.0～7.5 MHz、(xx) 7.5～8.0 MHz、(xxi) 8.0～8.5 MHz、(xxii) 8.5～9.0 MHz、および(xxiii) > 9.0 MHzからなる群から選択される周波数を有するACまたはRF電圧手段をさらに備えている、請求項63に記載の質量分析計。

50

5 ~ 9 . 0 M H z、(xxiii) 9 . 0 ~ 9 . 5 M H z、(xxiv) 9 . 5 ~ 1 0 . 0 M H z、および (xxv) > 1 0 . 0 M H z からなる群から選択される周波数を有する A C または R F 電圧を供給するように配置および適合させた、請求項 6 2 または 6 3 に記載の質量分析計。

【請求項 6 5】

質量電荷比が 1 ~ 1 0 0、1 0 0 ~ 2 0 0、2 0 0 ~ 3 0 0、3 0 0 ~ 4 0 0、4 0 0 ~ 5 0 0、5 0 0 ~ 6 0 0、6 0 0 ~ 7 0 0、7 0 0 ~ 8 0 0、8 0 0 ~ 9 0 0、または 9 0 0 ~ 1 0 0 0 の範囲内にある一価イオンは、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータを通過するドリフトまたは通過時間が、(i) 0 ~ 1 m s、(ii) 1 ~ 2 m s、(iii) 2 ~ 3 m s、(iv) 3 ~ 4 m s、(v) 4 ~ 5 m s、(vi) 5 ~ 6 m s、(vii) 6 ~ 7 m s、(viii) 7 ~ 8 m s、(ix) 8 ~ 9 m s、(x) 9 ~ 1 0 m s、(xi) 1 0 ~ 1 1 m s、(xii) 1 1 ~ 1 2 m s、(xiii) 1 2 ~ 1 3 m s、(xiv) 1 3 ~ 1 4 m s、(xv) 1 4 ~ 1 5 m s、(xvi) 1 5 ~ 1 6 m s、(xvii) 1 6 ~ 1 7 m s、(xviii) 1 7 ~ 1 8 m s、(xix) 1 8 ~ 1 9 m s、(xx) 1 9 ~ 2 0 m s、(xxi) 2 0 ~ 2 1 m s、(xxii) 2 1 ~ 2 2 m s、(xxiii) 2 2 ~ 2 3 m s、(xxiv) 2 3 ~ 2 4 m s、(xxv) 2 4 ~ 2 5 m s、(xxvi) 2 5 ~ 2 6 m s、(xxvii) 2 6 ~ 2 7 m s、(xxviii) 2 7 ~ 2 8 m s、(xxix) 2 8 ~ 2 9 m s、(xxx) 2 9 ~ 3 0 m s、(xxxi) 3 0 ~ 3 5 m s、(xxxii) 3 5 ~ 4 0 m s、(xxxiii) 4 0 ~ 4 5 m s、(xxxiv) 4 5 ~ 5 0 m s、(xxxv) 5 0 ~ 5 5 m s、(xxxvi) 5 5 ~ 6 0 m s、(xxxvii) 6 0 ~ 6 5 m s、(xxxviii) 6 5 ~ 7 0 m s、(xxxix) 7 0 ~ 7 5 m s、(xl) 7 5 ~ 8 0 m s、(xli) 8 0 ~ 8 5 m s、(xlii) 8 5 ~ 9 0 m s、(xliii) 9 0 ~ 9 5 m s、(xliv) 9 5 ~ 1 0 0 m s、および (xlv) > 1 0 0 m s の範囲内である、請求項 4 8 ~ 6 4 のいずれか一項に記載の質量分析計。

10

20

【請求項 6 6】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの少なくとも一部分を、(i) > 0 . 0 0 1 m b a r、(ii) > 0 . 0 1 m b a r、(iii) > 0 . 1 m b a r、(iv) > 1 m b a r、(v) > 1 0 m b a r、(vi) > 1 0 0 m b a r、(vii) 0 . 0 0 1 ~ 1 0 0 m b a r、(viii) 0 . 0 1 ~ 1 0 m b a r、および (ix) 0 . 1 ~ 1 m b a r からなる群から選択される圧力に保持するように配置および適合させた手段をさらに備えている、請求項 4 8 ~ 6 5 のいずれか一項に記載の質量分析計。

30

【請求項 6 7】

イオン源をさらに備えている、請求項 4 4 ~ 6 6 のいずれか一項に記載の質量分析計。

【請求項 6 8】

前記イオン源が、(i) エレクトロスプレーイオン化(「ESI」)イオン源、(ii) 大気圧光イオン化(「APPI」)イオン源、(iii) 大気圧化学イオン化(「APCI」)イオン源、(iv) マトリックス支援レーザー脱離イオン化(「MALDI」)イオン源、(v) レーザー脱離イオン化(「LDI」)イオン源、(vi) 大気圧イオン化(「API」)イオン源、(vii) シリコン基板上脱離イオン化(「DIOS」)イオン源、(viii) 電子衝撃(「EI」)イオン源、(ix) 化学イオン化(「CI」)イオン源、(x) 電界イオン化(「FI」)イオン源、(xi) 電界脱離(「FD」)イオン源、(xii) 誘導結合プラズマ(「ICP」)イオン源、(xiii) 高速原子衝撃(「FAB」)イオン源、(xiv) 液体二次イオン質量分析(「LSIMS」)イオン源、(xv) 脱離エレクトロスプレーイオン化(「DESI」)イオン源、(xvi) ニッケル 6 3 放射性イオン源、(xvii) 大気圧マトリックス支援レーザー脱離イオン化イオン源、および (xviii) サーモスプレーイオン源からなる群から選択される、請求項 6 7 に記載の質量分析計。

40

【請求項 6 9】

前記イオン源が、パルスまたは連続イオン源を含む、請求項 6 7 または 6 8 に記載の質量分析計。

【請求項 7 0】

質量分析器をさらに備えている、請求項 4 4 ~ 6 9 のいずれか一項に記載の質量分析計

50

。

【請求項 7 1】

前記質量分析器が、(i)フーリエ変換(「FT」)質量分析器、(ii)フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴(「FTICR」)質量分析器、(iii)飛行時間(「TOF」)質量分析器、(iv)直交加速式飛行時間(「oaTOF」)質量分析器、(v)軸方向加速式飛行時間質量分析器、(vi)磁場型質量分析計、(vii)ポールまたは三次元四重極質量分析器、(viii)二次元または線形四重極質量分析器、(ix)ペニングトラップ質量分析器、(x)イオントラップ質量分析器、(xi)フーリエ変換オービトラップ(orbitrap)、(xii)静電フーリエ変換質量分析計、および(xiii)四重極質量分析器からなる群から選択される、請求項 7 0 に記載の質量分析計。

10

【請求項 7 2】

1 以上の質量または質量電荷比フィルターおよび/または分析器をさらに備えている、請求項 4 4 ~ 7 1 のいずれか一項に記載の質量分析計。

【請求項 7 3】

前記 1 以上の質量または質量電荷比フィルターおよび/または分析器が、(i)四重極質量フィルターまたは分析器、(ii)ウィーンフィルター、(iii)磁場型質量フィルターまたは分析器、(iv)速度フィルター、および(v)イオンゲートからなる群から選択される、請求項 7 2 に記載の質量分析計。

【請求項 7 4】

イオンガイド法であって、
壁を有する中空、管状、または網状の装置と、前記壁の一部分内、前記壁の一部分に沿って、前記壁の一部分上に、または前記壁の一部分に実質的に隣接して配置された 1 以上の電極を準備することと、
前記中空、管状、または網状の装置にイオンを通過させることを含むイオンガイド法。

20

【請求項 7 5】

請求項 7 4 に記載のイオンガイド法を含む質量分析法。

【請求項 7 6】

イオンガイド作製法であって、
基板を準備することと、
前記基板の一部分に、前記基板の一部分に沿って、前記基板の一部分上に、または前記基板の一部分に実質的に隣接して 1 以上の電極を配置することと、
使用時にイオンが通過して搬送される 1 以上の開口を前記基板に形成することと、
前記基板を中空、管状、または網状のイオンガイドへと成形することを含む、イオンガイド作製法。

30

【請求項 7 7】

壁を有する中空、管状、または網状の装置と、
前記壁の一部分内、前記壁の一部分に沿って、前記壁の一部分上に、または前記壁の一部分に実質的に隣接して配置された 1 以上の電極と、

前記壁の一部分に設けられている、または配置されている 1 以上の開口とを備えたイオンガイドであって、

40

操作モードにおいて、前記 1 以上の開口を通過してイオンが前記イオンガイドから流出するようになっており、

前記中空、管状、または網状の装置内に存在する、気体分子および/もしくは中性粒子および/もしくは液滴の少なくとも一部、または前記気体分子および/もしくは中性粒子および/もしくは液滴の少なくとも 0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または 100% が、前記 1 以上の開口を通過して前記中空、管状、または網状の装置内から流出または抽出されることなく、前記中空、管状、または網状の装置に沿って移動し続けるようになっているイオンガイド。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イオンガイド、質量分析計、イオンガイド法、および質量分析法に関するものである。好ましい実施形態は、イオンガイドまたはイオン輸送装置であって、好ましくはバックグラウンドガスの存在下、当該イオンガイドまたはイオン輸送装置を通してイオンの集束および/または輸送を行うために、DC電圧とACまたはRF電圧とを組み合わせることが好ましいイオンガイドまたはイオン輸送装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

公知の多重極ロッドセットイオンガイドは、円周上に等間隔に配置された、4個、6個、または8個の平行ロッドを備えている。隣接したロッドには、互いに逆の位相の二相RF電圧が印加される。前記ロッドに印加されるRF電圧により、前記イオンガイド内でイオンを径方向に閉じ込める働きをする対称形の擬似電位井戸が前記イオンガイド内に発生する。前記イオンガイドを比較的高圧力で操作すると、イオンが気体分子との衝突後に運動エネルギーを喪失する衝突冷却の影響により、イオンの径方向密度分布も低減してしまうことがある。

【0003】

別の公知のイオンガイドは、イオンが通過して搬送される開口を有する複数のリング電極を備えている。隣接したリング電極には、互いに逆の位相の二相RF電圧が印加される。前記イオンガイドは、実質的に同一の直径の開口を有するリング電極を複数備えたイオントンネルイオンガイドを含んでいてもよい。あるいは、前記イオンガイドは、イオンガイドの軸方向長さに沿って直径が次第に減少する開口を有するリング電極を複数備えたイオン漏斗イオンガイドを含んでいてもよい。

【0004】

別の公知のイオンガイドは、積層または配列された、イオン運動面内に水平配置された中間電極の層を備えている。各中間層は、間に設けられたイオンガイド領域によって互いに離間された2個の長手電極を備えている。垂直方向に隣接または近接している中間電極の層には、互いに逆の位相のRF電圧が印加される。前記中間電極の層のいずれにおいても、2個の長手電極は同一の位相のRF電圧に接続されている。前記イオンガイドはまた、イオンを垂直方向に閉じ込める働きをする平面状の上部電極と平面状の下部電極をさらに備えている。前記イオンガイド内にイオンを閉じ込めるために、前記平面状の上部および下部電極にDCおよび/またはACもしくはRF電圧を印加してもよい。

【0005】

前記公知の多重極ロッドセットイオンガイドは、比較的幅の狭いイオンビームの搬送に用いられた場合には、径方向にイオンを閉じ込める。しかしながら、より拡散したイオン源から発せられたイオンを捕捉するために前記イオンガイドの径方向の寸法を大きくすることには問題がある。なぜなら、これにより、前記ロッドに印加するRF電圧を半径の二乗に比例するように増加することが必要となるからである。さらに、たとえ電位障壁の閉じ込め効果が同一であっても、より大型のイオンガイドでは、径方向の有効電位勾配が低下することによって集束度が低下してしまう。

【0006】

さらに、イオントンネルイオンガイドを、拡散イオン源と併用しようとする場合もある。

【0007】

拡散源から発せられたイオンを集束させるためにイオン漏斗イオンガイドを使用してもよいが、イオン入口開口とイオン出口開口とは、遮られることのない真っ直ぐな線上(direct line of sight)に存在する。同じことが、積層(stock)または配列された、イオン運動面に配置された平面状電極を備えたイオンガイドについてもあてはまる。このようなイオンガイドでは、排気の必要性を高めるガス流動の問題が起こり得る。さらに、ガス

10

20

30

40

50

とイオンの混合物が前記イオンガイドへと流入するようになっており、かつ、前記混合物が中性種または液滴を含有する場合、これらは前記イオンガイドを通過して前記各種開口を汚染し得る。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

したがって、改良されたイオンガイドの提供が所望されている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様によれば、壁を有する中空、管状、または網状の装置と、前記壁の一部分内、前記壁の一部分に沿って、前記壁の一部分上に、または前記壁の一部分に実質的に隣接して配置された1以上の電極を備えたイオンガイドが提供される。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

前記中空、管状、または網状の装置は、実質的に円形の断面または断面プロファイルを有していることが好ましい。しかしながら、他の実施形態によれば、前記中空、管状、または網状の装置は、実質的に楕円形、長方形、正方形、多角形、曲線状、規則的な形状、もしくは不規則な形状の断面または断面プロファイルを有していてもよい。

【0011】

前記中空、管状、または網状の装置は、(i) 1.0 mm、(ii) 2.0 mm、(iii) 3.0 mm、(iv) 4.0 mm、(v) 5.0 mm、(vi) 6.0 mm、(vii) 7.0 mm、(viii) 8.0 mm、(ix) 9.0 mm、(x) 10.0 mm、および(xi) > 10.0 mmからなる群から選択される内径または寸法を有していることが好ましい。

20

【0012】

一実施形態によれば、前記中空、管状、または網状の装置は、前記中空、管状、または網状の装置の中心または中間に配設されるか、あるいは前記中心または中間に沿って配設される中心軸を有していることが好ましく、ここで、前記1以上の電極は、前記中心軸の一方の側から、または一方の側へとずらして配置または配設されていることが好ましい。

【0013】

前記1以上の電極は、前記中心軸と実質的に平行であることが好ましい1以上の軸に沿って配置されていることが好ましい。先の実施形態ほどではないが好ましい実施形態では、前記1以上の電極は、前記中心軸に対して角度を有して交差する1以上の軸に沿って配置されていてもよい。

30

【0014】

前記1以上の電極の一部または全部が、(i) < 1 mm、(ii) 1 ~ 5 mm、(iii) 5 ~ 10 mm、(iv) 10 ~ 15 mm、(v) 15 ~ 20 mm、(vi) 20 ~ 25 mm、(vii) 25 ~ 30 mm、(viii) 30 ~ 35 mm、(ix) 35 ~ 40 mm、(x) 40 ~ 45 mm、(xi) 45 ~ 50 mm、および(xii) > 50 mmからなる群から選択される軸方向長さおよび/または幅および/または高さを有していることが好ましい。

40

【0015】

前記1以上の電極の一部または全部が、(i) < 0.01 mm、(ii) 0.01 ~ 0.05、(iii) 0.05 ~ 0.1 mm、(iv) 0.1 ~ 0.2 mm、(v) 0.2 ~ 0.3 mm、(vi) 0.3 ~ 0.4 mm、(vii) 0.4 ~ 0.5 mm、(viii) 0.5 ~ 0.6 mm、(ix) 0.6 ~ 0.7 mm、(x) 0.7 ~ 0.8 mm、(xi) 0.8 ~ 0.9 mm、(xii) 0.9 ~ 1 mm、(xiii) 1 ~ 2 mm、(xiv) 2 ~ 3 mm、(xv) 3 ~ 4 mm、(xvi) 4 ~ 5 mm、(xvii) 5 ~ 10 mm、(xviii) 10 ~ 15 mm、(xix) 15 ~ 20 mm、(xx) 20 ~ 25 mm、(xxi) 25 ~ 30 mm、(xxii) 30 ~ 35 mm、(xxiii) 35 ~ 40 mm、(xxiv) 40 ~ 45 mm、(xxv) 45 ~ 50 mm、および(xxvi) > 50 mmからなる群から選択される断面直径または寸法を有していることが

50

好ましい。

【0016】

前記1以上の電極の一部または全部が、中心間が互いに x mm離間していることが好ましく、 x は、(i) < 0.01 mm、(ii) $0.01 \sim 0.05$ 、(iii) $0.05 \sim 0.1$ mm、(iv) $0.1 \sim 0.2$ mm、(v) $0.2 \sim 0.3$ mm、(vi) $0.3 \sim 0.4$ mm、(vii) $0.4 \sim 0.5$ mm、(viii) $0.5 \sim 0.6$ mm、(ix) $0.6 \sim 0.7$ mm、(x) $0.7 \sim 0.8$ mm、(xi) $0.8 \sim 0.9$ mm、(xii) $0.9 \sim 1$ mm、(xiii) $1 \sim 2$ mm、(xiv) $2 \sim 3$ mm、(xv) $3 \sim 4$ mm、(xvi) $4 \sim 5$ mm、(xvii) $5 \sim 10$ mm、(xviii) $10 \sim 15$ mm、(xix) $15 \sim 20$ mm、(xx) $20 \sim 25$ mm、(xxi) $25 \sim 30$ mm、(xxii) $30 \sim 35$ mm、(xxiii) $35 \sim 40$ mm、(xxiv) $40 \sim 45$ mm、(xxv) $45 \sim 50$ mm、および(xxvi) > 50 mmからなる群から選択される。

10

【0017】

前記1以上の電極は、実質的に円形、楕円形、長方形、正方形、多角形、曲線状、規則的な形状、もしくは不規則な形状の断面または断面プロファイルを有していることが好ましい。

【0018】

前記1以上の電極は、1以上のロッド、ワイヤー、網状、管状、リング、平面状、または立方形状電極を含むことが好ましい。

【0019】

一実施形態によれば、前記イオンガイドは、前記1以上の電極の少なくとも一部または全部にACまたはRF電圧を印加するように配置および適合させたACまたはRF電圧手段を備えていることが好ましい。

20

【0020】

前記ACまたはRF電圧手段は、前記1以上の電極の少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%にACまたはRF電圧を印加するように配置および適合させることが好ましい。

【0021】

前記ACまたはRF電圧手段は、少なくとも一部のイオンが前記1以上の電極にぶつかる、衝突する、または近づくことを妨げる、または実質的に防止するため、前記1以上の電極の少なくとも5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%、または100%にACまたはRF電圧を印加するように配置および適合させることが好ましい。

30

【0022】

一実施形態によれば、前記ACまたはRF電圧手段は、前記1以上の電極に、(i) < 50 Vピークトゥピーク、(ii) $50 \sim 100$ Vピークトゥピーク、(iii) $100 \sim 150$ Vピークトゥピーク、(iv) $150 \sim 200$ Vピークトゥピーク、(v) $200 \sim 250$ Vピークトゥピーク、(vi) $250 \sim 300$ Vピークトゥピーク、(vii) $300 \sim 350$ Vピークトゥピーク、(viii) $350 \sim 400$ Vピークトゥピーク、(ix) $400 \sim 450$ Vピークトゥピーク、(x) $450 \sim 500$ Vピークトゥピーク、および(xi) > 500 Vピークトゥピークからなる群から選択される振幅を有するACまたはRF電圧を供給するように配置および適合させることが好ましい。

40

【0023】

前記ACまたはRF電圧手段は、前記1以上の電極に、(i) < 100 kHz、(ii) $100 \sim 200$ kHz、(iii) $200 \sim 300$ kHz、(iv) $300 \sim 400$ kHz、(v) $400 \sim 500$ kHz、(vi) $0.5 \sim 1.0$ MHz、(vii) $1.0 \sim 1.5$ MHz、(viii) $1.5 \sim 2.0$ MHz、(ix) $2.0 \sim 2.5$ MHz、(x) $2.5 \sim 3.0$ MHz、(xi) $3.0 \sim 3.5$ MHz、(xii) $3.5 \sim 4.0$ MHz、(xiii) $4.0 \sim 4.5$ MHz、(xiv) $4.5 \sim 5.0$ MHz、(xv) $5.0 \sim 5.5$ MHz、(xvi)

50

) 5.5 ~ 6.0 MHz、(xvii) 6.0 ~ 6.5 MHz、(xviii) 6.5 ~ 7.0 MHz、(xix) 7.0 ~ 7.5 MHz、(xx) 7.5 ~ 8.0 MHz、(xxi) 8.0 ~ 8.5 MHz、(xxii) 8.5 ~ 9.0 MHz、(xxiii) 9.0 ~ 9.5 MHz、(xxiv) 9.5 ~ 10.0 MHz、および (xxv) > 10.0 MHz からなる群から選択される周波数を有する AC または RF 電圧を供給するように配置および適合させることが好ましい。

【0024】

前記 1 以上の電極のうち直接隣接した電極には、互いに逆の位相の前記 AC または RF 電圧を供給することが好ましい。

【0025】

一実施形態によれば、前記イオンガイドは、交互配置された二組の電極をさらに備えている。第 1 の組の電極は、第 1 の位相の前記 AC または RF 電圧に接続されている。第 2 の組の電極は、第 2 の異なる位相の前記 AC または RF 電圧に接続されている。

【0026】

一実施形態によれば、前記イオンガイドは、前記中空、管状、または網状の装置の壁の少なくとも一部分と前記 1 以上の電極の一部または全部との間に DC 電位差を保持するように配置および適合させた手段をさらに備えていることが好ましい。

【0027】

一実施形態によれば、前記 DC 電位差は、(i) < 1 V、(ii) 1 ~ 5 V、(iii) 5 ~ 10 V、(iv) 10 ~ 15 V、(v) 15 ~ 20 V、(vi) 20 ~ 25 V、(vii) 25 ~ 30 V、(viii) 30 ~ 35 V、(ix) 35 ~ 40 V、(x) 40 ~ 45 V、(xi) 45 ~ 50 V、および (xii) > 50 V からなる群から選択されることが好ましい。

【0028】

前記 1 以上の電極は、1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個、11 個、12 個、13 個、14 個、15 個、16 個、17 個、18 個、19 個、20 個、または 20 個を超える電極を含むことが好ましい。

【0029】

前記 1 以上の電極のうちの少なくとも 1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個、11 個、12 個、13 個、14 個、15 個、16 個、17 個、18 個、19 個、20 個、または 20 個を超える電極が、前記中空、管状、または網状の装置に設けられた 1 以上の開口をループ状に囲むか、または少なくとも部分的にループ状に囲むように構成されていてもよい。

【0030】

前記電極のうちの少なくとも 1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個、11 個、12 個、13 個、14 個、15 個、16 個、17 個、18 個、19 個、20 個、または 20 個を超える電極が、前記中空、管状、または網状の装置に設けられた 1 以上の開口またはその上流で終端するように構成されていてもよい。

【0031】

前記 1 以上の電極は、軸方向にセグメント化され、前記イオンガイドの軸方向長さに沿って配置された複数の電極を備えていてもよい。

【0032】

一実施形態によれば、前記イオンガイドは、前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも 5 %、10 %、15 %、20 %、25 %、30 %、35 %、40 %、45 %、50 %、55 %、60 %、65 %、70 %、75 %、80 %、85 %、90 %、95 %、または 100 % に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、1 以上の過渡 DC 電圧もしくは電位、または 1 以上の過渡 DC 電圧もしくは電位波形を前記 1 以上の電極の一部または全部に印加する手段をさらに備えていてもよい。

【0033】

一実施形態によれば、前記イオンガイドは、前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも 5 %、10 %、15 %、20 %、25 %、30 %、35 %、40 %、45 %、50 %、

10

20

30

40

50

55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、前記1以上の電極の一部または全部に2以上の位相シフトACまたはRF電圧を印加する手段を備えていてもよい。

【0034】

一実施形態によれば、前記イオンガイドは、前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%に沿って実質的に一定のDC電圧勾配を保持するDC電圧手段を備えていてもよい。

【0035】

一実施形態によれば、前記1以上の電極の少なくとも一部は、プリント回路基板内またはプリント回路基板上に設置、蒸着、または取り付けされていてもよい。前記1以上の電極の少なくとも一部は、プラスチック製、セラミック製、積層型、絶縁性、もしくは半導電性の基板内またはこれら基板上に設置、蒸着、または取り付けされていることが好ましい。前記1以上の電極は、(i)プリント回路基板、プリント配線基板、もしくはエッチング配線基板、(ii)非導電性基板上に付けるかもしくは積層された複数の導電性トレース、(iii)基板上に配置された複数の銅製もしくは金属製電極、(iv)スクリーン印刷、写真製版、エッチング、もしくは切削(milled)されたプリント回路基板、(v)フェノール樹脂を含浸させた紙基板上に配置された複数の電極、(vi)エポキシ樹脂を含浸させたファイバークラスマット上に配置された複数の電極、(vii)プラスチック基板上に配置された複数の電極、または(viii)基板上に配置された複数の電極を備えていてもよい。

【0036】

前記イオンガイドは、前記壁の一部分に設けられている、または配置されている1以上の開口をさらに備えていることが好ましく、操作モードにおいて、イオンは前記1以上の開口を通して前記イオンガイドから流出するようになっている。

【0037】

前記1以上の開口は、(i) 1.0mm、(ii) 2.0mm、(iii) 3.0mm、(iv) 4.0mm、(v) 5.0mm、(vi) 6.0mm、(vii) 7.0mm、(viii) 8.0mm、(ix) 9.0mm、(x) 10.0mm、および(xi) > 10.0mmからなる群から選択される内径または寸法を有していてもよい。

【0038】

前記中空、管状、または網状の装置内に存在するイオンのうち、少なくとも一部、または少なくとも0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは100%が、前記1以上の開口を通して前記中空、管状、または網状の装置内から流出するか、または抽出されるようにしておくことが好ましい。

【0039】

一実施形態によれば、前記中空、管状、または網状の装置内に存在する、気体分子および/もしくは中性粒子および/もしくは液滴の少なくとも一部、または前記気体分子および/もしくは中性粒子および/もしくは液滴の少なくとも0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%が、前記1以上の開口を通して前記中空、管状、または網状の装置内から流出または抽出されることなく、前記中空、管状、または網状の装置に沿って移動し続けるようにしてある。

【0040】

一実施形態によれば、抽出レンズまたは電極配列は、前記1以上の開口に隣接するか、またはその後方に位置するように配置されていることが好ましい。前記抽出レンズまたは

10

20

30

40

50

電極配列は、前記壁の一部に設けられている、または配置されている 1 以上の開口を通して少なくとも一部のイオンを引き寄せる、または引き付けるように配置および適合させることが好ましい。

【0041】

前記イオンガイドは、前記 1 以上の電極と前記抽出レンズまたは電極配列との間に電位または電圧差を保持するように配置および適合させた手段をさらに備えていることが好ましい。前記手段は、前記 1 以上の電極および / または前記中空、管状、もしくは網状の装置の壁の少なくとも一部分と前記抽出レンズまたは電極配列との間に、(i) $< -50\text{ V}$ 、(ii) $-50 \sim -45\text{ V}$ 、(iii) $-45 \sim -40\text{ V}$ 、(iv) $-40\text{ V} \sim -35\text{ V}$ 、(v) $-35\text{ V} \sim -30\text{ V}$ 、(vi) $-30 \sim -25\text{ V}$ 、(vii) $-25\text{ V} \sim -20\text{ V}$ 、(viii) $-20\text{ V} \sim -15\text{ V}$ 、(ix) $-15\text{ V} \sim -10\text{ V}$ 、(x) $-10\text{ V} \sim -5\text{ V}$ 、(xi) $-5\text{ V} \sim 0\text{ V}$ 、および (xii) $> 0\text{ V}$ からなる群から選択される電位または電圧差を保持するように配置および適合させることが好ましい。このような電位または電圧差は、陽イオンに対して適用可能であることが好ましい。陰イオンに関しては、前記手段が、前記 1 以上の電極および / または前記中空、管状、もしくは網状の装置の壁と前記抽出レンズまたは電極配列との間に、(i) $> 50\text{ V}$ 、(ii) $50 \sim 45\text{ V}$ 、(iii) $45 \sim 40\text{ V}$ 、(iv) $40\text{ V} \sim 35\text{ V}$ 、(v) $35\text{ V} \sim 30\text{ V}$ 、(vi) $30 \sim 25\text{ V}$ 、(vii) $25\text{ V} \sim 20\text{ V}$ 、(viii) $20\text{ V} \sim 15\text{ V}$ 、(ix) $15\text{ V} \sim 10\text{ V}$ 、(x) $10\text{ V} \sim 5\text{ V}$ 、(xi) $5\text{ V} \sim 0\text{ V}$ 、および (xii) $< 0\text{ V}$ からなる群から選択される電位または電圧差を保持するように配置および適合させることが好ましい。

10

20

【0042】

前記イオンガイドは、(i) $< 1\text{ mm}$ 、(ii) $1 \sim 5\text{ mm}$ 、(iii) $5 \sim 10\text{ mm}$ 、(iv) $10 \sim 15\text{ mm}$ 、(v) $15 \sim 20\text{ mm}$ 、(vi) $20 \sim 25\text{ mm}$ 、(vii) $25 \sim 30\text{ mm}$ 、(viii) $30 \sim 35\text{ mm}$ 、(ix) $35 \sim 40\text{ mm}$ 、(x) $40 \sim 45\text{ mm}$ 、(xi) $45 \sim 50\text{ mm}$ 、(xii) $50 \sim 60\text{ mm}$ 、(xiii) $60 \sim 70\text{ mm}$ 、(xiv) $70 \sim 80\text{ mm}$ 、(xv) $80 \sim 90\text{ mm}$ 、(xvi) $90 \sim 100\text{ mm}$ 、(xvii) $100 \sim 110\text{ mm}$ 、(xviii) $110 \sim 120\text{ mm}$ 、(xix) $120 \sim 130\text{ mm}$ 、(xx) $130 \sim 140\text{ mm}$ 、(xxi) $140 \sim 150\text{ mm}$ 、(xxii) $150 \sim 160\text{ mm}$ 、(xxiii) $160 \sim 170\text{ mm}$ 、(xxiv) $170 \sim 180\text{ mm}$ 、(xxv) $180 \sim 190\text{ mm}$ 、(xxvi) $190 \sim 200\text{ mm}$ 、および (xxvii) $> 200\text{ mm}$ からなる群から選択される長さを有していることが好ましい。前記イオンガイドは、実質的にまっすぐな、または直線状のイオンガイドを含み得る。あるいは、前記イオンガイドは、実質的に曲線状または非直線状のイオンガイドを含み得る。

30

【0043】

前記イオンガイドは、前記イオンガイドの少なくとも一部分を、(i) $> 0.001\text{ mbar}$ 、(ii) $> 0.01\text{ mbar}$ 、(iii) $> 0.1\text{ mbar}$ 、(iv) $> 1\text{ mbar}$ 、(v) $> 10\text{ mbar}$ 、(vi) $> 100\text{ mbar}$ 、(vii) $0.001 \sim 100\text{ mbar}$ 、(viii) $0.01 \sim 10\text{ mbar}$ 、および (ix) $0.1 \sim 1\text{ mbar}$ からなる群から選択される圧力に保持するように配置および適合させた手段をさらに備えていることが好ましい。前記イオンガイドは、 $< 100\text{ mbar}$ 、 $< 10\text{ mbar}$ 、 $< 1\text{ mbar}$ 、 $< 0.1\text{ mbar}$ 、 $< 0.01\text{ mbar}$ 、または 0.001 mbar の圧力に保持してもよい。

40

【0044】

本発明の一態様によれば、上述のようなイオンガイドを 1 以上備えた質量分析計が提供される。

【0045】

前記質量分析計は、衝突、フラグメント化、または反応装置をさらに備えていることが好ましい。前記衝突、フラグメント化、または反応装置は、衝突誘起解離 (「CID」) によってイオンをフラグメント化するように構成されることが好ましい。

【0046】

別の実施形態によれば、前記衝突、フラグメント化、または反応装置は、(i) 表面誘

50

起解離（「SID」）フラグメント化装置、(ii)電子移動解離フラグメント化装置、(iii)電子捕獲解離フラグメント化装置、(iv)電子衝突または衝撃解離フラグメント化装置、(v)光誘起解離（「PID」）フラグメント化装置、(vi)レーザー誘起解離フラグメント化装置、(vii)赤外線誘起解離装置、(viii)紫外線誘起解離装置、(ix)ノズル・スキマー・インターフェースフラグメント化装置、(x)インソースフラグメント化装置、(xi)イオン源衝突誘起解離フラグメント化装置、(xii)熱または温度源フラグメント化装置、(xiii)電場誘起フラグメント化装置、(xiv)磁場誘起フラグメント化装置、(xv)酵素消化または酵素分解フラグメント化装置、(xvi)イオン-イオン反応フラグメント化装置、(xvii)イオン-分子反応フラグメント化装置、(xviii)イオン-原子反応フラグメント化装置、(xix)イオン-準安定イオン反応フラグメント化装置、(xx)イオン-準安定分子反応フラグメント化装置、(xxi)イオン-準安定原子反応フラグメント化装置、(xxii)イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン-イオン反応装置、(xxiii)イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン-分子反応装置、(xxiv)イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン-原子反応装置、(xxv)イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン-準安定イオン反応装置、(xxvi)イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン-準安定分子反応装置、および(xxvii)イオンを反応させて付加または生成イオンを形成するイオン-準安定原子反応装置からなる群から選択してもよい。

10

【0047】

反応装置とは、イオン、原子、または分子を再構成または反応させて新たな種のイオン、原子、または分子を形成する装置を含むものと解釈されるべきである。X-Y反応フラグメント化装置とは、XとYとを組み合わせ、後にフラグメント化する生成物を形成する装置を意味するものと解釈されるべきである。この装置は、生成物を最初に形成することなくイオンをフラグメント化させ得るフラグメント化装置自体とは異なるものである。X-Y反応装置とは、XとYとを組み合わせ生成物を形成し、かつ、前記生成物が必ずしもフラグメント化しない装置を意味するものと解釈されるべきである。

20

【0048】

前記質量分析計は、前記イオンガイドの上流および/または下流に配置されたイオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータをさらに備えていることが好ましい。

【0049】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータは、気相電気泳動装置をさらに備えていることが好ましい。

30

【0050】

一実施形態によれば、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータは、(i)ドリフト管、(ii)多重極ロッドセットもしくはセグメント化多重極ロッドセット、(iii)イオントンネルもしくはイオン漏斗、または(iv)積層もしくは配列された平面状、板状、もしくは網状の電極を備えている。

【0051】

前記ドリフト管は、1以上の電極と、前記ドリフト管の軸方向長さの少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%に沿って軸方向DC電圧勾配または実質的に一定もしくは直線状の軸方向DC電圧勾配を保持する手段とを備えていてもよい。

40

【0052】

前記多重極ロッドセットは、四重極ロッドセット、六重極ロッドセット、八重極ロッドセット、または8本を超えるロッドを備えたロッドセットを含んでいてもよい。

【0053】

前記イオントンネルまたはイオン漏斗は、使用時にイオンが通過して搬送される開口を有する複数の電極または少なくとも2個、5個、10個、20個、30個、40個、50個、60個、70個、80個、90個、もしくは100個の電極を備えていることが好ま

50

しく、前記電極の少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%が、大きさもしくは面積が実質的に同一であるか、または大きさもしくは面積が次第に大きくおよび/もしくは小さくなる開口を有している。前記電極の少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%が、(i) 1.0mm、(ii) 2.0mm、(iii) 3.0mm、(iv) 4.0mm、(v) 5.0mm、(vi) 6.0mm、(vii) 7.0mm、(viii) 8.0mm、(ix) 9.0mm、(x) 10.0mm、および(xi) > 10.0mmからなる群から選択される内径または寸法を有していることが好ましい。

10

【0054】

前記積層または配列された平面状、板状、または網状の電極は、使用時にイオンが移動する面に通常配置された、複数または少なくとも2個、3個、4個、5個、6個、7個、8個、9個、10個、11個、12個、13個、14個、15個、16個、17個、18個、19個もしくは20個の平面状、板状、もしくは網状の電極を含むことが好ましい。前記平面状、板状、または網状の電極の少なくとも一部または少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは100%に、ACまたはRF電圧が供給されることが好ましく、ここで、隣接した平面状、板状、または網状の電極には、互いに逆の位相の前記ACまたはRF電圧が供給される。

20

【0055】

一実施形態によれば、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータは、複数の軸方向セグメントまたは少なくとも5個、10個、15個、20個、25個、30個、35個、40個、45個、50個、55個、60個、65個、70個、75個、80個、85個、90個、95個、もしくは100個の軸方向セグメントを備えている。

【0056】

前記質量分析計は、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの軸方向長さの少なくとも一部分または少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは100%に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの軸方向長さの少なくとも一部分または少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは100%に沿って実質的に一定のDC電圧勾配を保持するためのDC電圧手段をさらに備えていることが好ましい。

30

【0057】

一実施形態によれば、前記質量分析計は、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの軸方向長さの少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータを形成する電極に1以上の過渡DC電圧もしくは電位、または1以上の過渡DC電圧もしくは電位波形を印加するように配置および適合させた過渡DC電圧手段をさらに備えている。

40

【0058】

別の実施形態によれば、前記質量分析計は、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの軸方向長さの少なくとも5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータを形成する電極に2以

50

上の位相シフト AC または RF 電圧を印加するように配置および適合させた AC または RF 電圧手段をさらに備えていることが好ましい。

【0059】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータは、(i) < 20 mm、(ii) 20 ~ 40 mm、(iii) 40 ~ 60 mm、(iv) 60 ~ 80 mm、(v) 80 ~ 100 mm、(vi) 100 ~ 120 mm、(vii) 120 ~ 140 mm、(viii) 140 ~ 160 mm、(ix) 160 ~ 180 mm、(x) 180 ~ 200 mm、(xi) 200 ~ 220 mm、(xii) 220 ~ 240 mm、(xiii) 240 ~ 260 mm、(xiv) 260 ~ 280 mm、(xv) 280 ~ 300 mm、および (xvi) > 300 mm からなる群から選択される軸方向長さを有することが好ましい。

10

【0060】

前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータは、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータ内でイオンを径方向に閉じ込めるために、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの前記複数の電極の少なくとも 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または 100% に対し、AC または RF 電圧を印加するように配置および適合させた AC または RF 電圧手段をさらに備えていることが好ましい。

【0061】

前記 AC または RF 電圧手段は、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの前記複数の電極に対し、(i) < 50 V ピークトゥピーク、(ii) 50 ~ 100 V ピークトゥピーク、(iii) 100 ~ 150 V ピークトゥピーク、(iv) 150 ~ 200 V ピークトゥピーク、(v) 200 ~ 250 V ピークトゥピーク、(vi) 250 ~ 300 V ピークトゥピーク、(vii) 300 ~ 350 V ピークトゥピーク、(viii) 350 ~ 400 V ピークトゥピーク、(ix) 400 ~ 450 V ピークトゥピーク、(x) 450 ~ 500 V ピークトゥピーク、および (xi) > 500 V ピークトゥピーク からなる群から選択される振幅を有する AC または RF 電圧を供給するように配置および適合させることが好ましい。

20

【0062】

前記 AC または RF 電圧手段は、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの前記複数の電極に対し、(i) < 100 kHz、(ii) 100 ~ 200 kHz、(iii) 200 ~ 300 kHz、(iv) 300 ~ 400 kHz、(v) 400 ~ 500 kHz、(vi) 0.5 ~ 1.0 MHz、(vii) 1.0 ~ 1.5 MHz、(viii) 1.5 ~ 2.0 MHz、(ix) 2.0 ~ 2.5 MHz、(x) 2.5 ~ 3.0 MHz、(xi) 3.0 ~ 3.5 MHz、(xii) 3.5 ~ 4.0 MHz、(xiii) 4.0 ~ 4.5 MHz、(xiv) 4.5 ~ 5.0 MHz、(xv) 5.0 ~ 5.5 MHz、(xvi) 5.5 ~ 6.0 MHz、(xvii) 6.0 ~ 6.5 MHz、(xviii) 6.5 ~ 7.0 MHz、(xix) 7.0 ~ 7.5 MHz、(xx) 7.5 ~ 8.0 MHz、(xxi) 8.0 ~ 8.5 MHz、(xxii) 8.5 ~ 9.0 MHz、(xxiii) 9.0 ~ 9.5 MHz、(xxiv) 9.5 ~ 10.0 MHz、および (xxv) > 10.0 MHz からなる群から選択される周波数を有する AC または RF 電圧を供給するように配置および適合させることが好ましい。

30

40

【0063】

一実施形態によれば、質量電荷比が 1 ~ 100、100 ~ 200、200 ~ 300、300 ~ 400、400 ~ 500、500 ~ 600、600 ~ 700、700 ~ 800、800 ~ 900、または 900 ~ 1000 の範囲内にある一価イオンは、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータを通過するドリフトまたは通過時間が、(i) 0 ~ 1 ms、(ii) 1 ~ 2 ms、(iii) 2 ~ 3 ms、(iv) 3 ~ 4 ms、(v) 4 ~ 5 ms、(vi) 5 ~ 6 ms、(vii) 6 ~ 7 ms、(viii) 7 ~ 8 ms、(ix) 8 ~ 9 ms、(x) 9 ~ 10 ms、(xi) 10 ~ 11 ms、(xii) 11 ~ 12 ms、(xiii) 12 ~ 13 ms、(xiv) 13 ~ 14 ms、(xv) 14 ~ 15 ms、(xvi) 15 ~ 16 ms、(xvii)

50

) 16 ~ 17 ms、(xviii) 17 ~ 18 ms、(xix) 18 ~ 19 ms、(xx) 19 ~ 20 ms、(xxi) 20 ~ 21 ms、(xxii) 21 ~ 22 ms、(xxiii) 22 ~ 23 ms、(xxiv) 23 ~ 24 ms、(xxv) 24 ~ 25 ms、(xxvi) 25 ~ 26 ms、(xxvii) 26 ~ 27 ms、(xxviii) 27 ~ 28 ms、(xxix) 28 ~ 29 ms、(xxx) 29 ~ 30 ms、(xxxi) 30 ~ 35 ms、(xxxii) 35 ~ 40 ms、(xxxiii) 40 ~ 45 ms、(xxxiv) 45 ~ 50 ms、(xxxv) 50 ~ 55 ms、(xxxvi) 55 ~ 60 ms、(xxxvii) 60 ~ 65 ms、(xxxviii) 65 ~ 70 ms、(xxxix) 70 ~ 75 ms、(xl) 75 ~ 80 ms、(xli) 80 ~ 85 ms、(xlii) 85 ~ 90 ms、(xliii) 90 ~ 95 ms、(xliv) 95 ~ 100 ms、および(xlv) > 100 msの範囲内である。

【0064】

10

前記質量分析計は、前記イオンモビリティスペクトロメータまたはセパレータの少なくとも一部分を、(i) > 0.001 mbar、(ii) > 0.01 mbar、(iii) > 0.1 mbar、(iv) > 1 mbar、(v) > 10 mbar、(vi) > 100 mbar、(vii) 0.001 ~ 100 mbar、(viii) 0.01 ~ 10 mbar、および(ix) 0.1 ~ 1 mbarからなる群から選択される圧力に保持するように配置および適合させた手段をさらに備えていることが好ましい。

【0065】

前記質量分析計は、イオン源をさらに備えていることが好ましい。前記イオン源は、(i) エレクトロスプレーイオン化(「ESI」)イオン源、(ii) 大気圧光イオン化(「APPI」)イオン源、(iii) 大気圧化学イオン化(「APCI」)イオン源、(iv) マトリックス支援レーザー脱離イオン化(「MALDI」)イオン源、(v) レーザー脱離イオン化(「LDI」)イオン源、(vi) 大気圧イオン化(「API」)イオン源、(vii) シリコン基板上脱離イオン化(「DIOS」)イオン源、(viii) 電子衝撃(「EI」)イオン源、(ix) 化学イオン化(「CI」)イオン源、(x) 電界イオン化(「FI」)イオン源、(xi) 電界脱離(「FD」)イオン源、(xii) 誘導結合プラズマ(「ICP」)イオン源、(xiii) 高速原子衝撃(「FAB」)イオン源、(xiv) 液体二次イオン質量分析(「LSIMS」)イオン源、(xv) 脱離エレクトロスプレーイオン化(「DESI」)イオン源、(xvi) ニッケル63放射性イオン源、(xvii) 大気圧マトリックス支援レーザー脱離イオン化イオン源、および(xviii) サーモスプレーイオン源からなる群から選択されることが好ましい。

20

30

【0066】

前記イオン源は、パルスまたは連続イオン源を含むことが好ましい。

【0067】

前記質量分析計は、質量分析器を備えていることが好ましい。前記質量分析器は、(i) フーリエ変換(「FT」)質量分析器、(ii) フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴(「FTICR」)質量分析器、(iii) 飛行時間(「TOF」)質量分析器、(iv) 直交加速式飛行時間(「oaTOF」)質量分析器、(v) 軸方向加速式飛行時間質量分析器、(vi) 磁場型質量分析計、(vii) ボールまたは三次元四重極質量分析器、(viii) 二次元または線形四重極質量分析器、(ix) ペニングトラップ質量分析器、(x) イオントラップ質量分析器、(xi) フーリエ変換オービトラップ(orbitrap)、(xii) 静電フーリエ変換質量分析計、および(xiii) 四重極質量分析器からなる群から選択されることが好ましい。

40

【0068】

前記質量分析計は、1以上の質量または質量電荷比フィルターおよび/または分析器をさらに備えていることが好ましい。前記1以上の質量または質量電荷比フィルターおよび/または分析器は、(i) 四重極質量フィルターまたは分析器、(ii) ウィーンフィルター、(iii) 磁場型質量フィルターまたは分析器、(iv) 速度フィルター、および(v) イオンゲートからなる群から選択されることが好ましい。

【0069】

本発明の他の態様によれば、壁を有する中空、管状、または網状の装置と、前記壁の一

50

部分内、前記壁の一部分に沿って、前記壁の一部分上に、または前記壁の一部分に実質的に隣接して配置された1以上の電極とを準備することと、前記中空、管状、または網状の装置にイオンを通過させることを含む、イオンガイド法が提供される。

【0070】

本発明の別の態様によれば、イオンガイド法を含む質量分析法が提供される。

【0071】

本発明の別の態様によれば、基板を準備することと、前記基板の一部分に、前記基板の一部分に沿って、前記基板の一部分上に、または前記基板の一部分に実質的に隣接して1以上の電極を配置することと、使用時にイオンが通過して搬送される1以上の開口を前記基板に形成することと、前記基板を中空、管状、または網状のイオンガイドへと成形することを含む、イオンガイドを作製する方法が提供される。

10

【0072】

本発明の他の態様によれば、壁を有する中空、管状、または網状の装置と、前記壁の一部分内、前記壁の一部分に沿って、前記壁の一部分上に、または前記壁の一部分に実質的に隣接して配置された1以上の電極と、前記壁の一部分に設けられている、または配置されている1以上の開口とを備えたイオンガイドであって、操作モードにおいて、前記1以上の開口を通してイオンが前記イオンガイドから流出するようになっており、前記中空、管状、または網状の装置内に存在する、気体分子および/もしくは中性粒子および/もしくは液滴の少なくとも一部、または前記気体分子および/もしくは中性粒子および/もしくは液滴の少なくとも0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、または100%が、前記1以上の開口を通して前記中空、管状、または網状の装置内から流出または抽出されることなく、前記中空、管状、または網状の装置に沿って移動し続けるようになっているイオンガイドが提供される。

20

【0073】

好適なイオンガイドは、比較的高圧力のガスの存在下でイオンを輸送するように構成されることが好ましい管状の導体を備えていることが好ましい。前記管状の導体の壁の一部分を、1以上の電極と入れ替えることが好ましい。前記1以上の電極は、前記管状の導体の中心軸と平行に、かつ前記管状の導体の中心軸からずれて延びていることが好ましく、さらに、前記管状の導体の壁に、前記壁に沿って、前記壁上に、または前記壁に実質的に隣接して配置されていることが好ましい。

30

【0074】

前記管状の導体の長さに沿ったある地点において、前記1以上の電極は、前記管状の導体の壁の開口で終端していることが好ましい。

【0075】

前記管状の導体の壁と前記1以上の電極との間に、DC電位または電圧差を保持することが好ましい。前記DC電位または電圧差により、イオンを、ガス流を通して移動させることが好ましく、また、前記1以上の電極に向かって前記ガス流と概ね直行する方向に移動させることが好ましい。前記イオンが前記1以上の電極と実際にぶつかることを防ぐため、前記1以上の電極にACまたはRF電圧を印加することが好ましい。前記1以上の電極に印加することが好ましいACまたはRF電圧により、好ましくは有効な電位障壁を形成する反発力が生じることが好ましい。その結果、前記1以上の電極に近接して配置されることが好ましい電位井戸内に、イオンが径方向に集束され保持されることが好ましい。バックグラウンドガスの存在下でイオンが前記管状の導体に沿って流動すると、前記イオンは、前記管状の導体の側面または壁に設けられた開口に達することが好ましい。出口開口全域にわたって圧力差を保持することにより、集束され閉じ込められたイオンのビームが、ガス流に含まれた状態で前記開口を通過するようにしてもよい。これに加えて、またはこの代替として、前記出口開口を貫通することが好ましく、かつイオンを加速して前記管状の導体から流出させるように働くことが好ましい補足的なDC電場を印加するよう

40

50

することにより、イオンが前記開口を通過するようにしてもよい。

【0076】

前記好適なイオンガイドは、拡散源から発せられたイオンの集束および閉じ込めの両方を、前記イオンガイドを構成する電極に過大な電圧を印加することなく行うことが可能である点において、その他の従来のイオンガイドと比べて特に有利である。さらに、全般的なガス流の方向に対して直交方向にイオンを抽出することが可能であるため、前記イオンガイドは、ガス流動の影響を実質的に受けることがない。さらに、前記イオンガイドによれば、汚染物質の蓄積量、ならびに質量分析計の後続の真空チャンバへの中性液滴の搬送が低減される。

【0077】

本発明の各種実施形態について、あくまでも例示を目的として、添付図面を参照しながら以下に説明する。

【0078】

図1は、管状の導体と、前記管状の導体の壁に配置された複数の電極と、前記電極の下流にある出口開口とを備えた、好ましい実施形態に係るイオンガイドを示している。

【0079】

図2は、好適なイオンガイドの内側を示し、管状の導体の壁に配置された複数の電極と出口開口をより詳細に示している。

【0080】

図3は、好適なイオンガイドの断面図を示し、管状の導体の壁と、前記管状の導体の壁に配置された複数の電極との間にDC電位または電圧差を保持した結果生じる電位コンタ-を示している。

【0081】

図4Aは、管状の導体を備えた好適なイオンガイドへと流入するイオンのシミュレーション結果であり、前記イオンが前記管状の導体の壁に沿って設けられた複数の電極付近で集束し、さらに前記イオンが出口開口を通過して前記イオンガイドから離脱する様子を示しており、図4Bは、管状の導体の壁に設けられた、出口開口をループ状に囲む2個の電極と、前記出口開口で終端する第3の直線状の電極とをさらに詳細に示している。

【0082】

図5は、イオンが図4に示すイオンガイドをモデルに準じて通過し、管状の導体の壁に設けられた出口開口から離脱する際のイオンの様々な軌道を示す断面図である。

【0083】

図6は、軸方向にセグメント化された複数の電極が、イオンガイドの管状の導体の壁に設けられている本発明の一実施形態を示している。

【0084】

図7は、図6に示すイオンガイドへと流入するイオンのシミュレーションであって、管状の導体の壁に設けられた、軸方向にセグメント化された複数の電極付近にイオンが集束される様子を示している。

【0085】

図8は、モデル化して図7に示したイオンの軌道を示す平面図である。

【0086】

本発明の一実施形態に係るイオンガイドについて、図1を参照しながら以下に説明する。当該イオンガイドは、管状の導体1またはイオン輸送装置を備えていることが好ましい。管状の導体1またはイオン輸送装置の壁の一部に、複数の電極2が設けられていることが好ましい。また、出口開口3が、複数の電極2の下流で、管状の導体1の壁に設けられていることが好ましい。出口開口3は、複数の電極2に隣接または極めて近接して配置されていることが好ましい。図1に示す実施形態によれば、複数の電極2は、出口開口3に実質的に隣接して終端する直線状の電極を含んでいてもよい。しかしながら、他の実施形態によれば、電極2の少なくともいくつかは、出口開口3を越えて下流に延びていてもよい。また、電極2の少なくともいくつかは、例えば、図4Aおよび図4Bを参照して述べ

10

20

30

40

50

る実施形態に示すように、出口開口 3 をループ状に囲んでいてもよい。

【 0 0 8 7 】

イオン源（図示せず）から発せられることが好ましいイオンとガスの混合物 4 が、管状の導体 1 またはイオン輸送装置内へと流入し、管状の導体 1 またはイオン輸送装置内を流れるようにしてあることが好ましい。前記イオンガイドを横切って、または前記イオンガイドに沿って保持される電場が存在しなければ、イオンとガスの混合物 4 は、好ましくは前記イオンガイドの長さに沿って本質的に不変であるイオンの径方向の密度分布を持って、好ましくは管状の導体 1 またはイオン輸送装置に沿ってその内部を移動し続けるであろう。出口開口 3 全体にわたって適切な圧力勾配を保持した場合特に、ガスとイオンの弱流が出口開口 3 を通過することが予想され得る。

10

【 0 0 8 8 】

以下に更に詳述するように、好ましい実施形態では、複数の電極 2 と管状の導体 1 の壁との間に電場を保持することが好ましい。好ましくは管状の導体 1 の壁に設けられているか、または好ましくは管状の導体 1 の壁に少なくとも実質的に隣接して設けられている複数の電極 2 の少なくともいくつかにより、イオンが出口開口 3 へと、または出口開口 3 に向かって導かれることが好ましい。好ましい実施形態によれば、管状の導体 1 の壁と、管状の導体 1 の壁に設けられた複数の電極 2 の少なくともいくつか、または実質的に全部との間に、正または負の DC 電位差を保持することが好ましい。

【 0 0 8 9 】

一実施形態によれば、管状の導体 1 の壁を正または負の DC 電位で保持してもよく、複数の電極 2 を 0 V の DC で保持してもよい。これにより、管状の導体 1 を通過する正または陰イオンを複数の電極 2 に向けて集束させるように働く電場が発生することが好ましい。

20

【 0 0 9 0 】

図 2 は、好適なイオンガイドの一部分の内側を示した図であり、管状の導体 1 の壁に設けられた出口開口 3 まで延びる複数の電極 2 をより明確に示している。出口開口 3 は、複数の電極 2 の下流に配置されているものとして図示されているが、他の実施形態においては、複数の電極 2 の少なくともいくつかは、出口開口 3 を越えてさらに下流に延びていてもよい。

【 0 0 9 1 】

図 3 は、管状の導体 1 の壁と複数の電極 2 の間に DC 電位または電圧差を保持した結果生じる DC 電位コンター 7 を示している。管状の導体 1 の外側に、抽出レンズまたは電極 8 も図示している。抽出レンズまたは電極 8 は、出口開口 3 に隣接して配置されることが好ましい。管状の導体 1 内から出口開口 3 を通って管状の導体 1 の外側へとイオンの抽出または直交方向への加速を支援することが好ましい電場を発生させるため、抽出レンズまたは電極 8 に補足的な DC 電位または電圧を印加することが好ましい。

30

【 0 0 9 2 】

先の実施形態ほどではないが好ましい実施形態では、管状の導体 1 の壁と管状の導体 1 の壁に設けられた複数の電極 2 との間に、DC 電位または電圧差を保持してもよい。その結果、イオンは電極 2 に向かって引き寄せられることが好ましく、また、前記イオンの少なくとも一部が電極 2 にぶつかるか、または当たって、当該系から喪失し得る。

40

【 0 0 9 3 】

はるかに好適性の高い実施形態によれば、複数の電極 2 に、AC または RF 電圧がさらに印加される。複数の電極 2 に印加することが好ましい AC または RF 電圧は、イオンが複数の電極 2 にぶつかることを防止するように働くことが好ましい、反発力を有する有効または擬似電位を発生させることが好ましい。

【 0 0 9 4 】

好ましい実施形態によれば、前記イオンガイドを通過するイオンは、2 つの相反する力の作用を受けることが好ましい。管状の導体 1 の壁と複数の電極 2 との間に DC 電位差を保持した結果生じる電場によって、イオンが複数の電極 2 に向かって引き寄せられること

50

が好ましく、また、同時に、複数の電極 2 に A C または R F 電圧を印加した結果生じる擬似電位場によって、イオンが複数の電極 2 に寄せ付けられないことが好ましい。前記 2 つの相反する力の基本的な効果は、管状の導体 1 内においてイオンを好適に径方向に閉じ込めることであることが理解されるであろう。

【 0 0 9 5 】

管状の導体 1 の壁内に複数の電極 2 を設けた場合、前記の好ましい実施形態によれば、隣接した電極 2 に、互いに逆の位相の二相 A C または R F 電圧を印加することが好ましい。

【 0 0 9 6 】

好ましい実施形態によれば、イオンは、前記イオンガイド内に導入された流れの中に存在するあらゆる気体分子および中性粒子と共に、管状の導体 1 の長さに沿って軸方向に移動させることが好ましい。前記の好ましい実施形態によれば、イオンは、前記イオンガイド内を流れる気体分子および中性粒子から少なくとも部分的に分離することが好ましい。さらに、前記の好ましい実施形態によれば、前記イオンガイド内に存在するイオンは、複数の電極 2 に比較的近接していることが好ましい軸に沿って、集中および/または集束させることが好ましい。次に、前記イオンは、実質的に集中したビームに含有されて、または実質的に集中したビームとして、出口開口 3 へと輸送または送られることが好ましい。そして、イオンの集中ビームは、出口開口 3 を通って管状の導体 1 から流出するようになっていることが好ましい。

10

【 0 0 9 7 】

ガス流に含まれるイオンが、管状の導体 1 の内側と管状の導体 1 の外側との間に保持される圧力勾配によって、出口開口 3 を通過するようにしておいてもよい。一実施形態によれば、出口開口 3 を通してイオンが抽出または放出される際、直交方向にイオンを加速して出口開口 3 を通過させるように保持されるのが好ましいさらに別の電場により、イオンを補助してもよい。

20

【 0 0 9 8 】

前記さらに別の電場は、出口開口 3 に隣接して、および/または出口開口 3 の後方に位置することが好ましい抽出レンズまたは電極 8 に D C 電位を印加することによって発生させてもよい。抽出レンズまたは電極 8 は、管状の導体 1 の外側に配置されるか、または位置することが好ましい。

30

【 0 0 9 9 】

他の実施形態によれば、管状の導体 1 の壁に設けられた電極 2 の少なくともいくつかは、出口開口 3 をループ状に囲むように構成されていてもよい。図 4 A は、2 個の電極 2 b、2 c が出口開口 3 をループ状に囲み、別の直線状の電極 2 a が出口開口 3 に極めて近接した位置で終端している実施形態を示している。

【 0 1 0 0 】

図 4 A に示す、異なるイオンがイオンガイドに流入する際の軌道は、S I M I O N (登録商標)バージョン 7.0 のイオン光学パッケージを用いてモデル化したものである。ユーザープログラムは、イオンとバックグラウンドガスの衝突による影響を組み込んで作成したものである。イオンは、前記イオンガイドを通過するにつれ、電極 2 a、2 b、2 c に極めて近接して集束するようになる。管状の導体 1 の内径は 6.0 mm であるものとしてモデル化し、管状の導体 1 の全長は 15.0 mm であるものとしてモデル化した。前記イオンガイドは、3 個の電極 2 a、2 b、2 c を備える構成とした。前記 3 個の電極 2 a、2 b、2 c は、実質的に円形の断面を有し、その直径は 0.2 mm であった。前記 3 個の電極 2 a、2 b、2 c は、0.4 mm の中心間距離を有していた。

40

【 0 1 0 1 】

出口開口 3 は、管状の導体 1 の壁内に設けられたものとしてモデル化した。出口開口 3 は、直径 1.4 mm であるものとしてモデル化した。出口開口 3 の中心は、管状の導体 1 の入口から 13.5 mm の位置にくるように設定した。抽出レンズまたは電極 8 は、管状の導体 1 の外側に設けられたものとしてモデル化した。抽出レンズ 8 の中心は、管状の導

50

体 1 の入口から 13.5 mm の位置にあるものとしてモデル化した。

【0102】

管状の導体 1 の壁が 20 V の DC に保持され、前記 3 個の電極 2 a、2 b、2 c が 0 V の DC に保持されたものとしてモデル化することにより、シミュレーションを行った。抽出レンズまたは電極 8 は、-10 V に保持されるものとしてモデル化した。周波数 2 MHz および 200 V ピークトゥピークの AC または RF 電圧を、隣接した電極 2 a、2 b、2 c には互いに逆の位相の当該 AC または RF 電圧を印加するようにして、複数の電極 2 a、2 b、2 c に印加するものとしてモデル化した。バックグラウンドガス圧力は 2 mbar であり、課される流速は 50 m/秒であるものとしてモデル化した。前記イオンは質量電荷比が 500 であるものとしてモデル化し、前記バックグラウンドガスはアルゴンであるものとしてシミュレートした。複数のイオンの軌道 9 を図 4 A に示している。前記イオンは、管状の導体 1 の直径全域にわたる異なる領域から出発するものとして図示されている。この結果生じたイオン軌道 9 は、イオンが、抽出レンズまたは電極 8 によって出口開口 3 を通って直交方向に抽出されるに先立って効果的に集束され閉じ込められることを示している。

10

【0103】

2 個の電極 2 b、2 c は、出口開口 3 をループ状に囲むように、従って、抽出レンズまたは電極 8 への入口もループ状に囲むように構成されている。最も内側に位置する直線の第 3 の電極 2 a は、出口開口 3 と対向または隣接する箇所を終端している。

【0104】

管状の導体 1 の直径全域にわたって散在する、種々のイオン出発点を用いた。図 4 A および図 5 に示すイオン軌道 9 からわかるように、電極 2 a、2 b、2 c に印加された AC または RF 電圧と、管状の導体 1 の壁と電極 2 a、2 b、2 c との間に保持された DC 電位差との複合効果によって、径方向へのイオンの集束と閉じ込めが効果的に行われた。前記イオンはまた、電極 2 a、2 b、2 c に十分に近接して閉じ込められ、よって、抽出レンズまたは電極 8 を用いて前記イオンを主要なガス流から抽出することが可能であった。

20

【0105】

好ましい実施形態に係るイオンガイドは、その他の公知のイオンガイドに比べて、ガス圧力が比較的高く（すなわち $> 10^{-2}$ mbar）、かつ/またはガス流の断面積が大きく、大きな液滴を含有し得る操作領域において特に有利である。したがって、前記好適なイオンガイドを、大気圧のイオン源（例えば、エレクトロスプレー、大気圧化学イオン化、大気圧 MALDI、または大気圧光イオン化イオン源）を用いて作動する質量分析計の第 1 真空ステージで有利に使用することもできる。また、差動排気開口を通して質量分析計のさらに別の真空チャンバへとイオンを引き続き輸送するため、前記好適なイオンガイドを、ガスの中からイオンを集束させて抽出するために使用してもよい。

30

【0106】

前記好適なイオンガイドは、 10^{-3} mbar ~ 100 mbar の範囲、好ましくは、 10^{-2} mbar ~ 10 mbar の範囲のガス圧力で操作してもよい。

【0107】

前記好適なイオンガイドは、実質的に円形の断面または断面プロファイルを有する管状の導体 1 を備えていることが好ましいが、前記イオンガイドは、これ以外の異なる断面または断面プロファイルを有する導体を備えていてもよい。

40

【0108】

管状の導体 1 の壁に設けられる電極 2 a、2 b、2 c の数は、1 個から 10 個の間で変動させてもよい。別の実施形態では、10 個を超える電極を管状の導体 1 の壁に設けてもよい。

【0109】

前記電極は、管状の導体 1 の円周上の一部で互いに離間していることが好ましく、好ましくは管状の導体 1 の中心軸と平行な方向に延びていることが好ましい。

【0110】

50

本発明のさらに別の実施形態を、図6に示している。この実施形態では、複数の電極10を管状の導体1の壁に設けている。前記電極は、実質的に正方形の断面を有していることが好ましく、その形状は立方体であることが好ましい。電極10は、イオンガイドの軸方向に、または軸方向に沿って、離間または分離していることが好ましい。

【0111】

好ましい実施形態では、隣接した電極10には、互いに逆の位相のACまたはRF電圧を印加することが好ましい。前記イオンガイドを通過する異なるイオンの軌道9を、図7および図8に示しているが、これらはSIMION(登録商標)を使用してモデル化したものである。管状の導体1の内径は6.0mmであるものとしてモデル化し、管状の導体1の全長は15.0mmであるものとしてモデル化した。電極10は、0.75mmの中心間距離で離間した0.5mmの立方体の電極を備えているものとしてモデル化した。出口開口3の直径は2.0mmであった。前記出口開口の中心は、管状の導体1の入口から13.5mm離れているものとしてモデル化した。

10

【0112】

管状の導体1を10Vに保持したものとしてモデル化し、電極10を0VのDCに保持したものとしてモデル化した。周波数2MHzおよび200VピークトゥピークのACまたはRF電圧を、隣接した電極10には互いに逆の位相の当該ACまたはRF電圧を印加するようにして、電極10に印加するものとしてモデル化した。バックグラウンドガス圧力は2mbarであり、課される流速は50m/秒であるものとしてモデル化した。前記イオンは質量電荷比が500であるものとしてモデル化し、前記バックグラウンドガスはアルゴンであるものとしてシミュレートした。

20

【0113】

図7は、前記イオンガイドを通過する際の前記イオンの様々な軌道9を示している。図7からわかるように、前記イオンガイドは、イオンが管状の導体1の直径全域にわたって異なる地点から出発した複数のイオン軌道を有するにもかかわらず、後の直交方向の抽出のためにイオンを集束および輸送する上で特に有効である。

【0114】

図8は、前記様々なイオン軌道9を、より詳細に平面図で示している。

【0115】

組み立てを容易にするため、管状の導体1の壁に設けられる電極2、10をプリント回路基板に取り付け、必要とされる電圧接続を全て提供してもよく、あるいは、管状の導体1の壁に設けられる電極2、10は、前記プリント回路基板上に配置されたトラックを含んでいてもよい。比較的高温での操作が要求される用途においては、1以上の電極2、10を、熱的に安定なプラスチックまたはセラミック基板内、またはこのような基板上に取り付けてもよい。あるいは、厚膜技術を用いて電極2、10をセラミック上に取り付けてもよい。

30

【0116】

本発明について、好ましい実施形態を参照しながら説明してきたが、添付の請求の範囲に記載されている本発明の範囲から逸脱しない限り、形態および詳細において種々の変更を行ってもよいことは、当業者には理解される。

40

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図1】図1は、管状の導体と、前記管状の導体の壁に配置された複数の電極と、前記電極の下流にある出口開口とを備えた、好ましい実施形態に係るイオンガイドを示す。

【図2】図2は、好適なイオンガイドの内側を示し、管状の導体の壁に配置された複数の電極と出口開口をより詳細に示す。

【図3】図3は、好適なイオンガイドの断面図を示し、管状の導体の壁と、前記管状の導体の壁に配置された複数の電極との間にDC電位または電圧差を保持した結果生じる電位コンターを示す。

【図4A】図4Aは、管状の導体を備えた好適なイオンガイドへと流入するイオンのシミ

50

ュレーション結果であり、前記イオンが前記管状の導体の壁に沿って設けられた複数の電極付近で集束し、さらに前記イオンが出口開口を通過して前記イオンガイドから離脱する様子を示す。

【図4B】図4Bは、管状の導体の壁に設けられた、出口開口をループ状に囲む2個の電極と、前記出口開口で終端する第3の直線状の電極とをさらに詳細に示す。

【図5】図5は、イオンが図4に示すイオンガイドをモデルに準じて通過し、管状の導体の壁に設けられた出口開口から離脱する際のイオンの様々な軌道を示す断面図である。

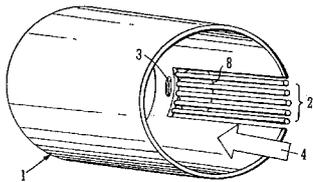
【図6】図6は、軸方向にセグメント化された複数の電極が、イオンガイドの管状の導体の壁に設けられている本発明の一実施形態を示す。

【図7】図7は、図6に示すイオンガイドへと流入するイオンのシミュレーションであって、管状の導体の壁に設けられた、軸方向にセグメント化された複数の電極付近にイオンが集束される様子を示す。

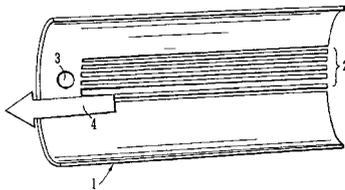
【図8】図8は、モデル化して図7に示したイオンの軌道の平面図である。

10

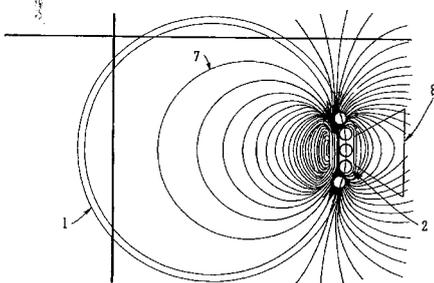
【図1】



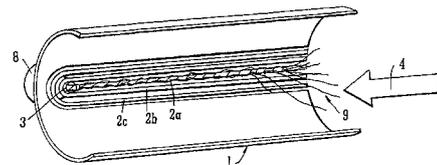
【図2】



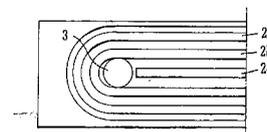
【図3】



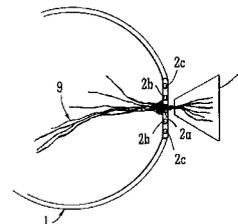
【図4A】



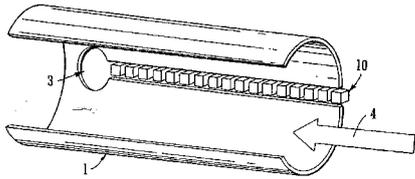
【図4B】



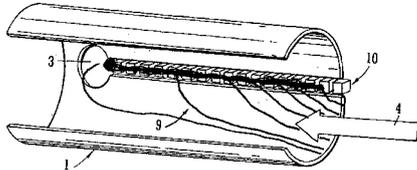
【図5】



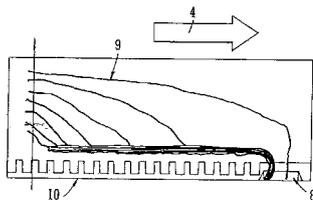
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【手続補正書】

【提出日】平成19年8月21日(2007.8.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イオンガイドであって、

壁を有する中空、管状、または網状の装置と、

前記壁の一部分内、前記壁の一部分に沿って、前記壁の一部分上に、または前記壁の一部分に実質的に隣接して配置された 1 以上の電極と、

前記壁の一部分に設けられた、または配置された、操作モードにおいてイオンが通り前記イオンガイドから流出するようになっている 1 以上の開口と、

前記壁の少なくとも一部分と前記 1 以上の電極の一部または全部との間に DC 電位差を保持するように配置および適合させた手段とを備えているイオンガイド。

【請求項 2】

前記中空、管状、もしくは網状の装置が、前記中空、管状、もしくは網状の装置の中心もしくは中間に配設されるか、または前記中心もしくは中間に沿って配設される中心軸を有し、前記 1 以上の電極が、前記中心軸の一方の側から、もしくは一方の側へとずらして配置または配設されている、請求項 1 に記載のイオンガイド。

【請求項 3】

前記 1 以上の電極が、前記中心軸と実質的に平行である 1 以上の軸に沿って配置されている、請求項 2 に記載のイオンガイド。

【請求項 4】

前記 1 以上の電極の少なくとも一部または全部に A C または R F 電圧を印加するように配置および適合させた A C または R F 電圧手段をさらに備えている、請求項 1、2 または 3 に記載のイオンガイド。

【請求項 5】

少なくとも一部のイオンが前記 1 以上の電極にぶつかる、衝突する、または近づくことを妨げる、または実質的に防止するため、前記 A C または R F 電圧手段を、前記 1 以上の電極の少なくとも 5 %、10 %、20 %、30 %、40 %、50 %、60 %、70 %、80 %、90 %、95 %、または 100 % に A C または R F 電圧を印加するように配置および適合させた、請求項 4 に記載のイオンガイド。

【請求項 6】

前記 1 以上の電極のうち直接隣接した電極には、互いに逆の位相の前記 A C または R F 電圧を供給する、請求項 4 または 5 に記載のイオンガイド。

【請求項 7】

前記 D C 電位差が、(i) < 1 V、(ii) 1 ~ 5 V、(iii) 5 ~ 10 V、(iv) 10 ~ 15 V、(v) 15 ~ 20 V、(vi) 20 ~ 25 V、(vii) 25 ~ 30 V、(viii) 30 ~ 35 V、(ix) 35 ~ 40 V、(x) 40 ~ 45 V、(xi) 45 ~ 50 V、および (xii) > 50 V からなる群から選択される、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 8】

前記 1 以上の電極のうちの少なくとも 1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個、11 個、12 個、13 個、14 個、15 個、16 個、17 個、18 個、19 個、20 個、または 20 個を超える電極が、前記中空、管状、または網状の装置に設けられた前記 1 以上の開口をループ状に囲むか、または少なくとも部分的にループ状に囲むように構成されている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 9】

前記電極のうちの少なくとも 1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個、11 個、12 個、13 個、14 個、15 個、16 個、17 個、18 個、19 個、20 個、または 20 個を超える電極が、前記中空、管状、または網状の装置に設けられた前記 1 以上の開口またはその上流で終端するように構成されている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 10】

前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも 5 %、10 %、15 %、20 %、25 %、30 %、35 %、40 %、45 %、50 %、55 %、60 %、65 %、70 %、75 %、80 %、85 %、90 %、95 %、または 100 % に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、1 以上の過渡 D C 電圧もしくは電位、または 1 以上の過渡 D C 電圧もしくは電位波形を前記 1 以上の電極の一部または全部に印加する手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 11】

前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも 5 %、10 %、15 %、20 %、25 %、30 %、35 %、40 %、45 %、50 %、55 %、60 %、65 %、70 %、75 %、80 %、85 %、90 %、95 %、または 100 % に沿って少なくとも一部のイオンを進めるために、前記 1 以上の電極の一部または全部に 2 以上の位相シフト A C または R F 電圧を印加する手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 12】

前記イオンガイドの軸方向長さの少なくとも 5 %、10 %、15 %、20 %、25 %、30 %、35 %、40 %、45 %、50 %、55 %、60 %、65 %、70 %、75 %、80 %、85 %、90 %、95 %、または 100 % に沿って実質的に一定の D C 電圧勾配を保持する D C 電圧手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオン

ガイド。

【請求項 13】

前記 1 以上の電極の少なくとも一部が、プリント回路基板内またはプリント回路基板上に設置、蒸着、または取り付けされている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 14】

前記 1 以上の電極の少なくとも一部が、プラスチック製、セラミック製、積層型、絶縁性、もしくは半導電性の基板内またはこれら基板上に設置、蒸着、または取り付けされている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 15】

前記中空、管状、または網状の装置内に存在するイオンのうち、少なくとも一部、または少なくとも 0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは 100% が、使用時に、前記 1 以上の開口を通して前記中空、管状、または網状の装置内から流出するか、または抽出されるようになっている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 16】

前記中空、管状、または網状の装置内に存在する、気体分子および/もしくは中性粒子および/もしくは液滴の少なくとも一部、または前記気体分子および/もしくは中性粒子および/もしくは液滴の少なくとも 0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、もしくは 100% が、使用時に、前記 1 以上の開口を通して前記中空、管状、または網状の装置内から流出または抽出されることなく、前記中空、管状、または網状の装置に沿って移動し続けるようになっている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 17】

前記 1 以上の開口に隣接するか、またはその後方に位置するように配置された抽出レンズまたは電極配列と、

前記 1 以上の電極および/または前記中空、管状、もしくは網状の装置の壁と前記抽出レンズまたは電極配列との間に、電位または電圧差を保持するように配置および適合させた手段とをさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 18】

前記イオンガイドの少なくとも一部分を、(i) $> 0.001 \text{ mbar}$ 、(ii) $> 0.01 \text{ mbar}$ 、(iii) $> 0.1 \text{ mbar}$ 、(iv) $> 1 \text{ mbar}$ 、(v) $> 10 \text{ mbar}$ 、(vi) $> 100 \text{ mbar}$ 、(vii) $0.001 \sim 100 \text{ mbar}$ 、(viii) $0.01 \sim 10 \text{ mbar}$ 、および (ix) $0.1 \sim 1 \text{ mbar}$ からなる群から選択される圧力に保持するように配置および適合させた手段をさらに備えている、前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイド。

【請求項 19】

前記請求項のいずれか一項に記載のイオンガイドを 1 以上備えた質量分析計。

【請求項 20】

(i) エレクトロスプレーイオン化(「ESI」)イオン源、(ii) 大気圧光イオン化(「APPI」)イオン源、(iii) 大気圧化学イオン化(「APCI」)イオン源、(iv) マトリックス支援レーザー脱離イオン化(「MALDI」)イオン源、(v) レーザー脱離イオン化(「LDI」)イオン源、(vi) 大気圧イオン化(「API」)イオン源、(vii) シリコン基板上脱離イオン化(「DIOS」)イオン源、(viii) 電子衝撃(「EI」)イオン源、(ix) 化学イオン化(「CI」)イオン源、(x) 電界イオン化(「FI」)イオン源、(xi) 電界脱離(「FD」)イオン源、(xii) 誘導結合プラズマ(「ICP」)イオン源、(xiii) 高速原子衝撃(「FAB」)イオン源、(xiv) 液体二次イオン質量分析(「LSIMS」)イオン源、(xv) 脱離エレクトロスプレーイオン化

(「DESI」)イオン源、(xvi)ニッケル63放射性イオン源、(xvii)大気圧マトリックス支援レーザー脱離イオン化イオン源、および(xviii)サーモスプレーイオン源からなる群から選択されるイオン源をさらに備えている、請求項19に記載の質量分析計。

【請求項21】

イオンガイド法であって、

壁を有する中空、管状、または網状の装置と、前記壁の一部分内、前記壁の一部分に沿って、前記壁の一部分上に、または前記壁の一部分に実質的に隣接して配置された1以上の電極と、前記壁の一部分に配置された1以上の開口とを準備することと、

前記中空、管状、または網状の装置内にイオンを流入させ、前記装置に沿ってイオンを通過させることと、

前記壁の少なくとも一部分と前記1以上の電極の一部または全部との間にDC電位差を保持することと、

前記1以上の開口を通して前記中空、管状、または網状の装置からイオンを流出させることを含むイオンガイド法。

【請求項22】

請求項21に記載のイオンガイド法を含む質量分析法。

【請求項23】

イオンガイド作製法であって、

基板を準備することと、

前記基板の一部分に、前記基板の一部分に沿って、前記基板の一部分上に、または前記基板の一部分に実質的に隣接して1以上の電極を配置することと、

使用時に、前記基板の一部と前記1以上の電極との間にDC電位差を保持する手段を準備することと、

使用時にイオンが通過して搬送される1以上の開口を前記基板に形成することと、

前記基板を中空、管状、または網状のイオンガイドへと成形することを含む、イオンガイド作製法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2005/004902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01J49/04		
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) H01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/146377 A1 (MILLER RAANAN A [US] ET AL) 7 August 2003 (2003-08-07) paragraphs [0007], [0050], [0062] - [0064] paragraphs [0112], [0130] - [0136]; figures 3A, 3B paragraphs [0150], [0151]; figures 11B, 12A, 12B paragraphs [0158] - [0161]; figures 14A, 14B	1-77
X	US 6 700 119 B1 (GILES ROGER [GB]) 2 March 2004 (2004-03-02) the whole document	1, 74
X	US 2003/160168 A1 (SPEAKMAN JAMES [GB] ET AL) 28 August 2003 (2003-08-28) paragraph [0060]; figure 5	1, 74
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> 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		*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
E earlier document but published on or after the international filing date		*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
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)		*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
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*B* document member of the same patent family
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
7 February 2007	08/03/2007	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Loiseleur, Pierre	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2005/004902

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 847 386 A (THOMSON BRUCE A [CA] ET AL) 8 December 1998 (1998-12-08) column ii, lines 45-67; figure 29	1,74

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2005/004902

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003146377	A1	07-08-2003	NONE
US 6700119	B1	02-03-2004	CA 2362240 A1 17-08-2000 EP 1166327 A1 02-01-2002 WO 0048228 A1 17-08-2000 GB 2346730 A 16-08-2000 JP 2002536811 T 29-10-2002
US 2003160168	A1	28-08-2003	NONE
US 5847386	A	08-12-1998	AU 6653296 A 12-03-1997 CA 2229070 A1 27-02-1997 WO 9707530 A1 27-02-1997 EP 0843887 A1 27-05-1998 JP 11510946 T 21-09-1999

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 2G041 CA01 DA01 DA03 DA05 DA09 DA12 DA13 DA14 DA16 DA18
GA03 GA05 GA06 GA08 GA13 GA28 GA29 KA01
5C038 FF13 HH02 HH05