

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5215525号
(P5215525)

(45) 発行日 平成25年6月19日 (2013. 6. 19)

(24) 登録日 平成25年3月8日 (2013. 3. 8)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 J 49/10 (2006. 01)

H O 1 J 49/10

G O 1 N 27/62 (2006. 01)

G O 1 N 27/62

G

請求項の数 16 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-306589 (P2005-306589)
 (22) 出願日 平成17年10月21日 (2005. 10. 21)
 (65) 公開番号 特開2006-120642 (P2006-120642A)
 (43) 公開日 平成18年5月11日 (2006. 5. 11)
 審査請求日 平成20年10月14日 (2008. 10. 14)
 (31) 優先権主張番号 971658
 (32) 優先日 平成16年10月22日 (2004. 10. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 399117121
 アジレント・テクノロジーズ・インク
 A G I L E N T T E C H N O L O G I E
 S, I N C.
 アメリカ合衆国カリフォルニア州サンタク
 ララ スティーブンス・クリーク・プール
 バード 5301
 (74) 代理人 100087701
 弁理士 稲岡 耕作
 (74) 代理人 100101328
 弁理士 川崎 実夫
 (74) 代理人 100087642
 弁理士 古谷 聡
 (74) 代理人 100076680
 弁理士 溝部 孝彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチモード・イオン化モード分離器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷電エアゾルを供給するためのエレクトロスプレー・イオン源と、
 該エレクトロスプレー・イオン源から下流にあって、前記荷電エアゾルをさらにイオン
 化するための大気圧イオン源と、

前記荷電エアゾルの一部を分離して、その一部に含まれるイオンが前記下流の大気圧イ
 オン源にさらされるのを阻止するように配置されたマスクと、

前記下流の大気圧イオン源に隣接し、前記荷電エアゾルからイオンを受け取るためのオリ
 フィスを有しており、中心軸を備える第1の導管と

を備えることを特徴とするマルチモード・イオン源。

10

【請求項 2】

前記マスクに複数の分離器が含まれることを特徴とする、請求項 1 に記載のマルチモー
 ド・イオン源。

【請求項 3】

第2の導管がさらに含まれることと、
 前記第2の導管が、検出のために前記荷電エアゾルの分離された部分だけを受け入れる
 ように配置されていることを特徴とする、

請求項 1 または請求項 2 に記載のマルチモード・イオン源。

【請求項 4】

前記マスクに、少なくとも1つの金属板が含まれることを特徴とする、請求項 1 乃至請

20

求項 3 のいずれかに記載のマルチモード・イオン源。

【請求項 5】

前記荷電エアゾルの一部に、前記エレクトロスプレー・イオン源によって発生する前記荷電エアゾルの少なくとも 10 容量パーセントが含まれることを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 4 に記載のマルチモード・イオン源。

【請求項 6】

前記大気圧イオン源が、大気圧化学イオン源または大気圧光イオン源であることを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のマルチモード・イオン源。

【請求項 7】

前記マスクが、前記第 1 の導管の中心軸に対して平行になるよう方向づけられていることを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のマルチモード・イオン源。

10

【請求項 8】

前記マスクが、前記第 1 の導管の中心軸に対して垂直になるよう方向づけられていることを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のマルチモード・イオン源。

【請求項 9】

前記マスクが、前記第 1 の導管の中心軸に対してある角度をなすよう方向づけられていることを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のマルチモード・イオン源。

【請求項 10】

イオン化検体分子を発生する方法であって、
前記検体分子にエレクトロスプレー・イオン化の処理を受けさせることによって、荷電エアゾルを生じさせるステップと、
前記荷電エアゾルを第 1 の流れと第 2 の流れに分離するステップと、
前記荷電エアゾルの第 1 の流れに大気圧イオン化の処理を受けさせて、前記荷電エアゾルをさらにイオン化するステップと、
前記第 2 の流れに含まれるイオンが前記大気圧イオン化の処理にさらされないようにするステップと、

20

中心軸を備える第 1 の導管に少なくとも前記第 1 の流れを受け入れるステップとを有することを特徴とする、

方法。

30

【請求項 11】

前記大気圧イオン化が、大気圧化学イオン化または大気圧光イオン化であることを特徴とする、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記荷電エアゾルがマスクを利用して分離されることを特徴とする、請求項 10 または 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記マスクが、前記第 1 の導管の中心軸に対して平行になるよう方向づけられていることを特徴とする、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記マスクが、前記第 1 の導管の中心軸に対して垂直になるよう方向づけられていることを特徴とする、請求項 12 に記載の方法。

40

【請求項 15】

前記マスクが、前記第 1 の導管の中心軸に対してある角度をなすよう方向づけられていることを特徴とする、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 2 の流れを、検出のために第 2 の導管に受け入れるステップをさらに有することを特徴とする、請求項 10 乃至請求項 15 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、一般に、マルチプル・モードを用いて発生したイオンが相互に干渉しないように、マルチプル・モード・イオン源においてイオン流を分離するための方法およびシステムに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

大気圧イオン化 (A P I) の出現によって、 L C / M S 分析の利用が急増した。現在 3 つの主要な A P I 技法、すなわち、エレクトロスプレー・イオン化 (E S I)、大気圧化学イオン化 (A P C I)、および、大気圧光イオン化 (A P P I) が存在する。これらの技法は、それぞれ、異なるメカニズムによって分子をイオン化し、どのメカニズムにも、多種多様な試料に含まれる可能性のある分子量および組成の全範囲にわたるイオン化が可能なものはない。

10

【 0 0 0 3 】

単一装置において E S I を A P C I または A P P I と組み合わせて用いることにより、 E S I 源によってイオン化されない検体を二次イオン化メカニズムによってイオン化できるようにして、この問題に対処するマルチプル・モード・イオン源 (「マルチモード・イオン源」) が開発された。

【 0 0 0 4 】

先行技術文献には、マルチモード・イオン源の実施態様例についての記載がある (例えば、特許文献 1 参照) 。要するに、これらの装置では、 E S I 源 (「 E S I イオン」) によって生じるイオンおよび蒸気は、ガスによって同伴され、気体力学および電界の組み合わせによって真空入口に向かって誘導される。イオンおよび蒸気は、真空入口への軌道に沿って、二次 A P C I または A P P I 源が有効な空間に進入する。

20

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 7 9 8 8 1 号

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

実際には、両方の二次イオン源とも、 E S I イオンが真空入口に向かうにつれて、 E S I イオンに悪影響を及ぼす可能性がある。 A P C I の場合、コロナ・ニードルから生じるコロナ電流は、真空入口に向かう E S I イオンの動きを妨げる可能性がある。対電極を用いたコロナ電流の制御が役に立つ可能性があるが、それでも、コロナ電流の制御は困難である可能性がある。 A P P I 源を利用する場合、中性検体分子の光イオン化だけでなく、光子が以前に生じた E S I イオンと相互作用し、その結果、 E S I 信号を劣化させる影響が生じる可能性がある。従って、本発明の目的は、 A P C I および A P P I プロセスからかなりの数の E S I イオンを保護することによって、検出される E S I 信号の質を保証するイオン源を提供することにある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明によるマルチモード・イオン源には、荷電エアゾルを供給するためのエレクトロスプレー・イオン源、前記荷電エアゾルをさらにイオン化するためのエレクトロスプレー・イオン源の下流の大気圧イオン源、および、荷電エアゾルの一部を分離して、その一部が下流の大気圧イオン源にさらされるのを防ぐように配置されたマスクが含まれている。

40

【 0 0 0 8 】

第 1 の実施態様によれば、下流のマルチモード・イオン源は、大気圧化学イオン (A P C I) 源である。代替実施態様の場合、下流の大気圧イオン源は、大気圧光イオン (A P P I) 源である。

【 0 0 0 9 】

本発明のモード分離マスクの構成および設計は数多く存在する。例証のためであって、制限を目的とするものではないが、マスクは、発生したイオンを質量分析計に供給する入

50

口導管の中心軸に対して平行または垂直な配向を施すことが可能であり、互いにおよび導管に対してさまざまな角度で配置することが可能な１つ以上のプレートを含むことが可能である。

【００１０】

エレクトロスプレー・イオンの流れの一部の分離を助けるため、本発明のマルチモード・イオン源には、質量分析器の真空への導管入口を２つ以上含むことが可能である。

【００１１】

エレクトロスプレー・イオン源によって発生する荷電エアゾルの少なくとも１０容積パーセントを分離することによって、二次大気圧イオン源の動作中、エレクトロスプレー信号が一様に保たれることが分っている。

10

【００１２】

すなわち、本発明は、荷電エアゾルを供給するためのエレクトロスプレー・イオン源と、前記エレクトロスプレー・イオン源から下流にあって、荷電エアゾルをさらにイオン化するための大気圧イオン源と、荷電エアゾルの一部を分離して、その一部が下流の大気圧イオン源にさらされるのを阻止するように配置されたマスクと、下流の大気圧イオン源に隣接し、荷電エアゾルからイオンを受け取るためのオリフィスを有しており、中心軸を備える導管とを具備するマルチモード・イオン源を提供する。

【００１３】

好ましくは、大気圧イオン源は、大気圧化学イオン（ＡＰＣＩ）源または大気圧光イオン（ＡＰＰＩ）源とされる。

20

【００１４】

好ましくは、マスクには、複数の分離器が含まれ得る。また、好ましくは、マスクは、前記導管の中心軸に対して平行な配向、または垂直な配向が施され得る。他の場合には、マスクに、前記導管の中心軸に対してある角度をなす配向が施され得る。マスクには、少なくとも１つの金属板が含まれ得る。

【００１５】

また、第２の導管が含まれ、その第２の導管が、荷電エアゾルの分離された部分だけを受け入れるように配置されていても良い。また、荷電エアゾルの一部に、エレクトロスプレー・イオン源によって発生する荷電エアゾルの少なくとも１０容量パーセントが含まれ得る。

30

【００１６】

さらに、本発明は、イオン化検体分子を発生する方法であって、検体分子にエレクトロスプレー・イオン化を受けさせることによって、荷電エアゾルを生じさせるステップと、荷電エアゾルを第１の流れと第２の流れに分離するステップと、荷電エアゾルの第１の流れに二次プロセスの大気圧イオン化を受けさせて、荷電エアゾルをさらにイオン化するステップと、第２の流れが前記二次プロセスの大気圧イオン化にさらされないようにするステップと、中心軸を備える導管に少なくとも第１の流れを受け入れるステップとを有することを特徴とする方法を提供する。

【００１７】

好ましくは、二次プロセスの大気圧イオン化は、大気圧化学イオン化（ＡＰＣＩ）または大気圧光イオン化（ＡＰＰＩ）に相当する。

40

【００１８】

好ましくは、荷電エアゾルは、マスクを利用して分離される。マスクには、導管の中心オリフィスに対して平行な配向あるいは垂直な配向が施される。他の場合には、マスクには、中心軸に対してある角度をなす配向が施され得る。

【００１９】

また、第２の流れは、導管または別途設けられる第２の導管に受け入れるステップを有するようにしても良い。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

50

本発明について詳述する前に言及しておかなければならないのは、本明細書および付属の請求項において用いられる限りにおいて、単数形の「ある」、「１つの」、および「その」には、文脈において明らかに別段の指示がない限り、複数の指示対象が含まれるという点である。従って、例えば、「ある導管」への言及には、２つ以上の「導管」が含まれる。ある「エレクトロスプレー・イオン源」またはある「大気圧イオン源」には、２つ以上の「エレクトロスプレー・イオン源」または「大気圧イオン源」が含まれる。本発明の解説および請求において、下記の用語は、以下に示す定義に従って用いられるものとする。

【００２１】

「隣接した」という用語は、近い、隣の、または、近接したという意味である。隣接した何かは、もう１つのコンポーネントと接触することも、他のコンポーネントを包囲する（すなわち、他のコンポーネントと同心をなす）ことも、他のコンポーネントから間隔をあけることも、あるいは、他のコンポーネントの一部を含むことも可能である。例えば、ネブライザに隣接した「乾燥装置」は、ネブライザの隣に間隔をあけて配置することも、ネブライザに接触することも、ネブライザまたはネブライザの一部を包囲するノによって包囲されることも、ネブライザを含むノによって含まれることも、ネブライザに近接することも、あるいは、ネブライザの近くに位置することも可能である。

【００２２】

「導管」という用語は、イオンまたはガスを受け入れて、輸送するために利用可能な、任意のスリーブ、毛細管、輸送装置、ディスペンサ、ノズル、ホース、パイプ、プレート、ピペット、ポート、オリフィス、壁面のオリフィス、コネクタ、チューブ、カップリング、容器、ハウジング、構造、または、装置とすることが可能である。

【００２３】

「コロナ・ニードル」という用語は、コロナ放電を生じさせるために利用可能な、任意の導管、ニードル、物体、または、装置を表している。

【００２４】

「分子縦軸」という用語は、噴霧方向においてイオン濃度が最高の領域を通るように描くことが可能な理論軸または線を意味する。上記用語は、導管の軸に対する分子縦軸の関係のために、採用された。場合によっては、イオン源またはエレクトロ・スプレー・ネブライザの縦軸は、導管の縦軸からオフセットさせることが可能な場合もある（理論軸は直交するが、交差しない）。「分子縦軸」という用語の使用は、本発明の広い範囲内にそれらの実施態様を含むために採用された。直交するとの意味は、垂直にまたはほぼ９０度の角度でアライメントがとれるということである。例えば、分子縦軸は、導管の軸と直交することが可能である。ほぼ直交するという用語は、 $90^\circ \pm 20^\circ$ を意味する。しかし、本発明は、それらの関係に限定されるものではなく、ある平面内における分子縦軸の線の投影と導管縦軸との間で形成される、さまざまな鋭角および鈍角を含むことが可能である。

【００２５】

「ネブライザ」という用語は、ある液体から小滴またはエアゾルを生じさせる技術において既知の任意の装置を表している。

【００２６】

「イオン源」または「源」は、検体イオンを生じる任意の発生源を表わしている。

【００２７】

「イオン化領域」は、任意のイオン化源と導管の間の領域を表わしている。

【００２８】

「エレクトロ・スプレー・イオン源」は、エレクトロ・スプレー・イオンを発生するためのネブライザおよび関連部品を表わしている。ネブライザは、大地電位の場合もあれば、そうではない場合もある。この用語は、やはり、当該技術において周知のエレクトロスプレー・イオン化技法を用いて生じるイオンと同様または同じ荷電粒子に放電させることが可能な電極を備えたチューブのような、装置またはデバイスを含むように広義に解釈す

10

20

30

40

50

べきである。

【0029】

「大気圧イオン源」という用語は、イオンを生じさせる技術において既知の一般的用語である。この用語は、さらに、大気圧でイオンを生じるイオン源を表わしている。典型的なイオン源の中には、制限するわけではないが、エレクトロスプレー、A P P I、および、A P C I イオン源を含むことができる。

【0030】

「検出器」という用語は、イオンを検出することが可能な任意のデバイス、装置、機械、コンポーネント、または、システムを表わしている。検出器には、ハードウェアおよびソフトウェアを含む場合もあれば、そうでない場合もある。質量分析計において、一般的

10

【0031】

本発明によれば、マルチモード・イオン源には、検体イオンが分子縦軸に沿って導管に向かって流れる際に検体イオンの流れの一部を分離して、分離された一部が二次イオン源にさらされないように、また限定するわけではないが、空間電荷、および/または他の電界効果を含むいかなる状況にもほとんど影響されないようにするモード分離器が含まれている。

【0032】

マルチモード・イオン源には、一次イオン源と、一次イオン源から下流に位置する二次イオン源が含まれている。両方とも、単一ハウジング内に密閉することが可能である。しかし、これは、本発明の必要な要素ではなく、イオン源は、独立したハウジング内に納めることもできるし、あるいは、イオン源がイオン源ハウジングとともに用いられない構成で利用される可能性もあることが予想される。言及しておくべきは、イオン源は、大気圧(約760トル)で動作させられるが、代わりに、約20トル~約2000トルの圧力に保つことも可能である。

20

【0033】

一次イオン源には、大気圧イオン源を含むことが可能であり、二次イオン源にも、1つ以上の大気圧イオン源を含むことが可能である。実施態様の1つによれば、一次イオン源は、エレクトロスプレー・イオン源または荷電小滴およびイオンをエアゾルの形態で生じさせる同様のタイプの装置である。エレクトロスプレー・イオン源は、エアゾルを生じる

30

【0034】

図1には、マルチモード・イオン源のESI部分の断面が示されている。図示のように、ESIイオン源には、エアゾル噴霧円錐を噴射するネブライザ8、荷電電極9、および、逆転電極11が含まれている。描かれている実施態様において、ネブライザ8は、大地電位であり、ダブル・ハロー電極(穴のあいた)が利用される。第1の電極9は、荷電電極であり、一般に-2000Vに設定される。第2の電極11は、逆電界電極であり、一般に大地電位のAPCI室と同じ電圧に設定される。この設計によれば、逆電界電極11によってESI電界がAPCI電界から分離され、ESIおよびAPCIを生じさせることが可能になるので、接地したネブライザ8によるESIの動作が可能になる。この場合、下流APCI源が二次イオン源として用いられるので、コロナ・ニードルは、真空システム(一般に、-3000V)およびAPCI室(一般に、大地電位)への入口よりも高い(正の度合いの大きい)レベル(一般に、+3500V)に設定することが可能である。負イオンの場合、全ての電圧極性が逆になる。

40

【0035】

ネブライザ8は、上部から先端まで延びる縦方向ボアを備えている。縦方向ボアは、ほぼ密閉された空間15(図2(a)に示す)内に位置する、エアゾル噴霧円錐をなすように放出される荷電エアゾルを形成するため、試料をネブライザ先端に輸送するように設計されている。ネブライザからのガス流量および液体流量の組み合わせは、一般に、0.3

50

リットル/分～5リットル/分の範囲であり、荷電エアゾル電流（ESI電流）は、一般に、ある程度は用いられる溶媒のタイプに応じて、0.1～2.0マイクロアンペアの範囲にわたる。乾燥装置を組み込んで、ネブライザ先端から生じて放出される荷電エアゾルに、乾燥および/または掃除ガスを供給することも可能である。

【0036】

もう1つの実施態様（不図示）によれば、ネブライザ8は、大地電位を超える浮動状態にある。正イオン動作の典型的な電圧は、+3000Vである。対電極（穴のあいた）も、ネブライザ8の出口とは逆のほぼ大地電位に設定することが可能である。対電極電圧（一般に大地電位）は、下流のAPCI源ニードル（一般に、ほぼ+3500Vで動作する）における電圧よりも正の度合いが低い、真空システム（一般に、-3500Vで動作する）への入口よりも正の度合いが高くなるようにする必要がある。負イオン発生の場合、全ての極性が逆になる。

10

【0037】

両実施態様とも、ネブライザ・ガス圧を用いて、ESIエアゾルがAPCI室に送り込まれる。第1の実施態様の場合、ガスは、また、減速電界勾配（荷電電極と逆転電極との間における）を克服して、エアゾルをAPCI室に送り込まなければならない。この場合の利点は、安価な電源の利用が可能になり、コンポーネントが接地されるので、安全性が向上するという点である。第2の実施態様では、ガスは、電界勾配を上回るようにエアゾルを送り込む必要はないので、ネブライザ・ガス圧はより低いレベルに設定することが可能である。

20

【0038】

図2(a)には、本発明の実施態様の1つによるESI/APCIマルチモード・イオン源の断面が描かれている。図示のように、ESIイオン源で発生したESIイオンは、二次APCIイオン源に向かって下流の、全体が円錐のような領域（「噴霧円錐」または「ESIイオン・ゾーン」）に流入する。この場合、ESIイオンの一部は、下流のAPCI源が作用する領域（APCIイオン・ゾーン）に流入する。この領域は、図2(a)に描かれたマルチモード・イオン源を下から上に見た図を示す図2(b)に描かれている。APCI源には、コロナ・ニードル14と、化学イオン化を誘発するコロナ電流を促進するための対電極24が含まれている。

【0039】

30

APCI源におけるコロナ放電によって発生する電流は、0.5マイクロアンペア～40マイクロアンペアの範囲におよび、一般には2～4マイクロアンペアの範囲に及ぶ可能性があるが、これはESI電流より大きい。従って、マルチモード・イオン源の二次イオン源がAPCI源の場合、ネブライザ8における電界は、初期ESIプロセスを妨げないようにするため、コロナ・ニードル14に印加される電圧からできるだけ切り離される。コロナ・ニードルは、コロナ電流を放出するための小さいオリフィスを備えたシールド（不図示）によってほぼ包囲することが可能である。

【0040】

コロナ・ニードル・シールドを利用した場合でも、コロナ電界、空間電荷効果、および/または、コロナ電流におけるイオンの化学的相互作用といった他の電気/化学効果が、ESI荷電エアゾル電流に悪影響を及ぼす可能性がある。さらに、コロナ電流からESI電流を分離するため、モード分離器またはマスク40を用いて、コロナ電流がESI電流にほとんど影響しないようにしたり、逆に、コロナ領域をバイパスするESI電流の流路が設けられる。マスクは、金属板、または、金属板の組み合わせ、または、当該技術において既知の他の適合する材料を用いて実施することが可能である。図2(b)にはっきりと示すように、マスク40は、コロナ電流がマスクの後方のESI電流部分にほとんど影響を及ぼすことがないようにするため、コロナ・ニードル14に隣接して、その前方に配置されている。ネブライザ8から放出されるESIイオン流は、従って、マスク40によって2つのイオン流に分割される。一般に、マスクは、二次イオン源（この場合、APCI）のオン時に、ESI信号が1/10を超えて低減しないように、十分な量のESIイ

40

50

オン流を分離するのに十分な大きさになるように設計される。

【0041】

図2(b)に示す実施態様の場合、マスク40は、ESIイオン流を質量分析器に至る導管20の軸に対して垂直な方向にそらすような配向が施されており、従って、本発明によるモード分離器の「垂直」実施態様と称することが可能である。

【0042】

図3(a)および図3(b)には、ESIイオン流を導管20の軸に対して平行な方向にそらす「平行」実施態様が描かれている。図3(b)に示す下から上に見た図を参照すると、マスク50は、輪郭がC字型であり、APCIイオン源のコロナ・ニードルの3つの側を包囲するようになっている。短縮された対電極24が、マスク50のコロナ・ニードル14に面した側(「対向側」)に固定されている。導管20とマスク50の対向側との間を下流に流れるESIイオンは、APCIイオン・ゾーンに対する暴露からかなり保護されている。逆に、図3(b)から分るように、APCIゾーンは、マスク50によって囲まれた領域に対してかなり制限されている。

【0043】

さらに、マルチモード・イオン源には、2つ以上のマスクまたは分離器を含むことが可能であり、その任意の1つに導管軸に対してさまざまな角度をなす配向を施すことが可能である。図4(a)に例示される実施態様では、2つのマスク61、62が、一方のマスクがもう一方に対して上流に位置するように密閉空間15内に配置され、ESIイオン流に影響を及ぼして、イオン流の一部を分離するようになっている。図4(b)の下から上に見た図に示すように、マスク61、62は、前方または後方に互いにオフセットさせることが可能である。マスクは、ESIイオン流の方向づけを助けるため、マルチモード・イオン源の縦軸に対して、角度をつける(マスク61のように)こともできるし、あるいは、角度のついた(鋭角または鈍角)部分を含むことも可能である。

【0044】

さらに、ESIイオン流と二次イオン源のイオン流との間における分離を確実にするため、ESIイオン流の一部が、最初に、二次イオン源で発生するイオンと混合することなく、導管に流入するように、追加導管または真空入口を組み込むことも可能である。図5には、密閉空間15内に2つの導管21および22が配置された実施態様例が例示されている。図示実施例の場合、第1および第2の導管21、22は、イオン源のほぼ同じ縦方向位置において互いに隣接して配置されている。分離マスク40のこの配置および効果によって、第1の導管21は、主としてESIイオン・ゾーンにさらされ、一方、第2の導管22は、主としてAPCIイオン・ゾーンにさらされる。この構成のため、ESIイオン流の一部を別個に検出して、その信号の質を保持することが可能になる。

【0045】

APPIを二次イオン源に利用すると、イオン化プロセスを助けるのに電界を必要としなくなるので、APCIを利用するのとは状況が異なる。図6には、分離マスクと共にAPPIを用いる本発明の実施態様の1つに関する断面図が示されている。図6(a)および図6(b)に示すように、APPI源には、第1のイオン源と導管20の間に挿入された、真空紫外線(VUV)ランプ32が含まれている。VUVランプ32は、分子をイオン化することが可能な、当該技術において周知の任意の数のランプを含むことができる。いくつかのVUVランプおよびAPPI源は、当該技術において既知のところであって、用いられており、本発明に用いることも可能である。C字型マスク70が、VUVランプ32に隣接した位置にあって、ランプを部分的に密閉する密閉空間15内に配置されており、密閉空間と、マスクのVUVランプに面した側の反対側との間に1つの領域が形成されている。ESIイオンは、導管20に向かって下流に流れるので、ESIイオンの一部は、マスク70の後方を流れ、従って、VUVランプからの放射線にさらされない。これによって、ESIイオンの一部が、APPI源から干渉されることなく、導管に到達するという保証が得られる。

【0046】

10

20

30

40

50

もちろん、本発明の説明は、その特定の実施態様に関連して行われたが、上記説明並びにそれに付随する例は、本発明の例証を意図したものであって、その範囲の制限を意図したものではない。本発明に関連する技術者には、本発明の範囲内における他の態様、利点、および、修正が明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 7 】

【図 1】本発明によるマルチモード・イオン源の E S I イオン源部分の一例に関する略断面図である。

【図 2】本発明によるモード分離マスクを含む、マルチモード・イオン源の第 1 の実施態様を示す図で、(a) は、(b) の断面 A - A に沿った縦断面図、(b) は、底面図である。

10

【図 3】モード分離マスクに導管に対して平行な配向が施された、本発明によるマルチモード・イオン源の第 2 の実施態様を示す図で、(a) は、(b) の断面 A - A に沿った縦断面図、(b) は、底面図である。

【図 4】マルチプル・モード分離器を含む、本発明によるマルチモード・イオン源の第 3 の実施態様を示す図で、(a) は、(b) の断面 A - A に沿った縦断面図、(b) は、底面図である。

【図 5】複数導管を含む、本発明によるマルチモード・イオン源の第 4 の実施態様を示す底面図である。

【図 6】二次 A P P I 源を含む、本発明によるマルチモード・イオン源の第 5 の実施態様を示す図で、(a) は、(b) の断面 A - A に沿った縦断面図、(b) は、底面図である。

20

【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

8 ネブライザ

9 荷電電極

1 1 逆転電極

1 4 コロナ・ニードル

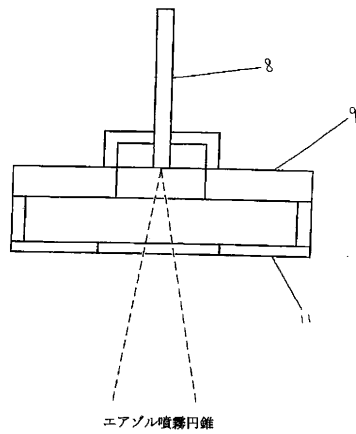
1 5 密閉空間

2 0 導管

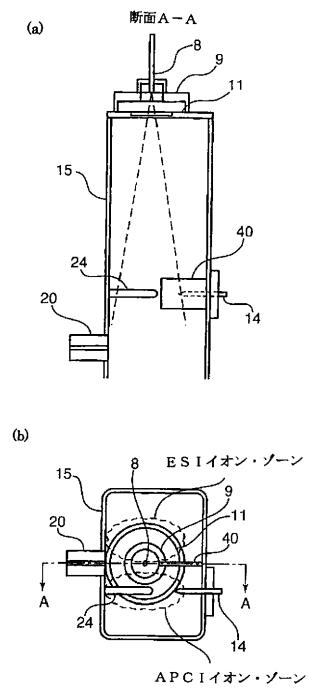
4 0、5 0 マスク

30

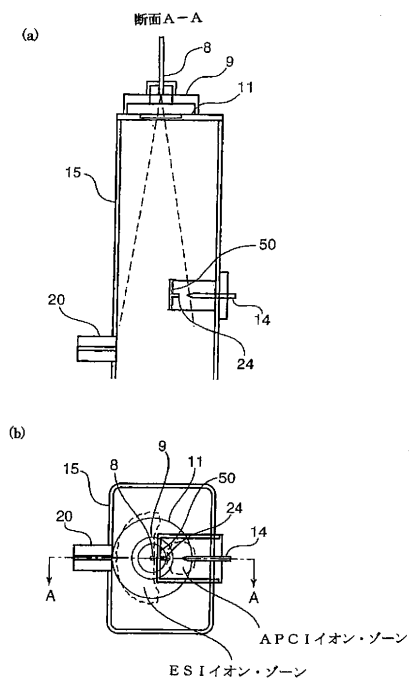
【図 1】



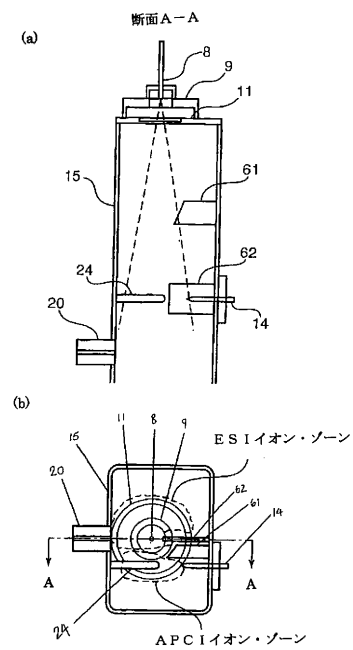
【図 2】



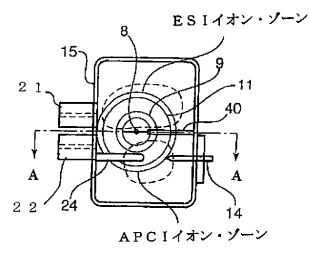
【図 3】



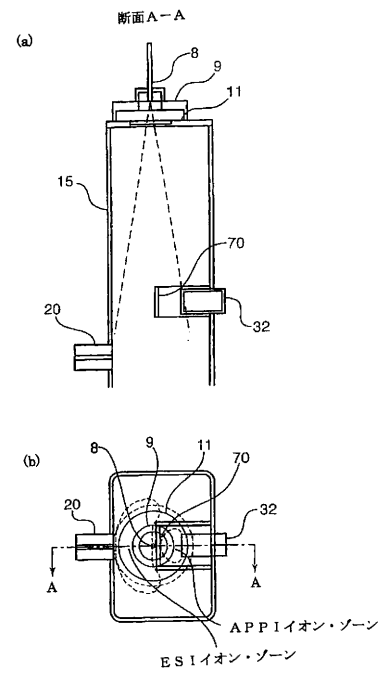
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(74)代理人 100121061

弁理士 西山 清春

(74)代理人 100105913

弁理士 加藤 公久

(72)発明者 スティーブン・マイケル・フィッシャー

アメリカ合衆国カリフォルニア州、ヘイワード、ビーチモント・レーン 5 1 9

(72)発明者 ダーレル・レボンヌ・ゴーリー

アメリカ合衆国カリフォルニア州、サン・フランシスコ、サン・ベニート・ウェイ 3 8 9

(72)発明者 パトリシア・ヘレン・コーミア

アメリカ合衆国カリフォルニア州、サン・ノゼ、アンダルシア・ウェイ 1 6 3 7

審査官 石田 佳久

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 4 / 0 2 6 4 4 8 (W O , A 1)

特開平 0 7 - 1 5 9 3 7 7 (J P , A)

特開平 0 2 - 1 7 6 4 5 9 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 0 4 3 8 2 6 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 1 8 5 8 8 6 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 1 4 6 2 1 9 (J P , A)

特表 2 0 0 5 - 5 3 9 3 5 8 (J P , A)

特開平 0 8 - 1 4 5 9 5 0 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 2 1 5 1 0 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 J 4 9 / 1 0

G 0 1 N 2 7 / 6 2