



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 24 839 B4 2007.09.13**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 24 839.0**
 (22) Anmeldetag: **02.06.2003**
 (43) Offenlegungstag: **11.03.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **13.09.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01J 49/42 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

0212634	31.05.2002	GB
0215627	05.07.2002	GB

(62) Teilung in:

103 62 062.1

(73) Patentinhaber:

Micromass UK Ltd., Manchester, GB

(74) Vertreter:

**Hössle Kudlek & Partner, Patentanwälte, 70173
 Stuttgart**

(72) Erfinder:

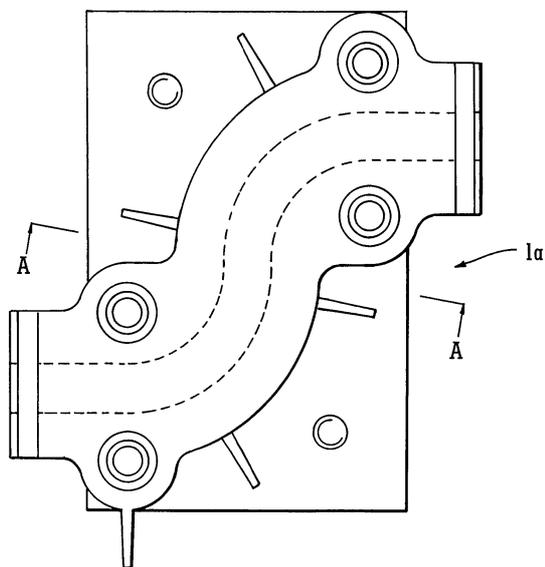
**Bateman, Robert Harold, Knutsford, Cheshire,
 GB; Entwistle, Andrew, Stretford, Manchester, GB**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 196 29 134 C1
GB 23 41 270 A
US 52 06 506
WO 02/43 105 A1

(54) Bezeichnung: **Massenspektrometer**

(57) Hauptanspruch: Massenspektrometer mit einer Ionenführung (1a, 1b, 1c), wobei die Ionenführung (1a, 1b, 1c) einen Stapel aus mehreren parallelen Plattenelektroden (2) aufweist, wobei die Plattenelektroden (2) derart ausgebildet sind, dass gekrümmte oder auf andere Weise nicht lineare Kanäle in jeder Plattenelektrode (2) zur Ionenführung bereitgestellt werden und die Plattenelektroden (2) parallel zur Ebene der Ionenbewegung angeordnet sind, und die Ionenführung (1a, 1b, 1c) mindestens einen Eingang zum Empfangen von Ionen entlang einer ersten Achse sowie mindestens einen Ausgang, aus dem Ionen von der Ionenführung (1a, 1b, 1c) entlang einer zweiten Achse austreten, aufweist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Massenspektrometer mit einer Ionenführung sowie ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Massenspektrometers.

[0002] Mehrpol-Stabsatz-HF-Ionenführungen sind bekannt und werden zum Transportieren von Ionen bei verhältnismäßig niedrigen Drücken (beispielsweise $< 10^{-4}$ mbar), bei denen Ionenkollisionen mit Hintergrundgasmolekülen unwahrscheinlich sind, und auch zum Transportieren von Ionen bei mittleren Drücken (beispielsweise 10^{-4} – 10 mbar), bei denen Ionen-Molekül-Kollisionen erwartet werden können, verwendet. Mehrpol-Stabsatz-HF-Ionenführungen werden bei mittleren Drücken für einen weiten Anwendungsbereich verwendet. Mehrpol-Stabsatz-HF-Ionenführungen werden beispielsweise als Kollisionszellen, bei denen Ionen-Molekül-Kollisionen beabsichtigt sind, um eine Ionenfragmentation herbeizuführen, und als Reaktionszellen, bei denen Ionen-Molekül-Kollisionen beabsichtigt sind, um Ionen-Molekül-Reaktionen zu erzeugen, verwendet. Mehrpol-Stabsatz-HF-Ionenführungen werden auch als Kühlvorrichtungen verwendet, bei denen Ionen-Molekül-Kollisionen zu einem Ausgleich der Ionen- und Gasmolekültemperaturen oder ihrer kinetischen Energien führen. Bekannte Mehrpol-Stabsatz-HF-Ionenführungen weisen eine gerade Mittelachse mit einem einzigen Ioneneingang und einem einzigen Ionenausgang auf.

[0003] Ein Massenspektrometer mit einer Einrichtung zum Fokussieren und Führen der Ionen ist aus der WO 02/43105 A1 bekannt. Diese Einrichtung besteht aus parallel angeordneten Plattenelektroden, die senkrecht zur Ionenbewegung angeordnet sind. Die Ionenbewegung erfolgt durch Aperturen oder Aussparungen in den Plattenelektroden hindurch. Zur Realisierung komplexer, insbesondere krummliniger Ionenwege müssen bei einer derartigen Einrichtung die Aperturen in den Plattenelektroden und/oder die Positionen der einzelnen Plattenelektroden verändert werden. Dies ist mit erhöhtem Aufwand verbunden. Ähnliche Einrichtungen zur Ionenführung sind aus den Druckschriften GB 2 341 270 A und US 5 206 506 A bekannt.

[0004] Die DE 196 29 134 C1 offenbart eine Vorrichtung zur Überführung von Ionen, die in Ionenquellen erzeugt werden, in ein Massenspektrometer, wobei hierzu rotierbare gekrümmte Multipol-Ionenleitvorrichtungen vorgesehen sind. Die Verwendung von Plattenelektroden ist hier nicht angesprochen.

[0005] Es ist erwünscht, ein Massenspektrometer mit einer verbesserten und leichter herzustellenden HF-Ionenführung, insbesondere für krummlinige Ionenwege, bereitzustellen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Massenspektrometer gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Verfahren zum Betrieb eines solchen Massenspektrometers sind in den Ansprüchen 45 bis 73 angegeben.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Massenspektrometer mit einer Ionenführung vorgesehen. Die Ionenführung weist mehrere Plattenelektroden und einen Eingang zum Empfangen von Ionen entlang einer ersten Achse und einen Ausgang, aus dem Ionen von der Ionenführung entlang einer zweiten Achse austreten, auf. Die zweite Achse steht unter einem Winkel θ zur ersten Achse, wobei $\theta > 0^\circ$ ist. Zwischen der Eingangsöffnung und der Ausgangsöffnung der Ionenführung ist ein Ionenführungsbereich bereitgestellt. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform beträgt der Winkel θ vorzugsweise $< 10^\circ$, $10 - 20^\circ$, $20 - 30^\circ$, $30 - 40^\circ$, $40 - 50^\circ$, $50 - 60^\circ$, $60 - 70^\circ$, $70 - 80^\circ$, $80 - 90^\circ$, $90 - 100^\circ$, $100 - 110^\circ$, $110 - 120^\circ$, $120 - 130^\circ$, $130 - 140^\circ$, $140 - 150^\circ$, $150 - 160^\circ$, $160 - 170^\circ$ oder $170 - 180^\circ$. Es werden auch Winkel $> 180^\circ$ erwogen, wobei die Ionenführung einen spiralförmigen Ionenführungsbereich aufweist. Ein Winkel von 0° entspricht einem Zustand, in dem die zweite Achse zur ersten Achse parallel ist. Ein Winkel von 180° entspricht einer Ausführungsform, bei der ein U-förmiger Ionenführungsbereich innerhalb der Ionenführung bereitgestellt wurde, so daß in die Ionenführung eintretende Ionen um 180° umgelenkt werden, bevor sie in der entgegengesetzten Richtung, zu der die Ionen in die Ionenführung eingetreten sind, aus der Ionenführung austreten.

[0008] In einer anderen Hinsicht sieht die vorliegende Erfindung ein Massenspektrometer vor, das eine Ionenführung mit mehreren Plattenelektroden, einem Eingang zum Empfangen von Ionen entlang einer ersten Achse und einem Ausgang, aus dem Ionen entlang einer zweiten Achse austreten, aufweist. Die Ionenführung weist weiter einen gekrümmten Ionenführungsbereich zwischen dem Eingang und dem Ausgang auf. Der gekrümmte Ionenführungsbereich weist vorzugsweise einen einzigen zusammenhängenden, vorzugsweise glatt zusammenhängenden Ionenführungsbereich auf, durch den Ionen vom Eingang zum Ausgang geführt werden. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform ist der Ionenführungsbereich im wesentlichen "S"-förmig und/oder weist einen einzigen Beugungspunkt auf. Gemäß dieser speziellen Ausführungsform sollte der Ausdruck "gekrümmter Ionenführungsbereich" nicht als ein labyrinthartiger Ionenführungsbereich oder ein labyrinthartiger Ionenführungsbereich mit einem oder mehreren toten Enden ausgelegt werden. Die erste Achse kann

im wesentlichen parallel zur zweiten Achse verlaufen und vorzugsweise seitlich gegenüber dieser versetzt sein.

[0009] In einer anderen Hinsicht sieht die vorliegende Erfindung ein Massenspektrometer vor, das eine Ionenführung mit mehreren Plattenelektroden, einem Eingang zum Empfangen von Ionen entlang einer ersten Achse, einem gekrümmten Ionenführungsbereich und einem Ausgang, aus dem Ionen austreten, aufweist. Bei dieser Ionenführung ist die zweite Achse koaxial mit der ersten Achse.

[0010] Eine Ionenführung mit einem gekrümmten Ionenführungsbereich und einer koaxialen ersten und zweiten Achse bietet einen längeren Ionenführungsbereich, ohne daß es erforderlich wäre, daß der Abstand zwischen dem Ionenführungseingang und dem Ionenführungsausgang vergrößert ist. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die Ionenführung als eine Kollisions-, Fragmentations- oder Reaktionszelle verwendet wird, weil die vergrößerte Weglänge durch das Gas dazu führt, daß die Wahrscheinlichkeit erhöht ist, daß Kollisionen, Fragmentationen oder Reaktionen auftreten. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform weist die Ionenführung weiter eine Vorrichtung in der Art einer Prallfläche, einer Platte oder einer Elektrode auf, die zumindest teilweise außerhalb des Ionenführungsbereichs angeordnet ist, um neutrale Teilchen oder Photonen zu blockieren, die direkt vom Eingang der Ionenführung zu ihrem Ausgang laufen.

[0011] Gemäß einem anderen Aspekt sieht die vorliegende Erfindung ein Massenspektrometer vor, das eine erste Ionenführung mit mehreren Plattenelektroden, einem Eingang zum Empfangen von Ionen und einem Ausgang, aus dem Ionen austreten, aufweist. Das Massenspektrometer weist weiter eine zweite Ionenführung mit mehreren Plattenelektroden, einem Eingang zum Empfangen von Ionen und einem Ausgang, aus dem Ionen austreten, auf.

[0012] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform weist das Massenspektrometer weiter eine dritte Ionenführung mit mehreren Plattenelektroden, einem Eingang zum Empfangen von Ionen und einem Ausgang, aus dem Ionen austreten, auf. Das Massenspektrometer kann auch eine vierte Ionenführung mit mehreren Plattenelektroden, einem Eingang zum Empfangen von Ionen und einem Ausgang, aus dem Ionen austreten, aufweisen. Gemäß anderen Ausführungsformen können fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn oder mehr als zehn Ionenführungen bereitgestellt sein.

[0013] In einem Betriebsmodus können die erste Ionenführung und die zweite Ionenführung bei der Verwendung auf verschiedenen Gleichspannungspotentialen gehalten werden, so daß aus der ersten Ionenführung austretende Ionen in die zweite Ionenführung gedrängt werden. Die zweite und die dritte Ionenführung können bei der Verwendung auf verschiedenen Gleichspannungspotentialen gehalten werden, so daß aus der zweiten Ionenführung austretende Ionen in die dritte Ionenführung gedrängt werden. Die dritte und die vierte Ionenführung können auch bei der Verwendung auf verschiedenen Gleichspannungspotentialen gehalten werden, so daß aus der dritten Ionenführung austretende Ionen in die vierte Ionenführung gedrängt werden. Es werden auch Ausführungsformen erwogen, bei denen Ionen aus der ersten in die zweite Ionenführung und/oder aus der zweiten in die dritte Ionenführung und/oder aus der dritten in die vierte Ionenführung und/oder aus der vierten Ionenführung gedrängt werden.

[0014] In einem anderen oder weiteren Betriebsmodus kann die zweite Ionenführung auf einem von demjenigen der ersten Ionenführung verschiedenen Gleichspannungspotential gehalten werden, so daß Ionen in der ersten Ionenführung eingefangen werden. Die dritte Ionenführung kann auf einem von demjenigen der zweiten Ionenführung verschiedenen Gleichspannungspotential gehalten werden, so daß Ionen in der zweiten Ionenführung eingefangen werden. Die vierte Ionenführung kann auf einem von demjenigen der dritten Ionenführung verschiedenen Gleichspannungspotential gehalten werden, so daß Ionen in der dritten Ionenführung eingefangen werden. Es werden auch Ausführungsformen erwogen, bei denen beispielsweise Ionen in der ersten, der zweiten und der dritten Ionenführung oder in der zweiten und der dritten Ionenführung eingefangen werden.

[0015] Es ist auch zu verstehen, daß die vorstehend erörterten Ausführungsformen, die das Drängen von Ionen aus einer Ionenführung betreffen, mit vorstehend erörterten Ausführungsformen kombiniert werden können, die das Einfangen von Ionen innerhalb einer Ionenführung betreffen.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann entweder die erste und/oder die zweite und/oder die dritte und/oder die vierte Ionenführung Ionenspeicherbereiche aufweisen. In einem ersten Betriebsmodus können diese Ionenspeicherbereiche Ionen durch eine einzige Öffnung empfangen, und in einem zweiten Betriebsmodus wird ermöglicht, daß Ionen durch dieselbe Öffnung aus dem Ionenspeicherbereich austreten.

[0017] In einer anderen Hinsicht sieht die vorliegende Erfindung ein Massenspektrometer vor, das eine Ionenführung mit mehreren Plattenelektroden, zwei oder mehr Eingängen zum Empfangen von Ionen und einem oder mehreren Ausgängen, aus denen Ionen austreten, aufweist.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Ionenführung vorzugsweise zwei Eingänge zum Empfangen von Ionen und einen Ausgang, aus dem Ionen austreten, auf. Gemäß einer anderen Ausführungsform weist die Ionenführung drei Eingänge zum Empfangen von Ionen und einen Ausgang, aus dem Ionen austreten, auf. Die Plattenelektroden können eine beliebige Form aufweisen, so daß Ionenstrahlen unter einem beliebigen Winkel oder aus einer beliebigen Richtung von der Ionenführung empfangen werden können oder unter einem beliebigen Winkel oder in einer beliebigen Richtung aus der Ionenführung austreten können.

[0019] Es werden weitere Ausführungsformen erwogen, bei denen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr als 10 Ioneneingänge bereitgestellt sind und bei denen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr als 10 Ionenausgänge bereitgestellt sind. Beispielsweise kann die Ionenführung drei Eingänge und drei Ausgänge aufweisen.

[0020] Vorzugsweise weist das Massenspektrometer weiter wenigstens zwei gleiche oder verschiedene Ionenquellen auf. Die Ionenquellen sind vorzugsweise wenigstens eine von einer Elektrospray-Ionenquelle ("ESI-Ionenquelle"), einer chemischen Atmosphärendruckionisations-Ionenquelle ("APCI-Ionenquelle"), einer Atmosphärendruck-Photoionisations-Ionenquelle ("APPI-Ionenquelle"), einer matrixunterstützten Laserdesorptionsionisations-Ionenquelle ("MALDI-Ionenquelle"), einer Laserdesorptionsionisations-Ionenquelle ("LDI-Ionenquelle"), einer induktiv gekoppelten Plasmaionenquelle ("ICP-Ionenquelle"), einer Elektronenstoß-Ionenquelle ("EI-Ionenquelle"), einer chemischen Ionisations-Ionenquelle ("CI-Ionenquelle"), einer Ionenquelle mit schnellem Atombeschuß ("FAB-Ionenquelle") und einer Flüssigkeits-Sekundärionen-Massenspektrometrie-Ionenquelle ("LSIMS-Ionenquelle").

[0021] Es werden Ausführungsformen erwogen, bei denen beispielsweise zwei Ionenquellen bereitgestellt sind. Eine Ionenquelle kann eine kontinuierliche Ionenquelle in der Art einer APCI- oder Elektrospray-Ionenquelle sein, und die andere Ionenquelle kann eine gepulste Ionenquelle in der Art einer MALDI-Ionenquelle sein.

[0022] Es werden auch Ausführungsformen erwogen, bei denen mehr als zwei Ionenquellen bereitgestellt sind. Gemäß einer Ausführungsform können beispielsweise wenigstens 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10 APCI-Ionenquellen, Elektrospray-Ionenquellen oder eine der anderen vorstehend erwähnten Ionenquellen bereitgestellt sein. Die bevorzugte Ionenführung kann es ermöglichen, daß Ionen von einer oder mehreren ausgewählten Ionenquellen als Probe entnommen und dann massenanalysiert werden.

[0023] In einer anderen Hinsicht sieht die vorliegende Erfindung ein Massenspektrometer vor, das eine Ionenführung mit mehreren Plattenelektroden, einem oder mehreren Eingängen zum Empfangen von Ionen und zwei oder mehr Ausgängen, aus denen Ionen austreten, aufweist.

[0024] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform weist die Ionenführung einen Eingang zum Empfangen von Ionen und zwei Ausgänge, aus denen Ionen austreten, auf. Gemäß einer anderen Ausführungsform wird der in einen Eingang der Ionenführung eintretende Ionenstrahl in drei oder mehr Strahlen aufgeteilt, wobei der dritte Strahl über einen dritten Ausgang aus der Ionenführung austritt. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Ionenführung zwei Eingänge zum Empfangen von Ionen und zwei Ausgänge, aus denen Ionen austreten, auf. Das Massenspektrometer kann weiter wenigstens zwei Ionenquellen aufweisen. Ein in einen Eingang der Ionenführung eintretender Ionenstrahl kann in zwei oder mehr Strahlen aufgeteilt werden, wobei ein erster Strahl über einen ersten Ausgang aus der Ionenführung austritt und ein zweiter Strahl über einen zweiten Ausgang austritt. Vorzugsweise werden die in einen Eingang der Ionenführung eintretenden Ionen durch eine oder mehrere Elektroden, die neben dem Eingang angeordnet sind, eine oder mehrere Elektroden, die innerhalb der Ionenführung angeordnet sind, oder eine oder mehrere Elektroden, die neben einem Ausgang der Ionenführung angeordnet sind, in zwei oder mehr Strahlen aufgeteilt.

[0025] Ein in die Ionenführung eintretender Ionenstrahl kann in einem gewünschten Verhältnis in zwei oder mehr Strahlen aufgeteilt werden. Vorzugsweise weist wenigstens ein Strahl einen Prozentsatz der in die Ionenführung eintretenden Ionen auf, der 0 – 10 %, 10 – 20 %, 20 – 30 %, 30 – 40 %, 40 – 50 %, 50 – 60 %, 60 – 70 %, 70 – 80 %, 80 – 90 % oder größer als 90 % ist.

[0026] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform ist wenigstens ein Teil eines in die Ionenführung eintretenden Ionenstrahls zu oder zwischen einem von mehreren Ausgängen umschaltbar. Wenigstens eine Elektrode

kann neben einem oder mehreren der Ausgänge angeordnet werden, um entweder zu bewirken, daß Ionen über diesen Ausgang aus der Ionenführung austreten, oder um im wesentlichen zu verhindern, daß Ionen über diesen Ausgang aus der Ionenführung austreten. Eine oder mehrere Elektroden können neben dem Eingang oder innerhalb der Ionenführung bereitgestellt sein. Gemäß einer Ausführungsform kann ein Ionenstrahl zwischen Ausgängen umgeschaltet werden, indem ein blockierendes Gleichspannungspotential an eine neben einem Ausgang der Ionenführung angeordnete Elektrode angelegt und dann davon entfernt wird.

[0027] Das Massenspektrometer kann weiter einen ersten Ionendetektor, der angeordnet ist, um aus einem ersten Ausgang austretende Ionen zu empfangen, und einen zweiten Ionendetektor, der angeordnet ist, um aus einem zweiten Ionenausgang austretende Ionen zu empfangen, aufweisen. Das Massenspektrometer kann weiter einen ersten Massenanalysator, der angeordnet ist, um aus dem ersten Ausgang austretende Ionen zu empfangen, und einen zweiten Massenanalysator, der angeordnet ist, um aus dem zweiten Ionenausgang austretende Ionen zu empfangen, aufweisen.

[0028] Das Massenspektrometer kann einen oder mehrere Massenanalysatoren, die angeordnet sind, um über wenigstens einen ersten Ausgang aus der Ionenführung austretende Ionen zu empfangen, und einen oder mehrere Ionendetektoren, die angeordnet sind, um über wenigstens einen zweiten Ionenausgang aus der Ionenführung austretende Ionen zu empfangen, aufweisen.

[0029] Gemäß einer anderen Ausführungsform weist das Massenspektrometer eine erste und/oder eine zweite Ionenspeichervorrichtung auf, die jeweils mehrere Plattenelektroden aufweisen. In einem ersten Betriebsmodus tritt ein Ionenstrahl über eine Öffnung in eine Ionenspeichervorrichtung ein, und in einem zweiten Betriebsmodus tritt ein Ionenstrahl über dieselbe Öffnung aus der Ionenspeichervorrichtung aus.

[0030] Es wird auch eine Ausführungsform erwogen, bei der die Ionenführung zwei Ausgänge aufweist, wobei eine Ionenspeichervorrichtung stromabwärts eines Ausgangs angeordnet ist und ein Massenanalysator stromabwärts des anderen Ausgangs angeordnet ist.

[0031] In einer anderen Hinsicht sieht die vorliegende Erfindung ein Massenspektrometer mit einer Ionenführung vor, die mehrere Plattenelektroden, einen oder mehrere Eingänge zum Empfangen von Ionen und einen oder mehrere Ausgänge, aus denen Ionen austreten, aufweist. In einem ersten Betriebsmodus tritt ein Ionenstrahl über eine erste Öffnung in die Ionenführung ein und über eine zweite Öffnung aus der Ionenführung aus, und in einem zweiten Betriebsmodus tritt ein Ionenstrahl über die zweite Öffnung in die Ionenführung ein.

[0032] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform tritt ein Ionenstrahl in dem zweiten Betriebsmodus über die erste Öffnung aus der Ionenführung aus. Alternativ kann der Ionenstrahl in einem zweiten Betriebsmodus über eine von der ersten und der zweiten Öffnung verschiedene dritte Öffnung aus der Ionenführung austreten.

[0033] In einer weiteren Hinsicht sieht die vorliegende Erfindung ein Massenspektrometer mit einer Ionenspeichervorrichtung vor, die mehrere Plattenelektroden aufweist, wobei in einem ersten Betriebsmodus ein Ionenstrahl über eine Öffnung in die Ionenspeichervorrichtung eintritt und in einem zweiten Betriebsmodus ein Ionenstrahl über dieselbe Öffnung aus der Ionenspeichervorrichtung austritt.

[0034] Es werden andere Ausführungsformen erwogen, bei denen die Ionenspeichervorrichtung zwei Öffnungen aufweist, nämlich eine erste Öffnung zum Empfangen von Ionen und eine zweite Öffnung, aus der Ionen die Ionenspeichervorrichtung verlassen.

[0035] In einer anderen Hinsicht sieht die vorliegende Erfindung ein Massenspektrometer mit einer Ionenführung vor, die mehrere Plattenelektroden, einen Eingang zum Empfangen von Ionen und einen Ausgang, aus dem Ionen austreten, aufweist. Der Eingang hat ein erstes Querschnittsprofil und eine erste Querschnittsfläche, und der Ausgang hat ein zweites Querschnittsprofil und eine zweite Querschnittsfläche. Das erste Querschnittsprofil ist von dem zweiten Querschnittsprofil verschieden, und/oder die erste Querschnittsfläche ist von der zweiten Querschnittsfläche verschieden.

[0036] Das erste und/oder das zweite Querschnittsprofil können im wesentlichen kreisförmig, oval, rechteckig oder quadratisch sein. Ein von der Ionenführung empfangener Ionenstrahl hat ein drittes Querschnittsprofil und eine dritte Querschnittsfläche. Vorzugsweise sind das erste Querschnittsprofil und/oder die erste Querschnittsfläche im wesentlichen gleich dem dritten Querschnittsprofil und/oder der dritten Querschnittsfläche. Das Massenspektrometer kann weiter stromabwärts der Ionenführung eine ionenoptische Vorrichtung mit einem viertem Querschnittsprofil und einer vierten Querschnittsfläche aufweisen. Das zweite Querschnittsprofil und/oder

die zweite Querschnittsfläche können im wesentlichen dem vierten Querschnittsprofil und/oder der vierten Querschnittsfläche gleichen. Die ionenoptische Vorrichtung kann eine Ionenführung oder einen Quadrupol-Massenfilter/Analysator mit im wesentlichen kreisförmigen Querschnittsprofilen aufweisen. Die Ionenführung kann einen Quadrupol-, Hexapol-, Oktupol-Stabsatz oder einen Stabsatz höherer Ordnung, einen Iontunnel mit mehreren Elektroden, die Öffnungen im wesentlichen der gleichen Größe aufweisen, oder einen Ionenrichter mit mehreren Elektroden, die zunehmend kleinere Öffnungen haben, aufweisen. Die ionenoptische Vorrichtung kann einen Querbeschleunigungs-Flugzeit-Massenanalysator oder einen Magnetsektoranalysator mit im wesentlichen quadratischen oder rechteckigen Querschnittsprofilen aufweisen.

[0037] Gemäß anderen Ausführungsformen kann die ionenoptische Vorrichtung einen Fourier-Transformations-Ionenzyklotronresonanz-Massenanalysator ("FTICR-Massenanalysator") mit einem im wesentlichen kreisförmigen Querschnittsprofil, eine zweidimensionale (lineare) Quadrupol-Ionenfalle mit einem im wesentlichen kreisförmigen Querschnittsprofil oder eine dreidimensionale (Paul-) Quadrupol-Ionenfalle mit einem im wesentlichen kreisförmigen Querschnittsprofil aufweisen.

[0038] Vorstehend wurden die "Querschnittsfläche" und das "Querschnittsprofil" erwähnt. Wenngleich diese die physikalische Querschnittsfläche und das Profil einer Vorrichtung oder eines Ionenstrahls einschließen sollen, sollten die Begriffe auch als den praktischen Akzeptanzbereich oder das Profil der Vorrichtung oder des Ionenstrahls analog der numerischen Apertur einer optischen Vorrichtung einschließend verstanden werden.

[0039] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Ionenführungsbereich zwischen wenigstens einem der Eingänge und der Ausgänge der Ionenführung eine Länge auf, die sich in der Größe und/oder der Form ändert. Der Ionenführungsbereich kann auch eine Länge, eine Breite oder eine Höhe aufweisen, die in der Größe zunehmend abnimmt oder deren Form sich stetig ändert.

[0040] Vorzugsweise weist die Ionenführung weiter einen zweiten Eingang zum Empfangen von Ionen und/oder einen zweiten Ausgang, über den Ionen aus der Ionenführung austreten, auf, wobei der zweite Eingang ein fünftes Querschnittsprofil und eine fünfte Querschnittsfläche aufweist und der zweite Ausgang ein sechstes Querschnittsprofil und eine sechste Querschnittsfläche aufweist, wobei das fünfte Querschnittsprofil von dem sechsten Querschnittsprofil verschieden ist und/oder die fünfte Querschnittsfläche von der sechsten Querschnittsfläche verschieden ist.

[0041] Vorzugsweise sind das erste Querschnittsprofil und die erste Querschnittsfläche und/oder das zweite Querschnittsprofil und die zweite Querschnittsfläche und/oder das fünfte Querschnittsprofil und die fünfte Querschnittsfläche und/oder das sechste Querschnittsprofil und die sechste Querschnittsfläche verschieden.

[0042] Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen können wenigstens 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % oder 95 % der Plattenelektroden im wesentlichen parallel sein. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform sind die Plattenelektroden in einer ersten (beispielsweise horizontalen) Ebene angeordnet, und die Ionenführung ist gleichermaßen in der ersten (beispielsweise horizontalen) Ebene gekrümmt. Es werden jedoch auch Ausführungsformen erwogen, bei denen die Plattenelektroden nicht flach, sondern gebogen sind. Bei diesen Ausführungsformen können die Platten zunächst in einer ersten (beispielsweise horizontalen) Ebene angeordnet werden, die Plattenelektroden werden jedoch dann in einer zweiten orthogonalen (beispielsweise vertikalen) Ebene gebogen. Gemäß dieser Ausführungsform können die Plattenelektroden daher vielmehr wie ein Periskop wirken und Ionen von einer (vertikalen) Ebene zu einer anderen übertragen.

[0043] Die Plattenelektroden sind vorzugsweise im wesentlichen in gleichen Abständen voneinander angeordnet. Gemäß weniger bevorzugten Ausführungsformen kann sich der Abstand zwischen den Elektroden jedoch entlang der Ionenführung ändern. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den Elektroden zunehmend abnehmen (ansteigen), so daß Ionen trichterartig von einer verhältnismäßig großen (kleinen) Eingangsöffnung zu einer verhältnismäßig kleinen (großen) Ausgangsöffnung befördert werden. Es werden andere Ausführungsformen erwogen, bei denen sich der Abstand zwischen den Elektroden entlang der Ionenführung nichtlinear ändert.

[0044] Die mehreren Plattenelektroden umfassen vorzugsweise 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 oder mehr als 20 Plattenelektroden. Die Plattenelektroden der bevorzugten Ionenführung können eine Dicke von kleiner oder gleich 5 mm, kleiner oder gleich 4,5 mm, kleiner oder gleich 4 mm, kleiner oder gleich 3,5 mm, kleiner oder gleich 3 mm, kleiner oder gleich 2,5 mm, kleiner oder gleich 2 mm, kleiner oder gleich 1,5 mm, kleiner oder gleich 1 mm, kleiner oder gleich 0,8 mm, kleiner oder gleich 0,6 mm, kleiner oder gleich 0,4 mm, kleiner oder gleich 0,2 mm, kleiner oder gleich 0,1 mm oder kleiner oder gleich 0,25 mm

aufweisen.

[0045] Gemäß einer Ausführungsform können die Plattenelektroden durch Aufbringen einer leitenden Farbe oder einer anderen Substanz auf einem Substrat gebildet werden. Bei diesen Ausführungsformen beträgt die typische Dicke der aufgetragenen leitenden Schicht (Elektrodenschicht) in etwa 250 µm (0, 25 mm).

[0046] Die Plattenelektroden der bevorzugten Ionenführung können um einen Abstand von kleiner oder gleich 5 mm, kleiner oder gleich 4,5 mm, kleiner oder gleich 4 mm, kleiner oder gleich 3,5 mm, kleiner oder gleich 3 mm, kleiner oder gleich 2,5 mm, kleiner oder gleich 2 mm, kleiner oder gleich 1,5 mm, kleiner oder gleich 1 mm, kleiner oder gleich 0,8 mm, kleiner oder gleich 0,6 mm, kleiner oder gleich 0,4 mm, kleiner oder gleich 0,2 mm, kleiner oder gleich 0,1 mm oder kleiner oder gleich 0,25 mm voneinander beabstandet sein.

[0047] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform wird den Plattenelektroden Wechsel- oder HF-Spannung zugeführt. Benachbarten Plattenelektroden können entgegengesetzte Phasen der Wechsel- oder HF-Spannung zugeführt werden. Die Wechsel- oder HF-Spannung hat vorzugsweise eine Frequenz von < 100 kHz, 100 – 200 kHz, 200 – 300 kHz, 300 – 400 kHz, 400 – 500 kHz, 0,5 – 1,0 MHz, 1,0 – 1,5 MHz, 1,5 – 2,0 MHz, 2,0 – 2,5 MHz, 2,5 – 3,0 MHz, 3,0 – 3,5 MHz, 3,5 – 4,0 MHz, 4,0 – 4,5 MHz, 4,5 – 5,0 MHz, 5,0 – 5,5 MHz, 5,5 – 6,0 MHz, 6,0 – 6,5 MHz, 6,5 – 7,0 MHz, 7,0 – 7,5 MHz, 7,5 – 8,0 MHz, 8,0 – 8,5 MHz, 8,5 – 9,0 MHz, 9,0 – 9,5 MHz, 9,5 – 10,0 MHz oder > 10,0 MHz.

[0048] Die Wechsel- oder HF-Spannung beträgt vorzugsweise < 50 V von Spitze zu Spitze, 50 – 100 V von Spitze zu Spitze, 100 – 150 V von Spitze zu Spitze, 150 – 200 V von Spitze zu Spitze, 200 – 250 V von Spitze zu Spitze, 250 – 300 V von Spitze zu Spitze, 300 – 350 V von Spitze zu Spitze, 350 – 400 V von Spitze zu Spitze, 400 – 450 V von Spitze zu Spitze, 450 – 500 V von Spitze zu Spitze oder > 500 V von Spitze zu Spitze.

[0049] Vorzugsweise wird die Ionenführung bei der Verwendung auf einem Druck gehalten, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) größer oder gleich 0,0001 mbar, (ii) größer oder gleich 0,0005 mbar, (iii) größer oder gleich 0,001 mbar, (iv) größer oder gleich 0,005 mbar, (v) größer oder gleich 0,01 mbar, (vi) größer oder gleich 0,05 mbar, (vii) größer oder gleich 0,1 mbar, (viii) größer oder gleich 0,5 mbar, (ix) größer oder gleich 1 mbar, (x) größer oder gleich 5 mbar und (xi) größer oder gleich 10 mbar.

[0050] Vorzugsweise wird die Ionenführung bei der Verwendung auf einem Druck gehalten, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) kleiner oder gleich 10 mbar, (ii) kleiner oder gleich 5 mbar, (iii) kleiner oder gleich 1 mbar, (iv) kleiner oder gleich 0,5 mbar, (v) kleiner oder gleich 0,1 mbar, (vi) kleiner oder gleich 0,05 mbar, (vii) kleiner oder gleich 0,01 mbar, (viii) kleiner oder gleich 0,005 mbar, (ix) kleiner oder gleich 0,001 mbar, (x) kleiner oder gleich 0,0005 mbar und (xi) kleiner oder gleich 0,0001 mbar.

[0051] Vorzugsweise wird die Ionenführung bei der Verwendung auf einem Druck gehalten, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) zwischen 0,0001 und 10 mbar, (ii) zwischen 0,0001 und 1 mbar, (iii) zwischen 0,0001 und 0,1 mbar, (iv) zwischen 0,0001 und 0,01 mbar, (v) zwischen 0,0001 und 0,001 mbar, (vi) zwischen 0,001 und 10 mbar, (vii) zwischen 0,001 und 1 mbar, (viii) zwischen 0,001 und 0,1 mbar, (ix) zwischen 0,001 und 0,01 mbar, (x) zwischen 0,01 und 10 mbar, (xi) zwischen 0,01 und 1 mbar, (xii) zwischen 0,01 und 0,1 mbar, (xiii) zwischen 0,1 und 10 mbar, (xiv) zwischen 0,1 und 1 mbar und (xv) zwischen 1 und 10 mbar.

[0052] Vorzugsweise wird die Ionenführung bei der Verwendung auf einem Druck gehalten, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) größer oder gleich 1×10^{-7} mbar, (ii) größer oder gleich 5×10^{-7} mbar, (iii) größer oder gleich 1×10^{-6} mbar, (iv) größer oder gleich 5×10^{-6} mbar, (v) größer oder gleich 1×10^{-5} mbar und (vi) größer oder gleich 5×10^{-5} mbar.

[0053] Vorzugsweise wird die Ionenführung bei der Verwendung auf einem Druck gehalten, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) kleiner oder gleich 1×10^{-4} mbar, (ii) kleiner oder gleich 5×10^{-5} mbar, (iii) kleiner oder gleich 1×10^{-5} mbar, (iv) kleiner oder gleich 5×10^{-6} mbar, (v) kleiner oder gleich 1×10^{-6} mbar, (vi) kleiner oder gleich 5×10^{-7} mbar und (vii) kleiner oder gleich 1×10^{-7} mbar.

[0054] Vorzugsweise wird die Ionenführung bei der Verwendung auf einem Druck gehalten, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) zwischen 1×10^{-7} und 1×10^{-4} mbar, (ii) zwischen 1×10^{-7} und 5×10^{-5} mbar, (iii) zwischen 1×10^{-7} und 1×10^{-5} mbar, (iv) zwischen 1×10^{-7} und 5×10^{-6} mbar, (v) zwischen 1×10^{-7} und 1×10^{-6} mbar, (vi) zwischen 1×10^{-7} und 5×10^{-7} mbar, (vii) zwischen 5×10^{-7} und 1×10^{-4} mbar, (viii) zwischen 5×10^{-7} und 5×10^{-5} mbar, (ix) zwischen 5×10^{-7} und 1×10^{-5} mbar, (x) zwischen 5×10^{-7} und 5×10^{-6} mbar, (xi) zwischen 5×10^{-7} und 1×10^{-6} mbar, (xii) zwischen 1×10^{-6} und 1×10^{-4} mbar, (xiii) zwischen 1×10^{-6} und

5×10^{-5} mbar, (xiv) zwischen 1×10^{-6} und 1×10^{-5} mbar, (xv) zwischen 1×10^{-6} und 5×10^{-6} mbar, (xvi) zwischen 5×10^{-6} und 1×10^{-4} mbar, (xvii) zwischen 5×10^{-6} und 5×10^{-5} mbar, (xviii) zwischen 5×10^{-6} und 1×10^{-5} mbar, (xix) zwischen 1×10^{-5} und 1×10^{-4} mbar, (xx) zwischen 1×10^{-5} und 5×10^{-5} mbar und (xxi) zwischen 5×10^{-5} und 1×10^{-4} mbar.

[0055] Die Ionenführung weist vorzugsweise weiter eine auf einer ersten Seite der Ionenführung angeordnete erste äußere (beispielsweise oberste/obere) Plattenelektrode und eine auf einer zweiten Seite der Ionenführung angeordnete zweite (beispielsweise unterste/untere) äußere Plattenelektrode auf. Gemäß weniger bevorzugten Ausführungsformen kann keine obere oder untere Plattenelektrode bereitgestellt sein. Bei diesen Ausführungsformen kann durch Wechselfspannungs- oder HF-Einschluß, der durch andere Mittel, wie eine benachbarte Stabsatzanordnung bereitgestellt wird, verhindert werden, daß Ionen aus dem Oberteil oder dem Unterteil der Ionenführung austreten.

[0056] Gemäß einer anderen Ausführungsform können die von der Mitte der Ionenführung fernen Plattenelektroden auf ständig zunehmenden positiven oder negativen Gleichspannungspotentialen gehalten werden, so daß Ionen, die sich vom Mittelbereich der Ionenführung fortbewegen, zunehmend zur Mitte der Ionenführung zurückgedrängt werden. Gemäß dieser Ausführungsform können keine äußeren Plattenelektroden bereitgestellt sein, die die Ionenführung einschließen.

[0057] Es kann dafür gesorgt werden, daß die erste äußere Plattenelektrode und/oder die zweite äußere Plattenelektrode auf eine Gleich-Vorspannung in bezug auf die mittlere Spannung der Plattenelektroden, an die eine Wechsel- oder HF-Spannung angelegt ist, vorgespannt werden.

[0058] Diese Vorspannung ist vorzugsweise kleiner als -10 V, -9 bis -8 V, -8 bis -7 V, -7 bis -6 V, -6 bis -5 V, -5 bis -4 V, -4 bis -3 V, -3 bis -2 V, -2 bis -1 V, -1 bis 0 V, 0 bis 1 V, 1 bis 2 V, 2 bis 3 V, 3 bis 4 V, 4 bis 5 V, 5 bis 6 V, 6 bis 7 V, 7 bis 8 V, 8 bis 9 V, 9 bis 10 V oder mehr als 10 V.

[0059] Gemäß einer Ausführungsform wird der oberen und/oder der unteren Platte, also den äußeren Elektroden, eine reine Gleichspannung zugeführt (d.h. an sie ist keine Wechsel- oder HF-Spannung angelegt). Gemäß einer anderen Ausführungsform wird der oberen und/oder der unteren Platte eine reine Wechsel- oder HF-Spannung zugeführt (d.h. die Platten werden nicht mit einer Gleichspannung in bezug auf die anderen Plattenelektroden vorgespannt). Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der oberen und/oder der unteren Platte sowohl eine Gleichspannung als auch eine Wechsel- oder HF-Spannung zugeführt (d.h. die äußeren Elektroden sind in bezug auf die anderen Elektroden durch eine Gleichspannung vorgespannt, und ihnen wird auch eine Wechsel- oder HF-Spannung zugeführt).

[0060] Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen kann die Ionenführung weiter eine in der oberen und/oder der unteren Platte angeordnete Öffnung aufweisen. Die Öffnung kann verwendet werden, um zu ermöglichen, daß Ionen und/oder ein Gas und/oder ein Laserstrahl in die Ionenführung eintreten und/oder aus dieser austreten.

[0061] Gemäß einer Ausführungsform werden eine oder mehrere der Plattenelektroden bei der Verwendung auf einem von demjenigen der anderen Plattenelektroden verschiedenen Gleichspannungspotential gehalten, so daß innerhalb der Ionenführung mehrere diskrete Ionenführungsbereiche gebildet sind. Beispielsweise können eine oder mehrere der Plattenelektroden zur Mitte des Stapels der Plattenelektroden hin auf einem Gleichspannungspotential gehalten werden, so daß sie einen Potentialwall bilden. Gemäß einer solchen Anordnung können dann zwei parallele und sich in Längsrichtung erstreckende Ionenführungsbereiche innerhalb der Ionenführung gebildet werden, wobei beispielsweise ein oberer Ionenführungsbereich und ein unterer Ionenführungsbereich gebildet wird. Gemäß anderen Ausführungsformen können mehr als zwei parallele Ionenführungsbereiche gebildet werden.

[0062] Gemäß einer anderen Ausführungsform werden mehrere Plattenelektroden auf erheblich verschiedenen Gleichspannungspotentialen gehalten. Gemäß diesen Ausführungsformen kann zwischen den Platten ein Gleichspannungs-Potentialprofil aufrechterhalten werden. Beispielsweise kann zwischen den Plattenelektroden ein V-förmiges Gleichspannungs-Potentialprofil aufrechterhalten werden, so daß Ionen zum Mittelbereich der Ionenführung hin gedrängt werden. Gemäß dieser Ausführungsform brauchen obere und untere Plattenelektroden, die die Ionenführung wirksam einschließen, möglicherweise nicht bereitgestellt werden, so daß die Ionenführung vom Oberteil und vom Unterteil her im wesentlichen offen erscheinen kann.

[0063] Vorzugsweise weist die Ionenführung einen ersten äußeren Abschnitt, einen zweiten äußeren Ab-

schnitt und einen Zwischenabschnitt zwischen dem ersten und dem zweiten äußeren Abschnitt auf, wobei das Gleichspannungspotential, auf dem die Plattenelektroden gehalten werden, im ersten und/oder im zweiten äußeren Abschnitt in bezug auf den Zwischenabschnitt erhöht ist, so daß Ionen zu einem Mittelbereich der Ionenführung zurückgerichtet werden.

[0064] Es werden weitere Ausführungsformen erwogen, bei denen sich die an die Plattenelektroden angelegten Gleichspannungspotentiale zeitlich ändern können. Vorzugsweise sind an die Plattenelektroden ein oder mehrere transiente Gleichspannungspotentiale oder eine oder mehrere Gleichspannungspotential-Wellenformen angelegt. Dies kann vorzugsweise bewirken, daß Ionen von einem Bereich (beispielsweise einem oberen Bereich) der Ionenführung zu einem anderen Bereich (beispielsweise einem unteren Bereich) der Ionenführung gedrängt werden.

[0065] Gemäß einer anderen Ausgestaltung, die nicht Gegenstand vorliegender Anmeldung ist, ist ein Massenspektrometer mit einer Ionenführung vorgesehen, wobei die Ionenführung aufweist:
mehrere Elektrodenschichten und
mehrere Isolatorschichten, die zwischen den Elektrodenschichten eingestreut oder verschachtelt sind.

[0066] Vorzugsweise sind wenigstens 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % oder 95 % der Elektrodenschichten auf den Isolatorschichten angeordnet oder darauf abgeschieden.

[0067] Gemäß einer anderen Ausgestaltung, die nicht Gegenstand vorliegender Anmeldung ist, ist ein Massenspektrometer mit einer Wechselladungs- oder HF-Ionenführung vorgesehen, wobei die Ionenführung aufweist:
mehrere Elektroden und
mehrere Isolatoren, die zwischen den Elektroden eingestreut bzw. eingefügt oder verschachtelt sind, wobei die Elektroden auf den Isolatoren angebracht oder darauf abgeschieden sind.

[0068] Vorzugsweise weist die Ionenführung einen Ioneneingang und einen Ionenausgang auf, wobei im wesentlichen verhindert wird, daß Gasmoleküle innerhalb der Ionenführung an anderer Stelle als durch den Ioneneingang oder den Ionenausgang aus der Ionenführung austreten. Es kann eine Gasöffnung zum Einleiten von Gas in die Ionenführung bereitgestellt sein, es kann jedoch vorzugsweise im wesentlichen verhindert werden, daß Gas über diese Gasöffnung aus der Ionenführung austritt.

[0069] In einer weiteren nicht zur vorliegenden Anmeldung gehörenden Ausgestaltung ist ein Massenspektrometer mit einer ersten Ionenführung, einer Gaskollisions-/Reaktionszelle und einer zweiten Ionenführung vorgesehen. Die zweite Ionenführung weist mehrere Plattenelektroden, einen Eingang zum Empfangen von Ionen, einen Ionenführungsbereich, der durch die Ionenführung verläuft, und einen Ausgang, aus dem Ionen austreten, auf. Es gibt vorzugsweise keine direkte Sichtlinie vom Eingang zum Ausgang der zweiten Ionenführung.

[0070] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Massenspektrometer weiter eine Elektrospray-Ionenquelle ("ESI-Ionenquelle"), eine chemische Atmosphärendruckionisations-Ionenquelle ("APCI-Ionenquelle"), eine Atmosphärendruck-Photoionisations-Ionenquelle ("APPI-Ionenquelle"), eine matrixunterstützte Laserdesorption/ionisations-Ionenquelle ("MALDI-Ionenquelle"), eine Laserdesorption/ionisations-Ionenquelle ("LDI-Ionenquelle"), eine induktiv gekoppelte Plasmaionisations-Ionenquelle ("ICP-Ionenquelle"), eine Elektronenstoß-Ionenquelle ("EI-Ionenquelle"), eine chemische Ionisations-Ionenquelle ("CI-Ionenquelle"), eine Ionenquelle mit schnellem Atombeschuß ("FAB-Ionenquelle") oder eine Flüssigkeits-Sekundärionen-Massenspektrometrie-Ionenquelle ("LSIMS-Ionenquelle").

[0071] Das Massenspektrometer kann auch einen stromabwärts der zweiten Ionenführung angeordneten Massenanalysator aufweisen. Der Massenanalysator kann einen Flugzeit-Massenanalysator, einen Quadrupol-Massenanalysator, einen Fourier-Transformations-Ionenzyklotronresonanz-Massenanalysator ("FTICR-Massenanalysator") eine zweidimensionale (lineare) Quadrupol-Ionenfalle, eine dreidimensionale (Paul-) Quadrupol-Ionenfalle oder einen Magnetsektor-Massenanalysator aufweisen.

[0072] Ionenführungen gemäß der bevorzugten Ausführungsform können vorteilhafterweise einen Ionenführungsbereich mit wenigstens einem gekrümmten oder nichtlinearen Abschnitt aufweisen, und sie können mehr als einen Ioneneingang und/oder Ionenausgang aufweisen. Es wäre sehr schwierig und übermäßig kostspielig, zu versuchen, gleichwertige Ionenführungen aus herkömmlichen Mehrpol-Stabsatz-HF-Ionenführungen herzustellen und aufzubauen.

[0073] Die Ionenführung gemäß der bevorzugten Ausführungsform ist aus einer Reihe geformter Platten oder Plattenelektroden aufgebaut. Die Platten müssen nicht gerade sein, und sie können mehr als einen Ioneneingang und/oder Ionenausgang aufweisen. Die bevorzugten Ionenführungen sind verhältnismäßig einfach herzustellen und sie sind erheblich kostengünstiger als herkömmliche Mehrpol-Stabsatz-Ionenführungen. Es können auch leicht Ionenführungen mit komplizierten Formen hergestellt werden. Beispielsweise können mehrere identische Platten mit komplizierten Formen leicht und kostengünstig durch Druckschneiden oder Stanzen, photochemisches Ätzen, Laserschneiden, Drahterosion, Funkenerosion usw. aus dünnen Abschnitten aus Metallblech hergestellt werden. Weiterhin können die Platten in einer Baugruppe oder einer Mehrfachanordnung gestapelt werden, wobei die Platten beabstandet und isoliert sind und wobei alternierende Platten elektrisch miteinander verbunden sind, so daß benachbarte Platten um 180° außer Phase miteinander gehalten werden.

[0074] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die HF-Ionenführung aus einer Reihe geformter Platten aufgebaut, die in einem Stapel angeordnet sind, wobei geeignete Gleichspannungspotentiale an eine oberste oder obere Plattenelektrode und an eine unterste oder untere flache Plattenelektrode angelegt sind. Dies ist eine besonders einfache und kostengünstige Art des Aufbaus einer komplexen HF-Ionenführung. Die oberste und die unterste Platte können mit einer an sie angelegten Wechsel- oder HF-Spannung oder einer Kombination von Wechsel- oder HF- und Gleichspannungen betrieben werden.

[0075] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform können die Platten mit einem Eingang und einem Ausgang hergestellt werden, die nicht ausgerichtet sind, so daß es keine Sichtlinie durch die Ionenführung gibt, so daß neutrale Teilchen, große Teilchen oder Tröpfchen oder Strahlung, wie sichtbares Licht oder UV-Licht nicht gerade durch die Ionenführung hindurchlaufen.

[0076] Gemäß einem weiteren nicht zur vorliegenden Anmeldung gehörenden Aspekt ist ein Verfahren zur Massenspektrometrie vorgesehen, welches die folgenden Schritte aufweist:
Erzeugen von Ionen von einer Atmosphärendruck-Ionenquelle und
Führen der Ionen durch eine Ionenführung, wobei die Ionenführung mehrere Plattenelektroden, einen Eingang zum Empfangen von Ionen und einen Ausgang, über den Ionen aus der Ionenführung austreten, aufweist, wobei ein Ionenführungskanal in den Plattenelektroden ausgebildet ist und im wesentlichen über die Länge der Ionenführung verläuft und wobei die Plattenelektroden in der Ebene der Ionenbewegung angeordnet sind.

[0077] Gemäß einem anderen nicht zur vorliegenden Anmeldung gehörenden Aspekt ist ein Verfahren zum Herstellen einer Ionenführung für ein Massenspektrometer vorgesehen, bei dem mehrere Elektroden mit mehreren Isolatoren eingestreut oder verschachtelt angeordnet werden, um eine Ionenführung mit mehreren an den Isolatoren angeordneten Elektroden zu bilden, so daß ein Ionenführungsstapel gebildet wird.

[0078] Gemäß einem anderen nicht zur vorliegenden Anmeldung gehörenden Aspekt ist ein Verfahren zum Herstellen einer Ionenführung für ein Massenspektrometer vorgesehen, bei dem mehrere Elektrodenschichten auf mehreren Isolatorschichten abgeschieden werden, um einen Ionenführungsstapel mit mehreren auf den Isolatorschichten angeordneten Elektrodenschichten zu bilden.

[0079] Der in der vorliegenden Anmeldung verwendete Begriff "Plattenelektrode" sollte breit ausgelegt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Plattenelektroden dünne Metallbleche auf. Gemäß anderen Ausführungsformen können die Plattenelektroden jedoch Drahtnetze oder -gitter aufweisen und daher Öffnungen haben. Der Begriff soll auch Elektroden einschließen, die auf ein Substrat in der Art eines Isolators aufgebracht worden sind.

[0080] Gemäß der Erfindung sind die die Ionenführung bildenden Elektroden im Gegensatz zu einer Ionentunnel- oder Ionentrichter-Ionenführung, bei der die Ringelektroden in einer Ebene senkrecht zur Ionenbewegungsrichtung angeordnet sind, in der Ebene der Ionenbewegung angeordnet.

[0081] Die vorstehend beschriebenen Ionenführungen können entweder als eine Ionenführung an sich verwendet werden, oder sie können eine Fragmentations-, Kollisions-, Reaktions- oder Kollisions-Kühlzelle bilden.

[0082] Verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun nur als Beispiel mit Bezug auf die anliegende Zeichnung beschrieben, in der:

[0083] [Fig. 1A](#) eine Draufsicht einer Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung gemäß einer Ausführungsform zeigt und [Fig. 1B](#) eine Schnittansicht der Ionenführung aus [Fig. 1A](#) entlang einem Querschnitt A-A zeigt,

- [0084] [Fig. 2](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Platten einen C-förmigen Ionenweg aufweisen, so daß die Ionen vom Eingang zum Ausgang um 90° gedreht werden,
- [0085] [Fig. 3](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Platten einen S-förmigen Ionenweg aufweisen, so daß Ionen vom Eingang zum Ausgang seitlich versetzt werden,
- [0086] [Fig. 4](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Platten einen Ω -förmigen Ionenweg aufweisen, so daß es keine Sichtlinie zwischen dem Eingang und dem Ausgang gibt, wobei die Ionen jedoch nicht seitlich oder schräg versetzt sind, wenn sie aus der Ionenführung austreten,
- [0087] [Fig. 5](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der ein S-förmiger Ionenweg aus zwei Plattenstapeln mit C-förmigen Ionenwegen gebildet ist,
- [0088] [Fig. 6](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der ein Ω -förmiger Ionenweg aus zwei Plattenstapeln mit S-förmigen Ionenwegen gebildet ist,
- [0089] [Fig. 7](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der ein Ω -förmiger Ionenweg aus zwei Plattenstapeln mit C-förmigen Ionenwegen gebildet ist,
- [0090] [Fig. 8](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung zwei Eingänge und einen Ausgang aufweist,
- [0091] [Fig. 9](#) eine andere Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung zwei Eingänge und einen Ausgang aufweist,
- [0092] [Fig. 10](#) eine andere Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung zwei Eingänge und einen Ausgang aufweist,
- [0093] [Fig. 11](#) eine andere Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung zwei Eingänge und einen Ausgang aufweist,
- [0094] [Fig. 12](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung drei Eingänge und einen Ausgang aufweist,
- [0095] [Fig. 13](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung einen Eingang und zwei Ausgänge aufweist,
- [0096] [Fig. 14](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung einen Eingang und drei Ausgänge aufweist,
- [0097] [Fig. 15](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung zwei Eingänge und zwei Ausgänge aufweist,
- [0098] [Fig. 16A](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der die Ionenführung drei Öffnungen aufweist, die selektiv als Eingänge und Ausgänge verwendet werden können, und [Fig. 16B](#) dieselbe Ionenführung zeigt, die in einem anderen Betriebsmodus verwendet wird,
- [0099] [Fig. 17](#) eine Ausführungsform einer Ionenführung mit drei Öffnungen zeigt, die mit einer HF-Ionenführung mit einer Öffnung und einem Ioneneinfangbereich kombiniert ist,
- [0100] [Fig. 18A](#) eine Ausführungsform einer Ionenführung mit drei Ionenwegen unterschiedlicher Größe und Form zeigt und
- [0101] [Fig. 18B](#) einen Querschnitt einer Ionenführung mit einem nicht rechteckigen Querschnittsprofil zeigt,
- [0102] [Fig. 19A](#) eine Ausführungsform zeigt, bei der eine Ionenführung insgesamt sechs Öffnungen aufweist, und [Fig. 19B](#) eine andere Ausführungsform zeigt, bei der eine Ionenführung insgesamt sechs Öffnungen aufweist,
- [0103] [Fig. 20](#) ein Massenspektrometer zeigt, das eine bevorzugte Ionenführung aufweist,

[0104] [Fig. 21A](#) eine Ausführungsform einer Ionenführung zeigt, die mit einer an die oberste und die unterste Platte angelegten Gleichspannung betrieben wird, [Fig. 21B](#) eine Ausführungsform einer Ionenführung zeigt, die mit einer an die oberste und die unterste Platte angelegten Wechsel- oder HF-Spannung betrieben wird, und [Fig. 21C](#) eine Ausführungsform einer Ionenführung zeigt, die sowohl mit einer Gleichspannung als auch mit einer Wechsel- oder HF-Spannung, die an die oberste und die unterste Platte angelegt sind, betrieben wird, und

[0105] [Fig. 22](#) eine Ionenführung zeigt, die aus einem Stapel auf Isolatoren angebrachter oder darauf abgechiedener Elektroden besteht.

[0106] Es werden einige verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Ein gemeinsames Merkmal der verschiedenen Ausführungsformen besteht jedoch darin, daß eine Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung bereitgestellt ist, die mehrere Plattenelektroden aufweist. Die Plattenelektroden sind vorzugsweise verhältnismäßig dünn und können aus Metallblechen bestehen. Alternativ können die Plattenelektroden aus einer nichtleitenden Platte, beispielsweise aus Glas oder Keramik, bestehen, die dann zumindest teilweise mit einer elektrisch leitenden Beschichtung überzogen wird. Die Glas- oder Keramikplatte kann in der gleichen Weise wie die Metallbleche geformt sein, um einen Ionenführungsbereich bereitzustellen.

[0107] Die Glas- oder Keramikplatten sind vorzugsweise zusammenhängend, und Bereiche ihrer Oberfläche können mit einer leitenden Beschichtung beschichtet sein, um geformte Elektroden zum Führen der Ionen bereitzustellen.

[0108] Die bevorzugten Plattenelektroden unterscheiden sich von herkömmlichen Stabsatz-Elektroden, die ein kreisförmiges Querschnittsprofil aufweisen und deren Länge normalerweise viel größer ist als ihre Breite. Dagegen weisen die Plattenelektroden, die die Ionenführung gemäß der bevorzugten Ausführungsform bilden, vorzugsweise ein rechteckiges Querschnittsprofil auf, und die Breite der Elektroden kann mit der Länge der Elektroden vergleichbar sein (oder sogar größer sein als diese).

[0109] [Fig. 1A](#) zeigt eine Draufsicht einer Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a**, die aus einem Stapel von Plattenelektroden aufgebaut ist, so daß ein S-förmiger Ionenweg innerhalb der Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** gebildet ist. Die Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** besteht vorzugsweise aus einer Reihe identischer Platten, die jeweils etwa 0,7 mm dick sind und vorzugsweise 1,0 mm voneinander beabstandet sind.

[0110] [Fig. 1B](#) ist eine Schnittansicht entlang A-A der in [Fig. 1A](#) dargestellten Ionenführung, und es ist darin eine Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** dargestellt, die einen Stapel von sechs Plattenelektroden **2** mit einer oberen Plattenelektrode **3** und einer unteren Plattenelektrode **4** aufweist. Die innere Öffnung oder der Ionenführungsbereich **5** innerhalb der Ionenführung **1a** ist vorzugsweise 11,2 mm hoch und 5 mm breit. Die Länge des durch die in [Fig. 1A](#) dargestellte Ionenführung **1a** verlaufenden Ionenwegs kann etwa 60 mm betragen. Die Frequenz der HF-Versorgung, die an die die Ionenführung **1a** bildenden Platten **2, 3, 4** angelegt ist, kann 6 MHz betragen, und die HF-Spannung kann 200 V von Spitze zu Spitze betragen. Die oberste oder die obere Plattenelektrode **3** und die unterste oder die untere Plattenelektrode **4** können gemäß einer Ausführungsform mit +3 V gegenüber der mittleren Spannung der geformten Plattenelektroden **2**, an die die Wechsel- oder HF-Spannung angelegt wurde, vorgespannt sein.

[0111] Die bevorzugte Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** weist vorzugsweise mehrere in einem Stapel oder einem Feld angeordnete Plattenelektroden **2** auf. Die Ionenführung **1a** weist vorzugsweise eine obere Plattenelektrode **3** und eine untere Plattenelektrode **4** auf. Die Elektroden **2**, die nicht die obere Plattenelektrode **3** und die untere Plattenelektrode **4** sind, weisen vorzugsweise einen Kanal auf, der in den Platten im wesentlichen entlang ihrer gesamten Länge bereitgestellt ist. Bei dem in [Fig. 1A](#) dargestellten Beispiel sind die Plattenelektroden **2** und die obere Plattenelektrode **3** sowie die untere Plattenelektrode **4** S-förmig. Der in jeder der Plattenelektroden **2** bereitgestellte Kanal führt dazu, daß in der Ionenführung **1a** ein Ionenführungsbereich **5** bereitgestellt wird.

[0112] Nachdem die grundlegende Anordnung der Ionenführung **1a** beschrieben wurde, werden nun verschiedene Ausführungsformen detaillierter beschrieben.

[0113] Eine erste Hauptausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf die [Fig. 2](#) – [Fig. 4](#) beschrieben, in denen verschiedene Anordnungen einer Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** dargestellt sind. Gekrümmte oder auf andere Weise nichtlineare Kanäle sind in den Plattenelektroden **2** mit

Ausnahme der oberen Plattenelektrode **3** und der unteren Plattenelektrode **4** bereitgestellt. Die Ionenführung **1a** weist einen Eingang **6** und einen Ausgang **7** auf, und der Ionenführungsbereich **5** ist so angeordnet, daß es zwischen der Ioneneingangsöffnung **6** und der Ionenausgangsöffnung **7** keine Sichtlinie gibt. Dies ist in der Hinsicht vorteilhaft, daß Strahlung, neutrale Teilchen oder Tröpfchen, die am Eingang **6** in die Ionenführung **1a** eintreten, nicht schräg oder seitlich von der Ionenführung **1a** versetzt werden und daher bei den in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellten Ausführungsformen nicht durch den Ausgang **7** aus der Ionenführung **1a** austreten. Bei der in [Fig. 4](#) dargestellten Ausführungsform kann eine Vorrichtung außerhalb des Ionenführungsbereichs **5** angeordnet werden, um Strahlung, neutrale Teilchen oder Tröpfchen, die direkt vom Eingang **6** zum Ausgang **7** laufen, zu blockieren. Diese Vorrichtung kann eine Prallfläche, eine Platte oder eine Elektrode aufweisen.

[0114] Die Ionenführung **1a** kann vorzugsweise bei mittleren Drücken von beispielsweise zwischen 0,0001 und 10 mbar betrieben werden. Wegen des vorhandenen Gases treten häufige Kollisionen zwischen Ionen und Molekülen auf, was dazu führen kann, daß Ionen verlangsamt werden und möglicherweise sogar innerhalb der Ionenführung **1a** zum Stillstand kommen.

[0115] Eine zweite Hauptausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf die [Fig. 5](#) – [Fig. 7](#) beschrieben. Gemäß der zweiten Hauptausführungsform sind zwei oder mehr Wechselspannungs- oder HF-Ionenführungen **1a**, **1b** vorgesehen, wobei jede Ionenführung **1a**, **1b** einen Stapel von Plattenelektroden aufweist. Jede Plattenelektrode **2** ist so geformt, daß ein Weg für die hindurchzuführenden Ionen bereitgestellt ist. Ein Gleichspannungspotential kann an den Bereich angelegt werden, in dem die Ionen eine Ionenführung **1a** verlassen und dann in eine benachbarte Ionenführung **1b** eintreten. Das Gleichspannungspotential kann ein axiales Feld erzeugen, das dabei hilft, Ionen bei Vorhandensein eines Gases beim Durchqueren der Ionenführungen **1a**, **1b** in Bewegung zu halten.

[0116] Bei der in [Fig. 7](#) dargestellten Ausführungsform kann entlang der Ionenstrahlachse eine Potentialmulde erzeugt werden. Ionen können beispielsweise innerhalb der zweiten Ionenführung **1b** oder der dritten Ionenführung **1c** eingefangen werden. Das im Bereich zwischen dem Ausgang der ersten Ionenführung **1a** und dem Eingang der zweiten Ionenführung **1b** angelegte Potential und das im Bereich zwischen dem Ausgang der zweiten Ionenführung **1b** und dem Eingang der dritten Ionenführung **1c** angelegte Potential können so gewählt werden, daß in einem ersten Betriebsmodus Ionen innerhalb der zweiten Ionenführung **1b** eingefangen werden. In ähnlicher Weise könnte dafür gesorgt werden, daß Ionen in der dritten Ionenführung **1c** eingefangen werden. Es werden andere Ausführungsformen erwogen, bei denen Ionen innerhalb der zweiten Ionenführung **1b** und der dritten Ionenführung **1c** eingefangen werden. Ionen können innerhalb einer bestimmten Ionenführung **1a**, **1b**, **1c** eingefangen werden, indem die stromabwärts gelegene Ionenführung **1b**, **1c**, **1d** auf einem anderen Gleichspannungspotential gehalten wird.

[0117] Eine dritte Hauptausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf die [Fig. 8](#) – [Fig. 12](#) beschrieben. Gemäß der dritten Hauptausführungsform können zwei oder mehr Eingänge der Ionenführung **1a** bereitgestellt werden, welche einen oder mehrere Ausgänge aufweist. Alternativ kann die Ionenführung **1a** einen oder mehrere Eingänge und zwei oder mehr Ausgänge aufweisen. Dagegen haben herkömmliche Mehrpol-Stabsatz-Ionenführungen nur einen einzigen Ioneneingang und einen einzigen Ionenausgang.

[0118] Die [Fig. 8](#) – [Fig. 11](#) zeigen Ausführungsformen, bei denen die Ionenführung **1a** zwei Eingänge **6a**, **6b** aufweist und wobei es möglich ist, zwischen dem Empfangen von Ionen von einem Eingang **6a** zum Empfangen von Ionen von einem anderen Eingang **6b** umzuschalten. Alternativ können zwei oder mehr Ionenstrahlen zusammengeführt werden. Die Ioneneingänge können unter Winkeln im Bereich von 0 – 10°, 10 – 20°, 20 – 30°, 30 – 40°, 40 – 50°, 50 – 60°, 60 – 70°, 70 – 80°, 80 – 90°, 90 – 100°, 100 – 110°, 110 – 120°, 120 – 130°, 130 – 140°, 140 – 150°, 150 – 160°, 160 – 170° oder 170 – 180° zueinander angeordnet werden.

[0119] Die Ionenführung **1a** kann mit einer ersten Ionenquelle (nicht dargestellt) zum Analysieren von Analytationen und einer zweiten Ionenquelle (nicht dargestellt) zum Erzeugen von Referenzionen verwendet werden. Alternativ kann die Ionenführung mit zwei verschiedenen Typen von Ionenquellen verwendet werden, und sie kann beispielsweise in Zusammenhang mit einer Atmosphärendruckionisations-Ionenquelle ("API-Ionenquelle") und einer matrixunterstützten Laserdesorptionsionisations-Ionenquelle ("MALDI-Ionenquelle") verwendet werden. Die Plattenelektroden können mit einer beliebigen Form hergestellt werden, so daß Ionenstrahlen von der Ionenführung unter einem beliebigen Winkel oder aus einer beliebigen Richtung empfangen werden oder unter einem beliebigen Winkel oder in einer beliebigen Richtung aus der Ionenführung austreten können.

[0120] Bei der in [Fig. 8](#) dargestellten Ausführungsform sind die Plattenelektroden der Ionenführung so ge-

formt, daß sich die beiden Eingänge auf entgegengesetzten Seiten der Platten befinden und sich der Ausgang auf einer dritten Seite befindet. Die Plattenelektroden können im wesentlichen rechteckig oder quadratisch sein. [Fig. 9](#) zeigt eine Ausführungsform, bei der die Platten so geformt sind, daß sich die Eingänge unter rechten Winkeln zueinander befinden, so daß bei der Verwendung die von den Eingängen empfangenen Ionenstrahlen beide schräg zum aus der Ionenführung austretenden Ionenstrahl stehen. Alternativ können die Eingänge auf derselben Seite der Platte liegen, wobei sich der Ausgang auf einer zweiten Seite befindet, wie in [Fig. 10](#) dargestellt ist. [Fig. 11](#) zeigt eine andere Ausführungsform, bei der einer der Eingänge und der Ausgang auf entgegengesetzten Seiten der Platte, direkt zueinander entgegengesetzt, liegen und sich ein zweiter Eingang auf einer dritten Seite befindet.

[0121] [Fig. 12](#) zeigt eine Ausführungsform, bei der die Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** drei Eingänge **6a**, **6b**, **6c** aufweist. Es werden andere Ausführungsformen erwogen, bei denen vier oder mehr Eingänge bereitgestellt sein können. Die in [Fig. 12](#) dargestellte Ionenführung **1a** kann verwendet werden, um zwischen Ionenstrahlen, beispielsweise von zwei verschiedenen Ionenquellen zum Analysieren von Analytionen und einem dritten Ionenstrahl zum Erzeugen von Referenzionen, umzuschalten oder diese zusammenzuführen.

[0122] Eine Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** mit mehreren Ioneneingängen **6a**, **6b**, **6c** kann verwendet werden, um zwischen verschiedenen Ionenquellen innerhalb einer Mehrfachanordnung von Ionenquellen zu multiplexieren. Eine solche Anordnung ermöglicht eine parallele Analyse einer großen Anzahl von Probenströmen, beispielsweise von vier bis acht verschiedenen Flüssigkeits- oder Gasströmen von vier bis acht verschiedenen Flüssigkeits- oder Gaschromatographiesäulen.

[0123] Eine vierte Hauptausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf die [Fig. 13](#) – [Fig. 16](#) beschrieben. Es werden Ionenführungen **1a** in der Art der in [Fig. 13](#) dargestellten erwogen, die mehr als einen Ausgang **7a**, **7b** aufweisen, so daß ein Ionenstrom zwischen zwei oder mehr Ausgängen aufgeteilt werden kann oder zwischen zwei oder mehr Ausgängen umgeschaltet wird. Eine solche Ausführungsform kann beispielsweise verwendet werden, um Ionen zwischen zwei Detektoren aufzuteilen oder umzuschalten. Ionen können beispielsweise zwischen einem Faraday-Becher-Detektor und einem Ionenzähldetektor aufgeteilt oder umgeschaltet werden, um ein Detektionssystem bereitzustellen, das einen sehr breiten Dynamikbereich aufweist und dennoch in der Lage ist, einzelne Ionen zu erfassen und zu zählen.

[0124] Alternativ kann eine solche Ionenführung **1a** verwendet werden, um Ionen zwischen einem Detektor und einem anderen Analysator in der Art eines Massenanalysators aufzuteilen oder umzuschalten. Ionen können beispielsweise so aufgeteilt werden, daß ein Teil des Ionensignals auf einem Detektor überwacht wird, während der restliche Teil zu einer Vorrichtung zur weiteren Analyse, beispielsweise einer Kollisionszelle und einem Massenanalysator für Ionenstrukturuntersuchungen oder zur spezifischeren Ionenüberwachung, weiterlaufen gelassen wird.

[0125] Alternativ kann eine solche Ionenführung **1a** verwendet werden, um Ionen zwischen zwei Massenanalysatoren aufzuteilen oder umzuschalten. Beispielsweise können Ionen zwischen zwei Massenanalysatoren, die bei verschiedenen Auflösungen arbeiten, oder zwischen zwei Massenanalysatoren, die für verschiedene Massen abgestimmt sind, aufgeteilt werden.

[0126] Die in [Fig. 13](#) dargestellte Ausführungsform kann verwendet werden, um einen Ionenstrahl in zwei Ionenstrahlen aufzuteilen, die zu zwei oder mehr verschiedenen Massenanalysatoren zu leiten sind, und sie kann ein Mittel zum Messen von Isotopenverhältnissen bereitstellen. Zwei Massenanalysatoren können auf die geeigneten Massen abgestimmt werden, um ein beliebiges gewünschtes Isotopenverhältnis zu messen. Diese Ausführungsform ist die Umkehrung der in [Fig. 8](#) dargestellten Ausführungsform, bei der eine Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** mit zwei Eingängen **6a**, **6b** und einem einzigen Ausgang **7** versehen ist.

[0127] Alle der in den [Fig. 8](#) – [Fig. 12](#) dargestellten Ausführungsformen können umgekehrt werden, so daß sie einen einzigen Eingang und zwei (oder mehr) Ausgänge aufweisen.

[0128] [Fig. 14](#) zeigt eine Ausführungsform, bei der eine Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** drei Ausgänge **7a**, **7b**, **7c** aufweist. Es werden andere Ausführungsformen erwogen, bei denen mehr als drei Ausgänge bereitgestellt sind. Die in [Fig. 14](#) dargestellte Ausführungsform mit drei Ausgängen **7a**, **7b**, **7c** ermöglicht es, daß ein Ionenstrom zwischen verschiedenen Detektoren und/oder Massenanalysatoren in einer beliebigen Kombination umgeschaltet oder aufgeteilt wird.

[0129] Es werden Ausführungsformen erwogen, bei denen die Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** mehrere Eingänge und mehrere Ausgänge aufweist. In [Fig. 15](#) ist beispielsweise eine Ausführungsform dargestellt, bei der eine Ionenführung **1a** mit zwei Eingängen **6a**, **6b** und zwei Ausgängen **7a**, **7b** versehen ist. Gemäß dieser Ausführungsform kann die Ionenführung **1a** Ionen von zwei verschiedenen Ionenquellen, wie einer Thermoionisations-Ionenquelle und einer induktiv gekoppelten Plasmaionenquelle ("ICP-Ionenquelle"), empfangen. Die Ionen können dann zu zwei verschiedenen Massenanalytoren gelenkt werden, die jeweils auf zwei verschiedene Isotopen-Masse-Ladungs-Verhältnisse abgestimmt sind.

[0130] Es werden Ausführungsformen erwogen, bei denen die Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** mit mehreren Eingängen und/oder Ausgängen verwendet werden kann, wobei Ionen in einem Betriebsmodus einen Weg einschlagen und in einem anderen Betriebsmodus den anderen Weg einschlagen. Beispielsweise wirkt bei der in den [Fig. 16A](#) und [Fig. 16B](#) dargestellten Ausführungsform die in [Fig. 16A](#) dargestellte Öffnung **7** in dem in [Fig. 16A](#) dargestellten Betriebsmodus als eine Ausgangsöffnung, dieselbe Öffnung (nun mit **6'** bezeichnet) kann jedoch, wie in [Fig. 16B](#) dargestellt ist, in einem nachfolgenden Betriebsmodus als eine Eingangsöffnung wirken. Im nachfolgenden Betriebsmodus treten Ionen über eine dritte Öffnung **7'** aus der Ionenführung **1a** aus.

[0131] Es werden Ionenführungen **1a** erwogen, bei denen Ionenströme innerhalb einer Gesamtanordnung von Ionenquellen, Analytoren und Detektoren vor- und zurückgeleitet werden können. Beispielsweise kann es eine Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** in einem Betriebsmodus Ionen erlauben, von einer Ionisationsquelle zu einem Massenanalysator durchzulaufen, und die Ionenführung **1a** kann in einem anderen Betriebsmodus Ionen vom Massenanalysator oder einer Ionenfalle empfangen und sie durch eine dritte Öffnung zu einem Detektor leiten. Ionen können durch eine Öffnung laufen gelassen werden, oder es kann verhindert werden, daß sie durch eine Öffnung laufen, indem ein geeignetes Potential an ein Element neben einer bestimmten Öffnung angelegt wird. Eine Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** mit mehreren Öffnungen kann verwendet werden, um einen Ionenstrom in mehrere Richtungen zu leiten.

[0132] [Fig. 17](#) zeigt eine weitere Ausführungsform mit einer ersten Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** mit drei Öffnungen **6**, **7**, **8** und einer zweiten Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1b** mit einer einzigen Öffnung **9**. Ionen treten durch die Eingangsöffnung **6** in die erste Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** ein und werden um 90° zur Öffnung **8** gelenkt. Die Ionen laufen dann über die Öffnung **9** in die zweite Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1b**. Die zweite Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1b** weist eine einzige Öffnung **9** und einen Ionenspeicherbereich **10** zum Empfangen und Speichern von Ionen auf. In einem Betriebsmodus kann dafür gesorgt werden, daß Ionen, die im Einfang- oder Speicherbereich **10** gespeichert oder eingefangen worden sind, über die Öffnung **9** aus der zweiten Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1b** austreten und über die Öffnung **8**, durch die die Ionen zuvor ausgetreten sind, wieder in die erste Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** eintreten. Die Ionen werden dann um 90° zur Ausgangsöffnung **7** geleitet, durch die die Ionen aus der ersten Ionenführung **1a** austreten.

[0133] Die Ionen können dazu veranlaßt bzw. darin unterstützt werden, sich durch eine bestimmte Öffnung **6**, **7**, **8**, **9** zu bewegen, indem geeignete Spannungen an Elemente unmittelbar neben der Öffnung angelegt werden, oder dies kann nicht der Fall sein. Beispielsweise können Ionen dazu veranlaßt werden, in die zweite Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1b** einzudringen oder diese zu verlassen, indem das an die zweite Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung angelegte Gleichspannungspotential in bezug auf das an die erste Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** angelegte Gleichspannungspotential verringert oder erhöht wird.

[0134] [Fig. 18A](#) zeigt weitere Ausführungsformen, bei denen eine Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** verwendet wird, um das Querschnitts-Strahlprofil eines Ionenstrahls zu ändern oder die Querschnittsfläche des Ionenstrahls zu ändern. Gemäß einer Ausführungsform kann die Eingangsöffnung **6** vorzugsweise sowohl hinsichtlich der Größe als auch der Querschnittsform an den ankommenden Ionenstrahl angepaßt werden. In ähnlicher Weise können auch die Ausgangsöffnungen **7a**, **7b** hinsichtlich der Größe und des Querschnittsprofils angepaßt werden, so daß sie zur optimalen Größe und zum optimalen Querschnittsprofil der ionenoptischen Vorrichtungen passen, die sich stromabwärts der Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** befinden und die den aus der Ionenführung **1a** austretenden Ionenstrom empfangen sollen. Eine Eingangsöffnung **6** und die zwei Ausgangsöffnungen **7a**, **7b** können alle verschiedene Querschnittsflächen und/oder Querschnittsprofile aufweisen. Vorzugsweise gleicht die Querschnittsfläche der Eingangsöffnung (der Eingangsöffnungen) im wesentlichen der Summe der Querschnittsflächen der Ausgangsöffnungen. Die Führungsbereiche zwischen den Öffnungen **6**, **7a**, **7b** können auch Längen aufweisen, deren Größe und/oder Form sich stetig ändert.

[0135] [Fig. 18B](#) zeigt eine Ausführungsform einer Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a**, bei der die Plattenelektroden **2**, welche die Wechsel- oder HF-Spannung führen, einen Kanal aufweisen, dessen Breite sich von einem oberen Abschnitt der Ionenführung **1a** zum unteren Abschnitt der Ionenführung **1a** zunehmend ändert. Gemäß der in [Fig. 18B](#) dargestellten Ausführungsform ist die Breite des Kanals in den Plattenelektroden **2** derart, daß ein durch die Ionenführung **1a** hindurchtretender Ionenstrahl ein im wesentlichen kreisförmiges Querschnittsprofil aufweist.

[0136] Es werden andere Ausführungsformen erwogen, bei denen die Form und die Größe jeder Öffnung oder jedes Ionenwegs von denjenigen der anderen verschieden sein kann. Solche Wechselspannungs- oder HF-Ionenführungen **1a** können auch mit anderen als rechteckigen oder kreisförmigen Querschnittsformen oder -profilen hergestellt werden.

[0137] In den [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) sind weitere Ausführungsformen dargestellt, bei denen dafür gesorgt wird, daß Ionen durch die obere Plattenelektrode **3** und/oder durch die untere Plattenelektrode **4** in die Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** eintreten und/oder aus dieser austreten. Die in den [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) dargestellte Ausführungsform ähnelt den in den [Fig. 12](#), [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) dargestellten Ausführungsformen, wobei jedoch eine zusätzliche Öffnung **11** in der oberen Plattenelektrode **3** bereitgestellt ist und eine zusätzliche Öffnung **12** in der unteren Plattenelektrode **4** bereitgestellt ist. Die zusätzlichen Öffnungen **11**, **12** können verwendet werden, um zu ermöglichen, daß Ionen (oder Gas oder ein Laserstrahl) in die Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** eingeführt werden, oder um zu ermöglichen, daß Ionen oder Gas oder ein Laserstrahl) aus der Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** austreten. In dem in den [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) dargestellten Beispiel hat die Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** insgesamt sechs Öffnungen.

[0138] [Fig. 20](#) zeigt eine Draufsicht einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** stromabwärts einer Kollisionszelle **34** in einem Massenspektrometer **30** bereitgestellt ist. Zur einfacheren Darstellung sind verschiedene horizontal verlaufende Vakuümöffnungen dargestellt, während gemäß der bevorzugten Ausführungsform die Vakuümöffnungen vorzugsweise senkrecht unterhalb des Massenspektrometers **30** verlaufen. Das Massenspektrometer **30** weist vorzugsweise eine induktiv gekoppelte Plasmaionenquelle ("ICP-Ionenquelle") (nicht dargestellt) auf. Eine Anzahl von Probenentnahmekegeln **31** und Vakuumpumpen kann bereitgestellt sein, um zu ermöglichen, daß ein Teil der von der Ionenquelle emittierten Ionen in eine Vakuümkammer **32** eintritt. Es wird dann dafür gesorgt, daß die Ionen in eine HF-Hexapol-Ionenführung **33** eintreten, die vorzugsweise einen umschlossenen Abschnitt **34** aufweist. Gas wird vorzugsweise in den umschlossenen Abschnitt **34** eingeleitet, so daß durch den umschlossenen Abschnitt **34** laufende Ionen mit dem in den umschlossenen Abschnitt **34** eingeleiteten Gas kollidieren. Diese Kollisionen bewirken, daß die Ionen Energie verlieren. Argonionen und andere Ionen aus dem Plasma können vorzugsweise durch Ladungsaustausch mit dem Kollisionsgas in dem Ionenstrahl erheblich abgeschwächt werden. Die restlichen Analytione treten dann aus der Hexapol-Ionenführung **33** aus und treten in eine S-förmige Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** ein, welche Ionen seitlich versetzt. Diese Ionen treten dann aus der S-förmigen Wechselspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** aus und laufen durch eine Zwischenkammeröffnung **36** in die nächste Vakuümkammer (Analysator-Vakuümkammer) **35**. Die Ionen laufen dann durch ein Quadrupol-Massenfilter **37** mit einem Vorfilter **38** und einem Nachfilter **39** zur Massenanalyse und dann zu einem Detektor **40**, der vorzugsweise zylindrisch geformt ist und entlang der horizontalen Achse angeordnet ist.

[0139] ICP-Ionenquellen erzeugen gewöhnlich ein hohes Maß an schnellen neutralen Atomen und Molekülen und einen intensiven Strahl sichtbarer Strahlung und UV-Strahlung. Die Kollisions-/Reaktionszelle **34** kann auch zu einem Hintergrund schneller neutraler Atome und Moleküle führen. Die sichtbare Strahlung und UV-Strahlung und die schnellen Teilchen führen zu einem Kontinuum von Hintergrundrauschen, falls zugelassen wird, daß sie zum Detektor gelangen. Dieses Rauschen stört die Messung von Analytsignalen und begrenzt ihre Erfassung. Die S-förmige HF-Ionenführung **1a** beseitigt vorteilhafterweise jeden Sichtlinienweg, wodurch verhindert wird, daß schnelle neutrale Teilchen und Strahlung den Detektor **40** erreichen, während Ionen noch zur nachfolgenden Massenanalyse und Detektion durch das Massenspektrometer **30** geführt werden.

[0140] Das Ionensignal für Uranionen (m/z 238) wurde unter Verwendung der in [Fig. 20](#) dargestellten Ausführungsform gemessen. Ein ICP-Brenner bildete die Quelle für die durch einen Analysator mit einer niedrigen Massenauflösung von 12,6 und einer hohen Massenauflösung von 15,6 zu analysierenden Ionen. Der ICP-Brenner wurde so eingestellt, daß die x-Achse bei 2,54 lag, die y-Achse bei -0,69 lag und die z-Achse bei 1,10 lag. Der Druck im Analysator wurde bei $5,1 \times 10^{-5}$ mbar gehalten, und es war ein Kollisionsgas aus Wasserstoff und Helium in der Kollisionszelle **34** vorhanden. Eine Kegellinse **31** wurde auf ein Potential von 50 V

gelegt, eine Hexapol-Ausgangslinse wurde auf ein Potential von 190 V gelegt, und der Hexapol **33** wurde durch 0 V vorgespannt. Die Ionen hatten im Quadrupol-Massenanalysator **37** eine Energie von 2 eV und wurden durch einen Photomultiplizierer mit einer auf 450 gelegten Verstärkung erfaßt. Die Messungen gaben an, daß der Transmissionsgrad von Ionen durch die S-förmige Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** zwischen 50 % und 100 % lag, während die Transmission schneller neutraler Teilchen, sichtbarer Strahlung und UV-Strahlung im wesentlichen beseitigt wurde.

[0141] In den [Fig. 21A](#) – C sind drei verschiedene Konfigurationen dargestellt, bei denen eine Wechsellspannungs- oder HF-Ionenführung **1a** entweder mit einer Gleich-Vorspannung, einer Wechsel- oder HF-Spannung oder einer Kombination einer Gleich-Vorspannung und einer Wechsel- oder HF-Spannung, die an die obere Plattenelektrode **3** bzw. die untere Plattenelektrode **4** angelegt sind, betrieben wird. Wenn eine Wechsel- oder HF-Spannung an die obere Plattenelektrode **3** und die untere Plattenelektrode **4** angelegt wird, wie in den [Fig. 21B](#) und [Fig. 21C](#) dargestellt ist, kann die obere Plattenelektrode **3** und die untere Plattenelektrode **4** entweder direkt mit der übernächsten Plattenelektrode **2** gekoppelt werden oder über einen Kondensator mit einer anderen Plattenelektrode **2** gekoppelt werden, so daß zwischen benachbarten Elektroden **2**, **3**, **4** eine 180°-Phasenverschiebung aufrechterhalten wird.

[0142] Die Transmission atomarer Ionen für Beryllium, Kobalt, Indium und Uran für die drei verschiedenen in den [Fig. 21A](#), [Fig. 21B](#) bzw. [Fig. 21C](#) dargestellten Konfigurationen und für verschiedene Gleichspannungen wurde getestet, und die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle dargestellt.

	V (Volt)	Massenempfindlichkeit (cps)			
		Be 9 Da	Co 59 Da	In 115 Da	U 238 Da
Konfiguration 1 (Figur 21A)	2	5000	1100000	1600000	1500000
	5	500	550000	1300000	1800000
Konfiguration 2 (Figur 21B)	0	15000	900000	1800000	1700000
Konfiguration 3 (Figur 21C)	-5	20000	0	0	0
	0	20000	1200000	2500000	1900000
	1	15000	1200000	2700000	2500000
	10	0	50000	1000000	3400000

[0143] Es ist aus der vorstehenden Tabelle der relativen Empfindlichkeitsmessungen für die vier Elemente ersichtlich, daß es vorteilhaft ist, an die Platten **3**, **4** eine Wechsel- oder HF-Spannung an Stelle oder zusätzlich zu einer Gleich-Vorspannung anzulegen. Es scheint so, daß sich beim Anlegen in erster Linie einer Wechsel- oder HF-Spannung, wie in [Fig. 21B](#), die beste Gesamttransmission über einem breiten Massenbereich ergibt. Es scheint jedoch so, daß durch das Anlegen einer Kombination aus einer Wechsel- oder HF-Spannung und einer Gleich-Vorspannung die Transmission über einen begrenzteren Massenbereich erhöht wird. Die Kombination aus einer Wechsel- oder HF-Spannung und einer Gleichspannung von 10 V, wie in [Fig. 21C](#), lieferte eine Transmission für Uran, die in etwa zweimal so groß war wie diejenige, die zuvor für das in [Fig. 20](#) dargestellte Massenspektrometer aufgezeichnet wurde, wenn der Ausgang der HF-Hexapol-Ionenführung **33** neben der zum Quadrupol-Massenanalysator **37** führenden Zwischenkammeröffnung **36** angeordnet war.

[0144] [Fig. 22](#) zeigt eine Ausführungsform, bei der die Elektroden **2** an Isolatoren **2'** oder auf diesen angebracht sind. Gemäß einer Ausführungsform können die Isolatoren **2'** Bakelite (RTM), eine Keramik oder einen Kunststoff, wie PTFE, Polyethylen, PEEK oder Kapton (RTM) aufweisen. Die Elektroden **2** können zwischen den Isolatoren **2'** eingestreut oder verschachtelt sein. Gemäß einer Ausführungsform können die Elektroden **2** auf die Isolatoren **2'** aufgebracht sein, und sie können beispielsweise elektrisch leitende Farbe aufweisen. Gemäß dieser Ausführungsform haben die Elektrodenschichten vorzugsweise eine Dicke von etwa 250 µm. Ein besonders vorteilhaftes Merkmal der in [Fig. 22](#) dargestellten Ausführungsform besteht darin, daß es zwischen den Elektroden **2** und den Isolatoren **2'** vorzugsweise keine Luftspalte gibt. Demgemäß wird vorteilhafterweise

verhindert, daß Gas innerhalb der Ionenführung **1a** außer am Eingang und am Ausgang der Ionenführung aus dieser austritt. Die in [Fig. 22](#) dargestellte Ionenführung **1a** ist daher besonders für eine Verwendung als eine Kollisions- oder Reaktionszelle geeignet, wobei Gas in die Ionenführung **1a** eingeleitet wird. Eine Gaseinlaßöffnung kann in einer oberen Plattenelektrode **3** oder einer unteren Plattenelektrode **4** bereitgestellt werden, das Gas tritt jedoch vorzugsweise nicht über diese Öffnung aus der Ionenführung **1a** aus. Weil die in [Fig. 22](#) dargestellte Ionenführung **1a** erheblich weniger leckbehaftet ist als Ausführungsformen, bei denen ein Luftspalt zwischen Elektroden vorhanden ist, kann das in die Ionenführung **1a** eingeführte Gas auf einem verhältnismäßig hohen Druck gehalten werden, ohne daß es erforderlich wäre, größere Vakuumpumpen zu verwenden. In ähnlicher Weise kann, verglichen mit anderen Ausführungsformen, eine größere Druckdifferenz entlang der Ionenführung **1a** aufrechterhalten werden.

[0145] Wenngleich die vorliegende Erfindung mit Bezug auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben worden ist, werden Fachleute verstehen, daß verschiedene Änderungen an der Form und den Einzelheiten vorgenommen werden können, ohne von dem in den anliegenden Ansprüchen dargelegten Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Massenspektrometer mit einer Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**), wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) einen Stapel aus mehreren parallelen Plattenelektroden (**2**) aufweist, wobei die Plattenelektroden (**2**) derart ausgebildet sind, dass gekrümmte oder auf andere Weise nicht lineare Kanäle in jeder Plattenelektrode (**2**) zur Ionenführung bereitgestellt werden und die Plattenelektroden (**2**) parallel zur Ebene der Ionenbewegung angeordnet sind, und die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) mindestens einen Eingang zum Empfangen von Ionen entlang einer ersten Achse sowie mindestens einen Ausgang, aus dem Ionen von der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) entlang einer zweiten Achse austreten, aufweist.

2. Massenspektrometer nach Anspruch 1, wobei die zweite Achse unter einem Winkel θ zur ersten Achse steht und wobei $\theta > 0^\circ$ ist.

3. Massenspektrometer nach Anspruch 2, wobei θ innerhalb des folgenden Bereichs liegt: (i) $< 10^\circ$, (ii) $10 - 20^\circ$, (iii) $20 - 30^\circ$, (iv) $30 - 40^\circ$, (v) $40 - 50^\circ$, (vi) $50 - 60^\circ$, (vii) $60 - 70^\circ$, (viii) $70 - 80^\circ$, (ix) $80 - 90^\circ$, (x) $90 - 100^\circ$, (xi) $100 - 110^\circ$, (xii) $110 - 120^\circ$, (xiii) $120 - 130^\circ$, (xiv) $130 - 140^\circ$, (xv) $140 - 150^\circ$, (xvi) $150 - 160^\circ$, (xvii) $160 - 170^\circ$ und (xviii) $170 - 180^\circ$.

4. Massenspektrometer nach Anspruch 1, wobei der Ionenführungsbereich (**5**) "S"-förmig ist.

5. Massenspektrometer nach Anspruch 1 oder 4, wobei die erste Achse parallel zur zweiten Achse verläuft.

6. Massenspektrometer nach Anspruch 1, 4 oder 5, wobei die zweite Achse seitlich gegenüber der ersten Achse versetzt ist.

7. Massenspektrometer nach Anspruch 5, wobei die zweite Achse coaxial zur ersten Achse verläuft.

8. Massenspektrometer nach Anspruch 7, welches weiter eine Vorrichtung aufweist, die zumindest teilweise außerhalb des Ionenführungsbereichs (**5**) angeordnet ist, um Teilchen und/oder Photonen, die direkt von dem Eingang zu dem Ausgang laufen, zu blockieren.

9. Massenspektrometer nach Anspruch 8, wobei die Vorrichtung eine Prallfläche, eine Platte oder eine Elektrode aufweist.

10. Massenspektrometer nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer zweiten Ionenführung (**1**, **1b**, **1c**).

11. Massenspektrometer nach Anspruch 10, welches weiter eine dritte Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) aufweist.

12. Massenspektrometer nach Anspruch 11, welches weiter eine vierte Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) aufweist.

13. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei entweder die erste und/oder die zweite und/oder die dritte und/oder die vierte Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) einen Ionen-speicherbereich (**10**) aufweist.

14. Massenspektrometer nach Anspruch 1 mit zwei oder mehr Eingängen zum Empfangen von Ionen und einem oder mehreren Ausgängen, aus denen Ionen von der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austreten.
15. Massenspektrometer nach Anspruch 14, wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) zwei Eingänge zum Empfangen von Ionen und einen Ausgang, aus dem Ionen von der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austreten, aufweist.
16. Massenspektrometer nach Anspruch 14, wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) drei Eingänge zum Empfangen von Ionen und einen Ausgang, aus dem Ionen von der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austreten, aufweist.
17. Massenspektrometer nach Anspruch 1 mit einem oder mehreren Eingängen zum Empfangen von Ionen und zwei oder mehr Ausgängen, aus denen Ionen von der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austreten.
18. Massenspektrometer nach Anspruch 17, wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) einen Eingang zum Empfangen von Ionen und zwei Ausgänge, aus denen Ionen von der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austreten, aufweist.
19. Massenspektrometer nach Anspruch 17, wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) einen Eingang zum Empfangen von Ionen und drei Ausgänge, aus denen Ionen von der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austreten, aufweist.
20. Massenspektrometer nach Anspruch 14 oder 17, wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) wenigstens zwei Eingänge zum Empfangen von Ionen und wenigstens zwei Ausgänge, aus denen Ionen von der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austreten, aufweist.
21. Massenspektrometer nach Anspruch 14, 15, 16, 20 welches weiter wenigstens zwei Ionenquellen aufweist, wobei Ionen von einer ersten Ionenquelle in einen ersten Eingang eintreten und Ionen von einer zweiten Ionenquelle in einen zweiten Eingang eintreten und wobei die erste und/oder die zweite Ionenquelle aus der Gruppe ausgewählt sind, welche umfaßt: (i) eine Elektrospray-Ionenquelle, (ii) eine chemische Atmosphärendruckionisations-Ionenquelle, (iii) eine Atmosphärendruck-Photoionisations-Ionenquelle, (iv) eine matrixunterstützte Laserdesorption/ionisations-Ionenquelle, (v) eine Laserdesorption/ionisations-Ionenquelle, (vi) eine induktiv gekoppelte Plasmaionenquelle, (vii) eine Elektronenstoß-Ionenquelle, (viii) eine chemische Ionisations-Ionenquelle, (ix) eine Ionenquelle mit schnellem Atombeschuß und (x) eine Flüssigkeits-Sekundärionen-Massenspektrometrie-Ionenquelle.
22. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 14 bis 21, welches weiter einen ersten Ionendetektor, der angeordnet ist, um aus einem ersten Ausgang austretende Ionen zu empfangen, und einen zweiten Ionendetektor, der angeordnet ist, um aus einem zweiten Ionenausgang austretende Ionen zu empfangen, aufweist.
23. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 14 bis 22, welches weiter einen ersten Massenanalysator, der angeordnet ist, um aus einem ersten Ausgang austretende Ionen zu empfangen, und einen zweiten Massenanalysator, der angeordnet ist, um aus einem zweiten Ionenausgang austretende Ionen zu empfangen, aufweist.
24. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 14 bis 21, welches weiter einen Massenanalysator, der angeordnet ist, um über einen ersten Ausgang aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austretende Ionen zu empfangen, und einen Ionendetektor, der angeordnet ist, um über einen zweiten Ausgang aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austretende Ionen zu empfangen, aufweist.
25. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 14 bis 21, welches weiter aufweist:
eine Ionenspeichervorrichtung, die angeordnet ist, um über einen ersten Ausgang aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austretende Ionen zu empfangen, wobei die Ionenspeichervorrichtung mehrere Plattenelektroden aufweist, wobei in einem ersten Betriebsmodus ein Ionenstrahl über eine Öffnung in die Ionenspeichervorrichtung eintritt und wobei in einem zweiten Betriebsmodus ein Ionenstrahl über die Öffnung aus der Ionenspeichervorrichtung austritt, und
einen Massenanalysator, der angeordnet ist, um über einen zweiten Ausgang aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austretende Ionen zu empfangen.
26. Massenspektrometer nach Anspruch 25, wobei die Ionenspeichervorrichtung mehrere Plattenelektroden (**2**) aufweist, die parallel zur Ebene der Ionenbewegung angeordnet sind.
27. Massenspektrometer nach Anspruch 1, wobei der Eingang ein erstes Querschnittsprofil und eine erste Querschnittsfläche aufweist, wobei der Ausgang ein zweites Querschnittsprofil und eine zweite Querschnitts-

fläche aufweist, wobei das erste Querschnittsprofil von dem zweiten Querschnittsprofil verschieden ist und/oder die erste Querschnittsfläche von der zweiten Querschnittsfläche verschieden ist.

28. Massenspektrometer nach Anspruch 27, wobei das erste Querschnittsprofil und/oder das zweite Querschnittsprofil einen kreisförmigen oder ovalen Querschnitt aufweisen.

29. Massenspektrometer nach Anspruch 27, wobei das erste Querschnittsprofil und/oder das zweite Querschnittsprofil einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt aufweisen.

30. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 27 bis 29, welches weiter eine ionenoptische Vorrichtung stromabwärts der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) aufweist, wobei der Eingang der ionenoptischen Vorrichtung ein viertes Querschnittsprofil und eine vierte Querschnittsfläche aufweist, wobei das zweite Querschnittsprofil und/oder die zweite Querschnittsfläche dem vierten Querschnittsprofil und/oder der vierten Querschnittsfläche gleichen.

31. Massenspektrometer nach Anspruch 30, wobei die ionenoptische Vorrichtung eine Vorrichtung aufweist, die aus der Gruppe ausgewählt ist, welche umfaßt: (i) eine Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) mit einem kreisförmigen Querschnittsprofil, (ii) einen Quadrupol-Massenfilter/Analysator mit einem kreisförmigen Querschnittsprofil, (iii) einen Querbeschleunigungs-Flugzeit-Massenanalysator mit einem quadratischen oder rechteckigen Querschnittsprofil, (iv) einen Magnetsektoranalysator mit einem rechteckigen Querschnittsprofil, (v) einen Fourier-Transformations-Ionenzyklotronresonanz-Massenanalysator ("FTICR-Massenanalysator") mit einem kreisförmigen Querschnittsprofil, (vi) eine zweidimensionale (lineare) Quadrupol-Ionenfalle mit einem kreisförmigen Querschnittsprofil und (vii) eine dreidimensionale (Paul-) Quadrupol-Ionenfalle mit einem kreisförmigen Querschnittsprofil.

32. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 27 bis 31, wobei ein Ionenführungsbereich (**5**) zwischen dem Eingang und dem Ausgang (i) seine Größe und/oder seine Form entlang dem Ionenführungsbereich (**5**) ändert oder (ii) eine Breite und/oder eine Höhe aufweist, deren Größe zunehmend abnimmt.

33. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 27 bis 32, wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) weiter einen zweiten Eingang zum Empfangen von Ionen und/oder einen zweiten Ausgang, über den Ionen aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austreten, aufweist, wobei der zweite Eingang ein fünftes Querschnittsprofil und eine fünfte Querschnittsfläche aufweist und der zweite Ausgang ein sechstes Querschnittsprofil und eine sechste Querschnittsfläche aufweist, wobei das fünfte Querschnittsprofil von dem sechsten Querschnittsprofil verschieden ist und/oder die fünfte Querschnittsfläche von der sechsten Querschnittsfläche verschieden ist.

34. Massenspektrometer nach Anspruch 33, wobei das erste Querschnittsprofil und die erste Querschnittsfläche und/oder das zweite Querschnittsprofil und die zweite Querschnittsfläche und/oder das fünfte Querschnittsprofil und die fünfte Querschnittsfläche und/oder das sechste Querschnittsprofil und die sechste Querschnittsfläche verschieden sind.

35. Massenspektrometer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei wenigstens 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % oder 95 % der Platten in einer ersten Ebene angeordnet sind und die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) in der ersten Ebene gekrümmt ist.

36. Massenspektrometer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei wenigstens 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % oder 95 % der Platten an einem Eingang der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) in einer ersten Ebene angeordnet sind und die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) in einer zweiten Ebene orthogonal zur ersten Ebene gekrümmt ist.

37. Massenspektrometer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei wenigstens 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % oder 95 % der Platten den gleichen Abstand aufweisen.

38. Massenspektrometer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Plattenelektroden eine Dicke aufweisen, die aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) kleiner oder gleich 5 mm, (ii) kleiner oder gleich 4,5 mm, (iii) kleiner oder gleich 4 mm, (iv) kleiner oder gleich 3,5 mm, (v) kleiner oder gleich 3 mm, (vi) kleiner oder gleich 2,5 mm, (vii) kleiner oder gleich 2 mm, (viii) kleiner oder gleich 1,5 mm, (ix) kleiner oder gleich 1 mm, (x) kleiner oder gleich 0,8 mm, (xi) kleiner oder gleich 0,6 mm, (xii) kleiner oder gleich 0,4 mm, (xiii) kleiner oder gleich 0,2 mm, (xiv) kleiner oder gleich 0,1 mm und (xv) kleiner oder gleich 0,25 mm.

39. Massenspektrometer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Plattenelektroden einen Abstand aufweisen, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) kleiner oder gleich 5 mm, (ii) kleiner oder gleich 4,5 mm, (iii) kleiner oder gleich 4 mm, (iv) kleiner oder gleich 3,5 mm, (v) kleiner oder gleich 3 mm, (vi) kleiner oder gleich 2,5 mm, (vii) kleiner oder gleich 2 mm, (viii) kleiner oder gleich 1,5 mm, (ix) kleiner oder gleich 1 mm, (x) kleiner oder gleich 0,8 mm, (xi) kleiner oder gleich 0,6 mm, (xii) kleiner oder gleich 0,4 mm, (xiii) kleiner oder gleich 0,2 mm, (xiv) kleiner oder gleich 0,1 mm und (xv) kleiner oder gleich 0,25 mm.

40. Massenspektrometer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Wechsel- oder HF-Spannungsquelle vorgesehen ist, die an die Plattenelektroden (2) angeschlossen ist.

41. Massenspektrometer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Ionenführung (1a, 1b, 1c) weiter eine erste äußere Plattenelektrode (3), die auf einer ersten Seite der Ionenführung (1a, 1b, 1c) angeordnet ist, und eine zweite äußere Plattenelektrode (4), die auf einer zweiten Seite der Ionenführung (1a, 1b, 1c) angeordnet ist, aufweist.

42. Massenspektrometer nach Anspruch 41, wobei eine Gleichspannungsquelle vorgesehen ist, die die erste äußere Plattenelektrode (3) und/oder die zweite äußere Plattenelektrode (4) auf eine Gleich-Vorspannung in bezug auf eine mittlere Spannung der Plattenelektroden, an die eine Wechsel- oder HF-Spannung angelegt ist, vorspannt.

43. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 41 oder 42, welches weiter eine Ionen- und/oder Gas- und/oder Laserstrahlöffnung aufweist, die in der ersten äußeren Plattenelektrode angeordnet ist.

44. Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 41 bis 43, welches weiter eine Ionen- und/oder Gas- und/oder Laseröffnung aufweist, die in der zweiten äußeren Plattenelektrode angeordnet ist.

45. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 10, 11 oder 12, wobei in einem Betriebsmodus die erste Ionenführung (1a, 1b, 1c) und die zweite Ionenführung (1a, 1b, 1c) auf verschiedenen Gleichspannungspotentialen gehalten werden, so daß aus der ersten Ionenführung (1a, 1b, 1c) austretende Ionen in die zweite Ionenführung (1a, 1b, 1c) gedrängt werden.

46. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 11 oder 12, wobei in einem Betriebsmodus die zweite Ionenführung (1a, 1b, 1c) und die dritte Ionenführung (1a, 1b, 1c) auf verschiedenen Gleichspannungspotentialen gehalten werden, so daß aus der zweiten Ionenführung (1a, 1b, 1c) austretende Ionen in die dritte Ionenführung (1a, 1b, 1c) gedrängt werden.

47. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 12, wobei in einem Betriebsmodus die dritte Ionenführung (1a, 1b, 1c) und die vierte Ionenführung (1a, 1b, 1c) auf verschiedenen Gleichspannungspotentialen gehalten werden, so daß aus der dritten Ionenführung (1a, 1b, 1c) austretende Ionen in die vierte Ionenführung (1a, 1b, 1c) gedrängt werden.

48. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 10, 11 oder 12, wobei in einem Betriebsmodus die zweite Ionenführung (1a, 1b, 1c) auf einem von demjenigen der ersten Ionenführung (1a, 1b, 1c) verschiedenen Gleichspannungspotential gehalten wird, so daß Ionen in der ersten Ionenführung (1a, 1b, 1c) eingefangen werden.

49. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 11 oder 12, wobei in einem Betriebsmodus die dritte Ionenführung (1a, 1b, 1c) auf einem von demjenigen der zweiten Ionenführung (1a, 1b, 1c) verschiedenen Gleichspannungspotential gehalten wird, so daß Ionen in der zweiten Ionenführung (1a, 1b, 1c) eingefangen werden.

50. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 12, wobei in einem Betriebsmodus die vierte Ionenführung (1a, 1b, 1c) auf einem von demjenigen der dritten Ionenführung (1a, 1b, 1c) verschiedenen Gleichspannungspotential gehalten wird, so daß Ionen in der dritten Ionenführung (1a, 1b, 1c) eingefangen werden.

51. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 13, wobei in einem ersten Betriebsmodus der Ionenspeicherbereich (10) Ionen durch eine einzige Öffnung empfängt und in einem zweiten Betriebsmodus Ionen aus dem Ionenspeicherbereich (10) durch die einzige Öffnung austreten.

52. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 14 bis 21, wobei bei der Verwendung ein in die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) eintretender Ionenstrahl in zwei oder mehr Strahlen aufgeteilt wird, wobei der erste Strahl über einen ersten Ausgang aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austritt und der zweite Strahl über einen zweiten Ausgang aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austritt.

53. Verfahren nach Anspruch 52, wobei bei der Verwendung die in einen Eingang der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) eintretenden Ionen durch eine oder mehrere Elektroden, die neben dem Eingang angeordnet sind, eine oder mehrere Elektroden, die innerhalb der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) angeordnet sind, oder eine oder mehrere Elektroden, die neben einem Ausgang der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) angeordnet sind, in zwei oder mehr Strahlen aufgeteilt werden.

54. Verfahren nach einem der Ansprüche 52 oder 53, wobei wenigstens ein Teil eines in die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) eintretenden Ionenstrahls zu oder zwischen einem von mehreren Ausgängen umschaltbar ist.

55. Verfahren nach Anspruch 54, wobei bei der Verwendung die in einen Eingang der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) eintretenden Ionen durch entweder eine oder mehrere Elektroden, die neben dem Eingang angeordnet sind, oder eine oder mehrere Elektroden, die innerhalb der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) angeordnet sind, oder eine oder mehrere Elektroden, die neben einem Ausgang der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) angeordnet sind, zu oder zwischen einem von mehreren Ausgängen umschaltbar sind.

56. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 1, wobei in einem ersten Betriebsmodus ein Ionenstrahl über eine erste Öffnung in die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) eintritt und über eine zweite Öffnung aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austritt und wobei in einem zweiten Betriebsmodus ein Ionenstrahl über die zweite Öffnung in die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) eintritt.

57. Verfahren nach Anspruch 56, wobei in dem zweiten Betriebsmodus der Ionenstrahl über die erste Öffnung aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austritt.

58. Verfahren nach Anspruch 56, wobei in dem zweiten Betriebsmodus der Ionenstrahl über eine von der ersten und der zweiten Öffnung verschiedene dritte Öffnung aus der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) austritt.

59. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 40, wobei benachbarten Plattenelektroden entgegengesetzte Phasen der Wechsel- oder HF-Spannung zugeführt werden.

60. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 44, wobei eine oder mehrere der Plattenelektroden bei der Verwendung auf einem von den anderen Plattenelektroden verschiedenen Gleichspannungspotential gehalten werden, so daß mehrere diskrete Ionenführungsbereiche innerhalb der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) ausgebildet sind.

61. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 44, wobei mehrere der Plattenelektroden auf verschiedenen Gleichspannungspotentialen gehalten werden.

62. Verfahren nach Anspruch 61, wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) einen ersten äußeren Abschnitt, einen zweiten äußeren Abschnitt und einen Zwischenabschnitt zwischen dem ersten und dem zweiten äußeren Abschnitt aufweist und wobei das Gleichspannungspotential, auf dem die Plattenelektroden gehalten werden, in dem ersten und/oder dem zweiten äußeren Abschnitt in bezug auf den Zwischenabschnitt erhöht ist, so daß Ionen zu einem mittleren Bereich der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) zurückgerichtet werden.

63. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 44, wobei eines oder mehrere transiente Gleichspannungspotentiale oder eine oder mehrere Gleichspannungspotential-Wellenformen an die Plattenelektroden angelegt sind.

64. Verfahren nach Anspruch 63, wobei das eine oder die mehreren transienten Gleichspannungspotentiale oder die eine oder die mehreren Gleichspannungspotential-Wellenformen Ionen von einem Bereich der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) in einen anderen Bereich der Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) drängen.

65. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 44, wobei die Ionenführung (**1a**, **1b**, **1c**) bei der Verwendung auf einem Druck gehalten wird, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) größer oder gleich 0,0001 mbar, (ii) größer oder gleich 0,0005 mbar, (iii)

größer oder gleich 0,001 mbar, (iv) größer oder gleich 0,005 mbar, (v) größer oder gleich 0,01 mbar, (vi) größer oder gleich 0,05 mbar, (vii) größer oder gleich 0,1 mbar, (viii) größer oder gleich 0,5 mbar, (ix) größer oder gleich 1 mbar, (x) größer oder gleich 5 mbar und (xi) größer oder gleich 10 mbar.

66. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 44, wobei die Ionenführung (**1a, 1b, 1c**) bei der Verwendung auf einem Druck gehalten wird, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) kleiner oder gleich 10 mbar, (ii) kleiner oder gleich 5 mbar, (iii) kleiner oder gleich 1 mbar, (iv) kleiner oder gleich 0,5 mbar, (v) kleiner oder gleich 0,1 mbar, (vi) kleiner oder gleich 0,05 mbar, (vii) kleiner oder gleich 0,01 mbar, (viii) kleiner oder gleich 0,005 mbar, (ix) kleiner oder gleich 0,001 mbar, (x) kleiner oder gleich 0,0005 mbar und (xi) kleiner oder gleich 0,0001 mbar.

67. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 44, wobei die Ionenführung (**1a, 1b, 1c**) bei der Verwendung auf einem Druck gehalten wird, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) zwischen 0,0001 und 10 mbar, (ii) zwischen 0,0001 und 1 mbar, (iii) zwischen 0,0001 und 0,1 mbar, (iv) zwischen 0,0001 und 0,01 mbar, (v) zwischen 0,0001 und 0,001 mbar, (vi) zwischen 0,001 und 10 mbar, (vii) zwischen 0,001 und 1 mbar, (viii) zwischen 0,001 und 0,1 mbar, (ix) zwischen 0,001 und 0,01 mbar, (x) zwischen 0,01 und 10 mbar, (xi) zwischen 0,01 und 1 mbar, (xii) zwischen 0,01 und 0,1 mbar, (xiii) zwischen 0,1 und 10 mbar, (xiv) zwischen 0,1 und 1 mbar und (xv) zwischen 1 und 10 mbar.

68. Verfahren nach Anspruch 59 oder zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 40, wobei die Ionenführung (**1a, 1b, 1c**) bei der Verwendung auf einem Druck gehalten wird, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) größer oder gleich 1×10^{-7} mbar, (ii) größer oder gleich 5×10^{-7} mbar, (iii) größer oder gleich 1×10^{-6} mbar, (iv) größer oder gleich 5×10^{-6} mbar, (v) größer oder gleich 1×10^{-5} mbar und (vi) größer oder gleich 5×10^{-5} mbar.

69. Verfahren nach Anspruch 59 oder zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 40, wobei die Ionenführung (**1a, 1b, 1c**) bei der Verwendung auf einem Druck gehalten wird, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) kleiner oder gleich 1×10^{-4} mbar, (ii) kleiner oder gleich 5×10^{-5} mbar, (iii) kleiner oder gleich 1×10^{-5} mbar, (iv) kleiner oder gleich 5×10^{-6} mbar, (v) kleiner oder gleich 1×10^{-6} mbar, (vi) kleiner oder gleich 5×10^{-7} mbar und (vii) kleiner oder gleich 1×10^{-7} mbar.

70. Verfahren nach Anspruch 59 oder zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 40, wobei die Ionenführung (**1a, 1b, 1c**) bei der Verwendung auf einem Druck gehalten wird, der aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: (i) zwischen 1×10^{-7} und 1×10^{-4} mbar, (ii) zwischen 1×10^{-7} und 5×10^{-5} mbar, (iii) zwischen 1×10^{-7} und 1×10^{-5} mbar, (iv) zwischen 1×10^{-7} und 5×10^{-6} mbar, (v) zwischen 1×10^{-7} und 1×10^{-6} mbar, (vi) zwischen 1×10^{-7} und 5×10^{-7} mbar, (vii) zwischen 5×10^{-7} und 1×10^{-4} mbar, (viii) zwischen 5×10^{-7} und 5×10^{-5} mbar, (ix) zwischen 5×10^{-7} und 1×10^{-5} mbar, (x) zwischen 5×10^{-7} und 5×10^{-6} mbar, (xi) zwischen 5×10^{-7} und 1×10^{-6} mbar, (xii) zwischen 1×10^{-6} und 1×10^{-4} mbar, (xiii) zwischen 1×10^{-6} und 5×10^{-5} mbar, (xiv) zwischen 1×10^{-6} und 1×10^{-5} mbar, (xv) zwischen 1×10^{-6} und 5×10^{-6} mbar, (xvi) zwischen 5×10^{-6} und 1×10^{-4} mbar, (xvii) zwischen 5×10^{-6} und 5×10^{-5} mbar, (xviii) zwischen 5×10^{-6} und 1×10^{-5} mbar, (xix) zwischen 1×10^{-5} und 1×10^{-4} mbar, (xx) zwischen 1×10^{-5} und 5×10^{-5} mbar und (xxi) zwischen 5×10^{-5} und 1×10^{-4} mbar.

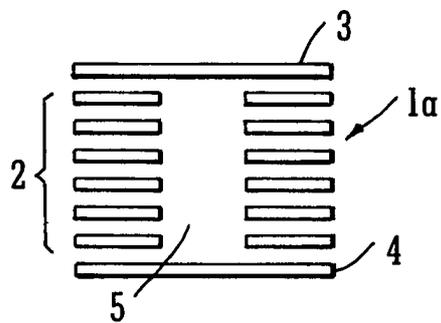
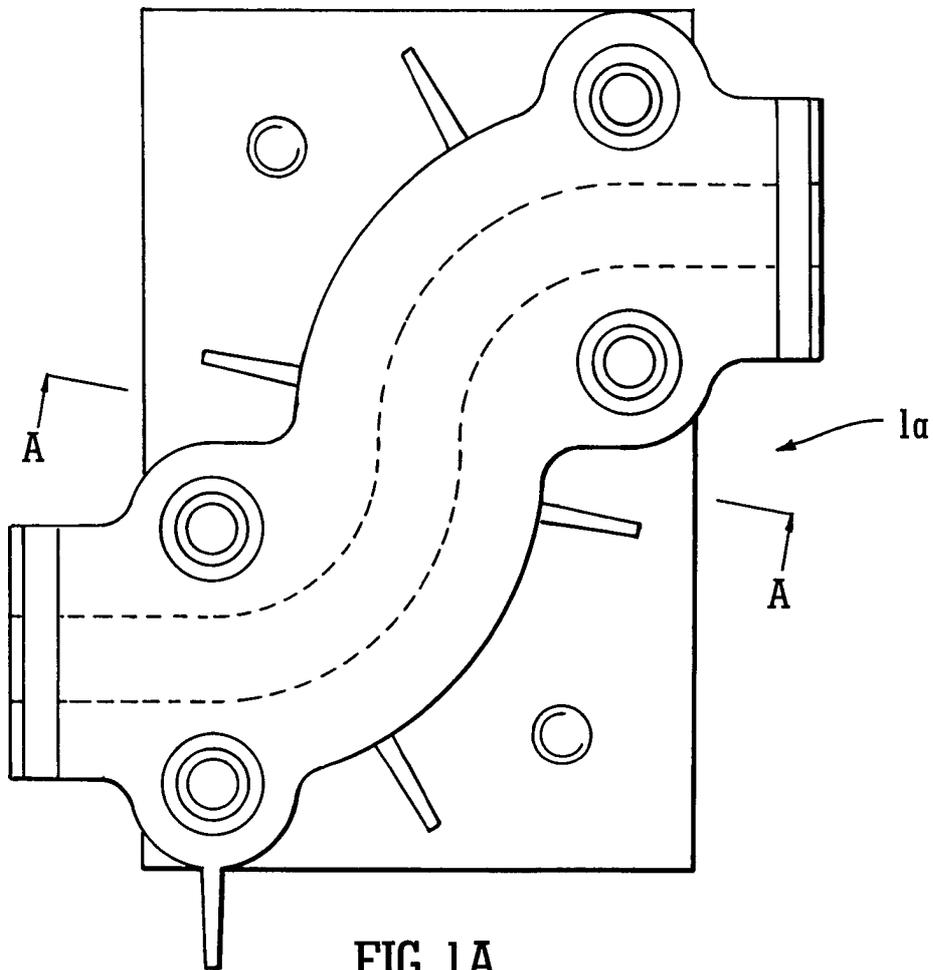
71. sVerfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 41, wobei an die erste äußere Plattenelektrode und/oder die zweite äußere Plattenelektrode eine reine Gleichspannung angelegt ist.

72. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 41, wobei an die erste äußere Plattenelektrode und/oder die zweite äußere Plattenelektrode eine reine Wechsel- oder HF-Spannung angelegt ist.

73. Verfahren zum Betrieb eines Massenspektrometers mit den Merkmalen nach Anspruch 41, wobei an die erste äußere Plattenelektrode und/oder die zweite äußere Plattenelektrode eine Gleichspannung und eine Wechsel- oder HF-Spannung angelegt ist.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



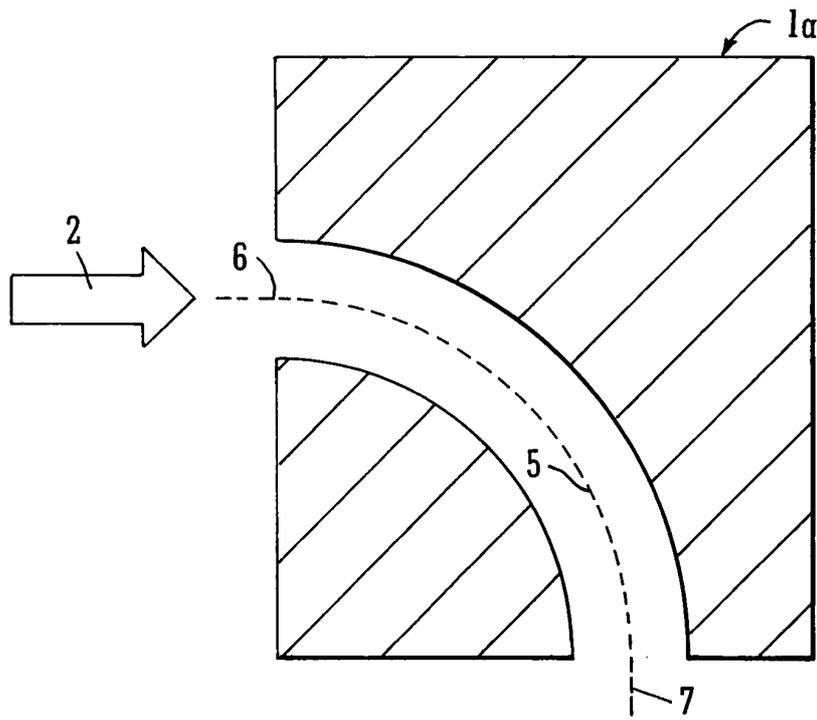


FIG. 2

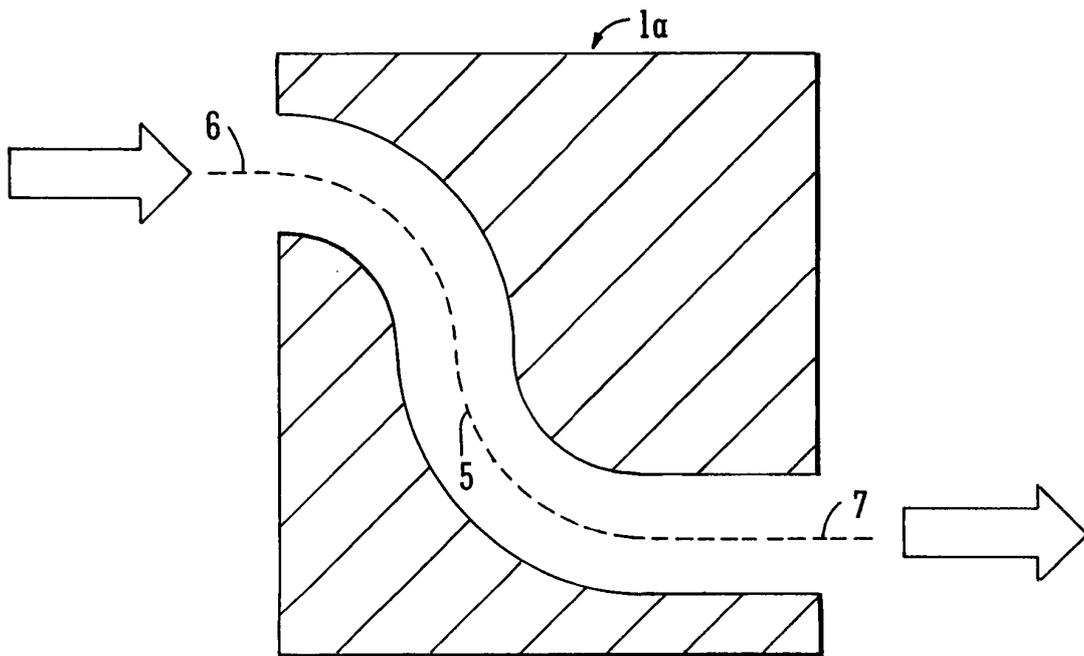
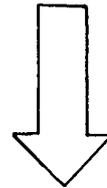
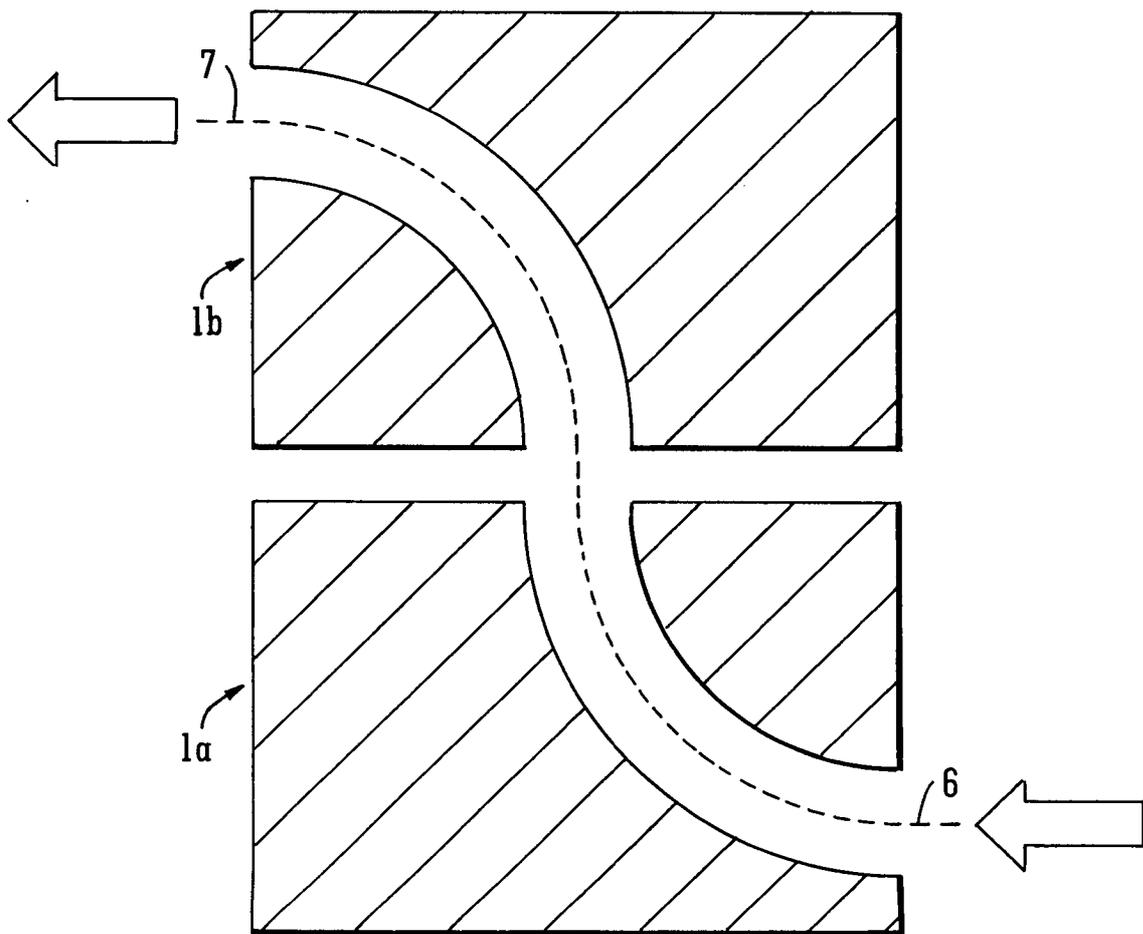
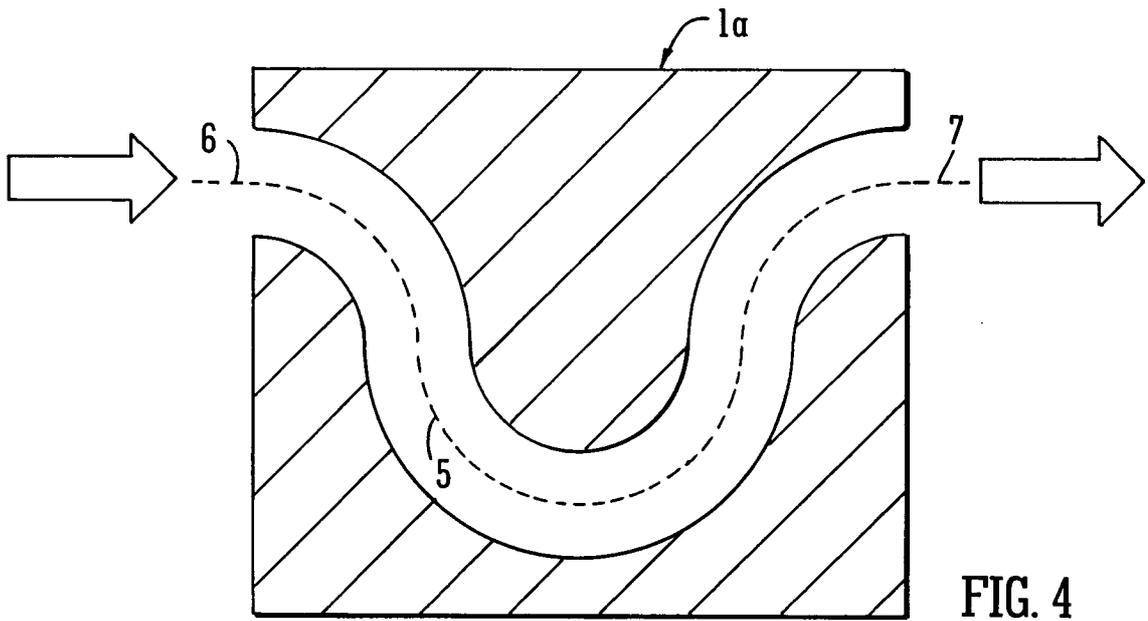


FIG. 3



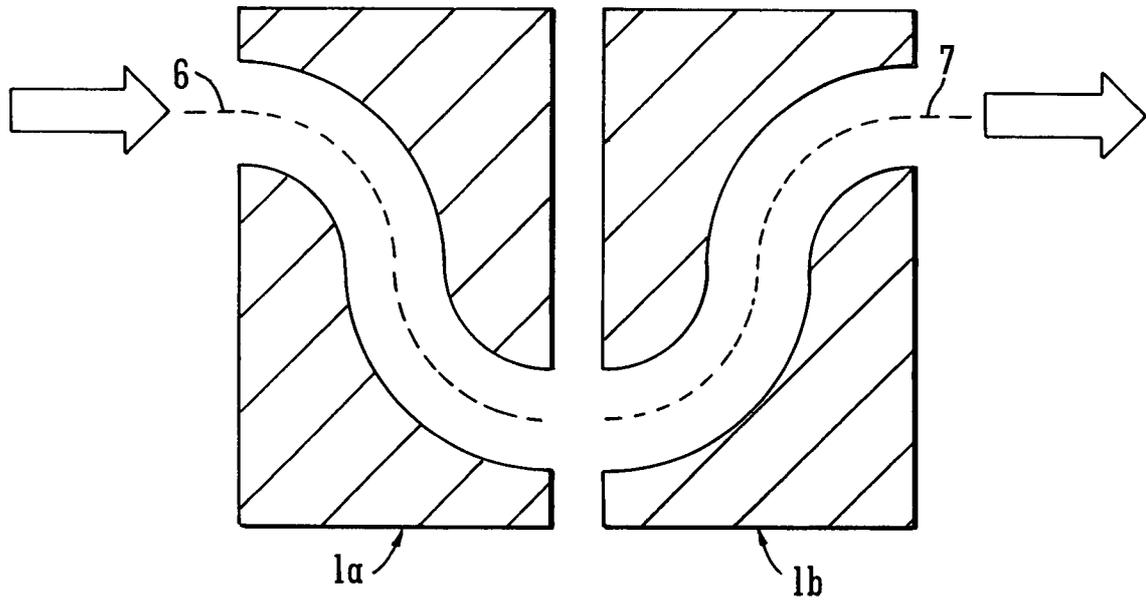


FIG. 6

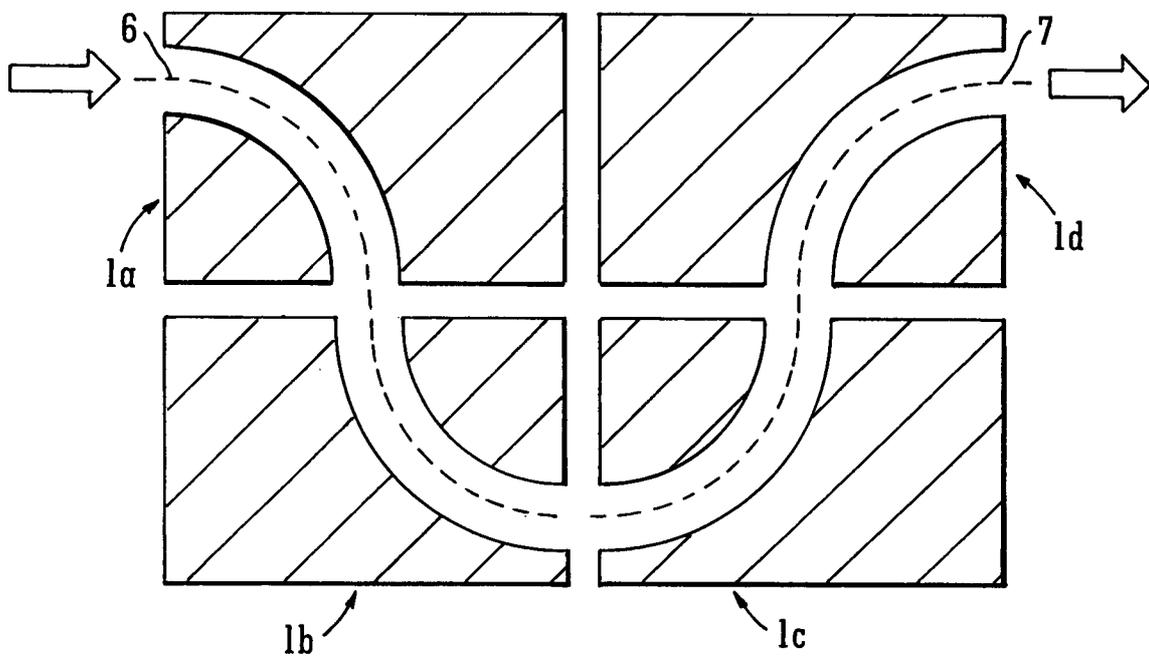
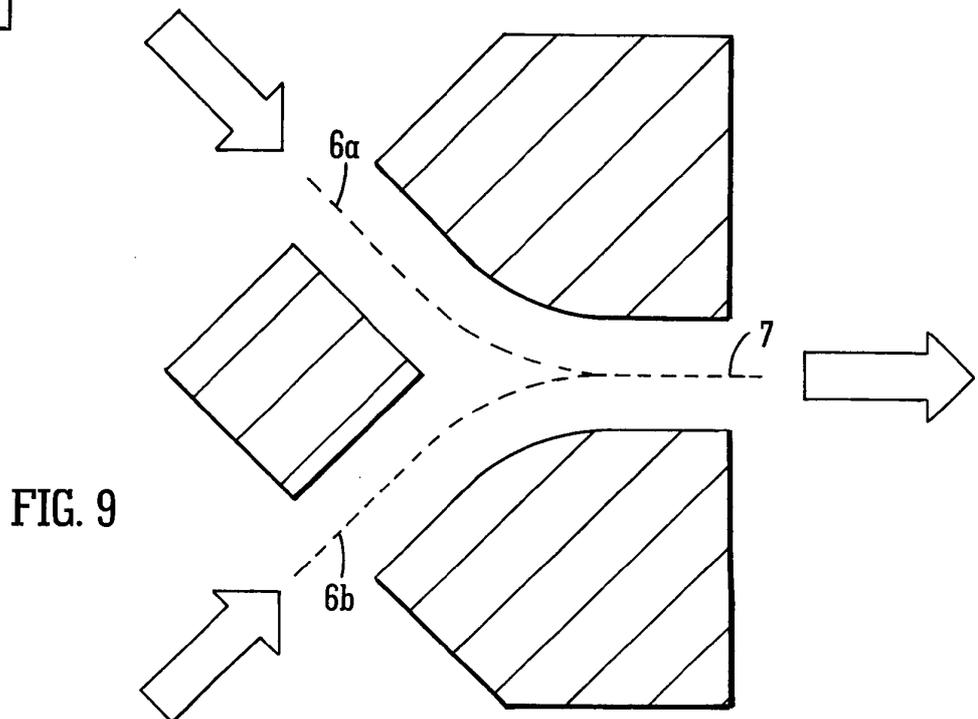
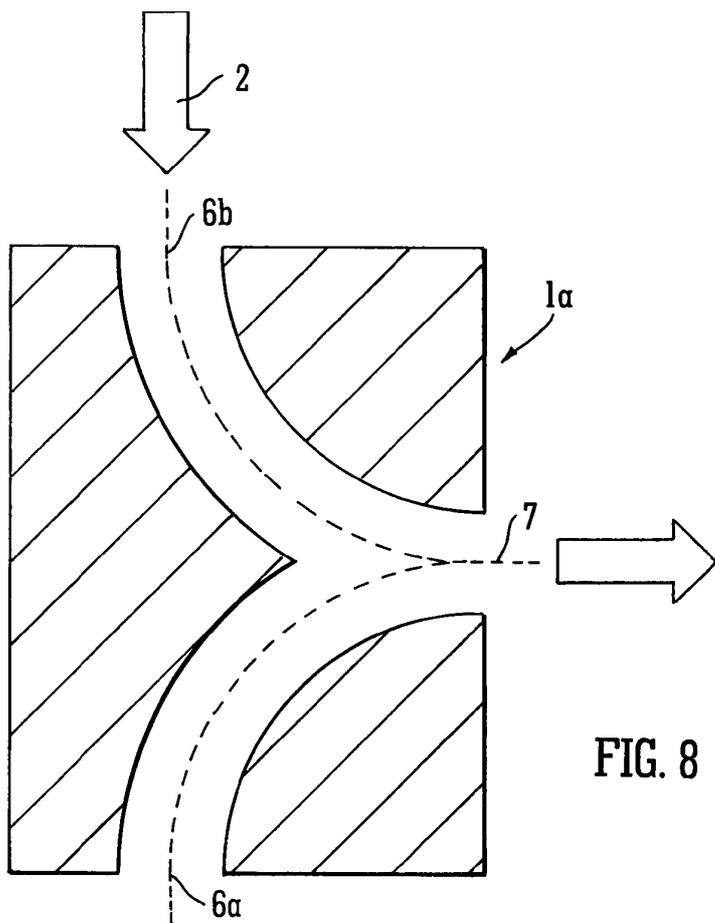


FIG. 7



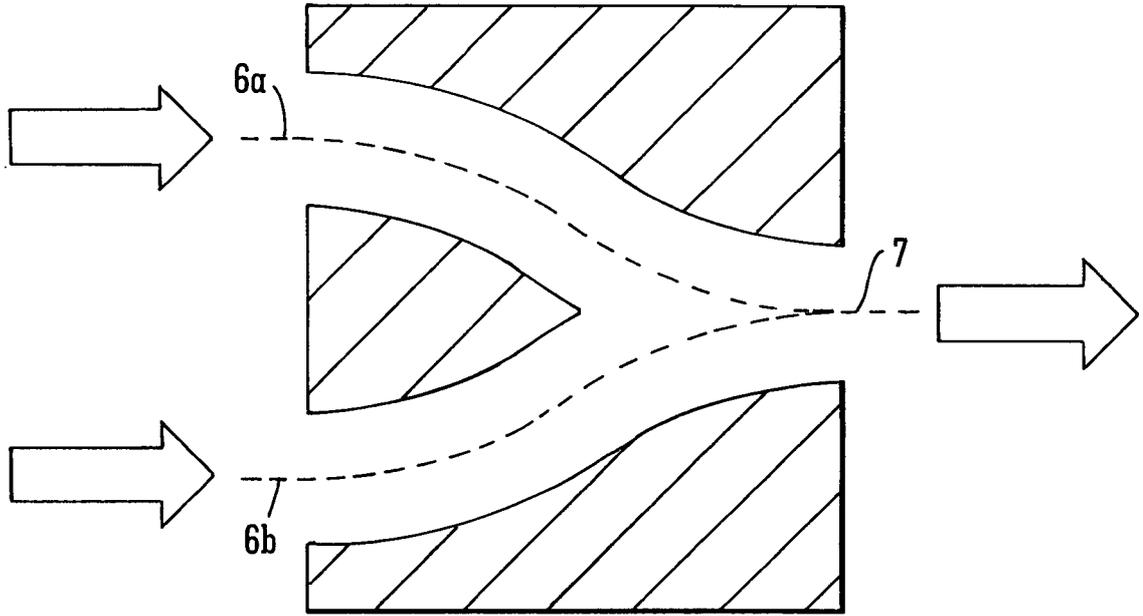


FIG. 10

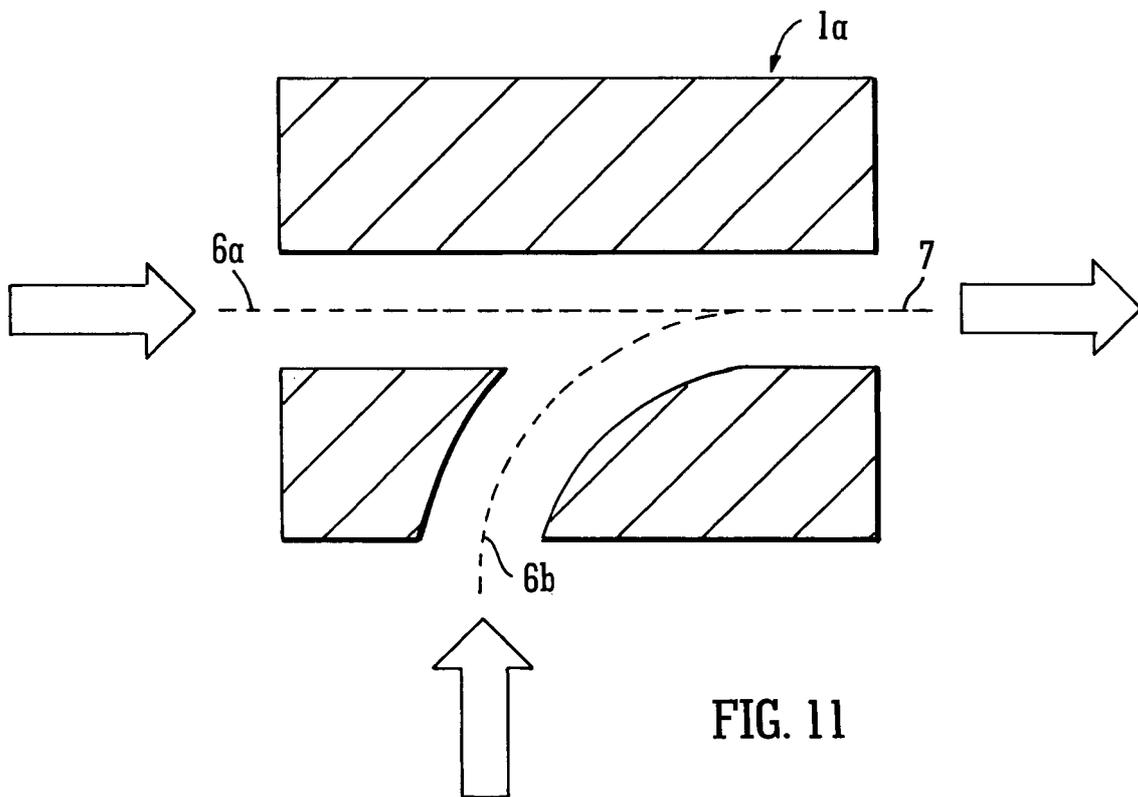


FIG. 11

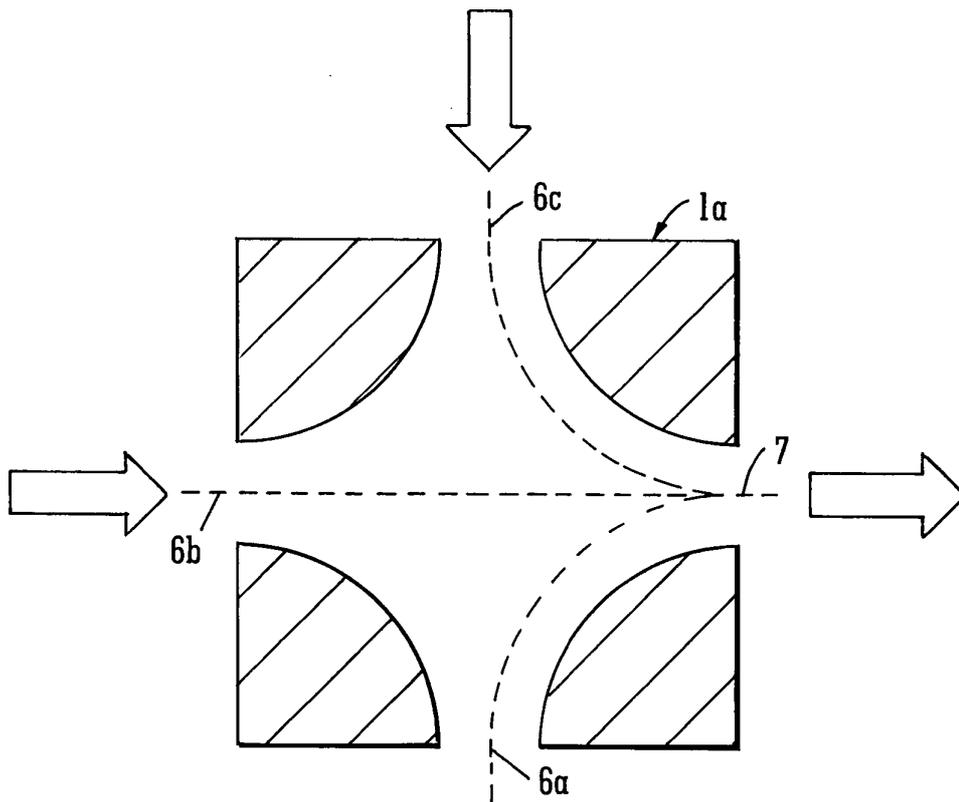


FIG. 12

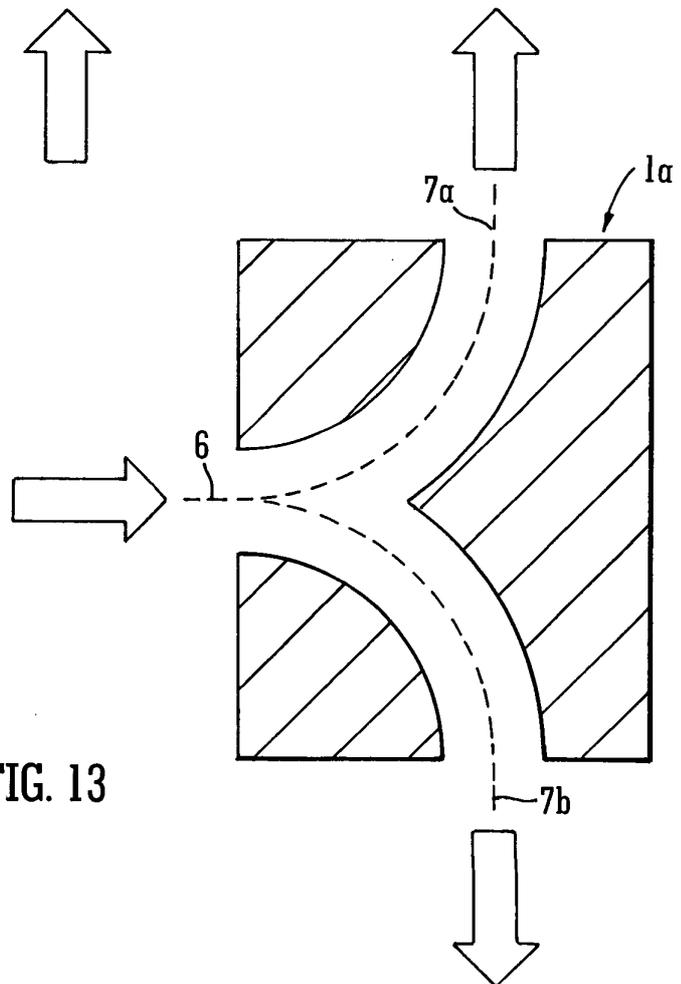


FIG. 13

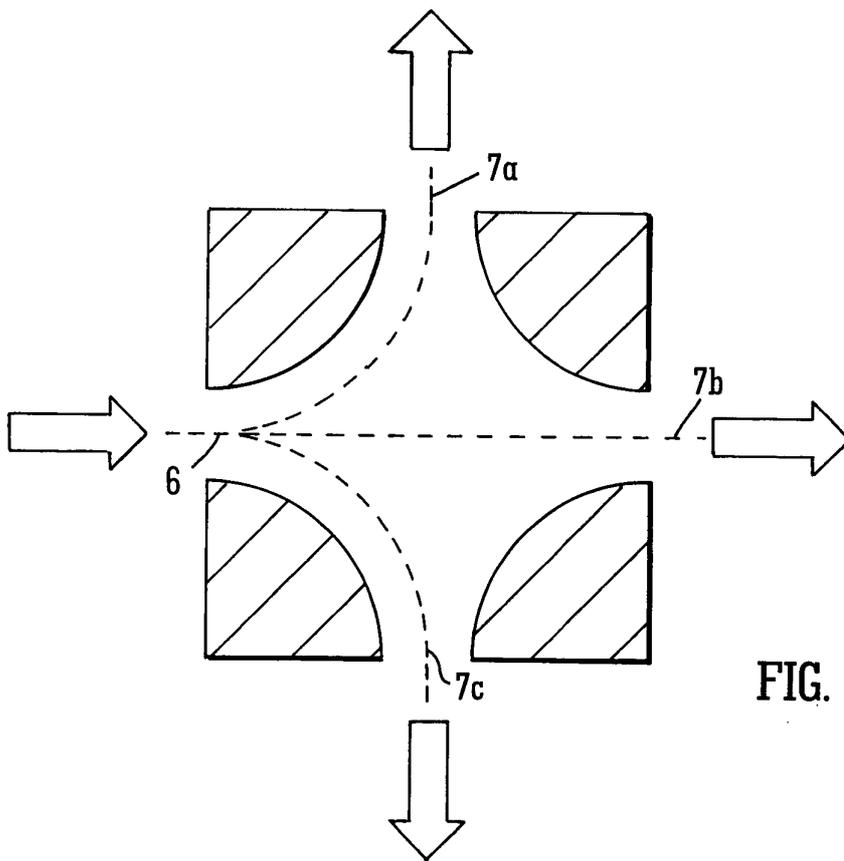


FIG. 14

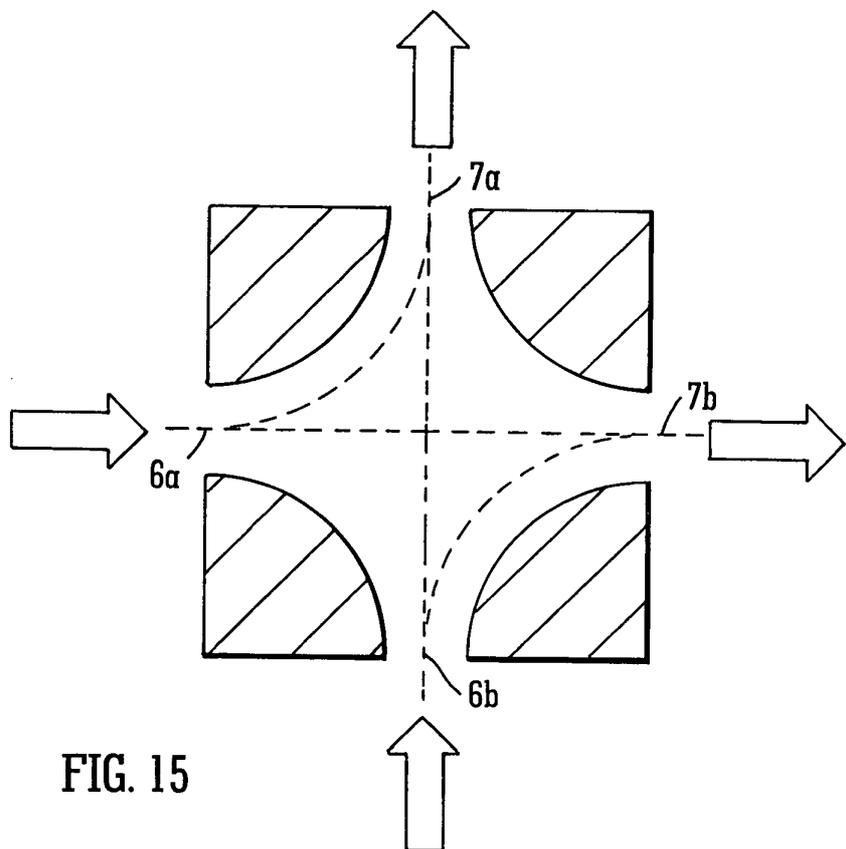


FIG. 15

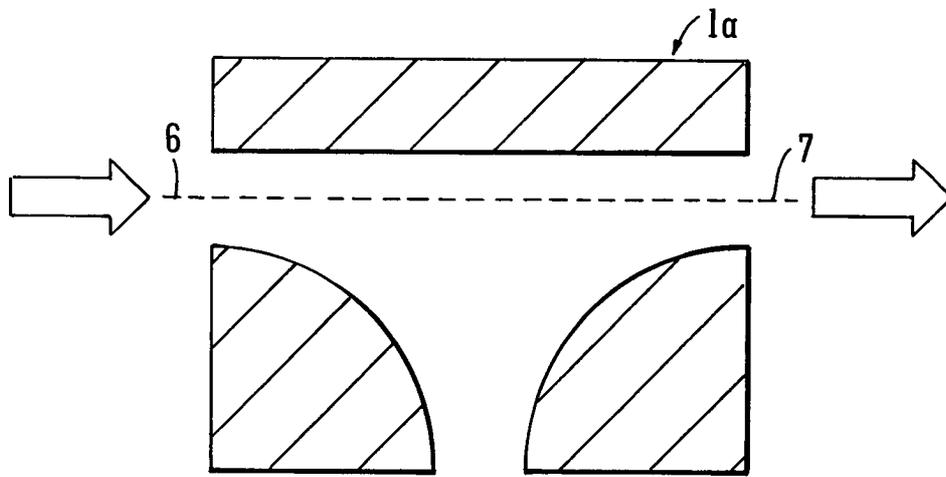


FIG. 16A

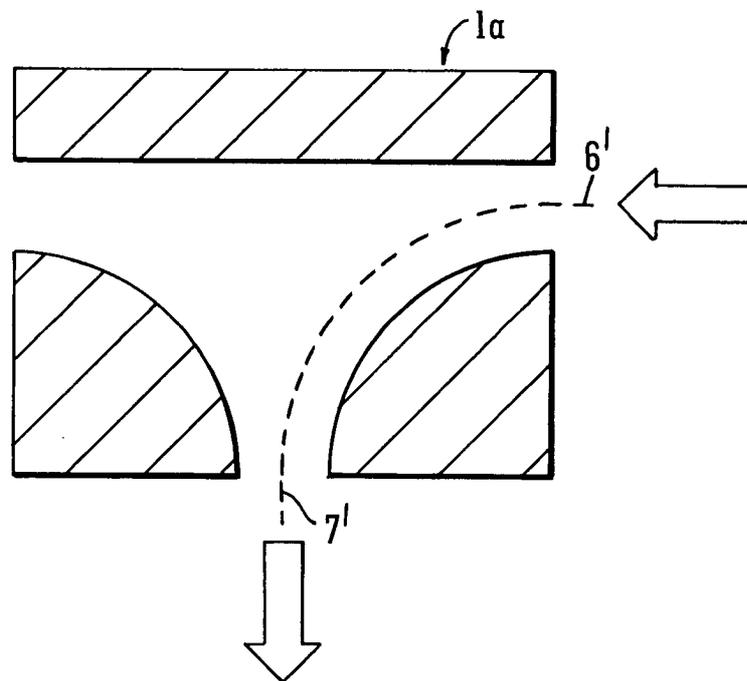


FIG. 16B

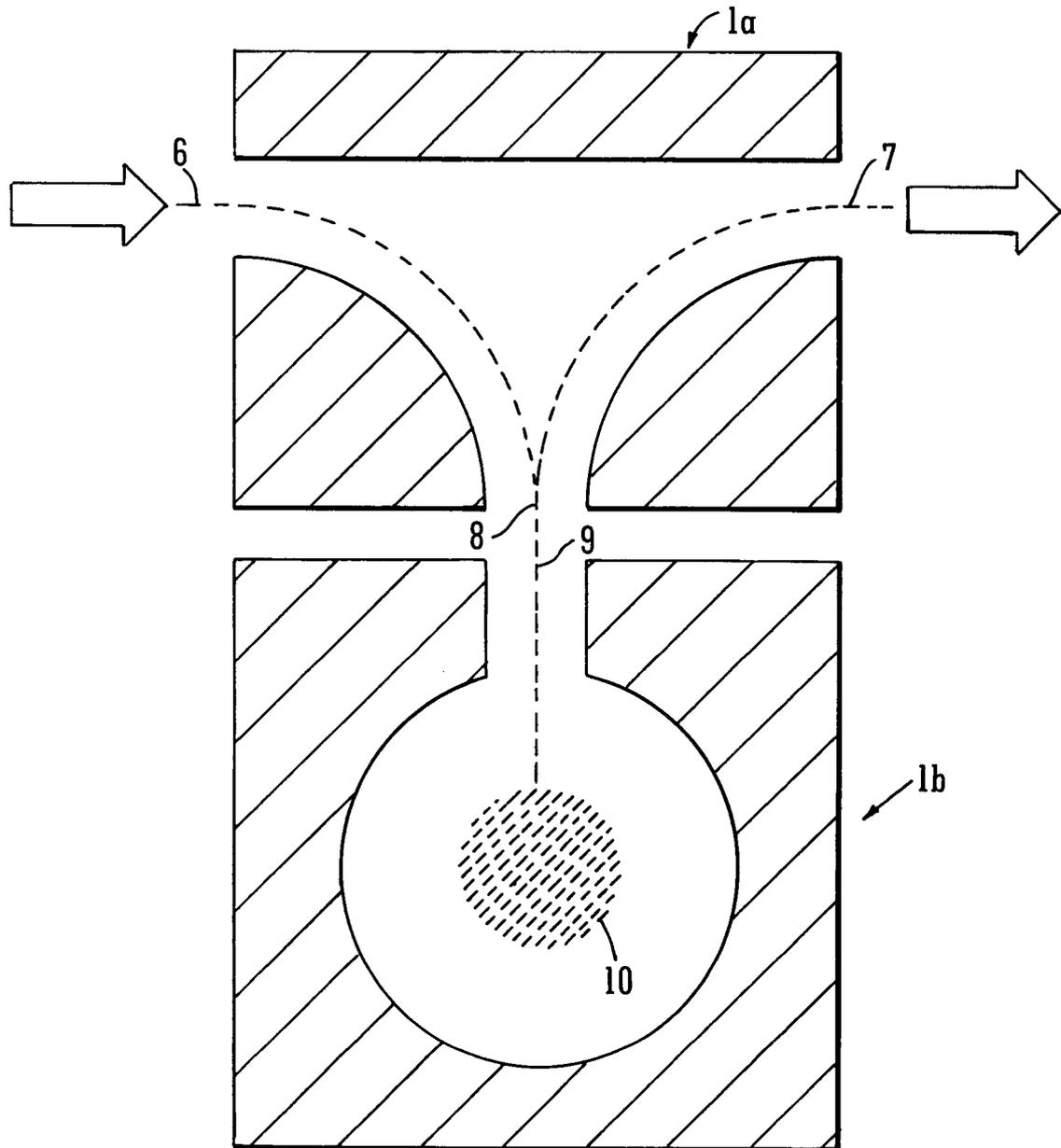


FIG. 17

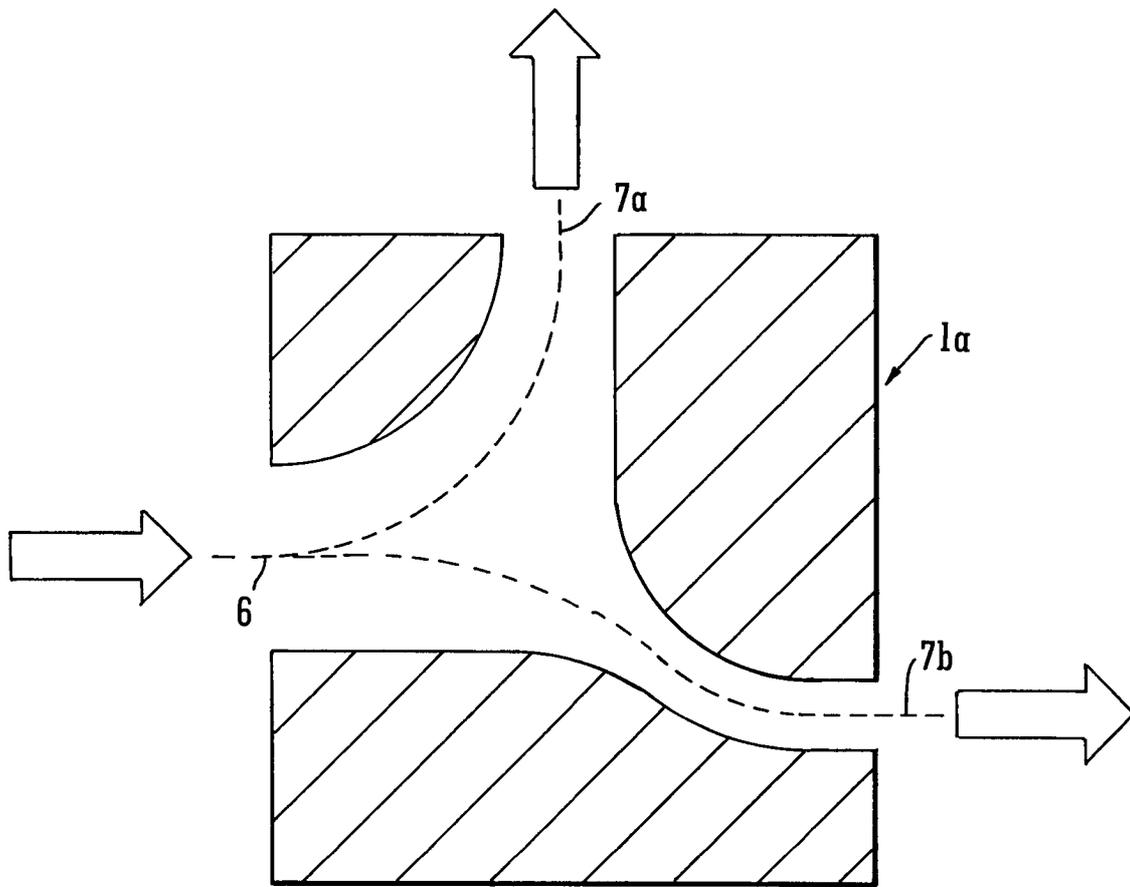


FIG. 18A

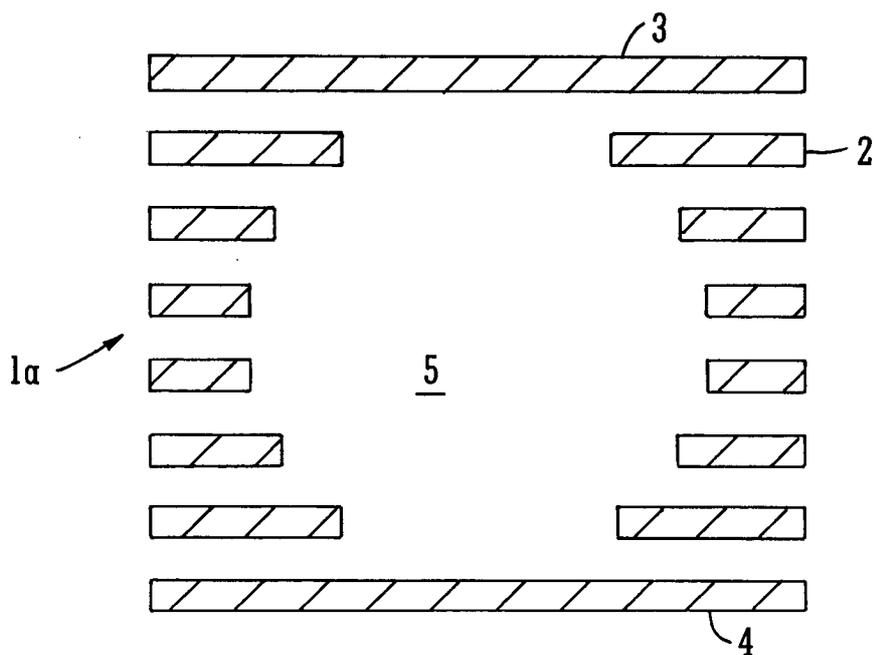


FIG. 18B

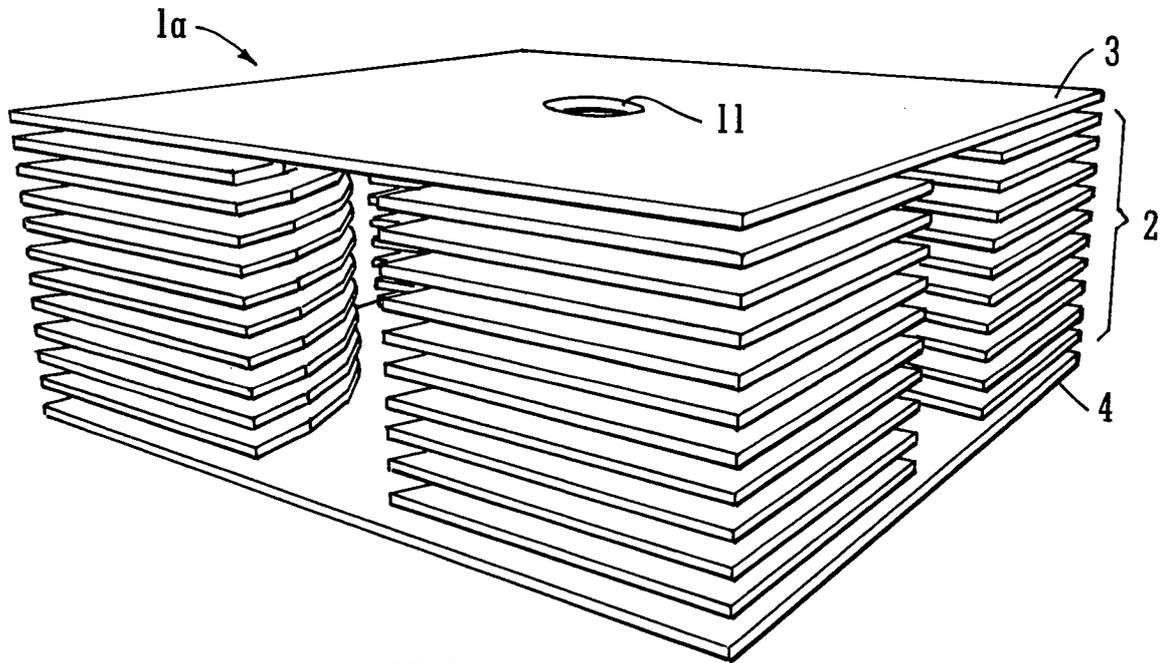


FIG. 19A

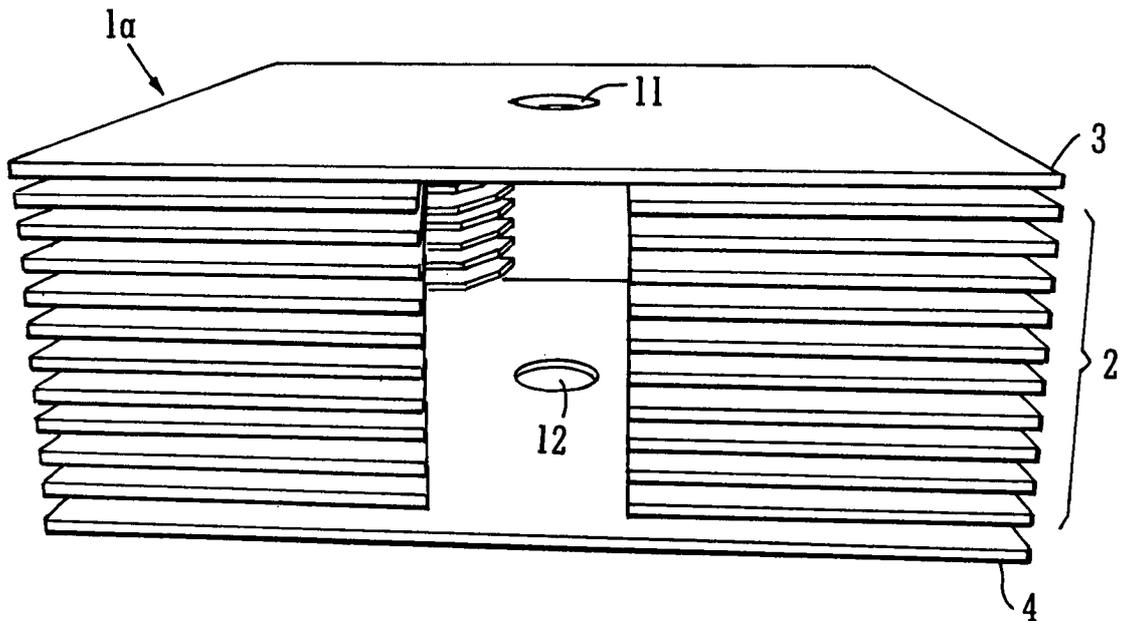


FIG. 19B

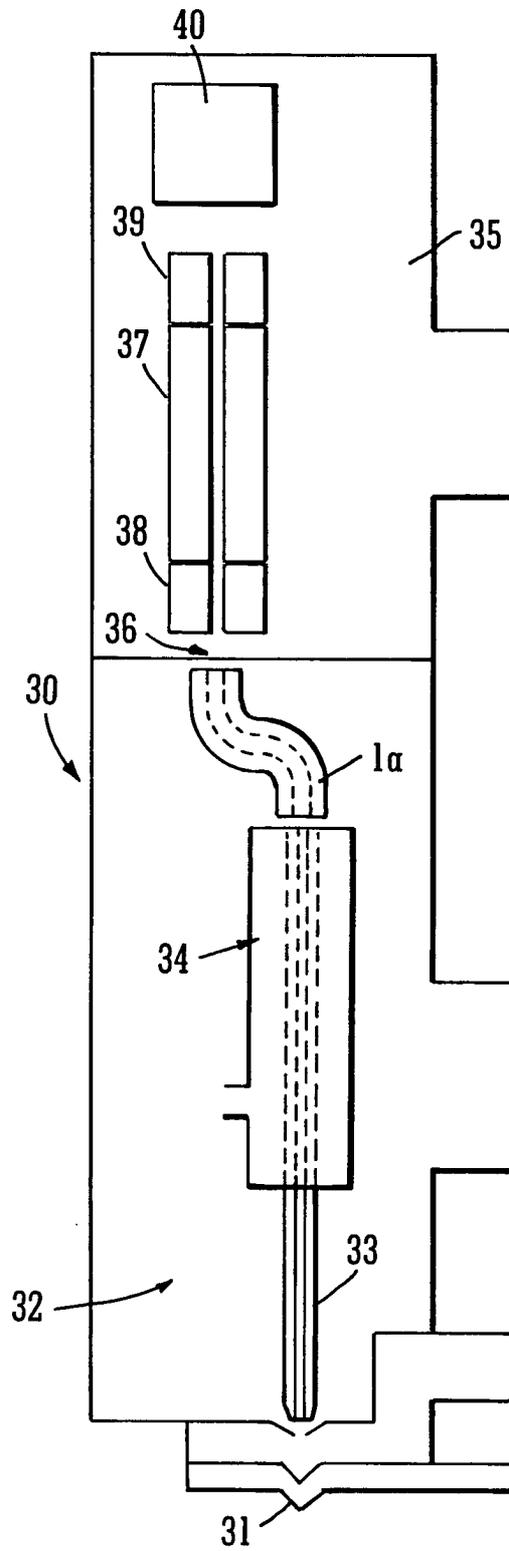


FIG. 20

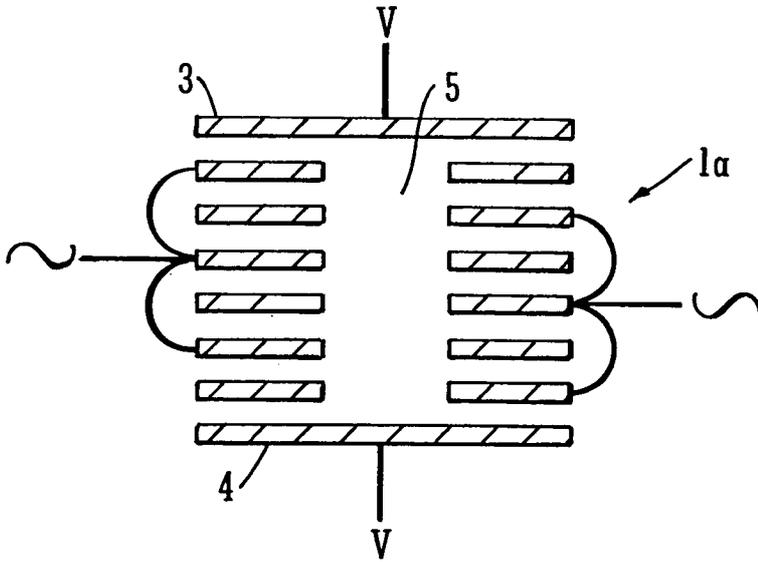


FIG. 21A

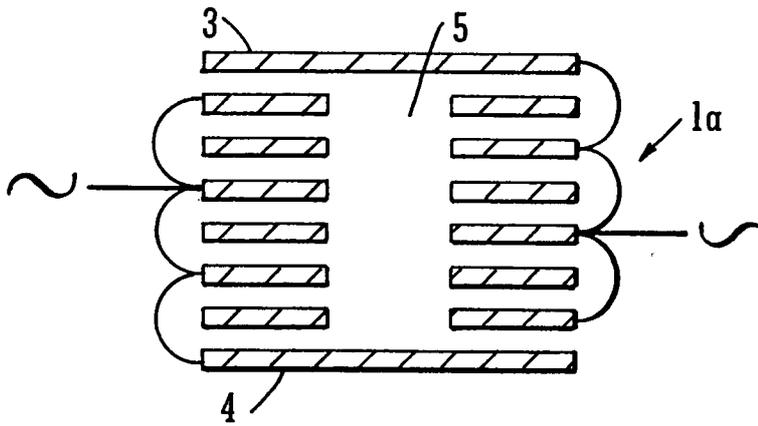


FIG. 21B

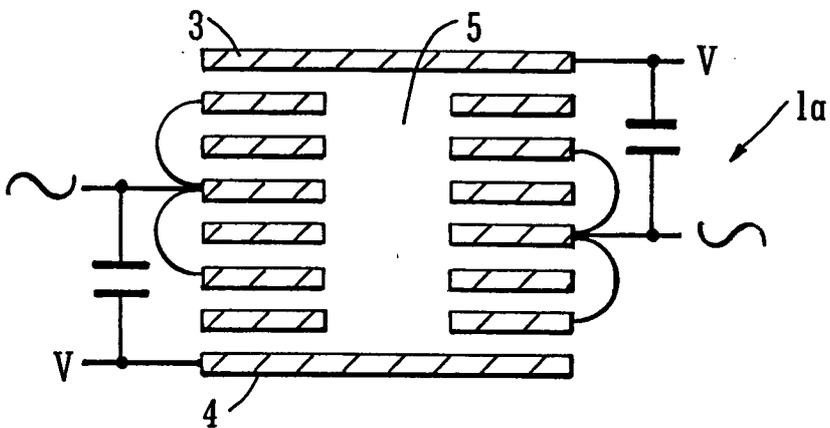


FIG. 21C

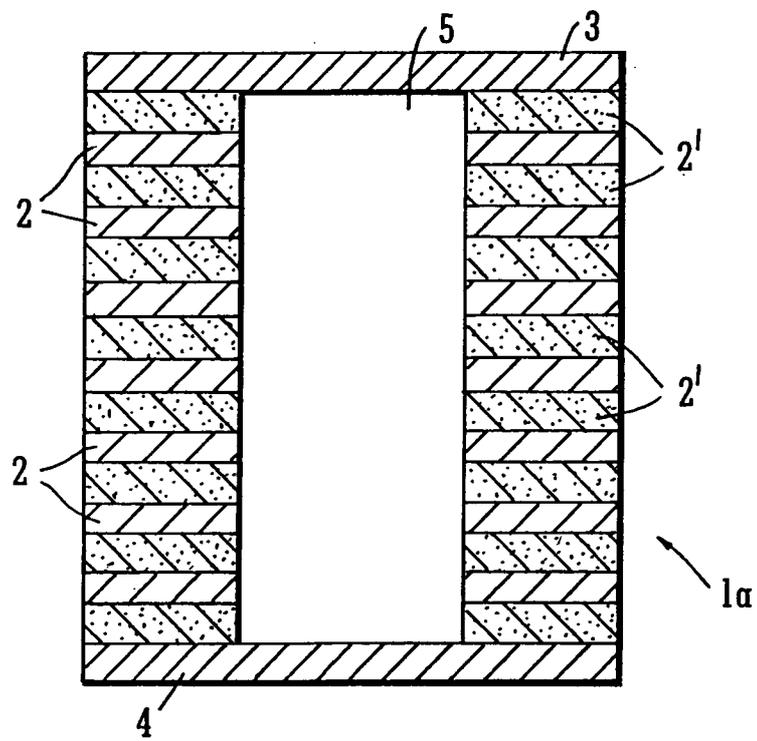


FIG. 22