



(10) **DE 11 2014 003 594 T5** 2016.05.25

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/033663**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 003 594.7**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2014/068272**  
(86) PCT-Anmeldetag: **09.07.2014**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.03.2015**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **25.05.2016**

(51) Int Cl.: **H01J 49/10 (2006.01)**  
**G01N 27/62 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2013-184177 05.09.2013 JP**

(71) Anmelder:  
**Hitachi High-Technologies Corporation, Tokyo, JP**

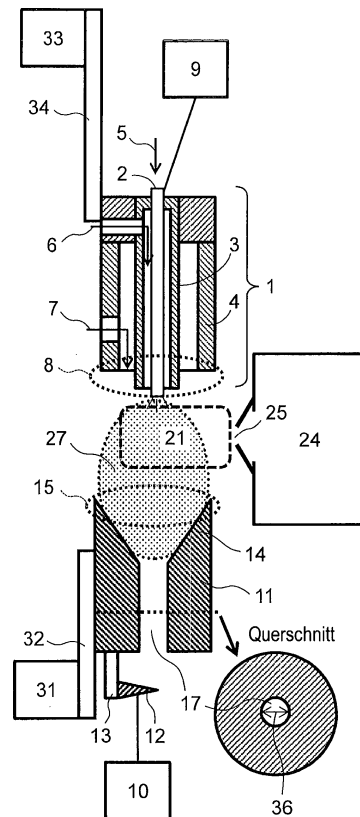
(74) Vertreter:  
**MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann  
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Satake, Hiroyuki, Tokyo, JP; Hirabayashi,  
Yukiko, Tokyo, JP; Hasegawa, Hideki, Tokyo, JP;  
Hashimoto, Yuichiro, Tokyo, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Hybridionenquelle und Massenspektrometervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Um eine Ionenquelle zu schaffen, die einfach mit hoher Empfindlichkeit und in kurzer Zeit umgeschaltet werden kann, enthält die Ionenquelle eine Ionisationssonde 1 zum Sprühen einer Probe, eine Heizkammer 11 zum Erwärmen und Verdampfen der Probe; und Antriebsabschnitte 31 und 33 zum Ändern des Abstands zwischen einem Auslassende (d. h. einem Ende auf der Sprühseite) 8 und der Ionisationssonde und einen Einlassende (d. h. einem Ende auf der Seite der Ionisationssonde) der Heizkammer. Die Positionen der Ionisationssonde und der Heizkammer werden durch die Antriebsabschnitte gesteuert, so dass ein Ionisationsbereich 21, der die Ionisationssonde verwendet, oder ein Ionisationsbereich 22, der die Heizkammer verwendet, nahe dem Ioneneinlassende 25 des Massenspektrometers 24 positioniert ist.



**Beschreibung**

Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Ionenquellenvorrichtung zum Erzeugen von Ionen aus einer Probe und ein Massenspektrometer, das die Ionenquellenvorrichtung verwendet.

Stand der Technik

**[0002]** Ein Massenspektrometer mit Ionisation unter Atmosphärendruck analysiert die Masse von Ionen durch Einleiten von Ionen, die unter Atmosphärendruck erzeugt werden, in ein Vakuumsystem. Unter den Ionisierungsverfahren unter Atmosphärendruck, die weithin verwendet werden, sind Elektrosprühionisation (ESI) und chemische Ionisation unter Atmosphärendruck (APCI).

**[0003]** In ESI strömt eine Probenlösung durch eine Probensprühdüse (d. h. Kapillare), an die Hochspannung angelegt ist, um gesprüht zu werden und geladene Tröpfchen zu bilden, und dann durchlaufen die geladenen Tröpfchen wiederholt Verdampfung und Spaltung, um Ionen zu erzeugen. In ESI wird außerdem ein Verfahren verwendet, das koaxiales Anordnen einer Zerstäubergasdüse um den äußeren Umfang der Probensprühdüse enthält, so dass kleinere geladene Tröpfchen mit dem Blasen des Zerstäubergases gesprüht werden. Wenn die Flüssigkeitsströmungsrates hoch ist, wird insbesondere auch ein Verfahren zum Sprühen einer großen Menge von erwärmtem Gas (d. h. Heizgas), um die Verdampfung und Verdunstung der Tröpfchen zu unterstützen, in Kombination verwendet. ESI ist ein Ionisationsverfahren, das auf eine hochmolekulare Probe mit einem hohen Molekulargewicht, eine hochpolare Probe mit hoher Polarität und dergleichen angewandt werden kann.

**[0004]** APCI ist ein Verfahren zum Ionisieren von Probenmolekülen, die durch Erwärmen und Verdampfen einer Probenlösung erhalten worden sind, unter Verwendung von Koronaentladung. In diesem Verfahren bewegen sich elektrische Ladungen zwischen den Probenmolekülen und den primären Ionen, die durch die Koronaentladung erzeugt werden, so dass die Probenmoleküle ionisiert werden. APCI kann selbst auf eine niedermolekulare Probe mit einem niedrigeren Molekulargewicht wie das in ESI oder mit einer niederpolaren Probe mit niedrigerer Polarität wie der in ESI angewandt werden.

**[0005]** Deshalb ist es notwendig, die Ionisationsverfahren abhängig von den zu analysierenden Proben selektiv zu verwenden. Aus solchen Gründen wird es möglich, den Bereich von Substanzen, die gemessen werden sollen, zu erweitern, falls mehrere Ionisationsverfahren (d. h. ESI und APCI), die auf un-

terschiedlichen Ionisationsprinzipien basieren, unter Verwendung einer einzigen Ionenquelle implementiert sein können.

**[0006]** Patentliteratur 1 beschreibt ein Verfahren zum Umschalten zwischen zwei Ionisationsverfahren, insbesondere ein Verfahren zum Umschalten eines Ionisationsverfahrens von ESI zu APCI oder umgekehrt durch manuelles Umschalten einer Sonde von einer ESI-Sonde zu einer APCI-Sonde oder umgekehrt.

**[0007]** Patentliteratur 2 und Patentliteratur 3 schlagen jeweils ein Verfahren zum Ausführen von ESI und APCI unter Verwendung einer Ionenquelle mit derselben Konfiguration ohne Umschalten einer Sonde und dergleichen vor. Ein elektrostatischer Sprühabschnitt von ESI und eine Nadelelektrode von APCI werden in demselben Raum angeordnet, und ESI-Ionisation und APCI-Ionisation werden gleichzeitig ausgeführt.

**[0008]** Patentliteratur 4 beschreibt eine Konfiguration, in der eine Atomisierungskammer, die in der axialen Richtung einer Ionisationssonde (d. h. Nadel) beweglich ist, bereitgestellt ist, und ein Ionisationsverfahren wird durch Bewegen der Atomisierungskammer zwischen ESI und APCI umgeschaltet. Die Nadel und die Atomisierungskammer werden durch einen Bewegungsmechanismus bewegt, so dass ein Ende der Nadel so angeordnet ist, dass es nach vorne über die Atomisierungskammer hinaus in ESI hervorsticht und innerhalb der Atomisierungskammer in APCI angeordnet ist. Mit diesem Verfahren kann das Ionisationsverfahren einfach in kurzer Zeit umgeschaltet werden.

Entgegenhaltungsliste

Patentliteratur

**[0009]**

Patentliteratur 1: US 6,759,650 B

Patentliteratur 2: JP 4553011 B

Patentliteratur 3: US 7,488,953 B

Patentliteratur 4: JP 236064 B

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

**[0010]** In Patentliteratur 1 braucht das Umschalten eines Ionisationsverfahrens Zeit und beinhaltet komplexe Operationen, da eine Sonde manuell von einer ESI-Ionisationssonde zu einer APCI-Ionisationssonde oder umgekehrt umgeschaltet wird. Zusätzlich, da eine Operation zum Anschalten oder Abschalten eines Heizelements benötigt wird, dauert es mehrere zehn Minuten, um die Temperatur durch Erhöhen oder Erniedrigen der Temperatur zu stabilisieren.

**[0011]** In den in Patentliteratur 2 und Patentliteratur 3 beschriebenen Beispielen werden ESI-Ionisation und APCI-Ionisation gleichzeitig ausgeführt. Somit ist es im Prinzip möglich, Ionen zu messen, die in beiden Verfahren erzeugt worden sind. Da jedoch die zwei Ionisationstypen gleichzeitig ausgeführt werden, tritt ein Problem auf, dass die Empfindlichkeit abnimmt.

**[0012]** In Patentliteratur 4 sollte ein Hezelement der Atomisierungskammer angeschaltet oder abgeschaltet werden, wenn ein Ionisationsverfahren umgeschaltet wird. Somit ist darin ein Problem vorhanden, dass eine Wartezeit erzeugt wird. Das heißt, da das Hezelement in ESI abgeschaltet wird und in APCI angeschaltet wird, ist vorherzusehen, dass wenigstens einige Minuten bis einigen zehn Minuten erforderlich wären, um die Temperatur des Hezelements zu stabilisieren. Somit ist es schwierig, eine Analyse mit hohem Durchsatz auszuführen.

**[0013]** Hier ist ein Fall angenommen, in dem das Hezelement der Atomisierungskammer immer abgeschaltet oder angeschaltet eingestellt ist, unabhängig von den Ionisationsverfahren in Patentliteratur 4. In einem solchen Fall kann, da keine Wartezeit zum Stabilisieren der Temperatur benötigt wird, das Ionisationsverfahren mit hoher Geschwindigkeit umgeschaltet werden. Es sind jedoch die folgenden Probleme betroffen. Falls das Hezelement immer abgeschaltet ist, ist vorherzusehen, dass eine Operation ohne irgendein Problem in ESI ausgeführt wird; falls jedoch das Hezelement in APCI abgeschaltet ist, wird beinahe kein Verdampfungseffekt in der Atomisierungskammer vorhanden sein. Somit ist vorherzusehen, dass eine wesentliche Abnahme der Empfindlichkeit auftritt. Als Nächstes wird, falls das Hezelement immer angeschaltet ist, die Atomisierungskammer in ESI erwärmt. Somit tritt Siedeverzug für eine flüssige Probe auf (d. h. Sieden), und Elektrosprühen funktioniert nicht gut. Somit können Probleme damit auftreten, dass die Empfindlichkeit abnimmt oder die Ionisation instabil wird und die Ionisationsintensität fluktuiert.

**[0014]** Wie vorstehend beschrieben weisen herkömmliche Techniken darin Probleme auf, dass die Empfindlichkeit abnimmt oder das Umschalten der Ionisation lange dauert.

**[0015]** Die vorliegende Erfindung schafft eine Hybridionenquelle mit hoher Empfindlichkeit, die einfach zwischen mehreren Ionisationsverfahren in kurzer Zeit umschalten kann, und eine Massenspektrometervorrichtung, die die Ionenquelle verwendet.

#### Lösung des Problems

**[0016]** Eine Ionenquelle der vorliegenden Erfindung enthält eine Ionisationssonde zum Sprühen einer Probe; eine Heizkammer, die einen internen Proben-

strömungspfad aufweist, wobei die Heizkammer ausgelegt ist, eine Probe, die durch den Probenströmungspfad strömt, zu erwärmen und zu verdampfen; und einen Antriebsabschnitt zum Ändern eines Abstands zwischen einem Auslassende der Ionisationssonde und einem Einlassende der Heizkammer. Der Abstand zwischen der Ionisationssonde und der Heizkammer wird durch den Antriebsabschnitt verändert, um mehrere Ionisationsverfahren einzeln durchzuführen.

**[0017]** Die mehreren Ionisationsverfahren enthalten ESI und APCI oder enthalten ESI und APPI.

**[0018]** Der Antriebsabschnitt kann die Ionisationssonde und/oder die Heizkammer entweder linear oder durch Drehen um einen festen Punkt antreiben.

**[0019]** Eine Massenspektrometervorrichtung der vorliegenden Erfindung enthält eine Ionenquelle, die ausgelegt ist, eine Probe zu ionisieren; ein Massenspektrometer, das einen Ioneneinlasseingang aufweist, in den Probenionen, die durch Ionisation durch die Ionenquelle erhalten werden, eingeleitet werden, wobei das Massenspektrometer ausgelegt ist, eine Masse der Ionen, die aus dem Ioneneinlasseingang eingeleitet werden, zu analysieren; und eine Steuereinheit. Die Ionenquelle enthält eine Ionisationssonde zum Sprühen einer Probe, eine Heizkammer, die einen internen Probenströmungspfad aufweist, wobei die Heizkammer ausgelegt ist, eine Probe, die durch den Probenströmungspfad strömt, zu erwärmen und zu verdampfen, und einen Antriebsabschnitt zum Ändern eines Abstands zwischen einem Auslassende der Ionisationssonde und einem Einlassende der Heizkammer. Der Antriebsabschnitt wird durch die Steuereinheit gesteuert, eine Positionsbeziehung der Ionisationssonde und/oder der Heizkammer in Bezug auf den Ioneneinlasseingang des Massenspektrometers zu ändern und führt dadurch individuell mehrere Ionisationsverfahren aus.

**[0020]** Die Steuereinheit ist ausgelegt, den Antriebsabschnitt zu steuern, so dass ein Probenionisationsbereich eines Ionisationsverfahrens, das die Ionisationssonde verwendet, oder ein Probenionisationsbereich eines Ionisationsverfahrens, das die Ionisationssonde und die Heizkammer verwendet, in der Nähe des Ioneneinlasseingangs des Massenspektrometers positioniert sind.

**[0021]** Als spezifische Beispiele enthalten die mehreren Ionisationsverfahren ESI und APCI oder enthalten ESI und APPI. Die Steuereinheit ist ausgelegt, in den Antriebsabschnitt der ESI-Betriebsart zu steuern, so dass die Heizkammer nicht zwischen dem Auslassende der Ionisationssonde und dem Ioneneinlasseingang des Massenspektrometers angeordnet ist, und den Antriebsabschnitt in der APCI-Betriebsart oder der APPI-Betriebsart zu steuern, so dass die

Heizkammer zwischen dem Auslassende der Ionisationssonde und dem Ioneneinlasseingang des Massenspektrometers angeordnet ist.

#### Vorteilhafte Effekte der Erfindung

**[0022]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, immer die Temperatur konstant zu halten, ohne warten zu müssen, bis die Temperatur des Heizelements stabil wird, wenn ein Ionisationsverfahren umgeschaltet wird. Somit kann ein Ionisationsverfahren mit hoher Geschwindigkeit in einer kurzen Zeit umgeschaltet werden. Zusätzlich ist, da jedes Ionisationsverfahren unter optimalen Bedingungen ausgeführt werden kann, eine Analyse mit hoher Empfindlichkeit möglich.

**[0023]** Andere Probleme, Konfigurationen und vorteilhafte Effekte werden aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen offensichtlich.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0024]** Fig. 1 ein eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration (ESI-Betriebsart) einer Ionenquelle in der ersten Ausführungsform zeigt.

**[0025]** Fig. 2 ein eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration (APCI-Betriebsart) einer Ionenquelle in der ersten Ausführungsform zeigt.

**[0026]** Fig. 3 ist ein Zeitdiagramm, das beispielhaftes Umschalten einer Analyse und eines Ionisationsverfahrens zeigt.

**[0027]** Fig. 4 ist ein Zeitdiagramm, das beispielhaftes Umschalten einer Analyse und eines Ionisationsverfahrens zeigt.

**[0028]** Fig. 5 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0029]** Fig. 6 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0030]** Fig. 7 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0031]** Fig. 8 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0032]** Fig. 9 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0033]** Fig. 10 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0034]** Fig. 11 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0035]** Fig. 12 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0036]** Fig. 13 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0037]** Fig. 14 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Struktur einer Heizkammer zeigt.

**[0038]** Fig. 15 ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Systemkonfiguration zeigt.

**[0039]** Fig. 16 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration (ESI-Betriebsart) einer Ionenquelle in der zweiten Ausführungsform zeigt.

**[0040]** Fig. 17 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration (APCI-Betriebsart) einer Ionenquelle in der zweiten Ausführungsform zeigt.

**[0041]** Fig. 18 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration (ESI-Betriebsart) einer Ionenquelle in der dritten Ausführungsform zeigt.

**[0042]** Fig. 19 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration (APCI-Betriebsart) einer Ionenquelle in der dritten Ausführungsform zeigt.

**[0043]** Fig. 20 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration (ESI-Betriebsart) einer Ionenquelle in der vierten Ausführungsform zeigt.

**[0044]** Fig. 21 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration (APPI-Betriebsart) einer Ionenquelle in der fünften Ausführungsform zeigt.

#### Beschreibung von Ausführungsformen

**[0045]** Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

**[0046]** Die vorliegende Erfindung richtet sich auf Umschalten zwischen zwei Ionisationsverfahren wie z. B. ESI und APCI und Umschalten zwischen den zwei Ionisationsverfahren mit hoher Geschwindigkeit durch Koppeln oder Trennen einer Ionisationssonde und einer Heizkammer miteinander/voneinander dadurch, dass sie relativ zueinander bewegt werden. Obwohl die Zeichnungen spezifische Ausführungsformen in Übereinstimmung mit den Prinzipien der vorliegenden Erfindung zeigen, sollten solche Zeichnungen nur zum Verstehen der vorliegenden Erfindung verwendet werden und sollten nicht verwendet werden, um die vorliegende Erfindung eng zu deuten.

[Erste Ausführungsform]

**[0047]** Fig. 1 und Fig. 2 sind schematische Querschnittsansichten, von denen jede beispielhafte Konfigurationen einer Massenspektrometervorrichtung und einer Ionenquelle in Übereinstimmung mit der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die Zeichnungen zeigen eine Ionisationssonde **1** zum Sprühen einer Probe, eine Heizkammer **11** zum Erwärmen der Probe und ein Massenspektrometer **24**. In dieser Ausführungsform sind eine ESI-Betriebsart (Fig. 1) und eine APCI-Betriebsart (Fig. 2) vorhanden, und die Konfiguration der Ionenquelle unterscheidet sich in jeder Betriebsart. Somit wird Betriebsartumschaltung zum Umschalten des Ionisationsverfahrens ausgeführt. Betriebsartumschaltung wird durch Bewegen von zwei Abschnitten, die die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer **11** sind, relativ zueinander ausgeführt und kann durch Computersteuerung automatisch ausgeführt werden.

**[0048]** Die Struktur der Ionisationssonde **1** wird beschrieben. Die Ionisationssonde **1** weist eine Struktur auf, in der drei zylindrische Düsen koaxial überlagert sind. Die drei zylindrischen Düsen enthalten eine Probensprühdüse **2** zum Zuleiten einer Probe **5**, eine Zerstäubergasdüse **3** zum Strömen des Zerstäubergases und eine Heizgasdüse **4** zum Strömen von Heizgas **7**. Die Probe oder das Gas strömen durch das Innere jeder Düse. Die Probe **5** ist ein Lösungsmittel wie z. B. ein organisches Lösungsmittel (d. h. Methanol oder Acetonitril) oder Wasser oder eine flüssige Probe, die mit einem gemischten Lösungsmittel aus solchen Lösungsmitteln verdünnt ist. Eine flüssige Probe wird durch eine Pumpe eingeleitet, und wird mit einer Strömungsrate im Bereich von etwa einigen nL/min bis mehreren mL/min eingeleitet. Die Probensprühdüse **2** ist eine Kapillare, die beispielsweise aus Metall hergestellt ist, und weist einen inneren Durchmesser von etwa einigen µm bis einigen hundert µm auf. Nicht nur eine Metallkapillare, sondern auch eine Glaskapillare kann verwendet werden. Das Zerstäubergas **6** weist den Effekt zum Zerstäuben einer Probenlösung und ihr Sprühen in der Form eines flüssigen Nebels auf, und die Probe **5** wird durch das Zerstäubergas aus einem Auslas-

sende **8** der Ionisationssonde **1** gesprüht. Das Heizgas **7** unterstützt die Verdampfung einer Probenlösung und unterstützt somit die Erzeugung von Ionen und trägt dadurch zum Verbessern der Empfindlichkeit bei. Die Strömungsrate jedes Gases ist im Bereich von etwa Null bis einigen zehn L/min eingestellt. Die Ionisationssonde **1** ist mit einem Antriebsabschnitt **33** mit einem Stützabschnitt **34** verbunden und kann somit durch den Antriebsabschnitt **33** bewegt werden. Als ein Beispiel für den Stützabschnitt **34** und den Antriebsabschnitt **33** kann eine Antriebsstufe, die in einer einzigen Richtung beweglich ist, verwendet werden. Die Ionisationssonde **1** bewegt sich in der Längsachsenrichtung der Ionisationssonde **1** (d. h. in der vertikalen Richtung in der Zeichnung) in der ESI-Betriebsart und der APCI-Betriebsart, wie in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt ist. Die Probensprühdüse **2** ist mit einer Hochspannungsstromversorgung **9** verbunden, so dass eine Hochspannung an die Probensprühdüse **2** angelegt ist.

**[0049]** Die Heizkammer **11** weist eine Funktion zum Erwärmen einer Probe für APCI und somit Unterstützen der Verdampfung auf. Die äußere Form der Heizkammer **11** ist zylindrisch, und ihr Inneres weist einen Hohlraum mit einem Loch auf, um eine gesprühte Probe hindurchzuleiten. Für die Heizkammer **11** ist ein Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit wie z. B. Metall oder Keramik verwendet. Die Heizkammer weist ein Hezelement auf, das an ihrer Innenseite angebracht ist, und kann somit auf eine gegebene Temperatur (z. B. einige hundert °C) gesteuert werden. Die Heizkammer **11** ist mit einem Antriebsabschnitt **31** mit einem Stützabschnitt **32** verbunden und kann somit durch den Antriebsabschnitt **31** bewegt werden. Die Heizkammer **11** bewegt sich ebenfalls in der Längsachsenrichtung der Ionisationssonde **1** (d. h. in der vertikalen Richtung der Zeichnung) wie die Ionisationssonde **1**. Ferner ist eine Entladungselektrode **12**, die durch einen Stützabschnitt **13** gestützt ist, an der Heizkammer **11** angebracht, und die Entladungselektrode **12** bewegt sich zusammen mit der Heizkammer **11**. Dementsprechend können die Heizkammer **11** und die Entladungselektrode **12** gleichzeitig durch einen einzigen Antriebsabschnitt bewegt werden. Die Entladungselektrode **12** ist mit einer Hochspannungsstromversorgung **10** verbunden. Wenn eine Hochspannung an die Entladungselektrode **12** angelegt wird, entlädt die Entladungselektrode **12** Elektrizität mit einer Elektrode an einem Einlasseingang **25** des Massenspektrometers. Somit wird Ionisation möglich. Die äußere Form der Entladungselektrode **12** kann, anders als eine zylindrische Form, jede Form sein, wie beispielsweise ein Quadratpol sein.

**[0050]** Probenionen, die erzeugt worden sind, treten aus dem Einlasseingang **25** in das Massenspektrometer **24** ein und werden Massenspektroskopie unterzogen, so dass ein Massenspektrum  $m/z$  (Masse-

zu-Ladung-Verhältnis) und die Menge der Ionen erhalten werden.

**[0051]** Die Konfigurationen und Merkmale der ESI-Betriebsart und der APCI-Betriebsart und ein Verfahren zum Umschalten zwischen den Ionisationsverfahren werden beschrieben. Das Ionisationsverfahren wird umgeschaltet, wenn die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer **11** durch die Antriebsabschnitte **31** und **33** bewegt werden, und somit wird die Konfiguration verändert. Die Antriebsabschnitte **31** und **33** können die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer **11** über die Stützabschnitte **32** und **34** bewegen. Für jeden der Antriebsabschnitte und Stützabschnitte wird eine Stufe, die in einer beispielsweise uniaxialen Richtung beweglich ist, verwendet. Die Bewegung der Stufe kann entweder manuell oder automatisch durch einen Computer gesteuert ausgeführt werden.

**[0052]** Die Betriebsartumschaltung von der APCI-Betriebsart zu der ESI-Betriebsart findet statt, wenn sich die Heizkammer **11** nach unten auf eine Ebene unterhalb des Einlasseingangs **25** des Massenspektrometers **24** bewegt hat und sich die Ionisationssonde **1** ebenfalls nach unten auf eine Ebene, an der das Auslassende **8** der Ionisationssonde **1** um den Einlasseingang **25** angeordnet ist, bewegt hat. In der ESI-Betriebsart wird die Probe **5** unter Verwendung des Heizgases **7** erwärmt und verdampft. Somit ist das Auslassende **8** der Ionisationssonde **1** um den Einlasseingang **25** des Massenspektrometers **24** angeordnet, wie in **Fig. 1** gezeigt ist. Dementsprechend können die Probenionen, die aus dem Auslassende **8** der Ionisationssonde gesprüht werden, effizient in das Massenspektrometer **24** eingeleitet werden.

**[0053]** Zusätzlich wird in der ESI-Betriebsart die Heizkammer **11** zu einer Position, in der die Ionisation von ESI nicht gestört wird, unterhalb und außerhalb eines ESI-Ionisationsbereichs **21**, der sich in der Nähe des Auslassendes **8** der Ionisationssonde **1** befindet, bewegt und angeordnet, um zu verhindern, dass eine Probe oder Probenionen durch die Heizkammer **11** hindurchtreten. Falls Siedeverzug (d. h. Sieden) einer Probenlösung auftritt, treten Probleme dadurch auf, dass das Elektrosprühen instabil wird, die Empfindlichkeit abnimmt und die Signalintensität instabil wird. Falls die Heizkammer **11** entfernt von der Ionisationssonde **1** platziert ist, ist es möglich, selbst wenn die Heizkammer **11** an einer hohen Temperatur ist, eine Probenlösung elektrostatisch stabil zu sprühen, ohne die Probensprühdüse **2** der Ionisationssonde **1** zu erwärmen oder Siedeverzug einer flüssigen Probe, die aus dem Auslassende **8** kommt, zu verursachen. Eine Hochspannung wird an die Probensprühdüse **2** aus der Hochspannungsstromversorgung **9** angelegt, so dass eine Probe, die elektrostatisch in den ESI-Ionisationsbereich **21** aus der Probensprüh-

düse **2** an dem Auslassende **8** der Ionisationssonde **1** gesprüht wird, ionisiert wird.

**[0054]** In der APCI-Betriebsart wird die Heizkammer **11** verwendet, während sie auf eine hohe Temperatur erwärmt ist, um Verdampfung einer Probe zu unterstützen. Somit ist die Heizkammer **11** auch in der ESI-Betriebsart wie gewünscht erwärmt und an einer hohen Temperatur gehalten. Denn falls die Temperatureinstellungen jedes Mal verändert werden, wenn die Ionisationsbetriebsart umgeschaltet wird, dauert es lange, bis die Temperatur stabil wird. Das heißt, eine Wartezeit von etwa einigen Minuten zur Stabilisierung der Temperatur wird jedes Mal erzeugt, wenn die Ionisationsbetriebsart umgeschaltet wird. Infolgedessen hält die Messung an, und der Durchsatz der Messung nimmt ab.

**[0055]** Es ist auch möglich, den ESI-Ionisationsbereich **21** unter Verwendung der Heizkammer **11** an einer hohen Temperatur während ESI zu erwärmen. Aufgrund der Strahlungswärme aus der Heizkammer **11** wird ein Heizbereich mit einer Temperatur, die höher ist als die Raumtemperatur, in der Umgebung der Heizkammer **11** erzeugt. Insbesondere, da ein Heizbereich **27** auf der Ionisationssondenseite effiziente Verdampfung der gesprühten Probe erlaubt, wird erwartet, dass die Ionisation in dem Ionisationsbereich **21** unterstützt wird. Anpassung der Temperatur des Ionisationsbereichs **21** ist durch Ändern der Position der Heizkammer **11**, das heißt durch Platzieren der Heizkammer **11** näher an oder weiter entfernt von dem Ionisationsbereich **21**, möglich.

**[0056]** Ein Verfahren zum Einstellen der Temperatur der Heizkammer **11** auf einen konstanten Wert (keine Änderung der Temperatur) unabhängig von den Ionisationsbetriebsarten ist vorstehend beschrieben worden. Als ein weiteres Verfahren ist es auch möglich, die Temperatur der Heizkammer in der ESI-Betriebsart bis zu einer Ebene abzusenken, die nicht viel Zeit benötigt, um die Temperatur zu verändern. Beispielsweise ist es möglich, ein Verfahren zum Einstellen der Temperatur der Heizkammer bei 600°C in der APCI-Betriebsart und Absenken der Temperatur auf 400°C in der ESI-Betriebsart zu verwenden. Infolgedessen wird es möglich, den Stromverbrauch des Heizelements der Heizkammer niedrig zu halten und somit eine unerwünschte Ausbreitung von Wärme zu einer Probe oder der Umgebung in der ESI-Betriebsart zu verhindern.

**[0057]** Als Nächstes werden die Konfiguration und das Merkmal der APCI-Betriebsart beschrieben. Betriebsartumschaltung von der ESI-Betriebsart zu der APCI-Betriebsart tritt auf, wenn sich die Ionisationssonde **1** in der Zeichnung nach oben bewegt hat und sich die Heizkammer **11** ebenfalls in der Zeichnung nach oben bewegt hat. In der APCI-Betriebsart, wie in **Fig. 2** gezeigt ist, ist die Heizkammer **11** zwischen die

Ionisationssonde **1** und den Einlasseingang **25** eingefügt, und das Auslassende **8** der Ionisationssonde **1** und ein Einlassende **15** der Heizröhre **11** sind in der Nähe zueinander oder in Kontakt miteinander angeordnet. Ein Auslassende **35** der Heizröhre oder der Entladungselektrode **12** ist um den Einlasseingang **25** des Massenspektrometers **24** angeordnet.

**[0058]** Eine flüssige Probe wird aus dem Auslassende **8** der Ionisationssonde **1** gesprüht und durchläuft einen Probenströmungspfad **17** von dem Einlassende **15** der Heizkammer und bewegt sich dann von dem Auslassende **35** der Heizkammer zu einem APCI-Ionisationsbereich **22**. Die Heizkammer **11** wird durch ein Keramikheizelement oder dergleichen, das an der Heizkammer angebracht ist, an einer hohen Temperatur von mehreren hundert °C gehalten. Somit tritt Heizen und Verdampfung in dem Heizbereich **23** und dem Probenströmungspfad **17** in einem Zustand hoher Temperatur auf. Die Probe, die verdampft und in Gas verwandelt worden ist, wird in dem APCI-Ionisationsbereich **22** durch Ionen ionisiert, die durch Koronaentladung zwischen der Entladungselektrode **12** und der Elektrode an dem Einlasseingang des Massenspektrometers **24** erzeugt werden. Die so ionisierten Probenionen treten aus dem Einlasseingang **25** in das Massenspektrometer **24** ein, wie in ESI, und werden einer Massenanalyse unterzogen.

**[0059]** Während APCI ist es wünschenswert, dass keine Hochspannung an die Probensprühdüse **2** aus der Hochspannungsstromversorgung **9** angelegt wird. Denn falls eine Hochspannung angelegt wird, kann die APCI-Ionisation gestört werden, was zu einer Abnahme der Ionenmenge führen kann. Sogar wenn keine Spannung angelegt wird, wird die Probe durch das Zerstäubergas **6** gesprüht.

**[0060]** In der APCI-Betriebsart nähert sich die Heizkammer **11** der Ionisationssonde **1** am weitesten an. **Fig. 2** zeigt, als eine erwünschte Konfiguration, eine Konfiguration, in der die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer räumlich entfernt voneinander ohne Kontakt angeordnet sind. In einem solchen Fall ist es möglich zu verhindern, dass Wärme aus der Heizkammer **11** bei hoher Temperatur auf die Ionisationssonde übertragen wird. Bereitstellen einer wärmeisolierenden Struktur durch Isolieren der zwei Komponenten wie vorstehend beschrieben ist dadurch vorteilhaft, dass die Temperatur sowohl der Ionisationssonde als auch der Heizkammer einfach gemanagt und gesteuert werden kann.

**[0061]** Als eine weitere erwünschte Konfiguration ist es auch möglich, eine Konfiguration zu verwenden, in der eine Substanz mit niedriger Wärmeleitfähigkeit zwischen die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer **11** eingeschoben ist, so dass die zwei Komponenten physikalisch in Kontakt und miteinander ver-

bunden sind. Wenn die zwei Komponenten zusammengebunden sind, ist es möglich, die Positionsbeziehung der Ionisationssonde **1** und der Heizkammer **11** in Bezug aufeinander mit hoher Reproduzierbarkeit abzugleichen.

**[0062]** Falls eine Struktur, in der es ermöglicht wird, dass die Ionisationssonde **1** (insbesondere die Heizgasdüse **4**) auf eine hohe Temperatur erwärmt wird, verwendet wird, ist es möglich, die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer **11** in direkten Kontakt miteinander zu platzieren. Das heißt, falls eine Struktur verwendet wird, in der Wärme der Heizgasdüse **4** nicht auf die Probensprühdüse **2** in der Ionisationssonde **1** übertragen wird und eine Probenlösung somit nicht gesiedet wird, das heißt falls eine Struktur verwendet wird, in der die Probensprühdüse **2** an einer Temperatur von etwa kleiner als oder gleich 50°C gehalten wird, selbst wenn die Heizgasdüse **4** an einer höheren Temperatur ist, ist es möglich, die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer **11** in direkten Kontakt miteinander zu platzieren.

**[0063]** Das Verfahren der Ionenquelle in dieser Ausführungsform weist die folgenden Merkmale und Vorteile auf.

**[0064]** Als Erstes ist es möglich, da die Ionisationssonde und die Heizkammer konfiguriert sind, getrennt beweglich zu sein, Ionisation mit einer optimalen Konfiguration sowohl in der ESI-Ionisationsbetriebsart als auch in der APCI-Ionisationsbetriebsart auszuführen und somit hochempfindliche Messung zu realisieren.

**[0065]** Zweitens kann, da die Ionisationssonde und die Heizkammer in einer trennbaren Konfiguration bereitgestellt sind, die Temperatur der Heizkammer immer hoch gehalten werden. Infolgedessen, da die Temperatur nicht umgeschaltet werden muss, ist es nicht notwendig, Zeit aufzuwenden, um die Temperatur umzuschalten. Somit ist es möglich, die Ionisationsbetriebsart mit hoher Geschwindigkeit umzuschalten (in weniger als oder gleich 10 Sekunden) und somit eine Analyse mit hohem Durchsatz auszuführen. In der ESI-Betriebsart ist es möglich zu verhindern, dass die Probensprühdüse **2** der Ionisationssonde eine hohe Temperatur erreicht, durch Platzieren der Heizkammer **11** mit einer hohen Temperatur entfernt von der Ionisationssonde **1**, und somit Siedeverzug (oder Sieden) einer Probenlösung zu verhindern. Somit ist auch in der ESI-Betriebsart stabile Messung möglich.

**[0066]** Drittens kann, da der innere Durchmesser des Probenströmungspfads **17** in der Heizkammer **11** unabhängig von der Größe der Ionisationssonde reduziert werden kann, hohe Verdampfungseffizienz in APCI realisiert werden. Denn die Heizkammer bewegt sich in einer Richtung weg von der Ionisationssonde, anders als in Patentliteratur **4**, und somit kann

der innere Durchmesser des Strömungspfad in der Heizkammer in jeder Konfiguration konstruiert sein, so dass er kleiner ist als der äußere Durchmesser der Ionisationssonde, insbesondere kleiner als der äußere Durchmesser der Heizgasdüse der Ionisationssonde (obwohl das in Patentliteratur **5** unmöglich ist). Es ist zu erwarten, dass sich die Verdampfungseffizienz einer Probe mehr verbessert, da der innere Durchmesser der Heizkammer kleiner ist. Denn weil der innere Durchmesser kleiner ist, wird es einfacher, Wärme in der Heizkammer auf eine Probenlösung, die durch den engen Strömungspfad hindurchtritt, zu übertragen. Somit tritt leicht Verdampfung auf.

**[0067]** Eine beispielhafte Abfolge zum Umschalten einer Analyse und eines Ionisationsverfahrens wird mit Bezug auf die **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben. Die Abszissenachse repräsentiert die Zeit, und eine zeitliche Folge von Umschalten eines Ionisationsverfahrens und Analysen basierend auf zwei Ionisationsbetriebsarten sind gezeigt. "Umschalten" bedeutet hier Umschalten zwischen zwei Ionisationsverfahren. In dem hier gezeigten Beispiel ist "Umschalten" ein Prozess zum Ändern der Betriebsart von der ESI-Betriebsart zu der APCI-Betriebsart oder Ändern der Betriebsart von der APCI-Betriebsart zu der ESI-Betriebsart. Eine "Analyse" ist hier die Zeit zum Ausführen einer Massenanalyse durch Unterziehen einer eingeleiteten Probe einmal der LC-Trennung oder einer einzelnen Strömungseinleitungsanalyse (FIA). Die Analysezeit ist etwa einige Minuten bis 1 Stunde, falls LC-Trennung verwendet wird, oder einige Minuten, falls FIA verwendet wird. Die Ionisationsbetriebsart kann in etwa einigen Sekunden bis einigen zehn Sekunden, die für den Antriebsabschnitt erforderlich sind, um die Ionisationssonde und die Heizkammer zu bewegen, umgeschaltet werden.

**[0068]** Die Ionisationsbetriebsarten enthalten die ESI-Betriebsart und die APCI-Betriebsart, wie in **Fig. 3** gezeigt ist. Eine Umschaltzeit wird erzeugt, wenn die Ionisationsbetriebsart umgeschaltet wird. Wenn die Ionisationsbetriebsart umgeschaltet wird, wird die Heizkammer **11** bewegt, und ferner werden die Probenflüssigkeitszuführungsrate, die Strömungsrate des Zerstäubergases und die Strömungsrate des Heizgases, Hochspannung und dergleichen verändert, so dass eine Analyse unter optimalen Analysebedingungen für jede Ionisationsbetriebsart ausgeführt wird. Etwa 10 Sekunden sind ausreichend, um eine solche Spannung und Gasströmungsrate zu ändern.

**[0069]** Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist es, falls Analysen in derselben Ionisationsbetriebsart ausgeführt werden, beispielsweise Analysen in der APCI-Betriebsart werden nacheinander ausgeführt, nicht notwendig, die Ionisationsbetriebsart umzuschalten. Somit wird keine Umschaltzeit erzeugt.

**[0070]** Falls das Einlassende **15** der Heizkammer **11** eine Trichterform wie ein in **Fig. 1** gezeigter Trichterabschnitt **14** aufweist, sammeln sich das Heizgas **7**, das Zerstäubergas **6** und die gesprühte Probe **5** in dem Probenströmungspfad **17** und durchlaufen ihn (d. h. innerhalb des Zylinders) in der Heizkammer **11** in der APCI-Betriebsart. Dementsprechend wird, da der Probenströmungspfad **17** durch die Wärme des Heizgases **7** und die Wärme der Heizkammer **11** erwärmt wird, hohe Verdampfungseffizienz der Probe erwartet.

**[0071]** Als das Massenspektrometer wird ein Ionenfallen-Massenspektrometer wie z. B. ein dreidimensionales Ionenfallen-Massenspektrometer oder ein lineares Ionenfallen-Massenspektrometer; ein Quadrupol-Massenspektrometer (Q-Filter); ein Dreifachquadrupol-Massenspektrometer; Flugzeit-Massenspektrometer (TOF/MS); Fourier-Transformation-Ionenzyklotronresonanz-Massenspektrometer (FTICR); ein Orbitrap-Massenspektrometer; ein Magnetsektor-Massenspektrometer; oder dergleichen verwendet. Daneben können auch andere bekannte Massenspektrometer verwendet werden.

**[0072]** Wie vorstehend beschrieben wird gemäß dieser Ausführungsform die Ionisationsbetriebsart durch die Bewegung der Ionisationssonde **1** und der Heizkammer **11** umgeschaltet. In der APCI-Betriebsart sind die Ionisationssonde und die Heizkammer nahe beieinander oder in Kontakt miteinander (d. h. gebunden an einander) platziert, während in der ESI-Betriebsart die Ionisationssonde und die Heizkammer voneinander entfernt platziert sind. Ein solches Verfahren kann eine optimale Konfiguration für jedes Ionisationsverfahren bereitstellen und kann somit hocheffiziente Ionisation ausführen. Somit ist eine Analyse mit hoher Empfindlichkeit realisiert. Ferner ist es, da die Temperatur der Heizkammer hoch gehalten werden kann, nicht notwendig, Zeit für das Umschalten der Temperatur aufzuwenden. Somit kann das Ionisationsverfahren mit hoher Geschwindigkeit umgeschaltet werden.

**[0073]** Als Nächstes wird das zweite Beispiel der ersten Ausführungsform beschrieben. In dieser Ausführungsform ist die Heizkammer nicht in der Form eines Trichters, sondern in der Form eines Zylinders mit einem einzigen inneren Durchmesser oder eines Zylinders mit zwei oder mehr unterschiedlichen inneren Durchmessern. Andere Punkte als diese sind gleich denjenigen in dem ersten Beispiel der ersten Ausführungsform.

**[0074]** **Fig. 5** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform einer Konfiguration zeigt, in der der Probenströmungspfad **17** in der Heizkammer **11** einen Zylinder mit einem einzigen inneren Durchmesser **36** aufweist. In **Fig. 5** ist die Anordnung in der APCI-Betriebsart gezeigt. In der Kon-



figuration in diesem Beispiel ist ein enger Abschnitt mit dem kleinen inneren Durchmesser **36** des Probenströmungspfad **17** in der Heizkammer lang. Somit, da Wärme in der Heizkammer leicht auf eine Probe in dem Probenströmungspfad **17** übertragen werden kann, wird erwartet, dass die Verdampfungseffizienz verbessert ist. Ein weiterer Vorteil ist dadurch vorhanden, dass die Struktur der Heizkammer einfach ist. Der innere Durchmesser **36** der Heizkammer **11** ist etwa derselbe wie der innere Durchmesser der Zerstäubergasdüse **3**, und eine Probe, die durch das Zerstäubergas **6** gesprüht wird, kann in dem Probenströmungspfad **17** durch die Heizkammer **11** erwärmt und verdampft werden. In dieser Konfiguration wird in der APCI-Betriebsart kein Heizgas verwendet, sondern es wird nur in der ESI-Betriebsart verwendet.

**[0075]** Fig. 6 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform einer Konfiguration zeigt, in der der Probenströmungspfad **17** in der Heizkammer **11** zwei Zylinder mit unterschiedlichen inneren Durchmessern **36** aufweist. In Fig. 6 ist die Anordnung in der APCI-Betriebsart gezeigt. Der innere Durchmesser des Einlassendes **15** der Heizkammer ist groß und ist ungefähr derselbe wie die Heizgasdüse **4**. Indessen ist der innere Durchmesser des Auslassendes **35** klein. In der Konfiguration in diesem Beispiel kann das Heizgas **7** durch den Probenströmungspfad **17** in der Heizkammer **11** zusammen mit einer Probe, die durch das Zerstäubergas **6** gesprüht wird, strömen. Somit wird erwartet, dass sich die Verdampfungseffizienz der Heizkammer **11** verbessert.

**[0076]** Das dritte Beispiel der ersten Ausführungsform wird beschrieben. Diese Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass der innere Durchmesser des Auslassendes **35** der Heizkammer **11** weiter reduziert ist, so dass sich die Verdampfungseffizienz der Probe in APCI weiter verbessert. Andere Punkte als diese sind gleich denjenigen in dem ersten Beispiel der ersten Ausführungsform.

**[0077]** Fig. 7 ist eine schematische Querschnittsansicht, die die APCI-Betriebsart in dem dritten Beispiel zeigt. Es ist hier eine Struktur gezeigt, in der das Auslassende **35** des Probenströmungspfad **17** in der Heizkammer **11** einen weiter engeren Strömungspfad **26** aufweist und somit einen kleineren Lochdurchmesser aufweist. Mit einem engen Durchmesser des Strömungspfad **36** wird es leichter, wenn eine gesprühte Probenlösung durch den Strömungspfad **26** hindurchläuft, Wärme in der Heizkammer auf die Probe zu übertragen. Somit wird die Heizeffizienz der Probe verbessert und die Verdampfung wird unterstützt. Dementsprechend verbessert sich die Empfindlichkeit. Der Durchmesser des Lochs in dem Strömungspfad **26** ist typischerweise ungefähr 0,1 mm bis einige mm.

**[0078]** Fig. 8 zeigt eine beispielhafte Struktur einer weiteren Heizkammer. Ein Abschnitt des Strömungspfad **26** weist eine zylindrische Struktur mit mehreren Löchern (6 in der Zeichnung) auf. Eine Probe tritt durch die 6 Löcher hindurch und bewegt sich zu dem APCI-Ionisationsbereich **22**. Die Anzahl der Löcher kann jede Anzahl nicht kleiner als 1 sein. Falls die Durchmesser der Löcher reduziert werden, wird eine Probe, die durch den Zylinder hindurchtritt, in der Nähe der Heizkammer gebracht. Somit ist erwartet, dass sich die Verdampfungseffizienz verbessert. Ferner kann das Bereitstellen von mehreren Löchern eine Menge einer Probe, die durch die Löcher hindurchtritt, sicherstellen.

**[0079]** Fig. 9 zeigt eine beispielhafte Struktur einer weiteren Heizkammer. In den vorstehend gezeigten Beispielen ist der Probenströmungspfad **17** in der Heizkammer **11** von zylindrischer Form. Der Probenströmungspfad **17** kann jedoch in Form eines Quadrats oder anderer Polygone sein, wie in Fig. 9 gezeigt ist. Die Struktur des Probenströmungspfad **17** ist nicht auf eine Säule oder einen Zylinder beschränkt.

**[0080]** Fig. 10 zeigt eine beispielhafte Struktur einer weiteren Heizkammer. Obwohl Fig. 8 ein Beispiel zeigt, in dem nur das Auslassende des Probenströmungspfad in der Form von mehreren Zylindern ist, kann der Probenströmungspfad über die gesamte Heizkammer in der Form von mehreren Zylindern sein, wie in Fig. 10 gezeigt ist. Alternativ, wie in Fig. 11 gezeigt ist, ist auch eine Struktur ohne einen Trichterabschnitt möglich.

**[0081]** Das vierte Beispiel der ersten Ausführungsform wird beschrieben. In dieser Ausführungsform wird ein Verfahren zum Strömen von Heizgas **16** in den ESI-Ionisationsbereich **21** unter Verwendung der Heizkammer **11** in ESI beschrieben. Die anderen Konfigurationen und Verfahren sind dieselben wie diejenigen in dem ersten Beispiel.

**[0082]** Fig. 12 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration in der ESI-Betriebsart zeigt. In der ESI-Betriebsart ist eine Gasströmungsratensteuereinheit **18** an der Heizkammer **11** angebracht, und Gas wird in einen Gasströmungspfad **20** durch eine Gasleitung **19** eingeleitet. Gas vor vorab erwärmt oder wird während des Durchgangs durch den Strömungspfad in der Heizkammer **11** erwärmt. Das erwärmte Heizgas **16** strömt in der Richtung des ESI-Ionisationsbereichs **21** aus dem Trichterabschnitt **14** an dem oberen Ende der Heizkammer **11**. Als Gas wird Stickstoff oder Luft verwendet. Das Heizgas **16** erwärmt, durch Erwärmen des Heizbereichs **27**, auch einen Bereich um den ESI-Ionisationsbereich **21** und unterstützt Verdampfung und Desolvatisierung einer Probe in Elektrospühen und trägt somit zur Verbesserung der Empfindlich-

keit bei. Der Gasströmungspfad **20** ist vorzugsweise in einer zylindrischen Form mit einem inneren Durchmesser, der so eng wie möglich ist, weil eine solche Struktur es ermöglicht, dass die Wärme in der Heizkammer **11** leichter auf Gas übertragen werden kann, und erhöht somit die Temperatur des Gases auf eine hohe Temperatur effizienter. Ferner, wenn sich eine Probe aus dem Trichterabschnitt **14** zu dem Auslassende **35** in der APCI-Betriebsart bewegt, ist auch eine Möglichkeit vorhanden, dass ein Teil der Probe in dem Gasströmungspfad **20** gemischt werden kann. Somit ist es wünschenswert, dass der Gasströmungspfad **20** als ein Loch, das so klein wie möglich ist, gebildet ist. Zusätzlich, falls eine kleine Gasmenge auch an der Gasströmungsratensteuereinheit **18** in der APCI-Betriebsart vorbei strömt, ist es auch möglich, das Mischen eines Teils einer gesprühten Probe oder Lösungsmittel in die Gasströmungsratensteuereinheit **18** aus dem Gasströmungspfad **20** zu verhindern. Als ein weiteres Verfahren ist ein Verfahren zum physikalischen Verschließen des Gasströmungspfads **20** unter Verwendung von Metall, Keramik oder dergleichen in der APCI-Betriebsart ebenfalls effektiv.

**[0083]** Zusätzlich, wie in **Fig. 12** gezeigt ist, ist der Gasströmungspfad **20** wünschenswerterweise in der Richtung des ESI-Ionisationsbereichs **21** schräg geöffnet. Dementsprechend kann das Heizgas **16** effizient in die Richtung des ESI-Ionisationsbereichs **21** (d. h. nach oben) geleitet werden.

**[0084]** **Fig. 13** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine weitere beispielhafte Konfiguration der Heizkammer **11** zeigt. In dieser Konfiguration ist eine Kappe **27** an dem Auslassende des Probenströmungspfads **17** in der Heizkammer **11** bereitgestellt. Falls die Kappe **27** bereitgestellt ist, kann Gas, das aus der Gasströmungsratensteuereinheit **18** in der ESI-Betriebsart eingeleitet wird, an einer Verbindungsstelle mit dem Probenströmungspfad **17** zu dem Trichterabschnitt **14** umkehren und kann somit zu dem ESI-Ionisationsbereich **21** strömen. Somit wird effiziente Desolvatisierung mit dem Heizgas **16** möglich. Indessen wird in APCI die Kappe **27** entfernt, so dass eine Probe, die aus dem Probenströmungspfad **17** eingetreten ist, durch den Probenströmungspfad **17** hindurchtreten, sich zu der Entladungselektrode **12** nach unten bewegen und somit ionisiert werden kann. Die Kappe **27** kann automatisch geöffnet oder geschlossen werden, wenn die Ionisationsbetriebsart umgeschaltet wird. Die existierende Technologie, wie z. B. eine Antriebsstufe, kann zum Öffnen oder Schließen der Kappe **27** verwendet werden. Ferner in der APCI-Betriebsart, falls eine kleinere Gasmenge an der Gasströmungsratensteuereinheit **18** vorbei strömt, ist es auch möglich, das Mischen eines Teils einer gesprühten Probe oder ein Lösungsmittel in die Gasströmungsratensteuer-

einheit **18** aus dem Gasströmungspfad **20** zu verhindern.

**[0085]** **Fig. 14** zeigt eine weitere beispielhafte Konfiguration der Heizkammer **11**. In der ESI-Betriebsart durchläuft Gas, das aus der Gasströmungsratensteuereinheit **18** eingeleitet worden ist, durch einen Gasströmungspfad **37**, kommt aus einem Auslass in den Trichterabschnitt **14** und fließt als das Heizgas **16** zu dem ESI-Ionisationsbereich **21**. Das Gas strömt durch den Gasströmungspfad **37**, der ein anderer Strömungspfad ist als der Probenströmungspfad **17**, durch den eine Probe in der APCI-Betriebsart hindurchtritt. Indessen, in der APCI-Betriebsart, falls eine kleinere Gasmenge an der Gasströmungsratensteuereinheit **18** vorbei strömt, ist es auch möglich, das Mischen eines Teils einer gesprühten Probe oder ein Lösungsmittel in die Gasströmungsratensteuereinheit **18** aus dem Gasströmungspfad **20** zu verhindern.

**[0086]** **Fig. 15** ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Systemkonfiguration der ersten Ausführungsform zeigt. Die Antriebsabschnitte **31** und **33**, die die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer **11** antreiben, werden durch eine Steuereinheit **45** wie z. B. einen PC gesteuert. Befehle (d. h. Bewegungszeit (d. h. Zeitablauf) und Bewegungsabstand), die durch einen Anwender vorab bestimmt sind, sind in der Steuereinheit **45** gespeichert. Die Ionisationssonde **1** und die Heizkammer **11** bewegen sich, wenn die Antriebsabschnitte **31** und **33** in Reaktion auf Befehle aus der Steuereinheit **45** angetrieben werden. Zusätzlich kann das Massenspektrometer ebenfalls durch die Steuereinheit **45** gesteuert werden. Wie vorstehend beschrieben werden die Ionenquelle und das Massenspektrometer durch die Steuereinheit **45** gesteuert.

[Zweite Ausführungsform]

**[0087]** Die zweite Ausführungsform ist eine Ausführungsform, in der die Bewegungsrichtung der Heizkammer unterschiedlich ist. In dieser Ausführungsform ist die Bewegungsrichtung der Heizkammer keine lineare Bewegung entlang einer einzigen, geraden Linie, sondern eine Drehbewegung um einen festen Punkt. Das Verfahren zum Bewegen der Ionisationssonde ist dasselbe wie das in der ersten Ausführungsform.

**[0088]** **Fig. 16** und **Fig. 17** sind schematische Querschnittsansichten, die jeweils diese Ausführungsform zeigen. **Fig. 16** zeigt die ESI-Betriebsart, und **Fig. 17** zeigt die APCI-Betriebsart. Da die Konfiguration und das Verfahren zum Bewegen der Ionisationssonde **1** dieselben sind wie diejenigen in der ersten Ausführungsform, wird ihre genaue Beschreibung weggelassen. Somit wird nachstehend die Operation der Heizkammer **11** beschrieben.

**[0089]** Die Heizkammer **11** ist mit dem Antriebsabschnitt **31** mit einem Stützabschnitt **42** verbunden und bewegt sich durch Drehen um einen festen Punkt **41**. In der ESI-Betriebsart wird die Heizkammer **11** von der Ionisationssonde **1** weg bewegt und wird an einer Position gegenüber dem (vor dem) Massenspektrometer **24** platziert (**Fig. 16**). Gleichzeitig bewegt sich die Ionisationssonde **1** nach unten, so dass das Auslassende **8** der Probensprühdüse **2** in der Nähe des Einlasseingangs **25** des Massenspektrometers **24** ist. Die Ionisationssonde **1** wird wie in Ausführungsform **1** unter Verwendung des Antriebsabschnitts **33** bewegt. In der ESI-Betriebsart wird die Heizkammer **11** auch durch ein Heizelement erwärmt. Somit wird ein Bereich um die Heizkammer **11** erwärmt, und ein Heizbereich **27** wird auf der Seite des Massenspektrometers **24** erwärmt. Dementsprechend, da Desolvatisierung und Verdampfung einer gesprühten Probe in dem Ionisationsbereich **21** unterstützt werden, wird in der ESI-Betriebsart auch erwartet, dass sich die Ionisationseffizienz verbessert.

**[0090]** Indessen wird in der APCI-Betriebsart die Heizkammer **11** durch den Antriebsabschnitt **31** um den festen Punkt **41** um 90 Grad gedreht und bewegt sich so, dass die Heizkammer **11** in die Nähe der oder in Kontakt mit der Ionisationssonde **1** kommt, wie in **Fig. 17** gezeigt ist. Zu dieser Zeit bewegt sich die Ionisationssonde **1** nach oben. In der APCI-Betriebsart ist der APCI-Ionisationsbereich **22** der Heizkammer **11** so eingestellt, dass er durch den Stützabschnitt **42** und den Antriebsabschnitt **31** vor dem Einlasseingang **25** des Massenspektrometers **24** positioniert wird.

**[0091]** In dieser Ausführungsform befindet sich die Heizkammer **11** nicht entlang einer Verlängerung der Probensprühdüse **2** in der ESI-Betriebsart. Somit, da eine gesprühte Probe nicht leicht an der Heizkammer **11** haftet, liegt ein Vorteil darin, dass die Heizkammer **11** nicht mit der gesprühten Probe verschmutzt wird. Deshalb, da Schmutz (Kontaminierung) aus der Ionenquelle und die Detektion von Schmutzstoffen (d. h. Einschleppen) verhindert können, ist zu erwarten, dass Messung mit höherer Präzision erreicht werden kann.

#### [Dritte Ausführungsform]

**[0092]** Die dritte Ausführungsform wird beschrieben. In dieser Ausführungsform ist die Gesamtlänge der Heizkammer (d. h. die Länge in der vertikalen Richtung in der Zeichnung) reduziert, um die Notwendigkeit zu eliminieren, die Ionisationssonde **1** zu bewegen, wenn die Betriebsart umgeschaltet wird, und somit das Umschalten des Ionisationsverfahrens nur durch die Bewegung der Heizkammer **11** zu ermöglichen.

**[0093]** Die **Fig. 18** und **Fig. 19** zeigen die Anordnung in der ESI-Betriebsart und der APCI-Betriebsart. **Fig. 18** zeigt die Anordnung in der ESI-Betriebsart, und **Fig. 19** zeigt die Anordnung in der APCI-Betriebsart. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von den vorstehend genannten Ausführungsformen nur in der Form der Heizkammer **11**. Es wird darauf hingewiesen, dass sich in dem in der Zeichnung gezeigten Beispiel die Heizkammer **11** wie in der ersten Ausführungsform in der vertikalen Richtung in der Zeichnung unter Verwendung des Antriebsabschnitts **33** bewegt. Es ist jedoch auch möglich, die Heizkammer **11** wie in der zweiten Ausführungsform dadurch zu bewegen, dass sie um einen festen Punkt gedreht wird. Obwohl die Ionisationssonde **1** in den vorstehend genannten Ausführungsformen auch bewegt wird, wenn das Ionisationsverfahren umgeschaltet wird, muss die Ionisationssonde **1** in dieser Ausführungsform nicht bewegt werden.

**[0094]** Wie in **Fig. 18** gezeigt ist, ist die Position der Ionisationssonde **1** fest, so dass der ESI Ionisationsbereich **21** in der ESI-Betriebsart vor dem Einlasseingang **25** des Massenspektrometers **24** positioniert ist. Wenn die Betriebsart zu der APCI-Betriebsart umgeschaltet wird, wie in **Fig. 19** gezeigt, ist es möglich, den APCI-Ionisationsbereich **22** durch Bewegen der Heizkammer **11** auf eine Position unterhalb der Ionisationssonde **1** an einem Ort vor dem Einlasseingang **25** des Massenspektrometers **24** zu positionieren. Eine solche Anordnung wird durch die Heizkammer **11** mit einer kurzen Gesamtlänge (d. h. Länge in der vertikalen Richtung in der Zeichnung) ermöglicht.

**[0095]** Als ein Merkmal dieser Ausführungsform kann die Ionisationssonde **1** fest sein ohne bewegt zu werden, da die Heizkammer **11** in der vertikalen Richtung kurz ist. Infolgedessen, da die Heizkammer **11** nur bewegt werden muss, wenn die Ionisation umgeschaltet wird, liegt ein Vorteil darin, dass nur ein Antriebsabschnitt notwendig ist.

**[0096]** Als das zweite Merkmal ist die Leitung, da die Heizkammer **11** in der vertikalen Richtung kurz ist, in Art einer Schlangenkurve angeordnet, um den Abstand des Heizbereichs sicherzustellen. Falls die Heizkammer **11** eine gerade zylindrische Leitungsstruktur aufweist, wie in den vorstehend genannten Ausführungsformen, kann der Abstand des Heizbereichs nicht sichergestellt sein. Somit ist es notwendig, eine Struktur zu bilden, mit der der Heizabstand und die Zeit sichergestellt sein können. Als ein Beispiel ist der Probenströmungspfad in der Heizkammer **11** in Art einer Schlangenkurve angeordnet, um die Zeit und den Abstand zum Heizen von Probegas sicherzustellen.

## [Vierte Ausführungsform]

**[0097]** Die vierte Ausführungsform wird beschrieben. In dieser Ausführungsform unterscheidet sich ein Verfahren zum Bewegen der Heizkammer. Wenn die Betriebsart von der APCI-Betriebsart zu der ESI-Betriebsart umgeschaltet wird, wird ein Verfahren zum Bewegen der Heizkammer verwendet, das von den vorstehend genannten Verfahren verschieden ist. Insbesondere ist in dieser Ausführungsform die Heizkammer in zwei Teile unterteilt, und die zwei Teile bewegen sich in einander entgegengesetzten Richtungen.

**[0098]** Fig. 20 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine beispielhafte Konfiguration in der ESI-Betriebsart zeigt. Fig. 20 ist eine Ansicht, in der der Einlasseingang 25 des Massenspektrometers 24 von der Vorderseite gesehen ist, anders als in den vorher gezeigten Zeichnungen. Die Heizkammer ist in zwei Teile 11a und 11b aufgeteilt, wie in der Zeichnung gezeigt ist, die sich in einer Ebene, die zu der Achse der Ioneneinleitung des Einlasseingangs 25 des Massenspektrometers 24 senkrecht ist, voneinander weg bewegen. Wie vorstehend beschrieben wird in der ESI-Betriebsart die Heizkammer von der Ionisationssonde 1 weg bewegt, so dass verhindert werden kann, dass die Ionisationssonde 1 erwärmt wird. Die zwei Teile 11a und 11b der Heizkammer sind mit den Antriebsabschnitten 46 und 48 über die Stützabschnitte 47 bzw. 49 verbunden und werden durch die Antriebsabschnitte 46 und 48 angetrieben. Die anderen Punkte, wie z. B. das Ionisationsverfahren, sind dieselben wie diejenigen in Ausführungsform 1. Um die Temperatur der Heizkammer, die zwei Teile 11a und 11b aufweisen, hoch zu halten, ist es wünschenswert, dass Heizelemente an den zwei jeweiligen getrennten Teilen 11a und 11b der Heizkammer zum Zweck der Erwärmung angebracht sind.

**[0099]** In dieser Ausführungsform kann ein Bereich um den ESI-Ionisationsbereich 21 in der ESI-Betriebsart auch durch die zwei Teile 11a und 11b der Heizkammer erwärmt werden. Es kann entweder das Heizverfahren, das Strahlungswärme aus der Heizkammer verwendet, oder das Verfahren, das Heizgas verwendet und das in Ausführungsform 1 beschrieben ist, verwendet werden. Dementsprechend wird Verdampfung von Ionen unterstützt, und es wird erwartet, dass sich die Empfindlichkeit verbessert.

**[0100]** In der APCI-Betriebsart sind zwei getrennte Teile 11a und 11b der Heizkammer zusammen kombiniert, um eine Heizkammer zu bilden. Die Konfiguration in der APCI-Betriebsart ist dieselbe wie diejenige in Fig. 2.

## [Fünfte Ausführungsform]

**[0101]** Als das Ionisationsverfahren kann auch APPI (Photoionisation unter Atmosphärendruck) anstelle von APCI verwendet werden. APPI kann durch Anordnung einer Vakuum-Ultraviolettlampe anstelle einer Entladungselektrode implementiert werden. Daneben können alle Ionisationsverfahren, die Gas in Ionen umsetzen können, anstelle von APCI verwendet werden.

**[0102]** Fig. 21 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform zeigt, die APPI verwendet. Anders als die Konfiguration in der in Fig. 2 gezeigten APCI-Betriebsart sind eine Ultraviolettlampe 43 und eine Stromversorgung 44 für die Lampe bereitgestellt anstelle sowohl der Entladungselektrode 12 als auch des Stützabschnitts 13 und der Hochspannungsstromversorgung 10 für die Entladungselektrode 12, die in APCI verwendet sind. Die Ultraviolettlampe 43 ist an der Heizkammer 11 angebracht und bewegt sich zusammen mit der Heizkammer 11. Die Ultraviolettlampe bestrahlt den Probenströmungspfad 17 in der Heizkammer mit Licht, um die Ionisation zu bewirken. Die Lampe wird unter Verwendung der Stromversorgung 44 an- oder abgeschaltet. Das Steuern der Stromversorgung 44 unter Verwendung der Steuereinheit 45, die in Fig. 15 gezeigt ist, kann auch die Ultraviolettlampe 43 automatisch ein/aus steuern. Die anderen Punkte, wie z. B. ein Verfahren zum Bewegen der Ionisationssonde 1 und der Heizkammer 11, sind dieselben wie diejenigen in Ausführungsform 1.

**[0103]** Daneben können alle Ionisationsverfahren, die Erwärmen und Verdampfen einer Probe benötigen, anstelle von APCI und APPI verwendet werden.

**[0104]** In der ESI-Betriebsart ist es auch möglich, ein Ionisationsverfahren zu verwenden, das ähnlich ESI ist. Beispielsweise kann SSI (Schallsprühionisierung) verwendet werden.

**[0105]** Es wird darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehend genannten Ausführungsformen beschränkt ist und eine Vielzahl von Variationen enthält. Beispielsweise muss die vorliegende Erfindung, obwohl die vorstehend genannten Ausführungsformen genau beschrieben worden sind, um die vorliegende Erfindung deutlich darzustellen, nicht alle Konfigurationen enthalten, die in den Ausführungsformen beschrieben sind. Es ist möglich, einen Teil einer Konfiguration einer Ausführungsform durch eine Konfiguration einer anderen Ausführungsform zu ersetzen. Zusätzlich ist es auch möglich, zu einer Konfiguration einer Ausführungsform eine Konfiguration einer weiteren Ausführungsform hinzuzufügen. Ferner ist es auch möglich, für einen Teil einer Konfiguration jeder Ausführungsform,

eine Konfiguration einer weiteren Ausführungsform hinzuzufügen/zu entfernen/zu ersetzen.

#### Bezugszeichenliste

1	Ionisationssonde
2	Probensprühdüse
3	Zerstäubergasdüse
4	Heizgasdüse
5	Probe
6	Zerstäubergas
7	Heizgas
8	Auslassende der Ionisationssonde
9	Hochspannungsstromversorgung
10	Hochspannungsstromversorgung
11	Heizkammer
12	Entladungselektrode
13	Stützabschnitt
14	Trichterabschnitt
15	Einlassende der Heizkammer
16	Heizgas
17	Probenströmungspfad
18	Gasströmungspfadsteuereinheit
19	Gasleitung
20	Gasströmungspfad
21	ESI-Ionisationsbereich
22	APCI-Ionisationsbereich
23	Heizbereich
24	Massenspektrometer
25	Einlasseingang
26	Strömungspfad
27	Heizbereich
31	Antriebsabschnitt
32	Stützabschnitt
33	Antriebsabschnitt
34	Stützabschnitt
35	Auslassende der Heizkammer
36	Innendurchmesser
37	Gasströmungspfad
41	fester Punkt
42	Stützabschnitt
43	Ultraviolettlampe
44	Stromversorgung für die Lampe
45	Steuereinheit
46	Antriebsabschnitt
47	Stützabschnitt
48	Antriebsabschnitt
49	Stützabschnitt

#### Patentansprüche

1. Ionenquelle, die umfasst:  
eine Ionisationssonde zum Sprühen einer Probe;  
eine Heizkammer, die einen internen Probenströmungspfad aufweist, wobei die Heizkammer ausgelegt ist, eine Probe, die durch den Probenströmungspfad strömt, zu erwärmen und zu verdampfen; und  
einen Antriebsabschnitt zum Ändern eines Abstands zwischen einem Auslassende der Ionisationssonde und einem Einlassende der Heizkammer, wobei

der Abstand zwischen der Ionisationssonde und der Heizkammer durch den Antriebsabschnitt verändert wird, um mehrere Ionisationsverfahren individuell durchzuführen.

2. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei die mehreren Ionisationsverfahren ESI und APCI enthalten oder ESI und APPI enthalten.

3. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei ein innerer Durchmesser des Probenströmungspfad in der Heizkammer kleiner ist als ein äußerer Durchmesser der Heizgasdüse der Ionisationssonde.

4. Ionenquelle nach Anspruch 2, wobei in der ESI-Betriebsart ein ESI-Ionisationsbereich, der um ein Auslassende der Ionisationssonde gebildet ist, durch Wärme der Heizkammer erwärmt wird.

5. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei das Einlassende der Heizkammer in der Form eines Trichters ist.

6. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei der Probenströmungspfad in der Heizkammer einen oder mehrere Zylinder enthält.

7. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei der Probenströmungspfad in der Heizkammer mehrere Strömungspfade aufweist, die miteinander verbunden sind, wobei die mehreren Strömungspfade unterschiedliche innere Durchmesser aufweisen.

8. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei die Ionisationssonde und/oder die Heizkammer durch den Antriebsabschnitt linear angetrieben werden.

9. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei die Heizkammer dadurch bewegt wird, dass sie um einen festen Punkt gedreht wird.

10. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei Heizgas aus der Heizkammer zu einem Ionisationsbereich geschickt wird, der um das Auslassende der Ionisationssonde gebildet ist.

11. Ionenquelle nach Anspruch 1, wobei eine Gesamtlänge der Heizkammer kurz ist und der Probenströmungspfad eine Schlangenkurve ist, und die Ionisationssonde fest ist und die Heizkammer beweglich ist.

12. Massenspektrometervorrichtung, die umfasst:  
eine Ionenquelle, die ausgelegt ist, eine Probe zu ionisieren;  
ein Massenspektrometer, das einen Ioneneinlasseingang aufweist, in den Probenionen, die durch Ionisation durch die Ionenquelle erhalten werden, eingeleitet werden, wobei das Massenspektrometer ausge-

legt ist, eine Masse der Ionen, die aus dem Ioneneinlasseneingang eingeleitet werden, zu analysieren; und eine Steuereinheit, wobei die Ionenquelle eine Ionisationssonde zum Sprühen einer Probe, eine Heizkammer, die einen internen Probestromungspfad aufweist, wobei die Heizkammer ausgelegt ist, eine Probe, die durch den Probestromungspfad strömt, zu erwärmen und zu verdampfen, und einen Antriebsabschnitt zum Ändern eines Abstands zwischen einem Auslassende der Ionisationssonde und einem Einlassende der Heizkammer enthält, und der Antriebsabschnitt durch die Steuereinheit gesteuert wird, um eine Positionsbeziehung der Ionisationssonde und/oder der Heizkammer in Bezug auf den Ioneneinlasseneingang des Massenspektrometers zu ändern und dadurch individuell mehrere Ionisationsverfahren ausführt.

13. Massenspektrometervorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Steuereinheit ausgelegt ist, den Antriebsabschnitt zu steuern, so dass ein Probenionisationsbereich eines Ionisationsverfahrens, das die Ionisationssonde verwendet, und ein Probenionisationsbereich eines Ionisationsverfahrens, das die Ionisationssonde und die Heizkammer verwendet, in der Nähe des Ioneneinlasseneingangs des Massenspektrometers positioniert sind.

14. Massenspektrometervorrichtung nach Anspruch 12, wobei die mehreren Ionisationsverfahren ESI und APCI enthalten oder ESI und APPI enthalten, und die Steuereinheit ausgelegt ist, in der ESI-Betriebsart den Antriebsabschnitt zu steuern, so dass die Heizkammer nicht zwischen dem Auslassende der Ionisationssonde und dem Ioneneinlasseneingang des Massenspektrometers angeordnet ist, und in der APCI-Betriebsart oder der APPI-Betriebsart den Antriebsabschnitt zu steuern, so dass die Heizkammer zwischen dem Auslassende der Ionisationssonde und dem Ioneneinlasseneingang des Massenspektrometers angeordnet ist.

Es folgen 17 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

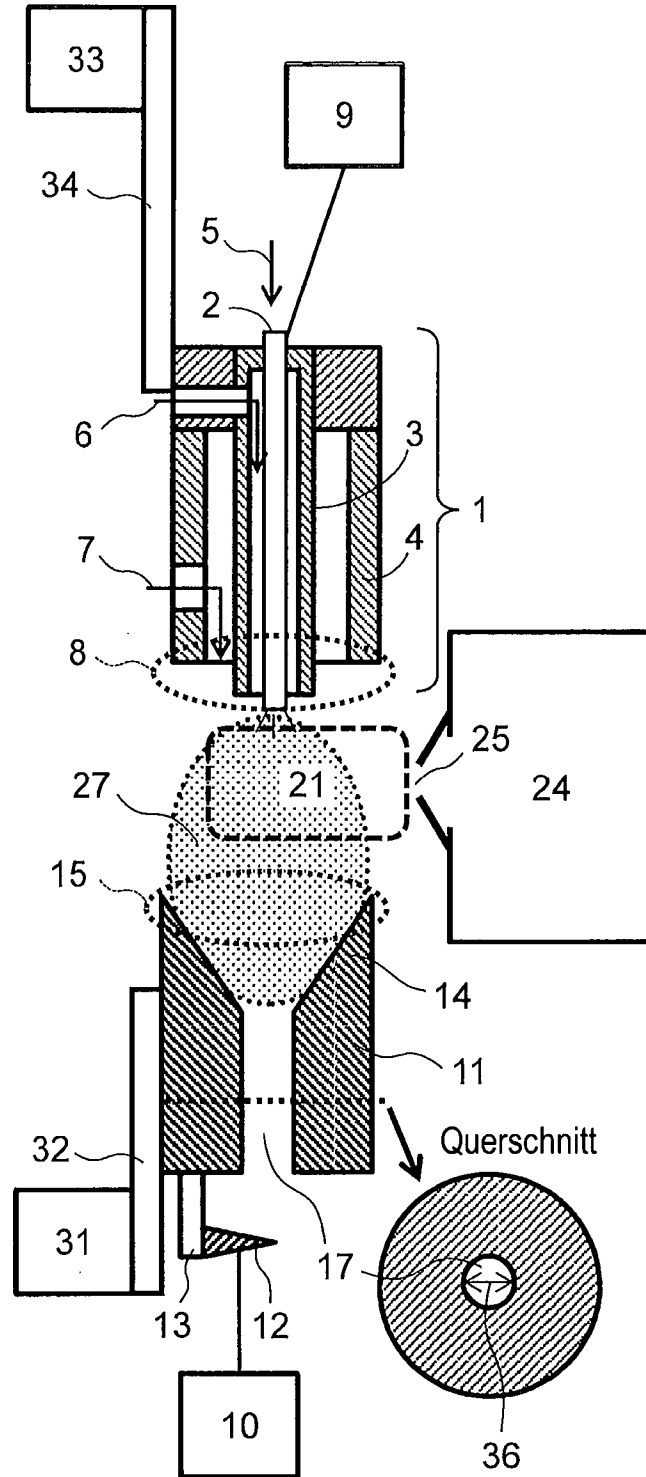


Fig. 2

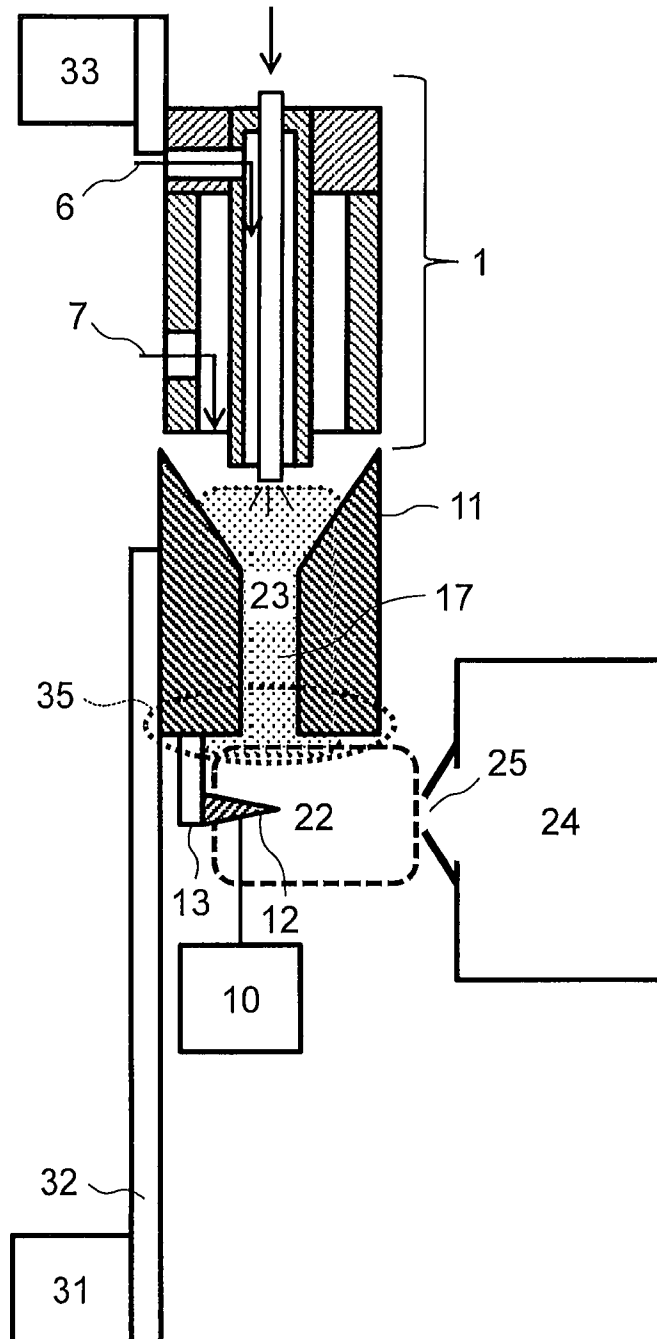




Fig. 3

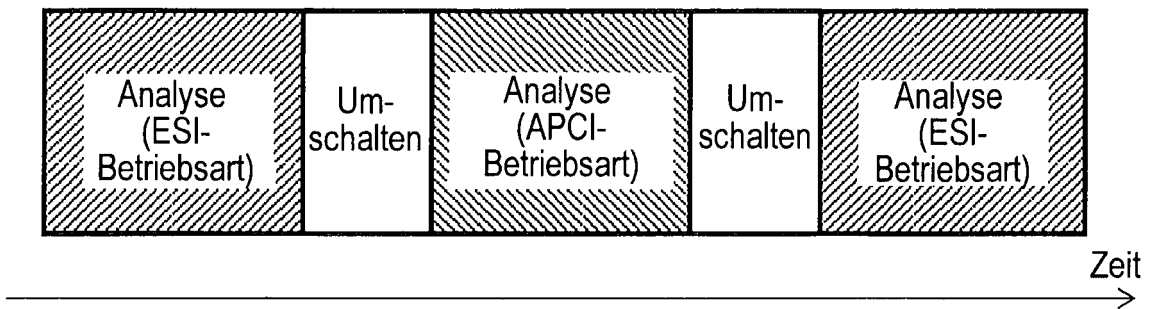


Fig. 4

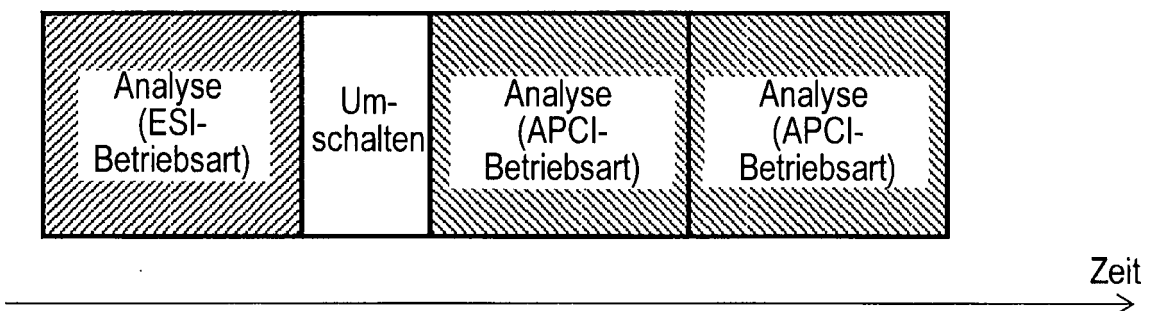


Fig. 5

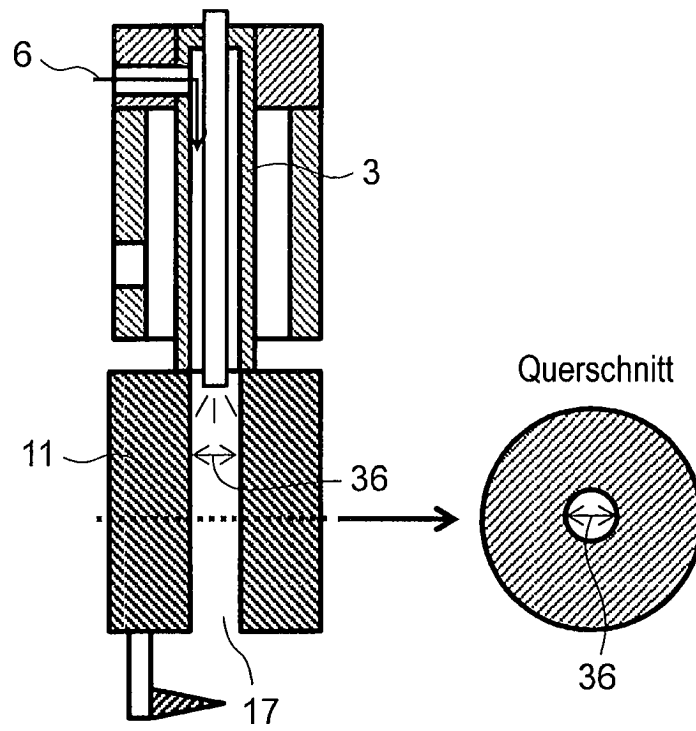


Fig. 6

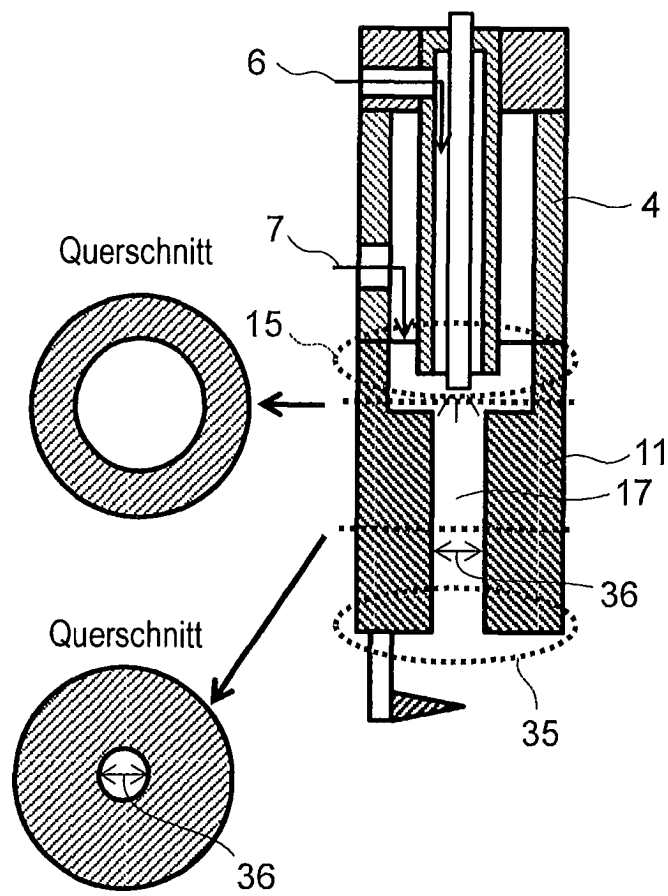


Fig. 7

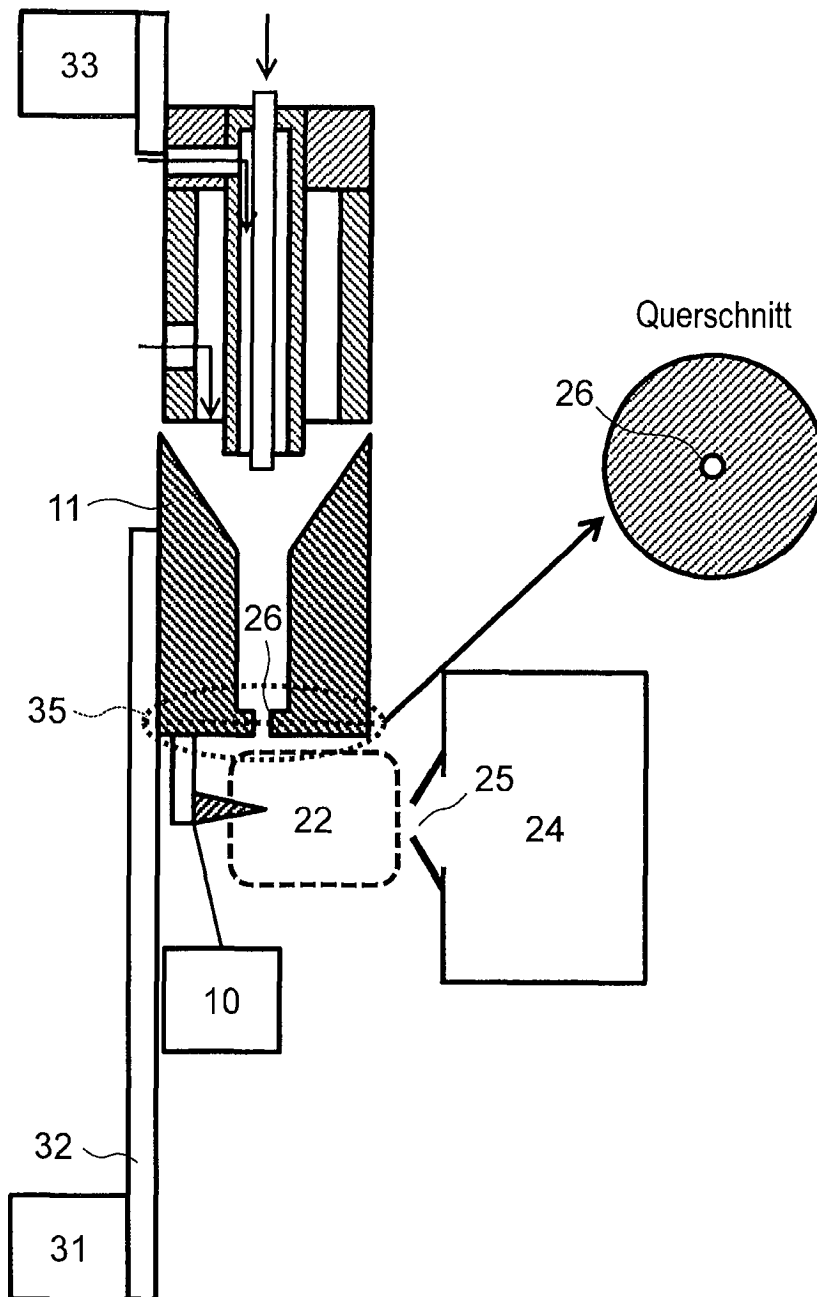


Fig. 8

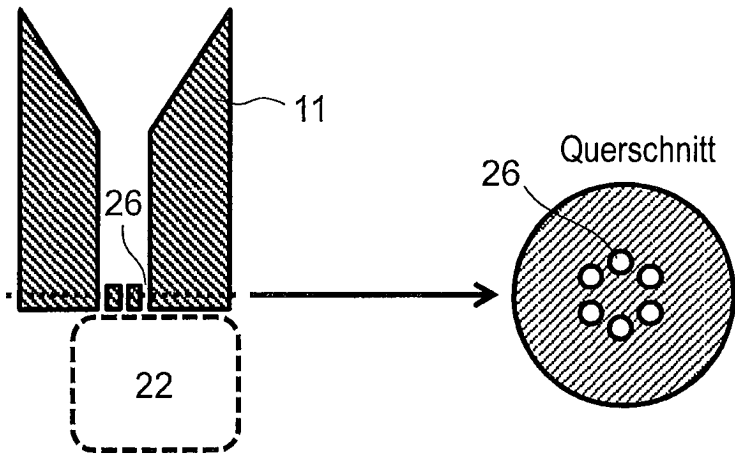


Fig. 9

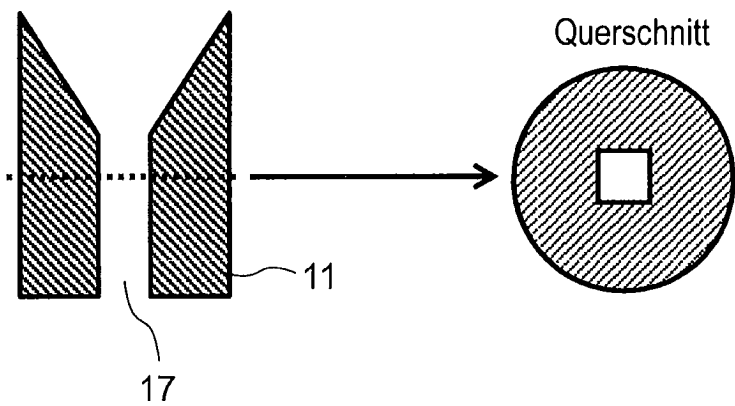


Fig. 10

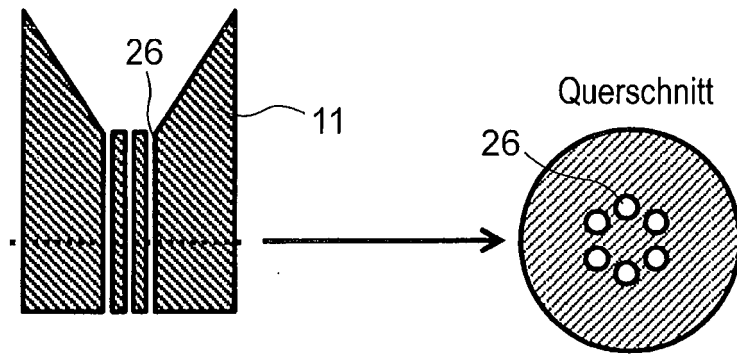


Fig. 11

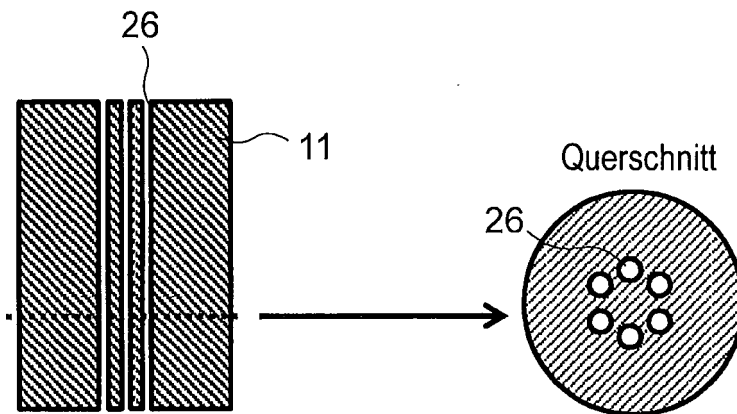


Fig. 12

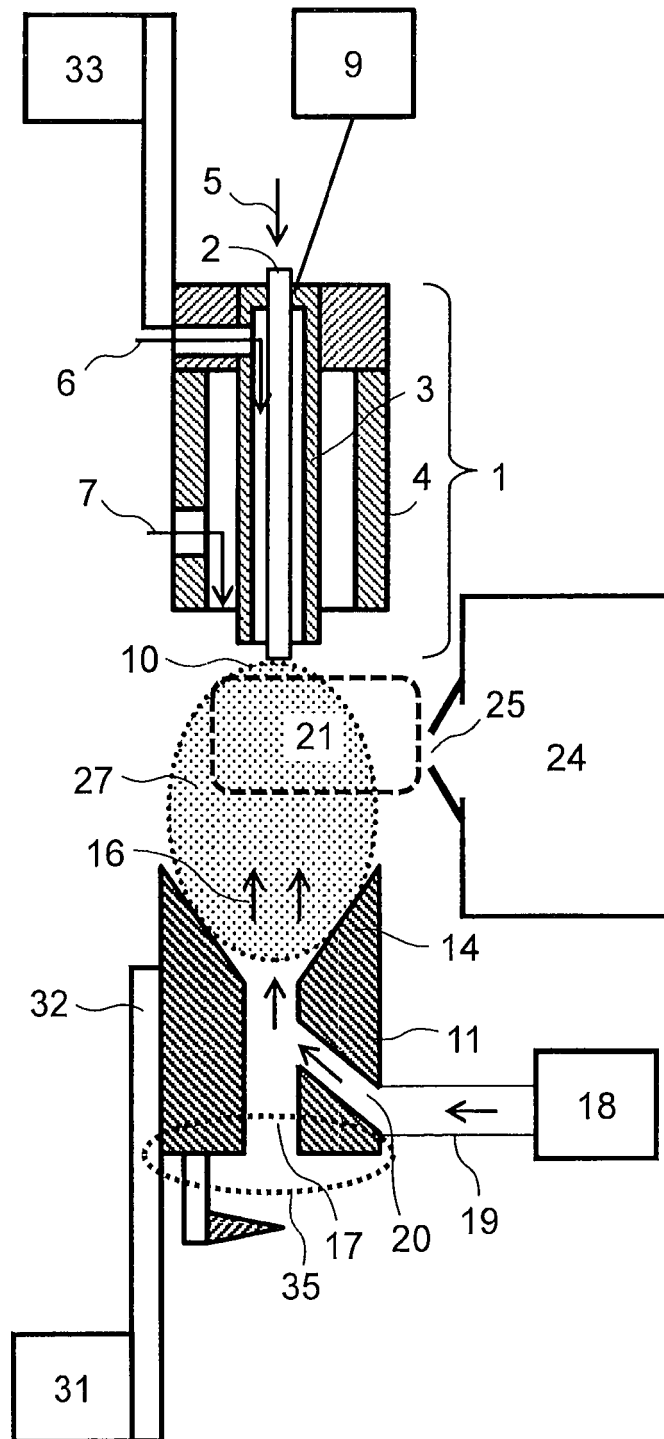


Fig. 13

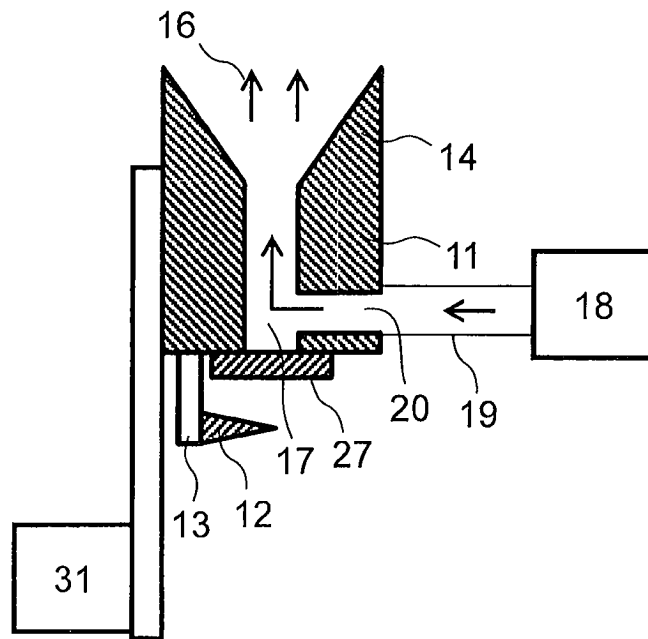


Fig. 14

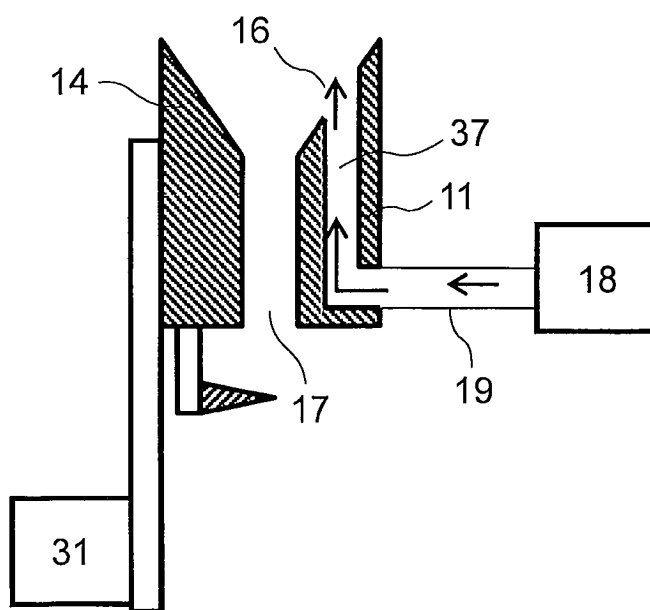




Fig. 15

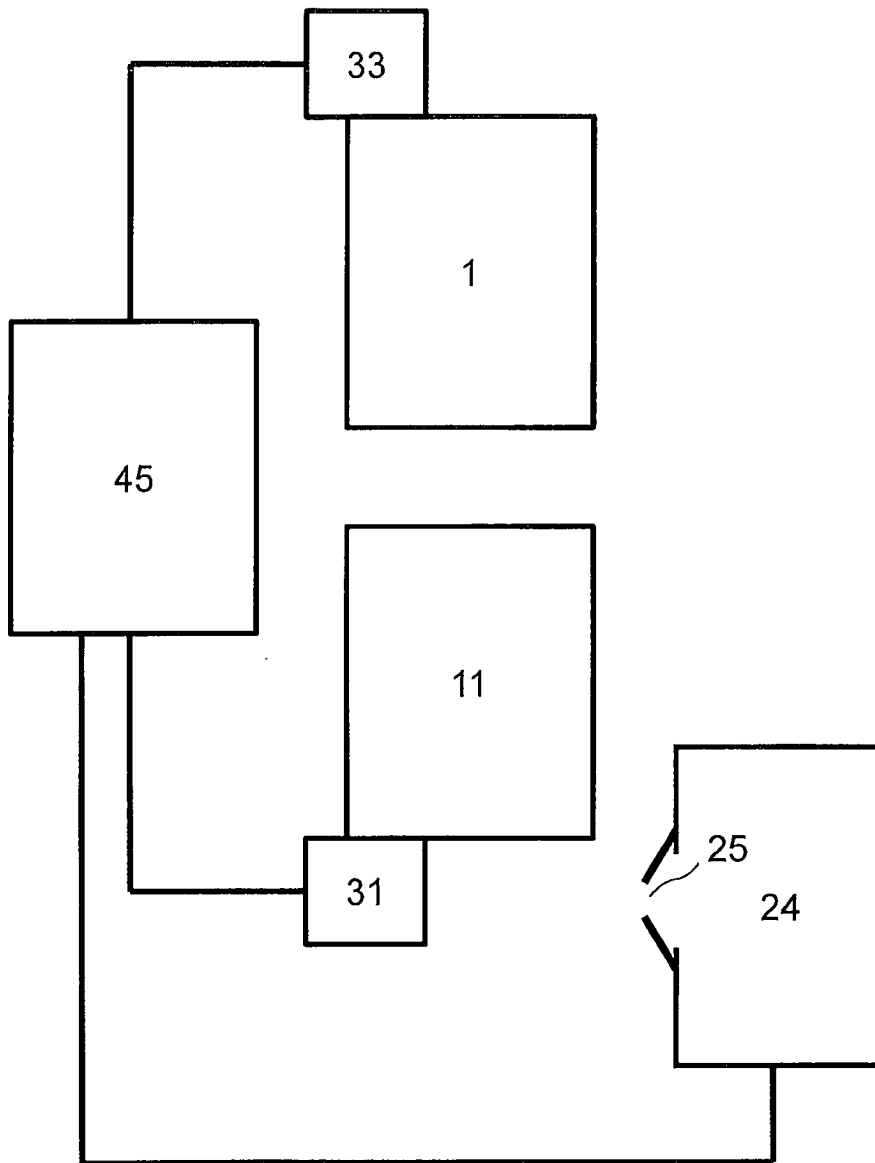


Fig. 16

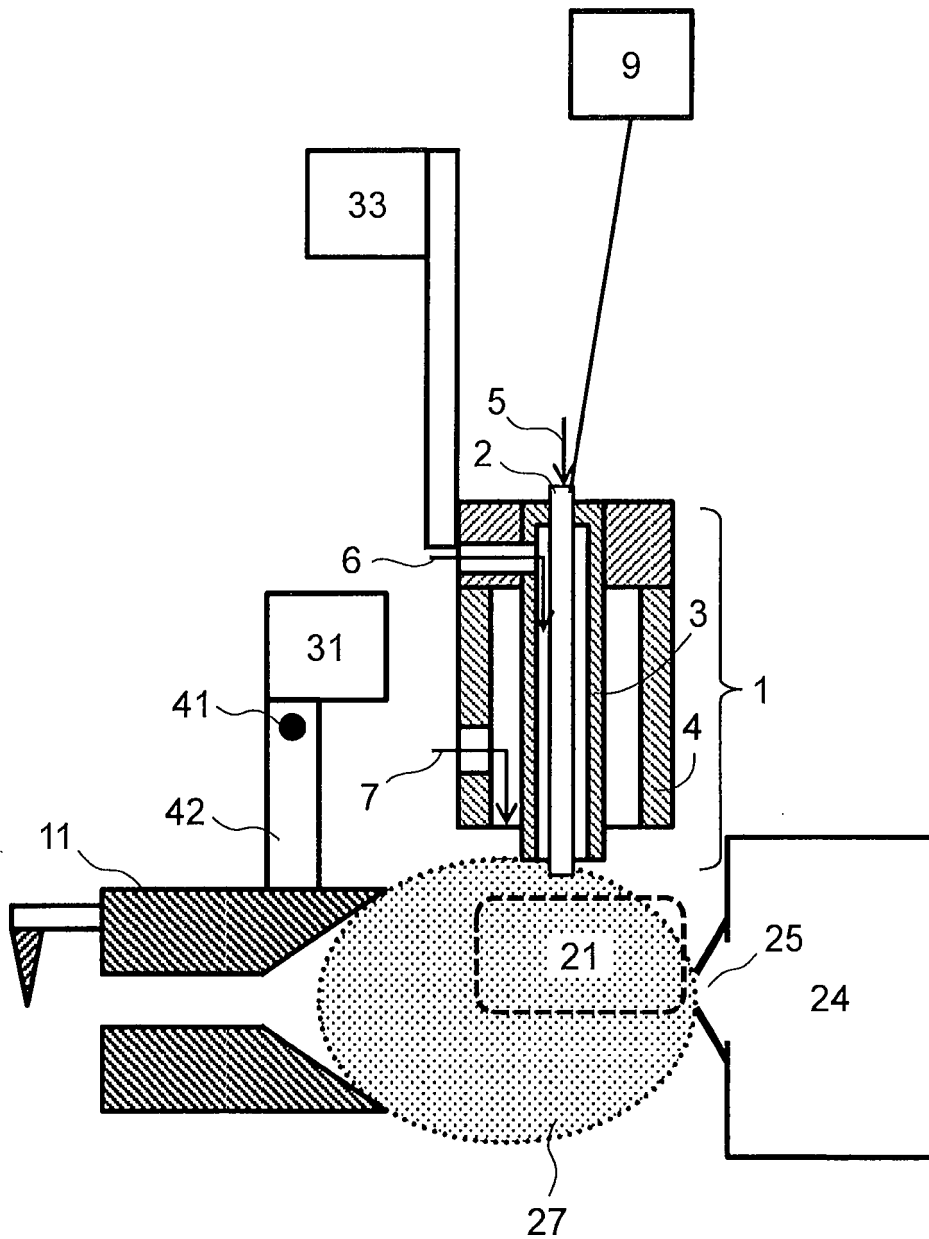


Fig. 17

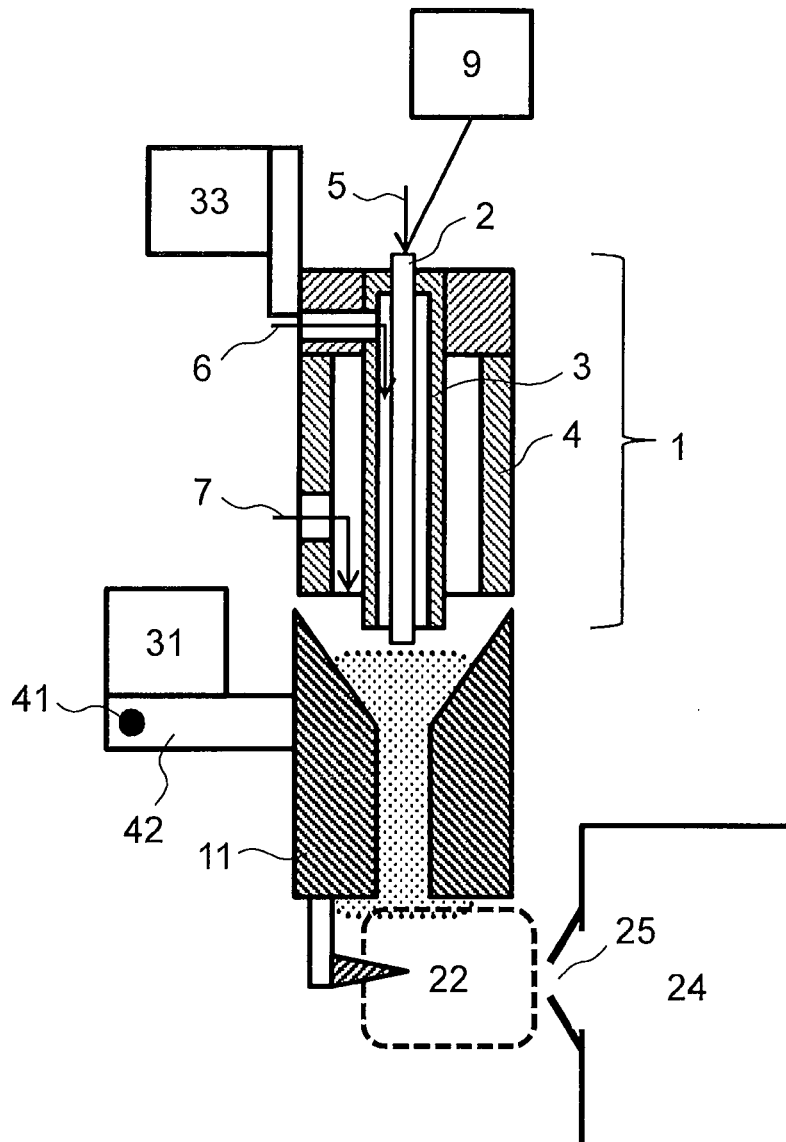


Fig. 18

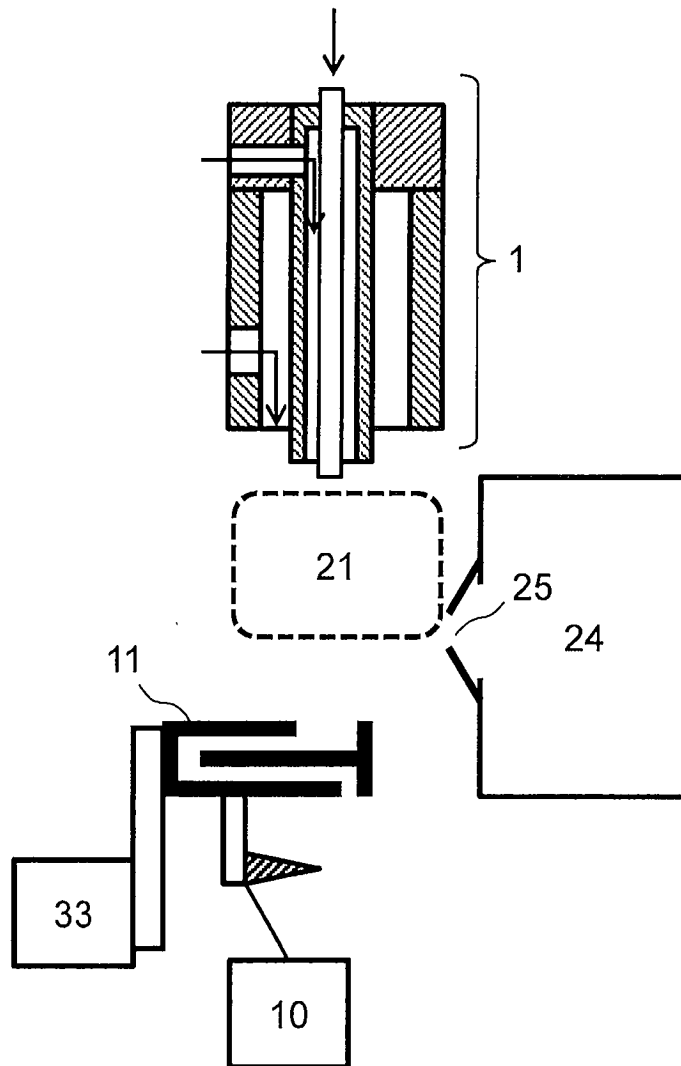


Fig. 19

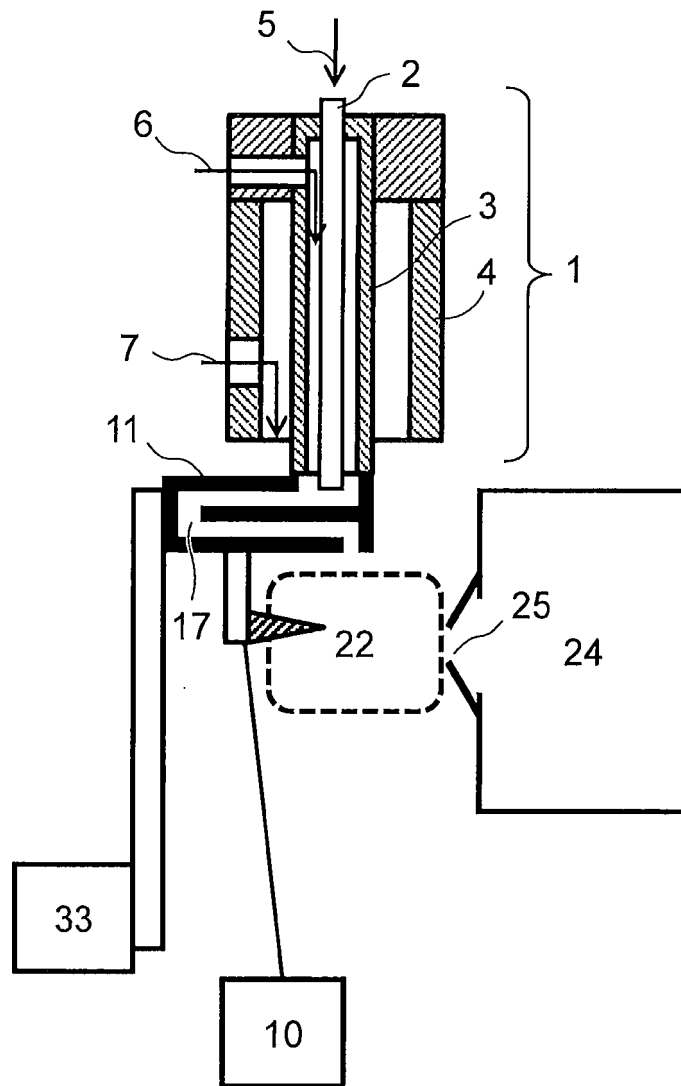


Fig. 20

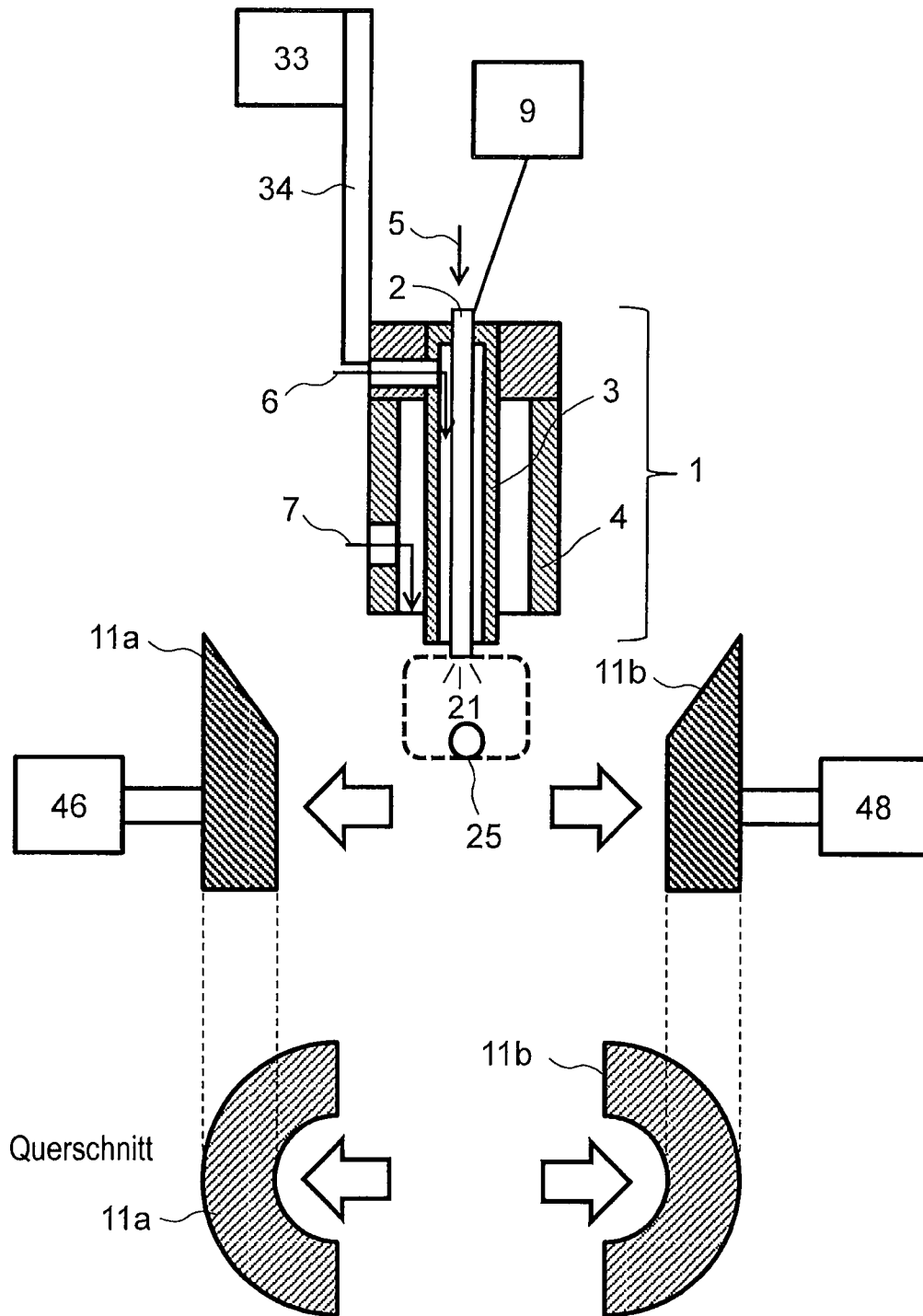


Fig. 21

