



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 822 574 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.02.1998 Patentblatt 1998/06

(51) Int. Cl.⁶: **H01J 49/40**

(21) Anmeldenummer: 97112631.3

(22) Anmeldetag: 23.07.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorität: 01.08.1996 DE 19631161

(71) Anmelder:
• **Bergmann, Eva Martina**
D-82441 Ohlstadt (DE)
• **Bergmann, Thorald, Dr.**
D-82441 Ohlstadt (DE)

(72) Erfinder: **Bergmann, Thorald, Dr.**
82441 Ohlstadt (DE)

(54) **Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer mit Kollisionszelle**

(57) Sollen in einem Flugzeit-Massenspektrometer nachzuweisende Ionen durch Zusammenstöße mit einem Kollisionsgas fragmentiert werden, so muß einerseits im Kollisionsbereich das Gas mit einem vergleichsweise hohen Druck zur Verfügung stehen. Andererseits ist im Detektorbereich generell ein sehr niedriger Druck anzustreben. Diese Forderung wird erfindungsgemäß durch einen separat gepumpten Bereich erfüllt, welcher die Kollisionszelle umgibt.

Um einen hohen Druckunterschied herzustellen,

und dabei nicht die Empfindlichkeit des Massenspektrometers herabzusetzen, werden vorzugsweise Strömungsimpedanzen mit vergleichsweise großem Querschnitt verwendet. Eine sehr einfache und platzsparende Anordnung ergibt sich, wenn man zwischen Ionenquelle des Flugzeit-Massenspektrometers und dem Gehäuse, welches Reflektor und Detektor aufnimmt, eine separate Kammer mit der Kollisionszelle anordnet.

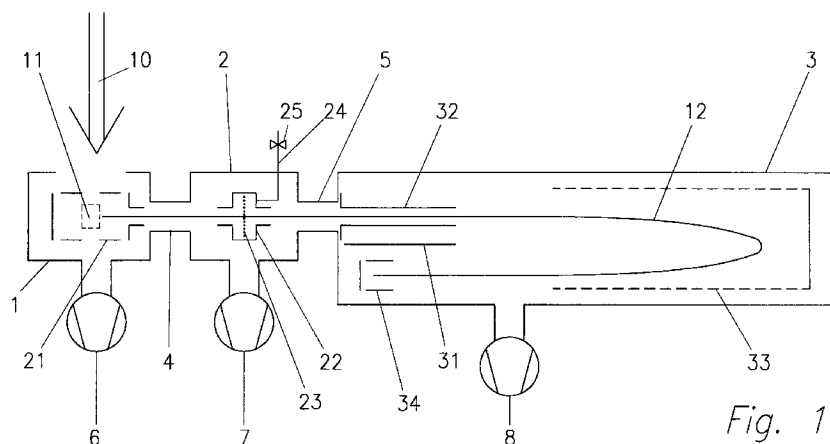


Fig. 1

EP 0 822 574 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach dem Oberbegriff des Anspruch 1.

Bei Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometern gibt es generell mindestens zwei Flugstrecken, auf welchen Ionen durch ihre unterschiedlichen Flugzeiten ihrer Masse nach aufgetrennt werden. Dabei bildet immer der Endort der vorangehenden Flugstrecke den Startort der folgenden.

Üblicherweise wird mittels der ersten Flugstrecke eine bestimmte Ionenmasse vorselektiert, welche entweder vor oder nach der Selektion einer beliebigen Wechselwirkung unterworfen wird. Diese Wechselwirkung kann z.B. die Einwirkung eines Laserstrahls sein, das Kreuzen mit einem zweiten Ionenstrahl oder auch das Durchfliegen einer Zelle mit Kollisionsgas sein.

Die Selektion bzw. Auswahl einer bestimmten Ionenmasse am Endort einer Flugstrecke kann nach dem Stand der Technik durch eine Reihe von Methoden bewirkt werden:

- Sind die Flugstrecken orthogonal zueinander angeordnet, so kann die Selektion am Ende der einen bzw. am Anfang der folgenden Flugstrecke dadurch bewirkt werden, daß zum Ankunfts-Zeitpunkt einer bestimmten Ionenmasse die an diesem Ort platzierte Ionenquelle des folgenden Flugzeit-Massenspektrometers angeschaltet wird, was die Ablenkung und den Einschub genau dieser Ionenmasse in das folgende Flugzeit-Massenspektrometer bewirkt.

- Sind die Flugstrecken kollinear zueinander angeordnet, so kann am Ende der einen bzw. am Anfang der folgenden Flugstrecke eine Vorrichtung zum gepulsten Ablenken der Ionen vorgesehen werden:

- a) Eine solche Vorrichtung kann z.B. aus zwei zueinander parallel angeordneten Platten bestehen, welche normalerweise auf unterschiedlichen Potentialen liegen, wodurch die hindurchfliegenden Ionen abgelenkt werden. Werden diese Platten nun kurzzeitig auf gleiches Potential gelegt, so kann nur die Ionenmasse passieren, welche sich gerade kurz vor den Platten befindet und während der Passage kein ablenkendes Feld spürt.

- b) Eine solche Vorrichtung kann auch durch zwei kammartige Strukturen bewirkt werden, deren Zähne aus feinen Drähten bestehen, wobei die Zähne der einander gegenüberliegenden kammartigen Strukturen mittig ineinander greifen und alle zu jeweils einer kammartigen Struktur gehörenden Zähne elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Werden diese beiden Strukturen auf Potentiale

gelegt, die in ihrem Wert symmetrisch zum Potential der Driftstrecke sind, so heben sich die von den beiden kammartigen Strukturen erzeugten elektrischen Felder schon in sehr kurzem Abstand auf. Ein solches Ionenschaltgitter kann schon mit vergleichsweise geringen Spannungen durchtretende Ionen so stark ablenken, daß sie den Bahnbereich der Flugstrecken verlassen. Außerdem beeinflusst dieses Schaltgitter nur die Ionen in seiner allernächsten Nähe, was eine Selektion mit hoher Massenauflösung der gewünschten Ionenmasse bewirkt. Ein solches Ionenschaltgitter ist beispielsweise in der Veröffentlichung von D.J. Beussman et al. beschrieben. (Analytical Chemistry, Bd. 67, Seiten 3952 - 3957, 1995)

Durch die nach oder vor der Selektion ausgeführte Wechselwirkung wird der innere Zustand der selektierten Ionenmasse geändert. Meist wird Energie zugeführt, um einen Zerfall dieser Ionenmasse in Bruchstücke zu bewirken. Die Massen dieser Bruchstücke lassen dann oft Rückschlüsse auf den Aufbau der ursprünglichen Ionenmasse zu und dienen so der Strukturaufklärung komplexer Moleküle. Die Massen dieser Bruchstücke werden nun durch Messen der Flugzeit in der zweiten Flugstrecke des Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometers bestimmt.

Müssen noch mehr Einzelheiten als nur die Massen der Bruchstücke bestimmt werden, so können die Bruchstücke selbst einer weiteren Wechselwirkung unterworfen werden, man kann nach Durchfliegen der zweiten Flugstrecke eine bestimmte Ionenmasse herausfiltern, deren Bruchstücke man dann in der dritten Flugstrecke bestimmt.

Soll der selektierten Ionenmasse durch Wechselwirkung mit einem Kollisionsgas Energie zugeführt werden, so werden in den meisten Fällen die Gase Helium, Stickstoff, oder Argon verwendet, wobei sich in vielen Untersuchungen Helium als das günstigste Kollisionsgas erwiesen hat. Zum Stand der Technik finden sich zwei Anordnungen, welche Kollisionsgas in einem Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer zur Erzeugung von Fragment-Ionen verwenden:

- a) B. Spengler et al. (Journal of Physical Chemistry, Bd. 96, Seiten 9678 - 9684, 1992) untersuchen die Fragmentation des Moleküls Cytochrom C, indem sie verschiedene Gase bis zu einem Druck von $4 \cdot 10^{-5}$ mbar in die Flugstrecke ihres Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometers einlassen.

- b) T.J. Cornish et al. (Rapid Communications in Mass Spectrometry, Bd. 7, Seiten 1037 - 1040, 1993) untersuchen die Fragmentation von Molekülen in ihrem Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer, indem sie mittels einer gepulsten Düse Argon oder

Helium in eine Kollisionszelle einlassen, welche sich zwischen den beiden Flugstrecken ihrer Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer-Anordnung befindet.

B. Spengler et al. haben hierbei die einfachste Ausführungsform gewählt. Das Kollisionsgas einfach in die Driftstrecke des Flugzeit-Massenspektrometers einzulassen, stellt die billigste, und am leichtesten zu realisierende Möglichkeit dar, Fragmente durch Stöße mit Gasmolekülen oder -Atomen zu erzeugen. Nachteilig ist allerdings, daß bei Helium, dem am häufigsten verwendeten Kollisionsgas nicht soviel Gas in die Driftstrecke eingelassen werden kann, so daß eine ausreichende Anzahl der Primärionen fragmentierbar wäre. Der Helium-Gasdruck, der notwendig für eine ausreichende Fragmentation wäre, würde elektrische Entladungen im Flugzeit-Massenspektrometer hervorrufen, welche seine Funktion beeinträchtigen würden, unter Umständen auch zur Zerstörung von Komponenten, insbesondere des Detektors führen könnten.

Bei Vielkanalplatten, welche häufig in den Detektoren der Flugzeit-Massenspektrometer verwendet werden, wird als maximaler Arbeitsdruck 10^{-4} mBar angegeben. Elektrische Entladungen an hochspannungsführenden Bauteilen können ab einem Druck von ca. 10^{-3} mBar auftreten.

T.J. Cornish et al. können auch mit Helium als Kollisionsgas ausreichende Fragmentation bei den zu untersuchenden Ionenmassen hervorrufen. Dies wird hier erreicht, indem sie mit einer gepulsten Düse einen Heliumstrahl hoher Dichte in die Kollisionszelle einlassen. Durch ausreichende Wartezeit bis zum nächsten Primärionenpuls wird ein Druckanstieg im Flugzeit-Massenspektrometer verhindert, der elektrische Entladungen bzw. Zerstörungen an Komponenten des Instruments hervorrufen könnte.

Insbesondere dadurch, daß T.J. Cornish et al. die Austrittsöffnung ihrer gepulsten Düse mit einer Hohl-Nadel bis zur Kollisionszelle verlängern (Analytical Chemistry, Bd. 65, Seiten 1043 - 1047, 1993), erreichen sie einen hohen Gasdruck im Bereich der Kollisionszelle, wobei gleichzeitig der Druckanstieg im restlichen Bereich des Massenspektrometers sich in zulässigen Grenzen hält.

Trotzdem ist in jedem Falle, um einen unzulässigen Druckanstieg zu vermeiden, eine niedrige Repetitionsfrequenz der Düse notwendig, was infolge der langen Wartezeiten zwischen Primärionenpulsen jedoch die Empfindlichkeit des Flugzeit-Massenspektrometers in kaum vertretbarer Weise herabgesetzt. Außerdem stellt eine gepulste Düse ein Bauteil mit großem Verschleiß dar, d.h. es wird ein öfteres Auswechseln erforderlich sein.

Dementsprechend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer anzugeben, bei welchem mit vertretbarem technischen Aufwand und ohne Einbußen bei der Massenauflösung oder

Empfindlichkeit ein ausreichender Druck des Kollisionsgases für die verschiedenen Möglichkeiten der Fragmentation zur Verfügung steht. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, bei einem zur Fragmentation ausreichendem Druck, keine Entladungen an den spannungsführenden Teilen des Massenspektrometers entstehen zu lassen.

Diese Aufgaben werden durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird vor der Kammer, welche den Reflektor enthält, eine weitere Kammer, im folgenden Streukammer genannt, angeordnet, welche dann die Kollisionszelle enthält. Zwischen Streukammer und Reflektorkammer befinden sich eine oder mehrere Gas-Strömungsimpedanzen, wodurch in der Kollisionszelle eine sehr hohe Gasdichte erzielbar ist, bei gleichzeitig nur geringfügigem Druckanstieg in der Reflektorkammer.

Hierbei werden die Streukammer und die Reflektorkammer in verschiedenen, separat gepumpten Raumbereichen angeordnet, die ihre jeweils eigenen Pumpstutzen aufweisen, und die durch eine Gas-Strömungsimpedanz verbunden sind. Damit der Gasdruck in der Reflektorkammer deutlich niedriger als in der Streukammer ist, muß der Gas-Leitwert der Verbindung zwischen den beiden Kammern deutlich niedriger sein als das Saugvermögen der Pumpe, welche an der Reflektorkammer pumpt.

Im einfachsten Fall handelt es sich bei einer Gas-Strömungsimpedanz um eine Öffnung bestimmten Querschnitts in der Trennwand zwischen Bereichen verschiedenen Druckes. Rohre oder rohrähnliche Gebilde haben jedoch einen wesentlich kleineren Gasleitwert als Öffnungen gleichen Querschnitts und sind darum in vielen Fällen vorzuziehen. Vorteilhafterweise wird der Querschnitt einer Gas-Strömungsimpedanz immer so klein gewählt, daß der Ionenstrahl gerade eben nicht blockiert wird. So erzielt man maximale Empfindlichkeit des Massenspektrometers bei minimalem Gas-Leitwert der Strömungsimpedanz.

Es ist auch möglich, die Streukammer und die Reflektorkammer in einer gemeinsamen Vakuumkammer aufzubauen, und durch Trennwände solcherart voneinander zu trennen, daß sich Raumgebiete ergeben, welche nur durch Öffnungen mit kleinem Gas-Leitwert verbunden sind, und für jeden dieser Bereiche einen eigenen Pumpstutzen vorsehen.

Dadurch, daß die Kollisionszelle auf diese Weise nun vergleichbar nahe am Abzugsvolumen des Flugzeit-Massenspektrometers angeordnet ist, können auch bei großer Divergenz der Ionenbahnen die Querschnitte der Strömungsimpedanzen kleiner gewählt werden, ohne die Empfindlichkeit des Massenspektrometers herabzusetzen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Als besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung gemäß den Unteransprüchen können somit

bereits vorhandene Komponenten des Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometers als Gas-Strömungsimpedanzen verwendet werden, um einen möglichst großen Druckunterschied zwischen Reflektorkammer bzw. Ionenquellenkammer und der Streukammer bzw. der Kollisionszelle hervorzurufen.

Im Folgenden wird nun anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele die Erfindung näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 3 eine Ausführungsform der Kollisionszelle mit integriertem Ionenselektor.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung. Gezeigt sind die Ionenquellenkammer 1 mit der Ionenquelle 21, und dem darin enthaltenen Abzugsvolumen 11. Die Ionenquellenkammer ist mit einer Pumpe 6 verbunden, die ein Vakuum, vorzugsweise unterhalb 10^{-6} mBar erzeugt. Zum Startzeitpunkt der Massenanalyse werden von dem zu untersuchenden Gas- bzw. Ionenstrahl 10 die am Detektor 34 nachzuweisenden Ionen aus dem Abzugsvolumen heraus auf ihrer Bahn 12 ins Flugzeit-Massenspektrometer gestartet.

Kurz hinter der Ionenquellenkammer ist die Streukammer 2 angeordnet, verbunden über das Verbindungsrohr 4, welches gleichzeitig als Strömungsimpedanz zwischen beiden Kammern dienen kann. In der Streukammer befindet sich die Kollisionszelle 22. Über eine Gasleitung 24 und das Dosierventil 25 wird das Kollisionsgas zugeführt. Die Streukammer ist mit einer Pumpe 7 verbunden, die ein Vakuum, vorzugsweise unterhalb 10^{-5} mBar erzeugt. Innerhalb der Kollisionszelle kann zusätzlich ein Ionenselektor 23 angeordnet sein.

Über das Verbindungsrohr 5 ist die Reflektorkammer 3 angeschlossen. Um die eingeschossenen Ionen gegenüber Streufeldern des Detektors 34 abzuschirmen, kann man entweder ein Abschirmblech 31 zwischen der Ionenbahn und dem Detektor oder ein Einschußrohr 32 verwenden. Das Einschußrohr 32 wirkt mit dem Verbindungsrohr 5 zusammen als Gasströmungsimpedanz. Es kann, wie in Fig. 1 dargestellt, einen geringeren Querschnitt als das Verbindungsrohr 5 aufweisen. Es kann aber auch ein größerer Querschnitt gewählt werden. Durch Auswahl eines Einschußrohrs 32 mit vorgegebenem Querschnitt kann somit die Gasströmungsimpedanz in einem gewissen Bereich eingestellt werden. Die Ionen werden im Reflektor 33 um 180° umgelenkt und treffen auf einen Detektor 34, der sich in relativer Nähe zur Eintrittsöffnung der Reflektorkammer befindet. Die Reflektorkammer ist mit einer Pumpe 8 verbunden, die ein Vakuum, vorzugsweise unterhalb 10^{-6} mBar erzeugt.

Diese Anordnung schützt den Detektor und Reflektor vor zu hohen Drücken, wobei insbesondere der Detektor mit seinen Vielkanalplatten ein empfindliches Bauteil darstellt, an welchem zuerst Probleme durch einen Druck von mehr als 10^{-4} mBar entstehen würden. In dieser Ausführungsform befindet sich die Ionenquelle in einer eigenen Kammer, die einen eigenen Pumpstutzen aufweist, welche über eine Verbindung mit kleinem Gas-Leitwert an die Streukammer angeschlossen ist. Da auch an der Ionenquelle mit ihren spannungsführenden Elektroden bei Drücken von mehr als 10^{-3} mBar Entladungen auftreten können, kann es notwendig sein, den Restgasdruck in der Ionenquellenkammer zu reduzieren, wenn die Kollisionszelle mit Stoßgas beaufschlagt wird.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung. Hier sind die Ionenquellenkammer und die Streukammer in eine Vakuumkammer integriert, die mittels einer Blende 26, die auch als Elektrode der Ionenquelle dienen kann, in die beiden Bereiche aufgetrennt wird, welche eigene Pumpstutzen aufweisen, und die nur durch eine Strömungsimpedanz von kleinem Gas-Leitwert verbunden sind. Diese Strömungsimpedanz kann auch in eine Elektrode der Ionenquelle bzw. in die Blende eingearbeitet sein.

Innerhalb des Verbindungsrohrs 5 von der Streukammer 2 zur Reflektorkammer 3 bzw. des Einschußrohrs 32 in die Reflektorkammer ist ein Rohr 35 angeordnet. Dieses Rohr dient dazu, den Strömungswiderstand zwischen Streukammer und Reflektorkammer zu erhöhen. In der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform erstreckt es sich innerhalb sowohl des Verbindungsrohrs 5 als auch des Einschußrohrs 32 und hat demzufolge einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser der beiden genannten Rohre. Das Rohr 35 kann sich aber auch nur innerhalb eines der beiden Rohre befinden. Das Rohr 35 bietet somit eine weitere Möglichkeit zur Einstellung der Gasströmungsimpedanz.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform einer Kollisionszelle 22 mit integriertem Ionenselektor. Der Ionenselektor 23 ist hier in der Ausführungsform eines Ionenschaltgitters dargestellt und wird von den Keramikringen 27 getragen. Die Kollisionszelle selbst besteht aus den beiden Hälften 22a, 22b, welche durch eine beliebige Vorrichtung zum Klemmen, die hier nicht gezeigt werden muß, mit den Keramikringen des Ionenselektors zusammengehalten werden können. Da die beiden Hälften der Kollisionszelle aus Metall gefertigt werden können, läßt sich diese gesamte Einheit auch auf einfache Weise innerhalb der Streukammer befestigen und positionieren. Das Kollisionsgas wird über die Gasleitung 24 zugeführt, die ihren Durchtritt nahe des Ionenselektors hat, welcher in der hier gezeigten Ausführung in einer zur Ionenoptischen Achse senkrechten Ebene angeordnet ist, und die Kollisionszelle in zwei symmetrische Hälften teilt. Dadurch, daß das Kollisionsgas nahe der Mitte der Kollisionszelle zugeführt

wird, wird in der Mitte der maximal mögliche Druck erzeugt, gleichzeitig bei minimaler Gasbelastung der Streukammer.

Patentansprüche

1. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer, mit einer Ionenquelle(21), einem Reflektor(33), einem Detektor(34), und einer Kollisionszelle(22), in der ein Fremdgas enthalten ist, durch welches Primärionen infolge der Kollision mit Fremdatomen oder -molekülen in Fragment-Ionen zerfallen, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß das Massenspektrometer in Bereiche unterschiedlichen Druckes aufgeteilt ist, von denen jeder einen Anschluß für eine Vakuumpumpe(6,7,8) aufweist,

- daß diese Bereiche über Gas-Strömungsimpedanzen(4,5,32,35) verbunden sind,

- daß einer dieser Bereiche durch eine, den Reflektor(33) enthaltende Reflektorkammer(3) gebildet ist,

- daß ein weiterer Bereich durch die, die Kollisionszelle(22) enthaltende Streukammer(2) gebildet wird, und

- daß dieser Bereich in Flugrichtung der Ionen vor der Reflektorkammer(3) angeordnet ist.

2. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ionenquelle(21) in einer Ionenquellen-Kammer(1) angeordnet ist, und die Ionenquellen-Kammer(1) und die Streukammer(2) jeweils einen eigenen Anschluß für eine Vakuumpumpe(6,7) aufweisen und über eine Gas-Strömungsimpedanz(4) miteinander verbunden sind, sodaß die Ionenquellen-Kammer(1) einen niedrigeren Druck als die Streukammer(2) aufweist, wenn die Kollisionszelle mit dem Fremdgas beaufschlagt ist.

3. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß Reflektor und Detektor in ein- und demselben Bereich enthalten sind.

4. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gasströmungsimpedanz(5,32,35) zwischen Streukammer(2) und Reflektorkammer(3) mindestens teilweise durch ein Verbindungsrohr(5) zwischen beiden Kammern gebildet ist.

5. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich das Verbindungsrohr(5) von einer Auslaßöffnung der Streukammer(2) bis zu einer Einlaßöffnung der Reflektorkammer(3) erstreckt und daß mindestens ein weiterer Teil der Gasströmungsimpedanz durch ein Einschußrohr(32) gebildet ist, das sich von der Einlaßöffnung aus in die Reflektorkammer(3) erstreckt.

6. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem oder beiden der Ansprüche 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein weiterer Teil der Gas-Strömungsimpedanz durch ein Rohr(35) gebildet ist, das

- kleineren Durchmesser als das Verbindungsrohr(5) und/oder das Einschußrohr(32) aufweist, und

- innerhalb eines oder beider dieser Rohre angeordnet ist.

7. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Ionenquelle(21) und Kollisionszelle(22) in ein- und derselben Vakuumkammer untergebracht sind, die jedoch durch eine innerhalb dieser Kammer angeordnete vakuumtechnische Trennwand(26) in zwei Teile(1,2) aufgeteilt ist, jeder dieser Teile(1,2) seinen eigenen Anschluß für eine Vakuumpumpe(6,7) aufweist, und daß eine Öffnung in der Trennwand(26) als Gas-Strömungsimpedanz zwischen den Teilen(1,2) wirkt.

8. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem oder beiden der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ionenquelle(21) Elektroden enthält und daß mindestens ein Teil der Trennwand(26) in eine der Elektroden integriert ist.

9. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß innerhalb der Kollisionszelle(22) ein Ionenselektor(23) angeordnet ist.

10. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kollisionszelle(22) eine Eintritts-(22a) und eine Austritts-Strömungsimpedanz(22b) enthält, und der Ionenselektor(23) zwischen beiden Strömungsimpedanzen angeordnet ist.

11. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Halterung des Ionenselektors(23) durch die Eintritts- bzw. Austritts-Strömungsimpedanz(22a, 22b) der Kollisionszelle gebildet ist.

12. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ionenselektor(23) in einer zur ionenoptischen Achse senkrechten Ebene angeordnet ist, und die Kollisionszelle in zwei symmetrische Hälften teilt. 5
13. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ionenselektor ein Schaltgitter ist, welches aus zwei kammartigen, mittig ineinandergreifenden Strukturen besteht, bei denen die Zähne jeweils einer Kammstruktur elektrisch leitend miteinander verbunden sind. 10
14. Flugzeit-Flugzeit-Massenspektrometer nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ionenselektor aus zwei gegenüberliegenden Platten besteht, die parallel zur ionenoptischen Achse angeordnet sind. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

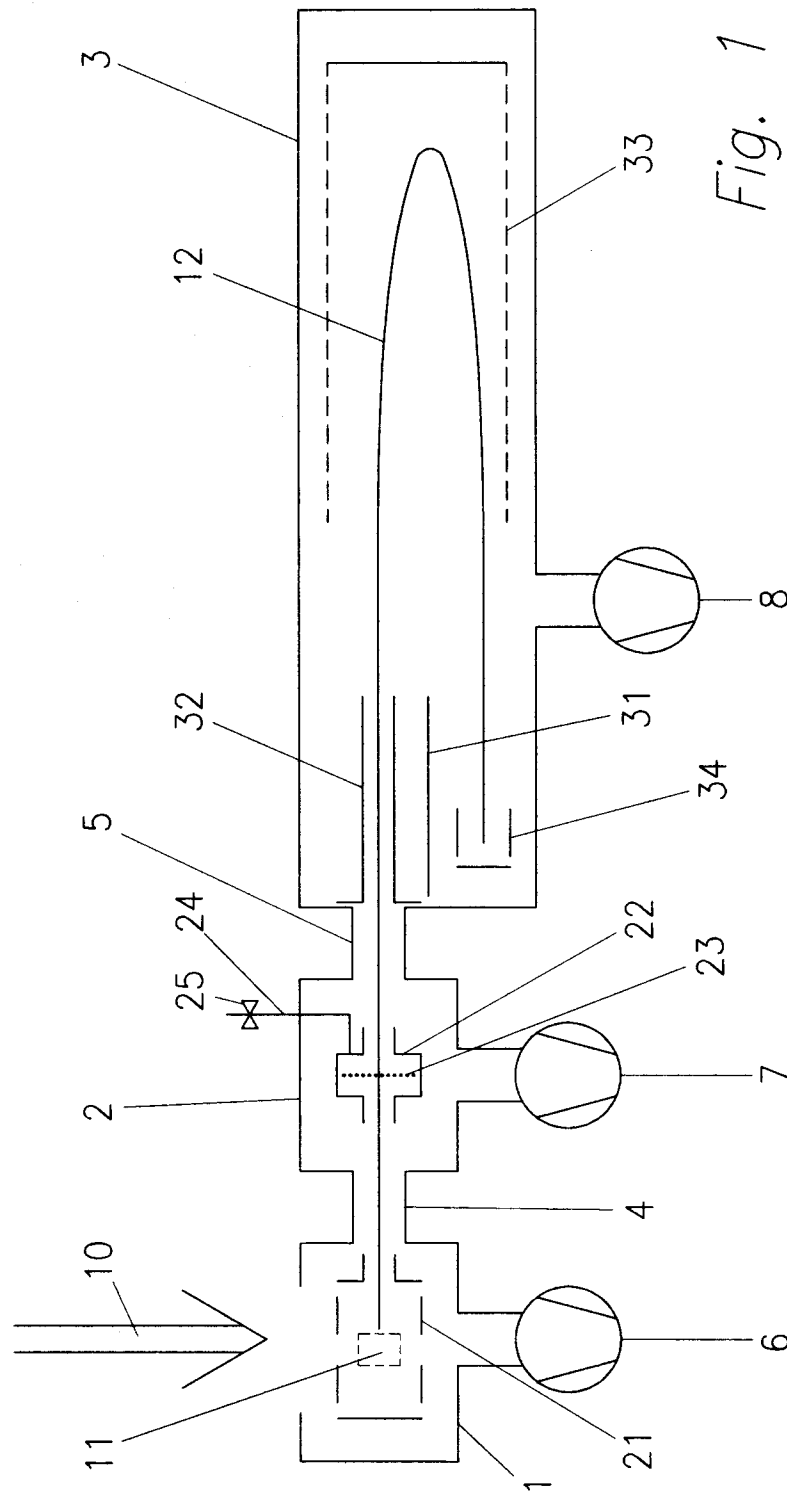


Fig. 1

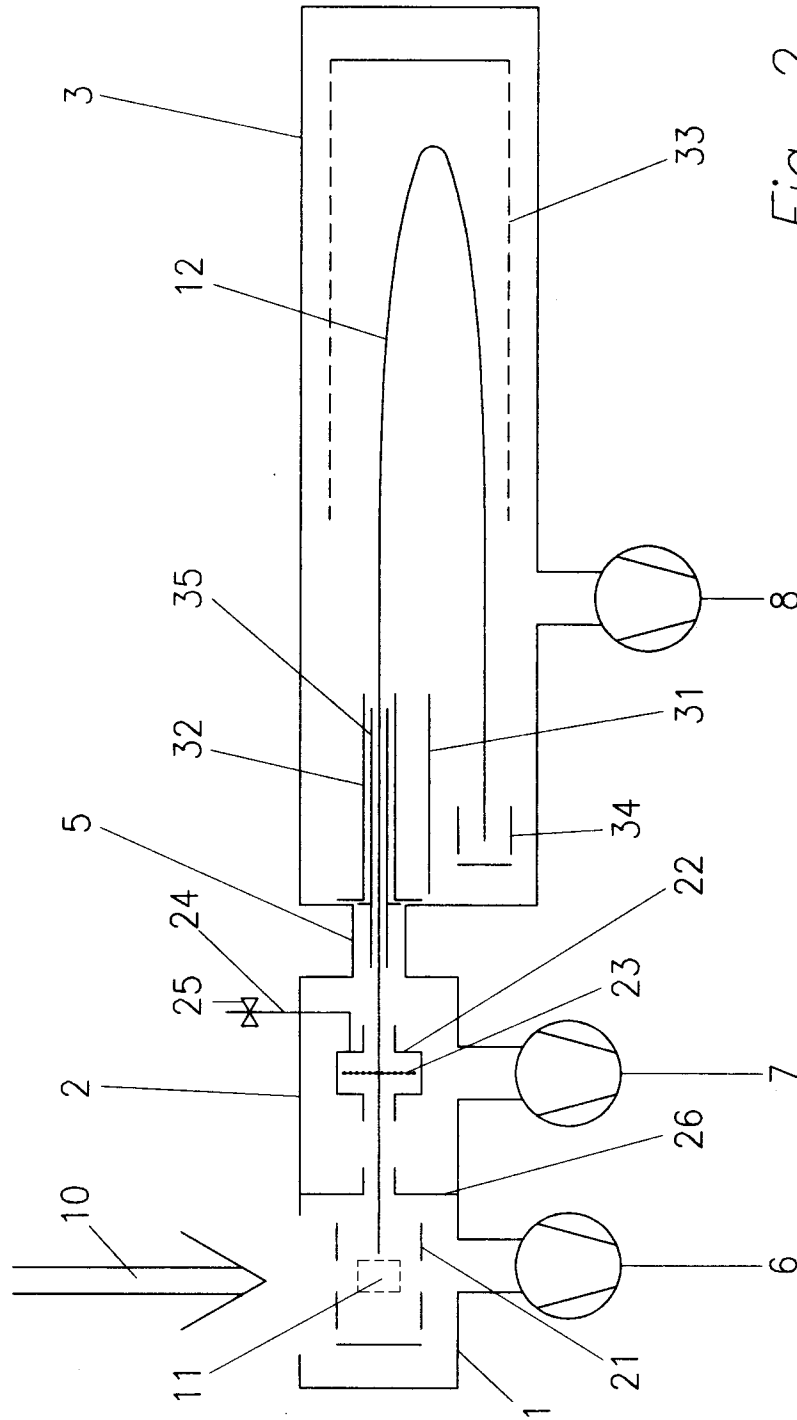


Fig. 2

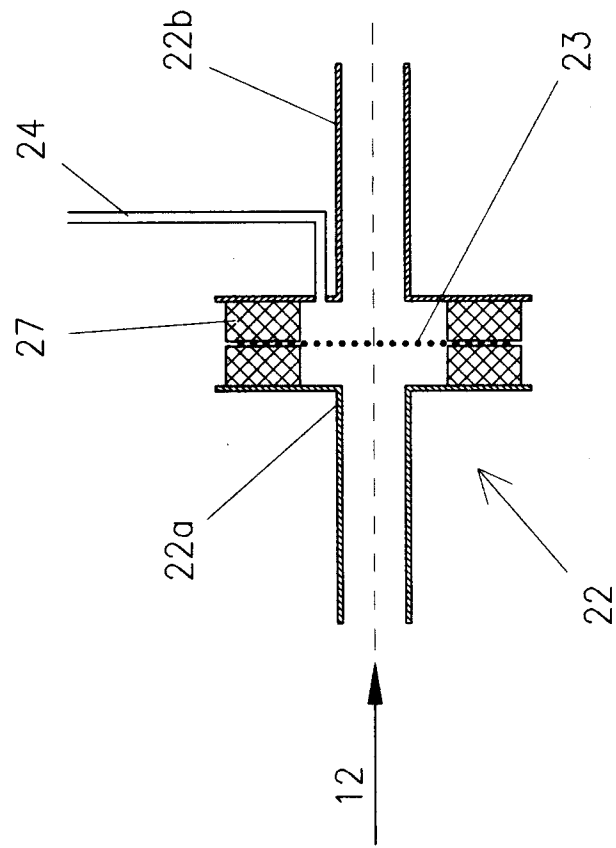


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 2631

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 5 496 998 A (BERGMANN THORALD) * Anspruch 1; Abbildungen *	1	H01J49/40
A	US 5 464 985 A (CORNISH TIMOTHY J ET AL) * Spalte 8, letzter Absatz; Abbildung 6B *	1	
A	US 5 032 722 A (BOESL ULRICH ET AL) * Spalte 13, Zeile 26 - Spalte 14, Zeile 63; Abbildung 2E *	1	
D,A	BEUSSMAN D J ET AL: "TANDEM REFLECTRON TIME-OF-FLIGHT MASS SPECTROMETER UTILIZING PHOTODISSOCIATION" ANALYTICAL CHEMISTRY, Bd. 67, Nr. 21, 1. November 1995, Seiten 3952-3957, XP000540826 * Seite 3954, rechte Spalte, Absatz 1; Abbildung 1 *	1	
D,A	CORNISH T J ET AL: "TANDEM TIME-OF-FLIGHT MASS SPECTROMETER" ANALYTICAL CHEMISTRY, Bd. 65, Nr. 8, 15. April 1993, Seiten 1043-1047, XP000368506 * Seite 1044; Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01J
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		6. November 1997	
Prüfer		Hulne, S	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)