



(10) **DE 10 2011 004 725 A1** 2012.08.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 004 725.5**

(22) Anmeldetag: **25.02.2011**

(43) Offenlegungstag: **30.08.2012**

(51) Int Cl.: **G01N 27/62 (2006.01)**
H01J 49/40 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches
GeoForschungsZentrum - GFZ Stiftung des
Öffentlichen Rechts des Landes Brandenburg,
14473, Potsdam, DE**

(74) Vertreter:
Müller & Schubert, 10178, Berlin, DE

(72) Erfinder:
Wiedenbeck, Michael, Dr., 14473, Potsdam, DE

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

US	6 521 887	B1
US	2004 / 0 119 012	A1
US	2008 / 0 001 080	A1
US	2008 / 0 272 289	A1
EP	1 737 018	A2
WO	2007/ 106 449	A2

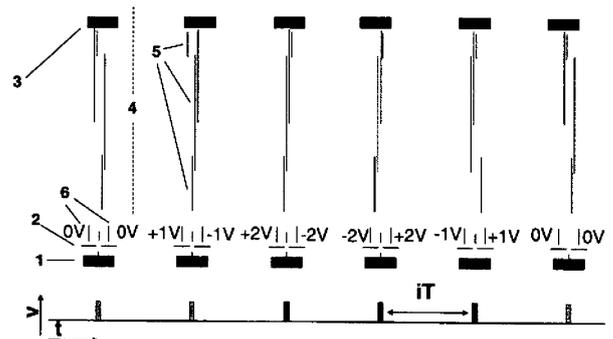
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erhöhung des Durchsatzes bei Flugzeitmassenspektrometern**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verfahren zur Erhöhung des Durchsatzes bei Flugzeitmassenspektrometern sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Durchsatzes bei Flugzeitmassenspektrometern, wobei man innerhalb der Driftstrecke 4 die einzelnen Ionenpakete 5, die der Extraktor 2 in die Driftstrecke einlasst, mittels in der Driftstrecke angeordneter, zeitveränderlicher elektrischer Felder 6 ablenkt, wobei das Maß der Ablenkung derart ist, dass der Ort an welchem das abgelenkte Ionenpaket 5 auf den Detektor 3 trifft, mittels des Detektors 3 zuordenbar ist und man die Ablenkung als zusätzliche Information durch den Detektor 3 zusammen mit der Flugzeit erfasst, wobei man für jedes Ionenpaket 5 die Stärke des elektrischen Feldes derart auswählt, dass die Stärke des elektrischen Feldes nicht mit der übereinstimmt, die für das Ionenpaket ausgewählt wurde, das zuvor vom Extraktor 2 in die Driftstrecke 4 eingelassen wurde.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Durchsatzes bei Flugzeitmassenspektrometern sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Die Flugzeitmassenspektroskopie (Time-of-Flight Mass Spectrometry/ToF-MS) ist eine gut eingeführte spektroskopische Methode zur chemischen Charakterisierung von Stoffen. ToF-MS verwendet eine gepulste Ionenquelle, welche in großer Varietät in Forschung und Produktion verwendet werden. Einfach dargestellt, umfasst ToF-MS für die Massentrennung und die Aufzeichnung des Massenspektrums die folgenden Schritte:

1. Injektion der ionisierten Probe innerhalb eines kurzen Zeitabschnittes (sub- μ sec).
2. Transport der Ionen durch eine vorgegebene Driftzone (Flugstrecke).
3. Ionennachweis durch hochpräzise Ermittlung (sub- μ sec) der Flugzeit mittels eines impulszählenden Ionendetektors.

[0003] Die wichtigsten Vorteile der ToF-MS gegenüber anderen spektroskopischen Methoden sind:

1. Gleichzeitige Bestimmung von Massen über einen weiten Massenbereich, wobei es möglich ist, erst nach erfolgter Messung über die wichtigen Parameter zu befinden und diese auszuwerten.
2. Gute bis ausgezeichnete Massenauflösung.
3. Hohe Durchlässigkeit, da nahezu alle in das Gerät eintretenden Ionen auch detektiert werden können.
4. Kompaktes Design ohne die Notwendigkeit, Magnete benutzen zu müssen.
4. Günstige Kosten für Betrieb und Anschaffung im Vergleich mit Sektorfeld-Massenspektrometern.

[0004] ToF-MS weist jedoch trotz vieler Vorteile gegenüber anderen massenspektrometrischen Verfahren einen großen Nachteil auf. ToF-MS ist relativ langsam in Bezug auf die Datensammlungsrate. Dieses Problem ruht daher, dass die Ionen eine endliche Zeit benötigen, um durch die Driftzone zu wandern und zum Detektor zu gelangen. Während dieser Zeit muss beispielsweise dafür Sorge getragen werden, dass leichtere, also schnellere Ionen eines späteren Pulses die noch in der Driftzone wandernden schwereren, also langsameren Ionen nicht überholen. Dieses Problem wird derzeit dadurch gelöst, dass das ToF-MS Wartezeiten absolviert, in denen keine Ionen in die Driftstrecke eingelassen werden. Dies führt jedoch zu langen Wartezeiten, welche eine Ineffizienz der Messanordnung bewirken. Weitere Lösungen des Problems sind bekannt, führen jedoch zu deutlich verringerter Massenauflösung oder zu einer Verringerung des optimalen Massenbereichs, der

detektiert werden kann. Für viele praktische Anwendungen sind diese Lösungen daher unakzeptabel.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und die ToF-MS-Wartezeiten zu verkürzen.

[0006] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, welches die Merkmale des Hauptanspruchs aufweist. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den abhängigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0007] Die Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung, insbesondere ein Flugzeitmassenspektrometer gelöst, welche die Merkmale des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs aufweist. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den abhängigen Vorrichtungsansprüchen gekennzeichnet.

[0008] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Erhöhung des Durchsatzes bei Flugzeitmassenspektrometern gelöst, wobei man die einzelnen Ionenpakete, die der Extraktor in die Driftstrecke einlässt, innerhalb der Driftstrecke mittels in der Driftstrecke angeordneter, zeit- und stufenveränderlicher elektrischer Felder ablenkt und die Ablenkung als zusätzliche Information zusammen mit der Flugzeit der Ionen mittels eines Detektors erfasst.

[0009] Erfindungsgemäß ist er bevorzugt, dass man das elektrische Feld derart wählt, dass der Ort an welchem das abgelenkte Ionenpaket auf den Detektor trifft, vorherbestimmt ist.

[0010] Weiterhin ist besonders bevorzugt, dass man die Zeitveränderlichkeit der elektrischen Felder mit der Einlasssteuerung des Extraktors abstimmt.

[0011] Es ist auch bevorzugt, dass man die Stärke der elektrischen Felder derart verändert, dass für jedes einzelne Ionenpaket eine vorherbestimmte Ablenkung vorgesehen ist.

[0012] Bevorzugt ist auch ein Verfahren, wobei die elektrischen Felder innerhalb der Driftzone in unmittelbarer Nähe des Extraktors auf die Ionenpakete wirken und im weiteren Verlauf der Driftstrecke keine elektrischen Felder wirken. Dies bedeutet, dass keine elektrischen Felder wirken, welche eine erfindungsgemäße Ablenkung bewirken.

[0013] Bevorzugt ist ein Verfahren, wobei man das elektrische Feld eindimensional entlang der x-Achse oder zweidimensional entlang der x- und der y-Achse anordnet, wobei die z-Achse von der Richtung der Driftstrecke gegeben ist.

[0014] Besonders bevorzugt ist ein Verfahren, wobei man die elektrischen Felder entlang der x-Achse und der Y-Achse in unterschiedlichen Bereichen der Driftstrecke anordnet.

[0015] Bevorzugt ist ferner ein Verfahren, wobei man die Stärken der elektrischen Felder derart auswählt, dass die Ortsveränderung des Auftreffens auf den Detektor für den Detektor auflösbar ist.

[0016] Weiterhin ist ein Verfahren bevorzugt, wobei man mit Hilfe des Ortes im Detektor, an welchem die Ionen auftreffen, die Startzeit der jeweiligen Ionen ermittelt. Dies bedeutet, dass die Startzeit der Ionen mit Hilfe der Auftreffkoordinaten im Detektor ermittelt werden kann.

[0017] Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann der Fachmann mittels entsprechender Software leicht bewerkstelligen. Bei der Aufzeichnung der Spektren ist der entsprechende Zeitstempel den Ionen zuzuordnen und dann das Spektrum entsprechend aufzulösen. Derartige Rechenverfahren sind dem Fachmann bekannt. Dies bedeutet, dass es einen eindeutigen Zeitstempel für den Einlass der Ionen aus der Ionenquelle gibt.

[0018] Die Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere ein Flugzeitmassenspektrometer, gelöst, bestehend aus einer Beschleunigungsstrecke und einer feldfreien Driftstrecke, wobei diese Strecken nacheinander zwischen einer Ionenquelle zur Erzeugung der zu untersuchenden Ionen und einem Detektor zum Nachweis der zu untersuchenden Ionen angeordnet sind, und wobei im Bereich der feldfreien Driftstrecke mindestens eine Ablenkungsvorrichtung für die zu untersuchenden Ionen angeordnet ist, welche die Ionen derart ablenkt, dass diese in der Driftstrecke in Bezug auf die x-Koordinate, y-Koordinate oder xy-Koordinaten, wobei die z-Achse die Richtung der Driftstrecke ist, nicht mehr durch den Nullpunkt driften und wobei das Maß der Ablenkung zeitveränderlich ist.

[0019] Bevorzugt ist auch eine Vorrichtung, bei der die Ablenkungsvorrichtung in unmittelbarer Nähe zum Extraktor angeordnet ist

[0020] Besonders bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei der Detektor derart ausgebildet ist, die Ablenkung der zu untersuchenden Ionen, welche durch die Ablenkungsvorrichtung erzeugbar ist, in Bezug auf die xy-Flugbahn, welche durch die xy-Koordinaten gegeben ist, innerhalb der Driftstrecke zu bestimmen.

[0021] Bevorzugt ist auch eine Vorrichtung, wobei die Ablenkungsvorrichtung ein Paar parallel zueinander angeordneter Platten umfasst, zwischen welchen eine elektrische Potentialdifferenz anlegbar ist.

[0022] Derartige Ablenkungsvorrichtungen können aber auch andere dem Fachmann bekannte Vorrichtungen sein, Dazu zählen insbesondere Quadrupole, Sextupole und dergleichen.

[0023] Dabei ist es besonders bevorzugt, dass die Ablenkungsvorrichtung ein zweites Paar parallel zueinander angeordneter Platten umfasst, welche um 90° versetzt zu dem ersten Paar Platten angeordnet sind, wobei zwischen dem zweiten Paar Platten eine elektrische Potentialdifferenz anlegbar ist.

[0024] Weiterhin ist dabei besonders bevorzugt, dass die Potentialdifferenz zwischen dem ersten Plattenpaar und dem zweiten Plattenpaar gleich oder unterschiedlich ist.

[0025] Bevorzugt ist auch eine Vorrichtung, wobei das Plattenpaar am Anfang der Driftstrecke angeordnet ist.

[0026] Weiterhin ist es erfindungsgemäß bevorzugt, dass die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Plattenpaar im Wesentlichen im gleichen Bereich innerhalb der Driftstrecke wie das erste Plattenpaar angeordnet ist oder dass das zweite Plattenpaar vom ersten Plattenpaar derart beabstandet ist, dass dieses im weiteren Verlauf der Driftstrecke angeordnet ist.

[0027] Die Spannungen oder Potentiale, welche an die Platten oder an die anderen geeigneten Ablenkungsvorrichtungen angelegt werden, können im Falle von Platten jeweils die gleich absolute Größe haben, sich aber im Vorzeichen unterscheiden. Es ist auch möglich Potentiale mit gleichem Vorzeichen aber unterschiedlicher Größe anzulegen. Polarität und Größe der angelegten Spannungen und Potentiale sind von der Bauart des verwendeten Spektrometers abhängig. Die optimalen Werte können vom Fachmann in einfacher Weise ermittelt werden.

[0028] Zur Lösung des Problems wird daher vorgesehen, jedem Ionenpaket einen Zeitstempel zuzuordnen, welcher in Form einer Ablenkungsspannung vorliegt, welche auf das ionenoptische System angewendet wird. Dadurch wird der Weg der Ionenpakete durch die Driftzone verändert. Mittels geeigneter Technologien, welche die Zuordnung der detektierten Ionen zu den entsprechenden xy-Koordinaten erlauben, kann der Zeitstempel ermittelt werden und das Ionenpaket der entsprechenden Probe zugeordnet werden.

[0029] Die Ablenkungsspannungen, welche für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden, sind vorteilhafterweise stufenförmig veränderbare Gleichspannungen. Dabei ist es vorteilhaft, dass die Spannungsänderungen so rasch erfolgen, dass die neu gewählte Spannung stabil ist, bevor der nächste

Impuls wirksam ist, der dann ein weiteres Ionenpaket ablenken soll.

[0030] Der Bereich, in welchem die Ablenkung der Ionenpakete erfolgt, nimmt nur einen kleinen Bereich der gesamten Flugstrecke ein. Dies ist wichtig, da die Ionenpakete eben noch nicht aufgetrennt sein sollten, während Ihnen der Zeitstempel in Form der Ablenkung aus der Flugbahn aufgegeben wird. Die Ablenkung soll lediglich als Ablenkungsimpuls ausgestaltet sein. Es ist nicht vorgesehen, den Ionen in der Driftstrecke mittels elektrischer Felder weiter zu beeinflussen, die eine Ablenkung in Form eines Zeitstempels darstellen.

[0031] Der Zeitstempel, der zu einem Ionenpaket zugeordnet ist, wird dann von dem Detektor festgestellt. Hierzu werden bekannte Technologien verwendet, welche eine präzise Zuordnung der xy-Koordinaten und der Ankunftszeit des jeweiligen Ions im Detektor erlaubt. Durch die Bestimmung der xy-Koordinaten der Ankunft eines Ions im Detektor ist es möglich, das gemessene Ion einem Extraktionspuls zuzuordnen, dessen genaue Extraktionszeit bekannt ist. Dadurch wird eine Verbesserung des Durchsatzes um den Faktor 10 bis 100 oder darüber hinaus ermöglicht. Dabei treten keine Beeinträchtigungen des gesamten Systems ein, auch wenn hierzu entsprechende Ablenkvorrichtungen in das Design des Spektrometers inkorporiert werden müssen. Die tatsächliche Verbesserung des Durchsatzes oder anders gesagt, der Anzahl der Arbeitszyklen, hängt von den diskreten Potentialdifferenzen oder angelegten Spannungen in der Ablenkvorrichtung ab. Darüber hinaus muss der Detektor in der Lage sein, die jeweiligen Ablenkungen der Flugbahnen auch aufzulösen. Geht man in einem einfachen Beispiel von einer Ablenkvorrichtung aus, welche diskrete Spannungen in Form einer 3×3 Ablenkungsmatrix anlegt, so wird eine Steigerung der Datensammelrate um den Faktor 9 erreicht. Eine derartige Steigerung der Datensammelrate ist insbesondere für Systeme vorteilhaft, welche kurzlebige Signale detektieren sollen wie dies bei der GC-MS-Kopplung der Fall ist.

[0032] Die Erfindung wird an Hand der beigefügten Figuren näher erläutert.

[0033] Es zeigen:

[0034] [Fig. 1](#) ein erfindungsgemäßes Flugzeitmassenspektrometer zu verschiedenen Zeitpunkten des Betriebs und

[0035] [Fig. 2](#) ein Flugzeitmassenspektrometer gemäß dem Stand der Technik zu verschiedenen Zeitpunkten des Betriebs.

[0036] [Fig. 1](#) stellt ein erfindungsgemäßes Flugzeitmassenspektrometer zu verschiedenen Zeitpunkten

des Betriebs dar. Dargestellt sind sechs verschiedene Zeitpunkte entlang der Zeitachse t . Zu jedem der Zeitpunkte t wird den jeweiligen zu messenden Ionenpaketen eine diskrete Ablenkung aufgegeben. Aus der Ionenquelle **1** werden mittels des Extraktors **2** die zu untersuchenden Ionenpakete **5** in die feldfreie Driftzone **4** eingebracht. Die Ionenpakete treffen dann auf den Detektor **3** und werden dann an Hand der Eintreffzeit nachgewiesen. Zwischen zwei aufeinander folgende Messungen verhindert der Extraktor **2**, dass weitere Ionenpakete **5** in die Driftzone **4** gelangen, da sonst schnellere, also leichtere Ionen die langsameren und schwereren Ionen aus dem zuvor abgesetzten Ionenpaket überholen könnten. Im Bereich der Driftzone **4** ist nun eine Ablenkvorrichtung **6** angeordnet. Diese Ablenkvorrichtung **6** ist in der [Fig. 1](#) als eine Anordnung von Platten dargestellt, welche unterschiedliche elektrische Potentiale tragen können. In der [Fig. 1](#) sind diese, je nach Zeitpunkt t , mit 0V, -1 V, -2 V, +1 V und +2 V gekennzeichnet. Gemäß der Anordnung der Platten in [Fig. 1](#) können nun die Ionenpakete entlang einer räumlich geänderten Flugbahn auf den Detektor abgelenkt werden. Im vorliegenden Falle sind bei den genannten Potentialwerten fünf diskrete Ablenkungswerte in der x-Achse möglich. Dies bedeutet, dass die Wartezeit iT , also die Zeit die zwischen zwei aufeinander folgende Startsignale aus dem Extraktor **3** zu verstreichen hat, damit die Ionen der aufeinander folgenden Pakete einander nicht storen, auf ein Fünftel der Wartezeit verringert wird, welche für das System gemäß dem Stand der Technik notwendig ist.

[0037] Hierzu wird nun in [Fig. 2](#) ein Flugzeitmassenspektrometer gemäß dem Stand der Technik zu verschiedenen Zeitpunkten des Betriebs gezeigt. In der [Fig. 2](#) ist ein Flugzeitmassenspektrometer dargestellt, welches keine Ablenkvorrichtung aufweist. In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) haben die Zeitachse t und die Feldachse V die gleiche Skalierung. Die Wartezeit, also die Zeit welche zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen verstreichen muss, damit die beiden aufeinander folgenden Ionenpakete einander nicht stören, ist bei dem Flugzeitmassenspektrometer gemäß dem Stand der Technik wesentlich größer. Diese große Wartezeit ist der Hauptnachteil der Flugzeitmassenspektrometer gemäß dem Stand der Technik.

[0038] Vergleicht man nun die Wartezeit in [Fig. 1](#) und in [Fig. 2](#) miteinander so wird klar, dass in dem Flugzeitmassenspektrometer gemäß der vorliegenden Erfindung diese Wartezeit nur ein Fünftel der Wartezeit nach dem Stand der Technik beträgt.

[0039] In Abhängigkeit von den Potentialen, welche an die Ablenkvorrichtung **6** angelegt werden, kann die Wartezeit noch weiter verringert werden. Die jeweiligen Potentialdifferenzen müssen derart gewählt werden, dass sich daraus Ablenkungen ergeben, welche

vom Detektor **3** entsprechend aufgelöst werden können.

[0040] In der [Fig. 1](#) ist exemplarisch die Ablenkung entlang der x-Achse dargestellt. Erfindungsgemäß ist aber vorgesehen, die Ablenkung zusätzlich auch in Richtung der y-Achse vorzunehmen. Damit ergibt sich im vorliegenden Fall eine Ablenkungsmatrix von 5×5, also 25 diskreten xy-Werten, mit denen die Ionenpakete **5** auf dem Detektor **3** auftreffen können. In diesem Fall wurde sich die Wartezeit auf ein Fünfundzwanzigstel der Wartezeit gemäß dem Stand der Technik verringern.

Bezugszeichenliste

1	Ionenquelle
2	Extraktor
3	Detektor
4	Driftstrecke
5	Ionenpaket(e)
6	Ablenkvorrichtung
t	Zeit
V	Spannung
iT	Wartezeit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung des Durchsatzes bei Flugzeitmassenspektrometern, wobei man die einzelnen Ionenpakete (**5**), die der Extraktor (**2**) in die Driftstrecke (**4**) einlasst, innerhalb der Driftstrecke (**4**) mittels in der Driftstrecke angeordneter, zeit- und stärkenveränderlicher elektrischer Felder (**6**) ablenkt und die Ablenkung als zusätzliche Information zusammen mit der Flugzeit der Ionen mittels eines Detektors (**3**) erfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man das elektrische Feld (**6**) derart wählt, dass der Ort an welchem das abgelenkte Ionenpaket (**5**) auf den Detektor (**3**) trifft, vorherbestimmt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die Zeitveränderlichkeit der elektrischen Felder (**6**) mit der Einlasssteuerung des Extraktors (**2**) abstimmt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die Stärke der elektrischen Felder (**6**) derart verändert, dass für jedes einzelne Ionenpaket (**5**) eine vorherbestimmte Ablenkung vorgesehen ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Felder (**6**) innerhalb der Driftzone in unmittelbarer Nähe des Extraktor (**2**) auf die Ionenpakete (**5**) wirken und im weiteren Ver-

lauf der Driftstrecke (**4**) keine elektrischen Felder wirken.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man das elektrische Feld (**6**) eindimensional entlang der x-Achse oder zweidimensional entlang der x- und der y-Achse anordnet, wobei die z-Achse von der Richtung der Driftstrecke (**4**) gegeben ist.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass man die elektrischen Felder (**6**) entlang der x-Achse und der Y-Achse in unterschiedlichen Bereichen der Driftstrecke (**4**) anordnet.

8. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man die Stärken der elektrischen Felder (**6**) derart auswählt, dass die Ortsveränderung des Auftreffens auf den Detektor für den Detektor auflösbar ist.

9. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man mit Hilfe des Ortes in Detektor, an welchem die Ionen auftreffen, die Startzeit der jeweiligen Ionen ermittelt.

10. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, insbesondere ein Flugzeitmassenspektrometer, bestehend aus einer Beschleunigungsstrecke und einer feldfreien Driftstrecke (**4**), wobei diese Strecken nacheinander zwischen einer Ionenquelle (**1**) zur Erzeugung der zu untersuchenden Ionen und einem Detektor (**3**) zum Nachweis der zu untersuchenden Ionen (**5**) angeordnet sind, und wobei im Bereich der Driftstrecke (**4**) mindestens eine Ablenkungsvorrichtung (**6**) für die zu untersuchenden Ionen (**5**) angeordnet ist, welche die Ionen derart ablenkt, dass diese in der Driftstrecke (**4**) in Bezug auf die x-Koordinate, y-Koordinate oder xy-Koordinaten, wobei die z-Achse die Richtung der Driftstrecke ist, nicht mehr durch den Nullpunkt driften müssen und wobei das Maß der Ablenkung zeitveränderlich ist.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkungsvorrichtung (**6**) in unmittelbarer Nähe zum Extraktor (**2**) angeordnet ist.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor derart ausgebildet ist, die Ablenkung der zu untersuchenden Ionen, welche durch die Ablenkungsvorrichtung erzeugbar ist, in Bezug auf die x-Koordinate, y-Koordinate oder xy-Koordinaten innerhalb der Driftstrecke zu bestimmen.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkungsvorrichtung ein Paar parallel zueinander angeordneten Platten umfasst, zwischen welchen eine elektrische Potentialdifferenz anlegbar ist.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkvorrichtung ein zweites Paar parallel zueinander angeordneter Platten umfasst, welche um 90° versetzt zu dem ersten Paar Platten angeordnet sind, wobei zwischen dem zweiten Paar Platten eine elektrische Potentialdifferenz anlegbar ist.

15. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Potentialdifferenz zwischen dem ersten Plattenpaar und dem zweiten Plattenpaar gleich oder unterschiedlich ist.

16. Vorrichtung gemäß Anspruch 13 dadurch gekennzeichnet, dass das Plattenpaar am Anfang der Driftstrecke angeordnet ist.

17. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Plattenpaar im Wesentlichen im gleichen Bereich innerhalb der Driftstrecke wie das erste Plattenpaar angeordnet ist oder dass das zweite Plattenpaar vom ersten Plattenpaar derart beabstandet ist, dass dieses im weiteren Verlauf der Driftstrecke angeordnet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

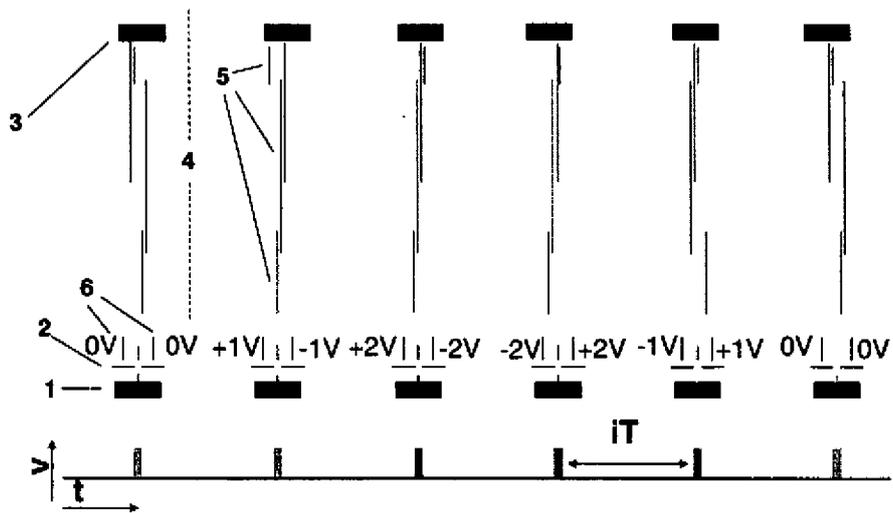


Fig. 2

