

(19)



(11)

EP 3 385 979 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.01.2026 Patentblatt 2026/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01J 49/06^(2006.01) H01J 49/42^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18165238.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**H01J 49/068; H01J 49/063; H01J 49/4255;
H01J 49/4215**

(22) Anmeldetag: **29.03.2018**

(54) **VORRICHTUNG MIT EINEM MULTIPOL UND EINER AM MULTIPOL ANGEORDNETEN HALTEVORRICHTUNG, MASSENSPEKTROMETER MIT EINER DERARTIGEN VORRICHTUNG, MONTAGEEINHEIT ZUR POSITIONIERUNG DER HALTEVORRICHTUNG GEGENÜBER DEM MULTIPOL SOWIE VERFAHREN ZUM POSITIONIEREN DER HALTEVORRICHTUNG GEGENÜBER DEM MULTIPOL**

DEVICE WITH A MULTIPOLE AND A HOLDING DEVICE ARRANGED ON THE MULTIPOLE, MASS SPECTROMETER WITH SUCH A DEVICE, MOUNTING UNIT FOR POSITIONING THE HOLDING DEVICE RELATIVE TO THE MULTIPOLE AND METHOD FOR POSITIONING THE HOLDING DEVICE RELATIVE TO THE MULTIPOLE

DISPOSITIF DOTÉ D'UN DISPOSITIF MULTIPOLAIRE ET D'UN DISPOSITIF DE MAINTIEN DISPOSÉ SUR LE DISPOSITIF MULTIPOLAIRE, SPECTROMÈTRE DE MASSE DOTÉ D'UN TEL DISPOSITIF, UNITÉ DE MONTAGE DESTINÉE AU POSITIONNEMENT D'UN TEL DISPOSITIF DE MAINTIEN PAR RAPPORT À UN TEL DISPOSITIF MULTIPOLAIRE ET PROCÉDÉ DE POSITIONNEMENT D'UN TEL DISPOSITIF DE MAINTIEN PAR RAPPORT À UN TEL DISPOSITIF MULTIPOLAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **03.04.2017 DE 102017107137**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.10.2018 Patentblatt 2018/41

(73) Patentinhaber: **Vacutec Hochvakuum- &
Präzisionstechnik GmbH
28201 Bremen (DE)**

(72) Erfinder: **Knutas, Roman
27755 Delmenhorst (DE)**

(74) Vertreter: **Wasiljeff, Johannes M.B.
Jabbusch Siekmann & Wasiljeff
Patentanwälte
Otto-Lilienthal-Strasse 25
28199 Bremen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 1 657 737 DE-A1- 102012 211 586
DE-A1- 102012 211 587 US-A1- 2004 245 460**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 385 979 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, die einen Multipol, der zwei Elektrodenhalbschalen und daran angeordnete Elektroden aufweist, und eine an dem Multipol angeordnete Haltevorrichtung zum Halten des Multipols, beispielsweise eines Quadrupols in einem Massenspektrometer, umfasst. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Massenspektrometer mit einer derartigen Vorrichtung, eine Montageeinheit mit einer Aufnahmeeinrichtung, die zur Positionierung der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol der Vorrichtung eingerichtet und angepasst ist, sowie ein Verfahren zum Positionieren der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol einer solchen Vorrichtung mittels der Montageeinheit.

[0002] Im Bereich der Massenspektrometrie sind mehrpolige Elektrodenvorrichtungen, auch Multipole genannt, aus dem Stand der Technik bereits seit mehreren Dekaden bekannt, z.B. aus der deutschen Patentschrift DE 944900. Die dort gezeigte Elektrodenvorrichtung dient in einem Massenspektrometer als Analysator der Trennung bzw. dem getrennten Nachweis von Ionen gemäß ihres Masse-zu-Ladungsverhältnisses. Ein Massenspektrometer umfasst dazu im Wesentlichen drei Komponenten: eine Ionenquelle, einen Analysator, welcher als Massenfilter dient, und einen Detektor. Im Falle derartiger Multipol-Massenfilter, wie sie z.B. aus der obigen Patentschrift bekannt sind, funktioniert das Trennverfahren ohne ein Magnetfeld.

[0003] In einem Quadrupol-Massenspektrometer ist ein derartiger Multipol bzw. Analysator als Quadrupol ausgebildet. Ein solcher Quadrupol umfasst vier Stabelektroden, beispielsweise vier Metallstäbe, welche parallel zueinander angeordnet sind, wobei die Schnittpunkte ihrer Längsachsen mit einer senkrecht dazu verlaufenden Ebene ein Quadrat bilden. Sich jeweils diagonal gegenüberliegende Elektroden werden auf gleichem Potenzial gehalten, welches sich aus einer Gleichspannungs- und einer Wechselspannungskomponente zusammensetzt. Jedes Paar von sich diagonal gegenüberliegenden Elektroden ist somit mit einer Gleich- und Hochfrequenz-Spannung beaufschlagt, wobei die beiden Hochfrequenz-Spannungen um 180° phasenverschoben sind. Die zu trennenden Ionen werden als feiner Ionenstrahl in Längsrichtung der Elektroden in das Feld des Quadrupols geleitet.

[0004] Die anliegende Wechsel- und Gleichspannung sorgt für eine Bewegung der Ionen auf definierten Flugbahnen durch den Quadrupol, wobei es außerhalb stabiler Randbedingungen zu einer Kollision der Ionen mit den Elektroden kommt, sodass die Ionen neutralisiert werden und folglich nicht mehr zum Detektor gelangen. Dabei können Randbereiche der Elektroden instabile Zonen für Ionen darstellen und so zu einer Defokussierung beitragen. Derartige ist aus dem Stand der Technik bereits bekannt.

[0005] Aus DE 10 2013 111 254 A1 ist z.B. eine Elektrodenvorrichtung bekannt, welche eine präzise Ausrichtung der Elektroden zueinander sicherstellt und somit zu einer hohen analytischen Messgenauigkeit führt. Ferner stellt die Erfindung eine Elektrodenvorrichtung mit Pre- und/oder Postfilter bereit, welche vor bzw. nach einem Haupt-Massenfilter angeordnet sind. Diese Pre- und Postfilter dienen dem Ein- und Ausleiten des Ionenstrahls und somit der Bündelung bzw. Fokussierung des Ionenstrahls, wodurch eine erhöhte Transmissionsrate der Ionen und folglich eine höhere Auflösung des Massenspektrometers erreichbar ist. Die verschiedenen Abschnitte der als Massenfilter fungierenden Elektroden dienen als ionenoptische Linsen und die gesamte Elektrodenvorrichtung stellt somit ein ionenoptisches Element, insbesondere in einem Massenspektrometer, dar.

[0006] Die präzise Ausrichtung der Elektroden zueinander ist dabei wesentlich für die analytische Messgenauigkeit und erfolgt hierbei durch die Befestigung der Elektroden an mindestens einem Trägerelement. Die Trägerelemente werden mit hoher Positionsgenauigkeit zu einer Elektrodenvorrichtung zusammengefügt, um somit eine hohe analytische Messgenauigkeit eines Massenspektrometers zu erreichen. Beim Einbau in ein Massenspektrometer wird die Elektrodenvorrichtung mittels der Trägerelemente in dem Massenspektrometer befestigt. Dazu sind die Trägerelemente beispielsweise ringförmig in einem vorderen und einem hinteren Bereich um die Elektroden angeordnet oder an den Stirnseiten des Multipols ist jeweils ein Ring aus Isolationsmaterial um die Trägerelemente angeordnet. Die Elektrodenvorrichtung weist somit rotationssymmetrische Auflageflächen auf, mit denen diese Elektrodenvorrichtung in einem Massenspektrometer aufliegt, insbesondere an einer entsprechend korrespondierenden Aufnahmeeinrichtung innerhalb des Massenspektrometers. Derartige rotationssymmetrische Auflageflächen ermöglichen jedoch keine hochpräzise Positionierung und Ausrichtung der Elektrodenvorrichtung bzw. des Multipols, z.B. innerhalb eines Massenspektrometers.

[0007] Weitere Elektrodenvorrichtungen sind aus EP 1 657 737 A2, US 2004/245460 A1, DE 10 2012 211 586 A1 und DE 10 2021 211 587 A1 bekannt. EP 1 657 737 A2 und US 2004/245460 A1 zeigen, wie Elektroden gemeinsam mit Elektrodenhalbschalen geschliffen werden. Diese geschliffenen Flächen der Elektrodenhalbschalen bedecken sich gegenseitig vollständig, so dass eine Anbringung anderer Teile an den geschliffenen Flächen nicht möglich ist. DE 10 2012 211 586 A1 zeigt eine Multipolstabbaugruppe und ein Verfahren zu ihrer Herstellung, wobei gemäß Fig. 6A ein Isolatorring vorgesehen ist, an dem Elektroden angeordnet sind. Gemäß Fig. 7 sind Halterungen für Elektroden vorgesehen und jeweils darunter liegende Bauteile mit U-förmiger Gestalt als Haltevorrichtungen. DE 10 2012 211 587 A1 zeigt allgemein ein Massenspektrometer mit präzise ausgerichteten Ionenoptik-Baugruppen, jedoch ohne Verwendung von Elektrodenhalbschalen.

[0008] Der Erfindung liegt nach alledem die Aufgabe zugrunde, einen Multipol mit einer Haltevorrichtung bereitzustellen, welche eine exakte Positionierung des Multipols und einen vereinfachten Ein- und Ausbau des Multipols, z.B. in

einem Massenspektrometer, ermöglicht. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Beitrag zur Erhöhung der Messgenauigkeit von Massenspektrometern zu liefern.

[0009] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einer Vorrichtung, die einen Multipol, der zwei Elektrodenhalbschalen und daran angeordnete Elektroden aufweist, und eine an dem Multipol angeordnete Haltevorrichtung zum Halten des Multipols umfasst, mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1. Ferner löst die Erfindung diese Aufgabe mit einem Massenspektrometer mit den Merkmalen gemäß Anspruch 10, das eine derartige Vorrichtung umfasst, mit einer Montageeinheit mit den Merkmalen gemäß Anspruch 11 und mit einem Verfahren zum Positionieren der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol mit den Merkmalen gemäß Anspruch 12.

[0010] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass herkömmlicherweise die Befestigung einer Elektrodevorrichtung bzw. eines Multipols, z.B. in einem Massenspektrometer, bevorzugt über eine ringförmige, an den Trägerelementen der Elektrodevorrichtung angeordnete Haltevorrichtung erfolgt, wobei die Haltevorrichtung zweiteilig ausgebildet und als jeweils ein Ring an den Stirnseiten des Multipols angeordnet ist und die Trägerelemente dabei umschließt. Eine derartige Haltevorrichtung weist zwei umlaufende, rotationssymmetrische Auflageflächen auf, welche bei der Befestigung des Multipols an einer entsprechend korrespondierenden Aufnahmeeinrichtung, insbesondere in einem Massenspektrometer, zumindest teilweise anliegen. Derartige rotationssymmetrische Auflageflächen ermöglichen jedoch keine hochpräzise Positionierung und Ausrichtung der Elektrodevorrichtung bzw. des Multipols, z.B. innerhalb eines Massenspektrometers.

[0011] Erfindungsgemäß wird daher eine Vorrichtung bereitgestellt, die einen Multipol, beispielsweise einen Quadrupol, der zwei Elektrodenhalbschalen und daran angeordnete Elektroden aufweist, und eine an dem Multipol angeordnete Haltevorrichtung zum Halten des Multipols umfasst, beispielsweise zum Halten des Multipols in einem Massenspektrometer oder an einer Montageeinheit, wodurch besonders einfach eine hochpräzise Ausrichtung und Positionierung des Multipols erreicht wird.

[0012] Die Haltevorrichtung ist einteilig oder mehrteilig aufgebaut und an dem Multipol angeordnet, um den Multipol an einer Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme der Haltevorrichtung zu befestigen. Dazu weist die Haltevorrichtung eine oder mehrere ebene Auflageflächen auf, welche mit der Aufnahmeeinrichtung entsprechend korrespondierenden. Dabei ist die Haltevorrichtung an Flächen der Elektrodenhalbschalen des Multipols angeordnet, die gemeinsam in einem Arbeitsschritt mit Elektrodenflächen der Elektroden des Multipols durch gemeinsames Schleifen mit demselben Schleifstein derart hergestellt sind, dass diese Flächen einen eindeutigen und exakten geometrischen Bezug zu den so geschliffenen Elektrodenflächen haben. D.h. diese Flächen und die Elektroden werden mit demselben Schleifstein gemeinsam geschliffen. Die Flächen zur Anordnung und damit Befestigung der Haltevorrichtung am Multipol haben somit einen eindeutigen und exakten geometrischen Bezug zu den hochgenau bearbeiteten Elektrodenflächen. Dadurch wird gewährleistet, dass die Elektrodenflächen, insbesondere deren Mittelpunkt exakt zur Haltevorrichtung ausgerichtet werden können. Damit kann der Multipol ebenfalls exakt im Massenspektrometer ausgerichtet werden.

[0013] Ferner ist die Haltevorrichtung bevorzugt derart an dem Multipol angeordnet, dass die eine oder mehreren ebenen Auflageflächen rotationsasymmetrisch bezogen zur Mittellängsachse des Multipols angeordnet sind.

[0014] Bevorzugt liegt jede ebene Auflagefläche in einer Ebene, welche parallel zur Mittellängsachse des Multipols verläuft, und ist hoch präzise gefertigt. Dadurch ist vorteilhafterweise die Befestigungsposition des Multipols an der Aufnahmeeinrichtung genau definiert und der Multipol in seiner Winkellage zur Mittellängsachse des Multipols bestimmt. Dies ermöglicht eine hochpräzise Ausrichtung der zentralen Mittellängsachse des Multipols zu einer Sollachse einer Montageeinheit oder eines Massenspektrometers, wie z.B. eine Verbindungsachse zwischen Quelle, z.B. Ionenquelle oder Elektronenquelle, und Detektor oder zu einer Achse mehrerer hintereinander angeordneter ionenoptischer oder elektronenoptischer Komponenten, bspw. ionenoptischer oder elektronenoptische Linsen oder Filter, und somit eine hochpräzise Positionierung des Multipols auf eine Sollposition im Massenspektrometer oder Montageeinheit.

[0015] Zudem ermöglicht die Erfindung einen vereinfachten Ein- und Ausbau des Multipols z.B. in einem Massenspektrometer, da sich aufgrund der ebenen Auflageflächen der Haltevorrichtung zumindest in Bezug auf die Winkellage des Multipols zur Mittellängsachse des Multipols nur zwei Befestigungspositionen des Multipols an der Aufnahmeeinrichtung ergeben. Dies führt im Wartungs- oder Reparaturfall zu einem verminderten Zeitaufwand und somit zu entsprechend niedrigeren Kosten. Zudem kann aufgrund dieser Erleichterung die Gefahr von Beschädigungen oder Fehlpositionierungen und Fehlausrichtungen des Multipols bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten reduziert werden. Die Haltevorrichtung kann nämlich beispielsweise aufgrund ihrer folgend beschriebenen konstruktiven Merkmale und ihrer Ausbildungsformen auch als Halter bzw. Griff für den Multipol dienen.

[0016] Die sich erfindungsgemäß ergebende rotationsasymmetrische Ausgestaltung der Auflageflächen der Haltevorrichtung bestimmt im Gegensatz zu der rotationssymmetrischen Ausgestaltung der Auflageflächen gemäß dem Stand der Technik die Winkellage des Multipols bezogen auf die Mittellängsachse des Multipols im befestigten Zustand, wodurch sich nach einem Ein- und Ausbau des Multipols in ein Massenspektrometer vorteilhafterweise die Kalibrierung des Messsystems vereinfacht und reproduzierbare Messwerte des Massenspektrometers erzeugt werden.

[0017] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist die Haltevorrichtung seitlich einer den Multipol einhüllenden Zylindermantelfläche angeordnet. Das hat den Vorteil, dass die ebenen Auflageflächen in Längsrichtung des Multipols

bearbeitet, insbesondere hochgenau geschliffen werden können.

[0018] Vorteilhafterweise erfolgt diese Bearbeitung der ebenen Auflageflächen der Haltevorrichtung in einem Schleifvorgang zusammen mit den Elektroden und Montageflächen der Trägerelemente des Multipols. Dies gewährleistet vorteilhafterweise eine hochgenaue Ausrichtung der ebenen Auflageflächen der Haltevorrichtung in Bezug zu den Elektrodenoberflächen.

[0019] In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Haltevorrichtung in einem Zentralabschnitt der einhüllenden Zylindermantelfläche angeordnet, wobei dieser Zentralabschnitt symmetrisch zur Mittelquerachse des Multipols angeordnet ist und maximal 90 % der Zylindermantelfläche entspricht. Vorteilhafterweise ist die Haltevorrichtung zweiteilig ausgebildet, wobei jeweils ein Teil der Haltevorrichtung auf jeweils einer Seite einer Schnittebene durch die Mittellängsachse des Multipols angeordnet ist, insbesondere mittig bzw. symmetrisch zur Mittelquerachse des Multipols. Eine derartige Anordnung der Haltevorrichtung sorgt vorteilhafterweise für eine besonders hohe Stabilität der Befestigung des Multipols, insbesondere bei Schwingungen oder Erschütterungen, bspw. in einem Massenspektrometer oder an einer Montageeinheit.

[0020] Die Anordnung der Haltevorrichtung innerhalb des Zentralabschnittes beschreibt im Wesentlichen die Anordnung unter Aussparung der Stirnflächen des Multipols. Die seitliche Anordnung der Haltevorrichtung außerhalb der Stirnflächen des Multipols ermöglicht vorteilhafterweise eine axiale Aufnahme des Multipols in ein Massenspektrometer, d.h. eine Aufnahme parallel zur Systemachse des Massenspektrometers, wodurch der Multipol besonders einfach von oben in ein Massenspektrometer ein- und/oder ausgebaut werden kann.

[0021] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist die Haltevorrichtung ein oder mehrere Positionierungsmittel auf, mit denen die Haltevorrichtung an einer Aufnahmeeinrichtung ausrichtbar ist. Diese Positionierungsmittel sind hoch präzise gefertigt, insbesondere mit einer Form- und/oder Lagetoleranz von IT5 bis IT11 gemäß den ISO Grundtoleranzen. Dadurch ist vorteilhafterweise im eingebauten Zustand des Multipols, z.B. in einem Massenspektrometer, mittels der Auflageflächen und der Positionierungsmittel eine exakte geometrische Lage in alle Achsrichtungen des Multipols sowie relativ zu weiteren Komponenten des Massenspektrometers erreichbar. Besonders bevorzugt sind die Positionierungsmittel mit ISO Grundtoleranzen IT6 bis IT8 gefertigt.

[0022] Von der International Standard Organisation (ISO) sind Grundtoleranzen mit dem Kurzzeichen IT für Nennmasse von 1 - 500 mm folgendermaßen festgelegt:

Grundtoleranzen IT	Nennmaßbereiche in mm												
	1	>3	>6	>10	>18	>30	>50	>80	>120	>180	>250	>315	>400
	-2	-6	-10	-18	-30	-50	-80	-120	-180	-250	-315	-400	-500
	Toleranzen in μm												
5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400

[0023] Vorteilhafterweise sind die ebenen Auflageflächen der Haltevorrichtung ebenfalls hochpräzise gefertigt, so dass zusammen mit einer hochpräzise gefertigten Aufnahmeeinrichtung als passgenaues Gegenstück eine hochpräzise Ausrichtung des Multipols in seiner geometrischen Lage ermöglicht wird.

[0024] Vorteilhafterweise sind auf zwei gegenüberliegenden Seiten der Haltevorrichtung ebene Auflageflächen angeordnet, welche zueinander hochgenau planparallel mit einer Form- und/oder Lagetoleranz von IT5 bis IT11 gemäß den ISO Grundtoleranzen gefertigt sind. Ferner ist die Dicke der Haltevorrichtung bzw. die Höhe zwischen den planparallelen Auflageflächen hochgenau, insbesondere mit einer Form- und/oder Lagetoleranz von IT5 bis IT11 gemäß den ISO Grundtoleranzen, gefertigt.

[0025] Im befestigten Zustand des Multipols liegt mindestens eine ebene Auflagefläche an der Aufnahmeeinrichtung an, während die gegenüberliegende planparallele Auflagefläche der Haltevorrichtung nicht an der Aufnahmeeinrichtung anliegt. Die beiden planparallel gegenüberliegenden Auflageflächen ermöglichen vorteilhafterweise eine mehrteilig ausgeführte Haltevorrichtung aus identisch gefertigten Teilen, bei der vor dem Zusammenbau nicht bekannt ist, welche der ebenen Auflageflächen an einer Aufnahmeeinrichtung anliegt.

[0026] Durch die hochpräzise gefertigten Positioniermittel ist zudem eine genaue Ausrichtung des Multipols in Längsrichtung des Multipols relativ zu einer Verbindungsachse zwischen Quelle, z.B. Ionenquelle oder Elektronenquelle, und Detektor oder zu einer Achse mehrerer hintereinander angeordneter ionenoptischer oder elektronenoptischer Komponenten möglich, welche für eine hohe analytische Messgenauigkeit des Massenspektrometers von großer Bedeutung ist.

[0027] Die Erfindung hat nämlich erkannt, dass es für zunehmend höhere Messgenauigkeiten nicht mehr nur allein ausreicht, die Präzision eines Multipols immer weiter zu erhöhen, sondern dass - gerade aufgrund der immer weiter zunehmenden Präzision des Multipols - Messungenauigkeiten aus der vergleichsweise weniger präzisen Befestigung des Multipols im Massenspektrometer resultieren können. Die erfindungsgemäße präzise Befestigung des Multipols im Massenspektrometer erzeugt somit vorteilhafterweise einen weiteren Gewinn an Messgenauigkeit und Empfindlichkeit des Messsystems. Die Erhöhung der Präzision des Multipols führt somit auch zu einer Erhöhung der Messgenauigkeit und Empfindlichkeit des Messsystems, weil eine Begrenzung der Messgenauigkeit und Empfindlichkeit des Messsystems durch eine nicht ausreichend präzise Positionierung und Ausrichtung des Multipols nicht mehr besteht.

[0028] Als Positioniermittel sind jedwede Mittel möglich, die eine hochpräzise Positionierung und Ausrichtung des Multipols an einer Aufnahmeeinrichtung erzeugen, wie z.B. ein Loch oder eine Bohrung, welche mit einem entsprechenden Befestigungselement, wie z.B. Passstift oder Passstiftschraube, eine hochpräzise Positionierung und Ausrichtung des Multipols ermöglichen, z.B. in Bezug zur optischen Achse des Massenspektrometers, die dem idealen Strahlengang der Ionen entspricht.

[0029] Ferner ist bei der erfindungsgemäßen hochpräzisen Fertigung der Haltevorrichtung als Positioniermittel die Formgebung der Haltevorrichtung möglich, wenn diese über Passflächen verfügt, welche mit einer entsprechenden Formgebung bzw. Passflächen an der Aufnahmeeinrichtung zusammenwirken.

[0030] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Haltevorrichtung mit der Aufnahmeeinrichtung durch mindestens ein Positioniermittel, wie beispielsweise ein Loch und/oder eine Bohrung, in der Haltevorrichtung mittels eines für das Loch und/oder die Bohrung passend ausgebildeten Befestigungselements, insbesondere mittels Passstift oder Passstiftschraube, in radialer Richtung des Befestigungselements formschlüssig verbindbar oder verbunden ist.

[0031] Die Anordnung von Loch und Bohrung bzw. der Löcher und Bohrungen der Haltevorrichtung korrespondiert hierbei mit der (geometrischen) Anordnung von Aufnahmebohrungen in der Aufnahmeeinrichtung, die zum Einpassen von Passstiften oder Passstiftschrauben dienen, derart, dass bei einer Anordnung der Haltevorrichtung an der Aufnahmeeinrichtung die Löcher und/oder Bohrungen einen kongruenten Gegenpart in den Aufnahmebohrungen finden. Die Mittelachsen der Löcher und/oder Bohrungen in der Haltevorrichtung sind deckungsgleich mit den Mittelachsen der Aufnahmebohrungen in der Aufnahmeeinrichtung angeordnet.

[0032] Die Passstifte bzw. Passstiftschrauben, welche die Haltevorrichtung und die Aufnahmeeinrichtung verbinden, sind passend hinsichtlich der Innendurchmesser der Bohrungen und/oder Löcher und der Außendurchmesser der Stifte ausgebildet, insbesondere mit Form und/oder Lagetoleranzen gemäß ISO Grundtoleranzen IT5 bis IT11. Diese passende Ausbildung ist bevorzugt eine Passung oder beispielsweise eine Presspassung oder eine Steckverbindung. Somit ist in vorteilhafter Weise eine schnelle und präzise Ausrichtung des Multipols in einem Massenspektrometer mit Hilfe der Haltevorrichtung möglich.

[0033] Die durch die Bohrungen und Aufnahmebohrungen verlaufende Verbindung ist in radialer Richtung der Passstifte bzw. mit dem präzise geschliffenen Bund der Passstiftschrauben formschlüssig ausgebildet, sodass die Passstifte und die Bohrungen somit als Passbohrung dienen. Dies gewährleistet eine vorteilhaft genaue Positionierung der Haltevorrichtung an der Aufnahmeeinrichtung, wobei die Genauigkeit abhängig von den gewählten Fertigungstoleranzen ist, jedoch mit einer Form- und/oder Lagetoleranz von mindestens ISO Grundtoleranzen IT5 bis IT11, besser mit ISO Grundtoleranzen IT6 bis IT8.

[0034] Die Anordnung von Haltevorrichtung und Aufnahmeeinrichtung bildet dabei vorteilhafterweise ein System zum hochpräzisen Ausrichten bzw. Positionieren des Multipols in einem Massenspektrometer oder an einer Montageeinheit.

[0035] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist der Multipol an einer Haltevorrichtung mit mindestens einem Loch befestigt, welches als Langloch ausgebildet ist, wobei die Breite des Langloches gleich dem Durchmesser der korrespondierend angeordneten Aufnahmebohrung in der Aufnahmeeinrichtung ist. Ebenso ist der Durchmesser der mindestens einen Bohrung in der Haltevorrichtung gleich der Breite des als Langloch ausgebildeten Loches. Die Durchmesser der Bohrungen und der Aufnahmebohrungen sind somit gleich groß ausgebildet. Die Haltevorrichtung ist somit in vorteilhafter Weise durch die mindestens eine Bohrung sowie das mindestens eine Langloch hindurch mittels Stiften gleichen Durchmessers in die Aufnahmebohrungen der Aufnahmeeinrichtung mit der Aufnahmeeinrichtung verbindbar. Die Ausbildung des Loches in der Haltevorrichtung als Langloch vermeidet dabei in vorteilhafter Weise ein Verkanten beim Verbinden der Haltevorrichtung mit der Aufnahmeeinrichtung mittels der Stifte. Ebenso wird ein Verkanten vermieden, wenn die Stifte bereits in der Aufnahmeeinrichtung stecken und die Haltevorrichtung auf diese Stifte gesteckt wird.

[0036] In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Haltevorrichtung des Multipols als zweiteilige Vorrichtung ausgebildet, welche an jeweils einer Elektrodenhalbschale bzw. einem Trägerelement des bevorzugt als Quadrupol ausgebildeten Multipols angeordnet ist. Beide Teile der Haltevorrichtung sind, ebenso wie die Elektrodenhalbschalen des

Quadrupols, gleich ausgebildet. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine zweiteilige Vorrichtung als Haltevorrichtung beschränkt. Vielmehr kann die erfindungsgemäße Haltevorrichtung auch einteilig ausgebildet sein und dann bevorzugt im eingebauten Zustand des Multipols senkrecht unterhalb des Multipols angeordnet sein, um möglichst wenig Schwingungen auf den Multipol zu übertragen.

[0037] Bei einer zweiteiligen Ausgestaltung der Haltevorrichtung weisen in einer Weiterbildung der Erfindung beide Teile jeweils ein Loch, welches bevorzugt ein Langloch ist, und jeweils eine Passbohrung auf. Gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung weist die Haltevorrichtung somit zwei Bohrungen und zwei Löcher und die Aufnahmeeinrichtung bevorzugt vier Aufnahmebohrungen auf, welche derart angeordnet sind, dass die geometrische Anordnung der Aufnahmebohrungen in der Aufnahmeeinrichtung zu der Anordnung der Löcher und Bohrungen in der Haltevorrichtung korrespondiert. Die Durchmesser der Bohrungen und der Aufnahmebohrungen sind gleich groß und das Loch in der Haltevorrichtung ist bevorzugt als Langloch ausgebildet und weist eine Breite auf, welche gleich groß wie der Durchmesser der Aufnahmebohrungen in der Aufnahmeeinrichtung ist. Die Haltevorrichtung ist somit in vorteilhafter Weise durch die zwei Bohrungen sowie die zwei Langlöcher hindurch mittels gleich ausgebildeter Stifte in oder durch die Aufnahmebohrungen hindurch mit der Aufnahmeeinrichtung verbindbar. Diese gleich ausgebildeten Stifte sind bevorzugt als Passstifte ausgebildet und weisen jeweils die gleiche Länge und den gleichen Durchmesser auf.

[0038] Die Gleichheit verwendeter Teile für die Haltevorrichtung eines erfindungsgemäßen Multipols sowie eine Nutzung gleicher Stifte führt infolge höherer Stückzahlen gleicher (Bau-)Teile zu vorteilhaft geringen Produktionskosten. Ebenso führt die gleiche Ausbildung von Teilen einer Vorrichtung zu einer geringen Diversität der Komponenten, wodurch in vorteilhafter Weise die Wartung oder Reparatur einer entsprechenden Vorrichtung vereinfacht wird. Dies führt wiederum zu einer Reduktion der Kosten und des Aufwandes im Falle einer Wartung oder Reparatur.

[0039] In einer alternativen Weiterbildung der Erfindung ist eine Verbindung zwischen der Haltevorrichtung und der Aufnahmeeinrichtung mittels einer Passstiftschraube herstellbar. Dazu weist die Passstiftschraube einen hochpräzise geschliffenen Bund auf, welcher vorteilhafterweise eine Form- und/oder Lagetoleranz gemäß ISO Grundtoleranzen IT5 bis IT11 aufweist und durch ein entsprechendes Loch der Haltevorrichtung passt. Durch eine direkte Befestigung der Haltevorrichtung an der Aufnahmeeinrichtung mittels Passstiftschrauben, kann auf die zusätzlichen, für die hochpräzise Ausrichtung notwendigen Löcher sowie die zugehörigen Passstifte verzichtet werden.

[0040] In einer weiteren alternativen Weiterbildung der Erfindung ist eine Verbindung zwischen der Haltevorrichtung und der Aufnahmeeinrichtung mittels einer Passfeder herstellbar. Dies erfordert lediglich jeweils nur ein Langloch oder eine Nut oder Fräsung in der Haltevorrichtung und in der Aufnahmeeinrichtung. Somit ist in vorteilhafter Weise eine Ausrichtung und Positionierung der Haltevorrichtung an der Aufnahmeeinrichtung mittels lediglich einer hergestellten Verbindung möglich, wobei diese Verbindung mittels einer Passfeder durch ein Langloch und in einer Nut hergestellt wird. Das Langloch ist in diesem Falle derart ausgebildet, dass es eine passend zu der Form der Passfeder ausgebildete Kontur aufweist. Dieses Loch ist entweder in der Haltevorrichtung oder der Aufnahmeeinrichtung eingebracht. In der jeweils anderen Vorrichtung bzw. Einrichtung ist eine Nut oder Fräsung eingebracht, welche eine passend zur Kontur der Passfeder ausgebildete Kontur aufweist.

[0041] Gemäß einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist der Multipol an einer Haltevorrichtung befestigt, welche über Dachkant- und Prismenverbindungen mit dem Multipol verbindbar ist, wobei der Multipol entlang seiner Mittellängsachse in mindestens zwei Teilstücke bzw. zwei Trägerelemente, davon die zwei Elektrodenhalbschalen, zerlegbar ist, welche gleichfalls über Dachkant- und Prismenverbindungen zusammenfügbar sind. Jede Dachkant- und Prismenverbindung weist eine Dachkantstruktur und eine Prismenstruktur an den Elektrodenhalbschalen oder ein Dachkantelement an der Haltevorrichtung und eine Prismenstruktur an der Elektrodenhalbschale auf, welche zueinander korrespondierend ausgebildet sind, indem die Dachkantstruktur oder das Dachkantelement dachförmig und die Prismenstruktur kanal-förmig ausgebildet sind. Dabei sind die Dachkantstrukturen oder Dachkantelemente zueinander und die Prismenstrukturen zueinander fluchtend jeweils bezüglich einer zur Mittellängsachse des Multipols verlaufenden Parallelen ausgebildet und je eine Dachkantstruktur oder ein Dachkantelement ist mit einer Prismenstruktur ineinanderfügbar. Die Verbindungselemente oder Verbindungsflächen der Teilstücke des Multipols (Dachkantstruktur und Prismenelement) sowie die Aufnahmeflächen der Haltevorrichtung (Dachkantelement) sind gleichartig kanal- bzw. dachförmig ausgebildet, sodass sie ineinander fügbar und mittels des gleichen Werkzeugs herstellbar sind. Die Aufnahmeflächen bzw. -elemente der Haltevorrichtung sind folglich gleich wie die Dachkantstrukturen der Elektrodenhalbschalen als Dachkantelemente und korrespondierend zu den Prismenstrukturen der Elektrodenhalbschalen ausgebildet.

[0042] Die fluchtende kanal- bzw. dachförmige Ausbildung der Prismenstrukturen bzw. Dachkantstrukturen (Verbindungselemente) und der Dachkantelemente (Aufnahmeelemente) sowie ihre korrespondierende Form gewährleisten in vorteilhafter Weise eine Führung entlang der Fluchtungsachse. Entscheidend für diese Funktion ist die Fluchtung der beiden Formen Dachkant und Prisma, wodurch eine Bewegung quer zur entsprechenden Fluchtungsachse, welche in diesem Falle parallel zur Mittellängsachse des Multipols ist, verhindert und somit unterbunden wird. Die gleichartige Ausbildung der Dachkantstrukturen der Elektrodenhalbschale des Multipols und der Dachkantelemente der Haltevorrichtung gewährleistet eine vorteilhaft gleiche relative Ausrichtung des Multipols zur Haltevorrichtung bezüglich dieser Mittellängsachse.

[0043] Zur Erzielung einer im Rahmen der Fertigungstoleranzen für Form und/oder Lage, insbesondere nach ISO Grundtoleranzen IT5 bis IT11, besonders bevorzugt jedoch IT6 bis IT8, präzisen Führung über die Führungsflächen ist eine hochgenaue Bearbeitung der als Führungsflächen ausgebildeten Dachkantstrukturen und Prismenstrukturen sowie des Dachkantelements notwendig. Für eine vorteilhaft parallele Fluchtung werden die Dachkantelemente der Haltevorrichtung zeitgleich und im gleichen Bearbeitungsschritt und mit demselben Werkzeug wie die Elektrodenhalbschalen bearbeitet. Dadurch wird eine natürliche Aufsummierung von Fehlern in der Fertigung, welche durch die jeweiligen Fertigungstoleranzen eines jeden Bearbeitungs- und/oder Fertigungsprozesses nicht vermeidbar sind, vorteilhaft minimiert oder verhindert. Somit liegt die Genauigkeit der Führung im Rahmen der Fertigungstoleranz des entsprechend verwendeten Werkzeugs zur Herstellung der Flächen. Bei Nutzung eines Präzisionswerkzeuges ist demnach eine hohe Präzision des Erzeugnisses erreichbar. Die zeitgleiche Fertigung führt zu einer vorteilhaft schnellen und somit kostengünstigen Produktion. Zudem führen die zeitgleiche Fertigung und die gleiche Ausbildung der Verbindungs- und Aufnahmeflächen in vorteilhafter Weise dazu, dass es nur eines Werkzeuges bedarf, wodurch die Produktionskosten und der Produktionsaufwand ebenfalls gesenkt werden.

[0044] Zum Erreichen einer hohen Präzision und Genauigkeit dieser Flächen erfolgt vorteilhafterweise eine Bearbeitung mittels Schleifen. Die Bearbeitung mittels eines Schleifwerkzeuges hat den Vorteil, dass die bearbeiteten Flächen eine sehr geringe Rauigkeit aufweisen, wodurch sich eine vorteilhaft minimale Reibung zwischen den zusammengeführten Flächen ergibt. Zudem ist mittels Schleifen eine sehr präzise Bearbeitung durchführbar, wodurch die gewünschte hohe Genauigkeit erreichbar ist.

[0045] Gemäß einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist der Temperatúrausdehnungskoeffizient der Haltevorrichtung gleich dem Temperatúrausdehnungskoeffizienten der Trägerelemente bzw. Elektrodenhalbschalen des Multipols. Die Haltevorrichtung sowie die Elektrodenhalbschalen des Multipols sind bevorzugt aus Metall hergestellt, welches innerhalb einer materialspezifischen Toleranz einen möglichst gleichen Temperatúrausdehnungskoeffizienten aufweist. Das Material der Haltevorrichtung ist in vorteilhafter Weise ähnlich dem Material der Elektrodenhalbschalen. Die Ähnlichkeit beider Materialien äußert sich darin, dass der Temperatúrausdehnungskoeffizient der Haltevorrichtung sich um maximal 5 %, insbesondere 2,5 %, bevorzugt 1 %, besonders bevorzugt 0,1 % vom Temperatúrausdehnungskoeffizienten der Elektrodenhalbschalen unterscheidet.

[0046] Vorteilhafterweise haben beide Materialien einen geringen Temperatúrausdehnungskoeffizienten, so dass thermisch bedingte Ausdehnungen des Materials und somit Längenänderungen des Werkstücks minimiert werden. Die Ähnlichkeit, insbesondere Gleichheit, des Materials und der thermischen Eigenschaften bietet den Vorteil, dass eventuell auftretende Spannungen, welche beispielsweise relative Verschiebungen verursachen können, an den Verbindungsflächen beider Vorrichtungen minimiert, insbesondere verhindert, werden.

[0047] Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Verwendung gleicher Temperatúrausdehnungskoeffizienten beschränkt. Vielmehr sind auch unterschiedliche Temperatúrausdehnungskoeffizienten für die Trägerelemente und die Haltevorrichtung des Multipols möglich, wenn, z.B. aus Kostengründen, die Haltevorrichtung aus einem günstigeren Material, z.B. V2A Stahl, gefertigt ist.

[0048] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist der Multipol an einer Haltevorrichtung mit Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen befestigt, wobei die Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen der Haltevorrichtung zu Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen einer Aufnahmeeinrichtung korrespondierend angeordnet sind. Somit kann eine vorteilhafte Arretierung der Haltevorrichtung an der Aufnahmeeinrichtung mittels einer Schraubverbindung unter Benutzung entsprechender Schrauben, insbesondere mittels Dünnschaftschrauben oder Passstiftschrauben, gewährleistet werden. Diese Arretierung dient der Fixierung der Haltevorrichtung senkrecht zur radialen Richtung der Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen. Im vorliegenden Fall ist dies eine Fixierung entlang einer Achse, welche zu einer Ebene, die die Mittellängsachse des Multipols ganz enthält, lotrecht ist. Somit ist die Anzahl der Freiheitsgrade bzw. freien Bewegungsrichtungen reduziert. Insbesondere weist die Haltevorrichtung bevorzugt zwei, insbesondere drei, insbesondere vier, Durchgangs- oder Gewindebohrungen auf und die Aufnahmeeinrichtung weist zu diesen Durchgangs- oder Gewindebohrungen korrespondierend angeordnete, insbesondere kongruente, Durchgangs- oder Gewindebohrungen auf.

[0049] Bevorzugt korrespondiert je eine Gewindebohrung mit einer Durchgangsbohrung, um die Haltevorrichtung an einer Aufnahmeeinrichtung mittels einer Schraube zu fixieren. Sind sowohl in der Haltevorrichtung als auch in der Aufnahmeeinrichtung Gewindebohrungen oder Teilgewindebohrungen vorgesehen, erfolgt die Fixierung bevorzugt mittels geeigneter Dünnschaftschrauben, bei denen ein Teil des Gewindes oder des gewindeloses Bereichs abgedreht ist und die lediglich im Bereich der korrespondierenden Gewindebohrung ein entsprechendes Gegengewinde aufweisen. Derartige Dünnschaftschrauben sind vorteilhafterweise verliersicher montierbar.

[0050] In einer alternativen Weiterbildung der Erfindung ist eine Arretierung der Haltevorrichtung an der Aufnahmeeinrichtung auch mittels eines Spannverschlusses realisierbar. Ein solches Arretierungssystem weist bevorzugt einen Spannhaken und einen Gegenhaken auf, welche als Bügel, Klammer oder Hebel ausgeprägt sein können.

[0051] Bei dem erfindungsgemäßen Multipol können mindestens zwei, drei oder mehr der vorstehend beschriebenen Weiterbildungen miteinander kombiniert werden, um im Rahmen der Erfindung sinnvolle Merkmalskombinationen zu

erhalten.

[0052] Bevorzugt ist die Haltevorrichtung an einer Aufnahmeeinrichtung eines Massenspektrometers, einer Montageeinheit und/oder einer der Wartung oder Reparatur des Multipols dienenden Einheit anordenbar ist. Bevorzugt weist die Haltevorrichtung mindestens eine Dachkantstruktur und mindestens eine Prismenstruktur zur Befestigung der Haltevorrichtung an dem Multipol auf. Die erfindungsgemäße Haltevorrichtung dient somit zum hochpräzisen Ausrichten, Positionieren und Halten des Multipols, beispielsweise eines Quadrupols, z.B. in einem Massenspektrometer oder an einer Montageeinheit.

[0053] Ferner wird o.g. Aufgabe mittels eines Massenspektrometers mit einer derartigen erfindungsgemäßen Vorrichtung und mit einer Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme der Haltevorrichtung des Multipols gelöst, wobei mittels der Haltevorrichtung des Multipols der Multipol in einer exakten geometrischen Lage bezogen auf alle Achsrichtungen des Multipols und relativ zu weiteren Komponenten des Massenspektrometers haltbar ist. Durch die hochpräzise Ausrichtung und Positionierung der hochpräzise gefertigten Komponenten des Massenspektrometers zueinander kann somit vorteilhafterweise insgesamt die Auflösung, Empfindlichkeit und Leistungsfähigkeit des Massenspektrometers erhöht werden, um vorteilhafterweise einen Beitrag zur Erhöhung der Messgenauigkeit von Massenspektrometern zu liefern.

[0054] Ferner wird o.g. Aufgabe mittels einer Montageeinheit mit einer Aufnahmeeinrichtung gelöst, die eingerichtet und angepasst ist zur Positionierung der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol, insbesondere Quadrupol.

[0055] Die erfindungsgemäße Montageeinheit mit Aufnahmeeinrichtung zur Positionierung einer Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol sieht vor, dass die Montageeinheit eine Bodenplatte aufweist. Diese Bodenplatte ist im Gebrauch lotrecht zur Mittellängsachse des an der Aufnahmeeinrichtung der Montageeinheit angeordneten Multipols und parallel zur Wirkrichtung der Schwerkraft ausgerichtet. Eine solche Ausführung einer Montageeinheit ermöglicht ein vorteilhaft präzises Positionieren der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol sowie der Trägerelemente bzw. Elektrodenhalbschalen des Multipols zueinander. Somit wird vorteilhafterweise ein präzises Ausrichten und Halten des erfindungsgemäßen Multipols mittels der Haltevorrichtung in einem Massenspektrometer ermöglicht.

[0056] Vorteilhafterweise kann zudem eine exakte Positionierung der Elektroden zueinander, insbesondere der Anfangs- und Endpunkte ihrer Abschnitte, gewährleistet werden, wodurch Störungen des elektrischen Feldes im Multipol vermindert werden.

[0057] Erfindungsgemäß umfasst die Montageeinheit eine Rückwand, welche Aussparungen, insbesondere lochförmige Aussparungen, aufweist. Durch diese lochförmigen Aussparungen besteht eine Sichtverbindung von außen durch die Rückwand der Montageeinheit auf die bevorzugt als Schraubverbindungen ausgebildeten Verbindungselemente der Haltevorrichtung und des Multipols und/oder der Elektrodenhalbschalen des Multipols. Diese Sichtverbindung gewährleistet eine Erreichbarkeit der Schraubverbindungen, insbesondere der Schrauben, durch diese Aussparungen beispielsweise mit einem Schraubendreher.

[0058] Aufgrund der Verwendung der Montageeinheit zur Positionierung der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol sowie der Elektrodenhalbschalen des Multipols zueinander kann die Montageeinheit auch als Positionierungseinheit bezeichnet werden.

[0059] Die Nutzung einer Montageeinheit hat den Vorteil, dass die Haltevorrichtung und die Elektrodenhalbschalen des Multipols innerhalb dieser Einheit montierbar sind und somit gegeneinander ausrichtbar sind. Somit erfolgt eine Art Kalibrierung der Positionierung der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol und somit ein vorheriges Ausrichten vor dem Einbau der Haltevorrichtung und des Multipols in das Massenspektrometer. Zu diesem Zweck umfasst die Montageeinheit eine erfindungsgemäße Aufnahmeeinrichtung, eine Bodenplatte, welche eine exakte Ausrichtung der Elektroden zueinander gewährleistet, sowie entsprechende Aussparungen, welche die Erreichbarkeit von Schrauben ermöglichen. Diese Schrauben dienen der Arretierung der präzisen Positionierung der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol und ggf. der Elektrodenhalbschalen des Multipols zueinander.

[0060] Somit sind vorteilhafterweise ein Ausrichten und eine genaue Positionierung der Haltevorrichtung gegenüber dem Multipol vor dem Einsetzen oder Einbau in das Massenspektrometer möglich.

[0061] Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Die vorgenannten Vorteile von Merkmalen und von Kombinationen mehrerer Merkmale sind beispielhaft und können alternativ oder kumulativ zur Wirkung kommen, ohne dass die Vorteile zwingend von erfindungsgemäßen Ausführungsformen erzielt werden müssen. Weitere Merkmale sind den Zeichnungen - insbesondere den dargestellten Geometrien und den relativen Abmessungen mehrerer Bauteile zueinander sowie deren relativer Anordnung und Wirkverbindung - zu entnehmen. Die Kombination von Merkmalen unterschiedlicher Ausgestaltungen der Erfindung oder von Merkmalen unterschiedlicher Ansprüche ist ebenfalls abweichend von den gewählten Rückbeziehungen der Ansprüche möglich und wird hiermit vorgeschlagen. Dies betrifft auch solche Merkmale, die in separaten Zeichnungen dargestellt sind oder bei deren Beschreibung genannt werden. Diese Merkmale können auch mit Merkmalen verschiedener Ansprüche kombiniert werden. Ebenso können in Ansprüchen aufgeführte Merkmale für weitere Ausführungen der Erfindung entfallen.

[0062] Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus den anhand der Zeichnung näher erläuterten Ausführungsbeispielen. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1a-d eine Haltevorrichtung eines erfindungsgemäßen Multipols aus verschiedenen Perspektiven,
 Fig. 2a-c eine Elektrodenhalbschale eines Quadrupols zusammen mit einer Haltevorrichtung aus verschiedenen Perspektiven,
 Fig. 3a ein zwei Elektrodenhalbschalen umfassender Multipol zusammen mit einer Haltevorrichtung in perspektivischer Ansicht,
 Fig. 3b ein zwei Elektrodenhalbschalen umfassender Multipol zusammen mit einer Haltevorrichtung in seitlicher Ansicht entlang der Mittellängsachse des Multipols,
 Fig. 4 eine seitliche Ansicht eines zwei Elektrodenhalbschalen umfassenden Multipols zusammen mit einer Haltevorrichtung an bzw. auf einer Aufnahmeeinrichtung,
 Fig. 5 eine frontale Ansicht einer leeren Montageeinheit ohne Multipol und Haltevorrichtung,
 Fig. 6a,b eine seitliche und eine frontale Ansicht der Montageeinheit mit Multipol und Haltevorrichtung,
 Fig. 7a-d mehrere Ausführungsbeispiele für eine Haltevorrichtung,
 Fig. 8a-d mehrere Ausführungsbeispiele für in die Haltevorrichtung eingebrachten Löcher und Bohrungen,
 Fig. 9 der Multipol gemäß Fig. 4 ohne Aufnahmeeinrichtung mit übertrieben dargestellt ungenau gearbeiteten äußeren Konturen der Elektrodenhalbschalen und
 Fig. 10 der Multipol gemäß Fig. 9 ohne die in Fig. 9 dargestellte erfindungsgemäße Haltevorrichtung, jedoch mit einer herkömmlichen ringförmig ausgebildeten Haltevorrichtung zur Veranschaulichung eines unerwünschten Versatzes des gemeinsamen Mittelpunkts der Elektroden des Multipols gegenüber dem Mittelpunkt der äußeren Kontur der Elektrodenhalbschalen.

[0063] Gleiche Bezugsziffern in den Figuren bezeichnen jeweils gleiche Teile. Weitere Buchstaben hinter einer Bezugsziffer bezeichnen jeweils weitere Ausführungsbeispiele des entsprechenden Teils.

[0064] Fig. 1a-d zeigen ein mögliches Ausführungsbeispiel einer Haltevorrichtung 10 eines erfindungsgemäßen Multipols, wie er bspw. in Fig. 3a mit der Bezugsziffer 32 gezeigt ist. In den Figuren 1a-d ist jedoch lediglich ein Teil 10a der zweiteilig ausgebildeten Haltevorrichtung 10 dargestellt.

[0065] Fig. 1a zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Haltevorrichtung 10a in perspektivischer Ansicht. Sie beschreibt eine U-Form, wobei zwei Auflagen 12, die zueinander parallelen Seiten der U-Form bilden, und eine Auflagenverbindung 14 den unteren Teil der U-Form bildet, welcher die parallelen Seiten der U-Form und somit die Auflagen 12 verbindet. Die Auflagen 12 weisen als Positioniermittel je eine Bohrung 16 und ein Loch 18 sowie zwei Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 auf.

[0066] Die Oberflächen der Auflagen 12 weisen eine erste Auflagefläche 13 und eine zweite Auflagefläche 15 auf, welche als hochpräzise gearbeitete, ebene Oberflächen planparallel zueinander ausgebildet sind. Bevorzugt sind diese Auflageflächen 13, 15 bezüglich ihrer Nennmaße nach ISO Grundtoleranzen IT5 bis IT11 gefertigt. Ferner weisen diese Auflageflächen 13, 15 ebenso hochpräzise Lagetoleranzen bzgl. der Parallelität der beiden Auflageflächen 13 und 15 zueinander sowie bzgl. der Rechtwinkligkeit zwischen den Auflageflächen 13, 15 und den Positioniermitteln auf.

[0067] Die Bohrung 16 ist in dieser Ausführungsform als Bohrung ausgebildet, welche einer späteren genauen Positionierung der Haltevorrichtung 10a dient. Die Bohrung 16 findet bevorzugt in einem weiteren Bauteil, an welchem die Haltevorrichtung 10a ausgerichtet und positioniert werden soll, ein korrespondierendes Gegenstück, so dass ein in radialer Richtung der Bohrung 16 formschlüssig ausgebildeter, in die Bohrung 16 passender Stift durch die Bohrung 16 und das korrespondierende Gegenstück hindurch gesteckt werden kann.

[0068] Das Loch 18 ist in dieser bevorzugten Ausführungsform als Langloch ausgebildet, welches dieselbe Breite aufweist wie der Durchmesser der Bohrung 16. Die Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 dienen der Befestigung der Haltevorrichtung 10a an einem weiteren Bauteil.

[0069] Die bevorzugte Haltevorrichtung 10a weist außerdem Dachkantelemente 22 mit Dachkantgewindebohrungen 24 auf. Jedes Dachkantelement 22 weist zwei zueinander winklig angeordnete Flächen, eine schmale Dachkantflanke 21 und eine breite Dachkantflanke 23, mit jeweils gleicher Steigung auf. Diese Dachkantflanken 21 und 23 sind hochpräzise, bevorzugt mittels Schleifen, bearbeitet. Über eine bevorzugt winklig angeordnete Seitenfläche 19 weist die Oberfläche der winklig angeordneten, gegenüber der schmalen Dachkantflanke 21 breiteren Dachkantflanke 23 der Haltevorrichtung 10a mit der ersten Auflagefläche 13 der Haltevorrichtung 10a eine Verbindung auf.

[0070] Fig. 1b zeigt eine seitliche Aufsicht auf die gleiche bevorzugte Ausführungsform der Haltevorrichtung 10a wie in Fig. 1a. Diese Darstellung hebt die Ausbildung der Bohrung 16, des als Langloch ausgebildeten Loches 18, der Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 sowie der Dachkantgewindebohrungen 24 hervor. Die zueinander winklig angeordneten Dachkantflanken 21 und 23 bilden das Dachkantelement 22. Das Dachkantelement 22 weist eine Dachkantgewindebohrung 24 auf, mittels welcher die Haltevorrichtung 10a an einer entsprechenden weiteren Vorrichtung mittels Schrauben befestigbar ist.

[0071] Fig. 1c zeigt eine seitliche Ansicht der Längsseite der gleichen Haltevorrichtung 10a wie in Fig. 1a, b. Diese Darstellung zeigt, dass die Höhe oder Dicke der Auflagen 12 ein Vielfaches der Höhe oder Dicke der Auflagenverbindung 14 beträgt. Die Höhe oder Dicke einer Auflage 12 ist durch den Abstand der ersten Auflagefläche 13 zu der zweiten

Auflagefläche 15 der Haltevorrichtung 10a definiert.

[0072] Die unterschiedliche Dicke der Auflagenverbindung 14 verglichen mit den Auflagen 12 dient in vorteilhafter Weise der Materialeinsparung. Ferner ermöglicht die geringe Dicke der Auflagenverbindung 14 vorteilhafterweise im gewissen Maße die Aufnahme von Torsionsbewegungen. Die Auflagenverbindung 14 dient dazu, die Auflagen 12 in einem vorbestimmten Abstand und einer vorbestimmten Position zueinander zu halten. Die Auflageflächen 13 und 15 der Auflagen 12 sind exakt parallel zueinander ausgebildet, sodass diese Flächen präzise bearbeitet sein müssen. Die Herstellung dieser Flächen wird bevorzugt mittels Fräsen und/oder Schleifen vorgenommen.

[0073] Fig. 1d zeigt eine seitliche Ansicht quer zur Längsrichtung der gleichen bevorzugten Haltevorrichtung 10a wie in Fig. 1a-c. Hier ist erkennbar, dass die Auflagen 12 dicker ausgebildet sind als die Höhe des Dachkantelements 22, wobei die Höhe des Dachkantelements 22 durch den Abstand der Auflagefläche 15 bis Scheitelpunkt 25 der dachförmigen Seite des Dachkantelements 22 bestimmt ist. Die zueinander winklig angeordneten Dachkantflanken 21 und 23 weisen einen vorbestimmten Winkel und eine Symmetrieachse auf, wobei die Symmetrieachse durch den Scheitelpunkt 25 der Dachkantform verläuft. Dieser Winkel zwischen der Symmetrieachse je einer der Dachkantflanken 21 und 23 des Dachkantelements 22 beträgt bevorzugt 120°, insbesondere 110°, insbesondere 130°.

[0074] Die erfindungsgemäße Haltevorrichtung gemäß Figur 1a-d wird bevorzugt aus einem Werkstück gefertigt. Diese Fertigung wird bevorzugt mittels Fräsen vorgenommen. Flächen, welche einer präzisen Bearbeitung mit hoher Genauigkeit und/oder einer geringen Rauigkeit der Oberfläche bedürfen, werden mittels Schleifen weiter bearbeitet.

[0075] Fig. 2a zeigt eine perspektivische Aufsicht auf ein Trägerelement bzw. eine Elektrodenhalbschale 26 eines Multipols mit zwei an der Elektrodenhalbschale 26 angeordneten Elektroden. Dabei stellen die geschwärzten Flächen im Wesentlichen hyperbolisch geformte Oberflächen, welche den Feldverlauf innerhalb des Quadrupols bestimmen, dieser Elektroden dar.

[0076] Ferner zeigt Fig. 2a eine Haltevorrichtung 10a, welche an einem Trägerelement bzw. einer Elektrodenhalbschale 26 eines Multipols angeordnet ist. Ebenso wie in Fig. 1a-d zeigt Fig. 2a eine bevorzugte Ausführungsform der Haltevorrichtung 10. Andere Ausführungsformen der Haltevorrichtung 10 sind ebenfalls auf die nachfolgenden Erläuterungen anwendbar.

[0077] Die Elektrodenhalbschale 26 weist Verbindungselemente auf, welche als Dachkantstruktur 28 und Prismenstruktur 30 ausgebildet sind. Die Dachkantstrukturen 28 und Prismenstrukturen 30 weisen, ebenso wie das Dachkantelement 22 der Haltevorrichtung 10a in Fig. 1a-d, zwei zueinander winklig angeordnete Flächen mit jeweils gleicher Steigung auf. Auf einer Seite der Elektrodenhalbschale 26 sind ausschließlich Dachkantstrukturen 28 angeordnet und auf der jeweils anderen, gegenüberliegenden Seite der Elektrodenhalbschale 26 sind ausschließlich Prismenstrukturen 30 angeordnet. Die Dachkantstrukturen 28 und Prismenstrukturen 30 sind derart zueinander korrespondierend ausgebildet, dass jeweils eine Dachkantstruktur 28 und eine Prismenstruktur 30 ineinander zu einer Dachkant- und Prismenverbindungen 31 ffügbar sind. Die Prismenstrukturen 30 weisen eine kanalförmige bzw. konvexe Form auf. Die Anzahl der Prismenstrukturen 30 ist die Summe aus der Anzahl der gefertigten Dachkantstrukturen 28 sowie aus der Anzahl der Dachkantelemente 22 einer an der Elektrodenhalbschale 26 zu befestigenden Haltevorrichtung 10a. Die Dachkant- und Prismenverbindungen 31 dienen somit zum einen dem Zusammenfügen zweier Elektrodenhalbschalen 26 zu einem Multipol und zum anderen dem Befestigen einer Haltevorrichtung 10a an einer Elektrodenhalbschale 26, wobei je ein Dachkantelement 22 der Haltevorrichtung 10a in je eine Prismenstruktur 30 gefügt wird. Die Befestigung der Haltevorrichtung 10a an der Elektrodenhalbschale 26 über Dachkant- und Prismenverbindungen 31 ermöglicht vorteilhafterweise eine μm genaue Positionierung der Haltevorrichtung 10a zum Zentrum des Multipols, bzw. zur Mittellängsachse des Multipols und damit eine exakte Positionierung des Multipols in einem Massenspektrometer.

[0078] Fig. 2b zeigt eine seitliche Ansicht der Elektrodenhalbschale 26 mit der bevorzugten Haltevorrichtung 10a. Das Dachkantelement 22 der Haltevorrichtung 10a ist aufgrund seiner korrespondierend zur Prismenstruktur 30 ausgebildeten Form in die Prismenstruktur 30 der Elektrodenhalbschale 26 einfügbar. Die breite Dachkantflanke 23 des Dachkantelements 22 ist erfindungsgemäß in Richtung der Auflagefläche 13 orientiert und breiter ausgebildet als die schmale Dachkantflanke 21 des Dachkantelements 22. Dies führt dazu, dass die Dachkantflanke 23 nach dem Ineinanderfügen des Dachkantelements 22 der Haltevorrichtung 10a in die Prismenstrukturen 30 der Elektrodenhalbschale 26 über die Außenseite der Elektrodenhalbschale 26 hinaus ragt. Dies hat den Vorteil, dass ein Verkanten des Dachkantelements 22 an der Prismenstruktur 30 und somit der Haltevorrichtung 10a an der Elektrodenhalbschale 26 verhindert wird.

[0079] Fig. 2c zeigt eine Draufsicht auf eine Elektrodenhalbschale 26 mit den an der Elektrodenhalbschale 26 befestigten Elektroden sowie einer Haltevorrichtung 10a in der gleichen Ausführungsform wie in Fig. 2a und 2b. Auch hier sind, wie in Fig. 2a dargestellt, die im wesentlichen hyperbolisch geformten Oberflächen der Elektroden schwarz dargestellt.

[0080] Die Auflagen 12 der Haltevorrichtung 10a verdecken in dieser Draufsicht die zwei weiteren Prismenstrukturen 30, welche der Befestigung der Haltevorrichtung 10a dienen. Somit ist jeweils die gleiche Anzahl an Dachkantstrukturen 28 sowie an Prismenstrukturen 30 sichtbar. Die Haltevorrichtung 10a ist mittels Schrauben durch Verbindungsbohrungen 29 in den Prismenstrukturen 30 mittels der Dachkantgewindebohrungen 24 in der Haltevorrichtung 10a an der Elektroden-

halbschale 26 befestigbar. Die Dachkantstrukturen 28 der Elektrodenhalbschale 26 weisen Verbindungsgewindebohrungen 27 auf, welche bevorzugt gleich ausgebildet sind wie die Dachkantgewindebohrungen 24 der Haltevorrichtung 10a.

[0081] Fig. 3a zeigt zwei zu einem Multipol 32 zusammengefügte Elektrodenhalbschalen 26 mit je einer daran befestigten Haltevorrichtung 10a der Ausführungsform gemäß Fig. 2a-c. Ein solcher Multipol 32 ist bevorzugt als Quadrupol ausgebildet. Fig. 3a zeigt einen solchen bevorzugten Quadrupol, welcher zwei der Elektrodenhalbschalen 26 umfasst, mit einer zweiteilig ausgebildeten Haltevorrichtung 10a. Je ein Teil der Haltevorrichtung 10a ist über die Dachkantelemente 22 an den Prismenstrukturen 30 seitlich einer Elektrodenhalbschale 26 angeordnet und befestigt. Die Elektrodenhalbschalen 26 sind über die Dachkantstrukturen 28 und die Prismenstrukturen 30 miteinander verbunden, wobei je eine Dachkantstruktur 28 in eine Prismenstruktur 30 gefügt wird. Ineinandergefügt bildet je eine Dachkantstruktur 28 mit einer Prismenstruktur 30 eine Dachkant- und Prismenverbindung 31. Die Dachkant- und Prismenverbindungen 31 sind mittels Schrauben 33 fixierbar. Die im Vergleich zu den schmalen Dachkantflanken 21 breitere Ausbildung der Dachkantflanken 23 dient in vorteilhafter Weise dazu, einen definierten Abstand der Auflageflächen 13 der Auflagen 12 zu den Dachkant- und Prismenverbindungen 31 zu gewährleisten.

[0082] Fig. 3b zeigt eine seitliche Ansicht entlang der Mittellängsachse der zu einem Multipol 32 zusammengeführten Elektrodenhalbschalen 26 mit je einer Haltevorrichtung 10a wie in Fig. 3a. Die seitliche Ansicht zeigt die als Dachkant- und Prismenverbindung 31 ausgebildeten Verbindungen der zusammengeführten Elektrodenhalbschalen 26. Somit ist in dieser Ansicht nur eine der zwei befestigten Haltevorrichtungen 10a sichtbar. Die zweite Haltevorrichtung 10a liegt genau hinter der in Fig. 3b sichtbaren Haltevorrichtung 10a. Jede der zu je einer Dachkant- und Prismenverbindung 31 zusammengeführten Verbindungen aus einer Dachkantstruktur 28 und einer Prismenstruktur 30 wird mit je einer Schraube 33 fixiert. Dazu wird in jede Prismenstruktur 30 eine Verbindungsbohrung 29 und in jede Dachkantstruktur 28 eine Verbindungsgewindebohrung 27 eingebracht. Diese Verbindungsgewindebohrungen 27 der Elektrodenhalbschale 26 sind bevorzugt genauso ausgebildet, wie die Dachkantgewindebohrungen 24 der Haltevorrichtung 10a. Somit ist in vorteilhafter Weise die Haltevorrichtung 10a mittels der gleichen Schrauben 33 über die Prismenstrukturen 30 an den Elektrodenhalbschalen 26 fixierbar wie die Elektrodenhalbschalen 26 miteinander.

[0083] Die an der Elektrodenhalbschale 26 befestigte Haltevorrichtung 10a weist zu der jeweils anderen Elektrodenhalbschale einen Montageabstand 34 auf. Dadurch ist die Haltevorrichtung 10a in vorteilhafter Weise auch nach dem Zusammenfügen der Elektrodenhalbschalen 26 mit den Prismenstrukturen 30 verbindbar, wobei die Haltevorrichtung 10a mittels seitlichen Einschiebens entlang der Fluchtung der Dachkantelemente 22, welche parallel zur Längsrichtung des Multipols 32 ausgerichtet sind, in die Prismenstrukturen 30 eingefügt wird.

[0084] Bevorzugt weist die Haltevorrichtung 10a mindestens eine Dachkantstruktur 28 auf, welche mit einer korrespondierend ausgebildeten Prismenstruktur 30 der Elektrodenhalbschale 26 verbindbar ist. Somit ist vorteilhafterweise die Aufnahme einer Haltevorrichtung 10 mittels bereits bekannter und vorhandener Werkzeuge zur Fertigung und Bearbeitung der Elektrodenhalbschalen 26 herstellbar.

[0085] Fig. 4 zeigt einen Multipol 32 mit einer zweiteilig ausgebildeten Haltevorrichtung 10a, welche an einer Aufnahmeeinrichtung 36 angeordnet ist. Die Haltevorrichtung 10a und somit der Multipol 32 ist mittels Befestigungselementen 38, insbesondere Passstiften, mit der Aufnahmeeinrichtung 36 verbunden. Eine derartige Aufnahmeeinrichtung 36 ist bspw. in einem Massenspektrometer angeordnet.

[0086] Diese in Fig. 4 gezeigte Ansicht auf die Stirnfläche des Multipols 32 zeigt die erfindungsgemäße Anordnung der Haltevorrichtung 10a in der Aufnahmeeinrichtung 36, welche sich durch folgende Merkmale auszeichnet:

Die Haltevorrichtung 10a ist seitlich des Multipols 32 im Bereich einer den Multipol 32 einhüllenden Zylindermantelfläche angeordnet, wobei die vertikale Ausdehnung bzw. Dicke der Auflagen 12 der Haltevorrichtung 10a in vorteilhafter Weise derart bemessen ist, dass eine Ebene, welche eine durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Querschnitts des Multipols 32 verlaufende Gerade enthält, gleichermaßen eine Symmetrieebene der Zylinderform des bevorzugten Multipols 32 in Fig. 4 ist, als auch die Haltevorrichtung 10a in zwei Teile gleicher vertikaler Ausdehnung bzw. Dicke aufteilt. Durch die vorteilhafte Ausführung und Anordnung der Haltevorrichtung 10a an dem Multipol 32, bei der die ebenen Auflageflächen 13, 15 der Auflagen 12 rotationsasymmetrisch zur Mittellängsachse des Multipols 32 angeordnet sind, ist gewährleistet, dass der Multipol 32 parallel zu einer Ebene, welche von den aufliegenden Flächen der Auflagen 12 der Haltevorrichtung 10a aufgespannt wird, ausgerichtet ist. Die Auflagen 12 der Haltevorrichtung 10a können auf oder in einer entsprechenden Aufnahmeeinrichtung 36 angeordnet sein.

[0087] Fig. 5 zeigt eine Frontalansicht einer bevorzugten Montageeinheit 40. Die Montageeinheit 40 weist bevorzugt eine Bodenplatte 42, eine Rückwand 44 sowie eine Aufnahmeeinrichtung 36a für eine Haltevorrichtung 10a auf. Eine derartige Montageeinheit 40 dient der Montage der Haltevorrichtungen 10a gemäß den Figuren 1a-d, 2a-c und 3a-b an einem Multipol 32 sowie ggf. der Elektrodenhalbschalen 26 zueinander.

[0088] Die Aufnahmeeinrichtung 36a gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel weist vier Aufnahmebohrungen 46 sowie vier Aufnahmegewindebohrungen 48 auf. Die Aufnahmebohrungen 46 und die Aufnahmegewindebohrungen 48 der Aufnahmeeinrichtung 36a sind derart angeordnet, dass sie mit der Anordnung der Bohrungen 16, Löchern 18 und Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 der Haltevorrichtung 10a korrespondieren. Zudem sind die

Durchmesser der Bohrungen 16 in der Haltevorrichtung 10a und der Aufnahmebohrungen 46 in der Montageeinheit 40 sowie die Durchmesser der Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 in der Haltevorrichtung 10a und der Aufnahmebohrungen 48 in der Montageeinheit 40 gleich groß ausgebildet. Die Rückwand 44 weist in vorteilhafter Weise Aussparungen 50 auf, welche das Einbringen eines Werkzeuges, bevorzugt eines Schraubendrehers, ermöglichen.

[0089] Fig. 6a zeigt eine Seitenansicht der bevorzugten Montageeinheit 40 gemäß Fig. 5 mit einem Multipol 32 und einer Haltevorrichtung 10a. Die Haltevorrichtung 10a ist mittels mindestens zwei, bevorzugt vier, Stiften 38 mit der Aufnahmeeinrichtung 36a verbunden. Diese Verbindung der Stifte 38 durch die Bohrungen 16 in der Haltevorrichtung 10a und die Aufnahmebohrungen 46 der Aufnahmeeinrichtung 36a ist formschlüssig in radialer Richtung der Stifte 38 ausgebildet. Bevorzugt dienen zur Herstellung einer solchen formschlüssigen Verbindung entsprechend ausgebildete Passstifte, welche durch die als Passbohrung ausgebildeten Bohrungen 16 in der Haltevorrichtung 10a und der Aufnahmebohrungen 46 in der Aufnahmeeinrichtung 36a verlaufen.

[0090] Fig. 6b zeigt eine frontale Ansicht des gleichen Aufbaus wie in Fig. 6a, welcher eine Montageeinheit 40 mit einer Aufnahmeeinrichtung 36a, eine Bodenplatte 42, eine Rückwand 44 mit Aussparungen 50 sowie einen Multipol 32 mit einer Haltevorrichtung 10a, welche mittels passend ausgebildeter Stifte 38 an der Montageeinheit 40 angeordnet ist, umfasst. Aussparungen 50 sind aufgrund der Anordnung des Multipols 32 in der Montageeinheit 40 in dieser Ansicht, welche in Fig. 6b gezeigt ist, nicht sichtbar. Die als Langlöcher ausgebildeten Löcher 18 in der Haltevorrichtung 10a ermöglichen in vorteilhafter Weise eine Arretierung bzw. Anordnung der Haltevorrichtung 10a an der Aufnahmeeinrichtung 36a, ohne dass es zu einem Verkanten kommt. Die Montageeinheit ermöglicht das Positionieren der Haltevorrichtung 10a gegenüber dem Multipol 32. Dafür wird wie folgt vorgegangen:

Die Elektrodenhalbschalen 26 sind bereits miteinander und mit der Haltevorrichtung 10a lose verbunden. Mittels wenigstens zwei Stiften 38 wird die Haltevorrichtung 10a durch jeweils ein Loch 18 und eine Bohrung 16 mit der Aufnahmeeinrichtung 36a verbunden. Zur Fixierung dieser Verbindung können in die Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 der Haltevorrichtung 10a und die Durchgangs- und/oder Aufnahmebohrungen 48 in der Aufnahmeeinrichtung 36a der Montageeinheit 40 Fixierschrauben 52 eingebracht werden.

[0091] Bevorzugt erfolgt diese Fixierung über je eine Durchgangsbohrung 20 mit einer korrespondierenden Aufnahmebohrung 48 mittels einer Fixierschraube 52. Zur Fixierung über je eine Gewindebohrung 20 bzw. Teilgewindebohrung mit einer korrespondierenden Aufnahmebohrung 48 wird eine Dünnschaftschraube als Fixierschraube 52 mit einem Teilgewinde verwendet, welche lediglich im Bereich der Aufnahmebohrung 48 ein Gewinde aufweist.

[0092] Nach Erreichung einer vorbestimmten Relativlage der Haltevorrichtung 10a zum Multipols 32 wird diese entsprechend fixiert. Diese Fixierung erfolgt in dieser bevorzugten Ausführungsform mittels Schrauben 33. Die Schrauben 33 werden hierfür zur Fixierung der Elektrodenhalbschalen 26 aneinander durch die Verbindungsbohrungen 29 der Elektrodenhalbschalen 26 in die Verbindungsgewindebohrungen 27 der Elektrodenhalbschalen 26 eingebracht.

[0093] Zur Fixierung der Haltevorrichtung 10a an der Elektrodenhalbschale 26 werden die Schrauben 33 durch die Verbindungsbohrungen 29 der Elektrodenhalbschalen 26 in die Dachkantgewindebohrungen 24 der Haltevorrichtung 10a eingebracht. Nach Durchführung der Fixierung ist die gewünschte Positionierung der Haltevorrichtung 10a gegenüber dem Multipol 32 abgeschlossen. Somit ist der Multipol 32 mittels der erfindungsgemäßen Haltevorrichtung 10a in einer vorbestimmten Position im Massenspektrometer ausgerichtet und schnell und einfach in das Massenspektrometer einbaubar.

[0094] Die Figuren 7a-d zeigen verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Haltevorrichtung 10 an einem Multipol 32, wobei die Aufzählung der Ausführungsformen nicht abschließend ist:

Fig. 7a zeigt einen Multipol 32 mit einer zweiteiligen Haltevorrichtungen 10a der bevorzugten Ausführungsform, wie sie in den vorigen Figuren 1a-d, 2a-c, 3a-b, 4 und 6a-b gezeigt wurden. Jedes der zwei Teile der Haltevorrichtung 10a ist bevorzugt aus je einem Werkstück gefertigt, insbesondere gefräst. Die Haltevorrichtung 10a beschreibt eine U-Form, wobei die zueinander parallelen Abschnitte der U-Form die Auflagen 12 bilden, welche mittels einer Auflagenverbindung 14 miteinander und in einer festen Relativposition zueinander verbunden sind.

[0095] Die Auflagen 12 sind dicker ausgebildet als die Auflagenverbindungen 14. Die Auflagen 12 sind derart gefertigt, dass sie hochpräzise, ebene Auflageflächen 13 und 15 bereitstellen. Dies erfordert eine präzise Fertigung der Oberflächen der Auflageflächen 13 und 15 der Auflagen 12 bezogen auf die Form- und/oder Lagetoleranzen, insbesondere mit einer ISO Grundtoleranz von IT5 bis IT11.

[0096] In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Oberflächen der Auflageflächen 13 und 15 mittels spanender Fertigungsverfahren, wie z.B. Sägen, Fräsen, bearbeitet. Um dem Erfordernis der hohen Präzision in der Fertigung gerecht zu werden, wird für die Auflageflächen 13 und 15 bevorzugt eine Bearbeitung mittels Fräsen gewählt. Die Bearbeitung der Auflagenverbindungen 14 erfordert verglichen mit den Auflageflächen 13 und 15 eine geringere Präzision, da diese vorwiegend dazu dienen, einen festen axialen Abstand und eine gewünschte Position der Auflagen 12 zueinander gewährleisten und definieren zu können.

[0097] In Fig. 7b ist eine Haltevorrichtung 10b zum Halten eines Multipols 32 mit insgesamt vier, bevorzugt zueinander

gleichen, Teilen gezeigt. Eine derartige Haltevorrichtung 10b weist verglichen mit einer Haltevorrichtung 10a keine Auflagenverbindung 14 auf. Die Haltevorrichtung 10b umfasst vier Auflagen 12 ohne eine Auflagenverbindung 14. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass aus einem Werkstoffstück der gleichen Größe wie das Werkstoffstück, aus dem zwei der Teile der Haltevorrichtungen 10a gefertigt wurden, mindestens vier der Teile der Haltevorrichtungen 10b herstellbar sind. Dies führt zu einer vorteilhaften Materialeinsparung von 50-70 % und somit auch zu einer Reduktion des Arbeitsaufwandes.

[0098] Fig. 7c zeigt eine weitere Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Haltevorrichtung 10 zum Halten eines Multipols 32. In diesem Fall ist der Multipol 32 mit drei Teilen der Haltevorrichtung 10b verbunden, wodurch eine weitere Materialeinsparung mit einer Gewährleistung einer stabilen Lage des Multipols 32 erzielt wird. Diese Materialeinsparung hat jedoch zur Folge, dass die Anordnung der Auflagen nicht symmetrisch ist bezüglich einer Symmetrieachse, welche parallel zur Mittellängsachse des Multipols 32 verläuft. Somit müssten die Elektrodenhalbschalen 26 des Multipols 32 jeweils eine unterschiedliche Anzahl an Dachkant- und Prismenverbindungen 31 aufweisen.

[0099] Fig. 7d zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Haltevorrichtung 10. In diesem Fall weist der Multipol 32 zwei gleich ausgebildete Teile einer Haltevorrichtung 10c auf, welche keine Auflagenverbindungen 14 umfasst. Die Teile der Haltevorrichtung 10c sind mittig entlang der Mittellängsachse des Multipols 32 ausgerichtet und an den Elektrodenhalbschalen 26 befestigt. Die Breite bzw. Größe der Auflagen 12 der Haltevorrichtung 10c ist derart ausgebildet, dass jeweils eine für eine stabile Lage ausreichende Auflagefläche 13 und 15 gewährleistet ist. Diese Ausgestaltungsform der Haltevorrichtung 10c jedoch erfordert eine sehr hohe Präzision bei der Fertigung der Auflageflächen 13 und 15, wodurch höhere Kosten bei der Fertigung entstehen.

[0100] Alternativ zu den Ausführungen gemäß Fig. 7a-d ist auch eine einteilige Verwendung einer Haltevorrichtung 10 gemäß einer der Ausführungsformen 10a-c möglich. Bei einer Montage mit nur einer einteilig ausgebildeten Haltevorrichtung 10 ist diese Haltevorrichtung 10a-c bevorzugt in Einbaulage des Multipols 32 in einem Massenspektrometer senkrecht unterhalb des Multipols 32 in Richtung der Mittellängsachse des Multipols 32 angeordnet, um möglichst wenig Schwingungen oder Vibrationen auf den Multipol 32 zu übertragen.

[0101] Die Fig. 8a-d zeigen mehrere Ausführungsbeispiele der Bohrungen 16, Löcher 18 und Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20, welche in die bevorzugte Ausführungsform der Haltevorrichtung 10a gemäß Fig. 1a-d eingebracht werden. Die entsprechenden Varianten der Ausführungsbeispiele werden durch Anfügen von Hochstrichen an das Bezugszeichen 10a gekennzeichnet: z.B. ' für die erste alternative Variante, " für die zweite alternative Variante, usw.

[0102] Fig. 8a zeigt die zwei Teile der Haltevorrichtung 10a mit jeweils einem als Langloch ausgebildeten Loch 18, einer Bohrung 16 sowie zwei Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20. Die Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 dienen der Fixierung der Haltevorrichtung 10a in der Aufnahmeeinrichtung 36.

[0103] Fig. 8b zeigt die gleiche geometrische Anordnung der Löcher 18 und Bohrungen 16 wie in Fig. 8a. In dieser ersten alternativen Variante der Ausführungsform fehlen jedoch die Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20. Gemäß dieser Ausführungsform wird die Fixierung der Haltevorrichtung 10a' an einer Aufnahmeeinrichtung 36 somit beispielsweise mittels eines Spannverschlusses realisiert. Ein solcher Spannverschluss hat den Vorteil, dass der an der Haltevorrichtung 10a' befestigte Multipol 32, welcher beispielsweise in einem Massenspektrometer angeordnet ist, einfach und schnell ausgetauscht werden kann.

[0104] Fig. 8c zeigt eine Variante der Einbringung der Löcher 18 und Bohrungen 16 in die Haltevorrichtung 10a' und 10a". In die Haltevorrichtung 10a' wird je ein Loch 18, bevorzugt ein Langloch, und eine Bohrung 16, wie in Fig. 8b, eingebracht. Die Haltevorrichtung 10a" wiederum weist weder ein Loch noch eine Bohrung auf. Somit wird der Multipol 32 lediglich mittels einer der zwei Haltevorrichtungen 10a' und 10a" arretiert und zentriert.

[0105] Fig. 8d zeigt eine weitere Variante, wobei die Haltevorrichtung 10a''' ein bevorzugt als Langloch ausgebildetes Loch 18 aufweist und die zweite Haltevorrichtung 10a''' eine Bohrung 16 aufweist. Das Loch 18 und die Bohrung 16 sind dabei derart zueinander angeordnet, dass sie auf einer Diagonalen bezüglich der Mittellängsachse des Multipols 32 liegen.

[0106] Die Fixierung der Haltevorrichtung 10a' bis 10a''' an der Aufnahmeeinrichtung 36 erfolgt gemäß den Fig. 8c und 8d analog zu Fig. 8b mittels eines Spannverschlusses. Für den Fall, dass hingegen eine Fixierung über mindestens eine Fixierschraube 52 erfolgt, sind zusätzlich Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 in die Haltevorrichtungen 10a' bis 10a''' vorzusehen, die jedoch in Fig. 8c und 8d nicht dargestellt sind.

[0107] Bei den in Fig. 8a-d gezeigten Ausführungsbeispielen der Bohrungen 16, Löcher 18 und Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen 20 können diese auch für die Verwendung eines einzelnen Befestigungselementes 38 vereint sein, wodurch die Verwendung einer Passstiftschraube als Befestigungselement 38 möglich ist.

[0108] Fig. 9 zeigt den Multipol 32 gemäß Fig. 4 ohne die in Fig. 4 dargestellte Aufnahmeeinrichtung 36. Die äußeren Konturen der Elektrodenhalbschalen 26 sind übertrieben ungenau gearbeitet dargestellt. Die beiden Teile 10a der Haltevorrichtung 10 sind an Flächen der Prismenstrukturen 30 angebracht, die gemeinsam in einem Arbeitsschritt mit den Elektroden 26A, 26B einer Elektrodenhalbschale 26 bearbeitet werde. Dazu sind diese Elektroden 26A, 26B zunächst über Isolatoren 54 mit Halbschalelementen 56 befestigt, z.B. verklebt. Diese Bearbeitung erfolgt beispielsweise mit einem einzigen Schleifstein. Somit ist eine präzise Position der bearbeiteten Flächen der Elektroden 26A, 26B und der Flächen

der Prismenstrukturen 30 zueinander gewährleistet.

[0109] Als Folge dieser präzisen Anordnung der Flächen der Prismenstrukturen 30 können die Teile 10a der Haltevorrichtung 10 ebenfalls sehr präzise zu den bearbeiteten Elektrodenflächen ausgerichtet werden. Damit ist eine exakte Beabstandung der Passstift-Bohrungen 16 zum Mittelpunkt M der bearbeiteten Elektrodenflächen ermöglicht. Der Multipol lässt sich somit auf einfache Weise hochpräzise im Massenspektrometer einbauen und ausrichten.

[0110] Fig. 10 zeigt den Multipol gemäß Fig. 9 ohne die in Fig. 9 dargestellte erfindungsgemäße Haltevorrichtung, jedoch mit einer herkömmlichen ringförmig ausgebildeten Haltevorrichtung 58 zur Veranschaulichung eines unerwünschten Versatzes X in x-Richtung sowie Y in y-Richtung des gemeinsamen Mittelpunkts M der bearbeiteten Elektrodenflächen des Multipols 32 gegenüber dem Mittelpunkt N der äußeren Kontur der Elektrodenhalbschalen 26 und damit der an dieser äußeren Kontur herkömmlicherweise angebrachten ringförmig ausgebildeten Haltevorrichtung 58. Ein derartiger Versatz kann dank der Erfindung vermieden werden. Die Erfindung trägt daher dazu bei, die Messgenauigkeit von Massenspektrometern signifikant zu erhöhen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung, die einen Multipol (32), der zwei Elektrodenhalbschalen (26) und daran angeordnete Elektroden (26A, 26B) aufweist, und eine an dem Multipol (32) angeordnete Haltevorrichtung (10) zum Halten des Multipols (32), beispielsweise eines Quadrupols in einem Massenspektrometer, umfasst,

wobei die Haltevorrichtung (10) eine oder mehrere ebene Auflageflächen (13, 15) zur Befestigung des Multipols (32) an einer Aufnahmeeinrichtung (36, 36a) zur Aufnahme der Haltevorrichtung (10) aufweist und die Haltevorrichtung (10) an Flächen (30) der Elektrodenhalbschalen (26) des Multipols (32) angeordnet ist, die gemeinsam in einem Arbeitsschritt mit Elektrodenflächen der Elektroden (26A, 26B) des Multipols durch gemeinsames Schleifen mit demselben Schleifstein derart hergestellt sind, dass diese Flächen (30) einen eindeutigen und exakten geometrischen Bezug zu den so geschliffenen Elektrodenflächen haben.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung (10) seitlich einer den Multipol (32) einhüllenden Zylindermantelfläche angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung (10) in einem Zentralabschnitt der einhüllenden Zylindermantelfläche angeordnet ist, wobei dieser Zentralabschnitt symmetrisch zur Mittelquersachse des Multipols (32) ist und maximal 90% der Zylindermantelfläche entspricht.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung (10) ein oder mehrere Positionierungsmittel aufweist und die Haltevorrichtung (10) mittels dieser Positionierungsmittel an der Aufnahmeeinrichtung (36, 36a) ausrichtbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Positionierungsmittel der Haltevorrichtung (10) durch ein Loch (18) und/oder eine Bohrung (16) in der Haltevorrichtung (10) gebildet ist und die Haltevorrichtung (10) mit der Aufnahmeeinrichtung (36, 36a) mittels eines für das Loch (18) und/oder die Bohrung (16) passend ausgebildeten Befestigungselementes (38) mit einer radialen Erstreckung, beispielsweise Passstift oder Passstiftschraube, in radialer Richtung des Befestigungselementes (38) formschlüssig verbindbar ist, wobei die Anordnung des mindestens einen Positionierungsmittels in der Haltevorrichtung (10) mit der Anordnung mindestens eines Aufnahmeelementes, beispielsweise Aufnahmebohrung (46), in der Aufnahmeeinrichtung (36, 36a) korrespondiert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung (10) mindestens ein Loch (18) aufweist, welches als Langloch ausgebildet ist, wobei die Breite des Langloches in der Haltevorrichtung (10) gleich dem Durchmesser der korrespondierend angeordneten Aufnahmebohrung (46) in der Aufnahmeeinrichtung (36, 36a) ist und gleich dem Durchmesser der mindestens einen Bohrung (16) in der Haltevorrichtung (10) ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung (10) über Dachkant- und Prismenverbindungen (31) mit dem Multipol (32) verbindbar ist und der Multipol (32) entlang seiner Mittellängsachse in mindestens zwei Teilstücke, davon die zwei Elektrodenhalbschalen (26), zerlegbar ist, welche ebenso über Dachkant- und Prismenverbindungen (31) zusammenfügbar sind, wobei jede Dachkant- und Prismenverbindung (31) entweder eine Dachkantstruktur (28) und eine Prismenstruktur (30) an den Elektrodenhalbschalen (26) oder ein Dachkantelement (22) an der Haltevorrichtung (10) und eine Prismenstruktur (30) an den Elektrodenhalbschalen (26) aufweist, welche zueinander korrespondierend ausgebildet sind, indem die Dach-

kantstruktur (28) oder das Dachkantelement (22) dachförmig und die Prismenstruktur (30) kanalförmig ausgebildet sind, wobei die Dachkantstrukturen (28) oder Dachkantelemente (22) zueinander und die Prismenstrukturen (30) zueinander fluchtend bezüglich einer zur Mittellängsachse des Multipols (32) parallel verlaufenden Parallelen ausgebildet und je eine Dachkantstruktur (28) oder ein Dachkantelement (22) mit einer Prismenstruktur (30) ineinander ffügbar sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung (10) Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen (20) aufweist, wobei die Durchgangs- und/oder Gewindebohrungen (20) der Haltevorrichtung (10) zu Aufnahmegewindebohrungen (48) der Aufnahmeeinrichtung (36, 36a) korrespondierend angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Haltevorrichtung (10) an einer Aufnahmeeinrichtung (36, 36a) eines Massenspektrometers, einer Montageeinheit (40) und/oder einer der Wartung des Multipols (32) dienenden Einheit anordenbar ist und die Haltevorrichtung (10) mindestens eine Dachkantstruktur (28) und/oder mindestens eine Prismenstruktur (30) zur Befestigung an dem Multipol (32) aufweist.

10. Massenspektrometer mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und einer Aufnahmeeinrichtung (36) zur Aufnahme der Haltevorrichtung (10) der Vorrichtung, insbesondere nach Anspruch 9, wobei mittels der Haltevorrichtung (10) des Multipols (32) dieser Multipol (32) in einer exakten geometrischen Lage bezogen auf alle Achsrichtungen des Multipols (32) und relativ zu weiteren Komponenten des Massenspektrometers in dem Massenspektrometer angeordnet ist.

11. Montageeinheit mit einer Aufnahmeeinrichtung (36a) eingerichtet und angepasst zur Positionierung der Haltevorrichtung (10) gegenüber dem Multipol (32) einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Montageeinheit (40) eine Bodenplatte (42) aufweist, welche in Gebrauch derart ausgerichtet ist, dass die Mittellängsachse eines an der Aufnahmeeinrichtung (36a) der Montageeinheit (40) angeordneten Multipols (32) sowie die Wirkrichtung der Schwerkraft lotrecht zu der Bodenplatte (42) ausgerichtet sind, und wobei die Montageeinheit (40) eine Rückwand (44) aufweist, welche Aussparungen (50), beispielsweise lochförmige Aussparungen, aufweist, die derart angeordnet sind, dass durch sie hindurch Verbindungselemente der Haltevorrichtung (10) mit dem Multipol (32) und/oder der Elektrodenhalbschalen (26) des Multipols (32) sichtbar und mit einem Werkzeug zugänglich sind.

12. Verfahren zum Positionieren der Haltevorrichtung (10) gegenüber dem Multipol (32) einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mittels einer Montageeinheit (40) nach Anspruch 11 mit folgenden Schritten:

- formschlüssiges Verbinden der Haltevorrichtung (10) mit der zugehörigen Aufnahmeeinrichtung (36a),
- Verschieben des Multipols (32) relativ zu der Haltevorrichtung (10) in Längsrichtung des Multipols (32), bis eine vorbestimmte Relativlage des Multipols (32) zur Haltevorrichtung (10) erreicht ist, und
- Fixieren dieser Relativlage, beispielsweise mittels Verschrauben, Verspannen, Verklemmen, Verkleben, Verklammern, Verschweißen und/oder Verlöten.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die formschlüssige Verbindung der Haltevorrichtung (10) mit der Aufnahmeeinrichtung (36a) mittels wenigstens zwei Positioniermittel, beispielsweise Passstifte oder Passstiftschraube, erfolgt, wobei jedes Positioniermittel in jeweils einer Aufnahme, beispielsweise Aufnahmebohrung (46), Loch (18) und/oder Bohrung (16), eingebracht wird.

Claims

1. Device comprising a multipole (32) having two electrode half-shells (26) and electrodes (26A, 26B) arranged thereon, and a holding device (10) arranged on the multipole (32) for holding the multipole (32), for example a quadrupole in a mass spectrometer,

wherein the holding device (10) has one or more flat support surfaces (13, 15) for attaching the multipole (32) to a receiving device (36, 36a) for receiving the holding device (10), and the holding device (10) is arranged on surfaces (30) of the electrode half-shells (26) of the multipole (32), which are produced together with electrode surfaces of the electrodes (26A, 26B) of the multipole in a work step by joint grinding with the same grinding stone in such a way that these surfaces (30) have a clear and exact geometric

relationship to the electrode surfaces ground in this way.

2. Device according to claim 1, **characterized in that** the holding device (10) is arranged laterally to a cylinder surface enveloping the multipole (32).
3. Device according to claim 2, **characterized in that** the holding device (10) is arranged in a central section of the enveloping cylinder surface, wherein this central section is symmetrical to the central transverse axis of the multipole (32) and corresponds to a maximum of 90% of the cylinder surface.
4. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the holding device (10) has one or more positioning means and the holding device (10) can be aligned on the receiving device (36, 36a) by means of these positioning means.
5. Device according to claim 4, **characterized in that** at least one positioning means of the holding device (10) is formed by a hole (18) and/or a bore (16) in the holding device (10) and the holding device (10) is connected to the receiving device (36, 36a) by means of a fastening element (38) with a radial extension, for example a dowel pin or dowel screw, which is suitably designed for the hole (18) and/or the bore (16) in the radial direction of the fastening element (38), wherein the arrangement of the at least one positioning means in the holding device (10) corresponds to the arrangement of at least one receiving element, for example a receiving bore (46), in the receiving device (36, 36a).
6. Device according to claim 5, **characterized in that** the holding device (10) has at least one hole (18) which is designed as a slotted hole, wherein the width of the slotted hole in the holding device (10) is equal to the diameter of the correspondingly arranged receiving bore (46) in the receiving device (36, 36a) and is equal to the diameter of the at least one bore (16) in the holding device (10).
7. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the holding device (10) can be connected to the multipole (32) via roof edge and prism connections (31) and the multipole (32) can be dismantled along its central longitudinal axis into at least two parts, of which the two electrode half-shells (26), which can also be joined together via roof edge and prism connections (31), wherein each roof edge and prism connection (31) has either a roof edge structure (28) and a prism structure (30) on the electrode half-shells (26) or a roof edge element (22) on the holding device (10) and a prism structure (30) on the electrode half-shells (26), which are designed to correspond to each other, **in that** the roof edge structure (28) or the roof edge element (22) is roof-shaped and the prism structure (30) is channel-shaped, whereby the roof edge structures (28) or roof edge elements (22) being aligned with each other and the prism structures (30) being aligned with each other with respect to a parallel running parallel to the central longitudinal axis of the multipole (32), and each roof edge structure (28) or roof edge element (22) being able to be joined together with a prism structure (30).
8. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the holding device (10) has through holes and/or threaded holes (20), wherein the through holes and/or threaded holes (20) of the holding device (10) are arranged to correspond to receiving threaded holes (48) of the receiving device (36, 36a).
9. Device according to one of the preceding claims, wherein the holding device (10) can be arranged on a receiving device (36, 36a) of a mass spectrometer, a mounting unit (40) and/or a unit serving to maintain the multipole (32), and the holding device (10) has at least one roof edge structure (28) and/or at least one prism structure (30) for fastening to the multipole (32).
10. Mass spectrometer with a device according to one of claims 1 to 9 and a receiving device (36) for receiving the holding device (10) of the device, in particular according to claim 9, wherein by means of the holding device (10) of the multipole (32), this multipole (32) is arranged in an exact geometric position in relation to all axis directions of the multipole (32) and relative to other components of the mass spectrometer in the mass spectrometer.
11. Mounting unit with a receiving device (36a) designed and adapted for positioning the holding device (10) relative to the multipole (32) of a device according to one of claims 1 to 9, wherein the mounting unit (40) has a base plate (42) which, in use, is aligned in such a way that the central longitudinal axis of a multipole (32) arranged on the receiving device (36a) of the mounting unit (40) and the direction of action of gravity are aligned perpendicular to the base plate (42), and wherein the mounting unit (40) has a rear wall (44) which has recesses (50), for example hole-shaped recesses, which are arranged in such a way that connecting elements of the holding device (10) with the multipole (32) and/or the

electrode half-shells (26) of the multipole (32) are visible through them and accessible with a tool.

12. Method for positioning the holding device (10) relative to the multipole (32) of a device according to one of claims 1 to 9 by means of an mounting unit (40) according to claim 11, comprising the following steps:

- positively connecting the holding device (10) to the associated receiving device (36a),
 - moving the multipole (32) relative to the holding device (10) in the longitudinal direction of the multipole (32) until a predetermined relative position of the multipole (32) to the holding device (10) is reached, and
 - fixing this relative position, for example by means of screwing, clamping, jamming, gluing, stapling, welding, and/or soldering.

13. Method according to claim 12, **characterized in that** the form-fitting connection of the holding device (10) to the receiving device (36a) is achieved by means of at least two positioning means, for example, dowel pins or dowel pin screws, wherein each positioning means is inserted into a respective receptacle, for example, a receiving bore (46), hole (18) and/or bore (16).

Revendications

1. Dispositif, qui comprend un multipôle (32) qui comporte deux demi-coques d'électrodes (26) et des électrodes (26A, 26B) disposées dessus et un dispositif de fixation (10) disposé sur le multipôle (32) pour maintenir le multipôle (32), par exemple le quadrupôle dans un spectromètre de masse,

sachant que le dispositif de fixation (10) comporte une ou plusieurs surfaces d'appui (13, 15) pour la fixation du multipôle (32) à un système de réception (36, 36a) pour loger le dispositif de fixation (10), et le dispositif de fixation (10) est disposé sur des surfaces (30) des demi-coques d'électrodes (26) du multipôle (32), qui sont fabriquées ensemble dans une étape de travail avec les surfaces d'électrode des électrodes (26A, 26B) du multipôle par rectification commune avec la même meule de rectification de telle manière que ces surfaces (30) ont une référence géométrique claire et exacte par rapport aux surfaces d'électrode ainsi rectifiées.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de fixation (10) est disposé latéralement à une surface d'enveloppe cylindrique enveloppant le multipôle (32).

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de fixation (10) est disposé dans une section centrale de la surface d'enveloppe cylindrique enveloppante, sachant que cette section centrale est symétrique à l'axe transversal médian du multipôle (32) et correspond au maximum à 90 % de la surface d'enveloppe cylindrique.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de fixation (10) comporte un ou plusieurs moyens de positionnement et le dispositif de fixation (10) peut être orienté sur le système de réception (36, 36a) au moyen de ces moyens de positionnement.

5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**au moins un moyen de positionnement du dispositif de fixation (10) est formé par un trou (18) et/ou un alésage (16) dans le dispositif de fixation (10), et le dispositif de fixation (10) peut être relié au système de réception (36, 36a) par conformité de forme au moyen d'un élément de fixation (38) constitué de façon adéquate pour le trou (18) et/ou l'alésage (16) avec une extension radiale, par exemple goupille d'assemblage ou goupille d'assemblage filetée, en direction radiale de l'élément de fixation (38), sachant que la disposition d'au moins un moyen de positionnement dans le dispositif de fixation (10) correspond à la disposition d'au moins un élément de réception, par exemple alésage de réception (46), dans le système de réception (36, 36a).

6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le dispositif de fixation (10) comporte au moins un trou (18), lequel est constitué comme un trou oblong, sachant que la largeur du trou oblong dans le dispositif de fixation (10) est égale au diamètre de l'alésage de réception (46) disposé en correspondance dans le système de réception (36, 36a) et est constitué égal au diamètre d'au moins un alésage (16) dans le dispositif de fixation (10).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de fixation (10) peut être relié par liaisons triangulaires et prismatiques (31) au multipôle (32) et le multipôle (32) peut être décomposé le long de son axe longitudinal médian en au moins deux parties, dont les deux demi-coques d'électrodes (26), lesquelles peuvent être réassemblées également par les liaisons triangulaires et prismatiques (31), sachant que

chaque liaison triangulaire et prismatique (31) comporte soit une structure triangulaire (28) et une structure prismatique (30) sur les demi-coques d'électrodes (26) soit un élément triangulaire (22) sur le dispositif de fixation (10) et une structure prismatique (30) sur les demi-coques d'électrodes (26), lesquelles sont constituées correspondant les unes aux autres, la structure triangulaire (28) ou l'élément triangulaire (22) étant constitués en forme de toit et la structure prismatique (30) en forme de conduit, sachant que les structures triangulaires (28) ou les éléments triangulaires (22) sont constituées l'un par rapport à l'autre et les structures prismatiques (30) en alignement l'une par rapport à l'autre eu égard à une parallèle passant parallèlement à l'axe longitudinal médian du multipôle (32) et chaque structure triangulaire (28) ou élément triangulaire (22) pouvant être assemblés l'un dans l'autre avec une structure prismatique (30).

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de fixation (10) comporte des alésages de passage et/ou filetés (20), sachant que les alésages de passage et/ou filetés (20) du dispositif de fixation (10) sont disposés en correspondance aux alésages filetés de réception (48) du système de réception (36, 36a).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, sachant que le dispositif de fixation (10) peut être disposé sur un système de réception (36, 36a) d'un spectromètre de masse, d'une unité de montage (40) et/ou d'une unité servant à la maintenance du multipôle (32) et le dispositif de fixation (10) comporte au moins une structure triangulaire (28) et/ou au moins une structure prismatique (30) pour la fixation sur le multipôle (32).

10. Spectromètre de masse avec un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 et un système de réception (36) pour loger le dispositif de fixation (10) du dispositif, en particulier selon la revendication 9, sachant que ce multipôle (32) est disposé dans le spectromètre de masse au moyen du dispositif de fixation (10) du multipôle (32) dans une position géométrique exacte en référence à toutes les directions axiales du multipôle (32) et par rapport aux autres composants du spectromètre de masse.

11. Unité de montage avec un système de réception (36a) agencé et adapté pour positionner le dispositif de fixation (10) par rapport au multipôle (32) d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, sachant que l'unité de montage (40) comporte une plaque de fond (42), laquelle est orientée en utilisation de telle manière que l'axe longitudinal médian d'un multipôle (32) disposé sur le système de réception (36a) de l'unité de montage (40) ainsi que la direction fonctionnelle de la gravité sont orientés verticalement à la plaque de fond (42) et sachant que l'unité de montage (40) comporte une paroi arrière (44), laquelle comporte des évidements (50), par exemple des évidements en forme de trous, qui sont disposés de telle sorte qu'à travers ceux-ci les éléments de liaison du dispositif de fixation (10) avec le multipôle (32) et/ou les demi-coques d'électrodes (26) du multipôle (32) sont visibles et accessibles avec un outil.

12. Procédé de positionnement du dispositif de fixation (10) par rapport à un multipôle (32) d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 au moyen d'une unité de montage (40) selon la revendication 11 avec les étapes suivantes :

- liaison par conformité de forme du dispositif de fixation (10) avec le système de réception associé (36a),
- déplacement du multipôle (32) par rapport au dispositif de fixation (10) en direction longitudinale du multipôle (32) jusqu'à l'obtention d'une position relative prédéterminée du multipôle (32) par rapport au dispositif de fixation (10), et
- fixation de cette position relative, par exemple au moyen de vissage, serrage, blocage, collage, agrafage, soudage et/ou brasage.

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la liaison par conformité de forme du dispositif de fixation (10) avec le système de réception (36a) a lieu au moyen d'au moins deux moyens de positionnement, par exemple des goupilles d'assemblage ou goupilles d'assemblage filetées, sachant que chaque moyen de positionnement est introduit dans respectivement un logement, par exemple un trou de logement (46), un trou (18) et/ou un alésage (16).

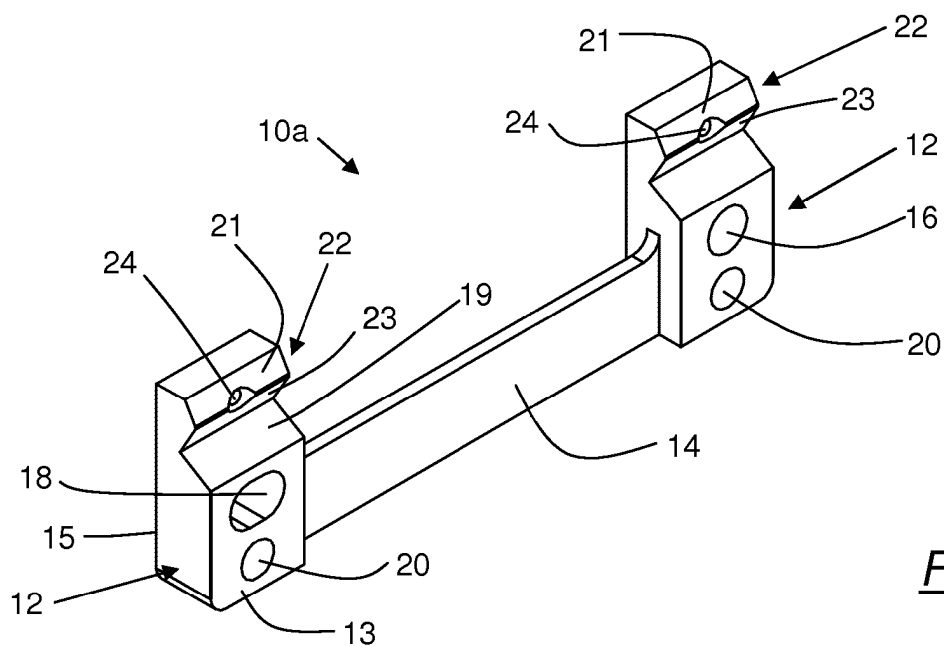


Fig. 1a

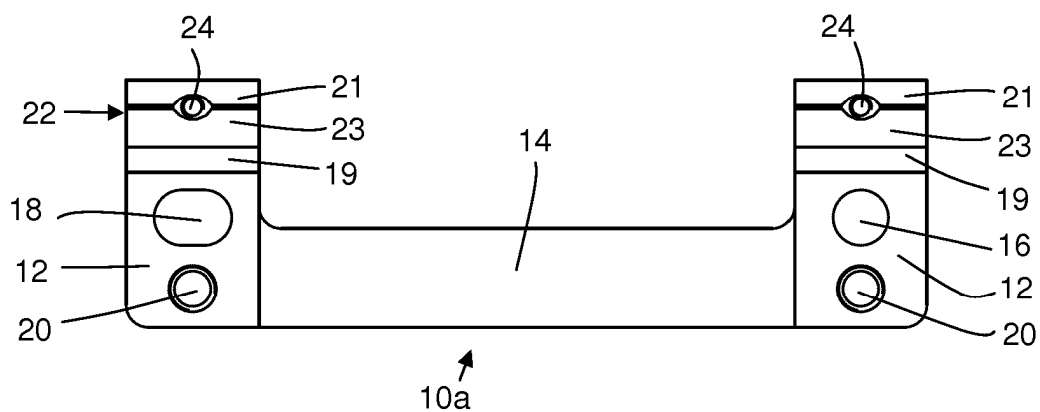


Fig. 1b

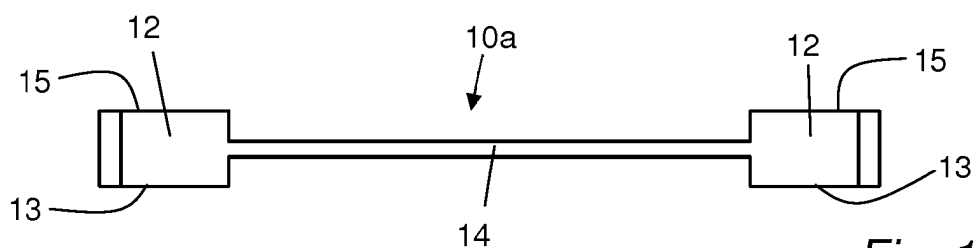


Fig. 1c

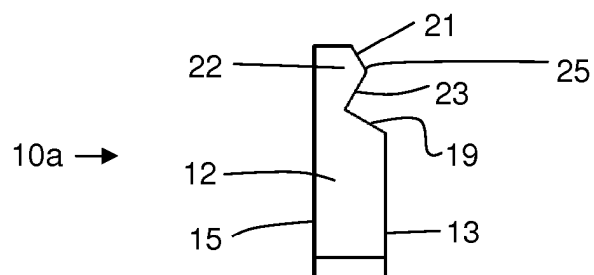


Fig. 1d

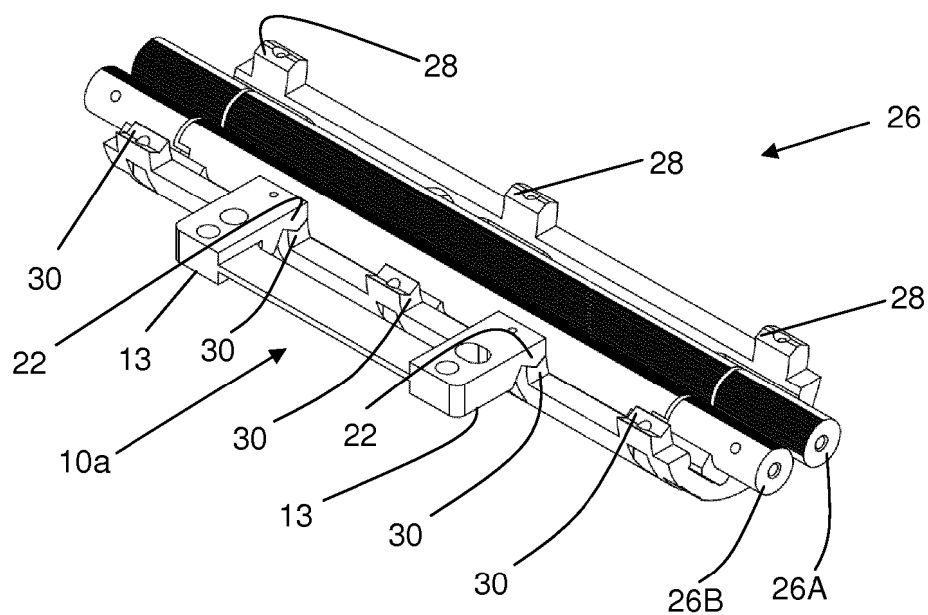


Fig. 2a

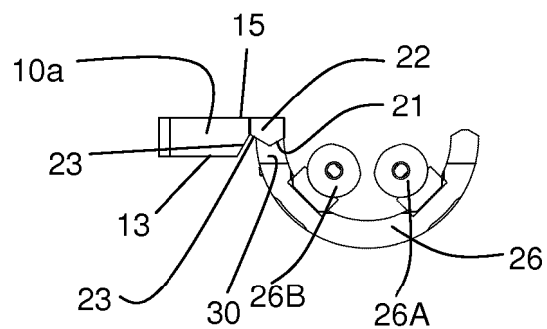


Fig. 2b

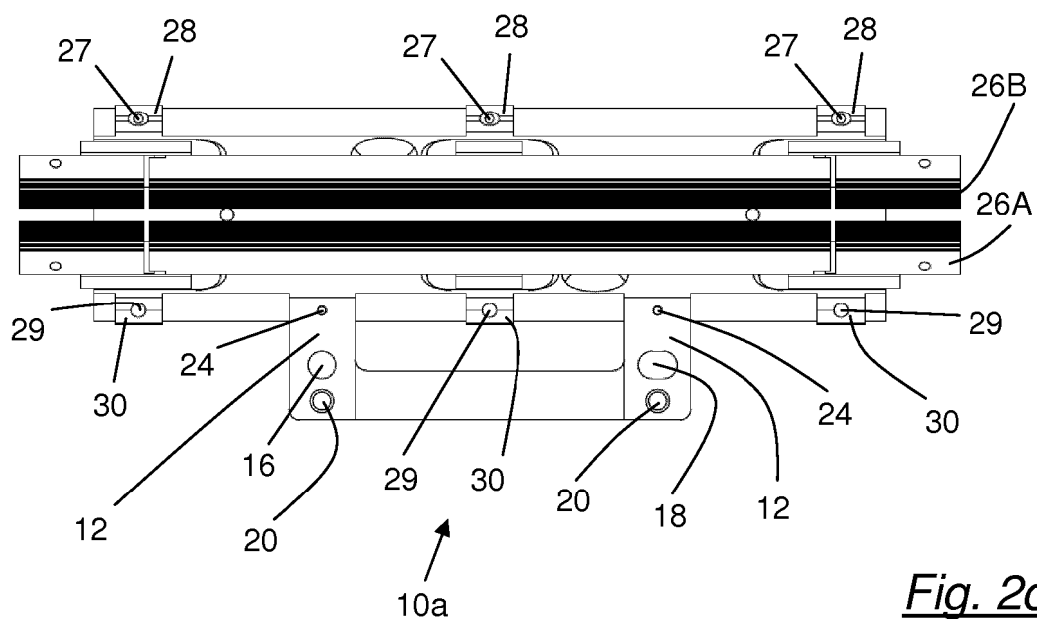
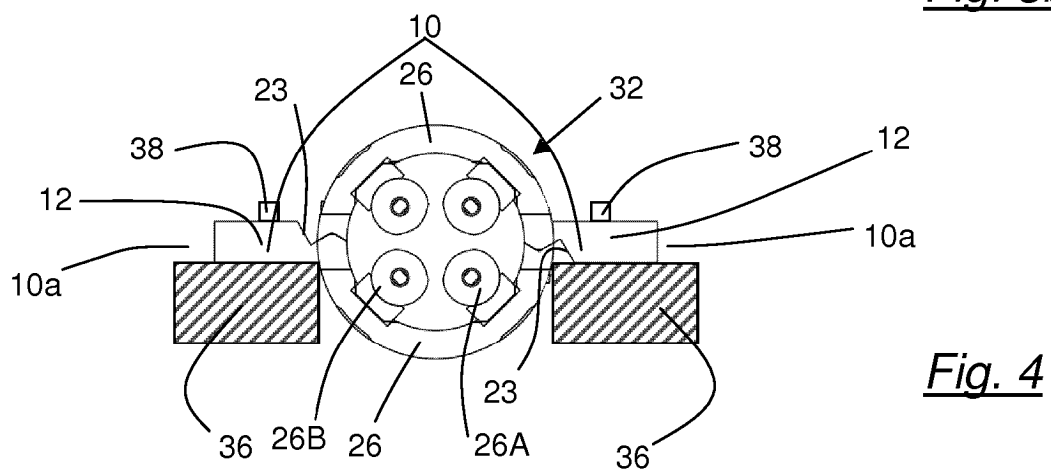
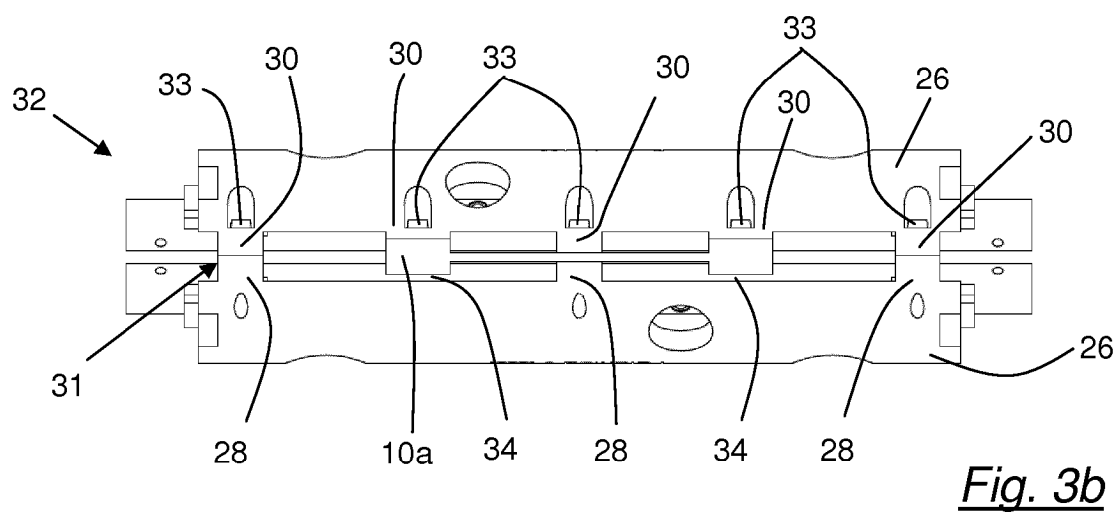
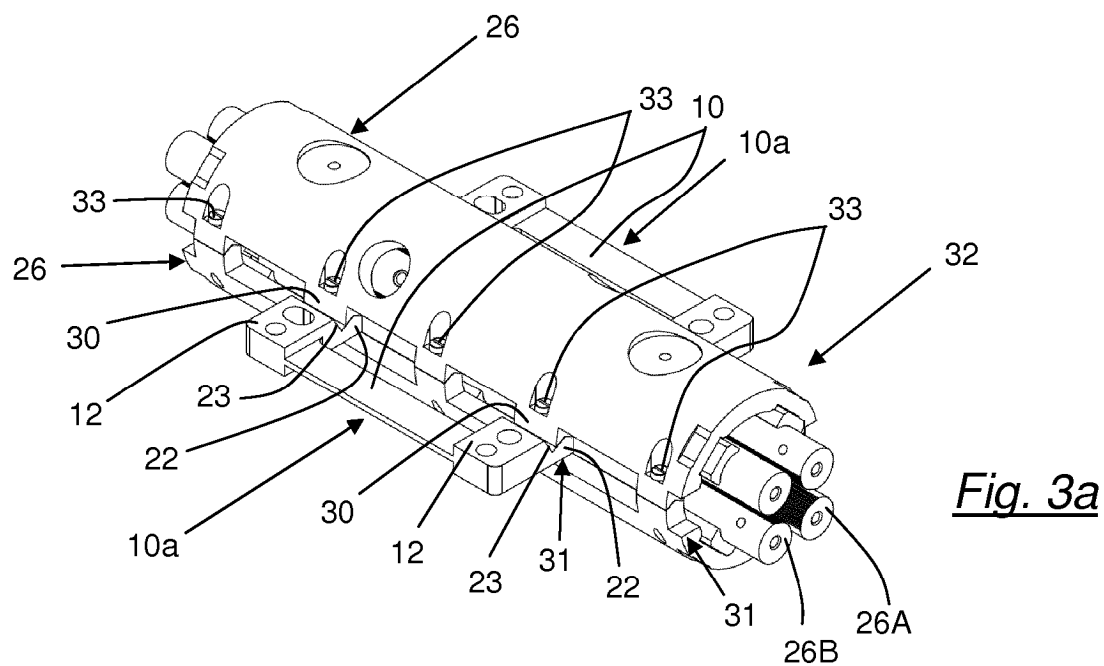


Fig. 2c



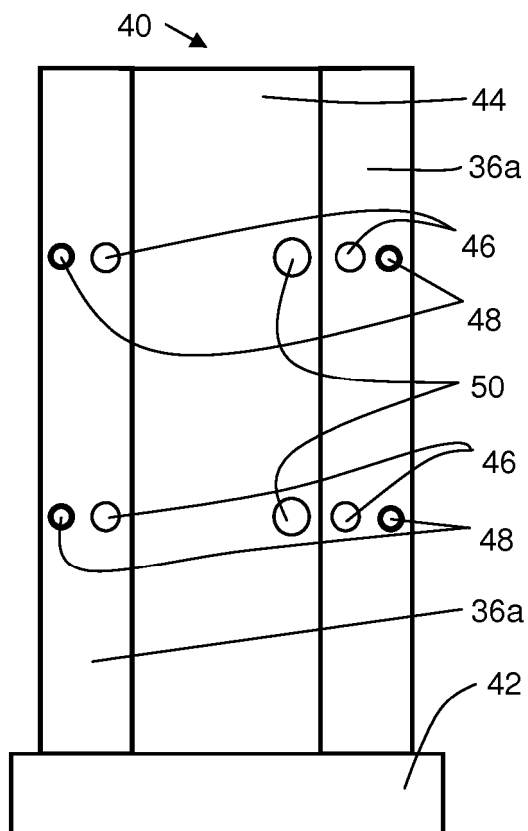


Fig. 5

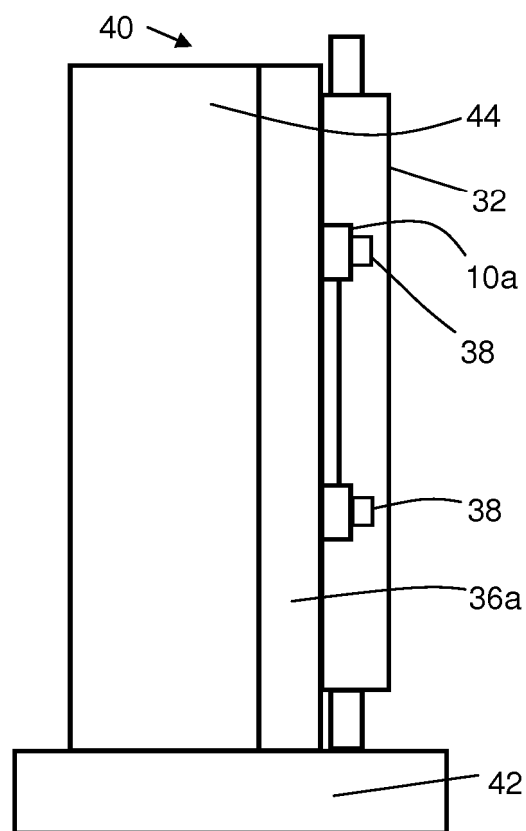


Fig. 6a

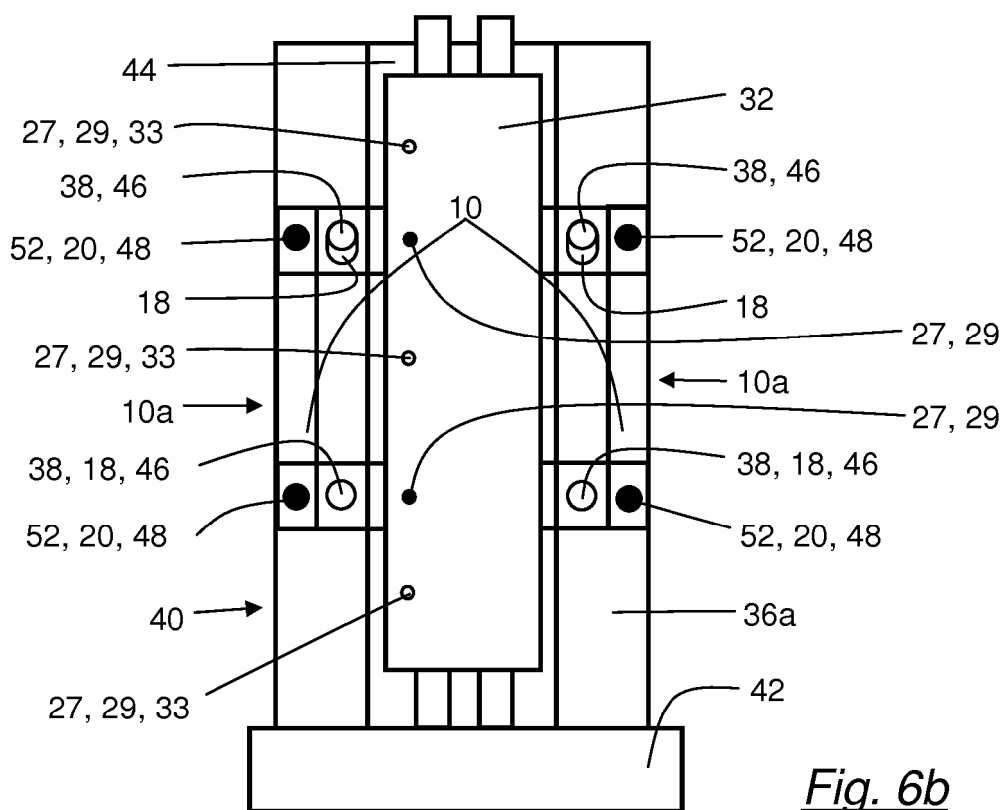


Fig. 6b

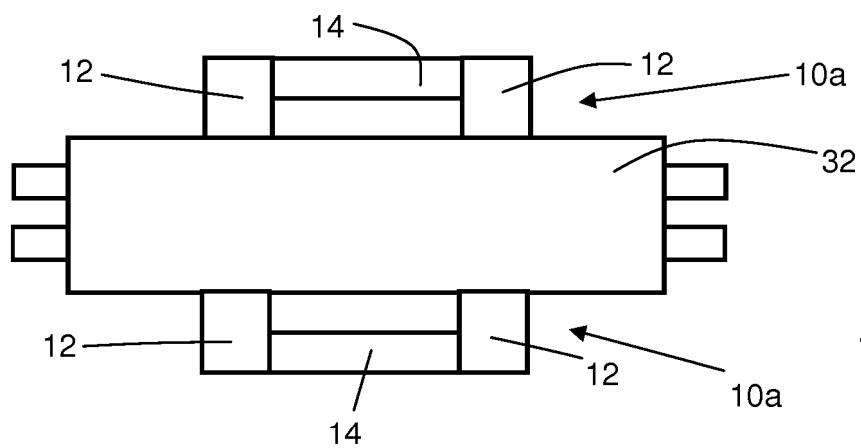


Fig. 7a

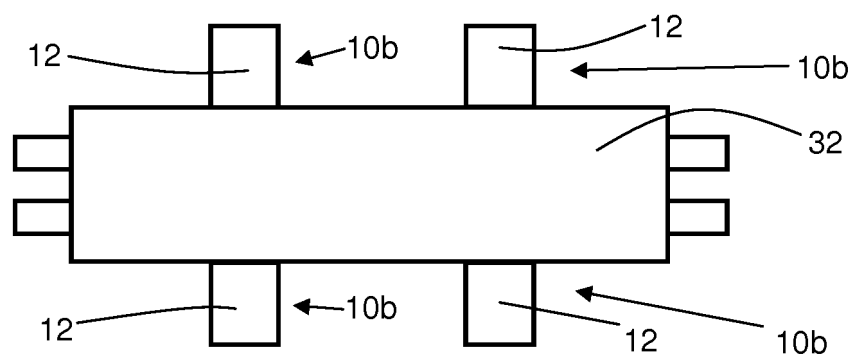


Fig. 7b

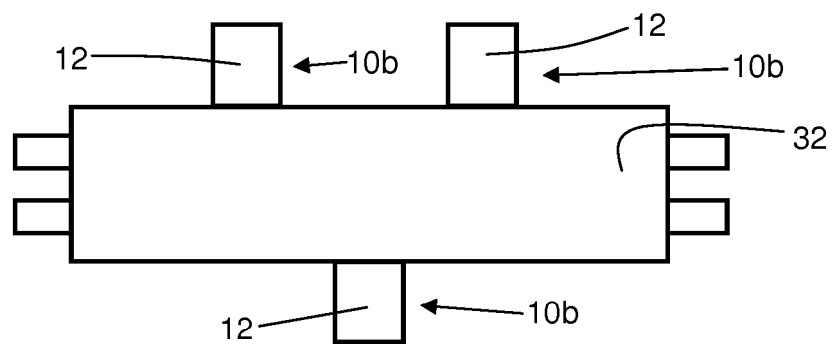


Fig. 7c

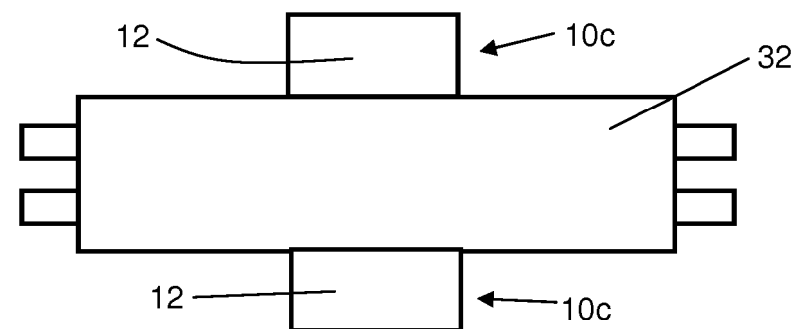
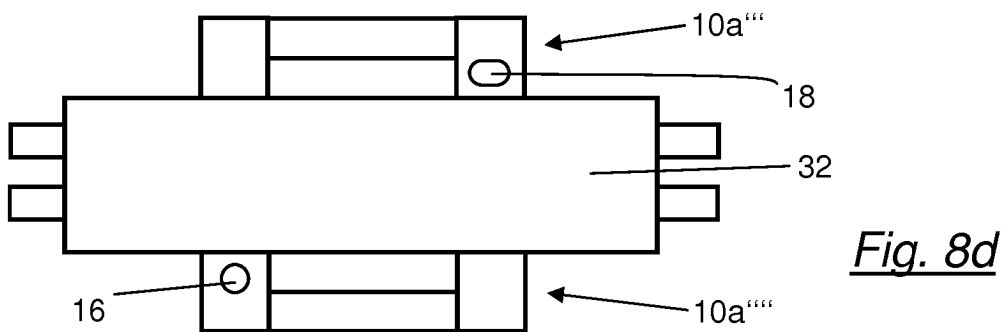
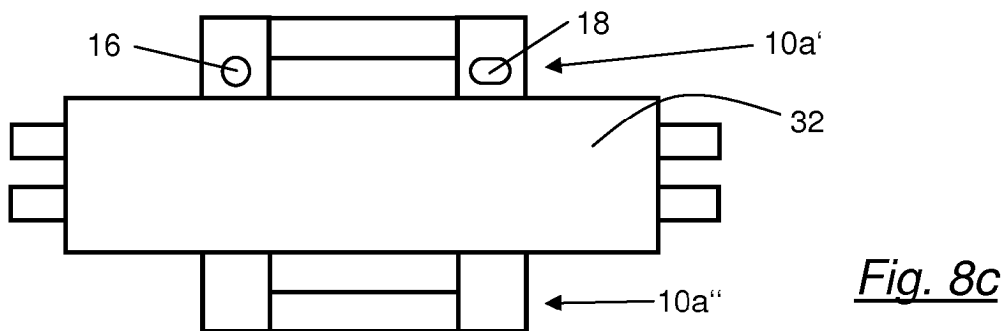
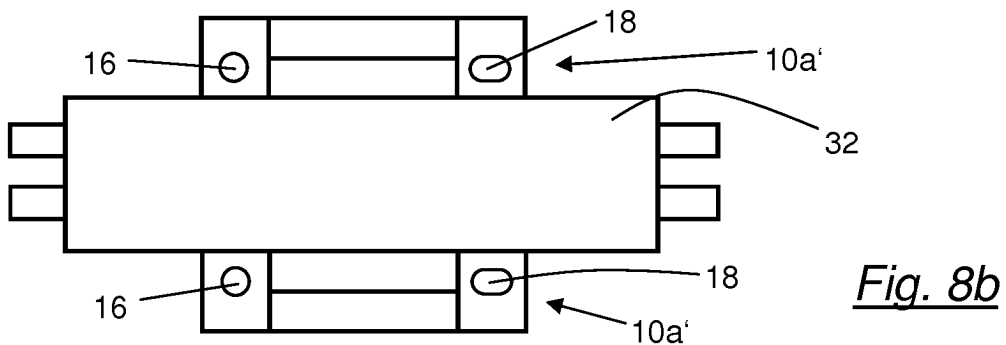
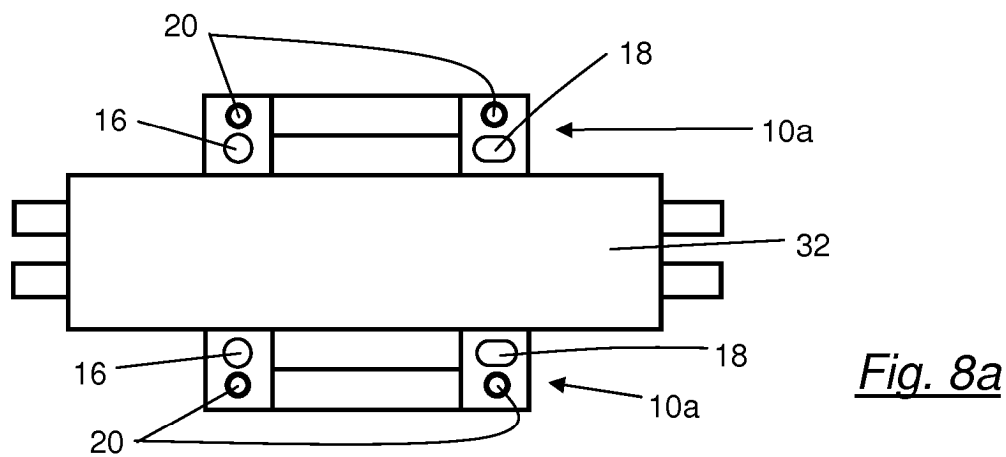


Fig. 7d



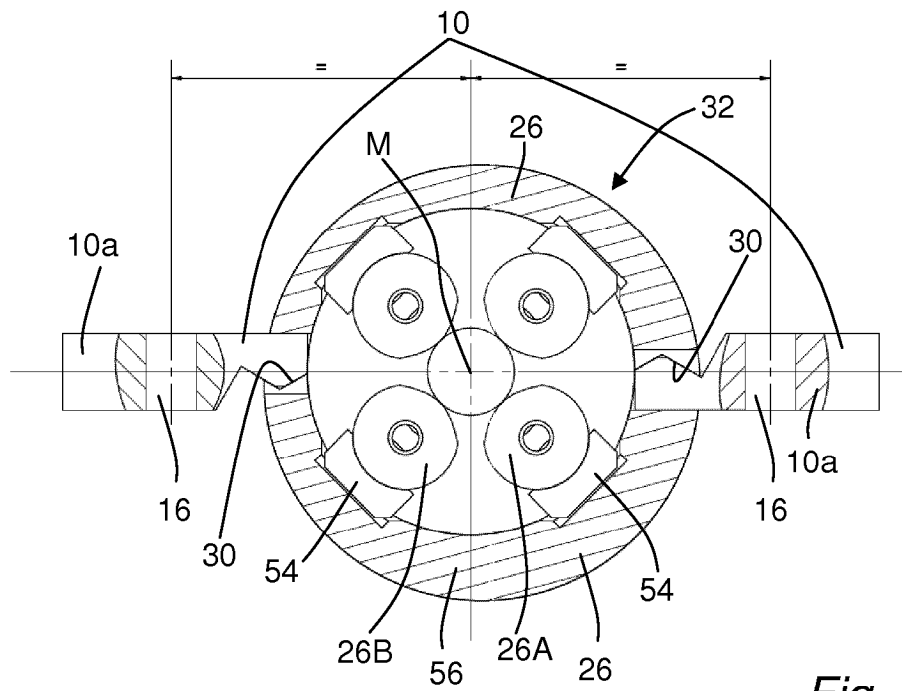


Fig. 9

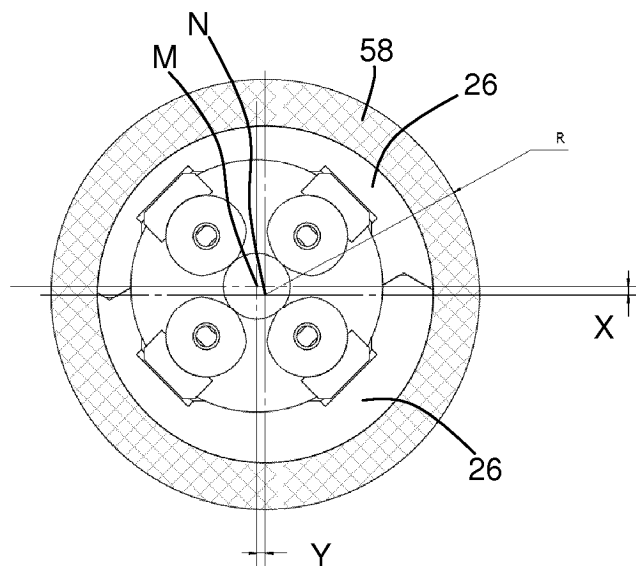


Fig. 10

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 944900 [0002]
- DE 102013111254 A1 [0005]
- EP 1657737 A2 [0007]
- US 2004245460 A1 [0007]
- DE 102012211586 A1 [0007]
- DE 102021211587 A1 [0007]
- DE 102012211587 A1 [0007]