

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 460 255 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90110681.5

(51) Int. Cl.⁵: **H01J 49/42**

(22) Anmeldetag: 06.06.90

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.12.91 Patentblatt 91/50

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT**
Wilhelm-Rohn-Strasse 25
W-6450 Hanau am Main 1(DE)

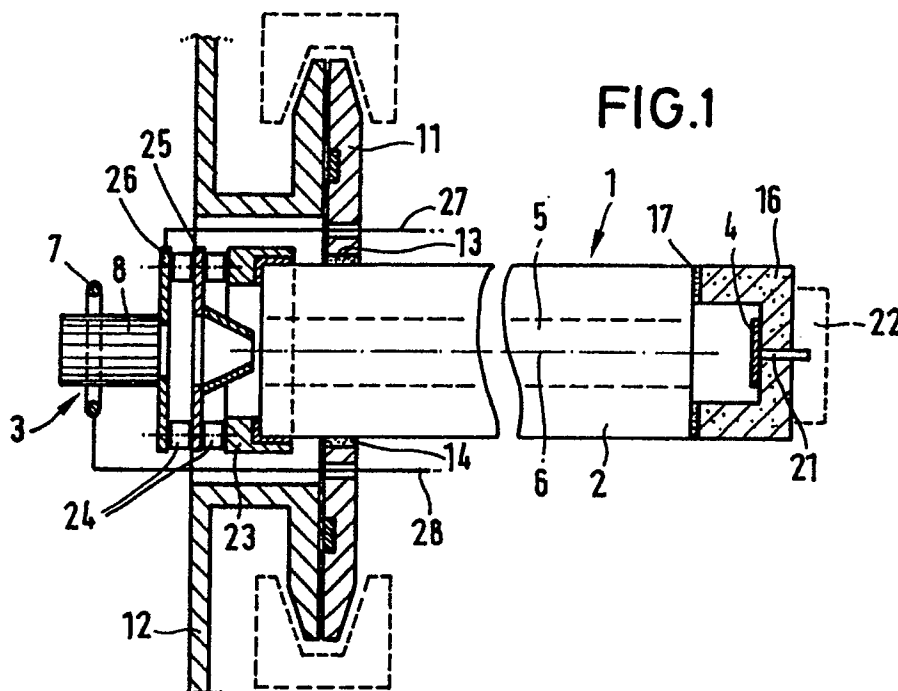
(72) Erfinder: **Döbler, Ulrich, Dr.**
Dortenhof 4a
W-5632 Wermelskirchen(DE)

(74) Vertreter: **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.**
Nagelschmiedshütte 8
W-5000 Köln 40(DE)

(54) **Messkopf für ein Quadrupolmassenspektrometer.**

(57) Die Erfindung betrifft einen Meßkopf (1) für ein Quadrupolmassenspektrometer mit einer Ionenquelle (3), einem einstückigen Quadrupol-Trennsystem (2), einem Detektor (4), einem Flansch (11) zur Befestigung des Meßkopfes (1) an einem Rezipienten (12)

und Tragmitteln für diese Bauteile; um den Aufbau einfacher und kleiner zu gestalten, wird vorgeschlagen, daß das einstückige Quadrupol-Trennsystem (2) selbst der Träger der Ionenquelle (3), des Detektors (4) und/oder des Befestigungsflansches (11) ist.



EP 0 460 255 A1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Meßkopf für ein Quadrupolmassenspektrometer mit einer Ionenquelle, einem einstückigen Quadrupol-Trennsystem, einem Detektor, einem Flansch zur Befestigung des Meßkopfes an einem Rezipienten und Tragmitteln für diese Bauteile.

Aus der Schrift "Grundlagen der Vakuumtechnik, Berechnungen und Tabellen" der Leybold-Heraeus GmbH, Auflage 11/82, Seiten 58, 59 ist ein Meßkopf dieser Art bekannt. Das Quadrupol-Trennsystem besteht aus einem einteiligen, zylindrischen Keramikteil mit einer achsparallelen Öffnung. Im Querschnitt hat diese Öffnung die Form von vier zentralsymmetrisch um die Zylinderachse herum angeordneten Hyperbelästen. Die hyperbelförmigen Flächen sind mit Metallbeschichtungen versehen, welche vier Elektroden mit hyperbolischem Querschnitt bilden. An diese Elektroden wird eine Hochfrequenzspannung und eine überlagerte Gleichspannung angelegt. Vom Wert dieser Spannungen hängt es ab, ob ein Ion mit der Massenzahl M das Trennsystem passieren kann oder nicht. Quadrupol-Trennsysteme dieser Art sind aus den DE-OS'sen 22 15 763, 23 47 544 und 26 25 660 bekannt.

Beim Quadrupolmeßkopf nach dem Stand der Technik ist ein zentrales, metallisches Tragteil mit einer Vielzahl von Stromdurchführungen vorgesehen. An diesem Tragteil ist der Flansch befestigt, mit dessen Hilfe der Meßkopf an einen korrespondierenden Gegenflansch eines Rezipienten angeschlossen wird. Auf der Außenseite des Flansches münden die durch das Tragteil hindurchgeführten Leitungen in Stecksystemen, an die die Versorgungsspannungen und die signalverarbeitenden Bauteile angeschlossen werden. Auf der Innenseite des Flansches sind am zentralen Tragteil der Detektor und das Quadrupol-Trennsystem gehaltert. Weiterhin ist am Tragteil ein das Trennsystem umfassendes Rohr vorgesehen, das die dem Trennsystem vorgelagerte Ionenquelle trägt.

Der Aufbau des vorbekannten Quadrupolmeßkopfes ist aufwendig und kompliziert. Wegen der Vielzahl der zueinander justierenden Bauteile ist die Montage des Meßkopfes zeitaufwendig. Gegen Erschütterungen und Vibrationen ist der vorbekannte Meßkopf sehr empfindlich. Die Zahl seiner Bauteile und damit die im Rezipienten befindliche Oberfläche dieser Bauteile ist groß, wodurch die Erzeugung des für den Betrieb des Massenspektrometers erforderlichen Vakuums beeinträchtigt ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Quadrupolmeßkopf der eingangs genannten Art zu schaffen, dessen Aufbau wesentlich einfacher ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das einstückige Quadrupol-Trennsy-

stem selbst der Träger der Ionenquelle, des Detektors und/oder des Befestigungsflansches ist. Durch diese Maßnahme ergibt sich ein überraschend einfacher und stabiler Aufbau des Meßkopfes, der dadurch wesentlich robuster ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß weniger Bauteile im Vakuum untergebracht werden müssen, so daß die Größe nachgasender, die Erzeugung des Vakuums beeinträchtigender Oberflächen maßgeblich reduziert ist. Das erfindungsgemäß gestaltete Massenspektrometer ist deshalb nach dem Einschalten wesentlich früher betriebsbereit.

Eine besonders vorteilhafte Maßnahme im Rahmen der Erfindung besteht darin, daß der Detektor Bestandteil eines Deckels ist, mit dem die Ionenaustrittsöffnung des Trennsystemes vakuumdicht verschlossen ist. Diese Maßnahme ermöglicht es, das Trennsystem selbst als Gefäßwand des Vakuumsystems zu verwenden. Außerdem treten infolge einer derartigen, völlig vibrationsfreien Anordnung des Detektors Mikrofonie-Effekte, welche die Empfindlichkeit der Messungen beeinträchtigen, nicht mehr auf.

Zweckmäßig ist weiterhin, wenn die Verbindungen zwischen dem Quadrupol-Trennsystem und den Bauteilen Klebeverbindungen sind. Dadurch ergibt sich ein stabiler Aufbau bei einfacher Montage. Ist der verwendete Kleber ein Nichtleiter, dann besteht außerdem die Möglichkeit, spannungs- und stromführende Verbindungsleitungen in Form von auf das Quadrupol-Trennsystem aufgebrachten Leiterbahnen durch die Klebestellen hindurchzuführen. Die Vielzahl der bisher nötigen Stromdurchführungen durch den metallischen Flansch selbst kann dadurch entfallen.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 6 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden.

Die Figuren 1 bis 6 zeigen jeweils Meßköpfe 1 nach der Erfindung (oder Teile davon), bei welchen das Quadrupol-Trennsystem selbst mit 2, die Ionenquelle mit 3 und der Detektor mit 4 bezeichnet sind. Das Trennsystem besteht aus einem einteiligen, zylindrischen Keramikteil mit einer achsparallelen Öffnung 5, die im Querschnitt vorzugsweise die Form von 4 zentralsymmetrisch um die Zylinderachse 6 herum angeordneten Hyperbelästen hat. Diese Flächen sind mit Metallbeschichtungen versehen, welche vier im einzelnen nicht dargestellte Elektroden bilden. Das Trennsystem kann ein einstückiges Keramikteil sein; es kann aber auch aus mehreren, zu einer Einheit zusammengeführten (zusammengeklebten) Teilen bestehen (vgl. DE-OS 26 25 660).

Als Ausführungsbeispiel für eine Ionenquelle 3 ist jeweils eine Elektronenstoßionenquelle dargestellt, welche eine ringförmige Kathode 7 und eine Korbanode 8 umfaßt. Der Träger dieser Bauteile ist

vorzugsweise das Trennsystem 2 selbst.

Auch der Flansch 11, mit dem der Meßkopf 1 an einem Rezipienten 12 (angedeutet nur in Figur 1) befestigt wird, wird vom Trennsystem 2 selbst getragen. Der Flansch 11 ist in der Nähe der Ionenquelle 3 angeordnet, so daß die sich im Vakuum befindende Oberfläche des Meßkopfes 1 möglichst klein ist. Der Flansch 11 umfaßt in einer zentralen Öffnung 13 das Trennsystem 2. Mit Hilfe einer Quetschverschraubung oder eines geeigneten Metall-/ Keramikklebers ist eine stabile und vakuumdichte Verbindung von Flansch 11 und Trennsystem möglich. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen sind Klebeverbindungen vorgesehen. Die jeweilige Klebeschicht ist mit 14 bezeichnet.

Der bei den dargestellten Ausführungsbeispielen verschieden gestaltete Detektor 4 ist jeweils Bestandteil eines Deckels 16, mit dem die Öffnung 5 des Trennsystems 2 im Bereich der außerhalb des Vakuums gelegenen Stirnseite verschlossen ist. Eine stabile und vakuumdichte Verbindung zwischen Trennsystem 2 und Deckel 16 wird zweckmäßig wieder mit Hilfe eines geeigneten Klebers sichergestellt. Die Klebeschicht ist mit 17 bezeichnet.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist als Detektor 4 ein Ionenfänger vorgesehen, der am Boden des topfförmigen, aus Keramik bestehenden Deckels 16 angeordnet ist. Die Signalleitung 21 ist durch eine Bohrung im Deckel 16 herausgeführt. Der Deckel 16 selbst ist der Träger von elektronischen Bauteilen 22, z. B. eines Vorverstärkers. Die elektronischen Bauteile 22 sind lediglich als gestrichelter Block dargestellt. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, das Trennsystem 2 selbst als Träger für elektronische Bauteile zu verwenden.

Die innerhalb des Rezipienten 12 befindliche Korbanode 8 der Ionenquelle 3 wird vom stirnseitigen, in den Rezipienten 12 hineinragenden Ende des Trennsystems 2 getragen. Dazu ist auf dieses stirnseitige Ende ein metallischer Tragring 23 aufgeklebt. An diesem sind über Abstandshalter 24 aus elektrisch isolierendem Werkstoff (zweckmäßig Keramik) eine Extraktionselektrode 25 und eine Trägerplatte 26 für die Korbanode 8 befestigt. Die Spannungsversorgung erfolgt über isoliert durch den Flansch 11 hindurchgeführte Leitungen 27, 28. Die Leitung 27 ist mit der Korbanode 8 verbunden. Eine gesonderte Spannungszuführung für die Extraktionselektrode 25 ist nicht dargestellt. Die Leitung 28 steht mit der Kathode 7 in Verbindung und dient gleichzeitig als deren Träger. Eine gesonderte Heizspannungsversorgung ist ebenfalls nicht dargestellt.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2 trägt die im Vakuum befindliche Stirnseite des Trennsystems 2 vier Ringe, welche im einzelnen die folgende Funktion haben:

- 31 Isolationsring
- 32 Trägerring für eine Ionenlinse
- 33 Isolationsring
- 34 Anodengrundplatte

Die Spannungsversorgung der im Vakuum befindlichen Bauteile erfolgt über Leiterbahnen 35, 36, welche auf das Keramik-Trennsystem 2 aufgebracht sind. Infolge einer aus elektrisch isolierendem Werkstoff bestehenden Kleberschicht 14 ist eine gegenüber dem Flansch 11 isolierte Durchführung sichergestellt.

Auch die vom als Faraday-Becher ausgebildeten Detektor 4 abgegebenen Signale werden mit Hilfe einer Leiterbahn 37 nach außen geführt. Die Leiterbahn 37 durchsetzt die Klebestelle 17.

Figur 3 zeigt den Detektorbereich eines Massenspektrometers nach der Erfindung. Als Detektor 4 ist ein Channeltron vorgesehen. Dieses ist gegenüber der Achse 6 des Trennsystem 2 versetzt angeordnet. Mit Hilfe der Ablenkelektrode 38 werden die aus dem Trennsystem 2 austretenden Ionen auf den Eingang des Channeltrons 4 abgelenkt. Alternativ kann auch eine Kanalplatte verwendet werden.

Beim Massenspektrometer nach Figur 4 umfaßt der Detektor 4 zwei Ionenfänger 41 und 42. Der Fänger 41 hat die Form einer Scheibe. Der Fänger 42 ist ringförmig gestaltet und umgibt den Fänger 41 konzentrisch. Der Detektor 4 hat dadurch eine ortsauflösende Wirkung.

Die sich an die Fängerelektrode 41 anschließende Signalleitung 21 ist wieder durch eine Bohrung im Deckel 16 zur Elektronik 22 herausgeführt. Das vom ringförmigen Fänger 42 abgegebene Signal wird mit Hilfe einer Leiterbahn 43 einem innerhalb des Deckels 16 angeordneten Vorverstärker 44 zugeführt. Das verstärkte Signal wird über die Leiterbahn 45, die die Klebestelle 17 durchsetzt, aus dem Deckel 16 herausgeführt und auf der Außenseite des Deckels 16 beispielsweise der Elektronik 22 zugeführt.

Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem äußeren Gehäuse 51, das am Flansch 11 befestigt ist. Innerhalb des Gehäuses 51 sind in im einzelnen nicht näher dargestellter Weise Leiterplatten 52, 53, 54 gehalten. Auf der Leiterplatte 52 befinden sich elektronische Bauteile zur Versorgung der Ionenquelle 3. Die Verbindung der von der Leiterplatte 52 ausgehenden Leitungen 55, 56 mit den unmittelbaren Zuführungsleitungen 27, 28 erfolgt über Stecker 57, 58. Die Leitungen 27, 28 sind wieder isoliert durch den Flansch 11 hindurchgeführt und derart stabil ausgebildet, daß sie in der Lage sind, die Ringkathode 7 und die Korbanode 8 zu tragen.

Die auf der Leiterplatte 53 befindlichen Bauteile dienen der Erzeugung der Versorgungsspannungen für die Elektroden des Trennsystems 2. Über durch

die Klebestelle 17 hindurchgeführte Leiterbahnen 61, 62 und über diesen Leiterbahnen anliegende Metallzungen 63, 64 sind die im Trennsystem 2 befindlichen Elektroden mit der Leiterplatte 53 verbunden.

Die auf der Leiterplatte 54 befindlichen elektronischen Bauteile dienen der Signalverarbeitung. Über den Stecker 65 ist die Leitung 21 mit der Leiterplatte 54 verbunden.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es in einfacher Weise, das Trennsystem 2 mit einem Vorfilter und/oder mit einem Nachfilter auszurüsten. Ein Vorfilter bewirkt eine erste Trennung der gewünschten und nicht gewünschten Massen und dient damit der besseren Fokussierung der Ionen ins Trennsystem. Ein Nachfilter verbessert die Überleitung der Ionen auf den Detektor. Insgesamt werden bei der Verwendung von Vor- und Nachfilter eine Verbesserung der Auflösung und der Empfindlichkeit erreicht.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 6 sind dem Trennsystem 2 der Vorfilter 71 und der Nachfilter 72 zugeordnet. Sie sind ebenfalls als Quadrupol-Systeme ausgebildet und über die Klebestellen 73, 74 mit dem Trennsystem 2 verbunden. Die Elektronik für die Spannungsversorgung ist im einzelnen nicht dargestellt. Die Spannungsversorgung kann wieder über Leiterbahnen erfolgen, die durch die Klebestellen 73, 74 hindurchgeführt sind. Werden der Vor- und Nachfilter 71, 72 nur mit Wechselspannung betrieben, und zwar mit der Wechselspannung des Trennsystems 2, dann besteht die Möglichkeit, die Klebestellen 73, 74 als Kondensatoren auszubilden und über diese Kondensatoren, die an den Wechselspannungselektroden des Trennsystems 2 anliegende Spannung auf die Elektroden des Vor- und Nachfilters 71, 72 zu übertragen. Gegenüber dem Gleichspannungspotential des Trennsystems 2 sind dann Vor- und Nachfilter isoliert.

Die Kondensatoren werden zweckmäßig gebildet von metallisierten, auf den jeweiligen Stirnseiten befindlichen Flächenabschnitten 75 bis 78. Die Kapazität der jeweiligen Kondensatoren hängt von der Größe und vom Abstand dieser Flächen sowie von der Art des verwendeten Klebers ab, also von den Größen, die das Dielektrikum der Kondensatoren bilden. Die Größe und Anordnung insbesondere der metallisierten Abschnitte 76, 77 ist so zu wählen, daß die Zuführung von Gleichspannungen zu den Elektroden des Trennsystems 2 über die Klebestellen 73, 74 durchsetzende Leiterbahnen möglich bleiben.

Für die verschiedenen Klebestellen 14, 17, 73, 74 müssen die jeweils geeigneten Kleber (Metall-Keramik- oder Keramik-Keramik-Kleber) verwendet werden.

Auch die Verwendung von Glaslot und Aktivlot oder

Hartlot für die Metall-Keramik-Verbindungen ist möglich.

Patentansprüche

1. Meßkopf (1) für ein Quadrupolmassenspektrometer mit einer Ionenquelle (3), einem einstückigen Quadrupol-Trennsystem (2), einem Detektor (4), einem Flansch (11) zur Befestigung des Meßkopfes (1) an einem Rezipienten (12) und Tragmitteln für diese Bauteile, dadurch gekennzeichnet, daß das einstückige Quadrupol-Trennsystem (2) selbst der Träger der Ionenquelle (3), des Detektors (4) und/oder des Befestigungsflansches (11) ist.
2. Meßkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor (4) Bestandteil eines Deckels (16) ist, mit dem die Ionenaustrittsöffnung des Trennsystems (2) vakuumdicht verschlossen ist.
3. Meßkopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Deckel (16) Träger von elektronischen Bauteilen (22) ist.
4. Meßkopf nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungen zwischen dem Trennsystem (2) und den Bauteilen (3, 11, 16) Klebe- oder Lotverbindungen sind.
5. Meßkopf nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus Glaslot, Hartlot, Aktivlot o. dgl. bestehende Verbindungen vorgesehen sind.
6. Meßkopf nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der verwendete Kleber oder das verwendete Lot elektrisch isolierende Eigenschaften hat und daß spannungs- und/oder stromführende Verbindungsleitungen in Form von Leiterbahnen (35, 36, 37, 45, 61, 62) durch die Klebe- bzw. Lotstellen (14, 17, 73, 74) hindurchgeführt sind.
7. Meßkopf nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbindung der Leiterbahnen (35, 36, 37, 45, 61, 62) mit elektronischen Versorgungs- und/oder Signalverarbeitungsbauteilen Metallzungen (63, 64) vorgesehen sind.
8. Meßkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (11) in der Nähe der Ionenquelle (3) angeordnet ist.
9. Meßkopf nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennsystem (2) zusätzlich Träger von elektronischen Bauteilen (22) ist.

10. Meßkopf nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein äußeres, das Trennsystem (2) einschließendes Gehäuse (51) vorgesehen und am Flansch (11) lösbar befestigt ist. 5
11. Meßkopf nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Gehäuse (51) elektronische Versorgungs- und Signalverarbeitungsbauteile angeordnet sind und daß zur Verbindung dieser Bauteile mit den zugehörigen Elementen Stecksysteme (57, 58, 65) und/oder Metallzungen (63, 64) vorgesehen sind. 10 15
12. Meßkopf nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennsystem (2) mit einem Vor- und/oder Nachfilter (71, 72) ausgerüstet ist. 20
13. Meßkopf nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß Vor- und/oder Nachfilter (71 bzw. 72) ebenfalls als Quadrupolsystem ausgebildet sind und mit dem Trennsystem (2) über Klebestellen (70, 74) verbunden sind. 25
14. Meßkopf nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Klebestellen (73, 74) als Kondensatoren ausgebildet sind und der Übertragung von Wechselspannungen vom Trennsystem (2) auf den Vor- und/oder Nachfilter (71 bzw. 72) dienen. 30 35

40

45

50

55

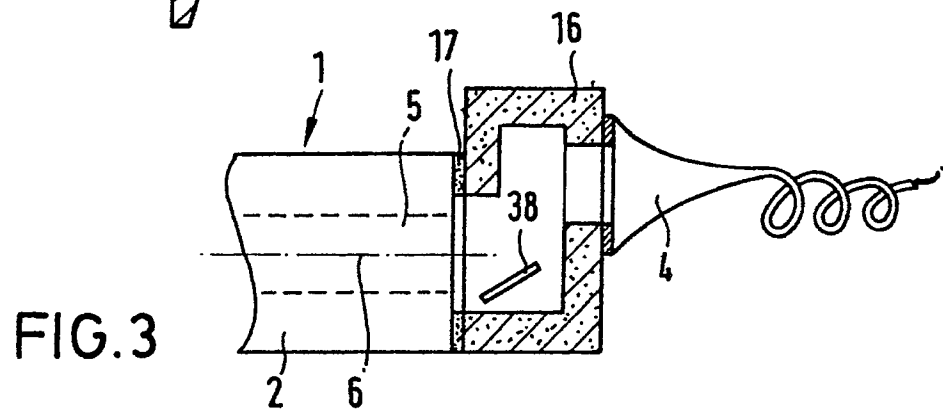
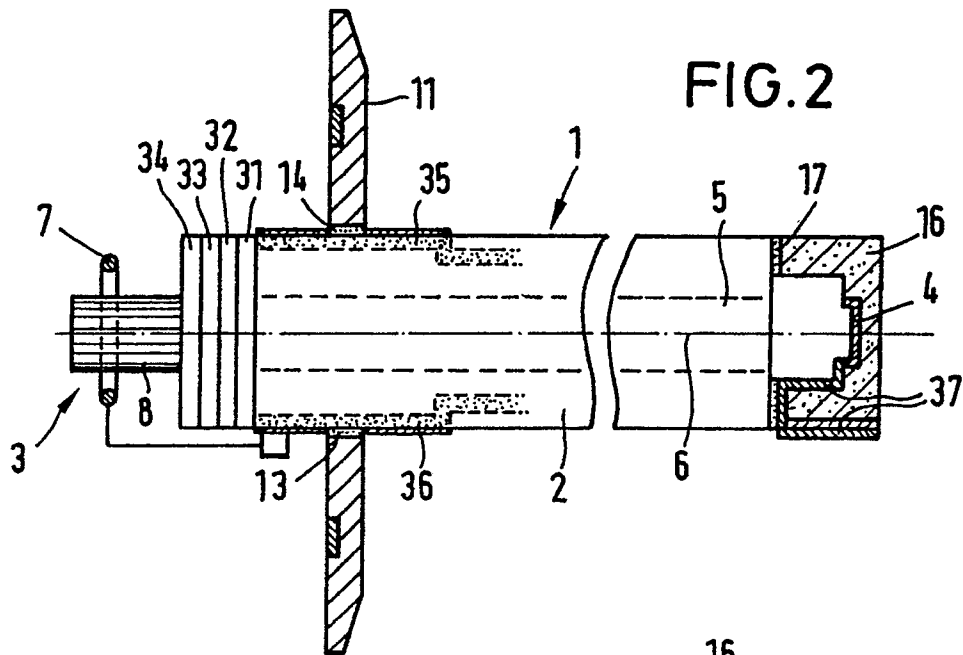
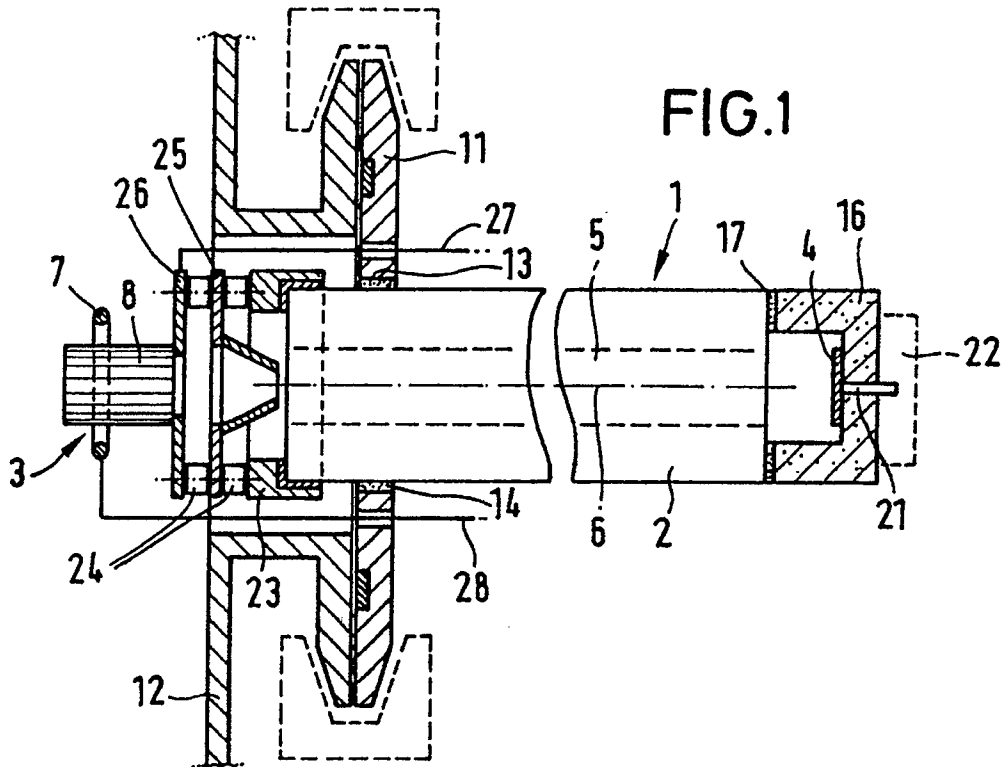


FIG.4

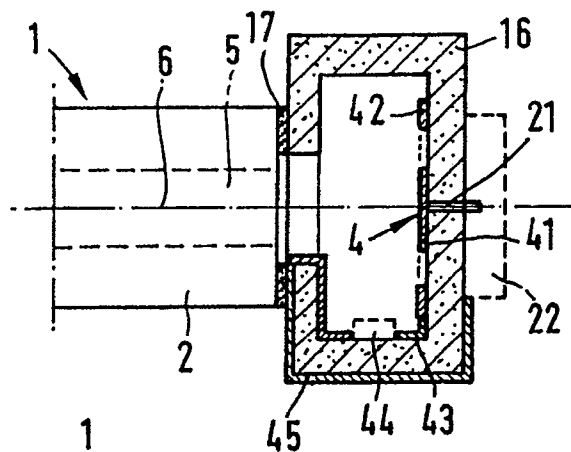


FIG.5

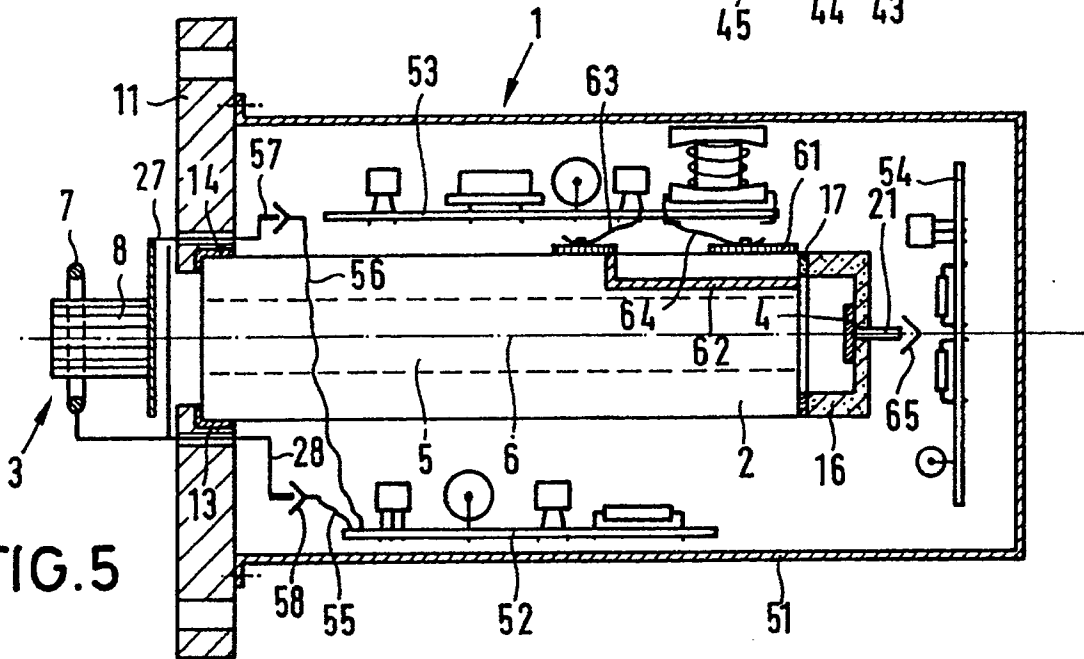
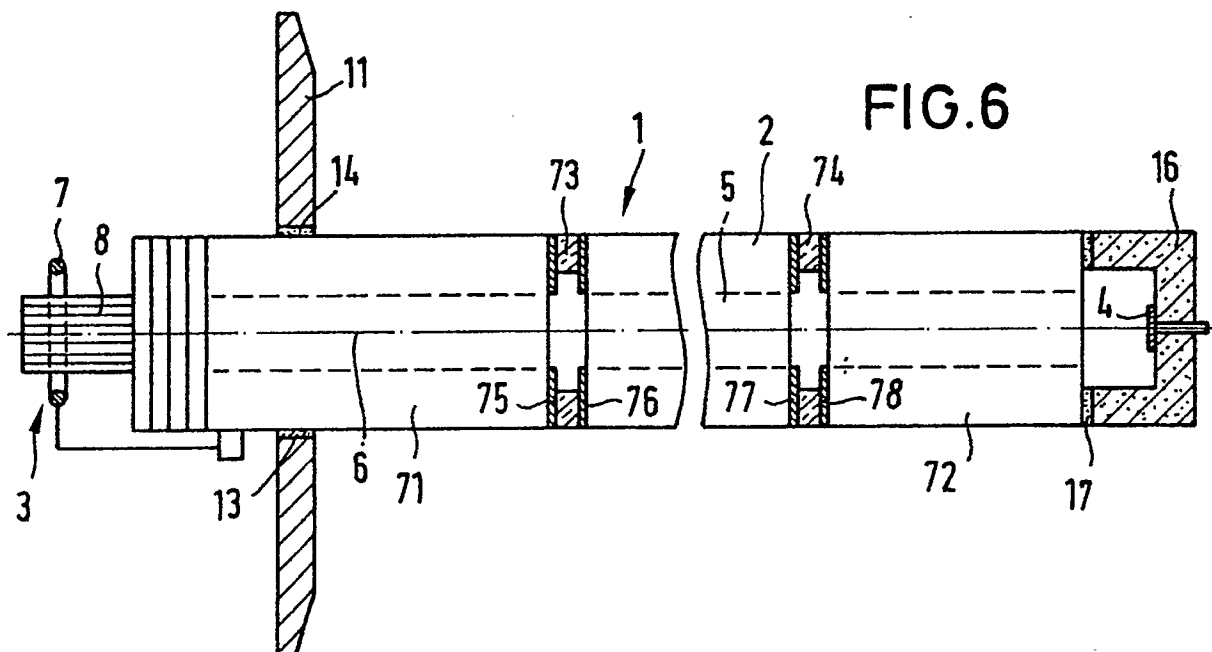


FIG.6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 0681

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X,A	US-A-3 560 734 (BARNETT ET AL) * Spalte 1, Zeile 54 - Spalte 2, Zeile 8 ** Spalte 3, Zeilen 5 - 35; Figur 1 *	1,8,12,2, 6,12-14	H 01 J 49/42

A	US-A-3 075 076 (GUENTHER) * Spalte 3, Zeilen 1 - 31; Anspruch 1; Figuren 1, 2 *	1-3,6-14	

A	WO-A-8 403 994 (PRUTEC) * Seite 7, Zeilen 9 - 19; Figur 4 *	1,2,12-14	

A	GB-A-1 379 515 (G.W.BALL) * Seite 1, Zeilen 12 - 25; Figur 1 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		01 Februar 91	ERRANI C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		-----	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			