

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 332 838 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **21.07.93**

(51) Int. Cl.⁵: **H01J 47/12, H01J 47/00**

(21) Anmeldenummer: **89102033.1**

(22) Anmeldetag: **06.02.89**

(54) **Neutronenfluss-Messgerät hoher Empfindlichkeit.**

(30) Priorität: **18.02.88 DE 3805097**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.09.89 Patentblatt 89/38

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
21.07.93 Patentblatt 93/29

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-85/03799
DE-B- 1 127 502
US-A- 2 809 313

**IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIEN-
CE, Band NS-22, February 1975, Seiten
696-701; V.K. PARE et al.: "Design parame-
ters and test results for a fission counter
intended for operation up to 750 F at high
gamma dose rates"**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELL-
SCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: **Mayer, Walter, Dipl.-Phys.**
Schönborring 2
W-6078 Neu-Isenburg(DE)
Erfinder: **Freystätter, Stefan, Dr.**
Giselastrasse 16
W-6453 Seligenstadt(DE)
Erfinder: **v. Gunten, Anton, Dr.**
Albert-Schweizer-Strasse 6
W-6110 Dieburg(DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 332 838 B1

Beschreibung

Durch die WO-A1-85/03799 ist ein Neutronenfluß-Meßgerät bekannt, das einen zylindrischen länglichen Gehäusemantel und eine darin angeordnete, nach außen gasdicht verschlossene Spaltkammer aufweist. In der Spaltkammer sind zwei mit Ringspalt konzentrisch zueinander und gegeneinander elektrisch isolierte sowie mit je einer Polarität kontaktiert gehaltene rohrförmige Elektroden vorgesehen, in Form eines Anoden-Kathoden-Paares, wobei die Elektroden wenigstens an einer der einander zugewandten Elektrodenflächen mit einer Beschichtung aus einem spaltbaren Material versehen sind. Anode und Kathode sind durch Isolierkörper aus keramischem Material gegeneinander isoliert und auf Abstand gehalten. Die äußere Kathode ist an ihren beiden Enden axial länger als die von der Kathode umgebene Anode. Zumindest der zwischen Kathode und Anode befindliche Ringspalt enthält ein unter Druck stehendes Füllgas, insbesondere ein Edelgas. Zur Elektroden-Kontaktierung ist ein Koaxialkabel gasdicht durch den Gehäusemantel hindurchgeführt. Der zur Anode führende Innenleiter ist durch ein zentrisches Rohr isolierend bis zu einer Dichtlötstelle hindurchgeführt, die im Inneren des Anodenzylinders angeordnet ist, wobei von dieser Lötstelle zum Innenumfang der Anode ein Drähtchen verlegt ist. Über die Kathoden-Stromzuführung ist nichts Näheres ausgesagt. Ein solches Neutronenfluß-Meßgerät arbeitet prinzipiell so, daß die auf die Spaltstoffbeschichtung auftreffenden Neutronen Kernspaltreaktionen in der Beschichtung auslösen und die Spaltprodukte eine Ionisierung des Füllgases zur Auslösung elektrischer Impulse an dem Anoden-Kathoden-Paar bewirken.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird von der Überlegung ausgegangen, die Empfindlichkeit von gattungsgemäßen Neutronenfluß-Meßgeräten zu steigern. Insbesondere soll eine Neutronenempfindlichkeit von 1 cm^2 erreicht werden, dabei sollen trotzdem durch das Neutronenfluß-Meßgerät Neutronenflußdichten bis zu $10^9 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ erfaßt werden. Insbesondere liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Neutronenfluß-Meßgerät zu schaffen, welches bei rohrförmiger, schlanker Bauform eine wesentlich vergrößerte Elektrodenoberfläche und demzufolge auch eine wesentlich vergrößerte Spaltstoffschicht-Oberfläche aufweist, ohne daß bei enger und gedrängter Bauweise die Gefahr von Kriechströmen oder Überschlüssen zwischen den benachbarten Elektroden entgegengesetzter Polarität bestehen würde.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist Gegenstand der Erfindung ein Neutronenmeßgerät

- mit einer von einem zylindrischen länglichen Gehäusemantel gasdicht umgebenen, ein

Füllgas aufweisenden Spaltkammer,

- mit einer Anzahl von Anoden und Kathoden, die konzentrisch zueinander und abwechselnd zugeordnet sind, wobei am einen und am anderen Ende die jeweils äußere die nächst innere Elektrode axial überragt,
- mit einer Beschichtung aus einem spaltbaren Material auf zumindest einer der beiden Elektroden eines Anoden-Kathoden-Paares,
- mit einer Anzahl von ringförmigen Isolierkörpern, die die Elektroden auf Abstand halten,
- mit einem ersten abgestuften Kontaktkörper, welcher an dem einen Ende in die Kathoden geschoben ist und diese miteinander sowie mit einer ersten Polarität elektrisch verbindet und welcher das eine Ende der Anoden ermittelt der an ihn sitzenden ersten ringförmigen Isolierkörper isoliert zur ersten Polarität haltert, und
- mit einem zweiten abgestuften Kontaktkörper, der an dem anderen Ende in die Anoden geschoben ist und diese miteinander und mit einer zweiten Polarität elektrisch verbindet und welcher das andere Ende der Kathoden mittels der an ihm sitzenden zweiten ringförmigen Isolierkörper isoliert zur zweiten Polarität haltert.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Patentansprüchen 2 bis 11 angegeben.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile sind vor allem darin zu sehen, daß durch die Ermöglichung des Bauprinzips der abgestuften, ineinandergeschachtelten Vielfach-Elektroden-Konfiguration enger Spaltweiten eine wesentliche Steigerung der Neutronenempfindlichkeit erreichbar ist, wobei trotz geringer Spaltweiten von ca. 0,5 bis 1 mm Kriechströme oder Überschlüsse im Bereich der Elektrodenenden, also dort wo sie mit dem Kontaktkörper kontaktiert und gegeneinander durch die Isolierstoffkörper isoliert sind, verhindert werden. Besonders vorteilhafte Anwendungsfälle für den Erfindungsgegenstand sind die Kernrandinstrumentierung bei Heizreaktoren, das sind Siedewasserreaktoren nach dem Naturumlaufprinzip, die bis hinunter zu kleinen Baugrößen von $5 \text{ MW}_{\text{therm}}$ in Planung bzw. im Bau sind. Weitere Anwendungen sind Wiederaufarbeitungsanlagen für abgebrannte Brennelemente oder Nuklear-Kernreaktor-Anlagen allgemein, und zwar überall dort, wo die Neutronenstrahlung gemessen werden soll, also auch bei Lagern oder Kompaktlagern für abgebrannte Brennelemente. Das Neutronenfluß-Meßgerät weist einen für die Fertigungstechnik vorteilhaften modulartigen Aufbau auf, in dem ein wesentlicher Teil der Montage-Arbeitsgänge durch Ineinanderstecken der Elektroden, der Isolierkörper, des Kontaktrohres und der Kontaktkörper bewerkstelligt wird.

Der nicht gattungsgemäße neutronenempfindliche Strahlungsdetektor nach der DE-B 1 127 502 weist zwar stufenförmig abgesetzte erste und zweite metallische Kontaktkörper zur Kontaktierung der anodischen und kathodischen Elektroden jeweils an einem Elektrodenende auf, jedoch erstrecken sich die Elektroden von den Kontaktkörpern frei in den Spaltkammeraum, so daß diese freien Enden Elektrodenkanten bzw. Elektroden spitzen bilden, an welchen sich eine erhöhte Feldstärke ausbilden kann. Zur Vermeidung von Überschlügen oder Kriechströmen ist deshalb die den kathodischen Elektrodenkanten zugewandte Fläche eines anodischen Isolierkörper rings durch eine Abschirmscheibe 80 abgedeckt. Aufgrund des genannten Effektes kann außerdem die Spaltweite, die sich zwischen den Anoden-Kathoden-Paaren aufspannt, ein Minimum nicht unterschreiten. Demgegenüber ist beim Gegenstand der Erfindung aufgrund der besonderen Ausbildung der Elektroden, der kathodischen und anodischen Kontaktkörper sowie der ringförmigen Isolierkörper an beiden Elektrodenenden die mechanische und elektrische Ausbildung des Neutronenfluß-Meßgeräts wesentlich vorteilhafter, so daß eine schlankere Bauform, relativ enge Spaltweiten einer konzentrischen Multi-Elektrodenanordnung und trotzdem auch die freie Wärmedehnung der Elektroden gewährleistet sind.

Weitere, mit der Erfindung erzielbare Vorteile gehen aus der nachfolgenden Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele hervor, welche in der Zeichnung dargestellt sind und anhand derer die Erfindung und ihre Wirkungsweise noch näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigt:

- FIG 1 einen Längsschnitt durch ein Neutronenfluß-Meßgerät nach der Erfindung, in axial verkürzter, vereinfachter Darstellung mit Unterteilung in die Figurenteile FIG 1A und FIG 1B, wobei die Schraffur bei den Elektroden fortgelassen ist;
- FIG 2 das rechte Ende des Meßgeräts nach FIG 1B in einem Längsschnitt durch die Abschlußarmatur in etwas geänderter, mehr detaillierter Darstellung;
- FIG 3 den Metall-Keramikkörper des Kabelendverschlusses aus FIG 1A vergrößert im Detail.

Das Neutronenfluß-Meßgerät nach FIG 1 bis 3, im folgenden abgekürzt Meßgerät genannt, weist einen als Ganzes mit 1 bezeichneten, zylindrischen länglichen Gehäusemantel auf und eine im Inneren des Gehäusemantels 1 angeordnete, nach außen gasdicht verschlossene Spaltkammer 2. In der Spaltkammer 2 sind eine Mehrzahl von als Ganzes mit E bezeichneten rohrförmigen Elektroden jeweils mit Ringspalt d_1 konzentrisch zueinander und gegeneinander elektrisch isoliert sowie mit je einer

Plus- bzw. Minus-Polarität kontaktiert angeordnet, und zwar jeweils in Form eines Anoden-Kathoden-Paares A1-K1, A2-K2 bzw. A3-K3. Die Elektroden E dieser Anoden-Kathoden-Paare sind wenigstens an einer der einander zugewandten Elektrodenflächen mit einer Beschichtung aus einem spaltbaren Material versehen. Im Ausführungsbeispiel ist dafür 235 U mit einer Schichtdicke oder Massenbelegung von ca. 1,5 mg / cm² auf die Elektroden aufgebracht. Ein bevorzugter Elektrodenabstand d_1 beträgt 0,5 bis 1 mm. Zur grundsätzlichen Funktion des Meßgeräts ist es erforderlich, daß wenigstens zwei Elektroden E in Form eines Anoden-Kathoden-Paares vorhanden sind.

Die Elektroden E unterschiedlicher Polarität, d.h. die Gruppe der Kathoden K1 bis K3 einerseits und die Gruppe der Anoden A1 bis A3 andererseits, sind durch generell mit 3 gekennzeichnete Isolierkörper aus keramischem Material gegeneinander isoliert und auf Abstand gehalten. Dabei handelt es sich um die erwähnten Ringspalte d_1 zwischen den einander benachbarten Elektroden E und ferner um den Reststringspalt d_2 , der zwischen der innersten Elektrode A3 und einem inneren, zentrisch angeordneten Kontaktrohr 4 besteht, welches letzteres noch weiter unten beschrieben wird. Ein bevorzugtes Material für die Isolierkörper 3 ist eine Al₂O₃-Keramik, wie sie aus dem Stand der Technik an sich bekannt ist. Zumindest in den Spalträumen der Ringspalte d_1 zwischen den Elektroden E entgegengesetzter Polarität befindet sich ein unter Druck stehendes Füllgas. Es ist zweckmäßig, auch weitere Hohlräume, also auch den zum Ringspalt d_2 gehörigen Spaltraum mit Füllgas zu füllen, um eine zentrale Öffnung zum Beschicken mit Gas verwenden zu können. Als Füllgas kommt insbesondere Edelgas in Frage; im Ausführungsbeispiel ist reines Argon verwendet, welches unter einem Druck von beispielsweise 5 bar steht. Mit der ersten Polarität, die mit -P bezeichnet ist und auch Masse-Polarität genannt werden kann, ist über einen noch zu erläuternden ersten Kontaktkörper K0 die erste Gruppe der Elektroden K1 bis K3 verbunden, und mit der zweiten Polarität +P die auch Plus-Polarität genannt werden kann, ist die andere Gruppe der Elektroden A1 bis A3 auf noch zu erläuternde Weise über den zweiten Kontaktkörper A0 und das innere Kontaktrohr 4 verbunden.

Die Masse-Polarität -P wird durch den Außenleiter 5.1 eines coaxialen Metallmantelkabels 5 geführt, die Plus-Polarität +P durch die Seele 5.2 dieses Kabels 5, wobei zwischen der Kabelseele 5.2 und dem Metallmantel 5.1 eine bevorzugt mindestens bis 800 °C temperaturbeständige, keramische Isolierung in Form eines Isolierstoffmantels 5.3 angeordnet ist. Dieser Isolierstoffmantel 5.3 besteht zweckmäßigerweise aus einem Mineral wie beispielsweise Al₂O₃ oder SiO₂. Das Metallmantelka-

bel 5 ist durch die eine Stirnwand des Gehäuses 1, in diesem Falle einen axialen Ansatz k01 des ersten Kontaktkörpers K0 gasdicht nach außen hindurchgeführt, wobei im Axialbereich a_1 des Ansatzes k01 eine kontaktgebende gasdichte Fügestelle zwischen Metallmantel 5.1 des Kabels 5 und dem Innenumfang der Durchführungsbohrung 6 vorhanden ist.

Bei 7 ist auf einer kleinen axialen Teillänge durch verstärkte Linien hervorgehoben, daß im dargestellten Ausführungsbeispiel die Spaltstoff-Beschichtung an allen Elektroden E, bis auf die äußerste Elektrode K1, vorgesehen ist, und zwar bei den übrigen jeweils auf beiden Seiten bzw. an deren Außenumfang und Innenumfang, bis auf die innerste Elektrode A3, die ihre Spaltstoff-Beschichtung 7 nur an ihrem Außenumfang trägt. Diese Beschichtung besteht aus 235 U; dieses Element ist für die Messung langsamer Neutronen als Spaltstoffschiicht bei dem dargestellten Meßgerät besonders geeignet. Grundsätzlich könnten, abhängig vom Anwendungsfall, ob epithermische oder schnelle Neutronen gemessen werden, auch andere Spaltstoffe, z.B. 232 Th, verwendet werden.

Die grundsätzliche Wirkungsweise des Meßgerätes ist bekannt: Auf die Spaltstoff-Beschichtung 7 (diese Beschichtung muß man sich über die gesamte axiale Länge der jeweiligen Elektrode E ausgedehnt vorstellen) auftreffende Neutronen lösen in der Beschichtung Kernspaltreaktionen aus, und die Spaltprodukte dieser Reaktionen ionisieren das Füllgas, wobei die positiven Ionen aus dem jeweiligen Spaltraum 2i zur anliegenden Elektrode E mit Minus-Polarität -P wandern und die negativen Ionen und Elektronen dementsprechend zur jeweils anliegenden Elektrode E mit Plus-Polarität +P, womit elektrische Impulse an den jeweiligen Anoden-Kathoden-Paaren hervorgerufen werden.

Es sei noch erwähnt, daß die Spaltstoff-Beschichtung 7 auf die jeweiligen Elektroden E auf elektrolytischem Wege aufgebracht ist; die Erfindung ist indessen auf Elektroden, die nach einem derartigen Verfahren beschichtet sind, nicht beschränkt. Man erkennt aus FIG 1, daß - in radialer Richtung gesehen - aufeinander folgende Elektroden E an ihren axialen Enden jeweils zueinander stufenförmig abgesetzt sind. Im dargestellten Beispiel ist die Elektrode K3 im Bereich des Gehäuseendes 1a um 15 mm und im Bereich des Gehäuseendes 1b um 10 mm länger als die innerste Elektrode A3. Die von der Längsachse x - x des Meßgerätes nach außen gesehen folgende Elektrode A2 ist am Ende 1a 10 mm und am Ende 1b 15 mm länger als die Elektrode K3, die darauf folgende Elektrode K2 wiederum am Ende 1a 15 mm und am Ende 1b 10 mm länger als die Elektrode A2. Diese alternierende Längenveränderung an den Enden 1a und 1b setzt sich bei der Elektrode A1

fort, welche am Ende 1a um 10 mm und am Ende 1b 15 mm länger ist als die vorhergehende Elektrode K2. Schließlich ist die Außenelektrode K1, welche nicht beschichtet ist und z.B. aus einer Edelmetalllegierung (Inconel) besteht (sie könnte auch aus Titan, Zirkon oder Aluminium bestehen), in ihrer axialen Länge an beiden Gehäuseenden 1a, 1b bezüglich der vorhergehenden Elektrode A1 vergrößert, wobei ein wesentlicher Teil a_{21} dieses Überstandes a_2 im Bereich des Gehäuseendes 1a als Dichtsitz zwischen der als rohrförmiger Gehäusemantel ausgebildeten Außenelektrode K1 und der Umfangsfläche 101 mit dem größtem Durchmesser des ersten Kontaktkörpers K0 dient. Dieser Dichtsitz 9a ist sowohl gasdicht als auch metallischkontaktgebend. Am Gehäuseende 1b dient sinngemäß der Teil a_{31} des axialen Überstandes a_3 der Außenelektrode K1 zur Herstellung eines Dichtsitzes 9b zwischen der Außenelektrode K1 und den Außenumfangsflächen 10.2 eines pilzhutförmigen Teils 10.1 einer Abschlußarmatur 10. Die vorerwähnten Längendifferenzen der gegeneinander abgestuften Elektroden stellen nur ein Beispiel dar; sie können naturgemäß abhängig von der Betriebsspannung, der Sicherheitsabstände gegen Kriechwege etc. variiert werden.

In die erläuterte abgestufte Elektroden-Konfiguration sind von ihren beiden axialen Enden 1a, 1b her entsprechend stufenförmig abgesetzte (schon erwähnte) erste und zweite metallische Kontaktkörper K0 und A0 eingesetzt. Die Elektroden K1, K2 und K3 der ersten Polarität -P sind nun mit den umlaufenden Kontaktflächen 101, 102 und 103 des ersten Kontaktkörpers K0 kontaktiert, d.h., sie berühren diese umlaufenden Kontaktflächen auf der axialen Länge der Kontaktflächen metallischkontaktgebend. Die Elektroden A1 bis A3 der zweiten Polarität +P sind hingegen relativ zum ersten Kontaktkörper K0 unter Einfügung der schon erwähnten Isolierkörper 3, die von außen nach innen gesehen im einzelnen mit 3.1 bis 3.3 bezeichnet sind, isoliert und jeweils mit Ringspalt d_1 zur jeweiligen Gegenelektrode K1 bis K3 gehalten. Am anderen axialen Ende 1b der Elektroden-Konfiguration sind die Elektroden A1 bis A3 der zweiten Polarität +P - so wie am gegenüberliegenden Ende 1a die Elektroden K1 bis K3 der ersten Polarität -P im Bezug auf den ersten Kontaktkörper K0 - mit einem entsprechend ausgebildeten zweiten Kontaktkörper A0 kontaktiert, wogegen in diesem Bereich 1b die Elektroden K1 bis K3 der ersten Polarität -P, so wie diejenigen A1 bis A3 der zweiten Polarität +P am gegenüberliegenden Ende 1a, isoliert unter jeweiliger Einfügung der Isolierkörper 3.1b bis 3.3b gehalten sind.

Wie bereits erläutert, ist die bevorzugte Ausführungsform des Meßgerätes diejenige, bei der von der radial innersten Elektrode A3 bis zur radial

äußersten Elektrode K1 die axiale Elektrodenlänge von Elektrode zu Elektrode stufenförmig zunimmt, weil in diesem Falle die äußerste Elektrode K1 die längste Elektrode ist, und so als Gehäusemantel ausgebildet werden kann, mit ihren Dicht- und Kontakt sitzen 9a am Gehäuseende 1a und 9b am Gehäuseende 1b. Beim letzterwähnten Sitz 9b dient die Kontaktierung nicht der Übertragung des Meßsignals, sondern dem Dichtsitz der zum Einbringen des Füllgases verwendeten Anschlußarmatur 10.

Im einzelnen haben die Kontaktkörper K0, A0 in bevorzugter Ausführungsform einen - wie dargestellt - etwa tannenbaumartigen, nach innen sich stufenförmig verjüngenden Querschnitt. Dadurch werden als Ganzes mit 11 bezeichnete Umfangsflächenabschnitte am Außenumfang des Kontaktkörpers K0 gebildet, welche zusammen mit den in Radialebenen liegenden Ringschulter-bzw. Stufenflächen 12 die Abstufung ergeben. Beim zweiten Kontaktkörper A0 sind die den etwa tannenbaumartigen Querschnitt ergebenden Umfangsflächen-Abschnitte als Ganzes mit 16 und die zugehörigen, in Radialebenen liegenden Ringschulter-bzw. Stufenflächen mit 17 bezeichnet. Am Kontaktkörper K0 ist bei der äußersten Kontaktfläche 101 die gesamte axiale Länge des Umfangsflächen-Abschnittes 11 ausgenutzt, beim mittleren und beim inneren Umfangsflächen-Abschnitt 11 dagegen überstreichen die Kontaktflächen 102 bzw. 103 nur einen Teil der axialen Länge der Umfangsflächen-Abschnitte 11, wogegen die verbleibende axiale Länge zur Positionierung und Lagerung der Isolierkörper 3.1 bzw. 3.2 dient, welche als Isolierkörper-Ringe ausgebildet sind und der isolierten Lagerung der jeweiligen Gegenelektrode A1 bzw. A2 unter Vermeidung von Kriechstrecken in radialer und axialer Richtung dienen. Die Isolierkörper-Ringe 3.1 und 3.2 liegen jeweils mit einem verdickten Ringkragen 13 an der durch die Abstufung gebildeten Ringschulterfläche 12 des Kontaktkörpers K0 an, wobei zwischen dem Ende der jeweiligen Gegenelektrode A1 bzw. A2 und dem Ringkragen 13 ein axialer Spalt d_3 für die thermische Längendehnung der jeweiligen Gegenelektrode A1 bzw. A2 gebildet ist. Der innerste Isolierkörper 3.3 ist abweichend von den Isolierkörpern 3.1 und 3.2 ausgebildet; im Axialbereich a_4 entspricht seine Querschnittsform bzw. seine Gestalt dem Isolierkörper-Ringen 3.1 und 3.2, abgesehen davon, daß er den kleinsten Durchmesser aufweist. Er ist als Isolierkörperbuchse ausgebildet mit einem langen tubusförmigen Ansatz 3.3a, welcher die Wand einer zentralen Sacklochbohrung 8 Kontaktkörper K0 auskleidet, und mit einer sich vom Mittelteil 3.3c der Isolierkörperbuchse in Richtung der Gehäusesseite 1b erstreckenden Ringansatz 3.3b, der genauso wie der tubusförmige Ansatz 3.3a eine geringere Wandstärke hat als

der Mittelteil 3.3c. Die Isolierkörperbuchse ist also mit dem Außenumfang ihres tubusartigen Fortsatzes 3.3a in die Sacklochbohrung 14 des Kontaktkörpers K0 eingepaßt. Mit ihrem Innenumfang, und zwar auf der axialen Länge des Mittelteils 3.3c, des Ringansatzes 3.3b und einem Teilstück des tubusförmigen Ansatzes 3.3a, liegt die Isolierkörperbuchse am Außenumfang eines verjüngten Endes 4a des schon erwähnten Kontaktrohrs 4 an.

Mit ihrem Mittelteil 3.3c ist die Isolierkörperbuchse 3.3, wie gesagt, analog zu den Isolierkörper-Ringen 3.1 und 3.2 ausgebildet, und sie hat auch, was die Lagerung der ihre Außenringflächen umgreifenden Gegenelektrode A3 betrifft, eine gleichartige Funktion. Die Isolierkörperbuchse 3.3 bildet den Abschluß des Kontaktkörpers K0; die Gegenelektrode A3 ist somit die innerste Elektrode. Das Kontaktrohr 4 hat keine Elektrodenfunktion, sondern es dient der Verbindung der Elektroden A1 bis A3, welche mit dem Kontaktkörper A0 auf der anderen Gehäusesseite 1b kontaktiert sind, über einen Multikontaktstecker 15 mit der Kabelseele bzw. dem Innenleiter 5.2 des Metallmantelkabels 5 im Innenraum des ersten Kontaktkörpers K0, worauf weiter unten noch näher eingegangen wird.

Der zweite Kontaktkörper A0 am Gehäuseende 1b ist ähnlich wie der erste Kontaktkörper K0 aufgebaut, mit axial von außen nach innen stufenförmig abnehmenden Durchmessern D_1 , D_2 , D_3 , auf denen die jeweiligen Umfangsflächen-Abschnitte 16 liegen, deren zugehörige achsnormale Ringschulter-oder Stufenflächen mit 17 bezeichnet sind. Die beiden Isolierkörper-Ringe 3.2b (mittlerer Ring) und 3.3b (innerster Ring) entsprechen in ihrer Querschnittsform den Isolierkörper-Ringen 3.1 bzw. 3.2 des ersten Kontaktkörpers K0; der Isolierkörper 3.1b mit dem größten Durchmesser dagegen ist ein etwa topfförmiger Isolierkörper, in welchen der zweite Kontaktkörper A0 mit seinem äußeren dickeren Ende (Durchmesser D_1) eingesetzt ist.

Dieser topfförmige Isolierkörper 3.1b ist an seinem Außenumfang vom rohrförmigen Gehäusemantel der Kathode K1 umfaßt und gehalten. Die umlaufenden Kontaktflächen des zweiten Kontaktkörpers A0 sind mit 104 (auf dem Durchmesser D_1), 105 (auf dem Durchmesser D_2) und 106 (auf dem kleinsten Durchmesser D_3) bezeichnet und in dieser Reihenfolge mit den Enden der Gegenelektroden A1 bzw. A2 bzw. A3 kontaktiert. In die zentrische Durchgangsbohrung 18 des zweiten Kontaktkörpers A0, und zwar auf einem überwiegenden Teil der axialen Länge des Kontaktkörpers A0, ist das Kontaktrohr 4 mit einem verjüngten Ende 4b kontaktgebend eingepaßt. Es wird mithin eine Potentialverbindung von den drei Gegenelektroden A1 bis A3 über den gemeinsam von ihnen kontaktierten Kontaktkörper A0 zum Kontaktrohr 4 hergestellt, und dieses Kontaktrohr 4 stellt dann

eine Potentialverbindung zur Plus-Polarität +P der Seele des Kabels 5.2 am anderen Gehäuseende 1a über den schon erwähnten Multikontaktstecker 15 her.

Bei Betrachtung des Gehäuseendes 1a ist ersichtlich, daß der erste Kontaktkörper K0 als gasdichte Durchführung für die beiden Anschlußleiter 5.1 und 5.2 der ersten und der zweiten Polarität -P und +P ausgebildet und hierzu mit der schon erwähnten zentralen Durchgangsbohrung 6 versehen ist. Der zweite Kontaktkörper A0 weist ebenfalls eine zentrale Bohrung 18 auf, in welche das zentrale Kontaktrohr 4 kontaktgebend eingesetzt ist.

Das Kontaktrohr 4 durchdringt zentrisch die Spaltkammer 2, worunter die Summe der einzelnen Spalträume 2i zwischen den Elektroden verstanden wird, und zwar im Abstand d_2 zum Innenumfang der innersten Elektrode A3. Das Kontaktrohr 4 ist, wie bereits erläutert, unter Zwischenschaltung der Isolierkörperbuchse 3.3 am Innenumfang des ersten Kontaktkörpers K0 elektrisch isoliert abgestützt. Das koaxiale Metallmantelkabel 5 ist auf der axialen Teillänge a_1 durch die zentrale Durchgangsbohrung des ersten Kontaktkörpers K0 gasdicht und kontaktgebend hindurchgeführt und ist durch den übrigen Axialbereich der Durchgangsbohrung 6 mit Ringspalt d_4 hindurchgeführt. Es durchdringt dabei einen relativ dünnwandigen nach innen gerichteten tubusförmigen Ansatz 19 des Kontaktkörpers K0. Das Metallmantelkabel 5 mündet an seinem inneren Ende mit der abisolierten zentralen Kabelseele 5.2 in den Raum der Sacklochbohrung 14 im Bereich des Innenraumes des tubusförmigen Ansatzes 3.3a. Dort ist die Kabelseele 5.2 über einen noch zu beschreibenden Kabelendverschluß an den Multikontaktstecker 15 angeschlossen, welcher letzterer am Innenumfang des Kontaktrohres 4 mit mehreren Kontaktfingern 15.1 kontaktgebend-elastisch anliegt.

Der Multikontaktstecker 15 weist mehrere über seinen Umfang verteilte Kontaktfinger 15.1 auf, z.B. vier, von denen in Fig. 1a nur 2 erkennbar sind. Diese Kontaktfinger 15.1 drücken elastisch in radialer Richtung gegen den Innenumfang des Kontaktrohres 4 und erstrecken sich von einem Kontaktfußteil 15.2 durch den Innenraum des tubusförmigen Ansatzes 3.3a in das zugewandte Ende des Kontaktrohres 4 hinein. Der Kontaktfußteil 15.2 ist auf die Metallkappe 20.5 des Kabelendverschlusses 20 im Bereich des Innenraumes der Isolierkörperbuchse 3.3 aufgeschoben und an diese angeschlossen.

Im Übergangsbereich der zentralen Durchgangsbohrung 6 des ersten Kontaktkörpers K0 zum Innenraum der Isolierkörperbuchse 3.3 ist der bereits genannte Kabelendverschluß 20 angeordnet. Dieser wird von einem vorgefertigten Metall-Keramikkörper gebildet (vgl. FIG 3), bevorzugt beste-

hend aus Al_2O_3 , welcher in einer zentralen Durchgangsbohrung von der Kabelseele 5.2 durchdrungen ist, und welcher an seinem Außenumfang von links nach rechts gesehen Zylindermantelflächen 20.1 größeren Durchmessers, daran anschließend konische Übergangsflächen 20.2 und daran anschließend Zylindermantelflächen 20.3 kleineren Durchmessers aufweist, wobei die Zylindermantelflächen 20.1 von einer Metallhülse 20.4 und die Zylindermantelflächen 20.3 von einer Metallkappe 20.5 umgeben sind, die zusammen mit dem Keramikkörper eine gasdichte Metall-Keramik-Verbindung bilden. Mit den metallverkleideten Zylindermantelflächen 20.1 ist der Kabelendverschluß 20 dichtend in das ihm zugewandte Ende des hohezylindrischen Vorsprungs 19 eingesetzt. Am anderen Ende ist der Kabelendverschluß 20 mit seiner Metallkappe 20.5 in eine angepaßte zylindrische Ausnehmung des Kontaktfußteils 15.2 des Vielfachkontaktsteckers 15 eingesetzt und dort verbunden. Zugleich wird die Kabelseele 5.2 durch eine Bohrung des Kabelendverschlusses geführt und mit der Metallkappe 20.5 verbunden (z.B. durch Schweißen), so daß eine gasdichte Durchführung der Kabelseele 5.2 vorhanden sowie auch eine mechanisch stabile Verbindung der Kabelseele 5.2 mit dem Fuß 15.2 des Multikontaktsteckers 15 hergestellt ist.

Zurückkommend auf FIG 1B sei darauf hingewiesen, daß beide Kontaktkörper A0 und K0 zum Befüllen der Spalträume 2i zwischen den Elektroden E mit Füllgas, insbesondere Argon, unter Druck mit feinen Schlitzen und/oder Bohrungen versehen sind Axial-radial verlaufende feine Schlitze, welche beginnend bei der achsnormalen Ebene 21 sich in Pfeilrichtung f_1 zum verjüngten Ende der Kontaktkörper K0 sowie A0 erstrecken, haben den Vorteil, daß die Kontaktkörper insgesamt elastischer sind und bei Wärmedehnungen die auf dem Kontaktkörper sitzenden Isolierstoffkörper 3 und 3b keinen so großen Druckkräften unterliegen. Es könnten aber auch feine Bohrungen vorgesehen sein, die axial und radial verlaufen und in die einzelnen Spalträume 2i münden sowie mit dem Raum der Innenbohrung von K0 und A0 über das Kontaktrohr 4 kommunizieren. In diesen Gesamt-raum wird über einen nur zum Zwecke des Füllens offenen, sonst aber gasdicht verschlossenen Füllkanal 22 und die zentrische Durchgangsbohrung 18 das Füllgas unter Druck eingefüllt. Zum Füllkanal gehört der Kanalabschnitt 22.1 einer zentralen Öffnung im Boden des topfförmigen Isolierstücks 3.1b und der Kanalabschnitt 22.2 einer mit einer Auskleidung 23 versehenen zentrischen Bohrung im Schaffteil 10.3 der Abschlußarmatur 10. Das Befüllen mit Füllgas erfolgt unter Argongas-Atmosphäre, und nach dem Befüllen wird die Abschlußarmatur 10 im Bereich 10.4 gasdicht verschweißt.

FIG 2 zeigt deutlicher als FIG 1B, daß die Auskleidung 23 an ihrem inneren Ende mit der Abschlußarmatur 10, verschweißt ist, siehe die Ringschweißnaht 23.1. Diese röhrenförmige Auskleidung 23 hat die Funktion eines Pumpstutzenrohres. Wenn der schaftförmige Teil 10.3 der Abschlußarmatur 10 noch "offen" ist, d.h., die Abschlußkappe 24 noch nicht auf den Schaft 10.3 aufgesetzt und mittels der Ringschweißnaht 10.4 verbunden ist, dann kann über einen nicht näher dargestellten Anschlußkopf, welcher auf das Ende des Auskleidungsröhrchens 23 aufgesetzt wird, über das noch offene Ende (dieses Ende ist in FIG 1B und FIG 2 im zugequetschten Zustand dargestellt) Argon unter Druck eingefüllt werden. Ist der erforderliche Gasdruck in der Spaltkammer 2 erreicht, dann kann dieses konische Ende 23.2 des Auskleidungsröhrchens 23 - noch bei aufgesetztem Anschlußkopf der Füllstation - zugequetscht werden. Durch Kaltverschweißen wird eine Gasdichtigkeit erreicht, so daß der Anschlußkopf abgenommen werden kann und dabei kein Argongas aus der Spaltkammer 2 entweicht. Daran anschließend wird die Abschlußkappe 24 aufgesetzt und (wie erwähnt) längs der Schweißnaht 10.4 verschweißt.

FIG 2 zeigt einige weitere Details im Bezug auf die Gas-Verbindungskanäle und die Feinschlitzung. Der Radialkanal 25 durchdringt den Kontaktkörper A0 in seinem ungeschlitzten Bereich, er mündet in den äußersten Spaltraum 2i zwischen der Kathode K1 und der gegenüberliegenden Anode A1, wobei durch eine Ringnut 26 am Außenumfang des ungeschlitzten Teils des Kontaktkörpers K1 und Bohrungen 27 im topfförmigen Isolierkörper 3.1b ein immer freier Gasweg garantiert ist. Zu den übrigen Spalträumen gelangt das Argon über die Schlitze, welche von freien Ende des Kontaktkörpers A0 bis hin zu der gestrichelten, gekrümmten, umlaufenden Fläche 21' reichen. Das Kontaktröhr 4, d.h. sein verjüngtes Ende 4b, reicht nicht bis zu dieser gekrümmten Fläche 21', sondern es ist ein Abstand a_5 in axialer Richtung vorgesehen, so daß das Argongas vom Zentralkanal 18 des Kontaktkörpers A0 über die Schlitze in die einzelnen Spalträume zwischen die Elektroden K_i und A_i , sowie auch in den Raum zwischen der Elektrode A3 und dem Kontaktröhr 4 gelangen kann. Hierzu sind weitere Ringaussparungen bzw. Ringnuten 26 und Bohrungen 27 an den Enden der Isolierkörper 3.2b und 3.3b vorgesehen. In der Wand des Kontaktröhr 4 befindet sich weiterhin wenigstens eine Radialbohrung 28, durch welche das Argongas auch in den Ringraum 4i zwischen Kontaktröhr 4 und innerster Elektrode A3 gelangen kann. Die Ringaussparungen 26 werden durch die nicht näher bezeichneten axial-radial verlaufenden Schlitze, die beim Ausführungsbeispiel nach FIG 2 bis zu der gestrichelt dargestellten Linie 21' reichen, angeschnitten, so

daß die geschilderte Gasverbindung vom zentralen Raum 18 des zweiten Kontaktkörpers A0 zu den einzelnen Spalträumen 2i besteht. Durch sinngemäß gleiches Vorgehen wird auch über Schlitze und Ringnuten im Kontaktkörper K0 sowie Bohrungen in den Isolierkörpern 3.1 und 3.2 das Füllgas den Spalträumen 2i zugeführt.

Der geschilderte Aufbau des Meßgeräts ermöglicht es, eine sehr hohe Empfindlichkeit zu erzielen und trotzdem mit einem Außendurchmesser von ca. 30 mm auszukommen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel besteht der rohrförmige Außenmantel aus einer korrosionsbeständigen Edelstahllegierung, insbesondere aus Inconel, er kann auch aus Titan oder Zirkon bestehen. Die zwischen der Außenelektrode K1 und dem Kontaktröhr 4 angeordneten Elektroden A1, K2, A2, K3, A3 bestehen aus Titan und sind auf ihren Innen- und Außenmantelflächen mit Spaltstoff 235 U beschichtet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind fünf jeweils Kathode und Anode bildende Elektrodenpaare K1-A1, A1-K2, K2-A2, A2-K3 und K3-A3 vorgesehen, und die Länge des Meßgeräts betrug z.B. 300 mm. Das Meßgerät funktioniert auch, wenn man die Polaritäten +P, -P miteinander vertauscht, so daß die Erfindung auch eine Ausführung umfaßt, bei der die Kathoden K1 bis K3 zu Anoden und die Anoden A1 bis A3 zu Kathoden werden. Aus Gründen der zeichnerischen Darstellbarkeit sind die Metallhülse 20.4 und die Metallkappe 20.5 in FIG 1A nicht gezeigt, sondern nur in FIG 3. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante ist die Metallhülse 20.4 mit dem hohlzylindrischen Vorsprung 19 integral, und letzterer bildet dann einen separaten Tubus, der im Axialbereich a_{21} der Durchführungsbohrung 6 (die in diesem Axialbereich auf den Außendurchmesser des Tubus abzustimmen wäre) gasdicht eingesetzt ist (der ringförmige Dichtsitz ist zweckmäßigerweise mit einer Dichtschweißung zu versehen). - Die Erfindung umfaßt weiterhin auch zweistückige (statt der dargestellten einstückigen) Ausführungsformen für die Isolierkörper-Buchse 3.3 (FIG 1A) und für das topfförmige Isolierstück 3.1b (FIG 1B, FIG 2). Bei ersterer würde dann der nach links weisende tubusförmige Ansatz 3.3a als gesonderter Tubus ausgeführt, getrennt vom Mittelteil 3.3c mit seinem Ringansatz 3.30. Bei letzterem wurde die Trennfläche eine Ringfläche sein, die auf dem Innendurchmesser D_1 liegen würde, d.h. der "Topfboden" wäre von einer "Topfwand" umfaßt. Die vorerwähnten drei Möglichkeiten, die komplizierten Bauteile K0, 3.3 und 3.1b zu unterteilen, dienen der Fertigungsvereinfachung.

Bezugszeichenliste

- | | |
|---|-----------------|
| 1 | = Gehäusemantel |
| 2 | = Spaltkammer |

E	= rohrförmige Elektroden	14	= Sacklochbohrung innerhalb von K0	
d ₁	= Ringspalt bzw. radialer Abstand benachbarter Elektroden	16	= Umfangsflächenabschnitte an A0	
A1, A2, A3	= Anoden	17	= Stufenflächen an A0 bzw. Ringschulterflächen	
K1, K2, K3	= Kathoden	5	d ₃	= axialer Spalt
3, 3b	= Isolierkörper, allgemein	17	a ₄	= Axialbereich an (3.3)
d ₂	= Ringspalt zwischen (A3) und (4)	3.3a	= tubusförmiger Ansatz an (3.3)	
4	= Kontaktrohr	3.30	= Ringansatz an (3.3)	
-P	= erste bzw. Masse-Polarität	3.3c	= Mittelteil von (3.3)	
K0	= erster Kontaktkörper	18	= zentrische Durchgangsbohrung an (A0)	
+P	= zweite bzw. Plus-Polarität	d ₄	= Ringspalt zwischen (5) und (K0)	
A0	= zweiter Kontaktkörper	19	= hohlzylindrischer Vorsprung an (K0)	
5	= Metallmantelkabel	20	= Kabelendverschluß	
5.1	= Außenleiter von (5)	15	= Multikontaktstecker	
5.2	= Kabelseele von (5)	15.1	= Kontaktfinger	
5.3	= Isolierstoffmantel zwischen (5.2) und (5.1)	15.2	= Kontaktfußteil	
k01	= axialer Ansatz an K0	20.1	= Zylindermantelflächen an (20)	
a ₁	= Axialbereich innerhalb von (K01)	20.2	= konische Übergangsflächen an (20)	
6	= Durchführungsbohrung	20.3	= Zylindermantelflächen an (20) kleineren Durchmessers	
7	= Spaltstoff-Beschichtung im Ausschnitt	20.4	= Metallhülse an (20)	
2i	= einzelne Spalträume innerhalb von (2)	20.5	= Metallkappe an (20)	
x-x	= Längsachse	21	= achsnormale Ebene bei (A0)	
1a	= erstes Gehäuseende	f ₁	= Pfeilrichtung	
1b	= zweites Gehäuseende	22	= Füllkanal	
a ₂	= axialer Überstand am Ende (1a)	18	= zentrische Durchgangsbohrung an (A0)	
a _{2,1}	= Teil von (a ₂)	22.1	= Kanalabschnitt bzw. zentrale Öffnung an (3.1b)	
a ₃	= axialer Überstand am Ende (1b)	22.2	= weiterer Kanalabschnitt von (22)	
a _{3,1}	= Teil von (a ₃)	23	= Auskleidung von (22.2)	
9a	= Dichtsitz am Ende (1a)	10.4	= Bereich an (10.3) als Ringschweißnaht	
9b	= Dichtsitz am Ende (1b)	23.1	= Ringschweißnaht	
101/11		24	= Abschlußkappe	
102	= umlaufende Kontaktflächen an K0	23.2	= konisches Ende an (23)	
103		25	= Radialkanal	
3.1		26	= Ringnut	
3.2	= Isolierkörper im einzelnen am Gehäuseende (1a), und zwar	27	= Bohrungen an (3.1b, 3.2b, 3.3b)	
3.3		21'	= gestrichelte, umlaufende Fläche	
3.1		4i	= Ringraum	
3.2	= Isolierkörper-Ringe	a ₅	= Abstand	
3.3	= Isolierkörper-Buchse	28	= Radialbohrung in (4)	
3.1 b				
3.2 b	= Isolierkörper am Gehäuseende (1b)			
3.3 b				
11	= Umfangsflächenabschnitte an K0			
12	= Stufenflächen an K0 bzw. Ringschulterflächen			
13	= verdickter Ringkragen an (3.1, 3.2 und 3.3)			

Patentansprüche

1. Neutronenmeßgerät

- mit einer von einem zylindrischen länglichen Gehäusemantel (1) gasdicht umge-

Patentansprüche

1. Neutronenmeßgerät

- mit einer von einem zylindrischen länglichen Gehäusemantel (1) gasdicht umge-

- benen, ein Füllgas aufweisenden Spaltkammer (2),
- mit einer Anzahl von Anoden (A1, A2, A3) und Kathoden (K1, K2, K3), die konzentrisch zueinander und abwechselnd zugeordnet sind, wobei am einen und am anderen Ende (1a, 1b) die jeweils äußere die nächst innere Elektrode (E) axial überragt,
 - mit einer Beschichtung (7) aus einem spaltbaren Material auf zumindest einer der beiden Elektroden (E) eines Anoden-Kathoden-Paares (A1-K1; A2-K2; A3-K3),
 - mit einer Anzahl von ringförmigen Isolierkörpern (3; 3.1, 3.2, 3.3; 3.1b, 3.2b, 3.3b), die die Elektroden (E) auf Abstand (d_1) halten,
 - mit einem ersten abgestuften Kontaktkörper (K0), welcher an dem einen Ende (1a) in die Kathoden (K1, K2, K3) geschoben ist und diese miteinander sowie mit einer ersten Polarität (-P) elektrisch verbindet und welcher das eine Ende der Anoden (A1, A2, A3) mittels der an ihm sitzenden ersten ringförmigen Isolierkörper (3.1, 3.2, 3.3) isoliert zur ersten Polarität (-P) haltet, und
 - mit einem zweiten abgestuften Kontaktkörper (A0), der an dem anderen Ende (1b) in die Anoden (A1, A2, A3) geschoben ist und diese miteinander und mit einer zweiten Polarität (+P) elektrisch verbindet und welcher das andere Ende der Kathoden (K1, K2, K3) mittels der an ihm sitzenden zweiten ringförmigen Isolierkörper (3.1b, 3.2b, 3.3b) isoliert zur zweiten Polarität (+P) haltet.
2. Neutronenfluß-Meßgerät nach Anspruch 1, wobei die Kontaktkörper (K0, A0) einen etwa tanenbaumartigen, nach innen sich stufenförmig verjüngenden Querschnitt aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der axialen Länge der Umfangsflächenabschnitte (11) der Kontaktkörper (K0, A0), welche zu ihren Außenumfangsabschnitten (101 bzw. 104) mit dem größten Durchmesser stufenförmig abgesetzt sind, je ein aufgeschobener ringförmiger Isolierkörper (3.1, 3.2, 3.3 bzw. 3.2b, 3.3b) und axial anschließend das kontaktgebende Ende (102, 103 bzw. 105, 106) der jeweils zu kontaktierenden Elektrode (K2, K3 bzw. A2, A3) angeordnet sind, wobei die Isolierkörper (3.1, 3.2 3.3 bzw. 3.2b, 3.3b) eine in radialer und axialer Richtung isolierte, kriechstromresistente Lagerung der jeweiligen Gegenelektrode (A1, A2, A3 bzw. K2, K3) bilden.
3. Neutronenfluß-Meßgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ringförmigen Isolierkörper (3.1, 3.2, 3.3; 3.2b, 3.3b) mit einem verdickten Ringkragen (13) an der durch die Abstufung gebildeten Ringschulterfläche (12; 17) des Kontaktkörpers (K0; A0) anliegen, wobei zwischen dem Ende der Gegenelektrode (A1, A2, A3; K2, K3) und dem Ringkragen (13) ein axialer Spalt (d_3) für die thermische Längendehnung der jeweiligen Gegenelektrode gebildet ist.
4. Neutronenfluß-Meßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der erste Kontaktkörper (K0) als gasdichte Durchführung für die beiden Anschlußleiter (5.1, 5.2) der ersten und der zweiten Polarität (-P, +P) ausgebildet und hierzu mit einer zentralen Durchgangsbohrung (6) versehen ist und der dem ersten Kontaktkörper (K0) gegenüberliegende zweite Kontaktkörper (A0) ebenfalls eine zentrale Bohrung (18) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die zentrale Bohrung (18) des zweiten Kontaktkörpers (A0) ein Kontaktrohr (4) kontaktgebend eingesetzt ist, daß dieses Kontaktrohr (4) die Spaltkammer (2) zentrisch durchdringt und bis in den Bereich des ersten Kontaktkörpers (K0) hineingeführt ist, daß das Kontaktrohr (4) unter Zwischenschaltung eines buchsenförmigen Isolierkörpers (3.3) am Innenumfang des ersten Kontaktkörpers (K0) elektrisch isoliert abgestützt ist und daß ein koaxiales Metallmantelkabel (5) durch die zentrale Durchgangsbohrung (6) des ersten Kontaktkörpers (K0) gasdicht hindurchgeführt ist, mit einer zentralen Kabelseele (5.2) in den Innenraum des buchsenförmigen Isolierkörpers (3.3) mündet und dort mit der Kabelseele (5.2) über einen Kabelendverschluß (20) an einen Multi-Kontaktstecker (15) angeschlossen ist, welcher letzterer am Innenumfang des Kontaktrohres (4) kontaktgebend-elastisch anliegt.
5. Neutronenfluß-Meßgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Multi-Kontaktstecker (15) mehrere Kontaktfinger (15.1) aufweist, welche unter elastischer Deformation radial gegen den Innenumfang des Kontaktrohres (4) gehalten sind und sich von einem Kontaktfußteil (15.2) in das Kontaktrohr hinein erstrecken, wobei der Kontaktfußteil (15.2) über eine Metallkappe (20.5) des gasdichten Kabelendverschlusses (20) mit der Kabelseele (5.2) im Bereich des Innenraums des buchsenförmigen Isolierkörpers (3.3) verbunden ist.

6. Neutronenfluß-Meßgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der radial innersten (A3) bis zur radial äußersten Elektrode (K1) die axiale Elektrodenlänge von Elektrode zu Elektrode stufenförmig zunimmt. 5
7. Neutronenfluß-Meßgerät nach Anspruch 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die radial äußerste Elektrode (K1) als Gehäusemantel ausgebildet und mit einer Umfangsfläche (101) des einen Kontaktkörpers (K0) kontaktgebend und gasdicht verbunden ist. 10
8. Neutronenfluß-Meßgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das koaxiale Metallmantelkabel (5) mit einem Außenmantel (5.1) als Massepolarität (-P) innerhalb einer Teilstrecke (a_1) der zentralen Durchgangsbohrung (6) des ersten Kontaktkörpers (K0) an deren Innenumfangsflächen kontaktgebend anliegt. 15 20
9. Neutronenfluß-Meßgerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der rohrförmige Außenmantel der Kathode (K1) in unbeschichteter Ausführung aus einer korrosionsbeständigen Metall-Legierung bzw. einem Metall, beispielsweise aus Inconel, Titan oder Zirkon besteht. 25 30
10. Neutronenfluß-Meßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß - die Außenelektrode (K1) in Gestalt des rohrförmigen Außenmantels und die innerste Elektrode (A3) mitgerechnet - fünf jeweils Kathode und Anode bildende Elektrodenpaarungen (K1-A1, A1-K2, K2-A2, A2-K3, K3-A3) vorgesehen sind. 35 40
11. Neutronenfluß-Meßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der radiale Abstand (d_1) von Elektrode zu Elektrode 0,5 bis 1 mm beträgt. 45

Claims

1. A neutron measuring instrument
- with a fission chamber (2) having a filling gas and, surrounded in a gas-tight manner by a cylindrical oblong housing jacket (1), 50
 - with a number of anodes (A1,A2,A3) and cathodes (K1, K2, K3), which are associated with each other concentrically and alternately, wherein on one end and on the other end (1a, 1b) the respective outer (electrode) projects axially beyond the next inner electrode (E), 55

- with a coating (7) of a fissionable material on at least one of the two electrodes (E) of an anode-cathode pair (A1-K1; A2-K2; A3-K3),
- with a number of annular insulating bodies (3; 3.1, 3.2, 3.3; 3.1b, 3.2b, 3.3b), which keep the electrodes (E) at a distance (d_1),
- with a first stepped contact body (KO) which is pushed at one end (1a) into the cathodes (K1,K2,K3) and connects these electrically to each other as well as to a first polarity (-P) and which holds one end of the anodes (A1,A2,A3) insulated from the first polarity (-P), by means of the first annular insulating bodies (3.1, 3.2, 3.3) seated on it, and
- with a second stepped contact body (AO) which is pushed at the other end (1b) into the anodes (A1, A2, A3) and connects these electrically to each other and to a second polarity (+P) and which holds the other end of the cathodes (K1, K2, K3) insulated from the second polarity (+P), by means of the second annular insulating bodies (3.1b, 3.2b, 3.3b) seated on it.

2. A neutron flux-measuring instrument according to claim 1, wherein the contact bodies (KO,AO) have an approximately Christmas tree cross-section tapering in steps inwardly, characterised in that arranged in each case along the axial length of the peripheral face sections (11) of the contact bodies (KO,AO) which are offset in steps to their outer peripheral sections (101 or 104) having the largest diameter, there is an inserted annular insulating body (3.1, 3.2, 3.3 or 3.2b, 3.3b) and axially adjoining the contacting end (102, 103 or 105, 106) of the respective electrode to be contacted (K2, K3 or A2, A3), wherein the insulating bodies (3.1, 3.2, 3.3 or 3.2b, 3.3b) form an arrangement of the respective counter-electrode (A1, A2, A3 or K2, K3) insulated in the radial and axial direction and resistant to leakage current.

3. Neutron flux-measuring instrument according to claim 1 or 2, characterised in that the annular insulating bodies (3.1, 3.2, 3.3; 3.2b, 3.3b) with a thickened annular collar (13) resting on the annular shoulder face (12;17) of the contact body (KO;AO) formed by the stepping, wherein formed between the end of the counter-electrode (A1, A2, A3; K2, K3) and the annular collar (13) there is an axial gap (d_3) for the thermal linear expansion of the respective counter-electrode.

4. A neutron flux-measuring instrument according to one of claims 1 to 3, wherein the first contact body (KO) is formed as a gas-tight bushing for the two connecting terminals (5.1, 5.2) of the first and the second polarity (-P, +P) and is provided in addition with a central through-hole (6) and the second contact body (AO) opposite the first contact body (KO) also has a central bore (18), characterised in that a contact tube (4) is inserted in a contacting manner into the central bore (18) of the second contact body (AO), in that this contact tube (4) penetrates the fission chamber (2) centrally and is led into the region of the first contact body (KO), in that the contact tube (4), with intermediate connection of a bush-shaped insulating body (3.3), is supported in an electrically insulating manner on the inner periphery of the first contact body (KO) and in that a coaxial metal-sheathed cable (5) is led through the central through-hole (6) of the first contact body (KO) in a gas-tight manner, opening with a central cable core (5.2) into the inner chamber of the bush-shaped insulating body (3.3) and is connected there with the cable core (5.2) by way of a cable sealing end (20) on a multi-contact plug (15), the latter resting on the inner periphery of the contact tube (4) in a contacting and flexible manner.
5. A neutron flux-measuring instrument according to claim 4, characterised in that the multi contact plug (15) has several contact fingers (15.1), which are held with elastic deformation radially against the inner periphery of the contact tube (4) and extend from one contact foot part (15.2) into the contact tube, wherein the contact foot part (15.2) is connected by way of a metal cap (20.5) of the gas-tight cable sealing end (20) with the cable core (5.2) in the region of the inner chamber of the bush-shaped insulating body (3.3).
6. A neutron flux-measuring instrument according to claim 1, characterised in that the axial electrode length from the radially innermost (electrode) (A3) to the radially outermost electrode (K1) increases in steps from electrode to electrode.
7. A neutron flux-measuring instrument according to claim 1 to 6, characterised in that the radially outermost electrode (K1) is formed as a housing jacket and connected with a peripheral face (101) of one contact body (KO) in a contacting manner and gas-tight manner.

8. A neutron flux-measuring instrument according to claim 4, characterised in that the coaxial metal-sheathed cable (5) rests with an outer jacket (5.1) as earth polarity (-P) in a contacting manner inside a partial section (a_1) of the central through-hole (6) of the first contact body (KO) on the inner peripheral faces thereof.
9. A neutron flux-measuring instrument according to claim 7, characterised in that the tubular outer jacket of the cathode (K1) consists in an uncoated embodiment of a corrosion-resistant metal alloy or a metal, for example of inconel, titanium or zircon.
10. A neutron flux-measuring instrument according to one of claims 1 to 9, characterised in that including the outer electrode (K1) in the form of the tubular outer jacket and the innermost electrode (A3), there are provided five electrode pairs (K1-A1, A1-K2, K2-A2, A2-K3, K3-A3) forming in each case cathodes and anodes.
11. A neutron flux-measuring instrument according to one of claims 1 to 10, characterised in that the radial spacing (d_1) from electrode to electrode is 0.5 to 1 mm.

Revendications

1. Appareil de mesure de neutrons comprenant
- une chambre à fission (2), entourée d'une manière étanche au gaz d'une enveloppe (1) cylindrique, oblongue et formant boîtier et contenant un gaz de remplissage,
 - un certain nombre d'anodes (A1, A2, A3) et de cathodes (K1, K2, K3), qui sont disposées concentriquement les unes par rapport aux autres et en alternance, l'électrode extérieure dépassant axialement de l'électrode (1) intérieure suivante à l'une et à l'autre extrémité (1A, 1B),
 - un revêtement (7) en matière fissile sur au moins l'une des deux électrodes (1) d'un couple d'anode et de cathode (A1 et K1; A2 et K2; A3 et K3),
 - un certain nombre d'anneaux isolants (3; 3.1, 3.2, 3.3; 3.1b, 3.2b, 3.3b) qui maintiennent les électrodes (1) à distance (d_1)
 - une première pièce de contact (40) à échelons, qui est enfilée à l'une des extrémités (1a) dans les cathodes (K1, K2, K3), et qui les relie électriquement les unes aux autres ainsi qu'à une première

- polarité (-P), et qui maintient l'une des extrémités des anodes (A1, A2, A3) isolée par rapport à la première polarité (-P) au moyen des premiers anneaux isolants (3.1, 3.2, 3.3) qui s'y appliquent, et
- une deuxième pièce de contact (A0) à échelons, qui est enfilée à l'autre extrémité (1b) dans les anodes (A1, A2, A3) et qui les relie électriquement entre elles et à une seconde polarité (+P) et qui maintient l'autre extrémité des cathodes (K1, K2, K3) isolée par rapport à la seconde polarité (+P) au moyen des deuxièmes anneaux isolants (3.1b, 3.2b, 3.3b) qui s'y appliquent.
2. Appareil de mesure de flux de neutrons suivant la revendication 1, les pièces de contacts (K0, A0) ayant une section transversale s'amin-
cissant par échelon vers l'intérieur sensiblement en forme de sapin,
caractérisé en ce que, sur la longueur axiale de la partie de surface périphérique (11) des pièces de contact (K0, A0), qui sont en retrait par rapport à leurs parties périphériques extérieures (101 et 104) ayant le diamètre le plus grand, sont enfilés respectivement un anneau isolant (3.1, 3.2, 3.3 et 3.2b, 3.3b) et à la suite axialement, l'extrémité (102, 103 et 105, 106) donnant le contact de l'électrode (K2, K3 et A2, A3) dont on doit assurer le contact, l'anneau isolant (3.1, 3.2, 3.3 et 3.2b, 3.3b) formant une portée, isolée dans la direction radiale et axiale et résistante au courant de fuite, pour les contre-électrodes respectives (A1, A2, A3 et K2, K3).
3. Appareil de mesure de flux de neutrons suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les anneaux isolants (3.1, 3.2, 3.3; 3.2b, 3.3b) s'appliquent, par un collet (13) annulaire épaissi, à la surface annulaire d'épaulements (12; 17) formés par l'échelonnement des pièces de contact (K0, A0), un intervalle (d₃) axial pour la dilatation thermique en longueur de la contre-électrode étant formé entre l'extrémité de la contre-électrode (A1, A2, A3; K2, K3) et le collet (13) annulaire.
4. Appareil de mesure du flux de neutrons suivant l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la première pièce de contact (K0) est constituée en traversée étanche au gaz pour les deux conducteurs de raccordement (5.1, 5.2) ayant la première et la seconde polarités (-P, +P) et est munie, à cet effet, d'un trou traversant (6) central, tandis que la deuxième pièce de contact (A0) opposée à la première pièce de contact (K0) comporte également un trou (18) central, caractérisé en ce que, dans le trou (18) central de la deuxième pièce de contact (A0), est inséré de manière à donner un contact, un tube de contact (4), en ce que ce tube de contact (4) passe au centre de la chambre à fission (2) et va jusque dans la région de la première pièce de contact (K0), en ce que le tube de contact (4) est appuyé avec isolation électrique et interposition d'une pièce isolante (3.3) en forme de douille sur le pourtour intérieur de la première pièce de contact (K0), et en ce qu'un câble (5) coaxial à gaine métallique est guidé de manière étanche au gaz dans le trou (6) central traversant de la première pièce de contact (K0), déhouche par une âme centrale (5.2) de câble à l'intérieur de la pièce isolante (3.3) en forme de douille et y est raccordé par l'âme de câble (5.2) par l'intermédiaire d'un dispositif de fermeture de câble (20) à un connecteur (15) à contacts multiples, qui applique ce dernier de manière élastique et donnant le contact au pourtour intérieur du tube de contact (4).
5. Appareil de mesure du flux de neutrons suivant 4, caractérisé en ce que le connecteur (15) à contacts multiples comporte plusieurs doigts de contact (15.1), qui sont maintenus radialement par déformation élastique sur le pourtour intérieur du tube de contact (4), et qui s'étendent d'un pied de contact (15.2) dans le tube de contact, le pied de contact (15.2) étant relié par un capuchon métallique (20.5) du dispositif de fermeture (20) de l'extrémité de câble étanche au gaz à l'âme du câble (5.2) à l'intérieur de la pièce isolante (3.3) en forme de douille.
6. Appareil de mesure du flux de neutrons suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la longueur axiale de l'électrode augmente par échelon d'une électrode à l'autre de l'électrode (A3) radialement la plus à l'intérieur à l'électrode (K1) radialement la plus à l'extérieur.
7. Appareil de mesure du flux de neutrons suivant 1 ou 6, caractérisé en ce que l'électrode (K1) radialement la plus à l'extérieur est constituée en enveloppe formant boîtier et est reliée d'une manière à donner le contact et étanche au gaz à une surface de pourtour (101) de l'une des pièces de contact (K0).
8. Appareil de mesure du flux de neutrons suivant 4, caractérisé en ce que le câble (5) coaxial à gaine métallique s'applique, par une

surface latérale extérieure (5.1) servant de polarité de masse (-P) dans une zone (a_1) du trou (6) central traversant de la première pièce de contact (K0), à la surface du pourtour intérieur de ce trou de manière à donner un contact.

5

9. Appareil de mesure du flux de neutrons suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la surface latérale extérieure tubulaire de la cathode (K1) est, quand elle n'est pas revêtue, en un alliage métallique ou en un métal résistant à la corrosion, par exemple en Inconel, en titane ou en zirconium.

10

10. Appareil de mesure du flux de neutrons suivant l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'électrode extérieure (K1) et l'électrode (A3) la plus à l'intérieur, y compris cinq couples d'électrodes formant respectivement une cathode et une anode (K1-A1, A1-K2, K2-A2, A2-K3, K3-A3) sont prévus sous la forme de la surface latérale extérieure tubulaire.

15

20

11. Appareil de mesure du flux de neutrons suivant l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la distance (d_1) radiale d'une électrode à l'autre est comprise entre 0,5 et 1 mm.

25

30

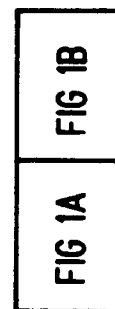
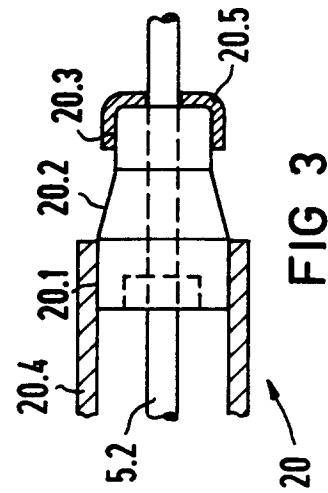
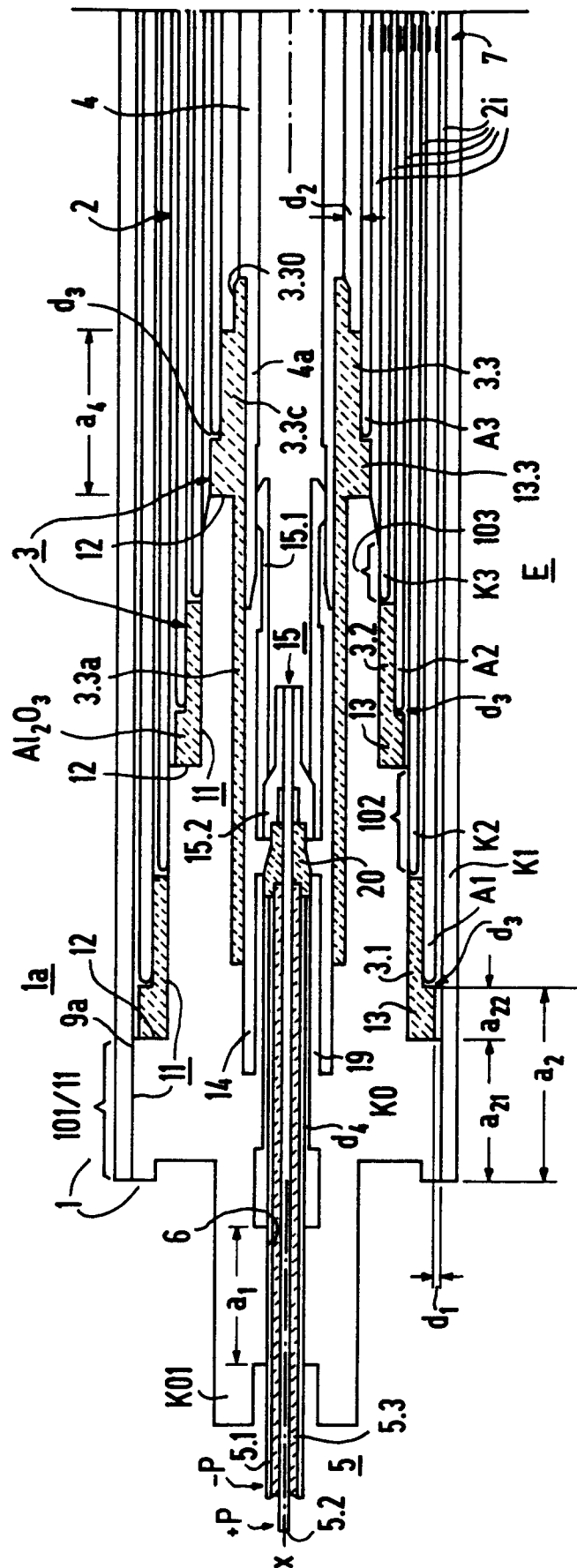
35

40

45

50

55



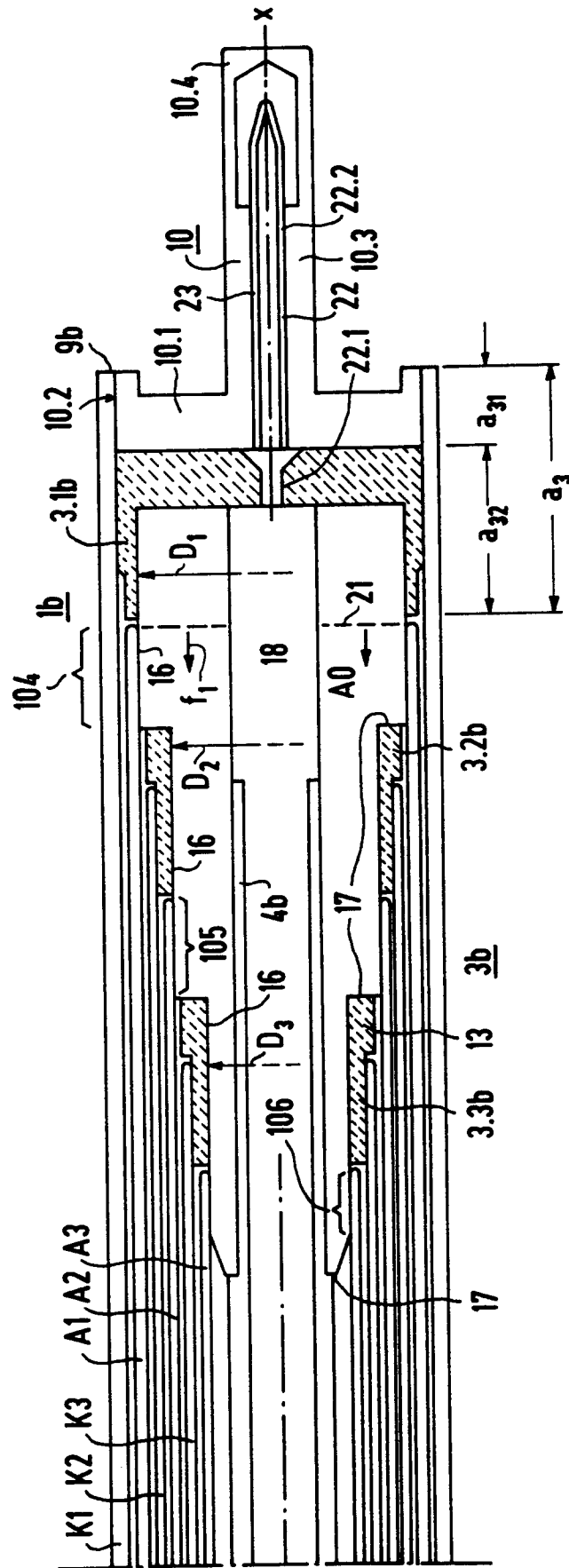


FIG 1B

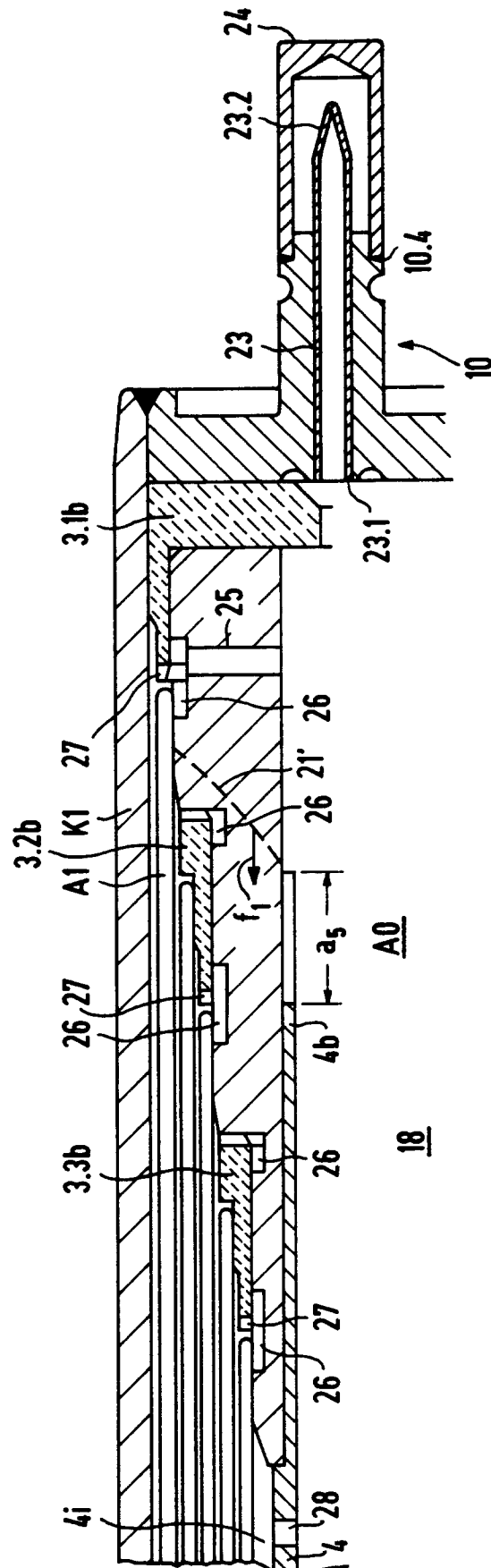


FIG 2