



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 671 851 A5

⑤ Int. Cl.⁴: G 21 C 9/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 4031/86

㉒ Anmeldungsdatum: 08.10.1986

③① Priorität(en): 09.10.1985 US 785816

㉔ Patent erteilt: 29.09.1989

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 29.09.1989

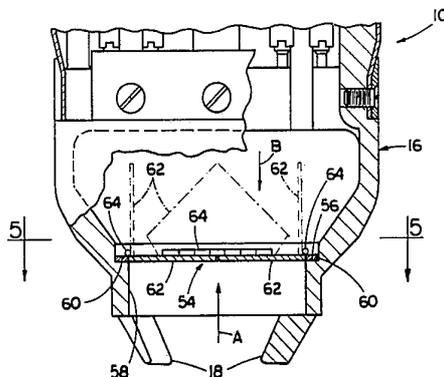
⑦③ Inhaber:
Westinghouse Electric Corporation,
Pittsburgh/PA (US)

⑦② Erfinder:
Taleyarkhan, Rusi Pesi, Pittsburgh/PA (US)

⑦④ Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

⑤④ **Kernbrennstoffanordnung, insbesondere für einen Siedewasserreaktor.**

⑤⑦ Am einlassseitigen End-Anschluss (16) einer insbesondere in einem Siedewasserreaktor verwendbaren Kernbrennstoffanordnung (10) befindet sich eine fluiddruckabhängige Einweg-Ventileinrichtung (54), die einem Kühlmittelstrom durch einen Einlasskanal (58) des Anschlusses in einen Kernbrennstoffelemente enthaltenden äusseren Strömungskanal (12) im wesentlichen ungehinderten Durchlass gewährt, einen Kühlmittel-Rückfluss aus dem Strömungskanal (12) durch den Einlasskanal (58) jedoch im wesentlichen verhindert. Wenn in Verbindung mit einem Leitungsbruch im Kühlmittelkreislauf eine Richtungsumkehr der Druckdifferenz über den Einlasskanal (58) eintritt, dann reagiert die Ventileinrichtung (54) unmittelbar und verschliesst den Anschluss-Einlasskanal (58), damit eine rasche Kühlmittelverarmung durch Rückfluss innerhalb der Kernbrennstoffanordnung (10) verhindert wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Kernbrennstoffanordnung, insbesondere für einen Siedewasserreaktor, mit

- einem Bündel in Abständen Seite an Seite sowie im wesentlichen parallel zueinander zugeordneter länglicher Brennstäbe,
- einem das Brennstabbündel umhüllenden rohrartigen äusseren Strömungskanal für ein Kühlmittel, und
- einem Paar Endanschlüssen auf einander gegenüberliegenden Enden der Kernbrennstoffanordnung, wobei
- einer der Endanschlüsse einen Einlasskanal für das Kühlmittel zur Kernbrennstoffanordnung und durch diese hindurch zum Strömungskanal bildet,

dadurch gekennzeichnet, dass der Einlassendanschluss (16) eine fluiddruckabhängige Einweg-Ventileinrichtung (54) aufweist, welche dem Einlasskanal (58) zugeordnet und so angeordnet ist, dass sie das Kühlmittel im wesentlichen unbehindert durch den Einlasskanal zu dem Strömungskanal (12) fließen lässt, aber einen Kühlmittel-Rückfluss aus dem Strömungskanal durch den Einlasskanal im wesentlichen verhindert.

2. Kernbrennstoffanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventileinrichtung (54) aus mehreren komplementären Ventiltteilen (62) zusammengesetzt ist, die unabhängig voneinander in geöffnete und geschlossene Ventilstellungen in bezug auf den Einlasskanal (58) bewegbar sind.

3. Kernbrennstoffanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventileinrichtung (54) scheibenförmig gestaltet und so angeordnet ist, dass sie sich in der geöffneten Ventilstellung im wesentlichen in einer zur Längsachse des Einlasskanals (58) parallel verlaufenden Ebene erstreckt.

4. Kernbrennstoffanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventileinrichtung (54) als auf einem Innenoberflächenabschnitt (56) des Einlassendanschlusses (16) schwenkbar angebrachtes Klappenventil ausgebildet und nahe dem Einlasskanal (58) angeordnet ist.

5. Kernbrennstoffanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Klappenventil (54) ein zusammengesetztes Ventil mit mehreren Klappenabschnitten (62) ist, welche individuell auf dem Innenoberflächenabschnitt (56) abgestützt und so unabhängig voneinander schwenkend bewegbar sind, dass die Klappenabschnitte sich in ihren offenen Ventilstellungen von dem Innenoberflächenabschnitt in im wesentlichen zur Längsachse des Einlasskanals (58) parallelen Ebenen erstrecken, in ihren geschlossenen Ventilstellungen jedoch eine sich über den Einlasskanal hinweg erstreckende gemeinsame Ebene und dicht schliessende Lage zueinander einnehmen.

6. Kernbrennstoffanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenoberflächenabschnitt (56) des Einlassendanschlusses (16) eine Schulterfläche ist, auf der das Klappenventil (54) in der geschlossenen Ventilstellung aufliegt und die das Ventil in der Kühlmittel-Rückflussrichtung gegen eine Bewegung über die Ventilschliessstellung hinaus absichert.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kernbrennstoffanordnung, insbesondere für einen Siedewasserreaktor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Im Verlauf des im Betrieb eines Kernreaktors stattfindenden Kernspaltungsprozesses werden in den Brennelementen bzw. Brennstäben des Reaktors grosse Mengen an Energie in Form von Wärme freigesetzt. Diese Wärme wird mittels eines unter Wärmeaustausch über die Brennelemente geleiteten Kühlmittels abgeführt und an anderer Stelle dem Kühlmittel zwecks Umsetzung in Nutzarbeit entzogen.

Eine typische Kernbrennstoffanordnung umfasst eine Anzahl in einer Gruppe zusammengefasster Kernbrennstäbe, und mehrere solche in Form einer Matrix angeordnete Brennstoffanordnungen bilden zusammen eine auch als Core bezeichnete Spaltzone eines Kernreaktors, die zur selbstunterhaltenden Kernspaltreaktion fähig ist. Die Spaltzone ist in eine als den Brennstäben Wärme entziehendes Kühlmittel und zusätzlich als Neutronenmoderator dienende strömende Flüssigkeit wie Leichtwasser eingetaucht. Bei einem Siedewasserreaktor (BWR) ist die Brennstoffanordnung üblicherweise in Bündel von vier Kernbrennstäben unterteilt, welchen ein einziger Steuerstab zugewiesen und in dieses Bündel einfahrbar ist, um die Reaktivität des Kerns zu steuern. Der Steuerstab besitzt üblicherweise die Form einer Brennstoffzelle des Reaktorkerns. In jedem Bündel von Brennstäben, die in einer $N \times N$ -Anordnung gehalten sind, sind die Brennstäbe im Abstand zueinander parallel gehalten. Jede Brennstoffanordnung ist mit einem rohrartigen äusseren Strömungskanal versehen, welcher die zugeordneten Anreihungen von Brennstäben und sich über ihre ganze Länge erstreckt. An seinen einander entgegengesetzten Enden sind Einlass- bzw. Auslassanschlüsse des äusseren Strömungskanals vorhanden. Durch den gewöhnlich unten angeordneten in einer Tragplatte für die Spaltzone des Reaktors eingepassten Einlassanschluss gelangt das Reaktorkühlmittel in den äusseren Strömungskanal, durchfließt darin die Zwischenräume zwischen den Brennstäben und verlässt die Brennstoffanordnung durch dessen Auslassanschluss.

Bekanntlich wird das aus den Auslassanschlüssen der zahlreichen Brennstoffanordnungen einer Reaktorspaltzone kommende (in einem Siedewasserreaktor dampfförmige) Kühlmittel zur Verrichtung von Nutzarbeit (z.B. zum Antreiben einer Dampfturbine) ausgenutzt und danach der Reaktorspaltzone zwecks Aufnahme neuer thermischer Energie wieder zugeleitet. Bei einem Defekt einer Leitung innerhalb eines solchen Kühlmittelkreislaufs wird einlassseitig im Bereich der Einlassanschlüsse der Kernbrennstoffanordnungen eine Druckabsenkung auftreten. Falls der Leitungsdefekt so schwerwiegend ist, dass infolge der Druckabsenkung im Einlassbereich der Kernbrennstoffanordnungen eine Druckumkehr eintritt, dadurch Kühlmittel gewaltsam zurück in den unteren Plenumbereich der Reaktorspaltzone und weiter in die Kühlmittelumlaufleitung verdrängt wird und es als Folge davon zu einer Kühlmittelverarmung im Bereich der Kernbrennstoffanordnungen kommt, dann droht ein mit der üblichen Abkürzung LOCA (Loss-Of-Coolant-Accident) bezeichneter Kühlmittelverlust-Störfall. Diesen Störfall gilt es zu vermeiden, weil er zur Überhitzung und eventuell zum Schmelzen von Kernspaltmaterial führen kann. Zur Verhütung derartiger Störungen gibt es selbstverständlich Sicherungseinrichtungen; eine davon bildet ein bereits im Anfangsstadium eines LOCA-Störfalls sich automatisch auslösendes Notkühlsystem, welches für ausreichende Kühlung der Spaltzone im abgeschalteten Zustand des Reaktors sorgt. Dennoch kann zwischen dem Eintreten des LOCA-Störfalls und dem Wirksamwerden der Notkühlung ein — wenn auch in Wirklichkeit kleiner — Zeitverzug eintreten, welcher insbesondere bei schnell einsetzender Kühlmittelverarmung im Bereich der Kernbrennstoffanordnungen immer noch zu schwerwiegenden Temperaturausbrüchen der Brennstäbe führen kann. Deshalb ist in den Betriebsvorschriften für Kernkraftwerke mit derartigen Störmöglichkeiten zur weiteren Erhöhung der Betriebssicherheit vorgeschrieben, einen festgelegten Leistungspegel nie zu überschreiten bzw. darunter zu bleiben. Mit einer solchen vorgeschriebenen Leistungsbegrenzung arbeitende Kernkraftwerke führen oft die Kurzbezeichnung «LOCA-beschränkt».

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diesen Nachteil zu überwinden.

Die erfindungsgemässe Kernbrennstoffanordnung mit einem Bündel in Abständen Seite an Seite sowie im wesentlichen par-

allel-zueinander angeordneter länglicher Brennstäbe, einem das Brennstabündel umhüllenden rohrartigen äusseren Strömungskanal für ein Kühlmittel, und einem Paar Endanschlüssen auf einander gegenüberliegenden Enden der Kernbrennstoffanordnung, wobei einer der Endanschlüsse einen Einlasskanal für das Kühlmittel zur Kernbrennstoffanordnung und durch diese hindurch zum Strömungskanal bildet, ist dadurch gekennzeichnet, dass der Einlassendanschluss eine fluiddruckabhängige Einweg-Ventileinrichtung aufweist, welche dem Einlasskanal zugeordnet und so angeordnet ist, dass sie das Kühlmittel im wesentlichen unbehindert durch den Einlasskanal zu dem Strömungskanal fliessen lässt, aber einen Kühlmittel-Rückfluss aus dem Strömungskanal durch den Einlasskanal im wesentlichen verhindert.

Diese am Einlassendanschluss angeordnete Ventileinrichtung gewährt im offenen Ventilzustand dem Kühlmittel ungehinderten Durchtritt zum äusseren Strömungskanal und beeinträchtigt folglich die Kühlwirkung nicht. Wenn jedoch in einer Leitung des Kühlmittelkreislaufs ein Bruch auftritt und im Öffnungsbereich des Einlassendanschlusses eine umgekehrte Druckdifferenz verursacht, dann spricht die fluiddruckabhängige Ventileinrichtung unmittelbar an und sperrt den Einlassendanschluss ab, unterbindet jeglichen Kühlmittelrückfluss schon in der Entstehungsphase und verhindert somit eine rasche Kühlmittelverarmung im Innern des äusseren Strömungskanals. Das gestattet freies Sieden im Behälter und Wärmeübertragung, so dass die Kühlung im Strömungskanal lange genug bis zum Einsetzen der Notkühlung oder anderer Hilfssysteme aufrechterhalten bleibt. Die Erfindung bietet so viel an Sicherheitsreserve, dass ein mit diesen Merkmalen ausgestattete Brennstoffanordnungen aufweisendes Kernkraftwerk ohne LOCA-Beschränkung betrieben werden kann, d.h. mit einer höheren Leistung.

Die fluiddruckabhängige Einweg-Ventileinrichtung kann vorteilhaft aus mehreren komplementären Ventiltteilen zusammengesetzt sein, welche in ihre offenen und geschlossenen Ventilstellungen relativ zum Einlassendanschluss unabhängig voneinander bewegbar sind. Das hat den Vorteil dass beim Klemmen des einen oder anderen Ventiltteils — sofern dieser Fall überhaupt eintritt — die übrigen Ventiltteile unabhängig davon immer noch schliessen und eine unbehinderte, somit rasche Kühlmittelverarmung in der Spaltstoffanordnung verhüten.

In einer bevorzugten Ausführung der erfindungsgemässen Kernbrennstoffanordnung ist die Ventileinrichtung im Einlassendanschluss scheibenförmig gestaltet und so angeordnet, dass sie sich in der geöffneten Ventilstellung im wesentlichen in einer zur Längsachse des Einlasskanals parallel verlaufenden Ebene erstreckt. Sie ist vorzugsweise als auf einem Innenoberflächenabschnitt des Einlassendanschlusses schwenkbar angebrachtes Klappenventil ausgebildet und in Einlasskanalnähe angeordnet. Das Klappenventil kann vorzugsweise als zusammengesetztes Ventil mit mehreren Klappenabschnitten ausgebildet sein, die individuell an dem Innenoberflächenabschnitt abgestützt und so unabhängig voneinander schwenkend bewegbar sind, dass die Klappenabschnitte sich in ihren offenen Ventilstellungen von dem Innenoberflächenabschnitt in zur Längsachse des Einlasskanals im wesentlichen parallelen Ebenen erstrecken, in ihren geschlossenen Ventilstellungen jedoch eine sich über den Einlasskanal hinweg erstreckende gemeinsame Ebene und eine gegenseitig dicht schliessende Lage zueinander einnehmen. Vorzugsweise kann der Innenoberflächenabschnitt des Einlassendanschlusses als Schulterfläche ausgebildet sein, auf der das Klappenventil in der geschlossenen Ventilstellung aufliegt und die das Ventil in der Kühlmittel-Rückflussrichtung gegen eine Bewegung über seine Schliessstellung hinaus absichert.

Nachstehend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine geschnittene und abgebrochene Seitenansicht des

nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels einer Kernbrennstoffanordnung für Siedewasserreaktoren,

Fig. 2 und 3 eine vergrösserte Querschnittsdarstellung entsprechend einer Ebene 2-2 und eine Ansicht von unten entsprechend Linie 3-3 von Fig. 1,

Fig. 4 einen vergrösserten Ausschnitt mit dem unteren Anschluss der Anordnung von Fig. 1 und

Fig. 5 eine Querschnittsdarstellung des unteren Anschlusses in der Ebene 5-5 von Fig. 4.

In der folgenden Beschreibung sind gleiche Einzelheiten mit gleichen Bezugszahlen versehen, jedoch haben allgemeine Positionshinweise wie vorn, hinten, links, rechts, oben, unten und dgl. lediglich beschreibenden Charakter, keine beschränkende Wirkung.

Die in der Zeichnung und insbesondere den Figuren 1 bis 3 dargestellte Kernbrennstoffanordnung 10 ist zur Verwendung in einem Siedewasser-Kernreaktor vorgesehen. Ein länglicher äusserer Strömungskanal 12 erstreckt sich im wesentlichen über die gesamte Länge der Kernbrennstoffanordnung 10 und verbindet einen oberen Anschluss (bzw. obere Halterung) 14 mit einem bodenseitigen bzw. unteren Anschluss 16. Der als Einlass für Kühlmittel in den äusseren Strömungskanal 12 dienende untere Anschluss 16 ist mit mehreren Armen 18 zum Einführen des unteren Anschlusses 16 und der Brennstoffanordnung 10 in eine Reaktorspaltzone (nicht dargestellt) oder in Brennstofflagergestelle, beispielsweise innerhalb einer Endlagerstätte, versehen.

Der äussere Strömungskanal 12 hat einen etwa rechteckigen Querschnitt und besteht aus vier über jeweils einen rechten Winkel miteinander verbundenen senkrechten Wänden 20, deren Innenoberflächen mit mehreren senkrechten Reihen voneinander entfernter Innenrippen 22 besetzt sind. Der äussere Strömungskanal 12 mit seinen Innenrippen 22 ist vorzugsweise aus einem Metall wie einer als Zirkaloy bezeichneten Zirkon-Legierung hergestellt. Oberhalb der Innenrippen 22 sind an den Wänden 20 des Strömungskanals 12 mehrere nach oben ragende Aufnahmezapfen 24 zum Verbinden des oberen Anschlusses 14 mit dem Strömungskanal 12 befestigt.

Zur Verbesserung der Neutronen-Moderierung und Wirtschaftlichkeit ist der äussere Strömungskanal 12 innen mit einem axial durchgehenden hohlen Strömungskreuz 26 ausgestattet, welcher einen offenen inneren Zentralkanal 28 zum Hindurchleiten eines Moderierkühlmittelstroms durch die Brennstoffanordnung 10 bildet und die Brennstoffanordnung in vier separate längliche Abteilungen 30 unterteilt. Das Strömungskreuz 26 hat vier sich im wesentlichen durch die gesamte Länge des Strömungskanals 12 erstreckende, aus entsprechenden länglichen im wesentlichen L-förmigen Metallwinkeln oder Blechteilen 34 zusammengesetzte Radialflügel 32. Diese Blechteile 34 sind mit über ihre gesamte Länge hinweg verteilten Distanzelementen wie Warzen (nicht dargestellt) versehen, welche bei benachbarten Blechteilen sich jeweils paarweise zugekehrt und z.B. durch Schweißen miteinander verbunden sind, so dass stets ein genauer Abstand zwischen den die Radialflügel 32 des Strömungskreuzes 26 bildenden Blechteilen 34 eingehalten ist.

Das hohle Strömungskreuz 26 ist durch Befestigen wie mittels Verschweißen der seitlichen Enden seiner Radialflügel 32 mit den Längsseiten der Innenrippen 22 lagegesichert und zentral in der Brennstoffanordnung 10 an den winklig zueinander stehenden Wänden 20 des äusseren Strömungskanals 12 fixiert. Ausserdem ist durch die inneren Plattenden in Verbindung mit deren äusseren Enden der sich durch die gesamte axiale Länge des hohlen Strömungskreuzes 26 erstreckende kreuzförmige innere Zentralkanal 28 gebildet, welcher jeweils mit einem unteren Eintrömende 36 und einem entgegengesetzten oberen Auslassende 38 des Strömungskreuzes 26 in Verbindung steht, um den Moderierkühlmitteldurchfluss zu ermöglichen.

In dem Strömungskanal 12 des dargestellten Ausführungsbeispiels befindet sich ein Bündel von $8 \times 8 = 64$ Brennstäben

40. Durch das Strömungskreuz ist dieses Brennstab Bündel wiederum in vier Mini-Bündel von je $4 \times 4 = 16$ Brennstäben 40 unterteilt, die sich in seitlichen Abständen zueinander zwischen einer oberen Verbindungsplatte 42 und einer unteren Verbindungsplatte 44 erstrecken. Die Brennstäbe 40 jedes Mini-Bündels sind durch eine Anzahl in Abständen über deren Länge verteilter Gitter 48 in festen Abständen zueinander fixiert, oben und unten an deren oberen und unteren Verbindungsplatten 42, 44 befestigt und bilden gemeinsam mit ihnen in jeder der Abteilungen 30 des Strömungskanals 12 eine separate Brennstab-Untergruppe 46, zu der die Kühl- bzw. Moderierflüssigkeit über Durchflussöffnungen 50 der oberen und unteren Verbindungsplatten 42, 44 freien Zu- und Abfluss hat. Ausserdem bestehen für den Kühlmittel-Druckausgleich Strömungsdurchlässe zwischen den Brennstab-Untergruppen 46 in ihren separaten Abteilungen 30 über eine Vielzahl von jeweils zwischen den Innenrippen 22 in Längsrichtung verteilte Öffnungen 52. Mit dieser Massnahme wird die Möglichkeit thermisch-hydrodynamischer Unstabilitäten zwischen den separaten Brennstab-Untergruppen 46 der Brennstoffanordnung 10 klein gehalten.

Für die Erfindung wesentliche Einzelheiten der Brennstoffanordnung 10 für einen Siedewasserreaktor sind insbesondere in den Figuren 3 bis 5 dargestellt und betreffen eine fluiddruckabhängige Ventileinrichtung 54, die aus einem korrosionsbeständigen Material wie z.B. einer Titanlegierung hergestellt und am inneren Ende eines Einlasskanals 58 des bodenseitigen Einlass-Anschlusses 16 der Anordnung 10 auf einer ringförmig den Einlasskanal umgebenden Auflage- bzw. Schulterfläche 56 angebracht ist. Die hier angeordnete Ventileinrichtung 54 ist so ausgebildet, dass sie den Einlasskanal 58 für den Kühlmittelstrom in normaler Einflussrichtung durch den bodenseitigen Einlasskanal 58 zum Strömungskanal 12 freigibt, den Einlasskanal 58 jedoch für einen Kühlmittel-Rückfluss aus dem Strömungskanal 12 durch den bodenseitigen Einlass-Anschluss 16 sperrt.

Die dargestellte Ventileinrichtung ist vorzugsweise als plattenförmiges Einweg- oder Rückschlagventil ausgebildet und den Einlasskanal 58 des bodenseitigen Anschlusses 16 überspannend angeordnet. Es ermittelt unter direkter Beeinflussung durch das strömende Medium die Kühlmittel-Strömungseinrichtung im Einlasskanal 58 und öffnet, wenn der Kühlmittelstrom in einer Pfeilrichtung A (s. Fig. 4) durch den bodenseitigen Einlass-Anschluss 16 einfließt, aber schliesst, wenn die ermittelte Strömungsrichtung in entgegengesetzter Richtung (Pfeilrichtung B in Fig. 4) stattfindet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die strömungsabhängige Einweg-Ventileinrichtung 54 aus mehreren, im vorliegenden Fall vier Ventiltteilen 54a, 54b, 54c und 54d zusammengesetzt, von denen jedes die Form eines Viertels einer kreisförmigen Scheibe hat sowie jeweils einen auf

der Schulterfläche 56 innerhalb des bodenseitigen Anschlusses 16 befestigten Aussenabschnitt 60 und einen mittels eines Scharnierabschnitts 64 schwenkbar an dem Aussenabschnitt 60 angebrachten Ventilkappenabschnitt 62 umfasst. Sämtliche schwenkbaren inneren Ventilkappenabschnitte 62 sind in der abgesenkten bzw. Ventil-Schliessstellung mit durchgehenden Linien (s. Figuren 4 und 5) dargestellt und in der angehobenen bzw. offenen Ventilstellung (Fig. 4) mit unterbrochenen Linien angedeutet.

Die inneren Ventilkappenabschnitte 62 bilden in der Schliessstellung eine gemeinsame Ebene und liegen den Einlasskanal 58 überdeckend eng passend aneinander (s. Figuren 4 und 5). In der offenen Ventilstellung gemäss Fig. 4 nehmen sie dagegen angehobene Stellungen ein, wobei sich gegenüberliegende Ventiltteile 54a und c bzw. 54b und d jeweils weitgehend in parallelen Ebenen in Richtung der Längsachse des Einlasskanals 58 verlaufen.

Die Aussenabschnitte 60 sind auf über den Umfang verteilten Sektoren 66 der den Einlasskanal 58 umgebenden ringförmigen Schulterfläche 56 des bodenseitigen Anschlusses 16 so befestigt, dass sich die inneren Ventilkappenabschnitte 62 in ihren abgesenkten bzw. Schliess-Stellungen (Fig. 5) auf über den Umfang verteilten Segmenten 68 der ringförmigen Schulterfläche 56, die abwechselnd zwischen den Sektoren 66 liegen, abstützen und durch einen Kühlmittel-Rückfluss in Pfeilrichtung B nur bis in diese Schliessstellung (in Fig. 4 durchgehend gezeichnet) aber nicht weiter geschwenkt werden können. So lange das Kühlmittel in seiner normalen Einströmrichtung (Pfeilrichtung A) fliesst, ragen die Ventilkappenabschnitte aufrecht stehend in den bodenseitigen Anschluss 16 hinein.

Die von der Strömungsrichtung abhängige Ventileinrichtung 54 hat die wesentliche Eigenschaft, bei normalem Betrieb einen ungehinderten Kühlmittelfluss durch den unteren Einlasskanal 58 zur Brennstoffanordnung zuzulassen, jedoch bei einer (eine Kühlmittelverarmung im Spaltzonenbereich des Reaktors einleitenden) Kühlmittel-Flussrichtungsumkehr sofort den Einlasskanal zu sperren, damit eine fortschreitende Kühlmittelverarmung augenblicklich verhindert wird. Die Unterteilung der Ventilkappe in mehrere unabhängig bewegliche Ventilkappenabschnitte 62 hat den Vorteil, dass im Fall eines Klemmens und somit Nicht-Schliessens eines Klappenabschnitts bei Flussrichtungsumkehr die restlichen Ventilkappenabschnitte immer noch schliessen und so einen raschen und ungehinderten Kühlmittelaustritt verhindern.

Alternativ zu der hier als zusammengesetztes Klappenventil mit mehreren Ventilkappenabschnitten ausgebildeten Ventileinrichtung 54 ist es selbstverständlich auch möglich, ein einstückiges Ventilelement, z.B. eine schwenkbar auf der Schulterfläche 56 angeordnete Ventilkappe zu verwenden.

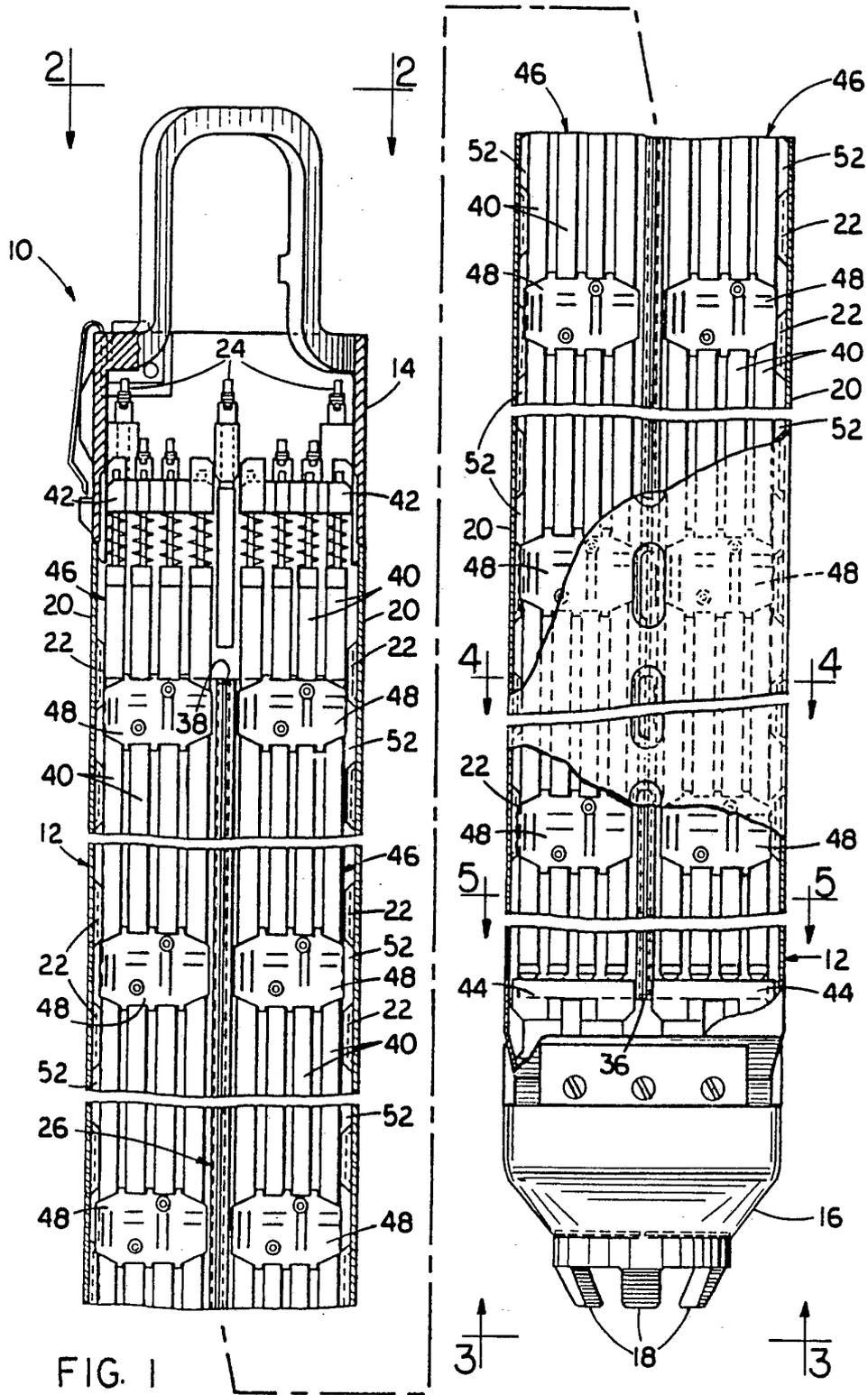


FIG. 1

