

51

Int. Cl. 2:

G 21 C 3/12

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DE 26 33 192 B 1

11

Auslegeschrift 26 33 192

21

Aktenzeichen: P 26 33 192.0-33

22

Anmeldetag: 23. 7. 76

43

Offenlegungstag: —

44

Bekanntmachungstag: 5. 1. 78

30

Unionspriorität:

32 33 31 —

54

Bezeichnung: Dichtverbindung zwischen Spaltgasabführungskanälen

71

Anmelder: Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim;
Kernforschungsanlage Jülich GmbH, 5170 Jülich

72

Erfinder: Jung, Wilfried, Dipl.-Phys., 8520 Erlangen;
Peehs, Martin, Dipl.-Phys. Dr., 8521 Bubenreuth; Rau, Peter,
8551 Mittelehrenbach; Krug, Wolfgang, Dipl.-Ing., 5170 Jülich;
Stechemesser, Horst, Dipl.-Ing., 5172 Linnich

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
In Betracht gezogene ältere Anmeldungen:
DE-OS 25 38 192

DE 26 33 192 B 1

Patentansprüche:

1. Dichtverbindung mit Solleckstelle zwischen dem Spaltgasabführungskanal in der Kernttragplatte und demjenigen im Kopf von in Aufnahmebohrungen derselben aufgehängten, ummantelten Brennelementen eines gasgekühlten Kernreaktors, welche einen ringförmigen, an der Kernttragplatte im Mündungsbereich des darin befindlichen Spaltgasabführungskanals aufliegenden Körper aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Körper (84) über ein gasdichtes, elastisches und in seiner Länge veränderbares im wesentlichen zylindrisches Teil (85) mit dem Spaltgasabführungskanal (14) im Brennelementkopf (12b) verbunden und über eine Druckfeder (86) diesem gegenüber abgestützt ist, daß der Bewegungsspielraum des ringförmigen Körpers (84) bei Herausnahme des Brennelementes aus der Kernttragplatte durch eine an einem Zentralzapfen (82) befestigte und abdichtende Anschlagplatte (89) gegenüber seiner innerhalb der eigentlichen Dichtfläche liegenden Ringzone begrenzt ist und die Solleckstelle (91) als Radialbohrung durch den ringförmigen Körper (84) zwischen dieser Ringzone und der eigentlichen Dichtfläche angeordnet ist.

2. Dichtverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Körper (84) einen im allgemeinen tassenförmigen Querschnitt und eine Zentralbohrung für den freien Durchtritt des Zentralzapfens (82) aufweist und die Radialbohrung (91) für die Solleckstelle im zylindrischen Wandbereich des Körpers (84) angeordnet ist.

3. Dichtverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie in einen kapselförmigen, mit einer Bodenbohrung (87) für den Anschluß an den im Brennelementkopf (12b) verlaufenden Spaltgasabführungskanal (14) versehenen Körper (81) eingebaut ist, der in einer entsprechenden Ausnehmung des Brennelementkopfes (12b) gasdicht eingesetzt und befestigt ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dichtverbindung mit Solleckstelle zwischen dem Spaltgasabführungskanal in der Kernttragplatte und demjenigen im Kopf von in Aufnahmebohrungen derselben aufgehängten, ummantelten Brennelementen eines gasgekühlten Kernreaktors, welche einen ringförmigen, an der Kernttragplatte im Mündungsbereich des darin befindlichen Spaltgasabführungskanals aufliegenden Körper aufweist.

Solche Brennelemente sind im Vergleich zu jenen von wassergekühlten Kernreaktoren druckentlastet. Dies wird dadurch bewirkt, daß die in den Brennelementen freiwerdenden gasförmigen Spaltprodukte, die sogenannten Spaltgase, über ein Spaltgassammelsystem abgeführt und von dort in den Reinigungskreislauf der Reaktoranlage überführt werden. Für den Aufbau gasgekühlter Kernreaktoren hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, die den Reaktorkern bildenden Brennelemente an einer Kernttragplatte aufzuhängen. Die Auswechslung der Brennelemente erfolgt dann von unterhalb des Reaktorkernes, die Kerninstrumentierung dagegen wird von oberhalb der Kernttragplatte zugeführt. Die einzelnen Brennelemente sind dabei

vollständig ummantelt, so daß ein erzwungener Gasstrom über die im Brennelement enthaltenen Brennstäbe geführt wird. Dieser Kühlgasstrom tritt dabei von oben in das an dieser Stelle mit einem rohrförmigen Kragen versehene Brennelement ein. Da die Brennelemente zur bestmöglichen Volumenausnutzung im allgemeinen eine sechseckige Geometrie aufweisen, erweitert sich dieser rohrförmige Kragen über ein konisches Zwischenstück zu dem eigentlichen Brennelementmantel. Die Befestigung des Brennelementes selbst erfolgt über einen Klinkenmechanismus im Elementkopf, der eine Zugkraft einleitet und das Element gegen die Kernttragplatte preßt. Die Bohrung der Kernttragplatte ist dazu ebenfalls konisch aufgeweitet und stellt somit die Anlagezone für das Brennelement dar. Selbstverständlich könnten auch andere Anlagekonstruktionen zwischen Brennelement und Kernttragplatte vorgesehen werden, jedoch hat sich die beschriebene bis jetzt weitestgehend durchgesetzt.

Für die Überleitung der Spaltgase könnten die erwähnten konischen Anlageflächen Verwendung finden. Wenn jedoch die Gasübertrittsstelle diesem Konus zugeordnet wird, so ergeben sich Probleme mit der technisch realisierbaren Winkelgenauigkeit, weil die Leckage einer solchen Abdichtung mit der dritten Potenz der gegenseitigen Winkelabweichung zunimmt und sehr schnell Werte erreicht, die größer sind als jene, die für die Aufrechterhaltung einer Druckdifferenz zwischen dieser Spaltgasübertrittsstelle und der Eintrittsstelle des gereinigten Gases vor dem Hauptgebläse liegt. Diese Druckdifferenz sorgt über ein Solleck für einen ausreichenden ständigen Kühlgasstrom durch die Spaltgassammelleitungen und damit für einen zuverlässigen Abtransport der Spaltgase, die von diesem mitgenommen, also abgesaugt werden. Für den Fall, daß diese Druckdifferenz zu klein werden würde, wäre die Gefahr des Austrittes der radioaktiven Spaltgase direkt in den Kühlmittelkreislauf des Reaktors gegeben. Eine Abtrennung dieser Spaltgase über den Reinigungskreislauf wäre dann praktisch nicht mehr möglich.

Da die Gewährleistung einer entsprechenden Winkelgenauigkeit zwischen den Anlageflächen, Brennelement und Kernttragplatte in Anbetracht dieser Gesichtspunkte nur sehr schwierig möglich ist, stellt sich bereits früher die Aufgabe, unter Beibehaltung der grundsätzlichen Befestigungsart der Brennelemente an der Kernttragplatte für eine Dichtverbindung der Spaltgassammelleitungen zu sorgen, deren Genauigkeit nicht mehr von der Präzision dieser konischen Anlageflächen abhängt.

Ein älterer Vorschlag zur Lösung dieses Problems geht nach der DT-OS 25 38 192 dahin, ein verbindendes durchbohrtes Abstützelement vorzusehen, das gegenüber der Kernttragplatte flach, gegenüber dem Brennelementkopf dagegen in einem Konus ballig anliegt.

Die Praxis hat jedoch gezeigt, daß diese Konstruktion mit den zwei Dichtflächen, insbesondere hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Dichtwirkung noch nicht als vollkommen befriedigend bezeichnet werden kann. Hinzu kommt, daß bei dieser Lösung Trag- und Dichtfunktion durch ein Bauteil ausgeführt wird. Die bereits erwähnte Aufgabenstellung verlangt somit nach einer weiteren Lösung, die nicht nur funktionsmäßig sicherer sein sollte, sondern auch bei gelösten Brennelementen einen sicheren Verschluß derselben gegen austretende Spaltgase ermöglichen sollte.

Die Lösung dieser erweiterten Aufgabenstellung liegt erfindungsgemäß darin, daß dieser Körper über ein gasdichtes, elastisches und in seiner Länge veränderba-

res, im wesentlichen zylindrisches, Teil mit dem Spaltgasabführungskanal im Brennelementkopf verbunden und über eine Druckfeder diesem gegenüber abgestützt ist, daß der Bewegungsspielraum des ringförmigen Körpers bei Herausnahme des Brennelementes aus der Kerntagplatte durch eine an einem Zentralzapfen befestigte und abdichtende Anschlagplatte gegenüber seiner innerhalb der eigentlichen Dichtfläche liegenden Ringzone begrenzt ist und die Solleckstelle als Radialbohrung durch den ringförmigen Körper zwischen dieser Ringzone und der eigentlichen Dichtfläche angeordnet ist. Eine solche Dichtverbindung kann dabei zwischen den konischen Anlageflächen, ähnlich wie bei der sogenannten Patentanmeldung, vorgesehen werden — die eigentliche Dichtfläche an der Kerntagplatte muß dann im Anlagebereich eben sein —, jedoch könnte auch diese Verbindung zwischen ebenen aufeinanderliegenden Teilen von Kerntagplatte und Brennelementkopf vorgesehen sein.

Es ist dabei weiterhin zweckmäßig, diese Dichtverbindungselemente in einem kapselförmigen Körper einzubauen und diesen dann in eine entsprechende Ausnehmung des Brennelementkopfes abdichtend einzusetzen.

Zur weiteren Erläuterung dieser Erfindung sei nun mehr Bezug genommen auf die Fig. 1—3, in denen ein mögliches Ausführungsbeispiel näher dargestellt ist. Wie bereits erwähnt, ist aber der Anbringungsort dieser Dichtverbindung nicht auf die konischen Anlageflächen beschränkt, sondern könnte ebenfalls zwischen ebenen aufeinanderliegenden Flächen von Kerntagplatte und Brennelementkopf vorgesehen sein.

Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen gasgekühlten Kernreaktor, in diesem Falle einen schnellen Brutreaktor. Der Reaktorkern 1, der im wesentlichen aus den Brennelementen 12, die an der Kerntagplatte 11 befestigt sind, besteht, ist in der Zentralzone eines Spannbetonbehälters untergebracht und von einigen Wärmetauschern 2 sowie Gebläse 3 für das Kühlgas im symmetrischer Anordnung umgeben. Durch Pfeile ist die Strömungsrichtung des gasförmigen Kühlmittels, wie z. B. Helium, angegeben. Mit 6 sind Durchführungen für die Lademaschine unterhalb des Reaktorkernes 1 eingezeichnet. Desweiteren ist der Reaktorkern von dem thermischen Schild 5 umgeben, außerhalb desselben sind die Pumpen 4 eines Notkühlkreislaufes angeordnet. Die zum Reinigungssystem des Reaktors führenden Spaltgasabführungsleitungen, die an der Kerntagplatte 11 angeschlossen sind, sind in dieser Übersichtsskizze nicht näher dargestellt.

Die Fig. 2 zeigt eine teilweise aufgeschnittene Längsansicht eines solchen Brennelementes 12 mit seinem Sitz in der Kerntagplatte 11. Außerdem ist dort schematisch die Führung des Kühlgaskreislaufes dargestellt. Das in der Kerntagplatte 11 aufgehängte Brennelement 12 ist gegenüber der Bohrung der Kerntagplatte durch Kolbenringe 13 abgedichtet, so daß das von oben kommende Kühlgas aus dem Hauptkreislauf 10 in Pfeilrichtung nur durch das Innere des gesamten Brennelementes strömen kann. Der Befestigungsmechanismus des Brennelementes in der Kerntagplatte ist nur rein schematisch angedeutet, da er für das Wesen der vorliegenden Erfindung nicht von Bedeutung ist. Der Mantel 12b des Brennelementes ist an seinem Übergang zum rohrförmigen Teil konisch abgeschrägt (12a). Diese Abschrägung sitzt im Konus 19 der Kerntagplatte 11. An dieser Stelle befindet sich innerhalb des strichpunktiert eingezeichneten Kreises III die in Fig. 3 näher dargestellte Dichtverbindung

einschließlich der Solleckstelle. Durch diese Solleckstelle strömt der aus dem Hauptkühlgasstrom 10 abgezweigte kleine Teilstrom 9, gelangt in den Spaltgasabführungskanal 15 der Kerntagplatte 11 und von dort vermischte mit evtl. Spaltgasen als Gasstrom 92 zum Spaltgasabscheider 7 und von dort zum Kühlgasgebläse 3. Der das Brennelement bzw. die Brennelemente verlassende Hauptkühlgasstrom 10 gelangt zunächst in einen Dampferzeuger 2 und von dort ebenfalls zum Gebläse 3, so daß damit der Kühlkreislauf geschlossen ist. Das Kühlgas kann dabei — wie bereits erwähnt — Helium sein, jedoch sind auch andere Gase, wie z. B. Kohlendioxid, für diesen Zweck vorgeschlagen worden.

Der mit III bezeichnete Bezirk ist in Fig. 3 näher dargestellt. Er zeigt die Dichtverbindung zwischen dem Spaltgasabführungskanal 14 im Kopf 12b des Brennelementes 12 und dem Spaltgasabführungskanal 15 in der Kerntagplatte 11. Der Kanal 14 kommt dabei aus dem Inneren des Brennelementes, in welchem die einzelnen Brennstäbe an diesem angeschlossen sind. Ein solches System ist in der deutschen Offenlegungsschrift 20 40 904 näher beschrieben, so daß von einer weiteren Erläuterung dieses Standes der Technik hier Abstand genommen werden kann.

In dem Brennelementmantel 12b ist von der Abschrägung 12a aus eine Ausnehmung 8 eingebracht, in die der Spaltgasabführungskanal 14 einmündet. In diese Ausnehmung selbst ist der kapselförmige Körper 81 eingesetzt und beispielsweise, wie dargestellt, verschweißt. Durch das Bodenstück dieses Körpers verläuft eine Bohrung 87 und gibt damit den Weg der Spaltgase in das Innere desselben frei. In der stirnseitig der Kerntagplatte 11 zugewandten Öffnung der Kapsel 81 befindet sich ein ringförmiger, mit einer Zentralbohrung versehener, Körper 84 und stützt sich über eine Druckfeder 86 gegenüber dem Boden der Kapsel 81 ab. Mit seiner Dichtfläche 84a liegt dieser ringförmige Körper 84, der nicht unbedingt kreisringförmig, sondern z. B. auch oval oder eckig ausgebildet sein kann, an einer ebenen Fläche 11a der Kerntagplatte 11 an, in die der Spaltgasabführungskanal 15 derselben ausmündet. Für einen ausreichenden Dichtungsdruck zwischen der Fläche 11a und der Dichtfläche 84a sorgt also die Druckfeder 86. Zur Begrenzung des Bewegungsspielraumes dieses Ringkörpers 84 ist ein Zentralzapfen 82 vorgesehen, der eine Anschlagplatte 89 trägt. Wenn das Brennelement aus der Kerntagplatte 11 entfernt wird, drückt die Feder 86 den ringförmigen Körper 84 gegen diese Anschlagplatte 89 und sichert somit den Zusammenhalt der ganzen Einrichtung. Der ringförmige Körper 84 ist außerdem mit einem elastischen metallischen Faltenbalg 85 mit dem Boden der Kapsel verbunden, so daß für die abzuführenden Spaltgase aus dem Kanal 14 ein eindeutiger Weg durch die zentralge Bohrung des Körpers 84 entlang den Zentralzapfen 82 vorgeschrieben ist. Hieraus wird auch klar, daß bei herausgenommenem Brennelement aus der Kerntagplatte dieser Weg durch das Anliegen des Körpers 84 an der Anschlagplatte 89 verschlossen ist. Die Anschlagfläche 88 ist zur Erreichung der gewünschten Abdichtung entsprechend bearbeitet, desgleichen die damit in Berührung kommenden Partien des Körpers 84.

Der Faltenbalg 85 dient dabei nicht nur zur Festlegung des Strömungsweges der Spaltgase, sondern auch einer flexiblen Halterung des ringförmigen Körpers 84, der sich damit ohne Schwierigkeiten der jeweiligen Winkellage der Dichtfläche 11a in der Kerntagplatte 11 anpassen kann. Der Spalt zwischen

dem ringförmigen Körper **84** und der Kapsel **81** ist zur Ermöglichung solcher Ausgleichsbewegungen entsprechend groß bemessen.

Wie in der Figur dargestellt, hat der ringförmige Körper **84** beispielsweise einen im allgemeinen tassenförmigen Querschnitt. Seine zylindrische Wand ist mit einer durchgehenden Bohrung **91** versehen. Diese Bohrung mündet, wie dargestellt, über den Spalt zwischen dem Körper **84** und der Kapsel **81**, in den das Brennelement umgebenden Raum, der unter dem Druck des aus dem Brennelement austretenden Kühlgases steht. Die in Fig. 2 gezeigte Strömung **9** ist hier punktiert veranschaulicht und durchdringt die Solleckbohrung **91** und gelangt in den Kanal **15** der Kerntagplatte **11** sowie von dort wiederum zum Spaltgasabscheider **7** sowie zum Gebläse **3**.

Diese Strömung **9** reißt somit die aus dem Spaltgasabführungskanal **14** gestrichelt dargestellte Strömung mit. Sie übt auf diese eine gewisse Saugwirkung aus, so daß auch bei einem evtl. an einem Brennstab auftretenden Schaden durch diese Schadensstelle keine Spaltgase austreten können, da durch den Unterdruck in den Brennstäben durch diese Schadensstelle normales Kühlgas in den Brennstab eindringt und in diesem Falle sogar noch die Abführung der Spaltgase beschleunigt.

Aus dieser Darstellung des Funktionsmechanismus der Spaltgasabführung mit Hilfe einer Hilfsströmung durch die Solleckbohrung **91** geht hervor, daß Leckagen

an Dichtungen so gering als möglich gehalten werden müssen. Die hier dargestellte Lösung hat dabei gegenüber der der genannten Offenlegungsschrift vorgeschlagenen nicht nur den Vorteil einer einzigen Dichtfläche, sondern auch den einer leichteren Ausgleichung der Winkeltoleranzen der Dichtflächen sowie des stets eindeutigen Anpreßdruckes durch die Feder **86**. Diese sorgt außerdem gleichzeitig für den Abschluß des Spaltgasabführungssystems, wenn das Brennelement aus dem Verband der Tragstruktur herausgenommen werden muß.

Wie bereits erwähnt, läßt sich diese Dichtverbindung auch an anderen z. B. ebenen Stellen zwischen Brennelementkopf und Tragstruktur anwenden. Auch sind andere konstruktive Ausbildungen des z. B. ringförmigen Körpers **84** sowie von Feder und Faltenbalg und elastischer Rauntrennung durch einen entsprechenden Faltenbalg — also ohne eine besondere Feder — möglich. Abschließend sei auch noch darauf hingewiesen, daß es für die Funktion dieser Dichtverbindung vorteilhaft ist, daß die Kerntagplatte und der Brennelementkopf in der Umgebung dieser Verbindungsstelle nicht flächig aufeinanderliegen, sondern durch Leisten und dergleichen auf geringen Abstand gehalten werden, da auf diese Weise evtl. die Dichtung beeinträchtigende Teilchen, wie z. B. Schmutz, durch das Kühlgas leichter aus dem Dichtungsraum weggetragen werden können.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

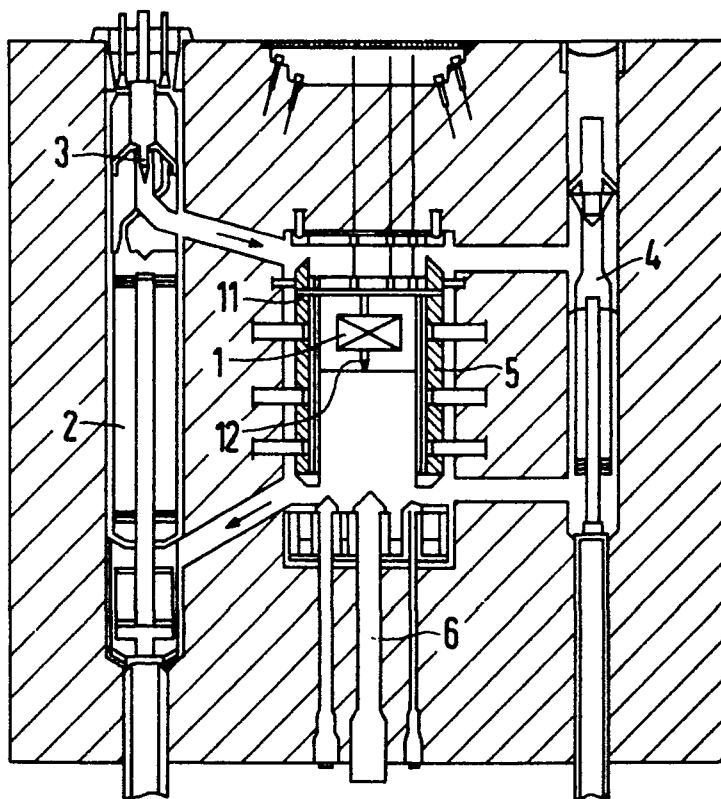


Fig.1

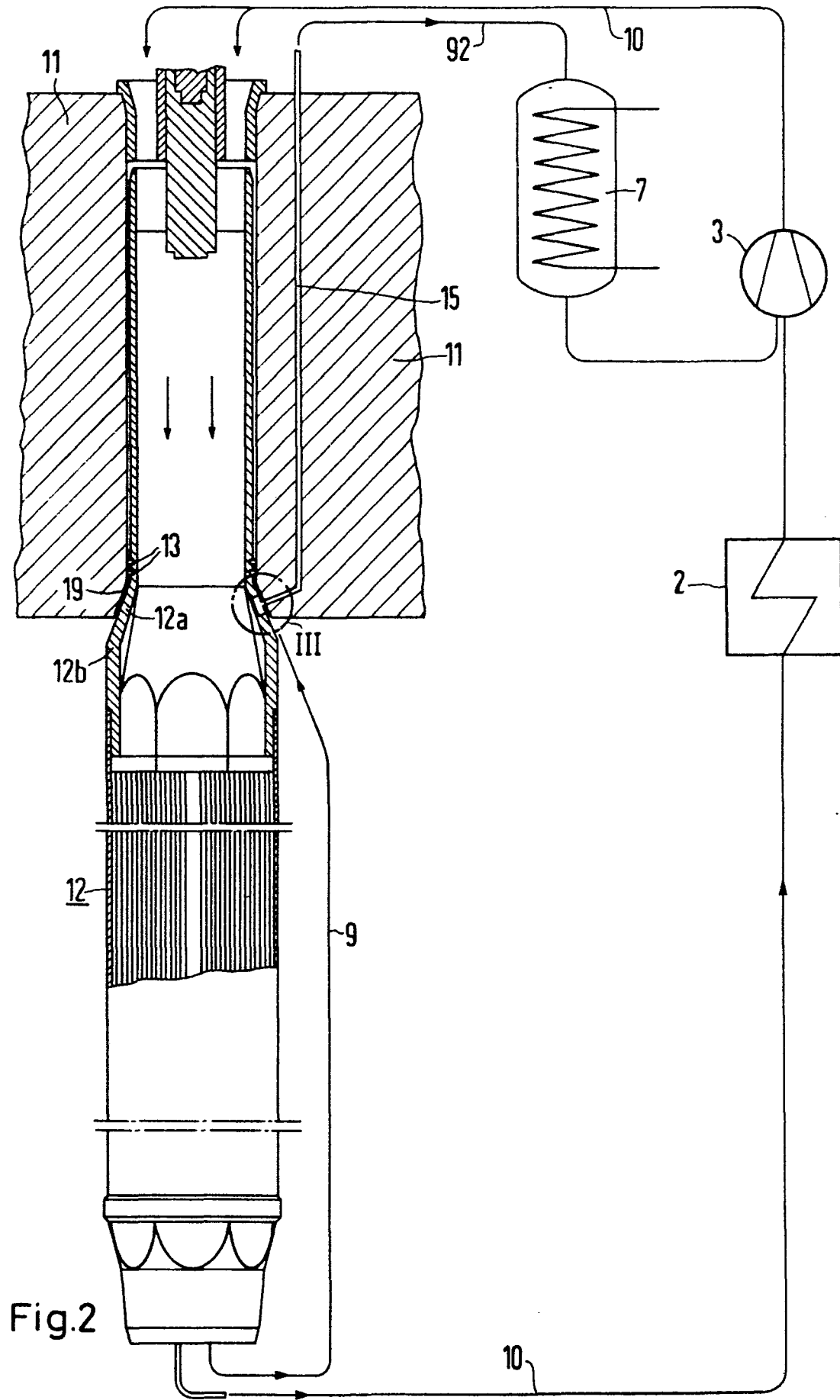


Fig.2

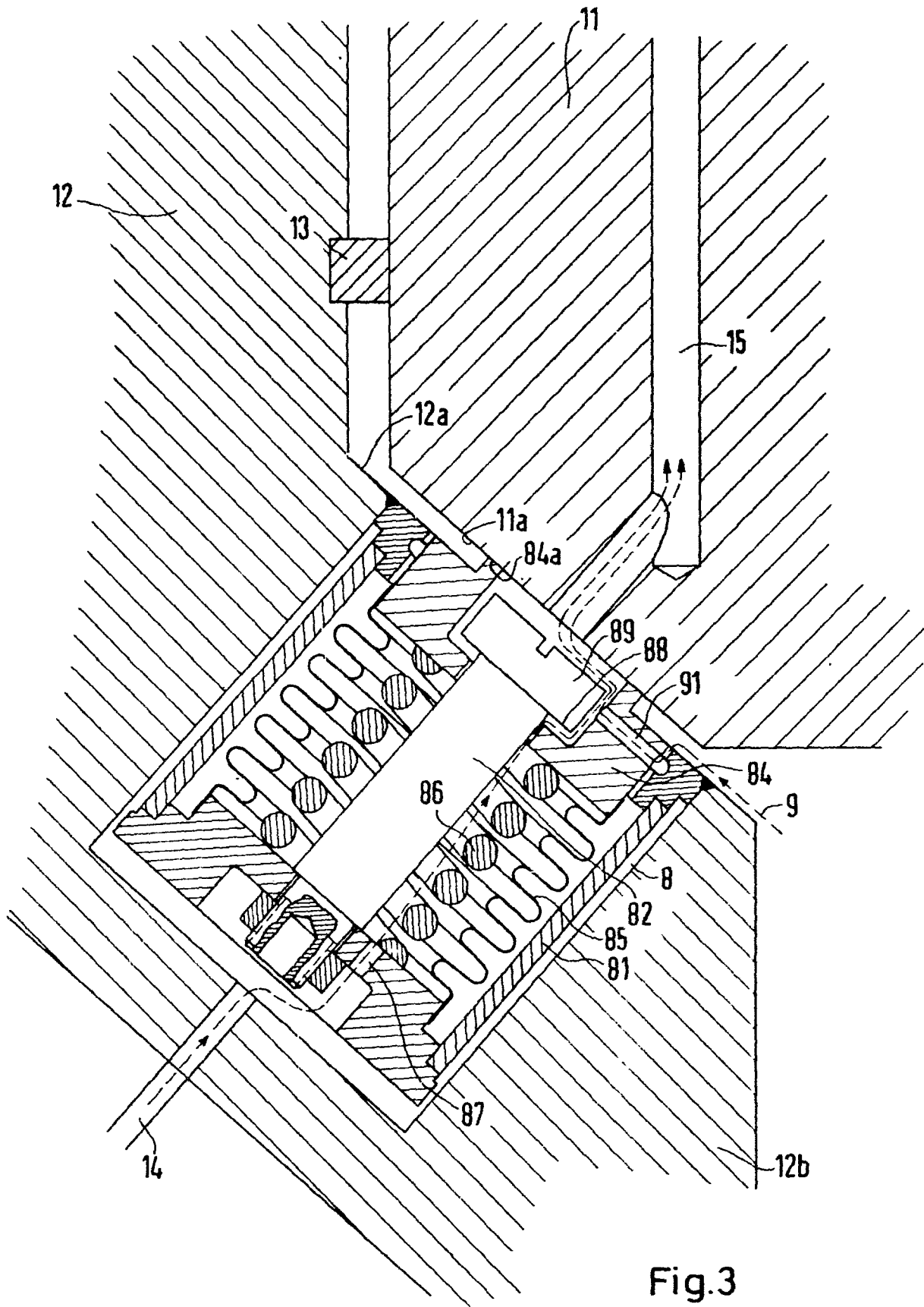


Fig.3