

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

0 171 773
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85110053.7

51 Int. Cl.⁴: **G 21 F 5/00**

22 Anmeldetag: 09.08.85

30 Priorität: 17.08.84 DE 3430243

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.02.86 Patentblatt 86/8

64 Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR GB LI SE

71 Anmelder: Deutsche Gesellschaft für
Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH
Hamburger Allee 4 Postfach 1407
D-3000 Hannover 1(DE)

72 Erfinder: Lahr, Helfrid, Dr.
Röntgenstrasse 8
D-7528 Karlsdorf(DE)

72 Erfinder: Pontani, Bernd
Goldbergstrasse 6
D-8755 Alzenau(DE)

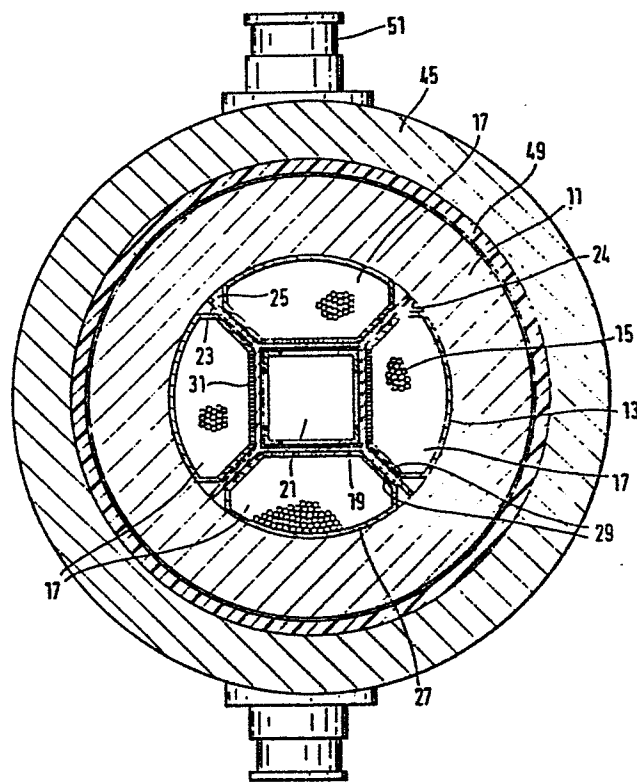
54 Lagerbehälter zur Aufnahme von vereinzelt Brennstäben bestrahlter Kernreaktorbrennelemente.

57 Die Erfindung betrifft einen Lagerbehälter zur Aufnahme von Brennstäben zerlegter, bestrahlter Kernreaktorbrennelemente. Der Lagerbehälter weist einen kreisförmigen Lagerraum auf, in dem ein die in Büchsen gefüllten Brennstäbe aufnehmender Einsatzkorb angeordnet ist. Um eine gute Wärmeabfuhr aus dem Lagergebilde zu erreichen, sind die einzelnen Brennstabbüchsen (17) im Einsatzkorb (19) kreisförmig angeordnet. Die Büchsen (17) werden auf ihrer stirnseitigen Oberfläche mit Niederhaltefedern beaufschlagt. Die Brennstabbüchsen (17) sind in radialer Ausdehnung zur Mitte derart begrenzt, daß in der Mitte des Einsatzkorbes (19) ein leerer quadratischer Mittelschacht (21) gebildet wird.

EP 0 171 773 A2

./...

FIG. 2



0171773

- 1 -

Lagerbehälter zur Aufnahme von vereinzelt Brennstäben
bestrahlter Kernreaktorbrennelemente

- 5 Die Erfindung betrifft einen Lagerbehälter der im Oberbegriff des Anspruches 1 bezeichneten Art.

Für den Transport und die Lagerung von bestrahlten Kernreaktorbrennelementen werden Abschirmtransport- und Lagerbehälter aus sphärolithischem Gußeisen oder Stahl benutzt.
10 Der Innenraum der Behälter kann einen runden oder quadratischen Querschnitt aufweisen. Behälter mit kreisförmigem Innenraum haben den Vorteil, daß sie einfacher gefertigt werden können und eine sehr gute Lagerraumausnutzung bieten.
15 In diesen Lagerbehältern werden die bestrahlten Brennelemente in speziellen Einsatzkörben aufgenommen.

Neben der Aufnahme von vollständigen Brennelementen wurde bereits vorgeschlagen, die Brennelemente zu zerlegen und
20 die vereinzelt Brennstäbe dieser Brennelemente in einen Lagerbehälter in dichter Packung einzugeben. Es ist dadurch eine wesentliche Platzersparnis möglich. In einem Lagerbehälter kann so eine größere Anzahl von Brennelementen untergebracht werden (EP-PS 0005623).

25 Nach einem bekannten Vorschlag des Standes der Technik werden die aus den Brennelementen ausgebauten Brennstäbe in dichter Packung in Büchsen eingefüllt, die geometrisch etwa einem Brennelement entsprechen (DE-OS 32 22 822). Die
30 gefüllten Büchsen werden in die an sich für die Brennelemente ausgebildeten Aufnahmeschächte des Einsatzkorbes eingesetzt.

Ein wesentliches technisches Problem der Lagerung von einzelnen Brennstäben in möglichst dichter Packung in einem Lagerbehälter stellt die Temperaturbeherrschung dieses Lagergebindes dar. Aufgrund der Nachzerfallswärme des radioaktiven Brennstoffes besteht die Möglichkeit, daß sich
5 die Temperatur innerhalb des Gebindes unzulässig erhöht. Die Wärmeabfuhr aus dem Inneren der Brennstabpackung bereitet Probleme. Dieses Wärmeabfuhrproblem kann daher zu Begrenzungen der Packungsdichte oder zu einer längeren
10 vorherigen Abklingzeit der Brennelemente bis zum Einbringen in den Lagerbehälter führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Behälter der eingangs beschriebenen Art derart auszubilden, daß
15 eine gute Wärmeabfuhr aus dem Lagergebinde erreicht und eine unzulässige Wärmebeeinträchtigung der Brennstäbe verhindert wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die
20 einzelnen Büchsen im Einsatzkorb kreisförmig angeordnet sind, daß der Querschnitt der Büchsen kreissegmentförmig ist, daß die Büchsen auf ihren oberen Stirnseiten mit Niederhaltefedern beaufschlagt werden und daß die Büchsen-
25 sensegmente in radialer Ausdehnung zur Mitte derart begrenzt sind, daß in der Mitte des Einsatzkorbes ein leerer quadratischer Schacht gebildet wird.

Die kreissegmentförmige Ausbildung der jeweiligen Brennstabbüchse ergibt eine gute Anpassung an den runden Lager-
30 raumquerschnitt. Die gebogenen Rückenflächen der Brennstabbüchsen liegen passend an der kreisförmigen Innenwand des Behälters und sorgen dadurch für einen guten Wärmeübergang zwischen Büchsen und Lagerbehälter. Durch die

Niederhaltefedern wird die jeweilige Brennstabbüchse in achsparalleler Richtung gegen den Boden des Lagerbehälters gedrückt, so daß auch dort die gute Wärmeübertragung gewährleistet ist. Der in der Lagerraummitte entstehende
5 leere quadratische Schacht gibt die Möglichkeit, den bei der Vereinzelung der Brennstäbe anfallenden Schrott, d. h. die Abstandshalter und ähnliches, in der Mitte einzubringen. Dieses Strukturmaterial der zerlegten Brennelemente weist eine erheblich geringere Wärmeleistung als die
10 Brennstäbe auf. Außerdem ist es unempfindlich gegen Wärmeeinfluß. Es kann ungeschützt Wärmeerhöhungen ertragen. Im Gegensatz dazu dürfen die bestrahlten Brennstäbe die genehmigungsbehördlich vorgeschriebenen Temperaturwerte nicht überschreiten, da ansonsten Leckagen entstehen
15 könnten. Ein Entweichen von Spaltgasen oder anderen radioaktivem Inventar wäre die Folge.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung wird durch die im Anspruch 2 genannten Merkmale gekennzeichnet. Die
20 doppelwandigen Trennsegmente ergeben jeweils einen Hohlraum zwischen zwei nebeneinander angeordneten Brennstabbüchsen. Durch diese Aufteilung des kreisförmigen Lagerraumes können Brennstabbüchsen mit der selben Konfiguration eingesetzt werden. Dabei wird in vorteil-
25 hafter Weise jeweils eine Brennstabbüchse die Brennstäbe eines Brennelementes aufnehmen. Darüber hinaus ergeben die Hohlräume in den Trennsegmenten die Möglichkeit, neutronenabsorbierende Stoffe oder wärmeleitende Stoffe einzubringen. Das wesentliche dieser Ausgestaltung der
30 Erfindung wird darin gesehen, daß die Brennstabbüchsen gleiche Konfigurationen aufweisen können.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung wird

in den Merkmalen des Unteranspruches 3 gekennzeichnet. Die
schrägen Führungsstege, die mit den schrägen Auflauf-
flächen im Einsatzkorb zusammenarbeiten, und die unteren
Führungsflächen beheben ein möglicherweise vorhandenes
5 Spiel zwischen den gebogenen Rückenflächen der Brenn-
stabbüchsen und der kreisförmigen Innenwand des
Lagerbehälters.

Durch die Erfindung wird ein Lagerbehälter zur Aufnahme
10 von vereinzelt Brennstäben geschaffen, in den Brennstäbe
eingelagert werden können, die eine höhere Nachwärme-
leistung haben. Die Brennstäbe können daher nach der
Herausnahme der Brennelemente aus dem Reaktorlagerbecken
und ihrem Vereinzeln direkt in den für die Endlagerung
15 vorgesehenen Behälter verbracht werden. Eine weitere
Zwischenlagerung zum Abnehmen der Temperatur ist nicht
notwendig.

Anhand der Zeichnung wird nachstehend ein Ausführungsbei-
20 spiel näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen Längsschnitt eines in einem Abschirm-
transportbehälter angeordneten Endlagerbehäl-
ters,

25

Fig. 2 einen Querschnitt gemäß Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform eines runden Ein-
satzkorbes mit kreissegmentförmigen Brennstab-
30 büchsen,

Fig. 4 eine Teildraufsicht auf die Anordnung einer
Brennstabbüchse in ihrem Aufnahmeschacht eines
Einsatzkorbes einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 5 eine geschnittene Ansicht der Fig. 4 gemäß
Linie V-V,

5 Fig. 6 die in Fig. 5 dargestellte Brennstabbüchse in
vollständig in den Einsatzkorb eingesetzter
Lage.

Ein Endlagerbehälter 11 aus Stahl (Fig. 1 und 2) weist
einen kreisförmigen Lagerraum 13 zur Aufnahme von einzel-
10 nen Brennstäben 15 einiger bestrahlter Kernreaktorbrenn-
elemente auf. Die Brennstäbe 15 sind in vier kreissegment-
förmige Brennstabbüchsen 17 dicht gepackt. Diese Büchen 17
sind nach ihrem Beladen verschlossen. Die Brennstabbüchsen
17 sind in einem sich in dem kreisförmigen Lagerraum 13
15 befindlichen Einsatzkorb 19 eingesetzt. Dieser Einsatzkorb
19 weist im Querschnitt gesehen einen mittig angeordneten
quadratischen Schacht 21 auf, von dessen Ecken diagonale
Trennwände 23 zur Behälterinnenwand 24 des Lagerraumes 13
streben. Dadurch werden vier Aufnahmeschächte 25 gebildet,
20 in denen sich die Brennstabbüchsen 17 befinden.

Die Brennstabbüchsen 17 sind kreissegmentförmig ausgebil-
det. Ihre gegen die Behälterinnenwand 24 anliegenden Rück-
wände 27 sind jeweils bogenförmig ausgebildet. Die Krüm-
25 mung der Rückwände 27 entspricht der Krümmung der Behäl-
terinnenwand 24. Die radial verlaufenden Seitenflächen 29
der Büchsen 17 liegen parallel zu den Trennwänden 23. Die
nach innen abschließende Wand 31, die gitterförmig
ausgebildet ist, jeder Brennstabbüchse 17 verläuft paral-
30 lel zu der jeweiligen Seite des quadratischen Mittel-
schachtes 21.

Die Brennstabbüchsen 17 sind an ihrem Übergang von den

radialen Seitenflächen 29 zu ihrer bogenförmigen Rückwand 27 abgeflacht ausgebildet.

5 Jede Brennstabbüchse 17 kann die Brennstäbe von zwei zerlegten bestrahlten Kernreaktorbrennelementen aufnehmen. Die Beladung wird im Liegen der Brennstabbüchse 17 vorgenommen. Die Brennstabbüchse 17 liegt dabei auf der Rückwand 27. Die gitterförmige Wand 31 ist noch nicht eingesetzt. Über diesen offenen Bereich werden die Brennstäbe in die Brennstabbüchse 17 geladen. Die Wand 31 wird
10 nach dem Beladen eingeschweißt.

Die Beladeöffnung des Endlagerbehälters 11 ist mit einem stufenförmigen Deckel 33 (Fig. 1) verschlossen, der unter
15 Einschluß einer hier nicht gezeigten Dichtung mit Schraubbolzen 35 auf einen entsprechenden Vorsprung 37 der Beladeöffnung geschraubt ist. Über diesem aufgeschraubten Deckel 33 ist ein weiterer Verschlussdeckel 41 angeordnet, der in die Beladeöffnung eingesetzt und mit der Behälterwand 43 verschweißt ist.
20

Der Endlagerbehälter 11 ist in der gezeigten Darstellung (Fig. 1 und 2) in einen Abschirmtransportbehälter 45 gesetzt. Die Beladeöffnung des Abschirmtransportbehälters 45
25 ist über einen aufgeschraubten Verschlussdeckel 47 gesichert. In der Innenwand des Abschirmtransportbehälters 45 ist zur Neutronenabschirmung eine Polyäthylenschicht 49 eingesetzt. Der Abschirmtransportbehälter 45 ist mit am Außenumfang befestigten Tragzapfen 51 versehen.

30 Die gefüllten Brennstabbüchsen 17 weisen auf ihren oberen Stirnseiten 53 jeweils einen Handhabungsklotz 55 auf, an den geeignete Hebezeuge angreifen können. Die oberen

Stirnseiten 53 der Brennstabbüchsen 17 werden durch Niederhaltefedern 57 beaufschlagt, die sich an dem angeschraubten Deckel 33 abstützen.

- 5 Die Wirkungsweise der vorstehend beschriebenen Vorrichtungen ist wie folgt.

Die vereinzeltten Brennstäbe 15 werden in die segmentförmigen Brennstabbüchsen 17 eingebracht. Nach dem Beladen werden die Brennstabbüchsen 17 geschlossen. Über den Handhabungsklotz 55 werden die Brennstabbüchsen 17 erfaßt und in jeweils einen Aufnahmeschacht 25 des Einsatzkorbes 19 eingesetzt. Auf die obere Stirnseite 53 der Brennstabbüchsen 17 werden Niederhaltefedern 57 gelegt, die beim Anschrauben des ersten Verschlußdeckels 33 gegen die Brennstabbüchsen 17 pressen und dadurch ein ständiges Anliegen der Brennstabbüchsen 17 gegen den Behälterboden bewirken. Die Brennstabbüchsen 17 liegen mit ihren bogenförmigen Rückwänden 27 an der Behälterinnenwand 24 an. Eine gute Wärmeübertragung zum Behälterkörper ist gewährleistet.

In der Mitte des Lagerbehälters 11 wird der leere quadratische Mittelschacht 21 mit Brennelementstrukturteilen 63 gefüllt, die bei dem Zerlegen der Brennelemente separiert wurden. Dabei handelt es sich um die Kopf- und Fußstücke sowie die Abstandshalter mit den Steuerstabführungsrohren. Die Brennelementstrukturteile sind kompaktiert.

- 30 In der Fig. 3 wird der Querschnitt eines kreisförmigen Lagerraumes 71 eines Endlagerbehälter 73 einer modifizierten Ausführung gezeigt. In dem Lagerraum 71 ist ein modifizierter Einsatzkorb 75 eingesetzt, der in der Mitte des

Lagertraumes 71 ebenfalls einen quadratischen Mittelschacht 77 aufweist. Dieser quadratische Mittelschacht 77 wird durch von den Ecken ausgehenden Trennwandpaaren 78, 79 gehalten, die sich radial gegen die Behälterinnenwand 81 abstützen. Die Trennwände 78 und 79 je eines Paares sind durch eine bogenförmigen Rückwand 83 miteinander verbunden. Von der Mitte der Seitenflächen 85 des quadratischen Mittelschachtes 77 verläuft ebenfalls jeweils ein Trennwandpaar 87, 89 zur Behälterinnenwand 81, deren Trennwände 87 und 89 jeweils an ihren Enden von einer kurzen Rückwand 91 miteinander verbunden sind. Die der Behälterinnenwand 81 zugewandten Rückwände 83 und 91 der Trennwandpaare 78, 79 bzw. 87, 89 sind dabei bogenförmig ausgebildet.

Zwischen je einem Trennwandpaar 78, 79 einer Ecke und einem Trennwandpaar 87, 89 einer Seitenmitte ist je eine kreissegmentförmige Brennstabbüchse 93 angeordnet. Diese Brennstabbüchsen 93 weisen jeweils eine bogenförmige Rückwand 95 auf. Die radialen Seitenflächen 97 der Brennstabbüchsen 93 verlaufen parallel zu den jeweils benachbarten Trennwänden der Trennwandpaare 78, 79 bzw. 87, 89. Die innere Abschlußfläche 99 der Brennstabbüchsen 93 ist leicht gekrümmt ausgebildet.

In diesem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel sind acht Brennstabbüchsen 93 kreisförmig angeordnet. Jede Brennstabbüchse 93 kann die Brennstäbe 101 eines einzelnen Brennelementes aufnehmen. Die Beladung der Brennstabbüchsen dieser Ausführungsform geschieht stirnseitig. Der Querschnitt der Brennstabbüchsen 93 ist in wünschenswerter Weise stets gleich ausgebildet, um das Verfahren zur stirnseitigen Beladung der Brennstabbüchsen

93 nicht zu komplizieren und ohne Abwandlungen durchführen zu können. Die obere Stirnwand wird nach dem Beladen auf die jeweilige Brennstabbüchse 93 aufgeschweißt.

- 5 Für eine nasse Beladung der Brennstabbüchsen 93, d. h. eine Beladung unter Wasser ist im kreisförmigen Lagerraum 81 ein Saugrohr 103 vorgesehen, um das Wasser nach der Beladung aus dem Behälter 73 entfernen zu können.
- 10 In den Fig. 4 bis 6 wird eine weitere Ausführungsform des Einsatzkorbes und der Brennstabbüchsen gemäß Fig. 3 gezeigt. Gleiche Teile erhielten gleiche mit einem Hochstrich versehene Bezugszeichen.
- 15 Auf den radialen Seitenflächen 79' jeder Brennstabbüchse 93' sind im oberen Bereich schräge Führungsstege 105 angebracht. Diese oberen Führungsstege 105 wirken mit schrägen Auflaufflächen 106 zusammen, die in der jeweils benachbarten Trennwand eines Trennwandpaares 78', 79' bzw. 87', 89'
- 20 des Einsatzkorbes 75' eingebracht sind. Am unteren Ende des Einsatzkorbes 75' in der Nähe des Bodens des Lagerbehälters 73' sind nach außen verlaufende schräge Führungsflächen 109 angebracht. Die Führungsstege 105 und die Führungsflächen 109 sollen die Brennstabbüchsen 93' beim
- 25 Einsetzen gegen die Behälterinnenwand 81' drücken.

Bezugszeichenliste

	11	Endlagerbehälter
5	13	kreisförmiger Lagerraum
	15	Brennstäbe
	17	Brennstabbüchsen
	19	Einsatzkorb
	21	quadratischer Mittelschacht
10	23	diagonale Trennwände
	24	Behälterinnenwand
	25	Aufnahmeschächte
	27	bogenförmige Rückwände
	29	radiale Seitenflächen
15	31	Gitterwände
	33	stufenförmiger Deckel
	35	Schraubbolzen
	37	Vorsprung
	41	Verschlußdeckel
20	43	Behälterwand
	45	Abschirmtransportbehälter
	47	Verschlußdeckel
	49	Polyäthylenschicht
	51	Tragzapfen
25	53	obere Stirnseiten
	55	Handhabungsklotz
	57	Niederhaltefedern
	63	Brennelementstrukturteile
	71	kreisförmiger Lagerraum
30	73	Endlagerbehälter
	75	Einsatzkorb
	77	quadratischer Mittelschacht
	78	Trennwand
	79	Trennwand

- 81 Behälterinnenwand
- 83 Rückwand
- 85 Seitenflächen
- 87 Trennwand
- 5 89 Trennwand
- 91 Rückwand
- 93 Brennstabbüchse
- 95 bogenförmige Rückwand
- 97 radiale Seitenflächen
- 10 99 innere Abschlußfläche
- 101 Brennstäbe
- 103 Saugrohr
- 93' Brennstabbüchse
- 97' radiale Seitenfläche
- 15 105 schräge Führungsstege
- 106 schräge Auflaufflächen
- 75' Einsatzkorb
- 73' Lagerbehälter
- 109 Führungsflächen

0171773

Deutsche Gesellschaft
für Wiederaufarbeitung
von Kernbrennstoffen mbH
Hamburger Allee 4

Hannover, 06. August 1985
VS/Gg/Hu
84/14 EP

5 3000 Hannover 1

10 Patentansprüche

1. Lagerbehälter zur Aufnahme von Brennstäben zerlegter,
bestrahlter Kernreaktorbrennelemente, mit einem Lagerraum
15 kreisförmigen Querschnitts, in dem ein die in Büchsen ge-
füllten Brennstäbe aufnehmender Einsatzkorb angeordnet ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die einzelnen Brennstabbüchsen (17, 93, 93') im Ein-
satzkorb (19, 75, 75') kreisförmig angeordnet sind,
20 daß die Büchsen (17, 93, 93') auf ihrer stirnseitigen
Oberfläche mit Niederhaltefedern (57) beaufschlagt werden,
daß die Brennstabbüchsen (17, 93, 93') in radialer Ausdeh-
nung zur Mitte derart begrenzt sind, daß in der Mitte des
Einsatzkorbes (19, 75, 75') ein leerer quadratischer Mit-
25 telschacht (21, 77) gebildet wird.

2. Lagerbehälter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der mit einem quadratischen Mittelschacht (77) verse-
30 hene Einsatzkorb (75) von diesem Mittelschacht (77) zur
Behälterinnenwand (81) verlaufende Trennwände (78, 79; 87,
89) aufweist, die zu zweit miteinander verbunden ein
Trennsegment (87, 89 bzw. 78, 79) bilden, und daß zwischen
zwei Trennsegmenten (78, 79 und 87, 89) ein Aufnahme-
35 schacht für eine Brennstabbüchse (93) gebildet wird.

3. Lagerbehälter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Brennstabbüchsen (93') auf ihren radialen Seiten-
flächen (97') im oberen Bereich schräge Führungsstege
5 (105) aufweisen, die mit entsprechenden schrägen Auflauf-
flächen (106) in den benachbarten Trennwänden des Einsatz-
korbes (75') zusammenwirken,
daß am Boden außen am Mittelschacht (77) die Brennstab-
büchsen (93') nach außen drückende Führungsflächen (109)
10 angeordnet sind.

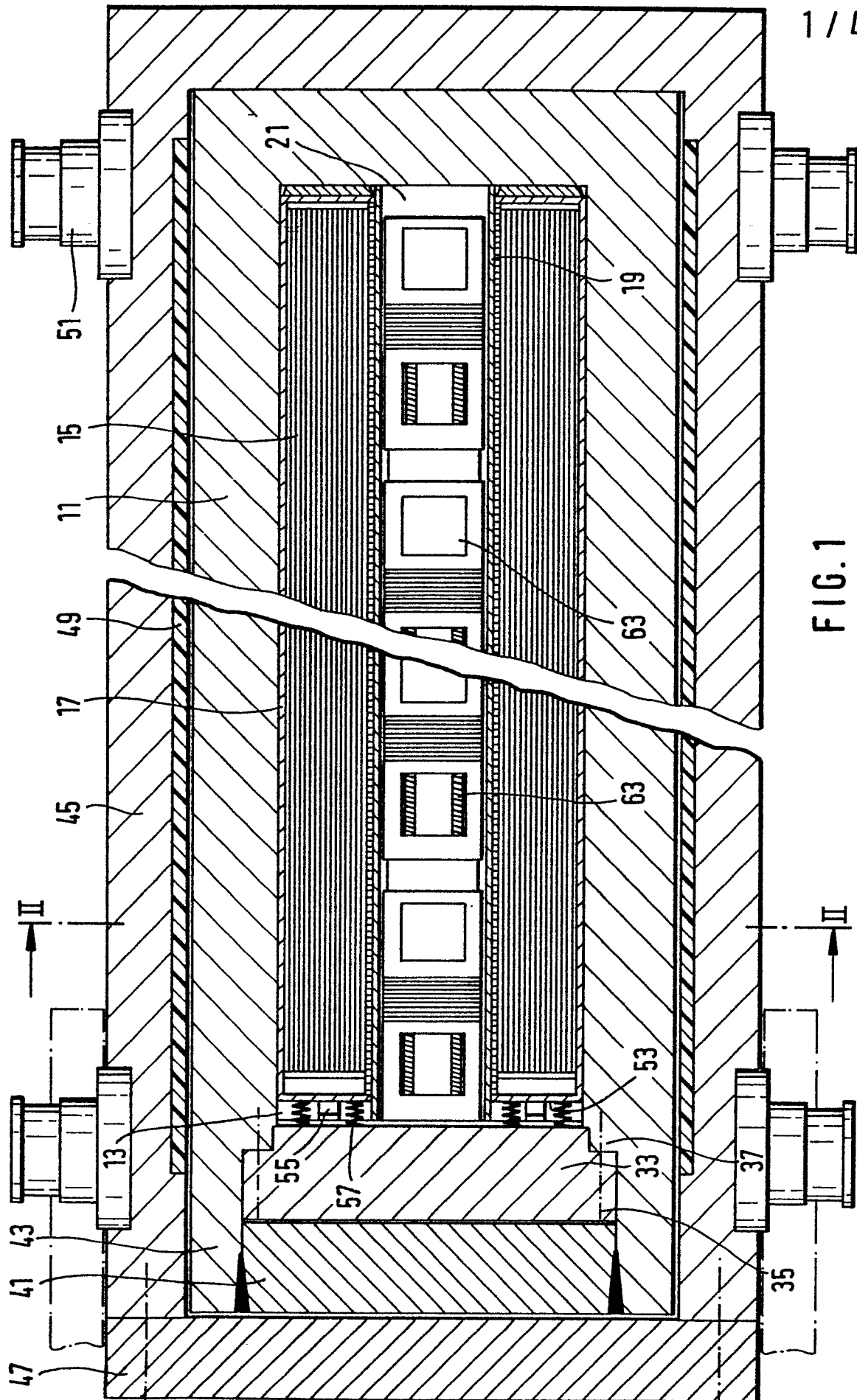


FIG. 2

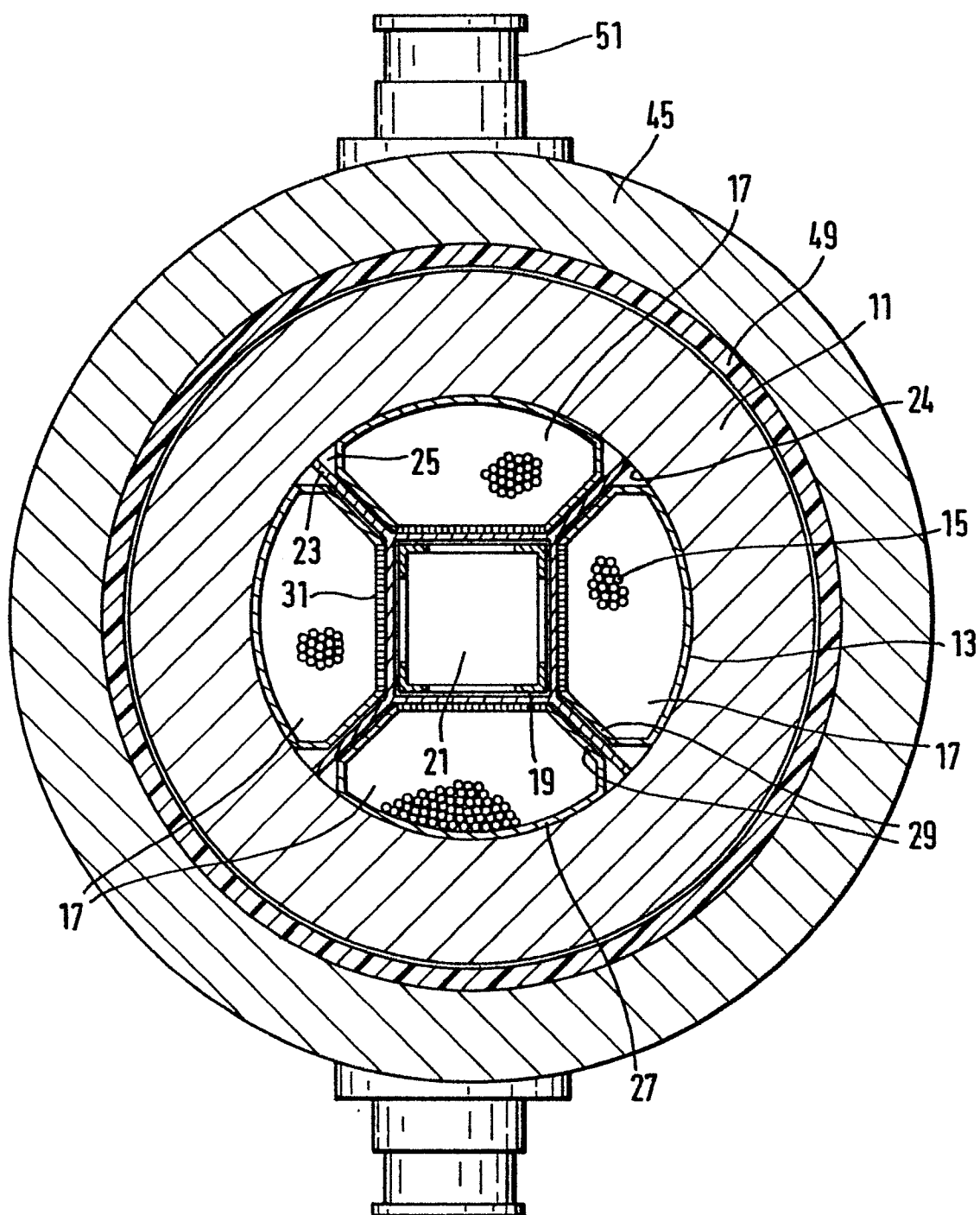
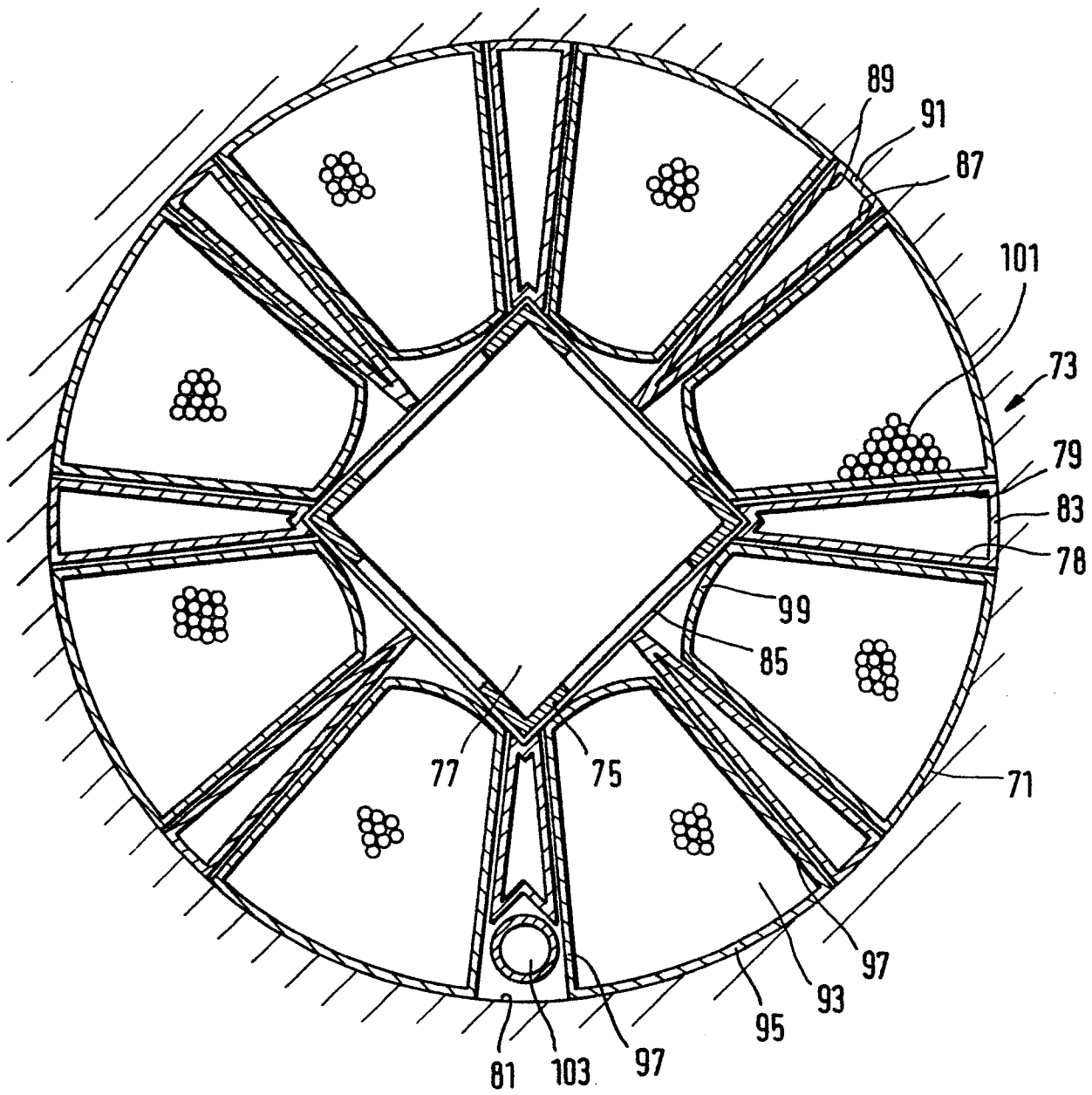


FIG. 3



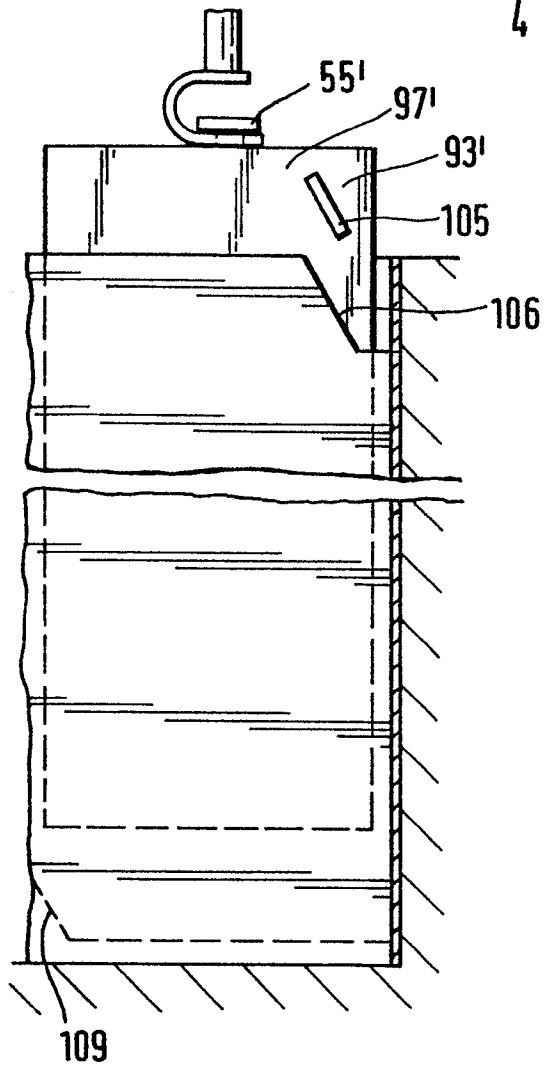


FIG. 5

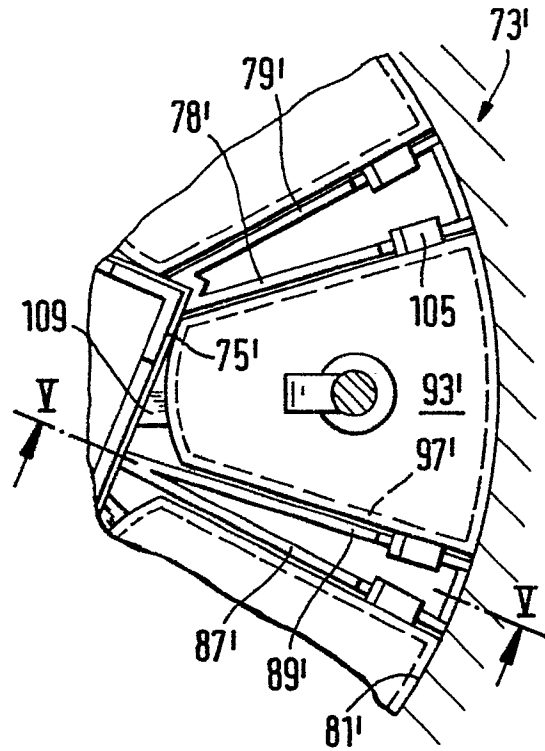


FIG. 4

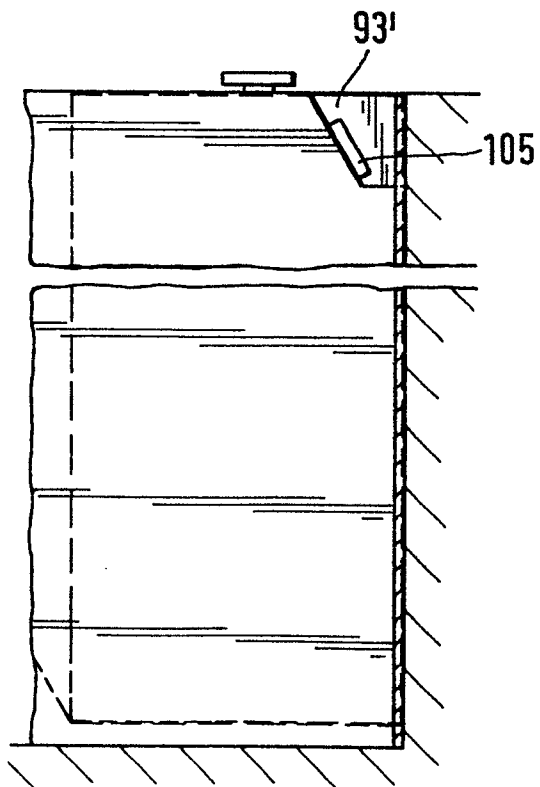


FIG. 6