

⑤

Int. Cl. 2:

G 21 C 1/00

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES  **PATENTAMT**

DT 26 28 782 A 1

①

Offenlegungsschrift 26 28 782

②

Aktenzeichen: P 26 28 782.1

③

Anmeldetag: 26. 6. 76

④

Offenlegungstag: 29. 12. 77

⑩

Unionspriorität:

⑫ ⑬ ⑭ —

⑤

Bezeichnung: Kernreaktor mit mehreren Spaltzonen

⑦

Anmelder: Interatom Internationale Atomreaktorbau GmbH, 5060 Bensberg

⑧

Erfinder: Swars, Helmut, 5000 Köln

⑥

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-AS 12 45 504

DT-AS 11 81 332

OE 2 04 142

DT 26 28 782 A 1

2628782

Ansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlter Kernreaktor mit mehreren getrennt voneinander in einem gemeinsamen Reaktortank angeordneten Spaltzonen, dadurch gekennzeichnet, daß jede Spaltzone (12, 22, 32) für sich in einem ortsfesten, mit einem lösbaren Deckel (15, 25, 35) versehenen Einzelbehälter (11, 21, 31) angeordnet ist.
2. Kernreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelbehälter (11, 21, 31) gegen die Folgen eines Unfalles in der jeweiligen Spaltzone (12, 22, 32) widerstandsfähig sind.
3. Kernreaktor nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktortank (1) einen drehbaren Deckel (2) aufweist, in dem an sich bekannte Handhabungsvorrichtungen (6) für einzelne Elemente (27, 28) der Spaltzonen (12, 22, 32) und mindestens ein Aufnahmeraum (7) für den Deckel (15, 25, 35) eines Einzelbehälters (11, 21, 31) sowie eine Hebevorrichtung (9) für den Deckel vorhanden sind.
4. Kernreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlmittelspiegel im Sicherheitsbehälter (1) bei abgenommenem Deckel (15, 25, 35) eines Einzelbehälters (11, 21, 31) auf eine Höhe (5) anhebbar ist, die mindestens um die Länge eines Elementes (27, 28) über der Oberkante der Spaltzonen (12, 22, 32) liegt.

709852/0549

2628782

5. Kernreaktor nach Anspruch 1 mit getrennter Zu- und Ableitung des Kühlmittels zu jeder der Spaltzonen, dadurch gekennzeichnet, daß die Zu- (13, 23, 33) und Ableitungen (14, 24, 34) in den Zwischenräumen zwischen den Einzelbehältern (11, 21, 31) und dem Reaktortank (1) angeordnet sind.

6. Kernreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Zwischenräumen zwischen den Einzelbehältern (11, 21, 31) und dem Reaktortank (1) Einrichtungen (10) zum Lagern von Elementen (28) der Spaltzonen (12, 22, 32) vorhanden sind.

INTERATOM

Internationale Atomreaktorbau GmbH
5060 Bensberg

Kernreaktor mit mehreren Spaltzonen

Die vorliegende Erfindung betrifft einen flüssigkeitsgekühlten Kernreaktor mit mehreren getrennt voneinander in einem gemeinsamen Reaktortank angeordneten Spaltzonen. Der hauptsächlich aus wirtschaftlichen Gründen erwünschte Bau von Kernenergieanlagen hoher Leistung, z.B. von 2000 MW und darüber wirft eine Reihe von Problemen auf, die durch ein einfaches lineares Extrapolieren der bislang gebauten Anlagen geringerer Leistung nicht zu lösen sind. So muß z.B. der Sicherheitsbehälter nicht nur größer sein, um die vergrößerte Spaltzone aufnehmen zu können, sondern auch widerstandsfähiger, da die bei einem schweren Unfall in der Spaltzone freigesetzte Energiemenge ebenfalls größer ist. Ein solcher Sicherheitsbehälter läßt sich jedoch aus fertigungstechnischen Gründen nur schwer realisieren. Aus kernphysikalischen Gründen ist eine Vergrößerung der einzelnen Brennelemente eines Reaktors nur in geringem Maße möglich. Eine Erhöhung der Leistung bedingt somit eine entsprechende Erhöhung der Anzahl der Brennelemente, für deren Auswechseln oder Umsetzen jeweils eine bestimmte, kaum zu verringernde Zeitspanne anzusetzen ist. Daher wird bei einer großen Anzahl von Brennelementen der Grad der Verfügbarkeit der Anlage leicht auf ein wirtschaftlich nicht mehr vertretbares Maß herabgedrückt.

2628782

Kernenergieanlagen mit mehreren getrennt voneinander angeordneten Spaltzonen sind bekannt, doch sind die verschiedenen Spaltzonen üblicherweise in größerem Abstand voneinander und nicht innerhalb desselben Reaktortanks angeordnet. In der DT-OS 2 137 012 wird ein Kernreaktor vorgeschlagen, bei dem innerhalb eines Reaktortanks mehrere Spaltzonen auf einem gemeinsamen, um eine senkrechte Achse drehbaren Gerüst angeordnet sind in der Art, daß sich jeweils eine der Spaltzonen in abgeschaltetem Zustand unter einer Handhabungsvorrichtung befindet, vermittels derer die Brennelemente derselben ausgewechselt werden können. Die übrigen Spaltzonen sind gleichzeitig in Betrieb und an oberhalb von ihnen gelegene Wärmetauscher angeschlossen, so daß der Betrieb der Kernenergieanlage aufrechterhalten wird. Immerhin bedingt eine Kernenergieanlage nach diesem Vorschlag, daß stets eine der Spaltzonen außer Betrieb ist, auch wenn dies gar nicht erforderlich sein sollte, weil kein Brennelementwechsel notwendig ist. Darüber hinaus bedingt die drehbare Tragbühne einen nicht unwesentlichen zusätzlichen Aufwand; ihre Betriebssicherheit ist darüber hinaus in einem mit Flüssigmetall gekühlten Reaktor fragwürdig. Darüber hinaus wirft das vor und nach dem Drehen der Spaltzonen erforderliche Ab- bzw. Ankuppeln der Regelelemente an ihre Antriebe große sicherheitstechnische Probleme auf.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist eine Kernenergieanlage, die auch während notwendiger Wartungsarbeiten, beispielsweise während des Brennelementwechsels mit Teillast weiter betrieben werden kann und in der der Reaktortank bei einem Unfall in der Spaltzone einer geringeren Belastung ausgesetzt ist. Darüber hinaus soll die erfindungsgemäße Anlage einfach zu warten und möglichst platzsparend aufgebaut sein.

2628782

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, daß jede Spaltzone für sich in einem ortsfesten und mit einem lösbaren Deckel versehenen Einzelbehälter angeordnet ist. Die Gesamtanlage wird dadurch auf mehrere unabhängig voneinander zu betreibende, jedoch innerhalb eines gemeinsamen Reaktortanks angeordnete Einzelreaktoren aufgeteilt, die jeder für sich zu Wartungszwecken zugänglich sind. Aus Gründen der Platzökonomie innerhalb des Reaktortanks einerseits und der bei mehreren Spaltzonen zusätzlich erforderlichen Einrichtungen andererseits erscheint eine Anzahl von drei einzelnen Spaltzonen als besonders vorteilhaft. Die Größe des Reaktortanks vergrößert sich gegenüber der bei einer einzelnen großen Spaltzone erforderlichen nur wenig, wie weiter unten an einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung gezeigt wird. Auch ist es vorteilhaft, daß jeder der Einzelbehälter die Funktion eines Schildtanks erfüllen kann.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Einzelbehälter gegen die Folgen eines Unfalles in der jeweiligen Spaltzone widerstandsfähig. Ein solcher Unfall, der im Extremfall zum Schmelzen der gesamten Spaltzone führen kann, ist naturgemäß leichter zu beherrschen, wenn die Anzahl der betroffenen Kernelemente geringer ist und der die Spaltzone umschließende Behälter bei geringer Größe besonders widerstandsfähig ausgebildet werden kann. Da die Einzelbehälter im Sicherheitsbehälter von Kühlmittel umgeben sind, kann auch bei völligem Ausfall jeder, auch der Notkühlung in einer der Spaltzonen dieselbe über die intakten Kühlkreisläufe der anderen Spaltzonen in beschränktem Umfange weiter gekühlt werden.

Beim Brennelementwechsel und bei umfangreicheren Wartungsarbeiten an einer der Spaltzonen ist es sinnvoll, den Deckel zu entfernen, der den zugehörigen Einzelbehälter

2628782

verschließt. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird daher vorgeschlagen, daß der Reaktortank einen drehbaren Deckel aufweist, in dem an sich bekannte Handhabungsvorrichtungen für Elemente der Spaltzonen und mindestens ein Aufnahmeraum für den Deckel eines Einzelbehälters, sowie eine Hebevorrichtung für den Deckel vorhanden sind. Dies erlaubt es, auf Handhabungsvorrichtungen für jeden einzelnen Behälter zu verzichten und die Deckel derselben als einfache Festdeckel auszuführen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß der Kühlmittelspiegel im Reaktortank bei abgenommenem Deckel eines Einzelbehälters auf eine Höhe anhebbar ist, die mindestens um die Länge eines Elementes der Spaltzone über der Oberkante der Spaltzone liegt. Hierdurch wird erreicht, daß aus der Spaltzone entfernte Brennelemente durch einfaches Umsetzen entfernt werden können und dabei ständig vom Kühlmittel bedeckt sind, so daß die Abfuhr der in ihnen erzeugten Nachzerfallswärme keine Schwierigkeiten bietet. Da die anderen Einzelbehälter durch ihre Deckel verschlossen sind, wird der Betrieb der in denselben angeordneten Spaltzonen nicht behindert.

Zweckmäßigerweise ist jeder der Einzelbehälter mit getrennten Zu- und Ableitungen für das Kühlmittel versehen. Hierfür wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgeschlagen, daß die Zu- und Abführungen in den Zwischenräumen zwischen den Einzelbehältern und dem Reaktortank angeordnet sind.

Um die erwähnten Zwischenräume noch besser nutzen zu können, sind gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung in diesen Einrichtungen zum Lagern von Elementen der Spaltzonen vorhanden, in denen die bestrahlten Brennelemente soweit abklingen können, bis sie aus dem Reaktortank entfernt werden können. Sie sind dabei dauernd durch das den

Zwischenraum zwischen den Einzelbehältern und den Sicherheitsbehälter ausfüllende Kühlmittel bedeckt und werden ausreichend gekühlt. Ihr Ausschleusen kann zu gegebener Zeit erfolgen, ohne den Betrieb der Kernenergieanlage zu beeinträchtigen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt, und zwar zeigt

Figur 1 einen Längsaxialschnitt entsprechend der Linie A-B der Figur 2 und

Figur 2 einen Querschnitt entsprechend der Linie C-D der Figur 1.

In einem Reaktortank 1, der mit einem drehbaren Deckel 2 verschlossen ist, steht flüssiges Kühlmittel, beispielsweise Natrium mindestens bis zu einem Notspiegel 3, vorzugsweise jedoch bis zu einem Betriebsspiegel 4 an. Zu bestimmten, weiter unten erläuterten Zwecken kann der Kühlmittelspiegel bis auf einen Handhabungsspiegel 5 angehoben werden. Im Drehdeckel 2 ist eine Handhabungsvorrichtung 6 vorhanden, mittels derer die einzelnen Elemente der Spaltzone eines Kernreaktors beliebig angehoben, abgesenkt und durch Drehen des Drehdeckels 2 verschwenkt werden können. Bei den genannten Elementen kann es sich um Brenn-, Brut-, Moderator-, Reflektor- oder Absorberelemente handeln. Die Handhabungsvorrichtung 6 ist hier nur schematisch angedeutet, da derartige Vorrichtungen in einer Vielzahl von für diesen Zweck geeigneten Ausführungen bekannt sind. Im Drehdeckel 2 ist ferner ein als sogenannte "heiße Zelle" ausgebildeter Raum 7 vorhanden, der mittels eines Schiebers 8 abgedichtet werden kann, sowie ein Hubwerk 9. Innerhalb des Reaktortanks 1 sind drei Einzelbehälter 11, 21, 31 angeordnet, deren jeder eine aus einer Vielzahl von Elementen bestehende Spaltzone 12, 22, 32 enthält. Die in den Spaltzonen 12, 22, 32 erzeugte Wärme wird durch ein

2628782

flüssiges Kühlmittel abgeführt, das den Einzelbehältern 11, 21, 31 durch je zwei (die Anzahl von zwei Kreisläufen je Spaltzone, also von sechs für die gesamte Anlage, erscheint aus Betriebs-, Sicherheits- und Platzgründen hier am vorteilhaftesten) Druckleitungen 13, 23, 33 unter Druck zugeführt und durch ebenfalls je zwei Saugleitungen 14, 24, 34 abgeführt wird. Das Kühlmittel fließt durch die Saugleitungen 14, 24, 34 zu hier nicht dargestellten Teilen der Anlage, beispielsweise Wärmetauschern und kehrt durch die Druckleitungen 13, 23, 33 zurück. Jeder der Einzelbehälter 11, 21, 31 ist mit einem Festdeckel 15, 25, 35 (letzterer hier nicht dargestellt) versehen. Während der Deckel 15 in seiner normalen, den Einzelbehälter 11 abschließenden Stellung dargestellt ist, ist der Deckel 25 vermittels des Hubwerks 9 in den Aufnahmeraum 7 gezogen worden. Innerhalb von Gehäusen 16, 26, 36 (letzteres hier nicht dargestellt) sind geschützt die für die Regelung jeder der Spaltzonen 12, 22, 32 erforderlichen Elemente untergebracht, die konventioneller Bauart und daher hier nicht dargestellt sind. In der in der Figur 1 dargestellten Lage ist der Deckel 25 des Einzelbehälters 21 abgehoben worden, so daß letzterer nach oben zu offen ist. Durch ein Drehen des Drehdeckels 2, im Beispiel um 120° , kann die Handhabungsvorrichtung 6 über die Spaltzone 22 verfahren werden und zum Umsetzen oder Auswechseln der einzelnen Elemente der Spaltzone verwendet werden. Eines der Elemente ist mit 27 bezeichnet und in einer Lage dargestellt, die es während des Umsetzens einnehmen würde. Wie ersichtlich liegt der Handhabungsspiegel 5 so hoch, daß das Element 27 während des Umsetzvorganges stets mit Kühlmittel bedeckt bleibt und dadurch ausreichend gekühlt wird. Ein weiteres Element 28 ist in seiner Absetzposition innerhalb einer von mehreren Lagereinrichtungen 10 dargestellt. Die Einzelbehälter 11, 21, 31 ruhen auf einer gemeinsamen Tragplatte 40, die mit Einrichtungen 41 zum Ein- und Ausschleusen von Kernelementen in das bzw. aus dem

709852/0549

~~9~~
9

2628782

Lager 10 versehen ist. Auf die Darstellung nicht erfindungswesentlicher Teile der Kernenergieanlage, beispielsweise der Strahlenabschirmung und der Versorgung mit Schutzgas wurde der Übersichtlichkeit halber verzichtet.

709852/0549

11

Nummer: 26 28 782
Int. Cl.2: G 21 C 1/00
Anmeldetag: 26. Juni 1976
Offenlegungstag: 29. Dezember 1977

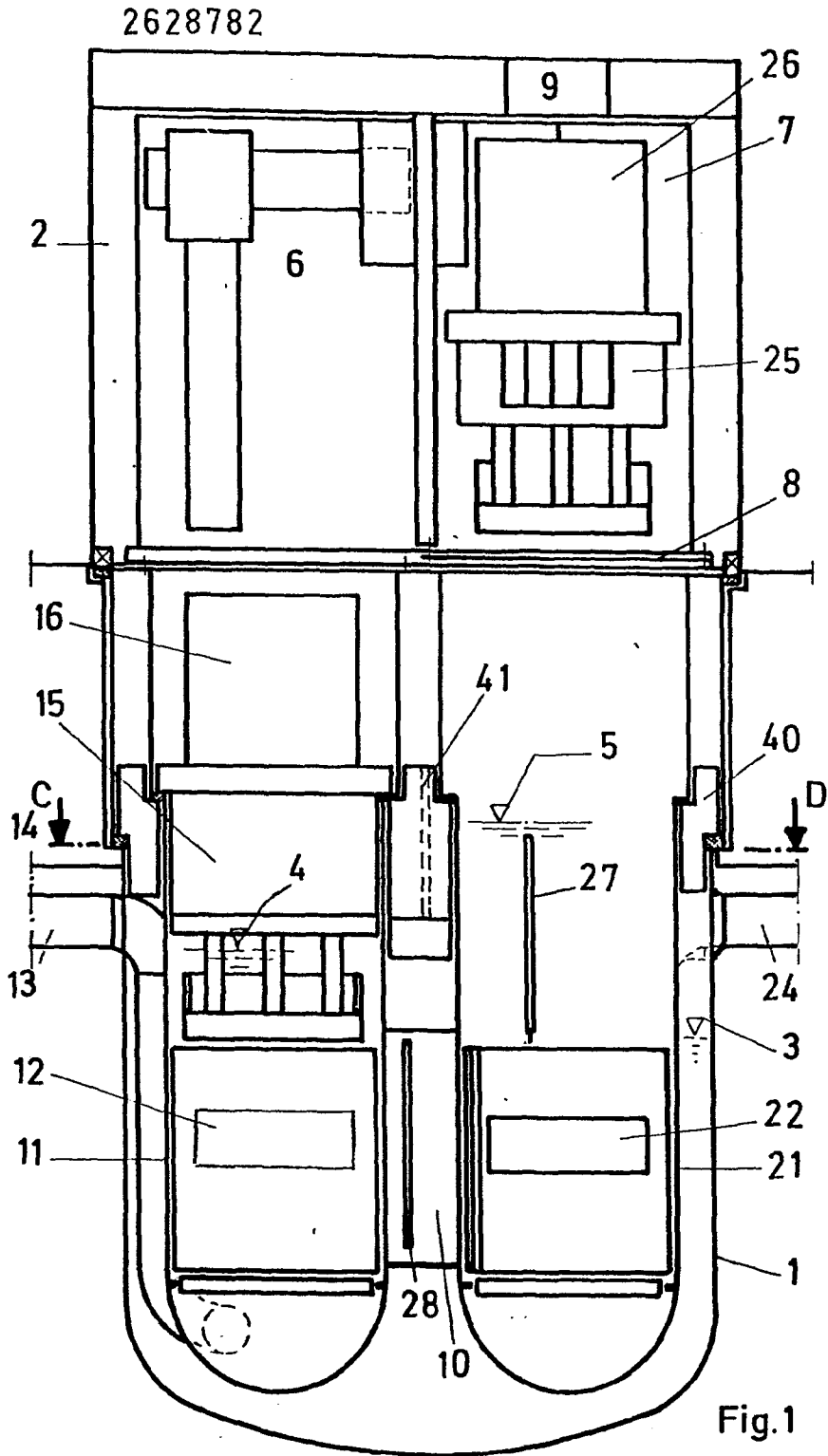


Fig.1

709852/0549

INTERATOM
24.338.3

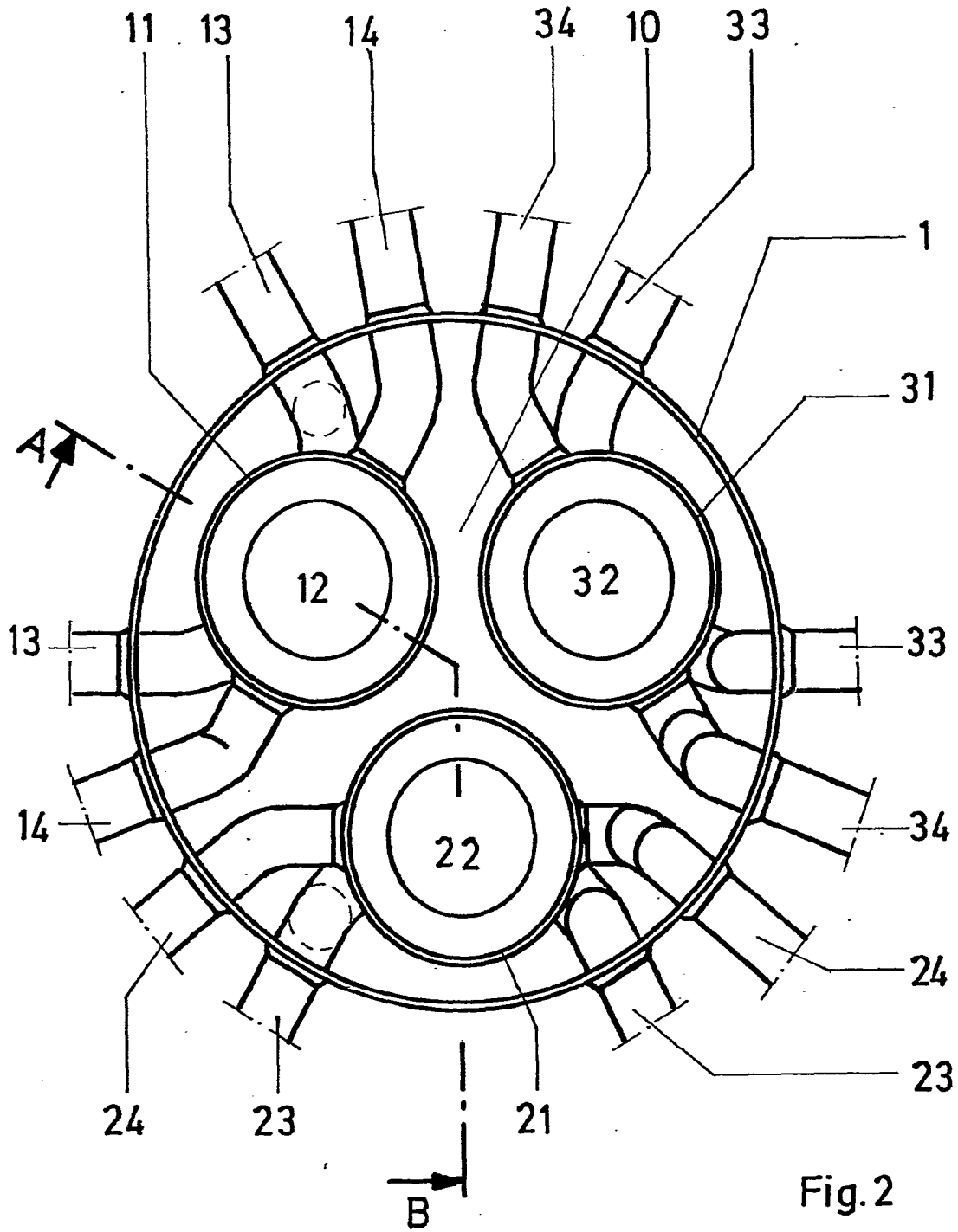


Fig. 2

709852/0549

INTERATOM
24.338.3