

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
11 **DE 31 17 427 A 1**

51 Int. Cl. 3:
G 21 C 19/06
G 21 C 19/08
G 21 C 19/32

21 Aktenzeichen: P 31 17 427.2
22 Anmeldetag: 2. 5. 81
43 Offenlegungstag: 18. 11. 82

71 Anmelder:
Hochtemperatur-Reaktorbau GmbH, 5000 Köln, DE

72 Erfinder:
Sommer, Helmut, Dipl.-Phys. Dr., 6901 Eppelheim, DE;
Singh, Jasbir, Dr., 5170 Jülich, DE; Rapsch, Hans, 8706
Höchberg, DE; Würth, Rudolf, 6800 Mannheim, DE;
Breiden, Hans, 6901 Dossenheim, DE; Mika, Siegfried, 6944
Hemsbach, DE; Giesser, Walter, Dipl.-Phys. Dr., 6800
Mannheim, DE; Rölleke, Wolfgang, 6834 Ketsch, DE;
Hildebrandt, Max, Dipl.-Ing.; Wieser, Rudolf, Dr., 6800
Mannheim, DE



54 **»Lager für kugelförmige Brennelemente«**

Ein Lager zur Aufnahme von kugelförmigen Brennelementen für die Zwischenlagerung ist so ausgelegt, daß auch beim Auftreten von Störfällen die Unterkritikalität gewährleistet ist. Das aus zylindrischen Schächten unter Inertgasatmosphäre bestehende Lager kann auch die bei einer Kern-Schnellentladung anfallenden Brennelemente verschiedenen Abbrandzustandes aufnehmen. Den Brennelementen werden kontinuierlich Absorberkugeln beigegeben, wobei das Mischungsverhältnis sich nach dem Abbrandzustand der Brennelemente richtet. Die Nachzerfallswärme wird über ein redundantes Kühlsystem abgeführt. (31 17 427)

DE 31 17 427 A 1

DE 31 17 427 A 1

5

A n s p r ü c h e

1. Lager zur Aufnahme von kugelförmigen Brennelementen, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennelemente in zylindrischen Schächten (1) angeordnet sind, daß die Abmessungen eines jeden Schachtes (1) und die Abmessungen zu dem nächsten Schacht zur Aufrechterhaltung des Multiplikationsfaktors $k_{\text{eff}} \leq 0,9$ ausgelegt sind und daß den eingefüllten Brennelementen (17) in einem vom Abbrandzustand der Brennelemente abhängigen Mischungsverhältnis kontinuierlich Absorberkugeln (18) beigefügt sind.

2. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am unteren Ende des Schachtes ein Kugelvereinzler (4) und eine Kugelausschleusleitung (5) vorgesehen sind.

3. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrischen Schächte (1) an ihrem oberen Ende mit einem Abschirmstopfen (3) dicht verschließbar sind.

4. Lager nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugelausschleusleitung (5) mit einer Aufnahmekanne (13) zur Aufnahme der Kugeln (17,18) verbindbar ist.

5. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmekanne (13) in einem abgeschirmten Transportwagen (12) zur Entnahmevorrichtung verfahrbar ist.

35

6. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei Schachtreihen ein gemeinsames Fahrgleis (11) für den abgeschirmten Transportwagen (12) der Aufnahmekannen (13) vorsehen ist.

7. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (9) für den Kugelvereinzler (4) in einer Abschirmhaube (10) angeordnet ist.

8. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrischen Schächte (1) mit Kühlrohren (6,7) versehen sind.

9. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schächte (1) mit Helium gefüllt sind.

10. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Brennelementedurchmesser zu den Absorberkugeldurchmessern 1,2 bis 2 beträgt.

11. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennelemente (17) einen Durchmesser von 0,06m und die Absorberkugeln (18) einen Durchmesser von 0.03 bis 0,05m haben.

12. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Schacht (1) mindestens eine Höhe von 11m und wenigstens einen Durchmesser von 1,5 m hat.



3117427

Int. Nr. 7969

- 3 -

16. 09. 1980

13. Lager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennelemente und die Absorberkugeln über eine gemeinsame Ausschleusleitung entnommen werden.

5

10

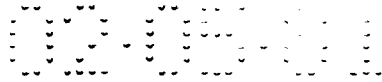
15

20

25

30

35



H O C H T E M P E R A T U R - R E A K T O R B A U G M B H
Köln
Int. Nr. 7969

16. Sept. 1980

Lager für kugelförmige Brennelemente

Die Erfindung bezieht sich auf ein Lager zur Aufnahme von kugelförmigen Brennelementen.

5

Das Lager dient vorrangig der zwischenzeitlichen Aufnahme von Brennelementen, die dem Kern eines Kernkraftwerkes entnommen werden. Es ist bereits ein Lager zur Aufnahme von kugelförmigen Brennelementen bekannt.

10

Ein derartiges Lager soll so ausgelegt sein, daß weder im Normalbetrieb noch im Störfall der Wert des Multiplikationsfaktors $k_{\text{eff}} \leq 0,9$ überschritten wird. Zur Erfüllung dieser Forderung kann ein solches Lager mit Absorberstäben ausgerüstet werden, die zwischen den Brennelementen positioniert werden. Dies ist besonders dann wichtig, wenn beispielsweise aufgrund einer Schnellabschaltung alle im Kern des Kernkraft-

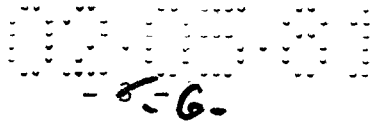
000001
- 2 -
- 5 -

werkes enthaltenen kugelförmigen Brennelemente von dem Lager aufzunehmen sind. Die Absorberstäbe sind auch dann erforderlich, wenn das Lager durch einen Wassereinbruch teilweise oder vollständig überflutet wird. Besonders wichtig sind diese Absorberstäbe für den Fall, daß eine Schnellentladung und ein gleichzeitiger Wassereinbruch im Lager vorliegt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lager für kugelförmige Brennelemente zu schaffen, das die bei Schnellentladung eines Reaktors anfallenden kugelförmigen Brennelemente verschiedenster Abbrandstufen bei Aufrechterhaltung der Unterkritikalität aufnehmen kann und bei dem auch beim Auftreten von Erschütterungen und sonstigen Störfällen die Unterkritikalität gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß die Brennelemente in zylindrischen Schächten angeordnet sind, daß die Abmessungen eines jeden Schachtes und die Abmessungen zu dem nächsten Schacht zur Aufrechterhaltung des Multiplikationsfaktors $k_{\text{eff}} \leq 0,9$ ausgelegt sind und daß den eingefüllten Brennelementen in einem vom Abbrandzustand der Brennelemente abhängigen Mischungsverhältnis kontinuierlich Absorberkugeln beigefügt sind. Die Menge des Absorbermaterials, die eine jede Absorberkugel aufweist, richtet sich nach dem jeweiligen Abbrandzustand der Brennelemente. So werden beispielsweise den reaktivsten Brennelementen mehr Absorberkugeln oder Absorberkugeln mit einer größeren Absorbermenge beigefügt als bereits abgebrannten Brennelementen. Bei dem Absorbermaterial der Absorberkugeln handelt es sich vorzugsweise um Bor, Hafnium oder Europium.

Um eine einfache Entnahme der Brennelemente und der Absorberkugeln zu ermöglichen, sind am unteren Ende eines Schachtes ein Kugelvereinzeln und eine Kugelausschleusleitung vorgesehen.



Zweckmäßig sind die zylindrischen Schächte an ihrem oberen Ende mit einem Abschirmstopfen dicht verschließbar. Die Kugelausschleusleitung kann mit einer Aufnahmekanne, die innerhalb eines abgeschirmten Transportwagens abgestellt und mit diesem verfahrbar ist, verbunden werden. Das Fahrgleis für den abgeschirmten Transportwagen ist zweckmäßig zwei Schachtreihen gemeinsam zugeordnet. Um die nach Einlagerung der Brennelemente entstehende Wärme zu beherrschen, sind die Schächte mit einer Kühlmantelung versehen.

Zweckmäßig werden mehrere Schächte in einer Betonmatrix zusammengefaßt. Bei 20 Schächten werden 4 Reihen zu je 5 Schächten vorgesehen.

Jeder Schacht weist eine Höhe von 11 m und einen Innendurchmesser von 1,50 m auf. Wird das Lager zur Aufnahme von Brennelementen mit einem Durchmesser von 0,06 m verwendet, so können in jeden Schacht des Lagers etwa 100.000 kugelförmige Brennelemente eingefüllt werden. Zum Füllen eines jeden Schachtes ist dieser mit einer gemeinsamen Beschickungseinrichtung für Brennelemente und Absorberkugeln ausgerüstet. Dadurch ist es möglich, den einzufüllenden Brennelementen Absorberkugeln in einem vorgebbaren Mischungsverhältnis beizufügen.

Die Anzahl der Absorberkugeln je Schacht richtet sich nach dem Schwermetallgehalt der Brennelemente, nach dem Absorbermaterial und der Absorbermenge pro Absorberkugel. Im Auslegungsfall muß die Anzahl der Absorberkugeln rechnerisch und experimentell ermittelt werden.

Es ist besonders zweckmäßig, das Verhältnis von Brennelementdurchmesser zum Absorberkugeldurchmesser derart zu wählen, daß ein Wert von 1,2 bis 2 erreicht wird. Dies

- bedeutet, daß bei kugelförmigen Brennelementen mit einem Durchmesser von 6 cm Absorberkugeln mit einem Durchmesser von 3 bis 5 cm verwendet werden. Durch Verwendung dieser mittelgroßen Absorberkugeln wird ein Hindurchfallen
- 5 zwischen den gelagerten Brennelementen beim Auftreten von Erschütterungen verhindert, so daß die beim Füllen eines jeden Schachtes erzielte homogene Verteilung der Absorberkugeln in jedem Fall beibehalten wird.
- 10 Die Erfindung wird nachstehend an Hand von schematischen Zeichnungen erläutert. Die Erfindung ist jedoch auf das dargestellte Ausführungsbeispiel nicht beschränkt.

Es zeigen:

- 15 Fig. 1 einen Vertikalschnitt durch zwei von mehreren in einer Reihe angeordneten Lagerschächte,
Fig. 2 einen Vertikalschnitt entsprechend der Linie II in Fig. 1.

- 20 Bei einem Lager mit zwanzig Schächten sind meist vier Schachtreihen von jeweils fünf Schächten zweckmäßig. Die Schächte 1 sind so angeordnet, daß ihre Längsachsen in vertikaler Richtung verlaufen. Der Mindestabstand d zwischen den Längsachsen zweier benachbarter Schächte muß
- 25 mindestens 2 m betragen. Jeder Schacht ist etwa 11 m hoch und weist einen Innendurchmesser von 1,50 m auf. Damit der erforderliche Mindestabstand zwischen den Längsachsen zweier benachbarter Schächte eingehalten werden kann, bleibt zwischen den Schächten ein freier Raum. Dieser ist
- 30 bewehrt und mit Beton ausgefüllt. Um das Lager nach außen hin genügend abzuschirmen, ist die das eigentliche Lager bildende Betonmatrix in einer zusätzlichen Betonummantelung angeordnet. Jeweils die obere Öffnung eines jeden Schachtes 1 kann mit einem Abschirmstopfen 3 dicht ver-
- 35 schlossen werden. Am unteren Ende des Schachtes ist ein

- 5 Kugelvereinzler 4 mit einer Kugelausschleusleitung 5 angeordnet. Die Wärmeableitung erfolgt über ein Zweikreis-Kühlsystem. Die Kühlrohre 6 und 7 sind auf die Schachtrohre aufgeschweißt, wie sich aus Fig. 1 entnehmen läßt. Die Kühlung erfolgt mittels Wasser, das in einem geschlossenen Kreislauf umläuft und mit der Atmosphäre nicht in Berührung kommt. Hierdurch können optimale Kühlwasserbedingungen eingestellt werden.
- 10 Der Antriebsmotor 9 ist mit dem Kugelvereinzler 4 über eine Stange 8 o. dgl. verbunden. Der Antriebsmotor 9 besitzt eine Abschirmhaube 10. Zwischen dem Kugelvereinzler 4 und dem Antriebsmotor 9 ist eine Abschirmung 20 vorgesehen.
- 15 Unterhalb der Schächte 1 ist auf Schienen 11 ein abgeschirmter Transportwagen 12 vorgesehen. Dieser Transportwagen 12 kann Aufnahmekannen 13 in seinem Inneren aufnehmen. Die Aufnahmekanne wird mit Hilfe eines Kranes auf den abgeschirmten Transportwagen 12 abgesenkt. Der Transportwagen selbst wird dann in die Abfüllposition verfahren. Sobald der Transportwagen die Abfüllposition erreicht hat, wird ein Teleskoprohr 14 auf die Kanne 13 abgelassen, das mit der Kugelausschleusleitung 5 verbunden ist. Die Absperrarmatur 21 wird geöffnet und der Kugelvereinzler 4 in Betrieb genommen. Die kugelförmigen Brennelemente 17 und die Absorberkugeln 18, die in den Behälter gelangen, werden gezählt. Sobald die Aufnahmekanne 13 gefüllt ist, erfolgt die Abschaltung des Kugelvereinzlers 4. Die Absperrarmatur 21 wird geschlossen und das Teleskoprohr 14 hochgefahren. Der Transportwagen fährt zu einer Schließstation 15, wo ein Deckel auf die Kanne gepreßt wird. Die gefüllte Kanne wird über die Station 16 in ein nicht dargestelltes Zwischenlager transportiert.
- 20
- 25
- 30
- 35

Die Schächte 1, die mit Helium gefüllt sein können, werden über eine Zugabeleitung 22 mit kugelförmigen Brennelementen 17 und kugelförmigen Absorberelementen 18 gefüllt. Die Anzahl der Absorberkugeln richtet sich dabei nach dem

5 Abbrandzustand der Brennelemente. In einer hier nicht dargestellten Abbrandmeßanlage wird der jeweilige Abbrandzustand ermittelt und entsprechend Absorberkugeln in den Schacht eingefüllt.

10 Bei einer Schnellentladung des Kernes eines Reaktors werden die Brennelemente in gleicher Weise wie im Normalbetrieb in die Schächte transportiert. Abweichend vom Normalbetrieb werden jedoch bei Einlagerung der letzten Brennelemente, d.h. der fast noch frischen Brennelemente, noch jeweils

15 nach Einlagerung von ca. 25.000 Brennelemente, d.h. noch jeweils einem Viertel der für eine vollständige Füllung erforderlichen Brennelemente, kleine Absorberkugeln zugegeben, um eine Unterkritikalität in jedem Fall zu gewährleisten. Für die Wiederbeladung können Behälter,

20 vorgesehen sein, die der Zugabestation angepaßt sind. Sofern diese in den abgeschirmten Transportwagen 12 abgesenkt werden können, kann ihre Beladung unmittelbar von den Schächten erfolgen. Diese Behälter werden dann in das Lager für frische Brennelemente transportiert und

25 gelangen dort in die Zugabestation. Hier werden die Brennelemente von den kleinen Absorberkugeln getrennt. Die Trennung kann bei nur schwach reaktiven Brennelementen schon beim Ausschleusen aus dem Schacht erfolgen.

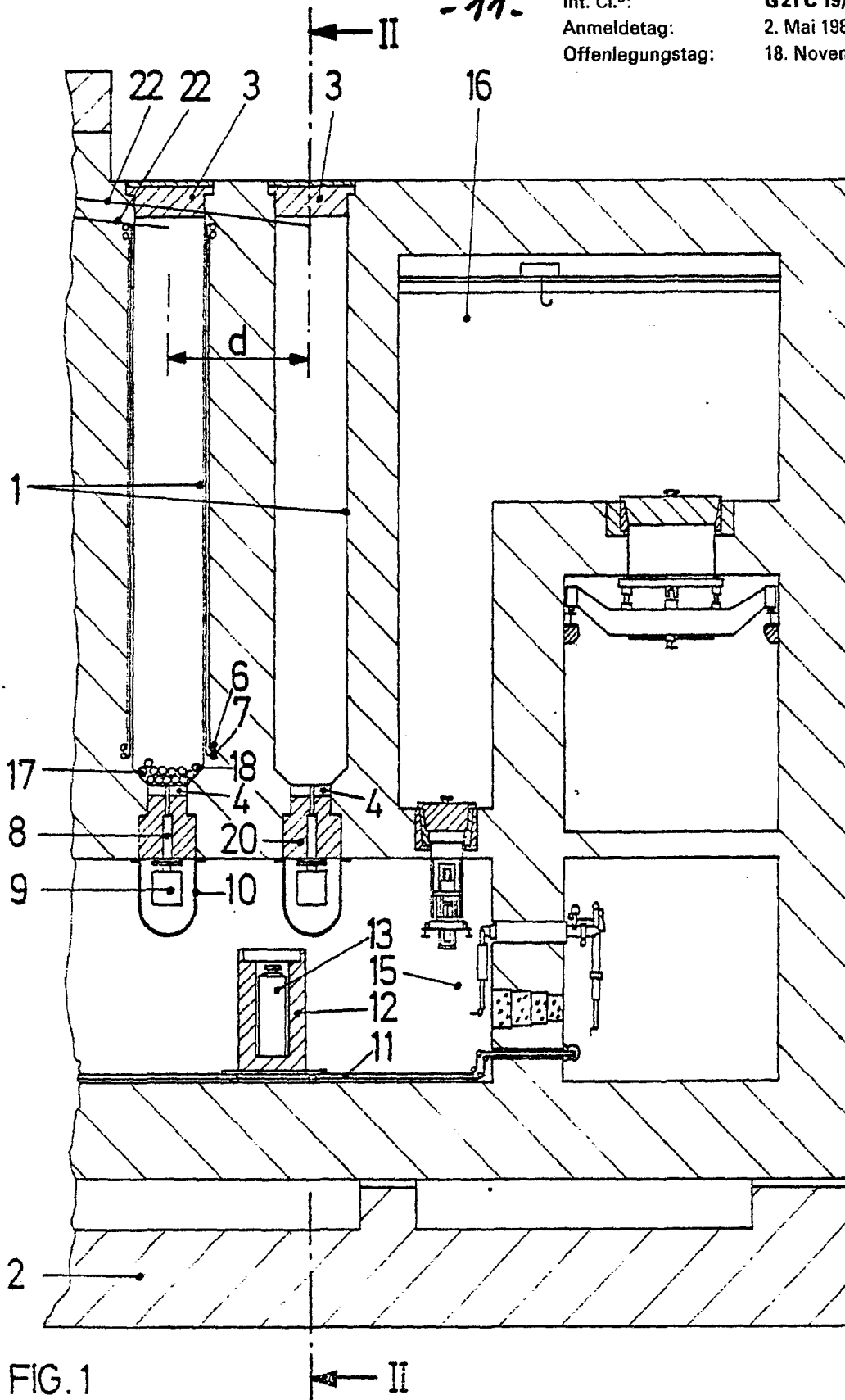
30

35

3117427

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3117427
G21 C 19/06
2. Mai 1981
18. November 1982



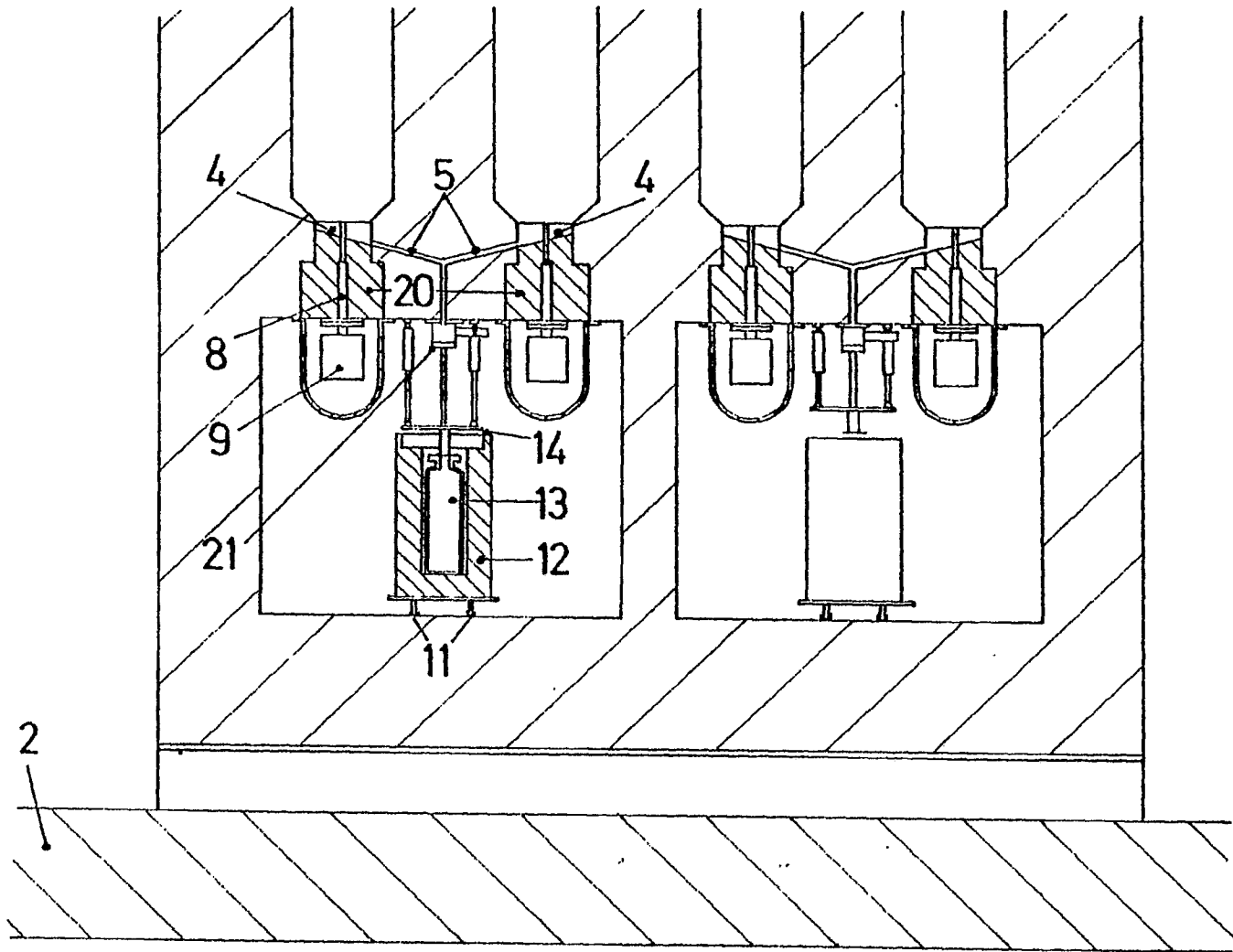


FIG. 2

10-

3117427