

51

Int. Cl. 2:

G 21 C 1/02

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DE 29 37 869 A 1

11

Offenlegungsschrift 29 37 869

21

Aktenzeichen: P 29 37 869.6

22

Anmeldetag: 19. 9. 79

43

Offenlegungstag: 27. 3. 80

30

Unionspriorität:

32 33 31

19. 9. 78 Ver. Königreich 37299-78

54

Bezeichnung: Schneller Brutreaktor mit Rohrbündel-Wärmetauscher sowie Rohrbündel-Wärmetauscher

71

Anmelder: Nuclear Power Co. Ltd., London

74

Vertreter: Berg, W.J., Dipl.-Chem. Dr.rer. nat.; Stapf, O., Dipl.-Ing.; Schwabe, H.-G., Dipl.-Ing.; Sandmair, K., Dipl.-Chem. Dr.jur. Dr.rer.nat.; Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Erfinder: Mitchell, Colin Harold, Knutsford; Young, Michael John, Brackenhall, Warrington; Cheshire (Ver. Königreich)

DE 29 37 869 A 1

Anwaltsakte 30 365

19. Sep. 1979

Nuclear Power Company Limited

Schneller Brutreaktor mit Rohrbündel-Wärmetauscher
sowie Rohrbündel-Wärmetauscher

Ansprüche

- ① Mit Flüssigkeit gekühlter Schneller Brutreaktor, welcher eine Kernbrennstoffanordnung aufweist, die in ein Kühlmittelbad in einem Primärgefäß eintaucht, gekennzeichnet durch einen Rohrbündel-Wärmetauscher mit einem Bündel aus Wärmeaustauschrohren (7), welches einen sich in Längsrichtung durch den Mantel (20) erstreckenden zentralen Kern (1) aufweist, und mit einer Serie von in Längsrichtung im Abstand angeordneten Quergittern (2), die federnd nachgiebig an dem zentralen Kern innerhalb des Mantels angebracht sind und für die Querabstützung der Rohre durch Auseinanderdrücken derselben angeordnet sind, wobei aufeinanderfolgende Gitter die Rohre aus ihrer Nennausrichtung in entgegengesetzte Richtungen verlagern, und

I

☎ (089) 98 82 72
98 82 73
98 82 74
98 33 10

030013/0921
Telegramme:
BERGSTAPFPATENT München
TELEX:
0524 560 BERG d

Bankkonten: Hypo-Bank München 4410122850
(BLZ 700 200 11) Swift Code: HYPO DE MM
Bayer Vereinsbank München 453100 (BLZ 700 202 70)
Postcheck München 653 43-808 (BLZ 700 100 80)

-2-

mit zur Befestigung der Gitter an dem zentralen Kern dienenden Befestigungsvorrichtungen, die jeweils eine Reihe im Kreis angeordneter Gabeln, die fest an dem Kern befestigt sind und jeweils ein Paar von radial nach außen sich erstreckenden Gabelarmen aufweisen, eine komplementäre Reihe von im Kreis angeordneten Befestigungsgabeln, deren sich radial nach innen erstreckenden Gabelarme fest mit einem Gitter verbunden sind, und ein federnd nachgiebiges Ringteil aufweisen, welches quer zu dem Kern verlaufend zwischen die Gabelarme der Befestigungsgabeln beider Befestigungsgabelreihen eingreift, wobei die Befestigungsgabeln der einen Reihe jeweils zwischen zwei benachbarten Befestigungsgabeln der komplementären Reihe angeordnet sind.

2. Rohrbündel-Wärmetauscher, insbesondere für einen Schnellen Brutreaktor, mit einem Bündel von Wärmeaustauschrohren, die sich in Längsrichtung durch einen Mantel mit in Längsrichtung im Abstand voneinander angeordneten Quergittern zum Auseinanderdrücken der Rohre erstrecken, dadurch gekennzeichnet, daß die Gitter (2) an einem zentralen Kern (1) des Rohrbündels federnd nachgiebig befestigt sind.
3. Rohrbündel-Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die federnd nachgiebigen Befestigungsvorrichtungen zur Befestigung der Gitter an dem zentralen Kern (1) jeweils eine Reihe von im Kreis angeordneten

Befestigungsgabeln (12), die fest an dem Kern angebracht sind und sich mit ihren Gabelarmen radial nach außen erstrecken, eine komplementäre Reihe von im Kreis angeordneten, fest an einem Gitter (2) angebrachten Befestigungsgabeln, die sich mit ihren Gabelarmen radial nach innen erstrecken, und ein federnd nachgiebiges Ringteil (11) aufweisen, welches quer zu dem Kern verläuft und in die Befestigungsgabeln beider Befestigungsgabelreihen eingreift, wobei jede Befestigungsgabel der einen Kreisreihe zwischen zwei benachbarten Befestigungsgabeln der komplementären Befestigungsgabelreihe angeordnet ist.

4. Rohrbündel-Wärmetauscher nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das federnd nachgiebige Ringteil (11) einen Stapel von gegenseitig gleitend verlagerbaren Lamellen (11a) aufweist.
5. Rohrbündel-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß aufeinanderfolgende Gitter (2) der Gitterreihe die Rohre (7) aus ihrer Nennausrichtungslage in einander entgegengesetzten Richtungen verlagern.

Schneller Brutreaktor mit Rohrbündel-Wärmetauscher
sowie Rohrbündel-Wärmetauscher

Die Erfindung bezieht sich auf einen Rohrbündel-Wärmetauscher und ist gerichtet auf Zwischenwärmetauscher, die zur Verwendung in mit Flüssigmetall gekühlten Schnellen Brutreaktoren bestimmt sind.

Ein Rohrbündel-Wärmetauscher enthält einen geschlossenen Mantel, in welchem ein Bündel Wärmeaustauscherrohre aufgenommen ist, welche durch den Mantel unter Zuhilfenahme wenigstens einer Rohrplatte hindurchlaufen. Im Betrieb strömt eine erste Flüssigkeit durch den Mantel, die sich im Wärmeaustausch mit einer zweiten Flüssigkeit befindet, die durch die Rohre strömt. Bei einem Typ von Rohrbündel-Wärmetauschern, die als Zwischenwärmetauscher in den Konstruktionen Schneller Brutreaktoren verwendet werden, sind die langgestreckten, sich zwischen zwei einander entgegengesetzten Rohrplatten erstreckenden Rohre mit Dehnungsrohrkrümmern versehen und sind daher starken Vibrationen aufgrund der Flüssigkeitsströmung durch den Mantel ausgesetzt. Eine Maßnahme, die Vibrationsbewegung zu verhindern, besteht darin, daß die Rohre in Querrichtung mittels einer Reihe von längs des Mantels im Abstand angeordneten Gittern abgestützt werden, von denen aufeinander folgende Gitter die Rohre aus ihrer Nennausrichtungslage in entgegengesetzte Richtungen radial verlagern, um die Rohre zu verspannen. Jedoch kann die Rohrabstützung, welche durch diese Maßnahme erhalten wird, zu

steif sein, und außerdem werden durch die Differentialbewegung der Rohre relativ zu anderen Teilen der Struktur starke Spannungen herbeigeführt.

Gemäß der Erfindung sind bei einem Rohrbündel-Wärmetauscher, bei dem die Wärmeaustauschrohre in einem Bündel angeordnet sind und in Querrichtung mittels einer Längsreihe von im Abstand voneinander angeordneten Gittern verspannt sind, die Gitter federnd nachgiebig an einem zentralen Kern des Rohrbündels abgestützt. Durch die federnden Abstützungen erhalten die Befestigungsvorrichtungen zur Befestigung des Rohrbündels an dem zentralen Kern eine Flexibilität, so daß Gruppen von Wärmeaustauschrohren in Längsrichtung relativ zu dem Kern und zu benachbarten Rohrgruppen sich verlagern können und dadurch differentiale lineare Wärmeausdehnungen aufgenommen werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Wärmetauschers weist der Kern eine Kreisreihe von sich radial nach außen erstreckenden Gabelarmen auf, während jedes Gitter eine Kreisreihe von sich radial nach innen erstreckenden Gabelarmen enthält, wobei jede Befestigungsgabel der einen Kreisreihe zwischen zwei benachbarten Befestigungsgabeln der anderen Kreisreihe angeordnet ist und in sämtliche Befestigungsgabeln ein Feder-scheibenring eingreift.

Bei einem mit Flüssigmetall gekühlten Schnellen Brutreaktor des eine Kernbrennstoffanordnung, die in einem Kühlmittel-

bad in einem Primärgefäß untergetaucht ist, und einen Rohrbündel-Zwischenwärmetauscher enthaltenden Typs weist gemäß der Erfindung der Zwischenwärmetauscher ein Bündel Wärmeaustauschrohre, das einen zentralen Kern enthält, der sich in Längsrichtung des Mantels durch diesen erstreckt, und eine Reihe von in Längsrichtung des Mantels im Abstand angeordneten Quergittern auf, die federnd nachgiebig an dem zentralen Kern innerhalb des Mantels angebracht sind und derart angeordnet sind, daß sie die Rohre durch deren Auseinanderdrücken verspannend abstützen. Hierbei werden die Rohre von aufeinanderfolgenden Gittern aus ihrer Nennausrichtungslage in entgegengesetzte Richtungen verlagert. Die federnden Vorrichtungen zur Befestigung der Gitter an dem zentralen Kern weisen jeweils eine Kreisreihe Befestigungsgabeln, die fest an dem Kern befestigt sind und jeweils ein Paar sich radial nach außen erstreckender Gabelarme aufweisen, und eine komplementäre Kreisreihe von Befestigungsgabeln auf, deren sich radial nach innen erstreckenden Gabelarmen fest an einem Gitter befestigt sind, wobei jede Befestigungsgabel der einen Kreisreihe zwischen zwei benachbarten Befestigungsgabeln der komplementären Kreisreihe angeordnet ist und ein Federscheiberring, der quer zu dem Kern verläuft, zwischen die Gabelarme der Befestigungsgabeln beider komplementären Kreisreihen eingreift.

Eine Ausführungsform eines Rohrbündel-Wärmetauschers gemäß der Erfindung ist beispielgebend aus der folgenden Beschrei-

bung und der zugehörigen Zeichnung ersichtlich. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen Teilquerschnitt,

Fig. 2 eine Teilansicht im Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 eine Teildraufsicht auf ein Rohr-Spanngitter,

Fig. 4 einen Teilquerschnitt einer Einzelheit des aus Fig. 3 ersichtlichen Gitters, jedoch in vergrößertem Maßstab,

Fig. 5 einen Teilschnitt gemäß der Linie IV-IV in Fig. 4,

Fig. 6 eine Teilseitenansicht gemäß der Linie VI-VI in Fig. 5,

Fig. 7 einen Teilschnitt gemäß der Linie VII-VII in Fig. 1 und

Fig. 8 eine Seitenansicht eines mit Flüssigkeit gekühlten Schnellen Brutreaktors im Schnitt.

Der aus der Zeichnung ersichtliche Rohrbündel-Wärmetauscher ist bestimmt für die Verwendung in einer Kernreaktorkonstruktion, um den Wärmeaustausch zwischen einem primären Kühlmittel aus flüssigem Natrium, welches durch die Rohre strömt, und einem sekundären Kühlmittel aus flüssigem Natrium herbeizuführen, welches durch den Mantel strömt. Der Mantel ist insgesamt zylindrisch und die zu einem Bündel angeordneten Rohre erstrecken sich im wesentlichen parallel zu der Längsachse des Mantels und sind an ihren Enden an querverlaufenden Rohrplatten festgelegt. Das Rohrbündel enthält einen zentralen rohrförmigen Kern. Damit eine Querabstützung der Wärmeaustauschrohre erhalten ist, ist eine Reihe von in Längsrichtung im Abstand angeordneten Gittern vorgesehen. Aus Fig. 1 ist

ein Segment des Wärmetauschers mit dem rohrförmigen Kern 1 und einem typischen Gitter 2 ersichtlich. Wie aus den Fig. 1 und 2 zu ersehen ist, enthält das Gitter einen Innengurt 3 und einen coaxialen Außengurt 4. Die Gurte sind mittels sechs in gleichen Winkelabständen zueinander angeordneten, radial verlaufenden Tragkreuzarmen oder Speichen 5 miteinander verbunden. Zwischen einander benachbarten Tragkreuzarmen sind bogenförmige Gurtteile 6 angeordnet, so daß koaxiale, im Abstand voneinander angeordnete Zwischenstützgurte für die Wärmeaustauschrohre 7 erhalten werden, die in im wesentlichen koaxialen Kreisreihen angeordnet sind. Die bogenförmigen Gurtteile 6 tragen an jeder Seite gewellte Bänder 8 (wie aus Fig. 3 ersichtlich), wobei die Wellenmulden jeweils dazu dienen, ein Rohr 7 aufzunehmen. Die Bänder weisen Endanschlüsse für die bogenförmigen Gurtteile auf und sind mit diesen verschweißt. Die bogenförmigen Gurtteile 6 sind an den Tragkreuzarmen mittels zusammenwirkenden Endanschlüssen 9 befestigt, welche über Bolzen 10 zusammengespannt sind, welche die Tragkreuzarme durchragen. Dies alles ist aus den Fig. 4 bis 6 ersichtlich. Die inneren und äußeren Reihen von Rohren 7 sind an dem Innengurt 3 und dem Außengurt 4 über gewellte Bänder 8 abgestützt, die mit den Gurten verschweißt sind. Die gewellten Bänder sind winkelmäßig gegeneinander versetzt, und zwar für aufeinander folgende Gitter in entgegengesetzte Richtungen, so daß die Rohre über ihre Länge hin an gewissen Stellen verspannt sind und dadurch von der Flüssigkeitsströmung durch den Mantel herührende Vibrationen geringer sind. Die Gitter sind jeweils

an einer Ringscheibenfeder 11, die koaxial zu dem Kern angeordnet ist und in die Befestigungsgabeln von zwei Kreisreihen aus jeweils sechs radial verlaufenden Befestigungsgabeln 12, 13 an dem Kern 1 bzw. dem Gitter 2 eingreift, federnd nachgiebig an dem rohrförmigen Kern 1 abgestützt. Die Scheibenfeder 11 enthält einen Stapel aus Ringlamellen oder Ringscheiben 11a (Fig. 1), die relativ zueinander gleitend verschiebbar sind.

Die sechs Befestigungsgabeln 12 der einen Gabelreihe weisen jeweils ein Paar radial nach außen weisender Arme auf und sind, wie aus den Fig. 1 und 7 ersichtlich, mit einem kreisförmigen, gestuften Reifen 14 verschweißt, der seinerseits mit dem rohrförmigen Kern verschweißt ist. An einem oberen Flanschring 15 und einem unteren Flanschring 16, die von dem Reifen 14 gehalten werden, sind Abschnitte einer Innenwand 17 einer ringförmigen Ummantelung 18 des Rohrbündels abgestützt. Die sechs Befestigungsgabeln 13 der anderen komplementären Kreisreihe sind mit ihren Gabelarmen radial nach innen gerichtet, die sich durch Schlitze in dem Innengurt 3 hindurch erstrecken und, wie aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich, mit dem ausgesparten Innenende der Tragkreuzarme 5 verschweißt sind. Jede Befestigungsgabel 13 ist in der Mitte zwischen zwei benachbarten Befestigungsgabeln 12 angeordnet. Jeder Außengurt 4 ist für die Aufnahme des unteren bzw. oberen Endes von Außenwänden 19 der rohrförmigen Ummantelung 18 gestuft, wobei das untere Ende

jeder Wand mit einem Außengurt 4 verschweißt ist, während das obere Ende jeder Wand an einem Außengurt gleitend abgestützt ist. Die Außengurte an dem oberen und dem unteren Gitter der Gitterreihe weisen eine Ringfeder auf, die abdichtend an der Innenfläche des Mantels 20 abgestützt sind.

Durch die beschriebene Konstruktion ist eine Flexibilität der Befestigungen des Rohrbündels an dem zentralen Kern geschaffen, so daß Gruppen von Wärmeaustauschrohren 7 sich relativ zu dem Kern und zu angrenzenden Rohrgruppen in Längsrichtung verlagern können und daher differentiale lineare Wärmedehnungen aufgenommen werden.

Aus Fig. 8 ist ein Kernreaktor vom Typ eines mit Flüssigmetall gekühlten Schnellen Brüters ersichtlich, dessen Brennstoffanordnung 21 in ein Bad 22 aus einem flüssigen Natriumkühlmittel in einem Primärgefäß 23 eintaucht. Das Primärgefäß ist am Deckel eines Containmentgewölbes 24 aufgehängt und enthält eine Mehrzahl von Kühlmittelpumpen und Wärmetauschern 26 der oben beschriebenen Art, von denen nur eine Pumpe und ein Wärmetauscher gezeigt sind. Die Brennstoffanordnung 21 ist auf einem Verteilergitter 27 angebracht und mit den Wärmetauschern in einem Reaktorgefäß 28 aufgenommen, wohingegen die Pumpen, welche das Kühlmittel zu dem Verteilergitter liefern, außerhalb des Reaktorgefäßes angeordnet sind. Der Reaktor oder die Brennstoffanordnung 21 weist eine Mehrzahl von Untergruppen auf, die mit engem Abstand nebeneinander

vom Verteilergitter nach oben absteigen, und ist von einem Neutronenschild 29 umgeben. Regelstäbe 30 und Instrumentarium 31 durchlaufen den Deckel des Gewölbes und verlaufen nach unten zu der Brennstoffanordnung durch eine Reaktordeckplattenstruktur 32 hindurch, welche von einem drehbaren Innendeckel 33 herabhängt, der exzentrisch in einem Außendeckel 34 angebracht ist, der in einer Öffnung in der Decke des Gewölbes drehbar ist. Der Deckel 33 trägt eine Beschickungsmaschine 35, welche durch die Drehung der Deckel 33, 34 derart positioniert werden kann, daß jede Beschickungsposition der Brennstoffanordnung erreicht wird.

Im Betrieb des Kernreaktors wird relativ kaltes Kühlmittel, welches aus dem Badbereich außerhalb des Reaktorgefäßes 28 abgezogen wird, von den Pumpen 25 über das Verteilergitter 27 nach oben durch die Brennstoffanordnung geleitet. Der Kühlmittelstrom, welcher auf die Reaktordeckplatte auftrifft, wird radial abgelenkt, so daß er in die Zwischenwärmetauscher 26 strömt, durch welche er im Wärmeaustausch mit einem sekundären Flüssigmetallkühlmittel steht, das in einer Dampferzeugungsanlage außerhalb des Gewölbes verwendet wird.

-12-
Leerseite

-15-
Fig. 4.

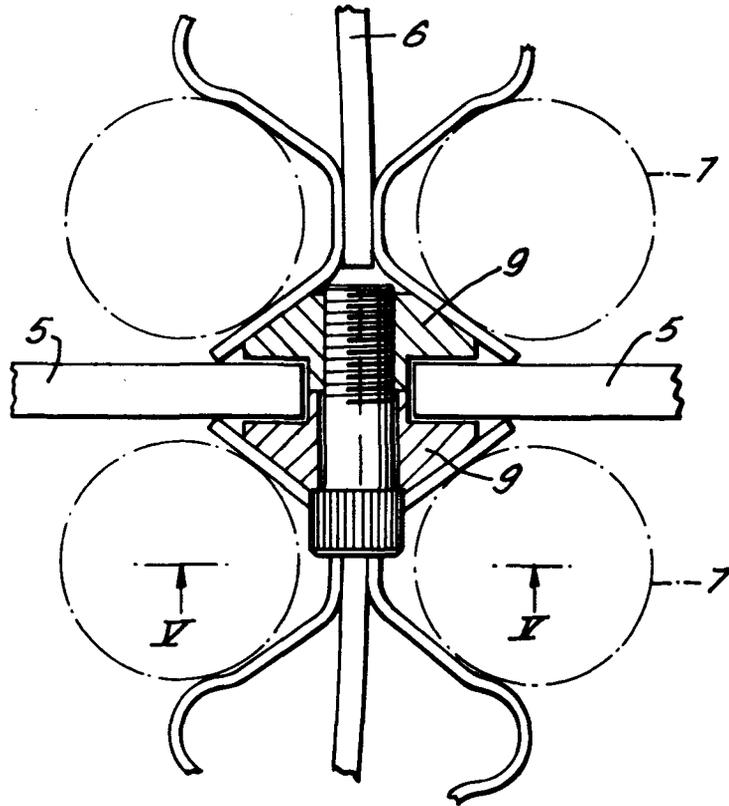


Fig. 5.

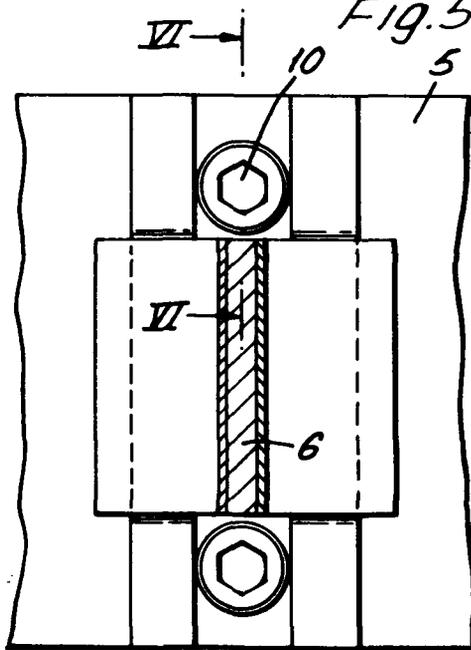


Fig. 6.

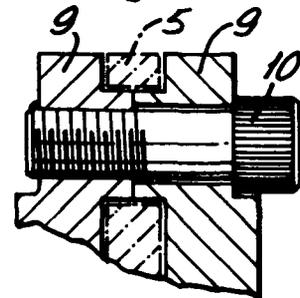


Fig. 2.

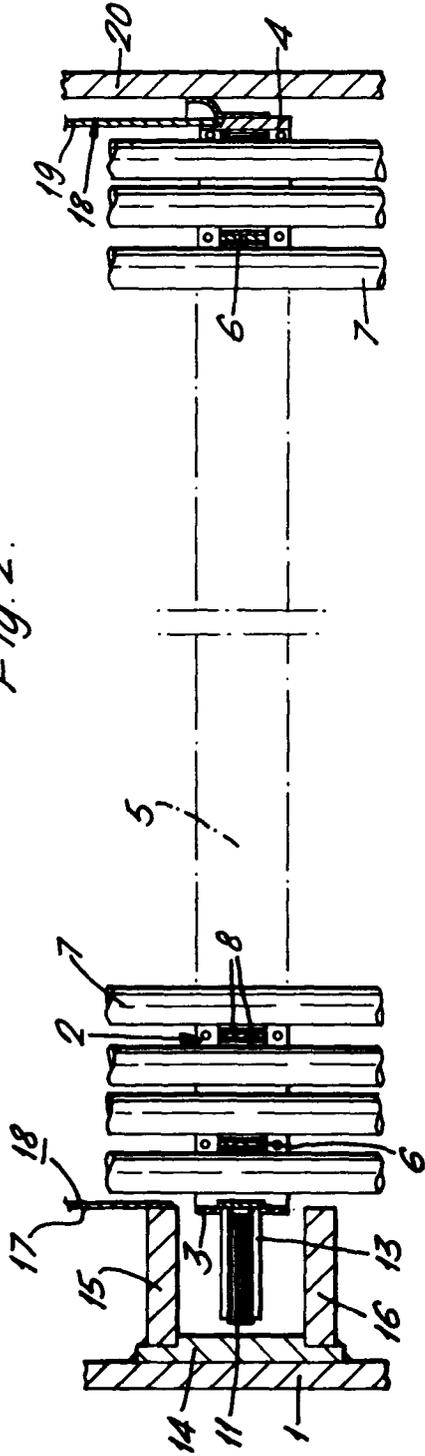
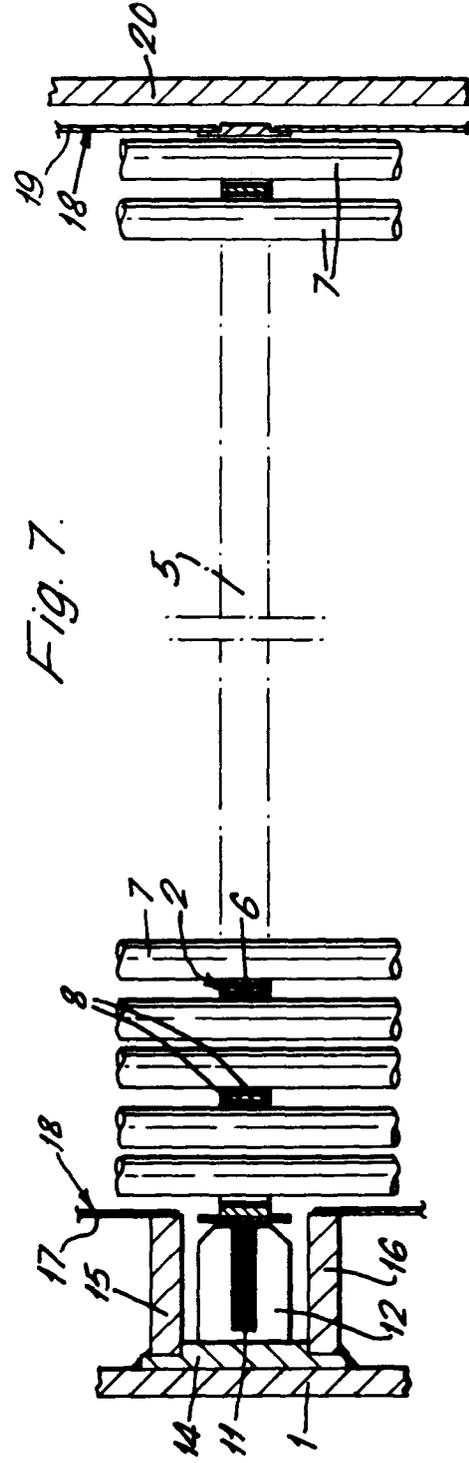


Fig. 7.



-14-

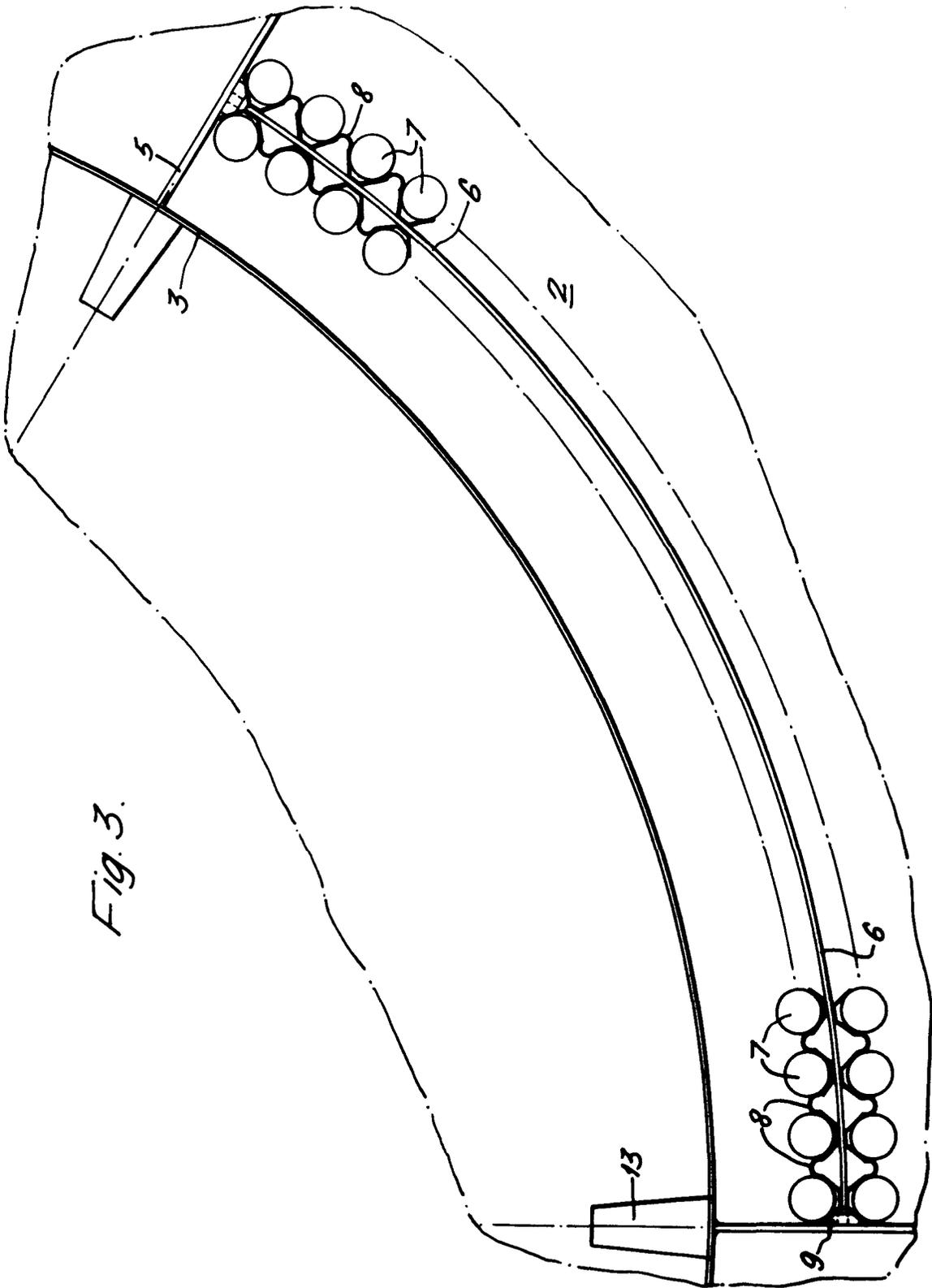


Fig. 3.