

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 010 679**
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
21.09.83

(51)

Int. Cl.³: **F 28 D 7/06**

(21)

Anmeldenummer: **79103980.3**

(22)

Anmeldetag: **15.10.79**

(54)

Wärmetauscher für Gase von hoher Temperatur.

(30)

Priorität: **26.10.78 DE 2846581**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.80 Patentblatt 80/10

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.83 Patentblatt 83/38

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LU NL SE

(55)

Entgegenhaltungen:
DE-A-2 658 086
FR-A- 702 777
FR-A-2 369 658
GB-A-1 175 972

(73)

Patentinhaber: **GHT Gesellschaft für
Hochtemperaturreaktor-Technik mbH, c/o Siemens AG
Postfach 261, D-8000 München 22 (DE)**

(72)

Erfinder: **Maus, Wolfgang, Dipl.-Ing., Gut Horst,
D-5060 Bergisch Gladbach 4 (DE)**
Erfinder: **Swars, Helmut, Ing. grad.,
Albert-Einstein-Strasse 11, D-5060 Bergisch
Gladbach 1 (DE)**
Erfinder: **Niemeyer, Wolfgang, Dipl.-Ing.,
Albert-Einstein-Strasse 7, D-5060 Bergisch
Gladbach 1 (DE)**

(74)

Vertreter: **Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al, Postfach 22 01 76,
D-8000 München 22 (DE)**

EP 0 010 679 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Wärmetauscher für Gase von hoher Temperatur

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für Gase von hoher Temperatur, insbesondere für die Übertragung der Wärme eines Hochtemperaturreaktors von einem Primärgaskreislauf auf einen Sekundärgaskreislauf. Das Sekundärgas soll im Gegenstrom zum Primärgas in zahlreichen, parallel geschalteten U-Rohren geführt werden.

Wärmetauscher, deren wärmeübertragende Flächen aus U-Rohren bestehen, haben insbesondere als Dampferzeuger erhebliche Vorteile gegenüber Wärmetauschern mit geraden Rohren, weil die U-Rohre zwar an ihren beiden Enden fest eingespannt sind, sich aber mit ihren U-Bogen gegenüber dem Gehäuse oder gegenüber ihrer Aufhängung frei ausdehnen können. Gegenüber den für Gase von hoher Temperatur vorgeschlagenen Wenderohrwärmetauschern haben die U-Rohrwärmetauscher einige wesentliche Vorteile. Einerseits sind sie einfacher herzustellen und auch leichter zu montieren und sind daher im ganzen preisgünstiger; andererseits sind U-Rohr nach der Montage und auch nach längerer Betriebszeit leichter zu prüfen und auch zu reparieren, weil man die langen, geraden Schenkel dieser U-Rohre schnell und zuverlässig von innen mit langen Sonden prüfen kann, was bei Wenderohrwärmetauschern wegen der komplizierten Form sehr schwierig ist. Ausserdem hat ein im Gegenstrom betriebener Gaswärmetauscher zwischen dem Primär- und Sekundärmedium nur eine geringe und auch über die Länge der Rohre annähernd konstante Temperaturdifferenz, so dass weder in den Rohren selbst noch in ihrer Aufhängung oder in den die Rohre umgebenden Kanalwandungen wesentliche Temperaturdifferenzen auftreten können, die unzulässige Spannungen verursachen. Ungeachtet dieser Vorteile hat aber ein U-Rohrwärmetauscher für Gase von beispielsweise 950°C erhebliche Probleme, weil man die Zu- bzw. Ableitungen und die entsprechenden Sammler für das kalte bzw. heisse Gas räumlich und konstruktiv voneinander trennen muss, um einerseits Spannungen zwischen Bauteilen unterschiedlicher Temperatur und andererseits unerwünschte Wärmeverluste zu vermeiden. Da die Zu- bzw. Ableitungen und die entsprechenden Sammler für das kalte bzw. heisse Gas erhebliche Abmessungen haben und dementsprechend bei verschiedenen Betriebszuständen insbesondere in Längsrichtung sehr unterschiedliche Ausdehnungen zu erwarten sind, sollte wenigstens ein Sammler elastisch befestigt sein. Die U-Rohre selbst können diese Ausdehnungen nicht aufnehmen, weil bei den hier vorgesehenen hohen Temperaturen die noch zulässigen Spannungen für die verwendbaren Wirkstoffe gering sind.

In der DE-OS 2658086 wird ein Wärmetauscher für gasgekühlte Hochtemperaturreaktoren beschrieben mit einem um ein zentrales Verteilerrohr für das Heizmittel kreisringförmig angeordneten U-Rohrbündel für das Kühlmittel, wobei das

Kühlmittel durch das U-Rohrbündel von einer äusseren Verteilerkammer in einen inneren Sammler strömt und das Heizmittel im Gegenstrom entlang des U-Rohrbündels geführt ist. Die beiden Schenkel der U-Rohre sind zur Strömungsführung durch eine Wand getrennt. Die U-Rohre sind an beiden Enden starr befestigt, so dass bei den zu erwartenden unterschiedlichen Temperaturen im heissen und im kalten Schenkel unterschiedliche Dehnungen und damit unerwünschte Spannungen in den U-Rohren auftreten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Wärmetauscher nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs so auszubilden, dass er für maximale Temperaturen von etwa 950°C sowie für Temperaturdifferenzen von etwa 650°C zwischen Gaseintritt und Gasaustritt geeignet ist und daher unzulässige Spannungen in den U-Rohren aufgrund unterschiedlicher Temperaturen anderer Bauteile weitgehend vermieden werden. Ausserdem soll dieser Wärmetauscher vollständig prüfbar sein und, soweit er für Kernreaktoranlagen eingesetzt wird, fernbedient von der Sekundärgasseite aus geprüft werden können, ohne dass der Primärgaskreislauf geöffnet werden muss.

Der im ersten Anspruch vorgeschlagene Wärmetauscher vermeidet Spannungen, weil sich die U-Rohre selbst und der an ihnen befestigte Kaltgassammler gegenüber dem Heissgassammler und gegenüber dem Gehäuse frei ausdehnen können. Da der Kaltgassammler bei einem im Gegenstrom betriebenen Gas-Wärmetauscher weder auf der Primär- noch auf der Sekundärseite durch hohe Temperaturen gefährdet ist, kann man diesen Kaltgassammler durchaus mit konventionellen flexiblen Elementen, wie beispielsweise Wellrohren an das Gehäuse anschliessen. Durch räumliche Trennung und entsprechende Isolierung kann man die Bauteile des Kaltgassammlers auch vor den hohen Temperaturen des Heissgassammlers schützen. Die flexiblen Elemente werden nicht durch das Gewicht der U-Rohre belastet.

Die vorgeschlagene Trennwand hat bei einem im Gegenstrom betriebenen Wärmetauscher örtlich jeweils eine Temperatur, die sich nur wenig von der Temperatur des benachbarten Wärmetauscherrohres unterscheidet. Da diese Trennwand dünnwandig und auf einer Seite isoliert ist und auf der anderen Seite von einem Gasstrom mit hoher Geschwindigkeit angeströmt wird, hat diese Trennwand auch bei betriebsbedingten Änderungen der Gastemperatur etwa die gleiche Temperatur wie das jeweils benachbarte Wärmetauscherrohr und dehnt sich dementsprechend etwa im gleichen Masse wie dieses Rohr aus. Daher können zwischen Rohren und Trennwand keine sehr unterschiedlichen Ausdehnungen auftreten, und man kann diese Trennwand nicht nur für die Gasführung, sondern auch als tragende Verbindung zwischen dem Heissgassammler und dem Kaltgassammler benutzen.

Der im zweiten Anspruch vorgeschlagene vom Primärgaskreislauf getrennte Raum ist bei Wärmetauschern für Kernenergieanlagen von wesentlicher Bedeutung, da ja der Primärgaskreislauf unvermeidlich radioaktive Verunreinigungen enthält. Wenn man diesen Raum mit dem reinen Primärmedium füllt und durch eine geeignete Regelung oder durch Druckausgleich über einen Filter sicherstellt, dass in diesem Raum ständig der gleiche Druck herrscht wie im Primärgaskreislauf, dann ist dieser Raum nicht durch den hohen Druck des Primärgaskreislaufs gefährdet. Wenn man darüber hinaus in diesem Raum einen geringen Überdruck gegenüber dem Primärgaskreislauf aufrecht erhält, dann ist sogar gewährleistet, dass in diesem Raum auch bei kleinen Undichtigkeiten keine radioaktiven Verunreinigungen eindringen können. Bei Prüfungen oder Reparaturen am Wärmetauscher wird aber der Druck im Primärgaskreislauf herabgesetzt, so dass man diesen Raum unbesorgt von aussen öffnen kann und von diesem Raum aus Sammler, U-Rohre und die Wände dieses Raumes prüfen kann, ohne den Primärgaskreislauf zu öffnen. Daher kann dieser Raum, der während des Betriebes nicht als Begrenzung des Primärgaskreislaufs dient, aus flexiblen Elementen bestehen.

Diese flexiblen Elemente können entweder zwei konzentrisch ineinander angeordnete Wellrohre sein, die einen Ringraum bilden oder mehrere, über den Umfang verteilte Wellrohre von geringem Durchmesser. Beide Ausführungsformen können den in Anspruch 2 beschriebenen getrennten Raum bilden, wobei die Zuleitungen von aussen zum Kaltgassammler innerhalb oder ausserhalb dieses Raumes angeordnet sind.

Die im 3. Anspruch vorgeschlagene Halterung der U-Rohre überträgt das Gewicht der U-Rohre und ihre Kräfte auf den zentralen Heissgassammler, so dass die von dieser Einspannung bis zum Heissgassammler mit einem Bogen verlegten U-Rohre nur die an sich geringen Kräfte aufnehmen müssen, die sich aus einer unterschiedlichen Ausdehnung von Heissgassammler und Halterung ergeben können.

Die im 4. Anspruch vorgeschlagene konische Form des zentralen Heissgassammlers gestattet es, die auf unterschiedlichen Abständen von Sammlermitte angeordneten senkrechten U-Rohre alle mit dem gleichen Bogen an den zentralen Heissgassammler anzuschliessen, so dass die Spannungen in allen Rohrbögen gleich sind.

Die im 5. Anspruch vorgeschlagene isolierende Wand zwischen dem zentralen Heissgassammler und dem Primärgaseintritt trennt diesen Sammler vom heissen Primärgaskreislauf. Daher kann dieser Sammler nur die Temperatur des Sekundärgases haben, die etwa 50° unter der des Primärgases liegt. Bei den hier vorgesehenen hohen Temperaturen sind 50° weniger von wesentlicher Bedeutung für die Festigkeit des Sammlers.

Die im 6. und 7. Anspruch vorgeschlagenen Blechmäntel sollen einerseits verhindern, dass das heisse Primärgas ohne Wärmeaustausch mit den U-Rohren an diesen vorbeifliesst und ande-

rerseits den Wärmeaustausch zwischen zwei Heissgasströmen von unterschiedlicher Temperatur verringern. Daher ist zunächst in unmittelbarer Nähe des U-Rohr-Bündels ein nicht isolierter Blechmantel vorgesehen, der ständig etwa die gleiche Temperatur wie das Rohrbündel selbst aufweist und sich daher mit diesem im gleichen Sinne ausdehnt. Ein weiterer isolierter Blechmantel ist am Gehäuse befestigt und kann sich daher völlig unabhängig vom Rohrbündel ausdehnen. Der zwischen diesen beiden Blechmänteln vorhandene Spalt ist nur an seinem kalten Ende durch ein dort durchaus zulässiges, flexibles Element, beispielsweise ein Wellrohr, verschlossen, so dass durch diesen Spalt keine Teilmengen des Primärgases ohne Wärmeaustausch mit den U-Rohren abfliessen können. Auch an dieser Stelle zeigen sich die Vorteile eines im Gegenstrom betriebenen Gas-Wärmetauschers, bei dem am kalten Ende tatsächlich nur geringe Temperaturen auftreten können und die dort zur einwandfreien Abdichtung notwendigen flexiblen Elemente sicher nicht gefährdet sind. Der wellenförmige Querschnitt der Blechmäntel löst zwei unterschiedliche Probleme; einerseits werden die Blechmäntel in Umfangsrichtung nachgiebig, so dass sie sich mit dem Rohrbündel zusammen ausdehnen können; andererseits werden durch diese Wellen, wenn ihre Teilung der benachbarten Rohrteilung entspricht, vermieden, dass zwischen den U-Rohren und den Blechmänteln Kanäle entstehen, in denen das Gas einen geringeren Strömungswiderstand findet, dementsprechend dort schneller strömt und weniger abgekühlt wird, so dass am Ende über den Querschnitt unterschiedliche Gastemperaturen zu erwarten sind.

Die im 8. Anspruch vorgeschlagene Abstützung soll bei Inspektionen und Reparaturen den Kaltgassammler und die an ihm befestigten Bauteile tragen, damit der obere Teil des Heissgassammlers entfernt werden und sein unterer Teil geprüft werden kann. Ausserdem kann diese Abstützung als Sicherung gegen Absturz des Wärmetauschers und als Begrenzung der Schwingungen bei Erdbeben dienen.

Die Figuren 1 bis 5 zeigen mögliche Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung einen senkrechten Längsschnitt durch einen erfindungsgemässen Wärmetauscher für einen gasgekühlten Hochtemperaturreaktor.

Figur 2 zeigt in vergrösserter Darstellung einen waagerechten Teilschnitt A-A durch Figur 1.

Figur 3 zeigt einen weiteren Teilschnitt B-B durch Figur 1.

Figur 4 zeigt eine Ansicht der Figur 3.

Figur 5 zeigt eine Alternative zu Figur 1.

In Figur 1 wird das ringsum geschlossene, zylindrische Wärmetauschergehäuse 1 an seinem oberen Ende durch eine Tragplatte 2 begrenzt, an der ein oberes zentrales Heissgasrohr 3 befestigt ist, das wiederum einen unteren zentralen Heissgassammler 4 trägt. Beide Teile sind innen durch die Isolierung 5 geschützt. Im unteren konischen Teil des zentralen Heissgassammlers 4 münden die

heissen Enden der U-Rohre 6, die bei 7 eingespannt und mit einer besonderen Halterung 8 vom zentralen Heissgassammler 4 getragen werden. Ausserdem trägt dieser Sammler 4 eine doppelwandige und im Längsschnitt ebenfalls U-förmige Trennwand 9, die mit einer Isolierung 10 gefüllt ist. Die U-Rohre 6 bilden ein ringförmiges Rohrbündel, das sowohl innen als auch aussen zunächst durch einen konzentrischen, nicht isolierten Blechmantel 11 von U-förmigem Längsschnitt und dann von zwei konzentrischen, isolierten Blechmänteln 12 und 13 begrenzt ist. Zwischen diesen Blechmänteln ist ein Spalt vorgesehen, der am kalten Ende durch ein Wellrohr 14 flexibel abgedichtet ist. Die U-Rohre 6 und die doppelwandige Trennwand 9 tragen an ihrem kalten Ende eine ringförmige Rohrplatte 15, an deren Oberseite ein ebenfalls ringförmiger Kaltgassammler 16 lösbar befestigt ist. In diesen Sammler 16 münden mehrere, über den Umfang verteilte schraubenlinienartig gewundene Kaltgasrohre 17, die das kalte Sekundärgas von aussen zu den U-Rohren 6 leiten. Die Rohrplatte 15 bildet zusammen mit dem oberen Ende des Gehäuses 1, mit der Tragplatte 2 und mit mindestens zwei konzentrischen Wellrohren 18 und 19 einen vom darunterliegenden Primärgaskreislauf getrennten Raum 20, der in Figur 1 auch die Rohre 17 umschliesst. Dieser Raum 20 ist bei Betrieb der Anlage mit dem reinen Medium des Primärgaskreislaufs gefüllt und wird mittels einer nicht näher dargestellten Regelung oder über einen Druckausgleich auf dem Druck des Primärgaskreislaufs gehalten. Auf diese Weise wird dieser Raum 20 nicht durch Druckdifferenzen belastet und kann bei herabgesetztem Druck im Primärgaskreislauf von aussen geöffnet und zur Inspektion und Reparatur der Sammler 16 und der U-Rohre 6 benutzt werden, ohne dass der Primärgaskreislauf selbst geöffnet werden müsste. Unterhalb des Heissgassammlers 4 ist eine isolierende Wand 21 vorgesehen, die an der Halterung 8 befestigt ist und den Heissgassammler 4 vom Primärgaskreislauf trennt.

Die Strömungsführung der beiden Wärmetauschermedien sind folgendermassen:

Das heisse Primärgas tritt durch den waagerechten Rohrstutzen 22 in den zentralen, isolierten Blechmantel 13 ein, wird unterhalb der isolierenden Wand 21 umgelenkt und fliesst zunächst abwärts und dann aufwärts an den U-Rohren 6 entlang durch einen Raum, der einerseits durch den Blechmantel 11 und andererseits durch die Trennwand 10 gebildet wird. Unterhalb der Rohrplatte 15 wird das inzwischen abgekühlte Primärgas nach unten umgelenkt und fliesst zwischen dem Blechmantel 12 und dem Gehäuse 1 abwärts. Das kalte Sekundärgas fliesst durch mehrere schraubenlinienartig ineinander gewendelte Rohre 17 in den ringförmigen Sammler 16 und von dort aus durch die in der Rohrplatte 15 befestigten U-Rohre 6 zum Heissgassammler 4 und tritt aus dem oberen Heissgasrohr 3 aus.

In Figur 2 wird mit denselben Bezeichnungen wie in Figur 1 dargestellt, wie die U-Rohre 6 und zwar mit ihrem kalten Schenkel 6b und dem war-

men Schenkel 6a im Querschnitt angeordnet sind. Bei den hier vorgeschlagenen Gas-Wärmetauschern soll die Primärgastemperatur mit Rücksicht auf möglichst geringe Wärmespannungen im Querschnitt keine wesentlichen Differenzen aufweisen. Daher müssen die Strömungswiderstände und damit auch die freien Querschnitte ausserhalb der U-Rohre im Querschnitt von aussen nach innen gleichbleiben. Daher hat es sich als zweckmässig erwiesen, die einzelnen U-Rohre mit konstanter Teilung in evolventenförmig gebogenen senkrechten Flächen anzuordnen. Diese, in Figur 2 aus jeweils dreizehn U-Rohren 6 bestehenden gebogenen Flächen können in der Werkstatt vormontiert und dann jeweils als ganze Fläche in den konzentrischen Blechmantel 11 montiert werden. Von innen nach aussen betrachtet, wird die isolierte Blechwand 13, die als Führung für das eintretende heisse Primärgas dient, mit Abstand von dem inneren Blechmantel 11a umgeben, der zusammen mit der inneren Trennwand 9a die heissen Schenkel 6a der U-Rohre 6 begrenzt, während die äussere Trennwand 9b zusammen mit dem äusseren Blechmantel 11b die kalten Schenkel 6b der U-Rohre 6 begrenzt. Ausserhalb des Blechmantels 11b ist mit Abstand der isolierte Blechmantel 12 angeordnet, der wiederum mit dem in Figur 2 nicht dargestellten Gehäuse 1 einen Ringkanal für das abwärts strömende, abgekühlte Primärgas darstellt. Die Trennwände 9 und Blechmäntel 11 sind in Figur 2 mit einem gewellten Querschnitt dargestellt. Die Vorteile dieses wellenförmigen Querschnitts wurden bei der Beschreibung des 7. Anspruchs dargestellt. Zwischen den bereits erwähnten evolventenförmig gebogenen Flächen von U-Rohren 6 sind jeweils waagerechte Abstandshalter 24 vorgesehen, die bei der Montage in entsprechende Schlitze in Trennwand 9 und Blechmantel 11 gesteckt und dort gasdicht verschweisst werden.

In den Figuren 3 und 4 wird dargestellt, wie die heissen Enden der U-Rohre 6 zwischen der Halterung 8 und der Trennwand 9 befestigt sind. Auf den U-Rohren 6 sind mit kurzem Abstand übereinander zwei zylindrische Hülsen 30 befestigt, beispielsweise durch Hochtemperatur-Löten. Zwischen diese beiden Hülsen 30 werden bei der Montage entsprechende Blechstreifen 31 eingelegt, die evolventenförmig gebogen sind und an beiden Enden abgewinkelt, so dass sie in eine entsprechende Ausdehnung der Halterung 8 bzw. an der Trennwand 9 passen.

Figur 5 zeigt als Alternative zu Figur 1 den oberen Teil des Wärmetauschergehäuses 1, das ebenfalls an seinem oberen Ende durch eine Tragplatte 2 begrenzt ist, an der ein oberes zentrales Heissgasrohr 3 befestigt ist, das wiederum einen unteren zentralen Heissgassammler 4 trägt. Anstelle der in Figur 1 dargestellten ringförmigen Rohrplatte 15 mit dem darauf verschraubten ringförmigen Kaltgassammler 16 ist hier ein hohlringförmiger Kaltgassammler 32 vorgesehen, der ähnlich wie in Figur 1 mit mehreren über den Umfang verteilten Kaltgasrohren 33 von aussen mit Kaltgas versorgt werden kann. Der Kaltgassammler 32

selbst ist während des normalen Betriebes mit einem oder mehreren Deckeln 34 verschlossen, die innerhalb eines vom Primärgaskreislauf getrennten Raumes 20 angeordnet sind, der dieselbe Funktion hat wie der entsprechende Raum 20 in Figur 1, aber wesentlich kleiner ist und nur flexible Elemente 35 von wesentlich geringerem Durchmesser als Anschluss an die Tragplatte 2 benötigt. Dieser Raum ist bei Betrieb wie in Figur 1 mit einem Deckel 36 verschlossen und wird über eine nicht näher dargestellte Regelung oder einen Druckausgleich auf dem Druck des Primärgaskreislaufs gehalten. Teil 37 ist die im 8. Anspruch vorgeschlagene Abstützung für den Kaltgassammler 32 bzw. die Rohrplatte 15 aus Figur 1.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher für Gase von hoher Temperatur, insbesondere für die Übertragung der Wärme eines Hochtemperaturreaktors von einem Primärgaskreislauf auf einen Sekundärgaskreislauf; das Sekundärgas wird im Gegenstrom zum Primärgas in zahlreichen, parallel geschalteten und senkrechten U-Rohren (6) geführt; die U-Rohre (6) sind von einem Heissgassammler (4) getragen, münden am heissen Ende in diesen und am kalten Ende in einen Kaltgassammler (16); der Heissgassammler (4) ist in Längsrichtung starr am Gehäuse (1) des Wärmetauschers befestigt; zwischen den beiden Schenkeln der U-Rohre (6) ist eine Trennwand (9) angeordnet; dieser Wärmetauscher ist gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

a) Der Kaltgassammler (16) ist flexibel am Gehäuse (1) befestigt.
b) Die Trennwand (9) dient als tragende Verbindung zwischen dem feststehenden Heissgassammler (4) und dem in axialer Richtung flexibel angeordneten Kaltgassammler (16).

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1 für Kernenergieanlagen mit folgenden Merkmalen:

a) An den Kaltgassammler (16) ist ein mit flexiblen Elementen (18 und 19) vom Primärgaskreislauf getrennter Raum (20) angeschlossen;
b) dieser Raum (20) enthält einen Zugang von aussen durch einen Deckel (36) zum Kaltgassammler (16).

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 mit folgendem Merkmal:

a) Die heissen Enden der U-Rohre (6) sind in ihrem oberen, geraden Teil an einer, am zentralen Heissgassammler (7) angeordneten Halterung (8) eingespannt und führen von dort jeweils mit einem elastischen Rohrbogen zum Heissgassammler (4).

4. Wärmetauscher nach Anspruch 4 mit folgendem Merkmal:

a) Der zentrale Heissgassammler ist im Bereich der Rohreinmündungen der U-Rohre konisch gestaltet.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1 mit folgendem Merkmal:

a) Zwischen dem zentralen Heissgassammler für das Sekundärgas und dem Primärgaskreislauf ist eine isolierende Wand angeordnet.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 1 mit folgenden Merkmalen:

a) Die U-Rohre sind sowohl nach aussen als auch nach innen durch zwei konzentrische Blechmäntel (11 und 12, bzw. 11 und 13) begrenzt,
b) zwischen diesen beiden Blechmänteln ist ein Spalt vorgesehen,
c) dieser Spalt ist am heissen Ende offen und am kalten Ende durch ein flexibles Element (14) verschlossen,
d) von diesen beiden Blechmänteln ist der nicht am Rohrbündel angrenzende Blechmantel (12 bzw. 13) isoliert.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 2 mit folgendem Merkmal:

a) Die an das Bündel der U-Rohre (6) angrenzenden Trennwände oder Blechmäntel (11) haben einen wellenförmigen Querschnitt.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 1 in einem Gehäuse mit folgenden Merkmalen:

a) Unterhalb des Kaltgassammlers (16) ist am Gehäuse (1) eine Abstützung (37) für diesen Sammler vorgesehen;
b) der obere Teil (3) des Heissgassammlers (4) ist nach oben ausbaubar.

Claims

1. A heat-exchanger for gases at high temperature, in particular for the transfer of the heat of a hightemperature reactor from a primary gas cycle to a secondary gas cycle; the secondary gas is fed in counter-flow to the primary gas in numerous vertical U-pipes (6) which are connected in parallel; the U-pipes (6) are supported by a hot-gas collector (4), and open into this hot-gas collector at the hot end and into a cold-gas collector (16) at the cold end; the hot-gas collector (4) is rigidly secured to the housing (1) of the heat exchanger in the longitudinal direction; a partition (9) is arranged between the two limbs of the U-pipes (6); said heat exchanger is characterized by the following features:

a) the cold-gas collector (16) is flexibly secured to the housing (1);
b) the partition (9) serves as a supporting connection between the stationary hot gas collector (4) and the cold-gas collector (16) which is flexibly arranged in the axial direction.

2. A heat exchanger as claimed in Claim 1 for nuclear power plants having the following characteristics:

a) a space (20) which is separated from the primary gas cycle by means of flexible members (18 and 19) and is connected to the cold-gas collector (16);

b) said space (20) contains a channel from the exterior passing through a lid (36) to the cold gas collector (16).

3. A heat exchanger as claimed in Claim 1 having the following characteristic:

a) the hot ends of the U-pipes (6) are fixed at their upper straight parts to a holder (8), which is arranged on the central hot-gas collector (7), and from there in each case lead to the hot-gas collector (4) by means of an elastic pipe bend.

4. A heat exchanger as claimed in Claim 4 having the following characteristic:

a) the central hot-gas collector is conically constructed in the region of the inlet openings of the U-pipes.

5. A heat exchanger as claimed in Claim 1 having the following characteristic:

a) an insulating wall is arranged between the central hot-gas collector for the secondary gas and the primary gas cycle.

6. A heat exchanger as claimed in Claim 1 having the following characteristic:

a) the U-pipes are bounded on both the outside and the inside by two concentric sheet-metal casings (11 and 12, or 11 and 13);

b) a gap is provided between these two sheet-metal casings;

c) said gap is open at the hot end and closed by a flexible member (14) at the cold end; and

d) of these two sheet-metal casings the sheet-metal casing (12 or 13) which does not adjoin the pipe assembly is insulated.

7. A heat exchanger as claimed in Claim 2 having the following characteristic:

a) the partitions or sheet-metal casings (11) which adjoin the assembly of the U-pipes (6) have an undulating cross-section.

8. A heat exchanger as claimed in Claim 1 in a housing, having the following characteristic:

a) below the cold-gas collector (16), there is arranged on the housing (1), a supporting means (37) for said collector;

b) the upper part (3) of the hot-gas collector (4) can be extended upwardly.

Revendications

1. Echangeur de chaleur pour gaz à haute température, notamment pour la transmission de la chaleur d'un réacteur à haute température d'un circuit de gaz primaire à un circuit de gaz secondaire; le gaz secondaire passe à contre-courant du gaz primaire dans un grand nombre de tubes en U (6) verticaux et montés en parallèle; les tubes en U (6) sont portés par un collecteur de gaz chaud (4), débouchent à l'extrémité chaude dans celui-ci et à l'extrémité froide dans un collecteur de gaz froid (16); le collecteur de gaz chaud (4) est fixé dans la direction longitudinale rigidement à la calandre (1) de l'échangeur de chaleur; entre les deux ailes des tubes en U (6) est interposée une cloison de séparation (9); cet échangeur est remarquable par les caractéristiques suivantes:

a) le collecteur de gaz froid (16) est fixé de manière souple à la calandre (1);

b) la cloison de séparation (9) sert de liaison porteuse entre le collecteur de gaz chaud (4) fixe et le collecteur de gaz froid (16) monté souple suivant la direction axiale.

2. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, pour installations d'énergie nucléaire ayant les caractéristiques suivantes:

a) au collecteur de gaz froid (16) est raccordée, par des éléments souples (18 et 19), une chambre (20) distincte du circuit de gaz primaire;

b) cette chambre (20) comporte un accès de l'extérieur vers le collecteur de gaz froid (16) en traversant un couvercle (36).

3. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, ayant la caractéristique suivante:

a) les extrémités chaudes des tubes en U (6) sont montées par leur partie rectiligne supérieures sur une fixation (8) disposée dans le collecteur de gaz chaud (7) central, et mènent de là, par une courbure de tuyau élastique, au collecteur de gaz chaud (4).

4. Echangeur de chaleur suivant la revendication 3, ayant la caractéristique suivante:

a) le collecteur de gaz chaud central est conique dans la région des embouchures tubulaires des tubes en U.

5. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, ayant la caractéristique suivante:

a) entre le collecteur de gaz chaud central pour le gaz secondaire et le circuit de gaz primaire est interposée une paroi isolante.

6. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, ayant les caractéristiques suivantes:

a) les tubes en U sont entourés, aussi bien vers l'extérieur que vers l'intérieur, de deux enveloppes concentriques en tôle (11 et 12, et 11 et 13);

b) entre ces deux enveloppes de tôle est prévu un intervalle;

c) cet intervalle est ouvert à l'extrémité chaude et est fermé à l'extrémité froide, par un élément souple (14);

d) l'enveloppe en tôle (12 et 13) qui n'est pas adjacente au faisceau de tube, est isolée par ces deux, enveloppes de tôle.

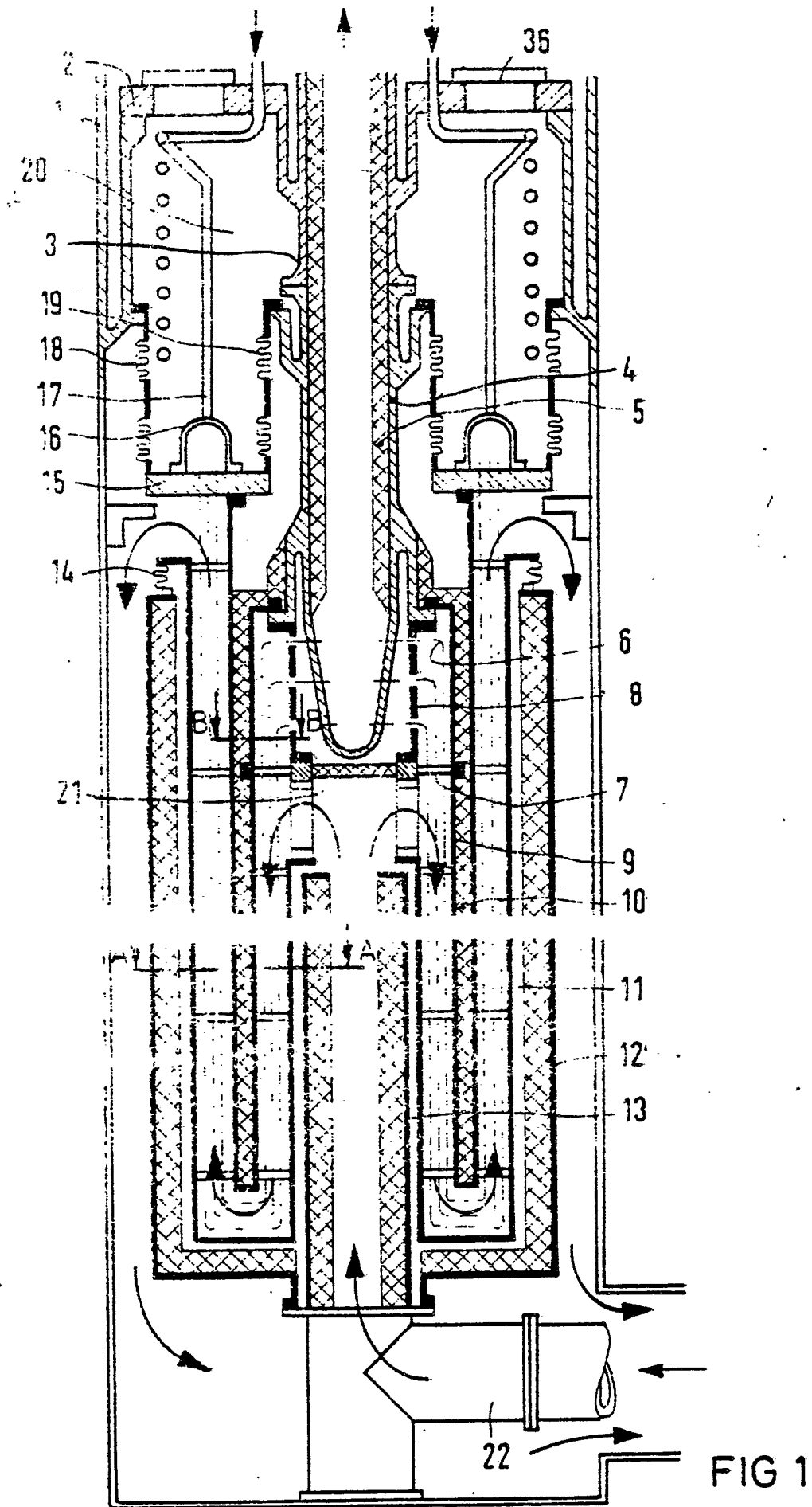
7. Echangeur de chaleur suivant la revendication 2, ayant la caractéristique suivante:

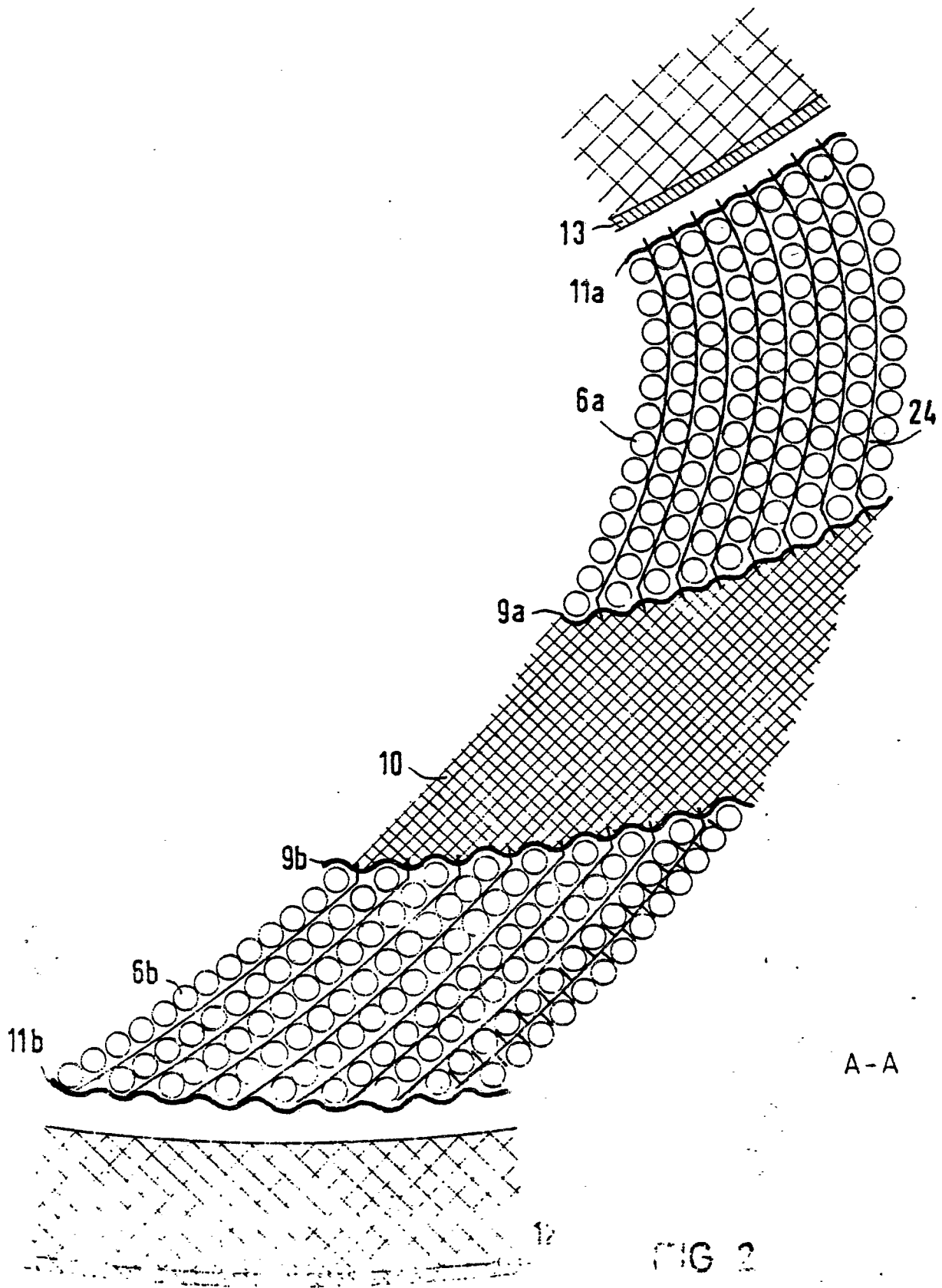
a) les cloisons de séparation ou l'enveloppe de tôle (11) adjacentes au faisceau de tube en U (6) ont une section droite ondulée.

8. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1 dans une calandre ayant les caractéristiques suivantes:

a) en-dessous du collecteur de gaz froid (16) est prévu, sur la calandre (1), un appui (37) pour ce collecteur;

b) la partie supérieure (3) du collecteur de gaz chaud (4) peut être démontée par le haut.





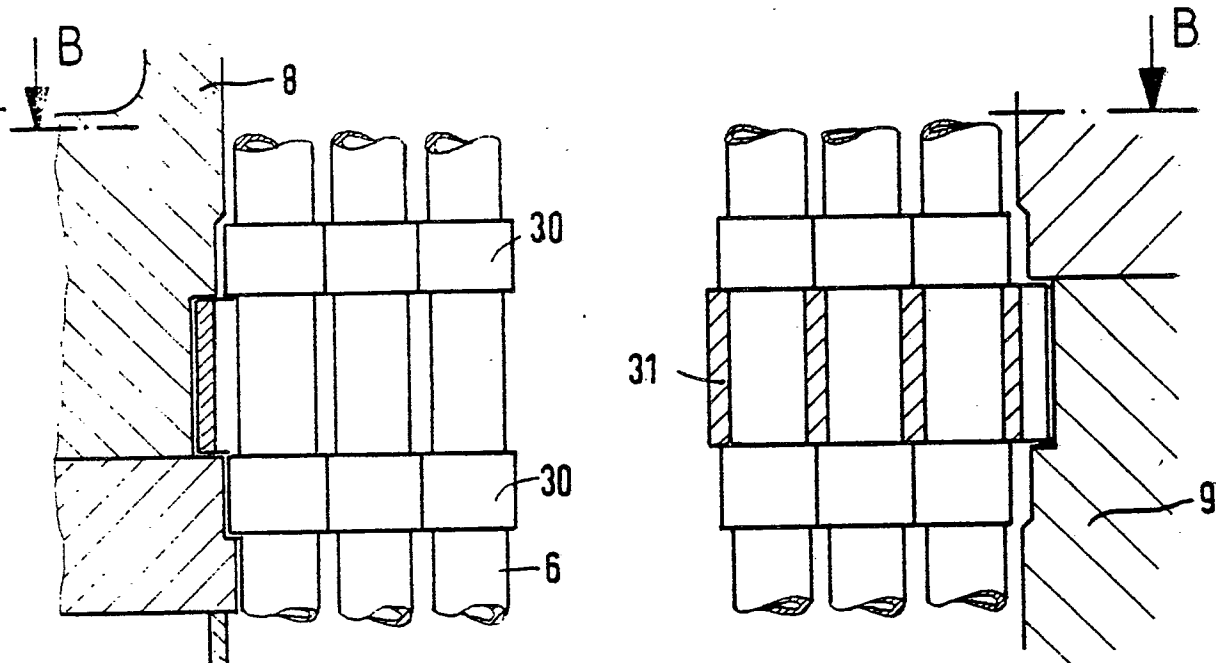


FIG 4

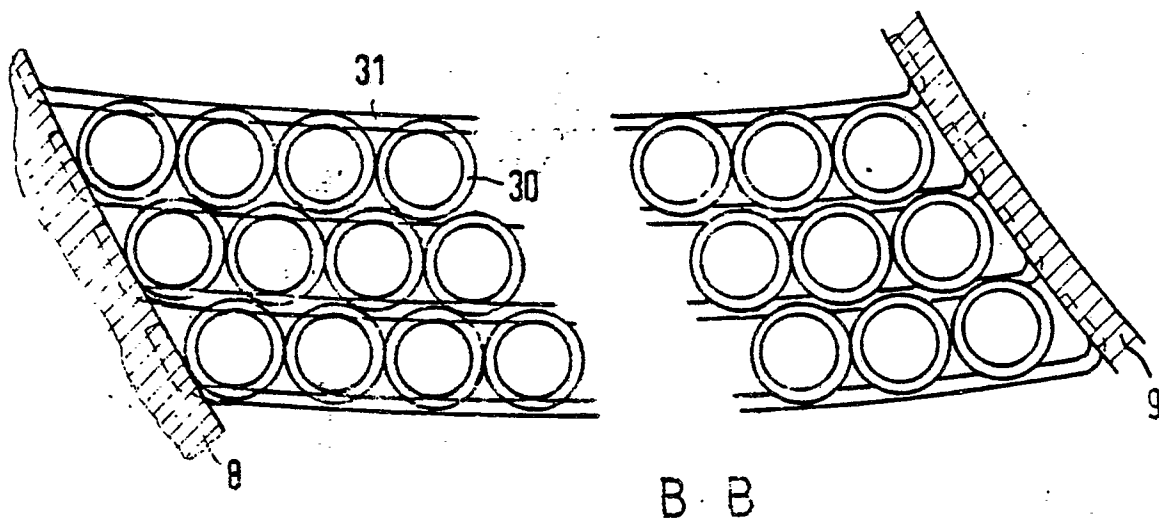


FIG 3

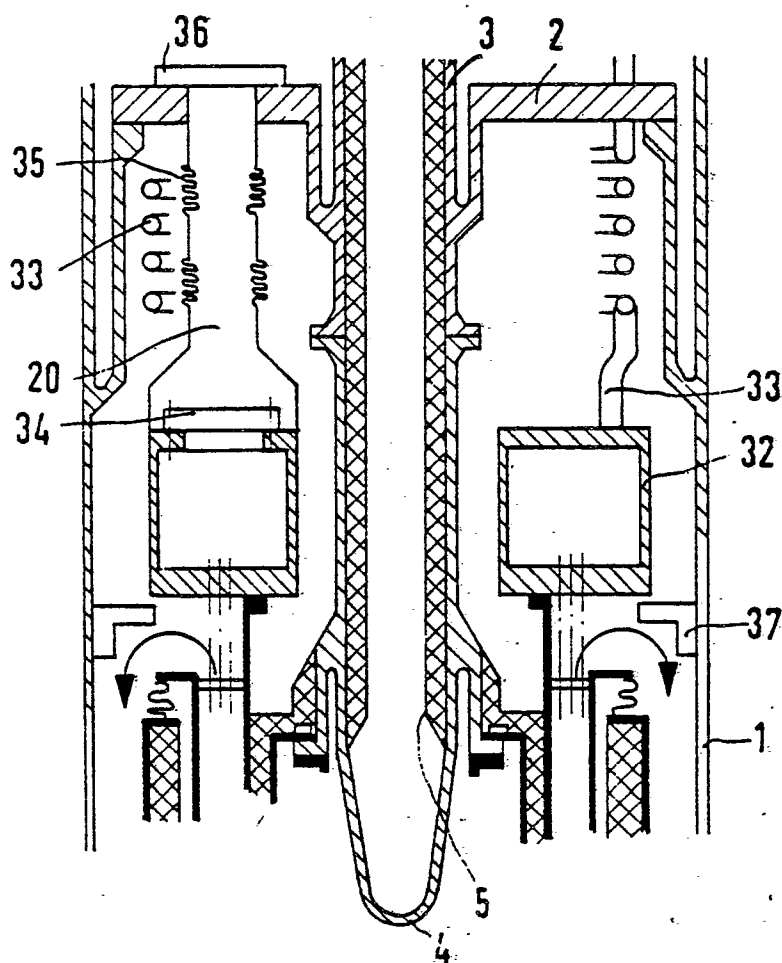


FIG. 5