



51)

Int. Cl. 2:

G 21 C 9/00

19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



1/1
1/1
1/1

11)

Patentschrift 24 55 060

21)

Aktenzeichen: P 24 55 060.5-33

22)

Anmeldetag: 20. 11. 74

43)

Offenlegungstag: —

44)

Bekanntmachungstag: 4. 12. 75

45)

Ausgabetag: 22. 7. 76

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

30)

Unionspriorität:

32) 33) 31) —

54)

Bezeichnung: Atomkernreaktor

61)

Zusatz zu: P 24 24 427.7

73)

Patentiert für: Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim

72)

Erfinder: Irion, Leonhard, 8501 Rückersdorf; Tautz, Jürgen;
Ulrych, Gerhard, Dipl.-Ing.; 8520 Erlangen

56)

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
Nichts ermittelt

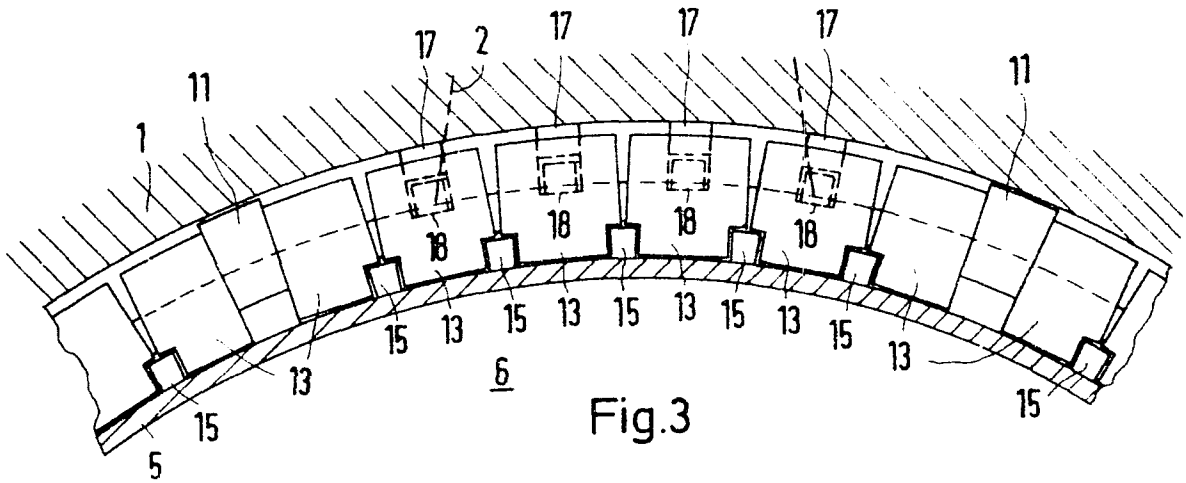


Fig. 3

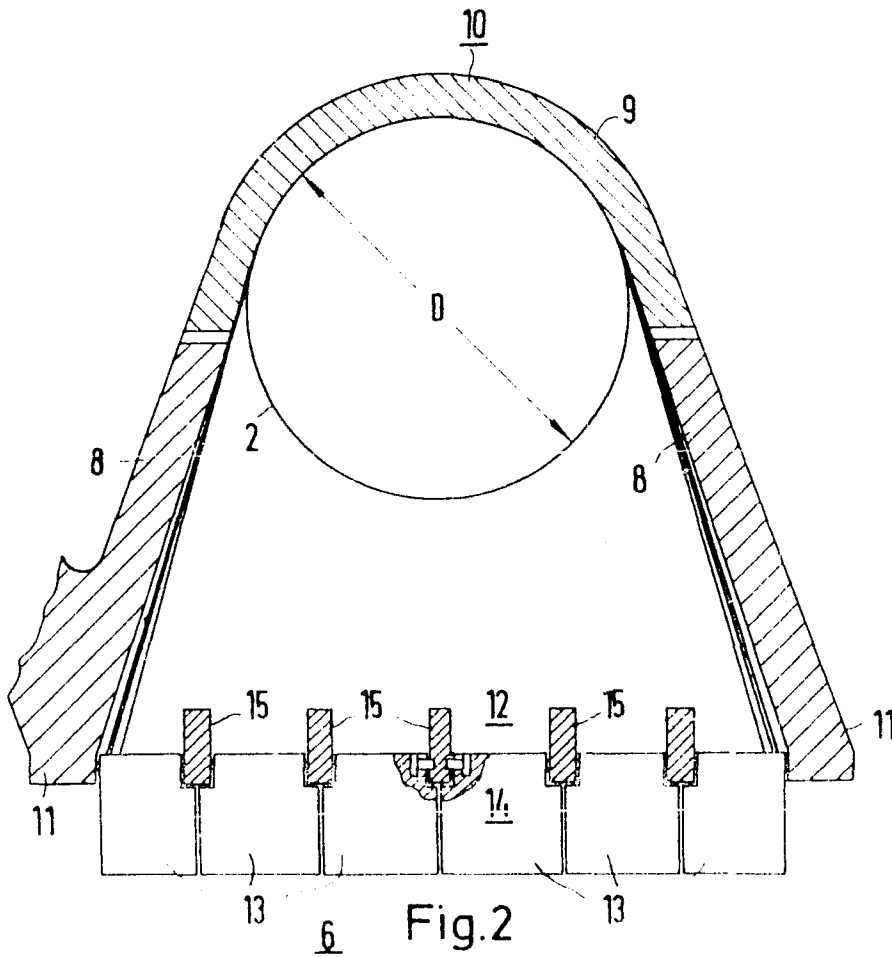


Fig. 2

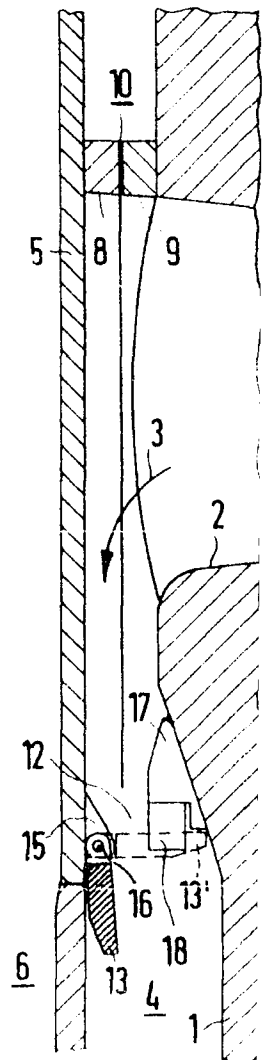


Fig 1

Patentansprüche:

1. Atomreaktor, insbesondere wassergekühlter Kernreaktor, mit einem Reaktordruckbehälter mit mindestens zwei Rohrstützen zum Anschluß von Primärkühlmittelleitungen, von denen eine kalte Primärkühlmittelleitung abgekühltes Kühlmittel in den Reaktordruckbehälter führt, wobei im kalten Teil des Primärkühlmittelstromes eine Rückschlagklappeneinheit zur Sperrung vor, bei Bruch des Primärkühlmittelkreises, aus dem Reaktordruckbehälter in die kalte Primärkühlmittelleitung rückströmenden Kühlmittel angeordnet ist, wobei diese Rückschlagklappeneinheit aus mehreren Einzelklappen besteht und im Reaktordruckbehälter angeordnet ist, nach Patent 24 24 427, dadurch gekennzeichnet, daß im Reaktordruckbehälter (1) Strömungsleitflächen (10) angeordnet und so mit Einzelklappen (13) versehen sind, daß die Rohrstützen (2, 2', 2'') kalter Primärkühlmittelleitungen einzeln absperrbar sind.

2. Atomkernreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächen (10) die Rohrstützen (2, 2', 2'') mindestens zur Hälfte umgeben.

3. Atomkernreaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächen (10) einen mit Einzelklappen (13) versehenen Durchlaßquerschnitt begrenzen, der in Umfangsrichtung des Reaktordruckbehälters (1) das Ein- bis Dreifache des Durchmessers des Rohrstützens (2) beträgt.

4. Atomkernreaktor nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächen (10) mehrerer Rohrstützen (2, 2', 2'') girlandenförmig aneinandergereiht sind.

5. Atomkernreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächen (10) die Rohrstützen (2, 2', 2'') symmetrisch umgeben.

6. Atomkernreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mit einer Strömungsleitfläche (10) einem Rohrstützen (2, 2', 2'') mindestens fünf Einzelklappen (13) zugeordnet sind.

7. Atomkernreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die den Rohrstützen (2, 2', 2'') zugekehrte Seite einer Strömungsleitfläche (10) entsprechend dem Verlauf von Strömungsfäden geformt ist, die sich bei Strömung ohne Strömungsleitflächen einstellen.

8. Atomkernreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächen (10) in Umfangsrichtung des Reaktordruckbehälters (1) derart gegenüber dessen Längsachse geneigt (25°) sind, daß sie einen Drall der Kühlwasserströmung verursachen.

9. Atomkernreaktor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung gegenüber der Längsachse 5 bis 25° beträgt.

10. Atomkernreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächen geradlinige Stege (23, 24) umfassen, die rechtwinklig oder geneigt quer zu einem Kernbehälterflansch (20) an diesem angebracht sind.

In dem Hauptpatent wird ein Atomkernreaktor, insbesondere ein wassergekühlter Kernreaktor, mit einem Reaktordruckbehälter mit mindestens zwei Rohrstützen zum Anschluß von Primärkühlmittelleitungen behandelt, von denen eine kalte Primärkühlmittelleitung abgekühltes Kühlmittel in den Reaktordruckbehälter führt. Zur Lösung der Aufgabe, das Ausströmen von Kühlmittel für den Fall eines Bruchs der Hauptkühlmittelleitung zu verhindern, damit der Kern im Reaktordruckbehälter keine unzulässig hohen Temperaturen annimmt, ist nach der technischen Lehre des Hauptpatents eine Rückschlagklappeneinheit mit mehreren Einzelklappen im Inneren des Reaktordruckbehälters vorgesehen. Solche Einzelklappen sind relativ kleine und daher schnell bewegbare Teile, die ohne große mechanische Kräfte die Sperrung einer unerwünschten Strömung übernehmen können. Die leichte Beweglichkeit kann aber in einzelnen ungünstigen Fällen auch unvorteilhaft sein. Sie kann nämlich in Regionen des Reaktordruckbehälters, wo die Strömungsrichtungen des Kühlwassers nicht vollständig eindeutig sind, zu einem unerwünschten Flattern oder Schwingen der Klappen führen. Hierfür sucht die vorliegende Erfindung als weitere Ausbildung der Anordnung nach dem Hauptpatent eine Abhilfe.

Gemäß der Erfindung sind im Reaktordruckbehälter Strömungsleitflächen angeordnet und so mit Einzelklappen versehen, daß die Rohrstützen kalter Primärkühlmittelleitungen einzeln absperrbar sind. Deshalb sprechen bei einem Bruch eines kalten Stranges der Primärkühlmittelleitungen nur noch die diesem Strang zugeordneten Einzelklappen an. Die anderen werden dagegen nicht mehr in Bewegung gesetzt, d. h. sie bleiben geöffnet. Andererseits steht an den der zerbrochenen Primärkühlmittelleitung zugeordneten Einzelklappen eine so eindeutige Strömung zur Verfügung, daß die in die Sperrstellung führende Bewegung der Einzelklappen unverzögert und sicher erfolgt.

Die Strömungsleitflächen können die Rohrstützen mindestens zur Hälfte umgeben. Sie richten dann die zu sperrende Strömung auf einen relativ kleinen Querschnitt und ergeben dort hohe Strömungsgeschwindigkeiten, die zum sicheren Ansprechen der Einzelklappen führer. Außerdem kann dadurch der bauliche Aufwand für die Einzelklappen verringert werden, weil nur die für die Strömung notwendigen Querschnitte abzudecken sind. Vorzugsweise begrenzen die Strömungsleitflächen einen mit Einzelklappen versehenen Durchlaßquerschnitt, der in Umfangsrichtung des Reaktordruckbehälters das Ein- bis Dreifache des Durchmessers des Rohrstützens beträgt.

Bei Leistungsreaktoren heute üblicher kommerzieller Größen von z. B. 800 bis 1300 MWe sind einem Reaktordruckbehälter mehrere Rohrstützen mit kalten Primärkühlmittelleitungen zugeordnet. Hier können die Strömungsleitflächen der Rohrstützen girlandenförmig aneinandergereiht sein. Sie können die Rohrstützen symmetrisch umgeben, so daß eine möglichst verlustarme und gleichmäßige Strömung schon in der Nähe der Rohrstützen vorliegt. Es ist aber auch möglich, die Strömungsleitflächen in Umfangsrichtung des Reaktordruckbehälters derart gegenüber dessen Längsachse zu neigen, daß sie einen Drall der Kühlwasserströmung verursachen. Dieser Drall kann die Gleichmäßigkeit des Kühlmitteldurchsatzes im Inneren des Reaktorkerns verbessern. Hierfür genügt schon eine Neigung zwischen 5 und 25°, je nach der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Strömungsleitflächen.

4

Mit einer Strömungsleitfläche, die, wie schon erwähnt, einen Rohrstutzen vorzugsweise zur Hälfte umgibt, kann man diesem Rohrstutzen vorteilhaft fünf Einzelklappen zuordnen. Weniger Einzelklappen müssen zumeist so großflächig ausgebildet werden, daß die bei einer Bewegung auftretenden Kräfte unerwünscht groß werden. Man kann aber auch mehr als fünf Klappen, z. B. zehn Klappen, für den zu einem Rohrstutzen gehörenden Durchlaßquerschnitt vorsehen. Sehr hohe Klappenzahlen sind zwar im Hinblick auf die leichte Bewegbarkeit der Klappen günstig, haben aber andererseits einen höheren mechanischen Aufwand zur Folge.

Die den Rohrstutzen zugekehrte Seite einer Strömungsleitfläche kann entsprechend dem Verlauf von Strömungsfäden geformt sein, die sich bei Strömung ohne Strömungsleitflächen einstellen. Damit beeinflusst die Strömungsleitfläche den normalen Verlauf der Strömung beim üblichen Betrieb nicht. Die wird vielmehr nur dann wirksam, wenn die Rückschlagklappen bei einem Bruch ansprechen. Man kann aber auch einfachere Formen der Strömungsleitflächen wählen, um die Herstellung zu erleichtern. Zum Beispiel können die Strömungsleitflächen geradlinige Stege umfassen, die quer zu einem Kernbehälterflansch an diesem angebracht sind. Der Kernbehälterflansch kann seinerseits Teil der Strömungsleitflächen sein.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung werden im folgenden an Hand der Zeichnung Ausführungsbeispiele beschrieben. Dabei ist in den Fig. 1, 2 und 3 jeweils in einem Ausschnitt in drei zueinander senkrechten Blickrichtungen ein Reaktordruckbehälter eines Druckwasser-Leistungsreaktors dargestellt, bei dem Einzelklappen einer Rückschlagklappeneinheit nach der Erfindung mit Strömungsleitflächen vorgesehen sind. Die Fig. 4 und 5 zeigen schematisch vereinfacht abgewandelte Ausführungsformen der Erfindung.

Mit 1 ist die stählerne Wand des im wesentlichen zylindrischen Reaktordruckbehälters bezeichnet. In dieser Wand ist ein radial verlaufender Rohrstutzen 2 vorgesehen. Er ist der kalten Primärkühlmittelleitung einer nicht gezeichneten Kühlmittelschleife mit Dampferzeuger, Primärkühlmittelpumpe usw. zugeordnet. Deshalb strömt im Normalbetrieb das als Kühlmittel verwendete leichte Wasser in Richtung des Pfeils 3 aus der Rohrleitung in den Ringraum 4 zwischen dem Reaktordruckbehälter 1 und einem Kernbehälter 5, der in seinem Inneren 6 den nicht weiter dargestellten, aus Brennelementen aufgebauten Reaktorkern enthält.

Im Ringraum 4 sind, wie insbesondere Fig. 2 erkennen läßt, aus zwei Teilen 8 und 9 zusammengesetzte Strömungsleitflächen 10 vorgesehen, die den Rohrstutzen 2 umgeben. Die Strömungsleitflächen 10 verlaufen beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 keilförmig symmetrisch zum Rohrstutzen 2. An ihrem unteren Ende 11, das annähernd in Höhe der Oberkante des nicht gezeichneten Reaktorkerns liegt, bilden sie einen Durchlaßquerschnitt 12, der mit Einzelklappen 13 einer Rückschlagklappeneinheit 14 verschließbar ist. Die Länge des Durchlasses 12 in Umfangsrichtung beträgt etwa das Dreifache des Radius der Rohrstutzen 2.

Die Einzelklappen 13 sind an Trägern 15 gelenkig gelagert, wie die Achse 16 in Fig. 1 erkennen läßt. Die Träger können am Kernbehälter 5 angebracht sein. Es ist aber auch denkbar, daß die einem Rohrstutzen 2 zugeordneten Einzelklappen 13 als selbständige Einheit hergestellt und z. B. an den Strömungsleitflächen 10 angebracht sind.

An der dem Kernbehälter 5 gegenüberliegenden In-

nenseite des Reaktordruckbehälters sind Rippen 17 als Widerlager für die Einzelklappen 13 in der gestrichelt gezeichneten Sperrstellung 13' angeordnet. Sie stützen die Einzelklappen über verformbare Metallkörper 18, mit denen der Stoß am Ende der Schließbewegung gedämpft wird.

Die Fig. 3 zeigt, wie die einem Rohrstutzen 2 gemäß Fig. 2 zugeordneten sechs Einzelklappen 13 im Ringraum 4 gleichmäßig radial ausgerichtet sind. Um hierbei einen dichten Abschluß zu gewährleisten, kann man die Rippen 17 im Ringraum 4 entgegen der Darstellung statt in der Mitte an den Rändern der Strömungsleitflächen 10 vorsehen. Im übrigen ermöglichen die Rippen 17 eine Anpassung zwischen den Wölbungen im Bereich des Rohrstutzens 2 und den im wesentlichen rechtwinkligen Teil der Einzelklappen 13.

Die Fig. 4 zeigt schematisiert eine Abwicklung des Reaktordruckbehälters 1 im Bereich der insgesamt acht Rohrstutzen 2. Dabei ist mit 20 der obere Flansch des Kernbehälters 5 bezeichnet, der den Ringraum 4 nach oben begrenzt. Die Strömungsleitflächen 10 sind hierbei symmetrisch und girlandenförmig zu jeweils zwei benachbarten Rohrstutzen 2' und 2'' angeordnet, die für den Einlaß des Kühlmittels im Normalbetrieb vorgesehen sind. Im Bereich der dazwischenliegenden, ebenfalls paarweise angeordneten Auslaßstutzen 2''' und 2'''' der heißen Primärkühlmittelleitungen erweitern sich die Strömungsleitflächen 10. Dadurch wird der Einlaß aus den Rohrstutzen 2', 2'' verbessert, weil die Strömung dort im Normalbetrieb in Richtung der Pfeile 3' verläuft, während die dem Auslaß zugekehrte Strömung ungestört von der Innenseite des Kernbehälters an die Stutzen 2''' und 2'''' herangeführt wird (Pfeile 22).

Die Fig. 4 zeigt ferner, daß jedem Rohrstutzen 2' und 2'' zehn Einzelklappen 13 zugeordnet sind. Diese ergeben die gewünschte leichte Bewegbarkeit bei einem günstigen großen Durchlaßquerschnitt. Die Strömungsleitflächen 10 müssen dabei der Form des Ringraumes 4 angepaßt sein, so daß sich eine zweifach gekrümmte räumliche Form ergibt, die einen erhöhten Herstellungsaufwand erfordert, dafür jedoch die Strömung am wenigstens beeinträchtigt, weil die Form entsprechend dem Verlauf von Stromfäden einer unbeeinflussten Strömung gebildet werden kann.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5, das in seiner Schematisierung mit der Darstellung nach Fig. 4 übereinstimmt, wird der Kernbehälterflansch 20 selbst als Teil der Strömungsleitflächen 10 verwendet. Hierbei sind ebene Stege 23 zur Unterteilung im Ringraum 4 angeordnet, die einmal zwischen den Rohrstutzen 2' und 2'' der kalten Primärkühlmittelleitung verlaufen. Zum anderen sind ebenfalls ebene Stege 24 im Bereich der Rohrstutzen 2''' und 2'''' der heißen Primärkühlmittelleitungen angeordnet. Die Strömung im Normalbetrieb ist wiederum durch den Pfeil 3' angedeutet. Bei dieser einfacheren Ausführung der Strömungsleitflächen bilden sich in den Ecken der rechtwinklig zum Flansch 20 verlaufenden Stege 23 und 24 Totwasserzonen, so daß sich für die Strömung letztlich Strömungslinien ergeben, die mit den Strömungsleitflächen 10 nach Fig. 4 weitgehend übereinstimmen. Solche Totwasserzonen sind jedoch im Hinblick auf denkbare Korrosionsgefahren und Druckverluste unter Umständen unerwünscht.

In Fig. 4 ist noch gestrichelt angedeutet, daß der an sich vertikale Bereich 25 der Strömungsleitflächen 10 auch um z. B. 20° gleichsinnig geneigt sein kann, wie

24 55 060

5

5

gestrichelt bei 25' angedeutet ist. Hierdurch kann man einen Drall der Kühlmittelströmung im Ringraum 4 erhalten, der die Verteilung des Kühlmittels über den Reaktorkern gleichmäßig macht.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

6

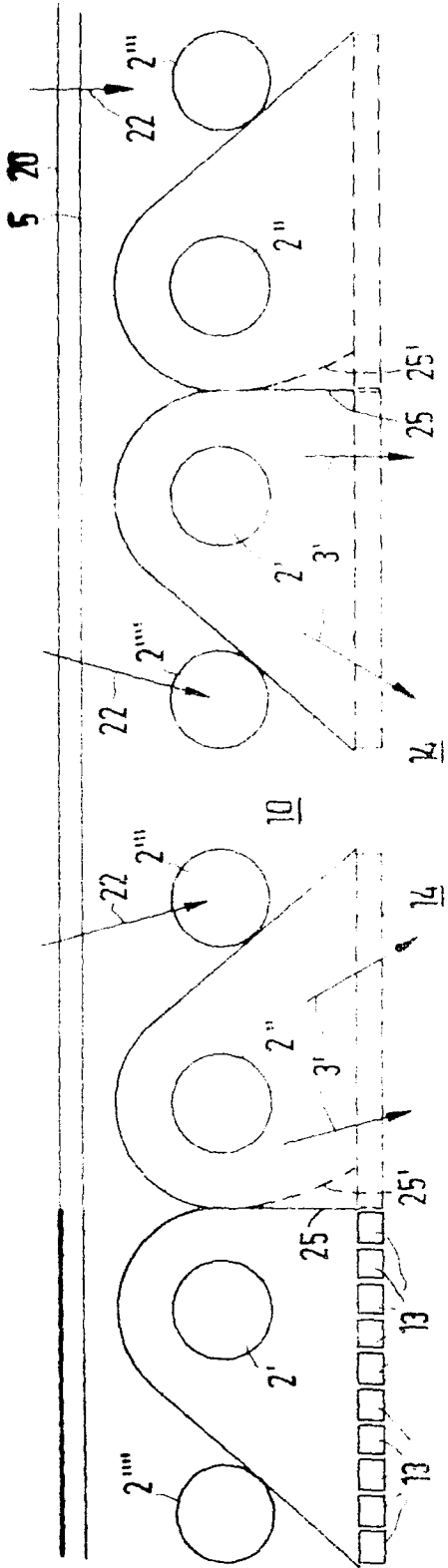


Fig. 4

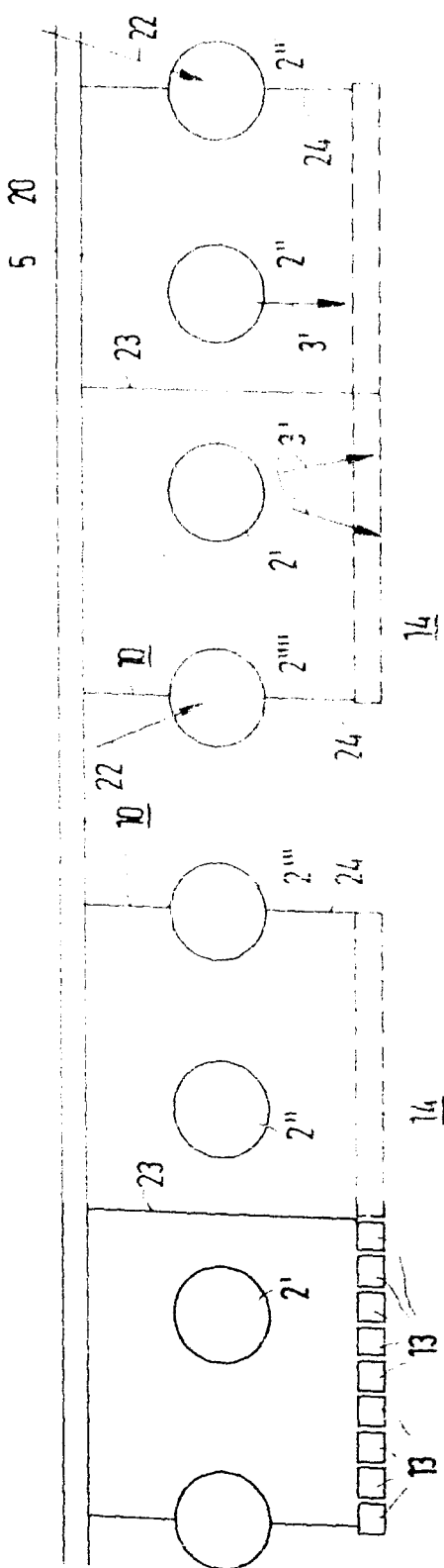


Fig. 5