

51

Int. Cl. 2:

G 21 C 13/00

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DT 25 18 357 A 1

11

Offenlegungsschrift 25 18 357

21

Aktenzeichen: P 25 18 357.7

22

Anmeldetag: 25. 4. 75

43

Offenlegungstag: 4. 11. 76

30

Unionspriorität:

32 33 31 —

54

Bezeichnung: Zylindrischer Spannbetondruckbehälter für ein Kernkraftwerk

71

Anmelder: Hochtemperatur-Reaktorbau GmbH, 5000 Köln;
Taywood Engineering Ltd., Sothall, Middlesex (Großbritannien)

74

Vertreter: Dahlmann, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6800 Mannheim

72

Erfinder: Horner, Malcolm, Wolviston, Cleveland (Großbritannien);
Hodzic, Alija, Dipl.-Ing.; Haferkamp, Dirk, Dipl.-Ing.; 6800 Mannheim

DT 25 18 357 A 1

HOCHTEMPERATUR-REAKTORBAU GmbH

5 K ö l n 1

Zeppelinstraße 15

Zylindrischer Spannbetondruckbehälter für ein Kernkraftwerk

Die Erfindung betrifft einen zylindrischen Spannbetondruckbehälter für ein Kernkraftwerk, das einen gasgekühlten Hochtemperaturreaktor und mindestens einen aus Turbine, Verdichter und wärmeaustauschenden Apparaten bestehenden Wärmenutzungskreislauf umfaßt, wobei der Hochtemperaturreaktor in einer im Zentrum des Spannbetondruckbehälters befindlichen Kaverne untergebracht ist. Die übrigen Kreislaufkomponenten sowie die das Gas führenden Leitungen

zwischen den einzelnen Komponenten sind in nach außen abschließbaren Ausnehmungen in der Spannbetondruckbehälter-Wandung installiert.

Bekanntlich muß jeder Kernreaktor - ganz unabhängig von dem jeweiligen Reaktortyp - zur Abschirmung der bei der Kernspaltung im Reaktorkern erzeugten Strahlung mit einer für schädigende Strahlungen undurchlässigen Umhüllung umgeben sein. Weiterhin müssen unter Überdruck arbeitende Reaktoren, d.h. diejenigen Reaktoren, bei denen die Kühlung mittels eines unter Überdruck stehenden (meist gasförmigen) Kühlmittels erfolgt, in eine vollkommen dichte und druckfeste Hülle eingeschlossen sein, den sogenannten Druckbehälter. Es ist Stand der Technik, den Strahlenschutzmantel und den Druckbehälter zu einer dichten und zugleich druckfesten Ummantelung zusammenzufassen, die die Aufgaben sowohl des biologischen Strahlenschutzes als auch des vollständigen, den inneren Überdruck aufnehmenden Abschlusses des Kernreaktors übernimmt. Diese Ummantelung ist aus Beton hergestellt, in dem zur Erhöhung der Druckfestigkeit und der Dichtigkeit mit Hilfe von Spanngliedern im wesentlichen nach innen gerichtete Vorspannungen erzeugt werden, die größer sind als die durch den Überdruck des im Inneren vorhandenen Kühlmittels erzeugten Spannungen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen zylindrischen Spannbetondruckbehälter für ein eingangs beschriebenes Kernkraftwerk anzugeben, bei dem durch die besondere Anordnung aller Komponenten das Druckbehältervolumen relativ klein gehalten werden kann und die Vorspannung auf wirtschaftliche und eine hohe Sicherheit garantierende Weise realisiert ist.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Spannbetondruckbehälter unterhalb der Reaktorkaverne mindestens einen horizontalen Durchbruch zur Aufnahme eines Gasturbosatzes aufweist, daß auf einem Teilkreis um die Reaktorkaverne eine Anzahl von Pods für die Gas führenden Leitungen und auf einem zweiten,

größeren Teilkreis eine weitere Anzahl von Pods für die wärmeaus-tauschenden Apparate vorgesehen sind und daß der gesamte Spannbe-tondruckbehälter als einheitlicher Betonkörper durch in Längsrich-tung durch den Spannbetondruckbehälter verlaufende und durch im wesentlichen senkrecht zur Achse des Spannbetondruckbehälters ange-ordnete Spannglieder vorgespannt ist, wobei die Vorspannung senk-recht zur Achse des Spannbetondruckbehälters im Bereich des oder der horizontalen Durchbrüche durch im wesentlichen horizontal auf Sehnenbahnen durch den Spannbetondruckbehälter geführte Spannele-mente und im übrigen Bereich des Spannbetondruckbehälters mit Hilfe von um den Umfang des Spannbetondruckbehälters gelegten Spannele-menten erzeugt wird, die gleichmäßig über seine Höhe verteilt sind.

Es ist bereits eine Reihe von zylindrischen Spannbetondruckbehäl-tern für Kernreaktoren bekannt, die in Richtung der Behälterachse und quer dazu vorgespannt sind, wobei die Längsvorspannung mittels einer Bewehrung erzeugt wird, die die Zylinderwandung parallel zu seiner Achse durchsetzt und an den Stirnseiten des Zylinders bzw. an einer oberen und unteren Abschlußplatte verankert ist. Die quer zur Behälterachse wirkende Vorspannung ist bei den einzelnen Behäl-tertypen auf verschiedene Art realisiert.

So sind in der Auslegeschrift 1 098 114 und in der Offenlegungs-schrift 1 684 617 Spannbetondruckbehälter dargestellt, bei denen die Vorspannung senkrecht zur Behälterachse mit Hilfe von zylin-drischen oder nahezu zylindrischen Reifen erzeugt wird, die den Behälter in zu seiner Achse senkrechten Ebenen umspannen und regel-mäßig über seine Höhe verteilt sind. Diese nach dem sogenannten Wickelverfahren aufgebrachte Anordnung hat den Vorteil, daß die Verankerungen der Spannglieder von außen zugänglich sind und auch während des Reaktorbetriebes überwacht werden können.

Bei einem weiteren Spannbetondruckbehältertyp sind die quer zur Behälterachse oder horizontal angeordneten Spannelemente ringförmig ausgebildet und innerhalb der Betonwandung verlegt, wodurch in dem

Beton die erforderliche Vorspannung in tangentialer Richtung erzeugt wird. Eine derartige Anordnung der Spannelemente zeigen die in der Baulegeschrift 1 185 362 und in dem Aufsatz von H.P. Schrage, Techn. Mitt. Krupp, Bd. 26 (1968), S. 81, dargestellten Spannbetondruckbehälter. Das letztgenannte Beispiel zeigt den Ringwandbehälter für einen Thoriumhochtemperaturreaktor, ausgelegt für 300 MMe.

Ein weiterer Spannbetondruckbehälter mit tangential geführten horizontalen Spannkabeln ist in der Offenlegungsschrift 1 684 651 offenbart. Die einzelnen Kabelgruppen umspannen jeweils 180° und sind gegeneinander versetzt. Wie die beiden eben erwähnten Druckbehälter ist auch dieser Spannbetondruckbehälter als Hohlzylinder ausgebildet, wobei der hohle Innenraum zur Aufnahme des Reaktorkerns bestimmt ist. Im Unterschied zu den beiden anderen Druckbehältern besitzt er jedoch noch eine Anzahl von Ausnehmungen, die sich senkrecht durch die Zylinderwandung erstrecken und auf einem Teilkreis um den Innenraum angeordnet sind. Diese Ausnehmungen sind zur Aufnahme der Wärmeaustauscher vorgesehen. Die horizontalen Spannkabel sind so geführt, daß sie zwar innerhalb des Betons, aber radial außerhalb der Ausnehmungen verlaufen.

Aus der Offenlegungsschrift 1 684 699 ist ein Spannbetondruckbehälter bekannt, der zwar keine Zylinderform aufweist, aber ebenfalls in Richtung der Behälterachse und in Umfangsrichtung von Spannelementen durchzogen ist. Dieser Druckbehälter ist für einen schnellen, dampfgekühlten Brutreaktor gedacht und nimmt außer dem Reaktorkern auch die getrennt um diesen herum angeordneten Wärmeaustauscheraggregate mit den zugehörigen Kühlmittelgebläsen und Kühlmittelverbindungsleitungen in sich auf. Bei dem dargestellten Beispiel sind die Wärmeaustauscheraggregate samt den Kühlmittelgebläsen in einzelnen, senkrecht verlaufenden Schächten untergebracht; die Turbinenaggregate sind jedoch nicht in dem Spannbetondruckbehälter integriert, und der Nutzdampf wird durch eine Leitung relativ kleinen Querschnitts aus dem Druckbehälter herausgeführt.

Außer der Bewehrung des Druckbehälters in Längs- und Umfangsrichtung besitzt der Druckbehälter noch weitere horizontale Spannelemente, die durch die Zwischenwände zwischen dem Reaktorkern und den Wärmeaustauschern verlaufen, wobei sie einander kreuzen und U-förmig um die Aggregat-Ausnehmungen herumgeführt sind. Sie umschließen dabei jeweils zwischen ihren Schenkeln die Ausnehmung für den Reaktorkern.

Ein weiterer Spannbetondruckbehälter mit senkrecht durch die Behälterwandung verlaufenden Ausnehmungen für die Wärmeaustauscher ist ferner in der Offenlegungsschrift 1 539 887 dargestellt. Auch hier handelt es sich um einen Druckbehälter für eine teilintegrierte Anlage, bei der zwar die Wärmeaustauscher mit dem Reaktorkern im selben Druckbehälter angeordnet sind, die Turbinenaggregate sich aber außerhalb des Druckbehälters befinden. Die Vorspannung dieses Druckbehälters wird einmal durch senkrecht verlaufende sowie durch um den Behälterumfang herumgelegte Spannseile bewirkt; zum anderen sind in der oberen und unteren Abschlußplatte des Druckbehälters auf Sehnenbahnen geführte Spannseile verlegt, die sich in drei Hauptrichtungen erstrecken.

Weitere in horizontalen Rohren verlegte Spanndrähte durchqueren in mehreren übereinander angeordneten Ebenen die Zwischenräume zwischen den Ausnehmungen für die Wärmeaustauscher, wobei sie ebenfalls auf Sehnenbahnen geführt sind.

Im Gegensatz zu den bekannten Spannbetondruckbehältern ist der Spannbetondruckbehälter gemäß der Erfindung für eine integrierte Kernreaktoranlage bestimmt, bei der nicht nur die wärmeaustauschenden Apparate, sondern auch das Turbinenaggregat in dem Spannbetonbehälter untergebracht ist. Um die Behälterabmessungen wesentlich reduzieren zu können, muß eine kompakte Bauweise gewählt werden, was gemäß der Erfindung durch die Anordnung des Gasturbosatzes in einem horizontalen Durchbruch unterhalb der den Reaktor aufnehmenden Kaverne und die Installierung nicht nur der Wärmeaus-

2518357

tauscher, sondern auch eines großen Teils der Gasführungsleitungen in Pods erreicht wird. Um einem derart ausgebildeten Spannbetondruckbehälter genügend Festigkeit zu geben, ist eine besondere Armierung des zylindrischen Betonkörpers erforderlich. Die Erfindung gibt daher ein neuartiges Schema an, nach dem die Spannglieder geführt sind: innerhalb des Bereichs des horizontalen Durchbruchs sind in Sehnenbahnen verlegte horizontale Spannelemente vorgesehen; der übrige Spannbetondruckbehälter weist eine Wickelvorspannung auf, und die Längsbewehrung ist durch parallel zur Behälterachse in den Zwischenräumen zwischen den Pods geführte Spannglieder realisiert.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung des Erfindungsgedankens im Hinblick auf eine größere Leistung des Kernkraftwerks sind unterhalb der Reaktorkaverne drei horizontale Durchbrüche vorgesehen, die sternförmig angeordnet sind, und die horizontalen Spannelemente erstrecken sich in diesem Bereich auf im wesentlichen geraden, in drei Hauptrichtungen verlaufenden Sehnenbahnen, die um 120° zueinander versetzt sind. Die in einer Richtung verlaufenden horizontalen Spannelemente sind je zu zwei Gruppen zusammengefaßt, zwischen denen ein Raum frei gelassen ist, in dem jeweils einer der drei horizontalen Durchbrüche angeordnet ist.

Vorteilhafterweise weichen die horizontalen Spannelemente nach dem Rand des Spannbetondruckbehälters hin von den geraden Sehnenbahnen derart ab, daß die Verankerungsstellen der Spannelemente mit Ausnahme des Mündungsbereiches der drei Durchbrüche gleichmäßig über den Umfang des Spannbetondruckbehälters verteilt sind. Entlang der gleichen Sehnenbahn sind jeweils mehrere Spannelemente in senkrechter Richtung gestaffelt, von denen ein Teil streckenweise seitlich oberhalb eines der horizontalen Durchbrüche und der andere Teil auf der gleichen Strecke seitlich unterhalb dieses Durchbruchs verläuft. Auf diese Weise bleiben die Durchbrüche selbst von Spannelementen ausgespart, während sie in ihrer unmittelbaren Nähe auf vier Seiten von Spannelementen umgeben sind.

Es ist zweckmäßig, an den Verankerungsstellen der Spannelemente am Umfang des Spannbetondruckbehälters Nuten vorzusehen, deren Grundfläche jeweils senkrecht zu der Richtung der Spannelemente verläuft. Dadurch läßt sich die Befestigung der Spannelemente einfach bewerkstelligen.

Sind in dem Spannbetondruckbehälter noch weitere senkrechte Ausnehmungen außer den Pods vorgesehen und liegen diese im Bereich der horizontalen Durchbrüche, so ist ihre Anordnung derart festgelegt, daß die horizontalen Spannelemente symmetrisch zu ihnen verteilt sind und auf Sehnenbahnen verlaufen, die nur wenig gekrümmte Abschnitte aufweisen.

Wie die für die Wärmeaustauscher und Gasführungen vorgesehenen Pods sind auch die horizontalen Durchbrüche mit Druck beaufschlagt und mit Spannbetonabschlußstopfen ausgerüstet.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Spannbetondruckbehälters für ein Kernkraftwerk mit drei Wärmenutzungskreisläufen schematisch dargestellt, und zwar zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch den Spannbetondruckbehälter nach der Linie I-I der Fig. 2,

Fig. 2 einen Schnitt nach der Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 eine Abwicklung über ein Drittel des Spannbetondruckbehälters in Höhe der horizontalen Durchbrüche,

Fig. 4 eine Draufsicht auf den Spannbetondruckbehälter,

Fig. 5 einen Schnitt nach der Linie V-V der Fig. 1.

Die Figuren 1, 2 und 5 lassen einen Spannbetondruckbehälter 1 erkennen, der zylindrisch ausgeführt und zentral im Innern eines

(nicht dargestellten) ebenfalls zylindrischen Sicherheitsbehälters aus Stahlbeton angeordnet ist. Innerhalb des Spannbetondruckbehälters 1 ist ein Kernreaktor 2 sowie der Hauptkreislauf untergebracht, der aus drei parallelgeschalteten Wärmenutzungskreisläufen (Loops) besteht, die über dem Kernreaktor 2 gekoppelt sind. Zu jedem Loop gehören eine Turbine, ein Verdichter, ein Rekuperator und ein Kühler, die alle in Ausnehmungen im Spannbetondruckbehälter 1 installiert sind, wie weiter unten noch beschrieben wird.

Der Kernreaktor 2 ist als graphitmoderierter, heliumgekühlter Hochtemperaturreaktor ausgeführt, dessen Brennelemente kugel- oder blockförmig ausgebildet sein können; er ist in einer im Zentrum des Spannbetondruckbehälters 1 befindlichen Kaverne 3 eingebaut. Durch drei radiale Austrittsstutzen 4 und ebensoviele radiale Eintrittsstutzen 5 ist der Hochtemperaturreaktor 2 mit den drei Loops des Hauptkreislaufs verbunden.

Senkrecht unter dem Hochtemperaturreaktor 2 sind drei horizontale Durchbrüche 6 in den Spannbetondruckbehälter 1 gearbeitet, die je mit einem Spannbetonabschlußstopfen 7 versehen sind. Die drei Durchbrüche 6 sind sternförmig angeordnet und stoßen in der vertikalen Mittelachse des Spannbetondruckbehälters 1 zusammen. In jedem der horizontalen Durchbrüche 6 ist eine einwellige Gasturbine sowie ein Verdichter installiert, der mit der Turbine auf einer gemeinsamen Welle sitzt (nicht dargestellt). Oberhalb jeder Turbine erstreckt sich ein vertikaler Gasführungspod 8, der direkt an den horizontalen Durchbruch 6 angeschlossen ist. Die drei Gasführungspods 8 liegen symmetrisch auf einem Teilkreis um die vertikale Mittelachse des Spannbetondruckbehälters 1; in ihnen sind neben anderen Gasführungen die drei Heißgasleitungen verlegt, die je einen der Reaktoraustrittsstutzen 4 mit je einer Turbine verbinden. Die Gasführungspods 8 sind mit berstsicheren Deckeln 9 versehen.

Auf einem größeren Teilkreis um die Reaktorkaverne 3 sind in symmetrischer Anordnung sechs vertikale Pods 10 angeordnet, die

2518357

ebenfalls mit berstsicheren Deckeln 11 abgeschlossen sind. Diese Pods dienen zur Aufnahme der wärmeaustauschenden Apparate, wobei jeder der drei Loops zwei Pods 10 zugeordnet sind, von denen der eine einen Rekuperator und der andere einen Kühler enthält, die in gleicher Höhe wie die Reaktorkaverne 3 installiert sind (nicht dargestellt). Die beiden zusammengehörigen Pods liegen jeweils symmetrisch zu den Durchbrüchen 6. An alle Pods 10 schließen sich nach unten kleinere Ausnehmungen 12 an, die ebenfalls vertikal durch die Reaktorkaverne 3 verlaufen. Sie bieten die Möglichkeit, in den Pods 10 Inspektions- und Wartungsarbeiten vorzunehmen.

Wie aus Figur 7 ersichtlich, sind im oberen Bereich des Spannbrenndruckbehälters 1 drei horizontale Stollen 13 vorgesehen, die jeweils die beiden zu einem Loop gehörenden vertikalen Pods 10 verbinden und der Gasführung zwischen Rekuperator und Kühler jedes Loops dienen. Aus Gründen einer besseren Anordnung sind die horizontalen Stollen 13 abgewinkelt. Eine weitere Gasleitung 14 verbindet jede Turbine mit dem Rekuperator des gleichen Loops, wobei sie seitlich von unten in den entsprechenden vertikalen Pod eintritt. Die Verbindung vom Kühler zum Verdichter jedes Loops wird durch eine weitere Gasleitung 15 hergestellt, die unten aus dem zugehörigen Pod 10 austritt, abgewinkelt ist und im Bereich des Verdichters in den horizontalen Durchbruch 6 dieses Loops mündet.

Von den Verdichtern zu den Rekuperatoren der drei Loops wird das gasförmige Reaktor-Oben-Teil durch die vertikalen Gasführungspods 8 oberhalb des Reaktor-Oben-Teils geführt, wobei das Gas zunächst außen an den von Reaktor 2 kommenden Heißgasleitungen entlangströmt, die als vertikale Gasführungen ausgebildet sind. Am oberen Ende der Gasführungspods 8 ist jeweils eine horizontale Verbindungsleitung 16 zu einem der drei vertikalen Pods 10 vorgesehen, in denen die Rekuperatoren installiert sind. Durch drei weitere Gasführungen, die unten aus den Rekuperator-Pods austreten und schräg nach oben laufen, wird das in den Rekuperatoren wieder erwärmte Gas aus den vertikalen Pods 10 in die Gasführungspods 8

609845/0148

BAD ORIGINAL

zurückgeführt. Die Einmündung 20 einer dieser Gasführungen ist in Fig. 5 zu erkennen.

Durch drei koaxiale Leitungen, die innerhalb der Gasführungspods 8 nach oben führen, wird dann das Gas zu den Reaktoreintrittsstützen 5 geleitet (nicht dargestellt).

Außer den sechs vertikalen Pods 10 für die wärmeaustauschenden Apparate und den drei Gasführungspods 8 sind im Spannbetondruckbehälter 1 noch drei weitere vertikale Pods 17 vorgesehen, die einen kleineren Durchmesser haben als die Pods 8 und auf einem kleineren Teilkreis liegen als diese. Sie befinden sich jeweils auf Lücke zwischen den Gasführungspods 8 und dienen zur Aufnahme eines Nachwärmeabfuhrsystems (nicht dargestellt). Durch drei Heißgasleitungen 18 entnimmt das System heißes Gas aus dem Reaktorkern, kühlt es ab und verdichtet es, ehe es das Gas durch eine Leitung 19 dem Kernreaktor 2 kaltgasseitig wieder zuführt.

In den Figuren 4 und 5 ist zu erkennen, in welcher Weise die vertikale Vorspannung des Spannbetondruckbehälters 1 realisiert ist. Nach dem BBRV-System geführte Spannkabel 21 sind parallel zur Mittelachse des Spannbetondruckbehälters 1 in der Betonmasse angeordnet, wobei sie an einem Ende in einem im Beton eingebetteten Ankerkopf verankert sind. Am anderen Ende der Spannkabel 21 sind Spannköpfe 22 befestigt, auf die die zur Spannung notwendige Kraft ausgeübt wird, und zwar beispielsweise mit Hilfe von hydraulischen Vorrichtungen.

Die Vorspannung senkrecht zur Mittelachse des zylindrischen Spannbetondruckbehälters 1 wird - mit Ausnahme des Bereiches der horizontalen Durchbrüche 6 - mit Hilfe von um den Umfang des Behälters gelegten Spannelementen 23 erzeugt, die den Spannbetondruckbehälter 1 in zu seiner Mittelachse senkrechten Ebenen umgeben und gleichmäßig über seine Höhe verteilt sind. Die ringförmigen Spannelemente 23 sind in Kanälen 24 verlegt, wie in der Fig. 1 angedeutet. Um die nötigen Ringvorspannkräfte zu erzeugen, ist eine weit größere

Anzahl von Spannelementen erforderlich als dargestellt, die zudem in mehreren Lagen übereinander angeordnet sind.

Die Figuren 1, 2 und 3 lassen die horizontale Vorspannung des Spannbetondruckbehälters 1 im Bereich der drei horizontalen Durchbrüche 6 erkennen. Sie wird mit Hilfe von auf Sehnenbahnen durch den Spannbetondruckbehälter 1 geführten Spannelementen 25 erzeugt, die im wesentlichen horizontal verlaufen. Die Sehnenbahnen erstrecken sich in drei Hauptrichtungen durch den Spannbetondruckbehälter 1, die um 120° zueinander versetzt und mit 25', 25'' und 25''' bezeichnet sind (siehe Fig. 2). Die jeweils in einer der drei Hauptrichtungen verlaufenden horizontalen Spannelemente 25 sind in zwei Gruppen zusammengefaßt, zwischen denen ein Raum freigelassen ist. In jedem der drei freien Räume ist einer der drei Durchbrüche 6 angeordnet. Bei dem dargestellten Beispiel verlaufen jeweils vier Spannelemente 25 nebeneinander auf den beiden Seiten der Durchbrüche 6, wobei die Spannelemente 25 nach dem Rand des Spannbetondruckbehälters 1 hin in einer solchen Weise von den geraden Sehnenbahnen abweichen, daß die Verankerungsstellen 26 der Spannelemente 25 gleichmäßig über den Umfang des Spannbetondruckbehälters 1 verteilt sind (unter Aussparung des Mündungsbereiches der Durchbrüche 6). An den Stellen des Behältermantels, an denen die Spannelemente 25 aus dem Beton austreten, sind Nuten 27 in den Behältermantel gearbeitet, deren Grundfläche jeweils senkrecht zur Richtung des betreffenden Spannelementes 25 verläuft.

Um die sich im Bereich der horizontalen Durchbrüche 6 erstreckenden senkrechten Ausnehmungen 12 im Spannbetondruckbehälter 1 sind die horizontalen Spannelemente 25 derart geführt, daß ihre Bahnen nur wenig gekrümmte Abschnitte aufweisen. Jede der Ausnehmungen 12 ist von Spannelementen 25 umgeben, die zwei verschiedenen Hauptrichtungen angehören, beispielsweise den Richtungen 25' und 25'' oder 25'' und 25''', wobei die Spannkabel 25 symmetrisch zu den einzelnen Ausnehmungen 12 liegen.

Wie aus den Figuren 1 und 3 ersichtlich, sind auf der gleichen Seh-

nenbahn vier Spannelemente 25 in senkrechter Richtung übereinander angeordnet, die jeweils zu einer Reihe zusammengefaßt und in einer gemeinsamen Nut 27 verankert sind. Auf diese Weise werden im Bereich der horizontalen Durchbrüche 6 über den gesamten Behälterquerschnitt vier Lagen von Spannseilen 25 gebildet, die mit 28, 29, 30, 31 bezeichnet sind.

Alle Reihen sind beim Durchqueren des Spannbetondruckbehälters 1 paarweise derart in senkrechter Richtung auseinandergezogen und darauf wieder zusammengeführt, daß die beiden oberen Lagen 28, 29 der Spannelemente 25 in jeder Hauptrichtung 25', 25'' und 25''' streckenweise seitlich oberhalb des parallel liegenden Durchbruchs 6 und die beiden unteren Lagen 30, 31 der Spannelemente 25 auf der gleichen Strecke seitlich unterhalb dieses Durchbruchs verlaufen.

Die Fig. 3 zeigt eine Abwicklung des Druckbehältermantels im Bereich der horizontalen Durchbrüche 6, und zwar zwischen den beiden mit C und B bezeichneten Austrittsstellen der Durchbrüche 6. Die einzelnen Reihen tragen die Bezeichnungen A1....A8, B1....B8, C1....C8, wie auch aus der Fig. 2 zu ersehen ist. Der Durchbruch mit der Austrittsstelle B wird auf der einen Seite von den Spannelement-Reihen B1 bis B4 und auf der anderen Seite von den Spannelement-Reihen B5 bis B8 flankiert. Entsprechendes gilt für die beiden anderen Durchbrüche.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1) Zylindrischer Spannbetondruckbehälter für ein Kernkraftwerk, das einen gasgekühlten Hochtemperaturreaktor und mindestens einen aus Turbine, Verdichter und wärreaustauschenden Apparaten bestehenden Wärmenutzungskreislauf umfaßt, wobei der Hochtemperaturreaktor in einer im Zentrum des Spannbetondruckbehälters befindlichen Kaverne untergebracht ist und die übrigen Kreislaufkomponenten sowie die das Gas führenden Leitungen zwischen den einzelnen Komponenten in nach außen abschließbaren Ausnehmungen in der Spannbetondruckbehälter-Wandung installiert sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannbetondruckbehälter (1) unterhalb der Reaktorkaverne (3) mindestens einen horizontalen Durchbruch (6) zur Aufnahme eines Gasturbosatzes aufweist, daß auf einem Teilkreis um die Reaktorkaverne (3) eine Anzahl von Pods (8) für die Gas führenden Leitungen und auf einem zweiten, größeren Teilkreis eine weitere Anzahl von Pods (10) für die wärreaustauschenden Apparate vorgesehen sind und daß der gesamte Spannbetondruckbehälter (1) als einheitlicher Betonkörper durch in Längsrichtung durch den Spannbetondruckbehälter (1) verlaufende und durch im wesentlichen senkrecht zur Achse des Spannbetondruckbehälters (1) angeordnete Spannglieder (21, 23, 25) vorgespannt ist, wobei die Vorspannung senkrecht zur Achse des Spannbetondruckbehälters (1) im Bereich der horizontalen Durchbrüche (6) durch im wesentlichen horizontal auf Sehnenbahnen durch den Spannbetondruckbehälter (1) geführte Spannelemente (23) im übrigen Bereich des Spannbetondruckbehälters (1) mit Hilfe von um den Umfang des Spannbetondruckbehälters (1) gelegten Spannelementen (23) erzeugt wird, die gleichmäßig über seine Höhe verteilt sind.

2) Zylindrischer Spannbetondruckbehälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb der Reaktorkaverne (3) drei horizontale Durchbrüche (6) vorgesehen sind, die sternförmig ange-

ordnet sind, und daß sich die horizontalen Spannelemente (25) auf im wesentlichen geraden, in drei Hauptrichtungen (25', 25'', 25''') verlaufenden Sehnenbahnen erstrecken, die um 120° zueinander versetzt sind.

- 3) Zylindrischer Spannbetondruckbehälter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die in einer Richtung verlaufenden horizontalen Spannelemente (25) je zu zwei Gruppen zusammengefaßt sind, zwischen denen ein Raum freibleibt, in dem jeweils einer der drei horizontalen Durchbrüche (6) vorgesehen ist.
- 4) Zylindrischer Spannbetondruckbehälter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die horizontalen Spannelemente (25) nach dem Rand des Spannbetondruckbehälters (1) hin von den geraden Sehnenbahnen abweichen derart, daß die Verankerungsstellen (26) der Spannelemente (25) mit Ausnahme des Mündungsbereichs der drei Durchbrüche (6) gleichmäßig über den Umfang des Spannbetondruckbehälters (1) verteilt sind.
- 5) Zylindrischer Spannbetondruckbehälter nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß entlang der gleichen Sehnenbahn jeweils mehrere Spannelemente (25) in senkrechter Richtung gestaffelt sind, von denen ein Teil (28, 29) streckenweise seitlich oberhalb eines der horizontalen Durchbrüche (6) und der andere Teil (30, 31) auf der gleichen Strecke seitlich unterhalb dieses Durchbruchs (6) verläuft.
- 6) Zylindrischer Spannbetondruckbehälter nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß an den Verankerungsstellen (26) der Spannelemente (25) am Umfang des Spannbetondruckbehälters (1) Nuten (27) vorgesehen sind, deren Grundfläche jeweils senkrecht zu der Richtung der Spannelemente (25) verläuft.
- 7) Zylindrischer Spannbetondruckbehälter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der horizontalen Durchbrüche (6) weitere im Spannbetondruckbehälter (1) vorgesehene kleinere und

senkrecht verlaufende Ausnehmungen (12) derart angeordnet sind, daß die horizontalen Spannelemente (25) symmetrisch verteilt sind und auf Sehnenbahnen verlaufen, die nur wenig gekrümmte Abschnitte aufweisen.

- 8) Zylindrischer Spannbetondruckbehälter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die horizontalen Durchbrüche (6) druckbeaufschlagt und mit Spannbetonabschlußstopfen (7) versehen sind.

16
Leerseite

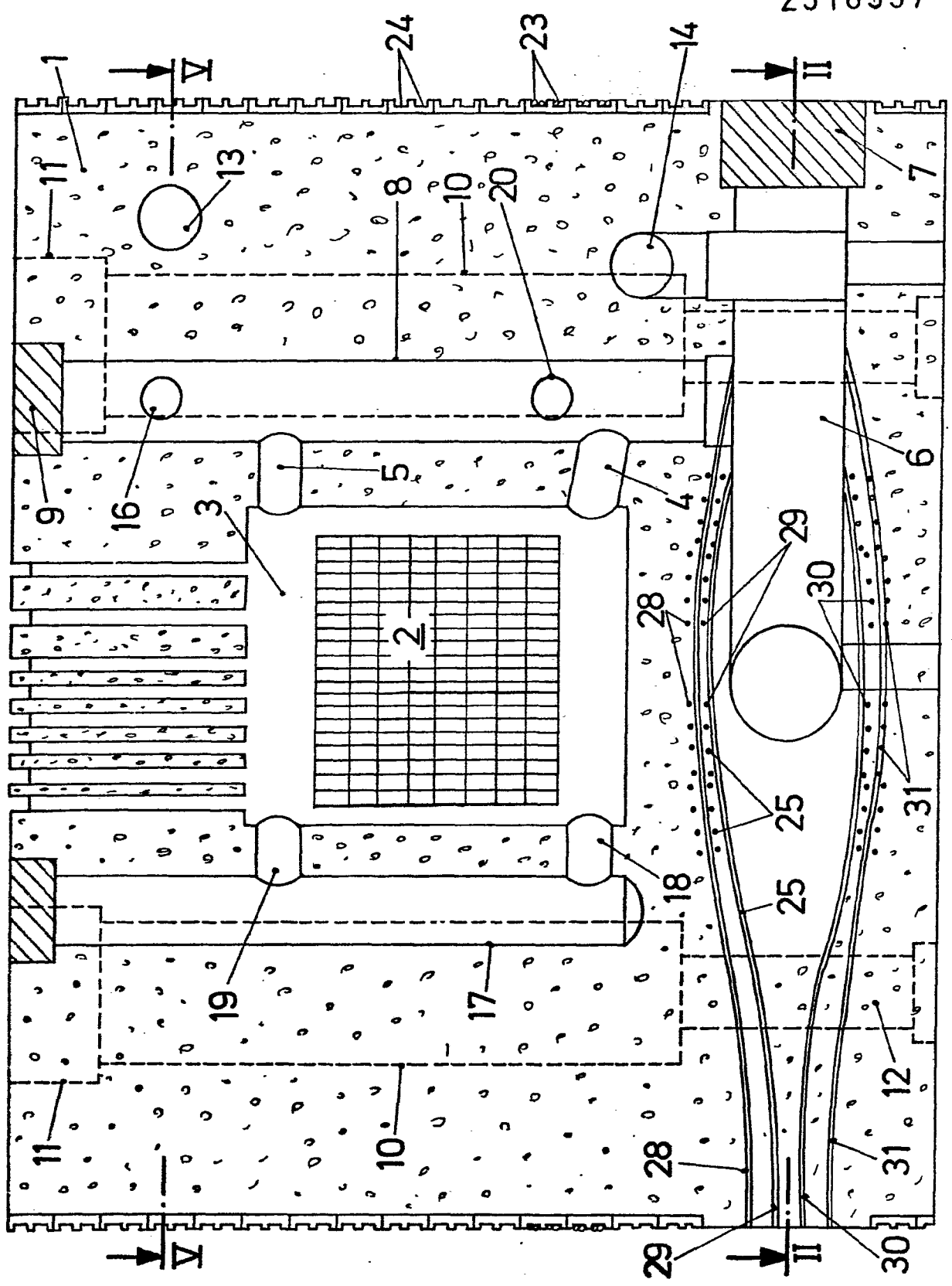


FIG. 1

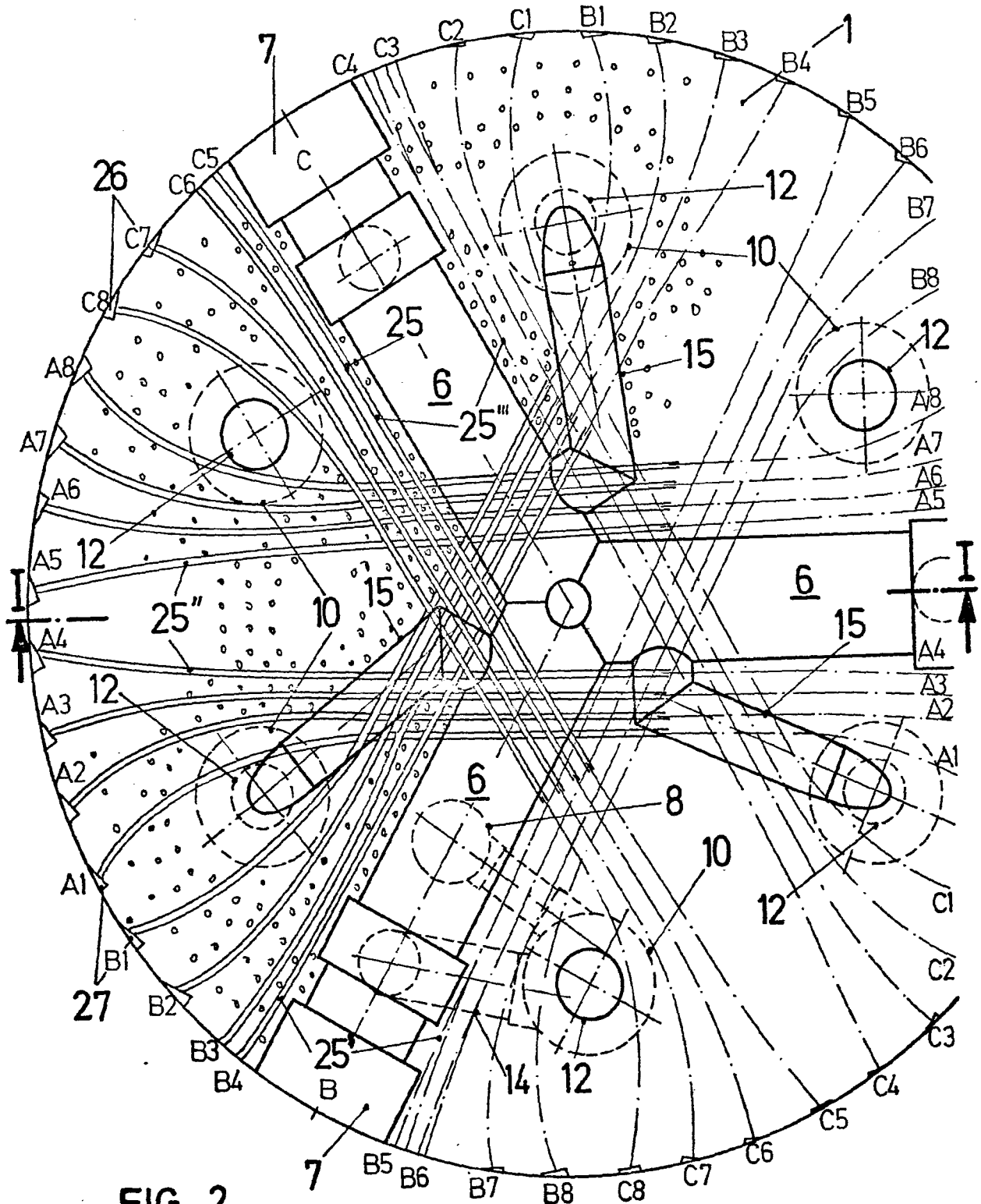


FIG. 2

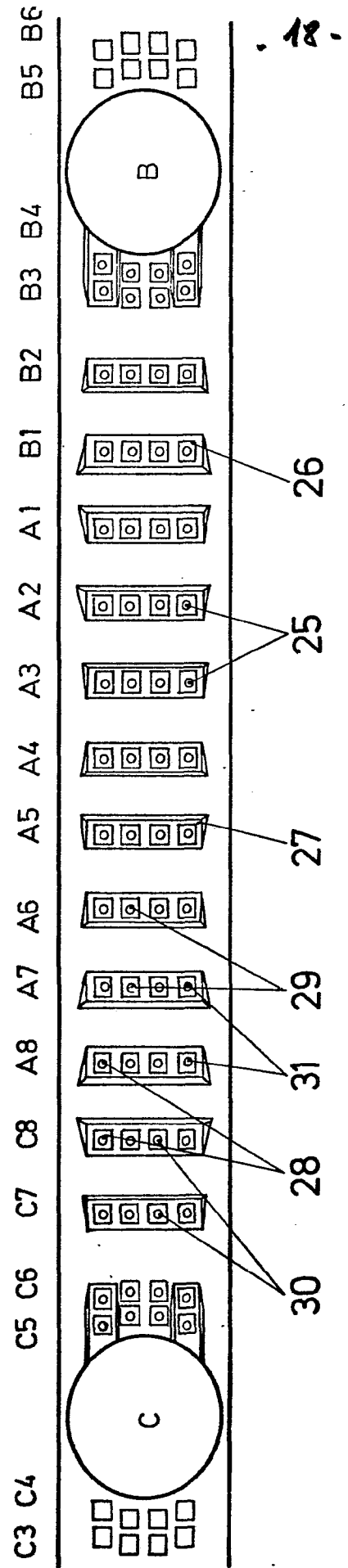


FIG. 3

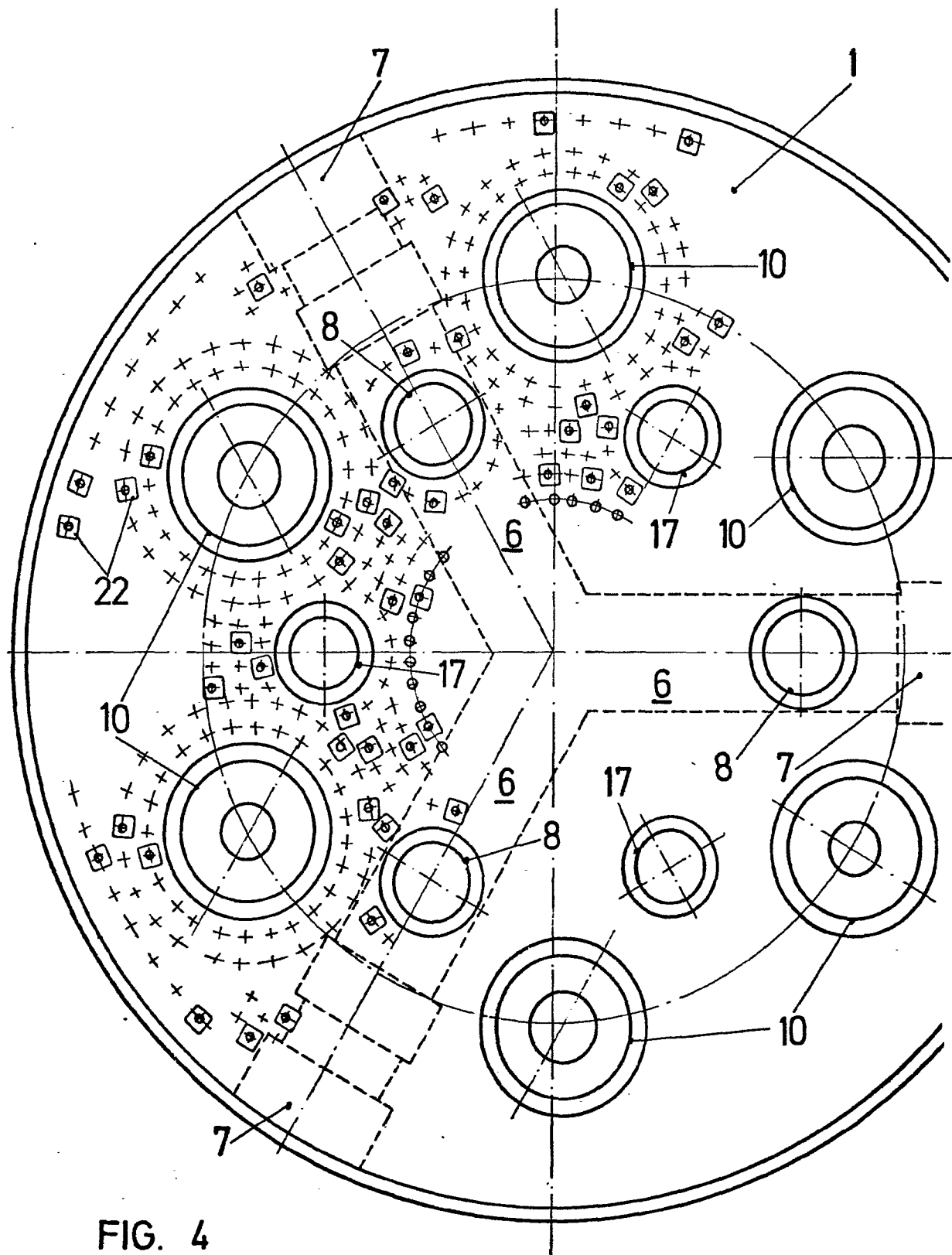


FIG. 4

