



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 651 802 A5

⑤ Int. Cl.4: B 65 D 90/08  
F 16 L 59/02

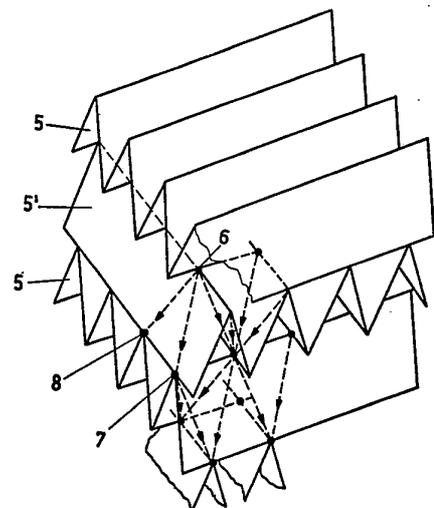
**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑳ Gesuchsnummer: 1875/81</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 19.03.1981</p> <p>㉔ Patent erteilt: 15.10.1985</p> <p>④ Patentschrift veröffentlicht: 15.10.1985</p>	<p>㉗ Inhaber: BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri &amp; Cie., Baden</p> <p>㉚ Erfinder: Oplatka, Georg, Dr., Zürich</p>
--	---

⑤ Kraftübertragende Wärmeisolierstruktur eines doppelwandigen Behälters.

⑤ Die kraftübertragende Wärmeisolierstruktur für Wärmespeicher weist in Wärmeflussrichtung hintereinandergeschaltete Elemente auf, vorzugsweise Schichten gewellter oder plisseeartig gefalteter Platten (5). Ihre Berührungsstellen (6, 7, 8) sind kleinflächig und ihre räumliche Verteilung ist so gewählt, dass die kürzesten Wärmeströmungswege zwischen ihnen viel grösser sind als die Dicke der einzelnen Schichten. Bei einer Ausführungsform sind die stabförmigen Elemente mäanderartig hintereinandergeschaltet.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Kraftübertragende Wärmeisolierstruktur eines doppelwandigen Behälters mit einem dünnwandigen Innenmantel, der ein unter Druck stehendes Medium hoher Temperatur aufnimmt, und einem starkwandigen Aussenmantel hoher Festigkeit, wobei die Wärmeisolierstruktur in dem vom Innenmantel und dem Aussenmantel begrenzten Hohlraum angeordnet ist und die auf den Innenmantel wirkenden Druckbeanspruchungen auf den Aussenmantel überträgt, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeisolierstruktur aus einer Mehrzahl von Elementen (5, 5'; 9, 9'; 10, 11, 12; 14; 15 bis 19; 20 bis 27); gebildet ist, die so angeordnet sind, dass sie eine formschlüssige Kette bilden, deren Hauptwärmeflusswege eine Länge aufweisen, die ein Vielfaches der senkrechten Entfernung zwischen Innenmantel (3) und Aussenmantel (2) ist.

2. Wärmeisolierstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus kreuzweise übereinanderliegenden Schichten (5, 5') aus zickzackförmig gefaltetem Material besteht.

3. Wärmeisolierstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus kreuzweise übereinanderliegenden Schichten aus Wellmaterial besteht.

4. Wärmeisolierstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus kreuzweise übereinanderliegenden Rohrbündeln (9, 9') besteht, deren Rohre parallel nebeneinander angeordnet sind.

5. Wärmeisolierstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie parallel zu den Wandungen des Innenmantels (3) und des Aussenmantels (2) sich erstreckende Platten (10) und diese Platten verbindende Stegplatten (11) oder Diagonalstäbe (12) aufweist, wobei die Stegplatten (11) bzw. Diagonalstäbe (12) zweier benachbarter Schichten gestaffelt zueinander angeordnet sind.

6. Wärmeisolierstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie Schichten parallel nebeneinander angeordneter Rohre aufweist, wobei die Rohrachsen benachbarter Schichten parallel zueinander liegen.

7. Wärmeisolierstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie Schichten mit Abstand parallel nebeneinander angeordneter U-förmiger Kanäle (14) aufweist, wobei die Symmetrieachsen der Kanäle benachbarter Schichten um den halben Abstand der Symmetrieachsen in einer Schicht gegeneinander versetzt sind.

8. Wärmeisolierstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie am Innenmantel (3) und am Aussenmantel (2) fest verankerte, knickfeste Stäbe (15 bzw. 16) mit an ihrem freien Ende vorgesehenen Querbalken (17 bzw. 18) sowie Ketten (19) oder Seile aufweist, welche zwischen den Querbalken einander benachbarter Stäbe (15 bzw. 16) gespannt sind.

9. Wärmeisolierstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie am Innenmantel (3) und am Aussenmantel (2) fest verankerte, knickfeste Stäbe (20 bzw. 21) mit an ihren freien Enden vorgesehenen Querbalken (22 bzw. 23) aufweist, dass sie ferner gabelförmige Doppelstäbe (24) mit einer Nabe (25) aufweist, die entweder auf den am Innenmantel (3) oder auf den am Aussenmantel (2) verankerten Stäben (21 oder 20) mittels ihrer Nabe (25) verschiebbar gelagert sind und an ihren zwei freien Enden je einen Kragbalken (26) aufweisen, und dass Seile (27) oder Ketten vorhanden sind, die zwischen den Querbalken (22) der einen Stäbe (20) und den Kragbalken (26) der Doppelstäbe (24) bzw. zwischen den Querbalken (23) der anderen Stäbe (21) und dem die Nabe (25) aufweisenden Verbindungssteg der Doppelstäbe (24) gespannt sind.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine kraftübertragende Wärmeisolierstruktur nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Solche Isolierstrukturen haben die Aufgabe, bei doppelwandigen Behältern, die einen dünnwandigen Innenmantel, der ein unter Druck stehendes Medium von hoher Temperatur aufnimmt, und einen starkwandigen Aussenmantel von hoher Festigkeit aufweisen, die auf den Innenmantel wirkenden Druckbeanspruchungen auf den Aussenmantel zu übertragen und damit den Innenmantel zu entlasten. Der Werkstoff des letzteren braucht demnach nur die Eigenschaften zu besitzen, die von der Natur des in ihm gespeicherten Mediums gefordert werden, z. B. Korrosionsbeständigkeit, Alterungsbeständigkeit und dergleichen, wogegen der Aussenmantel im wesentlichen lediglich die zur Aufnahme der Druckbeanspruchung erforderliche mechanische Festigkeit aufweisen muss. Anstatt aus hochwertigen Stählen wird der Aussenmantel daher oft billiger aus Spannbeton oder Eisenbeton hergestellt.

Weil Beton nur Temperaturen bis zu 70 °C verträgt bzw. sehr aufwendige Konstruktionen nötig sind, um bei höheren Temperaturen Betriebssicherheit und eine angemessene Lebensdauer zu gewährleisten, ist zwischen Aussenmantel und Innenmantel eine entsprechende Isolierstruktur vorzusehen; diese Isolierstruktur muss in bezug auf das Wärmegefälle so ausgelegt werden, dass die Temperatur an der Berührungsstelle Isolation/Aussenmantel bei 70 °C oder tiefer liegt.

Da die isolierende Wirkung herkömmlicher Isolierstoffe überwiegend auf Luft- oder Gaseinschlüssen in offenen oder geschlossenen Poren oder in einer faserigen Struktur beruht, sind sie, allein angewandt, für eine Kraftübertragung vom Innenmantel auf den Aussenmantel wegen ihrer geringen Druckfestigkeit nicht geeignet. Offenzellige Isolierstoffe wären jedoch anwendbar, wenn im Isolierraum ein entsprechender hydrostatischer Luftdruck aufrechterhalten wird, für dessen Anpassung an den Speicherinnendruck aber eine Pump- und Regeleinrichtung vorgesehen werden müsste.

Isolierstrukturen, mit denen der vom heißen Medium auf den Innenmantel ausgeübte Druck auf den Aussenmantel ohne Anwendung eines hydrostatischen Druckes übertragen werden soll, müssen also senkrecht zu ihrer flächenhaften Ausdehnung druckfest sein und dürfen unter Beanspruchung in dieser Richtung nur kleine Formänderungen erleiden. Bei den bisher für den gegenständlichen Zweck bekanntgewordenen Realisierungen handelt es sich um technisch aufwendige und komplizierte Isolationssysteme, die vorwiegend für die Nukleartechnik entwickelt wurden und mit einer Ausnahme ein druckübertragendes Fluid – praktisch Luft oder Wasser – benötigen.

Die besagte Ausnahme ist das System «Neyrcal» (von Neyrcal, Frankreich), dessen Struktur über eine für die Druckübertragung ausreichende Festigkeit verfügen soll. Dabei sollen dünne, mit einer speziellen Oberflächenbehandlung versehene Stahlfolien nach Art von Sandwichkonstruktionen zwischen mehrere Millimeter dicke Deckbleche eingelegt sein. Nach Angaben des Herstellers ist bei diesem System eine Abdichtung erforderlich, die das Isoliermaterial vor Wassereinwirkungen vollständig abschirmt, was mit konstruktiven und betrieblichen Nachteilen verbunden ist.

Die oben erwähnten einschlägigen Isolierstrukturen sind aus der Patentliteratur bekannt, z. B. aus den deutschen Druckschriften DE-B 1 234 870 und DE-A 2 024 995, aus den französischen FR-A 1 289 361, FR-A 2 155 510, FR-A 2 255 546, FR-A 851 998 und FR-A 1 305 970, ferner aus den britischen GB-A 989 559 und GB-A 891 353 sowie aus der US-A 1 987 798. Mit Ausnahme der erstgenannten französischen Patentschrift FR-A 1 289 361 beschreiben die vorgenannten Druckschriften durchwegs metallische Isolier-

strukturen, die zwischen einem inneren und einem äusseren Mantel eines Behälters angeordnet sind und aus gewellten oder kannelierten Blechen oder Profileisten, aus offenen oder hermetisch verschlossenen Rohren, letztere evakuiert oder mit einem inerten Gas gefüllt, oder auch aus mit Inertgas gefüllten Hohlkugeln bestehen. Letztere füllen den Hohlraum zwischen dem inneren und dem äusseren Mantel in loser Schüttung aus. Die gegenseitige Anordnung der erwähnten Bleche und Profileisten ist unter dem Gesichtspunkt getroffen, dass sie zwischen sich und dem Innen- bzw. Aussenmantel Hohlräume begrenzen, die ein druckübertragendes Fluid aufnehmen, und dass ihre Auflagepunkte im allgemeinen so verteilt sind, dass die Hauptwärmeflusswege der metallischen Elemente der Isolierstruktur möglichst lang werden.

Beim Gegenstand der französischen Patentschrift FR-A 1 289 361 handelt es sich um eine ganzmetallische Isolierstruktur in doppelwandigen Behältern zur Aufnahme von Druckflüssigkeiten, aggressiven und verschmutzten Medien und dergl. Die Isolierstruktur besteht dabei aus mehreren wärmestrahlungsreflektierenden Blechen mit eingepprägten Abstandsrippen oder Abstandsnoppen, wobei die Abstandsrippen so angeordnet sind, dass sie zickzackförmige Strömungskanäle begrenzen und ebenfalls lange Wärmeflusswege ergeben. Einander in der Umfangsrichtung benachbarte Bleche sind untereinander mit ihren Enden freiverschieblich verbunden, um die Bruchgefahr zu vermeiden, die sonst bei einer starren Verbindung der Bleche bei Druckgefässen infolge von Wärme- und Druckspannungen vorhanden wäre.

Mit der vorliegenden, im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 definierten Erfindung sollen die oben erwähnten Nachteile der bekannten Isolierstrukturen vermieden werden. Die erfindungsgemässe Isolierstruktur soll darüber hinaus wartungsfrei sein und unempfindlich gegen die Einflüsse von Wasser oder sonstigen Medien, die im Betrieb unerwünscht in den Isolierzwischenraum gelangen könnten.

Ausführungsbeispiele, anhand deren die Erfindung näher beschrieben wird, sind in den Zeichnungen dargestellt, und zwar in

Fig. 1 schematisch ein Speicherbehälter mit einem Aussenmantel aus Beton und einer erfindungsgemässen Isolierstruktur,

Fig. 2 einen Ausschnitt aus einer Wandung eines Speicherbehälters nach Fig. 1 mit stärkerer Isolierstruktur,

Fig. 3 einen Ausschnitt aus der Isolierstruktur gemäss Fig. 1 in axonometrischer Darstellung,

Fig. 4 ein Element einer Isolierstruktur nach den Fig. 1–3 mit den Stützpunkten der quer zu diesem Element orientierten Nachbarelemente,

Fig. 5 den zu Fig. 4 gehörigen Seitenriss,

Fig. 6 eine Abwicklung des Elementes nach Fig. 4,

Fig. 7 eine aus Wellplatten aufgebaute Isolierkonstruktion, die

Fig. 8–16 eine Auswahl verschiedener Ausführungsformen der Isolierstruktur, und die

Fig. 17 und 18 Ausschnitte aus zwei Ausführungen der Isolierstruktur mit u. a. Ketten als Übertragungselementen.

Der in Fig. 1 dargestellte Speicherbehälter 1 weist einen Aussenmantel 2 aus Beton auf, der hohe Temperaturen nicht verträgt und bei dem schon aus diesem Grunde eine gute Isolierung gegen die aus dem Speicher nach aussen strömende Wärme erforderlich ist.

Ein Innenmantel 3 nimmt das heisse, gegen Wärmeverluste zu schützende und unter Druck stehende Medium auf. Zwischen diesem Innenmantel 3 und dem Aussenmantel 2 befindet sich eine schematisch dargestellte Isolierstruktur 4, von denen einige mögliche Ausführungsformen anhand der restlichen Figuren beschrieben werden.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus der in Fig. 1 schematisch dargestellten Isolierstruktur 4. Sie besteht aus sich rechtwinklig kreuzenden Schichten 5, 5' aus zickzackförmig gefalteten Platten aus einem Material, das bei geringer Wandstärke die zur Druckübertragung vom Innenmantel 3 auf den Aussenmantel 2 erforderliche Stabilität besitzt, ohne sich dabei wesentlich zu verformen, und von dem weiters Temperaturbeständigkeit, entsprechend der Temperatur des zu speichernden Mediums, sowie eine möglichst kleine Wärmeleitfähigkeit verlangt werden. Diese Eigenschaften könnten beispielsweise von Metallblechen, die eventuell kunststoffbeschichtet sein können, erfüllt werden, aber es kommen natürlich auch sonstige anorganische oder organische Stoffe in Frage, wie Asbest und Kunststoffe, die diese Bedingungen erfüllen. Da die einzelnen Platten an ihren Rändern fixiert sind, brauchen sie untereinander nicht verbunden zu werden.

In Fig. 3 ist ein Ausschnitt aus der Isolierstruktur nach Fig. 2 axonometrisch dargestellt. Man erkennt, dass die Platten der einzelnen Schichten sich theoretisch punktförmig, praktisch aber der Kraftbelastung entsprechend deformieren und so zwischen den einzelnen Schichten für den Wärmewiderstand grosse Leitungswiderstände bilden. Wichtig ist aber auch, dass die strichliniert angedeuteten Hauptströmungswege für den Wärmefluss von einem inneren Berührungspunkt 6 zu den in Richtung des Wärmeflusses nächstliegenden äusseren Berührungspunkten 7, 8 usw. länger sind als die Breite der Bahn einer Falte der Schicht 5'. Der gesamte Weg für den Wärmefluss vom Innenmantel 3 zum Aussenmantel 2 ist demnach viel länger als der senkrechte Abstand des Innenmantels vom Aussenmantel, so dass sich eine gute Wärmedämmung ergibt.

Die Fig. 4 und 5 zeigen im Auf- und Seitenriss das Belastungsschema bzw. die Berührungspunkte einer Falte und die Fig. 6 ein abgewickeltes Element mit den Bezeichnungen der Fig. 3 und den strichliert eingetragenen Haupttrichtungen der Wärmeströmung.

Eine praktisch wichtige Ausführungsform der Isolierstruktur zeigt die Fig. 7. Die einzelnen Schichten bestehen hier aus Wellmaterial, bei dem die Strömungswege gegenüber den zickzackförmigen Schichten nach Fig. 3 noch verlängert und die Wärmedämmung verbessert sind. Die strichlierten Linien zeigen wiederum die Haupttrichtungen des Wärmeflusses.

Die Fig. 8 bis 16 zeigen weitere, praktisch wichtige Ausführungsformen der Isolierstruktur. Bei der Variante nach den Fig. 8 bis 10 bestehen die einzelnen Schichten aus Rohrbündeln 9, 9'. Sie liegen ebenfalls kreuzweise übereinander, wie aus den Fig. hervorgeht und ihre aus den Fig. 9 und 10 ersichtlichen Hauptströmungswege für den Wärmefluss sind Ellipsen.

Bei den Ausführungen nach den Fig. 11 bis 13 bestehen die Elemente der Isolierstruktur aus Platten 10, die durch Stegplatten 11 oder Diagonalstäbe 12 verbunden sind. Die Platten 10 sind an den Rändern durch Flanschen 13, was vorzugsweise bei extrudierbaren Materialien in Frage kommt, oder, bei Blechen durch einfache, abgekantete Bördelstege versteift. Die Wärmeflusswege sind in Fig. 11 schematisch durch Pfeile angedeutet. Je nach Abstand der Stegplatten 11 oder Diagonalstäbe voneinander erhält man längere oder kürzere Hauptwärmeflusswege.

Die Darstellung nach Fig. 14 kann sowohl als Isolierstruktur mit zueinander parallelen Rohren als auch als eine Schüttung von je nach Material Hohl- oder ev. Vollkugeln aufgefasst werden. Bei Hohlkugeln wären die Materialmasse kleiner und die Hauptströmungswege des Wärmeflusses grösser als bei parallel angeordneten Rohren, ferner berühren sich die Kugeln nur punktförmig, während sich die Rohre linienförmig berühren. Die wärmedämmende Wirkung ist

bei Kugeln daher besser. Grössere Hauptströmungswege als bei parallelen zylindrischen Rohren erhält man auch mit parallelen Kanälen 14 gemäss Fig. 15 mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt, da der Umfang eines Quadrats oder Rechtecks immer grösser ist als von querschnittsgleichen zylindrischen Rohren.

Das gleiche gilt auch für die Ausführung nach Fig. 16 mit Kanälen von halbkreisförmigem oder halbelliptischem oder dergl. Querschnitt.

Zwei vom Prinzip her gleiche, in der Ausführung von den vorstehend beschriebenen jedoch abweichende Lösungen zeigen die Fig. 17 und 18. Am Aussenmantel 2 und am Innenmantel 3 sind gemäss Fig. 17 über den ganzen Zwischenraum gleichmässig verteilt knickfeste Stäbe 15 und 16 mit kurzen Querbalken 17 bzw. 18 fest verankert. Zwischen den Querbalken 17 und 18 sind Ketten 19 oder Seile gespannt, die zusammen mit den Stäben 15 und 16 einen sehr langen Wärmefflussweg von kleinem Querschnitt mit dementsprechend guter Wärmedämmung bilden.

Bei der in Fig. 18 gezeigten Ausführung sind zwischen den knickfesten Stäben 20 und 21 mit den Querbalken 22 bzw. 23 gabelförmige, knickfeste Doppelstäbe 24 vorgesehen, die an ihrem die zwei Stäbe verbindenden Querbalken eine Nabe 25 aufweisen, die ein axiales Gleiten auf dem Stab 21 ermöglicht. Am anderen Ende weisen die zwei Stäbe des Doppelstabes 24 kurze Kragbalken 26 auf, die jeweils mit den Querbalken 22 des benachbarten, im Aussenmantel 2 verankerten knickfesten Stabes 20 durch Seile 27 oder Ketten, Spannschlösser oder dergl. verbunden sind.

Für alle beschriebenen Ausführungsbeispiele gilt, dass der Wärmeffluss alternierend durch den Wärmeleitwiderstand der einzelnen Strukturschichten bzw. der Stäbe und Zugglieder und den Übergangswiderstand an den Kontaktflächen gehemmt wird. Verluste an Isolierwirkung durch konvektive Luftströmungen können durch wärmeisolierende Abschottungen mehr oder weniger grosser Bereiche der Isolierstruktur und durch wärmeisolierende Materialien, z. B. Asbest oder Glaswolle, an den Innenseiten von Aussenmantel 2 und Innenmantel 3 verringert werden.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

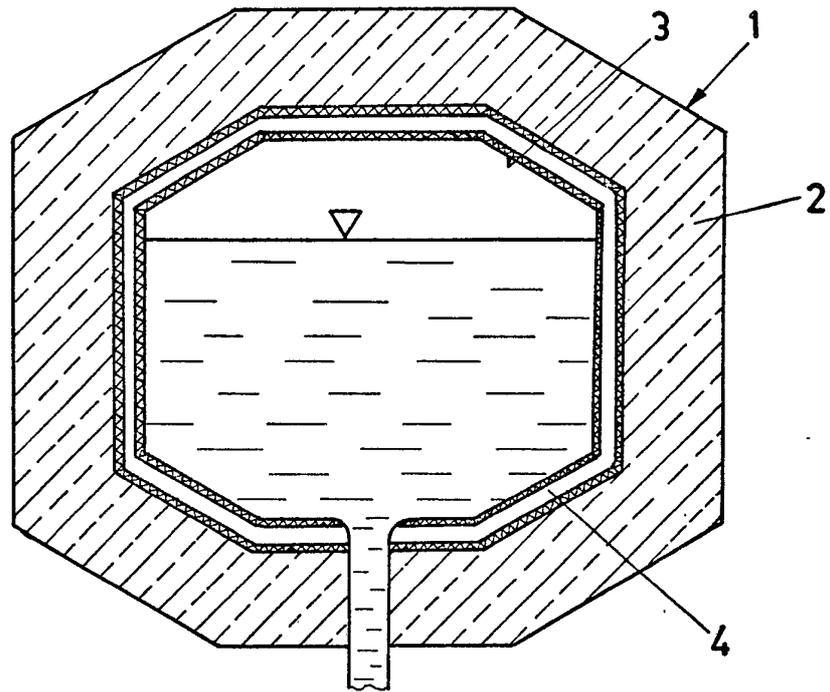


FIG. 1

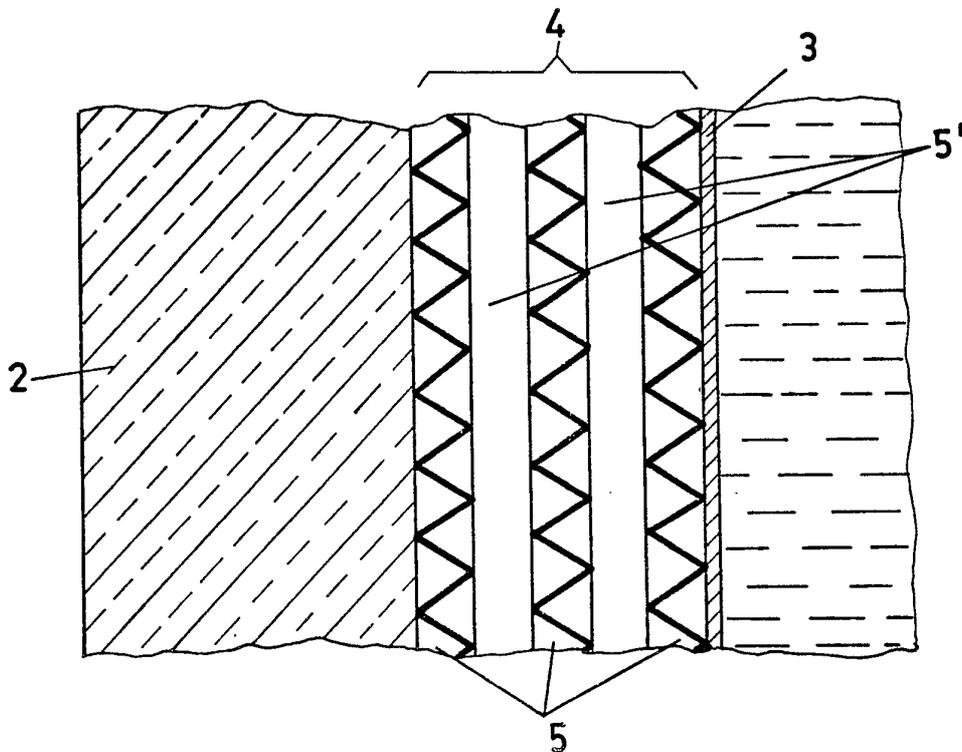


FIG. 2

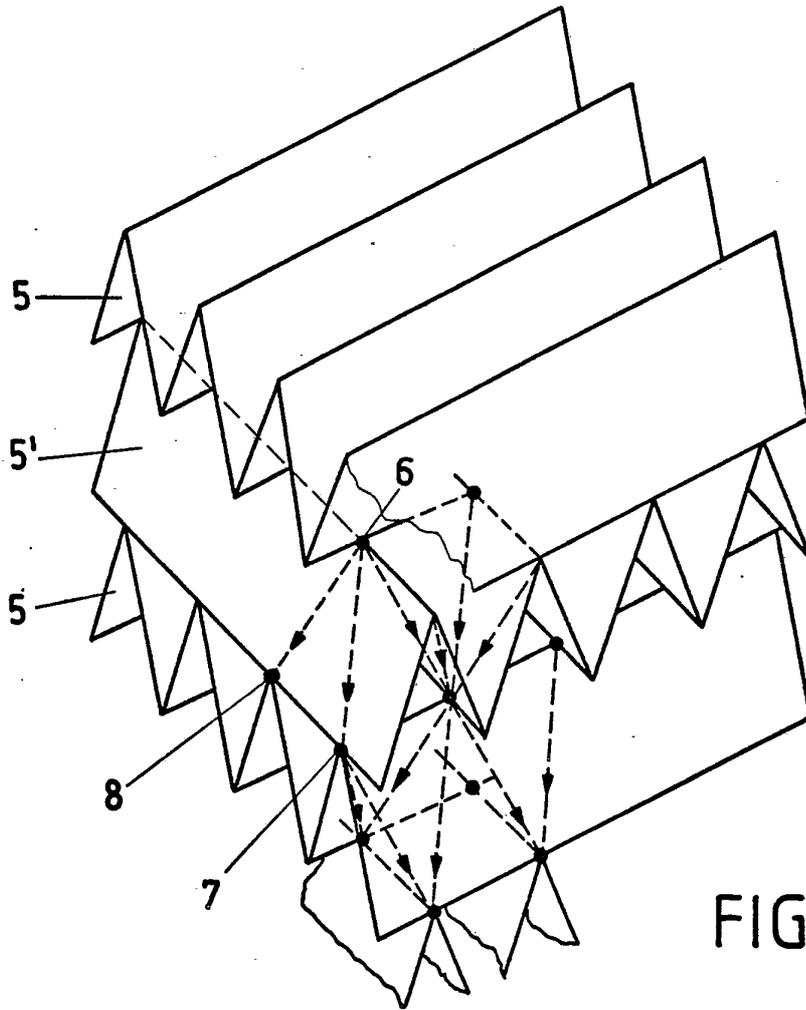


FIG.3

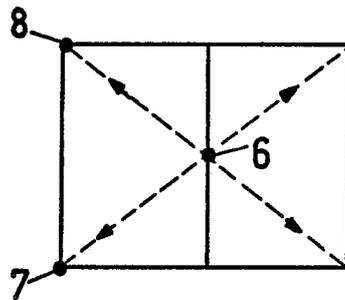


FIG.6

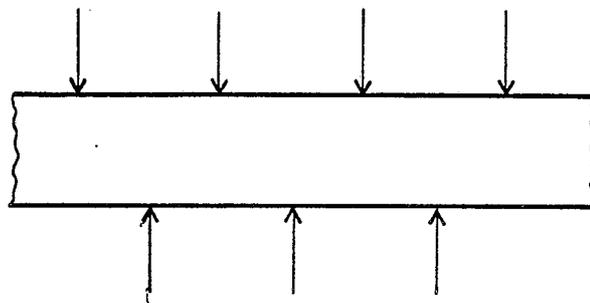


FIG.4

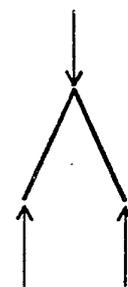


FIG.5

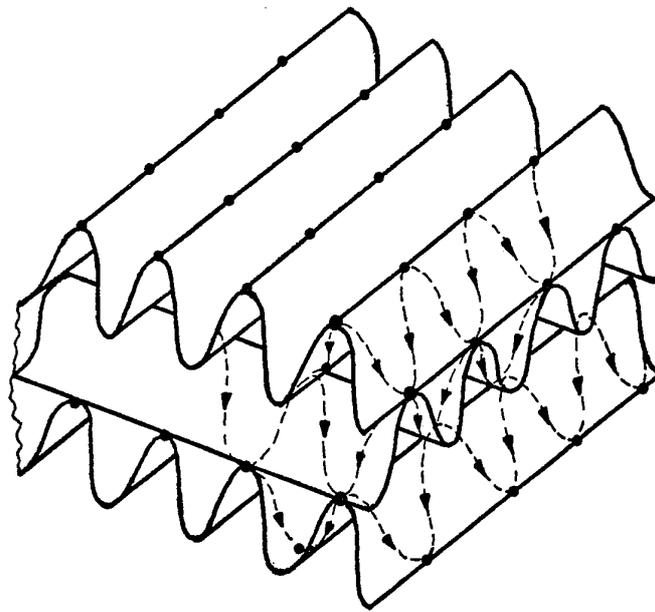


FIG. 7

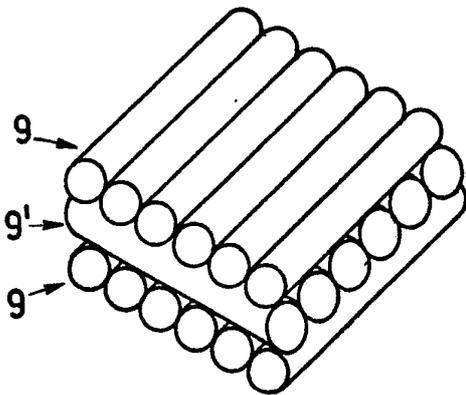


FIG. 8

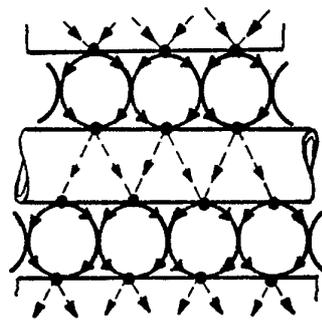


FIG. 9

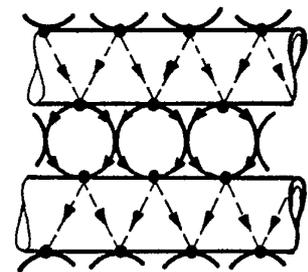


FIG. 10

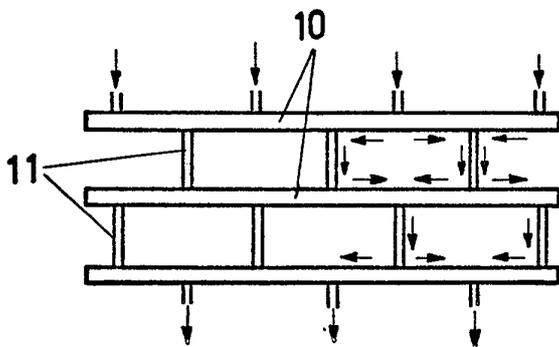


FIG. 11

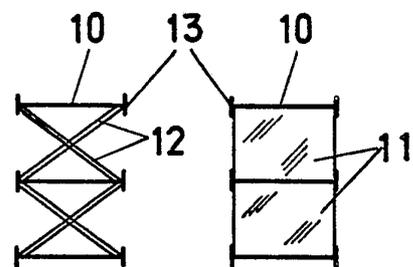


FIG. 12 FIG. 13

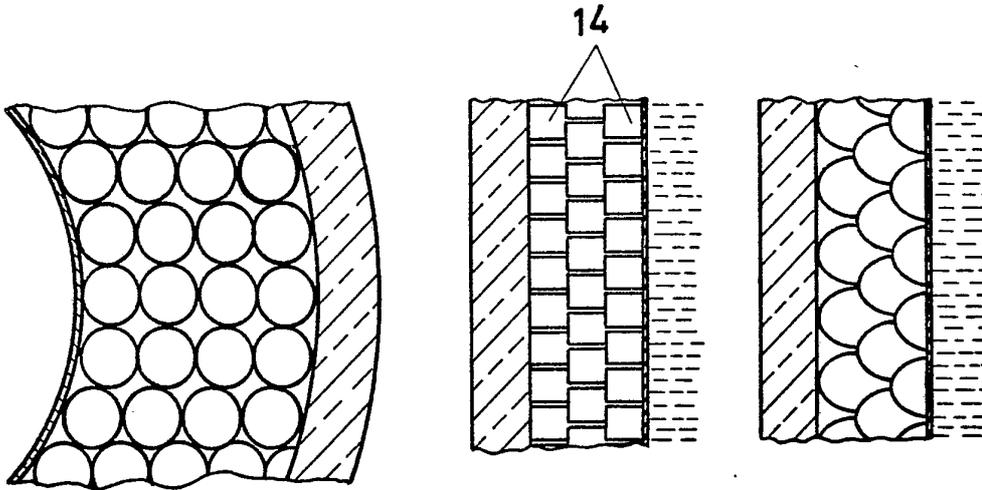


FIG. 14

FIG. 15

FIG. 16

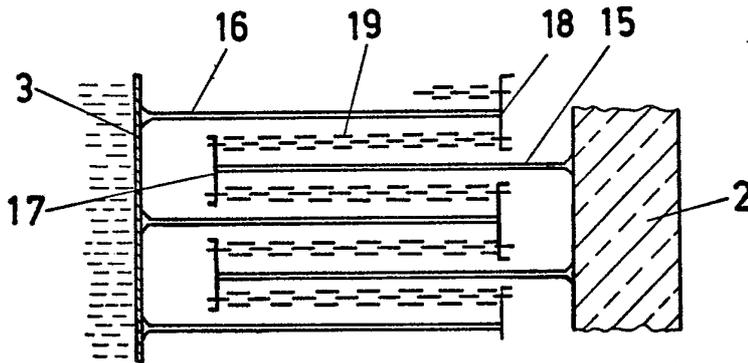


FIG. 17

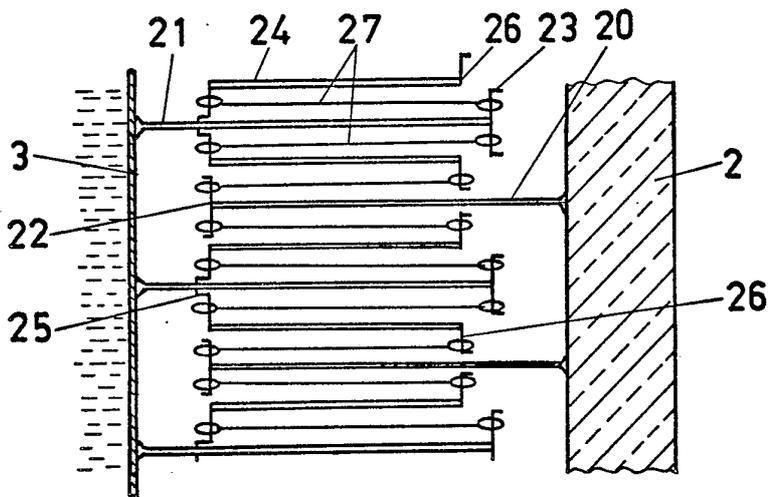


FIG. 18