

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: **88117464.3**

(51) Int. Cl.4: **F28F 21/00 , F28F 9/02**

(22) Anmeldetag: **20.10.88**

(30) Priorität: **23.10.87 DE 3735846**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.04.89 Patentblatt 89/17

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(71) Anmelder: **MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40
D-8000 München 50(DE)

(72) Erfinder: **Hagemeister, Klaus**
Manzostrasse 28B
D-8000 München 50(DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Rohrbodenstruktur eines Wärmetauschers.**

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung einer Rohrbodenstruktur eines Wärmetauschers angegeben, die aus streifenförmigen Schichten (11, 12, 13) zusammengesetzt wird, zwischen denen Rohrenden einer Profilrohrmatrix fluiddicht fest eingebunden sind; dabei sollen die streifenförmigen Schichten (11, 12, 13) aus Fasern (14, 15) hergestellt werden, die zwischen den Rohrenden benachbarter Profilrohrreihen angeordnet und unter Pressung so verformt werden, daß sie unter jeweils halbseitiger Rohrumschmiegung eine zunächst poröse Bodenstruktur ausbilden, in die ein metallischer Werkstoff infiltriert wird, in den sämtliche Fasern (14, 15) einschließlich der Rohrenden stoffschlüssig eingebunden werden.

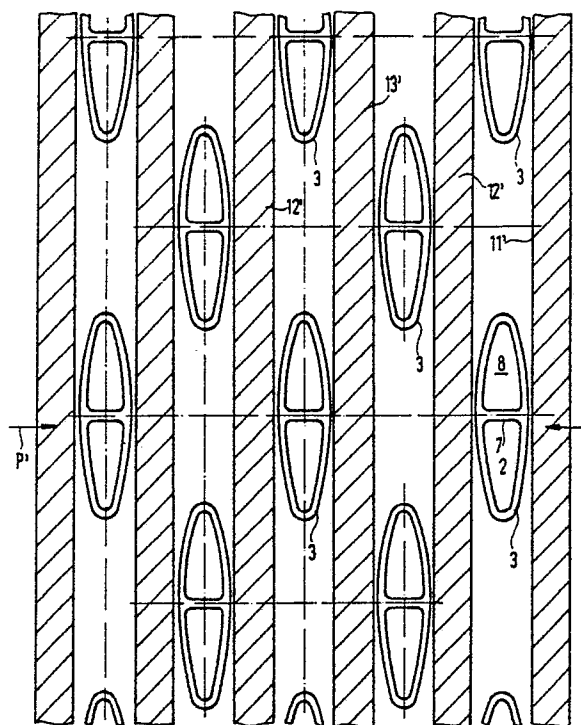


FIG. 3

EP 0 313 038 A1

Verfahren zur Herstellung einer Rohrbodenstruktur eines Wärmetauschers

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Rohrbodenstruktur eines Wärmetauschers gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei einem aus der DE-OS 33 10 061 bekannten Verfahren zur Herstellung einer Rohrverteileranordnung bzw. eines Verteilerrohrs eines Wärmetauschers soll der Rohrboden aus einer Vielzahl genauestens vorgeformter bzw. vorprofilierter Elemente zusammengesetzt werden; entsprechend der Anzahl und der gewünschten Beabstandung der Profilrohre der Matrix sollen dabei die betreffenden Schicht auf Schicht zusammenzufügenden Elemente also so vorverformt sein, daß sie die angeordneten Rohrenden der Matrix jeweils zur Hälfte formschlüssig umschließen können.

Im bekannten Fall wird es als nachteilhaft angesehen, daß trotz verhältnismäßig genauer Fertigung der betreffenden, die Schichten bildenden Elemente Fertigungstoleranzen zu berücksichtigen sind, derart, daß die Gesamtlänge des zu erstellenden Bodens oder Rohrs mit der Summe der Dikentoleranz der Elemente schwankt; neben Boden- oder Rohrlängenschwankungen sind ferner im bekannten Fall örtliche Belochungsversätze gegenüber der normalen Profilrohrbeabstandung und -Anordnung nicht auszuschließen; durch die massive Formvorgabe der Elemente sind also grundsätzlich Fertigungstoleranzen nicht zu vermeiden und praktisch kaum oder nur mit extrem kostenaufwendiger Nachbearbeitung korrigierbar.

Genannte Belochungsversätze wie aber auch schon geringfügige Belochungsformschwankungen setzen ein mühsames Feinjustieren bzw. Zentrieren der betreffenden Rohrenden der Matrix voraus, zumal das spätere Verlöten der Rohrenden im Schichtboden eine extrem genaue Sitzpassung der Rohrenden erzwingt, um örtliche Lotwertstoff-Verlagerungen möglichst zu vermeiden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, bei dem die Rohrenden einer Profilrohrmatrix eines Wärmetauschers in eine im wesentlichen frei von vorgegebenen Massivbauteilvorgaben zu erstellende Boden- oder Verteilerrohrstruktur optimal stoffschlüssig einbindbar sind.

Bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist die genannte Aufgabe durch die Merkmale des Kennzeichnungsteils des Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß gelöst.

Gemäß der Erfindung ist es also vorgesehen, die den Zentralrohrboden bildenden Ringe nicht aus massivem Material - wie bereits als bekannt erwähnt - herzustellen, sondern aus einem Fasergeflecht. Beim Zusammenfügen der Schichten -

gebildet aus ebenen Lagen von Wärmetauscherrohren und den den Zentralrohrboden darstellenden Faserringen - wird erfindungsgemäß das Fasergeflecht unter der Wirkung von axialen Fugekräften in der Weise komprimiert, daß es sich vollständig um die eingeschlossenen Wärmetauscherrohre schmiegt. Dabei ist die Verdichtung der Faserstruktur örtlich dort am stärksten, wo im Fugebereich des Wärmetauscherrohrfeldes die Oberflächen benachbarter Rohre den geringsten Abstand zueinander haben.

In diese derart gebildete, zunächst noch poröse Struktur des Zentralrohrbodens wird anschließend metallisches Material (Metall-Matrix) infiltriert, das sowohl die Hohlräume der Faserstruktur ausfüllt als auch eine stoffschlüssige Verbindung zu den Oberflächen der umschlossenen Rohre und den Fasern des Flechtwerks herstellt.

Die Ausbildung der Faserringe kann erfindungsgemäß im Einzelnen wie folgt gestaltet werden.

In Umfangsrichtung ist eine Orientierung eines gewissen Faseranteils anzustreben, um damit im Betrieb des Wärmetauschers die hohen Umfangskräfte aufzunehmen, die aus der Innendruckbelastung des Zentralrohres mit dem betreffenden Wärmetauscherboden resultieren. Ein anderer Teil der Faserstruktur sollte borstenartig aus den Seitenflächen des besagten Faserringes herausragen. Beim Zusammenfügen durchdringen sich diese Borstenstrukturen benachbarter Ringe und vermitteln, nach Infiltrieren der metallischen Matrix, die Kräfteübertragung in Längsrichtung des Zentralrohres; die Borstenstrukturen stellen außerdem sicher, daß die beim Zusammenfügen am geringsten komprimierten Gebiete, insbesondere an den Anström- und Abströmkanten der Wärmetauscherrohre, einwandfrei und mit einem genügenden Volumen des Fasermaterials ausgefüllt werden.

Das Fasermaterial sollte vorzugsweise der Temperaturbelastung des Bauteils entsprechend warmfest sein, jedoch nicht unbedingt oxidations- und korrosionsfest. Letzteres dann nämlich nicht, wenn die Fasern vom System der Matrix völlig umschlossen werden, so daß sie vor Zutritt aggressiver Medien geschützt sind. In Frage kommen also metallische aber auch keramische und Kohlefasern.

Für das Zusammenfügen des Wärmetauschers kann es erfindungsgemäß ferner vorteilhaft sein, die Faserringe mit massiven Ringen zu umfassen. Die Breite dieser Ringe entspricht den engsten örtlichen Abständen der Wärmetauscherrohre im Feld, so daß die Ringe beim Zusammenfügen bzw. -pressen die erforderlichen Abstände sicherstellen

können. Da sie dabei der jeweils gewellten Spur des Rohrfeldes in Umfangsrichtung folgen müssen, ist es erforderlich, sie entsprechend biegeweich zu gestalten oder aber den Ringen die gewellte Form schon vor dem Fügen aufzuprägen.

Das Infiltrieren der Fasermatrix kann erfindungsgemäß ferner wie folgt vorgenommen werden.

1. In Vakuumöfen wird ein lanzenartiges Gießgeschirr im Inneren des entstehenden Zentralrohres über dessen Innenmantel geführt und das schmelzflüssige Matrixmaterial injiziert, das aufgrund der Kapillarwirkung die Faserstruktur ausfüllt, mit Fasern und Rohroberflächen Bindungen eingeht und erstarrt. Dazu kann es erforderlich sein, die in den Innenraum des Zentralrohres hineinreichenden Rohrenden der Wärmetauscher-Matrix zuvor zu verschließen, um sie nach Abschluß des Fertigungsprozesses abzuarbeiten und damit wieder zu öffnen.

2. Der oben erwähnte massive, die Faserstruktur außen umfassende Ring sowie auch ein gegebenenfalls entsprechender, am Innendurchmesser der Faserstruktur angeordneter massiver Ring ähnlicher Bauweise können gemäß der Erfindung ferner aus einem Material hergestellt sein, das beim Erhitzen im Ofen wie ein Lot schmelzflüssig wird und durch Kapillarwirkung in die Faserstruktur eindringt, um das Matrixvolumen auszufüllen und die Bindungen bzw. Verbindungen herzustellen.

Rohre der Matrix und Fasern bzw. Faserflechtwerke können in allen Fällen einer Oberflächenvorbehandlung unterzogen werden, um eine verbesserte Benetzung und Einbindung in die Matrix zu erzielen.

Die zuvor genannten Ausführungen beruhen auf dem Grundgedanken der Erfindung gemäß Anspruch 1 unter sachlicher Verdeutlichung weiterer Ausgestaltungen des Verfahrens nach Anspruch 1 im Rahmen der Patentansprüche 2 bis 17.

Anhand der Zeichnungen ist die Erfindung beispielsweise weiter erläutert; es zeigen:

Fig. 1 die perspektivische Darstellung eines bekannten und für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten Profilrohr-Wärmetauschers in Kreuz-Gegenstrom-Bauweise,

Fig. 2 einen Profilausschnitt (geradschenkeliger Bereich) aus der Matrix des Wärmetauschers nach Fig. 1,

Fig. 3 ein grob vorjustiertes, in die Zeichnungsebene projiziertes Profilrohrfeld für die Matrix des Wärmetauschers nach Fig. 1 mit in gleichmäßigen Abständen zwischen benachbarten Profilrohrenden lose angeordneten Faserbündeln im Rahmen einer Ausgangsphase des Herstellverfahrens für eine Boden- oder Zentralrohrausbildung,

Fig. 4 die perspektive Darstellung eines Faserbündelabschnitts,

Fig. 5 ein aus der Ausgangsstufe des betreffenden Verfahrens nach Fig. 3 durch Pressung und Verformung der betreffenden Faserbündel unter jeweiliger Profilrohrendumschließung ausgebildeter Abschnitt eines Wärmetauscherbodens mit regulärer gewünschter gegenseitiger Profilrohrbeabstandung im Feld,

Fig. 6 ein im Wege der Pressung und Verformung nach Fig. 5 hergestelltes zylindrisches Sammel- oder Verteilerrohr mit beidseitig zwischen benachbarten Faserbündeln ins Rohrinne einmündenden Profilrohrenden der Matrix, hier im Wege einer örtlich freigelegten Seitenansicht der betreffenden Profilrohrenden in Kombination mit einem innenliegenden zylindrischen Faserbündel verdeutlicht,

Fig. 7 die nach Fig. 5 hergestellte Bodenstruktur unter Verwendung zusätzlicher, hier entlang der Bodenaußenseite sich gewellt zwischen den Profilrohrenden erstreckenden metallischen Zwischenringen und

Fig. 8 eine gemäß Fig. 6 dargestellte Weiterentwicklung des Verfahrensgegenstandes unter Verwendung jeweils äußerer und innerer metallischer Zwischenringe an gemäß Fig. 5 verformten und gepressten Faserbündeln zwecks Ausbildung einer zylindrischen Sammel- oder Verteilerrohrstruktur.

Fig. 1 veranschaulicht einen Wärmetauscher 1 zur Führung von Gasen stark unterschiedlicher Temperaturen, dessen im Heißgasstrom G liegende Kreuz-Gegenstrom-Matrix 2 aus separaten Druckluftleitungen 3 (Fig. 2) besteht, die einerseits an eine erste stationäre Rohrführung 4 für die Zufuhr kalter Druckluft D in die Matrix 2 (kalt) und andererseits an eine zweite stationäre Rohrführung 5 angeschlossen sind, aus der die über die Matrix 2 aufgeheizte Druckluft D (heiß) einem Verbraucher zuführbar ist. Die beiden Rohrführungen 4, 5 sind voneinander getrennt angeordnet und in ein gemeinsames Sammelrohr 6 integriert. Dabei soll jedes Profilrohr 3 der Matrix 2 - ausgehend von deren rohrbodenseitigen Anschlüssen an die erste 4 und zweite Rohrführung 5 des Sammelrohrs 6 - zunächst parallel zu einer seitlich verlängerten Sammelrohrmeridianebene verlaufen, bevor sie in einen gemeinsamen, die Druckluft D um 180° umlenkenden, U-förmigen Leitungsstrang übergeht. Die Matrix 2 soll ferner quer zur verlängerten Sammelrohrmeridianebene sowie unter Gewährleistung der zulässigen Heißgasversperrung zwischen den einander benachbarten Profilrohren 3 vom Heißgas G durchströmt sein.

Wie insbesondere aus Fig. 2 entnehmbar, weisen die mit strömungsgünstig zugespitzten Enden

an- und abströmseitig in der Heißgasströmungsrichtung G liegenden Profilrohre 3 der Matrix einen linsenförmigen Querschnitt auf; dabei greifen die jeweils parallel zu einer gemeinsamen Matrixquerebene verlaufend angeordneten Profilrohre 3 mit ihren an-bzw. abströmseitig einander benachbarten Profilzuspitzungen unter Ausnutzung der infolge dieser Zuspitzungen sich räumlich ausbildenden Erweiterungen ineinander; jedes Profilrohr 3 der Matrix 2 (Fig. 2) enthält ferner zwei durch einen Profilsteg 7 voneinander getrennte Druckluftkanäle 8,9, die im Sinne der beiden zugespitzten Außenwandabschnitte der betreffenden Profilrohre 3 dreieckförmig ausgebildete Strömungsquerschnitte aufweisen.

Beim eingangs beschriebenen Wärmetauscher, wie er im übrigen aus der DE-PS 29 07 810 bekannt ist, können ferner anstelle des gemeinsamen Sammelrohrs 6 zwei oder mehrere separate, im wesentlichen parallel über- oder nebeneinander angeordnete Verteiler- oder Sammelrohre für die Druckluftzufuhr in die Matrix 2 bzw. für die Druckluftableitung (heiß) aus der Matrix 2 vorgesehen werden.

Die Erfindung betrifft also die Herstellung der betreffenden Bodenstruktur 10, insbesondere aber die Herstellung des Sammelrohrs 6 nebst Bodenstruktur 10 bzw. die Herstellung einzelner oder mehrerer Sammel- oder Verteilerrohre bei einem eingangs behandelten Wärmetauscher in Kreuz-Gegenstrom-Bauweise.

Es wird also ein Verfahren zur Herstellung einer Rohrbodenstruktur 10 bzw. eines Sammelrohrs 6 eines Wärmetauschers unter Anwendung streifenförmiger Schichten 11, 12 bzw. 12, 13 (Fig. 5) angegeben, zwischen denen Rohrenden der Profilrohre 3 der Matrix 2 fluiddicht fest eingebunden sind; die streifenförmigen Schichten 11,12; 12,13 sollen aus Fasern hergestellt werden, die zunächst gleichförmig gebündelt (Faserbündel 11',12'; 12',13') zwischen den Rohrenden benachbarter Profilrohrreihen (Rohre 3) angeordnet und unter Pressung (Pfeilrichtung P,P') so verformt werden sollen, daß sie unter jeweils halbseitiger Rohrumschmiegung eine zunächst poröse Bodenstruktur (Fig. 5) ausbilden, in die dann ein metallischer Werkstoff infiltriert wird, in den sämtliche Fasern einschließlich der Rohrenden stoffschlüssig eingebunden werden.

Gemäß Fig. 4 können die Faserbündel, z.B. 12', aus miteinander verwobenen Faserlagen mit in Umfangsrichtung der Rohrbodenstruktur verlaufenden Hauptfasern 14 und quer dazu verlaufenden Nebenfasern 15 so zusammengesetzt werden, daß die letzteren - nach vollzogener Press- und Verformungsphase (Fig. 5) - im wesentlichen außerhalb der Rohrumschmiegungsbereiche borstenartig ineinandergreifen.

Im Bereich der gegenseitigen Kontaktebenen 16 sollen also die Nebenfasern 15 der jeweils benachbarten Faserschichten, z.B. 12,13, borstenartig innig ineinandergreifen. Insbesondere soll dabei auch in den jeweiligen Profilen- oder -spitzenbereichen eine lückenlose Faserverflechtung erreicht werden. Die genannten Kontaktebenen 16 sind dabei längssymmetrisch fluchtend zu den Profillängsmitelebenen E angeordnet.

Gemäß Fig. 7 und 8 können die aus den Faserbündeln, z.B. 12', 13' (Fig. 3) gebildeten Schichten, z.B. 12, 13 (Fig. 5) gänzlich oder teilweise von sich entlang der Innen- und/oder Außenseite der Bodenstruktur erstreckenden metallischen Ringelementen 17,18 (Fig. 7) bzw. 18,19 (Fig. 8) abgedeckt werden.

Die genannten Ringelemente können z.B. vorgesehen werden, um die Boden- oder Rohrstruktur zu versteifen sowie, um die Faserstrukturen vor örtlichen Umgebungseinflüssen, wie Temperatureinflüssen, zu schützen.

Die genannten Ringelemente können aber auch Hilfsmittel beim Infiltrationsvorgang sein, indem sie ein Abfließen des Infiltriermittels verhüten sollen. Wenn z.B. der Infiltrationsvorgang eines schmelzflüssigen metallischen Materials von der Außenseite eines Rohrbodens aus in das Fasermaterial erfolgt, so können die betreffenden Ringelemente, z.B. 19 (Fig. 8) ausschließlich an der Rohrbodeninnenseite angeordnet werden, um das Abfließen des metallischen Materials zu verhindern. Nach vollzogener Infiltration können dann die Ringelemente, z.B. 19 (Fig. 8), wieder entfernt werden.

In einer weiteren Verfahrensausbildung besteht ferner die Möglichkeit, daß die metallischen Ringelemente, z.B. 17,18 (Fig. 7), unter Gewährleistung der erforderlichen Profilbeabstandung, in der Bodenstruktur zusammen mit den Faserbündeln 12',13' (Fig. 3) verformt werden, und zwar entsprechend gewellt verformt.

Anstelle der gemeinsamen Verpressung von Faserbündeln und Ringelementen wäre es auch möglich, daß im Sinne des endgültigen Profilrohrverlaufs vorgeformte oder gewellte metallische Ringelemente, z.B. 18,19 (Fig. 8), vor der metallischen Infiltration, an der Innen- und Außenseite des Rohrbodens auf die Faserschichten, z.B. 12, aufgesetzt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Variante des Verfahrens können die metallischen Ringelemente, z.B. 18,19 (Fig. 8), aus einem die metallische Infiltration gewährleistenden Lotwerkstoff gefertigt werden. Hierbei können also die Ringelemente, z.B. 18,19 (Fig. 8) an der Innen- und Außenseite der porösen Rohrbodenstruktur als im Sinne des Profilrohrverlaufs gewellte Elemente (Fig. 7) auf die Faserbündel 12' (Fig. 8) aufgesetzt werden.

Eine äußerst praktikable Handhabung des Infil-

trationsvorgangs wird darin gesehen, daß die mit metallischen Ringelementen 17,18 (Fig. 7) bzw. 18,19 (Fig. 8) aus einem Lotwerkstoff bestückte Rohrbodenstruktur zur Schmelzverflüssigung und Infiltration des Lots in einem Ofen erhitzt wird.

Sofern beispielsweise keine den Lot- und Verbundwerkstoff breitstellenden Ringelement angewendet werden sollten, kann ein metallischer Verbundwerkstoff (Matrix) innerhalb eines Vakuums über ein die gewellt verformte poröse Bodenstruktur (Fig. 5) bestreichendes, lanzenartig ausgebildetes Gießgeschirr entlang der Innen- und Außenseite des Rohrbodens schmelzflüssig injiziert werden.

In weiterer Verfahrensausgestaltung können die rohrbodeninnenseitig offenen Enden der Profilrohre 3 der Matrix vor einer von der Innenseite der Bodenstruktur aus durchgeführten metallischen Infiltration verschlossen und nach vollzogener Infiltration durch mechanische Bearbeitung wieder geöffnet werden.

Die Fasern der Faserbündel 11',12' bzw. 12',13' (Fig. 3) können aus einem metallischen Werkstoff bzw. aus Drähten, aus einem keramischen Werkstoff, z.B. aus partiell stabilisiertem Zirkonoxid oder aus Kohlenstoff gefertigt sein.

Der nach der Press- und Verformungsphase infiltrierte metallische Werkstoff kann aus einer Aluminiumlegierung hergestellt sein.

Im Rahmen des Verfahrens kann ein kreiszylindrisches (Fig. 1, 6 oder 8), quadratisches oder rechteckiges Sammel- oder Verteilerrohr eines Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauschers mit von den Sammel- oder Verteilerrohren, z.B. 6-Fig. 1, U-förmig auskragender Profilrohrmatrix 2 hergestellt werden, wobei die Faserbündel 11',12' bzw. 12',13' (Fig. 3) auf das gewünschte Sammel- oder Verteilerrohr-Längenmaß unter Einschluß der geforderten gegenseitigen Profilrohrbeabstandung der Matrix 2 zusammengepreßt werden und wobei die metallische Infiltration, z.B. mittels zuvor erwähnten Gießgeschirrs, fortlaufend über dem gesamten Umfang der porösen Sammel- oder Verteilerrohrstruktur (Fig. 5) durchgeführt werden kann.

Anstelle der eingangs erwähnten metallischen Ringe können im übrigen auch Ringe aus einem geeigneten Kunststoff, z.B. aus einem faserverstärkten Kunststoff oder aus einem geeigneten keramischen Werkstoff vorgesehen werden.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Rohrbodenstruktur eines Wärmetauschers, die aus streifenförmigen Schichten zusammengesetzt wird, zwischen denen Rohrenden einer Profilrohrmatrix fluiddicht fest eingebunden sind, dadurch gekennzeichnet,

daß die streifenförmigen Schichten (12,13) aus Fasern hergestellt werden, die zwischen den Rohrenden benachbarter Profilrohrreihen angeordnet und unter Pressung so verformt werden, daß sie unter jeweils halbseitiger Rohrumschmiegung eine zunächst poröse Bodenstruktur ausbilden, in die ein metallischer Werkstoff infiltrierte wird, in den sämtliche Fasern einschließlich der Rohrenden stoffschlüssig eingebunden werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Faserbündel (12') aus miteinander verbundenen Faserlagen mit in Umfangsrichtung der Rohrbodenstruktur verlaufenden Hauptfasern (14) und quer dazu verlaufenden Nebenfasern (15) so zusammengesetzt werden, daß die letzteren - nach vollzogener Press- und Verformphase - außerhalb der Rohrumschmiegungsbereiche borstenartig ineinandergreifen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die aus Faserbündeln (12') hergestellten Schichten (12) gänzlich oder teilweise von sich entlang der Innen- und/oder Außenseite der Bodenstruktur erstreckenden Ringelementen (18,19) abgedeckt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Innen- und Außenseite der Bodenstruktur vorgesehene Ringelemente (18,19) nach vollzogener metallischer Infiltration entfernt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringelemente (17;18), unter Gewährleistung der erforderlichen Profilbeabstandung in der Bodenstruktur, zusammen mit den Faserbündeln (12';13') verformt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Sinne des endgültigen Profilrohrverlaufs vorgeformte oder gewellte Ringelemente (18;19), vor der metallischen Infiltration, an der Innen- oder Außenseite des Rohrbodens auf die Faserschichten (12) aufgesetzt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringelemente (18;19) aus einem die metallische Infiltration gewährleistenden Lotwerkstoff gefertigt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die aus einem Lotwerkstoff gefertigten metallischen Ringelemente (18;19) an der Innen- und Außenseite der porösen Rohrbodenstruktur als im Sinne des Profilrohrverlaufs gewellte Elemente auf die Faserbündel (12') aufgesetzt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die mit metallischen Ringelementen aus einem Lotwerkstoff bestückte Rohrbodenstruktur zur Schmelzverflüssigung und Infiltration des Lots in einem Ofen erhitzt wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der metallische Verbundwerkstoff innerhalb eines Vakuumofens über ein die gewellt verformte poröse Bodenstruktur bestreichendes, lanzenartig ausgebildetes Gießgeschirr entlang der Innen- oder Außenseite des Rohrbodens schmelzflüssig injiziert wird.

5

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die rohrbodeninnenseitig offenen Rohrenden der Matrix vor einer von der Innenseite der Bodenstruktur aus durchgeführten metallischen Infiltration verschlossen und nach vollzogener Infiltration durch mechanische Bearbeitung wieder geöffnet werden.

10

15

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern der Faserbündel aus einem metallischen Werkstoff bzw. aus Drähten gefertigt sind.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern der Faserbündel aus einem keramischen Werkstoff gefertigt sind.

20

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern der Faserbündel aus partiell stabilisiertem Zirkonoxid gefertigt sind.

25

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der nach der Press- und Verformungsphase infiltrierte metallische Werkstoff aus einer Aluminiumlegierung hergestellt ist.

30

16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern der Faserbündel aus Kohlenstoff gefertigt sind.

17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß über die Rohrbodenstruktur ein kreiszylindrisches, quadratisches oder rechteckiges Sammel- oder Verteilerrohr (6) eines Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauschers mit von Sammel- oder Verteilerrohren (6) U-förmig auskragender Profilrohrmatrix (2) hergestellt wird, wobei die Faserbündel (11', 12'; 12', 13') auf das gewünschte Sammel- oder Verteilerrohr-längsmaß unter Einschluß der geforderten Profilrohrbeabstandung der Matrix (2) zusammengepreßt werden und wobei die metallische Infiltration über dem gesamten Umfang der porösen Sammel- oder Verteilerrohrstruktur durchgeführt wird.

35

40

45

50

55

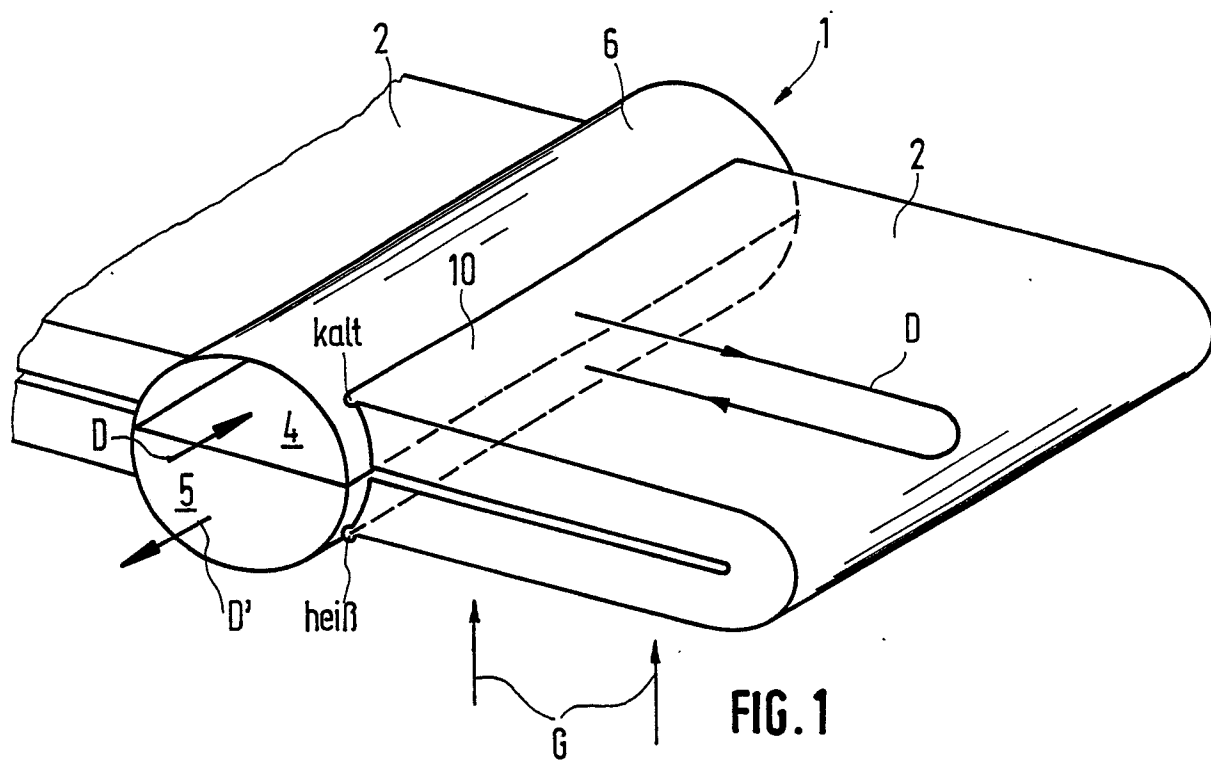
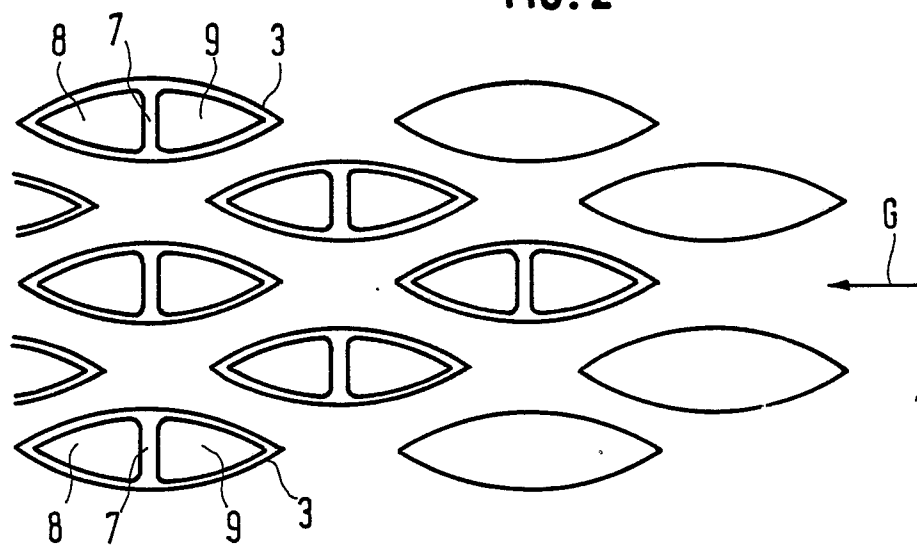


FIG. 2



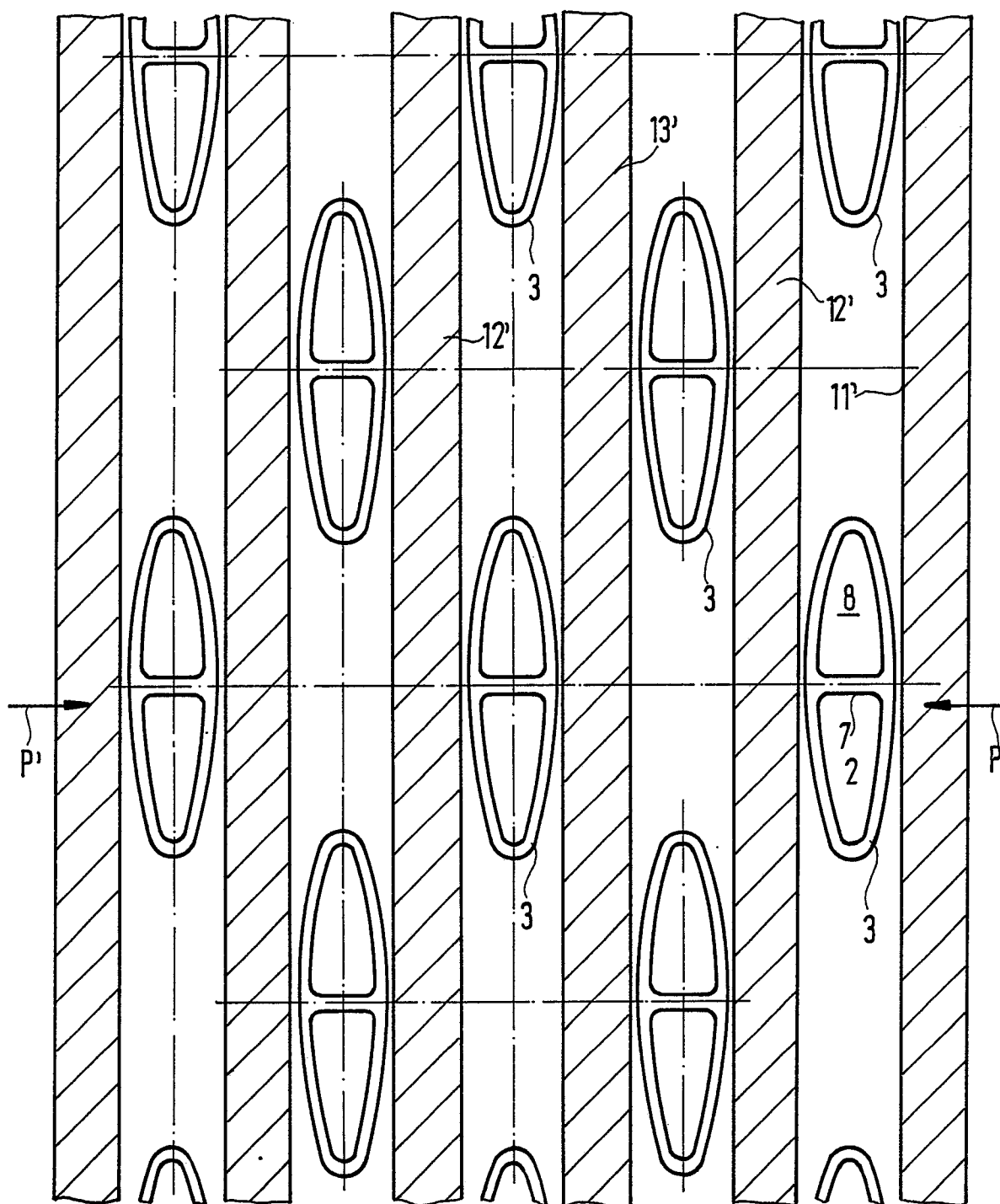


FIG. 3

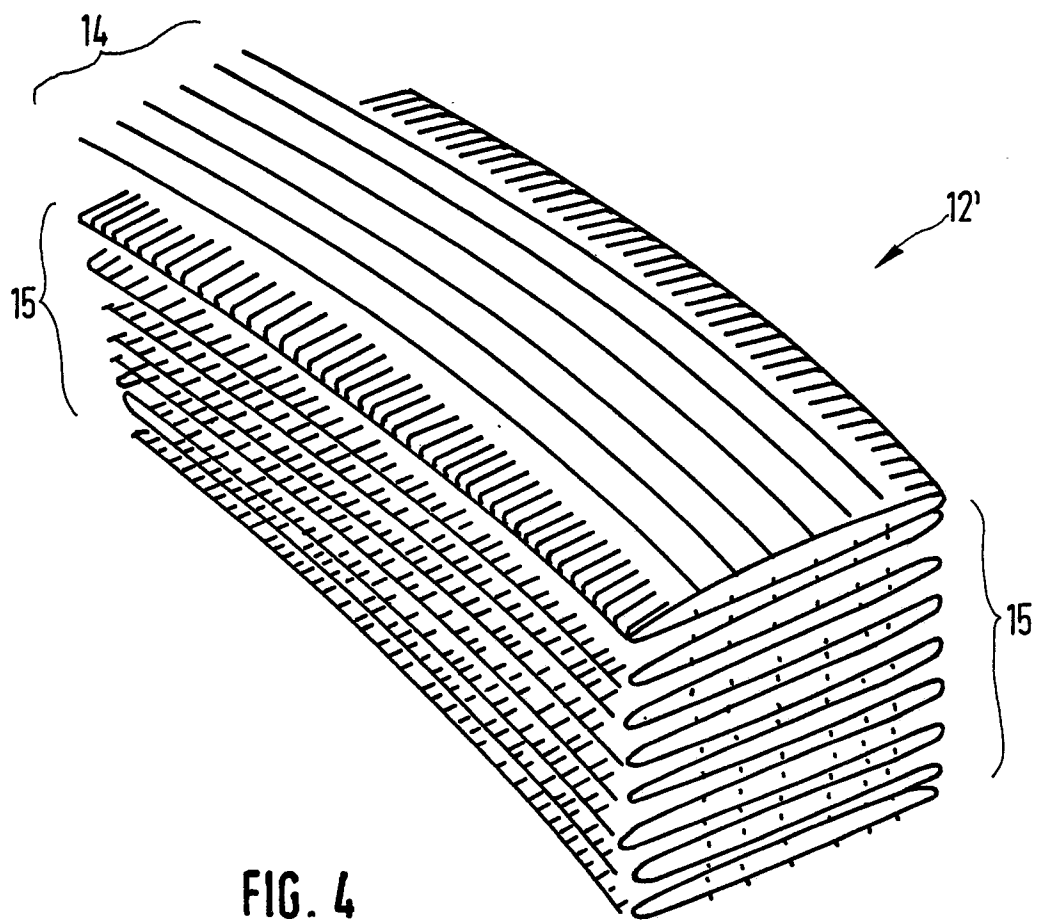
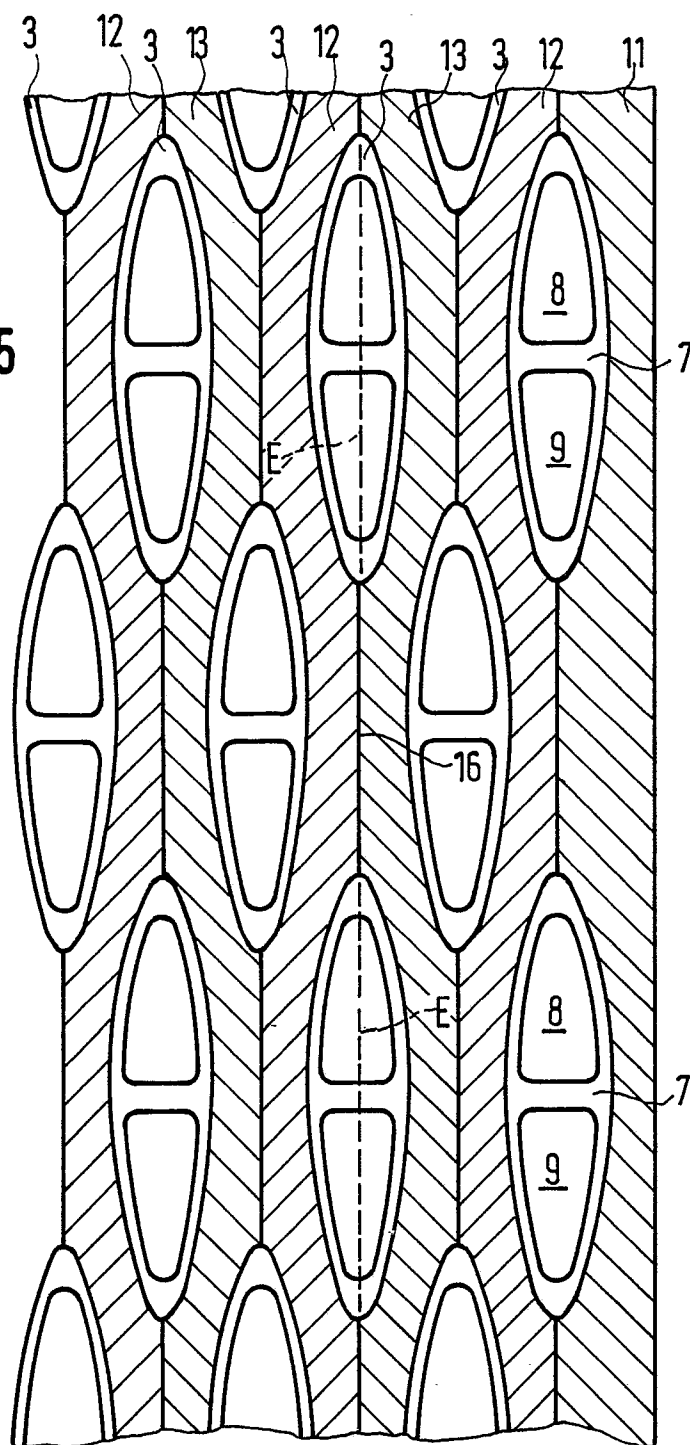


FIG. 5



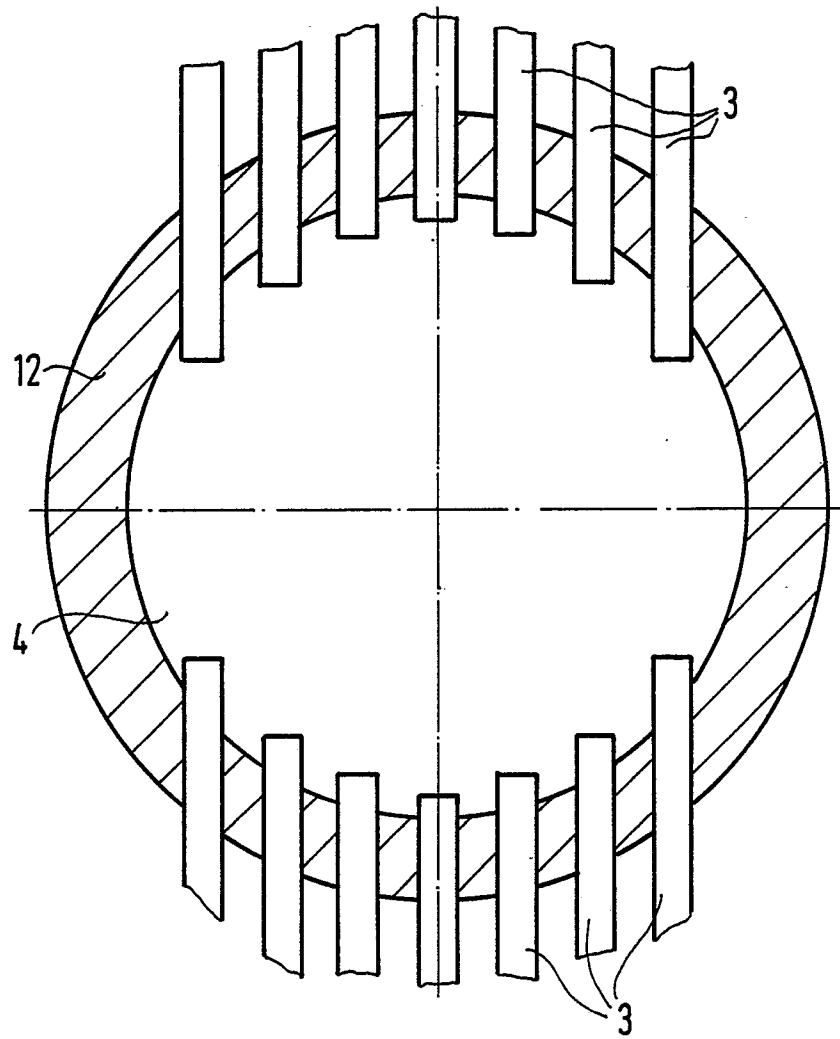
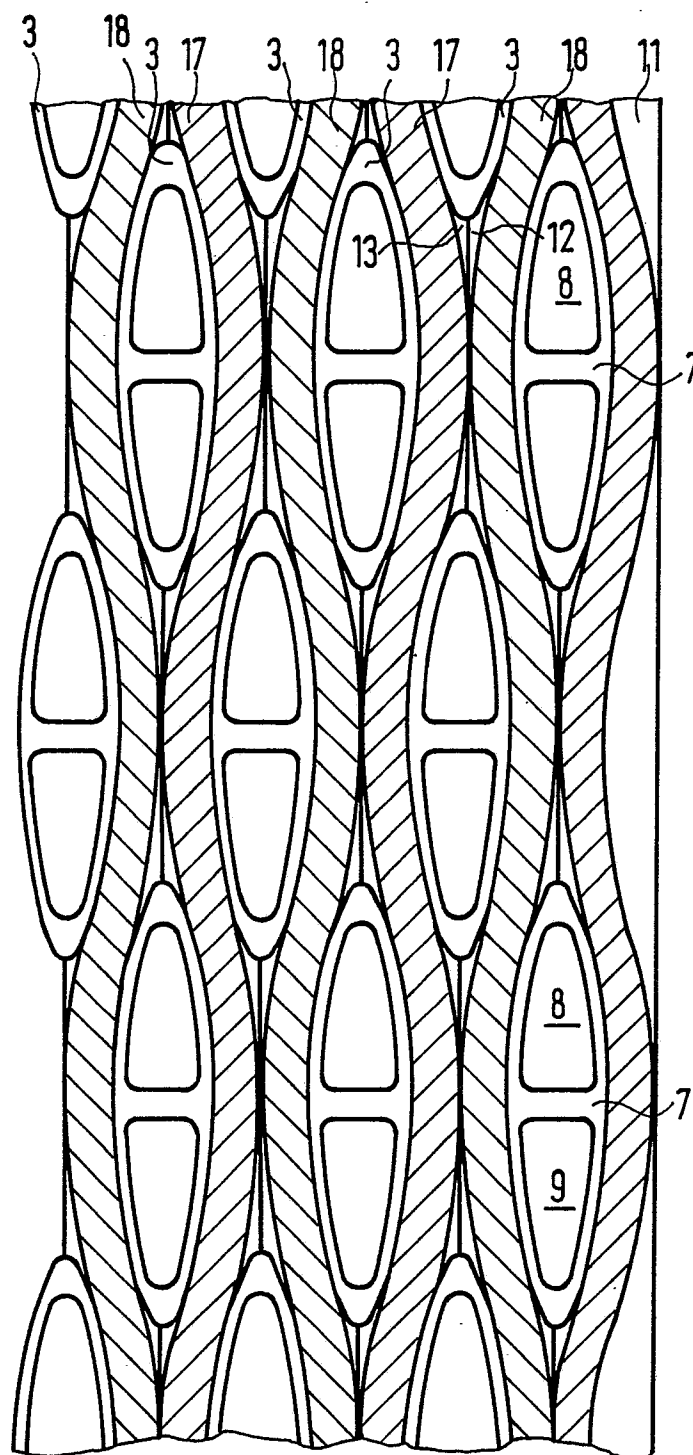


FIG. 6

FIG. 7



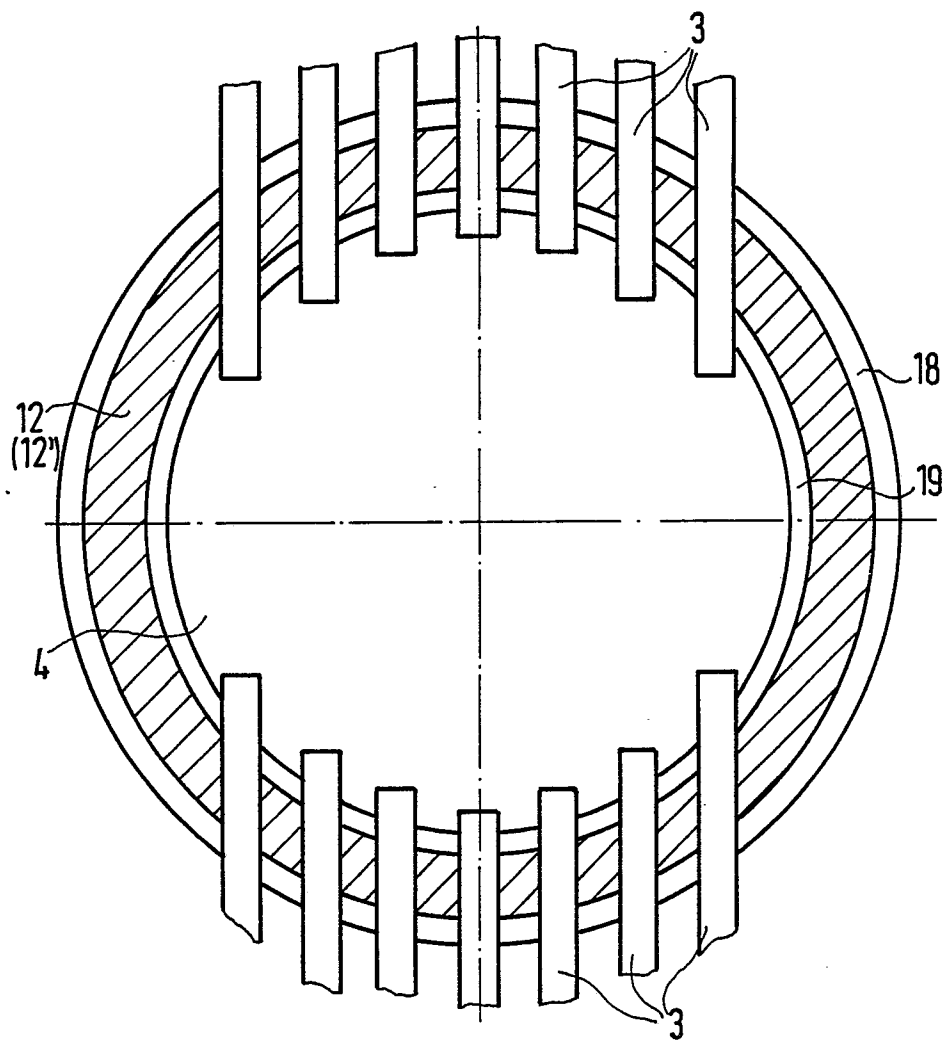


FIG. 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 11 7464

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	EP-A-0 186 130 (MTU) * Zusammenfassung; Figuren 1,2,10 * ----	1	F 28 F 21/00 F 28 F 9/02
A	US-A-3 825 063 (COWANS) * Zusammenfassung; Figuren 6,7 * ----	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 8, Nr. 174 (M-316)[1611], 10. August 1984; & JP-A-59 66 623 (DAIWA HOUSE KOGYO K.K.) 16-04-1984 ----	1	
A	FR-A-2 337 867 (CHAUSSEON) * Anspruch 1; Figuren 2,3,7 * ----	1	
A	FR-A-2 026 088 (DUNLOP) * Anspruch 1; Figuren 1,3 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 28 F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20-01-1989	Prüfer HOERNELL, L.H.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	