

(19)



**Europäisches Patentamt**  
**European Patent Office**  
**Office européen des brevets**

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 069 262**  
**B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**12.12.84**

(51)

Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 28 D 1/04, F 28 F 21/06**

(21)

Anmeldenummer: **82105358.4**

(22)

Anmeldetag: **18.06.82**

(54)

Vorrichtung, bei welcher Wärme durch Hohlfäden übertragen wird.

(30)

Priorität: **06.07.81 DE 3126618**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.01.83 Patentblatt 83/2**

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.12.84 Patentblatt 84/50**

(84)

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

(56)

Entgegenhaltungen:  
**DE - A - 1 932 027**  
**DE - A - 2 410 670**  
**FR - A - 2 451 952**  
**US - A - 3 616 022**  
**US - A - 3 704 223**  
**US - A - 4 098 852**

(73)

Patentinhaber: **Akzo GmbH,**  
**Postfach 10 01 49 Kasinostrasse 19-23,**  
**D-5600 Wuppertal-1 (DE)**

(72)

Erfinder: **Gemeinhardt, Hermann, Rosenstrasse 52,**  
**D-8753 Obernburg (DE)**  
Erfinder: **Trummer, Alfred, Dipl.-Ing., Bayernstrasse 38,**  
**D-8750 Aschaffenburg (DE)**

**EP 0 069 262 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).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, bei welcher Wärme von einem ersten Fluid auf ein zweites Fluid durch die Wandung von Hohlfäden übertragen wird und bei der die Hohlfäden in Verteiler- bzw. Sammelrohre münden, welche Anschlüsse für die Fluidzuführung bzw. -ableitung aufweisen und mit welchen die Endabschnitte der Hohlfäden mittels einer Einbettmasse nach außen flüssig dicht verbunden sind.

Bekannt ist ein Wärmeaustauscher der eingangs genannten Art, bei welchem die Hohlfäden in zwei Ebenen angeordnet sind, wobei die Hohlfäden jeder Ebene in gleichen Abständen voneinander angeordnet sind und parallel zueinander verlaufen, mithin geradlinig ausgebildet sind, und bei welchem die Hohlfäden in gemeinsame Verteiler- bzw. Sammelrohre münden, welche die Anschlüsse für die Fluidzuführung bzw. -ableitung aufweisen und als Stützrahmen ausgebildet sein können und mit welchen die Endabschnitte der Hohlfäden mittels einer Einbettmasse flüssigkeitsdicht verbunden sind. Bei diesem bekannten Wärmeaustauscher sind die Hohlfäden der beiden Ebenen rechtwinklig zueinander angeordnet und berühren sich an ihren Kreuzungspunkten. Weiterhin weist dieser bekannte Wärmeaustauscher Stützstäbe für die Hohlfäden auf, welche in Abständen voneinander angeordnet sind, rechtwinklig zu den abzustützenden Hohlfäden verlaufen und an ihren Kreuzungspunkten mit diesen fest verbunden sind. Die Stützstäbe weisen dabei einen größeren Durchmesser auf als die Hohlfäden.

Dieser bekannte Wärmetauscher hat sich in ganz besonderem Maße zur Wärmeübertragung zwischen einem gasförmigen Medium, beispielsweise Luft, welches die Hohlfäden umströmt und einem flüssigen Medium, beispielsweise Wasser, welches die Hohlfäden durchströmt, bewährt. Hierbei wurden die besten Resultate erwartungsgemäß dann erreicht, wenn das gasförmige Medium die Hohlfäden senkrecht zu ihrer Längsachse, also quer, umströmte. Andererseits traten bei der Verwendung dieses bekannten Wärmeaustauschers im Freien bei hohen Windgeschwindigkeiten bisweilen Probleme durch die dabei auftretenden, insbesondere durch Windböen verursachten, hohen Windkräfte auf. Darüber hinaus konnte eine optimale Wärmeübertragung nur dann erreicht werden, wenn dieser bekannte Wärmetauscher der jeweiligen, gegebenenfalls ständig sich ändernden, Windrichtung entsprechend ausgerichtet wurde.

Aus der FR-A-2 451 952 ist eine Vorrichtung bekannt, in welcher Wärme durch Hohlfäden übertragen wird. Diese Vorrichtung besitzt einen Stützkern und eine Vielzahl von Hohlfadenlagen, die eine Durchströmung des Hohlfadenpakets ohne nennenswerten Strömungswiderstand nicht zulassen.

Aus der US-A-3 616 022 ist ein Wärmeaustauscher bekannt, bei dem die Hohlfäden ohne seit-

lichen Abstand dicht gepackt und in einem Gehäuse angeordnet sind. Ein Umströmen der Hohlfäden ohne nennenswerten Strömungswiderstand ist auch hierbei nicht möglich.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art zur Verfügung zu stellen, die eine Umströmung der Hohlfäden ohne nennenswerten Strömungswiderstand gestattet und die auch für hohe Windgeschwindigkeiten geeignet ist und auch bei wechselnden Windrichtungen eine im wesentlichen gleichmäßige Wärmeübertragung gewährleistet.

Diese Aufgabe wird mit einer gattungsgemäßen Vorrichtung gelöst, bei der erfindungsgemäß die Hohlfäden durch einen Stützrahmen gehalten werden, der zumindest teilweise aus den Verteiler- bzw. Sammelrohren gebildet wird, wenigstens ein Teil der Hohlfäden mindestens einmal stetig oder unstetig gekrümmt oder gebogen ausgebildet ist, die Hohlfäden in höchstens zwei Lagen angeordnet sind, bei zweilagiger Anordnung der Hohlfäden die Hohlfäden der ersten Lage die Hohlfäden der zweiten Lage kreuzen und sich die sich kreuzenden Hohlfäden an den Kreuzungspunkten berühren, die Hohlfäden jeder Lage durch Stützstäbe abgestützt werden, die die Hohlfäden kreuzen und die mit dem Stützrahmen und den Hohlfäden an ihren Berührungspunkten fest verbunden sind, die Hohlfäden jeder Lage in Abständen voneinander angeordnet sind und die maximale Auslenkung jedes gekrümmten oder gebogenen Hohlfadens ein Zwanzigstel ( $1/20$ ) bis ein Fünftel ( $1/5$ ) der Entfernung seiner beiden Enden voneinander beträgt und die Hohlfäden in einer räumlich gekrümmten oder gewölbten Fläche liegen.

Die Hohlfäden können also beispielsweise kreisbogenförmig ausgebildet sein, einmal oder mehrmals abgewinkelt sein, zick-zack-förmig verlaufen oder ähnlich geformt sein. Wichtig ist, daß wenigstens ein Teil der Hohlfäden, vorzugsweise jedoch alle Hohlfäden nicht geradlinig verlaufen, sondern in wenigstens einmal geänderter Richtung weiter verlaufen.

Stellt man sich die beiden Enden jedes der so gestalteten Hohlfäden der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch eine gerade Strecke (Sehne) verbunden vor und bezeichnet man den größten Abstand des Hohlfadens von dieser Verbindungsgeraden (Sehne) als maximale Auslenkung, so werden besonders gute Ergebnisse erreicht, wenn die maximale Auslenkung der Hohlfäden der erfindungsgemäßen Vorrichtung ungefähr ein Zehntel ( $1/10$ ) der Entfernung der beiden Enden jedes Hohlfadens voneinander, also der Länge der Verbindungsgeraden (Sehne), beträgt.

Die Anzahl der Hohlfäden der die Wärmeübertragungsfläche bildenden Fadenschar der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann beliebig gewählt werden, wobei die Hohlfäden jeder Fadenschar nicht notwendigerweise die gleiche oder

eine ähnliche Form aufweisen müssen, im allgemeinen jedoch gleich oder ähnlich geformt sind.

Besonders gute Ergebnisse werden dann erreicht, wenn die Hohlfadenschar nicht in einer Ebene, sondern in einer räumlich gewölbten Fläche liegt, also beispielsweise die Form der Oberfläche einer Kugelkappe, eines Teils eines Zylindermantels, eines Daches, einer Kuppel, einer Faltwand, eines Pyramidenstumpfes und dergleichen hat.

In Ausgestaltung der Erfindung können die Hohlfäden in mehreren Gruppen übereinander angeordnet sein, wobei jede Gruppe zweckmäßigerweise aus einer oder zwei Hohlfadenlagen bestehen kann. Die Hohlfäden einer Lage sind dabei zweckmäßigerweise in gleichbleibenden Abständen voneinander angeordnet, können sich jedoch auch fächerförmig ausbreiten. Die Anzahl der Hohlfäden kann in den verschiedenen Lagen auch unterschiedlich sein. Wie immer die zweckmäßigste Ausgestaltungsform einer solchen Hohlfadenlage ausgebildet sein mag, so ist die Anordnung der Hohlfäden einer solchen Hohlfadenlage auf alle Fälle so, daß man die Hohlfäden im weitesten Sinne auch als nebeneinanderliegend angeordnet bezeichnen könnte. Bei zwei Hohlfadenlagen je Hohlfadengruppe können die Hohlfäden der ersten Lage die Hohlfäden der zweiten Lage kreuzen und diese an den Kreuzungspunkten berühren. Bei mehreren Hohlfadengruppen werden diese vorteilhaft in einem ausreichenden, durch einfache Versuche zu ermittelnden, gegenseitigen Abstand voneinander angeordnet.

Vorteilhafterweise besitzt dabei jede Hohlfadenlage bzw. -gruppe ihre eigenen, gegebenenfalls als Stützrahmen ausgebildeten, Verteiler- und Sammelrohre für die Fluidzuführung bzw. -ableitung, welche ihrerseits an eine gemeinsame Zufluß- bzw. Abflußleitung angeschlossen sind. Derartige erfindungsgemäß ausgebildeten Hohlfadenlagen bzw. -gruppen einschließlich ihrer Verteiler- und Sammelrohre können dabei in besonders vorteilhafter Weise als Moduleinheiten ausgestaltet sein, die sich in beliebiger Anzahl übereinander oder nebeneinander anordnen lassen. Hierzu ist es besonders vorteilhaft, wenn die gemeinsame Zufluß- und Abflußleitung durch an den Verteiler- bzw. Sammelrohren angeordnete in Art einer Steckverbindung miteinander zusammenwirkende Rohrstutzen bzw. Anschlüsse gebildet werden. Diese Steckverbindungen können lösbar und selbstdichtend ausgeführt sein oder aber auch so, daß sie nach dem Zusammenfügen der Moduleinheiten durch Verschweißen, Verkleben oder dergleichen nicht lösbar und nach außen fluiddicht miteinander verbunden werden können. Die auf diese Weise gebildete stapelförmige Ausbildungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann einen quadratischen, rechteckigen, sechseckigen, runden oder beliebig anders geformten Querschnitt aufweisen bzw. in Draufsicht eine Grundfläche ebensolcher Form überdecken.

Die Hohlfadenlagen bzw. -gruppen können

dabei einzeln oder gruppenweise in Reihe oder in Serie geschaltet sein, wobei auch Mischformen möglich sind, beispielsweise Parallelschaltung der Hohlfadenlagen jeder Hohlfadengruppe aber Reihenschaltung der Hohlfadengruppen.

Die übereinander oder nebeneinander angeordneten Hohlfadenlagen bzw. -gruppen können eine gleichsinnige Krümmung aufweisen aber auch abwechselnd gegensinnig, beispielsweise spiegelbildlich, gekrümmt ausgebildet sein. Zwei gegensinnig gekrümmte Hohlfadenlagen bzw. -gruppen, deren Enden in einer Ebene liegen, können bei grundflächendeckender Anordnung in etwa also beispielsweise die Form eines Kissens, einer Linse, eines Zylinders, einer Kugel usw. bilden.

Durch mit Hilfe einfacher Versuche ohne weiteres zu ermittelnde zweckmäßige Gestaltung und Anordnung der die erfindungsgemäße Vorrichtung bildenden Hohlfadenlagen bzw. -gruppen gelingt es, die beim Umströmen der Hohlfäden entstehenden Windgeräusche gering zu halten und somit zu einer geräuscharmen umweltfreundlichen erfindungsgemäßen Vorrichtung zu gelangen.

Die Formgebung der Hohlfadenlagen bzw. -gruppen kann durch entsprechende Gestaltung der Verteiler- bzw. Sammelrohre und/oder von Stützstäben erreicht werden, die zudem den Hohlfadenscharen eine größere Formstabilität verleihen. Diese Stützstäbe werden zweckmäßigerweise so angeordnet, daß sie wenigstens eine der Hohlfadenlagen kreuzen und an ihren Berührungspunkten mit den Hohlfäden durch Verschweißen, Verkleben und dergleichen fest verbunden sind. Die Stützstäbe haben zweckmäßigerweise einen größeren Durchmesser als die Hohlfäden und sind in größeren Abständen voneinander angeordnet als diese. An ihren Enden sind die Stützstäbe vorteilhaft mit den Verteiler- bzw. Sammelrohren fest verbunden. Die Stützstäbe können vor ihrem Einbau bereits vorgeformt sein oder aber beispielsweise beim Einbau zwischen zwei Verteiler- bzw. Sammelrohren durch eine entsprechende Überlänge bogenförmig eingespannt werden.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung können alle zur Wärmeübertragung geeigneten Hohlfäden verwendet werden, wobei diese nach einem Trocken- oder Naßspinn- oder einem Extrusions-Verfahren hergestellt worden sein können. Mit dem Begriff Hohlfaden sind im Sinne der vorliegenden Erfindung auch sogenannte Hohlfasern, dünne Schläuche, dünnwandige Schläuche, Kapillaren, Röhrchen, Kunststoffrohre und dergleichen mitumfaßt. Obwohl den Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit nichtmetallischen Hohlfäden im allgemeinen der Vorzug gegeben wird, kann die Lehre der vorliegenden Erfindung jedoch auch ohne weiteres auf Vorrichtungen mit entsprechend bemessenen metallischen Röhrchen übertragen werden.

Die Querschnittsform der verwendeten Hohl-

fäden kann beliebig sein, wobei auch die Größe des Querschnitts der Hohlfäden sowie deren Wandstärke nach oben und unten keinerlei Beschränkungen unterliegt. Die Querschnittsform, die Wandstärke und die Größe des Querschnitts der Hohlfäden können sich darüber hinaus entlang der Länge der Hohlfäden ändern. Hohlfäden mit einem kreisförmigen Querschnitt können beispielsweise einen Außendurchmesser von 800 µm bis zu 5 mm und darüber aufweisen. Die Wandstärke der Hohlfäden kann beispielsweise 30 bis 200 µm betragen.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung haben sich insbesondere solche Hohlfäden als besonders vorteilhaft erwiesen, die einen Wärmedurchgangskoeffizienten im Bereich von 15 bis 200 W/m<sup>2</sup>K und darüber aufweisen, wobei gegebenenfalls auch solche Hohlfasern verwendet werden können, die verbesserte Wärmeleiteigenschaften durch Einlagerung von Metall, Graphit und dergleichen in Staub- oder Pulverform aufweisen. Auch können die Hohlfäden alternativ oder zusätzlich Füllmittel, Additive, Stabilisatoren, Ruß, Farbstoffe und dergleichen enthalten. Durch die Verwendung poröser oder mikroporöser Hohlfäden kann das Anwendungsspektrum der erfindungsgemäßen Vorrichtung in vorteilhafter Weise noch erweitert werden.

Zum Einbetten der Hohlfadenenden können übliche Kleber, aushärtbare Vergußmassen, Gießharze, Spezialzemente und dergleichen verwendet werden, wobei auch solche Einbettmassen verwendet werden können, die unmittelbar nach dem ersten Kontakt mit den Hohlfäden diese oberflächlich leicht anlösen oder anschmelzen. Das Einbetten von Hohlfäden bzw. deren Endabschnitten ist an sich bekannt und braucht daher hier nicht mehr erläutert zu werden.

Die Größe der erfindungsgemäßen Vorrichtung unterliegt im Rahmen üblicher Abmessungen keinerlei Beschränkungen.

Es hat sich allerdings gezeigt, daß bei zu enger Anordnung der Hohlfäden der Strömungswiderstand für das die Hohlfäden umströmende Fluid beträchtlich ansteigt, so daß die Wärmeübertragungsleistung erheblich absinkt. Zu große Hohlfadenabstände wiederum führen zu unnötig großen Abmessungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Für eine besonders zweckmäßige Gestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird daher vorgeschlagen, die Mittenabstände der Hohlfäden so zu wählen, daß dieser zwischen zwei benachbarten Hohlfäden das 1,7- bis 10fache ihres Durchmessers, insbesondere das 2,5- bis 3,3fache beträgt. Der lichte Abstand zwischen zwei benachbarten Hohlfäden soll dabei zweckmäßigerweise 0,5 bis 15 mm, insbesondere 1 bis 10 mm betragen.

Die Abmessungen für die Verteiler- bzw. Sammelrohre richten sich zum einen nach der Anzahl der von ihnen ausgehenden bzw. in diese mündenden Hohlfäden und deren Abmessungen, andererseits nach der insgesamt durch die Hohlfäden strömenden Fluidmenge, denn es ist unerwünscht, daß in den Verteiler- und Sammelroh-

ren unnötig hohe Druckverluste auftreten. Weiterhin hängt die Bemessung der Verteiler- und Sammelrohre davon ab, ob diese gleichzeitig als Stützrahmen dienen sollen und der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine den Anforderungen gerecht werdende Stabilität verleihen sollen, oder ob dies durch andere bauliche Maßnahmen und Einrichtungen bewirkt werden soll. Je nach den an die Verteiler- bzw. Sammelrohre gestellten Anforderungen können diese somit beispielsweise auch mit in deren Längsrichtung verlaufenden Versteifungsrippen oder dergleichen versehen sein. Auch ist es möglich, den genannten Rohren eine umströmungstechnisch günstige Form zu geben oder aber durch entsprechende Umkleidung derselben zum gleichen Ergebnis zu gelangen.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es darüber hinaus schließlich auch möglich, die Hohlfäden als Fadenschar zwischen den Verteiler- und Sammelrohren in losen Schlaufen herunterhängen zu lassen, wobei aber auch hier zur Einhaltung gleichbleibender Hohlfadenabstände quer zu den Hohlfäden verlaufende Stäbe angeordnet sein können, die mit den Hohlfäden an den Kreuzungspunkten fest verbunden sind.

Neben den aus einzelnen Hohlfadenlagen gebildeten Hohlfadengruppen können geeignete Hohlfadengruppen auch durch Hohlfadengewebe gebildet werden. Auch ist es möglich, Hohlfadenmatten zu verwenden, bei denen der Abstand der Hohlfäden voneinander durch eingewirkte Fäden, aufgeklebte Bänder oder dergleichen festgelegt ist.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1a und 1b eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Draufsicht mit zick-zack- bzw. wellenförmig ausgebildeten Hohlfäden,

Fig. 2 in perspektivischer teilweise geschnittener Darstellungsweise eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form eines Zylindermantelabschnittes,

Fig. 3 in einem vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 2 eine Ausführungsform der Steckverbindung,

Fig. 4 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Draufsicht,

Fig. 5 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Querschnitt,

Fig. 6 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit übereinander angeordneten spiegelbildlich, also gegensinnig, gebogenen Hohlfäden,

Fig. 7 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit übereinander angeordneten gegensinnig, jedoch nicht spiegelbildlich gebogenen Hohlfäden,

Fig. 8 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher mehrere gleichsinnig gekrümmte Hohlfadenlagen übereinander angeordnet sind,

Fig. 9 eine zylinderförmige Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 10 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form einer Faltwand,

Fig. 11 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher mehrere zylinderschalenförmige gleichsinnig gekrümmte Hohlfadengruppen übereinander angeordnet sind,

Fig. 12 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher mehrere gegensinnig, jedoch nicht spiegelbildlich gekrümmte Hohlfadengruppen übereinander angeordnet sind,

Fig. 13 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher mehrere spiegelbildlich gekrümmte Hohlfadengruppen übereinander angeordnet sind,

Fig. 14 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher mehrere gleichsinnig gekrümmte kugelschalenförmige Hohlfadengruppen übereinander angeordnet sind,

Fig. 15 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher zwei spiegelbildlich gekrümmte kugelschalenförmige Hohlfadengruppen übereinander angeordnet sind,

Fig. 16 in vereinfachter schematischer Darstellungsweise die Reihenschaltung erfindungsgemäß ausgebildeter Hohlfadengruppen,

Fig. 17 in vereinfachter schematischer Darstellungsweise die Parallelschaltung erfindungsgemäß ausgebildeter Hohlfadengruppen,

Fig. 18 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher die Hohlfäden in losen Schlaufen zwischen den Verteiler- und Sammelrohren herunterhängen,

Fig. 19 in Draufsicht eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In Fig. 1a sind die Hohlfäden 1 zick-zackförmig ausgebildet, liegen jedoch in einer Ebene. Die Hohlfäden 1 münden in das Verteilerrohr 2, welches den Anschluß 4 für die Fluidzufuhr aufweist, und in das Sammelrohr 3, welches den Anschluß 5 für die Fluidabfuhr aufweist. Zur Ausbildung eines Stützrahmens für die Schar aus zick-zackförmig ausgebildeten Hohlfäden 1 sind das Verteilerrohr 2 und das Sammelrohr 3 durch Streben 6 fest miteinander verbunden. Weiterhin sind in Fig. 1a quer zu den Hohlfäden 1 verlaufende Stützstäbe 7 dargestellt, die an den Schnittpunkten mit den Hohlfäden 1 und mit den Streben 6 fest verbunden sind. Die Stützstäbe 7 kreuzen die Hohlfäden 1 jeweils an der Stelle, an welcher die Hohlfäden 1 un stetig gekrümmt sind, also in geänderter Richtung weiterverlaufen. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können die in Fig. 1a dargestellten Hohlfäden 1 auch als mehrmals un stetig gekrümmt bezeichnet werden.

Die in Fig. 1b dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung unterscheidet sich von der in Fig. 1a dargestellten im wesentlichen lediglich dadurch, daß bei ihr die Hohlfäden 1 wellenförmig ausgebildet sind, also mehrmals stetig gekrümmt sind.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungs-

form der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die aus zwei Lagen sich kreuzender Hohlfäden 1 gebildete Hohlfadengruppe in Form eines Zylindermantelabschnittes ausgebildet. Die beiden Hohlfadenlagen sind dabei parallel geschaltet und das Verteilerrohr 2 bildet zusammen mit dem Sammelrohr 3 einen die obengenannte Form der Hohlfadengruppe gewährleistenden Stützrahmen. Die Anschlüsse 4, 5 für die Fluidzuführung bzw. -ableitung sind jeweils nach oben und unten gerichtet, so daß ein Übereinanderstapeln mehrerer der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich ist, wobei nach dem Zusammenbau die Anschlüsse für die Fluidzuführung 4 dann die gemeinsame Zuflußleitung und die Anschlüsse für die Fluidableitung 5 die gemeinsame Abflußleitung ergeben. An den Stellen 10 und 11 sind die Rohre 2 und 3 gegeneinander abgedichtet.

In Fig. 3 sind die in Fig. 2 vereinfacht dargestellten Anschlüsse 4 bzw. 5 vergrößert dargestellt. Die Darstellung macht deutlich, wie das Ineinanderfügen der Anschlüsse 4 bzw. 5 beim Übereinanderstapeln mehrerer Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wie sie beispielsweise in Fig. 2 dargestellt ist, erfolgt. Nach dem Zusammenfügen können die Anschlüsse 4a und 4b durch Verkleben oder Verschweißen fest miteinander verbunden werden. Dasselbe gilt für die entsprechend ausgebildeten, jedoch nicht dargestellten Anschlüsse für die Fluidableitung. Statt der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform der miteinander zusammenwirkenden Anschlüsse 4a und 4b können auch handelsübliche lösbare oder nichtlösbare sowie einfache Rohrstutzen zu dem hier beschriebenen Zweck verwendet werden, beispielsweise sogenannte Schnellkupplungen.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechen alle Teile ihren Positionszahlen gemäß den bereits in den Fig. 1a bis 3 beschriebenen Teilen. Die in Fig. 4 dargestellte Ansicht ergibt sich beispielsweise bei Draufsicht auf die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Lediglich der Anschluß 4 für die Fluidzuführung und der Anschluß 5 für die Fluidableitung sind bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform in unwesentlich geänderter Art und Weise angeordnet.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Hohlfäden 1 zweimal un stetig abgebogen, wobei diese Abbiegungen durch die an entsprechender Stelle angeordneten Stützstäbe 7 bewirkt werden. Die übereinander angeordneten Hohlfadengruppen sind dabei gleichsinnig gekrümmt, wobei jede Hohlfadengruppe die Form eines Teils des Mantels eines Polyeders mit polygonalem Querschnitt bildet, also im Sinne der vorliegenden Erfindung eine räumlich gekrümmte Fläche.

Die übrigen in der Figur dargestellten Teile entsprechen ihren Positionszahlen gemäß den in den vorhergegangenen Figuren beschriebenen

Teilen.

In Fig. 6 sind die Hohlfäden 1 jeder Hohlfadenlage durch je einen Stützstab 7 einmal unstetig gekrümmt, wobei benachbarte Hohlfadenlagen spiegelbildlich gekrümmt sind. Jeweils zwei Hohlfadenlagen münden in ein gemeinsames Verteilerrohr 2 bzw. Sammelrohr 3. Die in Fig. 6 dargestellten Hohlfadenlagen können auch als dachförmig ausgebildet bezeichnet werden.

Auch die in Fig. 7 dargestellten Hohlfadenlagen/Hohlfadengruppen sind einmal unstetig gekrümmt, also dachförmig ausgebildet, wobei bei der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform die Hohlfadenlagen/Hohlfadengruppen zwar gegensinnig jedoch nicht spiegelbildlich gekrümmt sind. Die in Fig. 7 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung eignet sich beispielsweise hervorragend für den Gebrauch im Freien, da sie auch bei wechselnden Windrichtungen eine im wesentlichen gleichbleibende Wärmeübertragungsleistung gewährleistet. Es ist einleuchtend, daß mehrere der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch übereinander angeordnet werden können, wobei auch hier ein entsprechend ausgebildetes System von Steckverbindungen verwendet werden kann. Es versteht sich weiterhin von selbst, daß durch Änderung der maximalen Auslenkung der Hohlfäden, wie sie oben definiert wurde, der »Winkel des Dachgiebels« der dachförmig ausgebildeten Hohlfadenschar auf einfache Weise verändert und den gegebenen Anforderungen angepaßt werden kann.

Bei der in Fig. 8 dargestellten Ausführungsform sind mehrere gleichsinnig stetig gebogene Hohlfadenlagen/Hohlfadengruppen 1 übereinander angeordnet. Die Verteilerrohre 2 und die Sammelrohre 3 jeder Hohlfadenlage/Hohlfadengruppe 1 sind dabei wieder an eine gemeinsame Zuflußleitung 8 bzw. Abflußleitung 9 angeschlossen. Auch hierbei können Steckverbindungen benutzt werden, wie sie in den Fig. 2 und 3 bereits beschrieben wurden.

Im Hinblick auf die bisherige Figurenbeschreibung erübrigt sich eine weitere ins Detail gehende Beschreibung der Fig. 9 bis 15 bzw. 18, bei denen alle Teile ihren Positionszahlen entsprechend den Teilen der bisher beschriebenen Figuren entsprechen. Es sei jedoch noch darauf hingewiesen, daß die in den Fig. 9, 12, 14 und 15 dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sich auch für wechselnde Windrichtungen besonders gut eignen, wobei — und dies gilt für alle gezeigten Ausführungsformen — beliebig viele der gezeigten Ausführungsformen übereinander gestapelt oder nebeneinander angeordnet werden können.

Bei der in Fig. 16 dargestellten Ausführungsform sind insgesamt 3 Austauschseinheiten in Reihe geschaltet, wobei die Hohlfadenlagen jeder Einheit parallel geschaltet sein können, so wie es in Fig. 4 dargestellt ist.

In Fig. 17 sind drei erfindungsgemäß ausgebildete Austauschseinheiten parallel geschaltet,

wobei auch hierbei die einzelnen Hohlfadenlagen jeder Austauschseinheit so wie in Fig. 4 dargestellt, parallel geschaltet sein können, jedoch auch in Reihe liegen können.

In den Fig. 7, 10, 11, 12, 13, 14 und 15 wurden zur Vereinfachung nur die Hohlfäden 1 bzw. Hohlfadenlagen bzw. Hohlfadengruppen in den unterschiedlichsten Ausgestaltungsformen dargestellt, während die übrigen in der Praxis für das Funktionieren der erfindungsgemäßen Vorrichtung notwendigen Teile (2; 3; 4; 5; und gegebenenfalls 4a; 4b; 6; 7; 8; 9; 10 und 11), wie sie in den übrigen Figuren dargestellt und zuvor beschrieben sind, weggelassen wurden.

Bei der in Fig. 19 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung wurden sechs Hohlfadengruppen bestehend aus je zwei Hohlfadenlagen bzw. -gruppen, die gegensinnig und spiegelbildlich zueinander gekrümmt ausgebildet sind, sternförmig um das gemeinsame Sammelrohr 3 angeordnet. Zwei solcher Hohlfadengruppen sind beispielsweise in Fig. 13 dargestellt, dort jedoch übereinander angeordnet. Jede paarweise zusammengehörende Hohlfadengruppe mündet in ein gemeinsames Verteilerrohr 2. Alle Verteilerrohre 2 sind durch eine gemeinsame Zuflußleitung 8 miteinander verbunden, in welche Fluid über den Anschluß 4 eintreten kann. Diese Ausführungsform ist besonders gut für wechselnde Umströmungsrichtung/Windrichtung geeignet.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung, bei welcher Wärme von einem ersten Fluid auf ein zweites Fluid durch die Wandung von Hohlfäden übertragen wird und bei der die Hohlfäden in Verteiler- bzw. Sammelrohre münden, welche Anschlüsse für die Fluidzuführung bzw. -ableitung aufweisen und mit welchen die Endabschnitte der Hohlfäden mittels einer Einbettmasse nach außen fluiddicht verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfäden durch einen Stützrahmen (2, 3, 6) gehalten werden, der zumindest teilweise aus den Verteiler- bzw. Sammelrohren (2; 3) gebildet wird, daß wenigstens ein Teil der Hohlfäden (1) mindestens einmal stetig oder unstetig gekrümmt oder gebogen ausgebildet ist, daß die Hohlfäden (1) in höchstens zwei Lagen angeordnet sind, daß bei zweilagiger Anordnung der Hohlfäden (1) die Hohlfäden (1) der ersten Lage die Hohlfäden (1) der zweiten Lage kreuzen und sich die sich kreuzenden Hohlfäden (1) an den Kreuzungspunkten berühren, daß die Hohlfäden (1) jeder Lage durch Stützstäbe (7) abgestützt werden, die die Hohlfäden (1) kreuzen und die mit dem Stützrahmen (2, 3, 6) und den Hohlfäden (1) an ihren Berührungspunkten fest verbunden sind, daß die Hohlfäden (1) jeder Lage in Abständen voneinander angeordnet sind und daß die maximale Auslenkung jedes gekrümmten oder gebogenen Hohlfadens (1) ein Zwanzigstel (1/20) bis ein Fünftel (1/5) der Entfernung seiner beiden Enden

voneinander beträgt und daß die Hohlfäden (1) in einer räumlich gekrümmten oder gewölbten Fläche liegen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Auslenkung ungefähr 1/10 der Entfernung der beiden Enden jedes Hohlfadens (1) beträgt.

3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfäden (1) in mehreren Gruppen bestehend aus einer oder aus zwei Hohlfadenlagen übereinander oder nebeneinander angeordnet sind, wobei die Hohlfadengruppen in Abständen voneinander angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede Hohlfadenlage bzw. -gruppe ihre eigenen Verteiler- und Sammelrohre (2; 3) für die Fluidzuführung bzw. -ableitung aufweist, welche ihrerseits an eine gemeinsame Zufuß- bzw. Abfußleitung (8; 9) angeschlossen sind.

5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfadenlagen oder Hohlfadengruppen abwechselnd gegensinnig gekrümmt ausgebildet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittenabstand zweier benachbarter Hohlfäden (1) das 1,7- bis 10fache ihres Durchmessers beträgt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittenabstand zweier benachbarter Hohlfäden (1) das 2,5- bis 3,3fache ihres Durchmessers beträgt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der linke Abstand zwischen zwei benachbarten Hohlfäden (1) 0,5 bis 15 mm beträgt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der lichte Abstand zwischen zwei benachbarten Hohlfäden (1) 1 bis 10 mm beträgt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfäden (1) als Fadenschar zwischen den Verteiler- und Sammelrohren (2; 3) in losen Schlaufen herunterhängen, wobei zur Einhaltung gleichbleibender Hohlfadenabstände quer zu den Hohlfäden (1) verlaufende Abstandshalter (7) angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfäden (1) porös bzw. mikroporös sind.

## Claims

1. An apparatus in which heat is transmitted from a first liquid to a second liquid through the walls of hollow filaments and in which the hollow filaments open into distributing or collecting pipes, which have connecting parts for the supply or discharge of the fluid and to which the end sections of the hollow filaments are connected in a fluid-tight manner outwards by means of a packing composition, characterised in that the hollow filaments are supported by a support

frame (2, 3, 6), which is at least partially formed by the distributing or collecting pipes (2; 3), that at least a part of the hollow filaments (1) is curved or bent once continuously or discontinuously, that the hollow filaments (1) are arranged in at most two layers, that in the two-layer arrangement of the hollow filaments (1), the hollow filaments (1) of the first layer cross the hollow filaments (1) of the second layer and contact the crossing hollow filaments (1) at the crossing points, that the hollow filaments (1) of each layer are supported by support rods (7), which cross the hollow filaments (1) and which are tightly connected to the support frame (2, 3, 6) and the hollow filaments (1) at the contact points thereof, that the hollow filament (1) of each layer are arranged at a spacing from each other and that the maximum excursion of each curved or bent hollow filament (1) is a twentieth (1/20) to a fifth (1/5) of the distance between the two ends thereof and that the hollow filaments lie in a spatially curved or arched surface.

2. An apparatus according to claim 1, characterised in that the maximum excursion is about 1/10 of the distance between the two ends of each hollow filament (1).

3. An apparatus according to claims 1 and 2, characterised in that the hollow filaments (1) are arranged in several groups consisting of one or two layers of hollow filaments arranged above each other or beside each other, and the groups of hollow filaments are arranged at a spacing from each other.

4. An apparatus according to claims 1 to 3, characterised in that each layer or group of hollow filaments has its own distributing and collecting pipes (2; 3) for supply or discharge of the fluid, which are connected to a common supply or discharge conduit (8; 9).

5. An apparatus according to claims 3 and 4, characterised in that the layers or groups of hollow filaments are alternately designed curving in opposite direction.

6. An apparatus according to claims 1 to 5, characterised in that the average space between two adjacent hollow filaments (1) is from 1.7 to 10 times the diameter thereof.

7. An apparatus according to claim 6, characterised in that the average spacing between two adjacent hollow filaments (1) is from 2.5 to 3.3 times the diameter thereof.

8. An apparatus according to claims 1 to 7, characterised in that the clear spacing between two adjacent hollow filaments (1) is from 0.5 to 15 mm.

9. An apparatus according to claim 8, characterised in that the clear spacing between two adjacent hollow filaments (1) is from 1 to 10 mm.

10. An apparatus according to claim 1, characterised in that the hollow filaments (1) hang down in loops as an assemblage of filaments between the distributing and collecting pipes (2; 3) and yokes (7) are arranged transversely to the hollow filaments (1) to maintain the same spacing between the hollow filaments.

11. An apparatus according to claims 1 to 10, characterised in that the hollow filaments (1) are porous or microporous.

## Revendications

1. Dispositif dans lequel de la chaleur est transmise d'un premier fluide à un deuxième fluide au travers de la paroi de fils creux, et dans lequel les fils creux débouchent dans des tubes répartiteur et collecteur qui présentent respectivement des raccords pour l'amenée et l'évacuation de fluide et auxquels les portions terminales des fils creux sont raccordées, avec étanchéité au fluide vis-à-vis de l'extérieur, au moyen d'une masse de scellement, caractérisé par le fait que les fils creux sont maintenus par un cadre de soutien (2, 3, 6) qui est au moins partiellement constitué par les tubes répartiteur et collecteur (2; 3), par le fait qu'au moins une partie des fils creux (1) présente au moins un coude ou une courbure, avec ou sans discontinuité de courbure, par le fait que les fils creux (1) sont agencés au maximum en deux couches, par le fait que, dans le cas d'un agencement des fils creux en deux couches, les fils creux (1) de la première couche croisent ceux de la deuxième couche, les fils creux se touchant aux points de croisement, par le fait que les fils creux (1) de chaque couche sont soutenus par des barres de soutien (7) qui les croisent et qui sont inamoviblement liées aux fils creux (1) et au cadre de soutien (2, 3 et 6) en leurs points de contact avec ceux-ci, par le fait que les fils creux (1) sont séparés par des intervalles au sein de chaque couche et que la flèche maximale de chaque fil creux courbé ou coudé est de un vingtième (1/20) à un cinquième (1/5) de la distance comprise entre ses deux extrémités, et par le fait que les fils creux (1) sont disposés en une surface courbe ou bombée.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la flèche maximale est d'environ 1/10 de la distance comprise entre les deux extrémités de chaque fil creux (1).

3. Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que les fils creux (1) sont agencés en plusieurs groupes superposés ou disposés côte-à-côte, chaque groupe étant constitué d'une ou deux couches de fils creux, les groupes de fils creux étant séparés par des intervalles.

4. Dispositif selon les revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que chaque couche ou groupe de fils creux présente ses propres tubes répartiteur, et collecteur (2; 3) servant respectivement à l'amenée et à l'évacuation de fluide, ces tubes étant eux-mêmes raccordés respectivement à une conduite d'amenée commune (8) et à une conduite d'évacuation commune (9).

5. Dispositif selon les revendications 3 et 4, caractérisé par le fait que les couches ou groupes de fils creux sont réalisés courbés alternativement dans des sens opposés.

6. Dispositif selon les revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que l'intervalle moyen entre deux fils creux voisins (1) est de 1,7 à 10 fois leur diamètre.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que l'intervalle moyen entre deux fils creux voisins est de 2,5 à 3,3 fois leur diamètre.

8. Dispositif selon les revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que l'intervalle minimal entre deux fils creux voisins (1) est de 0,5 à 15 mm.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'intervalle minimal entre deux fils creux voisins (1) est de 1 à 10 mm.

10. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les fils creux pendent en festons libres, en constituant une nappe, entre les tubes répartiteur et collecteur (2; 3) des pièces d'écartement (7) dirigées perpendiculairement aux fils creux (1) étant disposées pour maintenir des intervalles invariables entre les fils creux.

11. Dispositif selon les revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que les fils creux (1) sont poreux ou microporeux.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

0 069 262

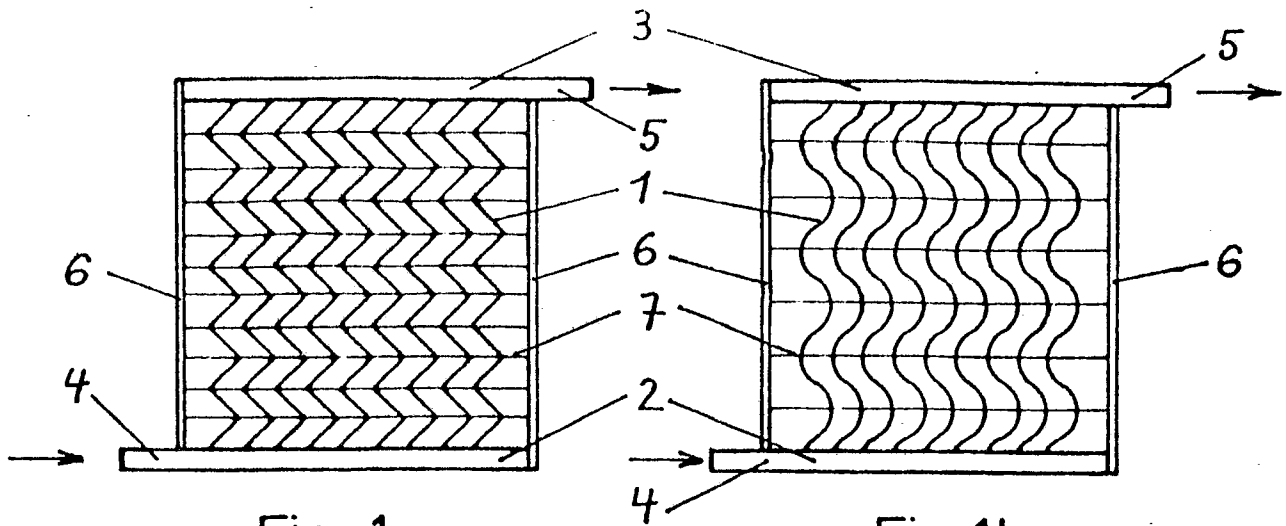


Fig. 1a

Fig. 1b

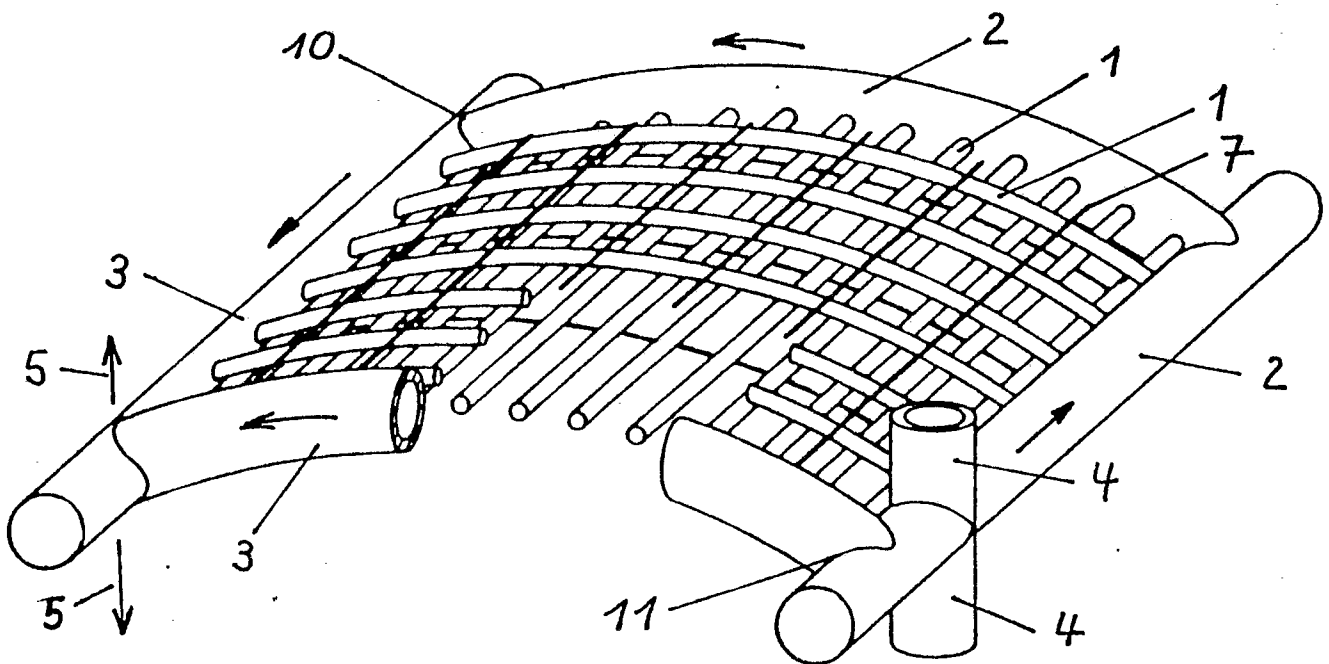


Fig. 2

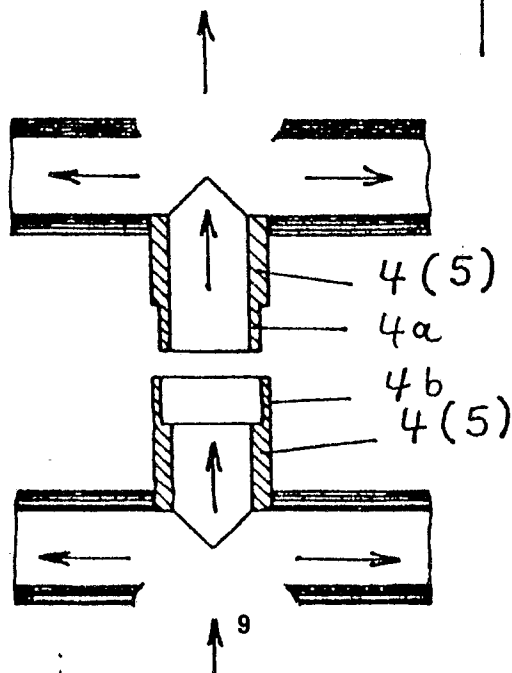
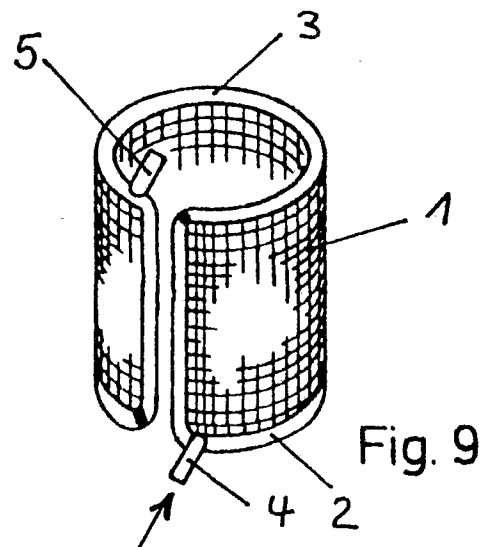
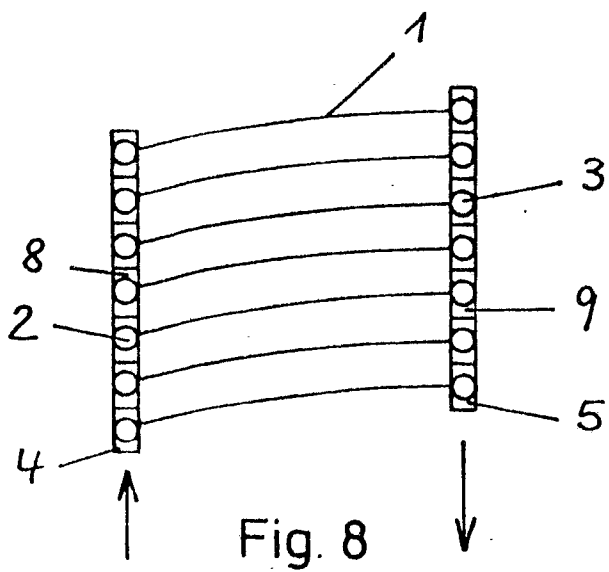
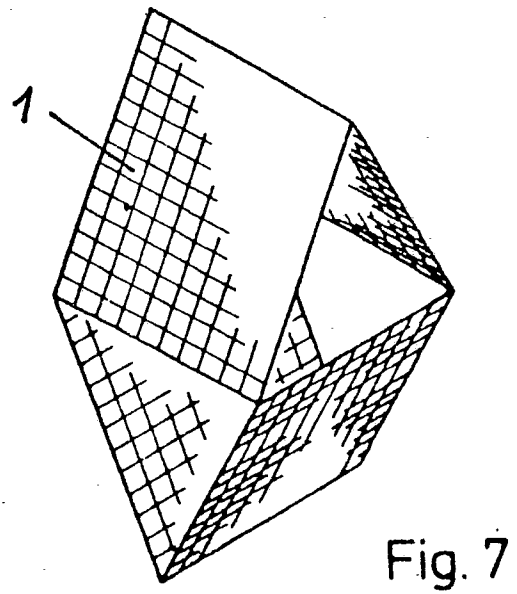
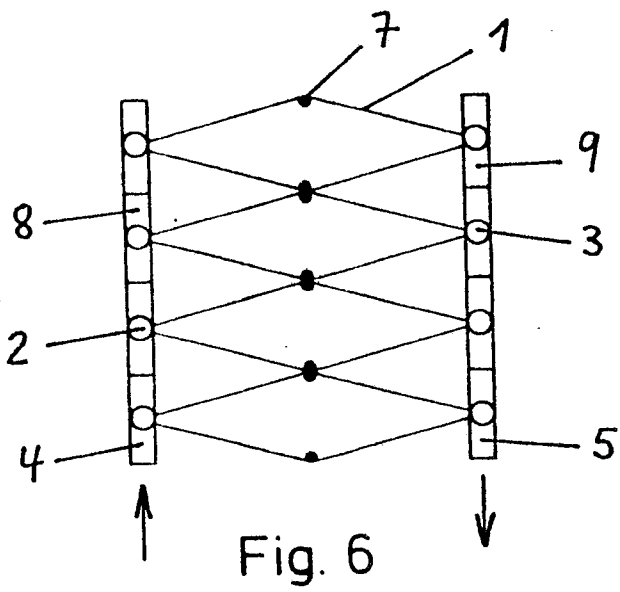
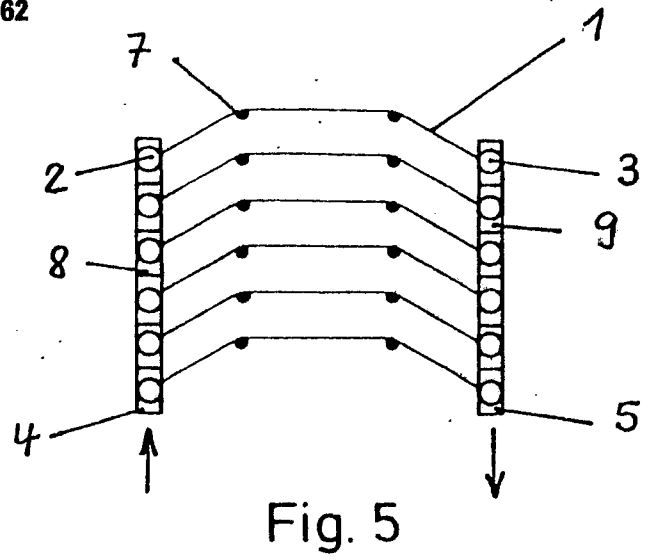
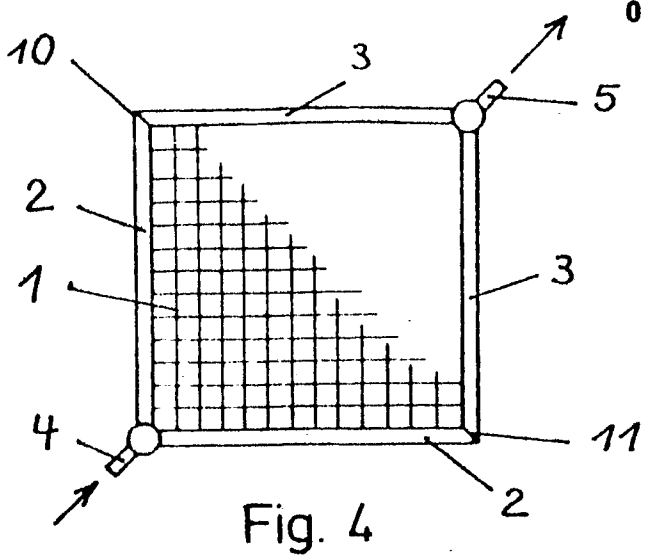


Fig. 3



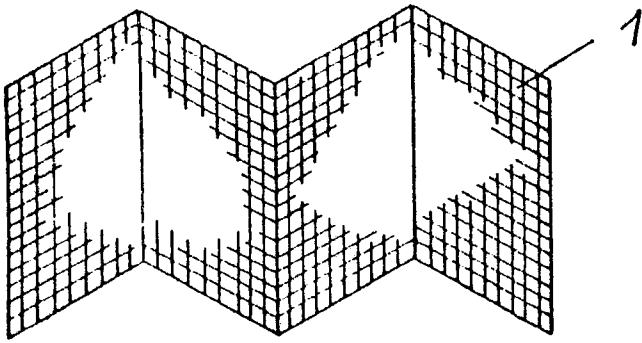


Fig. 10

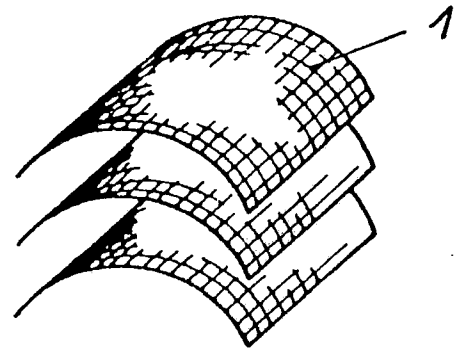


Fig. 11

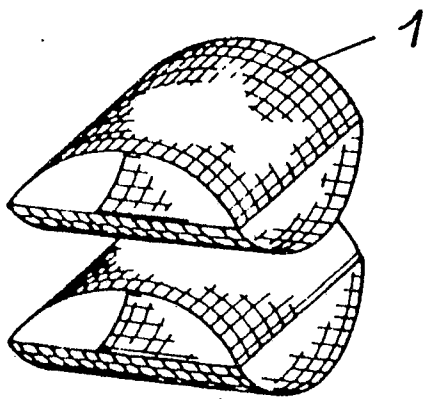


Fig. 12

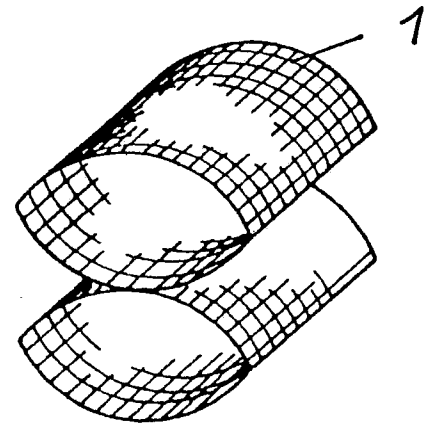


Fig. 13

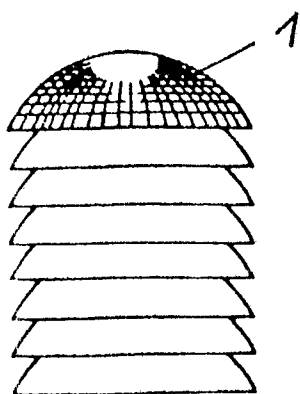


Fig. 14

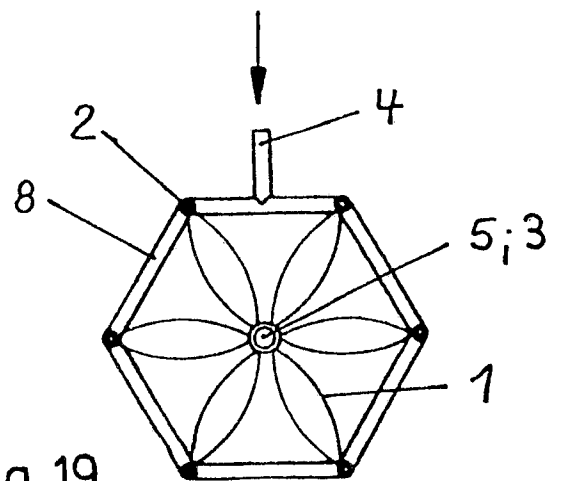


Fig. 19

