(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 23 231 T2** 2008.08.07

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 370 816 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 23 231.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB02/01356**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 706 978.0**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/075232**
(86) PCT-Anmeldetag: **21.03.2002**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **26.09.2002**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.12.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **31.10.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.08.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***F28F 1/22*** (2006.01)
F28F 9/02 (2006.01)
F28F 9/26 (2006.01)
F28F 9/16 (2006.01)
F28B 1/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
0107107 **21.03.2001** **GB**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:
Dwyer, Robert Charles, Kent, GB

(74) Vertreter:
Hauck Patent- und Rechtsanwälte, 80339 München

(72) Erfinder:
Dwyer, Robert Charles, Kent DA14 4LG, GB

(54) Bezeichnung: **WÄRMEAUSTAUSCHER ZWISCHEN EINEM GAS UND EINER FLÜSSIGKEIT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher, die manchmal auch als Schlangen, beispielsweise Heiz-, Kühl- oder Kondensatorrohrschlangen, bezeichnet werden.

[0002] Solche Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher werden beispielsweise weithin zur Heizbelüftung und Klimatisierung verwendet. Die Wärme wird zwischen einem Wärmetauscherfluid, das im Innern des Wärmetauschers strömt, und der Umgebung des Wärmetauschers durch einen Gasstrom, typischerweise Luft, über die äußeren Oberflächen des Wärmetauschers übertragen. Ein Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher unterscheidet sich eindeutig von einem Fluid-zu-Flüssigkeit-Wärmetauscher, bei dem die Mitwirkung einer äußeren Flüssigkeit bedeutet, dass viele andere Gesichtspunkte wichtig sind.

[0003] Ein typischer existierender Fluid-zu-Gas-(Luft)-Wärmetauscher ist in Fig. 1 gezeigt. Dieser herkömmliche Wärmetauscher umfasst einen Tragrahmen **1** und eine Mehrzahl von Rohrabschnitten **2**, die zum Befördern eines Wärmeaustauschfluids zwischen einem Hinflusskrümmer **3** und einem Rückflusskrümmer **4** angeordent sind. Es ist zu erkennen, dass die Rohrabschnitte **2** an einer Stelle, die von dem Abschnitt des in Fig. 1 gezeigten Wärmetauschers entfernt liegt, miteinander verbunden sind, um Fluidverbindungspfade zwischen dem Hinfluss- und dem Rückflusskrümmer **3**, **4** zu vervollständigen. Um den erwünschten Wärmestrom in das in den Rohrabschnitten **2** strömende Wärmetauschfluid oder aus diesem heraus zu fördern, ist eine Mehrzahl von Rippen **5** vorgesehen, die im Wesentlichen rechtwinkelig zu den Rohrabschnitten **2** verlaufen. Jede dieser Rippen **5** ist typischerweise ein äußerst dünnes Metallstück, das mit einer Mehrzahl von Öffnungen versehen ist, durch die hindurch die Rohrabschnitte **2** verlaufen. Die Rippen **5** sind herkömmlicherweise äußerst dicht gepackt, wobei ein typischer Abstand oder Zwischenraum in der Größenordnung von 2 bis 5 mm liegen kann. Außerdem sind die Rippen zwar größtenteils aus Metall, typischerweise aus Aluminium, sind jedoch oft mit einer Schutzschicht aus Polyester überzogen, die dazu beiträgt, dass sich diese bei Einwirkung durch die Umgebung nicht zersetzen. Außerdem ist anzumerken, dass bei einem normalen Fertigungsvorgang nach dem Einführen der (typischerweise aus Kupfer bestehenden) Rohrabschnitte **2** durch die Öffnungen in den Rippen **5** hindurch geeignete Aufweitstäbe oder Kugellager durch die Rohrabschnitte **2** hindurch getrieben werden, um das Kupfer bis zum Kontakt mit dem Umfang der Öffnungen in den Rippen **5** aufzudehnen. Nach Beendigung dieses Schritts werden die Rohrabschnitte miteinander verbunden, um die gewünschten Strömungspfade durch den Wärmetauscher hindurch bereitzustellen.

[0004] Solche existierenden Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher weisen eine Reihe von Problemen auf.

[0005] Zuallererst ist das Verfahren zu ihrer Stellung äußerst zeitaufwendig, arbeitsintensiv und sehr schwer, wenn nicht unmöglich, zu automatisieren. Herkömmliche Wärmetauscherschlangen sind oft nach Kundenwünschen gebaut und schließen viel Handarbeit oder Endbearbeitung in sich. In manchen Fällen ist das Schweißen oder Löten nicht zu 100% effektiv, und die Anzahl und die Art solcher Verbindungsstellen, die in komplizierten Schlangen vonnöten sind, kann zur Gefahr von Leckstellen führen.

[0006] Außerdem beruht der Wirkungsgrad des Wärmetauschers darauf, dass Wärme aus den Rohrabschnitten **2** und entlang den Rippen **5** oder umgekehrt geleitet wird. Jedoch wirken die tatsächliche Konstruktion der Rippen **5** und der Rohre **2** und deren Verbindungsverfahren entgegen diesem erwünschten Wärmestrom. Zwischen der Außenseite der Kupferrohrabschnitte **2** und den Öffnungen in den Rippen besteht nur eine mechanische Verbindung, und das ist für zum Leiten von Wärme nicht gut. Das Problem verschlimmert sich durch die Polyesterschicht, die typischerweise auf den Rippen **5** vorhanden ist, und dadurch, dass die Kontaktoberfläche zwischen dem Umfang jeder Öffnung in der Rippe und dem Rohrabschnitt klein ist. Da die Rippen außerdem im Allgemeinen aus dünnem Blech ausgestanzt sind, weisen sie eine Form auf, durch die von Natur aus Wärme mangelhaft in Richtung zu den Rohrabschnitten oder von diesen weg geleitet wird. Bei jedem gegebenen, existierenden Wärmetauscher dieser Art verbinden sich einer oder mehrere dieser Faktoren, was bedeutet, dass zwischen der Außenfläche jedes Rohrabschnitts und den Bereichen der Rippe angrenzend an jede Öffnung eine schnelle Temperaturänderung erfolgt. Das ist eine andere Art zu sagen, dass die Wärmeübertragung in jeder Richtung nicht so effektiv ist, wie sie sein könnte, und die Wärmewirkung geopfert wird, weil die Leitwirkung zwischen den Rohrabschnitten **2** und den Rippenabschnitten **5** schlecht ist.

[0007] Ein weiteres Problem bei herkömmlichen Wärmetauschern ist, dass es durch die enge Anordnung der Rippen **5** fast unmöglich ist, eine wirksame Reinigung oder eine Sterilisierung gegen Legionella-Bakterien zu vollziehen.

[0008] Noch ein weiterer Nachteil ist, dass existierende Wärmetauscher wegen ihrer Größe verhältnismäßig schwer sind und umständlich zu handhaben sind.

[0009] Weiterhin lassen sich solche herkömmlichen Wärmetauscher ökonomischer herzustellen, wenn die Breite, d. h. die Richtung, in der die Rohrabschnitte **2** verlaufen, maximiert wird, während die Höhe minimiert wird. Zumindest unter manchen Umständen

steht jedoch eine solche Form in direktem Widerspruch zu der Form, die aus anderen Gründen erwünscht ist. Beispielsweise sollten Luftbehandlungseinheiten vorzugsweise einen quadratischen oder fast quadratischen Querschnitt aufweisen.

[0010] Ein weiterer Nachteil bei herkömmlichen Fluid-zu-Gas-Wärmetauschern ist, dass die Rippen dünn sind und deshalb bei der Herstellung, dem Einbau oder an der Betriebsstelle und in Betrieb leicht beschädigt werden können. Weiterhin ist die Nutzungsdauer der Rippen **5** selbst bei Ausstattung mit einer Polyesterschicht im Vergleich zu derjenigen von anderen Komponenten in der Wärmetauscherschlange verhältnismäßig kurz.

[0011] Der Fachmann auf dem Gebiet der Wärmetauscher weiß, dass es zur Maximierung des Wirkungsgrads attraktiv ist, einen Gegenstrom zustande zu bringen. Gegenstrom bedeutet, dass dafür gesorgt wird, dass der Strom des in den Rohrabschnitten **2** strömenden Wärmeaustauschfluids in Gegenrichtung zu dem Luftstrom oder einem anderen Fluidstrom durch die äußeren Abschnitte des Wärmetauschers läuft. Dadurch kann die Temperaturdifferenz zwischen den zwei Fluids, zwischen denen Wärme getauscht werden soll, besser maximiert werden. Wie man aus Fig. 2 ersehen kann, ist die Hauptwirkung in herkömmlichen Wärmetauschern ein Querstrom und kein Gegenstrom. Eine Möglichkeit für einen Gegenstrom besteht dort, wo der Wärmetauscher in der Richtung des ankommenden Luftstroms tief ist, ansonsten besteht eine minimale Möglichkeit für einen Gegenstrom.

[0012] Wenigstens manchen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher zu schaffen, mit dem eines oder mehrere der oben erläuterten Probleme angesprochen werden.

[0013] US 5,411,079 betrifft einen Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, wobei eine Mehrzahl von Rohrabschnitten zum Befördern eines Fluids und mehrere Rippenabschnitte zwischen benachbarten Rohrabschnitten vorhanden sind, welche den gewünschten Wärmestrom fördern können.

[0014] Gemäß einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher geschaffen, umfassend eine Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen, wobei jedes Rippen-Rohr-Element wenigstens einen Rohrabschnitt zum Befördern von Wärmeaustauschfluid und wenigstens einen jeweiligen Rippenabschnitt umfasst, welcher in Kontakt mit dem Rohrabschnitt steht und angeordnet ist, um den Austausch von Wärme zwischen dem Fluid im Rohrabschnitt und der Umgebung zu fördern, wobei der Rohrabschnitt und der Rippenabschnitt Seite an Seite verlaufen, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Abschnitt ein sinusförmiges Profil aufweist und die Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen relativ zueinander angeordnet ist, um wenigstens einen jeweiligen sinusförmigen Luftstrompfad ebendort dazwischen zum Fördern eines tubulenten, aber frei fließenden Luftstroms entlang dem wenigstens einen jeweiligen sinusförmigen Luftstrompfad zu definieren.

[0015] Es ist klar, dass der Begriff der Umgebung in weitem Maße betrachtet werden sollte und die Luft in einem Raum, die Atmosphäre oder ein Gas, das über den Wärmetauscher mit einer Aufnahmekonstruktion hinweg strömen kann, umfassen könnte.

[0016] Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zur Verwendung im Bereich des Belüftens, Beheizens oder Klimatisierens. In diesen Fällen ist das Gas fast immer die Umgebungsluft.

[0017] Dass Rippen bereitgestellt werden, die in einer im Wesentlichen parallel zu der Richtung der Rohre liegenden Richtung verlaufen, führt zu einer Anzahl von Vorteilen im Vergleich zu existierenden Anordnungen, bei denen die Rippen rechtwinkelig zu den Rohren liegen. Beispielsweise lässt sich in manchen Fällen ein Längsluftstrom entlang der Außenfläche der Rohre zustande bringen, wodurch eine Gegenstromsituation entlang der Länge des Rohrs zur Maximierung des Wirkungsgrads erleichtert wird. Durch die Rohr-und-Rippen-Anordnung können auch verschiedene Konstruktions- und Fertigungsvorteile wie verbesserte Festigkeit und einfachere Fertigungsverfahren möglich werden. Weitere Vorteile, welche die Rippen-Rohr-Anordnung möglich macht, werden bei Betrachtung des Folgenden besser erkennbar.

[0018] Vorzugsweise verläuft der Rippenabschnitt im Wesentlichen entlang der gesamten Länge des Rohrabschnitts. Vorzugsweise steht im Wesentlichen die gesamte Länge des Rippenabschnitts in Kontakt mit dem Rohrabschnitt.

[0019] Das Rippen-Rohr-Element kann einstückig sein. Das Rippen-Rohr-Element kann ein Extrusionsteil sein. Das Rippen-Rohr-Element kann aus extrudiertem Aluminium bestehen. Durch ein einstückiges Rippen-Rohr-Element kann die Effektivität des Wärmestroms zwischen dem/den Rohrabschnitten) und dem/den Rippenabschnitt(en) sehr stark zunehmen.

[0020] Die Mehrzahl von Rohrabschnitten ist vorzugsweise über jeweilige Rippenabschnitte miteinander verbunden. Jedes Rohr und sein jeweiliger Rippenabschnitt oder seine jeweiligen Rippenabschnitte können einstückig sein. Durch die Möglichkeit zur Vorfertigung von Rippen-Rohr-Elementen mit einer Mehrzahl von Rohrabschnitten kann die Herstellung sehr viel leichter werden.

[0021] Jeder Rippenabschnitt kann einen Wurzelabschnitt aufweisen, an dem er auf seinen jeweiligen Rohrabschnitt trifft, wobei der Wurzelabschnitt dicker als der Rest des Rippenabschnitts sein kann.

[0022] Die Rippen-Rohr-Elemente können derart geformt und angeordnet sein, dass sie eine dichte Packung der Rohrabschnitte erlauben, wobei insbesondere der Abstand zwischen benachbarten Rippen-Rohr-Elementen geringer als der Außendurchmesser der Rohrabschnitte sein kann. Das kann durch Versetzen der Lage der Rohrabschnitte in benachbarten Rippen-Rohr-Elementen leichter werden.

[0023] Die Rohrabschnitte können beispielsweise einen runden Querschnitt oder einen ovalen Querschnitt aufweisen. Durch Verwendung eines ovalen Querschnitts kann eine engere Packung als bei einem runden Querschnitt ermöglicht werden.

[0024] Vorzugsweise werden die Form jedes Rippen-Rohr-Elements und/oder die Anordnung der Rippen-Rohr-Elemente untereinander derart gewählt, dass die Wärmeübertragung auf ein Fluid, beispielsweise Luft, gefördert wird, das an den Rippen-Rohr-Elementen vorbei strömt. Die Form und/oder Anordnung untereinander können derart gewählt werden, dass ein frei fließender, turbulenter Strom an den Rippen-Rohr-Elementen vorbei gefördert wird.

[0025] Der Wärmetauscher kann wenigstens einen Krümmer umfassen, wobei ein Innenraum davon in Fluidverbindung mit dem Innern des Rohrabschnitts steht. Typischerweise sind zwei Krümmer vorhanden, zwischen denen der Rohrabschnitt angeordnet ist, so dass über den Rohrabschnitt ein Fluidpfad zwischen den Innenräumen der zwei Krümmer besteht.

[0026] Typischerweise ist der oder jeder Krümmer derart angeordnet, dass er in Fluidverbindung mit einer Mehrzahl von Rohrabschnitten steht.

[0027] Der Rohrabschnitt kann mit Hilfe eines Klebstoffs, beispielsweise Epoxidharz, mit dem Krümmer verbunden sein. Der Rohrabschnitt kann mit Hilfe eines geeigneten Lots oder von Schweißverfahren mit dem Krümmer verbunden sein. Der Rohrabschnitt kann mit Hilfe eines Düsenglieds mit einem Abschnitt, der sich innerhalb des Rohrabschnitts befinden kann, mit dem Krümmer verbunden sein. Es kann auch eine Kombination von einigen dieser Verfahren miteinander sowie mit anderen Verfahren verwendet werden.

[0028] Der Krümmer kann einen rohraufnehmenden Abschnitt umfassen. Die Tätigkeit des Verbindens des Rohrabschnitts mit dem Krümmer kann wenigstens teilweise von einer Seite des rohraufnehmenden Abschnitts ausgeführt werden, welcher sich im späteren Innern des Krümmers befindet. Der Krümmer kann aus wenigstens zwei zu Anfang getrennten Teilen bestehen, derart dass wenigstens ein Teil der Tätigkeit des Verbindens des Rohrabschnitts mit dem rohraufnehmenden Abschnitt des Krümmers von der Seite des rohraufnehmenden Abschnitts, der später dem Innenraum des Krümmers zugewandt ist, ausgeführt werden kann.

[0029] Der Wärmetauscher kann eine Mehrzahl von Untereinheiten umfassen, von denen jede Untereinheit ein entsprechend beabstandetes Paar von Krümmern umfasst, zwischen welchen wenigstens ein entsprechendes Rippen-Rohr-Element angeordnet ist, das wenigstens einen Rohrabschnitt aufweist, um einen Fluidverbindungspfad zwischen den Innenräumen der zwei Krümmer bereitzustellen.

[0030] Benachbarte Krümmer in dem Wärmetauscher können in Fluidverbindung miteinander stehen.

[0031] Das Innere eines ersten Krümmers in dem einen Paar kann in Fluidverbindung mit dem Innern eines ersten Krümmers in einem anderen Paar stehen. Das Innere des zweiten Krümmers in dem einen Paar kann in Fluidverbindung mit dem Innern des zweiten Krümmers in dem anderen Paar stehen.

[0032] Die Untereinheiten können auf solch eine Weise angeordnet und miteinander verbunden sein, dass ein Gegenstromwärmetausch auftreten kann. Beispielsweise können zwei Untereinheiten hintereinander in der Richtung eines externen Gasstroms durch den Wärmetauscher hindurch aufgestellt werden, und das Wärmetauschfluid kann als erstes durch die Untereinheit, welche den externen Gasstrom als zweites aufnimmt, und als zweites durch die Untereinheit geführt werden, welche den externen Gasstrom als erstes aufnimmt.

[0033] Indem geeignete Kammern und Verbindungen in manchen oder sämtlichen Krümmern vorgesehen werden, kann ein ähnlicher Gegenstrom innerhalb einer Untereinheit oder in einem Wärmetauscher ohne Untereinheiten zustande gebracht werden.

[0034] Es kann ein Verbindungsnippel zum physischen Verbinden benachbarter Krümmer und zum Bereitstellen einer Fluidverbindung dazwischen vorgesehen werden.

[0035] Der Wärmetauscher mit einem Paar von Krümmern darin, die durch mindestens ein Rippen-Rohr-Element verbunden sind, und faktisch jede von den Untereinheiten, wenn diese vorhanden sind, bilden in sich eine starre Konstruktion. Deshalb lässt sich die Notwendigkeit eines Tragrahmens vermeiden.

[0036] Gemäß einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Fluid-zu-Gas-Wärmetauschers geschaffen, welches wenigstens ein Paar von Krümmern und eine Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen aufweist, wobei jedes Rippen-Rohr-Element wenigstens einen Rohrabschnitt zum Befördern von Wärmetauschfluid und wenigstens einen jeweiligen Rippenabschnitt umfasst, welcher in Kontakt mit dem Rohrabschnitt steht und angeordnet ist, um den Austausch von Wärme zwischen dem Fluid im Rohrabschnitt und der Umgebung zu fördern, wobei der Rohrabschnitt und der Rippenabschnitt Seite an Seite verlaufen, jeder Rippenabschnitt ein sinusförmiges Profil aufweist und die Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen relativ zu einander angeordnet ist, um wenigstens einen jeweiligen sinusförmigen Luftstrompfad ebendort dazwischen zum Fördern eines tubulenten, aber frei fließenden Luftstroms entlang dem wenigstens einen jeweiligen sinusförmigen Luftstrompfad zu definieren, wobei das Verfahren den folgenden Schritt umfasst: Verbinden jedes von den Rippen-Rohr-Elementen zwischen den Paar von Krümmern, um damit einen Fluidverbindungsweg mittels des Rohrabschnitts bereitzustellen.

[0037] Das Verfahren kann den Schritt des Verwendens vorweg erzeugter, standardmäßiger Rippen-Rohr- und Krümmer-Komponenten umfassen. Das Verfahren kann weiter den Schritt des Schneidens des oder jedes Rippen-Rohr-Elements auf eine gewünschte Länge umfassen. Das Verfahren kann weiter den Schritt des Schneidens von wenigstens einigen von den Krümmerkomponenten auf eine gewünschte Länge umfassen.

[0038] Der Schritt des Verbindens des Rippen-Rohr-Elements mit den Krümmern kann das Bearbeiten von dem späteren Innern jedes Krümmers umfassen. Dieses Bearbeiten vom Innern kann notwendig sein, um eine wirksame Abdichtung gegen das Wärmetauschfluid bei Gebrauch sicherzustellen.

[0039] Jeder Krümmer kann einen rohraufnehmenden Abschnitt und wenigstens einen anderen Teil umfassen, welcher anfänglich von dem rohraufnehmenden Abschnitt getrennt ist, um so den Zugriff zu einer Seite des rohraufnehmenden Abschnitts zu erlauben, welche später dem Innenraum des Krümmers zugewandt ist, und wobei der Schritt des Verbindens des Rippen-Rohr-Elements mit jedem Krümmer die Schritte erstens des Ausführens wenigstens eines Teils des Vorgangs zum Verbinden des Rohrabschnitts mit dem Krümmer von der Seite des rohraufnehmenden Abschnitts, welche später dem Innenraum des Krümmers zugewandt ist, und zweitens des Miteinander-Verbindens des rohraufnehmenden Abschnitts und des wenigstens einen anderen Teils umfassen kann.

[0040] Das Verfahren kann die Schritte des Herstellens einer Mehrzahl von Untereinheiten durch Verbinden von wenigstens einem jeweiligen Rippen-Rohr-Element zwischen einem jeweiligen Paar von Krümmern, um somit einen Fluidverbindungspfad zwischen den Innenräumen der Krümmer mittels des Rohrabschnitts bereitzustellen, und des Miteinander-Verbindens der Untereinheiten zum Ausbilden des Wärmetauschers umfassen.

[0041] Vorzugsweise sind Verbindungen zwischen den Krümmern hergestellt. Nunmehr werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beispielhaft und nur an Hand der anliegenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0042] Fig. 1 eine schematische, perspektivische Ansicht eines Teils eines herkömmlichen Fluid-zu-Gas-Wärmetauschers ist;

[0043] Fig. 2 eine schematische, perspektivische Ansicht eines herkömmlichen Fluid-zu-Gas-Wärmetauschers ist, welcher die vorliegende Erfindung verkörpert;

[0044] Fig. 3 eine schematische, perspektivische Ansicht eines Teils des in Fig. 2 gezeigten Wärmetauschers ist, um zum Verständnis beizutragen;

[0045] Fig. 4 eine andere schematische, perspektivische Ansicht eines Teils des in Fig. 2 gezeigten Wärmetauschers ist, um zum Verständnis beizutragen;

[0046] Fig. 5 eine Schnittansicht durch drei Rippen-Rohr-Elemente der Art ist, die in dem in Fig. 2 gezeigten Wärmetauscher enthalten ist;

[0047] Fig. 6 eine schematische Schnittansicht eines zweiteiligen Krümmers der Art ist, die in dem in Fig. 2 gezeigten Wärmetauscher vorgesehen ist;

[0048] Fig. 7 eine schematische Schnittansicht eines alternativen zweiteiligen Krümmers ist;

[0049] Fig. 8 eine schematische, perspektivische Ansicht ist, die eine Methode veranschaulicht, mit der zwei benachbarte Krümmer miteinander verbunden werden können;

[0050] Fig. 9 eine schematische Schnittansicht einer Anordnung zum Befestigen eines Rippen-Rohr-Elements an einem Krümmer ist; und

[0051] Fig. 10 schematisch eine Luftbehandlungseinheit zeigt, welche die Erfindung verkörpert.

[0052] Fig. 2 zeigt einen Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher, der im Wesentlichen eine Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen **6** umfasst, die zwischen jewei-

ligen Paaren von Krümmern **3**, **4** verbunden sind. In dem Paar von Krümmern **3**, **4** wirkt ein Krümmer als Hinlaufkrümmer **3**, und der andere wirkt als Rücklaufkrümmer **4**. Jeder von den Krümmern **3**, **4** ist entweder direkt oder über interne Verbindungen mit einem Rohrleitungssystem verbunden, welches den Transport eines Wärmetauschfluids zu dem Wärmetauscher hin und davon weg zulässt. In Fig. 2 ist nur ein solches Rohrleitungsstück **7** gezeigt. Konstruktion und Anordnung der Krümmer **3**, **4** und der Rippen-Rohr-Elemente **6** sind in den Fig. 3 bis Fig. 6 deutlicher zu sehen und werden im Folgenden ausführlich beschrieben.

[0053] In dem in Fig. 2 gezeigten Wärmetauscher sind sechs Untereinheiten **8** vorhanden, von denen jede ein jeweiliges Paar von Krümmern **3**, **4** und eine jeweilige Gruppe von Rippen-Rohr-Elementen **6** umfasst, die zwischen dem Paar von Krümmern **3**, **4** angeordnet sind. Jede Untereinheit **8** bildet eine starre Konstruktion in sich selbst und könnte bei geeignetem Anschluss faktisch als Wärmetauscher an sich selbst fungieren. Mithin kann der in Fig. 2 gezeigte Wärmetauscher als eine modulare Konstruktion aufweisend gelten, und diese modulare Bauweise ist einer der wichtigen Gedanken in der vorliegenden Anmeldung.

[0054] Zwar sind die Verbindungen zwischen den sechs Modulen oder Untereinheiten **8**, die in dem in Fig. 2 gezeigten Wärmetauscher vorgesehen sind, nicht ausführlich gezeigt, es ist jedoch zu erkennen, dass die Anordnung verwendet werden kann, um einen Gegenstrom derart zustande zu bringen, dass das Wärmetauschfluid zuerst durch die Reihe von Untereinheiten **8** geleitet wird, die am weitesten von der Eintrittsstelle des externen Luftstroms durch den Wärmetauscher hindurch entfernt sind, und erst dann durch die Reihe von Untereinheiten **8** geleitet wird, welche den Luftstrom als Erste aufnehmen. Ferner ist zu erkennen, dass die Anzahl der Untereinheiten mitnichten auf zwei begrenzt ist und dort, wo mehr Modulreihen vorhanden sind, der Gedanke des Gegenstroms immer noch durch den gesamten Wärmetauscher hindurch angewandt werden kann.

[0055] Insbesondere in den Fig. 3 und Fig. 5 besteht jedes Rippen-Rohr-Element **6** aus einer Mehrzahl von Rohrabschnitten **61**, die durch jeweilige Rippenabschnitte **62** verbunden sind. Es ist jedoch auch zu sehen, dass das Rippen-Rohr-Element **6** an jedem Ende in einem Rippenabschnitt **62** endet und, da auch die Rohre **61** verbindende Rippenabschnitt **62** vorhanden sind, mithin auch Rippenendabschnitte **62** vorhanden sind. Die längs gerichtete Länge der Rohre **61** und der Rippenabschnitte **62** erstrecken sich im Wesentlichen parallel.

[0056] Bei der vorliegenden Erfindung umfasst jedes Rippen-Rohr-Element **6** vier Rohrabschnitte **61**, drei verbindende Rippenabschnitte **62** und zwei Rippenendabschnitte **62**. Es ist jedoch zu erkennen, dass praktisch jede gewünschte Anzahl von Rohrabschnitten **61** und Rippenabschnitten **62** verwendet werden kann.

[0057] Man beachte, dass das Rippen-Rohr-Element **6** einstückig ist. Das soll heißen, dass sämtliche Rippenabschnitte **62** und Rohrabschnitte **61** aus einem einzigen Materialstück bestehen. Bei der vorliegenden Erfindung ist jedes Rippen-Rohr-Element **6** ein Extrusionsteil aus Aluminium.

[0058] Wie am besten in Fig. 5 zu sehen ist, wo jeder Rippenabschnitt **62** auf einen jeweiligen Rohrabschnitt **61** trifft, weist der Rippenabschnitt einen Wurzelabschnitt **62a** auf, der dicker als der Rest des Rippenabschnitts **62** ist. Diese Anordnung trägt dazu bei, einen Wärmestrom zwischen dem Rohrabschnitt **61** und dem Rippenabschnitt **62** in jeder Richtung zu begünstigen. In der im Bereich der Wärmetauscher verwendeten Terminologie trägt der Wurzelabschnitt **62a** dazu bei, den Wirkungsgrad der Rippen zu maximieren. Das kommt zumindest zum Teil dadurch zustande, dass der Wirkungsgrad der sekundären Oberfläche der Rippenabschnitte **62** erhöht wird. Als primäre Oberfläche eines Wärmetauschers gilt der Bereich, der auf eine Temperatur gelangt, die im Wesentlichen die gleiche wie die Temperatur des in dem Rohrabschnitt **61** strömenden Fluids ist, wohingegen die sekundäre Oberfläche als der Abschnitt betrachtet werden kann, in dem eine sehr starke Temperaturdifferenz zwischen dem Rippenabschnitt und dem in dem Rohrabschnitt **61** strömenden Fluid besteht.

[0059] Wie am deutlichsten in den Fig. 3 und Fig. 5 zu sehen ist, sind die Rohrabschnitte **61** in benachbarten Rippen-Rohr-Elementen **6** in versetzter Formation angeordnet. Dadurch kann der Zwischenraum zwischen benachbarten Rippen-Rohr-Elementen **6** (ihr Abstand) kleiner als der Außendurchmesser der Rohrabschnitte **61** sein.

[0060] Außerdem besitzt jeder der Rippenabschnitte **62** eine sinusförmige Gestalt. Diese sinusförmige Gestalt ist aus zwei Gründen gewählt. Einer ist, dass sie einen sinusförmigen Pfad für den durch den Wärmetauscher hindurch erfolgenden Luftstrom begünstigt, und der andere ist, dass sie ein dichtes Packen leichter macht. Wie in Fig. 5 gezeigt ist, wurde die Form des Rippenabschnitts **62** derart gewählt, dass der Abstand α, an dem der Rippenabschnitt **62** des einen Rippen-Rohr-Elements **6** dem Rohrabschnitt **61** eines anderen Rippen-Rohr-Elements **6** am nächsten kommt, in dem gesamten einen sinusförmigen Luftdurchlass zwischen den zwei benachbarten Rippen-Rohr-Elements **6** und vorzugsweise in allen diesen Luftdurchlässen im Wesentlichen konstant ist. Es ist zu sehen, dass bei dieser Ausführungsform der Mittelpunkt jedes Rippenabschnitts **62** im Wesentli-

chen mit einer Linie übereinstimmt, welche die Mitten der zwei am engsten befindlichen Rohrabschnitte **61** in diesem Rippen-Rohr-Element **6** verbindet. Durch dieses Merkmal des Rippen-Rohr-Elements **6** kann der Abstand α leichter konstant gehalten werden.

[0061] Es ist wichtig, den Luftstrompfad durch den Wärmetauscher hindurch zu berücksichtigen, da sich durch Schaffung eines turbulenten Stroms bis zu einer gewissen Grenze hin die Wärmeübertragung verbessert, wohingegen über diese Grenze hinaus der Wirkungsgrad der Wärmeübertragung abnimmt. Es ist zu wünschen, dass die Anordnung von Luftdurchlässen durch den Wärmetauscher hindurch derart ist, dass ein turbulenter, aber frei fließender Luftstrom entsteht.

[0062] Jeder der Hinfluss- und Rückflusskrümmer **3**, **4** ist im Wesentlichen als Kastenabschnitt geformt und besitzt einen rohraufnehmenden Abschnitt **31**, **41**, der mit einer Mehrzahl von Öffnungen zum Aufnehmen der Enden der Rohrabschnitte **61** in den Rippen-Rohr-Element **6** versehen ist. Mithin müssen dort, wo die Rippen-Rohr-Elemente **6** derart angeordnet werden sollen, dass die Rohrabschnitte **61** eine versetzte Anordnung aufweisen, die entsprechenden Öffnungen in den Krümmern **3**, **4** in klarer Weise ebenfalls eine versetzte Anordnung aufweisen. Wie in Fig. 3 zu sehen ist, folgt daraus auch, dass die Mitten der Öffnungen für ein Rippen-Rohr-Element **6** in einer Längsrichtung des Krümmers **3**, **4** von den Öffnungen für das benachbarte Rippen-Rohr-Element **6** um eine Stück beabstandet sind, das kleiner als der Durchmesser der Öffnungen selbst ist.

[0063] Jeder der Rohrabschnitte **61** muss in seine entsprechende Öffnung in dem rohraufnehmenden Abschnitt **31**, **41** hinein und vorzugsweise etwas durch diese hindurch ragen. Mithin verlaufen zwar die Rippenabschnitte **62** über im Wesentlichen die gesamte Länge der Rohrabschnitte **61** Seite an Seite entlang den jeweiligen Rohrabschnitten **61**, jedoch muss jedes Ende jedes Rohrabschnitts **61** ein kleines Stück über seine jeweiligen Rippenabschnitte **62** hinaus vorstehen, um eine Einführung in die passenden Öffnungen zuzulassen.

[0064] Während jeder Krümmer **3**, **4** in der oben erwähnten Weise die Form eines Kastenabschnitts aufweist, besteht dieser Kastenabschnitt bei der vorliegenden Ausführungsform faktisch aus zwei Hälften, wie bei einem der Krümmer in Fig. 6 gezeigt ist. Die Krümmer **3**, **4** sind in zwei Hälften vorgesehen, die in geeigneter Weise aneinander befestigt werden können. Das heißt, dass mit dem zweigeteilten Krümmer dann, wenn die Rohrabschnitte **61** in ihre jeweiligen Öffnungen eingeführt werden, wenigstens einige von den Bearbeitungsgängen, die beim Befestigen der Rohrabschnitte an dem rohraufnehmenden Glied **31**, **41** angewandt werden, von dort aus vorgenommen werden können, wo später die Innenseite des Krümmers **3**, **4** sein wird.

[0065] Bei der vorliegenden Erfindung sind beide Längsabschnitte der Krümmer **3**, **4** Extrusionsteile aus Aluminium, und ein bevorzugtes Befestigungsverfahren zum Befestigen der Rohre an den Krümmern und der beiden Hälften aneinander ist eine Aluminiumschweiß- oder -löttechnik unter Verwendung einer im Handel erhältlichen Lötmasse, erhältlich von Techno-weld Ltd. in Aston Works, West End, Aston, Oxfordshire OX18 2NP, Großbritannien.

[0066] Zwar lassen sich mit Hilfe dieser Technik eine sehr gute Verbindung und Dichtung erhalten, es besteht jedoch die Meinung, dass der Zugang zu der Seite des rohraufnehmenden Abschnitts **41**, **31**, welche das Innere des Krümmers **3**, **4** bilden wird, beim Verbinden der Rohrabschnitte **61** mit dem Krümmer **3**, **4** notwendig ist.

[0067] Jedoch können in Alternativen unterschiedliche Befestigungs- und Abdichtungsverfahren verwendet werden, beispielsweise ein Epoxidharzbads auf der Außenfläche der rohraufnehmenden Abschnitte **41**, **31** während der Montage derart vorzusehen, dass der Zugang zum Innern der Krümmer **3**, **4** nicht erforderlich ist. Natürlich brauchte in diesem Fall kein zweiteiliger Krümmer der oben gezeigten Art vorgesehen zu werden. Zum Befestigen und Abdichten der Komponenten kann ein im Handel erhältlicher Klebstoff mit der Bezeichnung Eurobond AC121308ML verwendet werden.

[0068] Zur Fertigstellung der Krümmer **3**, **4** sind Endkappen vorgesehen, um die offenen Enden der extrudierten Teile (oder des extrudierten Teils, wenn ein einteiliger Krümmer mit kastenförmigem Querschnitt verwendet wird) zu verschließen, obwohl das nicht im Einzelnen gezeigt ist. Diese Endkappen können unter Verwendung der gleichen Verfahren, die oben genannt sind, in Position befestigt werden.

[0069] Bei der vorliegenden Ausführungsform werden einfache Einabteil-Krümmer **3**, **4** verwendet, die so angeordnet sind, dass ein Fluidverbindungspfad zwischen dem gesamten Innern eines ersten Krümmers **3** in einem jeweiligen Paar durch die Rohrabschnitte **61** sämtlicher Rippen-Rohr-Elemente **6** in dieser Untereinheit **8** hindurch zu dem gesamten Innenraum des anderen Krümmers **4** in dem jeweiligen Paar besteht.

[0070] In Alternativen können jedoch Mehrabteil- oder Mehrkammer-Krümmer vorgesehen sein. Fig. 7 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen solchen Mehrabteil-Krümmer. Hierbei sind zwei Kammern **91**, **92** vorhanden, die durch eine Teilungswand **93** getrennt sind. Diese Teilungswand **93** verläuft entlang

der Länge des Krümmers, so dass die zwei Kammern **91**, **92** in Längsrichtung im Innern des Krümmers angeordnet sind. Wie am besten in Fig. 7 zu sehen ist, stehen in diesem Fall mithin zwei von den Rohrabschnitten **61** in jedem Rippen-Rohr-Element **6** mit der ersten Kammer **91** in Verbindung, wohingegen die übrigen zwei Rohrabschnitte **61** in dem Rippen-Rohr-Element **6** mit der zweiten Kammer **92** in Fluidverbindung stehen. Der Krümmer an dem anderen Ende der Rohrabschnitte **61** kann abhängig von der gewünschten Wirkung eine ähnliche Konfiguration wie die in Fig. 7 gezeigte aufweisen oder kann ein Einabteil-Krümmer der in Fig. 6 gezeigten Art sein. Ganz gleich, welche Konfiguration verwendet wird, können doch solche Mehrabteil-Krümmer für einen Gegenstrom-Wärmetausch innerhalb eines Moduls oder einer Untereinheit **8** sorgen. Das ist so, weil das durch die Rohrabschnitte **61** laufende Wärmetauschfluid, das zuerst auf die durch den Wärmetauscher strömende Luft trifft, bereits durch die Rohrabschnitte **61** hindurch, welche die Luft als zweite aufnehmen, geführt worden sein kann.

[0071] Fig. 8 zeigt schematisch ein mögliches Verfahren zum Miteinander-Verbinden benachbarter Krümmer **3**, die in einer Reihe vorgesehen sind. Hierbei ist eine Endplatte **32** jedes Krümmers mit einer Gewindebohrung versehen, und es wird ein Verbindungsnippel **33** verwendet, das ein geeignetes Gewinde zum Eingreifen in das Gewinde in den zwei einander gegenüberliegenden Endplatten **32** aufweist, derart dass die Krümmer **3** miteinander verdreht werden können und sowohl eine physische Verbindung als auch eine Fluidverbindung zwischen den Innenräumen der zwei benachbarten Krümmer bereitstellen. Das Nippel kann ein Links-/Rechts-Gewindenippel sein, wie es zum Verbinden von Bestrahlungsabschnitten miteinander verwendet wird.

[0072] Fig. 9 zeigt ein alternatives Verfahren zur Unterstützung beim Befestigen von Rippen-Rohr-Elementen **6** an dem rohraufnehmenden Abschnitt **31**, **41** eines jeweiligen Krümmers. Bei dieser Anordnung ist eine Düse **10** vorgesehen, die sich in die passende Öffnung hinein dehnt, die in dem rohraufnehmenden Abschnitt **31**, **41** des Krümmers **3**, **4** gebildet ist. Die Düse besitzt ein Teil zum Einsetzen in das Ende des geeigneten Rohrabschnitts **61**. Sobald die Düse **10** in den Rohrabschnitt **61** eingesetzt ist, wird sie in den Rohrabschnitt **61** hinein verformt (gestaucht), um eine solide mechanische Verbindung an dem gestauchten oder verformten Bereich **10a** bereitzustellen. Ein solches Verfahren kann allein oder in Verbindung mit einem anderen Befestigungsverfahren, beispielsweise mit Hilfe eines geeigneten Klebstoffs wie eines Epoxidharzes, verwendet werden. Unter vielen Umständen brauchen solche Düsen nicht verwendet zu werden, jedoch ist unter manchen Umständen, beispielsweise dort, wo hohe Drücke verwendet werden können, und in DX-Systemen (bei denen ein stark flüchtiges und potenziell gefährliches Kältemittel als Wärmetauschfluid strömt) der erhöhte Verbindungs- und Abdichtungsgrad von Nutzen.

[0073] Wärmetauscher der oben beschriebenen Art besitzen viele Vorteile. Erstens ist ihre Konstruktion derart, dass sie von Natur aus fest und starr ist und sich unter den meisten Umständen die Notwendigkeit für einen Tragrahmen vermeiden lässt. Außerdem können die Rippen-Rohr-Elemente **6** aus einem Material sein, das sehr viel dicker als bei existierenden Rippen ist und somit die Wärmeübertragungseigenschaften und die Gefahr von Schäden stark vermindert werden und die Festigkeit höher ist. Die Form der Rippen-Rohr-Elemente **6** ist von Natur aus fest. Ferner können die Abstände zwischen benachbarten Rippen-Rohr-Elementen **6** und, was noch wichtiger ist, die hindurch führenden sinusförmigen Luftdurchlässe sehr viel breiter als in existierenden Wärmetauschern sein und trotzdem eine ähnlichen Wirkungsgrad bereitstellen. Dadurch können der Wärmetauscher und insbesondere die Flächen, weiche die Luftdurchlässe bilden, leicht gereinigt werden. Außerdem lassen sich Probleme mit einer Grenzschichtüberlagerung im Fluidstrom vermeiden.

[0074] Das in den Rippen-Rohr-Elementen **6** verwendete Material kann Flugzeug-Aluminium oder Duralumin (RTM) sein, das viel fester und besser korrosionsbeständig als das in herkömmlichen Rippen verwendete Weichaluminium ist.

[0075] Ferner können die Maße und die Anordnung der Rippen-Rohr-Elemente **6** derart sein, dass ein besserer Wirkungsgrad der Wärmeübertragung im Allgemeinen erzielt wird, so dass zwar die Gesamtoberfläche eines Wärmetauschers gemäß der vorliegenden Anmeldung kleiner als bei einem herkömmlichen Wärmetauscher sein kann, seine Wärmeübertragungskapazität jedoch günstig vergleichbar ist.

[0076] Es gibt weitere Vorteile bei der Fertigung. Wie aus dem Obigen klar wird, kann bei der Herstellung eines Wärmetauschers der in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen Art eine Reihe vorweg erzeugter, extrudierter Aluminiumteile verwendet werden. Mithin können beispielsweise die Rippen-Rohr-Elemente **6** in Standardlängen hergestellt und vorrätig gehalten und bei Bedarf zur Verwendung in einem speziellen Wärmetauscher maßgerecht zugeschnitten werden. In ähnlicher Weise können die extrudierten Komponenten der Krümmer **3**, **4** in Standardlängen hergestellt und vorrätig gehalten und bei Bedarf maßgerecht zugeschnitten werden. Ebenso können alle Komponenten wie Endkappen, Düsen und Verbindungsnippel, die verwendet werden, in einer oder mehreren Standardgrößen hergestellt und vorrätig gehalten werden.

[0077] Mithin kann ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers der oben beschriebenen Art im Wesentlichen folgende Schritte umfassen: Wählen von geeigneten Rippen-Rohr-Elementen **6** und Komponenten für die Krümmer **3**, **4**, Schneiden derselben auf die gewünschte Länge, Beseitigen von Abschnitten der Rippen **62** an den Enden der Rohrabschnitte **61**, Bohren/Einbringen von Löchern in die rohraufnehmenden Abschnitte **31**, **41** der Krümmer **3**, **4** (wenn diese nicht bereits vorhanden sind), Einsetzen der freiliegenden Rohrenden **61** in Öffnungen in den Krümmern, Sichern der Rohrenden in den Krümmern und Miteinander-Verbinden der zwei Hauptteile der Krümmer, wenn diese zweiteilig konstruiert sind, Befestigen der Endkappen auf den Krümmern und mithin Vervollständigen entweder der Basis des gesamten Wärmetauschers oder einer Untereinheit. Sobald diese Basiseinheit fertig ist, kann das zugeordnete Rohrsystem installiert werden, und dieses Modul kann bei Bedarf zusammen mit anderen Modulen zusammengefügt werden, um den gesamten Wärmetauscher weiter aufzubauen. Natürlich kann in manchen Fällen bei Nichteignung auf verschiedene dieser Schritte verzichtet werden, wobei die Lieferung von Bausätzen von vorgefertigter Größe ein Beispiel ist.

[0078] Durch die Konstruktion des Wärmetauschers wird ein besser organisierter Fertigungsvorgang leichter, der in manchen Fällen wenigstens teilweise automatisch sein kann. Ferner kann der modulare Charakter der Konstruktion zu zusätzlichen Fertigungsvorteilen und auch bei Wartung und Reparatur führen. Beispielsweise können unter manchen Umständen selbst dann, wenn ein Wärmetauscher installiert wurde, ein oder mehrere Module zur Reinigung, Wartung oder Auswechselung entfernt werden.

[0079] Bei einer Alternative kann ein Kondensator mit natürlichem Zug unter Verwendung von Rippen-Rohr-Elementen der oben beschriebenen Art hergestellt werden. Hierbei sind die Rippen-Rohr-Elemente in einem Kanal oder Rohr vorgesehen, und diese Konstruktion ist bei Gebrauch derart orientiert, dass die Rohre auf dem Ende stehen. Die Konstruktion könnte sechs Meter hoch sein, und der Gedanke lautet, dass sie als Stapel wirkt. Am Oberteil der Konstruktion lässt man heißes Kühlgas in die Rohrabschnitte ein, das durch den Stapel hindurch nach unten strömen und das entgegengesetzte Ende der Rohrabschnitte als kühle Flüssigkeit verlassen kann. Die Kühlung würde durch kalte Luft erzielt, die an der Basis in das Rohr oder den Kanal, das/der die Rippen-Rohr-Elemente umgibt, eintreten und durch das Rohr oder den Kanal nach oben steigen und oben mit einer höheren Temperatur austreten kann. Es ist zu erkennen, dass bei einer solchen Konstruktion der Gegenstrom ausgenutzt wird.

[0080] Das ist ein weiteres Beispiel für die Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher, die mit Hilfe der Grundgedanken der vorliegenden Anmeldung hergestellt werden können.

[0081] Fig. 10 zeigt eine Luftbehandlungseinheit **100**, die eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. Die Luftbehandlungseinheit umfasst einen Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher **101**, der von der gleichen Art wie der gezeigten ist und an Hand von Fig. 2 beschrieben ist. Wie im Folgenden ausführlicher erläutert ist, umfasst die Beförderungseinheit **100** jedoch auch eine Anzahl anderer Komponenten. Allgemein gesagt, funktioniert die Luftbehandlungseinheit durch das Ansaugen von Luft durch einen (nicht gezeigten) Einlass hindurch an dem einen Ende und das Austreiben der Luft durch einen Auslass **103** hindurch an dem anderen Ende. Zum Ansaugen der Luft durch die Einheit hindurch dient ein Zentrifugalventilator **104**. Zwischen dem (nicht gezeigten) Lufteinlass und dem Luftauslass **103** sind eine Vorfilterungsstufe **105**, ein biologisches Grünfilter **106**, eine automatische Auswaschstation **107**, der Wärmetauscher **102**, eine Ultraviolett-Luftreinigungsstation **108** und eine Sekundärfilterstufe **109** in dieser Reihenfolge vorgesehen. Unter dem Wärmetauscher **102** ist eine Ablaufpfanne **110** vorgesehen und erstreckt sich faktisch über die gesamte Länge zwischen dem biologischen Grünfilter **106** und der Sekundärfilterungsstufe **109**. Diese Ablaufpfanne **110** wird zum Sammeln der beim Auswaschen des Wärmetauschers **102** eingesetzten Flüssigkeit verwendet.

[0082] Die Luftbehandlungseinheit **100** kann in Anordnung als Luftreinigungssystem von einer Art wirken, die in WO 02/04036 offenbart ist.

[0083] Das Verfahren zum Reinigen der Luft umfasst das Einsaugen der Luft in die Beförderungseinheit, das Hinwegleiten der Luft über Oberflächen, die mit einer antimikrobiellen Substanz beschichtet sind, durch (in der UV-Luftreinigungsstation **108** vorgesehene) ultraviolette Bestrahlung und das Rückführen der mithin behandelten Luft durch den Auslass **103**. Es ist zu erkennen, dass die Luft auch die Vorfilterungsstufe **105** und die Sekundärfilterstufe **109** durchläuft. Die antimikrobielle Substanz kann auf einer Anzahl verschiedener Oberflächen vorgesehen sein. Bei der vorliegenden Ausführungsform besteht das biologische Grünfilter **106** im Wesentlichen aus einem Filtermaterial, das beispielsweise Metallwolle sein könnte, die in geeigneter Weise mit der antimikrobiellen Substanz beschichtet ist. Weiterhin können jedoch auch die Außenoberflächen der Rippen-Rohr-Elemente in der Kühlschlange **102** mit der antimikrobiellen Substanz beschichtet sein. Eine geeignete antimikrobielle Substanz ist eine standardmäßige antimikrobielle Substanz (beispielsweise ein quaternäres Amin), die in einem Silan vorgesehen ist und beim Aufbringen auf eine Oberfläche an die

Oberfläche gebunden wird, um sie antimikrobiell zu aktivieren. Wie die Anmelder von WO 02/04036 vorschlagen, ist eine Substanz mit 3-(trimethoxysilyl)propyldimethyloctadecylammoniumchlorid als aktiver Bestandteil darin, wie sie von Aegis Environments in Midland, Michigan, USA unter dem Warenzeichen Aegis Microbe Shield vertrieben wird, besonders geeignet.

[0084] Unter anderen Umständen kann es angebracht sein, andere Oberflächen mit einer solchen antimikrobiellen Schicht zu versehen. Beispielsweise können Oberflächen, aus denen die Ultraviolett-Luftreinigungsstation **108** besteht, so beschichtet sein.

[0085] Die Ultraviolett-Luftreinigungsstation **108** umfasst eine Mehrzahl von einzelnen Lichtquellen, die zur Erzeugung von Licht mit den geeigneten Wellenlängen zum Abtöten von unerwünschten Bakterien und/oder Pilzen, beispielsweise im Bereich von 184 nm bis 254 nm, angeordnet sind.

[0086] Wird die Kombination des Wärmetauschers gemäß der vorliegenden Anmeldung zusammen mit der Ultraviolett-Behandlung und den antimikrobiellen Substanzen verwendet, kann das zu einem besonders hygienischen Luftbehandlungssystem führen. Wie oben beschrieben, sind die Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Anmeldung derart, dass sie weniger wahrscheinlich unerwünschte Produkte entstehen lassen und leichter zu reinigen sind und außerdem geeignete Oberflächen zum Beschichten mit einer antimikrobiellen Substanz bereitstellen.

[0087] Es ist vorteilhaft, die Ultraviolett-Luftreinigungsstation **108** angrenzend an den Ausgang des Wärmetauschers **102** zu positionieren, da der Luftstrom in diesem Bereich turbulent ist.

Patentansprüche

1. Fluid-zu-Gas-Wärmetauscher, umfassend eine Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen (**6**), wobei jedes Rippen-Rohr-Element wenigstens einen Rohrabschnitt (**61**) zum Befördern von Wärmetauschfluid und wenigstens einen jeweiligen Rippenabschnitt (**62**) umfasst, welcher in Kontakt mit dem Rohrabschnitt steht und angeordnet ist, um den Austausch von Wärme zwischen dem Fluid im Rohrabschnitt und der Umgebung zu fördern, wobei der Rohrabschnitt und der Rippenabschnitt Seite an Seite verlaufen, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Abschnitt ein sinusförmiges Profil aufweist und die Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen relativ zu einander angeordnet ist, um wenigstens einen jeweiligen sinusförmigen Luftstrompfad ebendort dazwischen zum Fördern eines turbulenten, aber frei fließenden Luftstroms entlang des wenigstens einen jeweiligen sinusförmigen Luftstrompfades zu definieren.

2. Wärmetauscher gemäß Anspruch 1, in welchem der Rippenabschnitt einen Wurzelabschnitt (**62a**) umfasst, wo er den Rohrabschnitt trifft, wobei der Wurzelabschnitt dicker als der Rest des Rippenabschnitts ist.

3. Wärmetauscher gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, in welchem das Rippen-Rohr-Element einstückig ausgebildet ist.

4. Wärmetauscher gemäß jedem vorhergehenden Anspruch, in welchem das Rippen-Rohr-Element ein Extrusionsteil ist.

5. Wärmetauscher gemäß jedem vorhergehenden Anspruch, wobei die Mehrzahl der Rohrabschnitte miteinander mittels jeweiliger Rippenabschnitte verbunden ist.

6. Wärmetauscher gemäß jedem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem die Rippen-Rohr-Elemente so geformt und angeordnet sind, um eine dichte Packung zu erlauben, so dass der Abstand zwischen benachbarten Rippen-Rohr-Elementen geringer ist als der Außendurchmesser der Rohrabschnitte.

7. Wärmetauscher gemäß jedem vorhergehenden Anspruch, in welchem die Gestalt des oder jedes Rippenabschnitts so gewählt ist, um den Wärmetausch zu fördern.

8. Wärmetauscher gemäß jedem vorhergehenden Anspruch, in welchem der Rippenabschnitt im Wesentlichen entlang der gesamten Länge des jeweiligen Rohrabschnitts verläuft.

9. Wärmetauscher gemäß jedem vorhergehenden Anspruch, in welchem im Wesentlichen die gesamte Länge des Rippenabschnitts in Kontakt mit dem jeweiligen Rohrabschnitt steht.

10. Wärmetauscher gemäß jedem vorhergehenden Anspruch, welcher wenigstens einen Krümmer (**3**, **4**) umfasst, wobei ein Innenraum davon in Fluidverbindung mit dem Inneren des Rohrabschnitts steht.

11. Wärmetauscher gemäß Anspruch 10, in welchem der Krümmer einen rohraufnehmenden Abschnitt umfasst und in welchem der Krümmer so angeordnet ist, so dass die Tätigkeit des Verbindens des Rohrabschnitts mit dem Krümmer zumindest teilweise von einer Seite des rohraufnehmenden Abschnitts ausgeführt werden kann, welcher sich im späteren Inneren des Krümmers befindet.

12. Wärmetauscher gemäß Anspruch 10 oder Anspruch 11, welcher eine Mehrzahl von Krümmern (**3**, **4**) aufweist, wobei es dort entsprechende Kam-

mern und/oder Verbindungen innerhalb einiger oder aller Krümmer gibt, um Gegenstromwärmetausch auftreten zu lassen.

13. Wärmetauscher gemäß jedem vorhergehenden Anspruch, welcher eine Mehrzahl von Untereinheiten (**8**), von denen jede Untereinheit ein entsprechend beabstandetes Paar Krümmer (**3**, **4**) umfasst, zwischen welchen wenigstens ein entsprechendes Rippen-Rohr-Element angeordnet ist, das wenigstens einen Rohrabschnitt aufweist, um einen Fluidverbindungspfad zwischen den Innenräumen der zwei Krümmer bereitzustellen.

14. Wärmetauscher gemäß Anspruch 13, in welchem die Untereinheiten auf solch eine Weise angeordnet und miteinander verbunden sind, um Gegenstromwärmetausch auftreten zu lassen.

15. Wärmetauscher gemäß jedem vorhergehenden Anspruch, in welchem eine äußere Oberfläche des Rippen-Rohr-Elements mit einem antimikrobiellen Mittel beschichtet ist.

16. Wärmetauscher gemäß Anspruch 15, in welchem das antimikrobielle Mittel eine antimikrobielle Substanz in einem Silan ist.

17. Klimagerät, umfassend einen Wärmetauscher gemäß jedem vorangehenden Anspruch und ein Ultraviolett-Bestrahlungsbereich (**108**) zum Bestrahlen von Luft vor, während oder nach dem Durchgang durch den Wärmetauscher.

18. Verfahren zur Herstellung eines Fluid-zu-Gas-Wärmetauschers, welcher wenigstens ein Paar Krümmer (**3**, **4**) und eine Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen (**6**) aufweist, wobei jedes Rippen-Rohr-Element wenigstens einen Rohrabschnitt (**61**) zum Befördern von Wärmetauschfluid und wenigstens einen jeweiligen Rippenabschnitt (**62**) umfasst, welcher in Kontakt mit dem Rohrabschnitt steht und angeordnet ist, um den Austausch von Wärme zwischen dem Fluid im Rohrabschnitt und der Umgebung zu fördern, wobei der Rohrabschnitt und der Rippenabschnitt Seite an Seite verlaufen, wobei jeder Rippenabschnitt ein sinusförmiges Profil aufweist und die Mehrzahl von Rippen-Rohr-Elementen relativ zu einander angeordnet ist, um wenigstens einen jeweiligen sinusförmigen Luftstrompfad ebendort dazwischen zum Fördern eines turbulenten, aber frei fließenden Luftstroms entlang des wenigstens einen jeweiligen sinusförmigen Luftstrompfades zu definieren, wobei das Verfahren den Schritt umfasst:
Verbinden jedes Rippen-Rohr-Elements zwischen dem Paar Krümmer, um so einen Fluidverbindungspfad zwischen den Innenräumen der Krümmer mittels des Rohrabschnitts bereitzustellen.

19. Verfahren gemäß Anspruch 18, umfassend den weiteren Schritt:
Verwenden vorweg erzeugter Standard-Rippen-Rohr- und Krümmer-Komponenten; und
Schneiden jedes Rippen-Rohr-Elements auf eine gewünschte Länge vor dem Zusammenbau.

20. Verfahren gemäß Anspruch 18 oder 19, in welchem der Schritt des Verbindens jedes der Rippen-Rohr-Elemente mit den Krümmern das Bearbeiten vom späteren Inneren jedes Krümmers umfasst.

21. Verfahren gemäß Anspruch 20, wobei jeder Krümmer einen rohraufnehmenden Abschnitt und wenigstens einen anderen Teil umfasst, welcher anfänglich getrennt vom rohraufnehmenden Abschnitt ist, um so den Zugriff zu einer Seite des rohraufnehmenden Abschnitts zu erlauben, welche später dem Innenraum des Krümmers zugewandt ist, und wobei der Schritt des Verbindens jedes Rippen-Rohr-Elements mit jedem Krümmer die Schritte des zuerst Ausführens wenigstens eines Teils des Vorgangs zum Verbinden des Rohrabschnitts mit dem Krümmer von der Seite des rohraufnehmenden Abschnitts, welche später dem Innenraum des Krümmers zugewandt ist, und zweitens des Miteinander-Verbindens des rohraufnehmenden Abschnitts und des wenigstens einen anderen Teils.

22. Verfahren gemäß jedem der Ansprüche 18 bis 21, umfassend die Schritte des Herstellens einer Mehrzahl von Untereinheiten (**8**) durch Verbinden wenigstens eines jeweiligen Rippen-Rohr-Elements zwischen einem jeweiligen Paar von Krümmern mittels des Rohrabschnitts, um einen Fluidverbindungspfad zwischen den Innenräumen der Krümmer bereitzustellen, und Verbinden miteinander der Untereinheiten, um den Wärmetauscher auszubilden.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

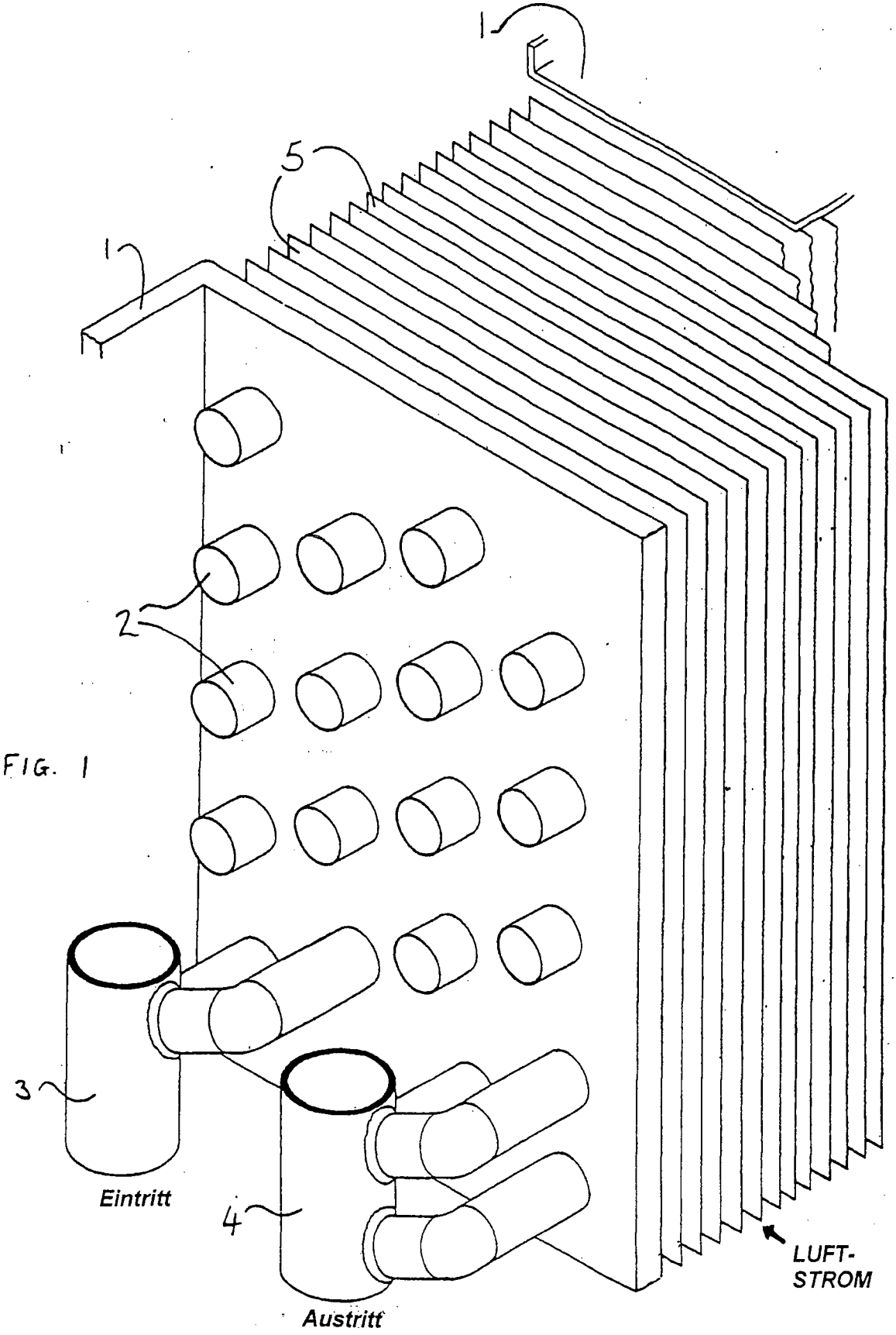


FIG. 1

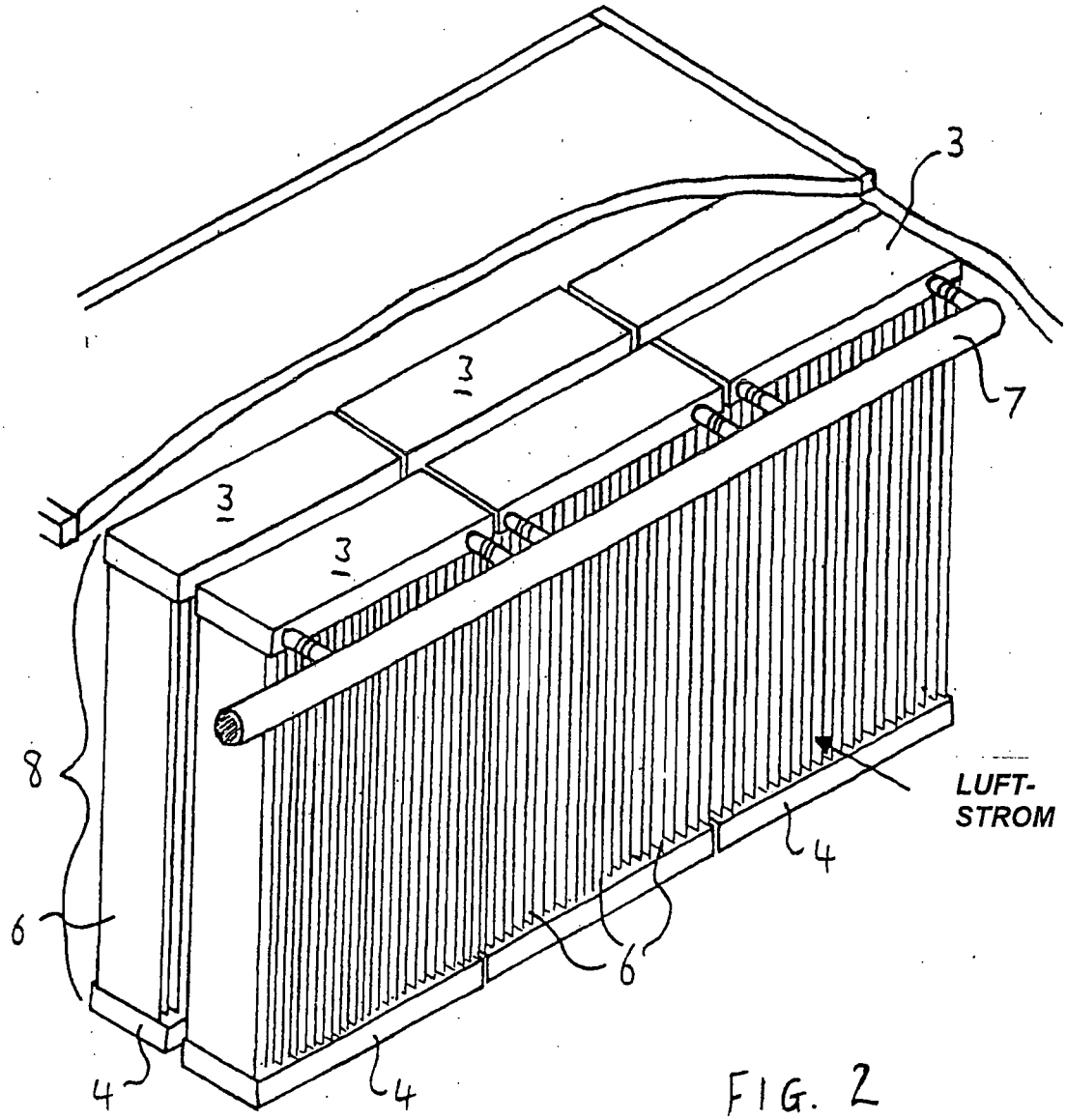


FIG. 2

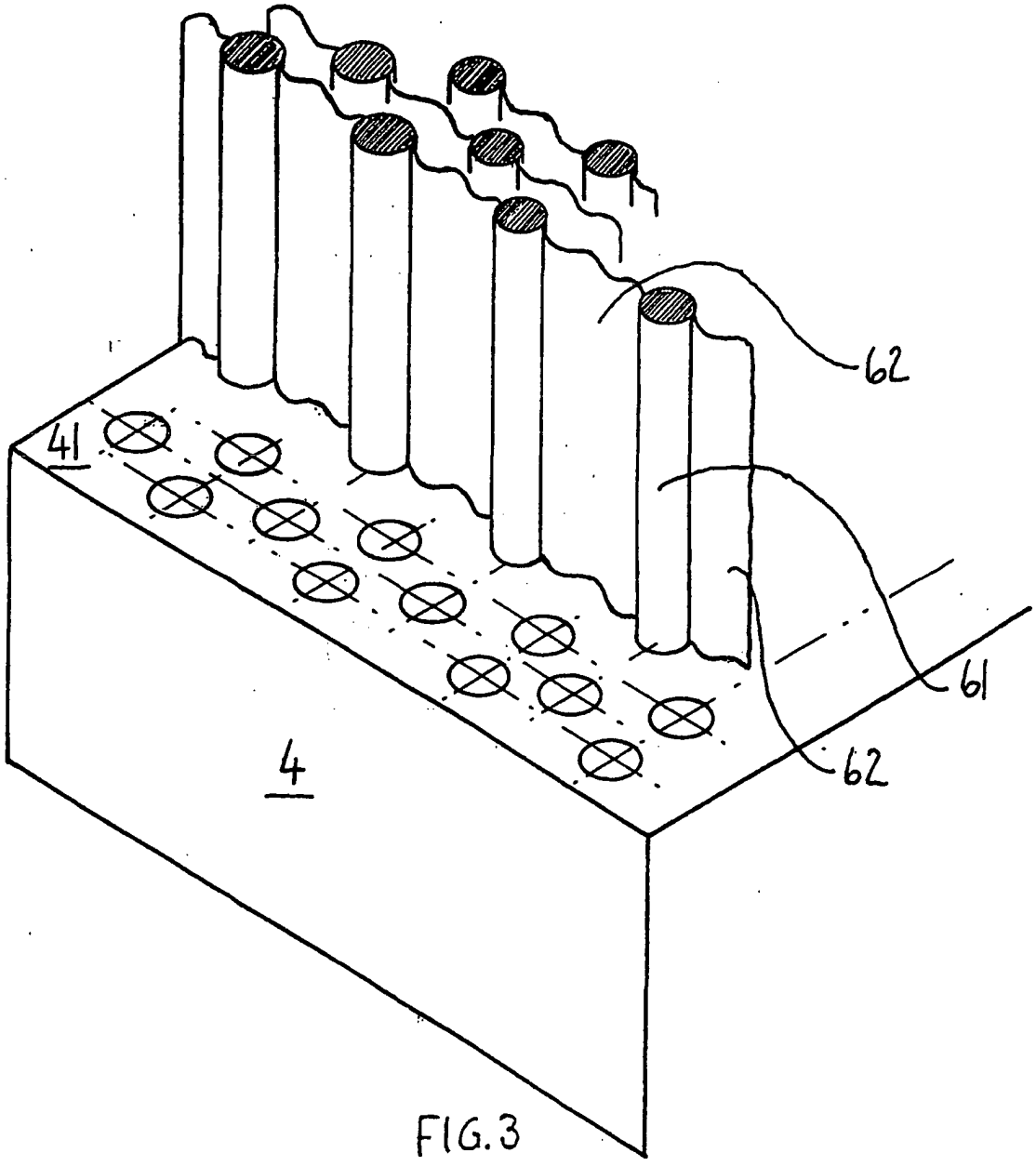


FIG.3

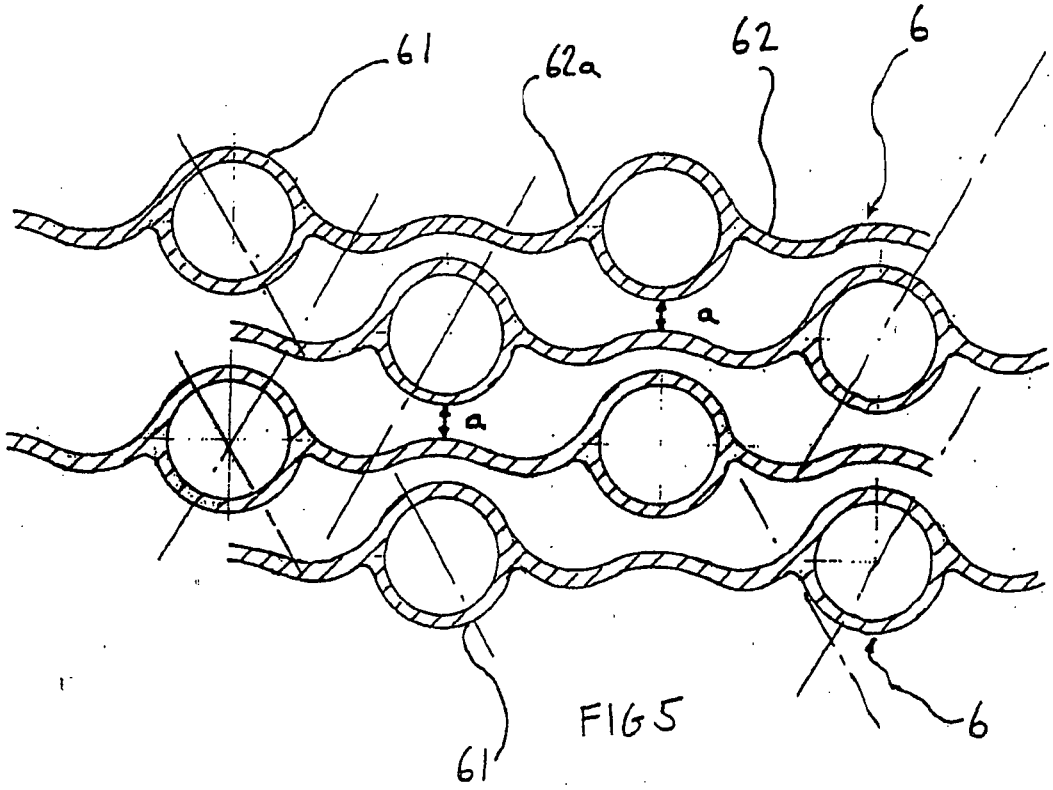


FIG 5

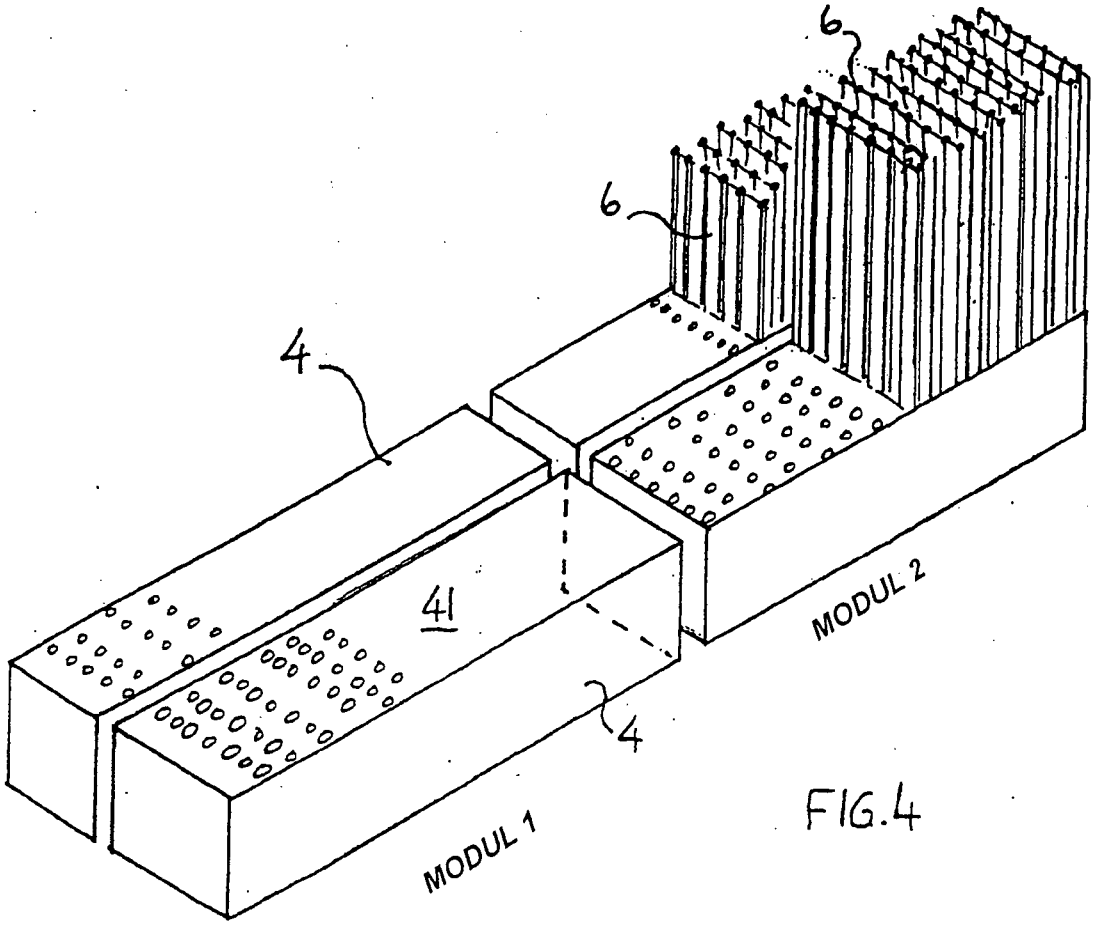


FIG.4

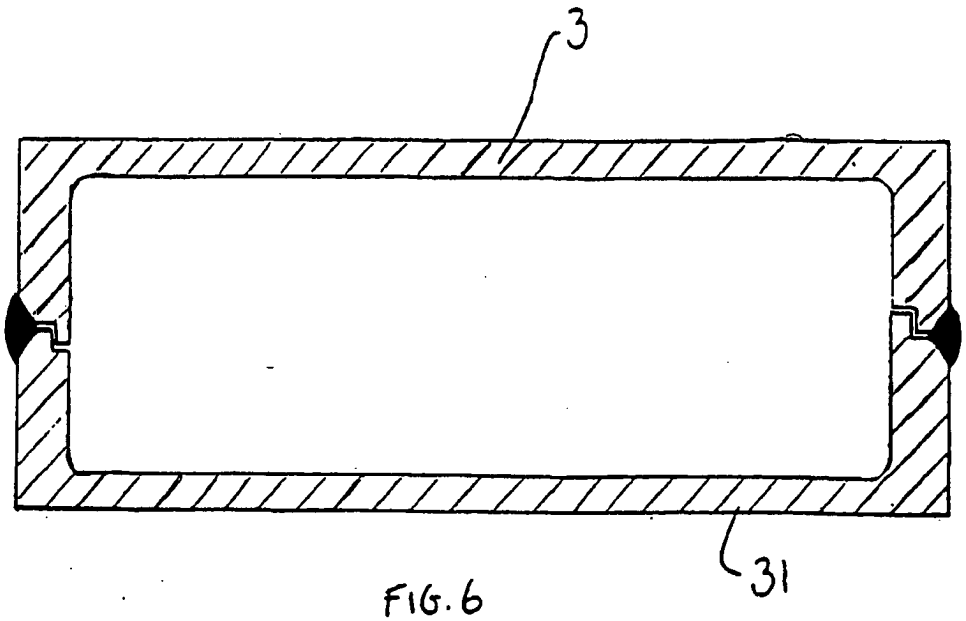


FIG. 6

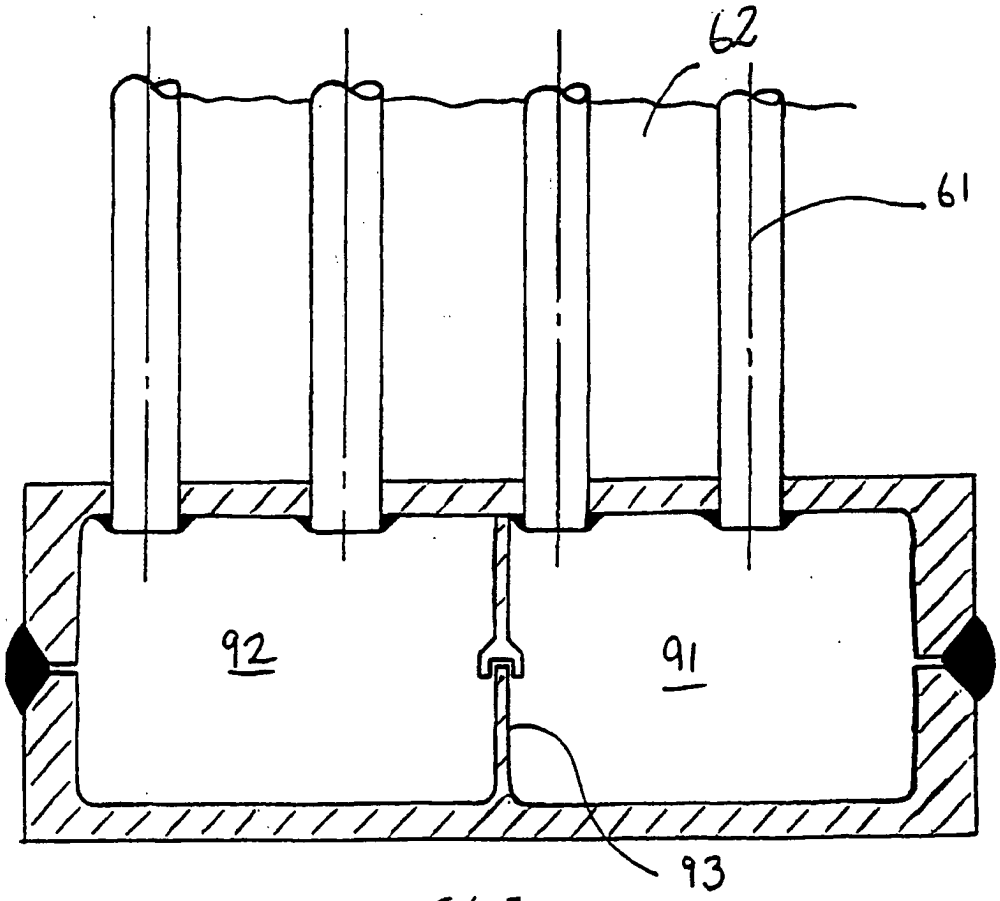


FIG. 7

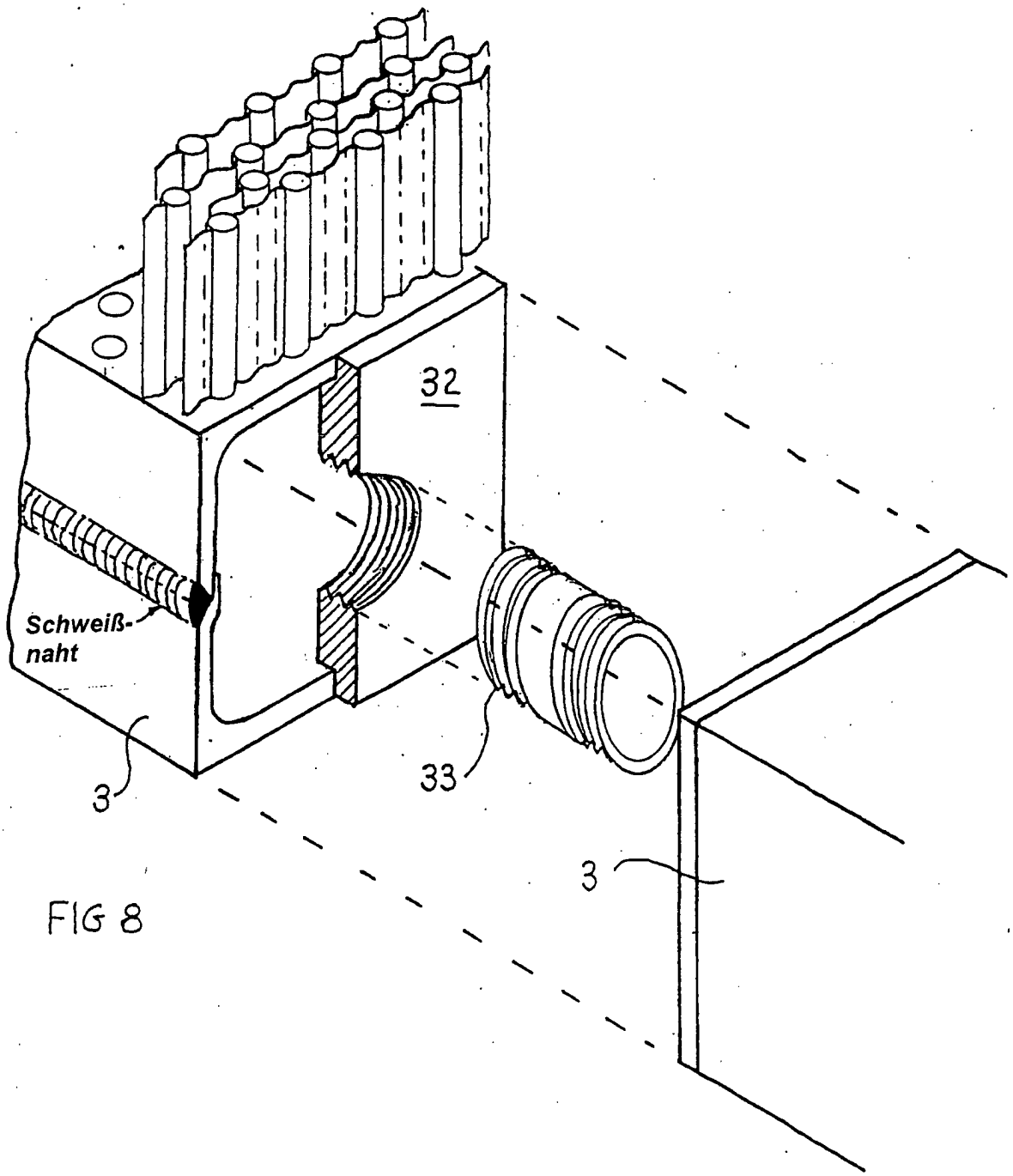


FIG 8

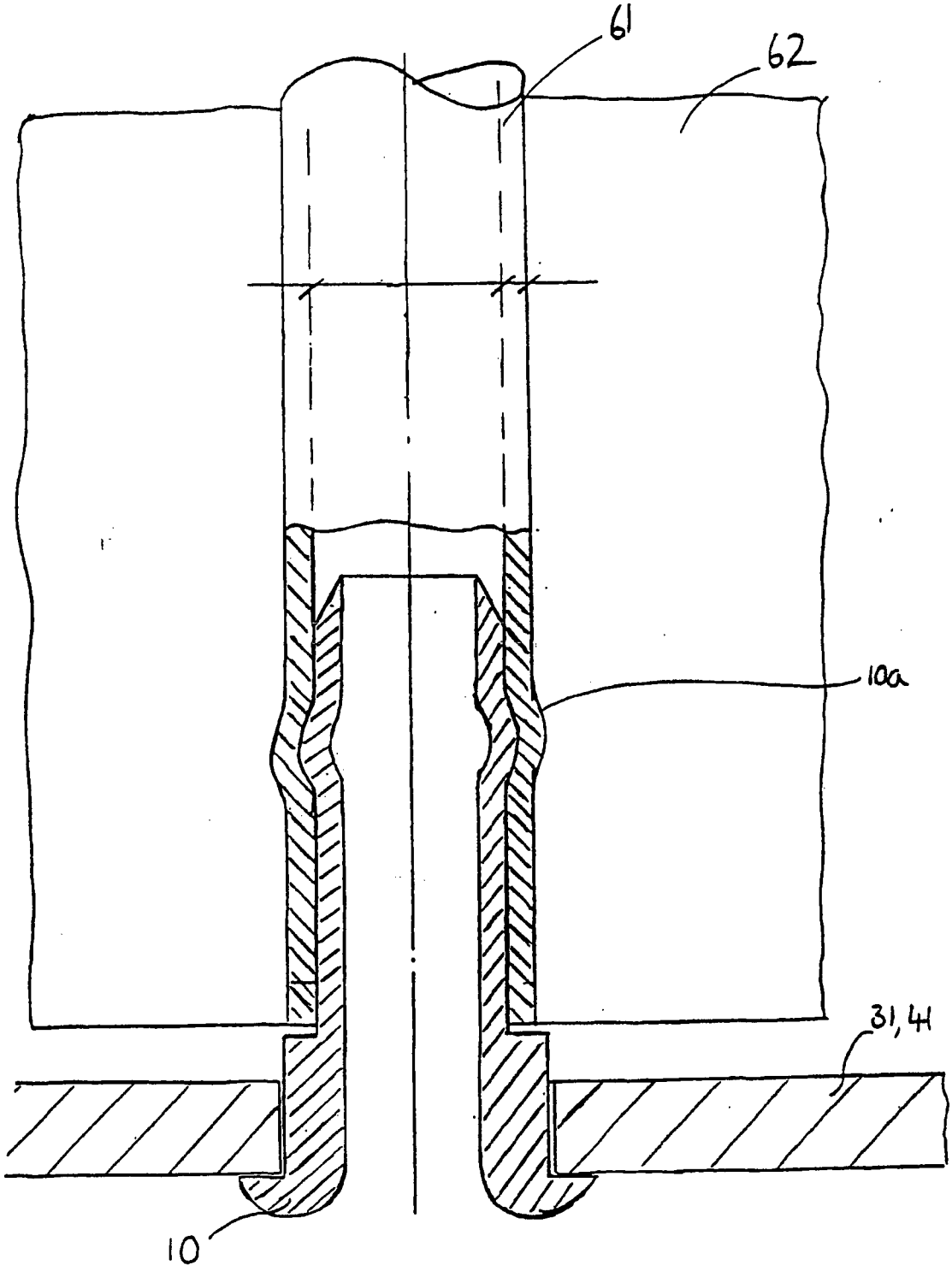


FIG. 9

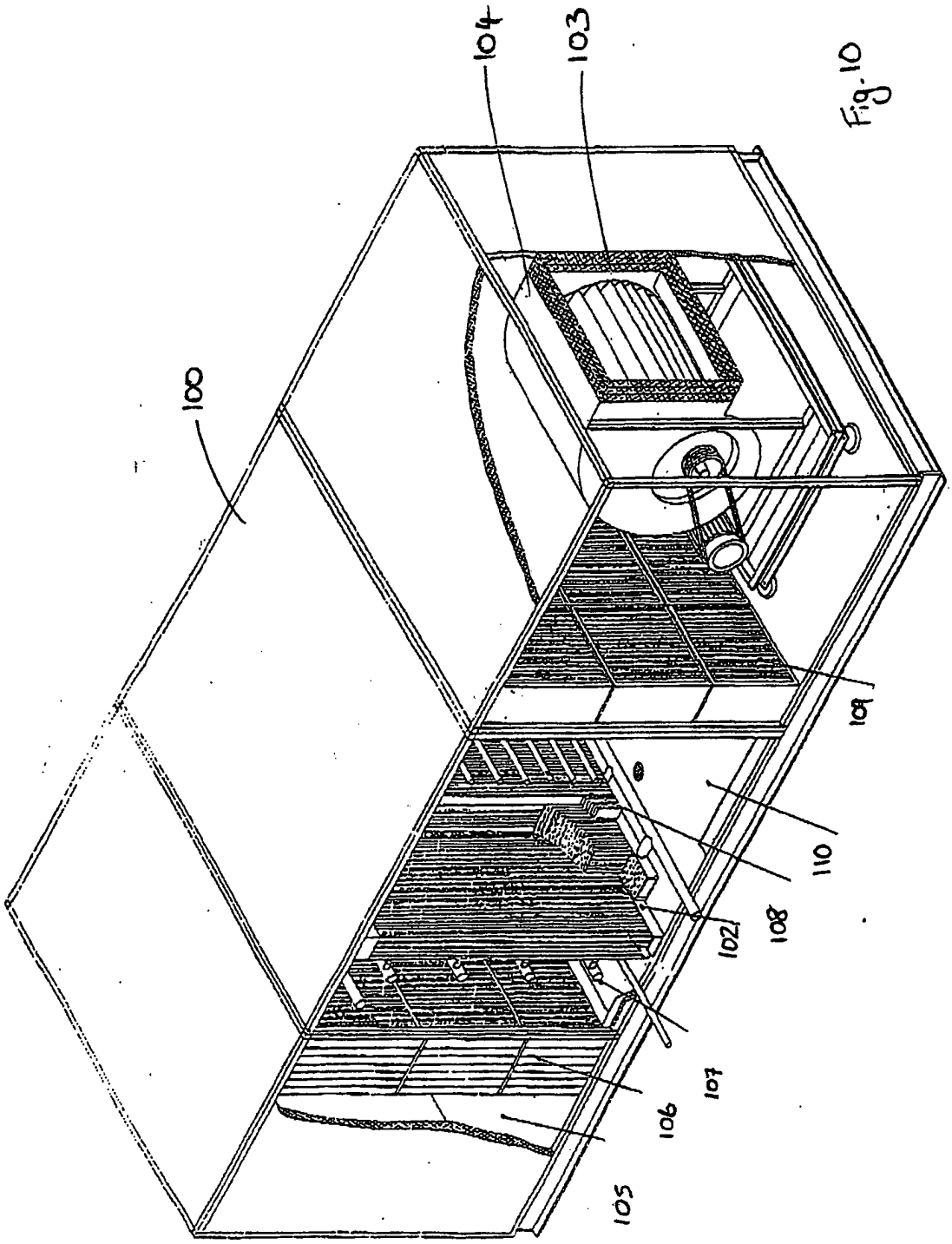


Fig. 10