(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 633 444 A2**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94110457.2**

(51) Int. Cl.[6]: **F28F 3/02**, F28D 1/03

(22) Anmeldetag: **05.07.94**

(30) Priorität: **06.07.93 DE 4322405**
20.07.93 DE 9310827 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.01.95 Patentblatt 95/02

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **BDAG Balcke-Dürr Aktiengesellschaft**
Homberger Strasse 2
D-40882 Ratingen (DE)

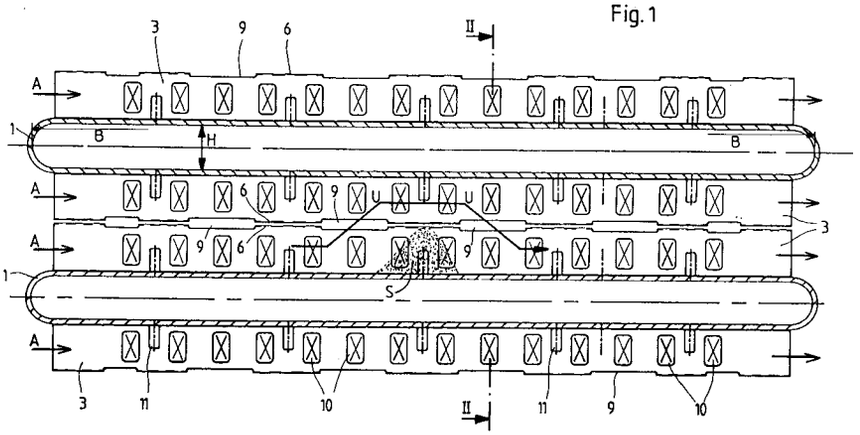
(72) Erfinder: **Trage, Burkhard**
Noldenkothen 43
D-40882 Ratingen (DE)
Erfinder: **Sassmann, Harald**
Sanddornweg 5
D-40880 Ratingen (DE)
Erfinder: **Holten, Wolfgang**
Lakronstrasse 67
D-40625 Düsseldorf (DE)
Erfinder: **Podhorsky, Miroslav**
Am Hang 5
D-40882 Ratingen (DE)

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring**
Patentanwälte
Kaiser-Friedrich-Ring 70
D-40547 Düsseldorf (DE)

(54) Wärmetauscher aus mehreren parallel zueinander angeordneten Austauscherrohren.

(57) Ein Wärmetauscher besteht aus mehreren parallel zueinander angeordneten Austauscherrohren (1), deren Querschnitt für den Durchtritt eines der am Wärmeaustausch beteiligten Medien eine im Verhältnis zur Höhe große Breite aufweist, wobei an jeder der beiden Flachseiten (2) der Austauscherrohre (1) Rippen (3) befestigt sind, die aus einem mehrfach mäanderförmig umgelenkten Rippenband (4) gebildet sind. Um den Einfluß eventueller Verschmutzungen auf die Wärmeübertragungsleistung des Wärmetauschers zu verringern, sind die Rippen (3) mit mehreren Öffnungen (9) versehen, deren Öffnungsquerschnitte jeweils mindestens die Größe des durchströmten Querschnittes (Q) zwischen zwei benachbarten Rippen (3) aufweisen. Die Befestigung der Rippen (3) auf den Flachseiten (2) der Austauscherrohre (1) erfolgt vorzugsweise mittels eines Kondensator-Entladungs-Schweißverfahrens.

Fig.1



EP 0 633 444 A2

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher aus mehreren parallel zueinander angeordneten Austauscherrohren, deren Querschnitt für den Durchtritt eines der am Wärmeaustausch beteiligten Medien eine im Verhältnis zur Höhe große Breite aufweist, wobei an jeder der beiden Flachseiten der Austauscherrohre Rippen befestigt sind, die aus einem mehrfach mäanderförmig umgelenkten Rippenband gebildet sind.

Ein Wärmetauscher dieser Art ist aus der DE 40 39 293 A1 bekannt. Die hierbei verwendeten Austauscherrohre bestehen jeweils aus zwei Halbschalen, die in einer hierfür geeigneten Vorrichtung mit den Rippen versehen werden. Anschließend werden jeweils zwei Halbschalen miteinander verbunden, so daß jeweils Austauscherrohre mit der Querschnittsfläche eines langgestreckten Ovals entstehen. Die Rippen bei dem bekannten Wärmetauscher sind aus einem Rippenband geformt, welches vor der Befestigung auf den Flachseiten des jeweiligen Austauscherrohres durch mehrfache, mäanderförmige Umlenkungen die erforderliche Rippenform erhält. Anschließend erfolgt die Befestigung des so geformten Rippenbandes auf der jeweiligen Flachseite des Austauscherrohres.

Bei einer Ausführungsform des bekannten Wärmetauschers ist vorgesehen, die aus einem endlosen Rippenband hergestellten und jeweils einen über die Länge der Flachseiten durchgehend geformten Kanal bildenden Rippen mit Ausprägungen in Form von seitlichen Versätzen zu versehen. Auf diese Weise soll in dem die Kanäle durchströmenden Medium ein erhöhter Turbulenzgrad erzeugt werden, was dazu geeignet ist, den Wärmeübergang zu erhöhen.

Nachteilig bei Wärmetauschern dieser Art ist die relativ hohe Verschmutzungsneigung in den durch die Rippen gebildeten Kanälen. Durch die Ausprägungen in Gestalt einzelner seitlicher Versätze wird diese Verschmutzungsneigung noch erhöht, da sich an diesen Stellen besonders leicht Schmutzteilchen festsetzen können, was mit fortschreitendem Betrieb des Wärmetauschers bis zum vollständigen Verschluß des betreffenden Kanals führen kann. Hierdurch wird eine unerwünschte lokale Verschlechterung des Wärmeübertragungsverhaltens des Wärmetauschers hervorgerufen.

Der Erfindung liegt daher die **Aufgabe** zugrunde, den bekannten Wärmetauscher so weiterzuentwickeln, daß der Einfluß eventueller Verschmutzungen auf die Wärmeübertragungsleistung des Wärmetauschers verringert wird.

Zur **Lösung** dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, daß die Rippen mit mehreren Öffnungen versehen sind, deren Öffnungsquerschnitte jeweils mindestens die Größe des durchströmten Querschnittes zwischen zwei benachbarten Rippen aufweisen.

Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß im Fall lokaler Verschmutzungen und insbesondere Verschlüsse einzelner Kanalquerschnitte über die Öffnungen ein Ausweichen der Strömung in benachbarte Kanalquerschnitte möglich ist, so daß die Strömungsbehinderung und damit der Verlust an Wärmeübertragungsleistung nur gering ausfällt. Ist ein Durchströmen eines durch benachbarte Rippen gebildeten Kanalquerschnittes nicht mehr möglich, so kann die Strömung über eine der in den Rippen angeordneten Öffnungen in den benachbarten Kanalquerschnitt ausweichen und dort weiterströmen. Nach dieser Umgehung des Hindernisses kann die Strömung dann über eine weitere Öffnung wieder in den ursprünglichen Querschnitt übertreten. Das so erreichte Zusammenfassen zweier Strömungen in einem einzigen Querschnitt hat hinsichtlich der Wärmeübertragungsleistung keine nennenswerten Nachteile, da im Bereich der Umlenkung die Strömungsgeschwindigkeit zwangsläufig ansteigt, so daß sich die Wärmeübertragungsleistung lokal erhöht. Hierdurch wird der Verlust an Wärmeübertragungsleistung im verstopften Querschnitt teilweise wieder aufgehoben.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Öffnungen im Bereich der der Flachseite des Austauschrohres abgewandten Umlenkungen der Rippen angeordnet, so daß ein Stoffaustausch mit dem die Rippen des jeweils benachbarten Austauscherrohres durchströmenden Medium möglich ist. Auch hierdurch wird erreicht, daß die durch Verschmutzungen bedingten Verluste sich gleichmäßiger über die einzelnen Austauscherrohre des Wärmetauschers verteilen. Hierzu trägt ferner bei, wenn die Öffnungen sich mit den Öffnungen der Rippen des jeweils benachbarten Austauscherrohres überdecken.

Der Strömungsaustausch zwischen den durch die Rippen unterteilten Querschnitten wird ferner dadurch verbessert, daß die Seitenflächen der Rippen im Bereich des Rippenfußes mit zusätzlichen Öffnungen versehen sind, deren Öffnungsquerschnitte jeweils geringer sind als die Größe des durchströmten Querschnittes zwischen zwei benachbarten Rippen.

Um trotz der zusätzlichen Öffnungen eine hohe mechanische Stabilität des Rippenbandes zu erreichen, befinden sich die zusätzlichen Öffnungen vorzugsweise jeweils auf halber Länge zwischen zwei aufeinanderfolgenden Öffnungen.

Eine besonders gute Verbindung zwischen dem Rippenband und dem jeweiligen Austauscherrohr wird erreicht, wenn gemäß einer bevorzugten Ausführungsform die Mäandrierungen des Rippenbandes rechteckförmig sind, so daß die Umlenkungen ebene Flächen zur Anlage an den Flachseiten des Austauscherrohres bzw. an den entsprechend

gestalteten Flächen des Rippenbandes des benachbarten Austauscherrohres bilden. Hierdurch läßt sich auch die gegenseitige Abstützung zwischen benachbarten Austauscherrohren verbessern.

Eine weitere Ausgestaltung des Wärmetauschers ist gekennzeichnet durch teils abgesenkt, teils erhaben geformte Ausprägungen in den Seitenflächen der Rippen. Diese Ausprägungen erzeugen bzw. verstärken eine Turbulenz des durchströmenden Mediums, wodurch sich die Wärmeübertragungsleistung zusätzlich erhöhen läßt.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Umlenkungen über eine linienförmige, durchgehende Verschweißung an den Flachseiten des Austauscherrohres befestigt. Auf diese Weise ergibt sich eine besonders gute metallische Verbindung zwischen den Teilen, und damit ein hoher Wärmeübergang zwischen dem Austauscherrohr und den Rippen.

Vorzugsweise ist die Verschweißung der Umlenkungen mit der jeweiligen Flachseite mittels eines Kondensator-Entladungs-Schweißverfahrens hergestellt. Dieses Schweißverfahren ermöglicht es, daß sich beim Zusammenführen von Rippenblech und Austauscherrohr die Breitseiten des Grundkörpers an die Kontur des jeweiligen Rippenfußes spaltfrei anpassen. Die hierzu erforderliche Andrückkraft wird von zwei Elektroden erzeugt, die Bestandteil des Kondensator-Entladungs-Schweißgerätes sind. Während die eine Elektrode in den Rippenfußbereich zwischen zwei jeweils benachbart angeordneten Rippen einfährt, liegt die andere Elektrode an der jeweiligen Innenseite des Grundkörpers an und bildet hier ein Widerlager. Auf diese Weise ist für eine spaltlose Berührung der zu verbindenden Teile gesorgt, so daß nach erfolgter Entladung der Kondensatoren des Kondensator-Entladungs-Schweißgerätes eine linienförmige Befestigung der Rippen auf dem Grundkörper und damit eine sehr gute Wärmeübertragung zwischen diesen Teilen erreicht wird.

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines auf der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles der Erfindung. Darin zeigen:

- Fig. 1 in einer Schnittdarstellung einen Wärmetauscher mit zwei parallel zueinander angeordneten Austauscherrohren, die beidseitig mit Rippen versehen sind,
- Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II der Fig. 1,
- Fig. 3 in einer perspektivischen Ansicht den Ablauf des Verfahrens zur Herstellung des in den Figuren 1 und 2 dargestellten Wärmetauschers unter Verwendung eines Kondensator-Entladungs-Schweißverfahrens,
- Fig. 4 in einer Schnittdarstellung die zu verbindenden Teile gemäß Fig. 3 unmittelbar vor dem Zusammensetzen und Verschweißen und
- Fig. 5 in einer Schnittdarstellung die zu verbindenden Teile gemäß Fig. 3 unmittelbar vor dem Zusammensetzen bzw. Verschweißen bei einer gegenüber Fig. 4 geänderten Vorgehensweise.

Der in Fig. 1 dargestellte Wärmetauscher besteht aus Austauscherrohren 1, die nach Art eines Paketes parallel zueinander angeordnet sind. In Fig. 1 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich zwei solcher Austauscherrohre 1 dargestellt.

Fig. 1 läßt erkennen, daß der Querschnitt der Austauscherrohre 1 für den Durchtritt eines der am Wärmeaustausch beteiligten Medien eine im Verhältnis zur Höhe H große Breite B aufweist. Die Längskanten des so gebildeten Austauscherrohres 1 sind gerundet, so daß sich insgesamt der Querschnitt eines langgestreckten Ovals ergibt.

Das jeweils andere Medium wird im Kreuzstrom über die äußeren Flachseiten 2 der Austauscherrohre 1 geführt. Um den Wärmeaustausch zu verbessern, sind zur Vergrößerung der wirksamen Wärmeaustauschflächen auf den jeweiligen Flachseiten 2 der beteiligten Austauscherrohre 1 Rippen 3 angeordnet. Die Rippen 3 werden aus einem endlosen Blech durch wiederholtes Biegen hergestellt, so daß, in Längsrichtung des Austauscherrohres 1 betrachtet, die Rippen 3 sich mäanderförmig aneinanderreihen. Dies ist besonders gut in Fig. 2 zu erkennen.

Die Mäandrierungen des so gebildeten Rippenbandes 4 sind, wie ebenfalls Fig. 2 erkennen läßt, rechteckförmig gestaltet, so daß die dem Austauscherrohr 1 zugewandten sowie die dem Austauscherrohr 1 abgewandten Umlenkungen 5 jeweils ebene Flächen 6 bilden. Dabei dienen die Flächen 6 einer besonders guten Verbindung des Rippenfußbereiches mit der Flachseite 2 des Austauscherrohres 1. Als Material für das Rippenband 4 eignet sich z.B. Stahlblech mit einer Dicke von 0,1 bis 0,4 mm, welches beidseitig mit einer dünnen Aluminiumschicht platiert ist.

Die aus dem mäanderförmig umgelenkten Rippenband 4 bestehenden Rippen 3 befinden sich jeweils auf beiden Seiten der Austauscherrohre 1. Die so gestalteten Austauscherrohre 1 lassen sich dann zu beliebigen Paketen zusammensetzen, wobei die Befestigung sowie Beabstandung der einzelnen Austauscherrohre 1 zueinander an deren Enden erfolgt. Hierbei sollen die Umlenkungen 5 am Ende der Rippe 3 einen möglichst geringen Abstand zu den gegenüberliegenden Umlenkungen 5 des benachbarten Austauscherrohres 1 aufweisen. Der Abstand darf allerdings nicht so gering

sein, daß die Gefahr einer Berührung zwischen den Rippen 3 der einander benachbarten Austauscherrohre 1 besteht.

Zur Verbindung des Rippenfußbereiches mit der Flachseite 2 des Austauscherrohres wird ein Kondensator-Entladungs-Schweißverfahren verwendet, welches nachfolgend anhand der Figuren 3,4 und 5 erläutert wird.

Bei dem Kondensator-Entladungs-Schweißen handelt es sich um eine spezielle Art des Widerstandsschweißens, bei dem die erforderliche Energie während des Schweißens nicht direkt dem Netz über einen Transformator entnommen wird, sondern einer Kondensatorbatterie, die als Energiespeicher außerhalb der Schweißzeit geladen wird. Der Vorteil des Kondensator-Entladungs-Schweißens besteht in der Eignung zur Verwendung auch unterschiedlicher Werkstoffe, z.B. Stahl/Aluminium. Außerdem lassen sich mit diesem Verfahren auch oberflächenbehandelte Materialien schweißen, wie z.B. verzinkte oder aluminisierte Bleche, ohne daß es zu einer Beschädigung der Oberfläche kommt.

Das Kondensator-Entladungs-Schweißverfahren verwendet zwei voneinander unabhängige Elektroden 7,8. Beim Ausführungsbeispiel ist die obere Elektrode 7 fünffach vorhanden und besteht aus scheibenförmig gestalteten Einzelelektroden aus einem geeigneten Elektrodenwerkstoff, z.B. CuCrZr. Die untere Elektrode 8 ist als Platte ausgebildet, welche sich über die gesamte Breite des Austauscherrohres 1 erstreckt und hierbei exakt dessen Innenprofil aufweist. Auf diese Weise dient die untere Elektrode 8 zugleich der Führung des Grundkörpers des Austauscherrohres 1 während des Schweißvorganges. Insbesondere aber bildet die untere Elektrode 8 ein Widerlager für die von den oberen Elektroden 7 erzeugten Andrückkräfte. Hierzu ist die untere Elektrode 8 in geeigneter Weise unter Zwischenlage einer Isolierung an dem verwendeten Schweißgerät abgestützt. Die Ausrichtung der oberen Elektroden 7 ist derart, daß diese mit ihren schmalen Stirnflächen exakt zwischen zwei benachbarte Rippen 3 einfahren können, bis sie an dem dazwischen angeordneten Rippenfußbereich an der Innenseite der Fläche 6 zur Anlage gelangen. Federelemente 7a bewirken hierbei eine definierte Andrückkraft, die von der als Widerlager dienenden unteren Elektrode 8 aufgenommen wird. Sobald das vorgegebene Druckniveau erreicht ist, werden die Kondensatoren des Schweißgerätes entladen, wodurch kurzzeitig eine hohe Energie von den oberen Elektroden 7 zu der unteren Elektrode 8 fließt. Infolge der Konzentrierung der Schweißenergie auf die Schweißzone sowie der sehr kurzen Schweißzeit von 1 bis 10 Millisekunden, tritt keine nennenswerte Erwärmung der Bauteile auf. Die fertigen Wärmetauscherteile kommen nach der Verschweißung praktisch kalt aus der Maschine, bleiben daher formbeständig und zeigen keine Neigung zu Verzug oder Formänderung.

Durch die Verwendung mehrerer unabhängiger oberer Elektroden 7 wird erreicht, daß geringfügige Durchbiegungen ausgeglichen werden und eine linienförmige, durchgehende Verschweißung der Rippen 3 mit der jeweiligen Flachseite 2 des Austauscherrohres 1 eintritt.

Die Figuren 4 und 5 zeigen Austauscherrohr 1 und Rippen 3 unmittelbar vor deren Zusammenfügen, wobei die zueinander in Kontakt kommenden Oberflächen mit einer im Rapport gestalteten Oberflächenstruktur versehen sind. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 ist die außenliegende Flachseite 2 des Austauscherrohres 1 mit einer feinen, gleichmäßigen Riffelung 8 mit Rillentiefen von ca. 0,1 bis 0,3 mm versehen. Demgegenüber befindet sich bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 die im Rapport gestaltete Oberflächenstruktur an der Unterseite der Rippenfußbereiche, d.h. im Bereich der Umlenkung 5. Diese sind hierzu mit Einprägungen in Gestalt nach unten vorstehender Buckel oder Erhebungen 8a versehen.

Die Wirkung ist in den in den Figuren 4 und 5 gezeigten Fällen jeweils dieselbe: Nachdem die zu verbindenden Teile aufeinanderliegen, findet zunächst ein unmittelbarer metallischer Kontakt zwischen den beteiligten Oberflächen nur im Bereich der betreffenden Erhebungen 8a statt. Hierdurch entstehen hinsichtlich ihrer Lage und Ausdehnung genau definierte metallische Brücken, über die sich die von den Elektroden 7,8 freigesetzte Schweißenergie zunächst abbaut. Durch den schlagartig einsetzenden Schmelzprozeß werden diese Erhebungen abgebaut, so daß nach vollständiger Entladung eine besonders gleichmäßige Schweißverbindung entsteht. Diese Schweißverbindung ist insbesondere besser als sie im Fall der Verschweißung zufällig aufgerauhter Oberflächen wäre.

In Fig. 3 ist das Rippenband 4 als durchgehendes, mäanderförmig gefaltetes Blech ohne weitere Strukturen dargestellt. Es handelt sich hier allerdings um eine zur Erläuterung der Erfindung gewählte, vereinfachte Darstellung. Im Rahmen der Erfindung bilden die Rippen keine über ihre gesamte Länge geschlossenen Kanäle, sondern sie sind in gleichmäßigen Abständen mit Öffnungen 9 versehen, wie dies die exakten Darstellungen Fig. 1, Fig. 2, Fig. 4 und Fig. 5 zeigen. Diese Öffnungen 9 sind im Bereich der der Flachseite 2 des Austauscherrohres 1 abgewandten Umlenkungen 5 angeordnet, d.h. im Bereich des Endes der Rippen. Über diese Öffnungen 9 kann ein Stoffaustausch mit dem die Rippen 3 des jeweils benachbarten Austauscherrohres 1 durchströmenden Medium stattfinden.

Die Wirkungsweise wird nachfolgend anhand der Fig. 1 erläutert: Die Strömungspfeile A verdeut-

lichen den Strömungseintritt in den Bereich der Rippen. Nun befindet sich aber in einer der Querschnitte eine Verschmutzung S. Da ein Durchtritt der Strömung in diesem Bereich nicht möglich ist, würde bei einem Wärmetauscher der bekannten Art die Durchströmung dieses Querschnittes vollständig unterbunden sein. Infolge der erfindungsgemäß vorgesehenen Öffnungen 9 hingegen kann die Strömung den Weg einer Umlenkung U gehen. Hierbei tritt die Strömung über die vor dem Hindernis angeordnete Öffnung 9 in jenen Querschnitt über, der durch die Rippen 3 des jeweils benachbarten Austauscherrohres 1 gebildet wird. Hier findet dann eine entsprechende Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit statt. Nach der Umgehung des Hindernisses kann ein Teil der Strömung dann wieder über die nachfolgende Öffnung 9 in den ursprünglichen Querschnitt zurückströmen, so daß die Strömung den Wärmetauscher letztlich gleichmäßig verläßt.

Die beschriebene Wirkung ist dann sichergestellt, wenn der Öffnungsquerschnitt jeder der Öffnungen 9 mindestens die Größe des durchströmten Querschnittes Q zwischen zwei benachbarten Rippen 3 aufweist.

Die einzelnen Rippen 3 sind mit zusätzlichen geometrischen Strukturen versehen, die dazu dienen, das hindurchströmende bzw. vorbeiströmende Medium zu durchmischen oder Turbulenzen zu erzeugen. Hierzu sind in den Seitenflächen der Rippen 3 u.a. Ausprägungen 10 in Gestalt seitlicher Ausbuchtungen vorgesehen, die sich abwechselnd zur einen sowie zur anderen Seite der jeweiligen Rippe 3 erstrecken. Diese Ausprägungen 10 bewirken eine beträchtliche Turbulenzerhöhung des vorbeiströmenden Mediums. Um einen Austausch zwischen dem jeweiligen Rippeninnenraum und dem benachbarten Rippenaußenraum zu erreichen, sind außerdem zusätzliche Öffnungen 11 vorgesehen. Diese befinden sich in den Seitenflächen der Rippen 3 im Bereich des Rippenfußes. Ihr Öffnungsquerschnitt ist deutlich kleiner als der Öffnungsquerschnitt der Öffnungen 9, insbesondere geringer als die Größe des durchströmten Querschnittes Q zwischen zwei benachbarten Rippen 3. Fig. 1 läßt erkennen, daß sich die zusätzlichen Öffnungen 11 jeweils auf halber Länge zwischen zwei aufeinanderfolgenden Öffnungen 9 befinden.

Bezugszeichenliste

1	Austauscherrohr
2	Flachseite
3	Rippe
4	Rippenband
5	Umlenkung
6	Fläche
7	Elektrode
7a	Federelement
8	Elektrode
8a	Buckel, Erhebung
9	Öffnung
10	Ausprägung
11	zusätzliche Öffnung
B	Breite des Austauscherrohres
H	Höhe des Austauscherrohres
A	Strömungspfeil
S	Verschmutzung
U	Umlenkung
Q	durchströmter Querschnitt

Patentansprüche

1. Wärmetauscher aus mehreren parallel zueinander angeordneten Austauscherrohren, deren Querschnitt für den Durchtritt eines der am Wärmeaustausch beteiligten Medien eine im Verhältnis zur Höhe große Breite aufweist, wobei an jeder der beiden Flachseiten der Austauscherrohre Rippen befestigt sind, die aus einem mehrfach mäanderförmig umgelenkten Rippenband gebildet sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Rippen (3) mit mehreren Öffnungen (9) versehen sind, deren Öffnungsquerschnitte jeweils mindestens die Größe des durchströmten Querschnittes (Q) zwischen zwei benachbarten Rippen (3) aufweisen.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (9) im Bereich der der Flachseite (2) des Austauscherrohres (1) abgewandten Umlenkungen (5) der Rippen (3) angeordnet sind, so daß ein Stoffaustausch mit dem die Rippen (3) des jeweils benachbarten Austauscherrohres (1) durchströmenden Medium möglich ist.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (9) sich mit den Öffnungen (9) der Rippen (3) des jeweils benachbarten Austauscherrohres (1) überdekken.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenflächen der Rippen (3) im Bereich des Rippenfußes mit zusätzlichen Öffnungen (11) versehen sind, deren Öffnungsquerschnitte jeweils geringer sind als die Größe des durchströmten Querschnittes (Q) zwischen zwei benachbarten Rippen (3).

5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die zusätzlichen Öffnungen (11) jeweils auf halber Länge zwischen

zwei aufeinanderfolgenden Öffnungen (9) befinden.

6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mäandrierungen des Rippenbandes (4) rechteckförmig sind, so daß die Umlenkungen (5) ebene Flächen (6) zur Anlage an den Flachseiten (2) des Austauscherrohres (1) bzw. an den entsprechend gestalteten Flächen des Rippenbandes (4) des benachbarten Austauscherrohres (1) bilden.

7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch teils abgesenkt, teils erhaben geformte Ausprägungen (10) in den Seitenflächen der Rippen (3).

8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenkungen (5) über eine linienförmige, durchgehende Verschweißung an den Flachseiten (2) des Austauscherrohres befestigt sind.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschweißung der Umlenkungen (5) mit der jeweiligen Flachseite (2) mittels eines Kondensator-Entladungs-Schweißverfahrens hergestellt ist.

Fig. 1

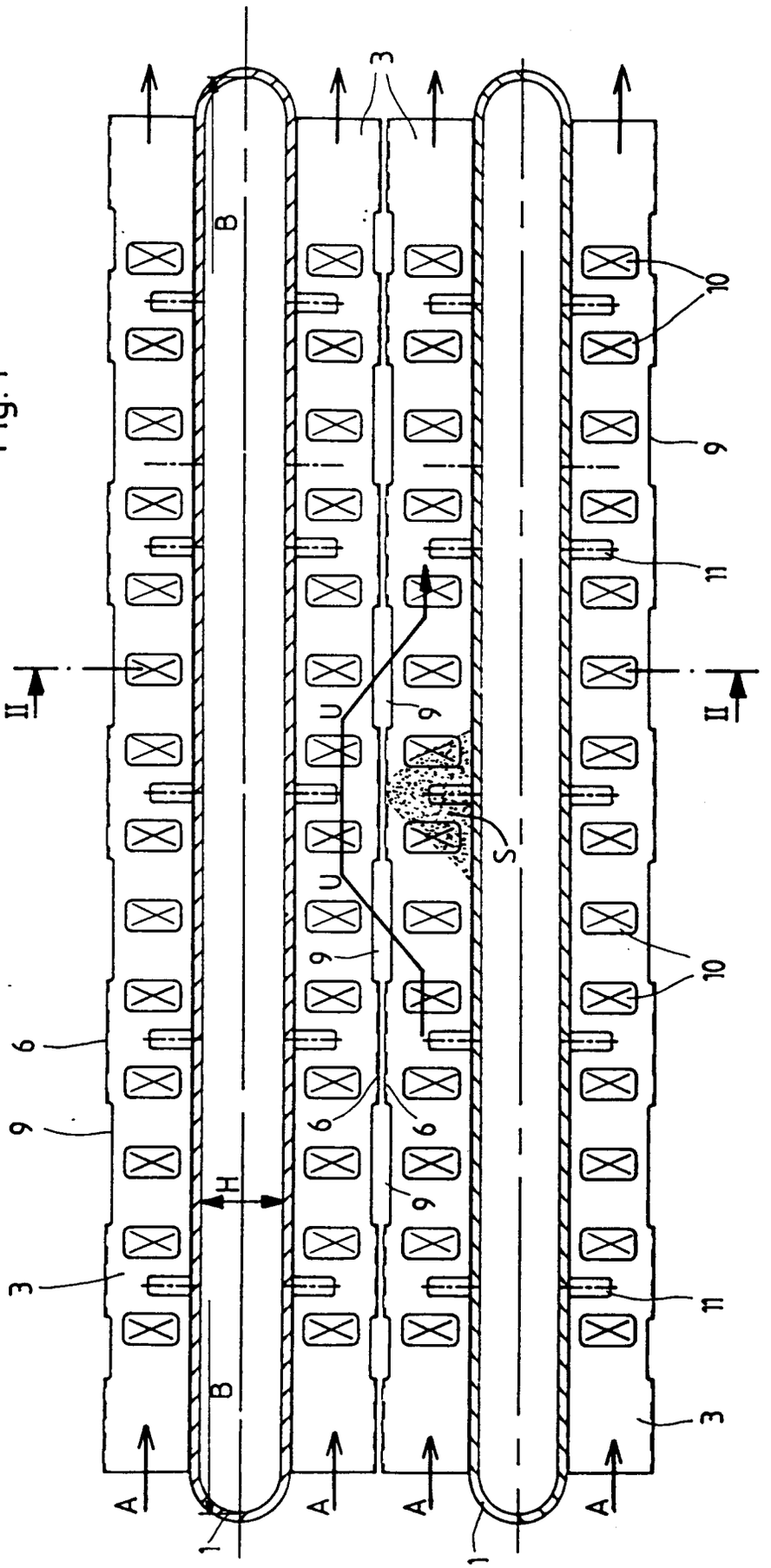
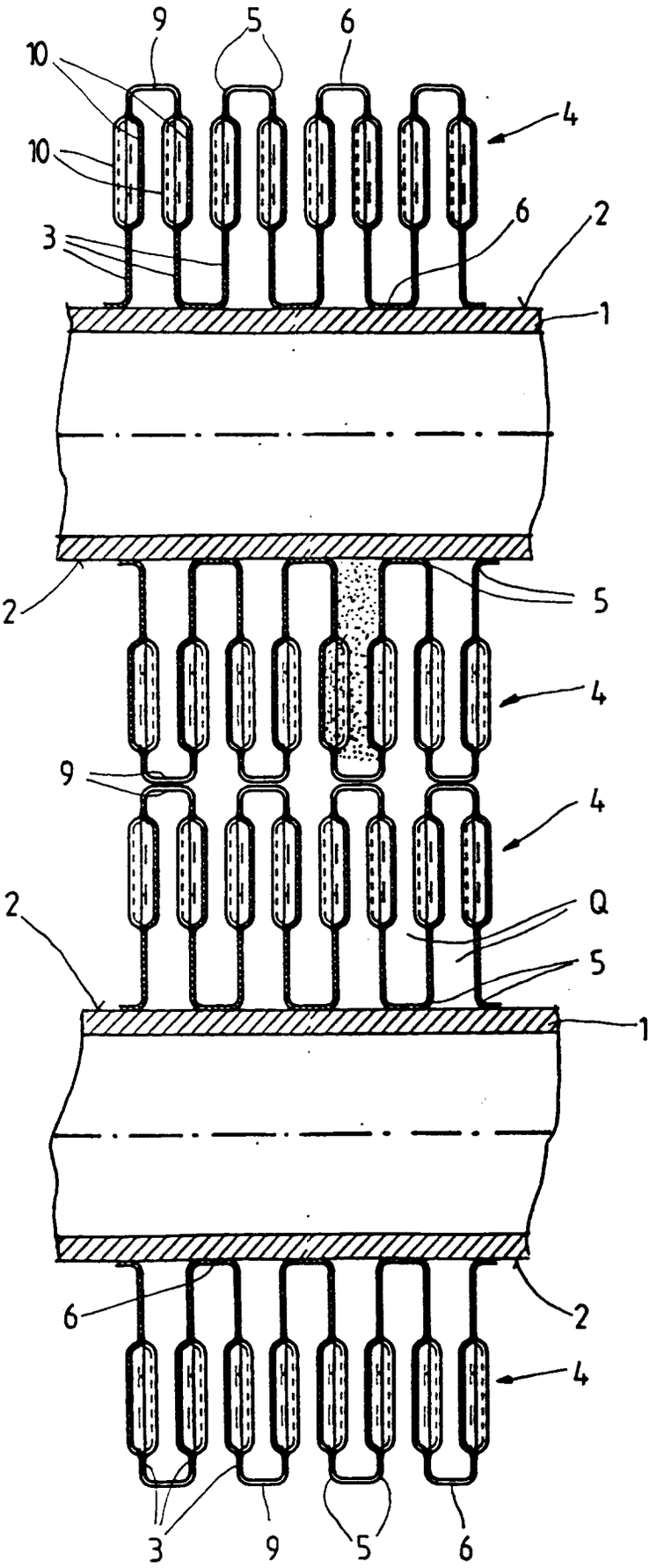


Fig. 2



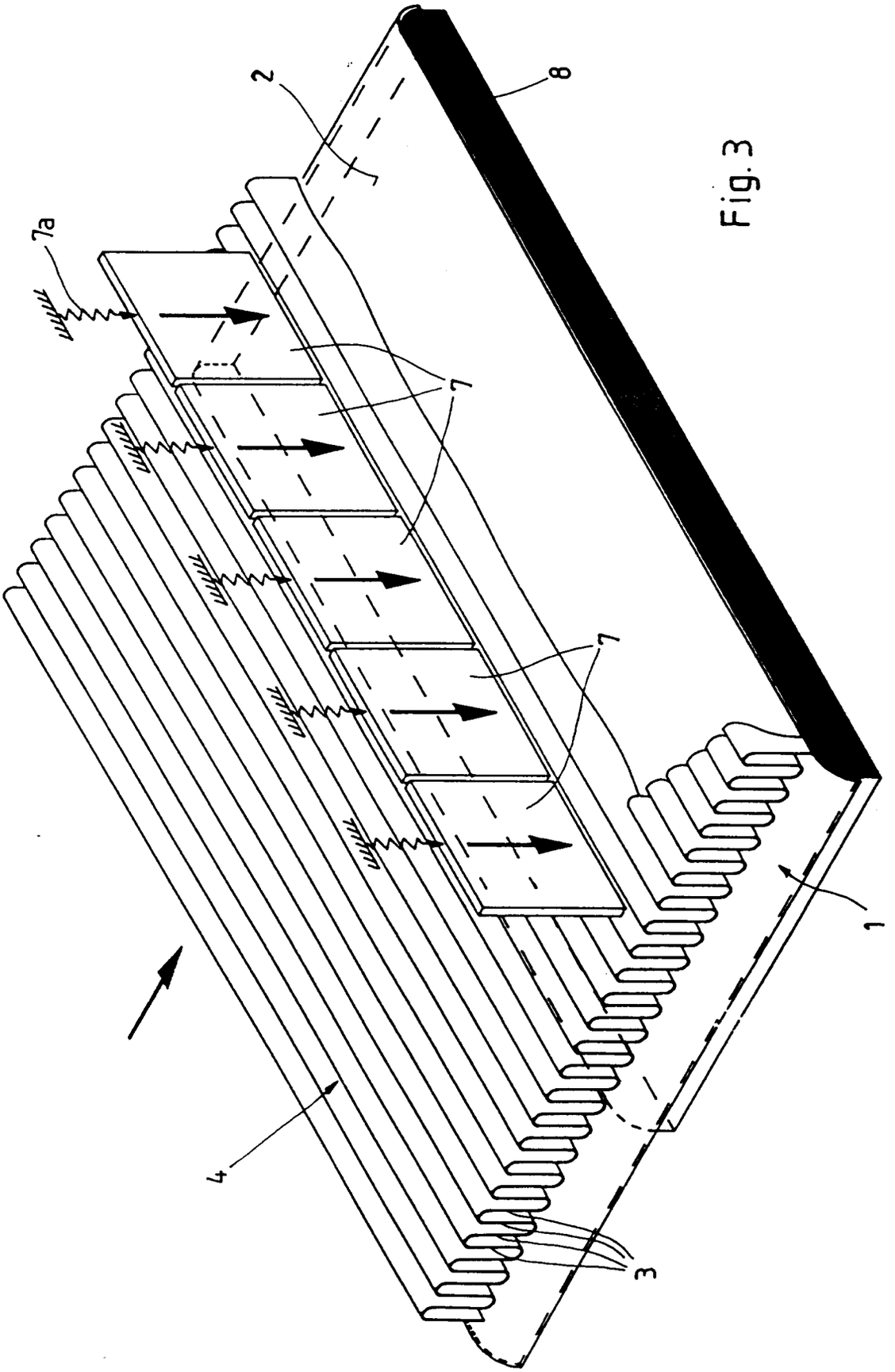


Fig. 3

Fig. 4

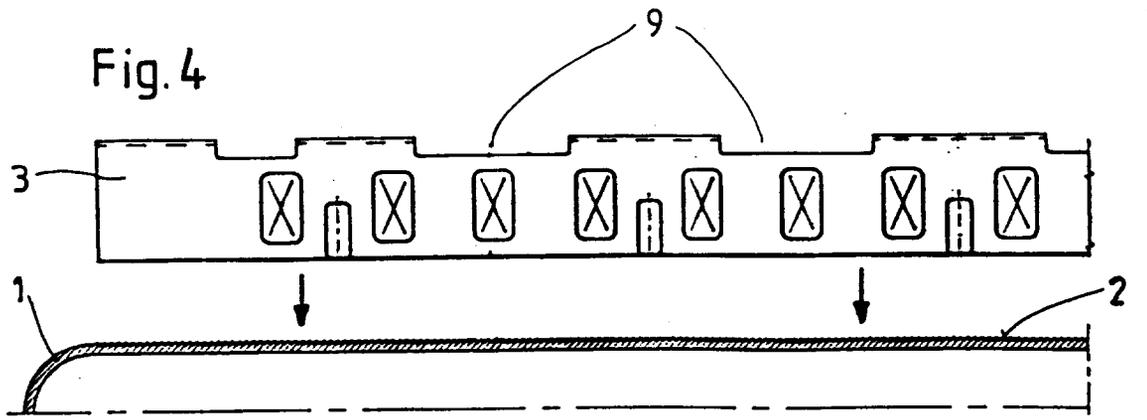
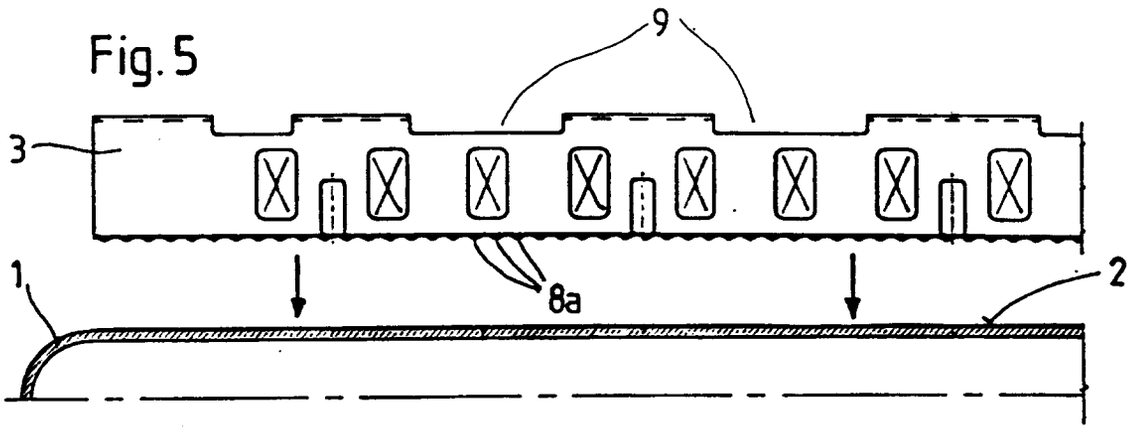



Fig. 5