



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.03.2003 Patentblatt 2003/13

(51) Int Cl.7: **F28F 9/02**

(21) Anmeldenummer: **02010989.8**

(22) Anmeldetag: **17.05.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Soldner, Jörg, Dr. Ing.**
71139 Ehningen (DE)
- **Marschner, Herbert**
73033 Göppingen (DE)
- **Schatz, Harald, Dipl.-Ing.**
72766 Reutlingen (DE)

(30) Priorität: **25.09.2001 DE 10147192**

(74) Vertreter: **Wolter, Klaus-Dietrich**
Modine Europe GmbH
Patentabteilung
70790 Filderstadt (DE)

(71) Anmelder: **Modine Manufacturing Company**
Racine, Wisconsin 53403-2552 (US)

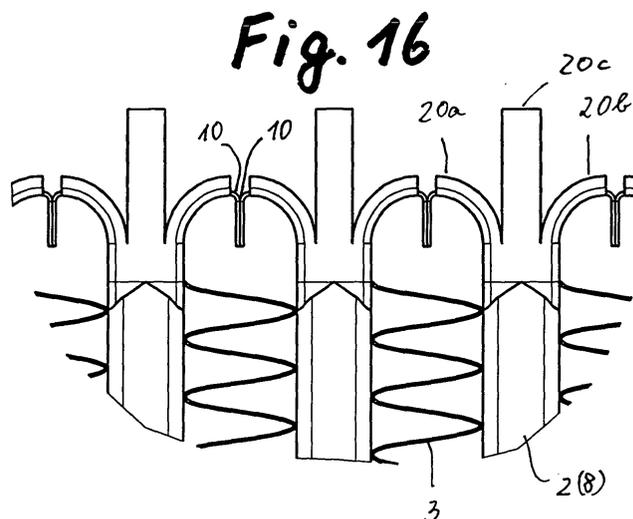
(72) Erfinder:
• **Zobel, Werner, Dipl.-Ing.**
71052 Böblingen (DE)

(54) **Wärmeaustauscher mit einem Rippen-Flachrohr-Block und Herstellungsverfahren**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmeaustauscher (1) mit einem Rippen (3) - Flachrohr (2) - Block, bestehend aus in Reihe angeordneten Flachrohren (2) und dazwischen angeordneten Rippen (3), wobei die umgeformten Enden (4) der Flachrohre (2) in gegenüberliegende, unten offene Sammel - oder Umlenkkästen (5) münden und an den Breitseiten (6) der umgeformten Enden (4) miteinander verbunden sind, wobei die Enden (4) der Flachrohre (2) mit ihren Schmalseiten (8) mit Verbindungsrandern (7) der Sammel - oder Umlenkkästen (5) in Kontakt und mittels Lötens verbunden sind. Ein Wärmeaustauscher, der geringeren Druckverlust

des primären Wärmetauschmittels aufweist, wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Enden (4) derart umgeformt sind, dass die Breitseiten (6) benachbarter Flachrohrenden (4) an ihren vormaligen Innenseiten (10) verbunden sind, oder dass die Verbindung jeweils zwischen der Außenseite (13) der Breitseite (6) eines Flachrohrendes (4) und der vormaligen Innenseite (10) der Breitseite (6) des benachbarten Flachrohrendes (4) vorgesehen ist.

Zwei alternative Herstellungsverfahren für den Wärmeaustauscher sind Gegenstand der Ansprüche 12 und 15.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeaustauscher mit einem Rippen - Flachrohr - Block, bestehend aus Flachrohren und dazwischen angeordneten Rippen, wobei die Enden der Flachrohre in gegenüberliegende Sammel - oder Umlenkkästen münden; die Enden der Flachrohre sind so umgeformt, dass jeweils eine Breitseite der Flachrohre mit der benachbarten Breitseite des nächsten Flachrohrs verbindbar ist, die dabei die Sammel - oder Umlenkkästen zumindest partiell abschließen, wobei die Enden der Flachrohre mit ihren Schmalseiten mit Verbindungsrandern der Sammel - oder Umlenkkästen in Kontakt und mittels Lötens verbunden sind. Ferner betrifft die Erfindung Herstellungsverfahren für solche Wärmetauscher.

[0002] Solche Wärmeaustauscher sind in den bisher unveröffentlichten Patentanmeldungen DE 100 16 113.8 und DE 100 19 268.8 der Anmelderin beschrieben worden. Es handelt sich dabei um sogenannte "rohrbodenlose" Wärmeaustauscher, die sehr raum - und materialsparend aufgebaut und relativ leicht sind sowie vollständig aus Aluminiumblech gefertigt werden können. In der erstgenannten Anmeldung werden die Flachrohre aus je zwei Rohrhälften gebildet, die an den Enden so umgeformt sind, dass die Breitseiten benachbarter Flachrohrenden verbunden werden können. In der zweiten Anmeldung werden geschweißte oder gezogene Flachrohre vorgesehen, die an den Enden in ihren Schmalseiten aufgeschlitzt werden, um die dadurch entstandenen zwei Teile der Enden so umzuformen, dass die Breitseiten benachbarter Flachrohre an den umgeformten Enden ebenfalls verbunden werden können.

[0003] Es hat sich herausgestellt, dass der Druckverlust des durch die Sammelkästen und die Flachrohre strömenden Mittels bei solchen Wärmeaustauschern weiter reduziert werden muß, um ihre Einsatzchancen, insbesondere im Kraftfahrzeugbereich, zu verbessern.

[0004] Demgemäß besteht die Aufgabe der Erfindung darin, Wärmeaustauscher mit den eingangs genannten Merkmalen so umzugestalten und geeignete Herstellungsverfahren für die umgestalteten Wärmeaustauscher anzugeben, dass sie wesentlich geringeren Druckverlust besitzen, wobei die sonstigen Vorteile erhalten bleiben sollen.

[0005] Die erfindungsgemäße Lösung steht, bezüglich des Wärmeaustauschers mit den Merkmalen des Oberbegriffs, im Kennzeichen des Anspruchs 1. Zwei alternative Herstellungsverfahren sind Gegenstand der Ansprüche 12 und 15.

[0006] Danach ist für den Wärmeaustauscher vorgesehen, dass die Enden der Flachrohre derart umgeformt sind, dass die Breitseiten benachbarter Flachrohrenden an ihren vormaligen Innenseiten verbunden sind, oder dass die Verbindung jeweils zwischen der Außenseite der Breitseite eines Flachrohrendes und der vormaligen Innenseite der Breitseite des benachbarten Flachroh-

rendes vorgesehen ist. Es sind also entweder jeweils zwei vormalige Innenseiten miteinander verbunden, oder es ist jeweils eine vormalige Innenseite der Breitseite des einen Flachrohrendes mit der Außenseite der Breitseite des benachbarten Flachrohrendes verbunden. Die Sammel - oder Umlenkkästen sind nach unten (zu den Flachrohrenden hin) durch die verbundenen Breitseiten der Flachrohrenden verschlossen. Die Stirnseiten der Sammel - oder Umlenkkästen können auf andere Weise verschlossen sein. Durch die Erfindung wird ein vergleichsweise geringer Druckverlust realisiert, weil eine solche Ausbildung der Verbindung eine fast ebene oder wellige, auf jeden Fall eine strömungsgünstige und zum Sammelkasten weisende Fläche ergibt, die durch die Innenseiten der Breitseiten gebildet ist. Die Verbindung der Breitseiten ist über die gesamte Breite der Flachrohre reichend vorgesehen. Mit anderen Worten, die Flachrohre sind an den Enden nicht in ihrem großen Durchmesser eingeschnürt, weshalb auch dort kein Druckverlust verursacht wird.

[0007] Die vormaligen Innenseiten der Breitseiten sind jene Seiten, die im Flachrohr vor der Umformung der Enden innen im Flachrohr liegen. Mit anderen Worten, die Breitseiten werden an den Enden sozusagen "umgekrempelt", wobei die der Verbindung mit dem benachbarten Flachrohrende dienenden vormaligen Innenseiten vorzugsweise etwa parallel mit den Breitseiten der Flachrohre angeordnet sind. Dadurch wird gleichzeitig der Abstand zwischen den Flachrohren des Wärmeaustauschers, der mit Wellrippen belegt ist, festgelegt.

[0008] Die Breitseiten sind in einem Ausführungsbeispiel im Bereich ihrer Verbindung senkrecht bzw. parallel zu den Flachrohren angeordnet, wobei sie zwei Abbiegungen von etwa 90° aufweisen.

[0009] In einem anderen Ausführungsbeispiel sind die Breitseiten im Bereich ihrer Verbindung mit Schräglage zu den Flachrohren angeordnet, wobei die Breitseiten eine Abbiegung von etwa 90° aufweisen und eine zweite, die dem Winkel der Schräglage entspricht.

[0010] In einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt eine ebene, gewellte Fläche vor, weil die Breitseiten bogenförmig verformt sind, wobei das eine Ende des Bogens zum Ein - oder Ausströmtrichter des jeweiligen Flachrohrs führt und das andere Ende zur Verbindung zwischen den vormaligen Innenseiten der Breitseiten benachbarter Flachrohre. Besonders günstig ist es, wenn jeweils zwei verbundene und bogenförmig verformte Breitseiten im Querschnitt gesehen etwa einen Halbkreis oder eine halbe Ellipse ausbilden.

[0011] Die etwa ebene oder vorzugsweise gewellte Fläche weist Ein - oder Ausströmtrichter in die Flachrohre auf. Die Fläche ist auf jeden Fall so ausgebildet, dass möglichst lediglich ein vernachlässigbarer Druckverlust beim Einströmen des Mittels in die Flachrohre verursacht wird.

[0012] Die Flachrohre selbst sind in einem Ausführungsbeispiel aus jeweils zwei Halbschalen gebildet.

Die vormalige Innenseite der Breitseite ist in diesem Ausführungsbeispiel dann die Seite, die bei einem zusammengefügt Flachrohr die innenliegende Breitseite des Flachrohres bzw. der Halbschale darstellt. Wegen weiterer Einzelheiten wird auf die DE 100 16 113.8 verwiesen, die als an dieser Stelle offenbart gelten soll.

[0013] In einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel sind gezogene oder geschweißte Flachrohre vorgesehen, die an den Enden in ihren Schmalseiten wenigstens einen Trennschnitt aufweisen, der die Enden in zwei Teile teilt, die umgeformt sind. Je tiefer der Trennschnitt vorgesehen ist, desto größer kann der bereits erwähnte Abstand zwischen den Flachrohren ausgeführt werden. Umgekehrt kann demzufolge bei geringerer Tiefe ein kleinerer Abstand realisiert werden. Wegen weiterer Einzelheiten wird auf die DE 100 19 268.8 verwiesen, die ebenfalls als an dieser Stelle offenbart gelten soll.

[0014] Ein erfindungsgemäßes Herstellungsverfahren sieht, wenn geschweißte oder gezogene Flachrohre verwendet werden, vor, dass die Schmalseiten der Flachrohrenden aufgetrennt werden, dass die beiden Breitseiten der Flachrohrenden so verformt werden, dass sich ihre vormaligen Innenseiten außen und in einem Abstand von der Breitseite des Flachrohres befinden, dass die Flachrohre mit den so umgeformten Flachrohrenden mit den Rippen zum Rippen - Flachrohr - Block zusammengefügt werden, wobei die vormaligen Innenseiten der Breitseiten benachbarter Flachrohrenden aneinandergesetzt und beim Lötens des Rippen - Flachrohr - Blocks verbunden werden.

[0015] Falls erforderlich, können die Flachrohrenden vorher auf einen scharfkantigen, rechteckigen Querschnitt gebracht werden. Dieser Schritt kann selbstverständlich entfallen, wenn die Flachrohre bereits einen etwa rechteckigen Querschnitt mit relativ scharfen Biegekanten aufweisen. Der rechteckige Querschnitt schafft bessere Voraussetzungen, um die Schmalseiten der Flachrohre mit den Verbindungsrandern der Sammelkästen dicht und haltbar verlötet zu können.

[0016] Die Schmalseiten sind zumindest dort, wo die Breitseiten benachbarter Flachrohrenden verbunden sind, durch Quetschen oder ähnliche Umformung beseitigt worden.

[0017] Beispielsweise für Ladeluftkühlerrohre, die etwas breitere Schmalseiten aufweisen, sind zwei außermittige Trennschnitte vorgesehen. Die zwischen den Trennschnitten vorhandene Schmalseite wird nach innen umgeklappt, was allerdings nicht notwendigerweise so geschehen muß. Jedoch hat es sich herausgestellt, dass die nach innen umgeklappten Schmalseiten eine stabilere Verbindung mit den Verbindungsrandern der Sammelkästen ergeben.

[0018] Bei relativ flachen Flachrohren reicht ein einziger, mittiger Trennschnitt.

[0019] Ein anderes erfindungsgemäßes Herstellungsverfahren für Wärmeaustauscher mit Flachrohren aus Halbschalen sieht vor, dass die Enden der Halb-

schalen der Flachrohre so verformt werden, dass sich die vormalige Innenseite der Breitseiten außen und im Abstand von der Breitseite der Halbschalen befindet, dass die Halbschalen zum Flachrohr und die Flachrohre mit den Rippen zum Rippen - Flachrohr - Block zusammengefügt werden, wobei die vormaligen Innenseiten benachbarter Halbschalen benachbarter Flachrohre aneinandergesetzt und beim Lötens des Rippen - Flachrohr - Blocks verbunden werden.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen beschrieben.

[0021] Es zeigen:

- Fig. 1 Perspektivische Ansicht auf einen Teil des Wärmeaustauschers,
- Fig. 2 Wie Fig. 1 jedoch ohne Sammelkasten;
- Fig. 3 Vergrößerter Ausschnitt eines Teils des Wärmeaustauschers in Seitenansicht;
- Fig. 4 Wie Fig. 3 bei einer modifizierten Ausführung;
- Fig. 5 Ansicht von oben auf ein einzelnes Flachrohrende aus Fig. 4;
- Fig. 6 Schematischer Ablauf der Herstellung von umgeformten Flachrohrenden;
- Fig. 7 Umformen der Enden auf rechteckigen Querschnitt;
- Fig. 8 Wie Fig. 6, bei einer anderen Ausführungsform;
- Fig. 9 Wie Fig. 6, bei einer weiteren Modifikation;
- Fig. 10 Vergrößerter Ausschnitt eines Teils des Wärmeaustauschers nach Fig. 9;
- Fig. 11 Einzelnes Wärmetauscherrohr, von oben gesehen;
- Fig. 12 Ausschnitt eines Wärmeaustauschers nach einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 13 Einzelheit aus Fig. 12;
- Fig. 14 Mit Fig. 12 vergleichbares Ausführungsbeispiel;
- Fig. 15 Einzelheit aus Fig. 14;
- Fig. 16 Ausschnitt einer Seitenansicht bei einer weiteren Modifikation;
- Fig. 17 Weiterbildung aus Fig. 16;

[0022] Die Fig. 1 stellt einen Wärmeaustauscher dar, bei dem nur der obere Sammelkasten **5** gezeigt ist. Der nicht gezeigte untere Sammelkasten **5** an den gegenüberliegenden Enden **4** der Flachrohre **2** kann identisch oder ähnlich ausgebildet sein. Der gesamte Wärmeaustauscher, bestehend aus den in Reihe angeordneten Flachrohren **2**, mit dazwischen angeordneten Wellrippen **3**, den Sammelkästen **5** und nicht gezeigten Anschlußorganen, wurde aus lotbeschichtetem Aluminiumblech hergestellt, was seit langem zum Stand der Technik gehört. In den gezeigten Ausführungsbeispielen handelt es sich um geschweißte Flachrohre **2** mit einer nicht gezeigten Längsnaht, die relativ dünnwandig und sehr kostengünstig herstellbar sind. In einem hier nicht gezeigten Ausführungsbeispiel sind Flachrohre **2**

im Einsatz, die aus zwei Halbschalen bestehen, welche in den Schmalseiten **8**, auf der Mitte **30**, zusammengesetzt sind und später verlötet werden.

[0023] Für den in den Fig. 1 - 3 dargestellten Wärmeaustauscher werden Flachrohre **2** mit relativ schmalen Schmalseiten **8** verwendet. Die Herstellung solcher Flachrohre **2**, bzw. die Umformung deren Enden **4** ist in Fig. 8 schematisch aufgezeigt worden. Zunächst wird ein auf der Mitte **30** der Schmalseiten **8** liegender Trennschnitt **20** vorgenommen, wobei die Teile **20a** und **20b** entstehen und danach werden die Teile **20a** und **20b**, wie in Fig. 8 gezeigt, nach und nach umgeformt. Der für die spätere Verbindung der Breitseiten **6** miteinander hinderliche Rand an den umgeformten Breitseiten **6**, ist durch Andrücken etwa eingeebnet worden. Zur Umformung ist zu sagen, dass dieselbe in mit einem Folgewerkzeug bestückter Umformmaschine durchgeführt wird, wobei mit jedem Arbeitshub ein fertig umgeformtes Flachrohr **2** ausgeworfen wird. Danach werden, wie insbesondere aus der Fig. 3 hervorgeht, die so vorbereiteten Flachrohre **2** in abwechselnder Folge mit Wellrippen **3** zum Rippen - Flachrohr - Block zusammengesetzt, wobei in diesem Ausführungsbeispiel jeweils die vormaligen Innenseiten **10** der Breitseiten **6** der Flachrohrenden **4** in Kontakt sind, so dass sie später, beim Löt

des Wärmeaustauschers, miteinander verbunden werden können. Auch für den Vorgang des Zusammensetzens stehen geeignete Mechanisierungs - und Automatisierungsmittel zur Verfügung, deren Einsatz nach Aspekten der Wirtschaftlichkeit vorgesehen wird. Bei dem bisher beschriebenen Wärmeaustauscher handelt es sich um den Kühlmittelkühler eines Kraftfahrzeuges.

[0024] Bei den in den anderen Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen handelt es sich hingegen um einen luftgekühlten Ladeluftkühler. Für solche Kühler werden Flachrohre **2** mit breiteren Schmalseiten **8** verwendet, die später in der Regel noch mit nicht gezeigten Inneneinsätzen ausgerüstet werden, um die Effizienz des Wärmetausches zu verbessern. In Fig. 7 ist gezeigt, dass die Flachrohrenden **4** zunächst auf einen scharfkantigen Rechteckquerschnitt gebracht werden, indem ein entsprechendes Werkzeug eingeführt wird. Dieser Arbeitsgang ist fakultativ vorgesehen und hängt von der Form der vorliegenden Flachrohre **2** ab. Danach werden, wie in Fig. 6 gezeigt, im Unterschied zum vorne beschriebenen Ausführungsbeispiel, jeweils zwei Trennschnitte **20** an sämtlichen Flachrohrenden **4** in deren beiden Schmalseiten **8** angebracht. Dadurch entstehen an den Flachrohrenden **4** die Teile **20a**, **20b** und **20c**, die in Fig. 6 bezeichnet wurden. Die beiden seitlichen Teile **20a** und **20b** werden dann, wie bereits beschrieben wurde, umgeformt. Das mittlere relativ breite Teil **20c** wird nach innen umgelegt, was ebenfalls eine nicht unbedingt notwendige Maßnahme ist. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Steifigkeit in den Schmalseiten **8** damit angehoben und die spätere Verbindung mit den Verbindungsrandern **7** der Sammelkästen **5** positiv beeinflusst werden kann.

[0025] In den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen werden sämtlich Teile **20a** und **20b** der Flachrohrenden **4** jeweils mit zwei ziemlich scharfkantigen Abkantungen **15** versehen, so dass die Fläche **11** (Fig. 3 und 4), die sich nach dem Zusammensetzen der Flachrohre **2** mit den Wellrippen **3** und dem danach folgenden Ansetzen der Sammelkästen **5** ergibt, relativ eben ist. Sie ist in regelmäßigen Abständen von Einströmtrichtern **12** in die Flachrohre **2** unterbrochen. Dies geht aus den Fig. 2 und 4 hervor. Eine solche ebene Fläche **11** mit Einströmtrichtern **12** schafft gute Strömungsbedingungen, die einen sehr geringen Druckverlust des durch die Flachrohre **2** strömenden Mittels erwarten lassen. In den Fig. 9, 10 und 11, die im übrigen den beschriebenen Ausführungsbeispielen entsprechen, denn auch dort ist die Verbindung an den vormaligen Innenseiten **10** vorgesehen, werden die Teile **20a** und **20b** in etwa halbrund verformt, wodurch die somit entstehende Fläche **11** einen mehr welligen Charakter erhält. Auch eine solche Modifikation ist hinsichtlich eines geringen Druckverlustes äußerst günstig. Es geht deutlich aus den genannten Figuren hervor, dass die die Fläche **11** ausbildenden Teile **20a**, **20b**, die aus den Breitseiten **6** der Flachrohre **2** geformt sind, die Sammelkästen **5** unmittelbar verschließen, weshalb es sich hier um einen sogenannten "rohrbodenlosen" Wärmeaustauscher handelt, der relativ leicht und raumsparend, in jeder Beziehung fortschrittlich und deshalb für den Einsatz in Kraftfahrzeugen besonders geeignet ist. In den zum gleichen Ausführungsbeispiel gehörenden Fig. 16 und 17 wurden die Breitseiten **6** so verformt, dass jeweils zwei Breitseiten **6** etwa ein Halbrund ausbilden. Nicht gezeigte weitere Ausführungsbeispiele zeigen diesbezüglich eine halb - elliptische Gestaltung. Die in den genannten Figuren gezeigte Ausbildung ist nicht nur bezüglich des geringen Druckverlustes sondern auch hinsichtlich der Stabilität sehr günstig, denn die Wanddicke der Flachrohre **2** ist meist wesentlich geringer als 1 mm. In Fig. 17 wurde eine zusätzliche Maßnahme vorgesehen, um die Stabilität anzuheben, die, wie dort gezeigt, darin besteht, dass eine der jeweils zwei anliegenden Breitseiten **6** unten umgebogen **50** wurde. Die Umbiegung **50** trägt außerdem dazu bei, dass die Verlotung mit den Verbindungsrandern **7** der Sammelkästen **5** verbessert ist.

[0026] In den Fig. 12 bis 15 erfolgt die Verbindung zwischen den Breitseiten **6** benachbarter Flachrohrenden **4**, im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Figuren, dadurch, dass beim Zusammenfügen des Rippen - Flachrohr - Blocks jeweils die vormalige Innenseite **10** der Breitseite **6** des einen Flachrohrendes **4** an die Außenseite **13** der Breitseite **6** des benachbarten Flachrohrendes **4** angelegt wird. Dabei ist die zwischen der Außenseite **13** und der vormaligen Innenseite **10** ausgebildete Verbindungsfläche etwa senkrecht zur Längsrichtung der Flachrohre **2** angeordnet. Solche Varianten werden beispielsweise deshalb vorgesehen, weil in manchen Anwendungsfällen die Flachrohre **2** aus ledig-

lich auf der Außenseite 13 lotplattiertem Aluminiumblech hergestellt sind. Ferner ist es von Vorteil, wenn, wie in den Figuren 13 und 15 gezeigt, in der Verbindung zwischen den benachbarten Flachrohrenden 4 eine Vorfixierung 40 vorgenommen wird, die dem Rippen - Flachrohr - Block vor dem Zusammenfügen mit den Sammelkästen 5 und vor dem Lötten einen provisorischen Halt verleiht. Die Vorfixierung 40 kann mit einem Werkzeug hergestellt werden, das die anliegenden Flächen partiell miteinander verschränkt. Dem Fachmann stehen jedoch äquivalente Vorfixierungen 40 zur Verfügung. Eine Vorfixierung 40 ist im übrigen auch in den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich. Ferner wirkt die oben beschriebene Umbiegung 50 ebenfalls wie eine Vorfixierung 40.

[0027] Die Verbindung der Breitseiten 6 ist über die gesamte Breite der Flachrohre 2 reichend vorgesehen. Mit anderen Worten, die Flachrohre 2 sind an den Enden 4 nicht in ihrem großen Durchmesser D eingeschnürt, weshalb auch dort kein Druckverlust verursacht wird. Dies geht besonders deutlich aus den Fig. 5 und 11 hervor, die jeweils Draufsichten auf ein einzelnes Flachrohr 2 mit umgeformtem Ende 4 zeigen, die zum ersten Ausführungsbeispiel gehören, bei dem jeweils die vormaligen Innenseiten 10 der Breitseiten 6 benachbarter Flachrohrenden 4 miteinander verbunden sind. Die Verbindung über die gesamte Breite der Flachrohre 2 ist jedoch auch in dem zweiten Ausführungsbeispiel (Fig. 12 - 15) so vorgesehen worden, bei dem jeweils die vormalige Innenseite 10 mit der Außenseite 13 verbunden ist.

Patentansprüche

1. Wärmeaustauscher (1) mit einem Rippen (3) - Flachrohr (2) - Block, bestehend aus in Reihe angeordneten Flachrohren (2) und dazwischen angeordneten Rippen (3), wobei die Enden (4) der Flachrohre (2) in gegenüberliegende Sammel- oder Umlenk-
kästen (5) münden; die Enden (4) der Flachrohre (2) sind so umgeformt, dass jeweils eine Breitseite (6) der Flachrohre (2) mit der benachbarten Breitseite (6) des nächsten Flachrohrs (2) verbindbar ist; die Breitseiten (6) schließen dabei die Sammel- oder Umlenk-
kästen (5) zumindest partiell ab; die Enden (4) der Flachrohre (2) sind mit ihren Schmalseiten (8) mit Verbindungsrändern (7) der Sammel- oder Umlenk-
kästen (5) in Kontakt und mittels Lötens verbunden,
dadurch gekennzeichnet, dass die Enden (4) derart umgeformt sind, dass die Breitseiten (6) benachbarter Flachrohrenden (4) an ihren vormaligen Innenseiten (10) verbindbar sind, oder derart, dass die Verbindung jeweils zwischen der Außenseite (13) der Breitseite (6) eines Flachrohrendes (4) und der vormaligen Innenseite (10) der Breitseite (6) des benachbarten Flachrohrendes (4) durchführbar ist.

des (4) durchführbar ist.

2. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breitseiten (6) zwei Abbiegungen (15) von etwa 90° aufweisen und im Bereich ihrer Verbindung parallel zur Längsachse (30) der Flachrohre (2) angeordnet sind.
3. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breitseiten (6) im Bereich ihrer Verbindung mit Schräglage zur Längsachse (30) der Flachrohre (2) angeordnet sind, wobei die Breitseiten (6) eine Abbiegung von etwa 90° aufweisen und eine zweite, die dem Winkel der Schräglage entspricht.
4. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breitseiten (6) etwa bogenförmig verformt sind, vorzugsweise so, dass im Querschnitt gesehen, jeweils zwei verbundene Breitseiten (6) etwa einen halbkreisförmigen oder halb-elliptischen Verlauf besitzen.
5. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Verbindung zwischen der Außenseite (13) der Breitseite (6) eines Flachrohrendes (4) und der vormaligen Innenseite (10) der Breitseite (6) des benachbarten Flachrohrendes (4), die Verbindungsfläche etwa senkrecht zur Längsachse (30) der Flachrohre (2) angeordnet ist.
6. Wärmeaustauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an den Enden (4) umgeformten Breitseiten (6) den unteren Abschluß des Sammelkastens (5) darstellen und dabei eine etwa ebene Fläche (11) oder eine in einer Ebene verlaufende, gewellte Fläche (11) bilden, wobei die Fläche (11) Einströmtrichter (12) in die Flachrohre (2) aufweist.
7. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohre (2) aus jeweils zwei Halbschalen gebildet sind.
8. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** vorzugsweise geschweißte Flachrohre (2) vorgesehen sind, die an den Enden (4) in ihren Schmalseiten (8) wenigstens einen Trennschnitt (20) aufweisen, der die Enden (4) in zwei Teile (20a, 20b) teilt, die umgeformt sind.
9. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Trennschnitte (20) außerhalb der Mitte (30) der Schmalseiten (8) angeordnet sind.
10. Wärmeaustauscher nach Anspruch 9, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die zwischen den Trennschnitten (20) verbleibenden Schmalseiten (8; 20c) nach innen, in das Flachrohr (2) hinein, umgeschlagen sind.

5

11. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein einziger Trennschnitt (20) auf der Mitte (30) der beiden Schmalseiten (8) angeordnet ist.

10

12. Verfahren zur Herstellung von Wärmeaustauschern mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 8 und mit folgenden Schritten;

die Schmalseiten (8) der Flachrohrenden (4) werden aufgetrennt;

15

die beiden Breitseiten (6) der Flachrohrenden (4) werden so verformt, dass sich ihre vormaligen Innenseiten (10) außen und in einem Abstand von der Breitseite (6) des Flachrohres (2) befinden;

die Flachrohre (2) mit den so umgeformten Flachrohrenden (4) werden mit den Rippen (3) zum Rippen - Flachrohr - Block zusammengefügt,

20

dadurch gekennzeichnet, dass

entweder die vormaligen Innenseiten (10) der Breitseiten (6) benachbarter Flachrohrenden (4) oder jeweils eine vormalige Innenseite (10) mit einer Außenseite (13) aneinandergesetzt und beim Löten des Rippen - Flachrohr - Blocks bzw. des Wärmeaustauschers verbunden werden.

25

30

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmalseiten, (8) zumindest dort, wo die Breitseiten (6) benachbarter Flachrohrenden (4) verbunden sind, durch Quetschen oder ähnliche Umformung beseitigt werden.

35

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohrenden (4) vor dem Auftrennen der Schmalseiten (8) auf einen rechteckigen Querschnitt gebracht werden.

40

15. Verfahren zur Herstellung von Wärmeaustauschern mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 7 und mit folgenden Schritten;

die Enden (4) der Halbschalen der Flachrohre (2) werden so verformt, dass sich die vormalige Innenseite (10) der Breitseiten (6) außen und im Abstand von der Breitseite (6) der Halbschalen befindet;

45

die Halbschalen werden zum Flachrohr (2) und die Flachrohre (2) mit den Rippen (3) zum Rippen - Flachrohr - Block zusammengefügt,

50

dadurch gekennzeichnet, dass entweder die vormaligen Innenseiten (10) benachbarter Halbschalen benachbarter Flachrohrenden (2) oder jeweils eine vormalige Innenseite (10) mit einer Außenseite (13) aneinandergesetzt und beim Löten des Rippen - Flachrohr - Blocks bzw. des Wärmeaustauschers verbunden werden.

55

Fig. 1

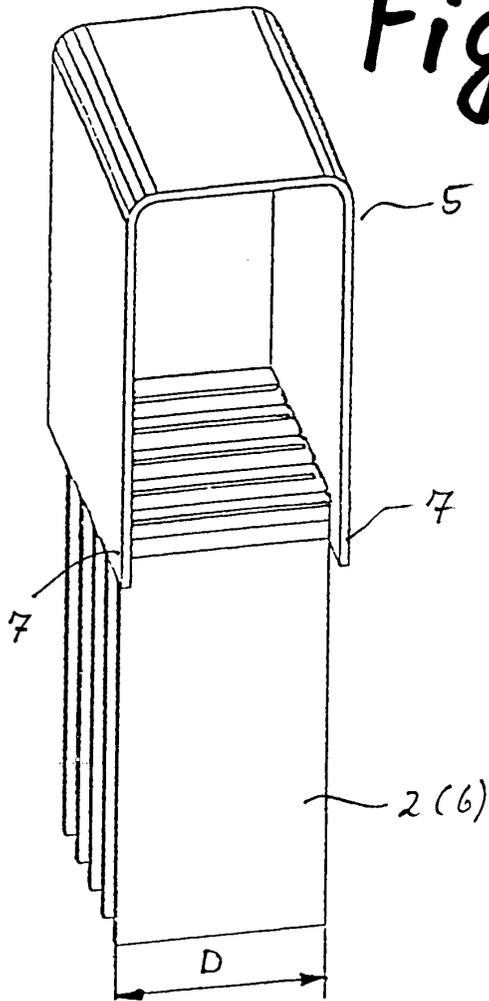


Fig. 2

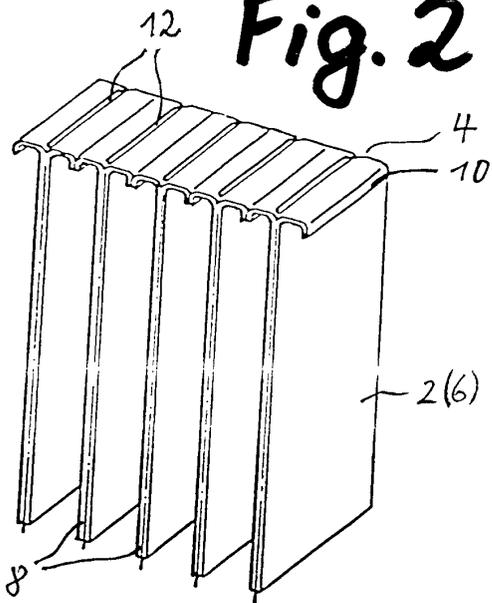


Fig. 3

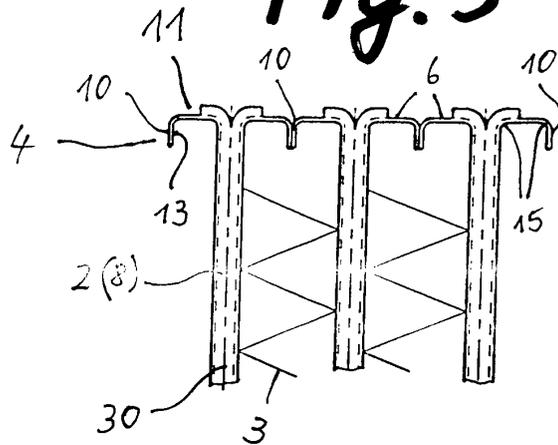


Fig. 4

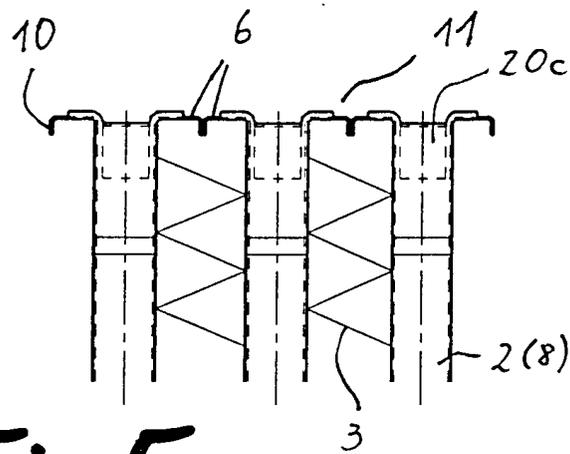
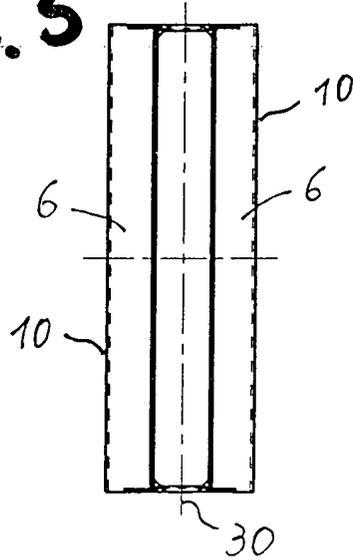


Fig. 5



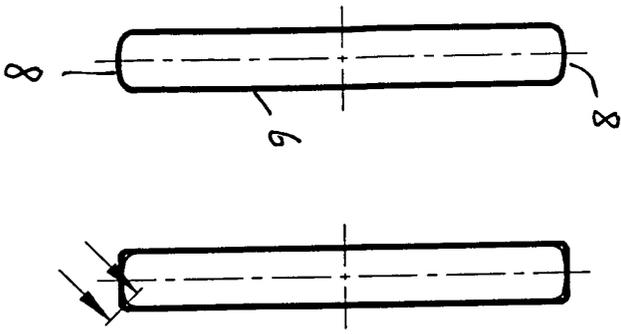


Fig. 7

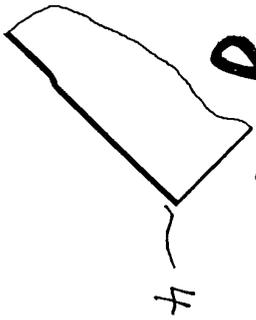


Fig. 8

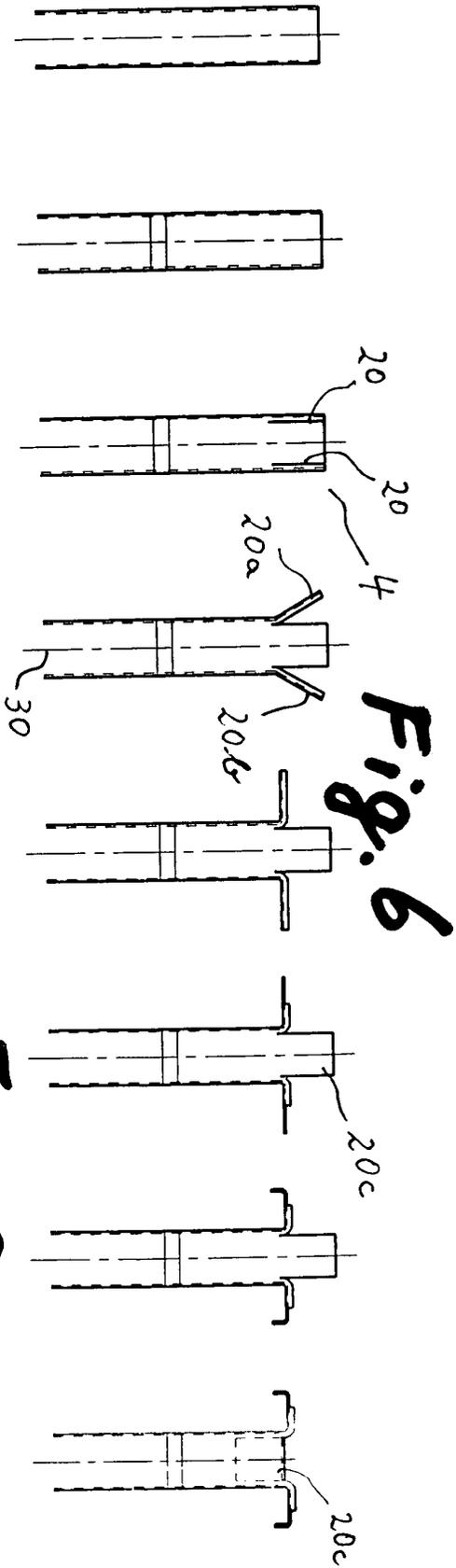
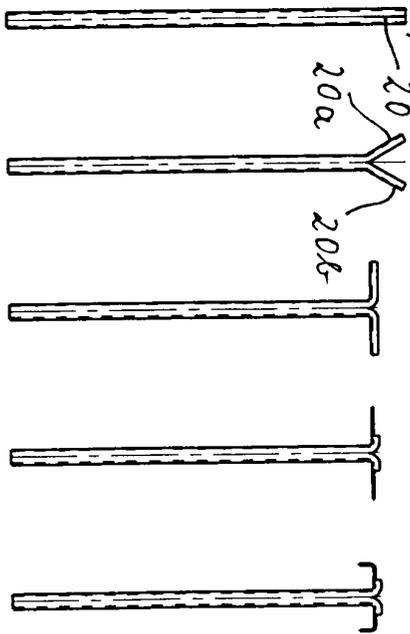


Fig. 6

Fig. 9

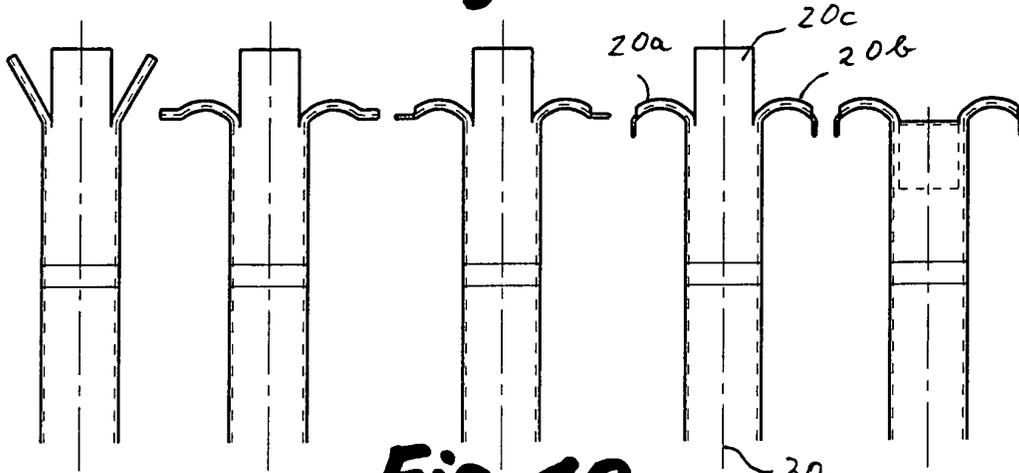


Fig. 10

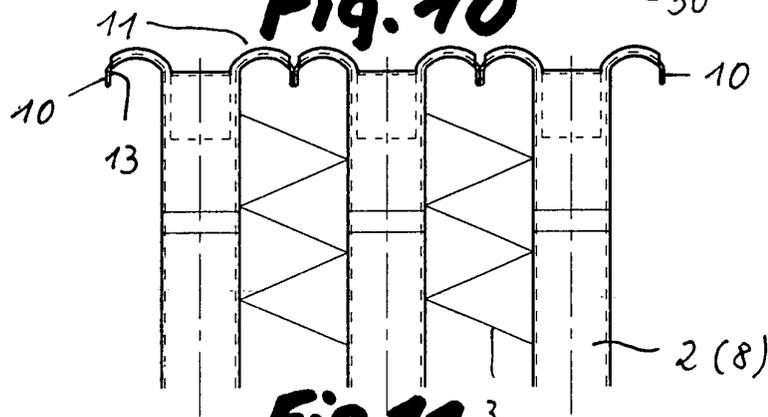


Fig. 11

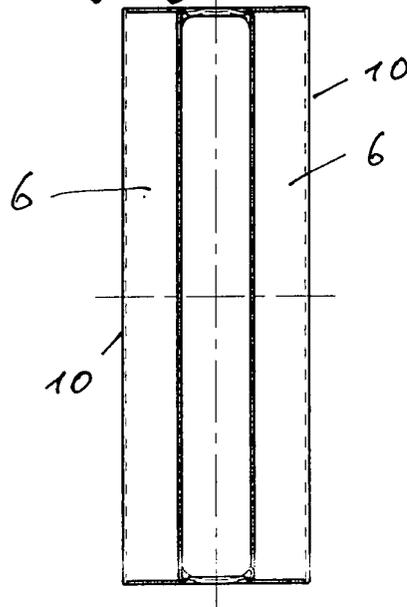
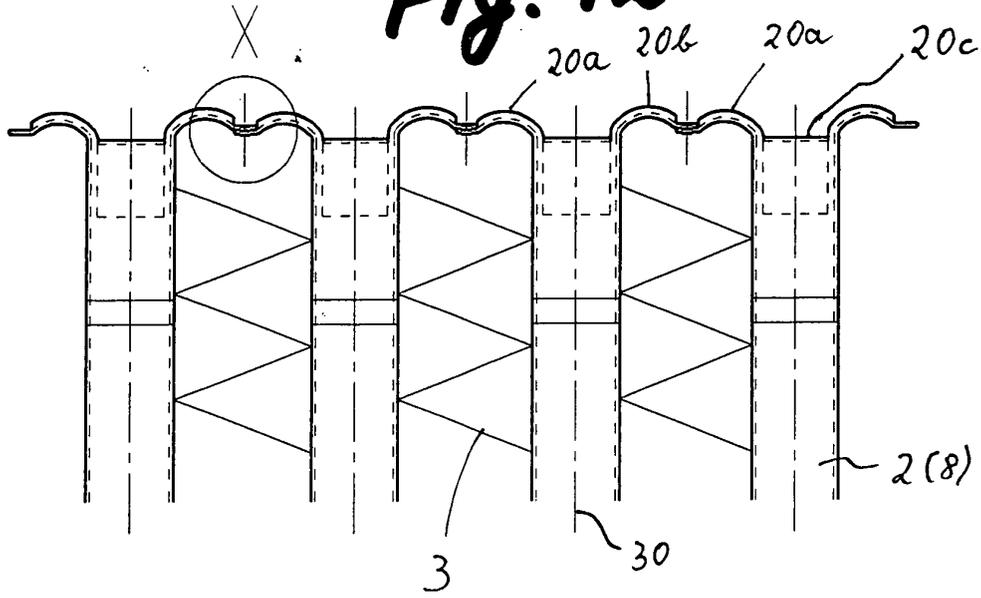


Fig. 12



X

Fig. 13

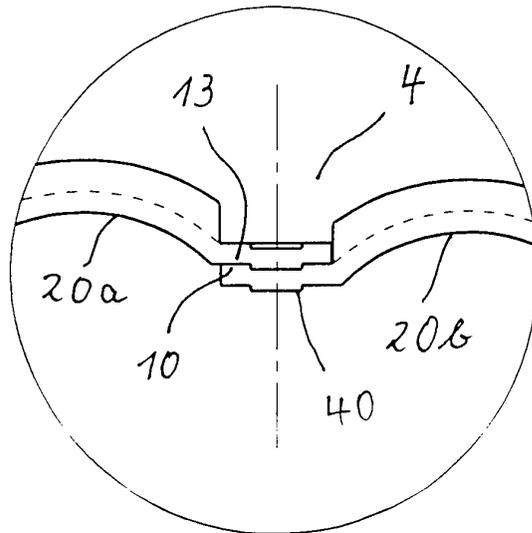


Fig. 14

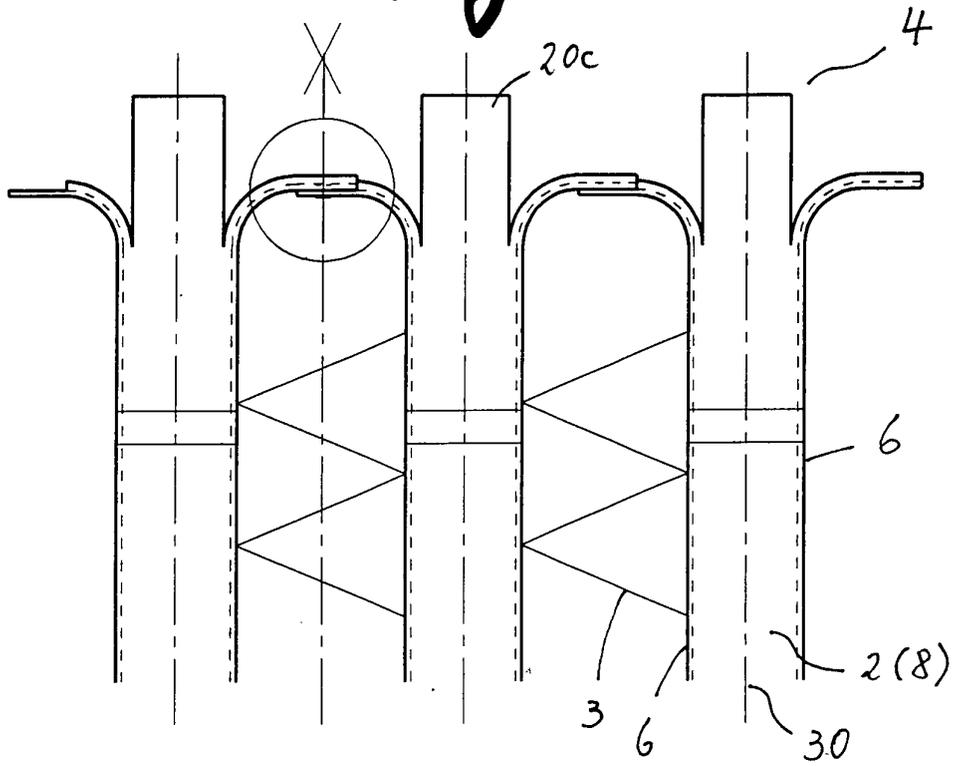


Fig. 15

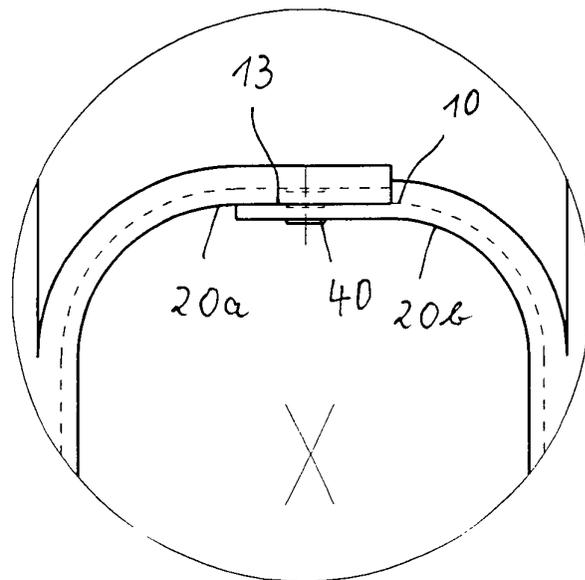


Fig. 16

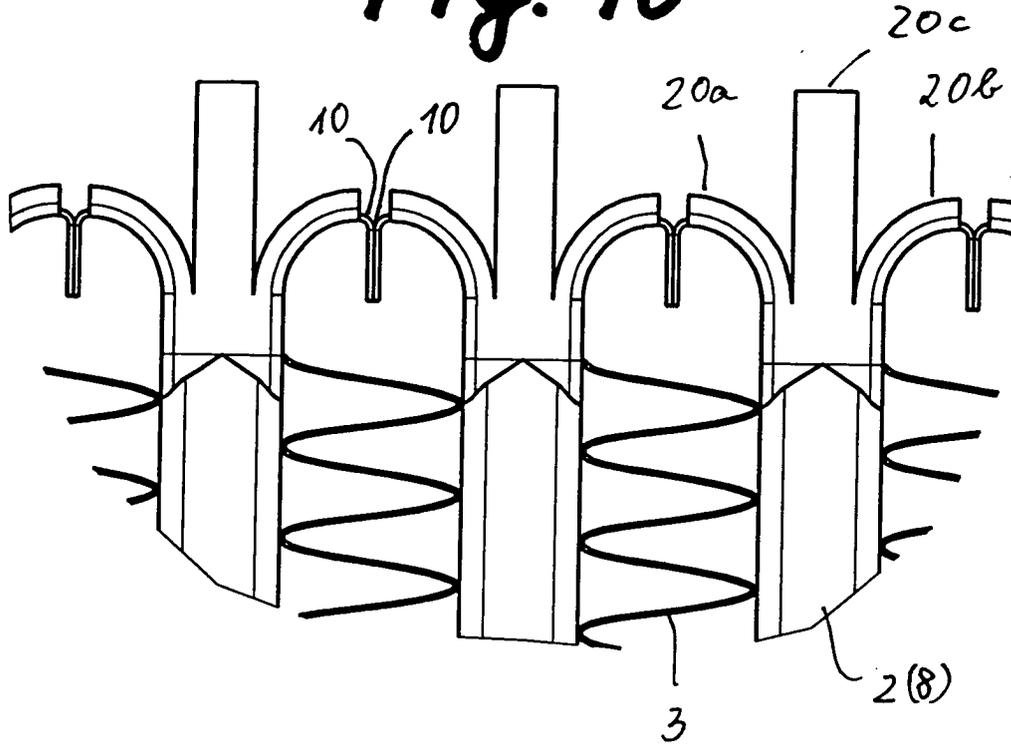


Fig. 17

