

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 519 334 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92109870.3**

(51) Int. Cl.⁵: **F28F 1/02, F28D 1/053,
F28F 9/18**

(22) Anmeldetag: **11.06.92**

(30) Priorität: **20.06.91 DE 4120442
23.01.92 DE 4201791**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.12.92 Patentblatt 92/52

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB

(71) Anmelder: **THERMAL-WERKE Wärme-, Kälte-,
Klimatechnik GmbH
Talhausstrasse 16 Postfach 16 80**

W-6832 Hockenheim(DE)

(72) Erfinder: **Haussmann, Roland, Dipl.-Ing.
Ruländer Weg 28
W-6908 Wiesloch(DE)**

(74) Vertreter: **Dr. Elisabeth Jung Dr. Jürgen
Schirdewahn Dipl.-Ing. Claus Gernhardt
P.O. Box 40 14 68 Clemensstrasse 30
W-8000 München 40(DE)**

(54) **Flachrohrwärmetauscher, Herstellungsverfahren desselben, Anwendungen und Flachrohre zum Einbau in den Flachrohrwärmetauscher.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Flachrohrwärmetauscher, ein für dessen Herstellung geeignetes Herstellungsverfahren und Anwendungen. Bezug genommen wird auf einen Flachrohrwärmetauscher mit mehreren Flachrohren (12), deren Schmalseiten (50) gerundet sind, und mit zwischen den Flachseiten (14) der Flachrohre (12) angeordneten Zickzacklamellen, die an ihren den Flachseiten benachbarten Rändern mit den Flachseiten der Flachrohre verlötet sind. Nach der Erfindung sind die Längserstreckung l der jeweiligen gerundeten Schmalseite (50) des jeweiligen Flachrohres (12) größer als der halbe Abstand d der Flachseiten (14) des Flachrohres (12) und die Zickzacklamellen auch mit Abschnitten bei-

der gerundeten Schmalseiten (50) des Flachrohres (12) verlötet. Bei dem Verfahren zum Herstellen des Flachrohrwärmetauschers (12) mit zwischenversteiften Flachrohren (12) werden die in die Schlitz eines Sammlers eingesteckten Enden der Flachrohre (12) von ihrer Zwischenversteifung (42) freigeschnitten und gegen den Schlitzumfang des Sammlers aufgeweitet. Die Anwendungen des Wärmetauschers betreffen die Verwendung als Verflüssiger einer Fahrzeugklimaanlage oder als Motor-, Getriebe- oder Hydraulik-Ölkühler eines Kraftfahrzeugs. Flachrohre zum Einbau in den Flachrohrwärmetauscher sind miteinander verkettet.

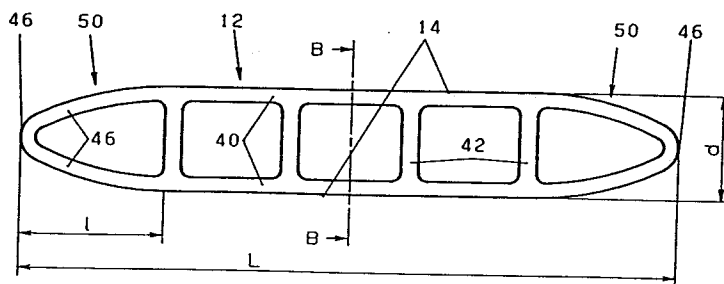


Fig. 3

Die Erfindung bezieht sich auf einen Flachrohrwärmetauscher gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Ein solcher Flachrohrwärmetauscher ist beispielsweise aus der DE-A1-37 20 483 (Fig. 4) bekannt. Die Erfindung betrifft ferner ein Herstellungsverfahren eines solchen Flachrohrwärmetauschers, Anwendungen und Flachrohre zum Einbau in den erfindungsgemäßen Flachrohrwärmetauscher.

Bei solchen bekannten Flachrohrwärmetauschern (vgl. auch die EP-B1-0 255 313 oder die eigene EP-A2 0 374 896 der Anmelderin) sind die Schmalseiten der Flachrohre mit einem Halbkreisbogen gerundet, dessen Radius dem halben Abstand d der Flachseiten eines Flachrohres entspricht. Dies ist die meistgebrauchte Schmalseitenausbildung von Flachrohrwärmetauschern, die für verschiedene Anwendungszwecke in Massenfertigung hergestellt werden.

Zickzacklamellen und mit diesen äquivalente Lamellen - im folgenden teilweise auch nur kurz Lamellen genannt - werden sandwichartig in der Folge Flachrohr - (Zickzack-)Lamelle - Flachrohr - (Zickzack-)Lamelle - etc. seitlich nebeneinander geschachtelt. Diese Anordnung ist nicht äquivalent mit dem Einstecken von Rohren in, meist mit Krägen versehene, Lamellen von Lamellenpaketen, wo anders als bei den Flachrohrwärmetauschern der Erfindung die Lamellen bzw. deren Krägen das jeweilige Rohr ringsum umgeben (vgl. z.B. GB-A-538 018); die letztgenannte Anordnung ist daher im Rahmen der Erfindung nicht mit in Betracht gezogen.

Daneben ist es noch bekannt, die Schmalseiten der Flachrohre rechteckig, mit abgerundeten Kanten oder dachförmig mit stumpfem Scheitelwinkel des Daches auszubilden. In all diesen Fällen sind die Zickzacklamellen nur mit den Flachseiten benachbarter Flachrohre verlötet, und es besteht dementsprechend das Bestreben, die Erstreckungslänge dieser Flachseiten möglichst groß zu wählen. Es kommt dabei jedoch vor, daß die nur an flachen Flächen verlöteten Lamellen vor dem Verlöten verrutschen. Dies führt neben einer optischen Störung der Oberfläche des Wärmetauschers zu einer vergrößerten realen Bautiefe desselben und darüber hinaus gelegentlich sogar zu Störungen der wärmeleitenden Verbindung zwischen den Flachrohren und den Lamellen.

Darüber hinaus erweisen sich die bekannten Profilierungen der Schmalseiten der Flachrohre als nur bedingt strömungsgünstig bezüglich des die Lamellen durchstreichenden äußeren Wärmeaustauschfluids, z.B. eines Luftstroms.

Schließlich sind die bekannten Profile der Schmalseiten der Flachrohre gegen Steinschlag bei Anordnung im Motorraum eines Kraftwagens empfindlich.

Der Erfindung liegt daher zunächst die Aufgabe zugrunde, die Verbindungsgüte der Lamellen mit den Flachrohren zu verbessern und dabei Gesichtspunkten der äußeren Strömungsdynamik Rechnung zu tragen, wobei im Falle der Anwendung des Flachrohrwärmetauschers in einem Kraftwagen auch die Steinschlaggefahr gemindert werden soll.

Diese Aufgabe wird bei einem Flachrohrwärmetauscher mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 durch dessen kennzeichnenden Merkmale gelöst.

Indem nach der Erfindung die gerundeten Schmalseiten mit einer langgestreckteren Rundung als bisher versehen werden, wird der c_w -Wert, d.h. der Widerstandsbeiwert des Wärmetauschers in bezug auf die Strömung des äußeren Wärmeaustauschmediums, verringert und dadurch der Druckverlust des äußeren Wärmeaustauschmediums reduziert. Dabei wird bei Einbau in Kraftfahrzeugen zugleich äußerer Steinschlag besser abgeleitet, soweit er nicht unmittelbar den Scheitelpunkt der gerundeten Schmalseiten trifft. Darüber hinaus bieten die langgestreckten gerundeten Schmalseiten die Möglichkeit, daß nunmehr die Lamellen nicht nur an den Flachseiten benachbarter Flachrohre anliegen, sondern die Flachrohre auch noch über eine nennenswerte Länge des Profils formschlüssig umgreifen und so gegen ein Verrutschen in Längsrichtung L des Flachrohrprofils vor dem Verlöten durch Formschluß gesichert sind.

Bei den Flachrohrwärmetauschern, auf welche sich die Erfindung mit ihrem Oberbegriff bezieht, ist die Längserstreckung 1 der halbkreisförmig gerundeten Schmalseite des jeweiligen Flachrohres gleich dem halben Abstand d der Flachseiten des Flachrohres. Die anderen erwähnten bekannten Flachrohrwärmetauscher haben sogar noch kleinere Werte 1 . Dies ist kein Zufall, weil man bisher eine möglichst lange Verlötungsstrecke längs der Flachseiten des Flachrohrprofils angestrebt hat. Die Erfindung geht bewußt von diesem bisherigen Konstruktionsprinzip aller bekannten Flachrohrwärmetauscher ab zugunsten der erwähnten neuen Wirkungen. Dabei wird darüber hinaus sogar die Verlötungsstrecke der Lamellen längs des Flachrohrprofils noch vergrößert, da erstmalig eine Verlötung auch in Teilbereichen der gerundeten Schmalseiten des Flachrohres erfolgt.

Mit den Merkmalen des Anspruchs 2 wird der erfindungsgemäße Effekt einer langgestreckten Ausbildung der gerundeten Schmalseiten der Flachrohre noch wesentlich stärker ausgeprägt.

Es ist möglich, die langgestreckt gerundeten Schmalseiten der Flachrohre mit sich kontinuierlich ändernder Krümmung zu gestalten, beispielsweise längs einer Ellipse. Konstruktiv einfacher und zugleich für die praktischen Bedürfnisse völlig ausrei-

chend ist jedoch eine Zusammensetzung der Krümmung aus Kreisbögen unterschiedlicher Radien. Dabei reicht es im Grenzfall völlig aus, einen ersten Kreisbogen zur Bildung des Scheitels der gerundeten Schmalseite zu verwenden und den Anschluß dieses Kreisbogens durch einen einzigen weiteren Kreisbogen zu beiden Seiten des Scheitels bis in die Flachseiten vorzunehmen. Bei mehr als zwei Kreisbögen mit unterschiedlichem Radius erfolgt dann entsprechend der Übergang vom Scheitel in die Flachseiten über eine Folge von Kreisbögen mit vom Scheitel zu den Flachseiten jeweils zunehmendem Radius.

Rein theoretisch wäre es denkbar, die Lamellen mit den gerundeten Schmalseiten der Flachrohre bis zum Scheitel der Flachrohre zu verlöten und insoweit die Umgreifung der Flachrohre hundertprozentig zu gestalten. Aus materialtechnischen Gründen, nämlich zum Vermeiden eines Reißens von Lamellen bei zu großer Verformung, wird jedoch vorzugsweise die Maßnahme nach Anspruch 4 vorgesehen, die Lamellen mindestens bis an die beiden Tangentialebenen an die Scheitelpunkte der Schmalseiten im nicht mit den Schmalseiten verlöteten Bereich frei weiterzuführen.

Diesen Gedanken der freien Weiterführung kann man dabei nach Anspruch 5 noch steigern, indem die weitergeführten Lamellenbereiche die gerundeten Schmalseiten der Flachrohre mindestens teilweise nach außen hin abdecken und so einen zusätzlichen Beschädigungsschutz, z.B. gegen Steinschlag bei Kraftfahrzeugen, bilden. Würde man nämlich bei den bekannten Flachrohrwärmetauschern die nur an den Flachseiten angelöteten Lamellen über die gedachten Tangentialebenen an die Scheitelpunkte der gerundeten Schmalseiten der Flachrohre überstehen lassen, so erhielte man dabei rechteckig vorstehende Lamellenkonturen ohne Überdeckung der gerundeten Schmalseiten der Flachrohre; dabei wären derartig überstehende Lamellen mechanisch instabil, da sie bis zu den verlöteten Bereichen mit den Flachseiten der Flachrohre über eine relativ große Strecke frei hervorstehen. Da bei der erfindungsgemäßen Anordnung eine Verlötung auch mit relativ großen Abschnitten der gerundeten Schmalseiten der Flachrohre erfolgt, ist die freie Überstandsstrecke demgegenüber weitaus geringer, was wiederum zu relativ größerer mechanischer Stabilität führt.

Anspruch 6 gibt einen konstruktiv besonders einfachen Weg der Schaffung des Überstandes mit gutem Überdeckungsgrad mit einem konstruktiv schon vorhandenen Krümmungsradius an. Dem steht nicht entgegen, daß man die Lehre des Anspruchs 5 auch mit unterschiedlichen Krümmungsgraden, ja gegebenenfalls gar in linearer Fortsetzung hinter dem verlöteten Bereich, erfüllen kann, je nachdem wie die gewünschten Abdeckungsver-

hältnisse der gerundeten Schmalseiten der Flachrohre gewählt sind.

Jedenfalls kann man im Rahmen des Anspruchs 5 frei zwischen einer vollständigen oder nahezu vollständigen Überdeckung der gerundeten Schmalseiten der Flachrohre und verbleibenden zentralen Restspalten wählen.

Bei Flachrohrwärmetauschern der Bauart, auf die sich die Erfindung bezieht, besteht allgemein das Problem, daß in Strömungsrichtung des äußeren Wärmetauschmediums die Bautiefe des Sammlers größer ist als die Länge L des Profils des Flachrohres. Wenn beispielsweise gemäß der EP-B1 0 255 313 der Sammler ein Rundrohr ist, bei dem die Flachrohre in Schlitze dicht verlötet eingeschoben sind, trägt die durch den Sammler bedingte zusätzliche Bautiefe in Strömungsrichtung des äußeren Wärmetauschmediums mindestens das Doppelte der Wandstärke des Rundrohres, in Praxis noch zuzüglich eines etwa eine weitere Wandstärke ausmachenden Einbauspiels. Bei einer Bautiefe von 16 mm im Bereich der Lamellenverrippung der Flachrohre kommt man dabei auf eine minimale Bautiefe im Bereich der Sammler von 19 mm. Die Bautiefe im Bereich der Sammler ist dabei das bestimmende Maß beim Einbau etwa in einen Kraftwagen. Allgemein besteht dabei die Tendenz, dieses Einbaumaß so gering wie möglich zu halten, da davon die Gesamtlänge des Kraftwagens bzw. dessen Motorraums einschließlich des mit dieser Längenproblematik verbundenen Materialverbrauchs beim Kraftfahrzeugbau selbst abhängt. Eine Einsparung von 3 mm Bautiefe im Sammlerbereich führt je nach Fahrzeugtyp zu einer Einsparung von 10 bis 20 kg Fahrzeuggewicht, insbesondere Blech.

Auch wenn man nicht wie im Falle der zuletzt erwähnten EP-B1 0 255 313 integrale Rundrohre benutzt, sondern den Sammler aus zwei (oder mehr) Teilen zusammensetzt, ergibt sich eine vergleichbare Problematik. So ergibt der in dieser Hinsicht auch schon optimierte Sammler gemäß dem eigenen deutschen Gebrauchsmuster G 90 15 090.2 im Sammlerbereich unter Einschluß des Montagespiels auch einen Bautiefenüberstand von drei bis vier Wandstärken des Sammlers.

Diese beiden bekannten Sammlerbauarten verkörpern dabei das Optimum dessen, was man an Bautiefeneinsparung im Sammlerbereich bisher bei Flachrohrwärmetauschern mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 für erreichbar gehalten hat.

Die erfindungsgemäße langgestreckte Gestaltung der gerundeten Schmalseiten der Flachrohre ermöglicht es nun, im Sinne von Anspruch 7 die in die Schlitze eines Sammlers beliebiger Bauart eingesteckten Enden der Flachrohre durch Verformung in Längsrichtung L des Flachrohrprofils so

weit zu verjüngen, daß dabei der sonst auftretende Bautiefenüberstand des Sammlers mindestens teilweise oder ganz kompensiert werden kann, im Grenzfall sogar eine geringere Bautiefe des Sammlers als die Länge L des Flachrohrprofils denkbar ist. Dem entsprechen die Angaben von Anspruch 10, während die Ansprüche 8 und 9 zwei alternative bevorzugte Verformungsergebnisse beschreiben.

Als Materialien für die Flachrohre, die Lamellen und die Sammler kommen alle in diesem Zusammenhang bekannten Metalle oder Metallsatzstoffe in Frage. So könnte man gegebenenfalls den Sammler beispielsweise auch aus einem Kunststoff herstellen, wenn die Verlötmöglichkeit, oder ein Äquivalent, sichergestellt ist, im Falle des Kunststoffs z.B. eine Kunststoffverschweißung. In erster Linie kommen, wie auch schon beim Stand der Technik, die Materialien gemäß Anspruch 11 in Frage.

Praktisch besonders interessant ist der Fall, daß die Flachrohre Strangpreßprofile sind. Dabei kann man beispielsweise auch innere Versteifungen, wie die bekannten Zwischenstege, bei der Strangpreßfertigung mit gewinnen und so in einem Arbeitsgang das ganze Flachrohr als Massenartikel herstellen. Daneben ist es noch bekannt, Flachrohre mehrteilig mit Einfügung gesonderter Versteifungen zu fertigen.

Insbesondere für den Fall der Herstellung der Flachrohre als Strangpreßprofile, aber auch allgemein, sind die Maßangaben der Ansprüche 14 bis 17 bevorzugt und entsprechen in ihren Größenordnungen auch im Vergleich mit Wettbewerbs-Wärmetauschern nach derzeitigem Stand der Technik optimalen Bedingungen. Entsprechendes gilt bezüglich der Lamellendicke für Anspruch 18.

Anspruch 19 ergibt eine zusätzliche mechanische Verfestigung in Ergänzung zu deren besserer Verlötung an den Flachrohren.

Es ist bisher schon bekannt, Flachrohre, die keine Zwischenversteifung besitzen, nach Einstekken in Schlitze eines Sammlers mechanisch aufzuweiten. Dies ist bei solchen Flachrohren bekannt, die in druckarmen Wasserkühlern oder Heizungswärmetauschern bei Kraftfahrzeugen eingesetzt werden. Damit kann man die Dichtheit der Flachrohre gegen den Sammler und die Sicherheit der Verlötung verbessern.

Die Merkmale des Verfahrensanspruchs 22 übertragen diese Möglichkeit nunmehr auch auf solche erfindungsgemäße Flachrohre, welche zwischen ihren Flachseiten Zwischenversteifungen, insbesondere Querstege, aufweisen. Die entsprechende Verformung der Enden der in die Schlitze eingesteckten Flachrohre läßt sich nämlich besonders gut bei Wärmetauschern mit den Merkmalen der Ansprüche 20 und 21 gemäß der Erfindung

vornehmen. Insbesondere, aber nicht ausschließlich, ist dabei das Verfahren nach Anspruch 23 vorgesehen, welches zu einem Wärmetauscher mit den Merkmalen mindestens von Anspruch 9 führt.

Die erfindungsgemäßen bzw. erfindungsgemäß hergestellten Wärmetauscher finden ihre Hauptanwendungsgebiete als Massenartikel in den Anwendungsfällen der Ansprüche 24 und 25. Daneben kommen aber auch andere bekannte Anwendungen, wie beispielsweise als Kühler oder als Verdampfer, in Frage. Wegen der in Frage kommenden Stückzahlen sind auch dabei Anwendungsfälle im Kraftfahrzeugbau bevorzugt, ohne daß Anwendungsbereiche in anderen Anwendungsfeldern, gegebenenfalls auch stationären Anordnungen, ausgeschlossen sein sollen.

Die Erfindung bezieht sich gemäß Anspruch 26 auch auf Flachrohre zum Einbau in einen erfindungsgemäßen Flachrohrwärmetauscher.

Die langgestreckte Ausbildung der gerundeten Schmalseiten der Flachrohre des erfindungsgemäßen Flachrohrwärmetauschers ergibt dann, wenn man gleichartige Flachrohre eng nebeneinander anordnet, relativ stetige Übergangskonturen.

Der Weiterbildungsidee der Ansprüche 26 bis 29 liegt die Aufgabe zugrunde, Flachrohre für den erfindungsgemäßen Flachrohrwärmetauscher in für Massenfertigung geeigneter Weise schnell und einfach herstellen und bereitstellen zu können.

Diese Aufgabe wird bei Flachrohren mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 26 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

Bei einer solchen erfindungsgemäßen verketteten Anordnung der Flachrohre läßt sich eine Vielzahl derselben gleichzeitig und vorzugsweise zunächst mit unbestimmter Länge herstellen. Dabei kommt neben Spritz- und Gießverfahren insbesondere die einheitliche Herstellung im Strangpreßverfahren in Frage, nachdem sich ein Erzeugnis gemäß Anspruch 27 ergibt.

Zur Verkettung der einzelnen Flachrohrelemente zunächst unbestimmter Länge - gegebenenfalls aber auch schon auf eine bestimmte Länge eingestellt, wie etwa bei Herstellung durch Gießen oder Spritzen - reicht es aus, wenn die Materialbrücken die in Anspruch 28 angegebenen geringen Maße hinsichtlich Materialstärke und/oder Länge der jeweiligen Materialbrücken haben. Daraus ergibt sich z.B. die Möglichkeit, die verkettete Anordnung der Flachrohre gemäß Anspruch 29 zwischenzuspeichern und gegebenenfalls zu transportieren, da große Biegeflexibilität an den gelenkartigen Verbindungen an den Materialbrücken zwischen den einzelnen Flachrohren gegeben ist. Auch lassen sich verkettete Flachrohre wesentlich besser und platzsparender aufrollen als einzelne Flachrohre.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an mehreren Ausführungs-

beispielen noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Flachrohrwärmetauscher gemäß der Erfindung in Strömungsrichtung des äußeren Wärmetauschmediums, insbesondere von Luft;

Fig. 2 eine Seitenansicht des Flachrohrwärmetauschers gemäß Fig. 1 in Erstreckungsrichtung der Sammler;

Fig. 3 eine Darstellung des Profils eines Flachrohres, wie es in der Ausführungsform nach den Fig. 1 und 2 Verwendung findet;

Fig. 4 in vergrößerter Darstellung eine Teilan-sicht von Fig. 3 mit angelöteter Lamelle;

Fig. 5 einen vergrößerten Teilschnitt nach der Linie V-V in Fig. 1;

Fig. 6 einen vergrößerten Teilschnitt nach der Linie VI-VI in Fig. 1 durch einen Sammler und ein Endstück eines in den Sammler eingesteckten Flachrohres;

Fig. 7a in vergrößerter Darstellung einen Profilabschnitt eines Flachrohres unter Einschluß einer gerundeten Schmalseite sowie die

Fig. 7b und 7c zwei alternative Stauchungszustände des Flachrohrabschnittes nach Fig. 7a; sowie

Fig. 8 einen Querschnitt durch ein einzelnes Glied einer verketteten Anordnung von Flach-rohren.

Der Flachrohrwärmetauscher 2 gemäß Fig. 1 weist zwei parallele Sammler 4 auf, welche ohne Beschränkung der Allgemeinheit die Bauart des deutschen Gebrauchsmusters G 90 15 090.2 haben. Die Sammler haben zueinander parallele Rohrböden 6, die in äquidistanten Abständen und bei den beiden Sammlern einander gegenüberliegend mit Schlitten 8 versehen sind. In diese Schlitten 8 greifen Enden 10 jeweils eines Flachrohres 12 ein. Die Flachrohre 12 sind dabei mit den Sammlern 4 gasdicht und damit auch flüssigkeitsdicht verlötet. Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß die zueinander parallelen Flachseiten 14 der Flachrohre 12 in Längsrichtung L des Flachrohrprofils in Strömungsrichtung (Pfeil A) des äußeren Wärmetauschmediums verlaufen. Die Flachrohre 12 sind mit einer Wärmetauschverrippung in Gestalt von Zickzacklamellen 16, oder der sandwichartigen Einbauart Flachrohr - Lamelle - Flachrohr - Lamelle - etc. nach mit solchen Zickzacklamellen äquivalenten anderen Lamellen, versehen, die an ihren den Flachseiten 14 der Flachrohre 12 benachbarten Rändern 18 mit den Flachseiten 14 der Flachrohre 12 verlötet sind.

Der Umfang des jeweiligen Sammlers 4 ist aus zwei Bauteilen 20 und 22 zusammengesetzt, von denen das Bauteil 20 den Rohrboden bildet. Der Rohrboden 20 weist die Schlitten 8 für die Aufnahme der in sie eingesteckten Flachrohrenden 10 auf, von denen im Querschnitt nach Fig. 6 nur eines zu

sehen ist. Das zweite Bauteil 22 ergänzt zusammen mit dem ersten Bauteil 20 den Umfang des Sammlers 4. Stirnseitig sind meist gesonderte Kappen am Sammler 4 aufgesteckt; man könnte jedoch auch diese Kappen integral an eines der Bauteile 20 oder 22 anformen. Gesonderte Kappen sind jedoch sinnvoll vorzusehen, wenn in bevorzugter Weise das zweite Bauteil 22 ein Strangpreßprofil ist.

Das erste Bauteil 20 ist zweckmäßig beidseitig hartlotbeschichtet. Das zweite Bauteil 22 ist zweckmäßig lotfrei ausgebildet.

Beide Bauteile 20 und 22 überlappen sich in zwei sich längs des Sammlers 4 erstreckenden Verbindungszonen 24 in drei Lagen, wobei in der Überlappungszone insbesondere eine Hartlotverbindung unter Verwendung der Hartlotbeschichtung des ersten Bauteils 20 vorhanden ist.

Man erkennt aus Fig. 6, daß das Flachrohrende 10 so tief in den Sammler durch den jeweiligen Einsteckschlitz 8 eingesteckt ist, daß noch etwa parallele Wandstege 26 über die innenliegende Stirnseite 28 der Flachrohre 12 hinausragen. Das hat zur Folge, daß auch die beiden Verbindungszonen 24 über den Stirnseiten 28 gelegen sind. Die Wandstege 26 werden jeweils von einer gabelförmigen Ausbildung 30 an den beiden Rändern des zweiten Bauteils 22 umfaßt und bilden im dreilagigen Verbindungsbereich die jeweilige Verbindungszone 24.

Der jeweils innenliegende Arm 32 der gabelförmigen Ausbildung 30 ist bei dieser Anordnung bereits weiter innen als die Schmalseiten der Mündung 28 der Flachrohre 12 angeordnet, so daß die Wandstärke des innenliegenden Arms 32 der gabelförmigen Ausbildung 30 zu der Bautiefe nichts mehr beiträgt, andererseits entsprechend den Festigkeitsverhältnissen ungeschwächt ausgebildet werden kann. Der jeweils außenliegende Arm 34 der gabelförmigen Ausbildung 30 kann dann, wie bereits erwähnt, mit geringerer Wandstärke ausgebildet sein, wie dies auch in Fig. 6 dargestellt ist. Mit dem Grund der gabelförmigen Ausbildung 30 ist dabei der jeweils außenliegende Arm 34 über eine Sollbiegeline in Form einer Längsnut 36 an der Innenseite des außenliegenden Arms 34 am Grund der gabelförmigen Ausbildung 30 zusammenhängend, so daß der außenliegende Arm 34 leicht auswärts gespreizt werden kann. Dies fördert eine an sich angestrebte Klemmverbindung zwischen den beiden Armen 32 und 34 der gabelförmigen Ausbildung 30 einerseits und den Wandstegen 26 andererseits.

Das erste Bauteil 20 wird vorteilhaft mit seinen Schlitten 8 als Flachteil gefertigt und von vornherein mit der beidseitigen Lotbeschichtung 38 versehen und dann erst aufgewölbt. Anschließend werden zweckmäßig die Flachrohre 12 in die Aufnah-

meschlitzte 8 eingesteckt und in diesen mechanisch aufgeweitet. Dann wird, wie dies weiter unten noch mehr im einzelnen erläutert ist, das zweite Bauteil 22 mit seinen gabelförmigen Ausbildungen 30 auf die Wandstege 26 des ersten Bauteils 20 aufgeschoben. Schließlich werden die erforderlichen Hartlotverbindungen einerseits in den Verbindungszonen 24 und andererseits zwischen den Flachrohren 12 und den Aufnahmeschlitzten 8 in einem Lötöfen gebildet.

Der eine Sammler 4 ist mit mindestens einer Trennwand 52 sowie an einer Seite der Trennwand mit einem Einlaß 54 und an der anderen Seite der Trennwand mit einem Auslaß 56 für ein inneres Wärmetauschmedium versehen. Wenn dann der andere Sammler ohne eine derartige Trennwand ausgebildet ist, fließt das innere Wärmetauschmedium vom Einlaß 54 durch den angeschlossenen Teil des Sammlers und die daran angeschlossenen Flachrohre 12 bis zum gegenüberliegenden Sammler und dann durch die anderen Flachrohre 12 zurück in die andere Abteilung des erstgenannten Sammlers und aus diesem aus dem Auslaß 56 heraus. In bekannter Modifikation kann man auch den erstgenannten Sammler mit mehr als einer Trennwand und den anderen Sammler dann ebenfalls mit mindestens einer Trennwand, im allgemeinen dann einer um eins verminderten Anzahl von Trennwänden, so versehen, daß das innere Wärmetauschmedium mehrfach durch kleinere Gruppen von Flachrohren hin und her zwischen den Sammlern gelenkt wird. Schließlich kann man auch bei Verwendung einer hinreichenden Anzahl von Trennwänden in einem Sammler, der mit Einlaß 54 und Auslaß 56 versehen ist, auf den zweiten Sammler ganz verzichten und diesen gegebenenfalls durch Haarnadelumleitungen ersetzen.

Das Profil der Flachrohre 12 ist aus Fig. 3 in Verbindung mit den Fig. 4 und 5 ersichtlich.

In der Schnittebene der Fig. 3 hat das Profil eine Profillänge L. Das Profil ist dabei spiegelbildlich zur gedachten Längsmittlebene B-B ausgebildet, zu deren beiden Seiten sich parallele Profilwände 40 erstrecken, die außen die beiden zueinander parallelen Flachseiten 14 bilden. Die parallelen Wände 40 sind dabei durch senkrecht zu ihnen stehende Zwischenstege 42 gegeneinander versteift, wobei hier ohne Beschränkung der Allgemeinheit im ganzen vier äquidistante Zwischenstege vorgesehen sind. Die parallelen Wände 40 setzen sich in gerundeten Wänden 44 fort, die in einem Scheitel 46 des Profils enden und gemeinsam gerundete Schmalseiten 50 des Profils ergeben. Die Längserstreckung einer dieser gerundeten Schmalseiten in Richtung des Maßes L hat hier jeweils das Maß 1. Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 schließen die gerundeten Schmalseiten 50 an den am weitesten außenliegenden Zwischen-

steg 42 an. Dies ergibt sich hier aus der Konstruktion des Bereichs des Scheitels 46 mit einem äußeren Kreisbogen mit dem Radius r_1 und jeweils zu beiden Seiten des Scheitels anschließenden Kreisbögen mit einem äußeren Radius r_2 , der tangential in die Flachseiten 14 einmündet. Bei dieser Konstruktion ergibt sich ein Innenradius r_3 , welcher bei stranggepreßten Flachrohren aus praktischen Herstellungsgründen nicht kleiner als 0,2 mm gewählt ist. Über die Wandstärke ergibt sich dabei der Radius r_1 mit r_3 zuzüglich der Wandstärke, hier $r_1 = 0,6$ mm (Wandstärke des Flachrohres 0,4 mm), während $r_2 = 7$ mm gewählt ist.

Die Darstellung von Fig. 3 ist dabei etwa im Verhältnis 1 : 8 maßstabgetreu.

Wie besonders deutlich aus Fig. 3 wird, sind die Lamellen 16 nicht nur mit den Flachseiten 14 der Flachrohre 12, sondern auch noch mit den Bereichen 58 der gerundeten Schmalseiten verlötet, und zwar bei der in Fig. 3 gewählten Konstruktion aus zwei Kreisbögen r_1 und r_2 längs der gesamten Länge der beiden Kreisbögen mit Radius r_2 .

Aus den Fig. 4 und 5 ist in Strichelung eine gedachte Tangentialebene C an die nebeneinander liegenden Scheitel 46 benachbarter Flachrohre 12 zu entnehmen. Aus Fig. 3 ersieht man ferner, daß sich die Lamellen 16 zu beiden Seiten der gerundeten Schmalseite 50 in Nachbarschaft des Kreisbogens mit dem Radius r_1 mit dem Radius r_2 frei weiter erstreckt, und zwar nicht nur bis zur Tangentialebene C, sondern noch über diese hinaus. Dabei bilden die an der Stirnseite des Wärmetauschers geradlinig miteinander fluchtenden Kanten 60 der Lamellen 16 zwischen sich nur noch einen kleinen Spalt 62 gegenüber dem Scheitel 46 des Flachrohres.

Im Anschluß an die Kanten 60 ist die Lamelle 16 mit einer Wellung 64 versehen, die gegenüber der sonst im wesentlichen ebenen Lamellenebene beidseitig vorspringt und den frei von den Flachrohren hervorspringenden Lamellenbereich steift. Dieser Bereich ist sowieso relativ klein, da ja gemäß Fig. 3 die Lamelle bis nahe an ihren Scheitel 46, d.h. im Bereich des ganzen Kreisbogens mit dem Radius r_2 , verlötet ist.

Gemäß Fig. 6 ist ferner die Länge S des jeweiligen Schlitzes 8 im Sammler 4 kleiner als die Länge L des Profils gemäß Fig. 3 des Flachrohres im Bereich der Verrippung mit den Lamellen 16. Die Enden 10 der Flachrohre können trotzdem in die Schlitzte 8 eingesteckt werden, weil sie gegenüber dem sonstigen Profil gemäß Fig. 3 der Flachrohre 12 eingezogen sind. Die Enden 10 der Flachrohre 12 gehen dabei über eine außerhalb des Sammlers gelegene Übergangszone 66 in das normale Profil der Flachrohre gemäß Fig. 3 über.

Die Möglichkeit der Einziehung der Enden 10

der Flachrohre beruht auf der gewählten Gestalt der gerundeten Schmalseiten 50 der Flachrohrprofile. Wenn diese in Längsrichtung ihres Profilquerschnittes gemäß Fig. 7b oder Fig. 7c gestaucht werden - was in praktisch verwertbarer Weise nur aufgrund der relativ langgestreckten Gestalt der gerundeten Schmalseiten 50 der Profile möglich ist -, erhalten die Rohrenden 10 eine verkleinerte wirk-
same Länge, die ein Einstecken in die Schlitze 8 ermöglicht.

Die Fig. 7b und 7c veranschaulichen dabei zwei bevorzugte Möglichkeiten dieser Längsstauchung der Profile. Nach Fig. 7b erfolgt die Verformung unter Rohrstauchung an den gerundeten Schmalseiten 50 in Längsrichtung der Flachrohrprofile unter Beibehaltung der Länge der neutralen Faser 68 (strichpunktiert eingezeichnet). Nach Fig. 7c erfolgt demgegenüber die Verformung unter Rohrstauchung an den gerundeten Schmalseiten 50 in Längsrichtung der Flachrohrprofile bei gleichzeitiger Stauchung der Materialwandstärke, so daß die strichpunktiert eingezeichnete neutrale Faser sich verkürzt. Man erkennt dabei eine Materialansammlung insbesondere in den Eckbereichen der Stirnseiten des gestauchten Profils, wie dies etwa an einer Ecke mit dem Bezugszeichen 70 angedeutet ist. Diese Stauchungsart kann dabei so weit gehen, daß sich im Scheitelpunkt des gestauchten gerundeten Abschnitts 50 eine zentrale Falte 72 bildet. Wenn man dann den nächstkommen-
den Zwischensteg 42 freischneidet, wie dies durch den gestrichelt eingezeichneten Einschnitt 74 in Fig. 7c dargestellt ist, kann man das in den Schlitz 8 eingreifende Ende 10 des Flachrohres durch einen Aufweitdorn gegen den in Fig. 7c gestrichelt eingezeichneten Rand des Schlitzes 8 aufweiten und dabei die zunächst gebildete Falte 72 wieder strecken und dabei in gerade Anlage an die Schmalseite des Randes des Schlitzes bringen. Die Länge der zunächst gebildeten Falte kann dabei nutzbar gemacht werden, um beim Aufweiten die sonst besonders kritischen Eckbereiche des Schlitzes zu füllen. Diese Art der Aufweittechnik setzt dabei eine zweiteilige Ausbildung des Sammlers aus den beiden Bauteilen 20 und 22 voraus, wobei dann das deckelartige Bauteil 22 nach dem Aufweiten auf das den Rohrboden bildende Bauteil 20 aufgesetzt wird.

Auch im Außenbereich ist die Schmalseite des Flachrohres bezüglich der Güte der Verlötung kritisch. Der Übergangsbereich 66 in das eingezogene Ende 10 bildet dabei mit dem Rohrboden 20 einen relativ spitzwinkligen Winkel, der zur Lotaufnahme besonders geeignet ist. Der Übergangsbereich 66 kann außerdem als toleranzausgleichender Anschlag zu einem formschlüssigen Einführen der Rohrenden 10 in die Schlitze 8 des Sammlers 4 dienen.

Gemäß Fig. 8 werden zunächst mehrere Flachrohre 12, z.B. beim Strangpressen, in einer Ebene nebeneinander angeordnet und miteinander an den Scheiteln 46 ihrer gerundeten Schmalseiten 50 jeweils durch eine Materialbrücke 80 miteinander verkettet, von der in Fig. 8 nur die nach Vereinzelung durch Durchtrennen der Materialbrücken verbliebenen Brückenreste dargestellt sind. Die jeweilige Materialbrücke 80 hat eine geringe Materialstärke und eine geringe Länge in der Erstreckungsebene der Flachrohre 12. Die Maße sind dabei abgesehen von der gewünschten Funktion der verketteten Anordnung der Flachrohre 12 so gewählt, daß die ganze verkettete Anordnung als integrales Strangpreßprofil unbestimmter Länge hergestellt werden kann. Dies betrifft insbesondere die Mindestmaße der Materialbrücken 80. Die Maximalstärke der Materialbrücke 80 ist dabei so gewählt, daß an der Trennlinie ein Abreißen, Abdrücken, Abscheren, Abschneiden oder dergleichen bekannter Trennvorgang stattfinden kann. Funktionell ist weiter bei der Bemessung folgendes zu berücksichtigen:

Zum einen soll die verkettete Anordnung der Flachrohre 12 mit zunächst noch unbestimmter Länge als integrales Strangpreßteil auf einem Kern aufgewickelt werden können, um es zwischenlagern und gegebenenfalls transportieren zu können.

Zum anderen sollen, wie dargestellt, nur geringe Reste vom Material der Materialbrücken 80 verbleiben, wenn man jeweils ein Paar benachbarter Flachrohre 12 längs einer einzigen Trennlinie 82 voneinander abtrennt.

Mit 58 sind noch diejenigen Abschnitte bezeichnet, an denen bei dem erfindungsgemäßen Flachrohrwärmetauscher die Verlötung mit den nicht dargestellten Lamellen des ebenfalls nicht dargestellten Flachrohrwärmetauschers erfolgt. Auch die Längserstreckung 1 der jeweiligen gerundeten Schmalseite 50 des jeweiligen Flachrohres 12 sowie der Abstand d der Flachseiten 14 des jeweiligen Flachrohres 12 entsprechen den Angaben bei der Beschreibung des erfindungsgemäßen Flachrohrwärmetauschers. Die Erstreckungsrichtung der Materialbrücken 80 ist dabei sinngemäß in Richtung der Längserstreckung 1 zu verstehen.

Patentansprüche

1. Flachrohrwärmetauscher (2) mit mehreren Flachrohren (12), deren Schmalseiten (50) gerundet sind, und mit zwischen den Flachseiten (14) der Flachrohre (12) sandwichartig eingeschachtelten Zickzacklamellen (16), die an ihren den Flachseiten benachbarten Rändern (18) mit den Flachseiten der Flachrohre verlötet sind,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Längserstreckung 1 der jeweiligen gerundeten Schmalseite (50) des jeweiligen Flachrohres (12) größer ist als der halbe Abstand d der Flachseiten (14) des Flachrohres (12) und

daß die Zickzacklamellen (16) auch mit Abschnitten (58) beider gerundeten Schmalseiten (50) des Flachrohres (12) verlötet sind.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Längserstreckung 1 größer ist als der Abstand d der Flachseiten (14). 10
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rundung der Schmalseite (50) aus Kreisbögen verschiedenen Radius (r_1 , r_2), vorzugsweise Kreisbögen mit zwei verschiedenen Radien, zusammengesetzt ist, wobei ein Kreisbogen mit minimalem Radius (r_1) den Scheitel (46) der Schmalseite (50) bildet und Kreisbögen jeweils zunehmenden Radius (r_2) beidseitig anschließen. 15 20
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zickzacklamellen (16) sich von den mit den gerundeten Schmalseiten (50) verlöteten Bereichen (58) frei mindestens bis an die beiden gedachten Tangentialebenen (C) an die Scheitelpunkte (16) der gerundeten Schmalseiten erstrecken. 25 30
5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zickzacklamellen (16) mindestens an einer Schmalseite (50) der Flachrohre (12) über die betreffende gedachte Tangentialebene (C) überstehen. 35
6. Wärmetauscher nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der sich frei erstreckende Bereich der Zickzacklamelle (16) dem letzten Krümmungsradius (r_2) im mit der gerundeten Schmalseite (50) verlöteten Bereich (58) folgt. 40 45
7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit mindestens einem Sammler (4) mit Schlitten (8), in die benachbarte Enden (10) der Flachrohre (12) unter dichter Verlötung eingesteckt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitten (8) jeweils eine geringere Länge (S) als die Flachrohre (12 % Länge L) zwischen den Scheitelpunkten (46) ihrer gerundeten Schmalseiten (50) innerhalb ihrer Verrippung mit den Zickzacklamellen (16) haben und daß längs der Eingriffsstrecken der Enden (10) der Flachrohre (12) in dem Sammler (4) die im Bereich der Verrippung gerundeten

Schmalseiten (50) der Flachrohre (12) derart verformt sind, daß die Flachrohre (12) jeweils eine der Schlittenlänge (S) entsprechende verringerte Länge haben.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformung eine Rohrstauchung an den gerundeten Schmalseiten (50) in Längsrichtung der Flachrohrprofile unter Beibehaltung der Länge der neutralen Faser (68) darstellt (Fig. 7b).
9. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformung eine Rohrstauchung an den gerundeten Schmalseiten (50) in Längsrichtung der Flachrohrprofile bei gleichzeitiger Stauchung der Materialwandstärke darstellt, so daß sich die neutrale Faser (68) verkürzt (Fig. 7c).
10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bautiefe des Sammlers in Strömungsrichtung (A) des äußeren Wärmetauschmediums längs der Zickzacklamellen (16) höchstens um ein geringeres Maß als die doppelte seitliche Wandstärke des Sammlers (4) größer ist als die Bautiefe der Flachrohre (12) im Bereich deren Verrippung.
11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (12), die Zickzacklamellen (16) und/oder der jeweilige Sammler (4) aus Al oder einer Al-Legierung, vorzugsweise AlMn1, bestehen.
12. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (12) Strangpreßprofile sind.
13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke der Flachrohre (12) im Bereich von 0,2 bis 0,6 mm liegt.
14. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (12) im Bereich ihrer Verrippung eine Querschnittslänge L von 12 bis 25 mm, vorzugsweise 15 bis 20 mm, haben.
15. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß beide gerundeten Schmalseiten (50) der Flachrohre (12) zusammen 40 bis 50 % von deren Querschnittslänge L ausmachen.

16. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand d der Flachseiten (14) des jeweiligen Flachrohres (12) 2 bis 4 mm beträgt.

5

17. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß am Scheitelpunkt (46) der gerundeten Schmalseite des jeweiligen stranggepreßten Flachrohres (12) der Innenradius mindestens 0,2 mm und der Außenradius mindestens 0,6 mm beträgt.

10

18. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Zickzacklamellendicke 0,12 bis 0,2 mm beträgt.

15

19. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die freien Ränder der Zickzacklamellen (16) eine aus der sonstigen Zickzacklamellenebene beidseitig herausragende Wellung (64) aufweisen.

20

20. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (12) mit Zwischenversteifungen (Querstege 42) zwischen ihren Flachseiten (14) ausgebildet sind.

25

21. Wärmetauscher nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenversteifungen Querstege (42) sind, vorzugsweise in gegenseitigem Abstandsmaß von 1 bis 2 d.

30

22. Verfahren zum Herstellen eines Flachrohrwärmetauschers (12) nach Anspruch 20 oder 21, bei dem Enden (10) der Flachrohre (12), die eine Zwischenversteifung zwischen ihren Flachseiten aufweisen, in Schlitz (8) eines Sammlers (4) eingesteckt und mit diesem über ein Bindemittel dicht verbunden werden, wobei die Enden der Flachrohre von ihrer Zwischenversteifung (42) freigeschnitten werden, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Enden (10) der Flachrohre (12) in die Schlitz (8) des Sammlers (4) eingesteckt werden, dann das Freischneiden der Enden (10) der Flachrohre (12) von ihrer Zwischenversteifung (42) vorgenommen wird, danach die freigeschnittenen Enden gegen den Schlitzumfang des Sammlers (4) aufgeweitet werden und schließlich die Verbindung der aufgeweiteten Enden (10) der Flachrohre (12) mit dem Sammler (4) durch Erhitzen einer als das Bindemittel dienenden Lotbeschichtung des Sammlers (4, 20) hergestellt wird.

35

40

45

50

55

23. Verfahren nach Anspruch 22 zum Herstellen

eines Wärmetauschers mindestens nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die gerundeten Schmalseiten (50) der in den Sammler (4) eingreifenden Enden (10) der Flachrohre (12) so weit gestaucht werden, daß sich im Scheitelpunkt (46) des gestauchten gerundeten Abschnittes (50) eine zentrale Falte (72) bildet und daß dann die Aufweitung gegen den Schlitzumfang des Sammlers unter Streckung der zentralen Falte (72) vorgenommen wird.

24. Anwendung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 21 oder eines nach dem Verfahren der Ansprüche 22 oder 23 hergestellten Wärmetauschers (2) als Verflüssiger einer Fahrzeugklimaanlage.

25. Anwendung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 21 oder eines nach dem Verfahren der Ansprüche 22 oder 23 hergestellten Wärmetauschers (2) als Motor-, Getriebe- oder Hydraulik-Ölkühler eines Kraftfahrzeugs.

26. Flachrohre zum Einbau in einen Flachrohrwärmetauscher, deren Schmalseiten (50) gerundet sind, und mit zwischen den Flachseiten (14) der Flachrohre (12) angeordneten Zickzacklamellen, die an ihren den Flachseiten benachbarten Rändern mit den Flachseiten der Flachrohre verlötet sind, wobei nach einem der Ansprüche 1 bis 21 die Längserstreckung l der jeweiligen gerundeten Schmalseite (50) des jeweiligen Flachrohres (12) größer ist als der halbe Abstand d der Flachseiten (14) des Flachrohres (12) und die Lamellen auch mit Abschnitten (58) beider gerundeter Schmalseiten (50) des Flachrohres (12) verlötet sind, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Flachrohre (12), die aus gleichem Material bestehen, über Materialbrücken (80) aus ihrem Material an den Scheiteln (46) ihrer gerundeten Schmalseiten (50) miteinander verkettet sind.

27. Flachrohre nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die miteinander über die Materialbrücken (80) verketteten Flachrohre ein integrales Strangpreßprofil bilden.

28. Flachrohre nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialbrücken (80) eine Materialdicke von 0,05 bis 0,3 mm, vorzugsweise von 0,15 mm, und/oder eine Länge von 0,05 bis 0,3 mm, vorzugsweise von 0,2 mm, haben.

29. Flachrohre nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß sie auf einem Kern in miteinander verketteter Anordnung aufgewickelt sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

10

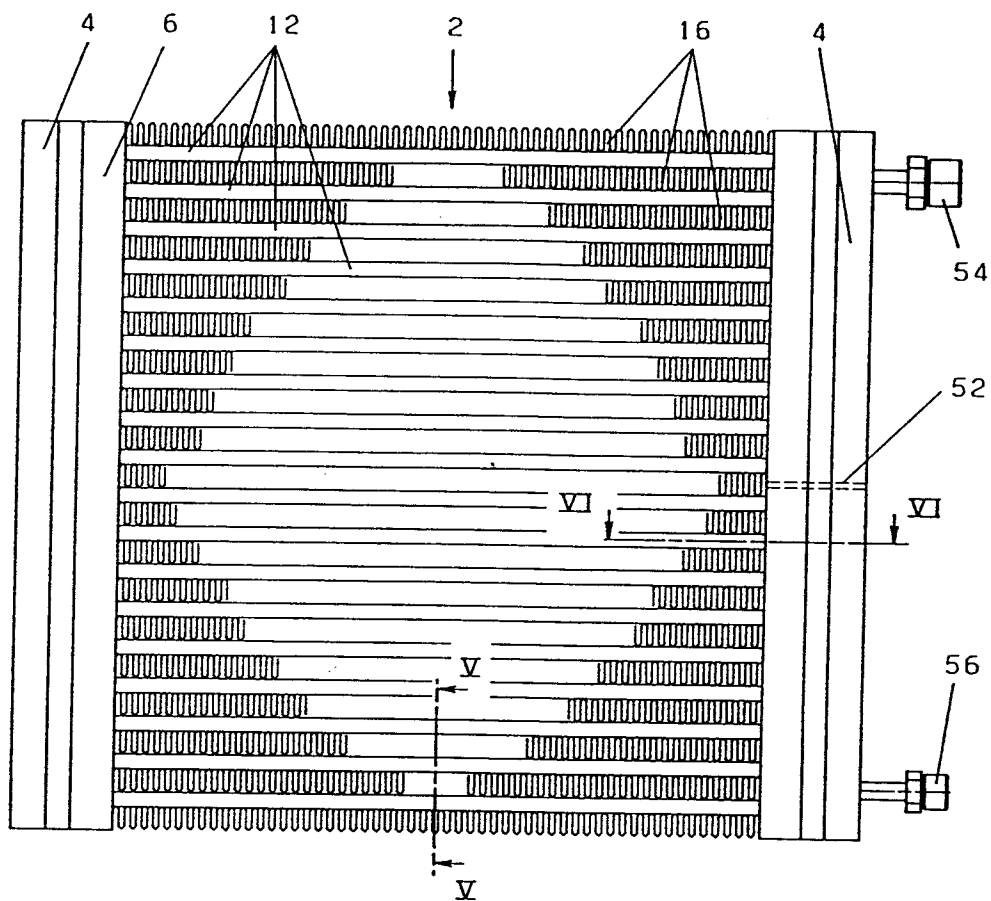


Fig. 1

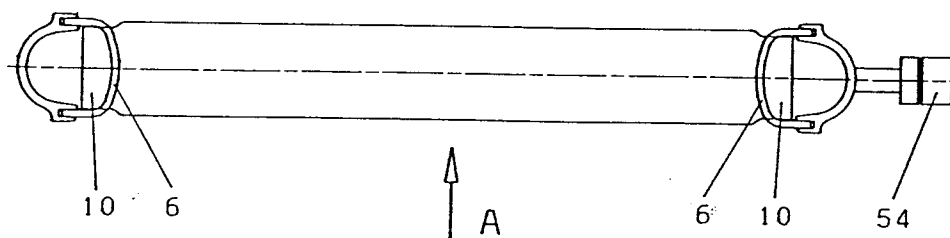


Fig. 2

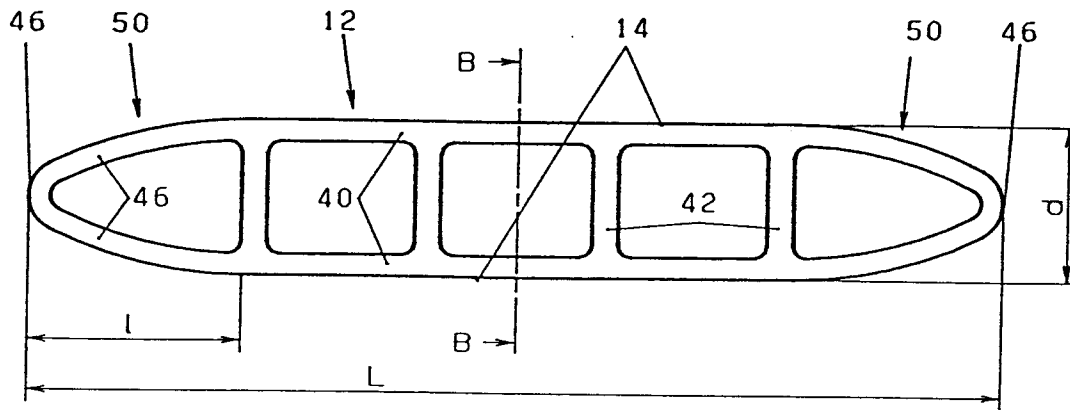


Fig. 3

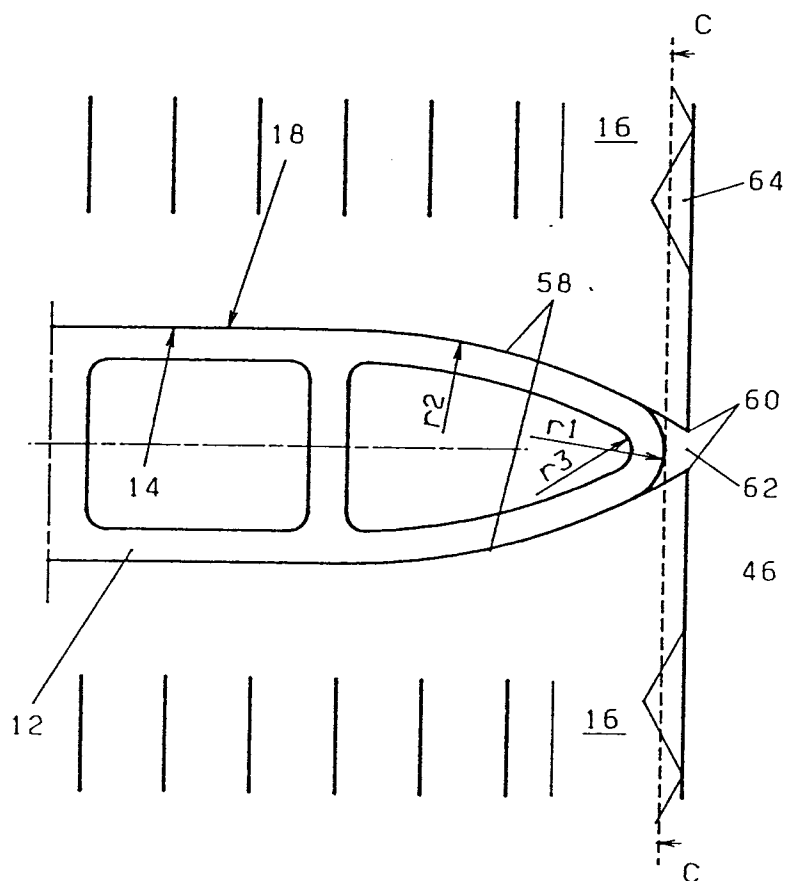


Fig. 4

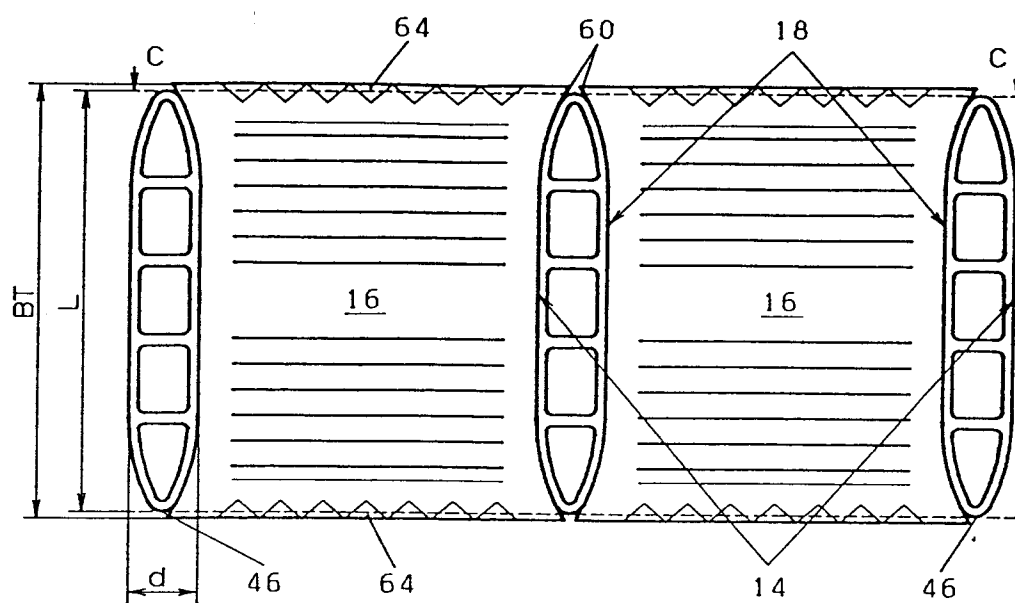


Fig. 5

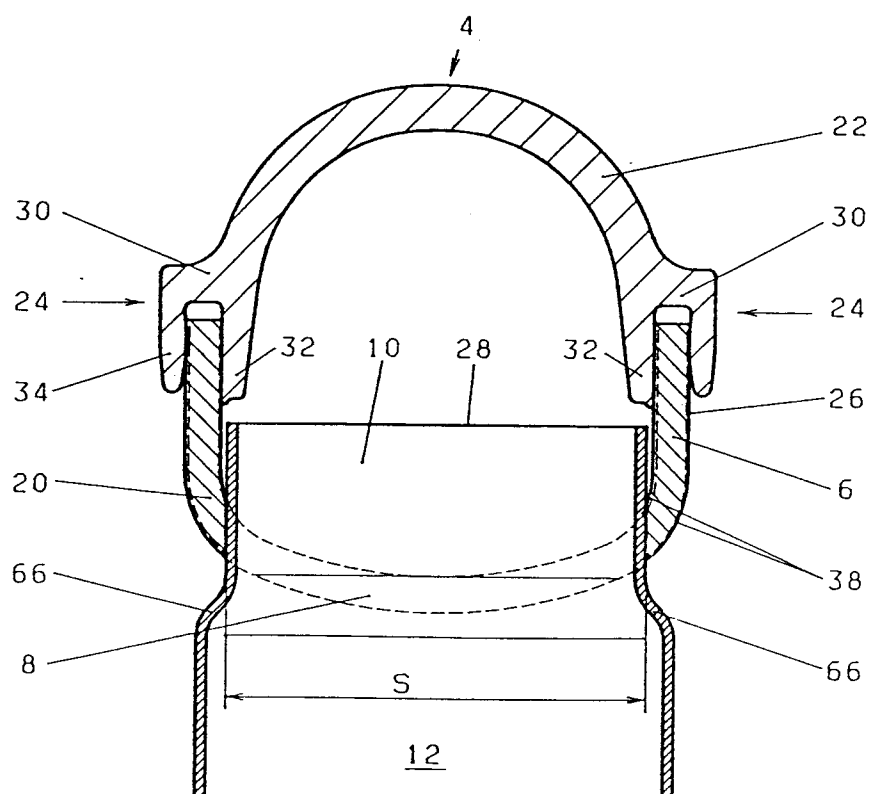


Fig. 6

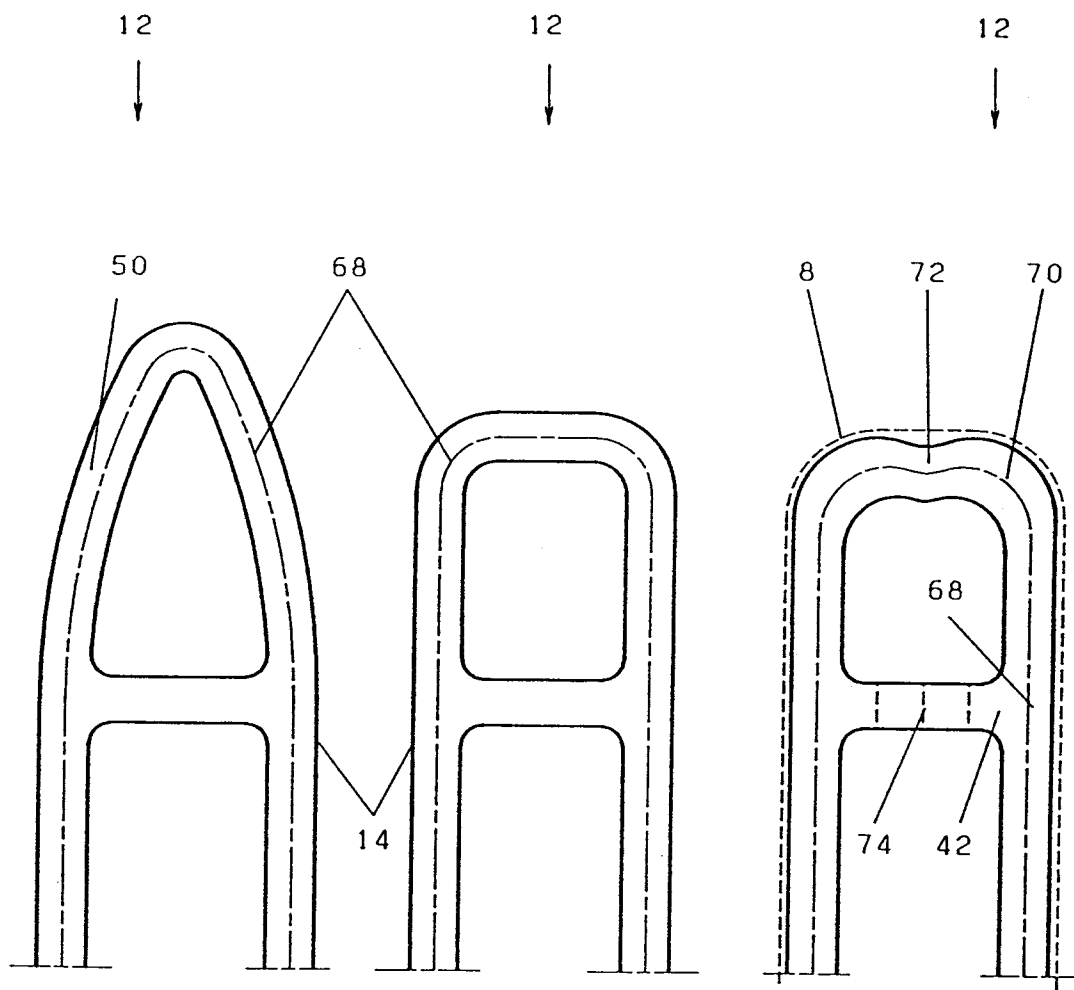


Fig. 7a

Fig. 7b

Fig. 7c

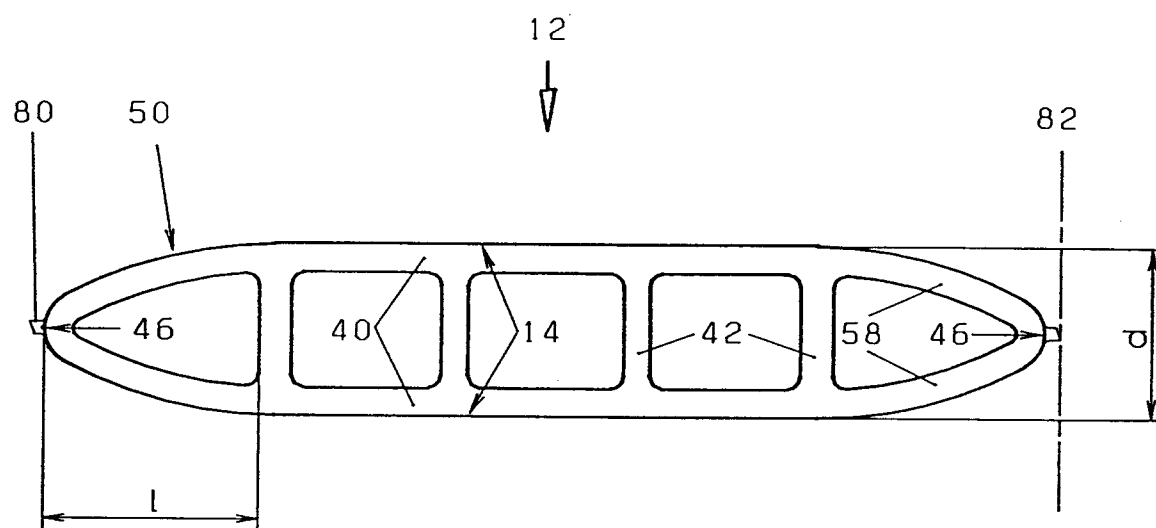


Fig. 8