



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 775 884 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.1997 Patentblatt 1997/22

(51) Int. Cl.⁶: **F28F 1/02**, F28F 9/18

(21) Anmeldenummer: **96116846.5**

(22) Anmeldetag: **19.10.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **25.11.1995 DE 19543986**

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co.**
D-70469 Stuttgart (DE)

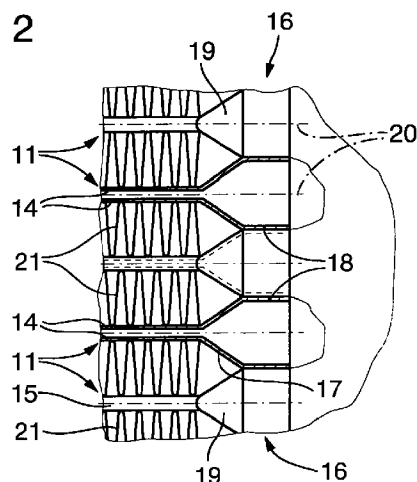
(72) Erfinder: **Ghiani, Franco**
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)

(74) Vertreter: **Heumann, Christian**
Behr GmbH & Co.,
Patentabteilung,
Postfach 30 09 20
70449 Stuttgart (DE)

(54) **Wärmetauscher und ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers**

(57) Bei bekannten Wärmetauschern werden die parallel verlaufenden Rohre und die dazwischenliegenden Rippen durch Verbindung mit einem Rohrboden oder einem Rohrrahmen zusammengefaßt und dann mit einem auf die Rohrenden aufgesetzten Sammelbehälter versehen. Es soll ein Wärmetauscher geschaffen werden, der auf einfache und kostengünstige Weise zusammengesetzt wird und einen relativ geringen Platzbedarf benötigt. Erfindungsgemäß werden die Rohre (11) an den Rohrenden (16) derart aufgeweitet, daß die Rohrenden (16) im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet sind. Die Rohrenden (16) weisen parallele lange Verbindungsflächen (18) auf, die zur Anlage mit langen Verbindungsflächen (18) benachbarter Rohrenden (16) zur Anlage gebracht werden. Weiterhin weisen die Rohrenden (16) kurze Verbindungsflächen (22) auf, auf die die Sammelbehälter (23, 29) mit ihren Schenkeln (24, 25), bzw. Kragen (30, 31) gesetzt werden. Durch Verlöten der langen Verbindungsflächen (18) einerseits und Verlöten der kurzen Verbindungsflächen (22) mit den Sammelbehältern (23, 29) andererseits läßt sich auf einfache Weise ein platzsparender Wärmetauscher verwirklichen.

Fig. 2



EP 0 775 884 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers und eine Anordnung von einem ersten Wärmetauscher zu einem zweiten.

Es ist bekannt, daß ein Wärmetauscher aus einem Rohrpaket von rechteckförmigen oder flachovalen Rohren besteht, wobei zwischen den Rohren Rippen angeordnet sind. An den gegenüberliegenden Rohrenden sind die Rohre in einem Rohrboden oder Rohrrahmen eingefaßt. Dieser Rohrboden weist in Längsrichtung jeweils randseitig einen ausladenden U-förmigen Kragen auf zur Aufnahme des haubenförmigen Sammelbehälters. Nachdem die Rohrenden mit dem Rohrboden verbunden worden sind, wird der Sammelbehälter mit seinen Schenkeln auf die U-förmigen Kragen des Rohrbodens aufgesetzt und mit diesem verbördelt. Nachteilig an dem bekannten Wärmetauscher ist, daß infolge der ausladenden Ausbildung des Rohrbodens der Wärmetauscher einen erhöhten Platzbedarf erfordert.

Aus der **DE-OS 26 11 397** ist ein Wärmetauscher bekannt, bei dem die parallel verlaufenden Rohre im Bereich der Rohrenden jeweils mit Verbindungsflächen aneinanderliegen und verschweißt sind. Nachteilig an dem bekannten Wärmetauscher ist jedoch, daß die Rohrenden in einem Rahmen eingefaßt sind, der randseitig übersteht. Die Ausbildung des bekannten Wärmetauschers kann daher nicht zu einer Verringerung des Platzangebots desselben führen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, einen Wärmetauscher, sowie eine Anordnung von Wärmetauschern und ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers anzugeben, sodaß Wärmetauscher auf einfache Weise und kostengünstig bei geringem Platzbedarf hergestellt werden können.

Zur Lösung des Problems weist die Erfindung die Merkmale des Anspruchs 1, des Anspruchs 13 und des Anspruchs 17 auf.

Entsprechend der Erfindung werden die Rohre an den Rohrenden derart aufgeweitet, daß einerseits lange Verbindungsflächen gebildet werden zur Verbindung der Rohrenden mit benachbarten Rohrenden und andererseits kurze Verbindungsflächen gebildet werden zur Verbindung mit einem in den Endbereichen der Rohre aufgesetzten Sammelbehälter. Die Aufweitung des Rohrendes erfolgt senkrecht zur Längsseite des Rohres, wobei senkrecht zur Schmalseite des Rohres eine Verschmälerung eintritt. Durch die Verbreiterung des Rohres senkrecht zur Längsseite des Rohres wird eine unmittelbare Anlage der langen Verbindungsflächen eines Rohrendes mit einer Verbindungsfläche eines benachbarten Rohrendes ermöglicht. Das Vorsehen eines Rohrbodens kann daher entfallen. Weiterhin kann der Sammelbehälter mit dem Rohrblock unmittelbar an den außenseitigen Verbindungsflächen, insbesondere an den kurzen Verbindungsflächen, verbunden werden, die sich unter Verringerung der räumlichen Ausdehnung

des Rohres senkrecht zur Schmalseite in Querrichtung des Rohres erstrecken. Hierdurch wird eine wesentliche Verringerung des Platzbedarfs des Wärmetauschers in seiner Tiefe erzielt. Daneben kann durch die unmittelbare Anlage des Sammelbehälters an die kurzen Verbindungsflächen ein Rohrrahmen entfallen, so daß Material gespart wird.

Nach einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung wird die Verschmälerung an den Schmalseiten des Rohres derart bemessen, daß sie größer oder gleich der Schenkeldicke des Sammelbehälters ist. Dadurch wird erreicht, daß der Wärmetauscher in seiner Gesamttiefe nicht größer als die Rohrblocktiefe ausgebildet ist.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung bestehen die Rohre, die Rippen und der Sammelbehälter aus einem sortenreinen Metallwerkstoff, so daß der Wärmetauscher auf einfache Weise recyclefähig ist. Vorteilhafterweise bestehen die Rohre, die Rippen und der Sammelbehälter aus einer Aluminium-Legierung, um eine größtmögliche Gewichtsreduzierung zu erzielen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung des Wärmetauschers wird insbesondere der Vorteil erzielt, daß die Zahl der Herstellungsschritte verringert werden kann. Nach Aufweitung der Rohrenden wird das aus Rohren und Rippen bestehende Rohrpaket zusammen mit dem aufgesetzten Sammelbehälter in einen Lötoven verbracht, in dem die zu verbindenden Teile gleichzeitig in einem Arbeitsschritt verlötet werden.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Unteransprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorderansicht eines Wärmetauschers nach der Erfindung;

Fig. 2 einen vergrößerten Teilausschnitt des Bereichs II in Fig. 1 in einer Seitenansicht einer Reihe von Rohren in einem Endbereich mit zwei Rohrenden in Schnittdarstellung;

Fig. 3 eine Draufsicht auf das Rohrende;

Fig. 4 einen Teilschnitt des Wärmetauschers längs der Linie IV-IV der Fig. 6 mit einem U-förmigen Sammelbehälter in einem Endbereich;

Fig. 5 einen Teilschnitt des Wärmetauschers längs der Linie V-V der Fig. 7 mit einem zylinderförmigen Sammelbehälter in einem Endbereich;

Fig. 6 einen Teilschnitt eines Wärmetauschers entlang der Linie VI-VI der Fig. 1 mit einem U-förmigen Sammelbehälter;

Fig. 7 einen Teilschnitt einer Draufsicht auf einen Wärmetauscher mit einem zylinderförmigen Sammelbehälter;

Fig. 8 einen Teilschnitt einer Draufsicht auf eine Anordnung zweier benachbarter Wärmetauscher nach einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 9 einen Teilschnitt einer Draufsicht auf eine Anordnung zweier benachbarter Wärmetauscher nach einem zweiten Ausführungsbeispiel und

Fig. 10 einen Teilschnitt einer Draufsicht eines Wärmetauschers mit einem weiteren U-förmigen Sammelbehälter.

Fig. 1 zeigt eine Vorderansicht eines Wärmetauschers 10 mit parallel verlaufenden Rohren 11, die sich von einem Sammelbehälter 12 zu einem gegenüberliegenden Sammelbehälter 13 erstrecken, der in der Automobiltechnik zur Motorkühlung eingesetzt werden kann. Seitenteile 8 begrenzen den Wärmetauscher 10 in vertikaler Richtung und sind endseitig jeweils mit den Sammelbehältern 12 und 13 verbunden. Der Sammelbehälter 12 weist in einem Endbereich einen Zuführstutzen 6 zur Zuführung eines zu kühlenden Mediums in den Sammelbehälter 12 auf. Das zu kühlende Medium verteilt sich in dem Sammelbehälter 12 und wird über die Rohre 11 zu dem zweiten Sammelbehälter 13 geleitet, von dem es über einen Abführstutzen 7 aus dem Sammelbehälter 13 herausgeleitet wird.

Wie aus **Fig. 2** und **Fig. 3** ersichtlich, sind die Rohre 11 als flachovale, bzw. im Querschnitt rechteckförmige Rohre ausgebildet mit gegenüberliegenden Längsseiten 14 und seitlich angeordneten Schmalseiten 15. In einem Endbereich sind die Rohrenden 16 senkrecht zur Längsseite 14 aufgeweitet ausgebildet. Die Längsseiten 14 des Rohres 11 erstrecken sich über konusförmig verlaufende lange Übergangsflächen 17 zu langen Verbindungsflächen 18 des Rohrendes 16. Die Schmalseiten 15 des Rohres 11 verschmälern sich in Richtung des Rohrendes 16 über eine kurze Übergangsfläche 19, die sich konusförmig in Richtung einer Mittelachse 20 des Rohres 11 erstreckt, zu einer kurzen Verbindungsfläche 22. Die Rohre 11 sind in einer Reihe angeordnet, wobei zwischen den Rohren 11 luftführende Wellrippen 21 angeordnet sind. Während die Längsseiten 14 zu einer langen Verbindungsfläche 18 aufgeweitet werden, werden die Schmalseiten 15 zu einer kurzen Verbindungsfläche 22 verschmälert. Wie aus **Fig. 3** ersichtlich, ist das Rohrende 16 im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet, und zwar in Form der parallel verlaufenden, gegenüberliegenden langen Verbin-

dungsfläche 18 und der rechtwinklig dazu angeordneten, gegenüberliegenden kurzen Verbindungsfläche 22. Die Aufweitung erfolgt derart, daß die Umfangslänge des Rohrendes 16 entlang der langen und kurzen Verbindungsflächen 18 und 22 gleich der Umfangsfläche des Rohres 11 im Bereich der Längs- und Schmalseiten 14 und 15 ist, so daß die Dicke der langen und kurzen Verbindungsflächen 18 und 22 gleich der Dicke der Längs- und Schmalseiten 14 und 15 ist. Eine Oberflächenvergrößerung des Rohres 11 an den Rohrenden 16 erfolgt nicht.

Wie aus **Fig. 2** zu ersehen ist, liegen die langen Verbindungsflächen 18 an den langen Verbindungsflächen 18 benachbarter Rohrenden 16 an und sind mit diesen durch Lötung verbunden. Die Neigung der konusförmigen langen Übergangsflächen 17 wird durch die Breite der Wellrippen 21 festgelegt. Je größer die Tiefe der Wellrippen 21 ist, desto größer muß der Winkel der langen Übergangsflächen 17 bezüglich der Mittelachse 20 sein, damit die benachbarten langen Verbindungsflächen 18 aneinander liegen können.

Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel nach **Fig. 4** und **Fig. 6** wird auf die Rohrenden 16 ein U-förmiger Sammelbehälter 23 mit einem ebenen Schenkel 24 und einem gekrümmten Schenkel 25 aufgesetzt. Die Schenkelenden 26 und 27 liegen an den kurzen Verbindungsflächen 22 an und sind mit diesen verlötet. Endseitig sind die Schenkelenden 26, 27 formschlüssig in dafür vorgesehene Nuten des Seitenteils 8 eingepaßt und werden mit diesen gleichzeitig durch Lötung verbunden. Dadurch, daß die kurzen Verbindungsflächen 22 im Vergleich zu den Schmalseiten 15 in Richtung zur Mittelachse 20 angeordnet sind, wobei die Abstandsverringerung zur Mittelachse 20 mindestens gleich oder größer ist als die Dicke der Schenkelenden 26, 27, steht der Sammelbehälter 23 in seitlicher Richtung der Rohre 11 nicht über. Die seitliche Erstreckung der Sammelbehälter 23 ist somit gleich oder geringer als die Querstreckung der Rohre 11. Damit wird eine erhebliche Reduzierung des Platzbedarfes des Wärmetauschers 10 gewährleistet, wobei der Platzbedarf lediglich durch die Tiefe des Rohres 11 (Abstand der Schmalseiten 15 zur gegenüberliegenden Schmalseite 15) festgelegt wird. An dem ebenen Schenkel 24 des Sammelbehälters 23 ist der Zuführstutzen 6 zur Zuführung eines zu kühlenden Mediums angebracht.

Vorteilhafterweise wird der Sammelbehälter 23 durch Extrudieren eines Blocks zu einem U-förmigen Profil hergestellt. Darüberhinaus kann der Sammelbehälter 23 auch durch Walzen und anschließendes Biegen, insbesondere durch Tiefziehen geformt werden. Dabei ist darauf zu achten, daß durch Anlage eines geeigneten Werkzeuges in seitlicher Richtung, nämlich an die kurzen Verbindungsflächen 22 dieselben senkrecht zu den langen Verbindungsflächen 17 angeordnet sind, so daß die Kante zwischen kurzer Verbindungsfläche 22 und langer Verbindungsfläche 17 einen kleinen Radius aufweist. Damit wird die Bildung eines Zwischenraumes oder Spaltes verhindert, so daß die

Schenkelenden 26, 27 des Sammelbehälters 23 mit den kurzen Verbindungsflächen 22 des Rohrblocks durch dichtende Verlötung verbunden sind.

Alternativ kann der Sammelbehälter als zylinderförmiger Sammelbehälter 29 nach einem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 5** und **Fig. 7** ausgebildet sein. Dieser Sammelbehälter 29 wird vorzugsweise durch Tiefziehen hergestellt. Parallele Kragen 30 und 31 bilden eine Ausnehmung des Sammelbehälters 29, in die das Rohrpaket unter Anlage der kurzen Verbindungsflächen 22 an die Innenseiten der Kragen 30 und 31 eingesetzt wird. Je nach Anwendungsfall sind die Stirnseiten des Sammelbehälters 29 dichtend mit einer Mantelfläche 32 des Sammelbehälters 29 verbunden. Für die Zu- bzw. Ableitung eines zu kühlenden Mediums kann der Sammelbehälter 29 im Bereich einer Stirnfläche eine axiale Ausnehmung aufweisen zur Anlage eines nicht dargestellten Stützens. Der Sammelbehälter 29 umfaßt mit seinen endseitigen Stirnflächen das an der äußeren langen Verbindungsfläche 18 anliegende Seitenteil 9 und ist mit diesen durch Lötung verbunden. Durch Umfassen des Rohrpaketes einerseits und des Seitenteils 9 andererseits wird auf einfache Weise ein paßgenauer Sitz des Rohrpaketes mit gegenüberliegenden Seitenteilen 9 erzielt, so daß danach die Verbindung dieser Bauteile miteinander in einem Arbeitsvorgang verwirklicht werden kann.

Vorzugsweise bestehen das aus den Wellrippen 21 und den Rohren 11 zusammengesetzte Rohrpaket und die Sammelbehälter 12, 13, 23, 29 aus einem sortenreinen Metallwerkstoff. Die Recyclefähigkeit des Wärmetauschers 10 wird dadurch erleichtert. Als bevorzugter Werkstoff wird für diese Bauteile eine Aluminium-Legierung verwendet, die eine Gewichtsreduzierung des Wärmetauschers 10, insbesondere beim Einsatz in dem Kraftfahrzeugbau, ermöglicht. Daneben ist die Verwendung anderer recyclefähiger Werkstoffe möglich. Es können auch Werkstoffe aus Kupfer oder Stahl für die Rohre und Kunststoff für den Sammelbehälter eingesetzt werden, wobei die Rohre bzw. das Rohrpaket mit dem Sammelbehälter verklebt werden.

Im folgenden wird das Verfahren zur Herstellung des Wärmetauschers 10 dargestellt. Nachdem die zur Verbindung mit den Rohren 11 vorgesehenen Sammelbehälter 12, 13, 23 und 29 unterschiedlicher Form durch Tiefziehen oder Extrudieren passgenau geformt worden sind, wird der Rohrblock mit den erweiterten Rohrenden 16 in die dafür vorgesehenen Ausnehmungen der Sammelbehälter 23 und 29 eingesetzt. Danach werden gleichzeitig die Rohrenden 16 an den langen Verbindungsflächen 18 miteinander und die Rohrenden 16 an den kurzen Verbindungsflächen 19 mit dem Sammelbehälter 23 oder 29 verbunden. Diese Verbindung erfolgt vorzugsweise durch Löten, wobei mindestens die betreffenden Verbindungsstellen vorher mit einem Flußmittel besprüht worden sind. Vorzugsweise ist dieses Flußmittel nonkorrosiv. Zur Verbindung der betreffenden Teile eignen sich jedoch auch andere Lötverfahren, die von dieser Erfindung miteingeschlossen sind.

Vorteilhafterweise läßt sich der Wärmetauscher 10 mit einem zweiten, sich unmittelbar anschließenden Wärmetauscher 28 verbinden. Dieser Wärmetauscher 28 kann beispielsweise ein Kondensator einer Klimaanlage oder ein Ladeluftkühler sein. Der Wärmetauscher 10 kann entweder mit einem U-förmigen Sammelbehälter 23 oder einem zylinderförmigen Sammelbehälter 29 ausgeführt sein.

Nach einem ersten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 8** ist der erste Wärmetauscher 10 mit dem zweiten Wärmetauscher 28 über ein Verbindungselement 5 verbunden. Das Verbindungselement 5 ist U-förmig ausgebildet, wobei ein erster Schenkel 33 in eine Nut 34 des Wärmetauschers 10 einfaßt und ein zweiter Schenkel 35 des Verbindungselementes 5 in eine Nut 36 des Wärmetauschers 28 einpaßt. Die Verbindung der Schenkel 33 und 35 mit dem Wärmetauscher 10, bzw. 28 erfolgt durch Lötung, die gleichzeitig mit der Verlötung des Rohrpaketes innerhalb des Wärmetauschers 10 vorgenommen werden kann. Vorzugsweise ist der Sammelbehälter 23 des Wärmetauschers 10 mit einem Sammelbehälter 37 des Wärmetauschers 31 über einen Steg 38 einstückig verbunden. Hierdurch wird die mechanische Stabilität der aus dem Wärmetauscher 10 und dem Wärmetauscher 31 bestehenden Anordnung erhöht.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 9** ist der Wärmetauscher 10 einstückig mit einem U-förmigen Verbindungselement 39 verbunden, dessen Schenkel 40 eine vorstehende Nase 41 eines benachbarten Wärmetauschers 42 umfaßt. Der Wärmetauscher 42 weist eine weitere bogenförmige Nase 43 auf, die auf einem Ansatzstück 44 des Sammelbehälters 23 aufliegt. Die Nasen 41 und 43 des Wärmetauschers 42 werden mit dem Schenkel 40 bzw. dem Ansatzstück 44 des Wärmetauschers 10 durch Lötung verbunden, wobei dieser Lötvorgang gleichzeitig mit dem Lötvorgang zur Bildung des Wärmetauschers 10 erfolgt. Vorzugsweise weist das Ansatzstück 44 eine Ausnehmung 45 auf, die dazu dient, nach Verbindung des aus dem Wärmetauscher 10 und dem Wärmetauscher 42 gebildeten Wärmetauschersatzes bei einer Undichtigkeitsprüfung eine mögliche undichte Stelle einfacher zu lokalisieren.

Vorzugsweise bestehen die Wärmetauscher 28 und 42 aus einer Aluminium-Legierung, wobei mindestens die zu verbindenden Stellen mit einem nonkorrosiven Flußmittel versehen sind. Somit kann auf einfache Weise in einem einzigen Arbeitsschritt jeweils die Kombination aus einem ersten Wärmetauscher 10 mit einem Wärmetauscher 28 oder 42 hergestellt werden.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers gemäß **Fig. 10** ist ein U-förmiger Sammelbehälter 47 mit dem Rohrpaket jeweils im seitlichen Bereich über ein ebenfalls U-förmiges Ansatzstück 48 verbunden. Der Sammelbehälter 47 kann als Druckguß-Werkstoff oder Kunststoffteil ausgebildet sein. Im Bereich des Rohrendes 16 wird das Ansatzstück 48 mit einem kurzen Schenkel 49 auf die kurzen

Verbindungsflächen 22 aufgesetzt und mit diesem durch Verlöten verbunden. Ein langer Schenkel 50 des Ansatzstückes 48 erstreckt sich parallel zu der Schmalseite 15 des Rohres 11, wobei der Abstand zwischen den Außenkonturen des langen und kurzen Schenkels 49, 50 kleiner oder gleich dem Abstand zwischen der kurzen Verbindungsfläche 22 und einer gedachten Verlängerung der Schmalseite 15 ist. Zur Verbindung des Sammelbehälters 47 mit dem Ansatzstück 48 wird ein durchgehender Dichtring 51 in die durch das Ansatzstück 48 gebildete Nut eingesetzt und daran anschließend der Sammelbehälter 47 mit seinen beiden Schenkeln 52, 53 auf den Dichtring 51 gedrückt und durch Verbördelung mit den langen Schenkeln 50 des Ansatzstückes 48 fest mit demselben verbunden. Die Schenkel 52, 53 weisen Schenkelenden 54 und 55 auf, die fluchtend mit der Nut des Ansatzstückes 48 in diese eingesetzt werden. Dabei liegt eine innere Seite der Schenkelenden 54, 55 an dem kurzen Schenkel 49 des Ansatzstückes 48 und eine äußere Seite der Schenkelenden 54, 55 an dem langen Schenkel 50 des Ansatzstückes 48 an. Die ebene Bodenseite der Schenkelenden 54, 55 werden auf den Dichtring 51 gedrückt und in der Nut durch anschließende Verbördelung gehalten, so daß eine sichere Dichtigkeit des Sammelbehälters 47 gewährleistet ist. Die Verbördelung des Sammelbehälters 47 wird durch ein an der Außenseite der langen Schenkel 50 des Ansatzstückes 48 angreifendes Werkzeug bewirkt, wobei stellenweise der lange Schenkel 50 unter Bildung einer Bördelkante 56 nach innen eingedrückt wird. Nach diesem Ausführungsbeispiel wird auf einfache Weise ein platzsparender Wärmetauscher verwirklicht, wobei ein Sammelbehälter 47 mit seinen Enden 54, 55 in eine Nut eines mit dem Rohrpaket verbundenen Ansatzstückes 48 eingreift.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere Wasser/Luft-Kühler, mit mehreren parallel verlaufenden, im Querschnitt rechteckförmigen oder flachovalen Rohren (11) mit einer Längsseite (14) und einer Schmalseite (15), die sich in Längsrichtung von einem ersten Sammelbehälter (12) zu einem zweiten Sammelbehälter (13) erstrecken und mit an den Rohren (11) anliegenden Rippen (Wellrippen 21), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohre (11) jeweils an den Rohrenden (16) in Richtung senkrecht zu der Längsseite (14) derart aufgeweitet sind, daß mindestens eine erste Seite des Rohrendes (16) eine lange Verbindungsfläche (17) bildet zur Anlage und Verbindung des Rohrendes (16) mit einem benachbarten Rohrende (16), und daß mindestens eine zweite Seite des Rohrendes (16) eine kurze Verbindungsfläche (22) bildet zur Anlage und Verbindung mit dem Sammelbehälter (12, 13, 23, 29).
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohrenden (16) im Quer-

schnitt rechtwinklig ausgebildet sind, wobei die parallelen langen Verbindungsflächen (18) mit den angrenzenden langen Verbindungsflächen (18) des benachbarten Rohrendes (16) unmittelbar verbunden sind und wobei die parallelen kurzen Verbindungsflächen (22) jeweils mit einem Schenkel (24, 25) des Sammelbehälters (12, 13, 23, 29) unmittelbar verbunden sind.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohre (11) jeweils an den Rohrenden (16) in Richtung senkrecht zu der Schmalseite (15) verschmälert sind, so daß der Abstand zwischen den gegenüberliegenden kurzen Verbindungsflächen (22) des Rohrendes (16) kleiner ist als der Abstand der gegenüberliegenden Schmalseiten (15) des Rohres (11).
4. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohre (11) jeweils an den Rohrenden (16) in Richtung senkrecht zu der Schmalseite (15) derart verschmälert sind, daß der Abstand zwischen den Außenkonturen der auf den kurzen Verbindungsflächen (22) aufliegenden Schenkelenden (26, 27) gleich oder kleiner ist als der Abstand zwischen den Schmalseiten (15) des Rohres (11).
5. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rohrende (16) einen konusförmigen Übergangsbereich aufweist, wobei sich eine lange Übergangsfläche (17) von der Längsseite (14) des Rohres (11) konusförmig nach außen zu der langen Verbindungsfläche (18) des Rohrendes (16) erstreckt und sich eine kurze Übergangsfläche (19) von der Schmalseite (15) konusförmig nach innen in Richtung der Längsmittelachse (Mittelachse 20) zu der kurzen Verbindungsfläche (22) des Rohrendes (16) erstreckt.
6. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohrenden (16) an den langen Verbindungsflächen (18) derart miteinander verbunden sind, daß die kurzen Verbindungsflächen (22) bündig mit den benachbarten kurzen Verbindungsflächen (22) abschließen.
7. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die langen Verbindungsflächen (18) mit den langen Verbindungsflächen (18) des benachbarten Rohrendes (16) durch Löten verbunden sind.
8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß

die kurzen Verbindungsflächen (22) mit den Schenkeln (26, 27) oder den Kragen (30, 31) des Sammelbehälters (12, 13, 23) bzw. des Sammelbehälters (29) durch Löten verbunden sind.

9. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohre (11), die Rippen (Wellrippen 21) und die Sammelbehälter (12, 13, 23, 29) aus einem sortenreinen Metallwerkstoff bestehen.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohre (11), die Rippen (Wellrippen 21) und die Sammelbehälter (12, 13, 17, 29) aus einer Aluminium-Legierung bestehen.

11. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sammelbehälter (29) zylinderförmig mit gegenüberliegenden Stirnflächen und einer Mantelfläche (32) ausgebildet ist, wobei die Mantelfläche (32) zwei gegenüberliegende, parallele Kragen (30, 31) aufweist zur Anlage und Verbindung mit den kurzen Verbindungsflächen (22) des Rohrendes (16).

12. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sammelbehälter (23) als U-Profil mit einem ebenen Schenkel (24) und einem bogenförmigen Schenkel (25) ausgebildet ist, wobei die Schenkel (24, 25) in einem Endbereich parallele Schenkelnenden (26, 27) aufweisen zur Anlage und Verbindung mit den kurzen Verbindungsflächen (22) der Rohrenden (16).

13. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohrenden (16) quer zu der Längsrichtung der Rohre (11) aufgeweitet werden, derart, daß die Rohrenden (16) im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet sind, daß der vorgeformte Sammelbehälter (12, 13, 23, 29) auf das aus den parallelen Rohren (11) und den an den Rohren (11) anliegenden Rippen (Wellrippen 21) gebildete Rohrpaket unter Anlage der Schenkelnenden (26, 27) auf die kurzen Verbindungsflächen (23) aufgesetzt und dann die langen Verbindungsflächen (18) der benachbarten Rohrenden (16) und die kurzen Verbindungsflächen (22) mit den Schenkelnenden (26, 27) oder den Kragen (30, 31) des Sammelbehälters (12, 13, 23) bzw. des Sammelbehälters (29) gleichzeitig verlötet werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens die zu verbindenden Teile (lange Verbindungsfläche 18, kurze Verbindungsfläche 22; Schenkelnenden 26, 27; Kragen

30, 31) mit einem nonkorrosiven Flußmittel versehen werden, so daß sie ausschließlich durch Wärmezufuhr miteinander verlötet werden.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Blechzuschnitt zu einem zylinderförmigen Sammelbehälter (29) durch Tiefziehen geformt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein metallischer Werkstoff zu einem U-förmigen Profil als U-förmiger Sammelbehälter (23) extrudiert wird.

17. Anordnung eines ersten Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 12 zu einem zweiten Wärmetauscher, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein erster Wärmetauscher (10) mit einem zweiten Wärmetauscher (28, 42) verbunden ist, wobei sich ein Verbindungselement (5, 39) von dem Sammelbehälter (23) des ersten Wärmetauschers (10) zu einem benachbarten Sammelbehälter (37) des zweiten Wärmetauschers (28, 42) erstreckt.

18. Anordnung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verbindungselement (5) U-förmig ausgebildet ist und mit einem Schenkel (33) in einer langgestreckten Nut (34) des ersten Sammelbehälters (23) und mit einem zweiten Schenkel (35) in einer langgestreckten Nut (36) des zweiten Sammelbehälters (37) eingreift.

19. Anordnung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Sammelbehälter (23) über einen Steg (38) einstückig mit dem zweiten Sammelbehälter (37) verbunden ist.

20. Anordnung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Sammelbehälter (23) einstückig mit einem Verbindungselement (39) verbunden ist, und daß das Verbindungselement (39) mit einem bogenförmigen Schenkel (40) auf einer hervorstehenden Nase (41) des zweiten Sammelbehälters aufliegt und mit diesem durch Verlötung verbunden ist.

Fig. 1

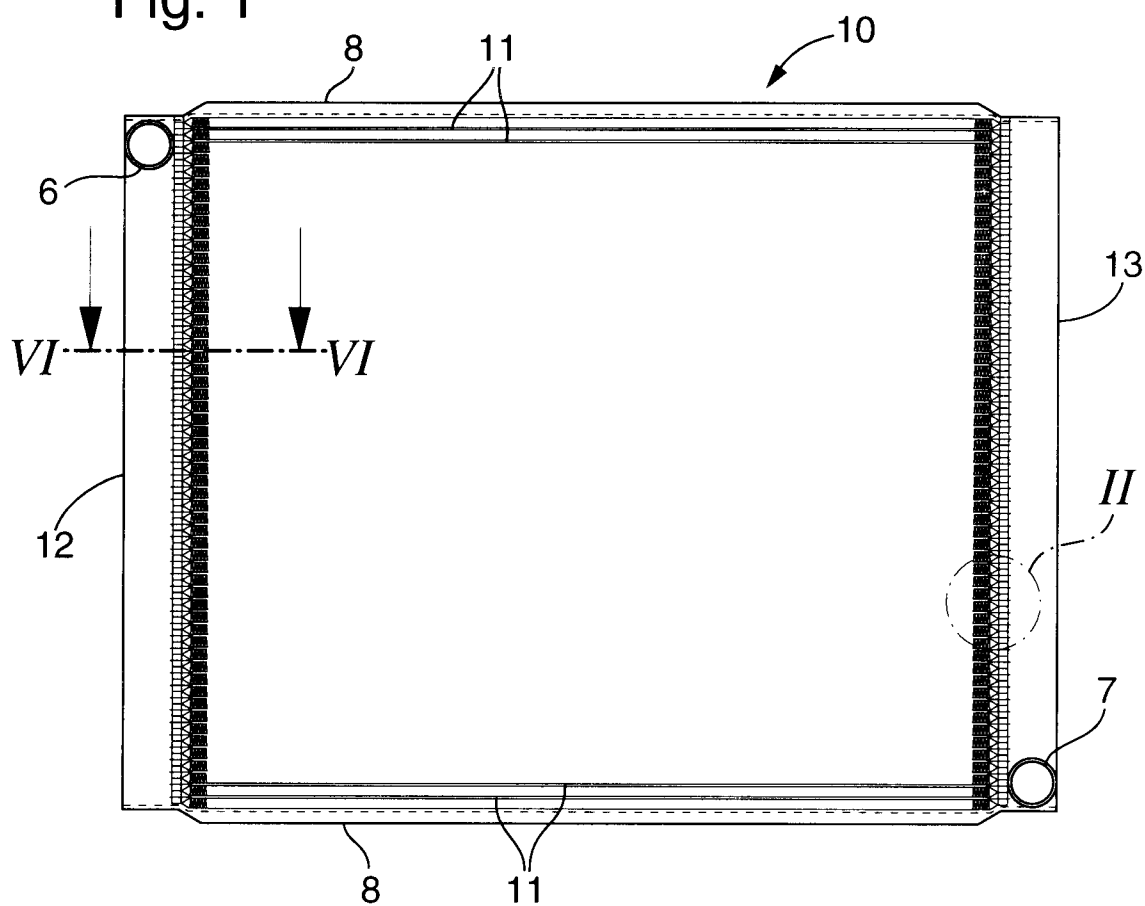


Fig. 2

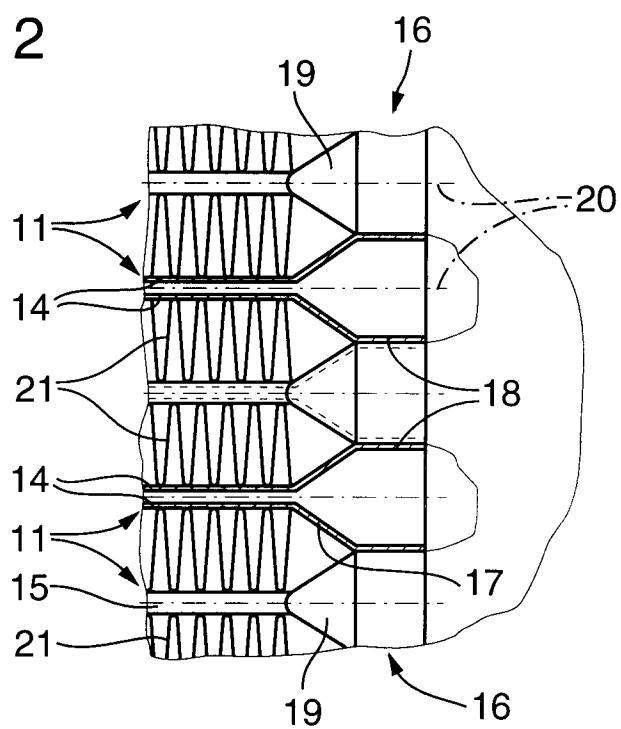


Fig. 3

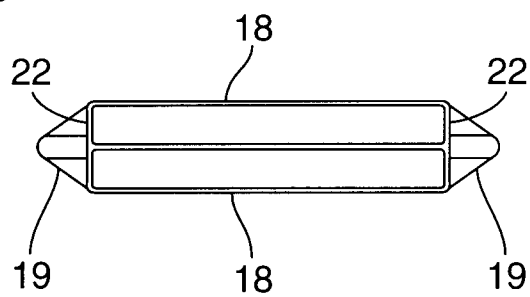


Fig. 4

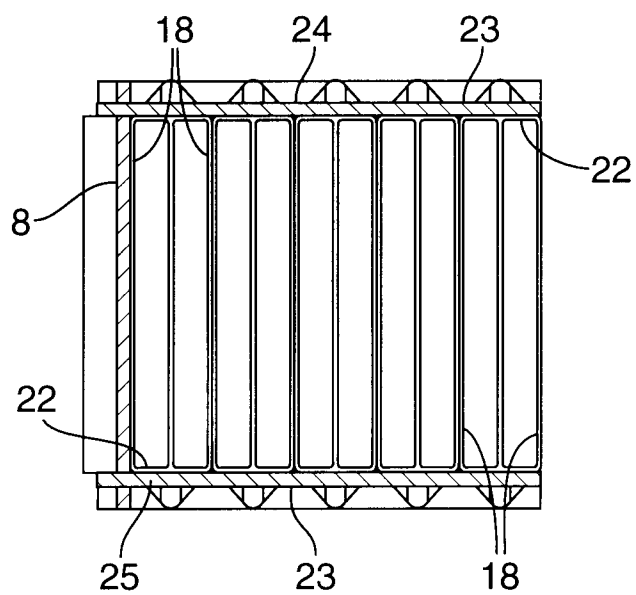


Fig. 5

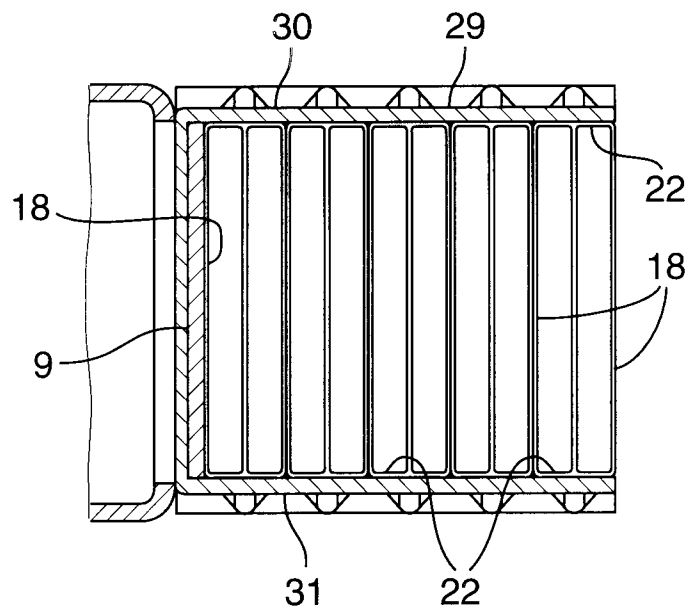


Fig. 6

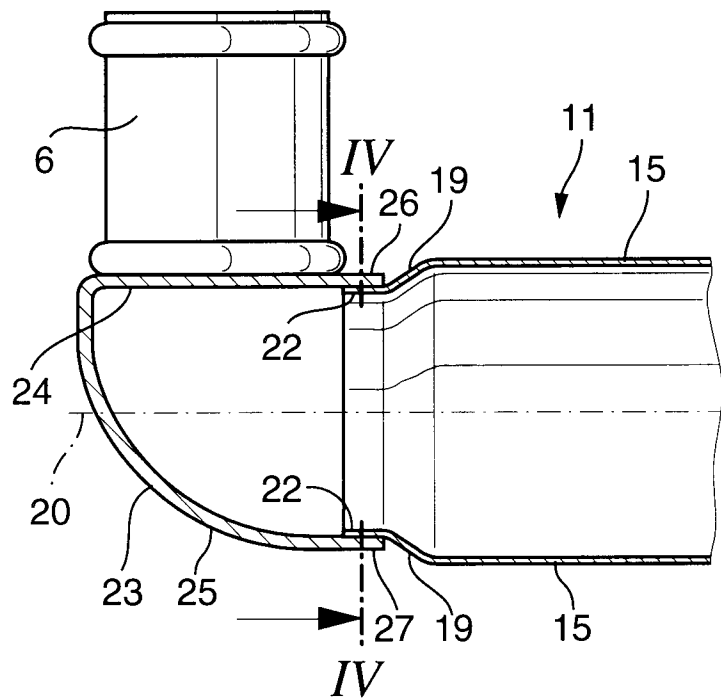


Fig. 7

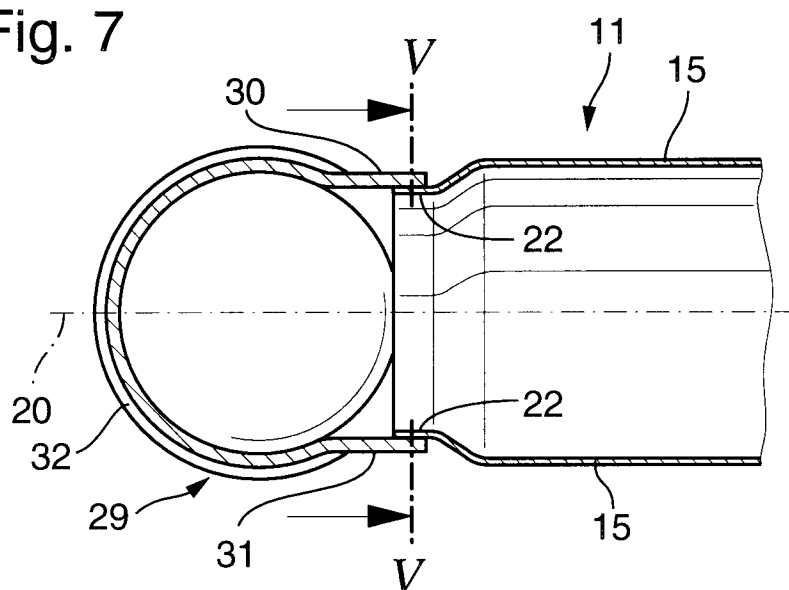


Fig. 8

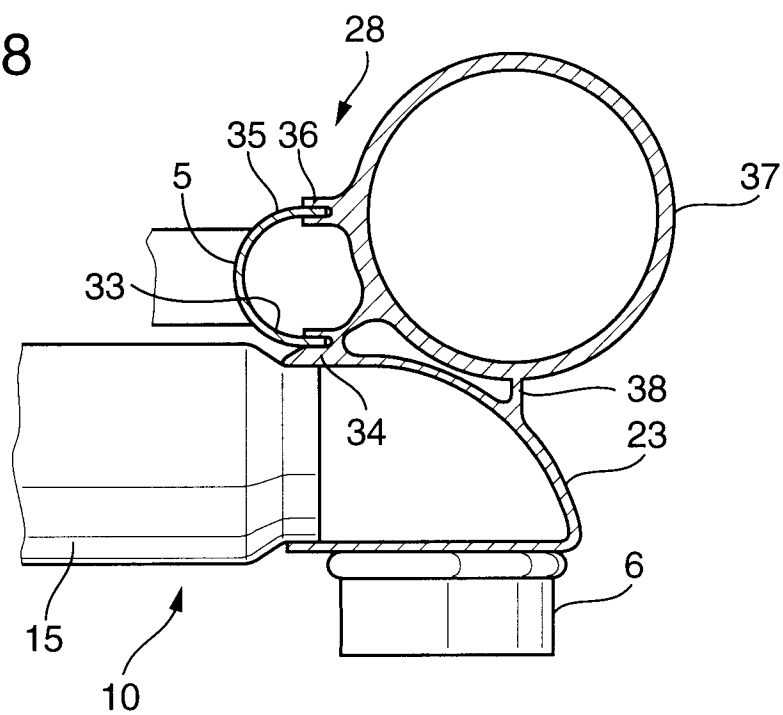


Fig. 9

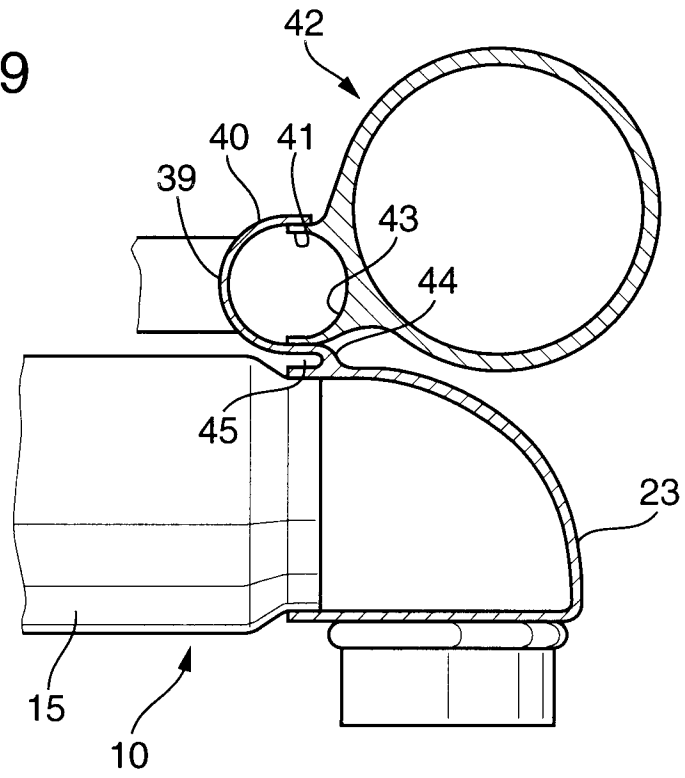


Fig. 10

