

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 227 291 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
31.07.2002 Patentblatt 2002/31

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

(21) Anmeldenummer: 01127879.3

(22) Anmeldetag: 23.11.2001

(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**

(72) Erfinder:  
• **Lamich, Bernhard**  
**73734 Esslingen (DE)**  
• **Brost, Viktor**  
**72631 Aichtal (DE)**

(30) Priorität: 26.01.2001 DE 10103570

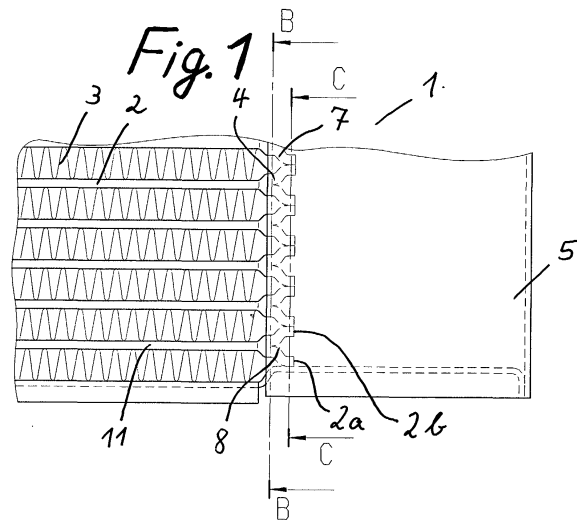
(74) Vertreter: **Wolter, Klaus-Dietrich**  
**Modine Europe GmbH**  
**Patentabteilung**  
**70790 Filderstadt (DE)**

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

### (54) Wärmetauscher und Herstellungsverfahren

(57) Die Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren und einen Wärmetauscher (1) für Kraftfahrzeuge mit einem Rippen (3) - Flachrohr (2) - Block, bestehend aus Flachrohren (2) mit dazwischen angeordneten Rippen (3), wobei umgeformte Enden (4) der Flachrohre (2) in gegenüberliegende Sammel - oder Umlenkkästen (5) münden und mit den Längsseiten (6) der umgeformten Enden (4) untereinander sowie mit den Schmalseiten (11) an den Verbindungsrandern (7) der Sammel - oder Umlenkkästen (5) mittels Lötverbindungen verbunden sind; die Enden (4) der Flachrohre (2) weisen mindestens einen Trennschnitt (8) auf, der die Enden (4) der Flachrohre (2) in zwei Teile (2a; 2b) aufteilt; mindestens eines der Teile (2a, 2b) eines jeden Flachrohres (2) besitzt quer zur Längsrichtung eine Abbiegung (9), die zu einer Verbindungsfläche (10) zwischen der Längsseite (6) des Flachrohres (2) und der Längsseite (6) des Teils (2a; 2b) des benachbarten Flachrohres (2) führt; die Sammel - oder Umlenkkästen (5) reichen mit ihren Verbindungsrandern (7) bis über die Abbiegung (9) hinweg. Der Wärmetauscher wird hauptsächlich hinsichtlich seines Druckverlustes verbessert und die Haltbarkeit der Lötverbindungen wird angehoben, wenn erfindungsgemäß die Enden (4) der Flachrohre (2) innerhalb ihres Umformungsabschnitts (12) an mindestens einer Längsseite (6) zweifach abgestuft sind, wobei die eine Abstufung (13) mittels eines Stauch - und Aufweitvorganges und die andere Abstufung (14) durch den mindestens einen Trennschnitt (8) und die Abbiegung (9) des Teils (2a; 2b) hergestellt ist. Gemäß dem Herstellungsverfahren ist vorgesehen, daß die Enden (4) der Flachrohre (2) vor dem Auftrennen oder in einem Arbeitsgang mit dem Auftrennen einer Stauch - und Aufweitoperation unterzogen werden, wobei der kleine Durchmesser (d) der

Flachrohre (2) erweitert und der große Durchmesser (D) der Flachrohre (2) verkleinert wird, und daß der mindestens eine Trennschnitt (8) innerhalb des Umformabschnitts (12) in den Schmalseiten (11) der Enden (4) der Flachrohre (2) angebracht wird.



EP 1 227 291 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für Kraftfahrzeuge mit einem Rippen - Flachrohr - Block, bestehend aus Flachrohren mit dazwischen angeordneten Rippen, wobei umgeformte Enden der Flachrohre in gegenüberliegende Sammel - oder Umlenkkästen münden und mit den Längsseiten der umgeformten Enden untereinander sowie mit den Schmalseiten an den Verbindungsrändern der Sammel - oder Umlenkkästen mittels Lötverbindungen verbunden sind; die Enden der Flachrohre weisen mindestens einen Trennschnitt auf, der die Enden der Flachrohre in zwei Teile aufteilt; mindestens eines der aufgetrennten Teile eines jeden Flachrohres besitzt quer zur Längsrichtung eine Abbiegung, die zu einer Verbindungsfläche zwischen der Längsseite des Flachrohres und der Längsseite des Teils des benachbarten Flachrohres führt; die Sammel - oder Umlenkkästen reichen mit ihren Verbindungsrändern bis über die Abbiegung hinweg, Ferner betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für den Wärmetauscher.

**[0002]** Der Wärmetauscher und das Verfahren sind Gegenstand der bisher unveröffentlichten Patentanmeldungen DE 100 19 268.8 und DE 100 60 006.9.

Wird ein solcher Wärmetauscher als Kühlmittel - Kühler verwendet, ist der kleine Durchmesser der Flachrohre relativ gering, oftmals im Bereich von weniger als 2 mm, so daß die durch den Trennschnitt entstandenen zwei Teile, die der Lötverbindung mit den Verbindungsrändern der Sammel - oder Umlenkkästen dienen, ebenfalls sehr kleine Flächen ausbilden, die zu teilweise unbefriedigenden Lötverbindungen führen.

Beispielsweise aus den Fig. 4 und 6 der DE 195 43 986 A1 ist zu erkennen, daß der große Durchmesser der umgeformten Enden der Flachrohre soweit verkleinert ist, daß die Sammel - oder Umlenkkästen deutlich schmaler sind als der Rippen - Flachrohr - Block. Würde der große Durchmesser nicht so stark verkleinert werden, käme es auch dort verstärkt zu Problemen hinsichtlich der Lötverbindung. Ferner würde sich der Abstand zwischen den Flachrohren bzw. die Höhe der dazwischen angeordneten Rippen zwangsläufig weiter verringern, was hinsichtlich der Konstruktionsfreiheit Einschränkungen mit sich bringt.

Mithin entstehen Nachteile, insbesondere wenn in einem bestimmten Anwendungsfall die Netztiefe, bzw. die Tiefe des Rippen - Rohr - Blocks sehr gering sein soll, beispielsweise im Bereich von 20 bis 30 mm, weil dann die Sammel - oder Umlenkkästen so schmal sind, daß sie zu einem unerwünscht hohen Druckverlust im Kühlmittel führen.

Die Aufgabe vorliegender Erfindung besteht darin, die vorstehenden Nachteile zu beseitigen oder abzuschwächen.

Erfindungsgemäß ist dazu bei dem Wärmetauscher vorgesehen, daß die Enden der Flachrohre innerhalb ihres Umformungsabschnitts zweifach abgestuft sind, wobei

die eine Abstufung mittels eines Stauch - und Aufweitvorganges und die andere Abstufung durch den Trennschnitt und die Abbiegung mindestens eines der aufgetrennten Teile herstellbar ist.

5 Das Herstellungsverfahren sieht im Zusammenhang mit dem Oberbegriff des Anspruchs 5 erfindungsgemäß vor, daß die Enden der Flachrohre vor dem Auftrennen oder in einem Arbeitsgang mit dem Auftrennen einer Stauch - und Aufweitoperation unterzogen werden, wobei der kleine Durchmesser der Flachrohre erweitert und der große Durchmesser der Flachrohre verkleinert wird, und daß der mindestens eine Trennschnitt innerhalb des Umformabschnittes in den Schmalseiten der Enden der Flachrohre angebracht wird.

10 **[0003]** Die Erfindung führt zu folgenden Vorteilen. Weil die Enden der Flachrohre zunächst umgeformt, dann aufgetrennt und danach mindestens eines der abgetrennten Teile abgebogen wird, kann mit der maßlichen Gestaltung der Abbiegungen der Abstand zwischen den Flachrohren und damit der Auswahlbereich für geeignete Rippen wesentlich erweitert werden.

15 Außerdem ergeben sich an den Enden der Flachrohre breitere Schmalseiten und damit wird sich die Lötqualität der Schmalseiten mit den Verbindungsrändern der Sammel - oder Umlenkkästen verbessern.

20 Die Erfindung gewährleistet die Verwendung der Wärmetauscher auch für Kühlmittel - Luft - Kühler, die Flachrohre mit sehr kleinen Abmessungen ihrer kleinen Durchmesser aufweisen, weil auch bei derartigen Wärmetauschern genügend Lötflächen erzeugt werden können. Selbstverständlich ist die Erfindung jedoch auch beispielsweise für luftgekühlte Ladeluftkühler mit Vorteilen anwendbar.

25 Insbesondere wird durch die Erfindung - durch die Kombination von Stauch - und Aufweitoperation mit Trenn - und Abbiegevorgang - erreicht, daß auch Wärmetauscher mit geringer Tiefe des Kühlnetzes also sehr schmale Wärmetauscher Sammel - oder Umlenkkästen aufweisen können, die nicht schmaler sein müssen als die Tiefe des Kühlnetzes. Damit wird der Druckabfall im Kühlmittel nicht so stark ausfallen wie beim Stand der Technik.

30 Insbesondere ist das deshalb erreicht worden, weil die Aufweitoperation geringer sein kann, d. h. nicht so große Umformgrade aufweist als beim Stand der Technik, was bedeutet, daß nicht so große Einengungen am Übergang des Umformabschnittes zum Flachrohr vorhanden sind. Das führt zu einer deutlichen Verringerung des Druckverlustes.

35 Weil der Umformgrad geringer sein kann, kann auch die Tiefe des Umformabschnittes und die Länge des Trennschnittes am jeweiligen Ende des Flachrohres vergrößert werden, wodurch die Vielfalt konstruktiver Möglichkeiten wesentlich erweitert wird.

40 Letztlich ist die Anbringung des Trennschnitts, falls das in einem separaten Arbeitsschritt erfolgen soll, einfacher geworden, weil die Schmalseiten der Flachrohren vorher verbreitert wurden.

Weitere Merkmale sind Inhalt der Unteransprüche, auf die hiermit verwiesen wird.

Außerdem gehen Merkmale und Wirkungen aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen hervor, die möglicherweise auch als wesentlich angesehen werden müssen. Dazu wird Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen genommen.

- Fig. 1 Teil -Seitenansicht des Wärmetauschers;
- Fig. 2 Schnitt B - B von Fig. 1 mit Einzelheit "U";
- Fig. 3 Schnitt C - C von Fig. 1 mit Einzelheit "V";
- Fig. 4 Teil -Seitenansicht des Wärmetauschers ohne Sammelkasten;
- Fig. 5 Schnitt A - A aus Fig. 4 mit Einzelheit "W";
- Fig. 6 Perspektivische Ansicht des Endzustandes des Flachrohrendes;
- Fig. 7 Perspektivische Ansicht der Vorstufe des Flachrohrendes;
- Fig. 8 2. Ausführungsbeispiel in einer Teil-Seitenansicht;
- Fig. 9 3. Ausführungsbeispiel in einer Teil -Seitenansicht;
- Fig. 10 4. Ausführungsbeispiel;
- Fig. 11 Perspektivische Ansicht einer 5. Ausführung;
- Fig. 12 wie Fig. 11, zusammengebaut;

**[0004]** Der Rippen - Flachrohr - Block des Wärmetauschers **1** besteht aus Flachrohren **2** und dazwischen angeordneten Wellrippen **3**. Die Teilansicht in der Fig. 1 zeigt lediglich einen Sammelkasten **5**. Es versteht sich, daß der andere Sammelkasten **5** an den gegenüberliegenden Enden **4** der Flachrohre **2** identisch angeordnet ist. Sämtliche Teile dieses Ausführungsbeispiels bestehen aus Aluminium und sind nach Bedarf mit Lot plattiert. Die Sammelkästen **5** sind von einfachster Gestalt, so daß ihre Herstellung sehr kostengünstig mit bekannten Verfahren der Umformtechnik möglich ist. Jeder Sammelkasten **5** hat zwei Verbindungsränder **7**, mit denen er die Schmalseiten **11** der Flachrohre **2** an den Enden **4** im Umformabschnitt **12** (Fig. 6) übergreift. Im Ausführungsbeispiel aus den Fig. 1 bis 7 sind die Enden **4** der Flachrohre **2** innerhalb ihres Umformungsabschnitts **12** an beiden Längsseiten **6** zweifach abgestuft, wobei die eine Abstufung **13** mittels eines Stauch - und Aufweitvorganges und die andere Abstufung **14** mittels eines einzigen Trennschnitts **8**, durch beide Schmalseiten **11** der Flachrohre **2** und durch die Abbiegung **9** beider Teile **2a**; **2b** hergestellt ist. Die Breite **B** der Sammelkästen **5** entspricht der Tiefe **T** des Kühlnetzes, was aus der Fig. 3 zu erkennen ist und auch aus der Fig. 5 hervorgeht, die das Kühlnetz ohne Sammelkasten **5** zeigt. Deshalb handelt es sich bei dem Wärmetauscher dieses Ausführungsbeispiels um einen Kühlmittel - Luft - Kühler, der eine relativ geringe Tiefe **T** des Kühlnetzes besitzt, die etwa 25 mm beträgt. Ferner besitzt dieser Flachrohre **2**, deren kleiner Durchmesser **d** weniger als 2 mm groß ist.

Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch Fig. 1, der etwa im Bereich der ersten Abstufung **13** der Enden **4** der Flachrohre **2** angeordnet ist bzw. kurz oberhalb der Abstufung **13**. Die Abstufung **13** entsteht im Ergebnis des Stauch - und Aufweitvorganges. Die Fig. 3 zeigt einen anderen Schnitt durch Fig. 1, der kurz oberhalb der zweiten Abstufung **14** bzw. durch die Verbindungsflächen **10** verläuft, die durch die aneinander anliegenden Längsseiten **6** benachbarter Flachrohrenden **4** gebildet sind. Die Abstufung **14** entsteht im Ergebnis der Abbiegung **9** der Teile **2a** und **2b**.

Der Umformgrad des Stauch - und Aufweitvorganges ist deutlich geringer als bei bekannten Wärmetauschern, d. h. der große Durchmesser **D** des Flachrohres **2** ist wesentlich weniger reduziert worden und der kleine Durchmesser **d** ist deutlich geringer erweitert worden. Deshalb könnte ohne Probleme der Umformabschnitt **12** auch tiefer in das Flachrohr **2** hinein reichen als es in den Fig. 6 und 7 gezeigt ist. Dadurch würden dann noch größere Flächen für die Lötverbindung zwischen den Schmalseiten **11** und den Verbindungsrändern **7** entstehen. Das Ergebnis des beschriebenen Verfahrensschrittes (Aufweitvorgang) ist in der Fig. 7 gezeigt. Die Abbildung zeigt ferner bereits den in den Ausführungsbeispielen einzigen Trennschnitt **8**, der mittig in den Schmalseiten **11** des Flachrohres **2** und zwar innerhalb des Umformabschnitts **12** angebracht wird. Der Trennschnitt ist deutlich kürzer als der Umformabschnitt **12**. Danach werden, wie die Fig. 6 zeigt, die beiden Teile **2a** und **2b** abgebogen und die Abstufung **14** wird ausgebildet.

In Fig. 8 wurde der Umformungsabschnitt **12**, wie auch in Fig. 7 gezeigt, symmetrisch zum Flachrohr **2** ausgebildet. Anschließend wurde, wie beschrieben, der einzige Trennschnitt **8** angebracht, wonach das Teil **2a** abgebogen wurde und das Teil **2b** unverformt bleibt. Eine ähnliche Abwandlung zeigt die Fig. 10, bei der im Unterschied zur Fig. 8 der Umformabschnitt **12** asymmetrisch zum Flachrohr **2** ausgebildet worden ist. Die Fig. 9 zeigt ebenfalls einen asymmetrischen Umformabschnitt **12**, jedoch sind dort beide Teile **2a** und **2b** abgebogen worden.

Die maßliche Gestaltung der Abstufungen **13**, **14** und die Tiefe des Umformabschnitts **12** kann sich bei den gezeigten Varianten unterscheiden. Deshalb erschließen sich dem Konstrukteur weitreichende Möglichkeiten der Gestaltung der Wärmetauscher. Die Abstufungen **13**, **14** führen zu einem sanften Übergang für das Kühlmittel beim Eintritt in die Flachrohre **2**. Deshalb tragen sie zur Senkung des Druckverlustes bei.

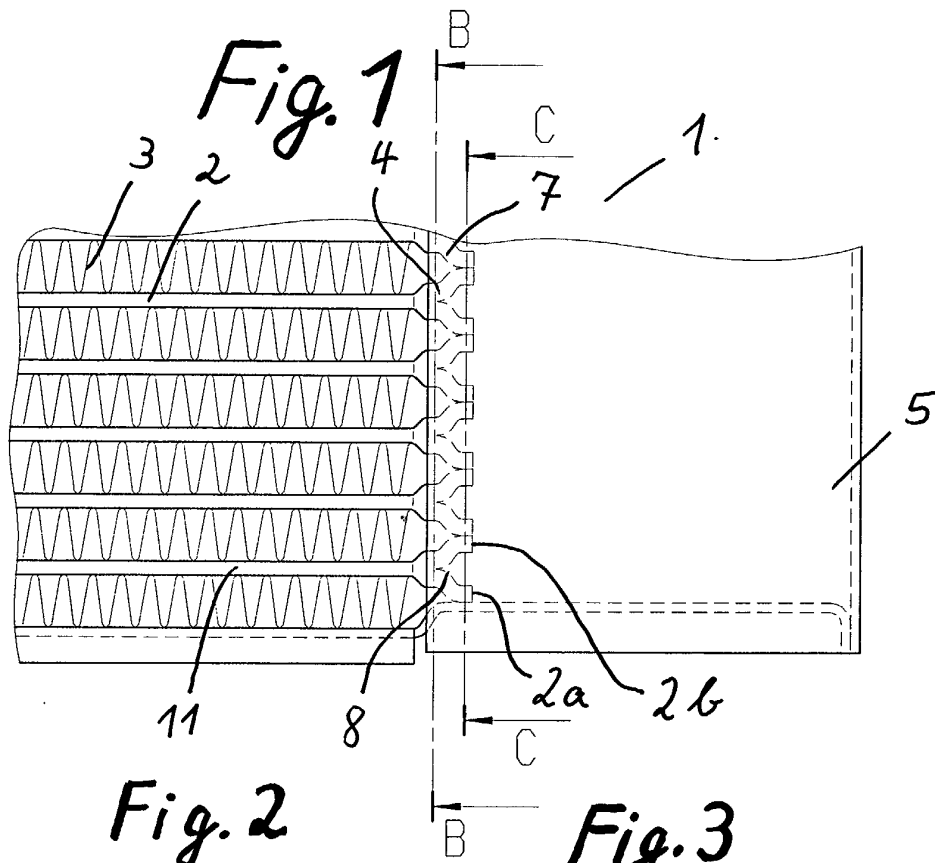
Die Fig. 11 und 12 betreffen eine Weiterbildung, in der die Verbindungsränder **7** der Sammelkästen **5** durch vierseitige Rahmen **15** ersetzt wurden. Der Rahmen besitzt Längs - und Querseiten **16**, **17** und wird über die Enden **4** der Flachrohre **2** geschoben und an den Enden **4** in einer Lötoperation gemeinsam mit allen anderen Teilen verbunden. Diese Weiterbildung ermöglicht die Verwendung von Sammelkästen **5** aus Kunststoff. Der

Rahmen **15** hat einen U-förmigen Querschnitt, wie die Fig. 11 und 12 zeigen, der zur Aufnahme und mechanischen Befestigung des Randes des nicht gezeigten Sammelkastens **5** dient. Dazu werden Laschen **18** umgebogen, die den Sammelkasten **5** fest und dicht im Rahmen **15** halten können.

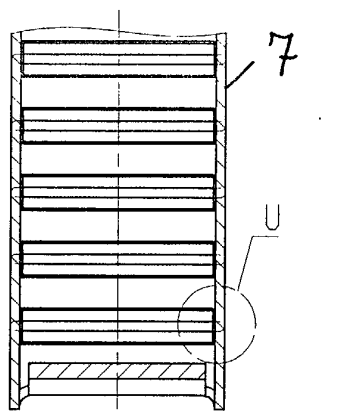
**[0005]** Ferner bieten sich andere Abwandlungen an, bei denen mehrere Trennschnitte **8** vorgenommen werden. Dabei entstehen dann nicht nur die Teile **2a** und **2b** sondern noch mindestens ein drittes Teil. Das dritte Teil ist ein mittleres Teil und bleibt unverformt. Darüber hinaus kann der Trennschnitt **8** auch durch einen Ausschnitt in beiden Schmalseiten **11** ersetzt werden. Zu diesen hier nicht gezeigten Abwandlungen wird auf die weitere nicht vorveröffentlichte Anmeldung DE 100 60 006.9 verwiesen, deren gesamter Inhalt als auch an dieser Stelle offenbart gelten soll. Diese Abwandlungen sind besonders für luftgekühlte Ladeluftkühler von Interesse.

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1) für Kraftfahrzeuge mit einem Rippen (3) - Flachrohr (2) - Block, bestehend aus Flachrohren (2) mit dazwischen angeordneten Rippen (3), wobei umgeformte Enden (4) der Flachrohre (2) in gegenüberliegende Sammel - oder Umlenkkästen (5) münden und mit den Längsseiten (6) der umgeformten Enden (4) untereinander sowie mit den Schmalseiten (11) an den Verbindungsrändern (7) der Sammel - oder Umlenkkästen (5) mittels Lötens verbunden sind; die Enden (4) der Flachrohre (2) weisen mindestens einen Trennschnitt (8) auf, der die Enden (4) der Flachrohre (2) in zwei Teile (2a; 2b) aufteilt; mindestens eines der Teile (2a, 2b) eines jeden Flachrohres (2) besitzt quer zur Längsrichtung eine Abbiegung (9), die zu einer Verbindungsfläche (10) zwischen der Längsseite (6) des Flachrohres (2) und der Längsseite (6) des Teils (2a; 2b) des benachbarten Flachrohres (2) führt; die Sammel - oder Umlenkkästen (5) reichen mit ihren Verbindungsrändern (7) bis über die Abbiegung (9) hinweg,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Enden (4) der Flachrohre (2) innerhalb ihres Umformungsabschnitts (12) an mindestens einer Längsseite (6) zweifach abgestuft sind, wobei die eine Abstufung (13) mittels eines Stauch - und Aufweitvorganges und die andere Abstufung (14) durch den mindestens einen Trennschnitt (8) und die Abbiegung (9) mindestens eines der Teile (2a; 2b) hergestellt ist.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der mindestens eine Trennschnitt (8) in beiden Schmalseiten (11) kürzer ist als die Tiefe des Umformungsabschnitts (12).
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Umformungsabschnitt (12) symmetrisch oder asymmetrisch zum jeweiligen Flachrohr ausgeführt ist
4. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** der Trennschnitt (8) in Richtung des großen Durchmessers (D) der Flachrohre (2), vorzugsweise parallel und mittig zwischen deren Längsseiten (6) angeordnet ist und die eine Abstufung (13) etwa am Beginn des Umformungsabschnitts (12) und die zweite Abstufung (14) etwa oberhalb des Endes des Trennschnitts (8) angeordnet ist, wo sie in die Verbindungsfläche (10) zwischen den Längsseiten (6) benachbarter Enden (4) der Flachrohre (2) übergeht.
5. Verfahren zur Herstellung von Wärmetauschern nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem der Rippen (3) - Flachrohr (2) - Block mit den Sammel - oder Umlenkkästen (5) gleichzeitig verlötet wird, wobei zuvor die Enden (4) der Flachrohre (2) aufgetrennt werden und mindestens eines der nach dem Auftrennen entstandenen zwei Teile (2a; 2b) eines jeden Endes (4) der Flachrohre (2) quer zur Längsrichtung der Flachrohre (2) abgebogen wird, um mit der Längsseite (6) des benachbarten Flachrohres (2) eine Verbindungsfläche (10) zu bilden, daß dann die Sammel - oder Umlenkkästen (5) mit ihren Verbindungsrändern (7) über den Rippen - Flachrohr - Block geschoben und die Verbindungsränder (7) mit den Schmalseiten (11) der aufgetrennten Enden (4) der Flachrohre (2) verbunden werden,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Enden (4) der Flachrohre (2) vor dem Auftrennen oder in einem Arbeitsgang mit dem Auftrennen einer Stauch - und Aufweitoperation unterzogen werden, wobei der kleine Durchmesser (d) der Flachrohre (2) erweitert und der große Durchmesser (D) der Flachrohre (2) verkleinert wird, und daß der mindestens eine Trennschnitt (8) innerhalb des Umformungsabschnitts (12) in den Schmalseiten (11) der Enden (4) der Flachrohre (2) angebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der große Durchmesser (D) der Flachrohre so weit verkleinert wird, bis die Tiefe (T) des Rippen - Flachrohr - Blocks etwa übereinstimmt mit der Breite (B) der Sammel - oder Umlenkkästen (5).



**Fig. 2**  
B-B



**Fig. 3**  
C-C

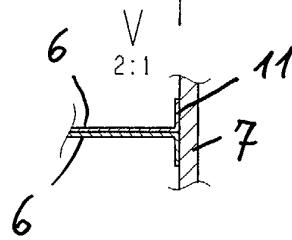
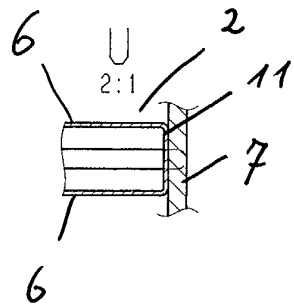
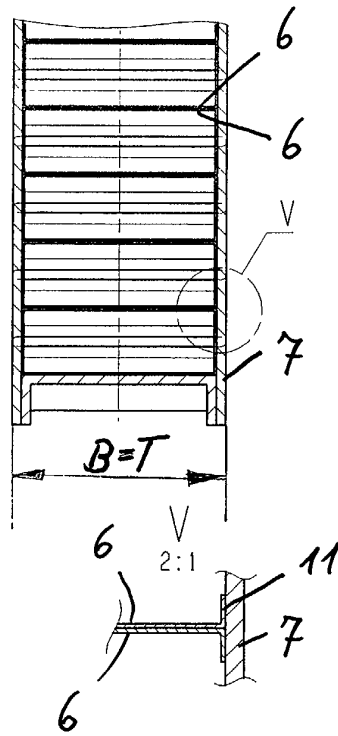


Fig. 5

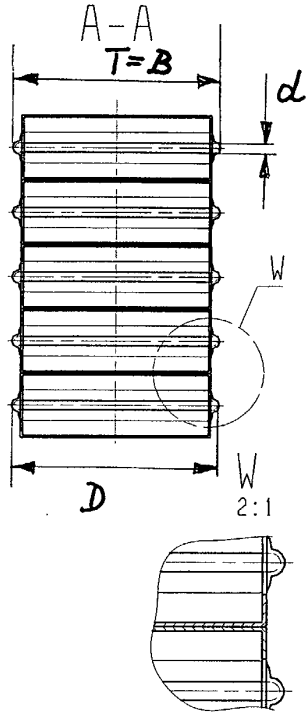


Fig. 4

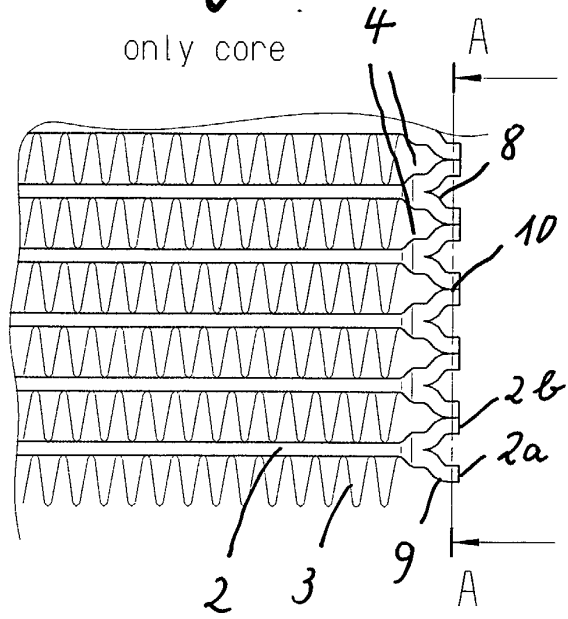


Fig. 7

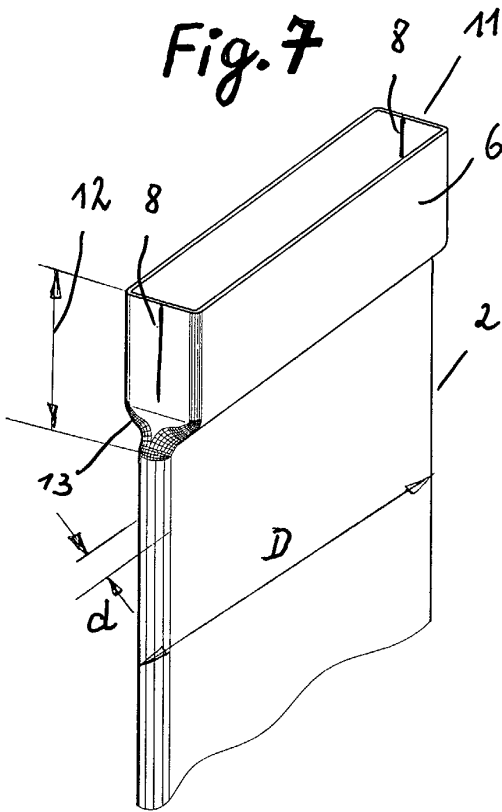
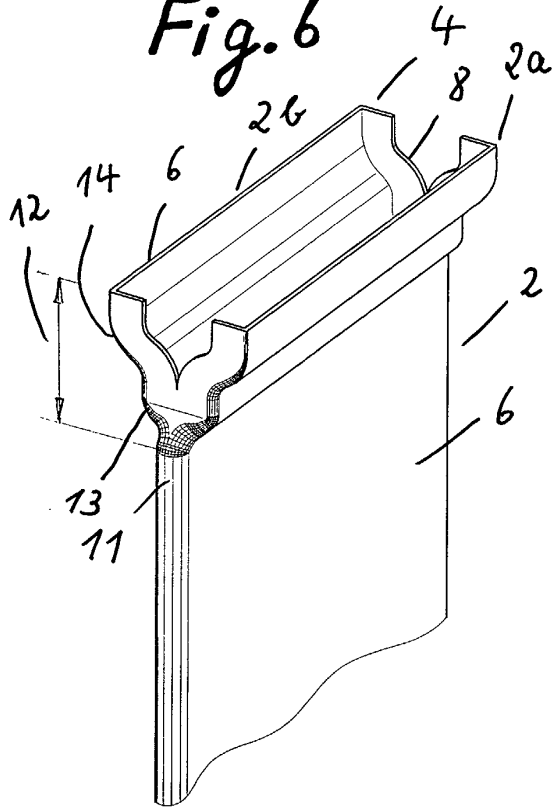


Fig. 6



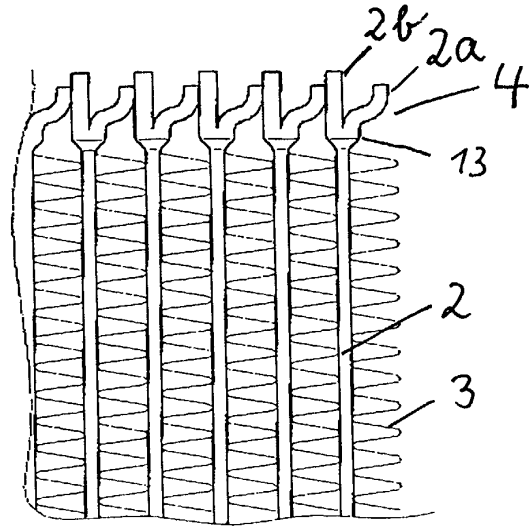


Fig. 8

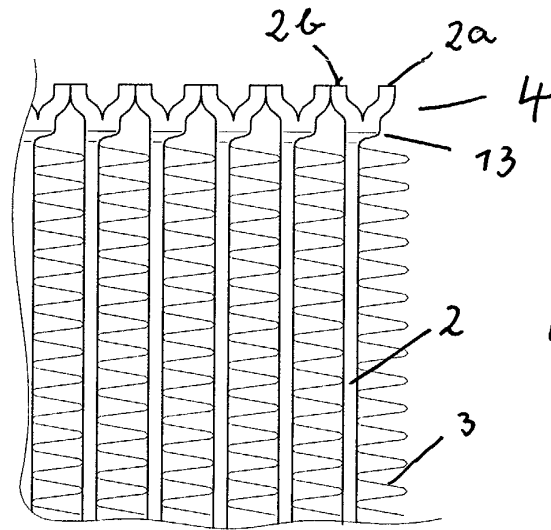


Fig. 9

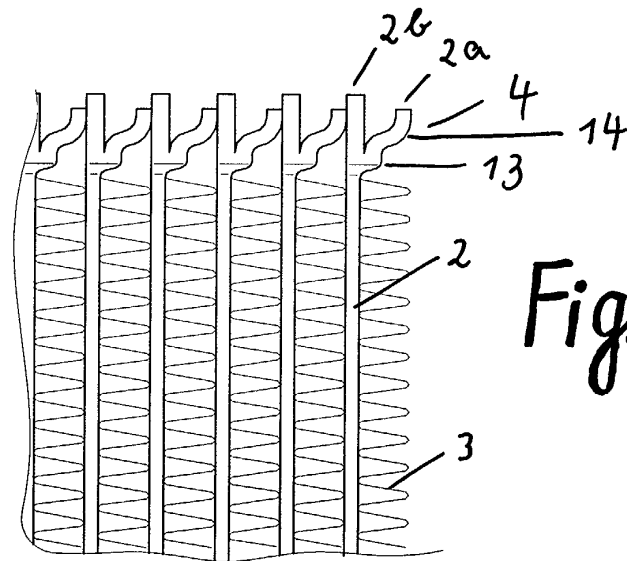


Fig. 10

