



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.09.2002 Patentblatt 2002/39

(51) Int Cl.7: **F28D 1/053, F28F 9/02**

(21) Anmeldenummer: **02002238.0**

(22) Anmeldetag: **30.01.2002**

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

(72) Erfinder: **Lamich, Bernhard, Dipl.-Ing.
73734 Esslingen (DE)**

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

(30) Priorität: **22.03.2001 DE 10114078**

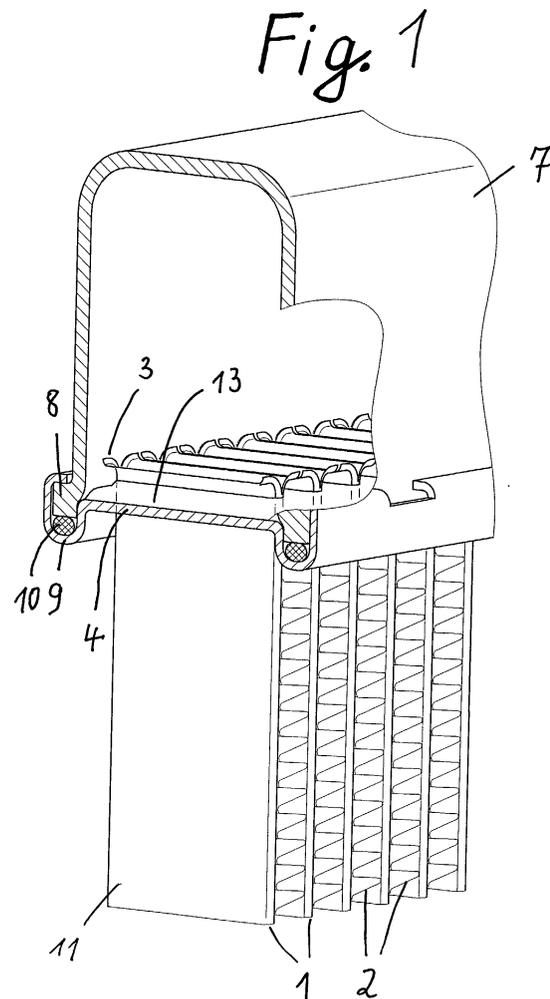
(71) Anmelder: **Modine Manufacturing Company
Racine, Wisconsin 53403-2552 (US)**

(54) **Wärmetauscher und Herstellungsverfahren**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, bestehend aus flachen Wärmetauscherrohren (1), deren Enden (3) in zugeordneten mit Durchzügen (6) versehenen Öffnungen (5) von Rohrböden (4) stecken, wobei sie so weit über die Innenseite (13) der Rohrböden (4) ragen, daß die Längsseiten (11) der flachen Wärmetauscherrohre (1) in Richtung zum Rohrboden (4) hin umbiegbar sind, wobei die Rohrböden (4) mit Sammelkästen (7) zusammenwirken.

Der innere Druckverlust des Wärmetauschers kann wesentlich und mit äußerst einfachen Mitteln, dadurch reduziert werden, daß die Längsseiten (11) an den Enden (3) der flachen Wärmetauscherrohre (1) so weit umgebogen sind, daß die Enden (3) der Längsseiten (11) benachbarter Wärmetauscherrohre (1) eine strömungsgünstige Fläche (15) über dem Rohrboden (4) bilden, die Strömungstrichter (26) der Wärmetauscherrohre (1) einschließt.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren sieht vor, daß die gegenüberliegenden Schmalseiten (12) der Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) aufgespaltet (17; 31) werden und die gegenüberliegenden Längsseiten (11) der Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) so weit abgelenkt werden, daß sie gemeinsam mit den Längsseiten (11) benachbarter Wärmetauscherrohre (1) eine strömungsgünstige Fläche (15) über der Innenseite (13) des Rohrbodens (4) ergeben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, bestehend aus flachen Wärmetauscherrohren, deren Enden in zugeordneten mit Durchzügen versehenen Öffnungen von Rohrböden stecken, wobei sie so weit über der Innenseite der Rohrböden ragen, daß die Längsseiten der flachen Wärmetauscherrohre in Richtung zum Rohrboden hin umbiegbar sind, wobei die Rohrböden mit Sammelkästen verbunden sind. Ferner betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für den Wärmetauscher.

[0002] Ein solcher Wärmetauscher ist aus der DE 198 57 435 A1 bekannt. Mit dem dortigen Wärmetauscher wird eine Reduzierung der Druckverluste in demselben erreicht. Die dort vorgeschlagenen Mittel scheinen jedoch recht aufwendig und deshalb nachteilig zu sein, weil auf der Innenseite des Rohrbodens eine Umlenkplatte eingefügt wird, die die Strömungswiderstände für das ein- oder ausströmende Medium verringert und deshalb den Druckverlust reduziert.

[0003] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demzufolge darin, mit wesentlich einfacheren, kostengünstigen Mitteln, insbesondere durch Verzicht auf die Umlenkplatte, eine vergleichbare Reduzierung des Druckverlustes im Wärmetauscher zu realisieren.

[0004] Die erfindungsgemäße Lösung ergibt sich bei dem gemäß Oberbegriff ausgebildeten Wärmetauscher durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

[0005] Es ist demnach vorgesehen, daß die Längsseiten an den Enden der flachen Wärmetauscherrohre so weit umgebogen sind, daß die Enden der Längsseiten benachbarter Wärmetauscherrohre eine strömungsgünstige Fläche über dem Rohrboden bilden, die Strömungstrichter der Wärmetauscherrohre einschließt. Um das Umbiegen zu gestatten, weisen die Schmalseiten der Wärmetauscherrohre einen Trennschnitt oder einen Ausschnitt auf.

[0006] Dadurch werden sowohl optimale Strömungstrichter für jedes einzelne Wärmetauscherrohr geschaffen als auch, insbesondere bei stärker verformten Rohrböden, werden die durch die Verformungen hervorgerufenen Strömungswiderstände, die zu erhöhtem Druckverlust führen, deutlich abgesenkt. Weil die strömungsgünstige Fläche etwa eben ist oder eine sanfte Wellenform aufweist, können auch stärker verformte und deshalb stabilere Rohrböden zum Einsatz kommen, ohne daß sich dadurch ein höherer Druckverlust ergibt. Die stärker verformten Rohrböden ermöglichen den Einsatz geringerer Blechdicken, was selbstverständlich ein weiterer Gewichts- und Kostenfaktor ist. Der Zusammenhang zwischen der Verformung des Rohrbodens und der dadurch verursachten Erhöhung des Druckverlustes wurde also durch die Erfindung beseitigt. Ferner gestatten die umgelegten Enden der Wärmetauscherrohre eine exzellente Lötverbindung der Enden in den Durchzügen an den Öffnungen der

Rohrböden. Darüber hinaus sind keine Hilfsvorrichtungen erforderlich, die den vormontierten Wärmetauscher vor dem Löten zusammenhalten müssen, weil derselbe Zusammenhalt mittels der umgebogenen Enden der Wärmetauscherrohre geschaffen wurde.

[0007] Weiterbildungen sehen vor, daß der Überstand der noch nicht umgebogenen Enden der Wärmetauscherrohre über dem Rohrboden betragsmäßig unter Berücksichtigung des Biegeradius etwa die Hälfte des Abstandes zwischen den Wärmetauscherrohren ist. Dadurch wird erreicht, daß zwischen den umgebogenen Ende benachbarter Wärmetauscherrohre möglichst kein oder wenn, dann nur ein sehr kleiner Spalt verbleibt. In Anbetracht der sehr geringen Blechdicke der Wärmetauscherrohre hat es sich auch als gut ausführbar erwiesen, die umgebogenen Enden benachbarter Wärmetauscherrohre geringfügig überlappen zu lassen. Längentoleranzen der Wärmetauscherrohre wirken sich auf den vorstehenden Sachverhalt aus. Bei Wärmetauschern, deren flache Wärmetauscherrohre etwa senkrecht zur Ebene des Rohrbodens stehen beträgt der Biegewinkel der umgebogenen Enden der Wärmetauscherrohre etwa 90° oder geringfügig weniger als 90° . Die Steifigkeit der umgebogenen Enden ist verbessert, wenn der Biegewinkel etwas kleiner als 90° ist, beispielsweise $85 - 89^\circ$, wobei die strömungsgünstige Fläche erhalten bleibt. Insbesondere bei stark verformten Rohrböden treten die erfindungsgemäßen Wirkungen auch noch dann ein, wenn der Biegewinkel etwas größer als 90° gewählt wird.

[0008] Besonders wirksam ist die vorliegende Erfindung in leicht einzusehender Weise, wenn Rohrböden verwendet werden, deren um die Öffnungen angeordneten Durchzüge in Richtung zum Sammelkasten hin weisen. Solche Durchzüge sind fertigungstechnisch einfacher und deshalb häufiger anzutreffen. Sie haben jedoch bisher stets zu höherem Druckverlust geführt, was durch die Erfindung erheblich verbessert wurde. Nichtsdestotrotz kann die Erfindung auch bei solchen Rohrböden angewendet werden, deren Durchzüge in Richtung zum Wärmetauschernetz weisen, wobei die umgebogenen Enden dann direkt auf der Innenseite des Rohrbodens anliegen.

[0009] Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren sieht vor, daß die gegenüberliegenden Schmalseiten der flachen Wärmetauscherrohre zunächst aufgetrennt werden, wonach die gegenüberliegenden Längsseiten so weit nach außen umgebogen werden, daß sie gemeinsam mit den Längsseiten benachbarter Wärmetauscherrohre eine strömungsgünstige Fläche über der Innenseite des Rohrbodens ergeben.

[0010] Der Auftrennvorgang und der Umbiegevorgang wird vorzugsweise mit einem Umformwerkzeug in einem einzigen Arbeitsgang durchgeführt.

[0011] Wegen weiterer Merkmale wird auf die Ansprüche verwiesen.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen beschrieben. Aus dieser Beschreibung

können sich weitere Merkmale und Vorteile ergeben, die möglicherweise auch wesentlicher Bestandteil der Erfindung sind. Dazu wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen.

- Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Teils des Wärmetauschers;
 Fig. 2 zeigt einen Querschnitt;
 Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt;
 Fig. 4 prinzipielle 1. Fertigungsstufe;
 Fig. 5 2. Fertigungsstufe (Endstufe)
 Fig. 6 zeigt den Längsschnitt einer zweiten Ausführungsform;
 Fig. 7 zeigt den Längsschnitt einer dritten Ausführungsform;

[0013] Der Wärmetauscher besteht im gezeigten Ausführungsbeispiel aus einer einzigen Reihe von flachen Wärmetauscherrohren 1 und dazwischen angeordneten Rippen 2, die einen sogenannten Rippen - Rohr - Block bilden. An beiden Enden 3 der Wärmetauscherrohre 1, von denen nur das eine Ende 3 gezeigt ist, weil das andere Ende 3 identisch ausgebildet ist, befindet sich je ein Rohrboden 4. Der Rohrboden 4 hat eine Reihe von Öffnungen 5, die mit den Enden 3 der Wärmetauscherrohre 1 übereinstimmen, d. h. die Enden 3 passen in die Öffnungen 5 hinein. Jede Öffnung 5 ist von einem Durchzug 6 umgeben, die im Ausführungsbeispiel zum Sammelkasten 7 hin ausgerichtet sind. Der Sammelkasten 7 ist mit seinem Rand 8 im U-förmig umgeformten Rand 9 des zugehörigen Rohrbodens 4 unter Hinzufügung einer Dichtung 10 verbunden.

[0014] Bei einem nicht gezeigten Ausführungsbeispiel ist zwischen Sammelkasten 7 und Rohrboden 4 keine mechanische Verbindung sondern eine löstechnische Verbindung vorgesehen, die in bekannter Weise ausgebildet ist, denn sämtliche Teile des Wärmetauschers bestehen aus lotbeschichtetem oder lotplattiertem Aluminiumblech. Ferner kann die übrige Ausbildung des Rohrbodens 4 ebenfalls verschieden von der gezeigten Ausbildung sein. Beispielsweise kann eine U-förmige Form des Rohrbodens 4 gewählt werden, bei der also die Längswände 20 des Sammelkastens 7 Bestandteil des Rohrbodens 4 sind. Ein solcher Rohrboden 4 kann einfach mit einem nicht gezeigten Deckel verschlossen werden, so daß dadurch der Sammelkasten 7 entsteht. Es ist genauso gut möglich, durch Umformung der Längswände 20 den Sammelkasten 7 zu bilden, wobei die umgeformten Längswände 20 sich in einer Naht berühren, die beispielsweise mittels Löten verbunden wird. In dem Fall sind der Rohrboden 4 und der Sammelkasten 7 einstückig ausgebildet.

[0015] Zunächst wird der Rippen - Rohr - Block zusammengesetzt, indem in abwechselnder Folge flache Wärmetauscherrohre 1 und Wellrippen 2 gestapelt werden. Danach wird je ein Rohrboden 4 mit seinen mit Durchzügen 6 versehenen Öffnungen 5 auf die Enden 3 der flachen Wärmetauscherrohre 1 aufgesteckt, so daß

die Enden 3 deutlich über der Innenseite 13 der Rohrböden 4 überstehen. Der Überstand ist betragsmäßig etwa die Hälfte des Abstandes 16 (Fig. 3) zwischen den Flachrohren 1, um zu gewährleisten, daß nachfolgend eine etwa geschlossene, strömungsgünstige Fläche 15 geschaffen werden kann. Diese wird dadurch geschaffen, daß mittels eines nicht gezeigten Umformwerkzeuges in einem einzigen Arbeitsgang sämtliche Enden 3 der Flachrohre 1 an den Schmalseiten 12 und im Bereich des erwähnten Überstands aufgetrennt werden, so daß die Längsseiten 11 der Enden 3 der Flachrohre 1 dicht oberhalb des Rohrbodens 4 bzw. der Durchzüge 6 an den Öffnungen 5 jeweils nach außen umgelegt werden können. Sie werden so weit umgelegt, daß mittels der umgelegten Längsseiten 11 benachbarter Flachrohre 1 eine etwa ebene Fläche 15 oberhalb des Rohrbodens 4 entsteht. In Fig. 3 wurde ein sehr geringer Spalt 25 zwischen den Längsseiten 11 benachbarter Flachrohre 1 eingezeichnet. Der Spalt 25 ist so gering, daß beim nachfolgenden Löten derselbe möglichst, jedoch nicht notwendigerweise, mit Lot gefüllt, also eine Verbindung geschaffen wird.

[0016] Da im gezeigten Ausführungsbeispiel die Wärmetauscherrohre 1 senkrecht zu den Rohrböden 4 angeordnet sind, beträgt der Biegewinkel α eines jeden Endes 3 etwa 90° , wie ebenfalls aus Fig. 3 zu sehen ist. Es soll darauf hingewiesen werden, daß die Biegung selbst, im Gegensatz zum in Fig. 3 gezeigten Beispiel, mit einem wesentlich kleineren Biegeradius erfolgen kann, so daß die zum Rohrboden 4 parallele Fläche 15 dichter am Rohrboden 4 liegt. In Fig. 3 wurden die von links ersten beiden Wärmetauscherrohre 1 mit nicht umgebogenen also geraden Enden 3 dargestellt. Nachdem sämtliche Enden 3 der Wärmetauscherrohre 1, wie anhand der beiden Rohrenden 3 gezeigt, in die Öffnungen 5 der beiden Rohrböden 4 eingefügt wurden, wird an den beiden gegenüberliegenden Schmalseiten 12 der Enden 3 der Wärmetauscherrohre 1 der Trennschnitt 17 angebracht, wonach beide Enden 3 eines jeden Rohres 1 in entgegengesetzter Richtung um etwa 90° umgebogen werden. Das Auftrennen und Umbiegen der Enden 3 erfolgt in einem Arbeitsgang mittels eines Umformwerkzeuges und zwar gleichzeitig an allen Enden 3 der Wärmetauscherrohre 1 und vorzugsweise auch gleichzeitig an beiden Seiten des Wärmetauschers bzw. beiden gegenüberliegenden Enden 3 der Wärmetauscherrohre 1. Bei Flachrohren 1 mit breiteren Schmalseiten 12 wird anstelle der Trennschnitte 17 an beiden Schmalseiten 12 jeweils ein Ausschnitt 31 vorgesehen, um das Umbiegen der Enden 3 zu verbessern und um zu vermeiden, daß die durch das Umbiegen erzeugte Fläche 15 durch die nach dem Umbiegen aufgerichteten Schmalseiten 17 in ihren Leiteigenschaften beeinträchtigt wird, was weiter unten bei Fig. 7 beschrieben ist.

[0017] Das Herstellungsverfahren soll am Beispiel der Fig. 4 und 5 beschrieben werden, die die Umformung nur eines der Enden 3 der Wärmetauscherrohre 1 sehr prinzipiell zeigen. Die Fig. 4 zeigt die erste Fer-

tigungsstufe in einem Schnitt parallel zur Längsseite 11 des Wärmetauscherrohres 1, wobei der Biegestempel 21 von oben in die Öffnung des Wärmetauscherrohres 1 eingeführt wurde. In dieser Fertigungsstufe stabilisiert der Biegestempel 21 das Wärmetauscherrohr 1 und bildet ein Widerlager für die beiden Schnittstempel 22, die in Richtung der Längsseiten 11 auf beide Schmalseiten 12 einwirken und dort je einen Trennschnitt 17 anbringen. Danach wird der Biegestempel 21 tiefer in das Ende 3 eingeführt, bis die Biegekanten 23 des Biegestempels 21 auf die Längsseiten 11 wirken, so daß beide Längsseiten 11 etwa um 90° umgebogen werden. Dies wird in Fig. 5 sehr prinzipiell gezeigt, die den Schnitt V - V aus Fig. 4 darstellt. Das Umformwerkzeug weist eine der Anzahl der Enden 3 der Wärmetauscherrohre 1 entsprechende Vielzahl solcher Biege und Schnittstempel 21, 22 auf, so daß in einem Arbeitsgang sämtliche Rohrenden 3, wie gezeigt, umgeformt werden können. Aus den Darstellungen geht auch hervor, daß die umgebogenen Enden 3 über die beiden Rohrböden 4 den Rohr 1-Rippen 2 - Block fest zusammenhalten, so daß für den Lötvorgang keine weiteren Hilfsvorrichtungen erforderlich sind.

[0018] Außerdem ist zu erkennen, daß eine exzellente Lötverbindung zwischen den Rohrenden 3 und den Durchzügen 6 möglich ist, weil die Biegestempel 21 die Wandung der Wärmetauscherrohre 1 allseitig an den Durchzügen 6 zur Anlage bringen.

[0019] In Fig. 6 sind die Längsseiten 11 der Enden 3 geringfügig überlappt. Sie weisen eine Überlappung 30 auf. Die Überlappung 30 ist so ausgeführt, daß das oben liegende Ende 3 des einen Wärmetauscherrohres 1 dichter an der Einströmöffnung 32 in den Sammelkasten 7 liegt, als das unten liegende Ende 3 des benachbarten Wärmetauscherrohres 1.

[0020] Die Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform des Wärmetauschers, die sich insbesondere dann eignet, wenn flache Wärmetauscherrohre 1 verwendet werden, deren Schmalseiten 12 etwas breiter sind. Solche Wärmetauscher sind beispielsweise Ladeluftkühler. Bei solchen Wärmetauschern besteht der Trennschnitt 17 in den Schmalseiten 12 der Enden 3 in einem Ausschnitt 31, um die Schmalseiten 12 in diesem Bereich zumindest teilweise zu entfernen. Nach dem Umbiegen der Enden 3 bleiben daher keine störenden in den Sammelkasten 7 aufragenden Schmalseiten 12 übrig, die zu einem unerwünschten Druckverlust führen könnten.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, bestehend aus flachen Wärmetauscherrohren (1), deren Enden (3) in zugeordneten mit Durchzügen (6) versehenen Öffnungen (5) von Rohrböden (4) stecken, wobei sie so weit über die Innenseite (13) der Rohrböden (4) ragen, daß die Längsseiten (11) der flachen Wärmetauscherrohre (1) in Richtung zum Rohrboden (4) hin um-

biegbar sind, wobei die Rohrböden (4) mit Sammelkästen (7) zusammenwirken,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Schmalseiten (12) der flachen Wärmetauscherrohre (1) an ihren Enden (3) einen Trennschnitt (17) oder einen Ausschnitt (31) aufweisen und die Längsseiten (11) an den Enden (3) der flachen Wärmetauscherrohre (1) so weit umgebogen sind, daß die Enden (3) der Längsseiten (11) benachbarter Wärmetauscherrohre (1) eine strömungsgünstige Fläche (15) über dem Rohrboden (4) bilden, die Strömungstrichter (26) der Wärmetauscherrohre (1) einschließt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Überstand der noch nicht umgebogenen Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) über dem Rohrboden (4) betragsmäßig unter Berücksichtigung der Biegeradien etwa die Hälfte des Abstandes (16) zwischen den Wärmetauscherrohren (1) ist, so daß die um etwa 90° umgebogenen Enden (3) benachbarter, flacher Wärmetauscherrohre (1) möglichst eng aneinanderliegen oder sich geringfügig überlappen (30) oder lediglich einen sehr geringen Abstand (Spalt 25) besitzen.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Durchzüge (6) an den Öffnungen (5) in den Rohrböden (4) nach innen, zum Sammelkasten (7) hin, gerichtet sind, wobei entweder die Rohrböden (4) mit Sammelkasten (7) mechanisch dicht verbunden oder Rohrböden (4) und Sammelkasten (7) einteilig ausgebildet sind.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Fläche (15) etwa parallel zur Ebene des Rohrbodens (4) abgeordnet ist.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei sich überlappenden Enden (3) benachbarter, flacher Wärmetauscherrohre (1) und bei an einer Stirnseite des Sammelkastens (7) oder in deren Nähe angeordneter Einströmöffnung (32) das oben liegende Ende (3) eines Wärmetauscherrohres (1) näher an der Einströmöffnung (32) in den Sammelkasten (7) liegt als das unten liegende Ende (3) des benachbarten Wärmetauscherrohres (1).

6. Verfahren zur Herstellung der Wärmetauscher, bei dem ein Rippen - RohrBlock zusammengefügt wird und auf die Enden (3) der flachen Wärmetauscherrohre (1) Rohrböden (4) aufgesetzt werden, derart, daß sie mit ihren Durchzügen (6) aufweisenden Öffnungen (5) so weit über die Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) geschoben werden, daß dieselben über der Innenseite (13) der Rohrböden (4)

überstehen und umgebogen werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

die gegenüberliegenden Schmalseiten (12) der Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) aufgespaltet (17) werden und die gegenüberliegenden Längsseiten (11) der Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) soweit abgebogen werden, daß sie gemeinsam mit den Längsseiten (11) benachbarter Wärmetauscherrohre (1) eine strömungsgünstige Fläche (15) über der Innenseite (13) des Rohrbodens (4) ergeben. 5
10

7. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Auftrennvorgang und der Abbiegevorgang in einem Werkzeug in einem einzigen Arbeitsgang durchgeführt wird. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

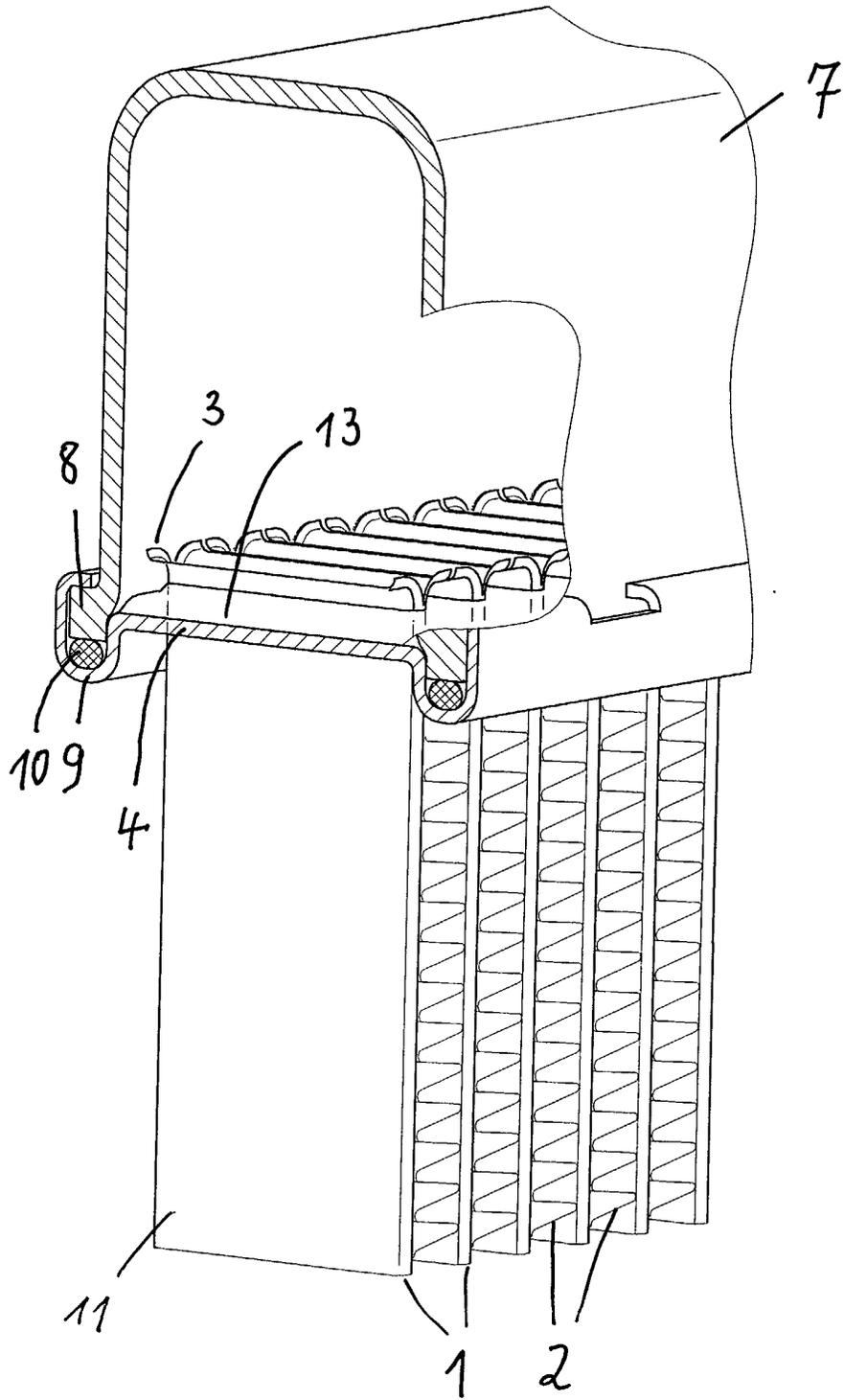


Fig. 2

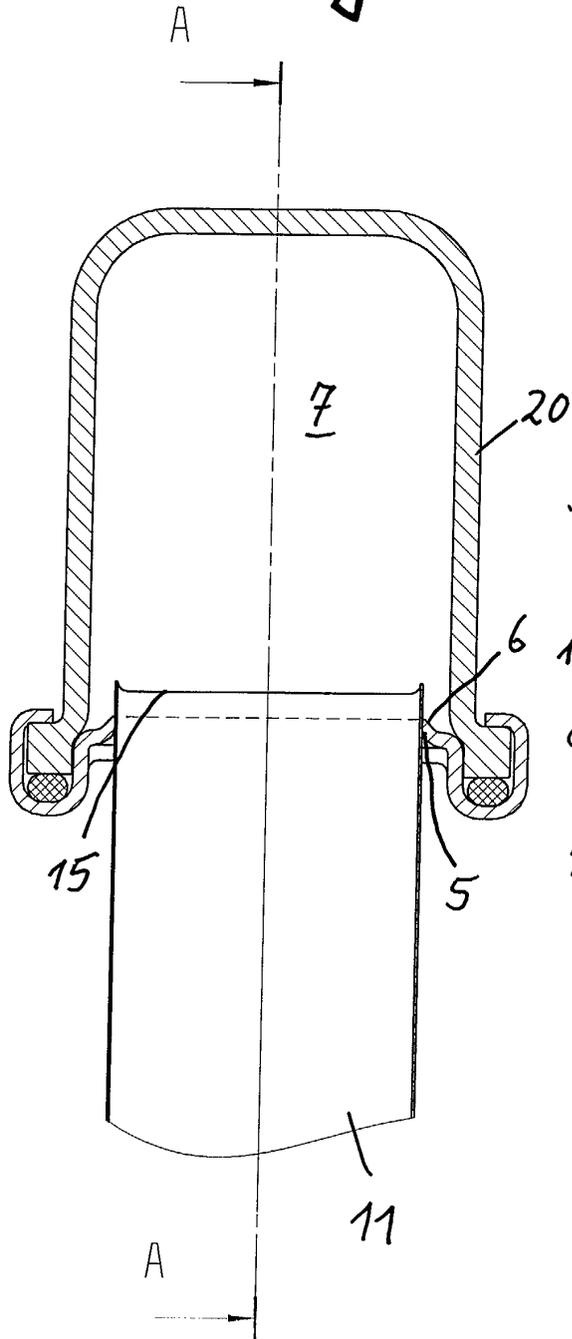
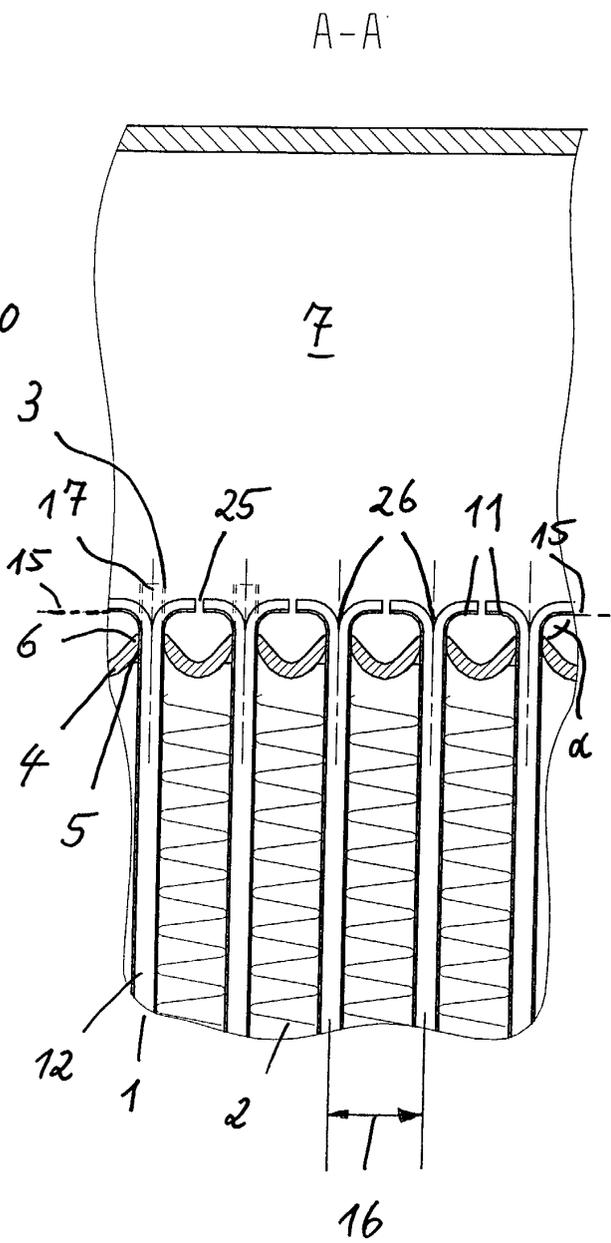


Fig. 3



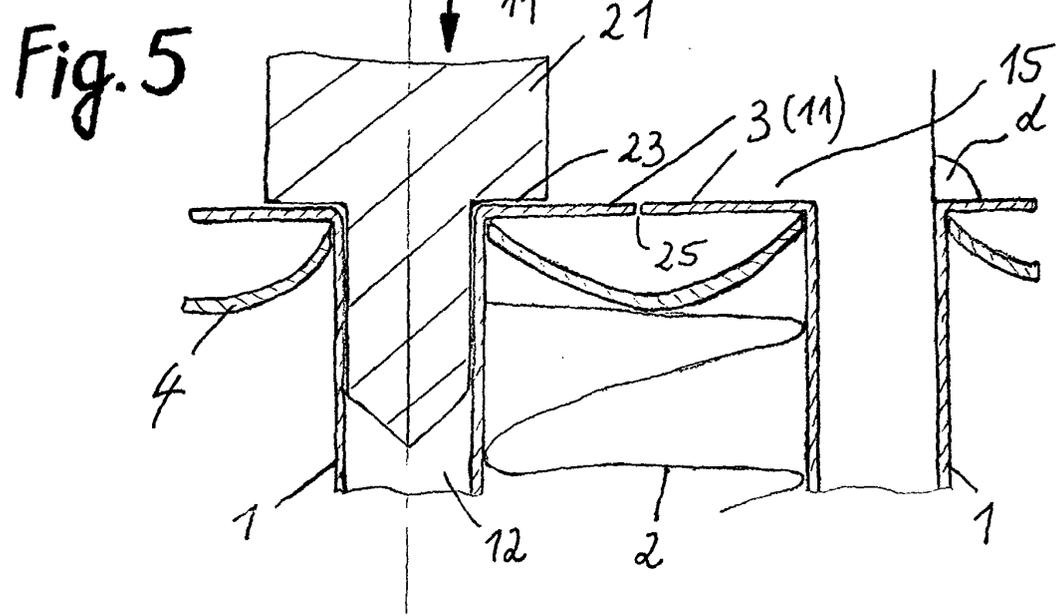
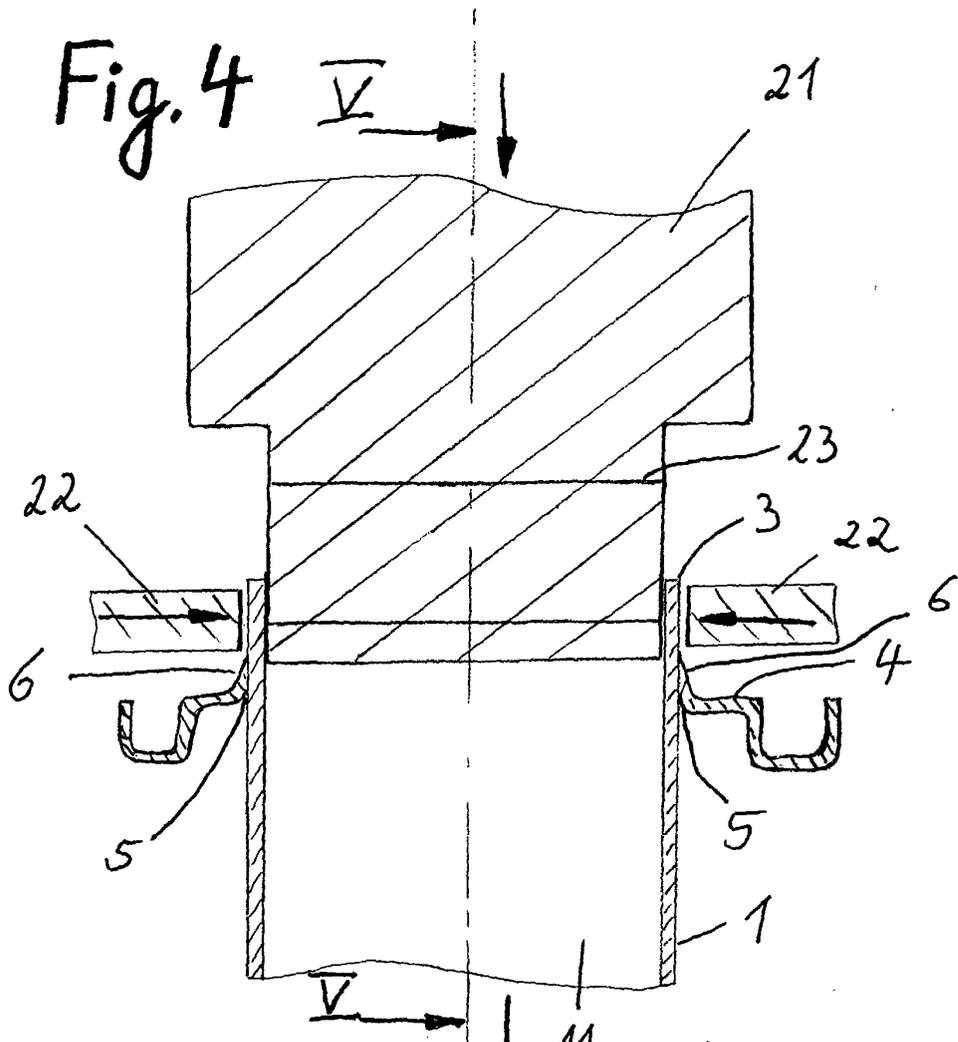


Fig. 6

A-A

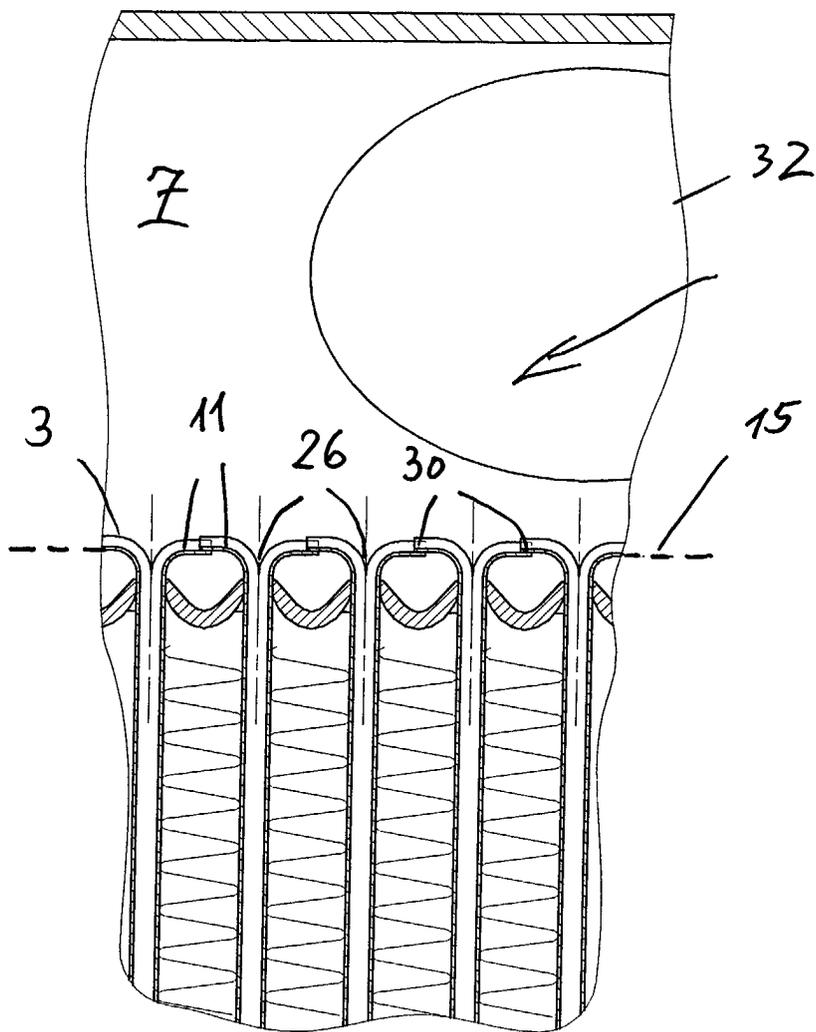


Fig. 7
A-A

