



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 881 447 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.12.1998 Patentblatt 1998/49

(51) Int. Cl.⁶: **F28D 1/04**, F28F 9/02

(21) Anmeldenummer: **98107377.8**

(22) Anmeldetag: **23.04.1998**

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

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

(74) Vertreter:
Wilhelm & Dauster
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Hospitalstrasse 8
70174 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **27.05.1997 DE 19722097**

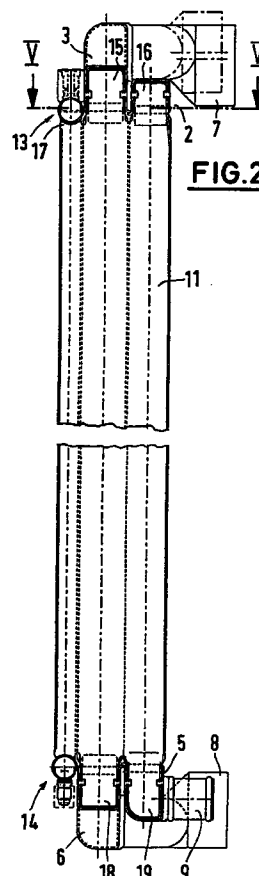
(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co.**
70469 Stuttgart (DE)

(54) **Wärmeübertrager sowie Wärmeübertrageranordnung für ein Kraftfahrzeug**

(57) Ein Wärmeübertrager (1) mit einem Rippen/Rohrblock (4), dessen Flachrohre auf gegenüberliegenden Seiten mit derart aufgeweiteten Rohrenden versehen sind, daß querverlaufende, einander benachbarte Wandungsabschnitte der Rohrenden flächig aneinanderliegen und die Rohrenden in einer Reihe miteinander fluchten, wobei auf die Rohrenden auf beiden Seiten jeweils ein Strömungskasten (2,5) bündig abschließend mit entsprechenden längsverlaufenden Wandungsabschnitten der Rohrenden aufgesetzt ist, sowie eine Wärmeübertrageranordnung mit wenigstens zwei in Durchströmungsrichtung hintereinander angeordneten Wärmeübertragern sind bereits bekannt.

Erfindungsgemäß liegen die einander zugewandten Wandungsabschnitte der Rohrenden formschlüssig aneinander, und/oder den wenigstens zwei Wärmeübertragern ist auf gegenüberliegenden Seiten jeweils ein gemeinsames Seitenteil (11,12) zugeordnet.

Einsatz als Wasser/Luft-Kühler, als Ladeluftkühler und als Kondensator.



EP 0 881 447 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager für ein Kraftfahrzeug mit einem Rippen/Rohrblock, dessen Flachrohre auf gegenüberliegenden Seiten mit derart aufgeweiteten Rohrenden versehen sind, daß quer verlaufende, einander benachbarte Wandungsabschnitte der Rohrenden flächig aneinanderliegen und die Rohrenden in einer Reihe miteinander fluchten, wobei auf die Rohrenden auf beiden Seiten jeweils ein Strömungskasten bündig abschließend mit entsprechenden längsverlaufenden Wandungsabschnitten der Rohrenden aufgesetzt ist, sowie eine Wärmeübertrageranordnung für ein Kraftfahrzeug mit wenigstens zwei in Durchströmungsrichtung hintereinander angeordneten Wärmeübertragern.

In der nicht vorveröffentlichten DE 195 43 986.4 ist ein Wärmeübertrager beschrieben, der einen Rippen/Rohrblock mit Flachrohren aufweist, deren Rohrenden zu jeweils rechteckigen Querschnitten aufgeweitet sind. Die Rohrenden sind derart aufgeweitet, daß diese mit ihren quer zur Längsrichtung von aufgesetzten Strömungskästen verlaufenden Wandungsabschnitten flächig aneinanderliegen, und daß die jeweils seitlichen, längsverlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden miteinander fluchten und bündig mit den entsprechenden Wandungsbereichen der aufgesetzten Strömungskästen abschließen. Durch Verlöten der aneinanderschließenden Wandungsabschnitte und Wandungsbereiche wird die Abdichtung der Strömungskästen erreicht. Die Strömungskästen dienen als Sammel- oder Verteilerkästen. Die nicht vorveröffentlichte Patentanmeldung offenbart außerdem eine Wärmeübertrageranordnung mit zwei Wärmeübertragern, von denen der eine als Fahrzeugkühler und der andere als Kondensator ausgebildet ist. Diese beiden Wärmeübertrager sind in Durchströmungsrichtung der Luft unmittelbar hintereinander angeordnet und sind durch entsprechende Verbindungsmittel im Bereich der jeweiligen Strömungskästen miteinander verbunden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmeübertrager sowie eine Wärmeübertrageranordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine funktionssichere Herstellung sowie einen einfachen und platzsparenden Aufbau ermöglichen.

Für den Wärmeübertrager wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die einander benachbarten, quer-verlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden formschlüssig aneinanderliegen. Dadurch ist es möglich, bereits bei der Vormontage des Wärmeübertragers, d.h. vor der Verlöten der einzelnen Bauteile, eine exakte Ausrichtung und Fixierung der Rohrenden aneinander zu erzielen. Toleranzen durch einen seitlichen Versatz einzelner Rohrenden können vermieden werden. Durch die formschlüssige Anlage der Wandungsabschnitte aneinander ergibt sich zudem eine vergrößerte Anlagefläche, die eine erhöhte Sicherheit der Lötverbindung zur Folge hat.

In Ausgestaltung der Erfindung liegen die den Strömungskästen zugewandten, längsverlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden formschlüssig an korrespondierenden Wandungsbereichen der Strömungskästen an. Dadurch wird die Vormontage des Wärmeübertragers weiter verbessert, da auch die Strömungskästen - auf ihre Längsrichtung bezogen - exakt positioniert auf die Rohrenden aufgesetzt werden und in Längsrichtung durch den Formschluß fixiert gehalten werden können. Zudem gewährleistet die formschlüssige Anlage einen vergrößerten Anlageflächenbereich, der die Dichtheit und die Sicherheit der späteren Lötverbindung zwischen den Strömungskästen und den Rohrenden weiter verbessert.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Ecken der aufgeweiteten Rohrenden mit Radien zwischen 0 und 2 mm versehen. Dabei weisen die aufgeweiteten Rohrenden vorzugsweise eine rechteckige Form auf, die gemäß den zuvor beschriebenen Ausgestaltungen zusätzlich mit entsprechend verformten Wandungsabschnitten versehen sein können. Die bevorzugten Radien gewährleisten, daß zwischen den benachbarten Rohrenden auch im Bereich der Außenseiten lediglich äußerst schmale Spalte verbleiben, die vollständig durch das Lot beim Lötvorgang aufgefüllt werden können, so daß die dichte Lötverbindung untereinander und insbesondere zu den seitlichen Wandungsbereichen der Strömungskästen gewährleistet ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Rohrenden jeweils asymmetrisch zu Mittellängsebenen der zugeordneten Flachrohre aufgeweitet. Dadurch ist es möglich, spezielle Anordnungen der Bauteile des Wärmeübertragers zu verwirklichen, ohne die sichere Funktion des Wärmeübertragers zu beeinflussen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung entspricht der Umfang der Aufweitung jedes Rohrendes dem Umfang des zugeordneten Flachrohres zuzüglich oder abzüglich 30%. Die negative Relation zwischen dem Umfang jedes Flachrohres und dem Umfang des zugeordneten, aufgeweiteten Rohrendes ergibt sich insbesondere durch eine abschnittsweise doppelwandige Faltung der Wandung der Rohrenden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weisen die den benachbarten Rohrenden zugewandten querseitigen Wandungsabschnitte eine Höhe zwischen 0,3 und 2 mal einem Teilungsabstand der Flachrohre, nämlich $0,3T \leq H_1 \leq 2T$, auf. Dieser bevorzugte Dimensionierungsbereich ermöglicht eine sichere dichte Verbindung zwischen den Rohrenden sowie eine ausreichende Stabilität des gesamten Rippen/Rohrblockes.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Flachrohre relativ zur Symmetrieachse der aufgeweiteten Rohrenden schräg verlaufend ausgerichtet. Auch durch diese Ausgestaltung ist eine spezielle Anordnung des Wärmeübertragers in einem Kraftfahrzeug möglich, wobei insbesondere eine schräge Anordnung des Wärmeübertragers innerhalb eines Motorraumes des Kraftfahrzeugs - auf die normale Fahrtrichtung des

Kraftfahrzeugs bezogen - vorteilhaft ist.

Für die Wärmeübertrageranordnung wird die erfindungsgemäße Aufgabe dadurch gelöst, daß den wenigstens zwei Wärmeübertragern auf gegenüberliegenden Seiten jeweils ein gemeinsames Seitenteil zugeordnet ist. Durch die gemeinsamen Seitenteile wird zum einen eine einfache und sichere Verbindung der Wärmeübertrager relativ zueinander und zum anderen eine exakte Positionierung relativ zueinander erreicht. Darüber hinaus ergibt sich eine vereinfachte Montage und Herstellung für die Wärmeübertrageranordnung mit einer reduzierten Anzahl von Bauteilen.

In Ausgestaltung der Erfindung sind die Strömungskästen von wenigstens einem Wärmeübertrager in ihren Seitenbereichen offen gestaltet, und die gegenüberliegenden Seitenteile sind jeweils mit wenigstens einem korrespondierenden Abschlußabschnitt versehen, die in die jeweiligen Seitenbereiche der Strömungskästen hineinragen und diese dicht abschließen. Dadurch ist es möglich, die Strömungskästen einfach zu gestalten, da diese als einfache U-Profile tiefgezogen werden können.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weisen die wenigstens zwei Wärmeübertrager gemeinsame, sich über die Gesamttiefe des Rippen/Rohrblockes erstreckende Rippen auf. Dadurch wird ein vereinfachter Aufbau der Wärmeübertrageranordnung erzielt, da die Anzahl der Bauteile reduziert ist und die Rippen direkt die Verbindung der Wärmeübertrager untereinander herstellen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Strömungskästen der wenigstens zwei Wärmeübertrager mit Anschlußstutzen versehen, die parallel zueinander und gleichsinnig gekrümmt ausgerichtet sind. Dadurch ist eine strömungsgünstige Anordnung der Anschlußstutzen gegeben, die zudem auch platzsparend wirkt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind zwischen den Rohren und/oder den Strömungskästen Isolationsspalte angeordnet. Diese Isolationsspalte dienen zur thermischen Isolierung der benachbarten Wärmeübertrager gegeneinander, wobei die Isolationsspalte die Rohre jeweils vorzugsweise über ihre gesamte Länge bis zu den jeweiligen Strömungskästen voneinander trennen. Diese Ausgestaltung erfaßt jedoch auch Isolationsspalte, die lediglich abschnittsweise zwischen den benachbarten Rohren und/oder Strömungskästen vorgesehen sind. Die Isolationsspalte weisen bevorzugte Breiten zwischen 1 und 10 mm auf.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung, die anhand der Zeichnungen dargestellt sind.

Fig. 1 zeigt eine Frontansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmeübertrageranordnung, die aus drei

unterschiedlichen Wärmeübertragern zusammengesetzt ist,

Fig. 2 eine Seitenansicht der Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 1,

Fig. 3 ein gemeinsames Seitenteil für die Wärmeübertrageranordnung nach den Fig. 1 und 2,

Fig. 4 eine Ansicht des Seitenteiles nach Fig. 3 in Richtung des Pfeiles IV in Fig. 3,

Fig. 5 einen Schnitt durch die Wärmeübertrageranordnung nach den Fig. 1 und 2 entlang der Schnittrlinie V-V in Fig. 2,

Fig. 6 einen Schnitt durch eine weitere Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 7 entlang der Schnittrlinie VI-VI in Fig. 7,

Fig. 7 eine Seitenansicht der weiteren Wärmeübertrageranordnung, die zwei unterschiedliche Wärmeübertrager mit einem gemeinsamen Seitenteil aufweist,

Fig. 8 einen Längsschnitt durch die Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 7,

Fig. 9 schematisch einen Querschnitt auf Höhe einer Rippen/Rohrblockes durch eine Wärmeübertrageranordnung ähnlich den Fig. 7 und 8,

Fig. 10 einen weiteren schematischen Querschnitt durch eine Wärmeübertrageranordnung ähnlich den Fig. 1, 2 und 5 im Bereich eines gemeinsamen Rippen/Rohrblockes,

Fig. 11 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmeübertrageranordnung mit drei unterschiedlichen Wärmeübertragern, die strömungsgünstig und symmetrisch angeordnete Anschlußstutzen aufweisen,

Fig. 12 schematisch einen Ausschnitt eines Rippen/Rohrblockes im Bereich aufgeweiteter Rohrenden,

Fig. 13 einen weiteren Ausschnitt eines Rippen/Rohrblockes ähnlich Fig. 12 mit asymmetrisch aufgeweiteten Rohrenden,

Fig. 14 einen Ausschnitt eines Flachrohres gemäß Fig. 12 im Bereich seines aufgeweiteten Rohrendes,

- Fig. 15 schematisch einen Schnitt durch einen als Strömungskasten dienenden Wasserkasten, der auf aufgeweitete Rohrenden von Flachrohren aufgesetzt ist,
- Fig. 16 eine Draufsicht auf das Flachrohr nach Fig. 14 in Richtung des Pfeiles XVI in Fig. 14,
- Fig. 16a einen vergrößerten Ausschnitt des Flachrohres nach Fig. 16 in dem Bereich XVIa in Fig. 16,
- Fig. 17 eine weitere Draufsicht in Fig. 16, jedoch auf ein asymmetrisch aufgeweitetes Flachrohr,
- Fig. 18 einen Schnitt durch das Flachrohr gemäß Fig. 14 entlang der Schnittlinie XVIII in Fig. 14,
- Fig. 19 einen Schnitt durch ein weiteres Flachrohr ähnlich Fig. 18,
- Fig. 20 einen Schnitt durch das Flachrohr nach Fig. 14 im Bereich seines aufgeweiteten Rohrendes entlang der Schnittlinie XX-XX in Fig. 14,
- Fig. 21 schematisch eine Draufsicht auf aufgeweitete Rohrenden eines Rippen/Rohrblockes,
- Fig. 22 schematisch aufgeweitete Rohrenden eines weiteren Rippen/Rohrblockes ähnlich Fig. 21,
- Fig. 23 schematisch eine Draufsicht auf aufgeweitete Rohrenden eines weiteren Rippen/Rohrblockes ähnlich Fig. 21,
- Fig. 24 schematisch einen Querschnitt durch einen Wärmeübertrager im Bereich aufgeweiteter Rohrenden und eines aufgesetzten Strömungskastens,
- Fig. 25 schematisch eine Darstellung ähnlich Fig. 24, wobei die formschlüssige Fixierung des Strömungskastens auf den aufgeweiteten Rohrenden anders gestaltet ist,
- Fig. 26 schematisch aufgeweitete Rohrenden eines weiteren Rippen/Rohrblockes ähnlich den Fig. 21 bis 23, und
- Fig. 27 schematisch eine Draufsicht auf einen Rippen/Rohrblock mit aufgeweiteten Rohrenden und schräggestellten Flachrohren.

Eine Wärmeübertrageranordnung 1 für ein Kraftfahrzeug gemäß den Fig. 1 bis 5 weist einen ersten Wärmeübertrager in Form eines Wasser/Luft-Kühlers, einen zweiten Wärmeübertrager in Form eines Ladeluftkühlers sowie einen dritten Wärmeübertrager in Form eines Kondensators auf. Die drei Wärmeübertrager sind parallel zueinander quer zur Fahrzeuglängsrichtung in einem Motorraum des Kraftfahrzeugs angeordnet, so daß sie in Durchströmungsrichtung des Fahrtwindes bei normaler Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs hintereinander angeordnet sind. Der Wasser/Luft-Kühler weist einen in Fig. 1 oberen, als Strömungskasten dienenden Wasserkasten 2 sowie einen unteren Wasserkasten 5 auf, wobei am unteren Wasserkasten 5 zwei Anschlußstutzen 9 und 10 für den Anschluß des Wasser/Luft-Kühlers an den entsprechenden Kühlwasserkreislauf angeordnet sind. Zwischen den beiden Wasserkästen 2 und 5 erstreckt sich ein Rippen/Rohrblock 4, dessen Aufbau und dessen Verbindung mit den Wasserkästen 2 und 5 nachfolgend noch näher beschrieben werden wird. Hinter dem Wasser/Luft-Kühler ist der Ladeluftkühler angeordnet, der einen als Strömungskasten dienenden oberen Luftkasten 3 sowie einen entsprechenden unteren Luftkasten 6 aufweist. Zwischen den beiden Luftkästen 3 und 6 ist analog zum Wasser/Luft-Kühler ein nicht näher dargestellter Rippen/Rohrblock vorgesehen, dessen Aufbau und dessen Verbindung mit den Luftkästen 3 und 6 dem entsprechenden Aufbau des Wasser/Luft-Kühlers entspricht. Hinter dem Ladeluftkühler ist der Kondensator positioniert, der einen oberen Strömungskasten 13 sowie einen unteren Strömungskasten 14 und einen zwischen diesen Strömungskästen 13, 14 verlaufenden und nicht näher bezeichneten Rippen/Rohrblock aufweist. Jeder Strömungskasten 13, 14 wird durch zwei zu einem runden Hohlkammerprofil zusammengesetzte Halbschalen gebildet, wobei jeweils eine Halbschale einen Boden des jeweiligen Strömungskastens 13, 14 darstellt und mit Einzügen zur dichten Anbindung an Rohrenden der Flachrohre versehen ist. Seitlich sind die Strömungskästen 13, 14 jeweils durch einen Deckeleinsatz dicht verschlossen.

Sowohl der Rippen/Rohrblock des Ladeluftkühlers als auch der Rippen/Rohrblock des Wasser/Luft-Kühlers sind aus einer Vielzahl von zueinander parallelen Flachrohren sowie zwischen diesen angeordneten Wellrippen zusammengesetzt. Die gegenüberliegenden Rohrenden der Flachrohre sind jeweils rechteckig aufgeweitet, so daß die Rohrenden gemäß Fig. 1 in jeweils einer Reihe mit ihren in Längsrichtung der Strömungskästen gesehen querverlaufenden Wandungsabschnitten flächig und dicht aneinanderliegen. Die längsverlaufenden Wandungsabschnitte der aufgeweiteten Rohrenden verlaufen jeweils in einer Flucht zueinander. An diesen längsverlaufenden Wandungsabschnitten der Rohrenden, die jeweils die Außenseiten des Rippen/Rohrblockes bilden, liegen korrespondierende, längsverlaufende Wandungsbereiche der Strö-

mungskästen flächig und bündig abschließend an. Die aufgeweiteten Rohrenden bilden somit direkt die „Böden“ der Strömungskästen, so daß das zusätzliche Vorsehen von Böden im Bereich der Strömungskästen vermieden wird. Der beschriebene Aufbau der Wärmeübertrager entspricht der Gestaltung der Rohrenden und dem Aufsetzen der Strömungskästen, wie es in der nicht vorveröffentlichten DE 195 43 986.4 beschrieben ist.

Die Strömungskästen sowohl des Ladeluftkühlers als auch des Wasser/Luft-Kühlers sind an ihren gegenüberliegenden Seitenbereichen jeweils offen gestaltet. Den seitlichen Abschluß dieser Seitenbereiche der Strömungskästen übernimmt jeweils ein Abschlußabschnitt 15, 16, 18, 19 eines Seitenteiles 11, 12, das sich einstückig über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung und damit über alle drei Wärmeübertrager erstreckt. Die beiden Seitenteile 11, 12 begrenzen die Rippen/Rohrblöcke des Wasser/Luft-Kühlers, des Ladeluftkühlers und des Kondensators auf gegenüberliegenden Seiten. Die Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 jedes Seitenteiles 11, 12 ragen in Verlängerung der Seitenteile jeweils in die Seitenbereiche der Strömungskästen hinein ab, wobei die Außenkonturen der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 jeweils exakt an die Innenkonturen der Seitenbereiche der Strömungskästen angepaßt sind, so daß sich eine umlaufend dichte Anlage der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 an den entsprechenden Innenwandungen der Strömungskästen ergibt.

Zur Stabilisierung der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 sowie zur Vergrößerung der flächigen, umlaufenden Anlage der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 an den jeweiligen Innenwandungen der Strömungskästen weisen diese in ihrem Randbereich jeweils einen längs der Wandungen der Strömungskästen verlaufenden Anlagesteg auf, der rechtwinklig zu der Fläche des jeweiligen Seitenteils 11, 12 und damit parallel zu den Innenwandungen des jeweiligen Strömungskastens abragt. Im Bereich der Strömungskästen 13, 14 des Kondensators weisen die Seitenteile 11, 12 lediglich einen Anlageabschnitt 17 auf, der sich an einer Unterkante der jeweiligen Halbschale der Strömungskästen 13, 14 abstützt und somit keine seitliche Dichtfunktion übernimmt. Wie bereits beschrieben, werden die seitlichen Dichtfunktionen der Strömungskästen 13, 14 durch entsprechende seitliche Schließdeckel erfüllt, die in die Hohlkammerprofile der Strömungskästen 13, 14 dicht eingesetzt sind. Die beiden Seitenteile 11, 12 werden für die Montage der Wärmeübertrageranordnung von gegenüberliegenden Seiten her an die Rippen/Rohrblöcke angesetzt und gleichzeitig mit ihren Abschlußabschnitten 15, 16, 18, 19 axial - auf die Längsrichtung der Strömungskästen bezogen - in die Strömungskästen eingesetzt. Durch eine Spannvorrichtung wie Spannbänder oder ähnliches wird die gesamte Wärmeübertrageranordnung einschließlich der Seitenteile 11, 12 in Querrichtung der Rippen/Rohr-

blöcke auf Druck belastet und anschließend in einem gemeinsamen Lötprozeß dicht verlötet. Voraussetzung hierfür ist selbstverständlich, daß alle Bauteile der Wärmeübertrageranordnung 1 aus Metallblech, vorzugsweise einer Aluminiumlegierung, hergestellt sind. Wenigstens die jeweils dicht zusammenzufügenden Abschnitte der einzelnen Bauteile der Wärmeübertrageranordnung sind entsprechend lotplattiert. Um die Seitenteile 11, 12 bereits im Vormontagestadium in den Seitenbereichen der Strömungskästen zu fixieren, sind an den gegenüberliegenden Stirnkanten der Strömungskästen jeweils Haltekrallen vorgesehen, die beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 mit den Bezugszeichen 26 versehen sind. Diese werden nach dem axialen Einschieben der Abschlußabschnitte der Seitenteile 11, 12 nach innen gebogen, wobei sie in entsprechende Aussparungen der Anlagestege der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 eingreifen. Auch ohne die beschriebene Spannvorrichtung wird somit über die Seitenteile 11, 12 bereits eine Fixierung der Strömungskästen des Ladeluftkühlers und des Wasser/Luft-Kühlers relativ zu den zugehörigen Rippen/Rohrblöcken und relativ zu den Seitenteilen 11, 12 erzielt.

Wie aus der Darstellung nach Fig. 5 erkennbar ist, ergibt sich durch das direkte Aufsetzen der Strömungskästen auf die aufgeweiteten Rohrenden einerseits und das Vorsehen von gemeinsamen, jeweils einstückigen Seitenteilen 11, 12 andererseits ein äußerst schmalbauender, kompakter Aufbau der Wärmeübertrageranordnung, wobei zwischen den einzelnen Flachrohren 21, 22, 24 des Kondensators, des Ladeluftkühlers und des Wasser/Luft-Kühlers und damit zwischen den jeweiligen Rippen/Rohrblöcken lediglich äußerst geringe Abstände verbleiben. Da der Ladeluftkühler und der Wasser/Luft-Kühler im Bereich der Strömungskästen voneinander getrennt sind, ergibt sich in diesen Bereichen eine gute thermische Isolierung zwischen den benachbarten Strömungskästen. Aus Fig. 5 ist zudem erkennbar, daß die Flachrohre 21 des Kondensators durch einen Boden 20 des zugehörigen Strömungskastens 13 hindurchragen und mittels dieses Bodens 20 in dem Strömungskasten 13 festgelegt sind.

Eine weitere Wärmeübertrageranordnung gemäß den Fig. 6 bis 8 weist lediglich zwei hintereinander angeordnete Wärmeübertrager auf, von denen der eine als Wasser/Luft-Kühler und der andere als Kondensator ausgebildet sind. Der Wasser/Luft-Kühler entspricht in seinem Aufbau dem zuvor anhand der Fig. 1 bis 5 ausführlich beschriebenen Wasser/Luft-Kühler der Wärmeübertrageranordnung 1, so daß hierzu keine weitere Erläuterung notwendig ist. Gleiches gilt für den Aufbau des Kondensators nach den Fig. 6 bis 8. Dem Wasser/Luft-Kühler und dem Kondensator sind ebenfalls auf gegenüberliegenden Seiten zwei gemeinsame Seitenteile 12a zugeordnet, die grundsätzlich entsprechend den Seitenteilen 11 und 12, jedoch für lediglich zwei Wärmeübertrager ausgelegt, gestaltet sind. Jedes Seitenteil 12a weist lediglich jeweils einen Abschlußab-

schnitt 16a für den jeweiligen Seitenbereich des Wasserkastens des Wasser/Luft-Kühlers auf, die analog der Ausgestaltung nach den Fig. 1 bis 5 mit Hilfe von Haltekralen 26 in den Seitenbereichen fixiert und anschließend dicht mit den Wasserkästen verlötet sind. Der kompakte Aufbau der Wärmeübertrageranordnung sowie die analoge Gestaltung zu der Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 1 bis 5 ist im übrigen den Zeichnungen Fig. 6 bis 8 entnehmbar, wobei für gleiche Bauteile auch gleiche Bezugszeichen, lediglich unter Hinzufügung des Buchstabens a verwendet wurden.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 ist eine Wärmeübertrageranordnung ähnlich den Fig. 6 bis 8 ausschnittsweise dargestellt, die sich vorzugsweise ebenfalls aus einem Wasser/Luft-Kühler und einem Kondensator zusammensetzt. Wesentlicher Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 bis 8 ist es, daß diese Wärmeübertrageranordnung einen gemeinsamen Rippen/Rohrblock aufweist, in dem zwar die Flachrohre 21b des Kondensators einerseits und die Flachrohre 24b des Wasser/Luft-Kühlers andererseits voneinander getrennt sind, die aber gemeinsame und über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung durchgehende Wellrippen 27 aufweist. Die Wellrippen 27 weisen somit die gleiche Breite wie die sich ebenfalls über die gesamte Wärmeübertrageranordnung erstreckenden Seitenteile 12b auf.

Die Wärmeübertrageranordnung gemäß Fig. 10 ist analog der Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 9 ebenfalls mit einem gemeinsamen Rippen/Rohrblock versehen, wobei Wellrippen 28 sich über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung erstrecken. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind jedoch erneut drei Wärmeübertrager, vorzugsweise in Form eines Wasser/Luft-Kühlers, eines Ladeluftkühlers und eines Kondensators, in der Wärmeübertrageranordnung kombiniert und durch jeweils über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung durchgehende, einstückige Seitenteile 12c analog dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 5 zusammengehalten. Bei dieser Wärmeübertrageranordnung sind somit die Flachrohre 24c des ersten Wärmeübertragers, die Flachrohre 22c des zweiten Wärmeübertragers und die Flachrohre 21c des dritten Wärmeübertragers jeweils in geringen Abständen zueinander angeordnet. Diese Flachrohre 21c, 22c, 24c sind jedoch durch jeweils zwischen diesen parallel verlaufende und sich über die gesamte Breite aller Flachrohre 21c, 22c, 24c erstreckende Wellrippen 28 miteinander verbunden.

Die Wärmeübertrageranordnung 29 gemäß Fig. 11 entspricht in ihrem Aufbau grundsätzlich dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 5 oder Fig. 10. Ein Wasser/Luft-Kühler weist Flachrohre 30 eines nicht näher dargestellten Rippen/Rohrblockes auf, auf deren aufgeweitete Rohrenden direkt Wasserkästen 35 aufgesetzt sind. Die Wasserkästen 35 sind identisch und symmetrisch zueinander gestaltet und weisen jeweils einen Anschlußstutzen 37 auf, die sich gemäß der Dar-

stellung nach Fig. 11 parallel zueinander in der gleichen Richtung erstrecken. Der Ladeluftkühler weist analog zu dem Wasser/Luft-Kühler gestaltete Flachrohre 31 eines zugeordneten Rippen/Rohrblockes auf, auf deren aufgeweitete Rohrenden auf gegenüberliegenden Seiten jeweils ein Luftkasten 34 aufgesetzt ist. Auch die Luftkästen 34 auf den gegenüberliegenden Seiten des Ladeluftkühlers sind identisch und symmetrisch zueinander gestaltet, wobei beide Luftkästen jeweils einen Anschlußkrümmer aufweisen, der jeweils oberhalb bzw. unterhalb des jeweiligen Wasserkastens 35 derart symmetrisch zu dem Wasser/Luft-Kühler gekrümmt ist, daß die eingesetzten Anschlußstutzen 36 parallel zu den Anschlußstutzen 37 des Wasser/Luft-Kühlers ausgerichtet sind. Dadurch ergibt sich für die Wärmeübertrageranordnung eine besonders strömungsgünstige Ausgestaltung. Aufgrund des symmetrischen, identischen Aufbaus der gegenüberliegenden Strömungskästen ist eine vereinfachte Herstellung der Wärmeübertrageranordnung in besonders hohen Stückzahlen ermöglicht. Der Kondensator, der aus Strömungskästen 33 und einem Flachrohre 32 aufweisenden Rippen/Rohrblock zusammengesetzt ist, ist ebenfalls symmetrisch zu einer Mittelquerebene (strichpunktiert dargestellt) der Wärmeübertrageranordnung aufgebaut. Die einzelnen Wärmeübertrager nach Fig. 11 sind durch gemeinsame Seitenteile und/oder über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung 29 verlaufende Wellrippen zu einem Gesamtblock analog den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen miteinander fest verbunden. Für alle Ausführungsbeispiele gilt, daß alle Bauteile der Wärmeübertrager und der Wärmeübertrageranordnung für eine Verlötung in einem gemeinsamen Lötprozeß aus Metall hergestellt sind.

Die Wärmeübertrageranordnungen nach den Fig. 8 bis 11 weisen zum einen Strömungskästen (Wasserkasten 2a und Strömungskasten 13a nach Fig. 8 sowie Wasserkasten 35, Luftkasten 34 und Strömungskasten 33 nach Fig. 11) auf, die jeweils durch Isolationsspalte SP_1 , SP_4 voneinander getrennt sind. Dabei ist zwischen dem Wasserkasten 2a und dem Strömungskasten 13a nach Fig. 8 lediglich ein schmaler Isolationsspalt SP_1 von ca. 1 mm vorgesehen, der Isolationsspalt zwischen dem Wasserkasten 35 und dem Luftkasten 34 ist wesentlich größer gestaltet. Die Isolationsspalte sollen Wärmeübergänge zwischen den im Betrieb unterschiedlich heißen oder warmen Strömungskästen vermeiden.

Ergänzend oder alternativ sind zwischen den Rohren 21b, 24b weitere Isolationsspalte SP_2 sowie zwischen den Rohren 21c, 22c, 24c jeweils Isolationsspalte SP_2 und SP_3 vorgesehen, die zur thermischen Isolierung der benachbarten Rohrblöcke dienen (Fig. 9, 10). In gleicher Weise sind bei der Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 11 Isolationsspalte SP_2 , SP_3 zwischen den Rohren 31, 32 bzw. 30, 31 vorgesehen.

Alle Isolationsspalte weisen eine Breite zwischen 1

mm und 10 mm auf.

Ein Wärmeübertrager, wie er anhand der Wasser/Luft-Kühler sowie anhand der Ladeluftkühler der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele offenbart ist, kann verschiedene Details aufweisen, wodurch sich für einen Wärmeübertrager mit einem grundsätzlich bereits beschriebenen Aufbau die nachfolgend anhand der Fig. 12 bis 27 aufgeführten Ausgestaltungen ergeben. Diese Details können entweder für sich oder in wahlweiser Kombination die jeweiligen Ausgestaltungen von Wärmeübertragern ergeben.

Gemäß Fig. 12 sind die aufgeweiteten Rohrenden des Rippen/Rohrblockes eines Wärmeübertragers, wie er zuvor grundsätzlich beschrieben worden ist, mit einer rechteckigen Auftulpung A versehen, wie sie in Fig. 20 dargestellt ist. Dabei ist die Breite L (Fig. 14) der längsverlaufenden Wandungsabschnitte jeder Auftulpung A geringer als die Breite B_2 (Fig. 14) der zugehörigen Flachrohre. Die in Längsrichtung der Strömungskästen verlaufenden längsseitigen Wandungsabschnitte weisen eine Breite B_1 auf, die dem Teilungsabstand T des Rippen/Rohrblockes entspricht. Die Höhe H_1 der querverlaufenden Wandungsabschnitte der Auftulpungen A, die der Höhe der Anlagefläche dieser Wandungsabschnitte aneinander entspricht, liegt zwischen 0,3 und 2 mal dem Teilungsabstand T des Rippen/Rohrblockes, wobei die Auswahl aus diesem Bereich abhängig von jeweiligen Anforderungen an den Wärmeübertrager gewählt wird.

Der Übergangsbereich jeder Auftulpung A zwischen dem normalen Flachrohrquerschnitt und dem jeweiligen Stirnende des aufgeweiteten Rohrendes weist einen Neigungswinkel W - auf die Fläche des querverlaufenden Wandungsabschnittes der Auftulpung A bezogen - auf, der zwischen 5° und 90° , vorzugsweise jedoch zwischen 25° und 65° liegt. Dabei kann der Übergangsbereich entweder als schiefe Ebene oder aber lediglich als direkter Anschluß zweier Radien - vom Flachrohr aus einerseits und von der Auftulpung her andererseits - vorgesehen sein. In diesem Fall wird der Neigungswinkel W dann durch die gemeinsame Tangente der beiden Radien bestimmt. Wie aus Fig. 15 erkennbar ist, ist die Höhe H_2 der längsseitigen Wandungsabschnitte jeder Auftulpung A, die zur flächigen Lötanlage der korrespondierenden Wandungsbereiche des jeweiligen Strömungskastens S dient, geringer als die Höhe H_1 der querseitigen Wandungsabschnitte, wobei das Verhältnis dieser Höhe H_1 und H_2 sich aus dem Grad der Auftulpung A relativ zum Flachrohr F ergibt. Der Grad der Auftulpung definiert sich unter anderem aus dem Verhältnis der Umfänge der Auftulpung A einerseits und des zugehörigen Flachrohres F andererseits. Der Umfang der Auftulpung A ist gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen so dimensioniert, daß er dem Umfang des zugehörigen Flachrohres F plus oder minus 30% entspricht.

Die Ecken der rechteckigen Auftulpungen A der Flachrohre weisen vorzugsweise einen Außenradius R_a

und einen Innenradius R_i (Fig. 16) auf, die zwischen 0 und 2 mm liegen. Der Außenradius R_a ist dabei so bemessen, daß zwischen den benachbarten Rohrenden und den Seitenwandungen der Strömungskästen nur sehr schmale Fugen verbleiben, die im Lötöfen durch das fließende Lot vollständig und dicht ausgefüllt werden.

Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 13 und 17 sind die Rohrenden der Flachrohre F des Rippen/Rohrblockes asymmetrisch aufgeweitet, wodurch sich zu einer Mittellängsebene jedes Flachrohres F versetzte Auftulpungen A_S ergeben. Die benachbarten Auftulpungen A_S sind gemäß Fig. 13 aneinandergesetzt, um die gegenseitige dichte Verbindung zu erzielen.

Die Flachrohre bilden entweder gemäß dem Flachrohr F_1 nach Fig. 19 einen einzelnen, durchgehenden Strömungskanal, oder aber sind gemäß dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 14 bis 18 mit zwei voneinander getrennten Strömungskanälen (F_{S1} , F_{S2}) versehen, wobei das dargestellte Flachrohr F durch entsprechende längsverlaufende Sicken N auf gegenüberliegenden Seiten gestaltet ist. Die beiden Strömungskanäle können auch durch ein entsprechend extrudiertes Aluminiumprofil geschaffen werden. Bei einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind mehr als zwei Strömungskanäle in einem Flachrohr vorgesehen.

Anhand der schematischen Darstellungen nach den Fig. 21 bis 27 sind verschiedene Ausführungsbeispiele dargestellt, die die „bodenlosen“ Wärmeübertrager, bei denen Strömungskästen direkt auf die aufgeweiteten Rohrenden des Rippen/Rohrblockes aufgesetzt sind, weiter verbessern. Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 21 bis 23 und 26 wird eine formschlüssige Fixierung der aufgeweiteten Rohrenden aneinander quer zur Längsrichtung der nicht dargestellten Strömungskästen durch eine entsprechende Formgebung der querseitigen Wandungsabschnitte der aufgeweiteten Rohrenden A_1 , A_2 , A_3 und A_6 erzielt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 21 sind die Wandungsabschnitte jeweils korrespondierend bogenförmig gekrümmt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 22 sind sie wellenförmig gekrümmt. Die Wandungsabschnitte des Ausführungsbeispiels nach Fig. 23 weisen bogenförmige Krümmungen auf, die zwischen geradlinigen Stegen der Wandungsabschnitte verlaufen. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 26 verlaufen die Wandungsabschnitte ebenfalls wellenförmig, wobei die Wellenform sich bis zu den querseitigen Wandungsabschnitten hin erstreckt und nicht in geradlinige Stege übergeht, wie dies beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 22 der Fall ist.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 24 und 25 sind die querseitigen Wandungsabschnitte der aufgeweiteten Rohrenden A_4 und A_5 gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 20 unverändert geradlinig und eben gestaltet. Dafür sind die längsseitigen Wandungsabschnitte V-förmig nach außen aufgeweitet.

Ergänzend sind die korrespondierenden Wandungsbe-
reiche S_1 des aufgesetzten Strömungskastens zick-
zackartig gestaltet, so daß sich zwischen den
aufgeweiteten Rohrenden A_4 und den Wandungsberei-
chen des jeweiligen Strömungskastens 1 ein Formschluß 5
in Längsrichtung des Strömungskastens ergibt. Beim
Ausführungsbeispiel nach Fig. 25 ist anstelle einer V-
förmigen Aufweitung eine wellenförmige Aufweitung der
längsseitigen Wandungsabschnitte der aufgeweiteten
Rohrenden A_5 vorgesehen. Die korrespondierenden 10
Wandungsbereiche des Strömungskastens S_2 sind
analog wellenförmig gekrümmt, wodurch sich in gleicher
Weise ein Formschluß zwischen dem Strömungskasten
 S_2 und den Rohrenden A_5 ergibt, wie beim Ausführ-
ungsbeispiel nach Fig. 24.

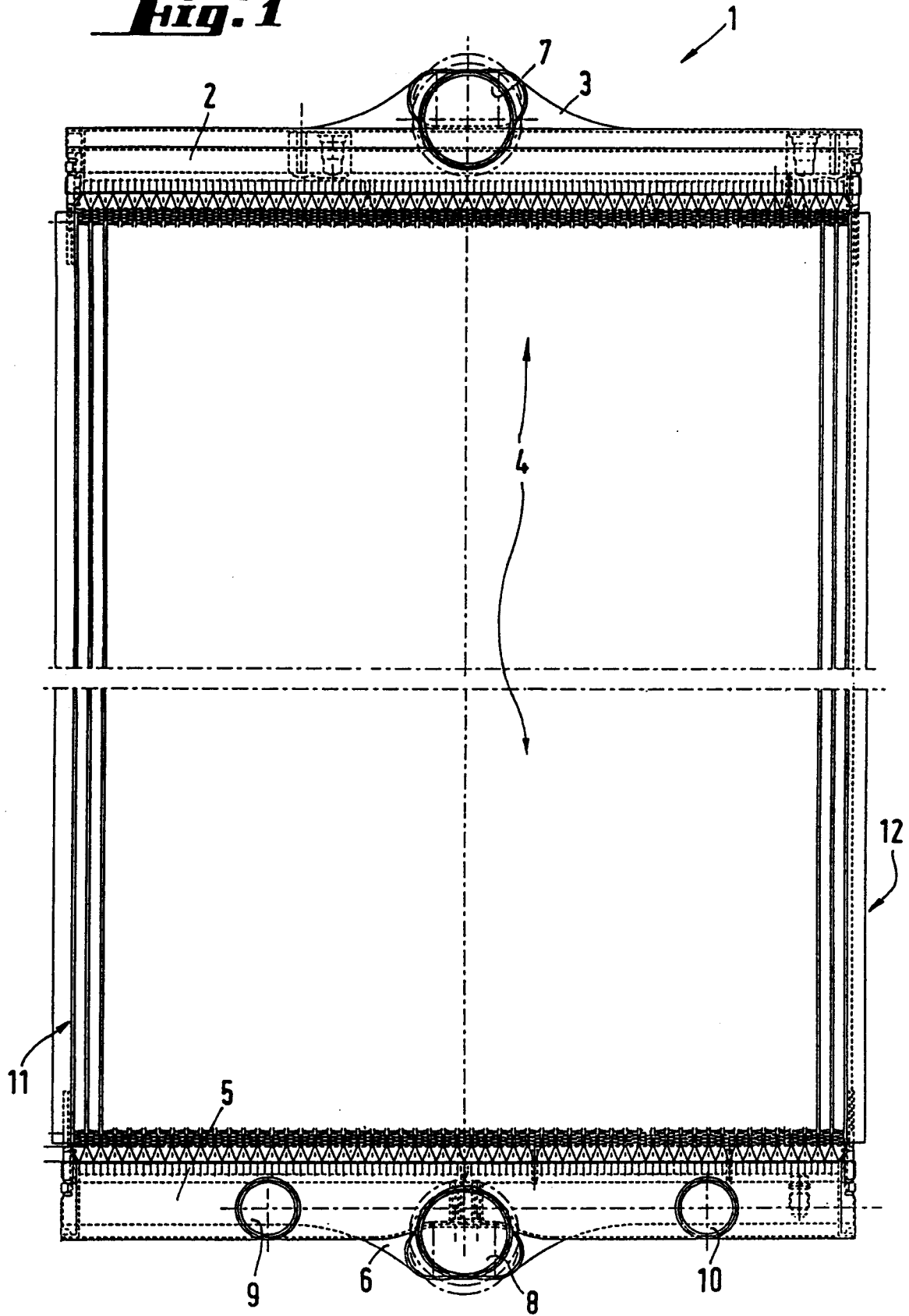
Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 27 sind die
Auftuplungen A der Flachrohre F_2 schräg, vorzugs-
weise etwa diagonal, versetzt zu den Mittellängsebenen
der Flachrohre F_2 , wodurch sich in der bündigen Anein-
anderreihung der Rohrenden die gezeigte parallele und 20
schräge Ausrichtung der Flachrohre F_2 ergibt.

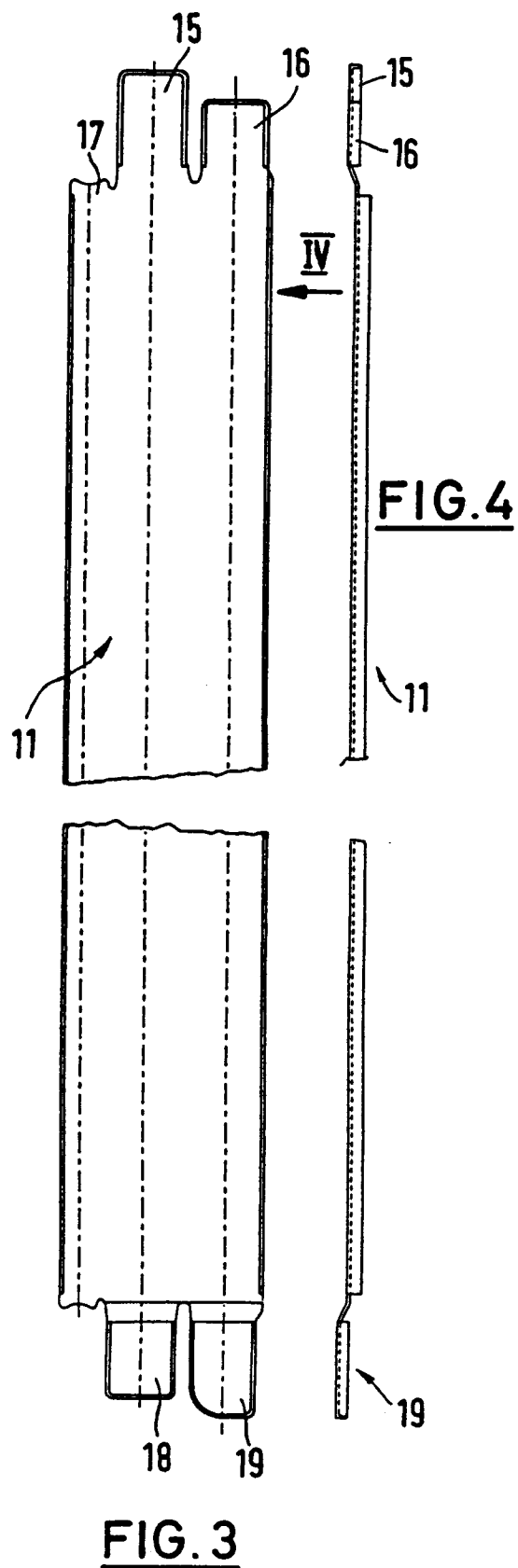
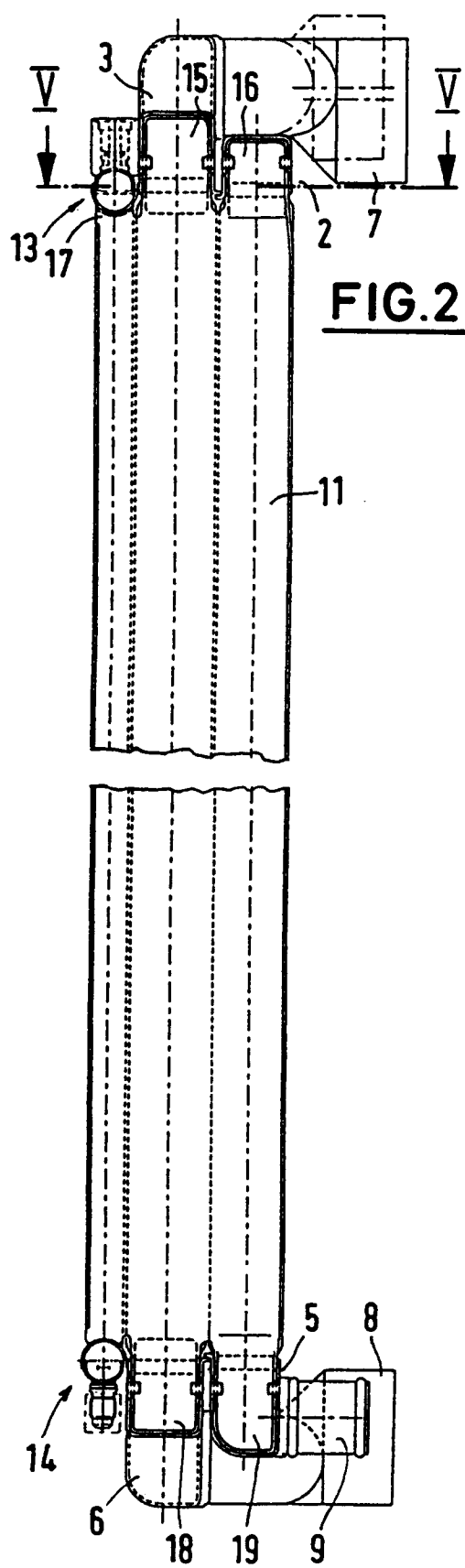
Patentansprüche

1. Wärmeübertrager für ein Kraftfahrzeug mit einem 25
Rippen/Rohrblock, dessen Flachrohre auf gegen-
überliegenden Seiten mit derart aufgeweiteten
Rohrenden versehen sind, daß querverlaufende,
einander benachbarte Wandungsabschnitte der
Rohrenden flächig aneinanderliegen und die Rohr- 30
enden in einer Reihe miteinander fluchten, wobei
auf die Rohrenden auf beiden Seiten jeweils ein
Strömungskasten bündig abschließend mit ent-
sprechenden längsverlaufenden Wandungsab-
schnitten der Rohrenden aufgesetzt ist, 35
dadurch gekennzeichnet,
daß die einander benachbarten, querverlaufenden
Wandungsabschnitte der Rohrenden (A_1 , A_2 , A_3 ,
 A_6) formschlüssig aneinanderliegen. 40
2. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 oder nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß die den Strömungskästen
(S_1 , S_2) zugewandten, längsverlaufenden Wan- 45
dungsabschnitte der Rohrenden (A_4 , A_5) form-
schlüssig an korrespondierenden Wandungs-
bereichen der Strömungskästen (S_1 , S_2) anliegen.
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die einander zuge- 50
wandten, querverlaufenden Wandungsabschnitte
benachbarter Rohrenden (A_2) mit zueinander kor-
respondierenden, wellen- oder bogenförmigen
Krümmungen versehen sind. 55
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die längsverlaufen-
den Wandungsabschnitte der Rohrenden (A_4 , A_5)
mit jeweils wenigstens einer aus der Flucht der
Wandungsabschnitte abragenden Krümmung oder
Ecke versehen sind, und daß die zugeordneten
Wandungsbereiche der Strömungskästen (S_1 , S_2)
entsprechend gegenseitig gekrümmt oder gezackt
verlaufen.
5. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die
Ecken der aufgeweiteten Rohrenden (A) mit Radien
(R_i , R_a) zwischen 0 und 2 mm versehen sind.
6. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die
Rohrenden (A_S) jeweils asymmetrisch zu einer Mit-
telebene des zugeordneten Flachrohres (7) aufge-
weitert sind.
7. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der
Umfang der Aufweitung (A) jedes Rohrendes dem
Umfang des zugeordneten Flachrohres (F , F_1)
zuzüglich oder abzüglich 30% entspricht.
8. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein
Übergangsbereich zwischen der Aufweitung des
Rohrendes und einem Flachrohrmantel in einem
Winkel (W) zwischen 5° und 90° , vorzugsweise zwi-
schen 25° und 65° , zu dem querseitigen Wan-
dungsabschnitt der Aufweitung geneigt ist.
9. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die
Erstreckung (L) der querverlaufenden Wandungs-
abschnitte geringer ist als die Breite (B_2) der Flach-
rohre.
10. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den
benachbarten Rohrenden zugewandten querver-
laufenden Wandungsabschnitte eine Höhe (H_1)
zwischen 0,3 und 2 mal einem Teilungsabstand (T)
der Flachrohre, nämlich $0,3T \leq H_1 \leq 2T$ aufweisen.
11. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe
(H_2) der Lötfläche der dem Sammelkasten (S)
zugewandten längsverlaufenden Wandungsab-
schnitte geringer ist als die Höhe (H_1) der querver-
laufenden Wandungsabschnitte.

12. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (F_2) relativ zu Symmetrieachsen der Aufweitungen (A) der Rohrenden schräg verlaufend ausgerichtet sind. 5
13. Wärmeübertrageranordnung für ein Kraftfahrzeug mit wenigstens zwei in Durchströmungsrichtung hintereinander angeordneten Wärmeübertragern nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß den wenigstens zwei Wärmeübertragern auf gegenüberliegenden Seiten jeweils ein gemeinsames Seitenteil (11, 12, 12a) zugeordnet ist. 10 15
14. Wärmeübertrageranordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskästen (2, 3, 5, 6, 2a) von wenigstens einem Wärmeübertrager in ihren Seitenbereichen offen gestaltet sind, und daß die gegenüberliegenden Seitenteile (11, 12, 12a) jeweils mit wenigstens einem korrespondierenden Abschlußabschnitt versehen sind, die in die jeweiligen Seitenbereiche der Strömungskästen (2, 3, 5, 6, 2a) hineinragen und diese dicht abschließen. 20 25
15. Wärmeübertrageranordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkonturen der Abschlußabschnitte an die korrespondierenden Innenkonturen der Seitenbereiche der Strömungskästen (2, 3, 5, 6, 2a) angepaßt sind. 30
16. Wärmeübertrageranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13 oder nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei Wärmeübertrager gemeinsame, sich über die Gesamttiefe des Rippen/Rohrblockes erstreckende Rippen (27, 28) aufweisen. 35 40
17. Wärmeübertrageranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (F) wenigstens eines Rippen/Rohrblockes jeweils wenigstens zwei zueinander parallele Strömungskanäle (F_{S1} , F_{S2}) bilden. 45
18. Wärmeübertrageranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskästen (34, 35) der wenigstens zwei Wärmeübertrager mit Anschlußstutzen (36, 37) versehen sind, die parallel zueinander und gleichsinnig gekrümmt sind. 50 55
19. Wärmeübertrageranordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Rohren (21b, 24b; 21c, 22c, 24c; 30, 31, 32) und/oder den Strömungskästen (2a, 13a; 33, 34, 35) Isolationsspalte (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) angeordnet sind.

Fig. 1





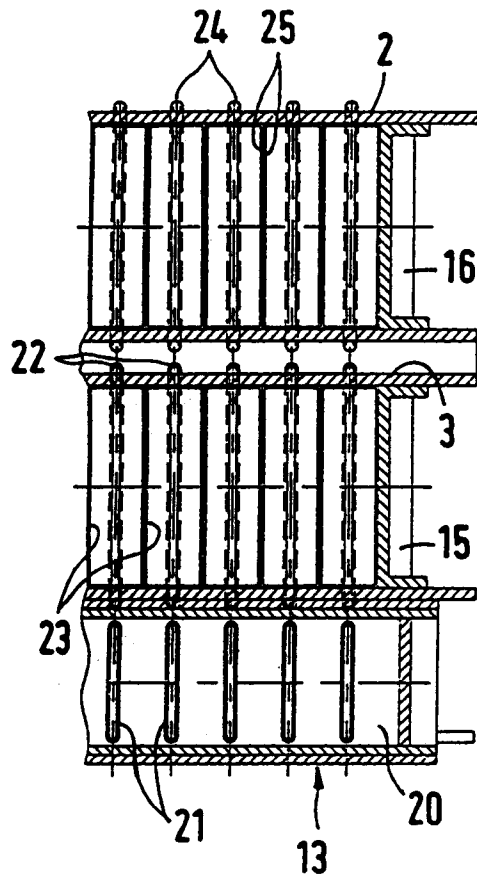


FIG. 5

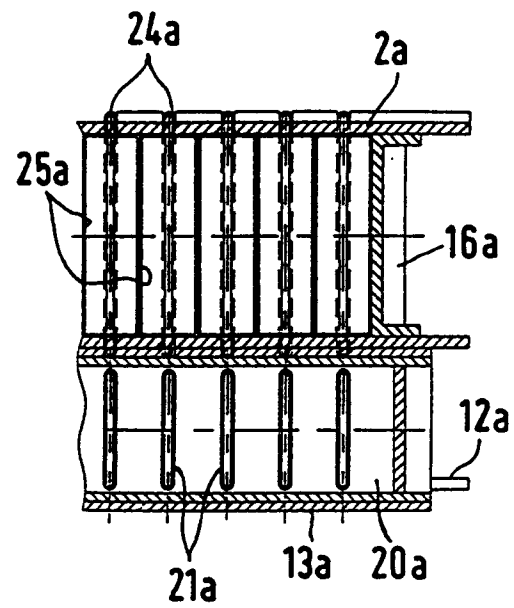


FIG. 6

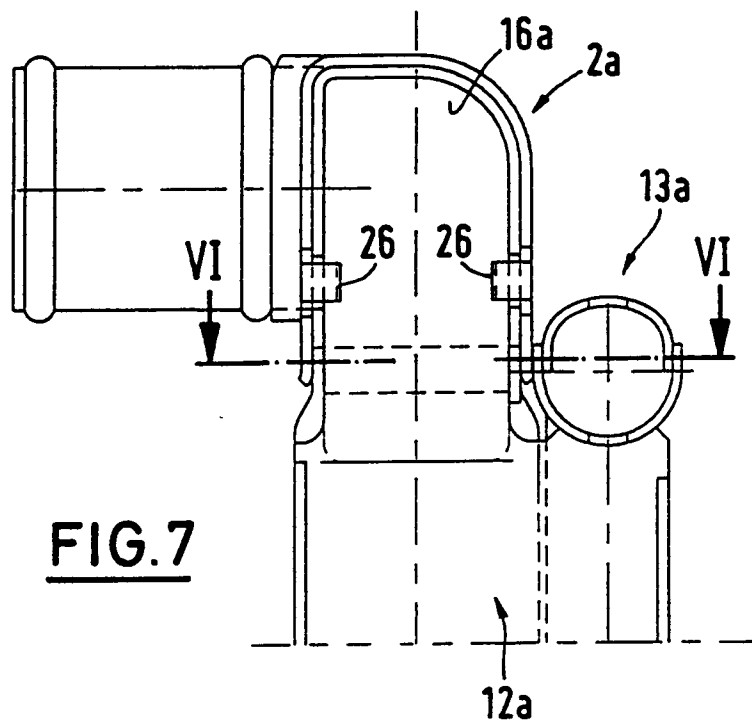
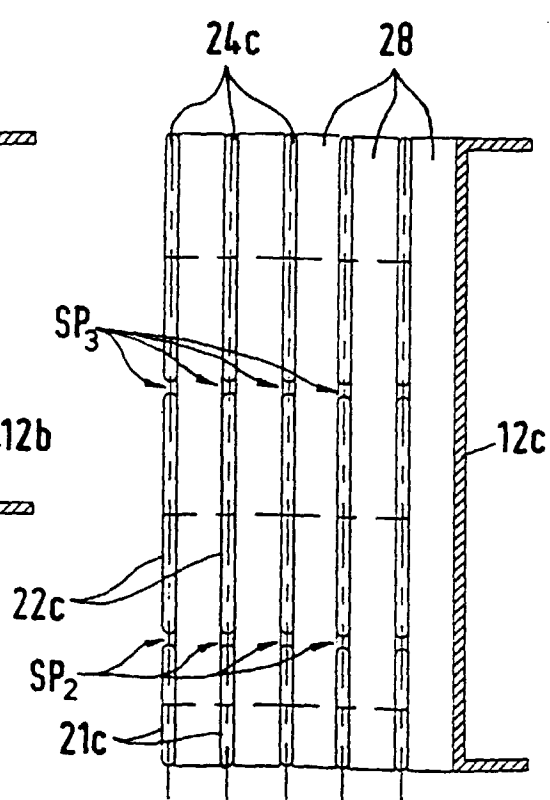
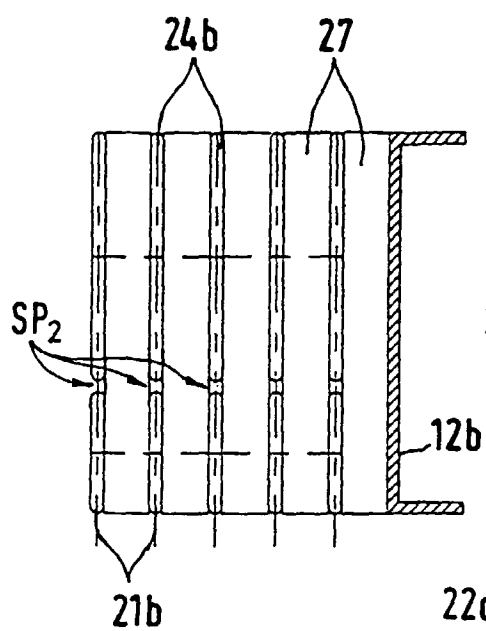
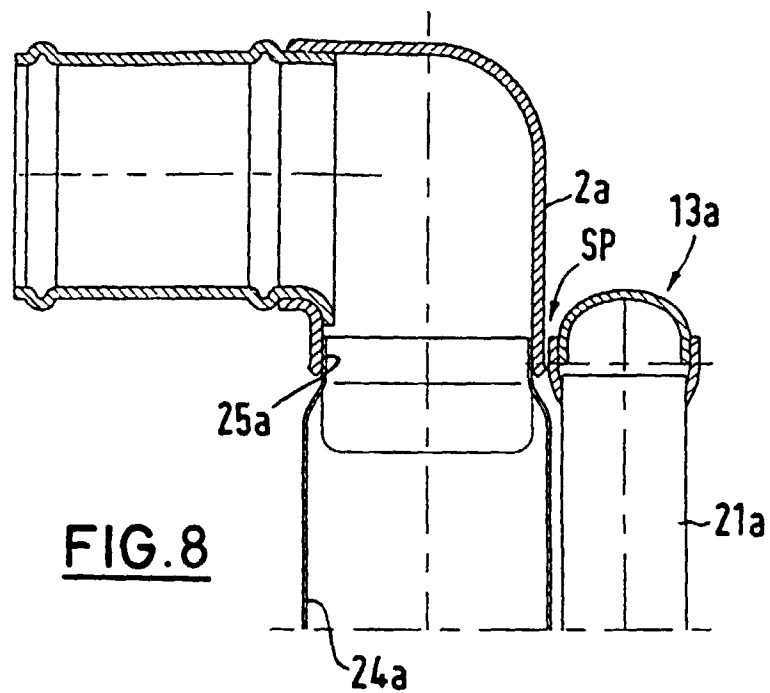


FIG. 7



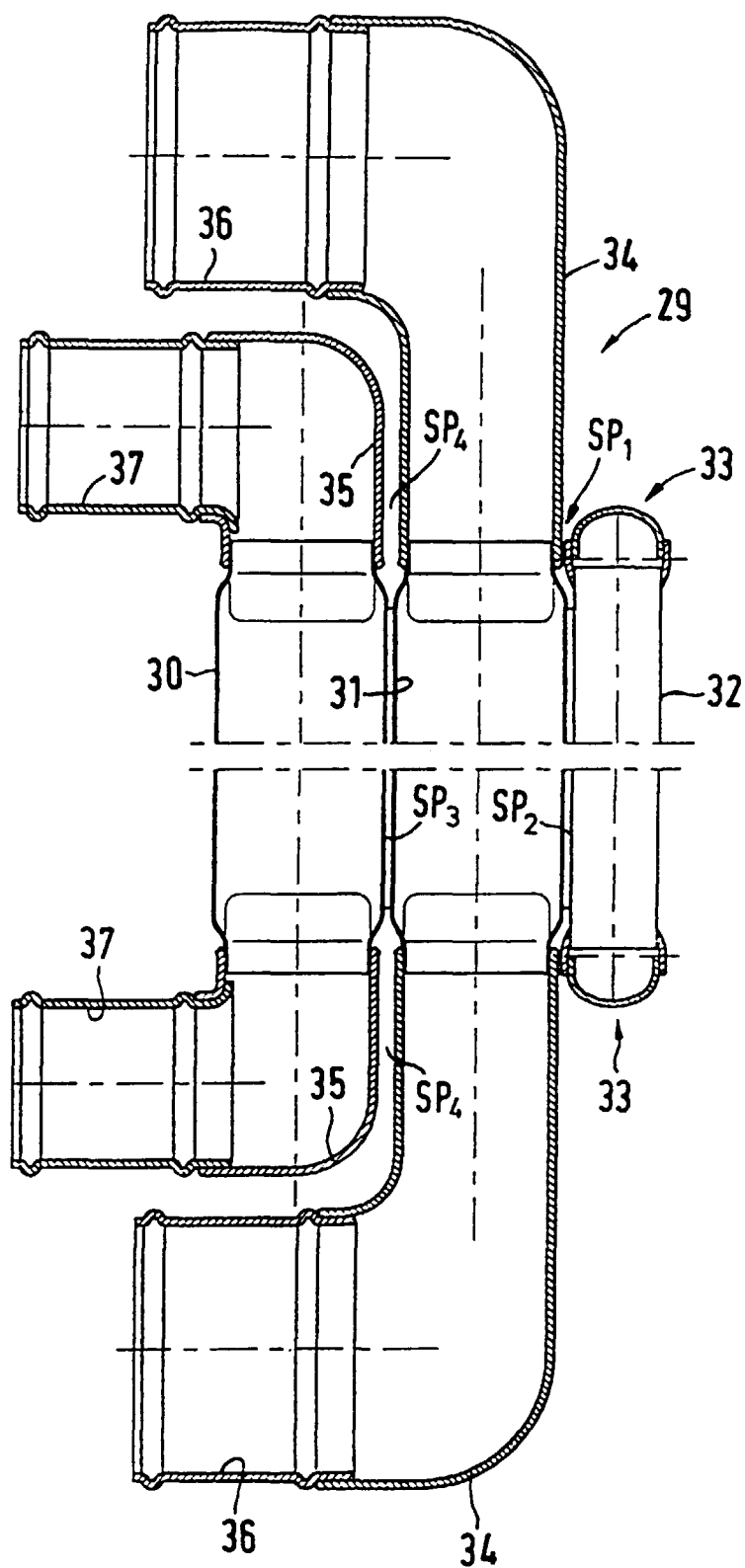
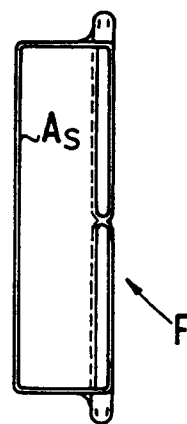
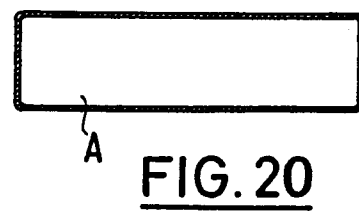
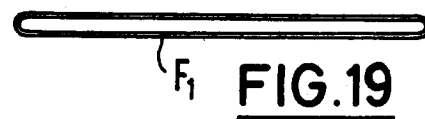
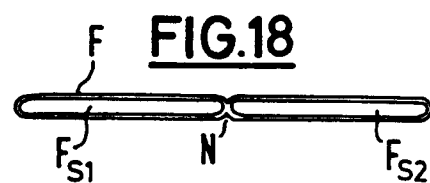
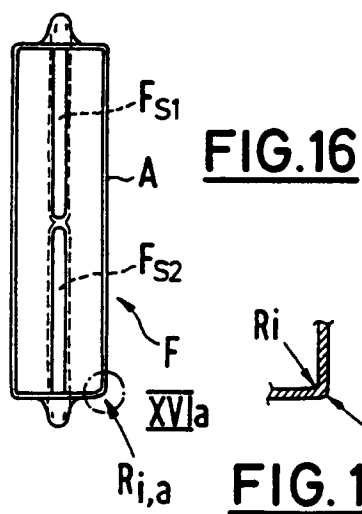
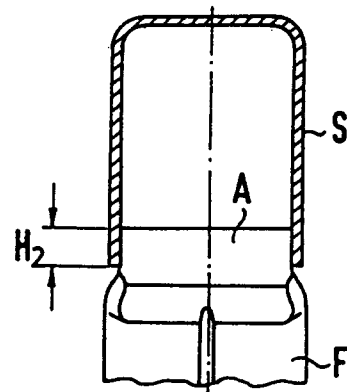
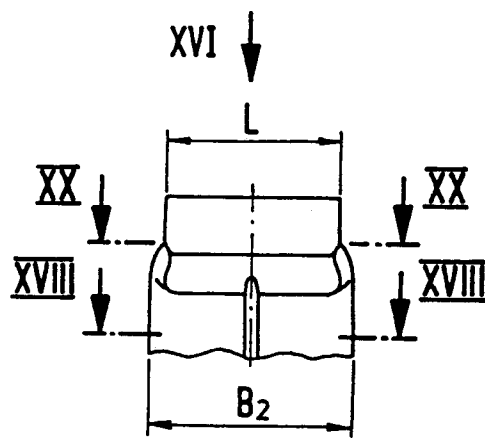
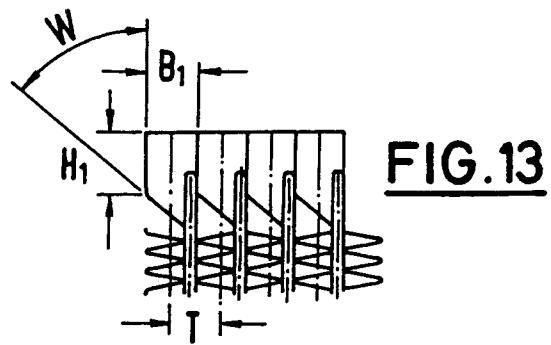
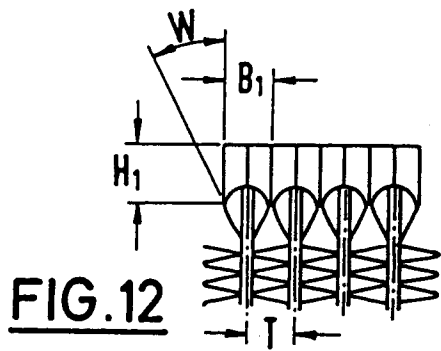


FIG. 11



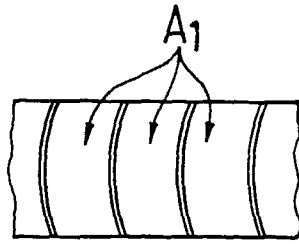


FIG. 21

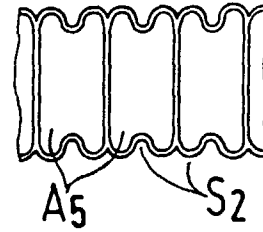


FIG. 25

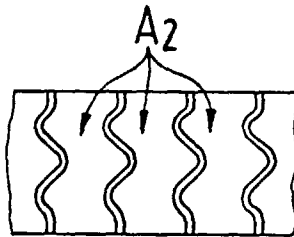


FIG. 22

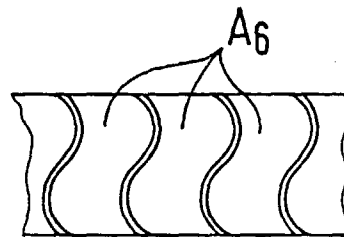


FIG. 26

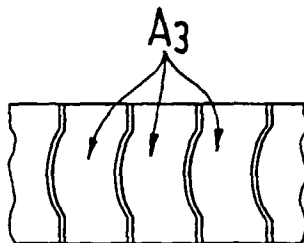


FIG. 23

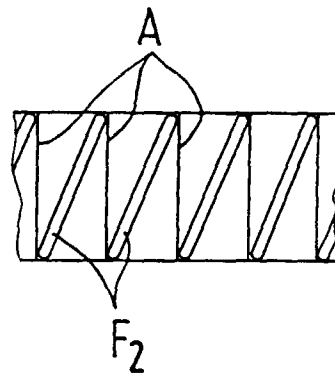


FIG. 27

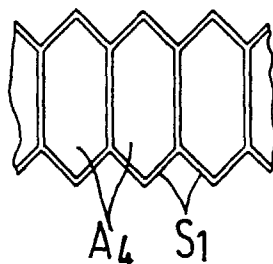


FIG. 24