

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 701 125 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.09.2006 Patentblatt 2006/37

(51) Int Cl.:
F28F 3/02 (2006.01) F28D 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06003570.6**

(22) Anmeldetag: **22.02.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

- **Ambros, Peter Dr.-Ing.**
72127 Kusterdingen (DE)
- **Knecht, Wolfgang Dipl.-Ing.(FH)**
70599 Stuttgart (DE)
- **Stolz, Andreas Dipl.-Ing.**
72141 Walddorf-Häslach (DE)

(30) Priorität: **08.03.2005 DE 102005010493**

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

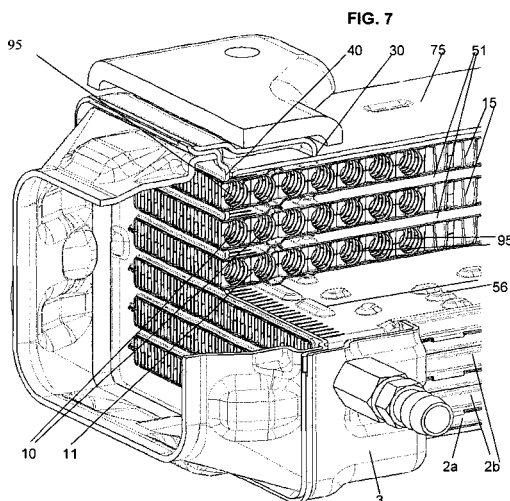
(74) Vertreter: **Wolter, Klaus-Dietrich**
Modine Europe GmbH
Patentabteilung
70790 Filderstadt (DE)

(72) Erfinder:
• **Strähle, Roland Dipl.-Ing.(FH)**
72669 Unterensingen (DE)

(54) Wärmeübertrager mit flachen Rohren und flaches Wärmeübertragerrohr

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit einem Einlasssammelkasten (1), um das eine Medium in flache Wärmeübertragerrohre (2) zu verteilen, bzw. mit einem Auslasssammelkasten, um das eine Medium aus den flachen Wärmeübertragerrohren (2) aufzunehmen und weiterzuleiten, wobei der Sammelkasten (1) eine Wand (3) aufweist, die sich um den Umfang des Endes (4) eines Stapels der Wärmeübertragerrohre (2) und über einen gewissen Längenabschnitt (5) derselben erstreckt, wobei die Wand (3) wenigstens einen Einlass (20) und / oder einen Auslass (21) für das andere Medium, welches zwischen den Wärmeübertragerrohren (2) strömt, besitzt, und wobei in den flachen Wärmeübertragerrohren (2) ein Inneneinsatz (15) angeordnet ist, der mit den beiden Breitseiten (55) des Wärmeübertragerrohres (2) metallisch verbunden ist.

Ferner wird ein flaches Wärmeübertragerrohr beschrieben. Um die Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechselbelastungen deutlich zu verbessern, wurde erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Inneneinsatz (15) mit wenigstens einer Reihe (95) von Ausschnitten (10) und einem Zwischensteg (11) ausgebildet ist, um Temperaturwechselbelastungen zu kompensieren.

**EP 1 701 125 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit einem Einlasssammelkasten, um das eine Medium auf flache Wärmeübertragerrohre zu verteilen bzw. mit einem Auslasssammelkasten, um das eine Medium aus den flachen Wärmeübertragerrohren aufzunehmen und weiterzuleiten, wobei der Sammelkasten eine Wand aufweist, die sich um den Umfang des Endes eines Stapels der Wärmeübertragerrohre und über einen gewissen Längenabschnitt der Wärmeübertragerrohre erstreckt, wobei die Wand wenigstens einen Einlass und / oder einen Auslass für das andere Medium, welches zwischen den Wärmeübertragerrohren strömt, besitzt, und wobei in den flachen Wärmeübertragerrohren ein Inneneinsatz angeordnet ist, der mit beiden Breitseiten des Wärmeübertragerrohres metallisch verbunden ist.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein flaches Wärmeübertragerrohr mit einem Inneneinsatz.

[0003] Der vorstehend beschriebene Wärmeübertrager und ein Wärmeübertragerrohr sind in der nicht vorveröffentlichten europäischen Patentanmeldung mit der Anmeldenummer EP 040 27 604.0 enthalten. Dort wurde ein Schlitz am Ende des Inneneinsatzes in denselben eingebracht oder ein zum Ende hin offener konischer Ausschnitt vorgesehen. Beide Maßnahmen führten zu einer bemerkenswerten Verbesserung hinsichtlich der Kompensation von Temperaturwechselbelastungen.

[0004] Die Erfinder haben sich die Aufgabe gestellt, den oben beschriebenen Wärmeübertrager so auszugestalten, dass er den enormen Temperaturwechselbelastungen, beispielsweise bei einem Abgaswärmeübertrager in einer Abgasrückführungsanlage, noch besser widerstehen kann, und somit die an ihn gestellten Anforderungen noch besser erfüllt. Ferner wollen sie ein flaches Wärmeübertragerrohr vorschlagen, das zu einer höheren Temperaturwechselbelastungsfähigkeit des damit ausgerüsteten Wärmeübertragers führt.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einem Wärmeübertrager gemäß dem Oberbegriff erfindungsgemäß durch den Einsatz der kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Das erfindungsgemäße flache Wärmeübertragerrohr weist die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Anspruchs 21 und die weiterbildenden Merkmale der abhängigen Ansprüche auf. Bei dem flachen Wärmeübertragerrohr kann es sich beispielsweise um mit einer Längsnaht geschweißte oder um gezogene Flachrohre handeln, die Teil des Wärmeübertragers sind. Zwischen den Flachrohren sind Wellrippen angeordnet, durch die beispielsweise Kühlluft hindurchströmt. Die Enden der Wärmeübertragerrohre stecken beispielsweise in Öffnungen eines Rohrbodens, der mit der Wand eines Sammelkastens verbunden ist. Das ist die aus dem Stand der Technik bekannte Bauweise, beispielsweise eines luftgekühlten Ladeluftkühlers oder eines Kühlmittelkühlers für ein Kraftfahrzeug. Im Bereich der Enden der Wärmeübertragerrohre weist der Inneneinsatz erfindungsgemäß beispielsweise zwei Ausschnitte mit einem Zwischensteg auf, um Temperaturwechselbelastungen zu kompensieren. Der erwähnte Bereich erstreckt sich über den Bereich der unmittelbaren oder mittelbaren Verbindung des Stapels der Wärmeübertragerrohre mit der Wand des Sammelkastens. Der erwähnte Bereich der Wärmeübertragerrohre bzw. der Inneneinsätze kann sich weiter, und zwar bis etwa 1/3 der Gesamtlänge der Inneneinsätze, erstrecken. Praktisch wird der mit Ausschnitten und Zwischenstegen versehene Bereich nicht wesentlich länger als notwendig sein, denn die Ausschnitte reduzieren die Größe der wärmeübertragenden Oberfläche, was sich bekanntlich bezüglich der Leistung negativ auswirkt.

[0006] Flache Wärmeübertragerrohre sind solche, die eine kleinere und eine größere Innenabmessung aufweisen, also nicht nur solche mit parallelen Breitseiten sondern beispielsweise auch Wärmeübertragerrohre mit ovalem Querschnitt.

[0007] Flache Wärmeübertragerrohre sind außerdem, im Sinne der vorliegenden Erfindung, solche, die durch zwei die beiden Breitseiten bildenden Platten gebildet sind, wobei die beiden Schmalseiten der Rohre durch jeweils einen zwischen den Platten eingefügten Stab oder dergleichen dargestellt werden. Solche Bauweisen findet man bei vielen Anwendungsfällen von Wärmeübertragern. Sie sind beispielsweise auch in Brennstoffzellensystemen anzutreffen.

[0008] Weil der Inneneinsatz gemäß dem Kennzeichen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 21 wenigstens im Verbindungsbereich der flachen Wärmeübertragerrohre mit der Wand des Sammelkastens wenigstens eine Reihe von Ausschnitten mit einem Zwischensteg aufweist, um Temperaturwechselbelastungen zu kompensieren, wurde die Widerstandsfähigkeit des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers gegen Temperaturwechselbelastungen im Vergleich mit dem vorne genannten Stand der Technik erneut deutlich gesteigert, wie die Auswertung durchgeführter umfangreicher Versuchsreihen gezeigt hat. Die erwähnte Reihe kann beliebig ausgestaltet, beispielsweise gerade oder zick - zack - förmig sein. Die Anzahl der erreichten Temperaturwechsel wurde um gegenwärtig mehr als das Doppelte gesteigert, ohne dass bisher irgendwelche Brüche bzw. Undichtigkeiten aufgetreten sind. Verbesserungen in diesem Umfang wurden nicht erwartet, und sie machen deutlich, dass auch scheinbar geringfügige Unterschiede zum Stand der Technik zu wesentlichen Vorteilen führen können.

[0009] Inneneinsätze im Sinne dieses Vorschlages sind solche, deren Wellenflanken sich unter Umkehr der Laufrichtung zwischen Wellenbergen und Wellentälern erstrecken. Die Ausbildung der Wellenflanken selbst ist ohne Belang und kann demzufolge in vielfältiger Weise vorliegen. Vorteilhaft ist es, wenn die Wellenflanken in Längsrichtung des Inneneinsatzes ebenfalls gewellt ausgebildet sind. Dabei können die Wellenflanken zueinander parallel verlaufen oder mit einer Neigung ausgebildet sein.

[0010] Die Wärmeübertragerrohre sind in einem Ausführungsbeispiel vorzugsweise durch jeweils zwei und besonders bevorzugt durch zwei identische Flachrohrhälften gebildet, die an ihren Randflanschen verbunden sind. Dieses Konzept ist besonders kostengünstig und zeichnet sich durch hohe Prozesssicherheit, insbesondere beim Löten aus.

[0011] Die Wärmeübertragerrohre weisen in diesem Ausführungsbeispiel Ausprägungen auf, die für einen Abstand zwischen den Wärmeübertragerrohren sorgen, wobei der Abstand jeweils einen Strömungskanal für das andere Medium bildet.

[0012] Die Ausprägungen schließen die Strömungskanäle für das andere Medium nach außen ab. Dadurch wird ein weitgehend gehäuseloses Bauprinzip realisiert, das sich durch sparsamen Materialeinsatz bei höchster Effizienz des Wärmeaustausches auszeichnet.

[0013] Die Wand des Sammelkastens besitzt Verformungen, die einerseits ein Beitrag zur Stabilität sind und andererseits eine gewisse Elastizität bei Temperaturwechselbelastungen gestatten.

[0014] Bei dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager ist der von der Wand des Sammelkastens umschlossene Längenabschnitt der Wärmeübertragerrohre von zwei Verbindungsebenen der Wand mit dem Ende des Stapels der Wärmeübertragerrohre begrenzt, wobei zwischen den Verbindungsebenen der Einlass und / oder der Auslass für das andere Medium angeordnet sind / ist

[0015] Bei einem ersten Ausführungsbeispiel ist in der ersten Verbindungsebene ein Rohrboden mit Stegen zur Aufnahme der Enden des Stapels der Wärmeübertragerrohre vorgesehen, der mit der Wand des Sammelkastens verbunden ist.

[0016] Ein zweites Ausführungsbeispiel weist anstelle des Rohrbodens in der ersten Verbindungsebene ein die Umfangskontur des Stapels der Wärmeübertragerrohre darstellendes Zwischenstück auf, das mit der Wand verbunden ist.

[0017] Die zweite Verbindungsebene ist unmittelbar durch die Wand des Sammelkastens gebildet, wobei in der Wand die Umfangskontur des Stapels der Wärmeübertragerrohre ausgebildet ist. Dadurch kann die Wand in kostengünstiger Weise als ein Stanz- und Tiefziehteil hergestellt werden. In der Umfangskontur sind Schlitzes vorhanden. In jedem Schlitz befindet sich ein Randflansch eines Wärmeübertragerrohres. Ferner sind Vorsprünge in der Umfangskontur ausgebildet. Jeder Vorsprung verschließt eine Furche, die jeweils am Rand zwischen zwei angrenzenden Wärmeübertragerrohren ausgebildet ist. Mit diesen Maßnahmen wird ein Beitrag zur Erzielung qualitätsgerechter Lötsergebnisse geleistet.

[0018] Bei dem erwähnten zweiten Ausführungsbeispiel sind die Breitseiten der Wärmeübertragerrohre im Bereich der zweiten Verbindungsebene mit weiteren Ausformungen versehen, wobei benachbarte Wärmeübertragerrohre mit den weiteren Ausformungen aneinander anliegen und wobei die Höhe der weiteren Ausformungen mit der Höhe der Ausprägungen übereinstimmt, um die Strömungskanäle zwischen den Wärmeübertragerrohren zur Verfügung zu stellen.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn Scharen von Ausformungen im Bereich des Eintritts und/oder Austritts der zwischen den Wärmeübertragerrohren vorhandenen Strömungskanäle angeordnet sind und das Medium lenken, um beispielsweise den Rohrboden zu kühlen. Damit kann ein weiterer zusätzlicher Beitrag zur Lösung der Aufgabenstellung geleistet werden. Da die Ausformungen verlötet sind, stellen sie natürlich auch einen Beitrag zur Festigkeit dar.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die Beschreibung enthält weitere Merkmale und

[0021] Wirkungen, die sich möglicherweise erst später als besonders bedeutsam herausstellen.

[0022] Die Figuren zeigen Folgendes:

Fig. 1 Gesamtansicht auf einen Wärmeübertrager eines Ausführungsbeispiels;

Fig. 2 Perspektivische Ansicht eines Sammelkastenteils des Ausführungsbeispiels;

Fig. 3 Teil eines Wärmeübertragerrohres;

Fig. 4 Teil eines anderen Wärmeübertragerrohres;

Fig. 5 Zwischenboden

Fig. 6 ein Ende eines Wärmeübertragers mit dem Zwischenboden

Fig. 7 ähnlich Fig. 6, jedoch die Inneneinsätze der Wärmeübertragerrohre teilweise zeigend;

Fig. 8 - 14 verschiedene Inneneinsätze für Wärmeübertragerrohre;

Fig. 15 Ausschnitt aus Fig. 16

Fig. 16 Teilansicht eines luftgekühlten Ladeluftkühlers mit Inneneinsätze aufweisende Wärmeübertragerrohre;

[0023] Es handelt sich in den Ausführungsbeispielen aus den Fig. 1 - 7 um einen Abgaswärmeübertrager, der in nicht gezeigter Weise in das Abgasrückführungssystem eines Kraftfahrzeuges eingebunden ist und der die Kühlflüssigkeit des Kraftfahrzeugmotors als Kühlmedium benutzt. Mit den gleichen Vorteilen ist der Wärmeübertrager beispielsweise als mittels Kühlflüssigkeit gekühlter Ladeluftkühler zu verwenden oder für andere Zwecke insbesondere dort mit Vorteilen einzusetzen, wo hohe Temperaturwechselbelastungen auftreten.

[0024] Die vorliegende Erfindung soll durchaus auch so verstanden werden, dass der Wärmeübertrager u - förmig durchströmt werden kann, wobei sich der Einlass 20 und der Auslass 21 an ein und demselben Sammelkasten 1a befinden. Auch aus diesem Grund ist im Oberbegriff des Anspruchs 1 von "einem Einlasssammelkasten 1 bzw. einem

Auslasssammelkasten" die Rede. In den die Ausführungsbeispiele zeigenden Figuren ist hingegen vorgesehen, an beiden Enden 4 des Stapels der Wärmeübertragerrohre 2 je einen Sammelkasten 1 anzuordnen. Demzufolge strömt bei dem Wärmeübertrager, der in der Fig. 1 gezeigt ist, das Abgas beispielsweise am linken Sammelkasten **1b** ein, verteilt sich auf die Wärmeübertragerrohre **2**, durchströmt dieselben und verlässt den Wärmeübertrager über den anderen (rechten) Sammelkasten **1b**. Die Kühlflüssigkeit tritt in den Eintritt **20** am rechten Sammelkasten **1a** ein, verteilt sich auf die Strömungskanäle **51**, die zwischen den Wärmeübertragerrohren **2** angeordnet sind (Fig. 6 oder 7) und verlässt den Wärmeübertrager über den im linken Sammelkasten **1a** vorgesehenen Austritt **21**. Der Eintritt **20** und der Austritt **21** haben in diesem Ausführungsbeispiel einen etwa rechteckigen Querschnitt. In vorteilhafter Weise wurde an den Sammelkästen **1a** jeweils eine mittels Umformverfahren aus Blech gefertigte Halterung **80** vorgesehen, die sich um drei Seiten der Sammelkästen **1a** erstreckt und damit fest verlötet ist. Die Halterung **80** weist den Eintritt **20** bzw. den Austritt **21** und eine geeignete Dichtungsnut **81** auf, so dass der Wärmeübertrager unmittelbar an eine nicht gezeigte Anschlussebene eines Aggregats angeflanscht, somit befestigt und gleichzeitig mit Kühlflüssigkeit "versorgt" werden kann. Der Stapel aus Wärmeübertragerrohren **2** wird von einer oberen und einer unteren Verstärkungsplatte **75** (Fig. 7) abgedeckt, weil die Blechdicke der Wärmeübertragerrohre **2** relativ klein ist. Es soll damit sowohl ein Schutz vor mechanischer

Einwirkung auf die Rohre **2** als auch eine höhere Stabilität des gesamten Wärmeübertragers erreicht werden.

[0025] Die Fig. 2 zeigt den Sammelkasten **1a** in einer ersten Ausführung in perspektivischer Ansicht, wie er im Ausführungsbeispiel aus der Fig. 1 zweifach vorhanden ist, abgesehen von der Querschnittsform des Einlasses **20** bzw. Auslasses **21**, die in der Fig. 1 etwa rechteckig und in der Fig. 2 rund ist. Die Fig. 3 zeigt eines der dort vorhandenen sieben Wärmeübertragerrohre **2**. Die Wand 3 des Sammelkastens **1a** weist Verformungen **17** auf, die übrigens auch in der Wand **3** des Sammelkastens **1b** vorgesehen werden können. (Fig.1) Ferner gibt es zwei Verbindungsebenen **30** und **40** zwischen der Wand **3** und dem Stapel der Wärmeübertragerrohre **2**. In der einen Verbindungsebene **40** ist eine unmittelbare Verbindung der Wand **3** mit dem Stapel vorgesehen. Die Wand **3** besitzt eine Öffnung **100**, die die Umfangskontur des Stapels repräsentiert. Dazu gehören Schlitz **70** und Vorsprünge **71**. Jeder Schlitz **70** ist zur Aufnahme eines Randflansches **52** gedacht, der in Fig. 3 gezeigt ist. Außerdem gehört zu der Öffnung **100** eine obere und eine untere Abstufung **74**, um die Verstärkungsplatten **75** ebenfalls darin aufnehmen zu können. In der anderen Verbindungsebene **30** hingegen ist eine mittelbare Verbindung zur Wand **3** vorhanden, da in diesem Ausführungsbeispiel ein zwischengeschalteter Rohrboden **22** vorgesehen wurde. Zu diesem Zweck wurde der Rand der Wand **3** bei **9** abgestuft, damit der Rohrboden **22** einen Sitz mit einem Anschlag in der Wand **3** hat. Die bereits erwähnten Schlitz **70** finden sich auch in der Kontur des Rohrbodens **22** wieder, und sie dienen dort dem gleichen Zweck.

[0026] Aus der Fig. 2 ist eine bemerkenswerte Ausbildung am Rand der Öffnung **100** in der Wand **3** zu erkennen, die auch am Rand der Durchbrüche des Rohrbodens **22** vorhanden ist. Diese besteht darin, dass der Rand der Öffnung **100** und der Rand der Durchbrüche mit einem lediglich geringem Durchzug **101** ausgebildet sind, der aber dazu beiträgt, dass selbst bei relativ geringer Wanddicke der Wand **3** eine einwandfreie Lötverbindung mit den Rohren **2** erreicht wird. Der Durchzug **101** zeigt zur Mitte des Wärmeübertragers hin. Der Durchzug **101** wird durch entsprechende Ausbildung des Stanzwerkzeugs für die Herstellung der Öffnung **100** realisiert, und er ist somit ohne Mehraufwand machbar. Diese Ausbildung der Öffnung **100** ist in allen Ausführungsbeispielen des Abgaswärmeübertragers vorhanden, auch wenn die anderen Abbildungen das nicht detailliert zeigen.

[0027] Wie die Fig. 3 außerdem zeigt, liegt zwischen den zwei Verbindungsebenen **30** und **40** ein Längenabschnitt **5** der Wärmeübertragerrohre **2**. Die Wärmeübertragerrohre **2** werden in Stapelrichtung **8** (Fig.6) zu einem Stapel von Wärmeübertragerrohren **2** zusammengesetzt. Die Verstärkungsplatten **75** (Fig. 7) werden hinzugefügt. Wie es weiter unten beschrieben ist, wird jeweils ein Inneneinsatz **15** in ein aus zwei identischen Flachrohrhälften **2a**, **2b** bestehendes Wärmeübertragerrohr **2** eingelegt. Die Flachrohrhälften **2a**, **2b** werden mittels umgebogener Laschen **53** am Randflansch **52** zusammengehalten. Der Stapel wird über den Längenbereich **5** der Wärmeübertragerrohre mit den Sammelkästen **1a** zusammengesetzt, wobei jeder Randflansch **52** eines jeden Wärmeübertragerrohres **2** in der Verbindungsebene **40** in einem dort vorhandenen Schlitz **70** zu liegen kommt und in der anderen Verbindungsebene **30** in einem dort vorhandenen Schlitz **70** des Rohrbodens **22** sitzt. (siehe oben)

[0028] Die Fig. 6 und 7 zeigen die Situation an einem Ende 4 der Wärmeübertragerrohre **2** bzw. des Wärmeübertragers. Wie diese Figuren erkennen lassen, ist zwischen den Wärmeübertragerrohren **2** jeweils ein Strömungskanal **51** ausgebildet, durch den die Kühlflüssigkeit strömen kann. Zur Beschreibung der Ausbildung der Strömungskanäle **51** soll nochmals auf die Fig. 3 und 4 zurückgekommen werden. Dort ist zu sehen, dass die identischen Flachrohrhälften **2a**, **2b** mit Ausformungen versehen sind. Von besonderer Bedeutung sind die beiden sich an den Längsrändern der identischen Flachrohrhälften **2a**, **2b** erstreckenden Ausformungen **50**, die zwischen zwei zusammengefügt Wärmeübertragerrohren **2** einen Strömungskanal **51** abschließen. Auf den Breitseiten **55** der Wärmeübertragerrohre **2** befinden sich weitere Erhebungen **54**. In der Nähe der Verbindungsebene **30** ist eine Reihe mit Vorsprüngen **56** vorgesehen worden, die der Vergleichmäßigung der Strömung der Kühlflüssigkeit dient, die dort in der Nähe ein - bzw. austritt. (siehe Pfeile, Fig. 4)

[0029] Wie die Fig. 7 weiter deutlich zeigt, befinden sich in allen Wärmeübertragerrohren **2** gewellte Inneneinsätze **15**. Bei den Inneneinsätzen **15** des gezeigten Ausführungsbeispiels handelt es sich um solche, deren Wellenflanken **90**

in Längsrichtung und in Querrichtung gewellt sind. Das ist in Fig. 7 durch den dort gezeigten teilweisen Längsschnitt, im Bild rechts, erkennbar. Weiterhin ist aus dieser Darstellung sehr gut zu sehen, dass die Wellenflanken **90** Ausschnitte **10** und

[0030] Zwischenstege **11** aufweisen. In diesem gezeichneten Ausführungsbeispiel sind 7 Reihen **95** runder Ausschnitte **10** zu erkennen, die durch jeweils einen Zwischensteg **11** voneinander getrennt sind. Damit werden die aufgrund von Temperaturwechseln auftretenden Längenänderungen in Stapelrichtung **8** der Wärmeübertragerrohre **2** zugelassen, bzw. kompensiert. Insbesondere die Deutlichkeit der Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechselbelastungen war überraschend.

[0031] Da die Belastungen durch Temperaturwechsel bei einem Abgaswärmeübertrager wegen der Höhe der Temperaturunterschiede und der Häufigkeit der Temperaturwechsel bis in Grenzbereiche gehen, die mit den üblichen Werkstoffen (Edelstahl, Aluminium) und Verbindungstechniken - jedenfalls unter Berücksichtigung kostengünstiger Fertigungsverfahren der Massenproduktion - gerade noch realisierbar sind, haben sich die Erfinder mit zusätzlichen weiterbildenden Maßnahmen beschäftigt, und sie konnten deren Vorteilhaftigkeit im Versuch nachweisen. Zur Beschreibung einer solchen Maßnahme wird erneut auf die Fig. 4 Bezug genommen. Es soll auf einen Unterschied eingegangen werden, der darin besteht, dass die Vorsprünge **56** an den Flachrohrhälften **2a, 2b** verändert wurden. Im Bereich der Verbindungsebene **30** wurden Scharen von Vorsprüngen **56** konzentriert, die die eintretende Kühlflüssigkeit so lenken, dass ein wesentlicher Teil davon zunächst auf die Verbindungsebene **40** gelenkt wird, bevor diese in den Strömungskanälen **51** weiter strömen kann. Damit soll ein besserer Temperaturausgleich erreicht werden und somit soll ebenfalls dem Ziel gedient werden, die Temperaturwechselbelastungsfähigkeit zu verbessern.

[0032] Es ist in einer alternativen Gestaltung daran gedacht worden, den Rohrboden **22** durch einen Zwischenboden **26** zu ersetzen, der in den Fig. 5 und 6 gezeigt ist. In der Fig. 4 wird dargestellt, dass dazu die Flachrohrhälften **2a, 2b** modifiziert werden müssen. Kurz gesagt, wurden deswegen quer über die Breitseiten **55** der Enden **4** der Flachrohrhälften **2a, 2b** reichende weitere Ausformungen **57** angebracht, deren Höhe mit der Höhe der entlang der Längsseiten laufenden Ausprägungen **50** übereinstimmt. Die weiteren Ausformungen **57** benachbarter Wärmeübertragerrohre **2** liegen aneinander an und schließen jeweils einen Strömungskanal **51** ab. Deshalb kann auf einen traditionellen Rohrboden **22** mit Stegen **25** verzichtet werden. Wie die genannten Figuren zeigen, ist der Zwischenboden **26** - in ähnlicher Weise wie die Wand **3** in der anderen Verbindungsebene - mit Schlitzfenstern **70** und Vorsprüngen **71** ausgestattet, um der Umfangskontur des Stapels der Wärmeübertragerrohre **2** zu entsprechen. Die Verbindung des Zwischenbodens **26** mit der Wand **3** erfolgt über eine Abstufung **9** der Wand **3**, die einen Anschlag und einen Sitz für den Zwischenboden **26** bietet, ähnlich wie bei dem Rohrboden **22**, der im Zusammenhang mit der Fig. 2 beschrieben wurde. Die Umfangskontur im Zwischenboden **26** weist auch Absätze **74** zur Aufnahme der Verstärkungsplatten **75** auf. (Fig. 7) Durch das Vorsehen eines Zwischenbodens **26** wird eine zusätzliche Gewichts- und Kostenreduzierung erreicht. In der Fig. 6 wurde mit dem Bezugszeichen **72** angedeutet, was unter den Furchen **72** zu verstehen ist, in die jeweils einer der Vorsprünge **71** hineinragt.

[0033] Die Figur 8 zeigt das Ende eines flachen Wärmeübertragerrohres **2** mit einem weiter modifizierten Inneneinsatz **15**. Dort besitzen die zwischen den Breitseiten **55** des Wärmeübertragerrohres **2** verlaufenden Wellenflanken **90** eine gebogene Kontur, wodurch sie ebenfalls in Richtung zwischen den Breitseiten **55** nachgiebig sind. Solche aus einem Blechband geformten und geschweißten Wärmeübertragerrohre **2** können im gesamten Wärmeübertrager vorgesehen werden. Aus dieser Darstellung ist besonders deutlich zu erkennen, dass sich die Reihen **95** von Ausschnitten **10** und Zwischenstegen **11** über die gesamte Breite des Inneneinsatzes **15** bzw. des Wärmeübertragerrohres **2** erstrecken, was die bevorzugte Ausbildung ist. Jedoch soll im Sinne des vorliegenden Vorschlags auch dann noch von Reihen **95** gesprochen werden, wenn sich die Ausschnitte **10** und Zwischenstege **11** nicht in sämtlichen Wellenflanken **90** befinden. Gleiches gilt für die Ausbildung der Reihen **95** selbst. Gezeigt sind ausschließlich gerade verlaufende Reihen **95**. Beispielsweise zick-zackförmig verlaufende Reihen **95** sind in gleicher Weise zweckdienlich.

[0034] Die Fig. 9 - 14 zeigen eine andere Weiterbildung der Art, dass in den Flanken **90** der gewellten Inneneinsätze **15** eine linienartige Wandverdünnung **16** eingearbeitet wurde, die als Sollbruchstelle dient. Die Sollbruchstelle **16** geht durch sämtliche Zwischenstege **11** hindurch. Sie ist als Linie in den genannten Figuren eingezeichnet, die ansonsten verschiedene Inneneinsätze **15** in Teilansichten zeigen. Diese Figuren machen deutlich, dass Form und Größe der Ausschnitte **10** und der Zwischenstege **11**, keinen besonderen Festlegungen unterliegen und demnach je nach Anwendungsfall ausgebildet werden können, um hinsichtlich der Temperaturwechselbelastungsfähigkeit die gewünschten Vorteile zu erzielen. Wie in Fig. 10 gezeigt ist, kann die Querschnittsform der Ausschnitte **10** und die Größe der einzelnen Querschnitte vom Ende des Inneneinsatzes **15** in Richtung auf die Mitte verändert werden. In der Fig. 10 sind auch besonders weit vorstehende Kragarme **12** vorhanden, die sich als sehr vorteilhaft bei der Durchführung des Lötprozesses herausgestellt haben, der bekanntlich in einem fein abgestimmten Temperaturbereich erfolgt, in dem sich die Werkstoffe bereits in einem "teigigen" Zustand befinden. Die Kragarme **12** verhindern das in diesem Zustand durch die Schwerkraft bewirkte "Einfallen" im Bereich der Verbindungen.

[0035] Die Fig. 15 und 16 zeigen die Anwendung flacher Wärmeübertragerrohre **2** im Zusammenhang mit einem luftgekühlten Ladeluftkühler. Der Ladeluftkühler hat einen Sammelkasten **1** mit einer Wand **3**. Die Enden **4** der Wärme-

übertragerrohre 2 stecken in Öffnungen eines Rohrbodens 22, und sie sind dort beispielsweise eingelötet worden. Der Rohrboden 22 stellt eine Verbindungsebene 30 dar. Die Art der in diesem Beispiel vorgesehenen mittelbaren Verbindung zwischen der Wand 3 und dem Wärmeübertragerrohr 2 - über einen zwischengeschalteten Rohrboden 22 - ist ohne Belang. Die manchmal extrem heiße Ladeluft strömt durch die Wärmeübertragerrohre 2 und zwischen den Rohren 2 befinden sich Wellrippen 99, durch die Kühlluft hindurch strömt. Die Stege 25 zwischen den Öffnungen im Rohrboden 22 sind im Querschnitt mit einer Kontur versehen, wie es aus der Fig. 6 zu sehen ist, um das flexible Verhalten unter Temperaturwechselbelastungen zu unterstützen. In den Rohren 2 befindet sich ein Inneneinsatz 15. In der Fig. 16 wurden zwei Rohre 2 aufgeschnitten, um denselben zu zeigen. Der Inneneinsatz 15 weist Reihen 95 von Ausschnitte 10 und Zwischenstege 11 auf, die in Längsrichtung des Inneneinsatzes 15 wenigstens ein Stück weit in denselben hineingehen. Zwei oder drei solche Reihen 95 können in diesem Ausführungsbeispiel schon ausreichen, um die beabsichtigten Wirkungen zu erzielen. Die Wärmeübertragerrohre 2 dieses Ausführungsbeispiels sind als geschweißte Flachrohre ausgeführt und haben als weiteren Unterschied zum Anwendungsfall als Abgaswärmeübertrager keine Erhebungen an ihren Breitseiten 55. In diesem Anwendungsfall kann der nicht mit Ausschnitten 10 und Zwischenstegen 11 versehene wesentlich größere Abschnitt des Inneneinsatzes 15 mit Schnitten oder dergleichen, nicht gezeigten, die Turbulenz erhöhenden, Ausbildungen versehen sein. Die Inneneinsätze 15 können aber auch, wie es im Anwendungsfall als Abgaswärmetauscher bevorzugt der Fall ist, vollständig geschlossene Wellenflanken 90 in dem erwähnten wesentlich größeren Abschnitt besitzen.

[0036] Die Anwendung der beschriebenen Merkmale führt dazu, dass Brüche in der Verbindung Wärmeübertragerrohr / Rohrboden wesentlich seltener vorkommen.

[0037] Die aus Metall bestehenden Einzelteile der Wärmeübertrager werden bedarfsgerecht nach bekannten Verfahren vorbereitet, so dass sie im Lötoven metallisch verbunden werden können.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager mit einem Einlasssammelkasten (1), um das eine Medium in flache Wärmeübertragerrohre (2) zu verteilen, bzw. mit einem Auslasssammelkasten, um das eine Medium aus den flachen Wärmeübertragerrohren (2) aufzunehmen und weiterzuleiten, wobei der Sammelkasten (1) eine Wand (3) aufweist, die sich um den Umfang des Endes (4) eines Stapels der Wärmeübertragerrohre (2) und über einen gewissen Längenabschnitt (5) derselben erstreckt, wobei die Wand (3) wenigstens einen Einlass (20) und / oder einen Auslass (21) für das andere Medium, welches zwischen den Wärmeübertragerrohren (2) strömt, besitzt, und wobei in den flachen Wärmeübertragerrohren (2) ein Inneneinsatz (15) angeordnet ist, der mit den beiden Breitseiten (55) des Wärmeübertragerrohres (2) metallisch verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Inneneinsatz (15) mit wenigstens einer Reihe (95) von Ausschnitten (10) und einem Zwischensteg (11) ausgebildet ist, um Temperaturwechselbelastungen zu kompensieren.
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Inneneinsatz (15) vorzugsweise ein in Längs- und Querrichtung gewelltes Blech ist und mehrere durch jeweils einen Zwischensteg (11) getrennte Reihen (95) von Ausschnitten (10) in den Wellenflanken (90) angeordnet sind.
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Reihen (95) von Ausschnitten (10) und mehrere Zwischenstege (11) in Längsrichtung des Inneneinsatzes (15) angeordnet sind, wobei die Länge des mit Ausschnitten (10) versehenen Abschnitts des Inneneinsatzes (15) nicht mehr als 1/3 der Gesamtlänge eines Inneneinsatzes (15) betragen soll und wobei die restliche Länge des Inneneinsatzes (15) im wesentlichen ohne Ausschnitte (10) ausgebildet ist.
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe und Form der Ausschnitte (10) sowie der Zwischenstege (11) variabel ist.
5. Wärmeübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Ausschnitt (10) am Ende der Inneneinsätze (15) ein offener Ausschnitt (10) ist.
6. Wärmeübertrager nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Ausschnitt (10) Kragarme (12) aufweist, die durch die Berge und Täler des wellenförmigen Inneneinsatzes (15) gebildet sind, wobei die Kragarme (12) an der Innenwand des Wärmeübertragerrohres verlötet sind und während des Lötens, die Stabilität der Verbindungsstruktur unterstützen können.

7. Wärmeübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Zwischenstegen (11) wenigstens eine Sollbruchstelle (13) eingearbeitet ist.
- 5 8. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragerrohre (2) vorzugsweise durch jeweils zwei und besonders bevorzugt durch zwei identische Flachrohrhälften (2a, 2b) gebildet sind, die an ihren Randflanschen (52) verbunden sind.
9. Wärmeübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragerrohre (2) nach außen weisende Ausprägungen (50) aufweisen, die in dem Stapel aus Wärmeübertragerrohren (2) für einen Abstand zwischen den Wärmeübertragerrohren (2) sorgen, wobei in jedem Abstand jeweils ein Strömungskanal (51) für das andere Medium gebildet ist.
- 10 10. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand (3) des Sammelkastens (1) Verformungen (17) aufweist, die einerseits ein Beitrag zur Stabilität sind und andererseits eine gewisse Elastizität bei Temperaturwechselbelastungen gestatten.
- 15 11. Wärmeübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Wand (3) umschlossene Längenabschnitt (5) der Wärmeübertragerrohre (2) von zwei Verbindungsebenen (30, 40) mit dem Ende (4) des Stapels der Wärmeübertragerrohre (2) begrenzt ist, wobei zwischen den Verbindungsebenen (30, 40) in der Wand (3) der Einlass (20) und / oder der Auslass (21) für das andere Medium angeordnet sind / ist.
- 20 12. Wärmeübertrager nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten Verbindungsebene (30) ein Rohrboden (22) mit Stegen (25) zur Aufnahme der Enden des Stapels der Wärmeübertragerrohre (2) vorgesehen, der mit der Wand (3) des Sammelkastens (1) verbunden ist.
- 25 13. Wärmeübertrager nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten Verbindungsebene (30) ein die Umfangskontur des Stapels der Wärmeübertragerrohre (2) aufweisender Zwischenboden (26) angeordnet ist, der mit der Wand (3) verbunden ist.
- 30 14. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 11 - 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Verbindungsebene (40) unmittelbar durch die Wand (3) des Sammelkastens (1) ausgebildet ist, wobei in der Wand (3) die Umfangskontur des Stapels der Wärmeübertragerrohre (2) ausgeschnitten ist.
- 35 15. Wärmeübertrager nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangskontur Schlitze (70) zur Aufnahme der Randflansche (52) der Wärmeübertragerrohre (2) und Vorsprünge (71) zum Verschluss der zwischen zwei Wärmeübertragerrohren (2) ausgebildeten Furchen (72) aufweist.
- 40 16. Wärmeübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breitseiten (55) der Wärmeübertragerrohre (2) im Bereich der ersten Verbindungsebene (30) mit weiteren Ausformungen (56, 57) versehen sind, wobei benachbarte Wärmeübertragerrohre (2) mit den weiteren Ausformungen (57 oder 56) aneinander anliegen und wobei die Höhe der weiteren Ausformungen (57) und die Höhe der Ausprägung (50) übereinstimmen, um die Strömungskanäle (51) zwischen den Wärmeübertragerrohren (2) zur Verfügung zu stellen.
- 45 17. Wärmeübertrager nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weiteren Ausprägungen (57) im Bereich des Eintritts bzw. Austritt der Strömungskanäle (51) angeordnet sind und die Strömung aufteilen, so dass ein Teil der Strömung bspw. auf den Rohrboden (22) gerichtet ist, um diesen zu kühlen.
- 50 18. Wärmeübertrager nach den Ansprüchen 16 und 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausprägungen (56) in Scharen konzentriert angeordnet sind und zweckmäßige Formen aufweisen.
- 55 19. Wärmeübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sammelkasten (1) vorzugsweise mehrteilig ausgebildet ist, wobei er einen Einlass - oder Auslasssammelkasten (1b) für das eine Medium aufweist, der bevorzugt nach Art eines Diffusors ausgebildet ist und einen Einlass - oder Auslasssammelkasten (1a) für das andere Medium besitzt, der sich über einen gewissen Längenabschnitt (5) des Endes (4) des Stapels der Wärmeübertragerrohre (2) erstreckt.
20. Wärmeübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeübertrager als mittels Flüssigkeit gekühlter Abgaswärmeübertrager in Abgasrückführungsanlagen von Kraftfahrzeugen oder

als Ladeluftkühler verwendet wird.

- 5 **21.** Flaches Wärmeübertragerrohr (2) mit einem Inneneinsatz (15), der mit den Breitseiten (55) des Wärmeübertragerrohres (2) metallisch verbunden ist, wobei das Wärmeübertragerrohr (2) Teil eines Wärmeübertragers ist, der wenigstens einen Sammelkasten (1) mit einer Wand (3) aufweist, die mittelbar oder unmittelbar mit dem Wärmeübertragerrohr (2) verbunden ist, wobei der Inneneinsatz (15), durch Temperaturwechsel verursachte Längenänderungen in Richtung etwa quer zu den Breitseiten (55) des Wärmeübertragerrohres (2) kompensiert, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 10 der Inneneinsatz (15) mit wenigstens einer Reihe (95) von Ausschnitten (10) und einem Zwischensteg (11) ausgebildet ist, um Temperaturwechselbelastungen zu kompensieren.
- 15 **22.** Flaches Wärmeübertragerrohr nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein gewellter Inneneinsatz (15) vorgesehen ist, dessen Wellenflanken (90) sich zwischen den Breitseiten (55) erstrecken, wobei die Ausschnitte (10) und der Zwischensteg (11) zumindest überwiegend in den Wellenflanken (90) ausgebildet sind.
- 20 **23.** Flaches Wärmeübertragerrohr nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge des mit Ausschnitten (10) und Zwischenstegen (11) versehenen Bereiches nicht länger als 1/3 der Gesamtlänge eines Inneneinsatzes (15) sein soll.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

FIG. 1

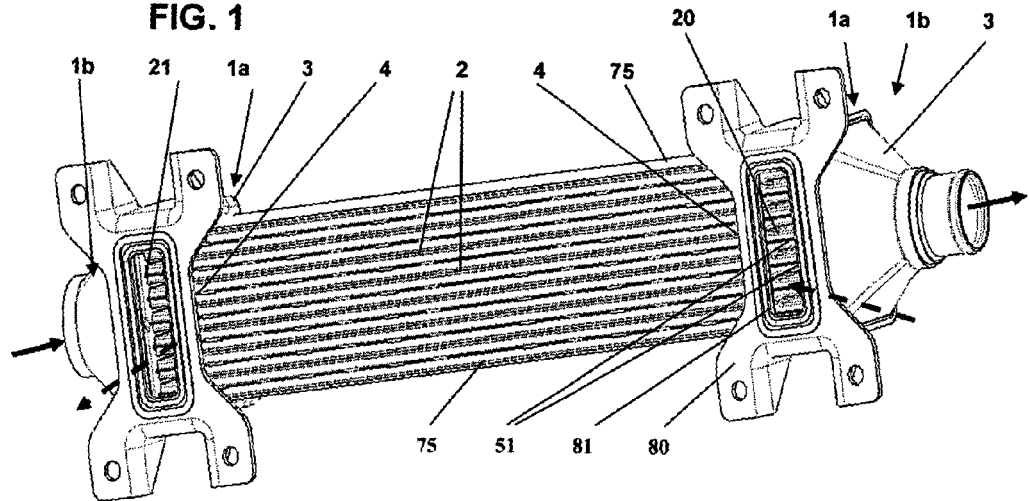
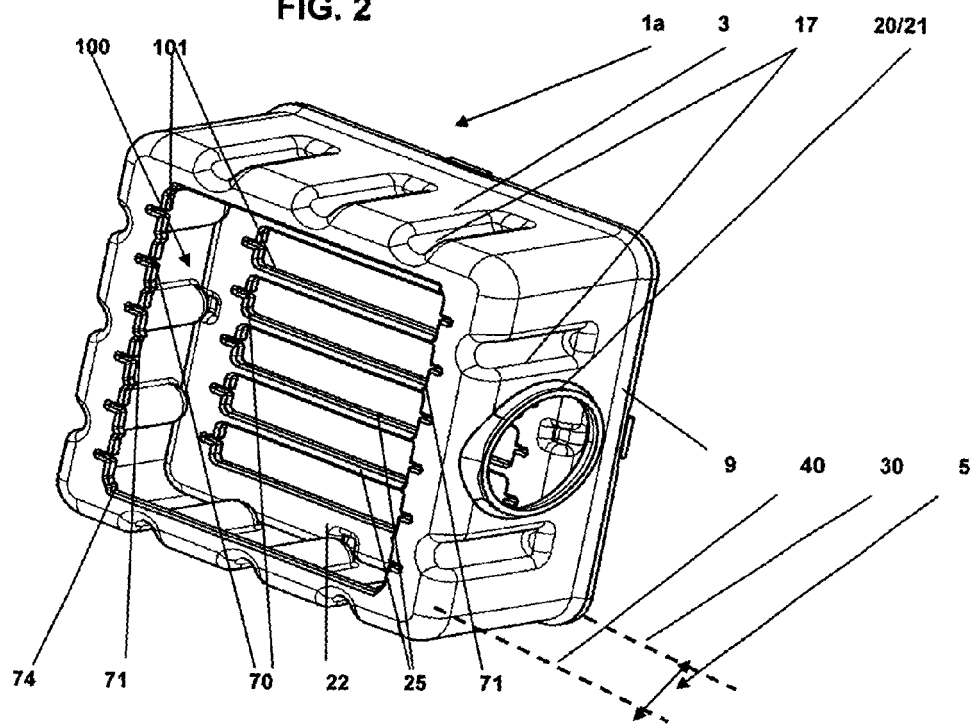


FIG. 2



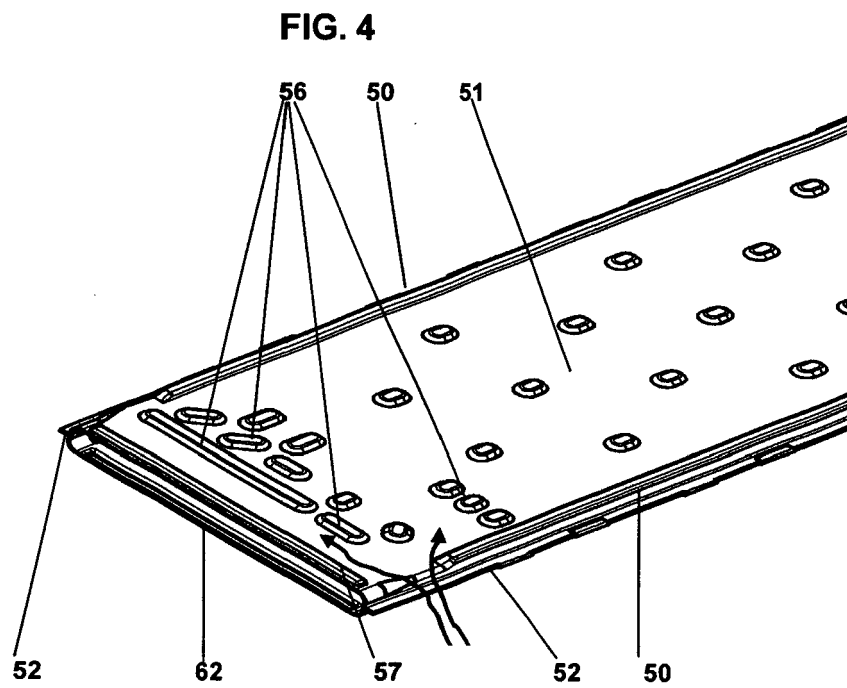
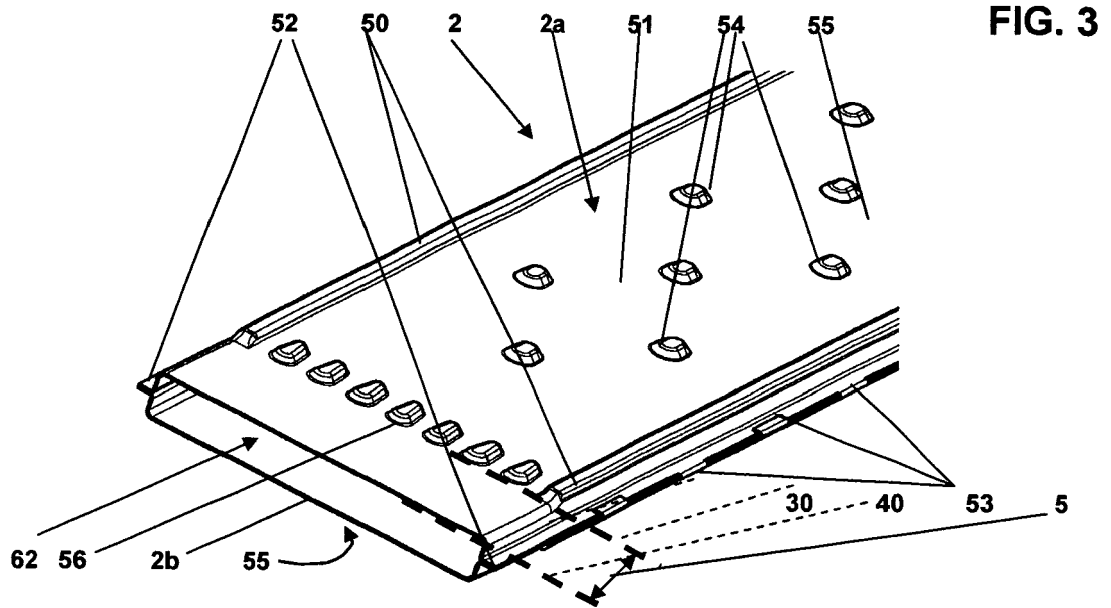


FIG. 5

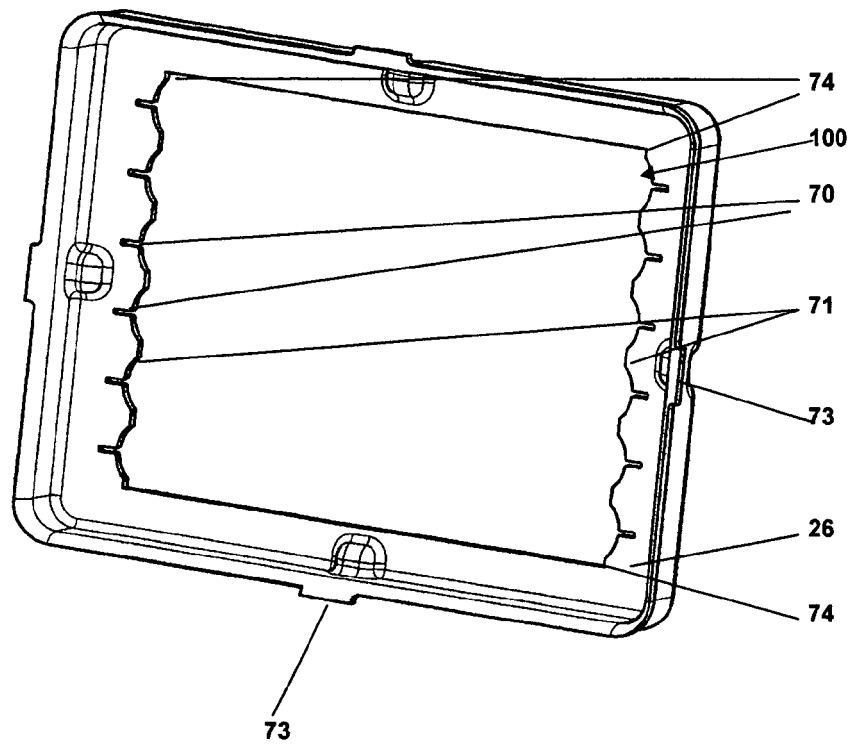
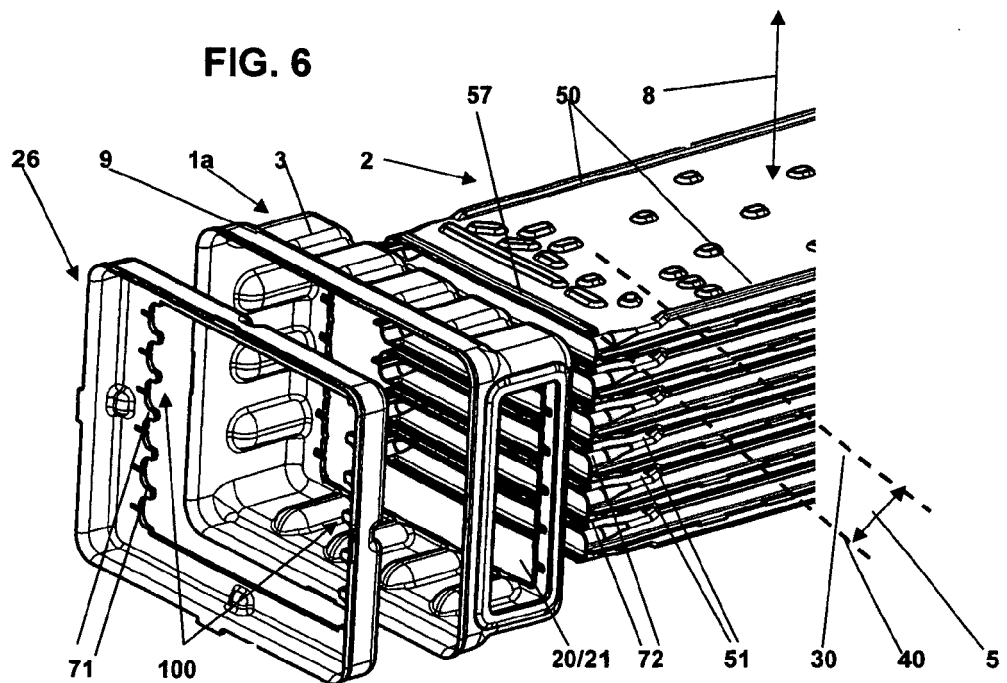


FIG. 6



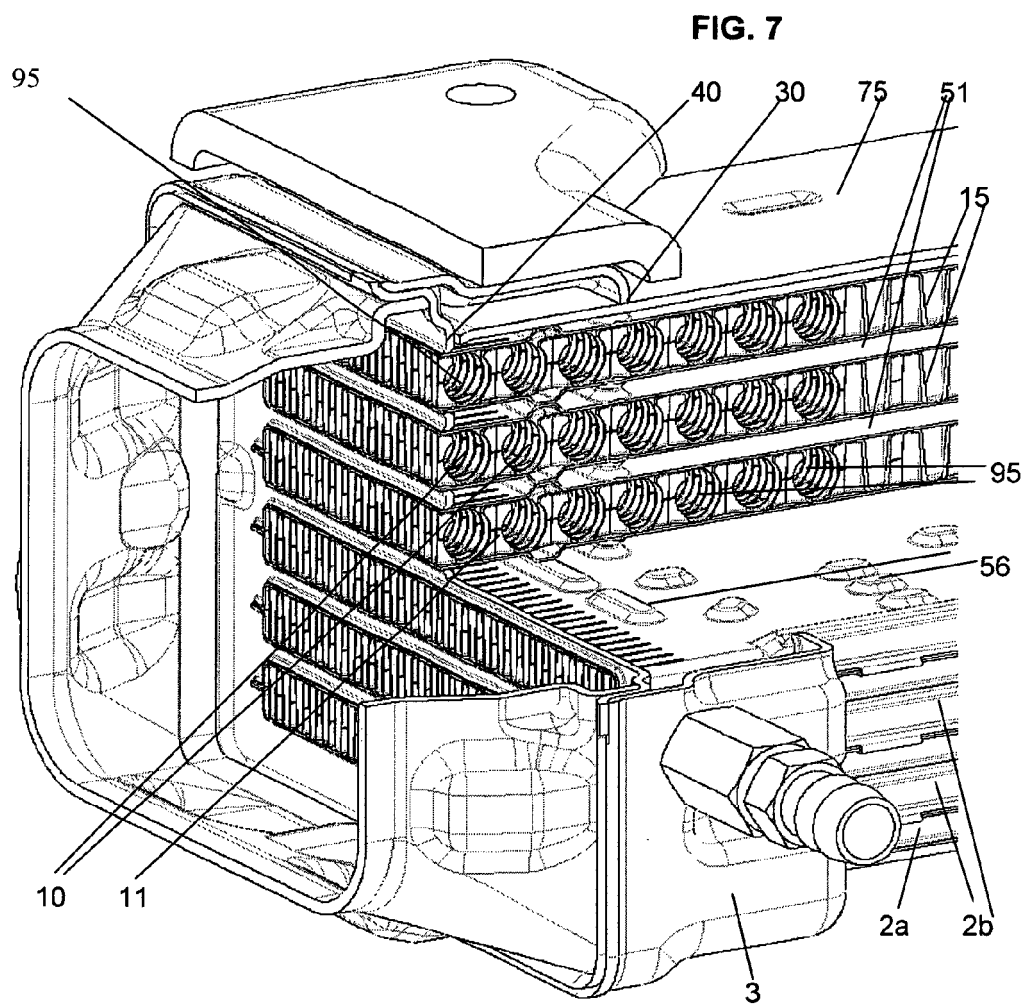


FIG. 8

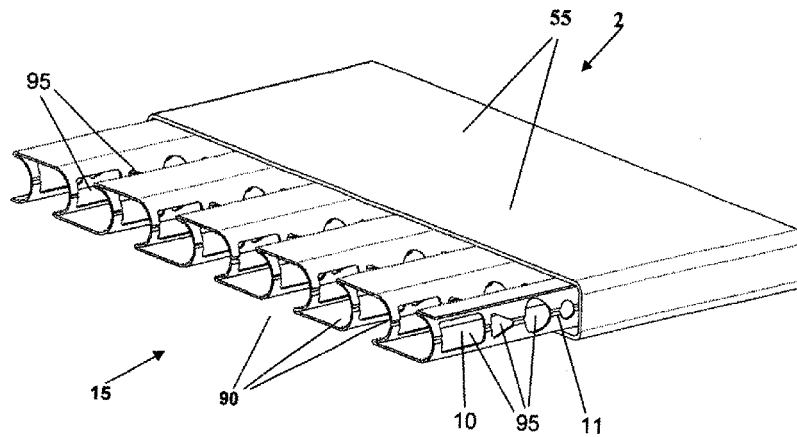


FIG. 9

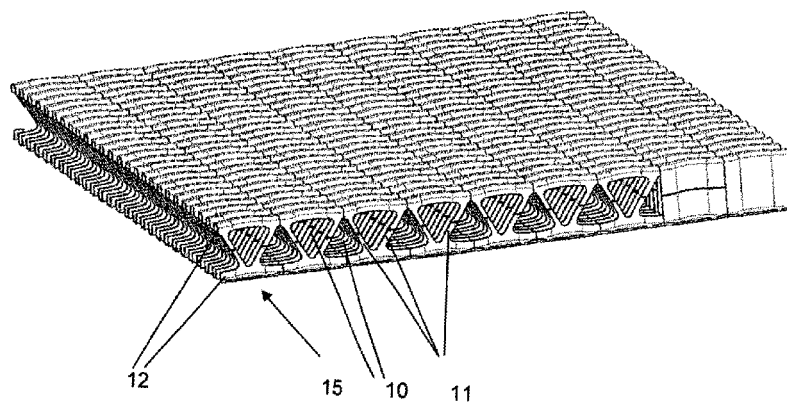


FIG. 10

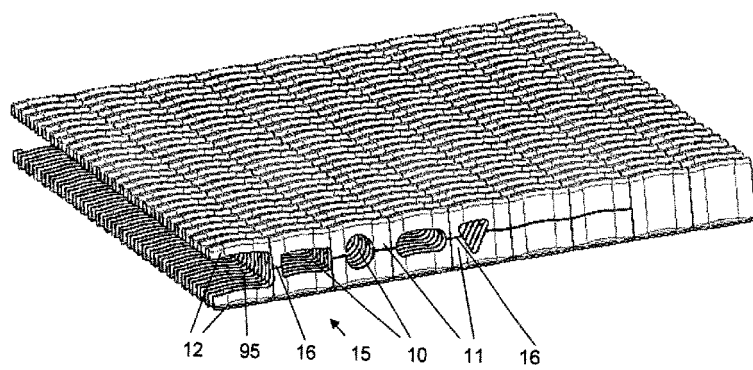


FIG. 11

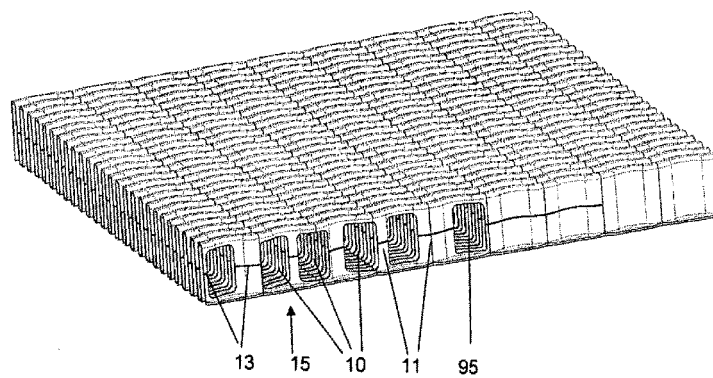


FIG. 12

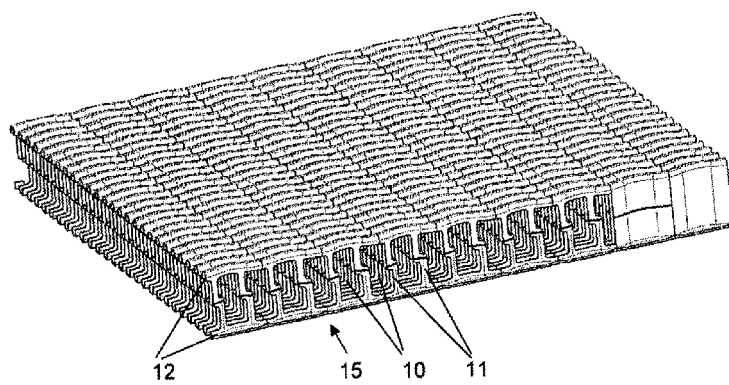


FIG. 13

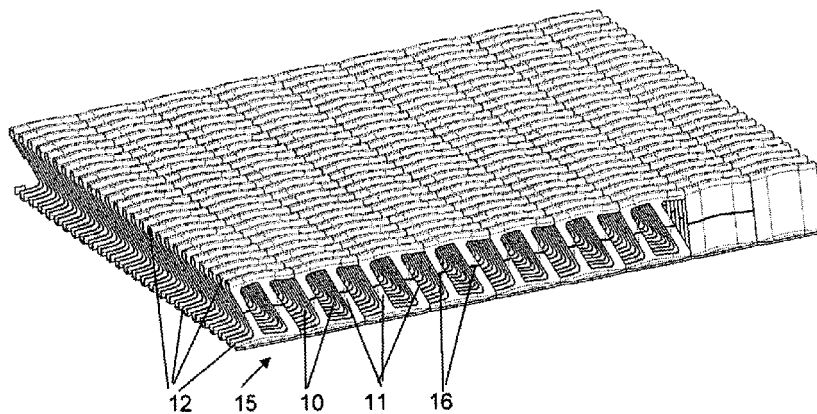


FIG. 14

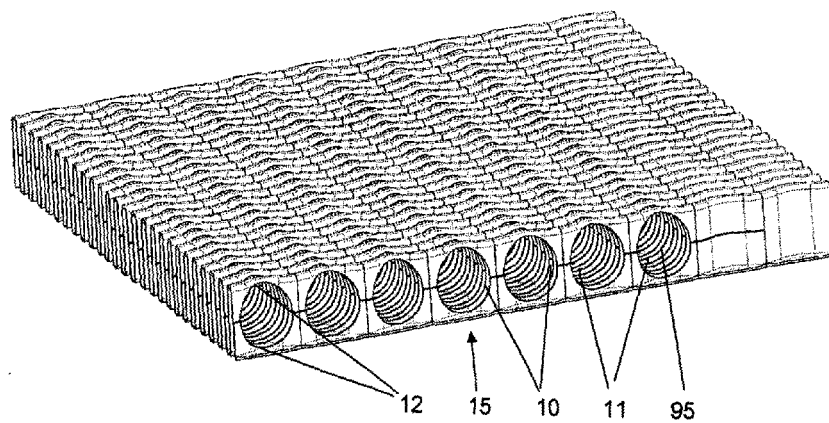


FIG. 15

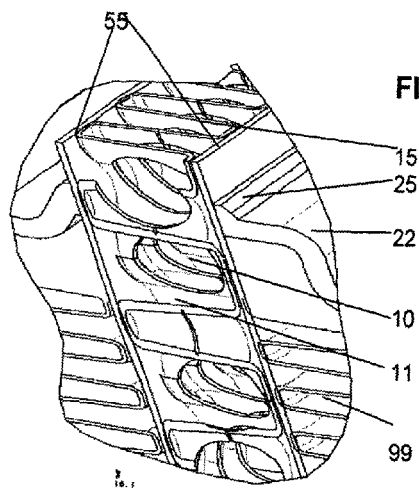
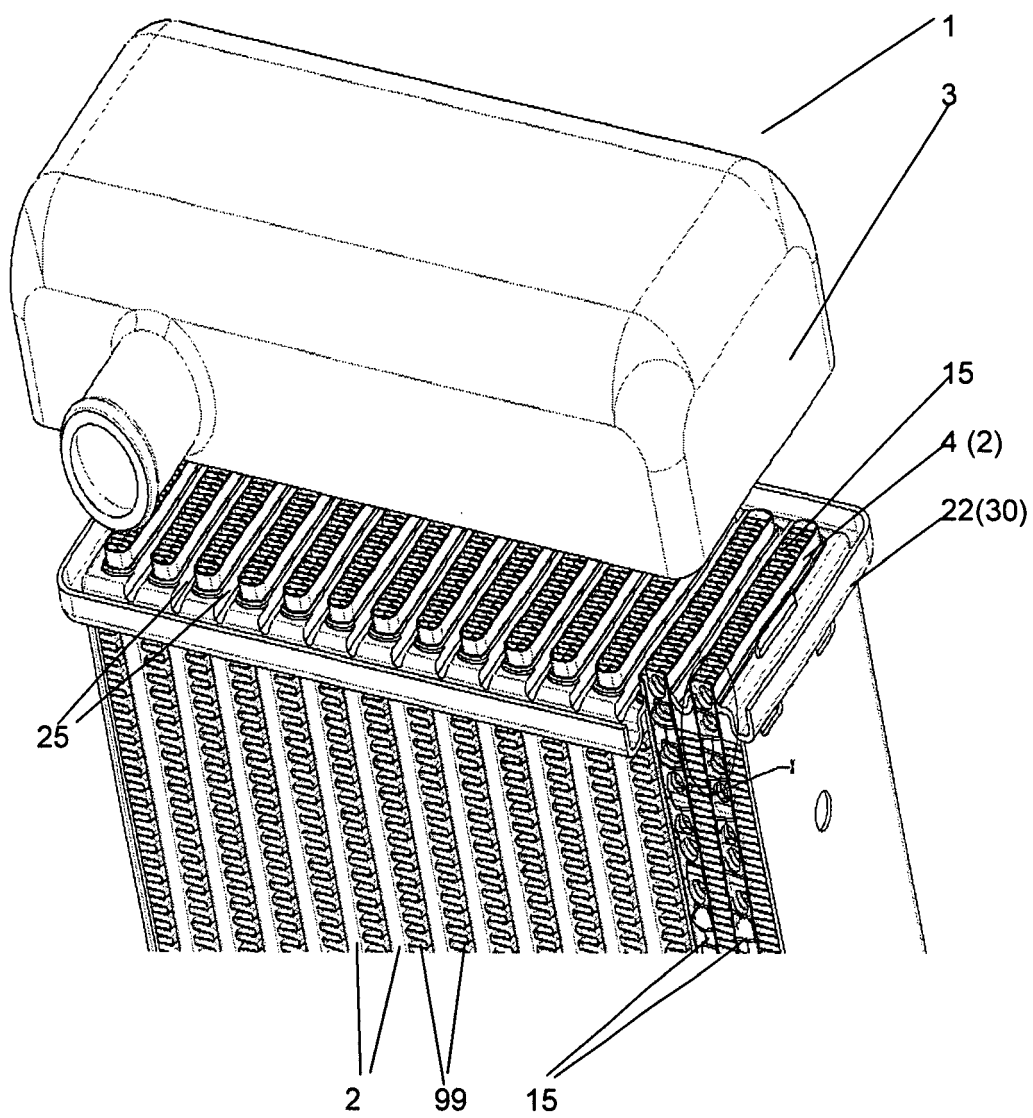


FIG. 16



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 04027604 A [0003]