

(19)



(11)

EP 3 196 579 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.07.2017 Patentblatt 2017/30

(51) Int Cl.:
F28D 21/00^(2006.01) F28D 7/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16206043.8**

(22) Anmeldetag: **22.12.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **Geskes, Peter**
73760 Ostfildern (DE)
• **Schwaderer, Daniel**
73635 Rudersberg (DE)
• **Stadelhofer, Dirk**
70199 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **19.01.2016 DE 102016200634**

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

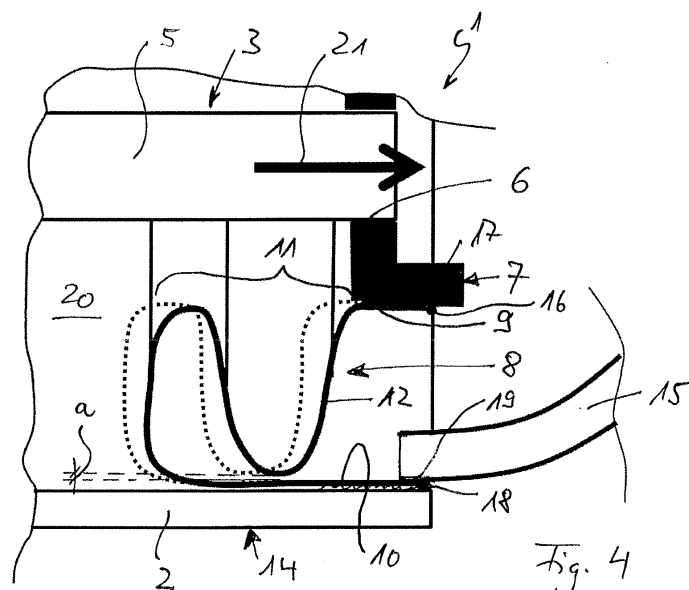
(71) Anmelder: **Mahle International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(54) **WÄRMEÜBERTRAGER**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager (1) mit einem Gehäuse (2) und einem darin angeordneten Rohrbündel (3) mit mehreren sich in Axialrichtung (4) erstreckenden Flachrohren (5), die längsendsseitig in komplementär dazu ausgebildeten Durchzügen (6) in Rohrböden (7) gehalten sind, wobei zumindest ein Rohrboden (7) über ein Dehnelement (8) am Gehäuse (2) angebunden ist.

Erfindungswesentlich ist dabei,
- dass das Dehnelement (8) den Rohrboden (7) ringförmig umgibt,

- dass das Dehnelement (8) einen Innenschenkel (9), einen Außenschenkel (10) und einen mäanderförmigen Zwischenbereich (11) mit zumindest eineinhalb Dehnschleifen (12) aufweist,
- dass das Dehnelement (8) im Einbauzustand mit dem Innenschenkel (9) in Radialrichtung (13) gegen den Rohrboden (7) und mit dem Außenschenkel (10) in Radialrichtung (13) gegen das Gehäuse (2) verspannt ist,
- dass der Innenschenkel (9) und der Außenschenkel (10) auf der gleichen Seite des Zwischenbereichs (11) angeordnet sind.



EP 3 196 579 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit einem Gehäuse und einem darin angeordneten Rohrbündel mit mehreren sich in Axialrichtung erstreckenden Flachrohren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Wärmeübertragers.

[0002] Gattungsgemäße Wärmeübertrager werden in modernen Kraftfahrzeugen hauptsächlich als sogenannte Abgaskühler eingesetzt, um die Stickoxid- und Partikelemissionen reduzieren zu können. Dabei wird ein Teil des Verbrennungsabgases im Abgaskrümmern abgezweigt und durch den Wärmeübertrager gekühlt. Anschließend wird das abgekühlte Abgas der angesaugten Frischluft zugemischt und der Brennkraftmaschine zur Verbrennung zugeführt. Aufgrund der vergleichsweise hohen Abgastemperaturen von bis zu 700 °C sind derartige Wärmeübertrager hohen Temperaturbelastungen ausgesetzt, die jedoch auch langfristig nicht zu einer Schädigung des Wärmeübertragers führen dürfen. Die üblicherweise im Betrieb der Brennkraftmaschine und des Wärmeübertragers auftretenden Temperaturbelastungen können in Extremfällen sogar noch ansteigen, beispielsweise bei hoher Leistung der Brennkraftmaschine und gleichzeitig unzureichender Kühlmittelversorgung des Wärmeübertragers. Hierbei können sich die abgasführenden Flachrohre in dem Wärmeübertrager stark ausdehnen und verformen, insbesondere sogar verbiegen, sofern sie sich in Längsrichtung nicht dehnen können. Derartige Verformungen führen langfristig zu Undichtigkeiten, wodurch es im schlimmsten Fall zu einem Kühlmiteleintrag in den Verbrennungsmotor und damit zu einem Motorschaden kommen kann.

[0003] Um den bekannten Temperaturbelastungen begegnen zu können, sind aus dem Stand der Technik bereits vielfältige Lösungen bekannt, wie beispielsweise ein Schiebesitz für einen Rohrboden, welcher in der Lage ist, die temperaturbedingten Längendehnungen der Flachrohre auszugleichen. Nachteil dieser Lösung ist jedoch die Anfälligkeit gegenüber Vibrationen, das heißt hier können Schäden durch hohe Schwingungsbelastungen der Brennkraftmaschine auftreten. Erfolgt die Abdichtung des Schiebesitzes zudem über separate Dichtungen, besteht die Gefahr, dass bei einem Versagen dieser Dichtung ein Eintrag von Kühlmittel in die Brennkraftmaschine und daraus wiederum ein Motorschaden resultieren kann. Eine weitere Lösung ist beispielsweise ein sogenannter Membranboden mit einer umlaufenden Dehnsicke, wobei hier jedoch die Flexibilität im Hinblick auf die temperaturbedingten Längendehnungen beschränkt ist.

[0004] Aus der US 2,468,903 A ist ein gattungsgemäßer Wärmeübertrager mit einem Gehäuse und einem darin angeordneten Rohrbündel mit mehreren sich in Axialrichtung erstreckenden Flachrohren bekannt, die längsendsseitig in komplementär dazu ausgebildeten Durchzügen in Rohrböden gehalten sind. Einer der bei-

den Rohrböden ist dabei fest mit dem Gehäuse verbunden, während der andere Rohrboden über ein Dehnelement am Gehäuse angebunden ist und dadurch Längendehnungen der Rohre kompensieren kann.

[0005] Aus der EP 2 851 548 A1 ist ein Abgaskühler bekannt, dessen einer Rohrboden über einen Faltenbalg längsverschieblich gelagert ist.

[0006] Aus der DE 102 18 521 A1 ist ebenfalls ein Abgaswärmeübertrager bekannt, welcher zur Kompensation von temperaturbedingten Längendehnungen einzelner Flachrohre einen über einen Schiebesitz verschieblich gelagerten Rohrboden aufweist. In ähnlicher Art ist auch ein Abgaswärmeübertrager aus der DE 101 57 285 A1 bekannt.

[0007] Alle genannten Konzepte haben jedoch dabei den Nachteil, dass diese entweder ein nicht zu unterschätzendes Risiko einer Leckage zwischen Kühlmittel und Abgas, ein Vibrationsrisiko oder eine Beschränkung der Elastizität aufweisen.

[0008] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für einen Wärmeübertrager der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die insbesondere die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwindet und zudem einfach zu fertigen ist.

[0009] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, zumindest einen Rohrboden eines Wärmeübertragers, insbesondere eines Abgaskühlers, über ein speziell ausgebildetes Dehnelement gegenüber einem Gehäuse zu lagern, wobei dieses Dehnelement als Radialfederelement ausgebildet ist und den Rohrboden ringförmig umgibt und zugleich einen Innenschenkel, einen Außenschenkel und einen mäanderförmigen Zwischenbereich mit zumindest eineinhalb Dehnschleifen aufweist, so dass über das Dehnelement der zugehörige Rohrboden einerseits schwingungsdämpfend und andererseits Dehnungen aufnehmend im Gehäuse gelagert werden kann und zugleich durch eine spezielle Ausbildung des Dehnelements dieses vergleichsweise einfach montiert und stoffschlüssig mit dem Rohrboden und einer Gehäuseinnenseite des Gehäuses verbunden werden kann. Der erfindungsgemäße Wärmeübertrager besitzt dabei ein Gehäuse sowie ein daran angeordnetes Rohrbündel mit mehreren sich in Axialrichtung erstreckenden Flachrohren, die längsendsseitig in komplementär dazu ausgebildeten Durchzügen in den Rohrböden gehalten sind. Einer dieser Rohrböden ist dabei über das erfindungsgemäße Dehnelement am Gehäuse angebunden. Wie bereits erwähnt, umgibt dabei das Dehnelement den Rohrboden ringförmig und weist zudem einen Innenschenkel, einen Außenschenkel und den mäanderförmigen Zwischenbereich mit zumindest eineinhalb Dehnschleifen auf. Das Dehnelement ist dabei im Einbaustand mit dem Innenschenkel in Radialrichtung ge-

gen den Rohrboden und mit dem Außenschenkel in Radialrichtung gegen die Gehäuseinnenseite des Gehäuses verspannt, wobei der Innenschenkel und der Außenschenkel zugleich auf der gleichen Seite des Zwischenbereichs angeordnet sind. Der Innenschenkel und der Außenschenkel weisen somit in die gleiche Richtung und sind an einem dem Zwischenbereich gegenüberliegenden Längsende des Dehnelements angeordnet. Vorzugsweise liegen diese auch auf gleicher axialer Höhe und sind zumindest im Einbauzustand im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet. Dies ermöglicht bei der Montage des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers ein einfaches Einschieben des ringförmigen Dehnelements in den zwischen dem Rohrboden und der Gehäuseinnenseite vorhandenen Ringraum, wobei zum Einschieben der Innenschenkel und der Außenschenkel elastisch aufeinander zu bewegt werden und dadurch ein selbstfixierendes Verspannen des Rohrbodens im Gehäuse bewirken. Durch den Umstand, dass der Innenschenkel und der Außenschenkel auf der gleichen Seite des Zwischenbereichs angeordnet sind, sind auch die jeweiligen Verbindungsstellen, nämlich eine erste Verbindungsstelle zwischen dem Innenschenkel und dem Rohrboden sowie eine zweite Verbindungsstelle zwischen dem Außenschenkel und der Gehäuseinnenseite des Gehäuses leicht von außen zugänglich, so dass hier eine stoffschlüssige Anbindung, beispielsweise durch ein Verschweißen, leicht von außen möglich ist. Selbstverständlich kann anstelle des Schweißens auch ein Verlöten erfolgen, wobei in diesem Fall der vorgefertigte Wärmeübertrager mit Gehäuse und den darin über das Dehnelement verspanntem Rohrboden bzw. Rohrbündel komplett in einen Lötöfen eingebracht und dort verlötet wird. Separate Lagerrahmen bzw. Haltegestelle sind aufgrund der selbstfixierenden Wirkung des vorgespannten Dehnelements nicht erforderlich. Unabhängig von der Art der stoffschlüssigen Verbindungsmethode ermöglicht somit das erfindungsgemäße Dehnelement eine deutlich vereinfachte Montage. Zugleich kann auf die aus dem Stand der Technik oftmals verwendeten separaten Dichtungen verzichtet werden, wodurch auch die Leckagesicherheit erhöht werden kann. Durch die feder vorgespannte Einbaulage des Dehnelements kann zudem eine Schwingungsentkopplung des damit verbundenen Rohrbodens in Bezug auf das Gehäuse erreicht werden, wodurch die Schwingungsanfälligkeit reduziert werden kann.

[0011] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist das Gehäuse im Bereich des Dehnelements aufgeweitet. Durch die Aufweitung kann zugleich auch ein Anschlag für das Dehnelement geschaffen werden, wodurch die Montage desselben vereinfacht wird. Je nach gewünschter Dehnfähigkeit kann dabei der aufgeweitete Bereich größer oder kleiner dimensioniert werden. Soll beispielsweise eine größere Dehnfähigkeit des Dehnelements realisiert werden, so weist dieses in seinem mäanderförmigen Zwischenbereich beispielsweise 2,5, 3,5 oder $n+0,5$ Dehnschleifen

(mit $n \in \mathbb{N}$ und $n \geq 1$) auf, wobei in diesem Fall üblicherweise auch der aufgeweitete Bereich eine größere Axialer Streckung besitzt. Selbstverständlich ist auch eine engere Biegung der einzelnen Dehnschleifen denkbar, so dass auch mehr Dehnschleifen auf vergleichsweise geringer axialer Bauhöhe angeordnet werden können.

[0012] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist ein Bauteil, insbesondere eine Düse oder ein Diffusor, vorgesehen, das in den aufgeweiteten Bereich des Gehäuses eingreift und dort über eine dritte Verbindungsstelle stoffschlüssig mit dem Außenschenkel des Dehnelements und damit indirekt mit dem Gehäuse verbunden ist. Auch in diesem Fall ist eine komplette Vorfertigung des Wärmeübertragers durch ein einfaches Einstecken des Rohrbündels in das Gehäuse und ein Einschieben des zugehörigen Dehnelements in den aufgeweiteten Bereich des Gehäuses möglich, wobei zusätzlich noch das Bauteil in den aufgeweiteten Bereich eingeschoben und die derart vorgefertigte Baugruppe anschließend stoffschlüssig miteinander verbunden wird, beispielsweise in einem Lötöfen verlötet wird. Rein theoretisch ist selbstverständlich auch denkbar, dass das Bauteil, insbesondere die Düse oder der Diffusor, den aufgeweiteten Bereich des Gehäuses umgreift und in diesem Fall direkt stoffschlüssig mit dem Gehäuse verbunden, beispielsweise verlötet wird.

[0013] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung liegen/liegt der Innenschenkel flächig am Rohrboden und/oder der Außenschenkel flächig der Gehäuseinnenseite des Gehäuses an. Durch die flächige Anlage kann eine besonders gute Verlötung und damit eine besonders hohe Dichtwirkung erzielt werden.

[0014] Zweckmäßig sind die Dehnschleife und der Außenschenkel des Dehnelements im Einbauzustand voneinander beabstandet. Ein derartiger Abstand kann beispielsweise kleiner als 2 mm, insbesondere kleiner als 1 mm, betragen, wodurch einerseits eine sehr kompakte Bauform und andererseits die Federwirkung des Dehnelements in Radialrichtung erreicht werden können.

[0015] Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem erfindungsgemäßen Gedanken, ein besonders einfaches Verfahren zur Herstellung des Wärmeübertragers anzugeben. Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren werden zunächst die Flachrohre jeweils mit ihren Längsenden in die zugehörigen Durchzüge eines Rohrbodens eingesteckt, beispielsweise auch in die Durchzüge beider Rohrböden. Anschließend werden die Flachrohre mit den Rohrböden in das Gehäuse eingeschoben, wobei zwischen zumindest einem der Rohrböden und dem Gehäuse das Dehnelement derart eingeschoben wird, dass sich dieses in Radialrichtung mit dem Innenschenkel gegenüber dem Rohrboden und mit dem Außenschenkel gegenüber einer Gehäuseinnenwand des Gehäuses verspannt und dadurch den zugehörigen Rohrboden fixiert. Vorzugsweise ist dabei das Dehnelement zumindest im Bereich der Kaltseite angeordnet, wobei selbstverständlich auch beide Rohrböden über derartige Deh-

nelemente mit dem Gehäuse gekoppelt sein können. Anschließend werden nacheinander die Flachrohre in den Durchzügen, das Dehnelement an seinem Innenschenkel über eine erste Verbindungsstelle mit dem Rohrboden und seinem Außenschenkel über eine zweite Verbindungsstelle mit der Gehäuseinnenwand des Gehäuses verlötet oder verschweißt. Besonders vorteilhaft ist dabei, dass sowohl die stoffschlüssigen Verbindungsstellen an der ersten und zweiten Verbindungsstelle als auch die stoffschlüssigen Verbindungsstellen an den Durchzügen mit den Flachrohren leicht und einfach von außen zugänglich sind, wodurch eine besonders einfache Fertigung erreicht werden kann. Abschließend kann auch das Bauteil, insbesondere die Düse oder der Diffusor, in den aufgeweiteten Bereich des Gehäuses eingeschoben und dort über die dritte Verbindungsstelle mit dem Außenschenkel des Dehnelements stoffschlüssig verbunden, beispielsweise verlötet oder verschweißt, werden. Der Außenschenkel des Dehnelements ist somit zwischen dem Gehäuse und dem Bauteil, insbesondere der Düse oder dem Diffusor, eingeklemmt und dort eingebunden. Selbstverständlich können sämtliche Verbindungsstellen auch gemeinsam in einem Lötoven hergestellt werden, da das erfindungsgemäße Dehnelement aufgrund seiner speziellen Ausführung eine Fixierung des Rohrbodens und damit eine Fixierung des Rohrbündels im Gehäuse ermöglicht.

[0016] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0017] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0018] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0019] Dabei zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 eine Seitenansicht auf einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager,
- Fig. 2 eine Frontalansicht auf den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager bei abgenommenem Bauteil,
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager im Bereich eines Dehnelements,
- Fig. 4 eine Detaildarstellung aus Fig. 3 im Bereich des Dehnelements,

Fig. 5 eine weitere Detaildarstellung bei einer anderen Ausführungsform des Dehnelements,

Fig. 6a eine weitere Detaildarstellung bei einer anderen Ausführungsform des Dehnelements in gestauchtem Zustand,

Fig. 6b eine Detaildarstellung des Dehnelements aus Fig. 6a, jedoch in gedehntem Zustand,

Fig. 7b eine weitere Detaildarstellung bei einer anderen Ausführungsform des Dehnelements in gestauchtem Zustand,

Fig. 7b eine Detaildarstellung des Dehnelements aus Fig. 7a, jedoch in gedehntem Zustand.

[0020] Entsprechend den Fig. 1 bis 7, weist ein erfindungsgemäßer Wärmeübertrager 1, der beispielsweise als Abgaskühler ausgebildet sein kann, ein Gehäuse 2 sowie ein darin angeordnetes Rohrbündel 3 mit mehreren sich in Axialrichtung 4 erstreckenden Flachrohren 5 auf. Die Flachrohre 5 sind dabei längsendseitig in komplementär dazu ausgebildeten Durchzügen 6 in Rohrböden 7 gehalten, wobei gemäß den Fig. 2 bis 5 lediglich einer der beiden Rohrböden 7 dargestellt ist. Der gezeichnete Rohrboden 7 ist dabei über ein Dehnelement 8 am Gehäuse 2 angebunden. Erfindungsgemäß umgibt nun dieses Dehnelement 8 den Rohrboden 7 ringförmig, wobei gemäß der Fig. 2 eine achteckige Gestalt des Dehnelements 8 gezeichnet ist, wobei es selbstverständlich klar ist, dass dieses auch rund oder viereckig bzw. mehrckig sein kann. Das erfindungsgemäße Dehnelement 8 besitzt des Weiteren einen Innenschenkel 9 (vergleiche insbesondere die Fig. 4 und 5) einen Außenschenkel 10 und einen mäanderförmigen Zwischenbereich 11 mit zumindest eineinhalb Dehnschleifen 12. Im Einbauzustand ist dabei das Dehnelement 8 mit dem Innenschenkel 9 in Radialrichtung 13 nach innen gegen den Rohrboden 7 und mit dem Außenschenkel 10 in Radialrichtung 13 nach außen gegen eine Gehäuseinnenseite des Gehäuses 2 vorgespannt. Der Innenschenkel 9 und der Außenschenkel sind dabei auf der gleichen Seite des Zwischenbereichs 11 und insbesondere auf gleicher axialer Höhe und zumindest im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet. Durch die erfindungsgemäße Ausführung des Dehnelements 8 ist dieses einerseits in der Lage, temperaturbedingte Längendehnungen des Rohrbündels 3 und damit eine Axialverschiebung des Rohrbodens 7 auszugleichen, wie dies beispielsweise gemäß den Fig. 4 und 5 mit punktierter Linie für den kalten Zustand und mit durchgezogener Linie für den Betriebszustand dargestellt ist. Darüber hinaus bewirkt das erfindungsgemäße Dehnelement 8 durch eine radial federnde Wirkung eine mechanische Vorfixierung des Rohrbodens 7 und darüber auch des Rohrbündels 3 im Gehäuse 2, wodurch die Herstellung deutlich vereinfacht werden kann.

[0021] Das Dehnelement 8 ist dabei vorzugsweise als

Blechdehnelement ausgebildet und kann aus mehreren, vorzugsweise auch zwei Bauteilen 22, 23, insbesondere Ringen bestehen, der per Laserschweißen oder Lötverfahren an einer vierten Verbindungsstelle 24 miteinander verbunden sind. In diesem Fall ist das Dehnelement demzufolge aus mehreren Einzelteilen zusammengefügt.

[0022] Es kann selbstverständlich aber auch einstückig ausgebildet sein. Das Blechdehnelement bzw. generell das Dehnelement 8 kann auch aus einem umgeformten Blechring mit einer Wandstärke von bis zu 1,5 mm, vorzugsweise mit einer Blechstärke unter 1 mm und idealerweise sogar mit einer Blechstärke in einem Bereich zwischen 0,5 und 0,8 mm bestehen. Die zumindest eineinhalb Dehnschleifen 12 ermöglichen dabei einerseits, dass der Innenschenkel 9 am Rohrboden 7 und der Außenschenkel 10 am Gehäuse 2 anliegen und andererseits, dass eine temperaturbedingte Längenänderung über den mäanderförmigen Zwischenbereich 11 problemlos kompensierbar ist. Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße Dehnelement 8 auch mehr als die zumindest geforderten anderthalb Dehnschleifen 12 aufweisen, insbesondere sofern beispielsweise größere Temperaturdehnungen in Axialrichtung 4 aufgenommen werden müssen.

[0023] Betrachtet man den Wärmeübertrager 1 gemäß den Fig. 1 und 3, so kann erkennen, dass das Gehäuse 2 im Bereich 14 des Dehnelements 8 aufgeweitet ist, wodurch eine problemlose Aufnahme des Dehnelements 8 gewährleistet werden kann.

[0024] Der Innenschenkel 9 ist dabei über eine erste Verbindungsstelle 16 stoffschlüssig mit dem Rohrboden 7, insbesondere einem aufgestellten Rand 17 desselben verbunden, während der Außenschenkel 10 über eine zweite Verbindungsstelle 18 stoffschlüssig mit einer Gehäuseinnenseite des Gehäuses 2 verbunden ist. Das Dehnelement 8 ist dabei erfindungsgemäß derart ausgebildet, dass sowohl die erste als auch die zweite Verbindungsstelle 16, 18 von außen herstellbar, insbesondere von außen schweißbar sind. Dies wird insbesondere dadurch bewirkt, dass der mäanderförmige Zwischenbereich 11 stets $n+0,5$ Dehnschleifen 12 (mit $n \in \mathbb{N}$ und $n \geq 1$) besitzt.

[0025] Das Bauteil 15 greift dabei gemäß den Fig. 1 sowie 3 und 4 in den aufgeweiteten Bereich 14 des Gehäuses 2 ein und ist dort über eine dritte Verbindungsstelle 19 mit dem Außenschenkel 10 des Dehnelements 8 verbunden. Der Außenschenkel 10 des Dehnelements 8 ist somit zwischen dem Bauteil 15, insbesondere der Düse oder dem Diffusor, und dem Gehäuse 2 angeordnet, insbesondere eingeklemmt.

[0026] Um eine möglichst gute und damit auch langfristige dichte stoffschlüssige Verbindung an der ersten, zweiten und dritten Verbindungsstelle 16, 18 und 19 herstellen zu können, liegen/liegt der Innenschenkel 9 flächig am Rohrboden 7, das heißt insbesondere an dessen aufgestelltem Rand 17, und der Außenschenkel 10 flächig am Gehäuse 2, das heißt an einer Innenwand des-

selben, an.

[0027] Die Dehnschleife 12 bzw. die Dehnschleifen 12 und der Außenschenkel 10 des Dehnelements 8 sind dabei voneinander beabstandet, wobei ein solcher Abstand a beispielsweise kleiner als 2 mm, vorzugsweise sogar kleiner als 1 mm beträgt, da dann das Dehnelement 8 gegebenenfalls am Gehäuse 2 abgestützt werden kann.

[0028] Sowohl die Flachrohre 5 in den Durchzügen 6 als auch die erste, zweite und dritte Verbindungsstelle 16, 18 und 19 können dabei gelötet oder geschweißt sein, wobei das erfindungsgemäße Dehnelement 8 zumindest eine Zugänglichkeit von außen zur ersten und zweiten Verbindungsstelle 16, 18 bietet.

[0029] Mit dem erfindungsgemäßen Dehnelement 8 und dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 kann insbesondere das Risiko einer Leckage zwischen einem Kühlmittel 20 und Abgas 21 zuverlässig ausgeschlossen werden, wobei das Dehnelement 8 zugleich eine hohe Elastizität und Flexibilität bietet. Darüber hinaus ermöglicht das Dehnelement 8 eine hohe Vibrationsfestigkeit, da sich dieses direkt am Gehäuse 2 abstützt, zugleich aber den damit gekoppelten Rohrboden 7 und darüber das Rohrbündel 3 schwingungsdämpfend im Gehäuse 2 lagert. Das erfindungsgemäße Dehnelement 8 ist dabei für sämtliche Rohrtypen und Querschnittsformen geeignet und ermöglicht darüber hinaus ein äußerst kompaktes Design. Da sämtliche Schweiß-/Lötnähte an den zugehörigen Verbindungsstellen 16, 18, 19 und in den Durchzügen 6 von außen leicht zugänglich sind, kann darüber hinaus eine einfache Herstellbarkeit gewährleistet werden. In den Flachrohren 5 können dabei in bekannter Weise Turbulenzeinlagen angeordnet sein, ebenso wie zwischen den Flachrohren 5, wodurch in diesen Bereichen der Wärmeübertrag verbessert werden kann. Das Dehnelement 8 ermöglicht darüber hinaus eine besonders effektive Kompensation von temperaturbedingten Längendehnungen. Ein derartiges Dehnelement 8 ist üblicherweise auf einer kalten Seite des Abgaskühlers (ausgangsseitig) bzw. des Wärmeübertragers 1 angeordnet, kann jedoch selbstverständlich auch auf der heißen Seite angeordnet sein. Auf der heißen Seite strömt das Abgas 21 in den Wärmeübertrager 1 ein.

[0030] Bei der Ausführungsform des Wärmeübertragers 1 gemäß den Figuren 6a und 6b besteht das Dehnelement 8 aus drei Bauteilen 22, 23 und 25, insbesondere aus Blechteilen, die stoffschlüssig miteinander verbunden sind: Das Bauteil 23 ist dabei als L-förmiges Tiefziehteil ausgebildet, während das Bauteil 22 als I-förmiges Zwischenteil ausgebildet und am äußeren Ende mit dem Bauteil 23 verbunden ist. Das dritte Bauteil 25 ist ebenfalls als L-förmiges Tiefziehteil ausgebildet und mit dem I-förmigen Zwischenteil (Bauteil 22) am inneren Ende verbunden. Das so aufgebaute Dehnelement 8 verformt sich bei axialer (in Rohrrichtung auftretender) Längung der Flachrohre 5 und verringert dadurch die Spannungen an den kritischen Stellen (Rohr-Boden-Verbindung).

Zur Erhöhung des Dehnungspotentials kann die Anzahl der I-förmigen Zwischenteile (Bauteile 22) erhöht werden und somit auch größer als eins sein. Die Verbindung an den Verbindungsstellen 24 kann beispielsweise eine Löt- oder Schweißverbindung sein.

[0031] Im Unterschied zur Figur 6 ist das Zwischenteil (Bauteil 22) bei Figur 7 nicht eben, sondern weist zwischen seinen beiden ebenen Enden (innen und außen) in der Mitte eine schräge Form auf. Durch diese Form ist das Fügen mit den L-förmigen Teilen (Bauteilen 23 und 25) einfacher zu realisieren, da die herzustellenden Verbindungsstellen 24 nicht in einer Ebene liegen. Zudem können mit dieser Lösung Kompressionen (negative Dehnungen der Rohre 5) besser aufgenommen werden, da die einzelnen Bauteile 22, 23 25 in diesem Fall nicht so schnell aneinander anliegen. Auch hier besteht die Möglichkeit, die Anzahl der Zwischenteile (Bauteile 22) zu erhöhen, um das Dehnungspotential zu vergrößern.

[0032] Hergestellt wird der erfindungsgemäße Wärmeübertrager 1, indem zunächst die Flachrohre 5 in die zugehörigen Durchzüge 6 der Rohrboden 7 eingesteckt werden. Anschließend werden die Flachrohre 5 mit dem Rohrboden 7 und damit das gesamte Rohrbündel 3 in das Gehäuse 2 eingeschoben. Nun wird zwischen dem Rohrboden 7 und dem Gehäuse 2 das Dehnelement 8 derart eingeschoben, dass sich dieses in Radialrichtung 13 mit dem Innenschenkel 9 gegenüber dem Rohrboden 7 und mit dem Außenschenkel 10 gegen das Gehäuse 2 abstützt. Hierdurch kann eine mechanische Vorfixierung des derart vorgefertigten Wärmeübertragers 1 erreicht werden, woraufhin die einzelnen Verbindungsstellen 16 und 18 und die Flachrohre 5 in den Durchzügen 6 verlötet bzw. verschweißt werden können. Durch die mechanische Vorfixierung des Rohrbündels 3 im Gehäuse 2 kann insbesondere auf bislang in Lötöfen erforderliche Lötgestelle bzw. Halterahmen verzichtet werden, wobei sich die Herstellung ebenfalls vereinfacht und verbilligt. Anschließend wird noch das Bauteil 15 in den aufgeweiteten Bereich 14 des Gehäuses 2 eingeschoben und dort über die dritte Verbindungsstelle 19 mit dem Außenschenkel 10 und/oder dem Gehäuse 2 stoffschlüssig verbunden, beispielsweise verlötet oder verschweißt, wobei bei einer Verlötung dieses auch gemeinsam mit dem Verlöten der ersten und zweiten Verbindungsstelle 16, 18 und dem Verlöten der Flachrohre 5 in den Durchzügen 6 erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager (1) mit einem Gehäuse (2) und einem darin angeordneten Rohrbündel (3) mit mehreren sich in Axialrichtung (4) erstreckenden Flachrohren (5), die längsendsseitig in komplementär dazu ausgebildeten Durchzügen (6) in Rohrböden (7) gehalten sind, wobei zumindest ein Rohrboden (7) über ein Dehnelement (8) am Gehäuse (2) angebunden ist,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** das Dehnelement (8) den Rohrboden (7) ringförmig umgibt,
- **dass** das Dehnelement (8) einen Innenschenkel (9), einen Außenschenkel (10) und einen mäanderförmigen Zwischenbereich (11) mit zumindest eineinhalb Dehnschleifen (12) aufweist,
- **dass** das Dehnelement (8) im Einbauzustand mit dem Innenschenkel (9) in Radialrichtung (13) gegen den Rohrboden (7) und mit dem Außenschenkel (10) in Radialrichtung (13) gegen das Gehäuse (2) verspannt ist,
- **dass** der Innenschenkel (9) und der Außenschenkel (10) auf der gleichen Seite des Zwischenbereichs (11) angeordnet sind.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Innenschenkel (9) über eine erste Verbindungsstelle (16) stoffschlüssig mit dem Rohrboden (7) verbunden ist, während der Außenschenkel (10) über eine zweite Verbindungsstelle (18) stoffschlüssig mit dem Gehäuse (2) verbunden ist,
- **dass** das Dehnelement (8) derart ausgebildet ist, dass sowohl die erste als auch die zweite Verbindungsstelle (16, 18) von außen herstellbar sind.

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

- dass** das Gehäuse (2) im Bereich (14) des Dehnelements (8) aufgeweitet ist.

4. Wärmeübertrager nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,

- dass** ein Bauteil (15) vorgesehen ist, das in den aufgeweiteten Bereich (14) des Gehäuses (2) eingreift und dort über eine dritte Verbindungsstelle (19) mit dem Außenschenkel (10) des Dehnelements (8) und/oder dem Gehäuse (2) stoffschlüssig verbunden ist.

5. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- dass** der Innenschenkel (9) flächig am Rohrboden (7) und/oder der Außenschenkel (10) flächig am Gehäuse (2) anliegen/anliegt.

6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- dass** zumindest eine Dehnschleife (12) und der Außenschenkel (10) des Dehnelements (8) voneinander

der beabstandet sind.

7. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 5
dass der Wärmeübertrager (1) als Abgaskühler ausgebildet ist.

8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 7,
10
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Verbindungsstelle (16), die zweite Verbindungsstelle (18) und/oder die dritte Verbindungsstelle (19) gelötet oder geschweißt sind/ist.
15

9. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Flachrohre (5) in den Durchzügen (6) verlötet oder verschweißt sind/ist. 20

10. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragers (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem
 - die Flachrohre (5) in die zugehörigen Durchzüge (6) eines Rohrbodens (7) eingesteckt werden, 25
 - die Flachrohre (5) mit dem Rohrboden (7) in das Gehäuse (2) eingeschoben werden,
 - zwischen dem Rohrboden (7) und dem Gehäuse (2) das Dehnelement (8) derart eingeschoben wird, dass sich dieses in Radialrichtung (13) mit dem Innenschenkel (9) gegenüber dem Rohrboden (7) und mit dem Außenschenkel (10) gegen das Gehäuse (2) verspannt, 30
 - die Flachrohre (5) in den Durchzügen (6) verlötet oder verschweißt werden, 35
 - das Dehnelement (8) an seinem Innenschenkel (9) mit dem Rohrboden (7) und an seinem Außenschenkel (10) mit dem Gehäuse (2) verlötet oder verschweißt wird, 40
 - das Bauteil (15) in den aufgeweiteten Bereich (14) des Gehäuses (2) eingeschoben und dort über die dritte Verbindungsstelle (19) mit dem Außenschenkel (10) des Dehnelements (8) stoffschlüssig verbunden, insbesondere verlötet oder verschweißt, wird. 45

50

55

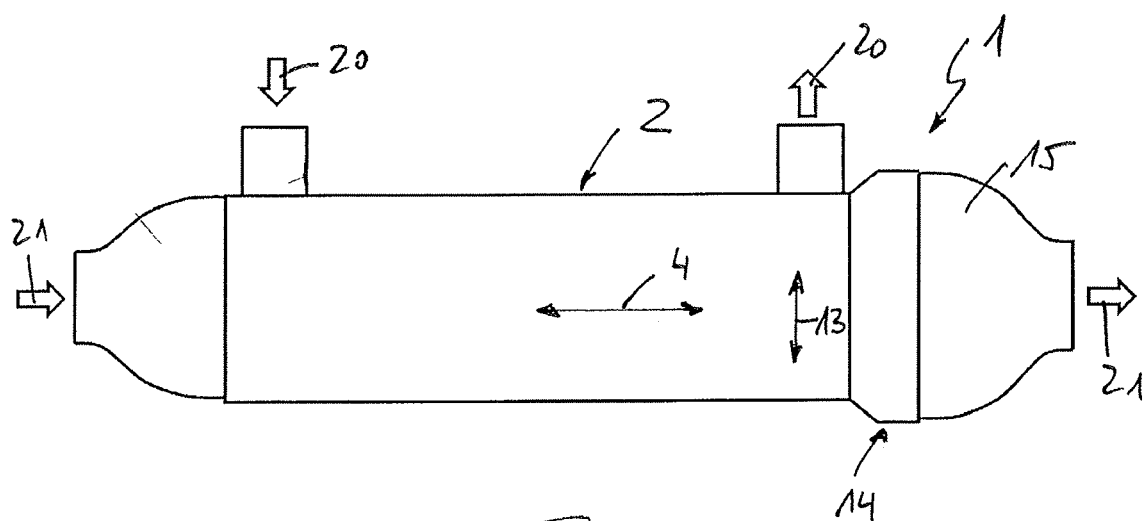


Fig. 1

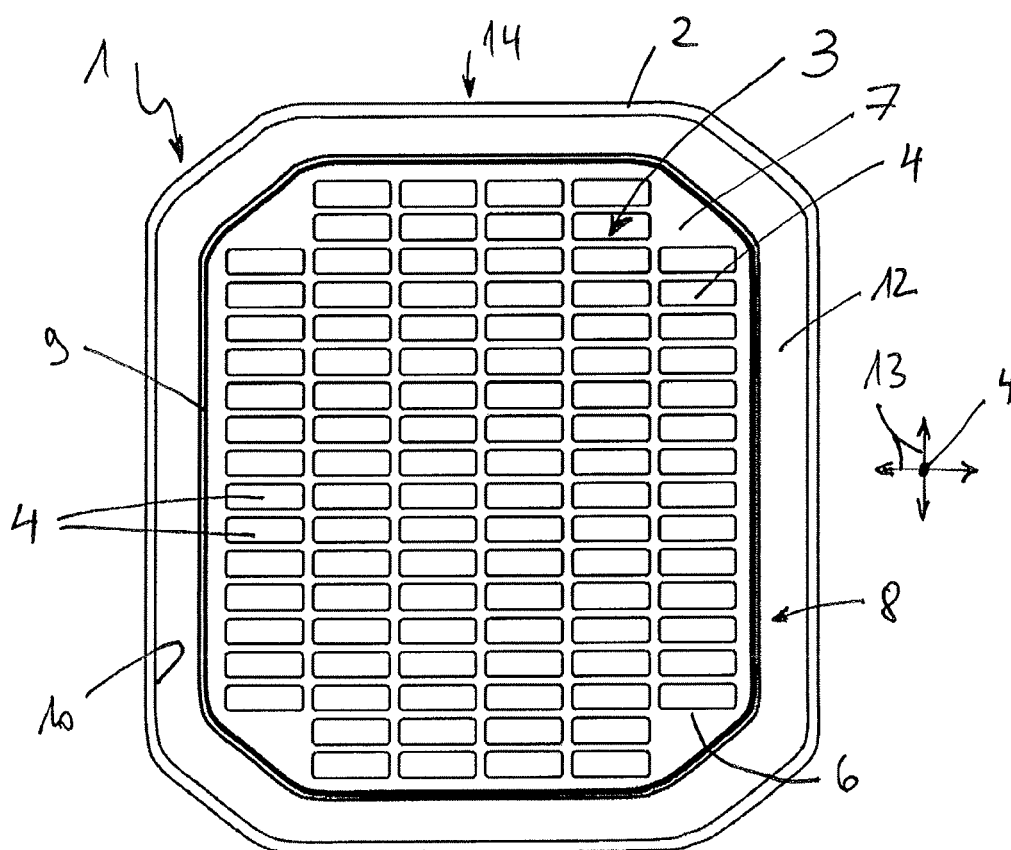
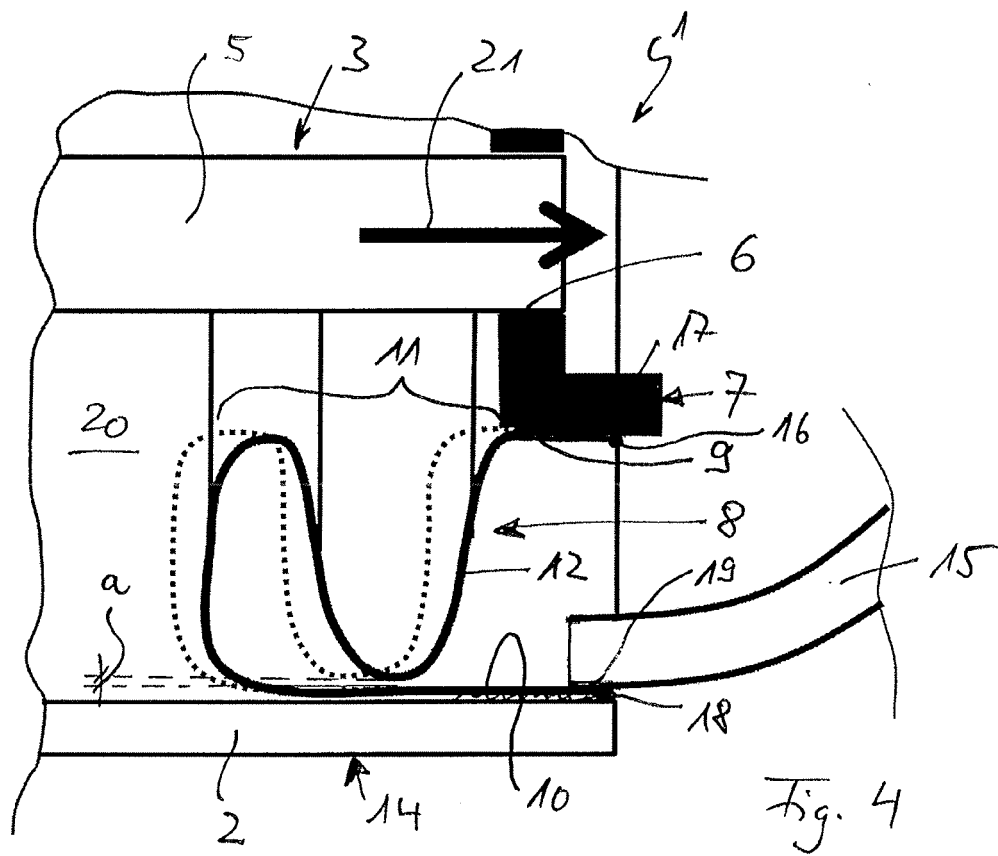
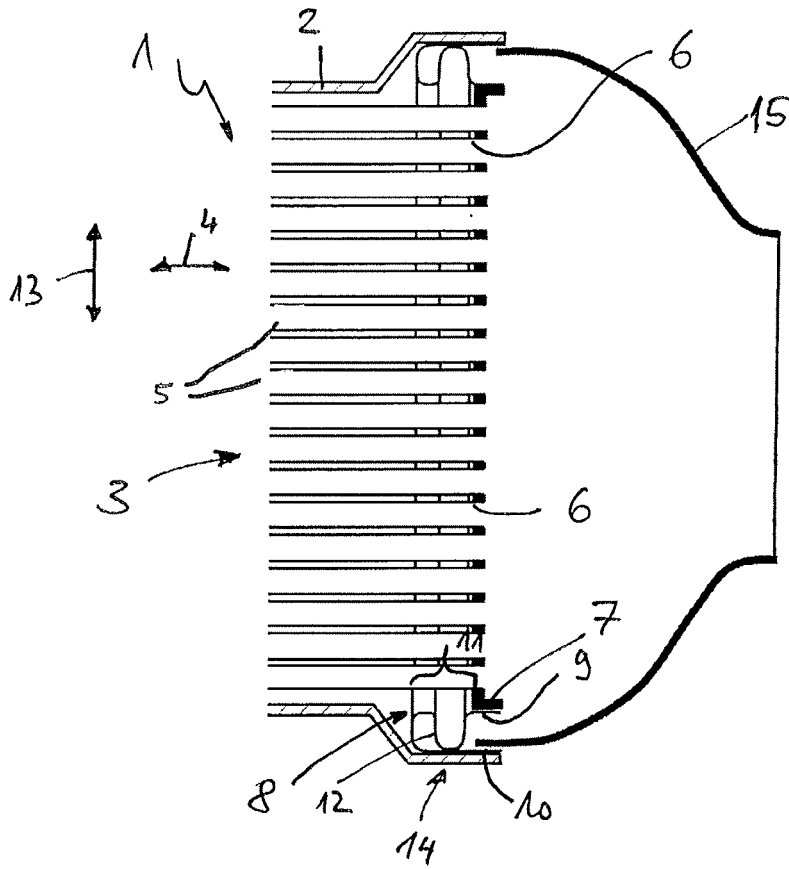
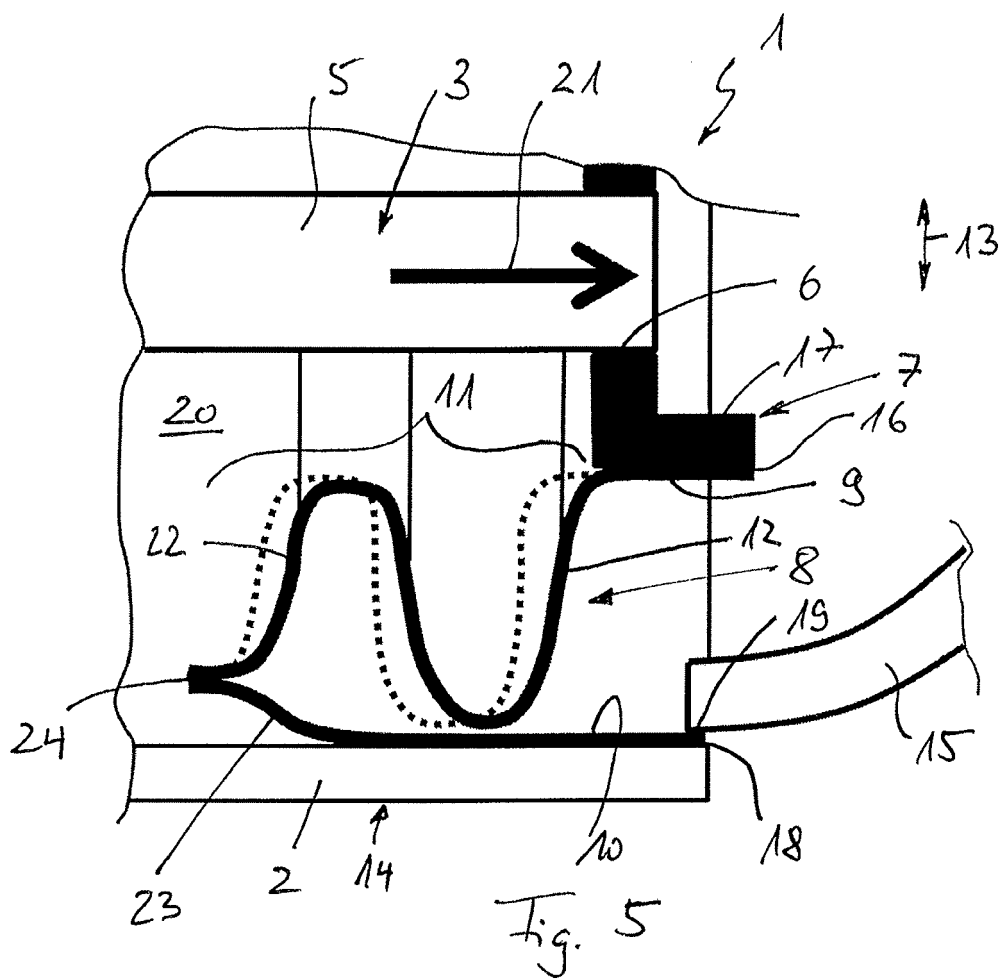


Fig. 2





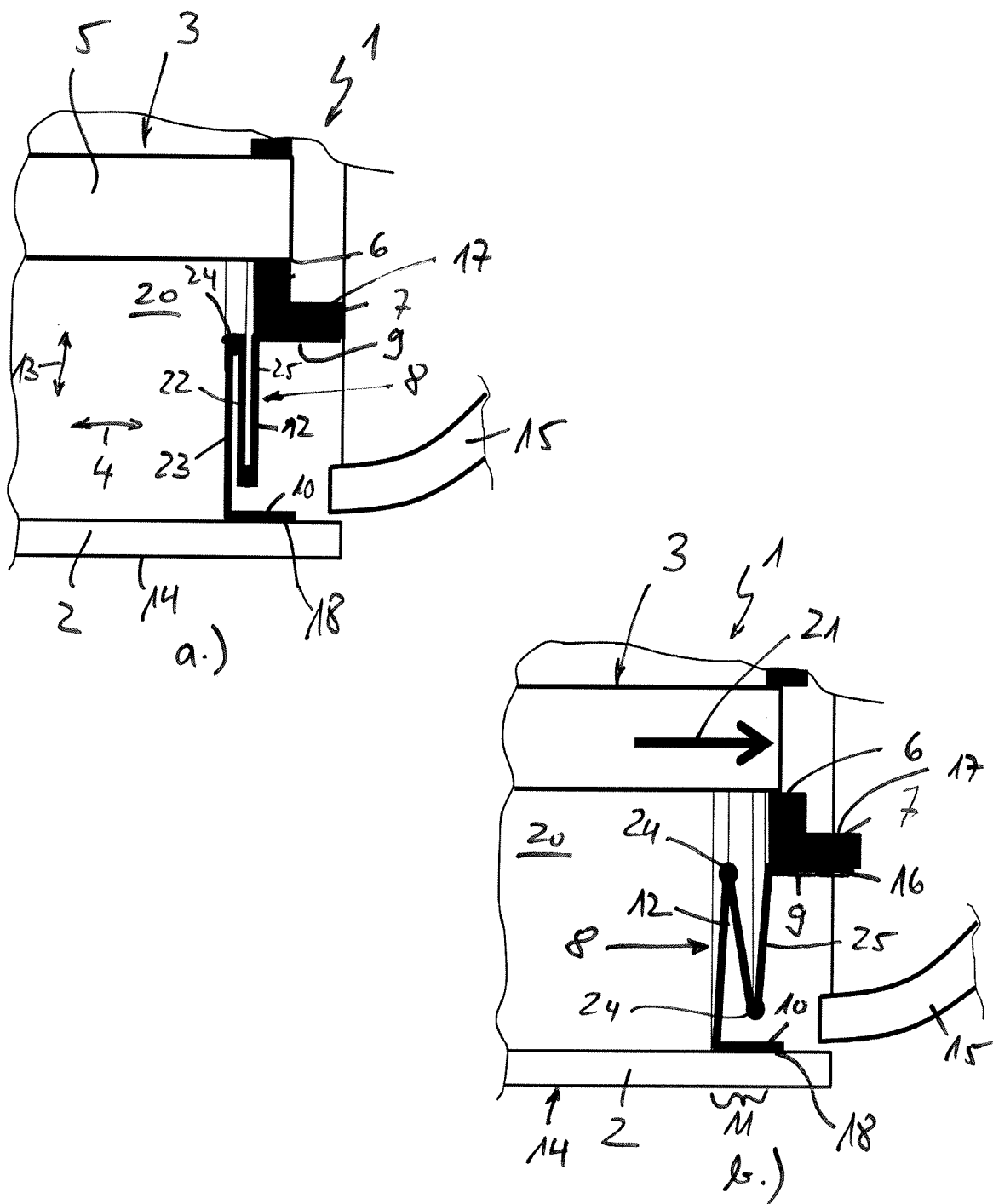


Fig. 6

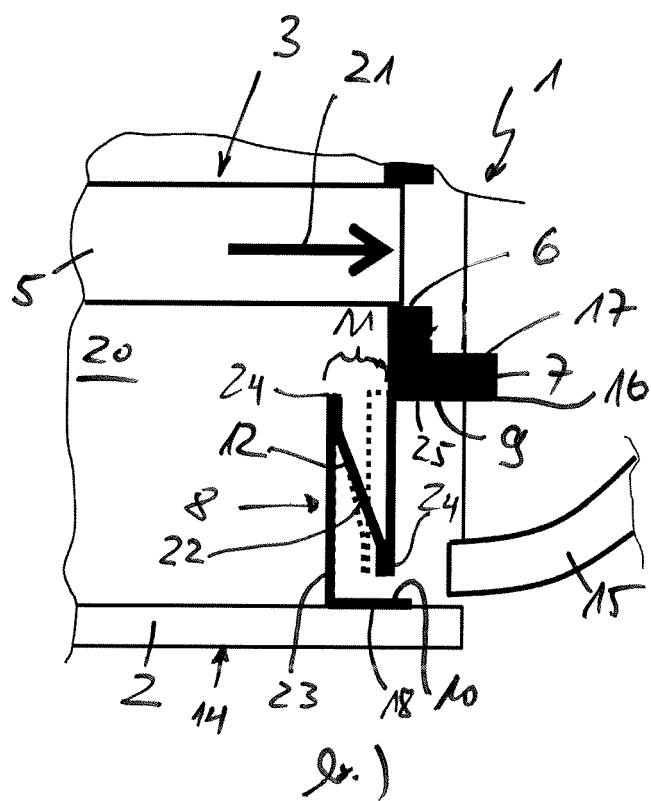
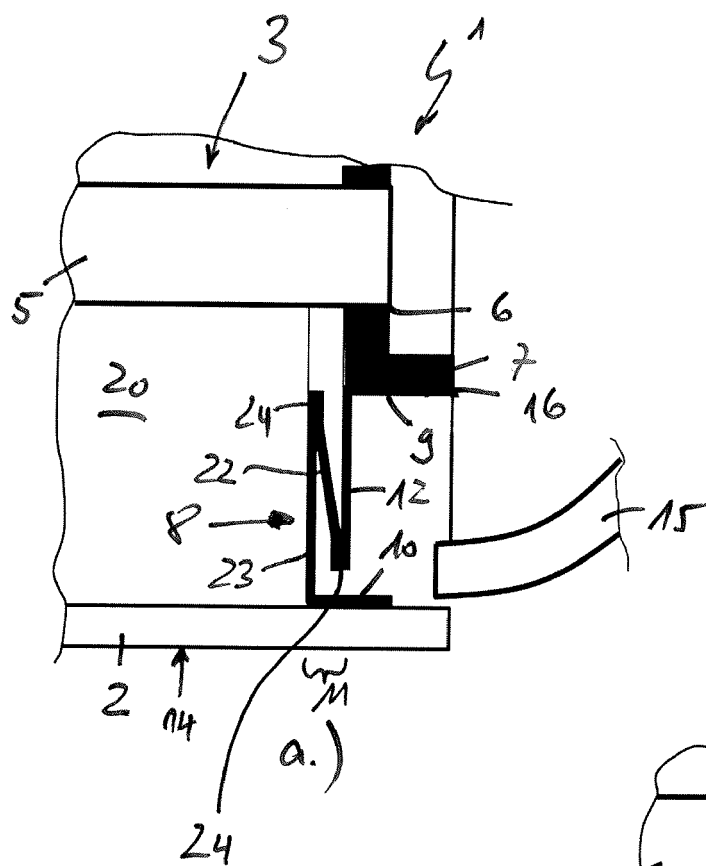


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 20 6043

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2005 037156 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 8. Februar 2007 (2007-02-08) * das ganze Dokument *	1-10	INV. F28D21/00 F28D7/16
A	WO 2007/082774 A2 (BEHR GMBH & CO KG [DE]; NEHER STEFAN [DE]; PFEFFER JOHANNES [DE]; STEC) 26. Juli 2007 (2007-07-26) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-9 *	1-10	
A	DE 41 206 C (ALBERT SCHNEIDER) 18. Oktober 1887 (1887-10-18) * das ganze Dokument *	1	
A	US 2 468 903 A (EUGEN VILLIGER) 3. Mai 1949 (1949-05-03) * Abbildung 1 *	1	
A	EP 1 903 207 A1 (MODINE MFG CO [US]) 26. März 2008 (2008-03-26) * Abbildungen 1-10 *	1	
A	WO 91/15728 A1 (MALM SUNE [SE]) 17. Oktober 1991 (1991-10-17) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-9 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F28D F28F
A	WO 02/18758 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 7. März 2002 (2002-03-07) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-8 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Mai 2017	Prüfer Bloch, Gregor
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 20 6043

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-05-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005037156 A1	08-02-2007	DE 102005037156 A1	08-02-2007
		WO 2007017064 A1	15-02-2007
-----		-----	
WO 2007082774 A2	26-07-2007	CN 101375048 A	25-02-2009
		DE 202007019617 U1	22-07-2014
		EP 1979602 A2	15-10-2008
		JP 2009523994 A	25-06-2009
		US 2011056652 A1	10-03-2011
		US 2015204623 A1	23-07-2015
		WO 2007082774 A2	26-07-2007
-----		-----	
DE 41206 C	18-10-1887	KEINE	
-----		-----	
US 2468903 A	03-05-1949	KEINE	
-----		-----	
EP 1903207 A1	26-03-2008	DE 102006042936 A1	27-03-2008
		EP 1903207 A1	26-03-2008
-----		-----	
WO 9115728 A1	17-10-1991	DE 69017472 D1	06-04-1995
		DE 69017472 T2	31-08-1995
		EP 0523039 A1	20-01-1993
		ES 2068387 T3	16-04-1995
		SE 462815 B	03-09-1990
		WO 9115728 A1	17-10-1991
-----		-----	
WO 0218758 A2	07-03-2002	AU 9059001 A	13-03-2002
		US 6474408 B1	05-11-2002
		WO 0218758 A2	07-03-2002
-----		-----	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- US 2468903 A [0004]
- EP 2851548 A1 [0005]
- DE 10218521 A1 [0006]
- DE 10157285 A1 [0006]