



(11) **EP 2 199 722 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.08.2012 Patentblatt 2012/31

(51) Int Cl.:
F28D 7/16 (2006.01) **F28F 1/42** (2006.01)
F28F 3/04 (2006.01) **F02M 25/07** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09177831.6**

(22) Anmeldetag: **03.12.2009**

(54) **Abgaskühler**

Exhaust gas cooler

Refroidisseur pour gaz d'échappement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **19.12.2008 DE 102008064090**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(73) Patentinhaber: **Mahle International GmbH
70376 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dittmann, Jörg
70569 Stuttgart (DE)**

- **Peters, Holger
71665 Vaihingen/Enz (DE)**
- **Rieger, Harald
72178 Waldachtal (DE)**
- **Schwalk, Bernhard
71634 Ludwigsburg (DE)**

(74) Vertreter: **Bernhard, Uwe
BRP Renaud & Partner
Rechtsanwälte Notare Patentanwälte
Königstrasse 28
70173 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 071 263 WO-A2-2008/041195
US-A1- 2003 000 687 US-A1- 2006 048 759
US-B1- 6 321 835**

EP 2 199 722 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Abgaskühler, insbesondere für eine Abgasrückführung einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise eines Kraftfahrzeugs, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Aus der US 6,321,835 ist ein derartiger Abgaskühler bekannt. Er umfasst einen Abgaseinlass, der mit einer Einlasskammer kommunizierend verbunden ist, einen Abgasauslass, der mit einer Auslasskammer kommunizierend verbunden ist, mehrere Abgasrohre, die als Flachrohre ausgestaltet sind, die sich parallel zueinander durch eine Kühlmittelkammer erstrecken und die einerseits mit der Einlasskammer und andererseits mit der Auslasskammer kommunizierend verbunden sind, einen Kühlmiteleinlass, der mit der Kühlmittelkammer kommunizierend verbunden ist, und einen Kühlmittelauslass, der mit der Kühlmittelkammer kommunizierend verbunden ist. Dabei weisen die Abgasrohre an sich gegenüberliegenden Seiten mehrere, nach außen abstehende Ausbuchtungen auf, die in der Längsrichtung der Abgasrohre voneinander beabstandet sind. Ferner liegen bei jeweils zwei benachbarten Abgasrohren die Ausbuchtungen des einen Abgasrohrs jeweils in der Längsrichtung der Abgasrohre beabstandet zur nächstliegenden Ausbuchtung des anderen Abgasrohrs direkt am anderen Abgasrohr an. Schließlich weisen die Abgasrohre an sich gegenüberliegenden Seiten mehrere, nach innen hineinragende Vertiefungen auf, die in der Längsrichtung der Abgasrohre voneinander beabstandet sind.

[0003] Aus der US 6,920,918 B2 ist ein Abgaskühler bekannt, umfassend einen Abgaseinlass, der mit einer Einlasskammer kommunizierend verbunden ist, einen Abgasauslass, der mit einer Auslasskammer kommunizierend verbunden ist, mehrere Abgasrohre, die als Flachrohre ausgestaltet sind, die sich parallel zueinander durch eine Kühlmittelkammer erstrecken und die einerseits mit der Einlasskammer und andererseits mit der Auslasskammer kommunizierend verbunden sind, einen Kühlmiteleinlass, der mit der Kühlmittelkammer kommunizierend verbunden ist, sowie einen Kühlmittelauslass, der mit der Kühlmittelkammer kommunizierend verbunden ist. Ferner weisen die Abgasrohre an sich gegenüberliegenden Seiten mehrere, nach außen abstehende Ausbuchtungen auf, die in der Längsrichtung der Abgasrohre voneinander beabstandet sind. Über diese Ausbuchtungen stützen sich benachbarte Abgasrohre direkt aneinander ab.

[0004] Beim bekannten Abgaskühler sind die Ausbuchtungen so angeordnet, dass sich die Ausbuchtungen des jeweiligen Abgasrohrs an den Ausbuchtungen des jeweiligen benachbarten Abgasrohrs abstützen. Hierdurch addieren sich die Höhen der einzelnen Ausbuchtungen zu einem vergleichsweise großen Abstand zwischen benachbarten Abgasrohren. Hierdurch wird zwischen benachbarten Abgasrohren ein durchströmbarer Kühlmittelpfad erzeugt. Des Weiteren sind beim be-

kannten Abgaskühler die einzelnen Ausbuchtungen jeweils entlang von Geraden angeordnet, die gegenüber der Längsrichtung der Abgasrohre um etwa 45° geneigt verlaufen. Ein besonderer Vorteil der bekannten Bauweise ist die Möglichkeit, auf zusätzliche Lamellen zu verzichten, die zwischen benachbarten Abgasrohren angeordnet werden können, um den Wärmeübergang zwischen dem Kühlmittel und den Abgasrohren zu verbessern.

[0005] Aus der US 6,453,988 B1, aus der US 6,453,989 B1 und aus der US 6,892,806 B2 sind weitere Abgaskühler bekannt, bei denen jedoch zwischen benachbarten Abgasrohren Lamellen angeordnet sind, um den Wärmeübergang zwischen dem Kühlmittel und den Abgasrohren zu verbessern.

[0006] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Abgaskühler der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine hohe Kühlleistung bei extrem kompakter Bauweise auszeichnet. Außerdem soll der Abgaskühler vergleichsweise preiswert realisierbar sein.

[0007] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Ausbuchtungen, die an den voneinander abgewandten Seiten der Abgasrohre ausgebildet sind, so anzuordnen, dass im montierten Zustand die Ausbuchtungen des einen Abgasrohrs jeweils zwischen zwei Ausbuchtungen des anderen Abgasrohrs unmittelbar an diesem anderen Abgasrohr anliegen. Es ist klar, dass dies nicht für alle Ausbuchtungen des jeweiligen Abgasrohrs gelten kann, da zumindest die außenliegenden, also im Bereich der Längsenden des jeweiligen Abgasrohrs angeordneten Ausbuchtungen am jeweils benachbarten Abgasrohr nur eine benachbarte Ausbuchtung besitzen. Durch die vorgeschlagene Bauweise reduziert sich der Abstand zwischen benachbarten Abgasrohren auf die Höhe der Ausbuchtungen, also auf das Maß, mit dem die Ausbuchtungen von der jeweiligen Seite des zugehörigen Abgasrohrs abstehen. Hierdurch kann der durchströmbare Querschnitt des zwischen benachbarten Abgasrohren ausgebildeten Kühlmittelpfads reduziert werden, was die Strömungsgeschwindigkeit erhöht und somit den Wärmeübergang zwischen Kühlmittel und Abgasrohr verbessert. Ferner kann bei dieser Bauweise nach wie vor auf Lamellen zwischen den benachbarten Abgasrohren verzichtet werden, was eine preiswerte Realisierung des Abgaskühler ermöglicht. Dabei weisen die Abgasrohre an sich gegenüberliegenden Seiten neben den Ausbuchtungen mehrere, nach innen hineinragende Vertiefungen auf, die in der Längsrichtung der Abgasrohre voneinander beabstandet sind.

[0009] Beim erfindungsgemäßen Abgaskühler liegen nun bei zwei benachbarten Abgasrohren die Ausbuchtungen des einen Abgasrohrs jeweils im Bereich wenig-

stens einer Vertiefung des anderen Abgasrohrs am anderen Abgasrohr an. Durch diese Maßnahme lässt sich die Strömung im Bereich der Vertiefungen und Ausbuchtungen vergleichsweise stark beeinflussen, was den Wärmeübergang begünstigt.

[0010] Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform können die einzelnen Ausbuchtungen an der jeweiligen Seite des jeweiligen Abgasrohrs entlang einer Geraden zueinander benachbart sein, die sich parallel zur Längsrichtung des jeweiligen Abgasrohrs erstreckt. Hierdurch ergibt sich eine vergleichsweise einfach herstellbare Geometrie. Außerdem kann vergleichsweise viel Oberfläche für die Wärmeübertragung zur Verfügung gestellt werden.

[0011] Gemäß einer anderen Ausführungsform können die Ausbuchtungen jeweils eine geradlinige Form aufweisen, wobei eine Längsrichtung dieser geradlinigen Ausbuchtungen gegenüber der Längsrichtung des jeweiligen Abgasrohrs geneigt verläuft. Hierdurch erhalten die Ausbuchtungen eine Strömungsleitfunktion, die das Kühlmittel in der Längsrichtung der Ausbuchtungen durch den Kühlmittelpfad hindurchführt, der zwischen benachbarten Abgasrohren ausgebildet ist. Beispielsweise kann hierdurch das Gegenstromprinzip bei der Durchströmung des Abgaskühlers unterstützt werden.

[0012] Alternativ sind jedoch auch Ausbuchtungen denkbar, die in einer senkrecht zur Ebene des jeweiligen Abgasrohrs orientierten Projektion kreisförmig ausgestaltet sind.

[0013] Besonders vorteilhaft ist nun eine Ausführungsform, bei welcher die Vertiefungen jeweils zwischen den Ausbuchtungen angeordnet sind. Ebenso ist eine umgekehrte Anordnung möglich, so dass die Ausbuchtungen jeweils zwischen den Vertiefungen angeordnet sind. Allgemein wechseln sich in der Längsrichtung der Abgasrohre die Vertiefungen und die Ausbuchtungen ab. Unregelmäßige Anordnungen sind auch möglich. Diese Ausbuchtungen vergrößern im Inneren der Abgasrohre die Oberfläche, was die Wärmeübertragung zwischen Abgasrohr und Abgasströmung verbessert. Ferner wird dadurch der durchströmbare Querschnitt der Abgasrohre reduziert, was die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases erhöht. Auch dies führt zu einer verbesserten Wärmeübertragung zwischen Abgas und Abgasrohr. Auch ist es möglich, mit Hilfe der Vertiefungen im Inneren der Abgasrohre eine vielfältige bzw. mehrfache Strömungsumlenkung zu erzwingen, die ebenfalls die Wärmeübertragung zwischen Abgas und Abgasrohr verbessert.

[0014] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform können nun die Ausbuchtungen des einen Abgasrohrs im Bereich der Vertiefungen des anderen Abgasrohrs so am anderen Abgasrohr anliegen, dass jeweils ein quer zur Längsrichtung der Abgasrohre durchströmbarer Kühlmittelpfad entsteht, der an seinen Enden mit der Kühlmittelkammer kommuniziert und der zwischen seinen Enden einerseits durch die jeweilige Vertiefung und andererseits durch die jeweilige Ausbuchtung begrenzt ist. Durch diese Bauweise wird somit auch im

Kühlmittelraum zusätzliche Oberfläche geschaffen, die mit dem Kühlmittel in Kontakt steht und die Wärmeübertragung zwischen Abgasrohr und Kühlmittel verbessert. Auch findet dadurch eine Strömungsumlenkung statt, was ebenfalls den Wärmeübergang zwischen Abgasrohr und Kühlmittel begünstigt.

[0015] Entsprechend einer weiteren Ausführungsform können die Vertiefungen jeweils eine geradlinige Form aufweisen, wobei eine Längsrichtung der geradlinigen Vertiefungen gegenüber der Längsrichtung des jeweiligen Abgasrohrs geneigt verläuft. Vorteilhafte Weitergestaltungen können nun darin gesehen werden, dass die geradlinigen Vertiefungen sich zueinander parallel erstrecken, oder dass die Längsrichtung der jeweiligen Vertiefung zwischen einschließlich 40° und einschließlich 50° oder um etwa 45° gegenüber der Längsrichtung des jeweiligen Abgasrohrs geneigt ist, dass sich die Längsrichtung der geradlinigen Vertiefungen parallel zur Längsrichtung der geradlinigen Ausbuchtungen erstrecken, oder dass die Längsrichtung der Vertiefungen an der einen Seite des jeweiligen Abgasrohrs parallel zur Längsrichtung der Vertiefungen an der gegenüberliegenden Seite des jeweiligen Abgasrohrs orientiert ist.

[0016] Gemäß anderen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Ausbuchtungen an der jeweiligen Seite des jeweiligen Abgasrohrs entlang einer, sich parallel zur Längsrichtung des jeweiligen Abgasrohrs erstreckenden Geraden zueinander benachbart sind, oder dass am jeweiligen Abgasrohr die Ausbuchtungen an der einen Seite jeweils in der Längsrichtung des jeweiligen Abgasrohrs, insbesondere um die Hälfte des Längsabstands benachbarter Ausbuchtungen, versetzt zu den Ausbuchtungen der anderen Seite angeordnet sind, oder dass die Ausbuchtungen in einer senkrecht zur Ebene des jeweiligen Abgasrohrs orientierten Projektion kreisförmig ausgestaltet sind. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die geradlinigen Ausbuchtungen sich zueinander parallel erstrecken, oder dass die Längsrichtung der jeweiligen Ausbuchtung zwischen einschließlich 40° und einschließlich 50° oder um etwa 45° gegenüber der Längsrichtung des jeweiligen Abgasrohrs geneigt ist, oder dass die Längsrichtung der Ausbuchtungen an der einen Seite des jeweiligen Abgasrohrs parallel zur Längsrichtung der Ausbuchtungen an der anderen Seite des jeweiligen Abgasrohrs orientiert ist.

[0017] 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 Bauteile beziehen.

[0018] Es zeigen, jeweils schematisch

55 Fig. 1 eine Seitenansicht eines Abgaskühlers,

Fig. 2 einen Längsschnitt des Abgaskühlers entsprechend Schnittlinien II in Fig. 1,

- Fig. 3 einen Querschnitt des Abgaskühlers entsprechend Schnittlinien III in Fig. 1,
- Fig. 4 eine Frontansicht des Abgaskühlers entsprechend einer Blickrichtung IV in Fig. 1,
- Fig. 5 eine Ansicht von oben auf ein Abgasrohr,
- Fig. 6 eine Ansicht von unten auf das Abgasrohr,
- Fig. 7 einen Längsschnitt des Abgasrohrs entsprechend Schnittlinien VII in Fig. 5,
- Fig. 8 eine Frontansicht des Abgasrohrs entsprechend einer Blickrichtung VIII in Fig. 5,
- Fig. 9 eine Ansicht von oben auf ein Abgasrohr einer anderen Ausführungsform,
- Fig. 10 eine Ansicht von unten auf das Abgasrohr aus Fig. 9,
- Fig. 11 eine Seitenansicht des Abgasrohrs entsprechend einer Blickrichtung XI in Fig. 9,
- Fig. 12 eine Stirnansicht des Abgasrohrs entsprechend einer Blickrichtung XII in Fig. 9,
- Fig. 13 eine Schnittansicht des Abgasrohrs entsprechend Schnittlinien XIII in Fig. 10,
- Fig. 14 eine Ansicht von oben auf ein Abgasrohr bei einer weiteren nicht vom Schutzbereich der Ansprüche umfassten Ausführungsform,
- Fig. 15 eine Ansicht von unten auf das Abgasrohr aus Fig. 14,
- Fig. 16 eine Seitenansicht des Abgasrohrs entsprechend einer Blickrichtung XVI in Fig. 14,
- Fig. 17 eine Schnittansicht des Abgasrohrs entsprechend Schnittlinien XVII in Fig. 14.

[0019] Entsprechend den Fig. 1 - 4 umfasst ein Abgaskühler 1, bei dem es sich bevorzugt um einen Abgasrückführ-Kühler handelt, einen Abgaseinlass 2 und einen Abgasauslass 3. Der Abgaseinlass 2 kommuniziert mit einer Einlasskammer 4, während der Abgasauslass 3 mit einer Auslasskammer 5 kommuniziert. Eine zum Abgaskühler 1 hinführende und eine vom Abgaskühler 1 wegführende Abgasströmung 6 ist durch Pfeile angedeutet. Der Abgaskühler 1 kann bevorzugt in einer Abgasrückführung einer Brennkraftmaschine zur Anwendung kommen, um rückgeführte Abgase zu kühlen. Die Brennkraftmaschine ist dabei vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug angeordnet.

[0020] Der Abgaskühler 1 weist mehrere Abgasrohre

7 auf. Diese sind entsprechend den Fig. 3 - 17 als Flachrohre ausgestaltet. Das bedeutet, dass die Abgasrohre 7 im Querschnitt deutlich breiter sind als hoch. Beispielsweise sind sie mindestens fünfmal oder mindestens zehnmal breiter als hoch. Die Abgasrohre 7 sind zweckmäßig als Gleichteile ausgestaltet. Die Abgasrohre 7 erstrecken sich parallel zueinander und erstrecken sich dabei durch eine Kühlmittelkammer 8 des Abgaskühlers 1. Die Abgasrohre 7 sind einerseits mit der Einlasskammer 4 und andererseits mit der Auslasskammer 5 kommunizierend verbunden. Des Weiteren besitzt der Abgaskühler 1 einen Kühlmittleinlass 9, der mit der Kühlmittelkammer 8 verbunden ist, sowie einen Kühlmittelauslass 10, der ebenfalls mit der Kühlmittelkammer 8 kommunizierend verbunden ist. Eine Kühlmittelströmung 11 ist in Fig. 1 durch Pfeile symbolisch angedeutet. Vorzugsweise wird der Abgaskühler 1 so in den Abgasstrom 6 und in den Kühlmittelstrom 11 eingebunden, dass sich eine Durchströmung im Gegenstrom ausbildet.

[0021] Entsprechend Fig. 2 durchsetzen die Abgasrohre 7 einlassseitig eine Wand 12 und auslassseitig eine Wand 13. An diesen Wänden 12, 13 sind die Abgasrohre 7 gasdicht befestigt. Die einlassseitige Wand 12 trennt die Kühlmittelkammer 8 von der Einlasskammer 4. Die auslassseitige Wand 13 trennt die Kühlmittelkammer 8 von der Auslasskammer 5. Die Kühlmittelkammer 8 ist von einem Gehäuse 14 umschlossen. Ein Querschnitt 15 des Gehäuses 14 ist dabei größer als ein in Fig. 4 erkennbarer Querschnitt 16 des Abgasauslasses 3. Er ist auch größer als ein hier nicht dargestellter Querschnitt des Abgaseinlasses 2. Zweckmäßig ist der Querschnitt des Abgaseinlasses 2 dabei gleich groß wie der Querschnitt 16 des Abgasauslasses 3. Die Einlasskammer 4 ist entsprechend den Fig. 1 und 2 von einem Einlasstrichter 17 umschlossen, während die Auslasskammer 5 von einem Auslasstrichter 18 umschlossen ist. Während der Einlasstrichter 17 den Abgaseinlass 2 mit dem Gehäuse 14 verbindet, schafft der Auslasstrichter 18 eine Verbindung zwischen dem Gehäuse 14 und dem Abgasauslass 3. Zumindest einer der Trichter 17, 18 ist von außen auf das Gehäuse 14 aufgesteckt. Im Beispiel sind beide Trichter 17, 18 von außen auf das Gehäuse 14 aufgesteckt. Hierdurch wird ein axialer Überlappungsbereich 19 geschaffen, der in Fig. 2 durch eine geschweifte Klammer angedeutet ist. In diesem Überlappungsbereich 19 ist auch die jeweilige Wand 12 bzw. 13 angeordnet. Erkennbar stößt dabei die jeweilige Wand 12, 13 randseitig an einer nicht näher bezeichneten Innenseite des Gehäuses 14 an und ist dabei auf Stoß mit dem Gehäuse 14 verbunden.

[0022] Im Beispiel sind am Gehäuse 14 zwei Befestigungslaschen 20 befestigt, mit deren Hilfe der Abgaskühler 1 an einem entsprechenden Träger oder dergleichen befestigt werden kann. Ferner besitzt der Abgaskühler 1 hier einen Einlassflansch 21 sowie einen Auslassflansch 22, mit deren Hilfe der Abgaskühler 1 in eine Abgasrückführleitung eingebunden werden kann. Im Einlassflansch 21 ist der Abgaseinlass 2 angeordnet.

Hierzu ist ein Einlassrohr 23 vorgesehen, das den Abgaseinlass 2 aufweist und das einerseits in den Einlassflansch 21 hineinragt und das andererseits in den Einlasstrichter 17 hineinragt. Auslassseitig ist ein Auslassrohr 24 vorgesehen, das einerseits in den Auslasstrichter 18 hineinragt und das andererseits in den Auslassflansch 22 hineinragt. Ferner weist dieses Auslassrohr 24 den Abgasauslass 3 auf. Auch ist der Kühlmittel-einlass 9 an einem Einlassstutzen 25 ausgebildet, der auf geeignete Weise an das Gehäuse 14 angeschlossen ist. Ferner ist ein Auslassstutzen 26 vorgesehen, der den Kühlmittelauslass 10 aufweist und der auf geeignete Weise an das Gehäuse 14 angeschlossen ist.

[0023] Vorzugsweise ist der Abgaskühler 1 vollständig aus Edelstahl hergestellt. Zumindest ist jedoch wenigstens eine der folgenden Komponenten aus Edelstahl hergestellt: Einlassflansch 21, Einlassrohr 23, Einlasstrichter 17, einlassseitige Wand 12, Gehäuse 14, auslassseitige Wand 13, Auslasstrichter 18, Auslassrohr 24, Auslassflansch 22, Abgasrohr 7, Einlassstutzen 25, Auslassstutzen 26, Befestigungsglasche 20. Die separat voneinander hergestellten Komponenten des Abgaskühlers 1 sind bevorzugt über Schweißverbindungen aneinander befestigt.

[0024] Entsprechend Fig. 3 können in der Kühlmittelkammer 8 zumindest zwei nebeneinander angeordnete Stapel 27 angeordnet sein, die jeweils mehrere aufeinander gestapelte Abgasrohre 7 umfassen.

[0025] Entsprechend den Fig. 5 - 17 weisen die Abgasrohre 7 an sich gegenüberliegenden Seiten 28, bei denen es sich um die breiteren Seiten der flachen Abgasrohre 7 handelt, jeweils mehrere, nach außen abstehende Ausbuchtungen 29 auf. Diese sind in einer Längsrichtung 30 der Abgasrohre 7 relativ zueinander beabstandet angeordnet. Derartige Ausbuchtungen 29 sind bei den Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 vorhanden, während sie bei dem Abgaskühler der Fig. 14 - 17 nicht vorhanden sind. Über diese Ausbuchtungen 29 stützen sich benachbarte Abgasrohre 7 bei den Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 direkt aneinander ab.

[0026] Dabei sind diese Ausbuchtungen 29 bei den hier vorgestellten Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 so angeordnet und ausgestaltet, dass sich bei den aufeinanderliegenden Abgasrohren 7 die Ausbuchtungen 29 des einen Abgasrohrs 7 - abgesehen von der jeweils ersten Ausbuchtung 29 und der jeweils letzten Ausbuchtung 29 - jeweils zwischen zwei benachbarten Ausbuchtungen 29 des anderen Abgasrohrs 7 unmittelbar an diesem anderen Abgasrohr 7 anliegen. Mit anderen Worten, alle Ausbuchtungen 29 des einen Abgasrohrs 7 liegen jeweils in der Längsrichtung 30 beabstandet zur nächstliegenden Ausbuchtung 29 des anderen Abgasrohrs 7 direkt an diesem anderen Abgasrohr 7 an. Hierdurch entspricht der Abstand zwischen benachbarten Abgasrohren 7 der Höhe der Ausbuchtungen 29.

[0027] Bei den Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 sind die einzelnen Ausbuchtungen 29 an der jeweiligen Seite 28 des zugehörigen Abgasrohrs 7 entlang einer Geraden

31 angeordnet, die sich parallel zur Längsrichtung 30 des zugehörigen Abgasrohrs 7 erstreckt.

[0028] Wie insbesondere in Schnittansichten der Fig. 7 und 11 entnehmbar ist, können die Ausbuchtungen 29 innerhalb des jeweiligen Abgasrohrs 7 an den voneinander abgewandten Seiten 28 in der Längsrichtung 30 zueinander versetzt angeordnet sein. Dabei ist der in Längsrichtung 30 durchgeführte Versatz zweckmäßig so bemessen, dass er der Hälfte eines in der Längsrichtung 30 gemessenen Abstands 32 zwischen zwei benachbarten Ausbuchtungen 29 entspricht. Hierdurch sind am jeweiligen Abgasrohr 7 die Ausbuchtungen 29 der einen Seite bezüglich einer senkrecht zur Ebene des jeweiligen Abgasrohrs 7 orientierten Projektion jeweils zwischen, insbesondere mittig, zwei benachbarten Ausbuchtungen 29 der anderen Seite 28 dieses Abgasrohrs 7 angeordnet.

[0029] Im Beispiel der Fig. 5 - 8 besitzen die Ausbuchtungen 29 jeweils eine geradlinige Form. Eine Längsrichtung 33 dieser geradlinigen Ausbuchtungen 29 ist dabei gegenüber der Längsrichtung 30 des zugehörigen Abgasrohrs 7 geneigt ausgerichtet. Im Beispiel ist die Längsrichtung 33 der jeweiligen geradlinigen Ausbuchtung 29 um etwa 45° gegenüber der Längsrichtung 30 geneigt. Grundsätzlich sind jedoch auch andere Winkel denkbar. Vorzugsweise liegt der zwischen den genannten Längsrichtungen 33 und 30 eingeschlossene Winkel in einem Bereich von einschließlich 40° bis einschließlich 50°. Zweckmäßig sind dabei alle geradlinigen Ausbuchtungen 29 an der jeweiligen Seite 28 des zugehörigen Abgasrohrs 7 zueinander parallel orientiert. Zweckmäßig sind dabei die geradlinigen Ausbuchtungen 29 am jeweiligen Abgasrohr 7 an den beiden sich gegenüberliegenden Seiten 28 gleichsinnig und insbesondere parallel zueinander gegenüber der Längsrichtung 30 des zugehörigen Abgasrohrs 7 geneigt, und zwar insbesondere in einer senkrecht zur Ebene des jeweiligen Abgasrohrs 7 orientierten Projektion.

[0030] Die Fig. 9 - 13 zeigen eine andere Ausführungsform bzw. eine andere Formgebung für die Ausbuchtungen 29. Hier sind sie in einer Projektion, die senkrecht zur Ebene des jeweiligen Abgasrohrs 7 orientiert ist, kreisförmig ausgestaltet. Die Ausbuchtungen 29 sind dadurch warzenförmig gestaltet. Sie sind bei der hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsform jeweils bezüglich der breiten Richtung des jeweiligen Abgasrohrs 7 mittig an der jeweiligen Seite 28 angeordnet.

[0031] Bei den Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 weisen die Abgasrohre 7 an den sich gegenüberliegenden Seiten 28 außerdem mehrere, nach innen hineinragende Vertiefungen 34 auf. Auch diese sind in der Längsrichtung 30 des zugehörigen Abgasrohrs 7 voneinander beabstandet. Zweckmäßig ist dabei die in den Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 gezeigte Anordnung, bei welcher sich in der Längsrichtung 30 Vertiefungen 34 und Ausbuchtungen 29 abwechseln. Zwischen zwei benachbarten Vertiefungen 34 ist dabei jeweils eine Ausbuchtung 29 angeordnet.

[0032] Dabei erfolgt die Positionierung der Vertiefungen 34 und der Ausbuchtungen 29 zweckmäßig so, dass die Ausbuchtungen 29 des einen Abgasrohrs 7 jeweils im Bereich wenigstens einer solchen Vertiefung 34 des dazu benachbarten anderen Abgasrohrs 7 an diesem anderen Abgasrohr 7 anliegen.

[0033] In den gezeigten Ausführungsformen sind die Vertiefungen 34 jeweils geradlinig ausgebildet. Dabei besitzen sie eine Längsrichtung 35, die ebenfalls gegenüber der Längsrichtung 30 des zugehörigen Abgasrohrs 7 geneigt verläuft. Dabei ist es zweckmäßig, dass sich sämtliche Vertiefungen 34 des jeweiligen Abgasrohrs 7 parallel zueinander erstrecken. Zweckmäßig liegt der Winkel, den die Längsrichtung 35 der Vertiefungen 34 mit der Längsrichtung 30 des zugehörigen Abgasrohrs 7 einschließt, zwischen einschließlich 40° und einschließlich 50°. Im gezeigten Beispiel liegt besagter Winkel bei 45°. Somit erstrecken sich in den gezeigten Beispielen die Längsrichtung 33 der Ausbuchtungen 29 parallel zur Längsrichtung 35 der Vertiefungen 34. Außerdem ist auch hier vorgesehen, dass die Vertiefungen 34 an den beiden sich gegenüberliegenden Seiten 28 des gleichen Abgasrohrs 7 in der gleichen Richtung gegenüber der Längsrichtung 30 des Abgasrohrs 7 geneigt verlaufen, wodurch sich in der Projektion senkrecht zur Ebene des jeweiligen Abgasrohrs 7 eine parallele Anordnung der geradlinigen Vertiefungen 34 und der geradlinigen Ausbuchtungen 29 ergibt.

[0034] Bei den hier gezeigten Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 sind die Vertiefungen 34 in der Längsrichtung 30 des zugehörigen Abgasrohrs 7 schmaler oder kürzer als die Ausbuchtungen 29. Ferner sind die Vertiefungen 34 quer zur Längsrichtung 30 des zugehörigen Abgasrohrs 7 größer bzw. länger als die Ausbuchtungen 29. Entsprechend Fig. 8 können die Vertiefungen 34 zweckmäßig soweit in das Innere des jeweiligen Abgasrohrs 7 hineinragen, dass die Vertiefungen 34 der sich gegenüberliegenden Seiten 28 im Inneren des Abgasrohrs 7 aneinander anliegen. Somit ragen die Vertiefungen 34 jeweils mit einer Tiefe oder Höhe in das Abgasrohr 7 hinein, die dem halben Abstand der sich gegenüberliegenden Seiten 28 des Abgasrohrs 7 entspricht.

[0035] Bei den hier gezeigten Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 sind die Vertiefungen 34 und die Ausbuchtungen 29 so aufeinander abgestimmt, dass die Ausbuchtungen 29 des einen Abgasrohrs 7 im Bereich der Vertiefungen 34 des anderen Abgasrohrs 7 am jeweils benachbarten oder anderen Abgasrohr 7 anliegen, und zwar so, dass dadurch ein Kühlmittelpfad entsteht, der quer zur Längsrichtung 30 der Abgasrohre 7 durchströmbar ist. Der jeweilige Kühlmittelpfad ist dabei an seinen Enden mit der Kühlmittelkammer 8 kommunizierend verbunden, da die Ausbuchtungen 29 die gegenüberliegende Vertiefung 34 nicht vollständig abdecken können. Zwischen seinen Enden ist dann der jeweilige Kühlmittelpfad einerseits durch die jeweilige Vertiefung 34 bzw. durch deren Wandung und andererseits durch die jeweilige Ausbuchtung 29 bzw. durch deren Wandung begrenzt.

Mit Hilfe dieser Kühlmittelpfade wird eine gezielte Durchströmung der Vertiefungen 34 und Umströmung der Ausbuchtungen 29 erreicht. Auf diese Weise kann mehr Oberfläche mit dem Kühlmittel in Kontakt treten, was die Wärmeübertragung zwischen den Abgasrohren 7 und dem Kühlmittel verbessert.

[0036] Bei der in den Fig. 14 - 17 gezeigten Abgaskühler weisen die Abgasrohre 7 an den sich gegenüberliegenden Seiten 28 jeweils mehrere, nach innen hineinragende Vertiefungen 36 auf. Bei diesem Abgaskühler sind jedoch keine Ausbuchtungen 29 vorhanden. Optional können Abstandhalter vorgesehen werden, zusätzlich kann dann entweder ein Rand, an dem keine Welle ist, oder die Welle unterbrochen werden. In der Folge können benachbarte Abgasrohre 7 an den Seiten 28, welche die Vertiefungen 36 enthalten, direkt und flächig aneinander liegen und bevorzugt eben sein. Beispielsweise kann ein Abstand von mehr als 1 mm eingehalten werden. Dabei sind jedoch die Vertiefungen 36 so ausgestaltet bzw. so angeordnet, dass sie an den aneinander anliegenden Abgasrohren 7 zumindest einen Kühlmittelpfad ausbilden, der quer zur Längsrichtung 30 der Abgasrohre 7 durchströmbar ist. Auch dieser Kühlmittelpfad kommuniziert mit der Kühlmittelkammer 8.

[0037] Die Vertiefungen 36 sind im Unterschied zu den Ausführungsformen der Fig. 5 - 13 nicht in Längsrichtung 30 der Abgasrohre 7, sondern quer zur Längsrichtung 30 der Abgasrohre 7 zueinander beabstandet bzw. zueinander benachbart angeordnet. Wie in den Fig. 14 und 15 deutlich erkennbar ist, sind die Vertiefungen 36 dabei jeweils durchgehend ausgestaltet, so dass sie sich von einem einlassseitigen Längsendbereich 37 des jeweiligen Abgasrohrs 7 bis zu einem auslassseitigen Längsendbereich 38 des jeweiligen Abgasrohrs 7 erstrecken. Hierdurch kann ein Queraustausch von Kühlmittel über die gesamte Länge der Abgasrohre 7 erfolgen. Im Beispiel sind die Vertiefungen 36 bezüglich ihrer Längsrichtung wellenförmig oder schlangenförmig ausgestaltet. Denkbar sind auch andere Formgebungen, wie zum Beispiel eine Sägezahnform.

[0038] Die Anordnung bzw. Formgebung der Vertiefungen 36 erfolgt dabei so, dass sich die Vertiefungen 36 der aneinander anliegenden Seiten 28 benachbarter Abgasrohre 7 entlang der Längsrichtung 30 der Abgasrohre 7 mehrfach schneiden. Hierdurch kann Kühlmittel von den Vertiefungen 36 des einen Abgasrohrs 7 in die Vertiefungen 36 des anderen, daran anliegenden, benachbarten Abgasrohrs 7 gelangen. Dies verbessert die Durchmischung und somit die Wärmeübertragung. Erreicht wird dies beispielsweise dadurch, dass die Vertiefungen 36 innerhalb des jeweiligen Abgasrohrs 7 so geformt bzw. angeordnet sind, dass sich die Vertiefungen 36 der sich gegenüberliegenden Seiten 28 im Inneren des jeweiligen Abgasrohrs 7 entlang ihrer Längsrichtung bzw. entlang der Längsrichtung 30 des Abgasrohrs 7 mehrfach schneiden. Betrachtet wird hierbei eine Projektion, die senkrecht zur Ebene des jeweiligen Abgas-

rohrs 7 orientiert ist. Betrachtet man beispielsweise die wellenförmigen Vertiefungen 36 an der oberen Seite 28 gemäß Fig. 14 und an der unteren Seite 28 gemäß Fig. 15, erkennt man, dass die Wellenberge der Oberseite 28 auf Wellentäler der Unterseite 28 treffen und umgekehrt. Dies führt zu den genannten Überschneidungen im Verlauf der jeweiligen Vertiefungen 36.

[0039] Entsprechend Fig. 17 ragen die Vertiefungen 36 bei einem Beispiel an den sich gegenüberliegenden Seiten 28 des jeweiligen Abgasrohrs 7 soweit in das Innere des jeweiligen Abgasrohrs 7 hinein, dass sie sich im Inneren des Abgasrohrs 7 berühren. Zweckmäßig ist dabei eine symmetrische Anordnung, so dass die Vertiefungen 36 der jeweiligen Seite 28 jeweils etwa die Hälfte des Abstands zwischen den Seiten 28 überwinden. Die Vertiefungen 36 liegen bevorzugt flächig aneinander an. Insbesondere können die Einprägungen ca. 1/6 der lichten Höhe in das Abgasrohr hineinragen. Dadurch bleibt ein durchgängiger Raum in der Mitte.

[0040] Im Beispiel sind ohne Beschränkung der Allgemeinheit an der einen Seite 28 gemäß Fig. 14 drei Vertiefungen 36 vorgesehen, während an der gegenüberliegenden Seite 28 gemäß Fig. 15 vier derartige Vertiefungen 36 vorgesehen sind. Da somit an der einen Seite 28 eine Vertiefung 36 mehr angeordnet ist als an der anderen Seite 28, ist es besonders einfach, benachbarte Abgasrohre 7 so aneinander anzulegen, dass sich die gewünschten Überschneidungen und die gewünschten Kühlmittelpfade ergeben.

Patentansprüche

1. Abgaskühler, insbesondere für eine Abgasrückführung einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise eines Kraftfahrzeugs,

- mit einem Abgaseinlass (2), der mit einer Einlasskammer (4) kommunizierend verbunden ist,
- mit einem Abgasauslass (3), der mit einer Auslasskammer (5) kommunizierend verbunden ist,
- mit mehreren Abgasrohren (7), die als Flachrohre ausgestaltet sind, die sich parallel zueinander durch eine Kühlmittelkammer (8) erstrecken und die einerseits mit der Einlasskammer (4) und andererseits mit der Auslasskammer (5) kommunizierend verbunden sind,
- mit einem Kühlmiteleinlass (9), der mit der Kühlmittelkammer (8) kommunizierend verbunden ist,
- mit einem Kühlmittelauslass (10), der mit der Kühlmittelkammer (8) kommunizierend verbunden ist,
- wobei die Abgasrohre (7) an sich gegenüberliegenden Seiten (28) mehrere, nach außen abstehende Ausbuchtungen (29) aufweisen, die in der Längsrichtung (30) der Abgasrohre (7) voneinander beabstandet sind,

- wobei bei jeweils zwei benachbarten Abgasrohren (7) die Ausbuchtungen (29) des einen Abgasrohrs (7) jeweils in der Längsrichtung (30) der Abgasrohre (7) beabstandet zur nächstliegenden Ausbuchtung (29) des anderen Abgasrohrs (7) direkt am anderen Abgasrohr (7) anliegen,

- wobei die Abgasrohre (7) an sich gegenüberliegenden Seiten (28) mehrere, nach innen hineinragende Vertiefungen (34) aufweisen, die in der Längsrichtung (30) der Abgasrohre (7) voneinander beabstandet sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei zwei benachbarten Abgasrohren (7) die Ausbuchtungen (29) des einen Abgasrohrs (7) jeweils im Bereich wenigstens einer Vertiefung (34) des anderen Abgasrohrs (7) am anderen Abgasrohr (7) anliegen.

2. Abgaskühler nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei zwei benachbarten Abgasrohren (7) die Ausbuchtungen (29) des einen Abgasrohrs (7) im Bereich der Vertiefungen (34) des anderen Abgasrohrs (7) so am anderen Abgasrohr (7) anliegen, dass jeweils ein quer zur Längsrichtung (30) der Abgasrohre (7) durchströmbarer Kühlmittelpfad entsteht, der an seinen Enden mit der Kühlmittelkammer (8) kommuniziert und der zwischen seinen Enden einerseits durch die jeweilige Vertiefung (34) und andererseits durch die jeweilige Ausbuchtung (29) begrenzt ist.

3. Abgaskühler nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Vertiefungen (34) an den sich gegenüberliegenden Seiten (28) des jeweiligen Abgasrohrs (7) soweit hineinragen, dass sie im Inneren des jeweiligen Abgasrohrs (7) aneinander anliegen.

4. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass sich in der Längsrichtung (30) des Abgasrohrs (7) die Vertiefungen (34) und die Ausbuchtungen (29) einander abwechseln.

5. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Vertiefungen (34) jeweils eine geradlinige Form aufweisen, wobei eine Längsrichtung (35) der geradlinigen Vertiefungen (34) gegenüber der Längsrichtung (30) des jeweiligen Abgasrohrs (7) geneigt verläuft.

6. Abgaskühler nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die geradlinigen Vertiefungen (34) sich zueinander parallel erstrecken, oder
 - **dass** die Längsrichtung (35) der jeweiligen Vertiefung (34) zwischen einschließlich 40° und einschließlich 50° oder um etwa 45° gegenüber der Längsrichtung (30) des jeweiligen Abgasrohrs (7) geneigt ist, oder
 - **dass** sich die Längsrichtung (35) der geradlinigen Vertiefungen (34) parallel zur Längsrichtung (33) der geradlinigen Ausbuchtungen (29) erstrecken, oder
 - **dass** die Längsrichtung (35) der Vertiefungen (34) an der einen Seite (28) des jeweiligen Abgasrohrs (7) parallel zur Längsrichtung (35) der Vertiefungen (34) an der gegenüberliegenden Seite (28) des jeweiligen Abgasrohrs (7) orientiert ist.
7. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** die einzelnen Ausbuchtungen (29) an der jeweiligen Seite (28) des jeweiligen Abgasrohrs (7) entlang einer, sich parallel zur Längsrichtung (30) des jeweiligen Abgasrohrs (7) erstreckenden Geraden (31) zueinander benachbart sind, oder
 - **dass** am jeweiligen Abgasrohr (7) die Ausbuchtungen (29) an der einen Seite (28) jeweils in der Längsrichtung (30) des jeweiligen Abgasrohrs (7), insbesondere um die Hälfte des Längsabstands (32) benachbarter Ausbuchtungen (29), versetzt zu den Ausbuchtungen (29) der anderen Seite (28) angeordnet sind, oder
 - **dass** die Ausbuchtungen (29) in einer senkrecht zur Ebene des jeweiligen Abgasrohrs (7) orientierten Projektion kreisförmig ausgestaltet sind.
8. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Ausbuchtungen (29) jeweils eine geradlinige Form aufweisen, wobei eine Längsrichtung (33) der geradlinigen Ausbuchtungen (29) gegenüber der Längsrichtung (30) des jeweiligen Abgasrohrs (7) geneigt verläuft.
9. Abgaskühler nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** die geradlinigen Ausbuchtungen (29) sich zueinander parallel erstrecken, oder
 - **dass** die Längsrichtung (33) der jeweiligen Ausbuchtung (29) zwischen einschließlich 40° und einschließlich 50° oder um etwa 45° gegenüber der Längsrichtung (30) des jeweiligen Abgasrohrs (7) geneigt ist, oder
 - **dass** die Längsrichtung (33) der Ausbuchtungen (29) an der einen Seite (28) des jeweiligen Abgasrohrs (7) parallel zur Längsrichtung (33) der Ausbuchtungen (29) an der anderen Seite (28) des jeweiligen Abgasrohrs (7) orientiert ist.
10. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** die Vertiefungen (34) in der Längsrichtung (30) des jeweiligen Abgasrohrs (7) schmaler sind als die Ausbuchtungen (29), und/oder
 - **dass** die Vertiefungen (34) quer zur Längsrichtung (30) des jeweiligen Abgasrohrs (7) länger sind als die Ausbuchtungen (29).
11. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in der Kühlmittelkammer (8) zumindest zwei Stapel (27) aufeinander gestapelter oder aneinander anliegender Abgasrohre (7) nebeneinander angeordnet sind.
12. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** die Abgasrohre (7) einlassseitig und/oder auslassseitig eine Wand (12, 13) durchsetzen und an dieser Wand (12, 13) dicht befestigt sind,
 - **dass** die jeweilige Wand (12, 13) die Kühlmittelkammer (8) von der Einlasskammer (4) oder von der Auslasskammer (5) trennt,
 - wobei optional vorgesehen sein kann, dass die Kühlmittelkammer (8) von einem Gehäuse (14) umschlossen ist, dessen Querschnitt (15) größer ist als der Querschnitt (16) des Abgasauslasses (3) und größer ist als der Querschnitt des Abgaseinlasses (2),
 - wobei optional vorgesehen sein kann, dass die jeweilige Wand (12, 13) randseitig an einer Innenseite des Gehäuses (14) anstößt und auf Stoß mit dem Gehäuse (14) verbunden ist.
13. Abgaskühler nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** die Einlasskammer (4) von einem Einlasstrichter (17) umschlossen ist, der den Abgaseinlass (2) mit dem Gehäuse (14) verbindet, und/oder
 - **dass** die Auslasskammer (5) von einem Auslasstrichter (18) umschlossen ist, der den Abgasauslass (3) mit dem Gehäuse (14) verbindet,
 - wobei optional vorgesehen sein kann, dass der Einlasstrichter (17) und/oder der Auslasstrichter (18) von außen auf das Gehäuse (14) aufgesteckt ist.
14. Abgaskühler nach den Ansprüchen 12 und 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die jeweilige Wand (12, 13) im Überlappungsbereich (19) des jeweiligen Trichters (17, 18) angeordnet ist.

15. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** alle folgenden Komponenten oder zumindest eine der folgenden Komponenten aus Edelstahl hergestellt ist: Abgaseinlass (2) oder ein den Abgaseinlass (2) aufweisendes Einlassrohr (23), Abgasauslass (3) oder ein den Abgasauslass (3) aufweisendes Auslassrohr (24), Kühlmittleinlass (9) oder ein den Kühlmittleinlass (9) aufweisender Einlassstutzen (25), Kühlmittelauslass (10) oder ein den Kühlmittelauslass (10) aufweisender Auslassstutzen (26), Abgasrohre (7), ein die Kühlmittelkammer (8) umschließendes Gehäuse (14), eine von den Abgasrohren (7) durchsetzte einlassseitige Wand (12), eine von den Abgasrohren (7) durchsetzte auslassseitige Wand (13), ein die Einlasskammer (4) umschließender Einlassstrichter (17), ein die Aulasskammer (5) umschließender Auslassstrichter (18), ein den Abgaseinlass (2) umfassender Einlassflansch (21), ein den Abgasauslass (3) umfassender Auslassflansch (22).

16. Abgaskühler nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** alle aneinander befestigten Komponenten des Abgaskühlers oder wenigstens zwei aneinander befestigte Komponenten des Abgaskühlers (1) mittels Schweißverbindungen aneinander befestigt sind.

Claims

1. Exhaust gas cooler, in particular for an exhaust gas recirculation system of an internal combustion engine, preferably of a motor vehicle,
- with an exhaust gas inlet (2) which is connected in a communicating manner to an inlet chamber (4),
 - with an exhaust gas outlet (3) which is connected in a communicating manner to an outlet chamber (5),
 - with a plurality of exhaust gas pipes (7) which are configured as flat pipes, extend parallel to each other through a coolant chamber (8) and are connected in a communicating manner to the inlet chamber (4) on one side and to the outlet chamber (5) on the other side,
 - with a coolant inlet (9) which is connected in a communicating manner to the coolant chamber (8),
 - with a coolant outlet (10) which is connected in a communicating manner to the coolant cham-

ber (8),

- wherein the exhaust gas pipes (7) have on mutually opposite sides (28) a plurality of outwardly projecting protrusions (29) which are spaced apart from each other in the longitudinal direction (30) of the exhaust gas pipes (7),

- wherein with in each case two adjacent exhaust gas pipes (7), the protrusions (29) of one exhaust gas pipe (7) bear in each case directly against the other exhaust gas pipe (7) at a distance in the longitudinal direction (30) of the exhaust gas pipes (7) from the nearest protrusion (29) of the other exhaust gas pipe (7),

- wherein the exhaust gas pipes (7) have a plurality of inwardly projecting depressions (34) on mutually opposite sides (28), which depressions are at a distance from each other in the longitudinal direction (30) of the exhaust gas pipes (7)

characterised in that

with two adjacent exhaust gas pipes (7), the protrusions (29) of one exhaust gas pipe (7) bear in each case against the other exhaust gas pipe (7) in the region of at least one depression (34) of the other exhaust gas pipe (7).

2. Exhaust gas cooler according to Claim 1,

characterised in that

with two adjacent exhaust gas pipes (7), the protrusions (29) of one exhaust gas pipe (7) can bear against the other exhaust gas pipe (7) in the region of the depressions (34) of the other exhaust gas pipe (7) in such a manner that in each case a coolant path is produced which can be flowed through transversely with respect to the longitudinal direction (30) of the exhaust gas pipes (7), communicates at its ends with the coolant chamber (8) and is delimited between its ends by the respective depression (34) on one side and by the respective protrusion (29) on the other.

3. Exhaust gas cooler according to Claim 1 or 2,

characterised in that

the depressions (34) on the mutually opposite sides (28) of the respective exhaust gas pipe (7) project so far that they bear against each other in the interior of the respective exhaust gas pipe (7).

4. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 through 3,

characterised in that

the depressions (34) and the protrusions (29) alternate each other in the longitudinal direction (30) of the exhaust gas pipe (7).

5. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 through 4,

characterised in that

the depressions (34) have in each case a straight-

edged shape, wherein a longitudinal direction (35) of the straight-edged depressions (34) runs in an inclined manner to the longitudinal direction (30) of the respective exhaust gas pipe (7).

6. Exhaust gas cooler according to Claim 5, characterised in that

- the straight-edged depressions (34) extend parallel to each other, or
- the longitudinal direction (35) of the respective depression (34) is inclined by between 40° and 50° inclusive or by approximately 45° to the longitudinal direction (30) of the respective exhaust gas pipe (7), or
- the longitudinal direction (35) of the straight-edged depressions (34) extends parallel to the longitudinal direction (33) of the straight-edged protrusions (29), or
- the longitudinal direction (35) of the depressions (34) on one side (28) of the respective exhaust gas pipe (7) is oriented parallel to the longitudinal direction (35) of the depressions (34) on the other side (28) of the respective exhaust gas pipe (7).

7. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 through 6, characterised in that

- the individual protrusions (29) on the respective side (28) of the respective exhaust gas pipe (7) are adjacent to each other along a straight line (31) which extends parallel to the longitudinal direction (30) of the respective exhaust gas pipe (7), or
- on the respective exhaust gas pipe (7) the protrusions (29) on one side (28) are arranged in each case offset to the protrusions (29) of the other side (28), in particular by half of the longitudinal distance (32) of adjacent protrusions (29), in the longitudinal direction (30) of the respective exhaust gas pipe (7), or
- the protrusions (29) have a circular configuration in a projection which is oriented perpendicularly to the plane of the respective exhaust gas pipe (7).

8. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 through 7, characterised in that

the protrusions (29) have in each case a straight-edged shape, wherein a longitudinal direction (33) of the straight-edged protrusions (29) runs in an inclined manner to the longitudinal direction (30) of the respective exhaust gas pipe (7).

9. Exhaust gas cooler according to Claim 8,

characterised in that

- the straight-edged protrusions (29) extend parallel to each other, or
- the longitudinal direction (33) of the respective protrusion (29) is inclined by between 40° and 50° inclusive or by approximately 45° to the longitudinal direction (30) of the respective exhaust gas pipe (7), or
- the longitudinal direction (33) of the protrusions (29) on one side (28) of the respective exhaust gas pipe (7) is oriented parallel to the longitudinal direction (33) of the protrusions (29) on the other side (28) of the respective exhaust gas pipe (7).

10. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 through 9, characterised in that

- the depressions (34) are narrower than the protrusions (29) in the longitudinal direction (30) of the respective exhaust gas pipe (7), and/or
- the depressions (34) are longer than the protrusions (29) transversely to the longitudinal direction (30) of the respective exhaust gas pipe (7).

11. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 through 10, characterised in that

at least two stacks (27) of exhaust gas pipes (7) which are stacked on top of each other or bear against each other are arranged next to each other in the coolant chamber (8).

12. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 through 11, characterised in that

- the exhaust gas pipes (7) penetrate a wall (12, 13) on the inlet and/or outlet side and are tightly fixed to this wall (12, 13),
- the respective wall (12, 13) separates the coolant chamber (8) from the inlet chamber (4) or from the outlet chamber (5),
- wherein optionally can be provided that the coolant chamber (8) is surrounded by a housing (14), the cross section (15) of which is larger than the cross section (16) of the exhaust gas outlet (3) and is larger than the cross section of the exhaust gas inlet (2),
- wherein optionally can be provided that the respective wall (12, 13) butts at the edges against an inner side of the housing (14) and is connected edge to edge to the housing (14).

13. Exhaust gas cooler according to Claim 12,

characterised in that

- the inlet chamber (4) is surrounded by an inlet funnel (17) which connects the exhaust gas inlet (2) to the housing (14), and/or 5
- the outlet chamber (5) is surrounded by an outlet funnel (18) which connects the exhaust gas outlet (3) to the housing (14),
- wherein optionally can be provided that the inlet funnel (17) and/or the outlet funnel (18) is placed 10 onto the housing (14) from the outside.

14. Exhaust gas cooler according to Claims 12 and 13, **characterised in that** 15
the respective wall (12, 13) is arranged in the overlap region (19) of the respective funnel (17, 18).

15. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 to 14, **characterised in that** 20
all the following components or at least one of the following components is produced from stainless steel: exhaust gas inlet (2) or an inlet pipe (23) which has the exhaust gas inlet (2), exhaust gas outlet (3) or an outlet pipe (24) which has the exhaust gas outlet (3), a coolant inlet (9) or an inlet connecting piece (25) which has the coolant inlet (9), a coolant outlet (10) or an outlet connecting piece (26) which has the coolant outlet (10), exhaust pipes (7), a housing (14) which encloses the coolant chamber (8), an inlet-side wall (12) which is penetrated by the exhaust gas pipes (7), an outlet-side wall (13) which is penetrated by the exhaust gas pipes (7), an inlet funnel (17) which encloses the inlet chamber (4), an outlet funnel (18) which encloses the outlet chamber (5), an inlet flange (21) which comprises the exhaust gas inlet (2), an outlet flange (22) which comprises the exhaust gas outlet (3). 25 30 35

16. Exhaust gas cooler according to any one of Claims 1 to 15, **characterised in that** 40
all the components which are fixed to each other of the exhaust gas cooler or at least two components which are fixed to each other of the exhaust gas cooler (1) are fixed to each other by means of welded connections. 45

Revendications 50

1. Refroidisseur pour gaz d'échappement, notamment en vue d'une réintroduction de gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, de préférence d'un véhicule automobile, 55
- comportant une admission de gaz d'échappement (2), qui est reliée de manière communi-

cante à une chambre d'admission (4),
 - comportant un échappement de gaz d'échappement (3), qui est relié de manière communicante à une chambre d'échappement (5),
 - comportant plusieurs tuyaux de gaz d'échappement (7), qui sont conçus comme des tuyaux plats, qui s'étendent parallèlement les uns aux autres à travers une chambre de milieu de refroidissement (8), et qui sont reliés de manière communicante d'un côté à la chambre d'admission (4) et d'un autre côté à la chambre d'échappement (5),
 - comportant une admission de milieu de refroidissement (9), qui est reliée de manière communicante à la chambre de milieu de refroidissement (8),
 - comportant un échappement de milieu de refroidissement (10), qui est relié de manière communicante à la chambre de milieu de refroidissement (8),
 - dans lequel les tuyaux de gaz d'échappement (7) présentent sur des côtés opposés (28) plusieurs renflements (29) dépassant vers l'extérieur, qui sont espacés les uns des autres dans la direction longitudinale (30) des tuyaux de gaz d'échappement (7),
 - dans lequel sur respectivement deux tuyaux de gaz d'échappement (7) voisins les renflements (29) d'un (7) des tuyaux de gaz d'échappement sont situés respectivement dans la direction longitudinale (30) des tuyaux de gaz d'échappement (7) en espacement par rapport au renflement (29) adjacent suivant de l'autre tuyau de gaz d'échappement (7) directement sur l'autre tuyau de gaz d'échappement (7),
 - dans lequel les tuyaux de gaz d'échappement (7) présentent sur des côtés opposés (28) plusieurs cavités (34) saillant vers l'intérieur, qui sont espacées les unes des autres dans la direction longitudinale (30) des tuyaux de gaz d'échappement (7),

caractérisé en ce que

sur deux tuyaux de gaz d'échappement voisins (7) les renflements (29) d'un des tuyaux de gaz d'échappement (7) sont situés respectivement au niveau d'au moins une cavité (34) de l'autre tuyau de gaz d'échappement (7) sur l'autre tuyau de gaz d'échappement (7).

2. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
 sur deux tuyaux de gaz d'échappement voisins (7) les renflements (29) d'un des tuyaux de gaz d'échappement (7) sont situés au niveau des cavités (34) de l'autre tuyau de gaz d'échappement (7) sur l'autre tuyau de gaz d'échappement (7) de telle sorte que

respectivement un trajet de milieu de refroidissement pouvant être traversé par un flux transversalement à la direction longitudinale (30) des tuyaux de gaz d'échappement (7) soit ménagé, lequel communique à ses extrémités avec la chambre de milieu de refroidissement (8) et est délimité entre ses extrémités d'un côté par la cavité respective (34) et d'un autre côté par le renflement (29) respectif.

3. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon les revendications 1 ou 2,

caractérisé en ce que

les cavités (34) saillent vers l'intérieur sur les côtés opposés (28) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7) jusqu'au point où elles viennent reposer l'un sur l'autre à l'intérieur du tuyau de gaz d'échappement respectif (7).

4. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que

les cavités (34) et les renflements (29) alternent l'une avec l'autre dans la direction longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement (7).

5. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce que

les cavités (34) présentent respectivement une forme de ligne droite, dans lequel une direction longitudinale (35) des cavités en ligne droite (34) s'étend en inclinaison par rapport à la direction longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7).

6. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon la revendication 5,

caractérisé en ce que

- les cavités en ligne droite (34) s'étendent parallèlement les unes aux autres, ou

- la direction longitudinale (35) de la cavité respective (34) est inclinée entre 40° inclus et 50° inclus ou d'environ 45° par rapport à la direction longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement (7) respectif, ou

- la direction longitudinale (35) des cavités en ligne droite (34) s'étendent parallèlement à la direction longitudinale (33) des renflements en ligne droite (29), ou

- la direction longitudinale (35) des cavités (34) sur un des côtés (28) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7) à est orientée parallèlement à la direction longitudinale (35) des cavités (34) sur les côtés opposés (28) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7).

7. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 6,

caractérisé en ce que

- les renflements (29) individuels sur le côté respectif (28) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7) sont voisins les uns des autres le long d'une ligne droite (31) s'étendant parallèlement à la direction longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7), ou

- sur le tuyau de gaz d'échappement respectif (7) les renflements (29) sur un des côtés (28) sont disposés respectivement dans la direction longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7) en décalage par rapport aux renflements (29) de l'autre côté (28), notamment de la moitié de l'espacement longitudinal (32) des renflements voisins (29), ou

- les renflements (29) sont conçus en forme de croix dans une projection orientée perpendiculairement au plan du tuyau de gaz d'échappement respectif (7).

8. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 7,

caractérisé en ce que

les renflements (29) présentent respectivement une forme de ligne droite, dans lequel une direction longitudinale (33) des renflements en ligne droite (29) s'étend en inclinaison par rapport à la direction longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7).

9. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon la revendication 8,

caractérisé en ce que

- les renflements en ligne droite (29) s'étendent parallèlement les uns aux autres, ou

- la direction longitudinale (33) du renflement respectif (29) est inclinée entre 40° inclus et 50° inclus ou d'environ 45° par rapport à la direction longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7), ou

- la direction longitudinale (33) des renflements (29) sur un des côtés (28) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7) est orientée parallèlement à la direction longitudinale (33) des renflements (29) sur l'autre côté (28) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7).

10. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 9,

caractérisé en ce que

- les cavités (34) dans la direction longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7) sont plus courtes que les renflements (29), et/ou

- les cavités (34) transversalement à la direction

longitudinale (30) du tuyau de gaz d'échappement respectif (7) sont plus longues que les renforcements (29).

11. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 10, 5
caractérisé en ce que
 dans la chambre de milieu de refroidissement (8) au moins deux piles (27) de tuyaux de gaz d'échappement (7) empilés les uns sur les autres ou posés les uns sur les autres sont disposées côte à côte. 10
12. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 11, 15
caractérisé en ce que
 - les tuyaux de gaz d'échappement (7) traversent du côté d'admission et/ou du côté d'échappement une paroi (12, 13) et sont fixés de manière étanche sur cette paroi (12, 13), 20
 - la paroi respective (12, 13) sépare la chambre de milieu de refroidissement (8) de la chambre d'admission (4) ou de la chambre d'échappement (5), 25
 - dans lequel il est prévu en option que la chambre de milieu de refroidissement (8) soit entourée par un logement (14), dont la section transversale (15) est plus grande que la section transversale (16) de l'échappement de gaz d'échappement (3) et plus grande que la section transversale de l'admission de gaz d'échappement (2), 30
 - dans lequel il peut être prévu en option que la paroi respective (12, 13) bute sur ses bords contre un côté intérieur du logement (14) et soit reliée au logement (14) par la butée. 35
13. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon la revendication 12, 40
caractérisé en ce que
 - la chambre d'admission (4) est entourée par une trémie d'admission (17), qui relie l'admission de gaz d'échappement (2) au logement (14), et/ou 45
 - la chambre d'échappement (5) est entourée par une trémie d'échappement (18), qui relie l'échappement de gaz d'échappement (3) au logement (14), 50
 - dans lequel il peut être prévu en option que la trémie d'admission (17) et/ou la trémie d'échappement (18) soit enfoncée de l'extérieur sur le logement (14). 55
14. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon les revendications 12 et 13, 55
caractérisé en ce que
 la paroi respective (12, 13) est disposée dans la zone

de chevauchement (19) de la trémie respective (17, 18).

15. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 14, 5
caractérisé en ce que
 tous les composants suivants ou au moins un des composants suivants sont fabriqués en acier inoxydable : l'admission de gaz d'échappement (2) ou un tuyau d'admission (23) présentant l'admission de gaz d'échappement (2), l'échappement de gaz d'échappement (3) ou un tuyau de gaz d'échappement (24) présentant l'échappement de gaz d'échappement (3), l'admission de milieu de refroidissement (9) ou une tubulure d'admission (25) présentant l'admission de milieu de refroidissement (9), l'échappement de milieu de refroidissement (10) ou une tubulure d'échappement (26) présentant l'échappement de milieu de refroidissement (10), tuyaux de gaz d'échappement (7), un logement (14) entourant la chambre de milieu de refroidissement (8), une paroi du côté d'admission (12) traversée par les tuyaux de gaz d'échappement (7), une paroi du côté d'échappement (13) traversée par les tuyaux de gaz d'échappement (7), une trémie d'admission (17) entourant la chambre d'admission (4), une trémie d'échappement (18) entourant la chambre d'échappement (5), une bride d'admission (21) comprenant l'admission de gaz d'échappement (2), une bride d'échappement (22) comprenant l'échappement de gaz d'échappement (3). 10
16. Refroidisseur pour gaz d'échappement selon une des revendications 1 à 15, 15
caractérisé en ce que
 tous les composants fixés les uns aux autres du refroidisseur pour gaz d'échappement ou au moins deux composants fixés l'un à l'autre du refroidisseur pour gaz d'échappement (1) sont fixés les uns aux autres au moyen de liaisons par soudure. 20

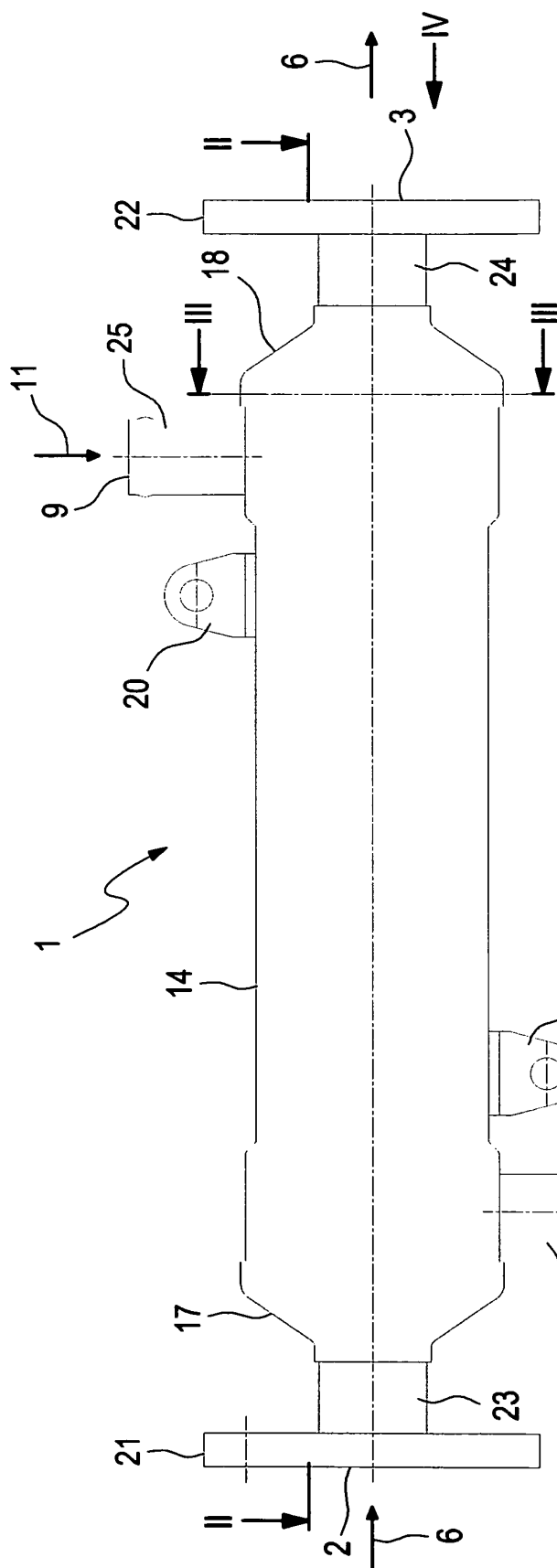


Fig. 1

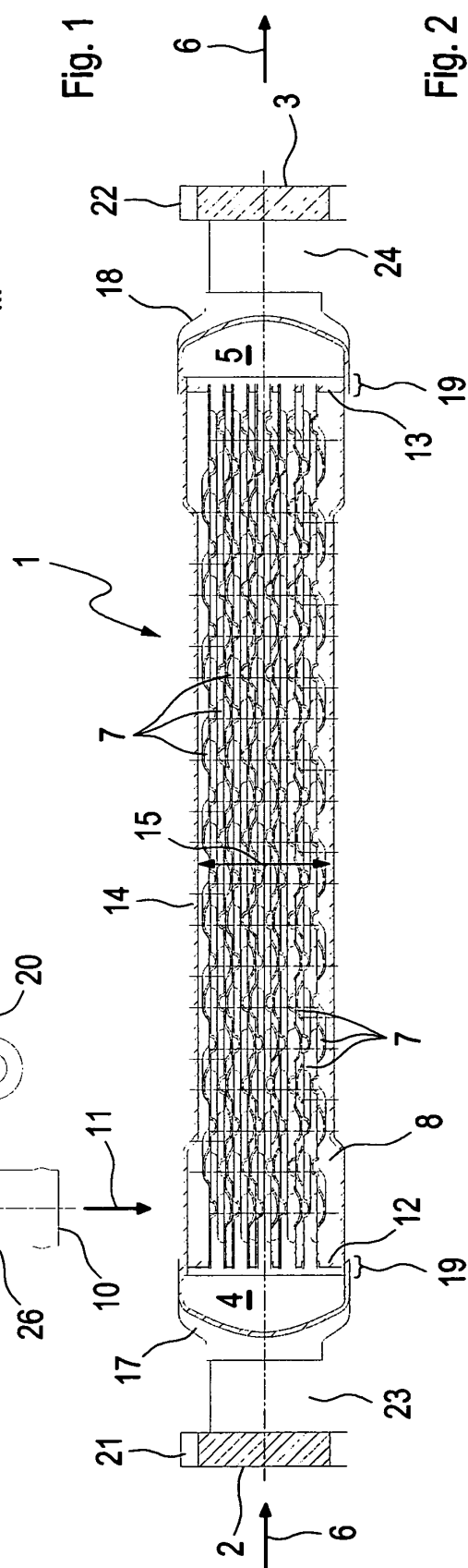


Fig. 2

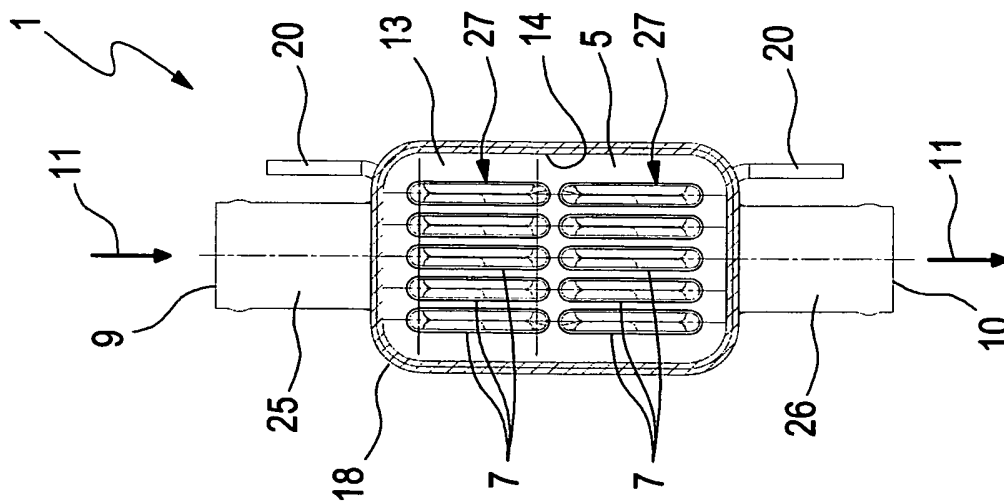


Fig. 3

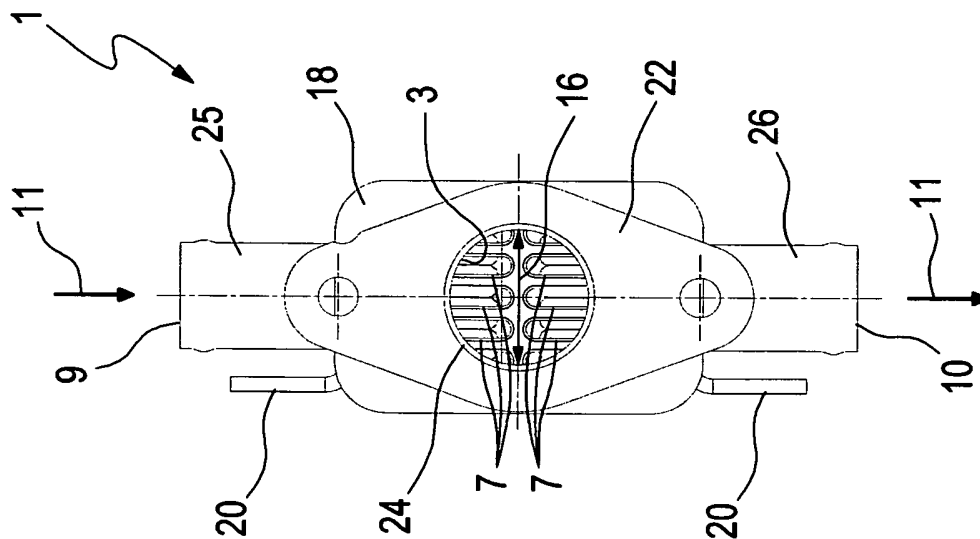
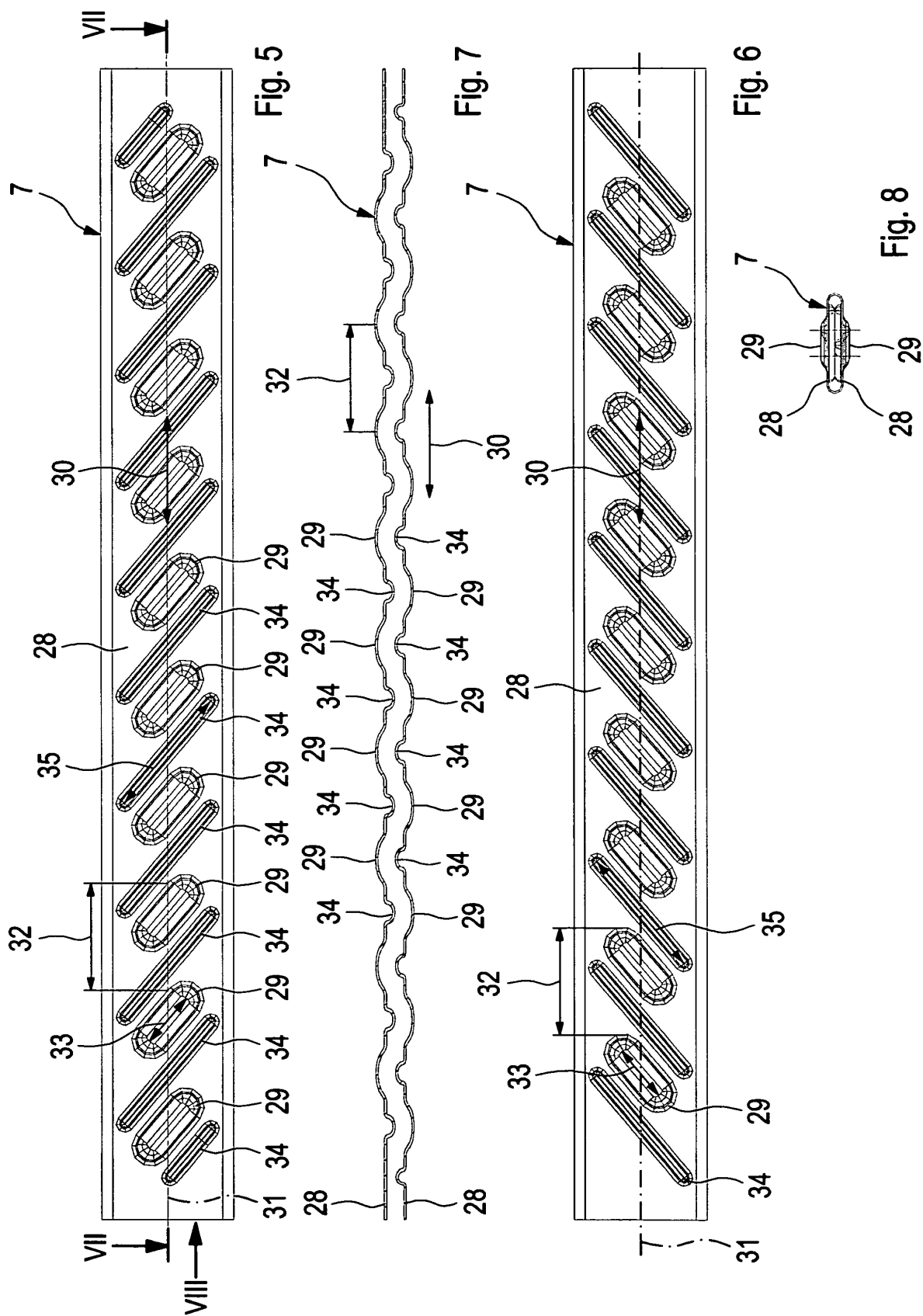


Fig. 4



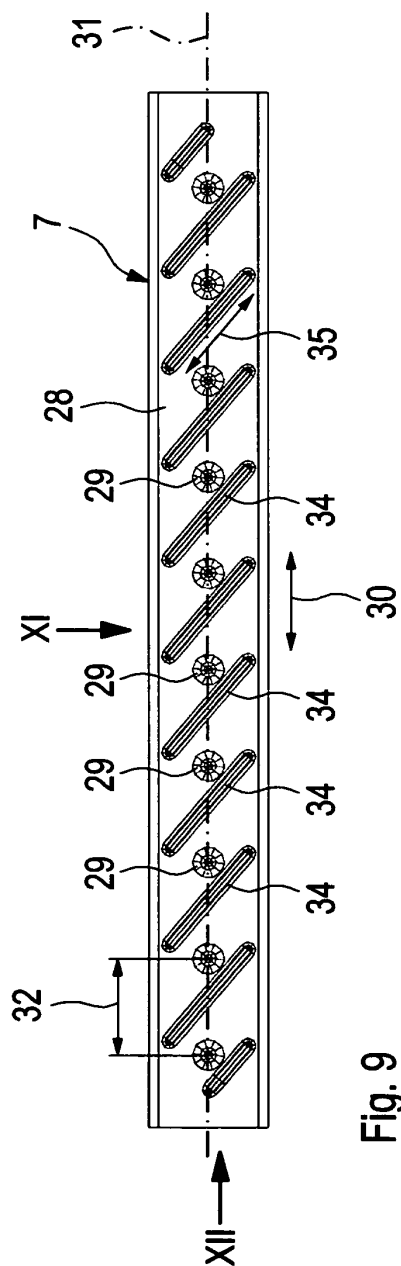


Fig. 12

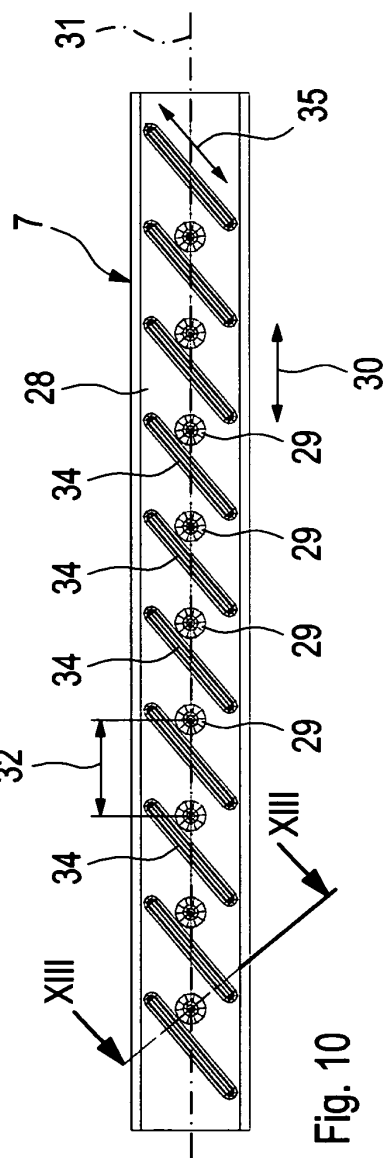
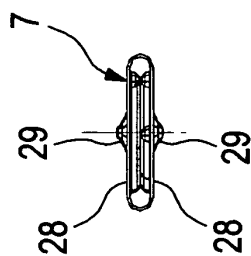


Fig. 10

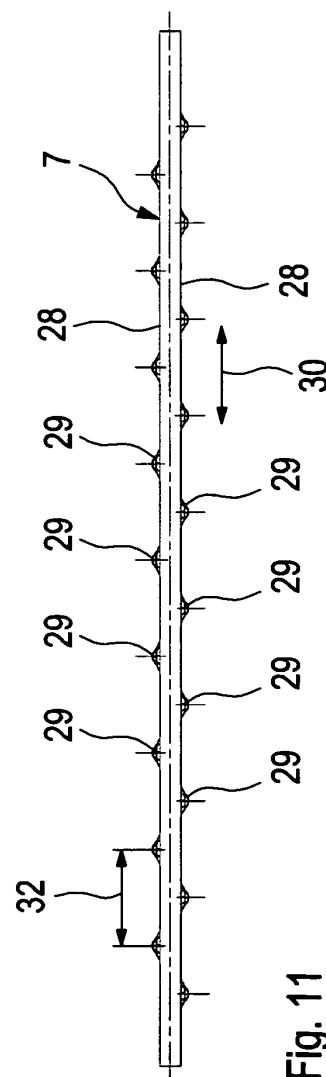


Fig. 11

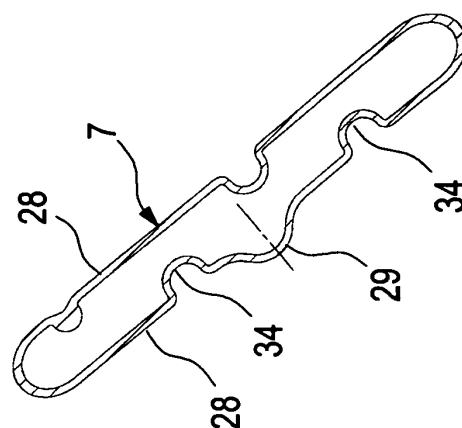


Fig. 13

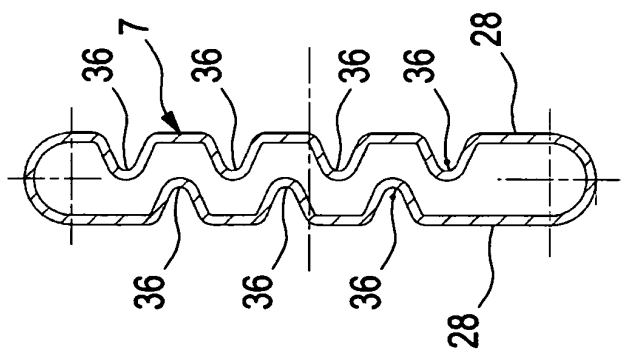


Fig. 17

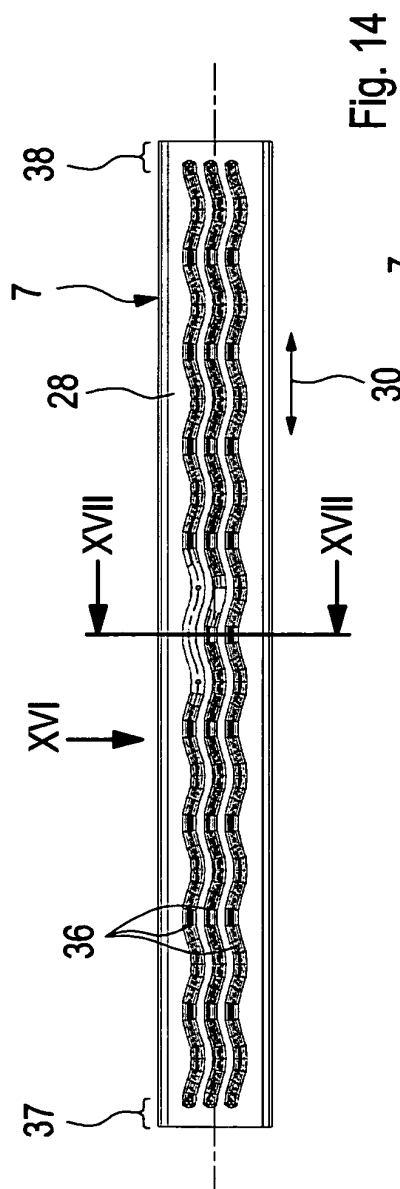


Fig. 14

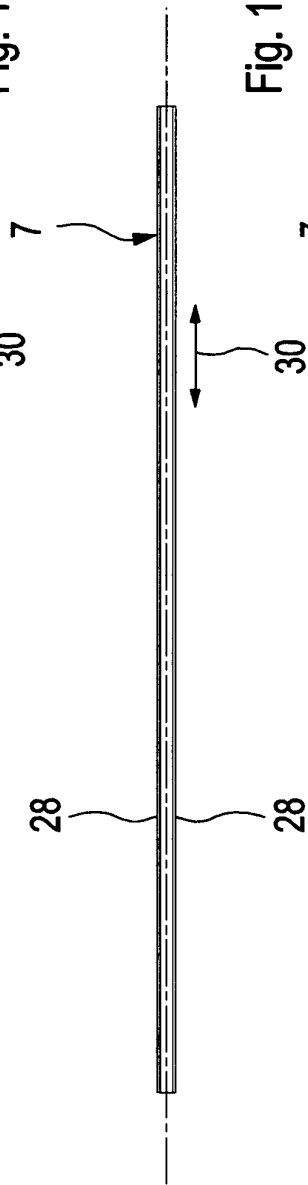


Fig. 16

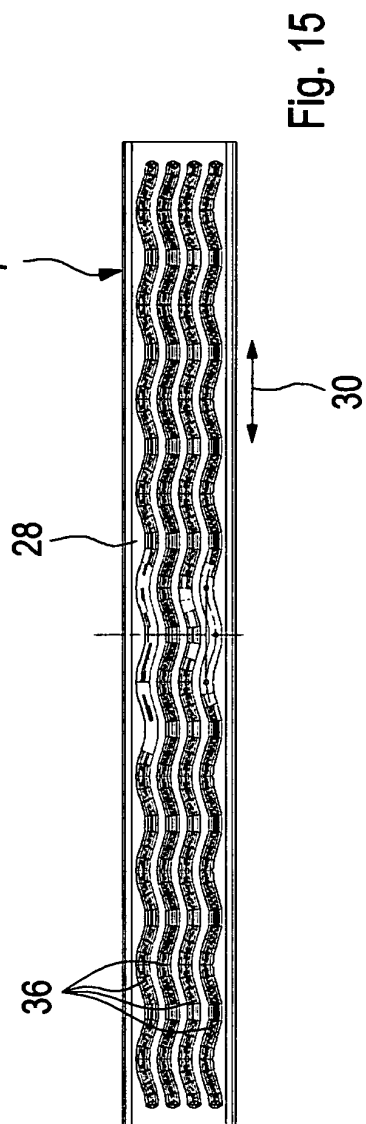


Fig. 15

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 6321835 B [0002]
- US 6920918 B2 [0003]
- US 6453988 B1 [0005]
- US 6453989 B1 [0005]
- US 6892806 B2 [0005]