(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Dezember 2007 (06.12.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/137863 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 25/07 (2006.01) *F28D 1/053* (2006.01)
F28F 1/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/004869

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Juni 2007 (01.06.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 026 037.6 1. Juni 2006 (01.06.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **BEHR GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GESKES, Peter** [DE/DE]; Theodor-Rothschild-Str. 72, 73760 Ostfildern (DE).

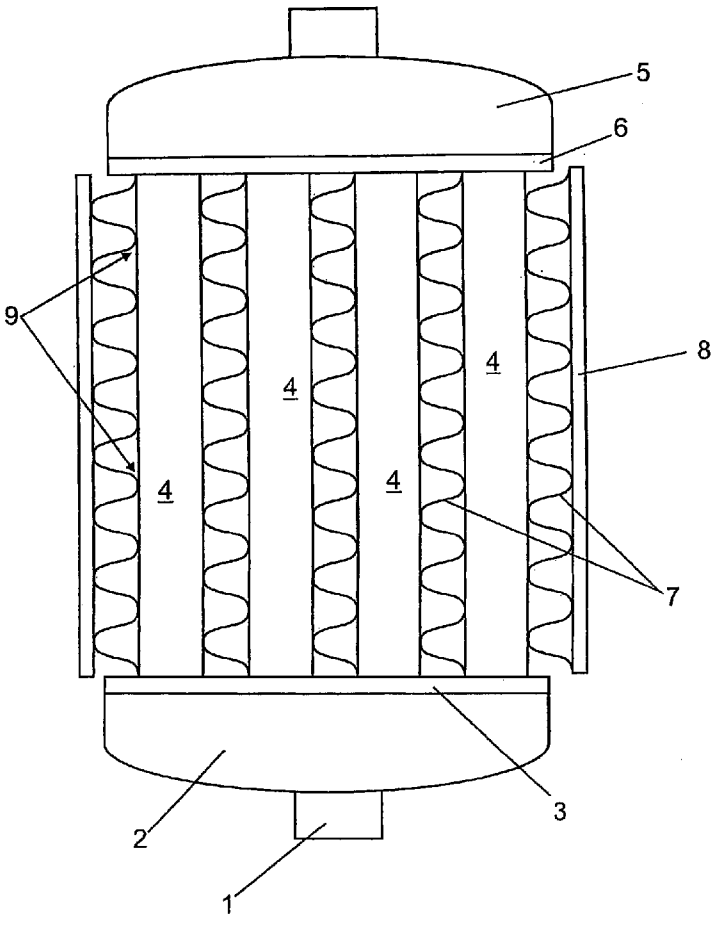
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: WÄRMETAUSCHER



(57) Abstract: The invention relates to a heat exchanger, in particular for a motor vehicle, comprising at least one exchanger pipe (4) for conducting a gaseous fluid. Said fluid contains or can contain the exhaust gas of an internal combustion engine as an admixture and a coolant can flow around the exchanger pipe (4) in order to cool the fluid stream. The exchanger pipe (4) is formed as an extruded section from an aluminium-based alloy.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, umfassend zumindest ein Tauscherrohr (4) zur Durchleitung eines gasförmigen Fluids, wobei das Fluid zumindest als Beimengung Abgas eines Verbrennungsmotors enthält bzw. enthalten kann, wobei das Tauscherrohr (4) durch ein Kühlmittel zur Kühlung des Fluidstroms umströmbar ist, wobei das Tauscherrohr (4) als Strangpressprofil aus einer Legierung auf Basis von Aluminium ausgeformt ist.

WO 2007/137863 A1

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Wärmetauscher

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In jüngerer Zeit wurden Wärmetauscher zur Kühlung von Gasströmen zur Abgasrückführung (AGR) entwickelt, die zumindest teilweise, ggf. vermischt mit Ladeluft, Abgas eines Verbrennungsmotors enthalten. Die gekühlten Abgase werden dem Verbrennungsmotor zumeist zur Reduktion der Schadstoffemission einlassseitig wieder zugeführt. Diese zu kühlenden Fluide sind nicht nur von hoher Temperatur, sondern auch stark sauer. Je nach Betriebsbedingungen können sich Kondensate mit einem pH-Wert zwischen etwa 1 und 3 ablagern, so dass an die Korrosionsfestigkeit des Wärmetauschers insbesondere bei hohen Temperaturen hohe Anforderungen gestellt sind. Regelmäßig werden derartige Wärmetauscher daher aus Edelstahl oder ähnlichen Materialien gefertigt.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen Wärmetauscher zur Kühlung eines zumindest teilweise Abgas enthaltenden Gasstroms anzugeben, der leichtbauend und auf kostengünstige Weise herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird für einen eingangs genannten Wärmetauscher erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Durch die Verwendung von Strangpressprofilen aus einer Aluminiumlegie-

BESTÄTIGUNGSKOPIE

rung für die Tauscherrohre kann ein kostengünstiger und leichtbauender Wärmetauscher bereitgestellt werden, der bei gegebener Baugröße eine hohe Druckfestigkeit und eine gute Tauscherleistung aufweist. Es hat sich bei Versuchen überraschend herausgestellt, dass unter üblichen Bedingungen stranggepresste Aluminiumlegierungen eine erheblich bessere Korrosionsfestigkeit gegenüber Abgasströmen aufweisen, als dies bisher anzunehmen war.

In bevorzugter Ausführung umfasst das Tauscherrohr eine Mehrzahl von separaten Kanälen. Hierdurch lässt sich eine große Oberfläche des Wärmetauschers bei zugleich guter mechanischer Stabilität des Tauscherrohrs bereitstellen, wobei die Herstellung eines solchen Tauscherrohrs aufgrund der Verwendung von Strangpressprofilen keinen wesentlichen Aufwand im Vergleich zu herkömmlichen Tauscherrohren mit nur einem Kanal bedeutet.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle durch Stege voneinander getrennt sind, die Teil des Strangpressprofils sind. Die Stege werden in vorteilhafter Art und Weise beim Herstellen des Strangpressprofils durch Strangpressen erzeugt.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass die Stege in den Strangpressrohren zumindest teilweise unterbrochen sind. Alle oder einzelne Stege können durchgehend ausgeführt sein. Alternativ können alle oder einzelne Stege auch unterbrochen ausgeführt sein. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Stege abwechselnd durchgehend und unterbrochen ausgeführt.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Wandstärke des Tauscherrohres vorzugsweise zwischen 0,4 und 2 mm liegt. Als äußere Wandstärke des Tauscherrohrs wird die Wanddicke der nach außen gewandten Wand des Rohres bezeichnet.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass das Tauscherrohr Stege mit einer Stegdicke aufweist, die kleiner als oder gleich groß wie die äußere Wandstärke des Tauscherrohrs ist. Dieser Bereich hat sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung als besonders vorteilhaft erwiesen.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass separate Kanäle durch Rippen erzeugt werden, die in die Tauscherrohre eingeschoben und verlötet sind. Durch die eingeschobenen Rippen können sämtliche separaten Kanäle eines Tauscherrohrs erzeugt werden. Es ist aber möglich, zusätzliche separate Kanäle in einem Tauscherrohr zu erzeugen, das bereits separate Kanäle enthält, die zum Beispiel durch Strangpressen erzeugt wurden.

Allgemein bevorzugt ist das Kühlmittel Luft. Dies ist in besonderem Maße vorteilhaft, wenn der Wärmetauscher als zweite Kühlstufe hinter einem z. B. flüssiggekühlten primären Abgaswärmetauscher eingesetzt wird. Grundsätzlich kann ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher jedoch auch ein flüssigkeitsgekühlter Wärmetauscher sein, wobei die geringe Korrosionsanfälligkeit von Aluminium-Strangpressprofilen auch hier vorteilhaft ist. Wesentlich ist, dass die Fluidtemperaturen einen für die Aluminium-Strangpressprofile geeigneten Bereich nicht überschreiten.

Die Erfindung erstreckt sich nicht nur auf die Kühlung eines reines Abgases sondern kann auch für die Abkühlung von reiner Ladluft oder einem Gemisch aus Abgas und Ladluft verwendet werden.

In allgemein bevorzugter Bauweise umfasst der Wärmetauscher einen Boden, wobei das Tauscherrohr endseitig in dem Boden mündet und fest mit dem Boden verbunden ist. Dies ist im Prinzip die bekannte Bauweise eines Rohrbündel-Wärmetauschers. Insbesondere bevorzugt kann dabei das Tauscherrohr mittels einem aus der Gruppe Induktionslöten, Flammlöten, Laserschweißen oder Schweißen an dem Boden festgelegt sein. Wichtig ist hierbei, dass die Verbindung von Tauscherrohr-Strangpressprofil und Boden eine nur lokale und nach Möglichkeit nur äußerliche und möglichst geringe Er-

hitzung erfährt. Es besteht die Vermutung, dass die überraschenden Korrosionseigenschaften der Strangpressprofil-Tauscherrohre auf eine besonders feine Kristallstruktur zurückgeht, die insbesondere beim Prozess des Strangpressens der Aluminiumlegierung erzeugt wird. Nachfolgendes Erhitzens der Strangpressprofil-Tauscherrohre kann zu einer Grobkörnigkeit des Materials führen und die Korrosionseigenschaften verschlechtern.

Werden leichte Einschränkungen bei der Korrosionsfestigkeit akzeptiert, ist auch eine Wärmebehandlung des gesamten Kühlers umsetzbar. Zwar wird durch die gesamte thermische Behandlung des Kühlerblocks die Kornstruktur des Aluminiumwerkstoffs gröber, aber stranggepresste Rohre weisen aufgrund der geringen Materialverunreinigungen und der glatten Oberfläche nach wie vor ein gutes Korrosionsverhalten auf. Bei dieser gesamten Wärmebehandlung werden Rippen und Rohre verlötet und auch die Verbindung zwischen Rohren und Boden findet durch Lötung statt. Die Lötung kann im Vakuum oder Nocolok-Verfahren erfolgen. Im Falle einer solchen Komplettlötung ist auch denkbar, dass nicht nur auf der Aussenseite eine Rippe vorgesehen wird, sondern auch auf der Innenseite des Rohres. Diese Rippe (z.B. Stegrippe oder Tubulenzerzeuger) wird dann auf der Innenseite des Tauscherrohres mit dem Tauscherrohr verlötet. Solche Rippen können auch zusätzlich gegen Korrosion geschützt werden.

In zuvor beschriebenem Sinne kann das Tauscherrohr alternativ oder ergänzend auch mittels Klebung an dem Boden festgelegt sein. Bei dieser Möglichkeit der Festlegung erfolgt keine lokale Erhitzung des Tauscherrohrs im Zuge der Montage. Eine weitere alternative oder ergänzende Festlegung ohne Erhitzen kann durch mechanische Mittel in Verbindung mit einer Dichtung erfolgen.

Ganz allgemein ist es im vorbeschriebenen Sinn vorteilhaft, dass das Tauscherrohr im Zuge der Montage des Wärmetauschers keine vollständige Wärmebehandlung erfährt, die eine Temperatur eines Strangpressens im Zuge der Herstellung des Tauscherrohrs übersteigt. Falls solche Temperaturen im Falle eines Schweißens oder Lötens im Bereich der Festlegung der

Tauscherrohre an dem Boden erreicht werden, so sollte dies allenfalls lokal begrenzter Art sein.

In besonders bevorzugter Ausführung ist an dem Tauscherrohr zumindest ein Rippenelement in thermischem Kontakt angeordnet. Dies führt allgemein zu einer Verbesserung der Wärmetauscherleistung insbesondere im Fall von luftgekühlten Wärmetauschern. Hierbei ist in besonders bevorzugter Weise das Rippenelement mit dem Tauscherrohr verklebt. Auf diese Weise wird verhindert, dass das stranggepresste Tauscherrohr nach seinem Herstellungsvorgang eine weitere Erhitzung erfährt, die in zuvor beschriebenem Sinn die Korrosionsbeständigkeit des Tauscherrohrs verschlechtern könnte. Eine solche Verklebung erfolgt bevorzugt durch einen Klebstoff auf Basis von Epoxidharz, wobei insbesondere der Klebstoff mit Metallpulver versetzt ist. Bei dem Metallpulver kann es sich um Aluminiumpulver oder andere geeignete Metallpulver handeln. Derartige Klebstoffe sind allgemein bekannt und weisen neben einer hohen Festigkeit auch eine hohe Temperaturbeständigkeit auf. Besonders vorteilhaft weist der Klebstoff der Verklebung dabei eine Temperaturfestigkeit auf, die zumindest etwa 180 °C, bevorzugt zumindest etwa 200 °C, beträgt.

Alternativ oder ergänzend kann das Rippenelement federelastisch an das Tauscherrohr angedrückt sein. Grundsätzlich kann bei einem federelastischen Andruck auf eine Verklebung verzichtet werden. Jedoch ist auch eine Kombination von federelastischem Andruck und Verklebung im Sinne einer vereinfachten Montage des Wärmetauschers vorteilhaft.

Weiterhin alternativ oder ergänzend kann eine wärmeleitfähige Paste zwischen Tauscherrohr und Rippenelement vorgesehen sein. Eine solche Paste kann ggf. eine höhere Temperaturfestigkeit als bekannte Klebstoffe aufweisen, so dass die Kombination einer federelastischen Halterung mit einer Wärmeleitpaste besonders bevorzugt ist. Es können auch je nach Auslegung des Wärmetauschers einige Tauscherrohre mit Klebung und andere Tauscherrohr mit federelastischer Halterung, ggf. mit Wärmeleitpaste, versehen sein.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass die Rippenelemente auf der Außenseite mit den Tauscherrohren verlötet sind. Durch das Verlöten wird eine stoffschlüssige Verbindung mit guten Wärmeleitungseigenschaften geschaffen.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass die Lötung in einem Lötofen mittels Vakuum- oder Nocolok-Lötverfahren erfolgt. Diese Verfahren haben sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung zum Verlöten der Rippenelemente mit den Tauscherrohren als besonders vorteilhaft erwiesen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Rippenelement als insbesondere gewelltes, zwischen zwei benachbarten Tauscherkanälen angeordnetes Blechteil ausgebildet. Hierdurch ist auf einfache Weise eine Verbesserung der Tauscherleistung gegeben, wobei gewellte Blechteile besonders einfach federelastisch festgelegt oder auch verklebt werden können.

Alternativ oder ergänzend kann das Rippenelement als im wesentlichen senkrecht zu dem Tauscherrohr ausgerichtetes und insbesondere von dem Tauscherrohr durchgriffenes Blechteil ausgebildet sein. Hierdurch lässt sich eine große Oberfläche des Wärmetauschers mit einfachen Mitteln bereitstellen.

In allgemein bevorzugter Ausführung weist der Wärmetauscher zumindest einen Kasten zur Zuführung oder Ableitung des Fluids zu dem zumindest einem Tauscherrohr auf. Vorteilhaft besteht der Kasten dabei im wesentlichen aus einer Aluminiumlegierung. Insbesondere auf der temperaturreduzierten Austrittsseite kann der Kasten aber auch aus einem Kunststoff, insbesondere einem Polyamid, bestehen. Grundsätzlich sind sämtliche an sich bekannte Ausführungen von Wärmetauscherkästen möglich, insofern sie mit den korrosiven und thermischen Anforderungen eines Abgaswärmetauschers kompatibel sind.

In weiterhin bevorzugter Detailausführung kann eine Bypassleitung vorgesehen sein, wobei der Fluidstrom mittels eines Stellglieds selektierbar durch die

Bypassleitung oder durch das zumindest eine Tauscherrohr führbar ist. Derartige Bypassleitungen zur Umgehung einer Abgaskühlung sind häufig gewünscht, um verschiedenen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors Rechnung zu tragen.

In weiterer Ausgestaltung kann der Wärmetauscher zumindest ein hinführendes und zumindest ein dazu im wesentlichen paralleles rückführendes Tauscherrohr aufweisen, die in einem Umlenkbereich miteinander verbunden sind. Hierdurch ist der Wärmetauscher als „U-Flow"-Wärmetauscher ausgebildet, der eine besonders große Abkühlung des Gasstroms bei gegebener Baugröße erlaubt.

Ganz allgemein bevorzugt ist die maximale Betriebstemperatur des dem Wärmetauscher zugeführten Fluids kleiner als etwa 300 °C, insbesondere kleiner als etwa 250 °C. Vorteilhaft liegt dies vor, wenn der Wärmetauscher Verklebungen aufweist. Besonders bevorzugt ist der erfindungsgemäße Wärmetauscher dann als zweite Stufe einer Abgaskühlung vorgesehen und vorzugsweise nach einem flüssiggekühlten ersten Abgaskühler angeordnet. Grundsätzlich kann die Anordnung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers in einem System einer Hochdruck-Abgasrückführung wie auch in einem System einer Niederdruck-Abgasrückführung erfolgen.

Je nach Ausführungsbeispiel wird reine Ladeluft, reines Abgas oder ein Gasgemisch aus Ladeluft und Abgas durch den erfindungsgemäßen Wärmetauscher geführt.

Die Erfindung umfasst zudem die Verwendung eines Aluminium-Strangpressprofils als Tauscherrohr eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 21.

Solche Profile können mit durchgehenden Stegen ausgeführt werden oder aber auch Stege aufweisen, die unterbrochen sind, um Verblockung durch Verrußung zu vermeiden. Auch das Vereisen des Kühlers wird bei kalten Temperaturen vermieden, wenn die hydraulischen Durchmesser nicht zu

klein gewählt werden. Vorzugsweise liegt der hydraulische Durchmesser im Bereich zwischen 1,5 und 4 mm.

Bei Anwendungen von einem Gas ohne Ruß können die Abstände zwischen den Stegen unter 1-3 mm liegen, bei einem Gas mit Ruß sind Abstände größer als 1-3 mm zu bevorzugen. Die Rohrdicke, d.h. die kürzere Länge des Rohres liegt idealerweise im Bereich 4-10 mm und die Rohrbreite im Bereich 8-100 mm.

Wesentliches Merkmal bei den stranggepressten Rohren ist, dass die Aussenwand eine Dicke aufweist, die über den normalerweise in Kühlern verwendeten Dicken liegt. Diese erhöhte Dicke ist erforderlich, um gegenüber Korrosionsangriff ausreichend geschützt zu sein. Die Dicke wird vorzugsweise im Bereich 0,4-2 mm gewählt, wobei eine Dicke zwischen 0,7 und 1,2 mm ideal ist. Die Dicke wird auch als Wandstärke bezeichnet. Weiterhin ist vorteilhaft, wenn die Stegdicke keiner oder gleich als die Wandstärke ist. Dadurch lässt sich ein System bereitstellen, das bzgl. Korrosion, Kosten, Druckverlust und Thermodynamik optimal ist.

Das Strangpressprofil kann in den Eckbereichen besonders verdickt werden, indem z.B. die Radien der beiden äusseren Kammern größer gewählt werden. Weiterhin kann das Strangpressrohr auch „fachwerksartig" in den Ecken Versteifungsrippen aufweisen. Diese Versteifungen haben erhebliche Vorteile, da sie bei Druckpulsationen und thermischen Wechselbeanspruchungen wesentliche Festigkeitssteigerungen bringen.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie aus den abhängigen Ansprüchen.

Nachfolgend werden sechs bevorzugte Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers beschrieben und anhand der anliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 eine Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung;

Fig. 3 eine Schnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung:

Fig. 4 eine Schnittansicht und eine seitliche Draufsicht eines vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung;

Fig. 5 eine seitliche Draufsicht auf ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 6 eine schematische Draufsicht auf ein sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung und

Fig. 7 - 10 jeweils ein Wärmetauscherrohr im Querschnitt mit separaten Kanälen gemäß weiteren Ausführungsbeispielen.

Der in Fig. 1 dargestellte erfindungsgemäße Wärmetauscher ist ein luftgekühlter Wärmetauscher zur Kühlung von rückgeführtem Abgas eines Dieselmotors. Der Wärmetauscher ist als zweite Stufe nach einem nicht dargestellten, an sich bekannten flüssiggekühlten Wärmetauscher in dem Abgasstrom angeordnet.

Der Wärmetauscher umfasst einen eingangsseitigen Anschluss 1, der in einen Verteilerkasten 2 mündet, welcher einen Boden 3 umfasst.

Mehrere Tauscherrohre 4 münden in dem Boden 3 und sind dicht an diesem festgelegt. Die Tauscherohre 4, der Boden 3 und der Kasten 2 bestehen jeweils aus einer Aluminiumlegierung.

In den gezeigten schematischen Ausführungsbeispielen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit meist nur vier Tauscherrohre dargestellt. In der Praxis werden regelmäßig deutlich mehr Tauscherrohre vorgesehen sein.

Die Tauscherrohre 4 sind als Strangpressprofile hergestellt. Der Vorgang des Strangpressens ist hinsichtlich Temperatur, Druck und Geschwindigkeit ein an sich bekannter Standardvorgang zur Herstellung von Aluminiumprofilen. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird als Aluminiumlegierung eine Legierung gemäß der europäischen Norm EN-AW 3103 verwendet. Bei die-

ser Legierung ist relativ wenig Silizium und relativ wenig Kupfer enthalten (jeweils 0,05 Gew.-%). Es besteht die Vermutung, dass diese Eigenschaften die Korrosionsfestigkeit weiter verbessern.

Die Tauscherrohre bzw. Strangpressprofile 4 werden in der Regel nach dem Strangpressen keinem besonderen Korrosionsschutz unterzogen.

Grundsätzlich ist aber auch bei Strangpressprofilen ein aufgebrachter Korrosionsschutz denkbar.

In Richtung des Abgasstroms münden die parallelen Tauscherrohre 4 in einen austrittsseitigen Sammelkasten 5, der einen Boden 6 umfasst und dem eintrittsseitigen Kasten 2 im wesentlichen gleicht.

Zwischen den Strangpressprofilen 4 sind jeweils Rippenelemente 7 angeordnet. Endseitig schließt die Reihe von Tauscherrohren 4 jeweils mit einem Seitenteil 8 ab, das zum einen abdeckende und schützende Funktionen hat und zum anderen eine endseitige Rippe 7 an einem jeweils außenliegenden Tauscherrohr 4 abschließt.

Die Rippenelemente 7 sind an Berührstellen mit den Tauscherrohren 4 jeweils verklebt. Als Klebstoff wird dabei ein mit einem hohen Anteil von Aluminiumpulver versehener Kleber auf Epoxidharzbasis verwendet. Dieser hat eine Temperaturfestigkeit von etwa 200 °C.

Eintrittsseitig weist der vorgekühlte Abgasstrom Temperaturen von weniger als 250 °C auf. Bedingt durch die Umströmung der Tauscherrohre 4 und Rippenelemente 7 mit kühlender Luft wird sichergestellt, dass die Verklebungen 9 der Rippenelemente 7 an den Tauscherrohren 4 nicht durch thermische Einwirkung zerstört werden.

Am Übergang der Tauscherrohre 4 in die Bodenelemente 3 sind die Tauscherrohre 4 mittels eines lokalen Lötvorgangs, z. B. Flammlöten, Induktionslöten oder Ähnliches, festgelegt. Wichtig ist dabei, dass die Tauscherrohre 4 nach ihrer Strangpressung keine vollständige Erhitzung auf Temperaturen

erfahren, die den Temperaturen des Strangpressvorgangs vergleichbar sind oder höher liegen. Hierdurch wird sichergestellt, dass die durch das Strangpressen bewirkte mikrokristalline Struktur der Tauscherrohre 4 erhalten bleibt. Dies wiederum ist nach bisherigen Erkenntnissen für eine gute Korrosionsfestigkeit der Tauscherohre 4 wesentlich. Die lokale Verlötung der Tauscherrohre 4 an den Böden 3, 6 erfolgt bevorzugt so, dass zumindest die dem Abgas zugewandten Oberflächen der Tauscherrohre keine thermisch bedingte Änderung ihrer Kristallstruktur und somit ihrer Korrosionsfestigkeit erfahren.

Das zweite Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung durch Tauscherrohre 4, die ihrem Querschnitt nach denen im ersten Ausführungsbeispiel entsprechen. Ersichtlich weist jedes stranggepresste Tauscherrohr 4 jeweils vier separate Kanäle 4a auf, wobei innere Trennwände 10 die einzelnen Kanäle 4a voneinander separieren. Neben einer verbesserten Wärmeableitung sorgen die Trennwände 10 auch für eine hohe mechanische Stabilität und Druckfestigkeit der Tauscherrohre 4, selbst bei relativ weicher Aluminiumlegierung und relativ geringen Wanddicken.

Der Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 besteht im wesentlichen in der Ausformung der Rippenelemente 7'. Vorliegend sind die Rippenelemente 7' Blechteile, die senkrecht zu den Tauscherrohren 4 ausgerichtet sind und über Kiemen 11 zur Vergrößerung ihrer Oberfläche verfügen. Die Rippen 7' können rein mechanisch zwischen den Tauscherrohren 4 gehalten werden, z. B. durch federelastische Kräfte. Alternativ oder ergänzend können die Rippenelemente 7 an die Tauscherrohre 4 angeklebt sein. Es kann auch eine wärmeleitfähige Paste zwischen Rippenelementen 7' und Tauscherrohren 4 vorgesehen sein.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 liegt eine Abwandlung gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 vor, bei der die Tauscherrohre 4 an ihren jeweiligen Eckbereichen mit seitlichen Stegen 12 versehen sind, so dass die Rippenelemente 7' formschlüssig zwischen den Tauscherrohren 4 gehalten werden. Insbesondere bei der Ausführung nach Fig. 3 ist eine federelastisch klemmende Halterung der Rippenelemente 7' auf besonders

sichere Weise ermöglicht. Nicht dargestellte Mittel stellen eine definierte Beabstandung der in Richtung der Taucherrohre übereinanderliegenden Rippenelemente sicher.

Bei dem vierten Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 bestehen die Rippenelemente 7" jeweils aus sich über die gesamte Wärmetauscherbreite erstreckenden Blechen, welche zur Vergrößerung ihrer Oberfläche über Kiemen 11 verfügen. Wie in der seitlichen Draufsicht dargestellt bilden die Rippenelemente 7" einen Stapel von durch geeignete Mittel voneinander beabstandeten Rippenelementen 7". Jedes der Rippenelemente 7" umfasst dabei eine der Anzahl von Tauscherrohren 4 entsprechende Anzahl von miteinander fluchtenden Ausstanzungen. Die Tauscherrohre 4 werden im Zuge der Montage durch den Stapel von Rippenelementen 7" bzw. die fluchtenden Ausstanzungen gesteckt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Tauscherrohre 4 und die zugehörigen Ausstanzungen von im wesentlichen elliptischem Querschnitt. Die Tauscherrohre haben jeweils acht einzelnen Kanälen 4a.

Die mechanische Festlegung und der thermische Kontakt zwischen Rippenelementen 7" und Tauscherrohren 4 kann bei diesem Ausführungsbeispiel auf einfache Weise durch ein Aufweiten der Tauscherrohre 4 nach einer Vormontage des Wärmetauschers erfolgen. Die Aufweitung kann durch geeignete Aufweitstempel erfolgen, durch ein Auffüllen mit Wasser und Einfrieren, durch hohe Druckbeaufschlagung oder ähnliche geeignete Mittel. Alternativ oder ergänzend kann wärmeleitfähige Paste und/oder Kleber an den Berührstellen zwischen Rippenelementen 7" und Tauscherrohren 4 eingesetzt werden.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist dem ersten Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 ähnlich, wobei ein Rahmen von Querstreben 13 vorgesehen ist, so dass eine mechanische Verspannung der Tauscherrohre 4 und Rippenelemente 7 zwischen den endseitigen Seitenteilen 8 gegeben ist. Insbesondere mit Hilfe einer solchen Verspannung kann auf eine Verklebung der Rippenelemente 7 an den Tauscherrohren 4 verzichtet werden. Aber auch bei Verklebung von Rippenelementen 7 und Tauscherrohren 4 bietet die Verspan-

nung gemäß Fig. 5 eine insgesamt verbesserte mechanische Stabilität des Wärmetauschers.

Das Ausführungsbeispiel aus Fig. 6 zeigt einen bezüglich der Tauscherrohre 4 und Rippenelemente 7 dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechenden Wärmetauscher. Im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel wurden die Kästen des Wärmetauschers abgewandelt. Ein erster Kasten 14 weist sowohl einen einlassseitigen Anschlussstutzen 15 als auch einen auslassseitigen Anschlussstutzen 16 auf. Der bezüglich der Tauscherrohre 4 gegenüberliegende Kasten 17 ist geschlossen und bewirkt lediglich eine Verbindung der Tauscherrohre 4 untereinander. Ein Stellglied 18 innerhalb des ersten Kastens 14 verbindet je nach seiner Stellung den Einlassstutzen 15 unmittelbar mit dem Auslassstutzen 16 (gestrichelte Linie) oder separiert die Stutzen 15, 16 voneinander. Im ersten Fall bildet der Kasten 14 einen Bypasskanal unter Umgehung der Tauscherrohre 4. Im zweiten Fall (durchgezogene Linie des Stellglieds 18) funktioniert der Wärmetauscher nach dem Prinzip eines U-Flow-Wärmetauschers. Das Abgas tritt durch den ersten Stutzen ein, durchströmt die gemäß Fig. 6 unteren beiden Tauscherrohre 4, wird in dem zweiten Kasten 17 umgelenkt und durchströmt in Gegenrichtung die oberen beiden Tauscherrohre 4, wonach es aus den Auslassstutzen 16 austritt.

In den Fig. 7 bis 10 ist ein Wärmetauscherrohr jeweils im Querschnitt gemäß weiteren Ausführungsbeispielen dargestellt. Die dargestellten Wärmetauscherrohre 4 sind jeweils als Strangpressprofile mit einem geschlossenen rechteckigen Querschnitt 40 ausgeführt. Im Inneren des rechteckigen Querschnitts 40 ist ein insgesamt im wesentlichen rechteckiger Hohlraum 41 in einzelne Kanäle 4a oder Kammern unterteilt. Die einzelnen Kanäle 4a sind durch Stege 43, 44 voneinander getrennt.

Bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Hohlraum 41 im Inneren des rechteckigen Querschnitts 40 durch insgesamt sieben durchgehende Stege 43, 44 in acht Kanäle oder Kammern 4a unterteilt. Die Stege 43, 44 erstrecken sich parallel zu den kurzen Seiten und senkrecht zu den langen Seiten des rechteckigen Querschnitts 40. Die Ausdehnung des rechteckigen Querschnitts in Richtung der kurzen Seiten ist in Fig. 7 mit rd be-

zeichnet. Die Ausdehnung rd wird auch als Dicke bezeichnet. Die Ausdehnung des rechteckigen Querschnitts 40 in Richtung der langen Seiten ist in Fig. 7 mit rb bezeichnet. Die Ausdehnung rb wird auch als Rohrbreite bezeichnet. Die Dicke der Außenwand des rechteckigen Querschnitts 40 ist in Fig. 7 mit d bezeichnet und wird auch als Wanddicke oder Wandstärke bezeichnet. Die Dicke der Stege 43, 44 ist in Fig. 7 mit s bezeichnet und wird auch als Stegdicke s bezeichnet.

Die hydraulischen Durchmesser, das heißt die Innendurchmesser, der Kanäle 4a sollten nicht zu klein gewählt werden, um ein unerwünschtes Vereisen des Kühlers bei kalten Temperaturen zu vermeiden. Vorzugsweise liegt der hydraulische Durchmesser der Kanäle 4a im Bereich zwischen 1,5 und 4 mm.

In Fig. 8 ist gezeigt, dass der rechteckige Querschnitt 40 auch mit unterbrochenen Stegen 48 ausgestattet sein kann. Der Steg 48 umfasst zwei Stegabschnitte 49, 50, die sich jeweils von den langen Seiten des rechteckigen Querschnitts 40 senkrecht nach innen erstrecken, sich aber nicht berühren. Die unterbrochene Ausführung der Stege 48 dient dazu, eine unerwünschte Verblockung durch Verrußung zu vermeiden. Bei dem in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel wechselt sich jeweils ein unterbrochener Steg 48 mit einem durchgehenden Steg 43, 44 ab.

Bei dem in Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel ist angedeutet, dass das Strangpressprofil in den Eckbereichen besonders verdickt ausgeführt ist. Das wird dadurch erreicht, dass die in den Eckbereichen angeordneten Kanäle 54, 55 im wesentlichen ellipsenförmig ausgeführt sind. Dadurch werden die Radien der äußeren Kanäle 54, 55 oder Kammern größer als bei den in den Fig. 7 und 8 dargestellten Ausführungsbeispielen.

Bei dem in Fig. 10 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die äußeren Kanäle oder Kammern 64, 65 jeweils mit zwei Versteifungsrippen 66, 67; 68, 69 ausgestattet, die sich fachwerksartig in den Ecken der zugehörigen Kammer 64, 65 erstrecken. Die Versteifungsrippen 66 bis 68 erhöhen die Festigkeit,

insbesondere bei Druckpulsationen und thermischen Wechselbeanspruchungen.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, umfassend zumindest ein Tauscherrohr (4) zur Durchleitung eines gasförmigen Fluids,
wobei das Fluid zumindest als Beimengung Abgas eines Verbrennungsmotors enthält bzw. enthalten kann,
wobei das Tauscherrohr (4) durch ein Kühlmittel zur Kühlung des Fluidstroms umströmbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Tauscherrohr (4) als Strangpressprofil aus einer Legierung auf Basis von Aluminium ausgeformt ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Tauscherrohr (4) eine Mehrzahl von separaten Kanälen (4a) umfasst.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (4a) durch Stege (43,44,49) voneinander getrennt sind, die Teil des Strangpressprofils sind.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (49) in den Strangpressrohren zumindest teilweise unterbrochen sind.

5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die äussere Wandstärke (d) des Tauscherrohres (4) vorzugsweise zwischen 0,4 und 2 mm liegt.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Tauscherrohr (4) Stege (43,44,49) mit einer die Stegdicke (s) aufweist, die kleiner als oder gleich gross ist wie die äussere Wandstärke (d) des Tauscherrohres (4).

7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass separate Kanäle (4a) durch Rippen erzeugt werden, die in die Tauscherrohre (4) eingeschoben und verlötet sind.

8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel Luft ist.

9. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Boden (3,6), wobei das Tauscherrohr (4) endseitig in dem Boden (3,6) mündet und fest mit dem Boden (3,6) verbunden ist.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Tauscherrohr (4) mittels einem aus der Gruppe Induktionslöten, Flammlöten, Laserschweißen oder Schweißen an dem Boden (3,6) festgelegt ist.

11. Wärmetauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Tauscherrohr (4) mittels Klebung an dem Boden festgelegt ist.

12. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Tauscherrohr (4) zumindest ein Rippenelement (7,7',7") in thermischem Kontakt angeordnet ist.

13. Wärmetauscher nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Rippenelement (7,7',7") mit dem Tauscherrohr verklebt ist.

14. Wärmetauscher nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Verklebung durch einen Klebstoff auf Basis von Epoxidharz erfolgt, wobei insbesondere der Klebstoff mit Metallpulver versetzt ist.

15. Wärmetauscher nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Klebstoff der Verklebung eine Temperaturfestigkeit von zumindest etwa 180 °C, insbesondere von zumindest etwa 200 °C, aufweist.

16. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Rippenelement (7,7',7") federelastisch an das Tauscherrohr angedrückt ist.

17. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine wärmeleitfähige Paste zwischen Tauscherrohr (4) und Rippenelement (7. 7', 7") angeordnet ist.

18. Wärmetauscher nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Rippenelemente (7,7',7") auf der Aussenseite mit den Tauscherrohren (4) verlötet sind.

19. Wärmetauscher nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Lötung in einem Lötofen mittels Vakuum- oder Nocolok-Lötverfahren erfolgt.

20. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Rippenelement (7) als insbesondere gewelltes, zwischen zwei benachbarten Tauscherkanälen angeordnetes Blechteil ausgebildet ist.

21. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Rippenelement als (7',7") im wesentlichen senkrecht zu dem Tauscherrohr (4) ausgerichtetes und insbesondere von dem Tauscherrohr (4) durchgriffenes Blechteil ausgebildet ist.

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher einen Kasten (2,5) zur Zuführung oder Ableitung des Fluids zu dem zumindest einen Tauscherrohr (4) aufweist.

23. Wärmetauscher nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Kasten (2,5) im wesentlichen aus einer Aluminiumlegierung besteht.

24. Wärmetauscher nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Kasten (2,5) im wesentlichen aus einem Kunststoff, insbesondere einem Polyamid, besteht.

25. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bypassleitung (14) vorgesehen ist, wobei der Fluidstrom mittels eines Stellglieds (18) selektierbar durch die Bypassleitung (14) oder durch das zumindest eine Tauscherrohr (4) führbar ist.

26. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher zumindest ein hinführendes Tauscherrohr (4) und zumindest ein dazu im wesentlichen paralleles rückführendes Tauscherrohr (4) aufweist, die in einem Umlenkbereich (17) miteinander verbunden sind.

27. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Tauscherrohr (4) im Zuge der Montage des Wärmetauschers keine vollständige Wärmebehandlung erfährt, die eine Temperatur eines Strangpressens im Zuge der Herstellung des Tauscherrohrs übersteigt.

28. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine maximale Betriebstemperatur des dem Wärmetauscher zugeführten Fluids kleiner als etwa 300° C, insbesondere kleiner als etwa 250° C ist.

29. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass reine Ladeluft durch den Wärmetauscher geführt wird.

30. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass reines Abgas durch den Wärmetauscher geführt wird.

31. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gasgemisch aus Ladeluft und Abgas durch den Wärmetauscher geführt wird.

32. Verwendung eines Aluminium-Strangpressprofils als Tauscherrohr eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 31.

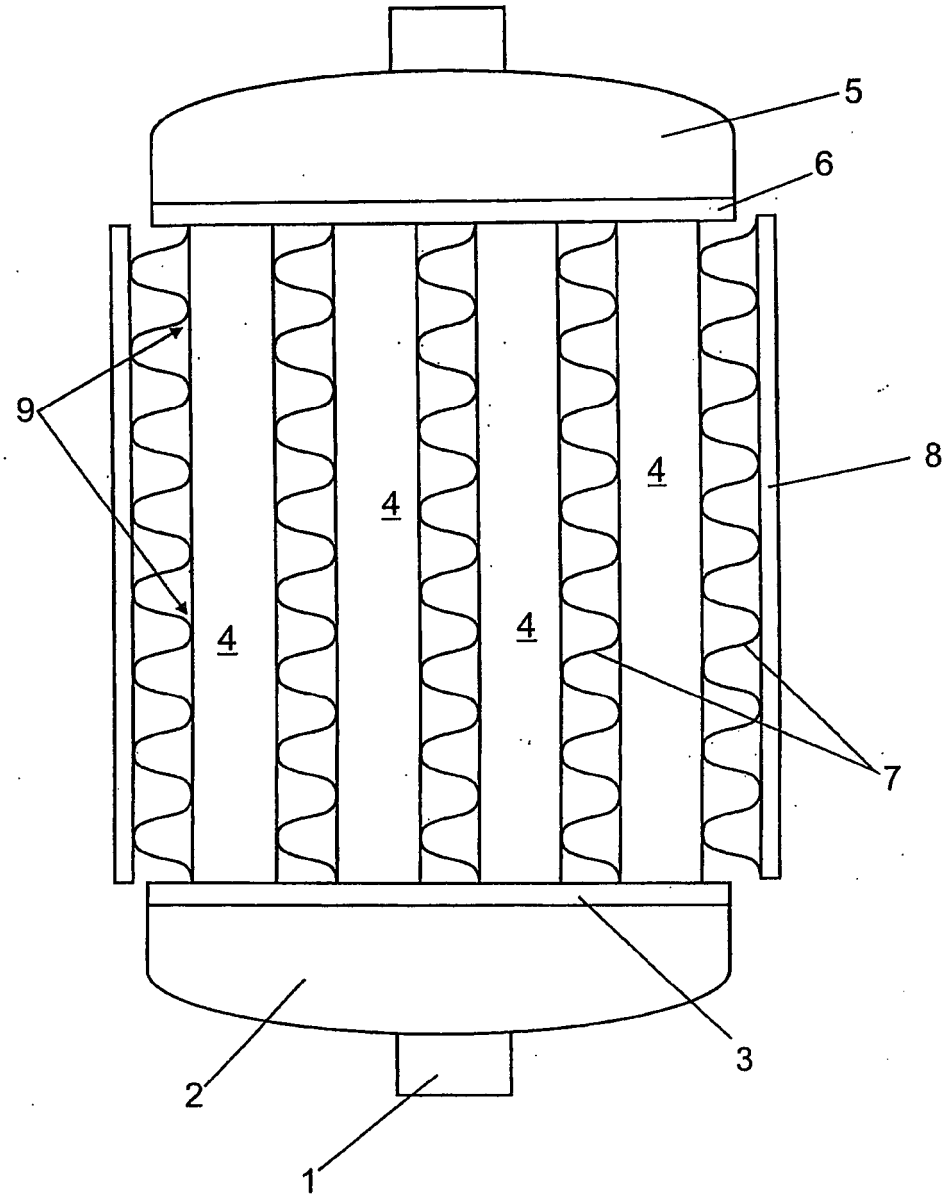


Fig. 1

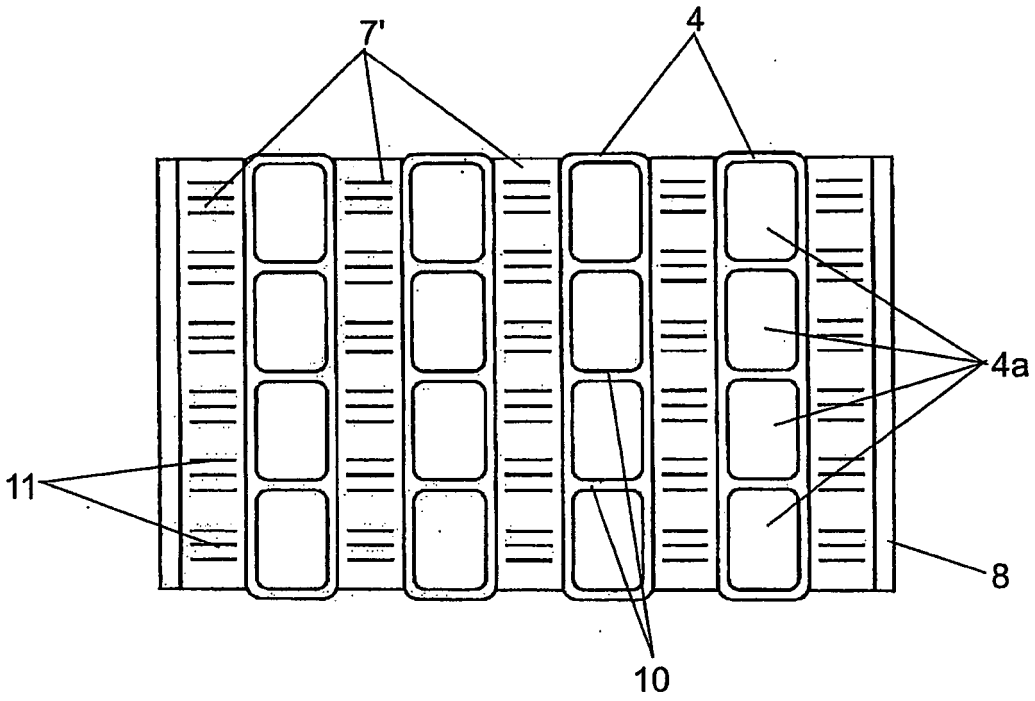


Fig. 2

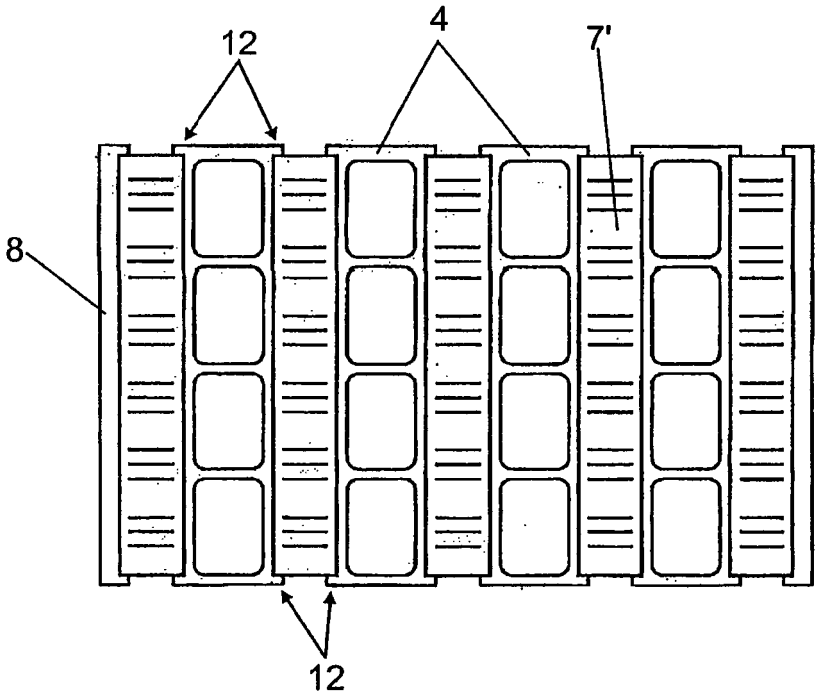
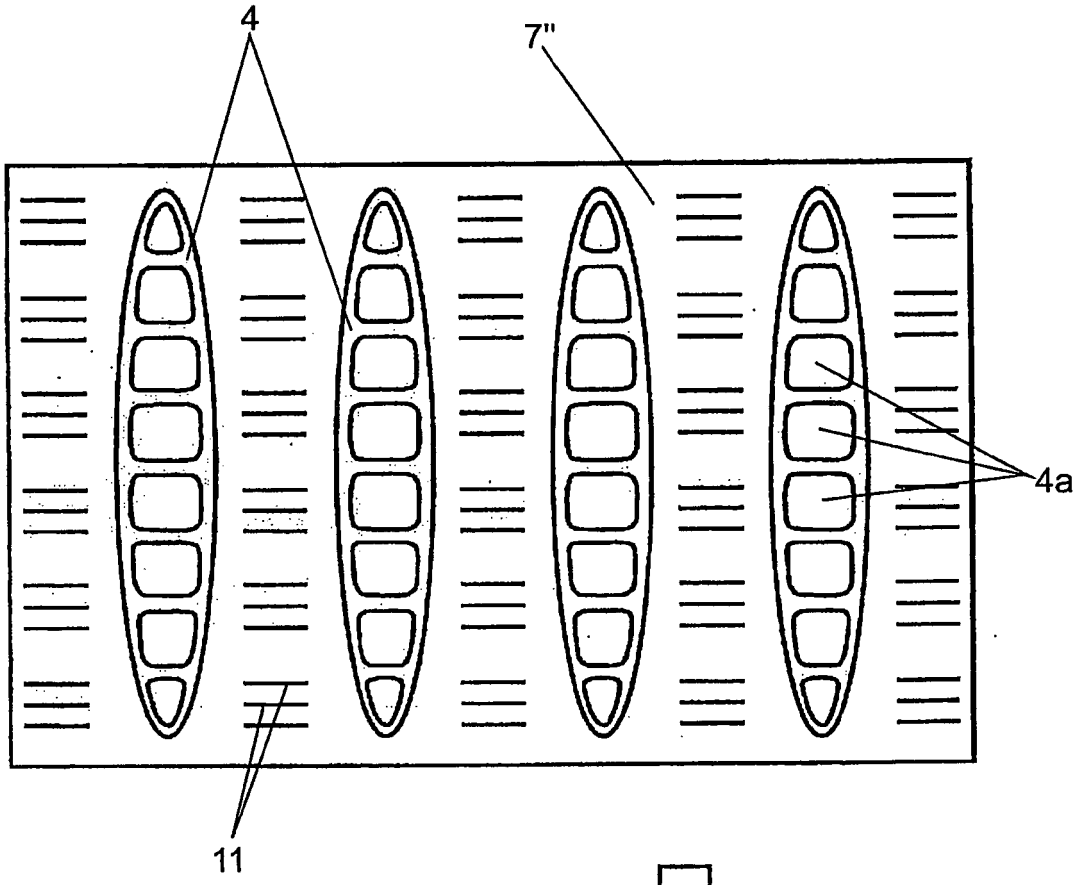


Fig. 3



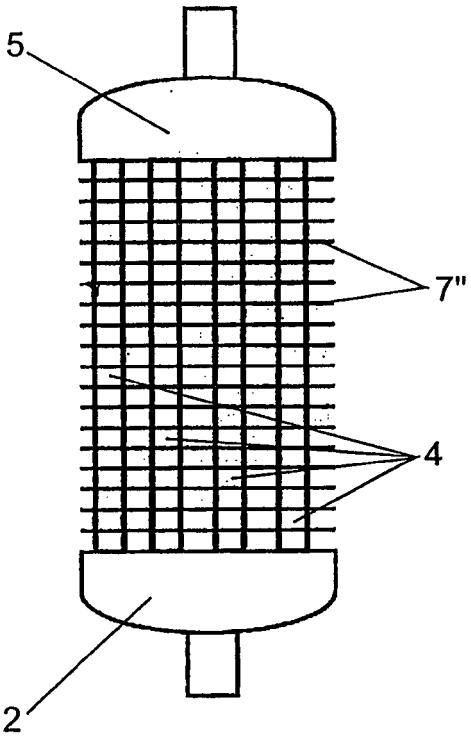


Fig. 4

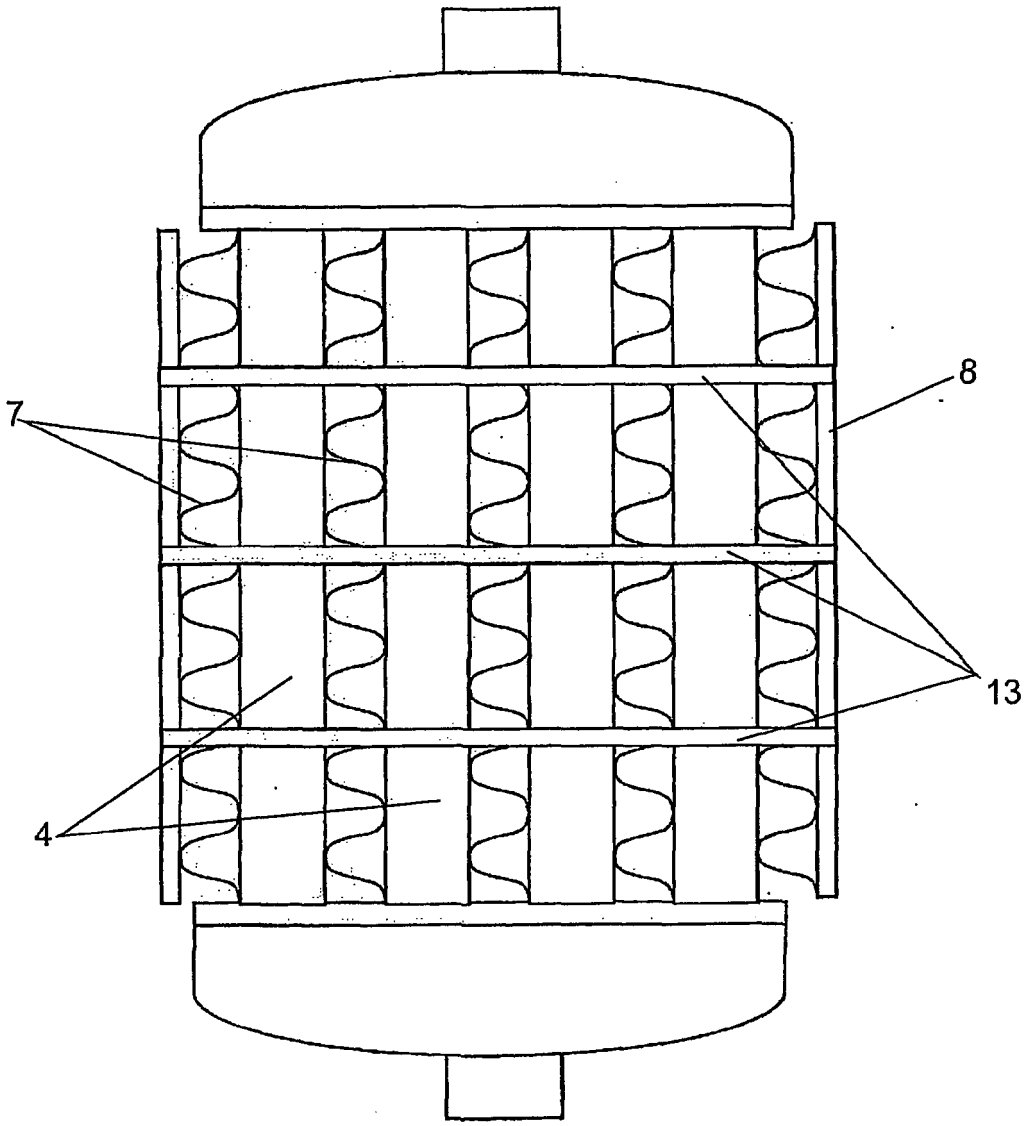


Fig. 5

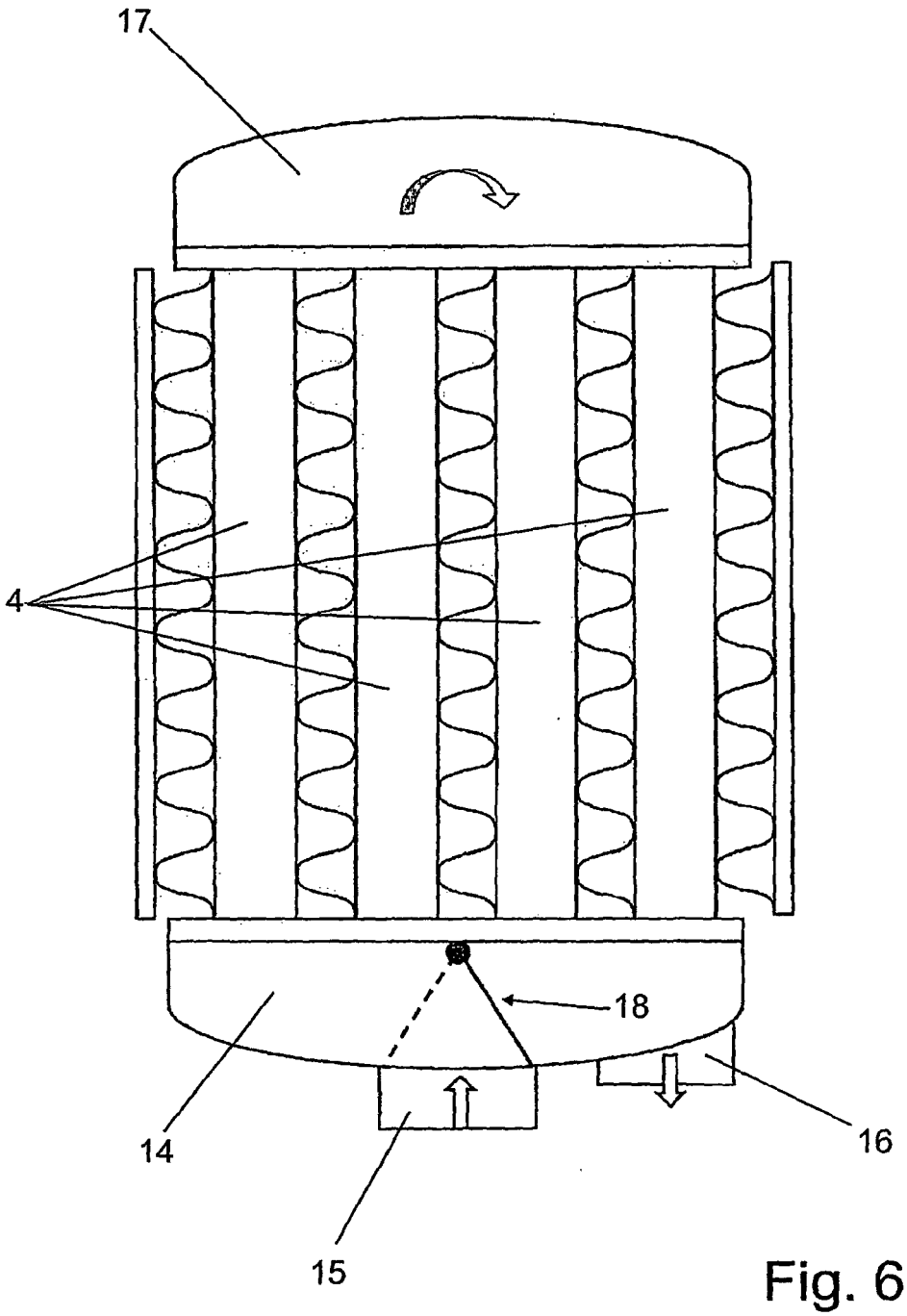


Fig. 6

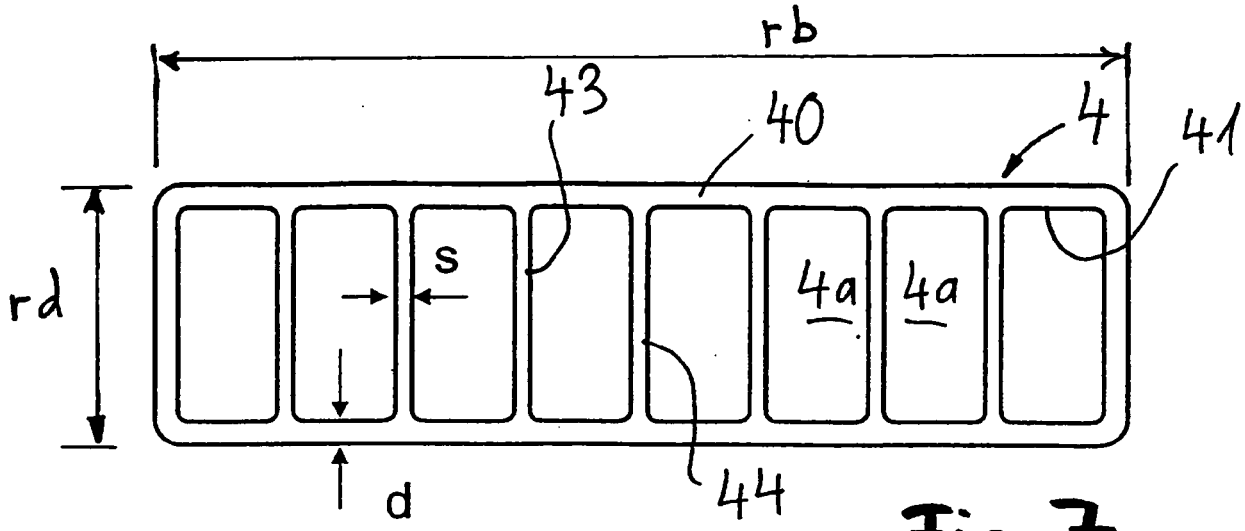


Fig. 7

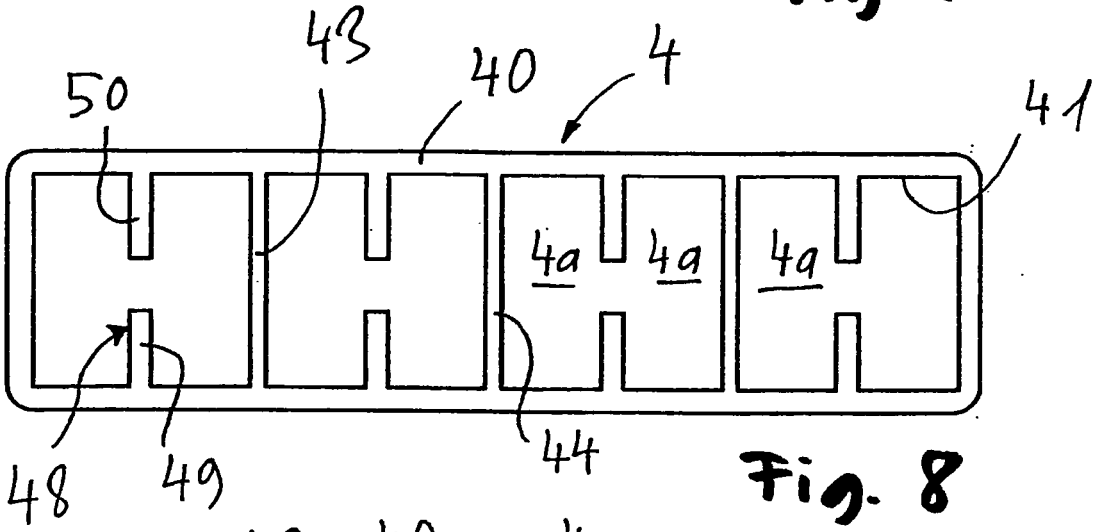


Fig. 8

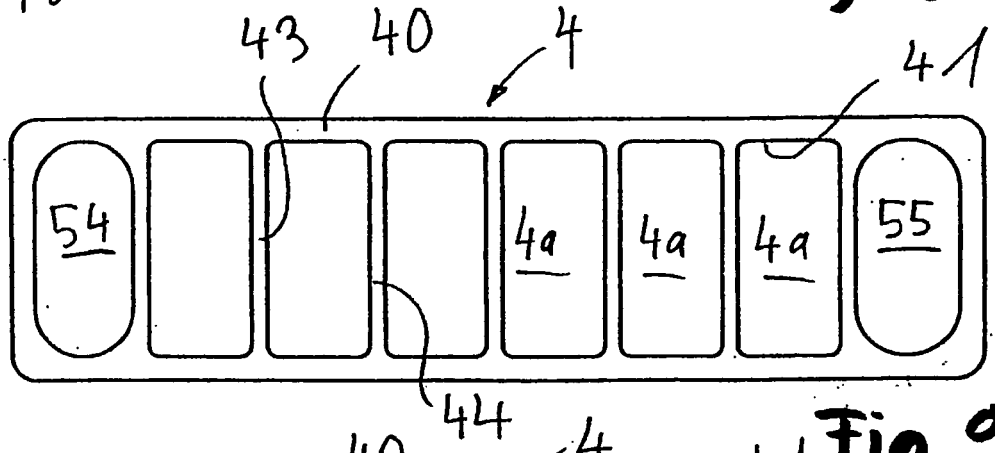


Fig. 9

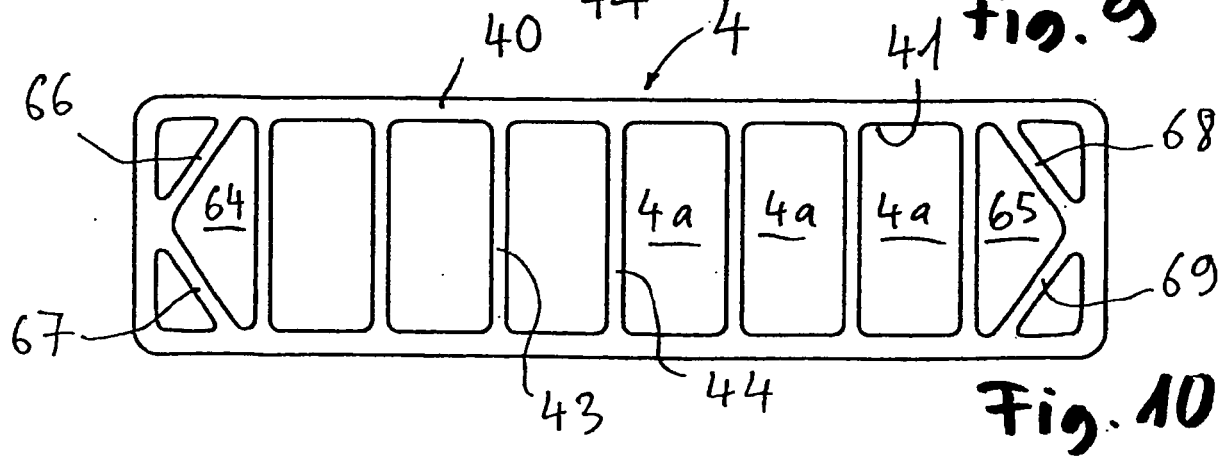


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/004869

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M25/07 F28F1/04 F28D1/053

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02M F28F F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/038376 A (BEHR GMBH & CO KG [DE]; AUGENSTEIN CLAUS [DE]; EMRICH KARSTEN [DE]; HE) 28 April 2005 (2005-04-28) page 4, line 17 - line 29	1-32
A	US 2005/161203 A1 (FANG LEI [US] ET AL) 28 July 2005 (2005-07-28) abstract	2-4
A	US 5 323 851 A (ABRAHAM ANTHONY W [US]) 28 June 1994 (1994-06-28) abstract	4
A	EP 0 596 507 A1 (NIPPON DENSO CO [JP]; FURUKAWA ELECTRIC CO LTD [JP]) 11 May 1994 (1994-05-11) column 6	5

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 September 2007	10/10/2007

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bain, David

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/004869

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/141048 A1 (LEE SANGOK [KR] ET AL) 31 July 2003 (2003-07-31) the whole document	5
A	JP 10 047879 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 20 February 1998 (1998-02-20) abstract	7
A	EP 1 215 461 A (MODINE MFG CO [US]) 19 June 2002 (2002-06-19) paragraph [0014]	1-32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2007/004869

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005038376 A	28-04-2005	DE 10349140 A1	12-05-2005
		EP 1690056 A1	16-08-2006
		US 2007029076 A1	08-02-2007
US 2005161203 A1	28-07-2005	NONE	
US 5323851 A	28-06-1994	NONE	
EP 0596507 A1	11-05-1994	DE 69310091 D1	28-05-1997
		DE 69310091 T2	16-10-1997
		JP 3113100 B2	27-11-2000
		JP 6142755 A	24-05-1994
		US 5567493 A	22-10-1996
US 2003141048 A1	31-07-2003	CN 1618003 A	18-05-2005
		EP 1476709 A1	17-11-2004
		JP 2005516176 T	02-06-2005
		WO 03064952 A1	07-08-2003
		KR 20030065269 A	06-08-2003
JP 10047879 A	20-02-1998	NONE	
EP 1215461 A	19-06-2002	AU 8939501 A	20-06-2002
		BR 0105350 A	06-08-2002
		CA 2364163 A1	13-06-2002
		CN 1366169 A	28-08-2002
		JP 2002213889 A	31-07-2002
		KR 20020046930 A	21-06-2002
		MX PA01011342 A	24-06-2002
		TW 526324 B	01-04-2003
		US 6397939 B1	04-06-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/004869

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02M25/07 F28F1/04 F28D1/053

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02M F28F F28D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/038376 A (BEHR GMBH & CO KG [DE]; AUGENSTEIN CLAUS [DE]; EMRICH KARSTEN [DE]; HE) 28. April 2005 (2005-04-28) Seite 4, Zeile 17 - Zeile 29	1-32
A	US 2005/161203 A1 (FANG LEI [US] ET AL) 28. Juli 2005 (2005-07-28) Zusammenfassung	2-4
A	US 5 323 851 A (ABRAHAM ANTHONY W [US]) 28. Juni 1994 (1994-06-28) Zusammenfassung	4
A	EP 0 596 507 A1 (NIPPON DENSO CO [JP]; FURUKAWA ELECTRIC CO LTD [JP]) 11. Mai 1994 (1994-05-11) Spalte 6	5

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. September 2007	10/10/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Bain, David

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2003/141048 A1 (LEE SANGOK [KR] ET AL) 31. Juli 2003 (2003-07-31) das ganze Dokument	5
A	JP 10 047879 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 20. Februar 1998 (1998-02-20) Zusammenfassung	7
A	EP 1 215 461 A (MODINE MFG CO [US]) 19. Juni 2002 (2002-06-19) Absatz [0014]	1-32

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/004869

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005038376 A	28-04-2005	DE 10349140 A1	12-05-2005
		EP 1690056 A1	16-08-2006
		US 2007029076 A1	08-02-2007
US 2005161203 A1	28-07-2005	KEINE	
US 5323851 A	28-06-1994	KEINE	
EP 0596507 A1	11-05-1994	DE 69310091 D1	28-05-1997
		DE 69310091 T2	16-10-1997
		JP 3113100 B2	27-11-2000
		JP 6142755 A	24-05-1994
		US 5567493 A	22-10-1996
US 2003141048 A1	31-07-2003	CN 1618003 A	18-05-2005
		EP 1476709 A1	17-11-2004
		JP 2005516176 T	02-06-2005
		WO 03064952 A1	07-08-2003
		KR 20030065269 A	06-08-2003
JP 10047879 A	20-02-1998	KEINE	
EP 1215461 A	19-06-2002	AU 8939501 A	20-06-2002
		BR 0105350 A	06-08-2002
		CA 2364163 A1	13-06-2002
		CN 1366169 A	28-08-2002
		JP 2002213889 A	31-07-2002
		KR 20020046930 A	21-06-2002
		MX PA01011342 A	24-06-2002
		TW 526324 B	01-04-2003
		US 6397939 B1	04-06-2002