

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 981 035 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.06.2003 Patentblatt 2003/24

(51) Int Cl.7: **F28D 9/00, F28D 1/03**

(21) Anmeldenummer: **99115443.6**

(22) Anmeldetag: **05.08.1999**

(54) **Abgaswärmetauscher**

Heat exchanger for exhaust gases

Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **14.08.1998 DE 19836889**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.02.2000 Patentblatt 2000/08

(73) Patentinhaber: **Modine Manufacturing Company
Racine, Wisconsin 53403-2552 (US)**

(72) Erfinder:
• **Brost, Viktor**
72631 Aichtal (DE)

• **Kalbacher, Klaus**
72414 Rangendingen (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 911 889 DE-A- 4 403 144
GB-A- 2 211 283 US-A- 4 310 960

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no.**
261 (M-514), 5. September 1986 (1986-09-05) -&
JP 61 086590 A (HISAKA WORKS LTD), 2. Mai
1986 (1986-05-02)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 981 035 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Abgaswärmetauscher mit Paaren schalenförmiger Wärmetauscherplatten; jedes Paar schalenförmiger Wärmetauscherplatten bildet einen Strömungskanal für Kühlwasser, indem sie am umlaufenden Randflansch spiegelbildlich so zusammengefügt und verbunden sind, daß der Randflansch der einen Wärmetauscherplatte nach einer Seite und der Randflansch der anderen Wärmetauscherplatte zur entgegengesetzten Seite gerichtet ist, sowie mit Öffnungen in den Wärmetauscherplatten, die auf einer gemeinsamen Linie liegen, um den Sammel- und den Verteilerkanal für das Kühlwasser zu bilden und mit zwischen den erwähnten Strömungskanälen angeordneten weiteren Strömungskanälen für das Abgas.

[0002] Dieser Abgaswärmetauscher ist aus dem EP 677 715 bekannt. Der bekannte Abgaswärmetauscher kann insofern als nachteilig angesehen werden, weil durch Korrosion verursachte Durchbrüche auf der Abgasseite zum Vermischen des Abgases mit dem Kühlwasser führen. Da die Abgase sehr aggressive Stoffe enthalten, ist die Möglichkeit der Durchrostung nicht weit entfernt. Deshalb sind in dem genannten Dokument die Wärmetauscherplatten, die Wellrippen und die Anschlußstutzen aus Edelstahl gefertigt, was jedoch die Kosten erhöht. Hinzu kommt, daß trotz dieser Maßnahme keine Gewähr dafür besteht, daß nicht doch eine Vermischung passiert, da selbst die Edelstahlbleche, wenn es nicht die hochwertigsten sind, zumindest in der Nähe der Lötverbindungen, angegriffen werden können. Zumal man ständig bestrebt ist, die Blechdicken der Wärmetauscherplatten zu reduzieren. Ferner werden Kosten und Gewicht durch das erforderliche Gehäuse erhöht, welches den Wärmetauscher umgibt. Darüber hinaus ergeben sich fertigungstechnische Schwierigkeit beim korrekten Positionieren der beiden schalenförmigen Wärmetauscherplatten zueinander. Wenn als Kühlmittel das Kühlwasser des Motors verwendet werden soll, ist der Abgaswärmetauscher in dem genannten Dokument in sogenannter Stab-Platten-Bauweise aufgebaut und besitzt ein äußeres Gehäuse. Diese ansonsten vorteilhafte Bauweise hat den Nachteil, daß die Anzahl der Einzelteile und die Anzahl und Länge der Lötverbindungen recht groß sind, wodurch sich das Risiko erhöht, daß Lötfehler auftreten können.

[0003] Beispielsweise aus DE 44 03 144 C2 ist es außerdem bekannt, gehäuselose Plattenwärmetauscher, (Ölkühler) die als vermischungsfrei bezeichnet werden können, quasi in Mischbauweise zu fertigen, bei der die eine Art Rohrplatten in Stab-Platten-Bauweise und die andere Art der Rohrplatten aus Halbschalen gefertigt sind. Hier ist jedoch die Vermischungsfreiheit durch die Anordnung einer zusätzlichen Sicherheitstrennwand erzielt worden, wodurch das Gesamtgewicht relativ hoch ist. Ferner würde dieser Wärmetauscher als Abgaswärmetauscher einen zu großen Druckverlust auf der Ab-

gasseite erzeugen, der seine Ursache in der Vielzahl der Umlenkungen hat. Gerade der Druckverlust auf der Abgasseite ist besonders nachteilig, weil das gekühlte Abgas mit höchstmöglichem Druck dem nachgeschalteten Turbolader zugeführt werden sollte.

[0004] Der Nachteil des zu hohen Druckverlustes muß auch dem aus DE 296 16 354 U1 bekannten flüssigkeitsgeköhlten Abgaswärmetauscher zugeordnet werden.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei dem im Oberbegriff angegebenen Abgaswärmetauscher die Fertigungskosten weiter zu senken und außerdem eine höhere Sicherheit gegen Vermischen des Abgases mit dem Kühlwasser zu gewährleisten, bei gleichzeitig geringem Druckverlust auf der Abgasseite. Die erfindungsgemäße Lösung ergibt sich aus dem Kennzeichen des Patentanspruchs 1.

Die Lösung der Aufgabenstellung erfolgt durch die geschickte Kombination von im Wärmetauscherbau möglicherweise einzeln bekannter Merkmale, wobei die Erfinder erkannt haben, daß deren neuartiges Zusammenwirken zu einem erfinderischen Abgaswärmetauscher führt, bei dem das Abgas mit Flüssigkeit gekühlt wird.

[0006] Es wird vorgeschlagen, daß der Abgaswärmetauscher in gehäuseloser Bauweise ausgeführt ist, daß die aus schalenförmigen Wärmetauscherplatten gebildeten Strömungskanäle für das Kühlwasser vorgesehen sind und daß die dazwischen angeordneten Strömungskanäle für das Abgas etwa gerade Flachrohre sind, die an gegenüberliegenden Enden in Rohrböden münden, an die die Abgasleitung angeschlossen ist.

Die Rohrböden haben einen Durchmesser, der zumindest partiell größer ist als die sich anschließende Querschnittsabmessung des Wärmetauschers. Die Rohrböden sind vorzugsweise kreisrunde Teile, wodurch die Herstellung und auch der Anschluß der ebenfalls runden Abgasleitung einfacher erfolgen kann.

Der Anschluß der Abgasleitung an den Wärmetauscher kann mittels Schrauben, Klammern oder Spannringen erfolgen.

Mindestens eine Art der Strömungskanäle weist eine gewellte oder ähnlich strukturierte Oberfläche auf. Die gewellte Oberflächenstruktur sorgt in hinreichender Weise dafür, daß im Falle einer Durchrostung das Abgas zur Atmosphäre hin austreten kann und nicht so einfach in das Kühlwasser gelangt.

[0007] Der Druckverlust auf der Abgasseite ist äußerst gering, weil die zugehörigen Strömungskanäle keine Umlenkungen aufweisen und weil auch die Rohrböden so groß gehalten sind, daß dieser Vorgabe entsprochen werden kann. Ferner sind der Verteiler- und der Sammelraum für das Kühlwasser in überkragenden Bereichen der schalenförmigen Wärmetauscherplatten angeordnet, die sich außerhalb des Querschnittes der Flachrohre befinden. Dadurch wird ebenfalls ein Beitrag zur Senkung des Druckverlustes auf der Abgasseite geleistet, denn dadurch befinden sich der Verteiler- und der

Sammelraum nicht im Strömungsbereich der Abgase und behindern nicht deren Strömung.

Die Fertigungskosten werden dadurch gesenkt, daß der erfindungsgemäße wassergekühlte Abgaswärmetauscher lediglich auf der Abgasseite - also die Flachrohre und die Rohrböden - aus Edelstahl bestehen muß, während alle anderen Teile aus Aluminium hergestellt sein können. Der wassergekühlte Abgaswärmetauscher aus dem EP 677 715 besteht hingegen vollständig aus Edelstahl.

Der vorgeschlagene Abgaswärmetauscher weist deshalb auch ein geringeres Gewicht auf.

Ferner kann ein Beitrag zur Senkung der Fertigungskosten darin gesehen werden, daß der wassergekühlte Abgaswärmetauscher, wie oben angegeben, in gehäuselter Ausführung vorgesehen ist. Die außenliegenden Strömungskanäle sind Kühlwasserkanäle, so daß die Strahlungswärme des Wärmetauschers reduziert ist, was bei Abgaswärmetauschern wegen der hohen Abgastemperaturen nicht unwesentlich ist.

Die schalenförmigen Wärmetauscherplatten, die die Strömungskanäle für das Kühlwasser bilden, besitzen in ihrer gewellten Oberfläche nach innen gerichtete Abstütznoppen, die an ihrem Scheitelpunkt mit ebensolchen Abstütznoppen der benachbarten Wärmetauscherplatte verlötet sind. Diese an sich bekannte Ausbildung sorgt für besseren Wärmeübergang und für höhere Festigkeit des Abgaswärmetauschers.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal der Wärmetauscherplatten besteht darin, daß am Randflansch in gewissen Abständen überstehende und abgewinkelte Abschnitte vorgesehen sind, mit deren Hilfe sich jeweils zwei Wärmetauscherplatten zueinander positionieren lassen, d. h. sie können nicht verrutschen. Es werden deshalb auch keine Hilfsvorrichtungen beim Stapeln und beim Vorbereiten zum Löten erforderlich.

Die Flachrohre, die das Abgas führen, können sowohl gezogene oder mit einer Längsnaht geschweißte Flachrohre sein, als auch aus zwei Halbschalen gebildet sein, die am umlaufenden Randflansch miteinander verlötet sind. In den Flachrohren können gestanzte oder gewalzte Inneneinsätze angeordnet sein, die mit den Rohren verlötet sind, um den Wärmeaustausch zu fördern und die Stabilität zu erhöhen. Eine Ausführungsform verzichtet jedoch völlig auf solche Inneneinsätze, um den Druckverlust weiter zu reduzieren. Dafür besitzt die Wandung der Flachrohre eine wellenartige Struktur. Die Wellenberge und -täler verlaufen in Längsrichtung der Flachrohre.

Bei Flachrohren, die aus zwei Halbschalen gebildet sind, befinden sich an deren Randflansch überstehende und abgewinkelte Abschnitte, die ineinandergreifen und der korrekten Positionierung zweier Halbschalen zu einem Flachrohr dienen.

Diese Abschnitte sind vergleichbar mit ebensolchen Abschnitten am Randflansch der Wärmetauscherplatten. In den Rohrböden sind Öffnungen ausgestanzt, die dem Querschnitt der Flachrohre angepaßt sind und die

Durchzüge aufweisen, die entweder zur Abgasleitung hin gerichtet sind oder zum Inneren des Wärmetauschers. Mit Blick auf die Reduzierung des Druckverlustes ist es günstiger, die Durchzüge zum Wärmetauscher hin vorzusehen, weil so der Rohrüberstand in den Rohrböden hinein zu vermeiden ist. Diese Durchzüge bilden einen geeigneten Löttrand für die Flachrohre in den Rohrböden. Ferner ist die Verbindung so ausgeführt, daß der Druckverlust äußerst gering bleibt.

[0008] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen in Ausführungsbeispielen beschrieben.

Die Figuren zeigen im einzelnen:

- | | | |
|----|---------|--|
| 15 | Fig. 1 | Gesamtansicht eines Abgaswärmetauschers |
| | Fig. 2 | Seitenansicht von Fig. 1 |
| | Fig. 3 | Gesamtansicht einer anderen Ausführungsform |
| 20 | Fig. 4 | Schnitt IV - IV in Fig. 2 |
| | Fig. 5 | Ansicht auf einen Abgaswärmetauscher aus Richtung des Anschlußflansches |
| | Fig. 6 | Ähnlich Fig. 4 bei einem anderen Ausführungsbeispiel |
| 25 | Fig. 7 | Ähnlich Fig. 5 |
| | Fig. 8 | Längsschnitt gemäß VIII - VIII in Fig. 6 |
| | Fig. 9 | Querschnitt einer anderen Ausführungsform |
| | Fig. 10 | Ansicht des Abgaswärmetauschers nach Fig. 9 aus Richtung des Anschlußflansches |
| 30 | Fig. 11 | Gesamtansicht einer weiteren Ausführungsform |
| | Fig. 12 | Teillängsschnitt |

Die Fig. 1 zeigt einen kühlwassergekühlten Abgaswärmetauscher 1 mit einem Abgaseintritt 2 und einem auf der gegenüberliegenden Seite angeordneten Abgasaustritt 3. Eintritt 2 und Austritt 3 sind hier mit je einem Anschlußflansch versehen, um die Abgasleitung (nicht gezeigt) beispielsweise mittels Spannringe 26 zu befestigen. Die Kühlwasseranschlüsse 4 und 5 befinden sich an der obersten Wärmetauscherplatte 6, ebenfalls an gegenüberliegenden Enden, wobei die Anschlüsse 4 und 5 in überkragenden Bereichen 7 der Wärmetauscherplatten 6 vorgesehen sind, die sich außerhalb des Bereiches der gerade verlaufenden Flachrohre 8 befinden, durch die die Abgase (Pfeile 19) strömen. Zwei völlig identische schalenförmige Wärmetauscherplatten 6 bilden jeweils einen Strömungskanal 9, durch die das Kühlwasser strömt (Pfeile 10). Auf der obersten Wärmetauscherplatte 6 sind Noppen 11 angedeutet, die in Berührung mit den Noppen 11 der darunter befindlichen Wärmetauscherplatte 6 sind, denn jeweils eine der zwei identischen Wärmetauscherplatten 6 wird zur Bildung des Strömungskanales 9 um 180° um die Querachse oder um die Längsachse oder um die vertikale Achse gedreht und mit der anderen Wärmetauscherplatte 6 zusammengefügt. In Fig. 4 sind einige dieser Noppen 11 eingezeichnet worden.

Die Wärmetauscherplatten 6 besitzen ferner eine wellenförmige Struktur, die durch querverlaufende Linien 22 in der Fig. 3 angedeutet wurden. Es wurden nur einige Linien 22 eingezeichnet. Die Wellenstruktur reicht über den gesamten Bereich der Wärmetauscherplatten 6.

Die Wärmetauscherplatten 6 haben überstehende und abgewinkelte Abschnitte 12 an ihrem Randflansch 23. Nach dem Drehen und Zusammenfügen der Wärmetauscherplatten 6 greifen diese Abschnitte 12 quasi kammartig ineinander und gewährleisten dadurch die Positionierung der Platten 6.

Aus Fig. 2 ist zu erkennen, daß die Flachrohre 8 in diesem Ausführungsbeispiel aus zwei Hälften gebildet sind, die zusammengefügt und verlötet sind. Vorteilhaft ist es jedoch auch, wenn gewöhnliche geschweißte oder gezogenen Flachrohre verwendet werden. Wenn die Flachrohre 8 und die Rohrböden aus Edelstahl bestehen, die Wärmetauscherplatten jedoch aus Aluminium hergestellt werden, muß bei der Herstellung solcher Wärmetauscher ein zweifacher Lötprozeß stattfinden. Dabei werden zunächst die Flachrohre 8, mit den Inneneinsätzen 24 und den Rohrböden 13 zusammengefügt und im Lötöfen einer entsprechend hohen Temperatur ausgesetzt, bei der diese Teile eine Lötverbindung eingehen. Die Außenflächen der Flachrohre 8 sind ohne Lotbeschichtung ausgeführt, so daß sie keine Verbindung eingehen, beispielsweise mit einer zum Löten benutzten Hilfsvorrichtung. Danach wird diese vorgefertigte Einheit durch die Wärmetauscherplatten 6 aus Aluminium komplettiert und in einem zweiten Lötprozeß bei entsprechend geringerer Temperatur zu einer kompakten Einheit verbunden. Dabei verbinden sich sowohl die Paare der Wärmetauscherplatten 6 als auch diese mit den Flachrohren 8, weil die Wärmetauscherplatten 6 auf beiden Seiten mit Lot beschichtet sind.

Aus der Fig. 2 und aus der Fig. 4, die den Schnitt IV-IV in Fig. 2 zeigt, gehen topartigen Vertiefungen 15 an jeder Wärmetauscherplatte 6 hervor und auch die Öffnungen 16 in jeder Vertiefung 15. Die Öffnungen 16 haben einen Rand 17. An diesen Rändern 17 sind die Wärmetauscherplatten 6 ebenfalls miteinander verbunden, so daß die Sammel- und Verteilerkanäle 20 und 21 gebildet werden. Den gleichen Zweck erfüllen auch Hül- sen, die als Einzelteile zwischen den Wärmetauscherplatten 6 eingelegt und verbunden werden können.

[0009] Mit der Bezugsziffer 13 sind in den Fig. 1; 2 und 4 die Rohrböden bezeichnet worden, die kreisrund sind und im wesentlichen über die Peripherie des Wärmetauschers 1 überstehen, wenn von den überstehenden Bereichen 7 der Wärmetauscherplatten 6 abgesehen wird.

[0010] Die Fig. 5 zeigt die Ansicht aus Richtung des Spannrings 26 der Ausführungsform aus den Fig. 1, 2 und 4. Zu erkennen ist der eine Sammelraum 21 und die am Randflansch 23 verbundenen Wärmetauscherplatten 6. Außerdem geht der eine Rohrboden 13 und die dort endenden Strömungskanäle 14 aus dieser Darstellung hervor.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 wurde gänzlich auf Inneneinsätze 24 in den Flachrohren 8 verzichtet. Statt dessen wurden die Wandungen der aus zwei Halbschalen 8/1 und 8/2 bestehenden Flachrohre 8 mit einer deutlichen wellenartigen Struktur 22 ausgebildet. Die Wellenberge und die Wellentäler verlaufen hier jedoch, im Unterschied zu der wellenförmigen Struktur 22 des vorher und am Ende beschriebenen Ausführungsbeispiels (an den Wärmetauscherplatten 6), in Längsrichtung der Flachrohre 8 bzw. der Strömungskanäle 14. Bei dieser Ausführungsform sind die Wärmetauscherplatten 6 vorzugsweise mit einer glatten Oberfläche ausgebildet, abgesehen von den eingepprägten Noppen 11. Diese Ausführungsform ist für Abgaswärmetauscher besonders geeignet, weil die Gefahr der Verstopfung der Flachrohre 8 durch Ablagerungen wesentlich geringer ist.

Fig. 7 zeigt die zum Ausführungsbeispiel in Fig. 6 gehörende Ansicht aus Richtung des Spannrings 26. Die längsverlaufende wellenartige Struktur 22 der Strömungskanäle 14 geht auch aus dieser Darstellung hervor.

Der ebenfalls zu dieser Ausführungsform gehörende Längsschnitt in Fig. 8 zeigt, daß die wellenförmige Struktur 22 vor dem Rohrboden 13 endet. Die Durchzüge 25 am Rohrboden 13 wurden zum Wärmetauscher hin ausgeführt und die Flachrohre 8 sind mit ihren Enden auf diese Durchzüge 25 aufgesteckt worden

[0011] Es muß ferner darauf hingewiesen werden, daß die Fig. 8 einen anderen Anschluß an die nicht gezeichnete Abgasleitung zeigt.

Die Fig. 9 kann als Querschnitt in Fig. 3 interpretiert werden. Sie unterscheidet sich von der Fig. 4 dadurch, daß hier geschweißte oder gezogene Flachrohre 8 verwendet worden sind. Ferner wurde die Befestigung mit Hilfe eines Anschlußflansches 27 gewählt, wie es auch in Fig. 3 dargestellt ist.

Die Fig. 10 unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel in Fig. 9 dadurch, daß in Fig. 10 die Durchzüge 25 an dem Rohrboden 13 zur Abgasleitung hin gerichtet sind, während in Fig. 9 die Durchzüge 25 zum Wärmetauscher zeigen.

Die Fig. 11 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem sich die übertragenden Bereiche 7, in denen der Sammel- und der Verteilerraum 20, 21 angeordnet sind, auf gegenüberliegenden Seiten des Wärmetauschers befinden. Deshalb müssen hier zwei verschiedene Arten von Wärmetauscherplatten 6 verwendet werden.

Als Halterungen 28 sind abgewinkelte Arme aus Stahlblech vorgesehen, die an den Rohrböden 13 angelötet worden sind.

Fig. 12 zeigt einen Teillängsschnitt, ähnlich Fig. 8, bei dem jedoch die Wärmetauscherplatten 6 eine gewellte Oberflächenstruktur 22 aufweisen, um dadurch eine höhere Sicherheit gegen Vermischen von Abgas und Kühlwasser zu erreichen. Im Unterschied zur Fig. 8 sind hier außerdem die Flachrohre 8 in den Durchzügen 25 des Rohrbodens 13 eingesetzt worden.

Patentansprüche

1. Abgaswärmetauscher (1) mit Paaren schalenförmiger Wärmetauscherplatten (6), jedes Paar schalenförmiger Wärmetauscherplatten (6) bildet einen Strömungskanal (9) für Kühlwasser, indem sie am umlaufenden Randflansch spiegelbildlich so zusammengefügt und verbunden sind, daß der Randflansch der einen Wärmetauscherplatte (6) nach einer Seite und der Randflansch der anderen Wärmetauscherplatte (6) zur entgegengesetzten Seite gerichtet ist, sowie mit Öffnungen in den Wärmetauscherplatten, die auf einer gemeinsamen Linie liegen, um den Sammel- und den Verteilerkanal für das Kühlwasser zu bilden und mit zwischen den erwähnten Strömungskanälen angeordneten weiteren Strömungskanälen (14) für das Abgas, **dadurch gekennzeichnet, daß** der flüssigkeitsgekühlte Abgaswärmetauscher (1) in gehäuseloser Bauweise ausgeführt ist, daß die Wärmetauscherplatten (6) auskragende Bereiche (7) aufweisen, die sich außerhalb des Querschnitts der Strömungskanäle (14) für das Abgas befinden und die in diesen Bereichen (7) den Verteiler- und den Sammelraum für das Kühlwasser ausbilden, daß die Strömungskanäle (14) für das Abgas Flachrohre (8) sind, die sich etwa auf geradem Weg durch den Wärmetauscher erstrecken und an gegenüberliegenden Enden in Rohrböden (13) münden, und daß die Wandungen von mindestens einer der zwei Arten von Strömungskanälen (9; 14) eine solche Oberflächenstruktur (22) aufweisen, daß die vollflächige Berührung zwischen den Strömungskanälen (9 und 14) ausgeschlossen ist.
2. Abgaswärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strömungskanäle (9) für das Kühlwasser eine etwa gewellte Oberflächenstruktur aufweisen.
3. Abgaswärmetauscher nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die die Strömungskanäle (14) bildenden Flachrohre (8) für das Abgas vorzugsweise aus Edelstahl bestehen und wellenartige Inneneinsätze (24) aufweisen und entweder gezogene oder geschweißte Flachrohre (8) sind oder aus zwei Halbschalen (8/1; 8/2) gefertigt und am Randflansch miteinander verbunden sind.
4. Abgaswärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flachrohre (8) bzw. Strömungskanäle (14) wellenförmige Wandungen haben, wobei die Wellenberge und -täler in Richtung der Längsachse der Flachrohre (8) angeordnet sind.
5. Abgaswärmetauscher nach einem der vorstehen-

den Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** am Randflansch der die Flachrohre (8) bildenden Halbschalen (8/1; 8/2) und/oder am Randflansch (23) der schalenförmigen Wärmetauscherplatten (6) überstehende und abgewinkelte Abschnitte (12) angeordnet sind, die beim Zusammenfügen der Wärmetauscherplatten (6) ineinandergreifen und der korrekten Positionierung zweier Halbschalen zueinander dienen.

6. Abgaswärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rohrböden (13) aus Edelstahl bestehen und vorzugsweise kreisrunde Teile sind, mit einem solchen Durchmesser, daß die Rohrböden (13) zumindest teilweise über die sich anschließende Querschnittsabmessung des Wärmetauschers ragen.
7. Abgaswärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wärmetauscherplatten (6) vorzugsweise aus Aluminium bestehen und Abstütznoppen (11) besitzen, die sich nach dem Zusammenfügen berühren und an den Berührungsstellen verbunden sind.
8. Abgaswärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die in Richtung der Flachrohre (8) verlaufende Mittellinie des Abgaswärmetauschers (1) und die Abgasleitung zumindest in der Nähe des Ein- und Austritts auf einer etwa geraden oder wenig gekrümmten Linie liegen.

Claims

1. Exhaust-gas heat exchanger (1) with pairs of tray-shaped heat-exchanger plates (6), each pair of tray-shaped heat-exchanger plates (6) forming a flow duct (9) for cooling water, in that they are assembled and connected mirror-symmetrically at the peripheral rim flange in such a way that the rim flange of one heat-exchanger plate (6) is directed to one side and the rim flange of the other heat-exchanger plate (6) is directed to the opposite side, and also with orifices in the heat-exchanger plates, the said orifices lying on a common line, in order to form the collecting duct and distributing duct for the cooling water, and with further flow ducts (14) for the exhaust gas which are arranged between the said flow ducts, **characterized in that** the liquid-cooled exhaust-gas heat exchanger (1) is designed in the no-housing form of construction, **in that** the heat-exchanger plates (6) have projecting regions (7) which are located outside the cross section of the flow ducts (14) for the exhaust gas and which form in these regions (7) the distributing space and collecting space for the cooling water, **in that** the flow

ducts (14) for the exhaust gas are flat tubes (8) which extend approximately along a straight path through the heat exchanger and which issue at opposite ends in tube sheets (13), and **in that** the walls of at least one of the two types of flow ducts (9; 14) have a surface structure (22) such that full-area contact between the flow ducts (9 and 14) is ruled out.

2. Exhaust-gas heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the flow ducts (9) for the cooling water have an approximately wavy surface structure.
3. Exhaust-gas heat exchanger according to Claims 1 and 2, **characterized in that** the flat tubes (8) for the exhaust gas which form the flow ducts (14) consist preferably of high-grade steel and have wave-like inner inserts (24) and are either drawn or welded flat tubes (8) or are manufactured from two half-shells (8/1; 8/2) and are connected to one another at the rim flange.
4. Exhaust-gas heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the flat tubes (8) or flow ducts (14) have wave-shaped walls, the wave crests and troughs being arranged in the direction of the longitudinal axis of the flat tubes (8).
5. Exhaust-gas heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** at the rim flange of the half-shells (8/1; 8/2) forming the flat tubes (8) and/or at the rim flange (23) of the tray-shaped heat-exchanger plates (6) are arranged projecting and angled portions (12) which, when the heat-exchanger plates (6) are being assembled, engage one into the other and serve for the correct positioning of two half-shells in relation to one another.
6. Exhaust-gas heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the tube sheets (13) consist of high-grade steel and are preferably circular parts with a diameter such that the tube sheets (13) project at least partially beyond the adjoining cross-sectional dimension of the heat exchanger.
7. Exhaust-gas heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the heat-exchanger plates (6) consist preferably of aluminium and possess supporting bosses (11) which, after assembly, are in contact with one another and are connected at the contact points.
8. Exhaust-gas heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the centre line, running in the direction of the flat tubes

(8), of the exhaust-gas heat exchanger (1) and the exhaust-gas conduit lie on an approximately straight or slightly curved line at least in the vicinity of the inlet and outlet.

Revendications

1. Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement (1) avec des paires de plaques d'échangeur de chaleur (6) en forme de coquilles, chaque paire de plaques d'échangeur de chaleur (6) en forme de coquilles forme un canal de circulation (9) pour l'eau de refroidissement, du fait qu'elles sont réunies et assemblées de façon symétrique sur la bride de bord périphérique de manière telle que la bride de bord d'une première plaque d'échangeur de chaleur (6) est orientée vers un côté et que la bride de bord de l'autre plaque d'échangeur de chaleur (6) est orientée vers le côté opposé, ainsi qu'avec des ouvertures dans les plaques d'échangeur de chaleur, qui se situent sur une ligne commune pour former le canal de collecte et de distribution pour l'eau de refroidissement, et avec d'autres canaux de circulation (14) pour les gaz d'échappement disposés entre les canaux de circulation précités, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur pour gaz d'échappement (1) refroidi par un liquide est réalisé selon le mode sans caisson, **en ce que** les plaques d'échangeur de chaleur (6) présentent des régions saillantes (7), qui se trouvent à l'extérieur de la section transversale des canaux de circulation (14) pour les gaz d'échappement et qui forment dans ces régions (7) la chambre de distribution et de collecte pour l'eau de refroidissement, en ce que les canaux de circulation (14) pour les gaz d'échappement sont des tubes plats (8), qui s'étendent sensiblement en ligne droite à travers l'échangeur de chaleur et qui débouchent en des endroits opposés dans des fonds à tubes (13), **et en ce que** les parois d'au moins un des deux types de canaux de circulation (9; 14) présentent une structure de surface (22) telle que le contact de pleine surface entre les canaux de circulation (9 et 14) soit exclu.
2. Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** les canaux de circulation (9) pour l'eau de refroidissement présentent une structure de surface sensiblement ondulée.
3. Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement suivant les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les tubes plats (8) formant les canaux de circulation (14) pour les gaz d'échappement sont de pré-

férence constitués d'acier allié et présentent des pièces intérieures ondulées (24) et sont des tubes plats (8) soit étirés soit soudés ou sont fabriqués à partir de deux demi-coquilles (8/1; 8/2) et assemblés l'un à l'autre sur la bride de bord.

5

4. Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** les tubes plats (8) respectivement les canaux de circulation (14) comportent des parois ondulées, dans lesquelles les crêtes et les vallées des ondulations sont disposées dans le sens de l'axe longitudinal des tubes plats (8). 10

5. Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, sur la bride de bord des demi-coquilles (8/1; 8/2) formant les tubes plats (8) et/ou sur la bride de bord (23) des plaques d'échangeur de chaleur (6) en forme de coquilles sont disposées des parties saillantes et coudées (12), qui s'engagent l'une dans l'autre lors de l'assemblage des plaques d'échangeur de chaleur (6) et qui servent pour le positionnement correct des deux demi-coquilles l'une par rapport à l'autre. 15
20
25

6. Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fonds à tubes (13) sont constitués d'acier allié et sont de préférence des pièces rondes, avec un diamètre tel que les fonds à tubes (13) dépassent au moins en partie au-delà de la dimension de la section transversale de l'échangeur de chaleur qui s'y raccorde. 30
35

7. Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les plaques d'échangeur de chaleur (6) sont de préférence constituées d'aluminium et présentent des bosses d'appui (11), qui se touchent après l'assemblage et qui sont assemblées aux points de contact. 40

8. Echangeur de chaleur pour gaz d'échappement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la ligne centrale de l'échangeur de chaleur pour gaz d'échappement (1) orientée dans le sens des tubes plats (8) et la conduite de gaz d'échappement sont situées sur une ligne sensiblement droite ou faiblement incurvée au moins à proximité de l'entrée et de la sortie. 45
50

55

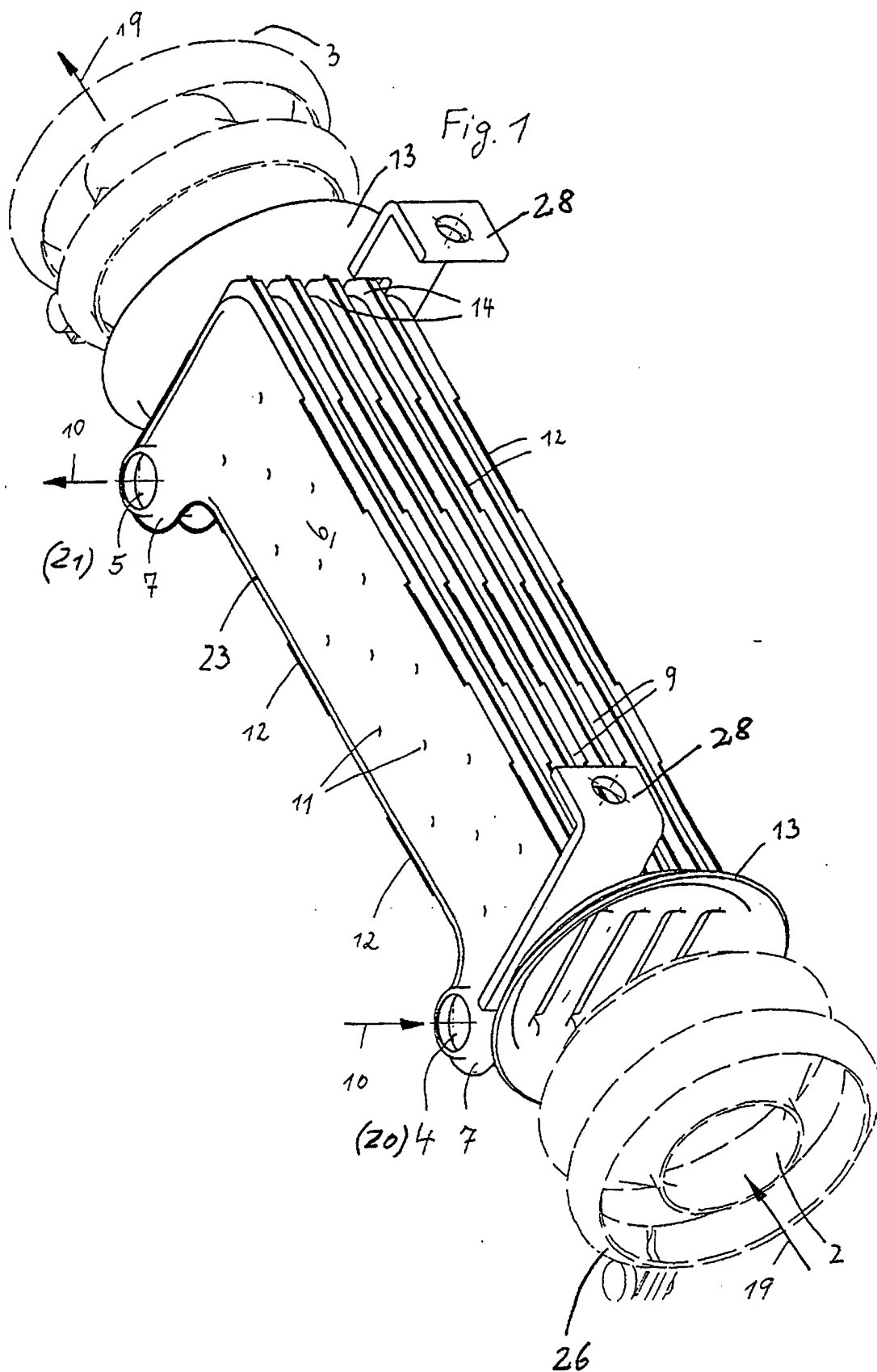


Fig. 2

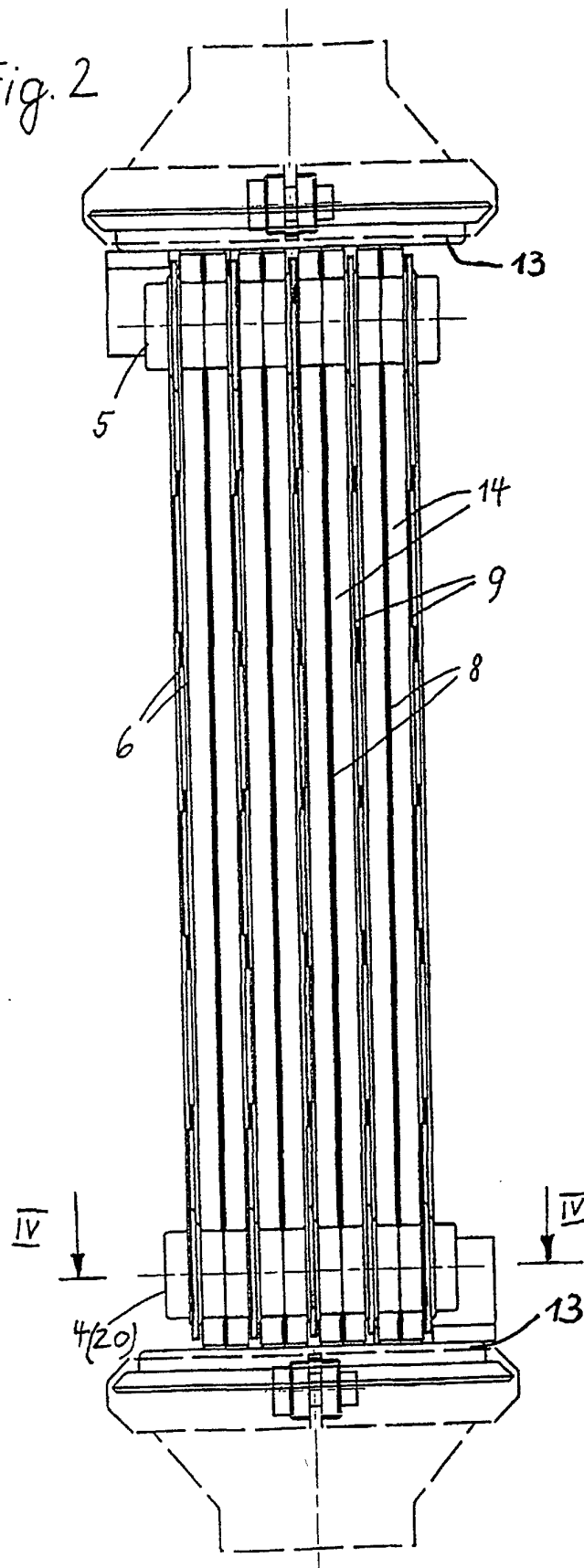


Fig. 3

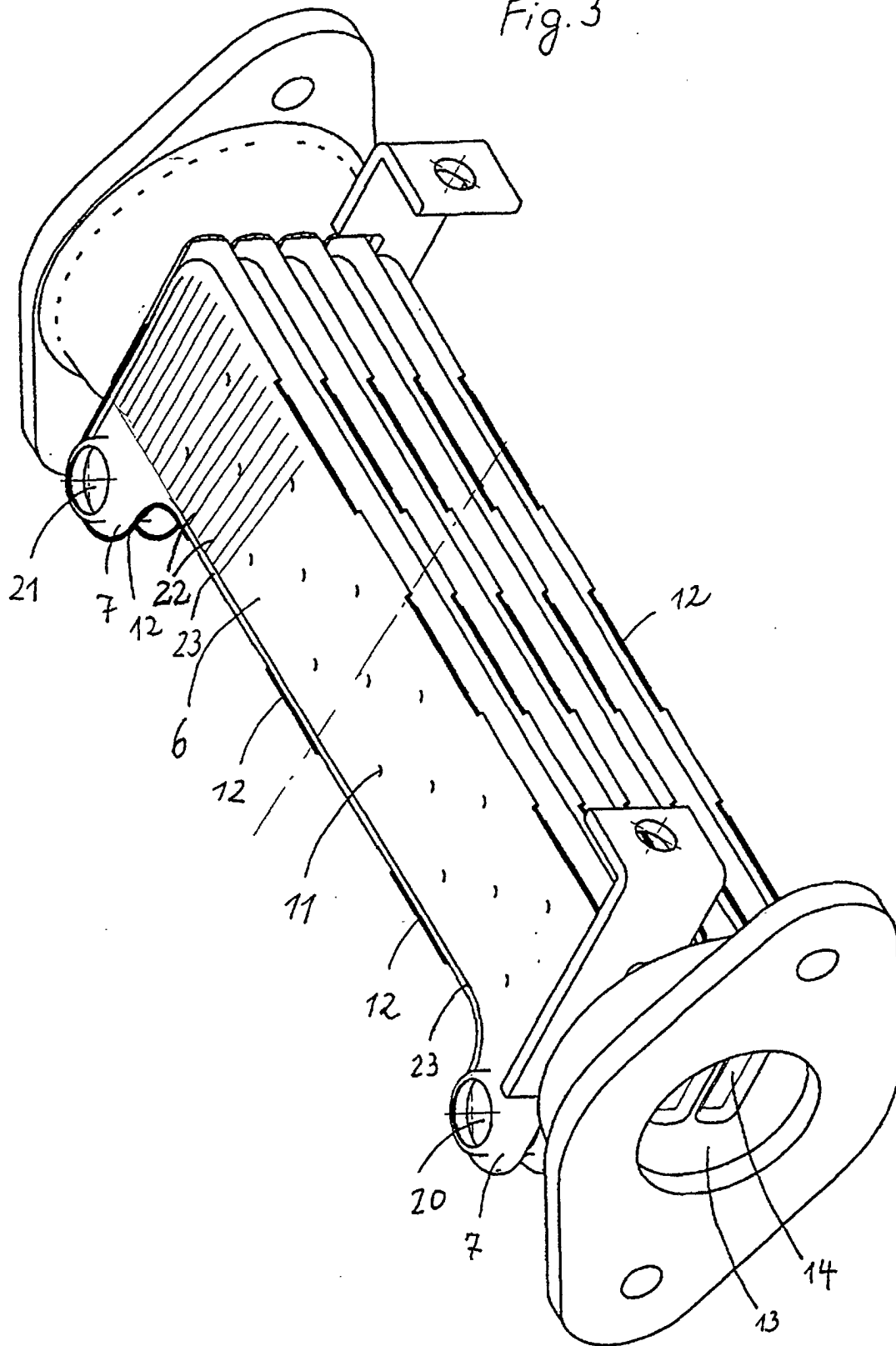


Fig. 5

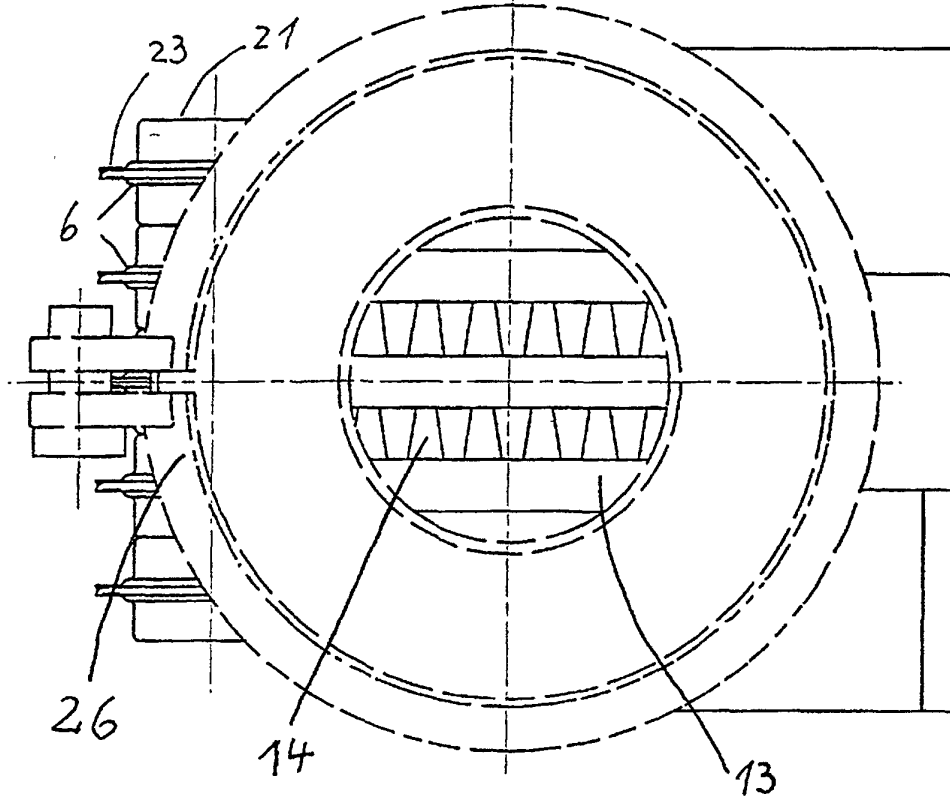


Fig. 4

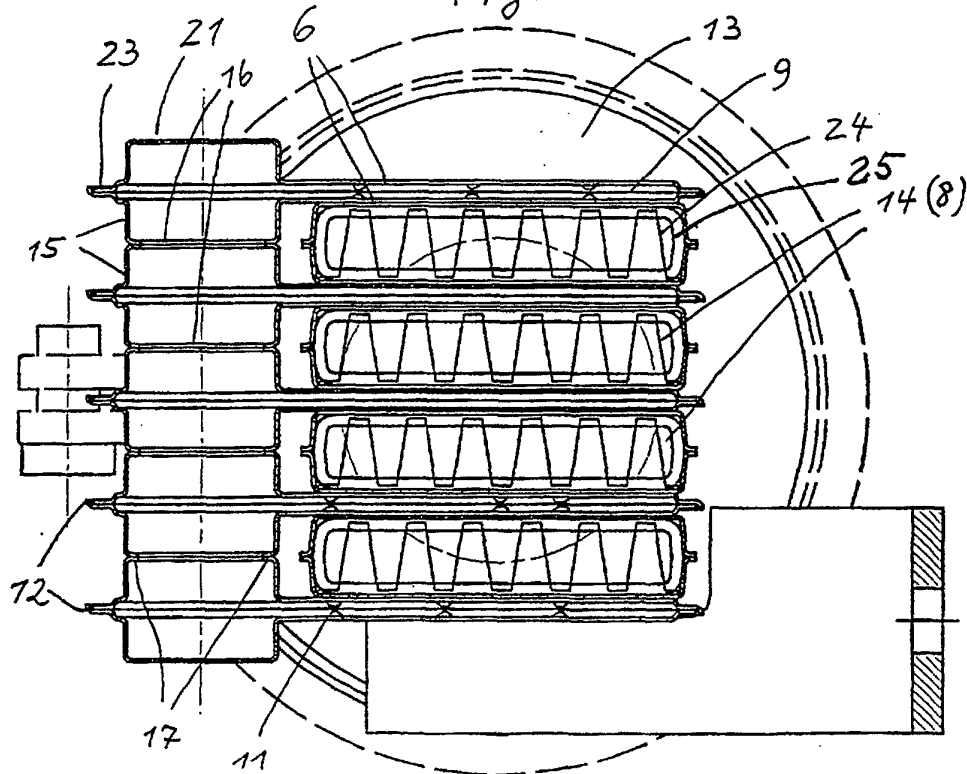


Fig. 6

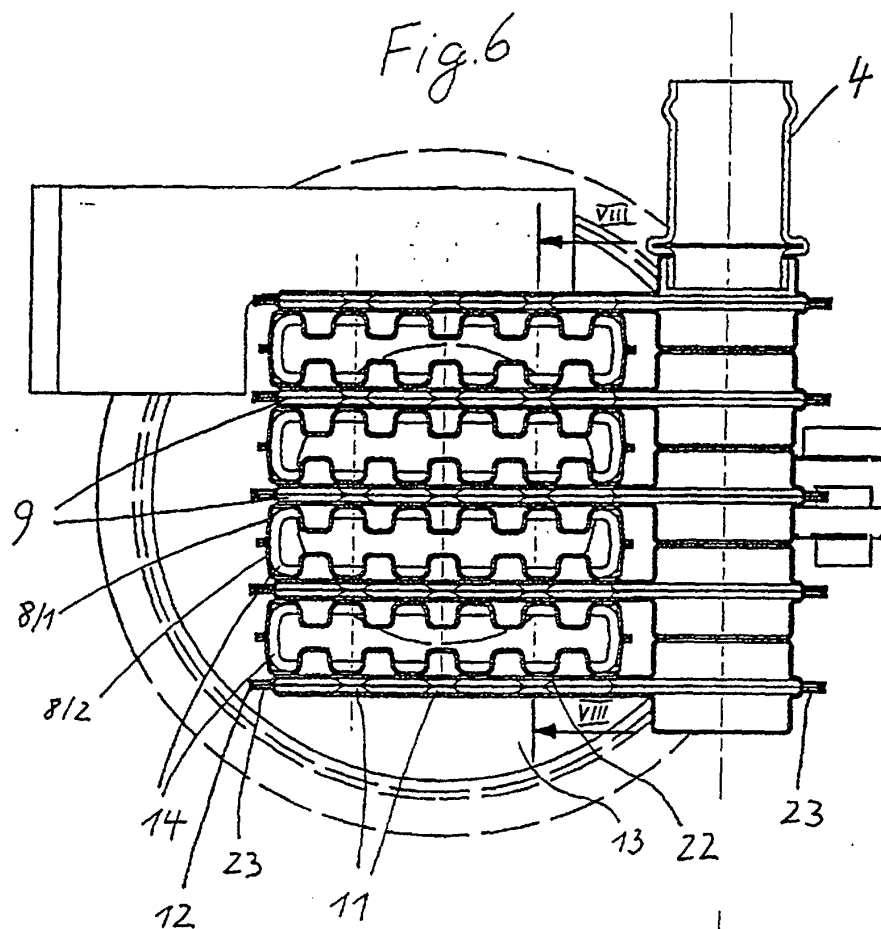


Fig. 7

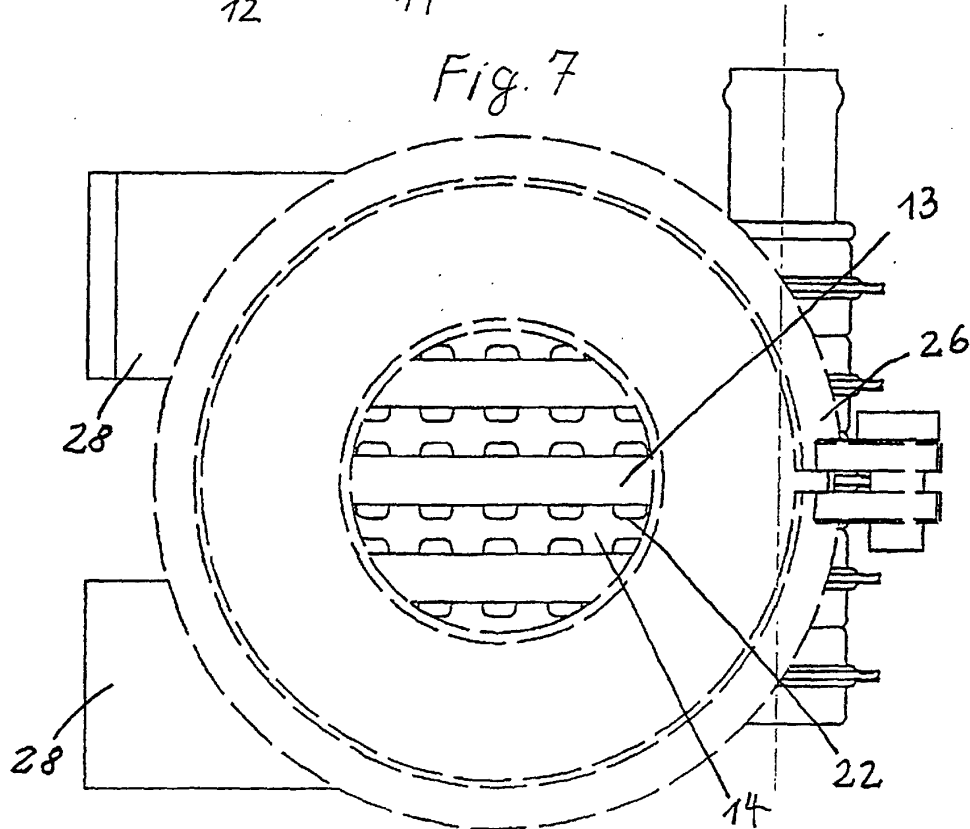


Fig. 8

