

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 851 197 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2002 Patentblatt 2002/10

(51) Int Cl.7: **F28D 7/00**, F28F 1/04,
F28F 3/04

(21) Anmeldenummer: **97120667.7**

(22) Anmeldetag: **26.11.1997**

(54) **Wärmeübertrager, insbesondere Abgaswärmeübertrager**

Heat exchanger, more particularly for exhaust gases

Echangeur de chaleur, en particulier pour gaz d'échappement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **24.12.1996 DE 19654368**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.1998 Patentblatt 1998/27

(73) Patentinhaber: **Behr GmbH & Co.**
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Damsohn, Herbert, Dr.-Ing.**
73773 Aichwald (DE)

• **Pfender, Conrad, Dr.-Ing.**
74354 Besigheim (DE)

(74) Vertreter:
Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster &
Partner
Postfach 10 40 36
70035 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 677 715 **EP-A- 0 772 018**
AU-B- 542 505 **FR-A- 339 401**
GB-A- 688 638 **LU-A- 39 794**
US-A- 4 206 806

EP 0 851 197 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere einen Abgaswärmeübertrager, mit einem zur Gasführung dienenden Rohrbündel aus Rechteckrohren und mit einem das Rohrbündel umgebenden, zur Führung eines flüssigen Kühlmittels dienenden Außenmantel, der mit einem Kühlmittelleintritt und einem Kühlmittelaustritt versehen ist.

[0002] Ein Wärmeübertrager der eingangs genannten Art ist Gegenstand der älteren, nicht vorveröffentlichten EP-A-0 772 018.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art so auszubilden, daß die Rechteckrohre und gegebenenfalls auch der Außenmantel mit geringen Wandstärken realisiert werden können, während dennoch eine ausreichende Festigkeit gegeben ist, auch wenn das gasförmige Medium und/oder das flüssige Kühlmittel unter einem gewissen Druck zugeführt werden.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Bei der Erfindung stützen sich die Rechteckrohre bei der Montage zu einem Bündel gegenseitig ab. Die äußeren Rechteckrohre des Rohrbündels stützen sich an dem Außenmantel ab. Durch diese Ausbildung wird erreicht, daß Rechteckrohre mit einer geringen Wandstärke Verwendung finden können, und dennoch eine hohe Druckfestigkeit erreicht wird. Die Vorsprünge beeinflussen außerdem die Strömung des flüssigen Kühlmittels, so daß der Wärmeübergang verbessert wird. Da ein stetiger Austausch des flüssigen Kühlmittels erfolgt, wird eine O₂-Diffusion verhindert, die eine Spaltkorrosion verursachen könnte.

[0006] In Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Rechteckrohre aus zwei U-förmigen Halbschalen zusammengesetzt sind, deren Böden mit geprägten Vorsprüngen versehen sind. Durch diese Ausbildung der Rechteckrohre ist eine wirtschaftliche Fertigung möglich.

[0007] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Vorsprünge eine ovale Grundfläche aufweisen, deren größte Abmessung in Strömungsrichtung verläuft. Vorteilhaft wird dabei weiter vorgesehen, daß die Vorsprünge quer zur Strömungsrichtung einen im wesentlichen halbzylindrischen Querschnitt aufweisen. Derartige Vorsprünge lassen sich einfach formen, während sie den Vorteil bieten, daß eine linienförmige Abstützung an dem jeweils anderen Rechteckrohr erhalten wird.

[0008] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Böden der Halbschalen mit in Strömungsrichtung V-förmig auseinanderlaufenden Laschen versehen sind. Dabei wird weiter zweckmäßig vorgesehen, daß die Vorsprünge und die Laschen in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgend angeordnet sind. Zweckmäßig wird die Anordnung so getroffen, daß die Vorsprünge der einen Halbschale gegenüberliegend

von Laschen der anderen Halbschale angeordnet sind. Damit wird sichergestellt, daß günstige Strömungsverhältnisse auch innerhalb der Rechteckrohre bestehen, während das Anbringen der Vorsprünge das Anbringen der Laschen nicht stört.

[0009] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Rechteckrohre aufgetulpt und gasdicht miteinander verbunden sind. Damit wird ein Ersatz für einen Rohrboden geschaffen, der zu einer wesentlichen Gewichtseinsparung und außerdem noch zu einer vereinfachten Herstellung führt.

[0010] Um den Außenmantel einfach herzustellen, wird vorgesehen, daß der Außenmantel aus zwei vorzugsweise tiefgezogenen Blechschalen zusammengesetzt ist, die in Längsrichtung des Rohrbündels derart profiliert sind, daß sie mit einem der Höhe der Vorsprünge der Rechteckrohre entsprechenden Abstand der Außenkontur des Rohrbündels folgen. Dadurch wird sichergestellt, daß auch im Bereich der äußeren Rechteckrohre des Rohrbündels Strömungskanäle vorhanden sind, die im wesentlichen den Querschnitten der Strömungskanäle zwischen den übrigen Rechteckrohren entsprechen.

[0011] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Blechschalen im Bereich der Enden des Rohrbündels jeweils einen umlaufenden Ringkanal bilden, wobei an einen Ringkanal ein Kühlmittelleintritt und an den anderen Ringkanal einen Kühlmittelaustritt angeformt sind, und wobei vorzugsweise der Kühlmittelleintritt und der Kühlmittelaustritt einander in etwa diagonal gegenüberliegen. Die Ringkanäle sorgen für eine gute Verteilung des flüssigen Kühlmittels. Wenn der Kühlmittelleintritt und der Kühlmittelaustritt einander in etwa diagonal gegenüberliegen, ergeben sich im wesentlichen gleich lange Kühlmittelkanäle, so daß ein gleichmäßiger Wärmeübergang im gesamten Bereich des Wärmeübertragers erhalten wird.

[0012] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels.

Fig. 1 zeigt einen Teil-Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Abgaswärmeübertrager im Bereich eines Endes,

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III der Fig. 1,

Fig. 4 eine Seitenansicht eines Ausschnittes von drei Rechteckrohren eines erfindungsgemäßen Abgaswärmeübertragers in größerem Maßstab und

Fig. 5 eine Stirnansicht eines einzelnen Rechteckrohres der Fig. 4.

[0013] Der in der Zeichnung dargestellte Abgaswär-

metauscher besitzt ein Rohrbündel 10 aus einer Vielzahl von untereinander gleichen Rechteckrohren, die in gleichmäßigen Abständen derart angeordnet sind, daß sie annähernd die Kontur einer Ellipse bilden. Die Rechteckrohre des Rohrbündels 10, die später anhand von Fig. 4 und 5 noch erläutert werden, sind bei dem Ausführungsbeispiel an ihren Enden aufgetulpt, d.h. derart aufgeweitet, daß sie an dem Bereich der Enden flächig gegeneinander anliegen. Wie aus Fig. 3 zu ersehen ist, sind diese aufgetulpten Enden miteinander gasdicht verbunden, beispielsweise durch Schweißen oder Löten.

[0014] Das Rohrbündel 10 ist mit einem Außenmantel 11 umgeben, der aus zwei vorzugsweise tiefgezogenen Blechschalen 12, 13 zusammengefügt ist. Die beiden Blechschalen 12, 13, die an Flanschen 14, 15 dicht miteinander verbunden sind, beispielsweise verschweißt oder verlötet, sind derart stufenförmig geformt, daß sie der von den äußeren Rechteckrohren des Rohrbündels 10 gebildeten Außenkontur folgen und zu diesen äußeren Rechteckrohren einen Abstand einhalten, der im wesentlichen dem Abstand der Rechteckrohre des Rohrbündels 10 untereinander entspricht. Im Bereich der Enden der Rechteckrohre des Rohrbündels 10 besitzen sie eine umlaufende Vertiefung, so daß sie in diesem Bereich an den Enden der Rechteckrohre des Rohrbündels 10 anliegen und mit diesen gasdicht verbunden sind, beispielsweise verschweißt oder gelötet.

[0015] Im Bereich der Enden der Rechteckrohre des Rohrbündels 10 sind die beiden Blechschalen mit Ausprägungen versehen, die einen umlaufenden Ringkanal 16 bilden. An einen dieser Ringkanäle 16 ist ein Kühlmiteleintritt 17 und an den anderen, am anderen Ende des Rohrbündels 10 befindlichen Ringkanal ist ein Kühlmittelaustritt 18 angeformt. Wie aus Fig. 2 zu ersehen ist, liegen der Kühlmiteleintritt 17 und der Kühlmittelaustritt 18 einander im wesentlichen diagonal gegenüber, so daß sich im wesentlichen gleich lange Strömungskanäle für das flüssige Kühlmittel ergeben.

[0016] Das Rohrbündel 10 besteht aus einer Vielzahl von Rechteckrohren 19, bei dem Ausführungsbeispiel insgesamt vierundsechzig Rechteckrohre 19, die spiegelsymmetrisch zur vertikalen und zur horizontalen Längsmittlebene angeordnet sind und die sich mit ihren Flachseiten in horizontaler Richtung und mit ihren Schmalseiten in vertikaler Richtung erstrecken. Diese Rechteckrohre 19 sind in Fig. 4 und 5 in größerem Maßstab dargestellt. Jedes Rechteckrohr 19 ist aus zwei U-förmigen Halbschalen 20, 21 zusammengesetzt, die an ihren Schenkeln miteinander verbunden sind, vorzugsweise verschweißt sind. Die Böden der Halbschalen 20, 21 sind jeweils in ihrer Mitte mit in regelmäßigen Abständen angeordneten, nach außen ragenden, geprägten Vorsprüngen 22 versehen. Die Vorsprünge 22 besitzen eine im wesentlichen ovale Grundfläche in der Ebene der Böden der Halbschalen 20, 21 und sind mit einem in etwa halbzylindrischen Querschnitt nach außen ausgeprägt. Die Höhe dieser Vor-

sprünge 22 entspricht dem Abstand zwischen den Böden zweier benachbarter Rechteckrohre 19. In der Praxis beträgt diese Höhe etwa 1,5 mm, bei einer Gesamthöhe der Rechteckrohre von etwa 6 mm.

[0017] Die Halbschalen 20, 21 sind innen mit nach innen ragenden Laschen 23, 24 versehen, die sich etwa über ein Viertel der Innenhöhe eines Flachrohres erstrecken. Diese Laschen 23, 24, die etwa eine Höhe von einem Viertel der Innenhöhe eines Rechteckrohres 19 aufweisen, laufen V-förmig in Strömungsrichtung unter einen Winkel in der Größenordnung von 40° auseinander, wobei die vorderen Enden dieser Laschen 23, 24 zwischen sich einen Abstand belassen.

[0018] Die paarweise angeordneten Laschen 23, 24 sind in regelmäßigen Abständen über die Länge der Rechteckrohre 19 verteilt angeordnet. Der Abstand zwischen den Paaren der Laschen 23, 24 in Längsrichtung der Rechteckrohre 19 entspricht im wesentlichen dem Abstand der Vorsprünge 22. Wie aus Fig. 4 zu ersehen ist, sind die Halbschalen 20, 21 eines Rechteckrohres in axialer Richtung derart zueinander versetzt, daß einem nach außen gerichteten Vorsprung 22 der einen Schale 20 ein Laschenpaar 23, 24 der anderen Halbschale 21 gegenüberliegt. Die Rechteckrohre 19 sind untereinander gleich ausgebildet und so angeordnet, daß sie untereinander mittels der Vorsprünge 22 in der halben Teilung der Vorsprünge 22 eines Rechteckrohres 19 gegenseitig abgestützt sind.

[0019] Bei einer abgewandelten Ausführungsform werden die Enden der Rechteckrohre des Rohrbündels nicht verformt, d.h. nicht aufgetulpt. Sie sind vielmehr mit beiden Enden in Rohrböden eingesteckt und mit diesen durch Löten oder Schweißen fest und gasdicht verbunden. Ein derartiger Rohrboden stellt ein Gitter dar, das der Außenkontur des Außenmantels 11 folgt und mit Aussparungen entsprechend der Rechteckrohre des Rohrbündels 10 versehen ist. Diese Rohrböden werden dann gasdicht in den Außenmantel 11 eingeschweißt.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager, insbesondere Abgaswärmeübertrager, mit einem zur Gasführung dienenden Rohrbündel aus Rechteckrohren (19) und mit einem das Rohrbündel umgebenden, zur Führung eines flüssigen Kühlmittels dienenden Außenmantel (11), der mit einem Kühlmiteleintritt (17) und mit einem Kühlmittelaustritt (18) versehen ist, wobei die Rechteckrohre (19) mit nach außen gerichteten Vorsprüngen (22) versehen sind, die den Abstand der benachbarten Rechteckrohre (19) zueinander und zu der Innenwand des Außenmantels (11) bestimmen.
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rechteckrohre (19) aus

zwei U-förmigen Halbschalen (20, 21) zusammengesetzt sind, deren Böden mit geprägten Vorsprüngen (22) versehen sind.

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorsprünge (22) in einer Reihe mittig in den Böden der Halbschalen (20, 21) angeordnet sind. 5
4. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorsprünge (22) eine ovale Grundfläche aufweisen, deren größte Abmessung in Strömungsrichtung verläuft. 10
5. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorsprünge (22) quer zur Strömungsrichtung einen im wesentlichen halbzylindrischen Querschnitt aufweisen. 15
6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Böden der Halbschalen (20, 21) mit paarweise angeordneten, in Strömungsrichtung V-förmig auseinanderlaufenden Laschen (23, 24) versehen sind. 20
7. Wärmeübertrager nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorsprünge (22) und die Paare von Laschen (23, 24) in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgend angeordnet sind. 25
8. Wärmeübertrager nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorsprünge (22) der einen Halbschale (20, 21) gegenüberliegend von Paaren von Laschen (23, 24) der anderen Halbschale (21, 20) angeordnet sind. 30
9. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Enden der Rechteckrohre (19) des Rohrbündels (10) gasdicht in Rohrböden gehalten sind. 35
10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Enden der Rechteckrohre (19) des Rohrbündels (10) aufgetulpt und gasdicht miteinander und dem Außenmantel (11) verbunden sind. 40
11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Außenmantel (11) aus zwei vorzugsweise tiefgezogenen Blechschalen (12, 13) zusammengesetzt ist, die in Längsrichtung des Rohrbündels (10) derart profiliert sind, daß sie mit einem der Höhe der Vorsprünge (22) der Rechteckrohre (19) entsprechenden Abstand der Außenkontur des Rohrbündels (10) folgen. 45
12. Wärmeübertrager nach Anspruch 11, **dadurch ge-** 50

kennzeichnet, daß die Blechschalen (12, 13) im Bereich der Enden des Rohrbündels (10) jeweils einen umlaufenden Ringkanal (16) bilden, wobei an einem Ringkanal (16) ein Kühlmiteleintritt (17) und an den anderen Ringkanal ein Kühlmittelaustritt (18) angeformt sind, und wobei vorzugsweise der Kühlmiteleintritt (17) und der Kühlmittelaustritt (18) einander in etwa diagonal gegenüberliegen.

Claims

1. Heat exchanger, in particular a heat exchanger for exhaust gas, with a tube nest of rectangular ducts (19) to deliver the gas and having an external jacket (11) enclosing the tube nest for conveying a liquid coolant, provided with a coolant inlet (17) and a coolant outlet (18), the rectangular ducts (19) being provided with outwardly directed projections (22) which determine the distance of adjacent rectangular ducts (19) relative to one another and to the internal wall of the external jacket (11).
2. Heat exchanger as claimed in claim 1, **characterised in that** the rectangular ducts (19) consist of two U-shaped half-shells (20, 21), the floors of which are provided with punched projections (22).
3. Heat exchanger as claimed in claim 1 or 2, **characterised in that** the projections (22) are disposed in a row at the centre of the floors of the half-shells (20, 21).
4. Heat exchanger as claimed in one of claims 1 to 3, **characterised in that** the projections (22) have an oval base surface, the largest dimension of which runs in the flow direction.
5. Heat exchanger as claimed in one of claims 1 to 4, **characterised in that** the projections (22) have a substantially semi-cylindrical cross section transversely to the flow direction.
6. Heat exchanger as claimed in one of claims 1 to 5, **characterised in that** the floors of the half-shells (20, 21) are provided with V-shaped gussets (23, 24) arranged in pairs diverging from one another in the flow direction.
7. Heat exchanger as claimed in claim 6, **characterised in that** the projections (22) and the pairs of gussets (23, 24) are disposed at regular distances one after the other.
8. Heat exchanger as claimed in claim 6 or 7, **characterised in that** the projections (22) of one half-shell (20, 21) are disposed lying opposite pairs of gussets (23, 24) of the other half-shell (21, 20).

9. Heat exchanger as claimed in one of claims 1 to 8, **characterised in that** the ends of the rectangular ducts (19) of the tube nest (10) are retained in tube floors in a gas-tight seal.
10. Heat exchanger as claimed in one of claims 1 to 8, **characterised in that** the ends of the rectangular ducts (19) of the tube nest (10) are flared and are joined to one another and the external jacket (11) in a gas-tight seal.
11. Heat exchanger as claimed in one of claims 1 to 10, **characterised in that** the external jacket (11) consists two preferably deep-drawn sheet shells (12, 13) which are contoured in the longitudinal direction of the tube nest (10) so as to follow the outer contour of the tube nest (10) at a distance corresponding to the height of the projections (22) of the rectangular ducts (19).
12. Heat exchanger as claimed in claim 11, **characterised in that** the sheet shells (12, 13) each form a peripheral ring passage (16) in the region of the ends of the tube nest (10), a coolant inlet (17) being formed on one annular passage (16) and a coolant outlet (18) being formed on the other annular passage, the coolant inlet (17) and the coolant outlet (18) preferably lying substantially diagonally opposite one another.

Revendications

1. Échangeur de chaleur, en particulier pour gaz d'échappement, comportant un faisceau tubulaire servant au passage des gaz et constitué de tubes rectangulaires (19), ainsi qu'une enveloppe extérieure (11) entourant le faisceau tubulaire, servant au passage d'un fluide réfrigérant liquide et présentant une entrée (17) pour le fluide réfrigérant et une sortie (18) pour le fluide réfrigérant, les tubes rectangulaires (19) comportant des saillants (22) qui sont orientés vers l'extérieur et déterminent la distance des tubes rectangulaires voisins (19) l'un par rapport à l'autre et par rapport à la paroi intérieure de l'enveloppe extérieure (11).
2. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** les tubes rectangulaires sont composés de deux demi-coques (20, 21) en forme de U dont les fonds comportent des saillants emboutis (22).
3. Échangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** les saillants (22) sont disposés sur une rangée, au milieu, dans les fonds des demi-coques (20, 21).

4. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** les saillants (22) présentent une surface de base ovale dont la plus grande dimension est orientée selon la direction de l'écoulement.
5. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait que** les saillants (22) présentent, perpendiculairement à la direction de l'écoulement, une section sensiblement semi-cylindrique.
6. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait que** les fonds des demi-coques (20, 21) comportent des languettes (23, 24) qui sont disposées par paire et s'écartent l'une de l'autre en forme de V selon la direction de l'écoulement.
7. Échangeur de chaleur selon la revendication 6, **caractérisé par le fait que** les saillants (22) et les paires de languettes (23, 24) sont disposées successivement à intervalles réguliers.
8. Échangeur de chaleur selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé par le fait que** les saillants (22) de l'une des demi-coques (20, 21) sont disposés en face des paires de languettes (23, 24) de l'autre demi-coque (21, 22).
9. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé par le fait que** les extrémités des tubes rectangulaires (19) du faisceau tubulaire (10) sont tenues dans les plaques tubulaires avec étanchéité aux gaz.
10. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé par le fait que** les extrémités des tubes rectangulaires (19) du faisceau tubulaire (10) sont élargies par emboutissage et reliées l'une à l'autre et avec l'enveloppe extérieure (11) avec étanchéité aux gaz.
11. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé par le fait que** l'enveloppe extérieure (11) est composée de deux coques de tôle (12, 13) qui sont de préférence embouties et qui, selon la direction longitudinale du faisceau tubulaire (10), sont profilées de façon à suivre le contour extérieur du faisceau tubulaire (10) à une distance correspondant à la hauteur des saillants (22) des tubes rectangulaires (19).
12. Échangeur de chaleur selon la revendication 11, **caractérisé par le fait que** les coques de tôle (12, 13) forment dans chacune des zones des extrémités du faisceau tubulaire (10) un canal annulaire périphérique (16), sur l'un des canaux annulaires (16) étant

formée une entrée de fluide réfrigérant (17) et, sur l'autre canal annulaire, étant formée une sortie de fluide réfrigérant (18), et l'entrée de fluide réfrigérant (17) et la sortie de fluide réfrigérant (18) étant de préférence situées diagonalement en face l'une de l'autre. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

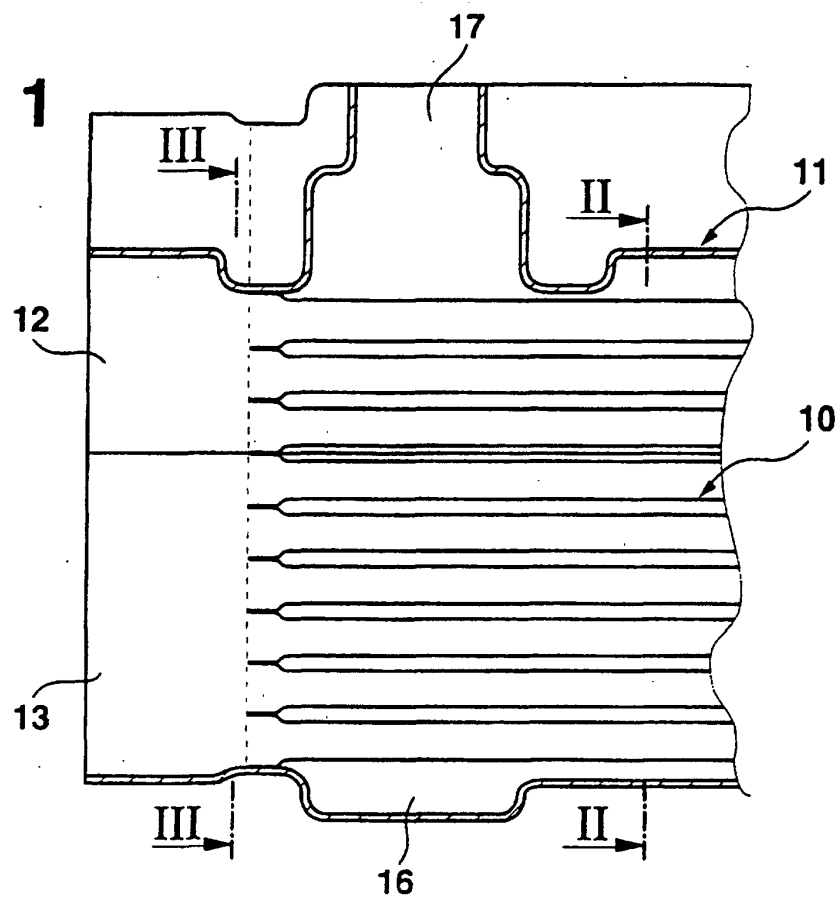


Fig. 2

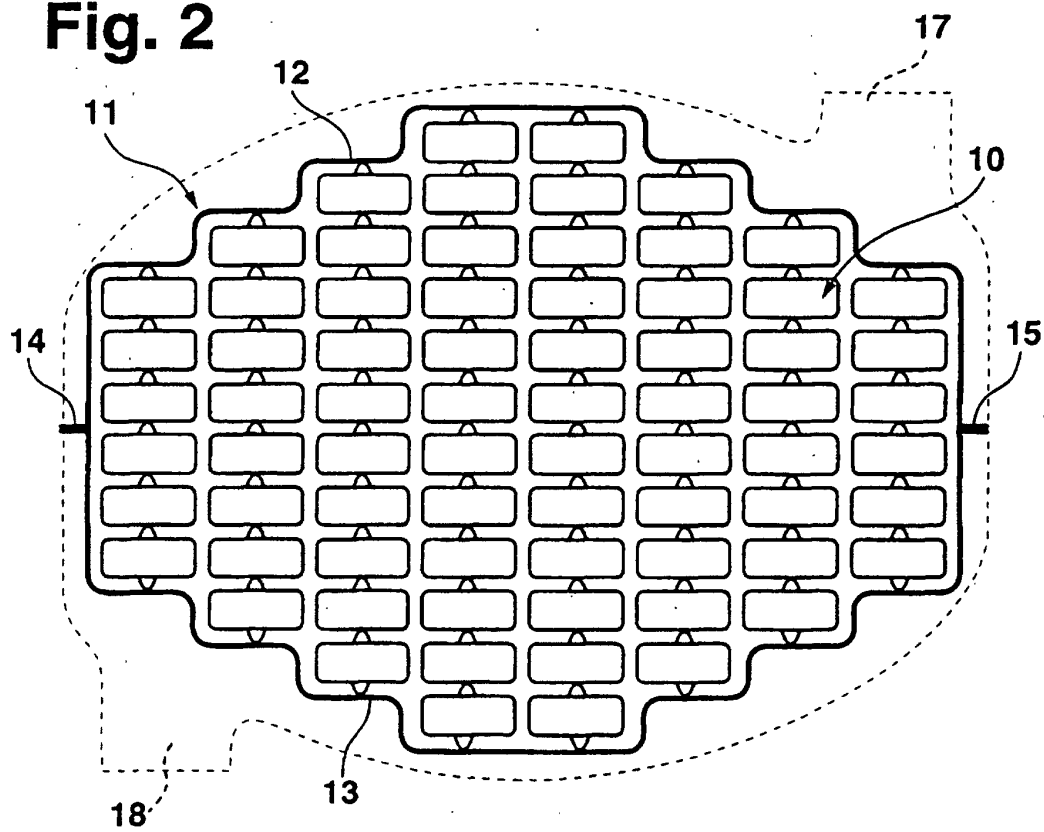


Fig. 3

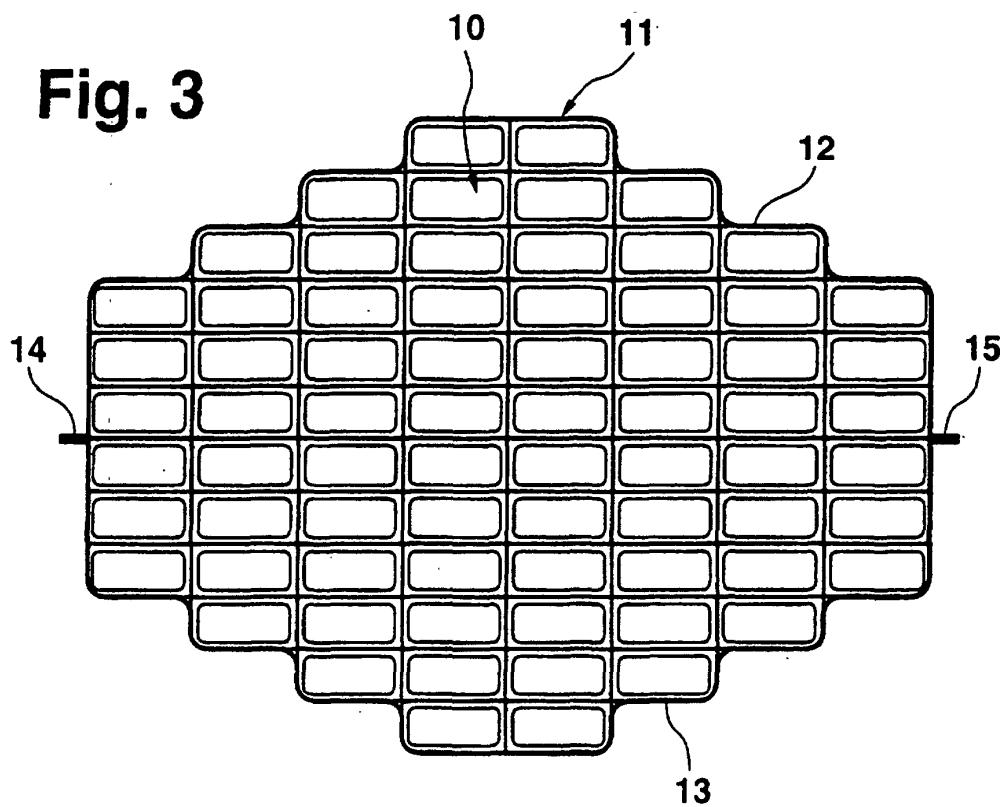


Fig. 4

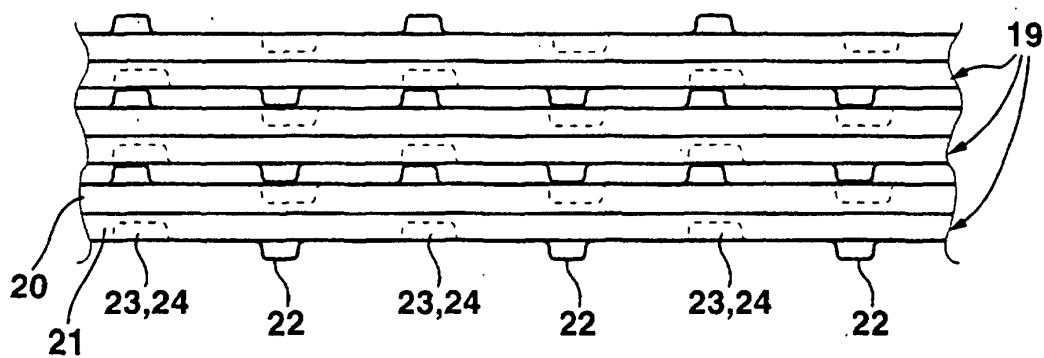


Fig. 5

