

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 042 641 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
10.09.2003 Patentblatt 2003/37

(51) Int Cl.7: **F28F 9/26**, F28D 1/053,
F28F 1/02

(21) Anmeldenummer: **99945950.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/02128

(22) Anmeldetag: **09.07.1999**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/006964 (10.02.2000 Gazette 2000/06)

(54) **WÄRMEÜBERTRAGENDER ROHRBLOCK UND DAFÜR VERWENDBARES MEHRKAMMER-FLACHROHR**

HEAT EXCHANGER TUBULAR BLOCK AND A MULTI-CHAMBER FLAT TUBE WHICH CAN BE
USED THEREFOR

BLOC TUBULAIRE D'ECHANGEUR THERMIQUE ET TUBE PLAT MULTICHAMBRE UTILISABLE
A CET EFFET

(84) Benannte Vertragsstaaten:
ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **28.07.1998 DE 19833845**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.10.2000 Patentblatt 2000/41

(73) Patentinhaber: **Ford-Werke Aktiengesellschaft**
50735 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **DIENHART, Bernd**
D-50935 Köln (DE)
• **KRAUSS, Hans-Joachim**
D-70567 Stuttgart (DE)
• **MITTELSTRASS, Hagen**
D-71149 Bondorf (DE)

- **STAFFA, Karl-Heinz**
D-70567 Stuttgart (DE)
- **WALTER, Christoph**
D-70376 Stuttgart (DE)
- **SCHUMM, Jochen**
D-71735 Eberdingen (DE)

(74) Vertreter: **Heyner, Klaus, Dr.-Ing. et al**
Heyner & Sperling Patentanwälte
Donndorfstrasse 30
01217 Dresden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 373 102 EP-A- 0 838 641
DE-A- 19 649 129 FR-A- 2 558 943
US-A- 2 184 657 US-A- 4 213 640
US-A- 5 314 013

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 1 042 641 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmeübertrager-Rohrblock nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf ein für einen solchen Rohrblock verwendbares Mehrkammer-Flachrohr. Ein derartiger Wärmeübertrager-Rohrblock ist bereits aus der DE-A-196 49 129 bekannt.

[0002] Der Rohrblock beinhaltet mehrere Blockeinheiten aus jeweils mehreren stapelförmig übereinanderliegenden Rohreinheiten, wobei die Stapelrichtung eine Blockhochrichtung definiert und die von den Rohreinheiten gebildeten Strömungskanäle in einer dazu senkrechten Blockquerrichtung verlaufen. Die Blockeinheiten sind in der zur Blockhoch- und Blockquerrichtung senkrechten Blocktiefenrichtung hintereinanderliegend angeordnet. Die Rohreinheiten münden in Sammelkanäle, die seitlich am Rohrblock in Blockhochrichtung verlaufend, d.h. mit hierzu paralleler Längsachse, angeordnet sind. Vorliegend wird der Begriff "Sammelkanäle" der Einfachheit halber einheitlich für alle Kanäle verwendet, in welche die Rohreinheiten münden, wobei es sich hierbei um Sammelkanäle im eigentlichen Sinn, in denen das parallel durch mehrere Rohreinheiten durchgeführte Medium zwecks Abführung aus dem Rohrblock gesammelt wird, um Verteilkanäle, in denen das dem Rohrblock zugeführte Medium auf mehrere einmündende Rohreinheiten verteilt wird, sowie um Umlenkanäle handelt, in denen das Medium von einer ersten Gruppe einmündender Rohreinheiten in eine zweite Gruppe einmündender Rohreinheiten umgelenkt wird.

[0003] Im Gebrauch wird der Rohrblock von einem ersten Medium durchströmt, während ein mit dem ersten in Wärmekontakt zu bringendes zweites Medium in Blocktiefenrichtung unter außenseitiger Anströmung der Rohrblockoberflächen über den Rohrblock hinweggeführt wird. Wärmeübertrager mit solchen Rohrbloken werden z.B. als Verdampfer und Kondensatoren in Kraftfahrzeug-Klimaanlagen eingesetzt. Meist ist der Rohrblock unter Einfügen wärmeleitender Wellrippen zwischen die Rohreinheiten zu einem Rohr-/Rippenblock ergänzt. Die Rohreinheiten können beispielsweise von Flachrohren gebildet sein.

[0004] Ein gattungsgemäßer Wärmeübertrager-Rohrblock ist in der Offenlegungsschrift DE 39 36 101 A1 offenbart. Der dortige Rohrblock ist aus Einkammer-Flachrohren aufgebaut, die einmal oder mäanderförmig mehrmals U-förmig um 180° in der Ebene ihrer Quer- und Längserstreckung umgebogen und in der dazu senkrechten Richtung unter Zwischenfügung von Wellrippen übereinandergestapelt sind. Je nach Anzahl der Flachrohrwindungen besteht somit der Rohrblock aus zwei oder mehr in Blocktiefenrichtung hintereinanderliegenden Blockeinheiten, von denen jede einen Stapel geradliniger, parallel durchströmter Flachrohrabschnitte beinhaltet. Benachbarte Blockeinheiten stehen über die seitlichen U-Bögen der Flachrohre in serieller Fluidverbindung. Die beiden Enden jedes Flachrohrs münden

an derselben Blockseite in je einen zugehörigen, entlang der Blockhochrichtung verlaufenden Sammelkanal, wobei die beiden Sammelkanäle von einem längsgeteilten Sammelkasten oder zwei getrennten Sammelrohren gebildet sind.

[0005] Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Wärmeübertrager-Rohrblocks der eingangs genannter Art, mit dem ein Wärmeübertrager mit hohem Wärmeübertragungsvermögen und hoher Druckstabilität bei relativ geringer Füllmenge und mit der Möglichkeit einer variablen Führung des hindurchgeleiteten Temperiermediums realisierbar ist, sowie eines zum Aufbau eines solchen Rohrblocks besonders geeigneten Mehrkammer-Flachrohres zugrunde.

[0006] Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Wärmeübertrager-Rohrblocks mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eines Mehrkammer-Flachrohres mit den Merkmalen des Anspruchs 10.

[0007] Beim Wärmeübertrager-Rohrblock nach Anspruch 1 ist zwischen wenigstens zwei benachbarten Blockeinheiten wenigstens eine Sammelkanalverbindung vorgesehen, die einen Sammelkanal der einen Blockeinheit direkt mit einem Sammelkanal der anderen Blockeinheit verbindet. Mit der Bezeichnung "direkt" ist dabei gemeint, daß die betreffenden Sammelkanäle über eine entsprechende, in Blocktiefenrichtung verlaufende Fluidverbindung und nicht oder jedenfalls nicht nur über eine oder mehrere der Rohreinheiten des Blocks in Verbindung stehen. Mit Hilfe dieser einen oder vorzugsweise mehreren direkten Fluidverbindungen der seitlich des Rohrblocks angeordneten Sammelkanäle läßt sich eine sehr variable, an den jeweiligen Anwendungsfall angepaßte Strömungsführung des hindurchgeleiteten Mediums, z.B. eines Kältemittels einer Klimaanlage, realisieren. Durch die mehreren, in Blocktiefenrichtung und damit der Strömungsrichtung des über den Rohrblock hinweggeführten anderen Mediums hintereinanderliegenden Blockeinheiten läßt sich ein hohes Wärmeübertragungsvermögen für den Rohrblock erzielen. Der Rohrblock kann aus extrudierten Flachrohren mit hinsichtlich geringer Füllmenge, d.h. geringem zu durchströmendem Volumen des Rohrblocks, und hoher Druckstabilität optimierten Kanälen aufgebaut sein. Die seitlich am Rohrblock angeordneten Sammelkanäle können von hoch druckstabilen Sammelrohren mit relativ geringem Querschnitt gebildet sein, insbesondere wenn entsprechend schmale Flachrohrereinheiten oder solche mit zur Sammelkanallängsrichtung hin aus der Querebene herausgedrehten Flachrohrenden verwendet werden.

[0008] Bei einem nach Anspruch 2 weitergebildeten Rohrblock sind direkte Sammelkanalverbindungen zwischen jedem Paar benachbarter Blockeinheiten dergestalt vorgesehen, daß die Blockeinheiten vom zugehörigen Temperiermedium seriell durchströmt werden.

[0009] Bei einem nach Anspruch 3 weitergebildeten Rohrblock ist ein Sammelraum, der z.B. durch ein Sammelrohr oder einen Sammelkasten gebildet ist, durch

Quertrennwände in mehrere Sammelkanäle unterteilt. Dadurch läßt sich eine schlangenlinienförmige, einmal oder mehrmals umgelenkte Durchströmung einer jeweiligen Blockeinheit verwirklichen.

[0010] Bei einem nach Anspruch 4 weitergebildeten Rohrblock sind die Sammelkanäle auf wenigstens einer Blockseite von einzelnen, jeweils einer Blockeinheit zugeordneten Sammelrohren gebildet, die in Blocktiefenrichtung voneinander beabstandet sind, was z.B. bei Verwendung in einem Verdampfer den Kondenswasserablauf erleichtert. Die Beabstandung wird durch ein oder mehrere Distanzelemente bewerkstelligt, die an den Sammelrohren angeformt oder an diesen angebracht sind.

[0011] In weiteren Ausgestaltungen dieser Maßnahme beinhaltet das Distanzelement gemäß Anspruch 5 ein umgeformtes Blechstück oder Rohrstück mit wenigstens einer Schlitzöffnung oder gemäß Anspruch 6 einen nach außen ausgebauchten Durchlaß an einem Sammelrohr. Die so gestalteten Distanzelemente halten die Sammelrohre auf Abstand und definieren gleichzeitig eine jeweilige Sammelkanalverbindung. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 7 kann das Distanzelement aus zwei fluiddicht aneinanderstoßenden oder ineinandergreifenden Durchlässen bestehen, wozu wenigstens einer der beiden Durchlässe nach außen ausgebaucht ist.

[0012] Bei einem nach der Erfindung weitergebildeten Rohrblock sind die Rohreinheiten von geradlinigen Flachrohrabschnitten gebildet, die mit tordierten Rohrenden in die Sammelrohre münden. Durch die endseitige Tordierung sind die Flachrohrenden aus der Querebene der Sammelrohre herausgedreht, was es ermöglicht, Sammelrohre mit gegenüber der Flachrohrbreite geringerem Innendurchmesser zu verwenden, um das innere Volumen des Rohrblocks gering zu halten.

[0013] Ein nach Anspruch 9 weitergebildeter Rohrblock ist zu einem Rohr-/Rippenblock ergänzt. Dabei kann für jede Wellrippenschicht eine einzelne Wellrippe eingebracht sein, deren Breite im wesentlichen der gesamten Blocktiefe entspricht, oder es sind mehrere wellrippen nebeneinanderliegend vorgesehen, die von gleicher oder unterschiedlicher Breite und Struktur sein können.

[0014] Bei einem nach der Erfindung weitergebildeten Rohrblock sind wenigstens zwei in Blocktiefenrichtung nebeneinanderliegende Rohreinheiten als integrale Teile eines einstückigen Mehrkammer-Flachrohres realisiert, wozu sich dieses in der Breite über entsprechend viele Blockeinheiten erstreckt.

[0015] Das Mehrkammer-Flachrohr nach Anspruch 10 ist endseitig durch einen oder mehrere Längsschlitze in eine Mehrzahl von separaten Endsegmenten unterteilt, die um je eine eigene Längsachse tordiert sind. Bei einem aus solchen Flachrohren aufgebauten Rohrblock sind dann die Endsegmente jedes Flachrohrendbereichs einzeln den entsprechenden Blockeinheiten zu-

geordnet, so daß die Kammern eines jeden Flachrohres gruppenweise auf die entsprechenden Blockeinheiten aufgeteilt sind, wobei jeweils die aus einem Endsegment ausmündenden Kammern zu einer Blockeinheit gehören.

[0016] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

10 Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer von mehreren Blockeinheiten eines Rohr-/Rippenblocks für einen Verdampfer einer Klimaanlage,

15 Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer seitlichen Sammelrohranordnung des Rohr-/Rippenblocks von Fig. 1,

20 Fig. 3 eine schematische Querschnittsansicht einer ersten Realisierung direkter Fluidverbindungen zwischen Sammelkanälen der Sammelrohre von Fig. 2,

25 Fig. 4 eine schematische Querschnittsansicht einer zweiten Realisierung der Sammelkanalverbindungen,

30 Fig. 5 eine schematische Querschnittsansicht einer dritten Realisierung der Sammelkanalverbindungen,

35 Fig. 6 eine schematische Querschnittsansicht einer vierten Realisierung der Sammelkanalverbindungen und

Fig. 7 eine schematische, teilweise Draufsicht auf ein für den Rohr-/Rippenblock von Fig. 1 verwendbares Mehrkammer-Flachrohr.

40 **[0017]** Fig. 1 zeigt eine Rohrblockeinheit 1, von denen mehrere in Blocktiefenrichtung, d.h. senkrecht zur Zeichenebene hintereinanderliegend, angeordnet sind und dadurch einen Rohr-/Rippenblock bilden, der beispielsweise als Parallelstrom-Verdampfer mit variabler Kältemittelführung in einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage verwendbar ist. Die jeweilige Blockeinheit 1 beinhaltet einen Stapel von in Blockhochrichtung aufeinanderfolgenden, d.h. übereinandergestapelten Mehrkammer-Flachrohreinheiten 2, deren Kammern, d.h. Strömungskanäle, in Blockquerrichtung, d.h. senkrecht zur Blocktiefen- und Blockhochrichtung, verlaufen. In ihren Endbereichen 3a, 3b sind die Flachrohreinheiten 2, die ansonsten in Ebenen senkrecht zur Blockhochrichtung liegen, um einen vorgebbaren Torsionswinkel um ihre Längsmittelachse, alternativ um eine dazu parallele Achse, tordiert. Der Torsionswinkel ist beliebig zwischen 0° und 90° wählbar, wobei in Fig. 1 beispielhaft eine Tordierung um 90° gewählt ist. Zwischen die Flachrohrein-

heiten 2 sind wärmeleitende Wellrippen 6 eingebracht.

[0018] Mit ihren tordierten Enden 3a, 3b münden die Flachrohrereinheiten 2 in jeweilige, an entgegengesetzten Rohrblockseiten vorgesehene Sammelrohre 4a, 5a, die mit zur Blockhochrichtung paralleler Längsachse angeordnet sind. Dabei sind die Flachrohrenden 3a, 3b fluiddicht in entsprechende Schlitzte der Sammelrohre 4a, 5a eingefügt. Im Fall von um 90° tordierten Rohrenden verlaufen diese Längsschlitzte parallel zur Sammelrohr-Längsachse, was die Verwendung von Sammelrohren 4a, 5a mit besonders kleinem Innendurchmesser ermöglicht. Denn letzterer braucht im Extremfall dann nur wenig größer als die Dicke der Flachrohrereinheiten 2 sein. Je nach Bedarf sind die am jeweiligen Sammelrohr 4a, 5a eingebrachten Längsschlitzte durch schmale Stege voneinander getrennt oder zu einem durchgehenden Längsschlitz vereinigt.

[0019] Fig. 2 zeigt eine Anordnung von vier parallel in Blocktiefenrichtung nebeneinanderliegenden Sammelrohren 4a, 4b, 4c, 4d, wie sie an der in Fig. 1 rechten Rohrblockseite für den beispielhaft angenommenen Fall vorgesehen sind, daß der Rohrblock aus vier hintereinanderliegenden Blockeinheiten 1 aufgebaut ist. Auf der gegenüberliegenden Rohrblockseite sind dann dazu korrespondierend ebenfalls vier Sammelrohre angeordnet. Die in Fig. 2 dargestellte Seite bildet die Anschlußseite des Rohrblocks, wobei für die in Fig. 1 und 2 gewählte, durch Strömungspfeile veranschaulichte Strömungsrichtung das durch den Rohrblock hindurchgeleitete Medium dem in Fig. 2 linken Sammelrohr 4a zugeführt und aus dem in Fig. 2 rechten Sammelrohr 4d wieder abgeführt wird. Es versteht sich, daß alternativ die entgegengesetzte Strömungsrichtung möglich ist. Die in Fig. 2 gezeigten Sammelrohre 4a bis 4d sind durch je eine Quertrennwand 7a bis 7d in je zwei getrennte Sammelkanäle 8a, 8b; 9a, 9b; 10a, 10b; 11a, 11b unterteilt. Im Gegensatz dazu sind die gegenüberliegenden Sammelrohre ungeteilt und bilden daher je einen einzigen Sammelkanal 12, wie in Fig. 1 am linken Sammelrohr 5aa veranschaulicht. Dies hat zur Folge, daß die ungeteilten Sammelrohre auf der in Fig. 1 linken Blockseite als Umlenkrohre fungieren, die das vom einen Teil der Flachrohrereinheiten, die auf der gegenüberliegenden Seite parallel in den einen Sammelkanal 8a münden, in den anderen Teil der Flachrohrereinheiten umlenken, die gegenüberliegend in den anderen Sammelkanal 8b münden. Dieses Strömungsverhalten ist ebenfalls in Fig. 1 zu erkennen.

[0020] Um das Strömungsmedium von einer zu einer nächsten Blockeinheit weiterzuleiten, d.h. die Blockeinheiten strömungstechnisch seriell zu verbinden, ist zwischen je zwei benachbarten der vier Sammelrohre 4a bis 4d von Fig. 2 eine Sammelkanalverbindung 13a, 13b, 13c vorgesehen, in denen eine direkte Fluidverbindung in Blocktiefenrichtung zwischen den zugehörigen Strömungskanälen geschaffen ist. Dabei sind die Sammelkanalverbindungen 13a bis 13c, wie aus Fig. 2 zu erkennen, dergestalt alternierend angeordnet, daß von

den beiden Sammelkanälen eines jeden innenliegenden Sammelrohres 4b, 4c der eine mit dem benachbarten Sammelkanal eines auf der einen Seite angrenzenden Sammelrohres und der andere mit dem benachbarten Sammelkanal eines auf der anderen Seite angrenzenden Sammelrohres verbunden ist. Auf diese Weise wird das Temperiermedium seriell durch die hintereinanderliegenden Blockeinheiten geführt, wobei es jede Blockeinheit mäanderförmig durchströmt.

[0021] Bei dem in den Fig. 1 und 2 gezeigten Strömungsverlauf gelangt das Temperiermedium über eine seitliche Einlaßöffnung 14 in den zugehörigen Sammelkanal 8a des einen endseitigen Sammelrohres 4a. Dieser Sammelkanal 8a fungiert als Verteiler, der das Medium auf den in ihn einmündenden ersten Teil paralleler Flachrohrereinheiten 2 der betreffenden Blockeinheit 1 aufteilt. Nach Durchströmen dieser Gruppe von Flachrohrereinheiten 2 gelangt das Medium in das gegenüberliegende Sammel- bzw. Umlenkrohr 5a, wo es in den restlichen Teil der Flachrohrereinheiten 2 dieser Blockeinheit 1 umgelenkt wird, um durch diese Flachrohrereinheiten hindurch in den anderen Sammelkanal 8b des eintrittsseitigen Sammelrohres 4a zu strömen. Von dort wird das Medium über die entsprechende Sammelkanalverbindung 13a in den benachbarten Sammelkanal 9a des angrenzenden Sammelrohres 4b und damit zur nächsten Blockeinheit weitergeleitet. Diese Blockeinheit durchströmt es, wie aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich, in der zur Durchströmung der ersten, eintrittsseitigen Blockeinheit gegensinnigen Weise. Die Durchströmungsrichtungen sind in Fig. 2 des weiteren dadurch veranschaulicht, daß in denjenigen Sammelkanälen, in denen das Temperiermedium in die Zeichenebene hinein weitergeleitet wird, die hierfür üblichen gekreuzten Kreise eingezeichnet sind, während in den anderen Sammelkanälen, die als Sammler wirken und in die das Medium von hinten in die Zeichenebene eintritt, die hierfür üblichen gepunkteten Kreise eingezeichnet sind. Nach Durchströmung der zweiten Blockeinheit gelangt das Medium somit in den sammelnden Sammelkanal 9b dieser Blockeinheit und wird von dort zum verteilenden, benachbarten Sammelkanal 10a über die entsprechende Sammelkanalverbindung 13b zur nächsten Blockeinheit weitergeleitet. Diese dritte Blockeinheit wird dann ersichtlich wieder in der zur ersten Blockeinheit gleichsinnigen Weise durchströmt. Von deren sammelndem Sammelkanal 10b gelangt das Medium über die zugehörige Sammelkanalverbindung 13c zur vierten Blockeinheit, die wiederum in gleicher Weise wie die zweite Blockeinheit durchströmt wird. Vom sammelnden Sammelkanal 11b der vierten Blockeinheit wird das Temperiermedium dann über einen stirnseitigen Auslaß 15 vom Rohrblock abgeführt.

[0022] Es versteht sich, daß alternativ zu diesem gezeigten Beispiel auch weniger oder mehr als vier Blockeinheiten seriell in der beschriebenen Weise hintereinandergeschaltet sein können. Des weiteren versteht sich, daß Gestalt und Positionierung von Einlaß- und

Auslaßöffnung gegenüber dem gezeigten Beispiel beliebig modifiziert sein können, um das Temperiermedium in einer an den jeweiligen Anwendungsfall am besten angepaßten Weise dem Rohrblock zuzuführen und von dort wieder abzuführen. Als weitere Alternative können zusätzliche Quertrennwände in den Sammelrohren beidseits der jeweiligen Blockeinheit vorgesehen sein, um das Temperierfluid unter mehrmaliger Richtungsumkehr mäanderförmig durch die Blockeinheit hindurchzuführen. Eine weitere Modifikation besteht darin, Einlaß- und Auslaßöffnung nicht wie gezeigt an derselben, sondern an gegenüberliegenden Rohrblockseiten vorzusehen.

[0023] Wie in der schematischen Ansicht von Fig. 2 angedeutet, sind die Sammelrohre 4a bis 4d an der jeweiligen Rohrblockseite mit Abstand voneinander angeordnet, was z.B. beim Einsatz als Verdampfer den Kondenswasserablauf erleichtert. Dies wird mit Distanzelementen 16a, 16b, 16c erreicht, die gleichzeitig die direkten Sammelkanal-Fluidverbindungen 13a, 13b, 13c bereitstellen. Verschiedene Realisierungen hierfür sind in den Fig. 3 bis 6 dargestellt. Im Beispiel von Fig. 3 ist als Distanzelement eine geeignet umgeformte Rohrhülse 17 vorgesehen, die an zwei radial gegenüberliegenden Stellen ihres Umfangs mit Längsschlitz 18a, 18b versehen ist, deren Schlitzränder Anschlußstutzen bilden, die fluiddicht in korrespondierende Längsschlitz 19a, 19b eingefügt sind. Die auf diese Weise ein rohrförmiges Übergangsstück bildende Rohrhülse 17 ist stirnseitig geschlossen und fixiert die beiden fluidverbundenen Sammelrohre 19a, 19b im gewünschten Abstand.

[0024] Im Beispiel von Fig. 4 dient als Distanzelement ein geeignet geformtes, lotplattiertes Blechstück 20, in das eine Öffnung 21 eingebracht ist, die mit Längsschlitz 22, 23 angrenzender Sammelrohre 24, 25 eine durchgehende Fluidverbindung zwischen den von den Sammelrohren 24, 25 definierten Sammelkanälen bildet. Weiter sind in Fig. 4 zwei Flachrohre 2a, 2b benachbarter Rohrblockeinheiten wiedergegeben, die mit rechtwinklig tordierten Rohrenden in korrespondierende Längsschlitz 24, 25 fluiddicht eingefügt sind. Wie durch entsprechende Strömungspfeile angedeutet, strömt das Temperiermedium vom einen Flachrohr 2a und ggf. weiteren, parallelen Flachrohren derselben Blockeinheit in den Sammelkanal des zugehörigen Sammelrohres 24 und wird über die direkte Sammelkanalverbindung in den Sammelkanal des benachbarten Sammelrohrs 25 weitergeleitet und dann in die dort mündenden Flachrohre 26 der betreffenden, nächsten Rohrblockeinheit verteilt.

[0025] Die Festlegung des lotplattierten Blechstücks 20 an den Sammelrohren 24, 25 erfolgt durch ein geeignetes Lötverfahren, wobei das vorherige Lotplattieren nach irgendeinem herkömmlichen Verfahren erfolgen kann, z.B. durch galvanisches Verzinken oder das sogenannte CD-Verfahren. Dabei kann ein gemeinsamer Lötprozeß sowohl zur Verbindung der Distanzele-

mente 20 mit den Sammelrohren 24, 25 als auch zur fluiddichten Verbindung der Flachrohereinheiten mit den Sammelrohren 24, 25 vorgesehen sein, wozu die Flachrohre und/oder die Sammelrohre ebenfalls lotplattiert vorgefertigt und mit Flußmittel versehen werden. Alternativ können unplattierte Sammelrohre 24, 25 verwendet und separate Lotformteile an den Verbindungsstellen eingebracht werden. Auch mit den im Beispiel von Fig. 4 verwendeten Distanzelementen 20 werden die fluidverbundenen Sammelrohre 24, 25 in einem gewünschten Abstand voneinander gehalten.

[0026] Die Fig. 5 und 6 zeigen Beispiele, bei denen die Distanzelemente durch entsprechende Ausbauchungen an den verbundenen Sammelrohren selbst gebildet sind. In der Ausführungsform von Fig. 5 sind Sammelrohre 26, 27 verwendet, die an den Verbindungsstellen mit domförmigen Ausbauchungen 28, 29 versehen sind, die eine jeweilige Durchgangsöffnung 30, 31 umgeben. Die zu verbindenden Sammelrohre 26, 27 sind mit ihren domförmigen Ausbauchungen 28, 29 aneinanderstoßend fluiddicht zusammengefügt, so daß sich einerseits dort die gewünschte Fluidverbindung ergibt und die Sammelrohre 26, 27 andererseits im Bereich außerhalb der Verbindungsstelle wie gewünscht auf Abstand gehalten sind.

[0027] Beim Beispiel von Fig. 6 sind miteinander zu verbindende Sammelrohre 32, 33 mit unterschiedlichen, ineinandereingepassten domförmigen Ausbauchungen 34, 35 versehen, die zugehörige Durchgangsöffnungen umgeben. Die engere Ausbauchung 35 ist in die korrespondierende Ausbauchung 34 größerer Weite eingesteckt und in ihr fluiddicht festgelegt, vorzugsweise mittels Dichtlötens.

[0028] In allen beschriebenen Beispielen können bei der Vorfertigung der benötigten Sammelrohre die zum Einfügen der Rohreinheiten benötigten Schlitz 36 in einem Arbeitsgang mit den für die direkte Sammelkanal-Fluidverbindung benötigten Schlitz 37, d.h. Durchzügen, und gegebenenfalls den zugehörigen domförmigen Ausbauchungen erzeugt werden. Die Durchlässe für die direkten Sammelkanal-Fluidverbindungen können rund oder länglich ausgebildet sein. Die beiden eine jeweilige Sammelkanal-Fluidverbindung bildenden, domförmigen Ausbauchungen brauchen nicht, wie in den gezeigten Beispielen, beide nach außen ausgebaucht sein, vielmehr kann alternativ eine von beiden nach innen ausgebaucht sein, in die dann die andere, nach außen weisende Ausbauchung eingreift.

[0029] Wie in Fig. 4 angedeutet, können die Flachrohereinheiten 2 des Rohr-/Rippenblocks von Fig. 1 aus in Blocktiefrichtung nebeneinanderliegenden, für jede Blockeinheit 1 einzelnen Flachrohren 2a, 2b bestehen, d.h. jede Blockeinheit 1 besteht in diesem Fall aus einem Stapel einzelner Flachrohre, deren Breite im wesentlichen der Tiefe der jeweiligen Blockeinheit entspricht. Alternativ kann ein breiterer Flachrohrtyp in einer Weise verwendet werden, wie dies in Fig. 7 schematisch und ausschnittsweise illustriert ist. Das dort ge-

zeigte Mehrkammer-Flachrohr 2c besitzt eine Breite T, die im wesentlichen der gesamten Rohrblocktiefe, d.h. der Summe der Tiefen der einzelnen Blockeinheiten entspricht. Das Flachrohr 2c ist in beiden Endbereichen, von denen in Fig. 7 einer dargestellt ist, mit einer vor-
 5 gebbaren Anzahl n von längsverlaufenden Sägeschnitten 36₁, 36₂, 36₃, d.h. in diesem Beispiel n=3 Schnitten versehen, wodurch der Endbereich in eine Anzahl n+1 von Endsegmenten 37₁ bis 37₄, d.h. im gezeigten Fall von vier Segmenten, aufteilt ist. Jedes Endsegment 37₁ bis 37₄ ist jeweils um seine eigene Längsmittelachse um 90° tordiert, alternativ kann ein anderer Torsionswinkel größer 0° und kleiner 90° gewählt werden. Im Fall der rechtwinkligen Tordierung verlaufen die Endsegmente 37₁ bis 37₄ an ihrer Stirnseite parallel zur Blockhoch-
 10 richtung, d.h. zur Längsrichtung der zugehörigen Sammelrohre 38₁, 38₂, 38₃, 38₄, die mit entsprechenden Längsschlitzfenstern versehen sind, in welche die Endsegmente 37₁ bis 37₄ eingefügt sind. Auf diese Weise ist das Flachrohr 2c strömungstechnisch in eine entsprechende Anzahl n von Flachrohrsträngen 2₁, 2₂, 2₃, 2₄ aufgeteilt, die jeweils zu einer der in Blocktiefenrichtung hintereinanderliegenden Blockeinheiten gehören und eine zugehörige Untergruppe aller strömungskanalbil-
 15 denden Kammern des Flachrohres 2c beinhalten. Während im Beispiel von Fig. 7 das Flachrohr 2c in gleich breite Teilstränge 2₁ bis 2₄ unterteilt ist, kann alternativ eine Aufteilung in unterschiedlich breite Teilstränge vorgesehen sein. Im Beispiel von Fig. 7 verbleibt zwischen zwei benachbarten Flachrohrteilen je ein offener Strömungskanal 39, indem dieser endseitig von den entsprechend breit gewählten Sägeschnitten 36₁, 36₂, 36₃ gekürzt wird und dadurch nicht als fluidführender, in die Sammelrohre mündender Kanal fungiert. Wenn alternativ die Sägeschnitte als schmale Schnitte zwischen be-
 20 nachbarten Kanälen eingebracht werden, können bei Bedarf alle Kammern des Flachrohres 2c als fluidführende Strömungskanäle fungieren.

[0030] Das Mehrkammer-Flachrohr 2c ist vorzugsweise als extrudiertes Profil mit hinsichtlich geringem innerem Volumen und hoher Druckstabilität optimierten Kanälen gefertigt. Zur Erzielung eines geringen inneren Volumens und einer hohen Druckstabilität des Rohr-/Rippenblocks insgesamt trägt, wie erwähnt, zusätzlich bei, daß besonders bei Flachröhren mit tordierten Enden für den Rohrblock Sammelrohre mit relativ geringem Innendurchmesser verwendet werden können. Au-
 25 ßerdem läßt sich je nach Positionierung der direkten Sammelkanalverbindungen zwischen den Sammelrohren und/oder der Quertrennwände in den Sammelrohren eine sehr variable Strömungsführung für das hindurchgeleitete Temperiermedium erzielen.

[0031] Zur Bildung der Wellrippenstruktur 6 des Rohr-/Rippenblocks können pro Rippenschicht eine sich über die gesamte Blocktiefe erstreckende Wellrippe oder mehrere schmalere Wellrippen gleicher oder unterschiedlicher Breite nebeneinanderliegend einge-
 30 bracht sein. So können beispielsweise eine breite, sich

über drei Blockeinheiten erstreckende Wellrippe und eine schmale, auf die vierte Blockeinheit beschränkte Wellrippe oder abwechselnd je eine schmalere und eine breitere Wellrippe vorgesehen sein. Die verschiedenen
 5 Möglichkeiten der Einbringung der Wellrippen 6 sind unabhängig davon, ob für den Rohrblock das breite Flachrohr 2c von Fig. 7 oder eine Mehrzahl von in Blocktiefenrichtung nebeneinanderliegender Flachrohre vorgesehen sind.

[0032] Der erfindungsgemäße Rohrblock eignet sich u.a. besonders gut für Verdampfer von mit dem Kältemittel CO₂ arbeitenden Kraftfahrzeug-Klimaanlagen, indem er ausreichend druckstabil ist und ein vergleichsweise geringes inneres Volumen besitzt, wobei neben den schon erwähnten weiteren Realisierungen möglich sind. So können z.B. Sammelrohre ohne Quertrennwände vorgesehen sein, d.h. alle Rohreinheiten einer Blockeinheit werden parallel durchströmt. Die Sammelkanalverbindungen sind in diesem Fall abwechselnd auf der einen und der anderen Sammelkanal-Rohrblockseite angeordnet. Als weitere Variante können die Sammelkanalverbindungen durch Umlenkrohre gebildet sein, welche das durchströmende Medium von Rohreinheiten einer Blockeinheit in die Rohreinheiten minde-
 15 stens einer benachbarten Blockeinheit umlenken. Dazu münden dann diese Rohreinheiten der beteiligten Blockeinheiten in einen gemeinsamen, vor dem Umlenkrohr gebildeten Umlenkraum, der somit die verbundenen Sammelkanäle dieser Blockeinheiten integriert umfaßt.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager-Rohrblock, mit mindestens einer Blockeinheit (1), die jeweils mehrere, in Blockhochrichtung aufeinanderfolgende Wärmeübertrager-Rohreinheiten mit in Blockquerrichtung verlaufenden Rohrströmungskanälen und zugehörige, seitlich angeordnete, in Blockhochrichtung verlaufende Sammelkanäle (8a bis 11b, 12) beinhalten, wobei in den Sammelkanälen (8a bis 11b, 12) zur Blocktiefenrichtung senkrecht oder geneigt verlaufende Schlitzöffnungen ausgebildet sind, die jeweils tordierte Rohrenden (3a, 3b) von Wärmeübertrager-Rohreinheiten bildenden geradlinigen Flachrohrsträngen (2) aufnehmen,
 35 **dadurch gekennzeichnet, daß** in Blocktiefenrichtung mehrere Blockeinheiten (1) hintereinanderliegend angeordnet sind, wobei zwischen wenigstens zwei benachbarten Blockeinheiten (1) wenigstens eine Sammelkanalverbindung (13a, 13b, 13c) vorgesehen ist, welche einen Sammelkanal (8a bis 11b, 12) der einen Blockeinheit (1) direkt mit einem Sammelkanal (8a bis 11b, 12) der anderen Blockeinheit (1) verbindet, wobei weitere in den Sammelkanälen (8a bis 11b, 12) ausgebildete Schlitzöffnungen, die Sammelkanalverbindung (13a, 13b, 13c)
 40
 45
 50
 55

- bereitstellen und wobei zumindest ein Teil der in Blockquerrichtung verlaufenden Rohrströmungskanäle durch ein sich in Blocktiefenrichtung über mehrere Blockeinheiten (1) erstreckendes Mehrkammer-Flachrohr (2c) gebildet sind, das einen oder mehrere endseitig eingebrachte Längsschlitze (36₁, 36₂, 36₃) aufweist, die eine Mehrzahl von separaten Endsegmenten (37₁ bis 37₄) bilden, wobei die Endsegmente (37₁ bis 37₄) um je eine eigene Längsachse tordiert sind.
2. Wärmeübertrager-Rohrblock nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens je eine Sammelkanalverbindung (13a, 13b, 13c) zwischen jedem Paar benachbarter Blockeinheiten (1) dergestalt vorgesehen ist, daß ein die Blockeinheiten (1) seriell fluidverbindender Strömungspfad gebildet ist.
3. Wärmeübertrager-Rohrblock nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens an einer Seite der Blockeinheiten (1) ein mehrteiliger Sammelraum vorgesehen ist, der mehrere, durch eine jeweilige Quertrennwand (7a bis 7d) voneinander getrennte Sammelkanäle (8a bis 11b) beinhaltet.
4. Wärmeübertrager-Rohrblock nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der oder die Sammelkanäle (8a bis 11b, 12) einer jeden Blockeinheit (1) auf wenigstens einer Blockseite von einzelnen Sammelrohren (4a bis 4d, 5a) gebildet sind, die über wenigstens ein angeformtes oder angebrachtes Distanzelement (16a, 16b, 16c) voneinander beabstandet sind.
5. Wärmeübertrager-Rohrblock nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Distanzelement (16a, 16b, 16c) ein umgeformtes Blechstück (20) oder Rohrstück (17) mit wenigstens einer Schlitzöffnung zur Bereitstellung der jeweiligen Sammelkanalverbindung (13a, 13b, 13c) beinhaltet.
6. Wärmeübertrager-Rohrblock nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Distanzelement (16a, 16b, 16c) mindestens einen nach außen aufgebrauchten Durchlaß (28, 29, 34, 35) an einem oder beiden verbundenen Sammelrohren (26, 27, 32, 33) beinhaltet, der Teil der Sammelkanalverbindung (13a, 13b, 13c) zwischen den beiden Sammelrohren ist.
7. Wärmeübertrager-Rohrblock nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Distanzelement (16a, 16b, 16c) aus zwei fluiddicht aneinanderstoßenden oder ineinandergreifenden Durchlässen (28, 29, 34, 35) besteht, von denen wenigstens einer nach außen ausgebaucht ist.
8. Wärmeübertrager-Rohrblock nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Teil der in den Sammelkanälen (8a bis 11b, 12) zur Blocktiefenrichtung senkrecht oder geneigt verlaufenden Schlitzöffnungen seitliche Einlaßöffnungen (14) und/oder Auslaßöffnungen (15) für ein Temperiermedium bildet.
9. Wärmeübertrager-Rohrblock nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen den Wärmeübertrager-Rohreinheiten wärmeleitfähige Wellrippen (6) eingebracht sind, wobei in Blocktiefenrichtung eine sich über die gesamte Blocktiefe erstreckende oder mehrere nebeneinanderliegende Wellrippen gleicher oder unterschiedlicher Breite und gleicher oder unterschiedlicher Rippendichte vorgesehen sind.
10. Mehrkammer-Flachrohr für einen Wärmeübertrager-Rohrblock nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** einen oder mehrere endseitig eingebrachte Längsschlitze (36₁, 36₂, 36₃), die eine Mehrzahl von separaten Endsegmenten (37₁ bis 37₄) bilden, wobei die Endsegmente (37₁ bis 37₄) um je eine eigene Längsachse tordiert sind.

Claims

1. The Heat exchanger tubular block containing at least one block unit (1) comprising a plurality of heat exchanger tubular units arranged successively in a direction of the block height, said tube units each having a plurality of flow ducts extending transverse to the block, and associated laterally arranged collector ducts (8a-11b, 12), extending in said block height direction, where said collector ducts (8a-11b, 12) contain slot openings formed in a direction vertical or tilted to the block depth and where each slot opening engages the associated twisted tube ends (3a, 3b) from the straight flat tubular bundles (2) that form the heat exchanger tubular units, and where said block units (1) are arranged successively, and wherein at least one collector-duct connection (13a, 13b, 13c) is provided between at least two adjacent block units (1). Said collector-duct connection (8a bis 11 b, 12) directly connects a collector duct (8a bis 11 b, 12) of one block unit (1) to a collector duct of the other block unit (1) where further slot openings are formed in the collector ducts (8a bis 11 b,

- 12) to provide collector-duct connections (13a, 13b, 13c) and where at least a portion of the flow ducts that run in the direction transversal to the block depth are formed by a multi-chamber flat tube (2c) extending over at least one block unit (1) in the direction of the block depth. Said multi-chamber flat tube (2c) is subdivided at each of opposite ends by at least one longitudinal slot (36₁, 36₂, 36₃) into at least two separate end segments (37₁ to 37₄) each twisted about their own longitudinal centerline.
2. The Heat exchanger tubular block according to claim 1, including at least one collector-duct connection (13a, 13b, 13c) to be provided between every pair of adjacent block units (1) forming a fluidal flow path serially connecting the block units (1).
3. The Heat exchanger tubular block according to claim 1 or 2, wherein a collection chamber consisting of several parts is to be located laterally to at least one side of the block unit (1) and where said collection chamber contains a plurality of collector ducts (8a to 11b) separated from one another by a transverse partition (7a to 7d).
4. The Heat exchanger tubular block according to one of the claims 1 to 3, wherein the collector duct or the collector ducts (8a to 11b, 12) of each block unit is formed by separate collector tubes (4a to 4d, 5a) adjacent ones of said collector tubes being spaced apart by at least one distance element (16a, 16b, 16c) shaped or attached accordingly.
5. The heat exchanger block according to claim 4, wherein said distance element (16a, 16b, 16c) is one of a shaped sheet-metal piece (20) or a tubular piece (17) having at least one slot opening formed therein providing said one collector-duct connection (13a, 13b, 13c).
6. The heat exchanger block according to claim 4 or 5 wherein said distance element (16a, 16b, 16c) includes at least one outwardly bulged through-opening (28, 29, 34, 35) provided by at least one of the two said connected collector tubes (26, 27, 32, 33) forming part of said one collector-duct connection (13a, 13b, 13c) between said collector ducts.
7. The heat exchanger block according to claim 4 to 6, wherein said distance element (16a, 16b, 16c) includes a pair of fluid-tight, mutually engaging through-openings (28, 29, 34, 35) of which at least one is outwardly bulged.
8. The heat exchanger block according to claim 1 to 7, wherein a part of the slot openings formed in a vertical or tilted direction to the block depth and contained in said collector ducts (8a bis 11 b, 12), provide laterally placed inlet- (14) and/or outlet-openings (15) for a temperature control medium.
9. The heat exchanger block according to claim 1 to 8 including a heat-conducting corrugated rib (6) positioned between each adjacent pair of said heat exchanger tube units, where a single said corrugated rib (6) or a plurality thereof, adjacently placed and of identical or different width and of identical or different rib density, is to extend over the entire block depth in the direction of said block depth.
10. Multi-chamber flat tube according to one of the claims 1 to 9, characterized through one or several longitudinal slots (36₁, 36₂, 36₃) which form a majority of separate end segments (37₁ to 37₄) each twisted about their own longitudinal centerline.

Revendications

1. Bloc tubulaire d'échangeur thermique, avec au moins une unité de bloc (1) comprenant chacun plusieurs blocs tubulaires d'échangeur thermique disposés l'un derrière l'autre avec des canaux d'écoulement tubulaires allant dans le sens transversal au bloc, et des canaux collecteurs (8a à 11b, 12) y appartenant, disposés latéralement et allant dans le sens de la hauteur du bloc, alors que dans les canaux collecteurs (8a à 11 b, 12) on a pratiqué, dans le sens de la profondeur du bloc, des orifices à fentes, verticaux ou inclinés, destinés à recevoir des extrémités de tube respectivement tordues (3a, 3 b) de lignes de tubes plats (2) formant des unités de tubes d'échangeur thermique et **caractérisé par le fait que** dans le sens de la profondeur du bloc plusieurs unités de blocs (1) sont disposées l'une derrière l'autre, au moins une liaison de canal collecteur (13a, 13b, 13c) étant prévue entre deux unités de blocs avoisinantes, laquelle relie un canal collecteur (8a à 11 b, 12) d'une unité de bloc (1) directement au canal collecteur (8a à 11b, 12) de l'autre unité de bloc (1), d'autres orifices à fente formés dans les canaux collecteurs (8 a à 11 b, 12) mettant à la disposition la liaison de canal collecteur (13a, 13b, 13c), et au moins une partie des canaux collecteurs allant dans le sens transversal du bloc constituée d'un tube plat multichambres (2c) s'étendant dans le sens de profondeur du bloc sur plusieurs unités de bloc (1), lequel présente une ou plusieurs fentes longitudinales (36₁, 36₂, 36₃) pratiquée(s) sur le côté terminal, lesquelles forment une majorité de segments terminaux séparés (37i à 37₄), chacun des segments terminaux (37i à 37₄) étant courbé sur un propre axe longitudinal.
2. Bloc tubulaire d'échangeur thermique selon la revendication 1,

caractérisé par le fait qu'au moins une liaison de canal collecteur (13a, 13b, 13c) est respectivement prévue entre chaque paire d'unités de bloc (1) avoisinantes de manière à former une voie d'écoulement reliant sériellement et fluidiquement les unités de bloc (1).

3. Bloc tubulaire d'échangeur thermique selon revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait qu'**un espace collecteur de plusieurs parties est prévu au moins sur un côté des unités de bloc (1), lequel comprend plusieurs canaux collecteurs (8a à 11 b) séparés les uns des autres par une paroi de séparation respective (7a à 7d). 5
4. Bloc tubulaire d'échangeur thermique selon les revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** le ou les canaux collecteurs (8a à 11b, 12) de chaque unité de bloc (1) sont formés, sur au moins un côté de bloc, de tubes collecteurs individuels (4a à 4d, 5a) étant écartés les uns des autres par au moins un élément d'écartement formé ou mis en place (15a, 16b, 16c). 10
5. Bloc tubulaire d'échangeur thermique selon la revendication 4, **caractérisé par le fait que** l'élément d'écartement (16a, 16b, 16c) comprend une section de tôle (20) ou une section de tube (17) formé, avec au moins un orifice à fente pour la mise à disposition de la liaison de canal collecteur (13a, 13b, 13c) respective. 15
6. Bloc tubulaire d'échangeur thermique selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé par le fait que** l'élément d'écartement (16a, 16b, 16c) comprend au moins un passage (28, 29, 34, 35) bombé vers l'extérieur sur l'un ou les deux tubes collecteurs (26, 27, 32, 33) reliés lequel fait partie de la liaison de canal collecteur (13a, 13b, 13c) entre les deux tubes collecteurs. 20
7. Bloc tubulaire d'échangeur thermique selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé par le fait que** l'élément d'écartement (16a, 16b, 16c) consiste en deux passages (28, 29, 34, 35) jointifs ou entrant l'un dans l'autre de sorte à être étanche aux fluides dont au moins un est bombé vers l'extérieur. 25
8. Bloc tubulaire d'échangeur thermique selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait qu'**une partie des orifices à fentes allant dans les canaux collecteurs (8a à 11b, 12) latéralement ou en biais dans le sens de profondeur de bloc, forment des orifices d'admission (14) latéraux et/ou des orifices de sortie (15) pour le fluide d'équilibrage de température. 30
9. Bloc tubulaire d'échangeur thermique selon l'une 35

des revendications 1 à 8, **caractérisé par le fait que** des nervures (6) ondulées thermoconductibles ont été pratiquées entre les unités tubulaires d'échangeur thermique, en prévoyant dans le sens de la profondeur du bloc une nervure ondulée ou plusieurs nervures ondulées disposées l'une à côté de l'autre, de largeur égale ou différente et d'une densité de nervure égale ou différente s'étendant sur toute la profondeur du bloc

10. Tube plat multichambres selon l'une des revendications 1 à 9, présentant une ou plusieurs fentes longitudinales (36₁, 86₂, 36₃) pratiquée à partir de chaque extrémité, fente(s) formant plusieurs segments terminaux séparés (37₁ à 37₄), chacun des segments terminaux (37₁ à 37₄) étant tordu le long de son axe longitudinal. 40

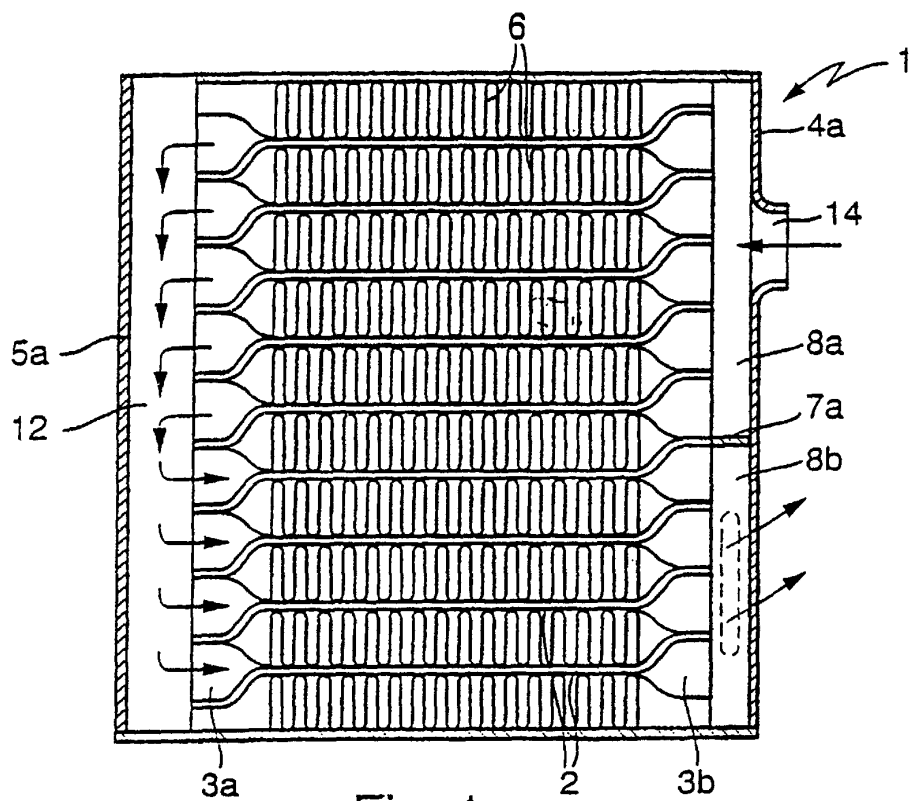


Fig. 1

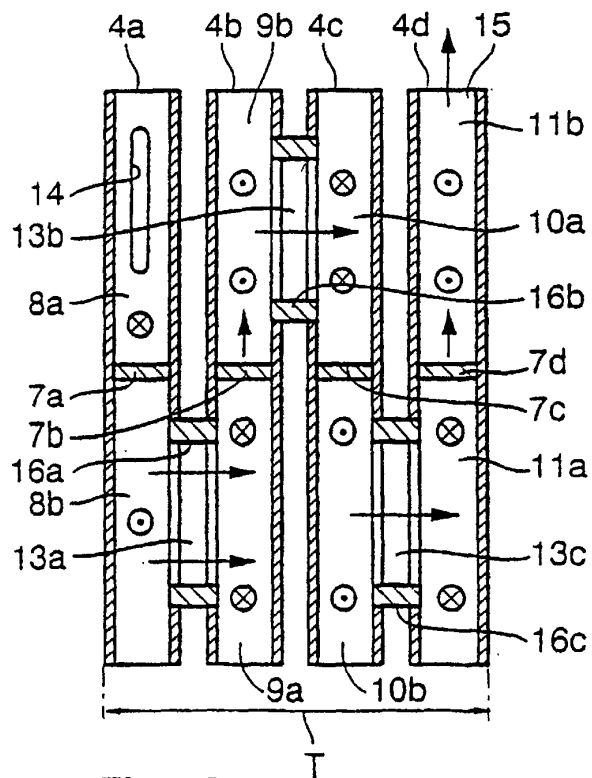


Fig. 2

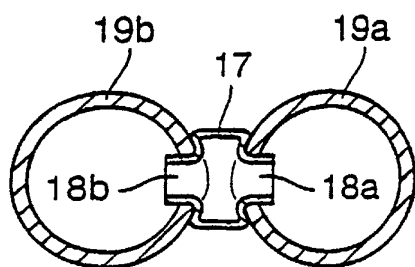


Fig. 3

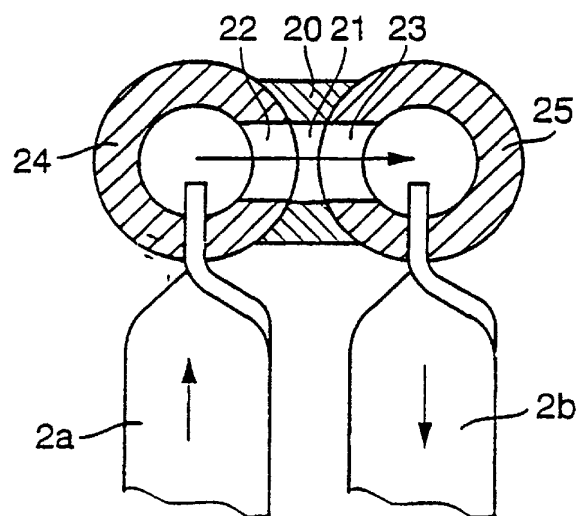


Fig. 4

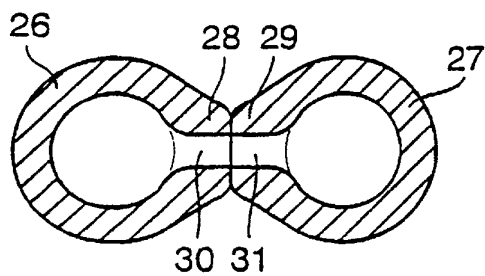


Fig. 5

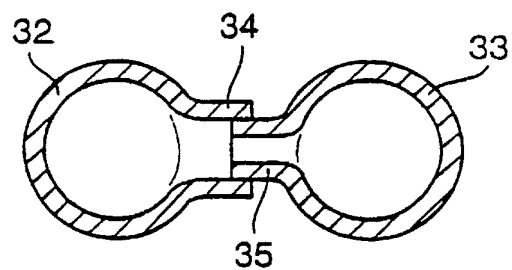


Fig. 6

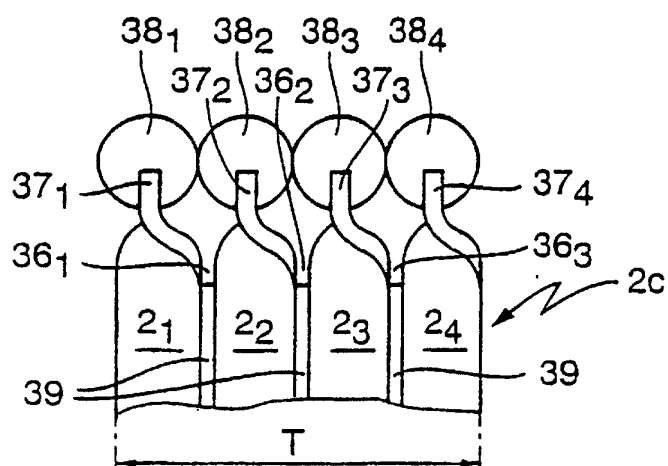


Fig. 7