

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 845 647 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.06.1998 Patentblatt 1998/23**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F28F 1/02, F28D 1/053**

(21) Anmeldenummer: **97120669.3**

(22) Anmeldetag: **26.11.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **27.11.1996 DE 19649129**

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co.  
70469 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Salzer, Ulrich Dipl.-Ing.  
D-71272 Renningen (DE)**  
• **Staffa, Karl-Heinz Dipl.-Ing.  
D-70567 Stuttgart (DE)**

(74) Vertreter:  
**Wilhelm & Dauster  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Hospitalstrasse 8  
70174 Stuttgart (DE)**

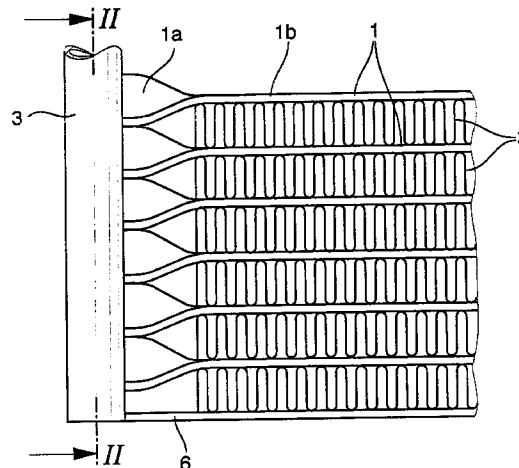
### (54) Flachrohr-Wärmeübertrager mit umgeformtem Flachrohrendabschnitt

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Flachrohr-Wärmeübertrager mit Flachrohren, die wenigstens an einem, in ein Anschlußraumbildendes Bauteil mündenden Endabschnitt umgeformt sind.

Erfindungsgemäß sind die Flachrohre (1) in ihrem in das Anschlußraumbildende Bauteil (3) mündenden Endabschnitt (1a) auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt (1b) geringere Quererstreckung torziert und/oder umgebogen. Das ermöglicht eine Realisierung des Anschlußraumbildenden Bauteils und damit des gesamten Wärmeübertragers mit hoher Berstdrucksicherheit, geringem Totvolumen und geringer Bautiefe. Der Anschlußraum kann mittels Trennwänden in mehrere, in Längsrichtung aufeinanderfolgende Teilräume unterteilt sein.

Verwendung z.B. als Kondensator oder Verdampfer in Fahrzeugklimaanlagen.

Fig. 1



**EP 0 845 647 A1**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen aus Flachrohren aufgebauten Wärmeübertrager, bei den die Flachrohre an wenigstens einem, in ein Anschlußraum-bildendes Bauteil, z.B. ein Verteiler- und/oder ein Sammelrohr, mündenden Endabschnitt umgeformt sind.

Aus Flachrohren aufgebaute Wärmeübertrager, bei denen die Flachrohre mit nicht umgeformtem Endabschnitt parallel in ein Anschlußraum-bildendes Bauteil, wie ein Sammel- und/oder ein Verteilerrohr, münden, werden beispielsweise als Kondensatoren und Verdampfer in Fahrzeugklimaanlagen verwendet. Unter der Bezeichnung Flachrohr-Wärmeübertrager sollen vorliegend auch Wärmeübertrager in Scheibenbauweise verstanden werden, bei denen rechteckförmige, langgestreckte, hohle Scheiben als "Flachrohre" verwendet werden, durch deren Inneres das Kältemittel der Klimaanlage hindurchgeführt wird. Bei diesen herkömmlichen Wärmeübertragern mit über ihre gesamte Länge geradlinig verlaufenden Flachrohren ist der Innendurchmesser des den Anschlußraum bildenden Bauteils durch die Breite der Flachrohre bestimmt. Mit größerer Flachrohrbreite ist somit ein größerer Innendurchmesser für dieses Bauteil erforderlich, so daß zu dessen Realisierung eine größere Wandstärke benötigt wird, wenn die Berstdruckfestigkeit gleich groß bleiben soll. Bei Verwendung von Rohren als Anschlußraum-bildende Bauteile tritt zudem die Schwierigkeit auf, daß mit wachsender Flachrohrbreite und damit wachsendem Durchmesser der Anschlußraum-bildenden Rohre deren Totvolumen ansteigt. In jedem Fall ist die Breite des Anschlußraum-bildenden Bauteils bei diesen herkömmlichen Wärmeübertragern größer zu wählen als diejenige der Flachrohre.

In der Patentschrift EP 0 565 813 B1 ist ein Wärmeübertrager beschrieben, der aus einer Mehrzahl von Rohren mit vorzugsweise ovalem Querschnitt aufgebaut ist, die endseitig in dreieckförmige Öffnungen einer Bodenplatte eines Sammelkastens eingesetzt und zu diesem Zweck an ihrem Robrendabschnitt in eine Dreieckform umgeformt sind. Nach Einsetzen der dreieckförmigen Rohrendabschnitte in die dreieckförmigen Öffnungen der Bodenplatte werden die Rohrenden aufgeweitet, um die Rohre an der jeweiligen Bodenplatte zweier beidseitig angeordneter Sammelkästen festzulegen.

In der Offenlegungsschrift EP 0 659 500 A1 ist ein Wärmeübertrager offenbart, der aus mehreren, beabstandet übereinanderliegenden, U-förmig umgebogenen Flachrohren aufgebaut ist. Dabei sind die beiden Schenkel der U-förmigen Flachrohre gegenüber deren Verbindungsbereich um 90° tordiert, so daß sie beide in einer gemeinsamen Querebene liegen. Je ein freies Ende der Flachrohre ist an einen Verteilerkanal und das jeweils andere freie Ende an einen Sammelkanal angeschlossen, wobei Verteiler- und Sammelkanal auf derselben Wärmeübertragerseite angeordnet sind und das

über den Verteilerkanal eingeleitete Wärmeübertragemedium U-förmig parallel durch die einzelnen Flachrohre zum Sammelkanal strömt.

In der Patentschrift US 3 416 600 ist ein Wärmeübertrager vom Serpentinentyp offenbart, bei dem ein Stapel serpentinenförmig gebogener Flachrohre vorgesehen ist, die in ihren Endabschnitten um 90° tordiert sind. Mit diesen tordierten Endabschnitten sind die Flachrohre in zugehörige Sammelrohre eingefügt, die hierzu mit umfangsseitig eingebrachten, in Rohrlängsrichtung verlaufenden und voneinander beabstandeten Längsschlitzfenstern versehen sind. Zusätzlich können die Flachrohre in einem mittleren Bereich um 180° tordiert sein.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Flachrohr-Wärmeübertragers der eingangs genannten Art zugrunde, der ein vergleichsweise geringes Totvolumen im Anschlußraum besitzt, bei gegebener Wandstärke des Anschlußraum-bildenden Bauteils eine hohe Berstdrucksicherheit aufweist, sich bei gegebener Flachrohrbreite mit vergleichsweise geringer Bautiefe fertigen läßt und bei Bedarf insbesondere als Kondensator für eine Klimaanlage verwendbar ist.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Flachrohr-Wärmeübertragers mit den Merkmalen des Anspruchs 1 oder 2. Bei diesem Wärmeübertrager sind die Flachrohre in ihrem in den Anschlußraum-bildenden Bauteil mündenden Endabschnitt auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt geringere Quererstreckung tordiert und/oder umgebogen. Dabei läßt sich ihr Durchtrittsquerschnitt auch im umgeformten Endabschnitt im wesentlichen konstant halten. Die geringere Quererstreckung des tordierten oder umgebogenen Flachrohrendabschnitts gegenüber dem anschließenden Flachrohrabschnitt macht es möglich, das Anschlußraum-bildende Bauteil, z.B. ein Sammel- bzw. Verteilerrohr, mit einer Bautiefe zu realisieren, die nur wenig größer als die verringerte Quererstreckung des Flachrohrendabschnitts zu sein braucht und dadurch kleiner als die Bautiefe der Flachrohre sein kann oder jedenfalls nicht größer als selbige zu sein braucht. Dabei können beide Endabschnitte jedes Flachrohrs in der erfindungsgemäßen Weise umgeformt sein, während die Flachrohre im zwischenliegenden Abschnitt z.B. geradlinig mit ihrer gegenüber den Endabschnitten größeren Quererstreckung verlaufen können, die dann die Bautiefe der Flachrohre und damit eventuell auch des gesamten Wärmeübertragers bestimmt. Die erfindungsgemäß erzielbare geringe Bautiefe der Anschlußraum-bildenden Bauteile bei gegebener Flachrohrbreite hat den weiteren Vorteil, daß sich selbige zur Erzielung einer vorgegebenen Berstdrucksicherheit mit relativ geringer Wandstärke fertigen lassen und nur ein verhältnismäßig geringes Totvolumen besitzen. Außerdem läßt sich das durchströmte Wärmeübertragungsvolumen bei gegebener Wärmeübertragungsleistung vergleichsweise gering halten, was bei Bedarf

eine Mengenreduzierung des durchströmenden Wärmeübertragungsfluides gegenüber konventionellen Flachrohr-Wärmeübertragern erlaubt.

Zur Erzielung einer kompakten Bauweise auch in der Richtung, in welcher die Flachrohre nebeneinanderliegend angeordnet sind, erfolgt die Tordierung beim Wärmeübertrager nach Anspruch 1 speziell entweder um einen Winkel ungleich 90°, so daß die Flachrohrmündungen entsprechend schräg zu dieser Richtung verlaufen und dadurch in dieser Richtung weniger Einbaulänge beanspruchen, oder die Flachrohrendabschnitte sind um 90° tordiert, dann jedoch in einer Linie eng aneinanderliegend in einen gemeinsamen Längsschlitz des anschlußraumbildenden Bauteils eingefügt. Die letztgenannte Maßnahme hat den weiteren Vorteil, daß das Einbringen eines durchgehenden Längsschlitzes im anschlußraumbildenden Bauteil fertigungstechnisch einfacher zu realisieren ist als das Einbringen einer entsprechenden Anzahl einzelner Schlitzte. Im übrigen kann der Torsionswinkel auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt werden. Mit zunehmendem Torsionswinkel verringert sich die Tiefe, d.h. Breite, des zum Einstecken der Flachrohrenden benötigten Bereiches des anschlußraumbildenden Bauteils, während gleichzeitig jeder Flachrohrendabschnitt mit einer größeren axialen Erstreckung in das Bauteil einmündet.

Beim Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 2 sind speziell eine oder mehrere Trennwände im anschlußraumbildenden Bauteil vorgesehen, die den Anschlußraum in mehrere Teilräume unterteilen. Diese Maßnahme kann dazu benutzt werden, das durch die Flachrohre geführte Kältemittel unter Umlenkung in einem jeweiligen seitlichen anschlußraumbildenden Bauteil sequentiell durch aufeinanderfolgende Abschnitte des Flachrohrstapels zu leiten. Bei schräger Tordierung der Flachrohrendabschnitte ist es zweckmäßig, auch die jeweilige Trennwand mit dem entsprechenden Schrägwinkel im anschlußraumbildenden Bauteil anzuordnen.

Bei einem nach Anspruch 3 weitergebildeten Wärmeübertrager sind die Flachrohre um ihre Längsmittelachse oder um eine zu dieser parallelen Längsachse tordiert. In letzterem Fall einer exzentrischen Tordierung können die tordierten Flachrohrendabschnitte mit alternierender lateraler Versetzung in das anschlußraumbildende Bauteil einmünden, so daß der Abstand der Flachrohre im nicht tordierten Mittenbereich selbst bei einem Torsionswinkel von 90° geringer gewählt werden kann als die Flachrohrbreite, ohne daß dazu die Flachrohre in ihren Mittenbereichen lateral versetzt angeordnet werden müssen, was einer geringen Bautiefe entgegenwirken würde.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 ist vorgesehen, die Flachrohrendabschnitte U- oder V-förmig umgebogen zu gestalten und auf diese Weise ihre Quererstreckung gegenüber dem nicht umgeformtem Zustand zu verringern.

In Ausgestaltung dieser Maßnahme sind gemäß

Anspruch 5 die U- oder V-förmig umgebogenen Flachrohrendabschnitte so weit umgebogen, daß die beiden umgebogenen Flanken jedes Rohres sich berührend aneinanderliegen, so daß nur eine minimale Einbautiefe für das anschlußraumbildende Bauteil erforderlich ist.

Bei einem nach Anspruch 6 weitergebildeten Wärmeübertrager mit zwischen den Flachrohren eingebrachten Wellrippen ist vorgesehen, die Breite der Wellrippen größer zu wählen als diejenige der Flachrohre. Der dadurch entstehende Rippenüberstand erhöht den Wirkungsgrad der wärmeübertragenden Wellrippen und schützt die Flachrohre gegen Beschädigungen von außen.

Bei einem nach Anspruch 7 weitergebildeten Wärmeübertrager sind die Flachrohre in fertigungstechnisch vorteilhafter Weise als extrudierte Rohre gefertigt.

Bei einem nach Anspruch 8 weitergebildeten Wärmeübertrager ist die jeweilige Trennwand axial von einer Stirnseite her in das anschlußraumbildende Bauteil eingefügt und weist eine geeignete, mit den in das anschlußraumbildende Bauteil hineinragende Flachrohrenden in Eingriff stehende Ausnehmung auf.

Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines Teils eines Flachrohr-Wärmeübertragers mit schrägwinklig tordierten Flachrohrendabschnitten,

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht längs der Linie II-II von Fig. 1,

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht eines Teils eines Flachrohr-Wärmeübertragers mit rechtwinklig tordierten Flachrohrendabschnitten,

Fig. 4 eine schematische Schnittansicht längs der Linie IV-IV von Fig. 3,

Fig. 5 eine schematische Stirnansicht eines Flachrohres mit U-förmig umgebogenem Endabschnitt für einen Flachrohr-Wärmeübertrager,

Fig. 6 eine schematische Stirnansicht eines Flachrohres mit V-förmig umgebogenem Endabschnitt für einen Flachrohr-Wärmeübertrager,

Fig. 7 eine schematische Seitenansicht eines Flachrohr-Wärmeübertragers mit rechtwinklig tordierten Flachrohrendabschnitten und einem mit einer Trennwand versehenen, geschnitten gezeigten Sammel- bzw. Verteilerrohr,

Fig. 8 eine schematische Schnittansicht längs der Linie VIII-VIII von Fig. 7 und

Fig. 9 eine ausschnittsweise Schnittansicht eines für einen der gezeigten Flachrohr-Wärmeübertrager verwendbaren Rohr-/Rippenblocks.

Der in Fig. 1 in einer ausschnittweisen, schematischen Seitenansicht gezeigte Wärmeübertrager ist beispielsweise als Kondensator in einer Fahrzeugklimaanlage verwendbar. Er beinhaltet in herkömmlicher Weise einen Rohr-/Rippenblock, der in üblicher Weise aus einem Stapel voneinander beabstandeter Flachrohre 1 und einer in die Zwischenräume zwischen den Flachrohren 1 eingebrachte Wellrippenstruktur 2 besteht. Der Rohr-/Rippenblock befindet sich dabei zwischen zwei seitlich abschließenden Seitenplatten 6, von denen in der Ausschnittansicht von Fig. 1 eine dargestellt ist. Die Flachrohre 1 sind in ebenfalls herkömmlicher Weise in ihrem Inneren mit einem oder mehreren Strömungskanälen versehen, durch die das Kältemittel einer Klimaanlage durchgeleitet werden kann. Endseitig münden die Flachrohre 1 in je einen von einem seitlichen Verteiler- bzw. Sammelrohr 3 gebildeten Anschlußraum, von denen der eine als Verteilerkanal und der andere als Sammelkanal fungiert. Das über einen Einlaß in das Verteilerrohr geleitete Strömungsmedium wird von dort parallel in die Flachrohre 1 eingespeist und durchquert diese zum gegenüberliegenden Sammelrohr 3, welches beispielsweise das in Fig. 1 zu erkennende Rundrohr sein kann. Mittels des Wärmeübertragers kann ein weiteres, durch die mit der Wellrippenstruktur 2 versehenen Zwischenräume zwischen den Flachrohren 1 hindurchgeleitetes Strömungsmedium in Wärmeübertragungsverbindung mit dem durch die Flachrohre 1 hindurchgeleiteten Strömungsmedium gebracht werden.

Charakteristisch für den gezeigte Wärmeübertrager ist, daß die Flachrohre 1 in ihren beiden Endabschnitten 1a gegenüber ihrem zwischenliegenden Mittenabschnitt 1b um einen Winkel  $\alpha$  von ca.  $60^\circ$  um ihre Längsmittelachse tordiert sind, wie in Fig. 2 genauer zu erkennen. Wie aus dieser Schnittansicht weiter ersichtlich, verlaufen die in das jeweilige Verteiler- bzw. Sammelrohr 3 eingesteckten Rohrenden 1c somit schräg sowohl zur Längsachse 4 des Verteiler- bzw. Sammelrohrs 3 als auch zur Flachrohrquerachse 5. Dadurch besitzen die Flachrohrenden 1c eine abgesehen von der Höhe, d.h. Weite, der Flachrohre 1 um den Faktor  $\cos \alpha$  geringere Quererstreckung als der wärmeübertragungsaktive, mittlere Flachrohrabschnitt 1b. Dies bedeutet, daß die Flachrohre 1 auch nur einen Einbaubereich mit entsprechend verringerter Querabmessung, d.h. verringerter Bautiefe, des Verteiler- bzw. Sammelrohrs 3 benötigen. Da das Verteiler- bzw. Sammelrohr 3 nur einen demgegenüber geringfügig größeren Innendurchmesser besitzen muß, ergibt sich dadurch der Vorteil, daß das Verteiler- und das Sam-

melrohr 3 mit einem verhältnismäßig geringen Außendurchmesser R gefertigt sein können, der insbesondere kleiner sein kann als die Quererstreckung Q des mittleren Flachrohrabschnitts 1b, der dadurch insgesamt die Bautiefe des Wärmeübertragers bestimmt, wie sich aus der Ansicht von Fig. 2 ergibt. Es versteht sich, daß das Verteiler- und das Sammelrohr 3 mit korrespondierenden, schrägen Langlöchern zum paßgenauen Einsetzen und Dichtlötten der tordierten Rohrenden 1c versehen sind.

Durch den bei gegebener Flachrohrbreite Q gegenüber herkömmlichen Wärmeübertragern dieser Art geringeren erforderlichen Innendurchmesser für das Verteiler- bzw. Sammelrohr 3 werden des weiteren die Vorteile erreicht, daß selbige vergleichsweise geringe Totvolumina besitzen und bei gegebener Wandstärke eine hohe Berstdrucksicherheit aufweisen, da deren Berstdruckfestigkeit mit größer werdendem Innendurchmesser abnimmt. Umgekehrt kann bei gegebener, geforderter Berstdrucksicherheit die Wandstärke der Verteiler- und Sammelrohre 3 gegenüber herkömmlichen Wärmeübertragern mit nicht umgeformt einmündenden Flachrohrenden verringert werden.

Optional können in einem oder beiden Anschlußrohren 3 eine oder mehrere Trennwände 16 vorgesehen sein, um den vom gesamten Anschlußrohr 3 gebildeten Anschlußraum in mehrere, in Richtung der Rohrlängsachse 4 aufeinanderfolgende Teilräume 17a, 17b zu unterteilen, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist. Die Trennwand 16 ist unter einem dem Schrägwinkel  $\alpha$  der tordierten Flachrohrenden 1c entsprechenden Winkel schräg zur Rohrlängsachse 4 im Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Rohrenden 1c angeordnet. Eine solche Aufteilung des jeweiligen Anschlußraums in mehrere Teilräume 17a, 17b ist insbesondere für Kondensatoren günstig, um das Kältemittel von einem Teilraum, z.B. dem Teilraum 17a, in die darin mündenden Flachrohre einzuspeisen, im gegenüberliegenden Anschlußrohr in die mit dem anderen Teilraum 17b verbundenen Flachrohre umzulenken und durch letztere hindurch in diesen anderen Teilraum 17b zu leiten. Bei Bedarf kann unter Verwendung mehrerer Trennwände diese Strömungsumlenkung in den Anschlußrohren so oft wie gewünscht wiederholt werden. Auf diese Weise läßt sich das Kältemittel mäanderförmig durch den Rohr-/Rippenblock führen.

In den Fig. 3 und 4 ist eine Variante des Wärmeübertragers der Fig. 1 und 2 dargestellt. Bei dieser Variante besteht der zwischen zwei Seitenplatten 11, von denen eine in Fig. 3 dargestellt ist, angeordnete Rohr-/Rippenblock wiederum aus einem Stapel beabstandeter nebeneinanderliegender Flachrohre 10, wobei jedoch in die Zwischenräume zwischen je zwei Flachrohren 10 in diesem Fall eine Doppelwellrippenstruktur 12 eingebracht ist, die jeweils aus zwei einzelnen Wellrippen und einer diese trennenden Trennplatte 13 besteht. Auf diese Weise ist ein vergleichsweise großer Flachrohrabstand ohne wesentliche Beeinträchtigung der Festig-

keitseigenschaften und der Wärmeübertragungseigenschaften des Rohr-/Rippenblocks realisiert.

Charakteristisch für den Wärmeübertrager der Fig. 3 und 4 ist, daß die Endabschnitte 10a seiner Flachrohre 10 gegenüber dem zwischenliegenden, mittleren Flachrohrabschnitt 10b um einen Winkel  $\beta$  von  $90^\circ$  um die Längsmittelachse tordiert sind, wie aus Fig. 4 näher zu erkennen. Um dies ohne Querversatz der einzelnen Flachrohre 10 zu ermöglichen, ist der Flachrohrabstand T, genauer gesagt der Abstand benachbarter mittlerer Flachrohrabschnitte 10b, geringfügig größer als die Breite Q der Flachrohre 10 gewählt. Durch diese rechtwinklige Tordierung der Flachrohrabschnitte 10a liegen die in die Anschlußraumbildenden Bauteile, die wiederum als Sammelrohr 14 und Verteilerrohr realisiert sind, eingefügten Flachrohrenden 10c in einer Linie längs der Verteiler- bzw. Sammelrohlängsachse 15, wozu das Verteiler- und das Sammelrohr 14 mit entsprechend in einer Linie aufeinanderfolgend umfangs-

seitig eingebrachten Längsschlitze versehen sind. Ersichtlich lassen sich mit dieser rechtwinkligen Tordierung der Flachrohrabschnitte 10a für das Verteiler- und das Sammelrohr 14 Rohre mit besonders geringer Bautiefe, d.h. geringem Durchmesser R verwenden. Dementsprechend lassen sich deren Totvolumina minimal halten, und es genügt eine relativ geringe Wandstärke zur Erzielung einer ausreichenden Berstdrucksicherheit. Wiederum kann der Außendurchmesser R des Verteiler- und des Sammelrohrs 14 kleiner als die Quererstreckung Q der Flachrohre 10 und damit des Rohr-/Rippenblocks gewählt werden, dessen Quererstreckung somit die Bautiefe des gesamten Wärmeübertragers bestimmt.

Das gezeigte Anschlußrohr 14 und bei Bedarf auch das nicht gezeigte, gegenüberliegende Anschlußrohr besitzen jeweils eine oder mehrere Trennwände 18, die senkrecht zur Rohrlängsachse 15 zwischen zwei benachbarten Flachrohrenden 10c angeordnet sind, wie in Fig. 4 veranschaulicht. Durch die jeweilige Trennwand 18 wird der Anschlußraum des betreffenden Anschlußrohrs 14 in mehrere, in Richtung Rohrlängsachse 15 aufeinanderfolgende Teilräume 19a, 19b unterteilt. Dies ist, wie oben zu den Fig. 1 und 2 beschrieben, beispielsweise für Kondensatoren zweckmäßig, um das Kältemittel in einem mäanderförmigen Strömungspfad unter Umlenkung im jeweiligen Anschlußrohr ein- oder mehrmals von einem Teilraum des einen Anschlußrohrs durch einen damit verbundenen Teil der Flachrohre 10 in das andere Anschlußrohr und von dort über einen benachbarten Satz von Flachrohren 10 in einen nächsten Teilraum des erstgenannten Anschlußrohres zu leiten.

Es versteht sich, daß neben den beiden gezeigten Beispielen mit Torsionswinkeln von ca.  $60^\circ$  bzw. ca.  $90^\circ$  alternativ jeder andere Torsionswinkel zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $10^\circ$  und  $90^\circ$ , für die Verdrehung der Flachrohrabschnitte gegenüber ihrem

anschließenden Flachrohrabschnitt realisierbar ist. Des weiteren können alternativ zu Flachrohren mit tordierten Endabschnitten solche mit zu einer geringeren Quererstreckung umgebogenen Endabschnitten verwendet werden, wie dies in zwei Beispielen in den Fig. 5 und 6 gezeigt ist.

Das in Fig. 5 gezeigte Flachrohr ist von einem geradlinig verlaufenden Mittelabschnitt 20 zu einem U-förmigen Endabschnitt 20a umgebogen, so daß die Flachrohrenden 20b des in diesem Beispiel mit mehreren, getrennten Strömungskanälen 21 gefertigten Flachrohres eine U-Form aufweisen. Mit so geformten Flachrohren kann wiederum ein Wärmeübertrager der in den Fig. 1 bis 4 gezeigten Art aufgebaut werden, bei dem die Quererstreckung des zum Einsetzen der Flachrohrenden in die Anschlußraumbildenden Bauteile benötigten Einbaubereichs merklich geringer als die Quererstreckung der Flachrohre bzw. des damit aufgebauten Rohr-/Rippenblocks ist.

Fig. 6 zeigt ein Flachrohr, das von einem geradlinigen Mittenbereich 22 in seinen Endabschnitten 22a V-förmig umgebogen ist, so daß die Flachrohrenden 22b eine V-Form besitzen. Wie aus Fig. 6 ersichtlich, besitzen auch bei diesem Flachrohrtyp die umgebogenen Flachrohrabschnitte 22a eine wesentlich geringere Quererstreckung als der zwischenliegende Flachrohrmittenabschnitt 22. Beim Aufbau eines Rohr-/Rippenblock-Wärmeübertragers mit diesem Flachrohrtyp ergeben sich somit wiederum die zu den obigen Beispielen erläuterten Vorteile.

Es versteht sich, daß anstelle der gezeigten Rundrohre auch Verteiler- bzw. Sammelkästen mit beliebigem andersartigem Querschnitt als Anschlußraumbildende Bauteile verwendbar sind, die ein- oder mehrstückig und mit gewölbtem oder ebenem, die Flachrohrenden aufnehmendem Boden gefertigt sein können. Die erforderlichen Rohrdurchbrüche können gefräst, gestanzt, lasergeschnitten oder durch Innenhochdruckumformen eingebracht und mit oder ohne Durchzüge realisiert sein. Die Flachrohre, die speziell auch Scheiben eines Wärmeübertragers in Scheibenbauweise sein können, sind beispielsweise einstückig durch Extrudieren oder mittels Zusammenschweißen mehrerer Rohrteile oder durch Umformen und anschließendes Verschweißen eines Rohlings herstellbar.

Neben dem gezeigten geradlinigen Verlauf können die Flachrohre in ihrem Bereich zwischen den tordierten und/oder umgebogenen Endabschnitten auch einen geschwungenen Verlauf besitzen. Analog können die Trennwände einer verwendeten Doppelwellrippenstruktur alternativ zum gezeigten Verlauf senkrecht zur Längsachse des Anschlußraumbildenden Bauteils auch in einem spitzen Winkel schräg zu derselben angeordnet sein. Des weiteren versteht sich, daß je nach Bedarf die Flachrohre auch nur an einem ihrer beiden Endabschnitte tordiert und/oder umgebogen sein können und mit dem anderen Endabschnitt dann nicht zu einer geringeren Quererstreckung umgeformt in ein zugehöri-

ges Anschlußraumbildendes Bauteil münden. Das Tordieren bzw. Umbiegen der Flachrohrendabschnitte kann jeweils so erfolgen, daß sich der Durchtrittsquerschnitt der Flachrohre auch in diesem Bereich im wesentlichen konstant halten läßt, was für die meisten Anwendungsfälle bevorzugt ist.

Anstelle der in den Fig. 1 bis 4 gezeigten, längsmittigen Tordierung können die Flachrohrendabschnitte auch außermittig, d.h. um eine zu ihrer Längsmittelachse parallel versetzte Achse, tordiert sein. Insbesondere bei rechtwinkliger Tordierung können dann bei Bedarf das Verteiler- und das Sammelrohr gegenüber dem zwischenliegenden Rohr-/Rippenblock lateral versetzt angeordnet sein, wenn die Flachrohre dergestalt aufeinanderfolgend angeordnet sind, daß ihre exzentrisch tordierten Endabschnitte sämtlich auf einer Seite der Längsmittlebene des Rohr-/Rippenblocks liegen. Dies kann für bestimmte Einbausituationen vorteilhaft sein.

In einer weiteren Alternative können die Flachrohrenden so angeordnet sein, daß sich ihre Endabschnitte abwechselnd auf der einen bzw. der anderen Seite dieser Längsmittlebene des Rohr-/Rippenblocks befinden. Dazu passend sind dann in dem Verteiler- bzw. dem Sammelrohr zwei parallele Reihen von Längsschlitz einzubringen, wobei die Längsschlitz der einen Reihe mit seitlicher Versetzung zwischen den Längsschlitz der anderen Reihe liegen. Da sich aufgrund der seitlichen Versetzung die Längsschlitz der einen Reihe axial über die Höhe benachbarter Längsschlitz der anderen Reihe hinaus erstrecken können, lassen sich die Flachrohre selbst bei rechtwinkliger endseitiger Tordierung mit geringem Abstand im Rohr-/Rippenblock aneinanderlegen. Im speziellen Fall rechtwinkliger Tordierung ist dieser Abstand nach unten durch die halbe Breite der Flachrohre begrenzt, so daß er insbesondere kleiner als die Flachrohrbreite sein kann. Dementsprechend läßt sich eine geringe Höhe für die Wellrippen wählen, was deren Wärmeübertragungs-Wirkungsgrad verbessert. Dies trifft gerade auch für Anwendungsfälle zu, bei denen die Breite der Flachrohre geringer als diejenige der Wellrippen ist.

In den Fig. 7 und 8 ist eine Variante des Wärmeübertragers der Fig. 3 und 4 in verkürzter Form dargestellt. Wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 ist auch hier ein Rohr-/Rippenblock aus einem Stapel beabstandet nebeneinanderliegender Flachrohre 30 vorgesehen, deren Endabschnitte 30a gegenüber dem mittleren Flachrohrabschnitt um 90° um die Längsmittelachse tordiert sind. Jedoch ist zwischen den Flachrohren 30 nur eine Wellrippenstruktur aus einfachen Wellrippen 31 vorgesehen. Dabei entspricht in diesem Beispiel der Flachrohrabstand T1 im Block der Flachrohrbreite Q1. Dies hat zur Folge, daß die rechtwinklig tordierten Flachrohrenden 30a auf jeder der beiden Anschlußseiten des Rohr-/Rippenblocks in einer Linie sich berührend aneinanderliegen, die parallel zur Längsachse 32 zweier seitlicher Anschlußrohre 33, 34

verläuft. Jedes der beiden Anschlußrohre 33, 34 besitzt einen an seinem Umfang eingebrachten, durchgehenden Längsschlitz 35, in welchen die zugehörigen, in einer Linie dicht nebeneinanderliegenden, tordierten Flachrohrenden 30a abgedichtet eingefügt sind.

Wenn die Flachrohre 30 z.B. bei Verwendung für einen Kondensator gruppenweise sequentiell vom Kältemittel durchströmt werden sollen, ist es wie im Beispiel der Fig. 1 und 2 auch in diesem Beispiel möglich, eine oder mehrere Trennwände 36 in einem oder beiden Anschlußrohren 33, 34 vorzusehen. Die Trennwände 36 liegen senkrecht zur Anschlußrohr-Längsachse 32 und unterteilen den Anschlußraum des betreffenden Anschlußrohres 33, 34 in mehrere Teilräume 37a, 37b. Das in Fig. 7 geschnitten gezeigte, linke Anschlußrohr 33 weist einen in einen ersten Teilraum 37a mündenden Kältemittelauflass 38 auf, so daß das dort eingeleitete Kältemittel, wie durch die Strömungspfeile angedeutet, in die in diesen Teilraum 37a mündende Flachrohre eingespeist, von dort in das rechte Anschlußrohr 34 transportiert, dort in eine anschließende Gruppe von mit einem nächsten Teilraum 37b des linken Anschlußrohres 33 verbundenen Flachrohren umgelenkt und durch diese in den besagten nächsten Teilraum 37b geleitet wird. Diese mäanderförmige Strömungsführung wird so oft wie erforderlich wiederholt, bis das Kältemittel über einen z.B. ebenfalls im erstgenannten Anschlußrohr 33 vorgesehenen Kältemittelauslaß 39 herausgeführt wird.

Die jeweilige Trennwand 36 kann im Übergangsbereich zwischen zwei aneinandergrenzenden, tordierten Flachrohrenden 30a oder aber, wie in Fig. 7 gezeigt, innerhalb des Endbereichs eines Flachrohres 30b angeordnet sein, wenn die Flachrohre 30 als Mehrkammer-Flachrohre ausgebildet sind. Die Trennwand 36 liegt dann zwischen den Wandungen zweier benachbarter Kammern des Flachrohres 30b, wobei wenigstens dieses Flachrohr 30b endseitig so tordiert ist, daß jedes seiner Kammern auf beiden Endseiten in gleicher Richtung, d.h. nach oben oder nach unten, gebogen verläuft, so daß das in einen Anschlußrohr 33 in die oberen Kammern eingeleitete Kältemittel am anderen Anschlußrohr 34 auch wieder aus den oberliegenden Kammern austritt. Wie speziell aus Fig. 8 zu erkennen, weist die Trennwand 36 einen Schlitz 36a auf, der den tordierten Endbereich 30a des entsprechenden Flachrohres 30 abgedichtet aufnimmt. Die Trennwand 36 wird axial von einem Stirnende des Anschlußrohres 33 her eingesetzt, wobei sie durch das Eingreifen der Flachrohrenden 30a in ihren Schlitz 36a verdrehgesichert geführt wird, bevor sie dann nach Erreichen der Montagegelege abgedichtet festgelegt wird, z.B. durch Dichtlötten.

Fig. 9 zeigt ausschnittsweise eine Längsschnittansicht durch einen Rohr-/Rippenblock, wie er für die oben beschriebenen Wärmeübertrager verwendbar ist. Charakteristisch ist bei diesem Rohr-/Rippenblock, daß die Breite W der Wellrippen 40 größer gewählt ist als die

Breite Q der als Mehrkammerrohre realisierten Flachrohre 41. Dadurch wird ein Rippenüberstand bereitgestellt, der den Wirkungsgrad der Wellrippen 40 hinsichtlich ihrer Wärmeübertragungsfähigkeit erhöht und die Flachrohre 41 gegen Beschädigungen von außen schützt. Das Verhältnis Q/W kann beispielsweise 2/3 betragen.

In allen oben beschriebenen Beispielen können die Flachrohre vorteilhafterweise als extrudierte Rohre gefertigt sein. Dabei kann es außerdem von Vorteil sein, die Rohre vor ihrem endseitigen Tordieren bzw. Umbiegen mit einer Lot- und Flußmittelplattierung zu versehen. Dies erleichtert ein abgedichtetes Einfügen der Flachrohrenden in die Anschlußrohre mittels Dichtlötten.

## Patentansprüche

### 1. Flachrohr-Wärmeübertrager mit

- Flachrohren (1), die wenigstens an einem, in ein anschlußraumbildendes Bauteil (3, 33) mündenden Endabschnitt (1a, 30a) umgeformt sind, dadurch gekennzeichnet, daß
- die Flachrohre (1) in ihrem in das anschlußraumbildende Bauteil (3, 33) mündenden Endabschnitt (1a, 30a) auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt (1b) geringere Quererstreckung umgebogen oder um einen Winkel  $\alpha$  ungleich  $90^\circ$  tordiert sind oder um einen Winkel von  $90^\circ$  tordiert und mit diesen um  $90^\circ$  tordierten Endabschnitten (30a) in einer Linie eng aneinanderliegend in einen gemeinsamen Längsschlitz (35) des anschlußraumbildenden Bauteils (33) eingefügt sind.

### 2. Flachrohr-Wärmeübertrager mit

- Flachrohren (1), die wenigstens an einem, in ein anschlußraumbildendes Bauteil (3) mündenden Endabschnitt (1a) auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt (1b) geringere Quererstreckung umgebogen oder tordiert sind, dadurch gekennzeichnet, daß
- eine oder mehrere Trennwände (18) im anschlußraumbildenden Bauteil (3) vorgesehen sind, die den Anschlußraum in mehrere Teilräume (17a, 17b) unterteilen, in die eine jeweils zugehörige Gruppe aufeinanderfolgender Flachrohre mündet.

### 3. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre in ihrem in das anschlußraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt um ihre Längsmittelachse mittig oder um eine zu dieser parallel versetzte Längsachse außermittig tordiert sind.

4. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (20, 22) in ihrem in das anschlußraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt (20a, 22a) U- oder V-förmig umgebogen sind.

5. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre in ihrem in das anschlußraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt dergestalt U- oder V-förmig umgebogen sind, daß die umgebogenen Endabschnittflanken sich berührend aneinanderliegen.

6. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Flachrohren (41) Wellrippen (40) eingebracht sind, deren Breite (R) größer als die Flachrohrbreite (Q) ist.

7. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre von extrudierten, vor dem Umbiegen bzw. Tordieren vorzugsweise lot- und flußmittelplattierten Rohren gebildet sind.

8. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 2 bis 7, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Trennwand (36) eine Ausnehmung (36a) aufweist und axial von einem Stirnende her in das anschlußraumbildende Bauteil (33) eingesetzt ist, wobei die in das anschlußraumbildende Bauteil hineinragenden Flachrohrenden (30a) in die Trennwandausnehmung (36a) eingreifen.

Fig. 1

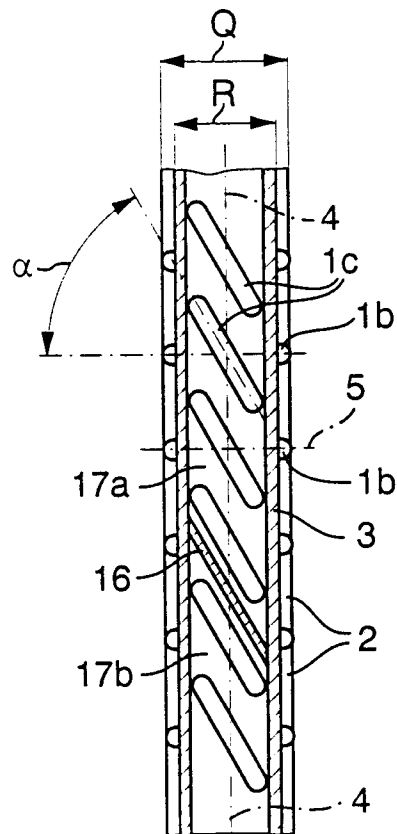
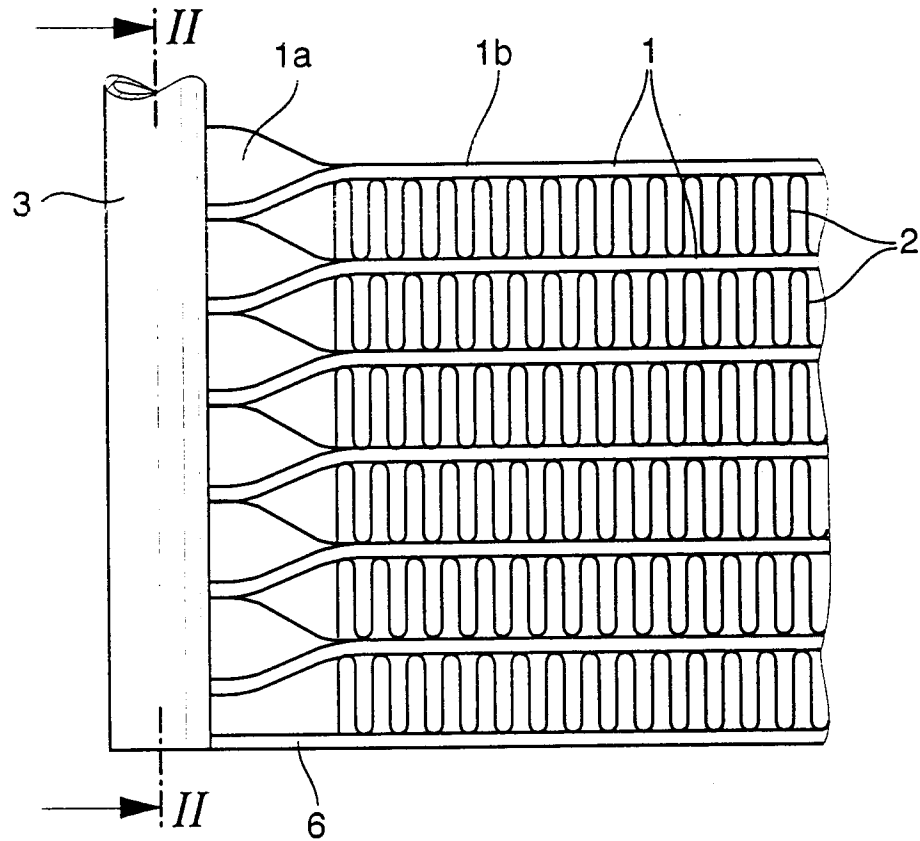


Fig. 2



Fig. 3

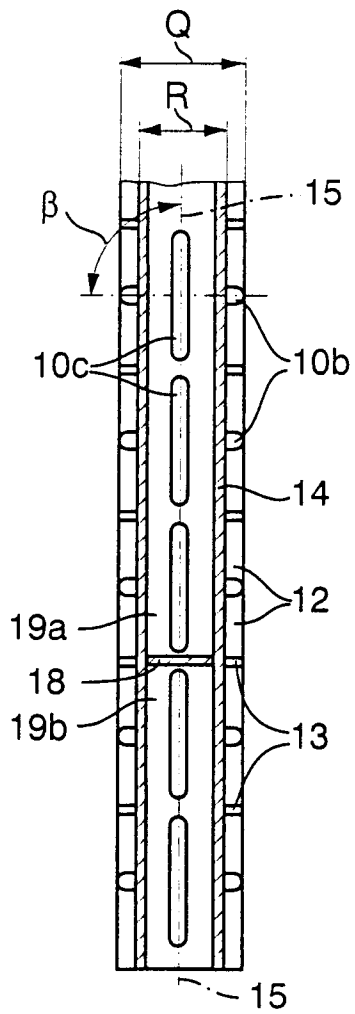
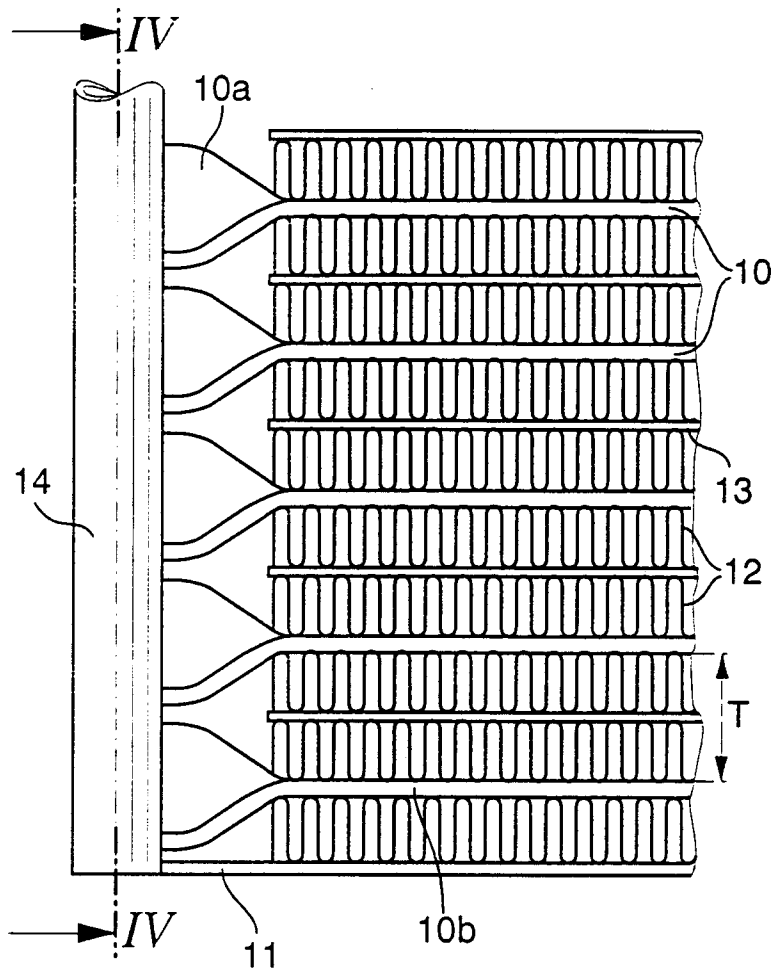


Fig. 4

Fig. 5

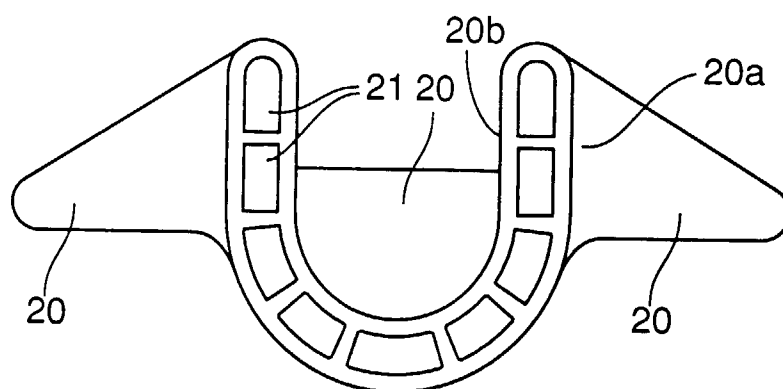


Fig. 6

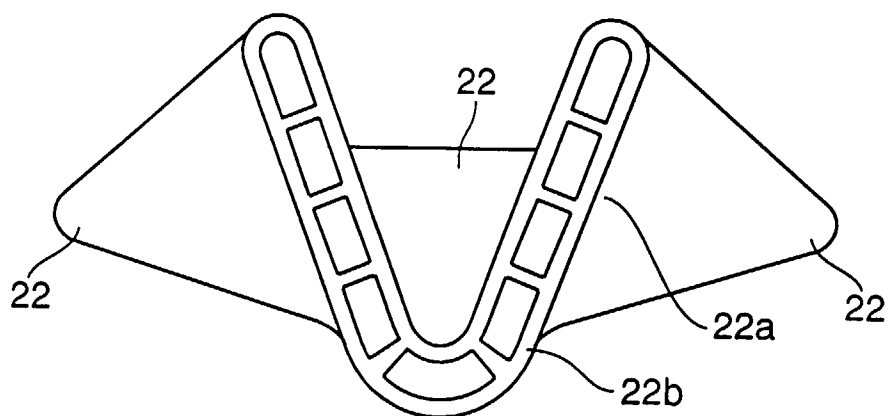


Fig. 7

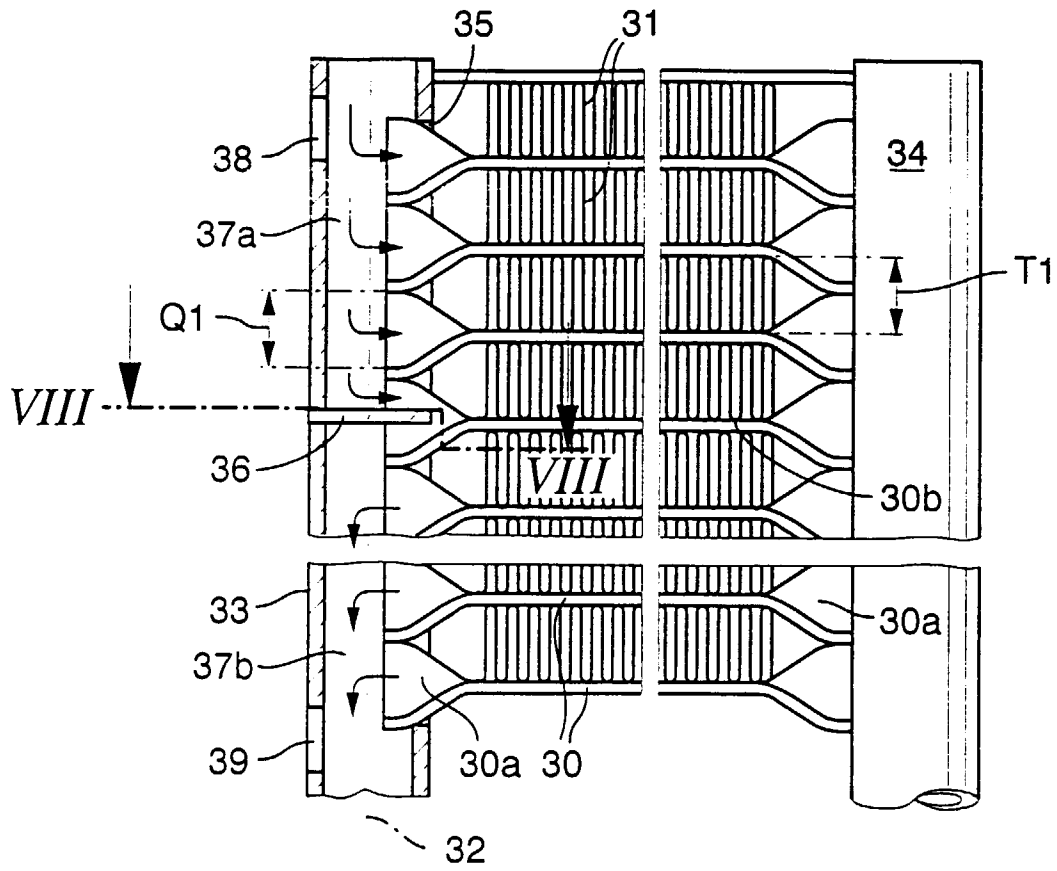


Fig. 8

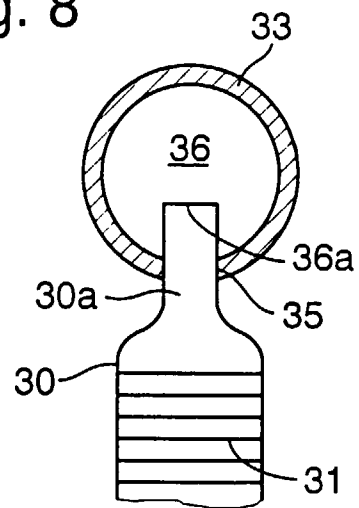
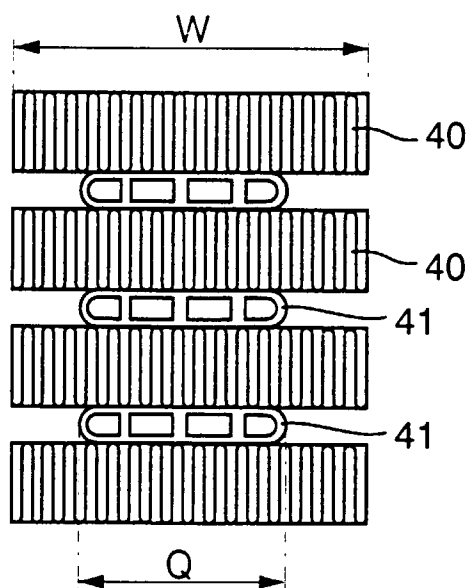


Fig. 9





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 12 0669

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	FR 2 712 966 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR) 2.Juni 1995	1,3	F28F1/02 F28D1/053
Y	* Seite 4, Zeile 23 - Seite 5, Zeile 23; Abbildungen 1-3 *	2,6,7	
Y	US 5 076 354 A (KUNIHICO NISHISHITA) 31.Dezember 1991 * Spalte 2, Zeile 44 - Zeile 64 * * Spalte 4, Zeile 24 - Zeile 28 * * Spalte 4, Zeile 34 - Spalte 48; Abbildungen 1-3 *	2,6,7	
X	US 5 099 576 A (TOSHIHARU SHINMURA) 31.März 1992 * Spalte 7, Zeile 50 - Zeile 64; Abbildungen 10,11 *	1,3	
A	DE 38 03 885 A (THOMAE, RUDOLF) 17.August 1989 * Spalte 4, Zeile 13 - Zeile 17; Abbildungen 16-18 *	4-6	
A	DE 44 32 972 A (VALEO THERMIQUE HABITACLE) 13.April 1995 * Spalte 4, Zeile 22 - Spalte 5, Zeile 5; Abbildungen 5-9 *	8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>13.März 1998</b>	Prüfer <b>Mootz, F</b>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : mündliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)