

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/013559 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F28F 1/12

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008251

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2003 (25.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 35 038.8 31. Juli 2002 (31.07.2002) DE

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

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RICHTER, Rainer [AT/DE]; Pilarstr. 8, 80638 München (DE). WÖLK,

Gerrit [DE/DE]; Olgastr. 126, 70180 Stuttgart (DE). BOCHERT, Ralf [DE/DE]; Neckarkanalstrasse 66, 71686 Remseck (DE). KRAMER, Wolfgang [DE/DE]; Teckstrasse 40/1, 71384 Weinstadt (DE). KASPAR, Martin [DE/DE]; Kelterstrasse 99, 73733 Esslingen (DE). REHM, Arnold [DE/DE]; Baumhalde 2, 71254 Ditzingen (DE).

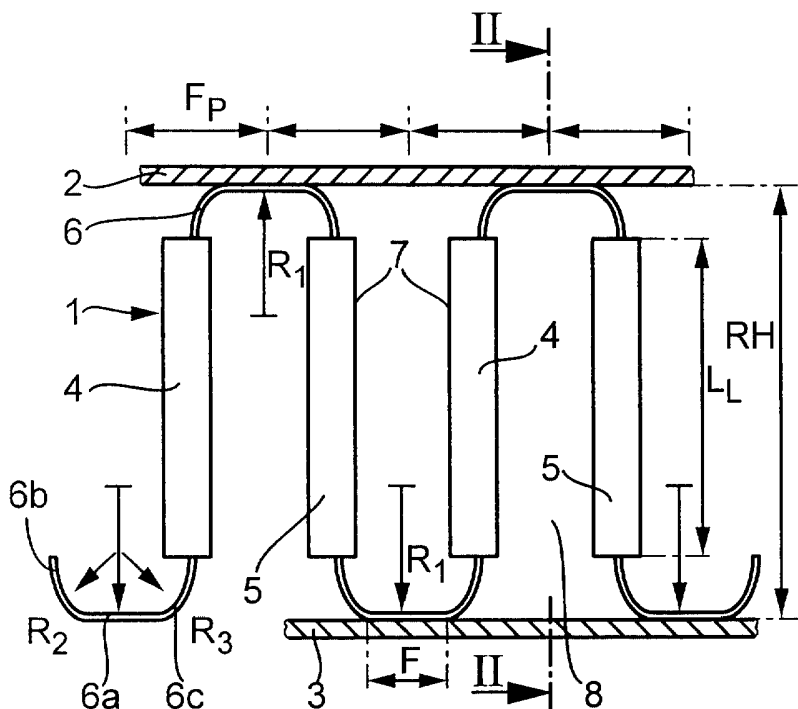
(74) Gemeinsamer Vertreter: BEHR GMBH & CO.; Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLAT PIPE-SHAPED HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: FLACHROHR-WÄRMEÜBERTRAGER



(57) Abstract: The invention relates to a heat exchanger, especially for motor vehicles, comprising a soldered heat exchanger network made of flat pipes (2, 3) and corrugated ribs (1). A liquid and/or vaporous-type medium can flow through the flat tubes (2, 3) and air can circulate around the corrugated ribs. One corrugated rib respectively comprises two surfaces (4, 5) which are arranged in an essentially parallel manner in relation to each other and which are connected respectively by an arch-shaped piece (6) which is soldered to a flat pipe, said arch-shaped piece comprising three sections (6a, 6b, 6c) which have different curvatures.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem aus Flachrohren (2, 3) und Wellrippen (1) bestehenden, gelöteten Wärmeübertragernetz, wobei die Flachrohre (2, 3) von einem flüssigen und/oder dampfförmigen Medium

durchströmbar und die Wellrippen von Luft umströmbar sind, wobei die eine Wellrippe jeweils zwei im Wesentlichen parallel zu einander angeordnete Rippenflächen (4, 5) aufweist, die jeweils durch ein mit einem Flachrohr verlötetes Bogenstück (6) verbunden sind, das drei Abschnitte (6a, 6b, 6c) mit unterschiedlicher Krümmung aufweist.

WO 2004/013559 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

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

5

10

Flachrohr-Wärmeübertrager

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem aus Flachrohren und Wellrippen bestehenden, gelöteten Wärmeübertragernetz nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, bekannt durch die US-A 5,271,458.

Bei den bekannten Wärmeübertragern für Kraftfahrzeuge wie Kühlmittelkühlern, Heizkörpern, Kondensatoren und Verdampfern werden die Flachrohre von einem flüssigen und/oder dampfförmigen Medium, z. B. einem Kühlmittel oder Kältemittel durchströmt, welches seine Wärme an die Umgebungsluft abführt oder Wärme aus der Umgebungsluft aufnimmt. Insofern stehen zwei sehr unterschiedliche Wärmekapazitätsströme miteinander in Wärmeaustausch. Um ein Gleichgewicht zwischen beiden Seiten herzustellen, muss man auf der Luftseite zusätzliche Maßnahmen ergreifen, um dort die Wärmeübertragung zu verbessern. Dies geschieht durch die Anordnung von Wellrippen zwischen den Flachrohren, wodurch die Wärmeaustauschfläche auf der Luftseite vergrößert wird. Darüber hinaus ist die Fläche der Wellrippen geschlitzt, d. h. mit Kiemen besetzt, die die sich bildenden Grenzschichtströmungen aufbrechen und eine Umlenkung der Luftströmung

30

- 2 -

von einem Strömungskanal in den anderen und damit eine Verlängerung des Strömungsweges für die Luft bewirken.

Bei den Wellrippen gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Typen, den so
5 genannten V-Typ mit schräg zu einander angeordneten Rippenflächen, be-
kannt durch die US-A 3,250,325. Die zweite Ausbildungsform der Wellrippe
ist der so genannte U-Typ, bei welchem die Rippenflächen und damit auch
die auf ihnen angeordneten Kiemen parallel zueinander ausgerichtet sind –
dieser U-Typ wurde durch die US-A 5,271,458 bekannt. Thermodynamisch
10 gesehen weist der U-Typ einige Vorteile gegenüber dem V-Typ auf, nämlich
eine relativ gleichmäßige Durchströmung des etwa rechteckförmigen Rip-
penkanals, eine gleichmäßige Strömungsumlenkung durch die Kiemen, ei-
nen höheren Luftdurchsatz und damit eine höhere Wärmeübertragungslei-
stung. Fertigungstechnisch gesehen ist der V-Typ vorteilhafter, weil mit ei-
15 nem konstanten Rippenbiegeradius für den Wellenkamm durch Raffen oder
Auseinanderziehen des Wellbandes verschiedene Rippendichten hergestellt
werden können. Beim U-Typ dagegen, d. h. der so genannten Parallelrippe
ist durch den Biegeradius des Wellenkammes auch die Rippendichte bzw.
der Rippenabstand festgelegt. Nachteilig bei der bekannten Parallelrippe ist
20 ferner, dass die Kiemenlänge abhängig ist vom Rippenbiegeradius, d. h. je
größer der Radius ist, desto kürzer fällt die Kieme aus, was sich leistungs-
mindernd auswirkt.

Man hat daher vorgeschlagen, den Rippenbiegeradius durch ein flaches
25 Stück zu ersetzen, welches parallel zur Rohrwandung verläuft und mit dieser
verlötet ist. Die Herstellung einer solchen rechteck- oder mäanderförmigen
Wellrippe ist relativ aufwendig – entsprechende Herstellungsverfahren wur-
den in der EP-B 0 641 615 und in der EP-A 1 103 316 vorgeschlagen. Diese
„Rechteck-Rippe“ hat zwar den Vorteil, dass sich die Kiemen fast über die
30 gesamte Rippenhöhe (Abstand von Rohr zu Rohr) erstrecken, allerdings wird
dies mit einem hohen Fertigungsaufwand erkaufte.

- 3 -

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art, insbesondere mit einer Parallelrippe dahingehend zu verbessern, dass die Parallelrippe die Vorteile einer Rechteckform aufweist, die gegebenenfalls große Kiemenlängen erlaubt, jedoch mit relativ geringem Fertigungsaufwand herstellbar ist.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des Patentanspruches 1. Der bekannte, durch eine konstante Krümmung gebildete Wellenkamm ist erfindungsgemäß durch ein Bogenstück ersetzt, welches sich aus drei Abschnitten unterschiedlicher Krümmungen zusammensetzt: Der mittlere Abschnitt hat eine vergleichsweise kleine Krümmung, d. h. er ist fast eben ausgebildet und liegt somit weitestgehend an der Außenfläche der Rohrwand an. Der Krümmungsradius des Bogenstücks ist in dem mittleren Bereich bevorzugt größer als eine Rippenhöhe RH der Wellrippe, besonders bevorzugt das 5- bis 15fache der Rippenhöhe RH.

An diesen mittleren Abschnitt schließen sich zwei äußere Abschnitte mit relativ großen Krümmungen an, wobei die beiden Krümmungen unterschiedlich sein können, so dass das gesamte Bogenstück einen asymmetrischen Verlauf zur Mittelebene aufweist. Bevorzugt weist ein erster äußerer Abschnitt einen Krümmungsradius R2 auf, der kleiner als eine halbe Rippenhöhe RH der Wellrippe, besonders bevorzugt 3 bis 20 % der Rippenhöhe RH, ist. Ein Krümmungsradius R3 des zweiten äußeren Abschnitts des Bogenstückes ist bevorzugt mindestens so groß wie der Krümmungsradius R2 des ersten äußeren Abschnitts.

Diese Rippengeometrie, insbesondere die des Bogenstückes lässt sich relativ einfach auf herkömmlichen Rippenwalzen herstellen. Darüber hinaus werden die Vorteile einer Parallel- bzw. Rechteckrippe beibehalten, d. h. eine relativ breite Löfffläche mit gutem Wärmeübergang und gegebenenfalls eine

- 4 -

große Kiemenlänge, die sich fast über die gesamte Rippenhöhe erstreckt. Wenn die Rippenflächen etwas (bis etwa 6 Grad) von der Parallelität abweichen, wobei sie dann im Rahmen der Erfindung noch als im Wesentlichen parallel anzusehen sind, werden dadurch die thermodynamischen Vorteile der Parallelrippe kaum beeinträchtigt. Die erfindungsgemäße Rippengeometrie ist insbesondere bei Kraftfahrzeug-Wärmeübertragern wie Kühlmittelkühlern, Heizkörpern, Kondensatoren und Verdampfern anwendbar.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Rippenflächen mit Kiemen besetzt, die bevorzugt eine Kiementiefe LP in einem Bereich von 0,5 bis 1,5 mm, besonders vorteilhaft in einem Bereich von 0,7 bis 1,1 mm, bei einem Kiemenwinkel zwischen 20 und 35 Grad, besonders vorteilhaft zwischen 24 und 30 Grad, aufweisen. Solche Kiemen wirken leistungssteigernd, weil dadurch die Umlenkung der Luft von einem Kanal in den benachbarten verbessert wird, wodurch sich wiederum ein längerer Strömungsweg für die Luft ergibt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung nach den Unteransprüchen 4 bis 7 ergeben weitere Leistungssteigerungen, insbesondere bei einem 12 bis 20 mm tiefen Rohr/Rippensystem bei einer Rippendichte von 55 bis 75 Rippen/dm, was einem Rippenabstand bzw. einer Rippenteilung von 1,33 bis 1,82 mm entspricht. Die Rippenhöhe für dieses System liegt im Bereich von 3 bis 15 mm, besonders bevorzugt im Bereich von 6 bis 10 mm.

Nach einer alternativen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Kiementiefe im Bereich von 0,9 bis 1,1 mm bei einem Kiemenwinkel von 23 bis 30 Grad günstig für ein Rohr-/Rippensystem mit einer Tiefe von 40 bis 52 mm bei einer Rippendichte von 45 bis 65 Rippen/dm, was einem Rippenabstand von 1,538 bis 2,222 mm entspricht. Die Rippenhöhe für ein solches System beträgt vorteilhafterweise 7 bis 9 mm.

- 5 -

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Parallelrippe,
Fig. 2 einen Längsschnitt durch die Parallelrippe in der Ebene II-II ge-
5 gemäß Fig. 1 und
Fig. 3 einen weiteren Längsschnitt in der Ebene III-III gemäß Fig. 2.

Fig. 1 zeigt eine so genannte Parallelrippe 1, die zwischen zwei nur teilweise
dargestellten Flachrohren 2, 3 verläuft. Die Parallel- oder Wellrippe 1 und die
10 Flachrohre 2, 3 bilden ein nicht dargestelltes gelötetes Netz eines Wärme-
übertragers, z. B. eines Kühlmittelkühlers zur Kühlung eines Verbrennungs-
motors eines Kraftfahrzeuges oder eines Kondensators für eine Kraftfahr-
zeug-Klimaanlage. Die Wellrippe 1 weist jeweils zwei parallel zueinander
angeordnete, ebene Rippenflächen 4, 5 auf, welche durch ein Bogenstück 6
15 verbunden sind. Das Bogenstück 6 liegt jeweils an den Flachrohren 2, 3 an
und ist mit diesen verlötet. Die ebenen Rippenflächen 4, 5 sind mit Kiemen
7 besetzt, die eine Längserstreckung LL aufweisen. Die Wellrippe 1 hat eine
Rippenhöhe RH, die größer als die Kiemenlänge LL ist. Die Rippenflächen
4, 5, das Bogenstück 6 und die Rohrwand 2, 3 bilden jeweils einen etwa
20 rechteckförmigen Rippenkanal 8. Die Wellrippe 1 weist eine bestimmte Rip-
pendichte auf, die durch die Rippenteilung, d. h. das Maß FP gekennzeich-
net ist. FP ist der reziproke Wert der Rippendichte, d. h. einer Rippendichte
von 50 Rippen/dm entspricht eine Rippenteilung von $FP = 2$ mm. Das Bo-
genstück 6 setzt sich aus drei Bogenabschnitten zusammen, nämlich einem
25 mittleren Abschnitt 6a und zwei angrenzenden äußeren Abschnitten 6b, 6c.
Alle drei Abschnitte werden durch Radien gebildet, wobei der mittlere Ab-
schnitt einen relativ großen Radius R1 von etwa 50 bis 70 mm aufweist. Die
beiden äußeren Radien R2 und R3 sind erheblich kleiner, d. h. der Radius
R2 liegt im Bereich von 0,4 bis 0,6 mm, während der Radius R3 größer oder
30 gleich gegenüber dem Radius R2 ist. R3 liegt im Bereich von 0,6 bis 1,1
bzw. 1,3 mm. Durch diese Ausbildung des Bogenstückes 6 ergibt sich einer-

- 6 -

seits eine relativ breite Lötfläche F, andererseits eine relativ große Kiemenlänge LL, was günstig für die Wärmeübertragung ist. Darüber hinaus lässt sich eine derartige Parallelrippe, dessen Bogenstück 6 die genannten Dimensionen aufweist, einfach auf herkömmlichen Rippenwalzen herstellen.

5

Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt in der Ebene II-II, d. h. durch den Rippenkanal 8. Die Rippenfläche 5 weist ein Kiemenfeld 9 auf, welches sich aus einer Vielzahl von einzelnen Kiemen 7 zusammensetzt. Die Rippe 5 weist eine Rippentiefe RT auf, d. h. eine Erstreckung in Luftströmungsrichtung X.

10

Fig. 3 zeigt einen Schnitt in der Ebene III-III in Fig.2, d. h. durch das Kiemenfeld 9 der Rippenfläche 5. Das Kiemenfeld besteht aus vorderen, in der Zeichnung nach rechts ansteigenden Kiemen 7a, einer mittleren dachförmigen Doppelkieme 7b und hinteren nach rechts abfallenden Kiemen 7c. Die Kiemen 7a, 7b, 7c sind jeweils unter einem Kiemenwinkel α geneigt. Die Kiemen 7a, 7c weisen, gemessen in Luftströmungsrichtung X ein Maß LP auf, welches als Kiementiefe bezeichnet wird. Durch die Kiemen 7 wird die Grenzschicht der Luftströmung in den Rippenkanälen aufgebrochen und von einem Rippenkanal 8 in den benachbarten Rippenkanal umgelenkt. Dadurch ergibt sich für die Luftströmung ein längerer Strömungsweg, der den Wärmeübergang erhöht. Die Umlenkung der Luftströmung ist vom Kiemenwinkel α und von der Kiementiefe LP abhängig.

15

20

Nach der Erfindung sind für die oben beschriebene Parallelrippe zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele mit folgenden Abmessungen optimal:

25

Erstes Ausführungsbeispiel

30

Das erste Ausführungsbeispiel betrifft einen Kondensator für eine Klimaanlage eines Kraftfahrzeuges. Die Flachrohre des Kondensators werden somit

- 7 -

von Kältemittel, z. B. R 134a durchströmt. Für einen solchen Kondensator ist ein Wärmeübertragernetz, bestehend aus Flachrohren und einer Parallelrippe mit folgenden Abmessungen vorgesehen:

- Rippentiefe RT: $12 \leq RT \leq 20$ mm.
- 5 Rippenteilung FP: $1,33 \text{ mm} \leq FP \leq 1,818 \text{ mm}$,
entsprechend einer Rippendichte von 55 bis 75 Rippen/dm,
- Kiemenwinkel α : $24^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$,
- Kiemenlänge LL: $6,4 \text{ mm} \leq LL \leq 7,2 \text{ mm}$,
- Rippenhöhe RH: $6 \text{ mm} \leq RH \leq 10 \text{ mm}$,
- 10 Kiementiefe LP: $0,7 \text{ mm} \leq LP \leq 1,1 \text{ mm}$,
Verhältnis von Kiementiefe LP zu Rippenteilung FP: $0,385 \leq LP/FP \leq 0,825$,
- Krümmungsradius R1 des mittleren Bogenstückabschnitts:
 $50 \text{ mm} \leq R1 \leq 70 \text{ mm}$,
- Krümmungsradius R2 des ersten äußeren Bogenstückabschnitts:
- 15 $0,4 \text{ mm} \leq R2 \leq 0,6 \text{ mm}$,
- Krümmungsradius R3 des zweiten äußeren Bogenstückabschnitts:
 $0,6 \text{ mm} \leq R3 \leq 1,1 \text{ mm}$.

20 Ein Parallelrippensystem mit den vorgenannten Abmessungen ist einem herkömmlichen Rippensystem mit V-förmig angeordneter Rippe in vielen Punkten überlegen, und zwar hinsichtlich des Luftdurchsatzes, der Strömungsumlenkung, der Homogenisierung des Strömungsgeschwindigkeits- und Temperaturprofils und somit der Wärmeübertragungsleistung.

25

Zweites Ausführungsbeispiel

Das zweite Ausführungsbeispiel betrifft einen Kühlmittelkühler, der bei Kraftfahrzeugen im Kühlmittelkreislauf zur Kühlung des Verbrennungsmotors
30 eingebaut und von Kühlmittel, d. h. einem Wasser/Glysantin-Gemisch durch-

- 8 -

strömt wird. Zwischen den vorzugsweise in einer Reihe angeordneten Flachrohren sind Parallelrippen mit folgenden Abmessungen vorgesehen:

Rippentiefe RT: $40 \leq RT \leq 52$ mm

Rippenteilung FP: $1,538 \leq FP \leq 2,222$ mm,

5 entsprechend einer Rippendichte von 45 bis 65 Rippen/dm

Kiemenwinkel α : $23^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$

Kiemenlänge LL: $6,5 \leq LL \leq 7,2$ mm

Rippenhöhe RH: $7 \leq RH \leq 9$ mm

Kiementiefe LP: $0,9 \leq LP \leq 1,1$ mm

10 Verhältnis Kiementiefe LP zu Rippenteilung FP: $0,405 \leq LP/FP \leq 0,715$.

Krümmungsradius R1 des mittleren Bogenstückabschnitts:

$50 \text{ mm} \leq R1 \leq 70 \text{ mm},$

Krümmungsradius R2 des ersten äußeren Bogenstückabschnitts:

$0,4 \text{ mm} \leq R2 \leq 0,6 \text{ mm},$

15 Krümmungsradius R3 des zweiten äußeren Bogenstückabschnitts:

$0,6 \text{ mm} \leq R3 \leq 1,3 \text{ mm}.$

Auch dieses gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel wesentlich tiefere System bringt eine deutliche Leistungssteigerung gegenüber einer vergleichbaren V-Rippe.

20

Patentansprüche

5

- 10 1. Wärmeübertrager, insbesondere Kühlmittelkühler oder Kondensator für Kraftfahrzeuge, mit einem aus Flachrohren (2, 3) und Wellrippen (1) bestehenden, gelöteten Wärmeübertragernetz, wobei die Flachrohre (2, 3) von einem flüssigen und/oder gasförmigen Medium durchströmbar und die Wellrippen (2) von Luft umströmbar sind, wobei eine Wellrippe (1) jeweils zwei im Wesentlichen parallel zu einander angeordnete Rippenflächen (4, 5) aufweist, die jeweils durch ein mit einem Flachrohr (2, 3) verlötetes Bogenstück (6) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bogenstück (6) in einem mittleren Abschnitt (6a) eine geringere Krümmung aufweist als in einem ersten äußeren Abschnitt (6b) und in einem zweiten äußeren Abschnitt (6c).
- 15 20
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rippenflächen (4,5) mit Kiemen (7) besetzt sind.
- 25 3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bogenstück (6) in dem mittleren Abschnitt (6a) einen Krümmungsradius R_1 aufweist, der größer als eine Rippenhöhe R_H der Wellrippe (1) ist.

- 10 -

4. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bogenstück (6) in dem ersten äußeren Abschnitt (6b) einen Krümmungsradius R_2 aufweist, der kleiner als eine Hälfte einer Rippenhöhe RH der Wellrippe (1) ist.
- 5
5. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bogenstück (6) in dem zweiten äußeren Abschnitt (6c) einen Krümmungsradius R_3 aufweist, der größer oder gleich einem Krümmungsradius R_2 in dem ersten äußeren Abschnitt (6b) ist.
- 10
6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bogenstück (6) in dem zweiten äußeren Abschnitt (6c) einen Krümmungsradius R_3 aufweist, der kleiner als eine Rippenhöhe RH der Wellrippe (1) ist.
- 15
7. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kiemen (7, 7a, 7c) eine Kiementiefe LP in einem Bereich von 0,5 bis 1,5 mm und einen Kiemenwinkel α im Bereich von 20° bis 35° aufweisen.
- 20
8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wellrippe (1) eine Rippenteilung FP im Bereich von 1 bis 3 mm aufweist.
- 25
9. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wellrippe (1) eine Rippentiefe RT im Bereich von 10 bis 70 mm, vorzugsweise 12 bis 20 mm oder 40 bis 64 mm aufweist.
- 30

- 11 -

10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis von Kiementiefe LP zu Rippen-
teilung FP in einem Bereich von 0,385 bis 0,825 liegt.
- 5 11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wellrippe (1) eine Rippenhöhe RH in einem
Bereich von 3 bis 15 mm, vorzugsweise 6 bis 10 mm aufweist.

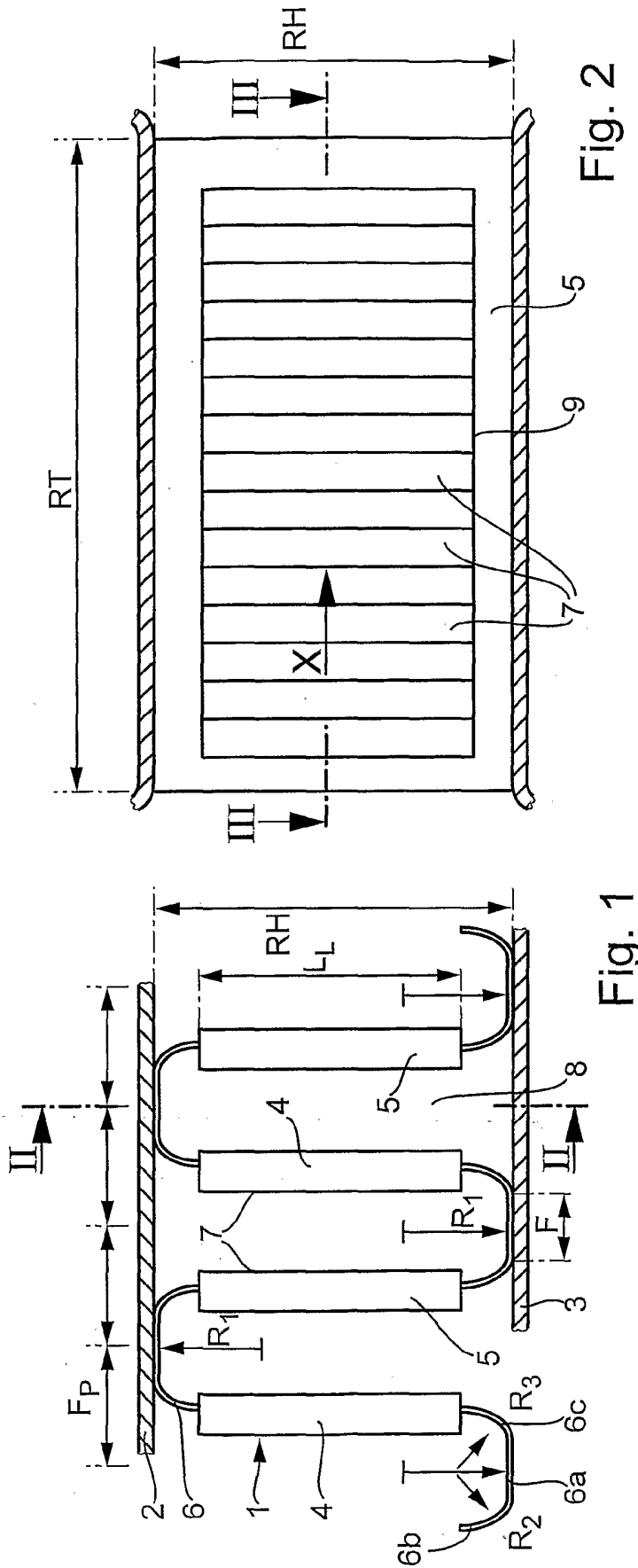


Fig. 1

Fig. 2

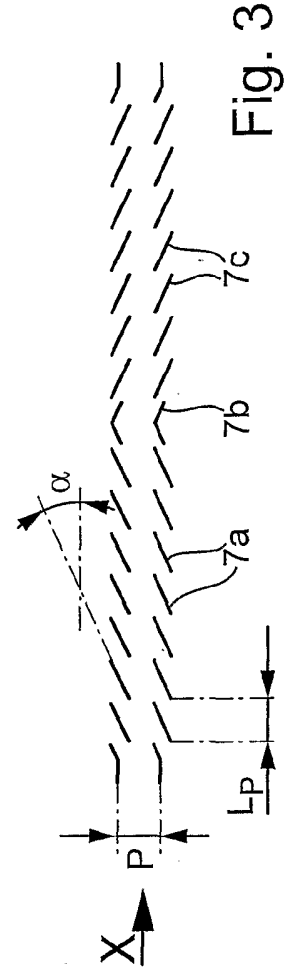


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F28F1/12				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F28F				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 097 (M-0940), 22 February 1990 (1990-02-22) & JP 01 305296 A (DIESEL KIKI CO LTD), 8 December 1989 (1989-12-08) abstract ---	1-11		
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 286 (M-727), 5 August 1988 (1988-08-05) & JP 63 061892 A (NIPPON DENSO CO LTD), 18 March 1988 (1988-03-18) abstract ---	1-11		
X	US 6 308 527 B1 (KUROYANAGI ISAO ET AL) 30 October 2001 (2001-10-30) the whole document --- -/--	1		
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. </td> <td style="width:50%; border:none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.			
° Special categories of cited documents :				
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width:50%; border:none;"> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family </td> </tr> </table>			*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search <p align="center">12 November 2003</p>	Date of mailing of the international search report <p align="center">02/12/2003</p>			
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <p align="center">Bain, D</p>			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08251

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 111 318 A (DELPHI TECH INC) 27 June 2001 (2001-06-27) the whole document ----	1-11
A	US 5 271 458 A (FUKUOKA MIKIO ET AL) 21 December 1993 (1993-12-21) cited in the application the whole document -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/08251

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 01305296	A	08-12-1989	NONE	
JP 63061892	A	18-03-1988	NONE	
US 6308527	B1	30-10-2001	JP 2000179988 A	30-06-2000
EP 1111318	A	27-06-2001	US 6439300 B1	27-08-2002
			EP 1111318 A1	27-06-2001
			US 2002195235 A1	26-12-2002
US 5271458	A	21-12-1993	JP 2949963 B2	20-09-1999
			JP 5106985 A	27-04-1993

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08251

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F28F1/12		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F28F		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 097 (M-0940), 22. Februar 1990 (1990-02-22) & JP 01 305296 A (DIESEL KIKI CO LTD), 8. Dezember 1989 (1989-12-08) Zusammenfassung	1-11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 286 (M-727), 5. August 1988 (1988-08-05) & JP 63 061892 A (NIPPON DENSO CO LTD), 18. März 1988 (1988-03-18) Zusammenfassung	1-11
X	US 6 308 527 B1 (KUROYANAGI ISAO ET AL) 30. Oktober 2001 (2001-10-30) das ganze Dokument	1
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		
E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)		
O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		
P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist		
X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden		
Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist		
& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. November 2003		02/12/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Bain, D

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08251

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 111 318 A (DELPHI TECH INC) 27. Juni 2001 (2001-06-27) das ganze Dokument ---	1-11
A	US 5 271 458 A (FUKUOKA MIKIO ET AL) 21. Dezember 1993 (1993-12-21) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-11

INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08251

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 01305296	A	08-12-1989	KEINE	
JP 63061892	A	18-03-1988	KEINE	
US 6308527	B1	30-10-2001	JP 2000179988 A	30-06-2000
EP 1111318	A	27-06-2001	US 6439300 B1	27-08-2002
			EP 1111318 A1	27-06-2001
			US 2002195235 A1	26-12-2002
US 5271458	A	21-12-1993	JP 2949963 B2	20-09-1999
			JP 5106985 A	27-04-1993