

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. Februar 2007 (08.02.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/014561 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

*F28D 1/053* (2006.01) *F28F 9/18* (2006.01)  
*F28F 1/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2006/001400

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. August 2006 (04.08.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2005 037 983.4 4. August 2005 (04.08.2005) DE  
10 2006 025 727.8 31. Mai 2006 (31.05.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VISTEON GLOBAL TECHNOLOGIES, INC.** [—/US]; One Village Center Drive, Van Buren Township, Michigan 48111-5711 (US).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RAJAGOPALAN, Rahul** [IN/DE]; Vaalser Strasse 152a, Apt. 1136, 52074

Aachen (DE). **KUBITZ, Bernd** [DE/DE]; Seilerweg 9, 50259 Pulheim (DE). **BAUER, Marcel** [DE/DE]; Geranienweg 28, 41539 Dormagen (DE). **ANTONIJEVIC, Dragi** [YU/DE]; Peter-Bauer-Strasse 13-15, 50823 Köln (DE).

(74) Anwälte: **SPERLING, Thomas**, usw.; Heyner & Sperling, Niederwaldstrasse 27, 01277 Dresden (DE).

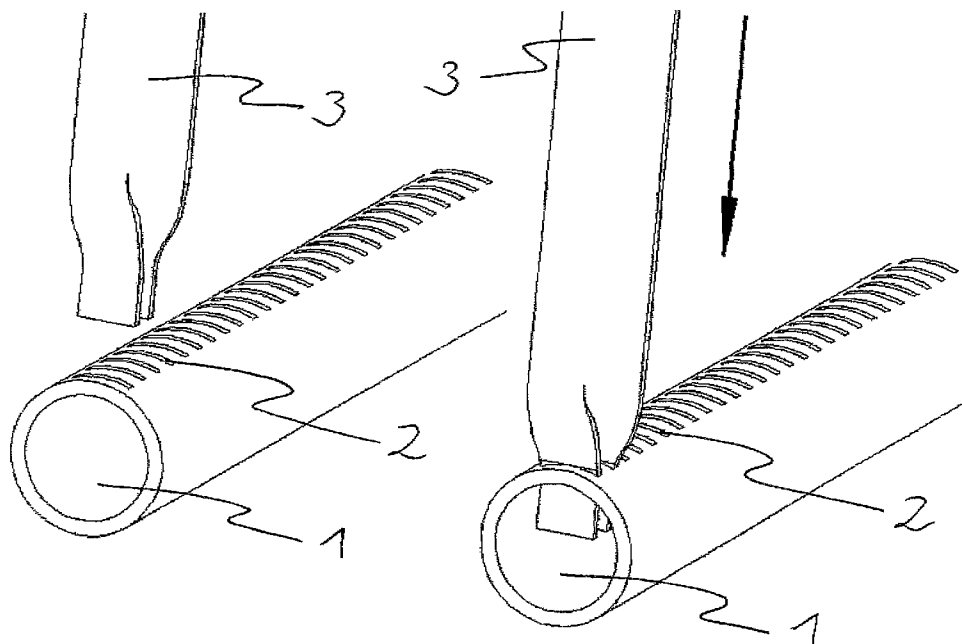
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT EXCHANGER FOR VEHICLES AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: WÄRMEÜBERTRAGER FÜR FAHRZEUGE UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG



(57) Abstract: A heat exchanger element has a row of multiple channel flat pipes (3) that are mutually spaced apart and have ends connected in a fluid-tight manner to a tubular collector container (6) and to a tubular distributor (1). The ends of the multiple channel flat pipes (3) are separated into multiple zones (3', 3'') shaped in such a way that each zone (3', 3'') is parallel at its end on the side of the connection to the main plane of the multiple channel flat pipes (3), and the zones (3', 3'') overlap at least partially in the direction of the longitudinal axis of the collector container (6) and distributor (1).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/014561 A1



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

**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.

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Wärmeübertragerelement mit einer Reihe von zueinander beabstandeten Mehrkanalflachrohren (3), deren Enden fluiddicht mit einem rohrförmigen Sammelbehälter (6) und einem rohrförmigen Verteiler (1) verbunden sind, wobei die Mehrkanalflachrohre (3) an ihren Enden in mehrere Bereiche (3', 3'') aufgetrennt sind, die so geformt sind, dass jeder der Bereiche (3', 3'') an seinem verbindungsseitigem Ende parallel zur Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre (3) ausgerichtet ist und sich die Bereiche (3', 3'') in Richtung der Längsachsen des Sammelbehälters (6) und des Verteilers (6) zumindest teilweise überlappen.

## **Wärmeübertrager für Fahrzeuge und Verfahren zu seiner Herstellung**

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager für Fahrzeuge,  
5 der mindestens ein Wärmeübertragerelement mit einer Reihe von  
zueinander beabstandeten Mehrkanalflachrohren, deren Enden  
fluiddicht mit je einem Sammelbehälter und einem Verteiler  
verbunden sind, umfasst. Derartige Wärmeübertrager finden sich  
beispielsweise als Kondensator/Gaskühler oder als Verdampfer  
10 in Fahrzeug-Klimaanlagen.

Der gattungsgemäße Aufbau der Übertragerelemente hat sich in  
gängigen Klimaanlagen etabliert und soll allgemeinen  
Anforderungen im Fahrzeugbau genügen. Dazu zählen ein geringer  
15 Raumbedarf, eine hohe Betriebssicherheit und funktionale  
Effizienz, in zunehmendem Maße Umweltverträglichkeit sowie ein  
geringer Herstellungs- und Kostenaufwand.

Die eingesetzten Mehrkanalflachrohre enthalten unter Druck  
20 strömende Fluide, die Wärme abgeben oder aufnehmen können und  
weisen eine Vielzahl von in der Regel in einer Reihe parallel  
verlaufenden in geringem Abstand zueinander angeordneten  
Strömungskanälen auf. Diese Bauweise dient dazu, einen  
möglichst großflächigen Kontakt des Fluids mit dem  
25 Flachrohrkörper zu ermöglichen, der selbst wiederum von einem  
externen am Wärmetausch beteiligten Medium umströmt wird. Der  
charakteristischen Flachrohrform, die sich aus der gereihten  
Anordnung der Strömungskanäle ergibt, kommt in  
Wärmetauscherbaugruppen gleichzeitig eine strömungsleitende  
30 Funktion zu.

Um neuere Wärmeübertrager mit einem umweltfreundlichen und  
effektiven Kältemittel, insbesondere auf der Basis von unter  
hohem Druck stehendem Kohlendioxid, arbeiten zu lassen, sind  
35 konstruktive Änderungen gegenüber dem Stand der Technik

erforderlich, um den wachsenden statischen Anforderungen und daraus abgeleiteten Vorgaben für den Berstdruck der Wärmeübertragerbaugruppen gerecht werden zu können.

Insbesondere Teile mit großen fluiddurchströmten Querschnitten und Verbindungsstellen zwischen einzelnen dem Fluiddruck ausgesetzten Baugruppen müssen wesentlich stabiler bzw. massiver ausgelegt werden.

Die dargestellten Anforderungen schlagen sich in Bereich des Wärmeübertragerelementes hauptsächlich in einer Erhöhung der Wandstärke der Sammelbehälter bzw. in deren geometrischer Optimierung nieder. Unter anderem aus Festigkeitsgründen haben sich daher bereits Rundrohre als Sammelbehälter, die mit den Mehrkanalflachrohren verbunden sind, durchgesetzt. Dennoch ergibt sich auch bei dieser Geometrie bei einer geforderten Erhöhung des Berstdruckes eine erforderliche Erhöhung der Wandstärke, die bei konstantem Innendurchmesser den Außendurchmesser und damit gegebenenfalls die Bautiefe der gesamten Baugruppe deutlich vergrößert. Außerdem bedingen die relativ großen Wandstärken und Abmessungen des Behälters und somit des Wärmeübertragers neben dem großen Platzbedarf im Fahrzeug einen erheblichen Zuwachs an Gewicht und Materialverbrauch.

Des Weiteren bedingen große Unterschiede der Materialmassen von beispielsweise durch Hartlöten oder Schweißen verbindbaren Teilen, wie vorliegend der Sammelbehälter, die mit den Mehrkanalflachrohren verbunden werden müssen, dass die Auswahl der für eine druckfeste und fluiddichte Verbindung erforderlichen Löt- oder Schweißparameter kritisch werden kann.

Die vorangegangenen Überlegungen lassen bei Anwendung hoher Fluiddrücke eine Reduktion der großen fluiddurchströmten Querschnitte geraten erscheinen. Die Wandungen der

Sammelbehälter oder Verteiler insbesondere in Wärmetauschern, die CO<sub>2</sub> als Kältemittel verwenden, wie das beispielsweise in Gaskühlern für ein CO<sub>2</sub>-System der Fall ist, müssen gegenüber herkömmlichen Systemen neben deutlich erhöhten Betriebsdrücken  
5 auch erhöhten Temperaturen standhalten.

In herkömmlichen Wärmetauscherelementen erfolgt die Verbindung der Mehrkanalflachrohre mit Sammelbehältern oder Verteilern mit rundem Querschnitt, nachdem die Mehrkanalflachrohre durch  
10 Schlitzte in den Sammelbehälter oder Verteiler eingeschoben worden sind. Die Orientierung der Mehrkanalflachrohre wird dabei aus strömungstechnischen Gründen stets so erfolgen, dass die Längsachse des Sammelbehälters oder Verteilers im Wesentlichen senkrecht durch die Haupterstreckungsebene eines  
15 jeden Mehrkanalflachrohres verläuft. Dadurch wird der kleinste Innendurchmesser des Sammelbehälters oder Verteilers bestimmt, da die Mehrkanalflachrohre vollständig in die entsprechenden Schlitzte eingeschoben werden müssen, um eine dichte Verbindung zu ermöglichen, ohne dass einzelne Kanäle der  
20 Mehrkanalflachrohre verschlossen werden.

Ein weiteres Problem von nach dem Stand der Technik hergestellten Wärmeübertragern, bei denen der Innendurchmesser des Sammelbehälters oder Verteilers nur wenig größer als die  
25 Breite der Mehrkanalflachrohre ist, besteht darin, dass die Einbindung der Mehrkanalflachrohre ein tiefes Einführen der Mehrkanalflachrohre in die Sammelbehälter oder Verteiler erfordert, wenn die Verbindung quer zur Zylinderachse der Sammelbehälter oder Verteiler vorgenommen wird. Dies kann zu  
30 strömungstechnischen Problemen, insbesondere einem inakzeptablen Kältemitteldruckabfall im Verteiler, und zu Festigkeitsproblemen führen.

Es sind Ausführungen von Wärmeübertragern bekannt, in denen  
35 die Enden der Mehrkanalflachrohre teilweise um bis zu 90°

gegenüber der Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre verdreht und in entsprechende parallel zur Hauptachse des Sammelbehälters oder Verteilers verlaufende Schlitze eingefügt werden (WO 2005/071340 A1). Durch diese Maßnahme kann der  
5 Innendurchmesser des Sammelbehälters oder Verteilers nahezu unabhängig von der Breite der Mehrkanalflachrohre gestaltet werden. Allerdings steigt der Mindestabstand zwischen benachbarten Mehrkanalflachrohren deutlich an, da deren Breite im Verbindungsbereich zum Sammelbehälter oder Verteiler einer  
10 beliebig dichten Anordnung entgegensteht. Dadurch sinkt die Effektivität des Wärmetausches bezogen auf ein vorgegebenes Einbauvolumen. Des Weiteren kommt es im Verbindungsbereich durch die als Leitschaukeln wirkenden verdrehten Enden der Mehrkanalflachrohre zu Strömungsveränderungen, die den  
15 Wärmetausch behindern können. Bei einer Verdrehung um geringere Torsionswinkel bestehen die Probleme entsprechend.

Es sind Ansätze bekannt, durch Auftrennung und anschließende Verdrehung der durch die Auftrennung entstandenen Teilbereiche  
20 der Enden der Mehrkanalflachrohre das vorangegangene Problem zu lösen, indem die verdrehten Teilbereiche parallel zueinander und zur Hauptachse des Sammelbehälters oder Verteilers mit dem Sammelbehälter oder Verteiler verbunden werden (DE 101 46 824 A1, DE 10 2004 002 252 A1). Dadurch  
25 lässt sich die Größe des Verwirbelungsbereiches und der Mindestabstand zwischen zwei benachbarten Mehrkanalflachrohren verringern. Eine generelle Lösung des Problems stellen diese Ansätze jedoch nicht dar.

30 Außerdem bergen starke Deformationen der Mehrkanalflachrohre, wie sie bei einem Verdrehen der Enden um 90° auftreten, wenn dieses Verdrehen in einem relativ begrenzten Endbereich erfolgt, stets die Gefahr einer Beschädigung und damit des Auftretens von Rissen, Lecks oder Einschnürungen.

Des Weiteren sollten dicht nebeneinander angeordnete Längsschlitze in der Außenwand des Sammelbehälters oder Verteilers aus Festigkeitsgründen vermieden werden, da die damit verbundenen statischen Veränderungen des Bauteils eine  
5 weitere Materialverstärkung im Wandbereich erfordern könnten.

Das Auffinden geeigneter Formen der Verbindung zwischen den eingesetzten Mehrkanalflachrohren und den jeweiligen Sammelbehältern oder Verteilern, insbesondere bei akzeptablen  
10 Abmessungen und Werten des Kältemitteldruckabfalls im Verteiler, stellt gegenwärtig ein Hauptproblem bei der Konstruktion von Wärmetauschern, insbesondere für Gaskühler in Fahrzeugen, dar.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmeübertrager für Fahrzeuge anzugeben, der bei möglichst kleinen Außenabmessungen geeignet ausgebildet ist, um bei hohen Betriebsdrücken in Klimaanlage von Fahrzeugen, insbesondere in CO<sub>2</sub>-Systemen, eingesetzt zu werden. Dabei  
20 sollen Nachteile des Standes der Technik vermieden und ein geeignetes Verfahren zu seiner Herstellung angegeben werden.

Die Aufgabe wird durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Weiterbildungen und vorteilhafte  
25 Ausgestaltungen der Erfindung werden in Unteransprüchen angegeben. Anspruch 8 gibt ein Verfahren zu Herstellung eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers an, das in den abhängigen Ansprüchen 9 bis 14 weiter ausgestaltet wird.

30 Die Erfindung basiert auf einem Wärmeübertragerelement mit einer Reihe von zueinander beabstandeten Mehrkanalflachrohren, deren Enden fluiddicht mit einem rohrförmigen Sammelbehälter und einem rohrförmigen Verteiler verbunden sind, wobei die Mehrkanalflachrohre an ihren Enden in mehrere Bereiche  
35 aufgetrennt sind, die so geformt sind, das jeder der Bereiche

an seinem verbindungsseitigem Ende parallel zur  
Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre ausgerichtet  
ist und sich die Bereiche in Richtung der Längsachsen des  
Sammelbehälters und des Verteilers zumindest teilweise  
5 überlappen. Durch diese Überlappung reduziert sich im  
Verbindungsbereich die Breite des Mehrkanalflachrohres, welche  
bei runden Querschnitten den minimalen Innendurchmesser des  
Sammelbehälters oder Verteilers bestimmt.

10 Dadurch, dass jeder der Bereiche, die sich durch das  
Auftrennen der Enden der Mehrkanalflachrohre ergeben, an  
seinem verbindungsseitigem Ende parallel zur  
Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre ausgerichtet  
ist, kann die Verbindung zwischen den Mehrkanalflachrohren  
15 einerseits und dem Sammelbehälter und dem Verteiler  
andererseits in an sich bekannter Weise durch Einführen der  
Enden in entsprechende Schlitze in den Wandungen von  
Sammelbehälter und Verteiler und anschließende fluiddichte  
Verbindung erfolgen. Die dazu erforderlichen Schlitze weisen  
20 eine gegenüber der Breite des gesamten Mehrkanalflachrohres  
deutlich geringere Länge auf und sind vorteilhafterweise quer  
zur Längsachse des Sammelbehälters bzw. des Verteilers  
angeordnet. Dadurch ist zur Verhinderung der Aufspreizung der  
Schlitze bei anliegenden hohen Drücken kaum eine  
25 Wandverstärkung erforderlich und Verbindungsnahte zwischen den  
Mehrkanalflachrohren und dem Sammelbehälter bzw. dem Verteiler  
werden geringer belastet. Die Längsachsen des Sammelbehälters  
und des Verteilers verlaufen dabei vorteilhafterweise  
senkrecht zur Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre.

30 Vielfach ausreichend und herstellungstechnisch besonders  
vorteilhaft ist es, wenn die Mehrkanalflachrohre an ihren  
Enden in zwei Bereiche aufgetrennt sind, die so geformt sind,  
das jeder der Bereiche an seinem verbindungsseitigem Ende  
35 parallel zur Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre

ausgerichtet ist und sich die Bereiche in Richtung der Längsachsen des Sammelbehälters und des Verteilers zumindest teilweise überlappen.

- 5 Insbesondere dann, wenn die Mehrkanalflachrohre an ihren Enden in zwei Bereiche gleicher Breite aufgetrennt sind und die beiden Bereiche an den Enden der Mehrkanalflachrohre so geformt sind, das jeder der Bereiche an seinem verbindungsseitigem Ende parallel zur Haupterstreckungsebene  
10 der Mehrkanalflachrohre ausgerichtet ist und die Enden dieser Bereiche in Richtung der Längsachsen des Sammelbehälters und des Verteilers hintereinander liegen, reduziert sich der mindestens erforderliche Innendurchmesser des Sammelbehälters und des Verteilers gegenüber der Verbindung mit einem  
15 ungeteilten Mehrkanalflachrohr um die Hälfte.

Besonders bevorzugt werden daher Mehrkanalflachrohre, die an den Enden hälftig durch einen Schnitt aufgetrennt sind, wobei auch nichthälftige Teilungen der Mehrkanalflachrohre möglich  
20 sind.

Ein großer Vorteil der Erfindung besteht in der Möglichkeit, den erforderlichen Innendurchmesser des Sammelbehälters und des Verteilers zu reduzieren, ohne die Mehrkanalflachrohre  
25 nennenswert zu verdicken. Dadurch sinkt die Gefahr einer Überbeanspruchung erheblich, was auch den Einsatz von Mehrkanalflachrohren aus Aluminium erlaubt.

Die Erfindung eröffnet in Verbindung mit der Verringerung des  
30 Innendurchmessers von Sammelbehälter und Verteiler des Weiteren die Möglichkeit, deren Wandstärken auch bei hohen Betriebsdrücken relativ gering zu halten. Demzufolge können auch die Abmessungen und das Gewicht der Behälter klein gehalten werden. Somit werden insgesamt Material, Gewicht und  
35 Verarbeitungskosten eingespart. Ein geringeres Innenvolumen

von Sammelbehälter und Verteiler ist vorteilhafterweise mit einer geringeren Kältemittelmenge im System verbunden. Sind die in den Sammelbehälter und den Verteiler eingeführten Bereiche der Enden der Mehrkanalflachrohre deutlich schmaler als der Innendurchmesser von Sammelbehälter und Verteiler, so müssen sie zwecks Verbindung nicht so weit in die vorgesehenen Schlitzte in den Wandungen von Sammelbehälter und Verteiler eingeführt werden. Dadurch ergibt sich im Inneren von Sammelbehälter und Verteiler ein geringerer Überstand der Enden der Mehrkanalflachrohre, wodurch strömungstechnische Probleme, insbesondere ein inakzeptabler Kältemitteldruckabfall im Verteiler, vermieden werden.

Es wird eine Verbindung zwischen den Endrohren eines Wärmeübertragerelementes und den feinen Kanälen der Mehrkanalflachrohre geschaffen, die den zu ihrer Realisierung erforderlichen Durchmesser der Endrohre relativ gering hält, ohne dass sich der Abstand zwischen benachbarten Mehrkanalflachrohren wesentlich erhöhen muss.

Insbesondere die Gefahr von Überbeanspruchungen der Mehrkanalflachrohre kann durch Anwendung eines Verfahrens zur erfindungsgemäßen Modifizierung herkömmlicher Mehrkanalflachrohre und Herstellung eines Wärmeübertragerelementes vermieden werden. Durch werden Verletzungen der einzelnen Kanäle, beispielsweise Risse, Einschnürungen oder Lecks vermieden. Das Verfahren umfasst mindestens die folgenden Schritte:

- Auftrennen der Enden von Mehrkanalflachrohren in mehrere Bereiche;
- Auseinanderspreizen der Endbereiche in der Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre;
- Herausbiegen der Endbereiche aus der Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre;

-Übereinanderschieben der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre, bis sie sich in einem vorgegebenen Abstand parallel zueinander verlaufend zumindest teilweise überlappen;

-Einführen der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre in  
5 vorbereitete Schlitze eines Sammelbehälters und eines Verteilers;

-Verbinden der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre mit dem Sammelbehälter und dem Verteiler.

- 10 Die so entstehenden Verbindungen zwischen den Mehrkanalflachrohren und den Endrohren, also dem Verteiler und dem Sammelbehälter eines Wärmeübertragerelementes beanspruchen weniger Raum und beeinträchtigen den Strömungsquerschnitt in geringerem Maße. Dies ermöglicht den Einsatz von Endrohren mit  
15 geringerem Durchmesser bei gleichem Durchströmquerschnitt, was insbesondere bei hohen Betriebsdrücken mit einer deutlich reduzierten Mindestwandstärke verbunden ist. Die erfindungsgemäße Schnitt- und Biegekonstruktion eignet sich daher besonders für Gaskühler in Klimaanlage von  
20 Kraftfahrzeugen.

- Vorteilhafterweise erfolgt das Auftrennen der Enden der Mehrkanalflachrohre in zwei Bereiche vorzugsweise gleicher Breite. Die Stärke des erfindungsgemäßen Verfahrens kommt voll  
25 zum Tragen, wenn die beiden Endbereiche der Mehrkanalflachrohre so weit übereinandergeschoben werden, dass beide Endbereiche parallel zueinander und zur Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre verlaufen und die Endbereiche in einer Richtung senkrecht zur  
30 Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre hintereinander liegen.

- Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Verbindung der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre mit dem Sammelbehälter und  
35 dem Verteiler durch Löten erfolgt.

Wenn die Formung der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre mit Hilfe einer Biegelehre erfolgt, können relativ enge Biegeradien realisiert werden, ohne dass das Material, vorzugsweise Aluminium, Schaden nimmt, wie z.B. durch Quetschungen, Knicke, Überdehnungen oder Risse. Bewährt hat sich eine Formung der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre unter Verwendung von mindestens 6 verschiedenen engen Radien, die mit Hilfe einer Biegelehre gebogen werden.

10

An einem Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Die zugehörigen Figuren zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines zur Verbindung mit Mehrkanalflachrohren vorbereiteten Verteilers gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines in einen herkömmlichen Verteiler eingeschobenen Mehrkanalflachrohres nach dem Stand der Technik;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines zur Verbindung mit Mehrkanalflachrohren alternativ vorbereiteten Verteilers gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 4 das Ende eines Mehrkanalflachrohres jeweils nach einem der vier erfindungswesentlichen Schritte des Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragerelementes;
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht zweier erfindungsgemäß modifizierter Mehrkanalflachrohre in Verbindung mit den zugehörigen Verteilern;
- Fig. 6 eine perspektivische Gesamtansicht eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragerelementes;
- Fig. 7 eine Ansicht eines beispielhaften Mehrkanalflachrohres.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines zur Verbindung mit Mehrkanalflachrohren vorbereiteten Verteilers 1 eines Wärmeübertragerelementes gemäß dem Stand der Technik. Der Verteiler 1 ist mit quer zu seiner Längsachse verlaufenden Schlitten 2 versehen, in die Mehrkanalflachrohre eingeschoben werden können, bevor sie mit dem Verteiler 1 fest verlötet werden. Die Schlitten 2 verlaufen parallel und in regelmäßigem Abstand zueinander. Es fällt auf, dass sich die Schlitten 2 fast vollständig über die Dicke des Verteilers 1 erstrecken.

10

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines in einen herkömmlichen Verteiler 1 eingeschobenen Mehrkanalflachrohres 3 nach dem Stand der Technik. Die Breite des Mehrkanalflachrohres 3 entspricht etwa dem Innendurchmesser des rohrförmigen Verteilers 1. Da die Einbindung des Mehrkanalflachrohres 3 quer zur Zylinderachse des Verteilers 1 vorgenommen wird, ist ein tiefes Einführen des Mehrkanalflachrohres 3 in den Verteiler 1 erforderlich, um eine dichtende Verbindung zu ermöglichen. Die damit verbundene erhebliche Querschnittsverengung kann zu strömungstechnischen Problemen, insbesondere einem inakzeptablen Kältemitteldruckabfall im Verteiler 1, führen.

20

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines zur Verbindung mit Mehrkanalflachrohren alternativ vorbereiteten Verteilers 1 gemäß dem Stand der Technik. Der Verteiler 1 ist mit parallel zu seiner Längsachse verlaufenden Schlitten 2 versehen, in die Mehrkanalflachrohre eingeschoben werden können, bevor sie mit dem Verteiler 1 fest verlötet werden.

25

Eine derartige Ausführung eines Verteilers findet Anwendung, wenn Mehrkanalflachrohre mit um 90° tordierten Endbereichen eingesetzt werden. Zwischen den Schlitten verbleiben nur schmale Stege 4, welche die Stabilität des Verteilers 1 auch bei hohen Betriebsdrücken garantieren müssen, wenn die

30

Lötnähte nicht übermäßig belastet werden sollen. Die Länge

35

eines Schlitzes 2 und eines Steges 4 ergeben zusammen den Abstand zwischen zwei benachbarten Mehrkanalflachrohren, welcher somit relativ groß bleiben muß.

- 5 Figur 4 zeigt das Ende eines Mehrkanalflachrohres jeweils nach einem der vier erfindungswesentlichen Schritte des Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen
- Wärmeübertragerelementes in Drauf- und Frontsicht. Pfeile verdeutlichen die Richtung des jeweiligen Formungsschrittes,
- 10 Bezugszeichen sind auf identische Bestandteile in allen vier Einzeldarstellungen zu beziehen. In Schritt 1.) erfolgt das Auftrennen der Enden des Mehrkanalflachrohres 3 in zwei Bereiche 3', 3'' gleicher Breite, vorliegend durch einen Schlitz 5 von 15 mm Tiefe. In Schritt 2.) erfolgt das
- 15 Auseinanderspreizen der Endbereiche 3', 3'' in der Haupterstreckungsebene des Mehrkanalflachrohres 3. Der Biegeradius für dieses Abspreizen hängt von der Tiefe des die Bereiche 3', 3'' trennenden Schlitzes 5 ab und beträgt im Ausführungsbeispiel 33 mm. In Schritt 3.) erfolgt das
- 20 Herausbiegen der Endbereiche 3', 3'' aus der Haupterstreckungsebene des Mehrkanalflachrohres 3, bis die Enden senkrecht zur Haupterstreckungsebene des Mehrkanalflachrohres 3 einen vorgegebenen Abstand, vorliegend 3,65 mm, was dem Abstand zwischen einzelnen Schlitzten 2 zur
- 25 Befestigung des Mehrkanalflachrohres 3 in einem Verteiler 1 entspricht, aufweisen. In Schritt 4.) erfolgt ein Übereinanderschieben der Endbereiche 3', 3'' des Mehrkanalflachrohres 3, bis sie sich in dem vorgegebenen Abstand parallel zueinander verlaufend zumindest teilweise
- 30 überlappen. Vorzugsweise erfolgt dieses Übereinanderschieben, bis die beiden Endbereiche 3', 3'' in einer Richtung senkrecht zur Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre hintereinander liegen.
- Die im letzten Schritt 4.) gebogenen Radien definieren bei
- 35 vorgegebener Schlitzbreite gleichzeitig die Einstecktiefe der

Endbereiche 3', 3'' des Mehrkanalflachrohres 3 in den Verteiler. Insbesondere die beiden gebogenen Radien R6 begrenzen im vorliegenden Beispiel bei einer Schlitzbreite von 6 mm die Einstecktiefe auf 5 mm.

- 5 Wären diese Radien größer, würden die Endbereiche 3', 3'' tiefer als 5 mm in den Verteiler eintauchen. Dies würde wiederum den Innenquerschnitt des Verteilers vermindern.

- Figur 5 zeigt eine perspektivische Ansicht zweier  
10 erfindungsgemäß modifizierter Mehrkanalflachrohre 3 in Verbindung mit den zugehörigen Verteilern 1 der Wärmeübertragerelemente. In der vorderen Anordnung ist ein erfindungsgemäß modifiziertes Mehrkanalflachrohr 3 ausgerichtet, um in vorbereitete Schlitze 2 des Verteilers 1  
15 eingeschoben zu werden. In der hinteren Anordnung befindet sich ein erfindungsgemäß modifiziertes Mehrkanalflachrohr 3 bereits in eingeschobener Position, in der ein Verlöten mit dem Verteiler 1 erfolgen kann. Der Pfeil verdeutlicht die Bewegungsrichtung des erfindungsgemäß modifizierten  
20 Mehrkanalflachrohres während der Montage des Wärmeübertragerelementes. Deutlich erkennbar ist die gegenüber Figur 1 verringerte Länge der Schlitze 2 im Verhältnis zum Außenumfang des Verteilers 1. Gleichzeitig bildet die Breite des Mehrkanalflachrohres nicht mehr das den Innendurchmesser des Verteilers 1 nach unten begrenzende Maß, wodurch der  
25 Innendurchmesser gegenüber der Ausführung in Figur 2 kleiner gehalten werden kann.

- Figur 6 zeigt eine perspektivische Gesamtansicht eines  
30 erfindungsgemäßen Wärmeübertragerelementes. Dieses umfasst eine Reihe von zueinander beabstandeten Mehrkanalflachrohren 3, deren Enden erfindungsgemäß modifiziert und fluiddicht mit einem rohrförmigen Sammelbehälter 6 und einem rohrförmigen Verteiler 1 verbunden wurden. Der Pfeil gibt die  
35 Strömungsrichtung des Kältemittels, im Beispiel CO<sub>2</sub>, an.

Figur 7 zeigt eine Ansicht einen beispielhaften Mehrkanalflachrohres 3, welches als Ausgangsmaterial zur Herstellung erfindungsgemäßer Wärmeübertrager dient. Es besteht aus Aluminium und weist zwölf regelmäßig zueinander beabstandete Kanäle 7 auf, durch die im Betriebsfall CO<sub>2</sub> als Kältemittel strömt. Durch die gerade Anzahl von Kanälen ist es möglich, durch Auftrennen des Mehrkanalflachrohres 3 zwischen den beiden innersten Kanälen zwei erfindungsgemäße Endbereiche 3', 3'' zu erzeugen, die sich durch die gleiche Breite auszeichnen.

15

20

25

30

**Patentansprüche**

1. Wärmeübertragerelement mit einer Reihe von zueinander  
beabstandeten Mehrkanalflachrohren (3), deren Enden  
5 fluiddicht mit einem rohrförmigen Sammelbehälter (6) und  
einem rohrförmigen Verteiler (1) verbunden sind, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Mehrkanalflachrohre (3) an ihren  
Enden in mehrere Bereiche (3', 3'') aufgetrennt sind, die  
so geformt sind, dass jeder der Bereiche (3', 3'') an  
10 seinem verbindungsseitigen Ende parallel zur  
Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre (3)  
ausgerichtet ist und sich die Bereiche (3', 3'') in  
Richtung der Längsachsen des Sammelbehälters (6) und des  
Verteilers (1) zumindest teilweise überlappen.
- 15 2. Wärmeübertragerelement nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Mehrkanalflachrohre (3) an ihren  
Enden in zwei Bereiche (3', 3'') aufgetrennt sind, die so  
geformt sind, dass jeder der Bereiche (3', 3'') an seinem  
20 verbindungsseitigen Ende parallel zur  
Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre (3)  
ausgerichtet ist und sich die Bereiche (3', 3'') in  
Richtung der Längsachsen des Sammelbehälters (6) und des  
Verteilers (1) zumindest teilweise überlappen.
- 25 3. Wärmeübertragerelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Längsachsen des Sammelbehälters  
(6) und des Verteilers (1) senkrecht zur  
Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre (3)  
30 verlaufen.
- 35 4. Wärmeübertragerelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrkanalflachrohre (3)  
an ihren Enden in zwei Bereiche (3', 3'') gleicher Breite  
aufgetrennt sind.

5. Wärmeübertragerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Bereiche (3', 3'') an den Enden der Mehrkanalflachrohre (3) so geformt sind, dass  
5 jeder der Bereiche (3', 3'') an seinem verbindungsseitigem Ende parallel zur Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre (3) ausgerichtet ist und die Enden der Bereiche (3', 3'') in Richtung der Längsachsen des Sammelbehälters (6) und des  
10 Verteilers (1) hintereinander liegen.
6. Wärmeübertragerelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrkanalflachrohre (3) aus Aluminium bestehen.
- 15 7. Wärmeübertragerelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrkanalflachrohre (3) mindestens zwölf Einzelkanäle (7) aufweisen.
- 20 8. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragerelementes nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die folgenden Schritte enthalten sind:
- Auftrennen der Enden von Mehrkanalflachrohren in mehrere Bereiche;
  - 25 - Auseinanderspreizen der Endbereiche in der Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre;
  - Herausbiegen der Endbereiche aus der Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre;
  - Übereinanderschieben der Endbereiche der  
30 Mehrkanalflachrohre, bis sie sich in einem vorgegebenen Abstand parallel zueinander verlaufend zumindest teilweise überlappen;
  - Einführen der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre in vorbereitete Schlitze eines Sammelbehälters und  
35 eines Verteilers;

- Verbinden der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre mit dem Sammelbehälter und dem Verteiler.

- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Auftrennen der Enden der Mehrkanalflachrohre in zwei Bereiche erfolgt.
- 10 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Auftrennen der Enden der Mehrkanalflachrohre in zwei Bereiche gleicher Breite erfolgt.
- 15 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Endbereiche der Mehrkanalflachrohre so weit übereinandergeschoben werden, dass beide Endbereiche parallel zueinander und zur Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre verlaufen und die Endbereiche in einer Richtung senkrecht zur Haupterstreckungsebene der Mehrkanalflachrohre hintereinander liegen.
- 20 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre mit dem Sammelbehälter und dem Verteiler durch Löten erfolgt.
- 25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Formung der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre mit Hilfe einer Biegelehre erfolgt.
- 30 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Formung der Endbereiche der Mehrkanalflachrohre mit Hilfe der Biegelehre durch Biegen mit mindestens 6 verschiedenen Radien erfolgt.

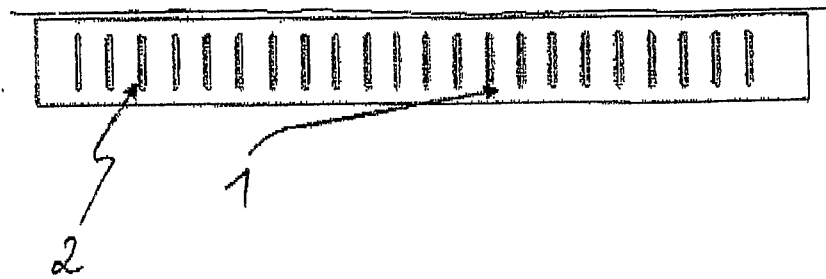


Fig. 1

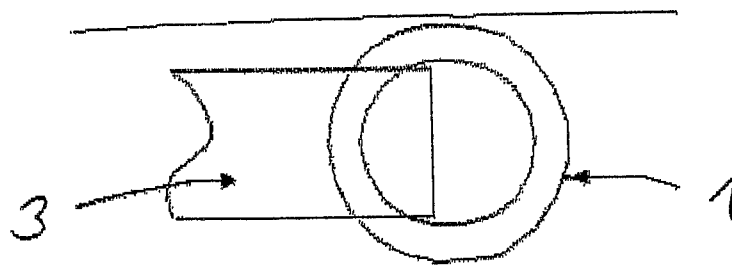


Fig. 2

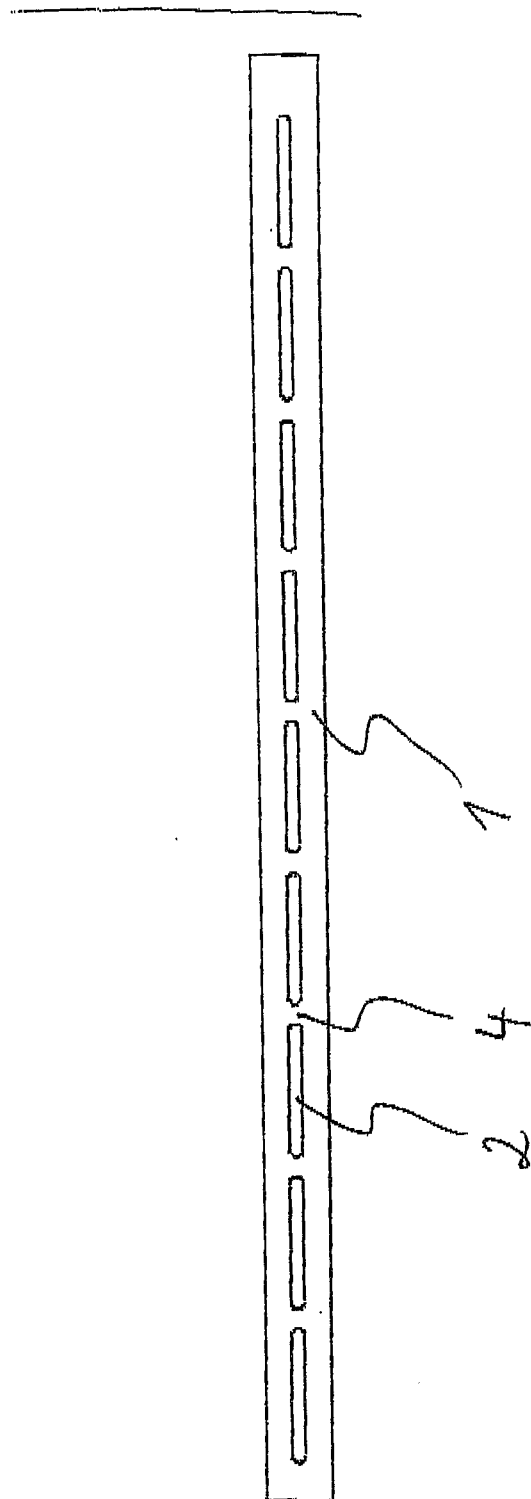


Fig. 3

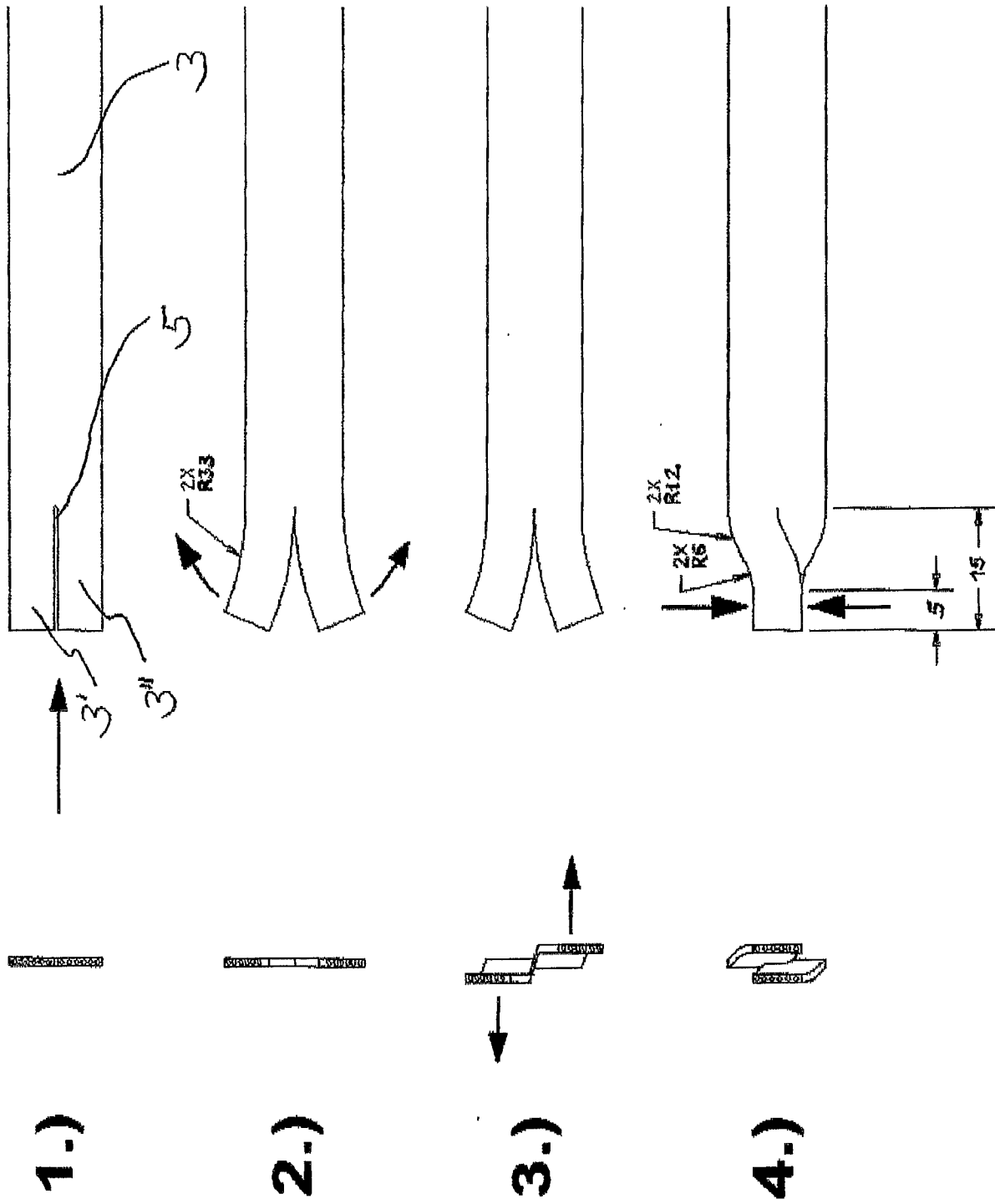
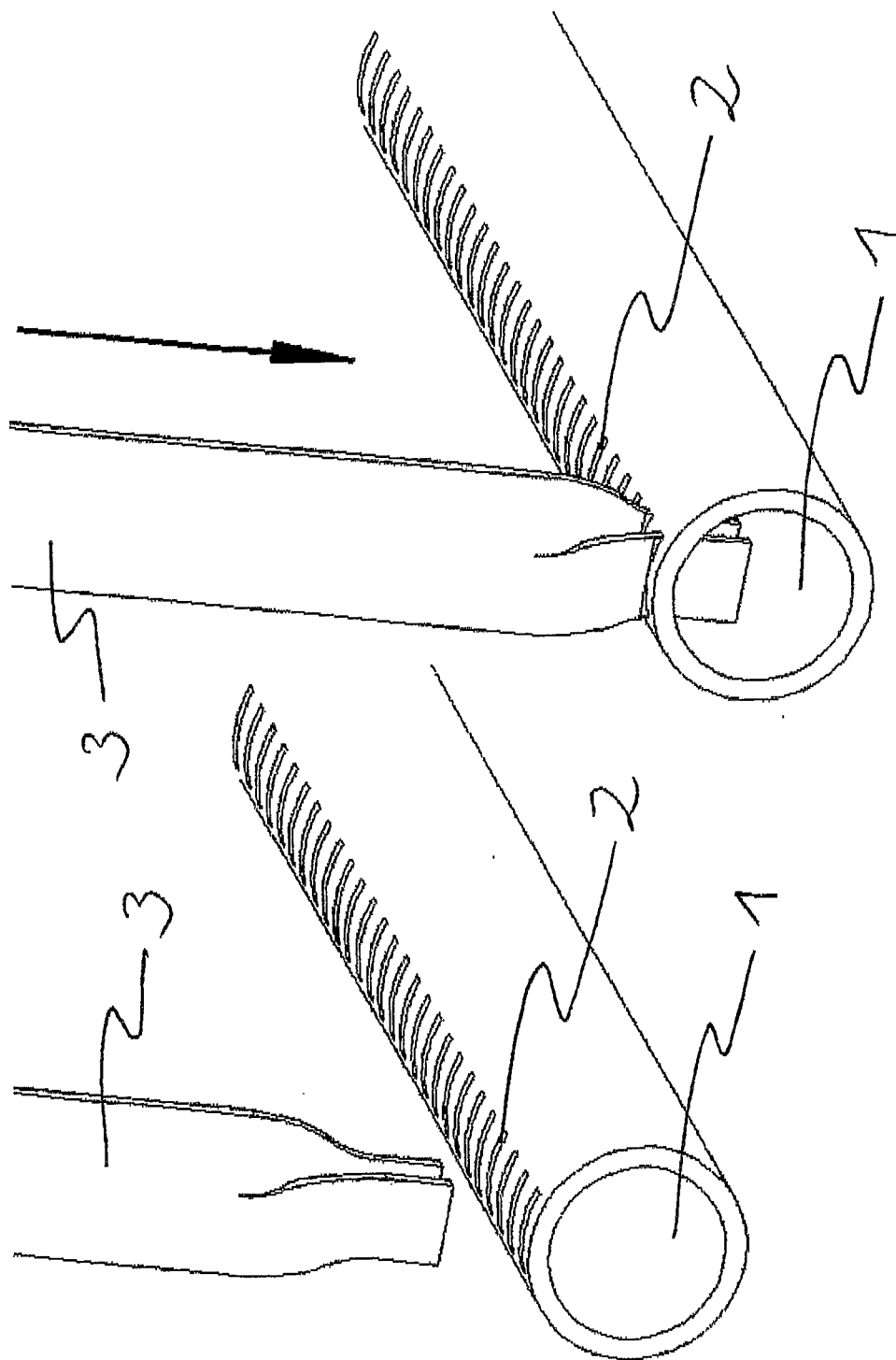


Fig.4



**Fig.5**

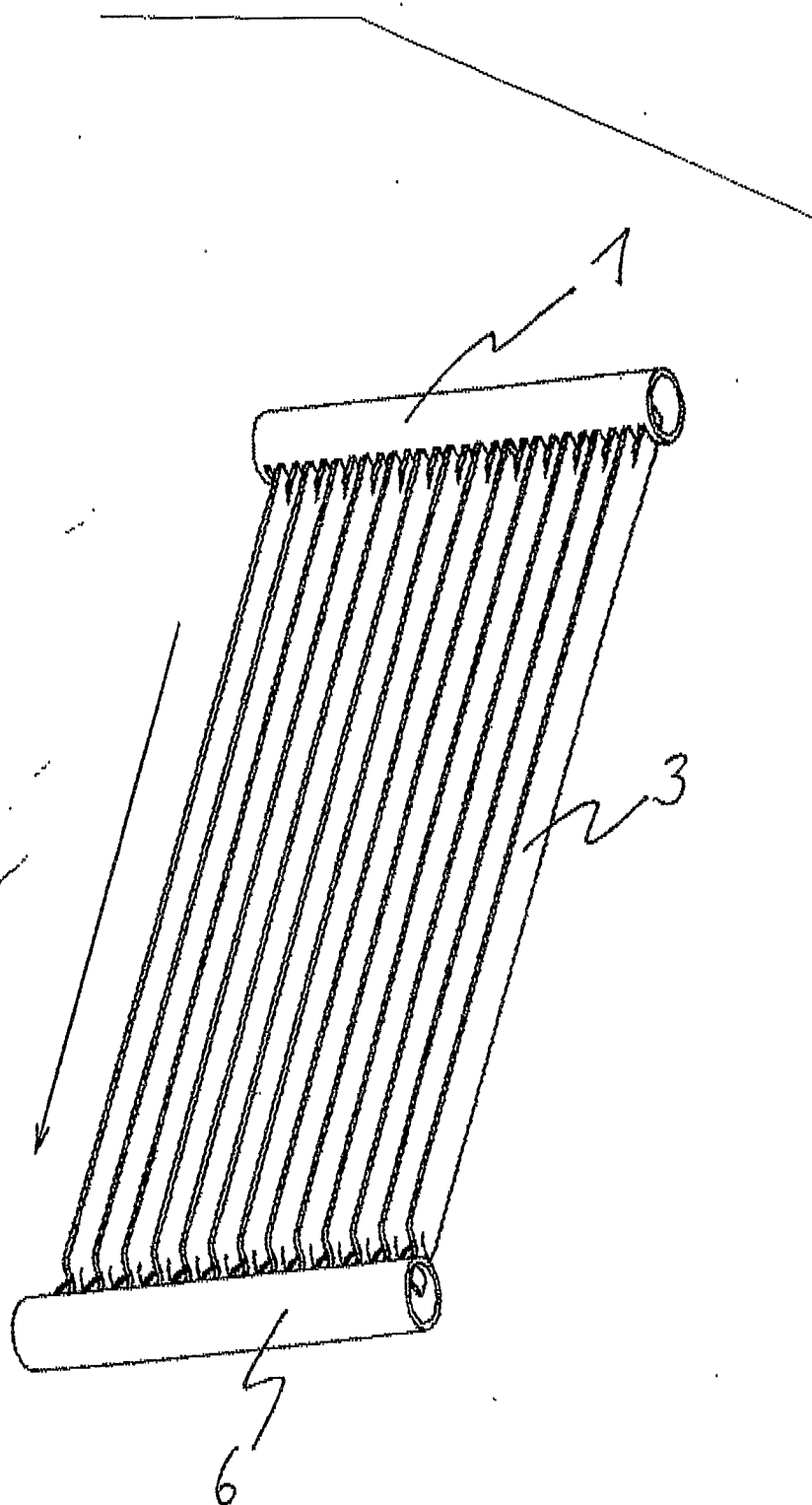
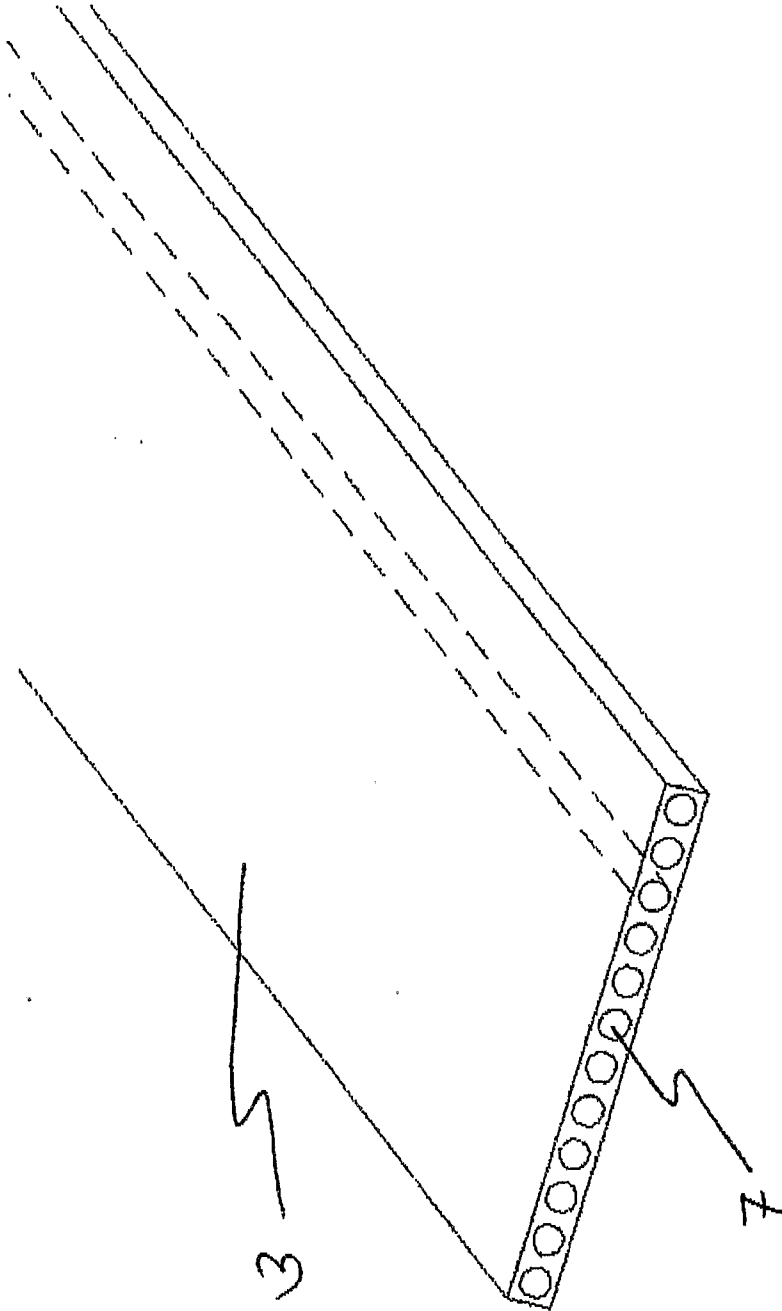


Fig.6



**Fig.7**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2006/001400

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F28F1/02 F28F9/18 F28D1/053

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)

F28D 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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | DE 101 46 824 A1 (BEHR GMBH & CO [DE])<br>24 April 2003 (2003-04-24)<br>cited in the application<br>the whole document | 1-14                  |
| A         | US 2005/161200 A1 (HOFFMANN HANSKARL [DE]<br>ET AL) 28 July 2005 (2005-07-28)<br>the whole document                    | 1-14                  |
| A         | EP 1 213 556 A1 (BEHR GMBH & CO [DE])<br>12 June 2002 (2002-06-12)<br>the whole document                               | 1-14                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

### \* Special categories of cited documents :

\*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.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 December 2006

Date of mailing of the international search report

28/12/2006

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

Oliveira, Casimiro

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2006/001400

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)   | Publication<br>date      |
|-------------------------------------------|----|---------------------|------------------------------|--------------------------|
| DE 10146824                               | A1 | 24-04-2003          | AT 340351 T<br>EP 1293743 A2 | 15-10-2006<br>19-03-2003 |
| US 2005161200                             | A1 | 28-07-2005          | DE 102004002252 A1           | 04-08-2005               |
| EP 1213556                                | A1 | 12-06-2002          | NONE                         |                          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2006/001400

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F28F1/02 F28F9/18 F28D1/053

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F28D 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

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                      | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A          | DE 101 46 824 A1 (BEHR GMBH & CO [DE])<br>24. April 2003 (2003-04-24)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>das ganze Dokument | 1-14               |
| A          | US 2005/161200 A1 (HOFFMANN HANSKARL [DE]<br>ET AL) 28. Juli 2005 (2005-07-28)<br>das ganze Dokument                    | 1-14               |
| A          | EP 1 213 556 A1 (BEHR GMBH & CO [DE])<br>12. Juni 2002 (2002-06-12)<br>das ganze Dokument                               | 1-14               |

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

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

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Dezember 2006

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/12/2006

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

Oliveira, Casimiro

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2006/001400

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 10146824 A1                                     | 24-04-2003                    | AT 340351 T<br>EP 1293743 A2      | 15-10-2006<br>19-03-2003      |
| US 2005161200 A1                                   | 28-07-2005                    | DE 102004002252 A1                | 04-08-2005                    |
| EP 1213556 A1                                      | 12-06-2002                    | KEINE                             |                               |