



PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

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

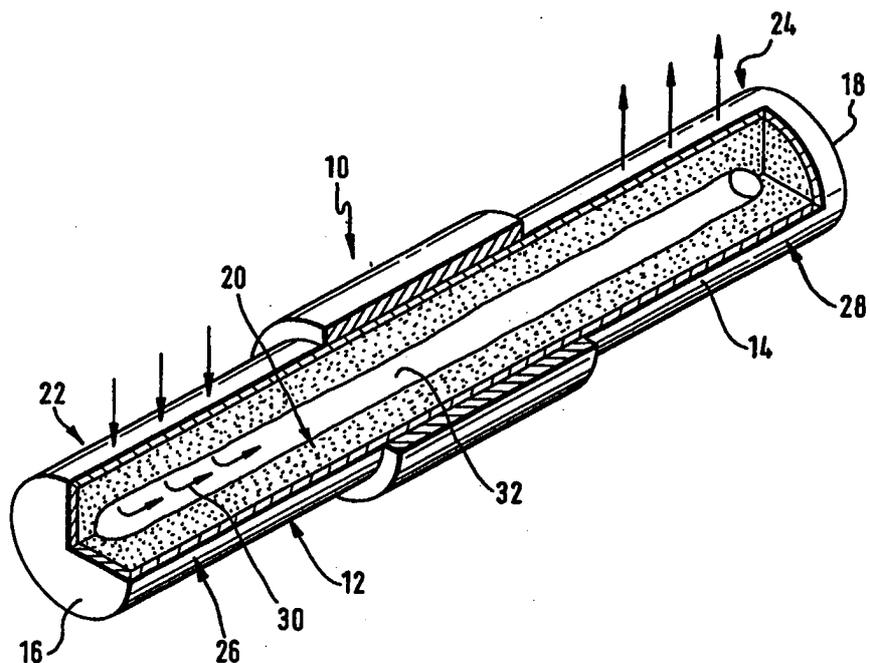
<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F28D 15/04, C23C 4/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/33031</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. Juli 1998 (30.07.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/00308</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 21. Januar 1998 (21.01.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 03 110.2 29. Januar 1997 (29.01.97) DE 197 17 235.0 24. April 1997 (24.04.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUM- FAHRT E.V. [DE/DE]; D-53175 Bonn (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HENNE, Rudolf [DE/DE]; Teinacher Strasse 2, D-71034 Böblingen (DE). LAING, Doerte [DE/DE]; Wegländer Strasse 60B, D-70563 Stuttgart (DE).</p> <p>(74) Anwälte: BECK, Jürgen usw.; Hoeger, Stellrecht & Partner, Uhlandstrasse 14 c, D-70182 Stuttgart (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: HEAT EXCHANGER TUBE, AND METHOD FOR THE PRODUCTION OF SAME

(54) Bezeichnung: WÄRMEROHR UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DESSELBEN

(57) Abstract

The invention relates to a heat exchanger tube (10) for transporting heat from an evaporation area (22) to a condensation area (24), comprising a housing (12) with housing walls, a capillary structure (20) fitted in the housing (12) and in the evaporation area (22), as well as in the condensation area (24), each thermally coupled to the corresponding housing wall, a steam passage (32) fitted in the housing (12) and leading from the evaporation area (22) to the condensation area (24), and a heat transport medium, as well as to a method for the production of such a heat exchanger tube (10). In order to achieve this, the invention proposes that the capillary structure (20) is an open-pored capillary layer produced by thermal plasma spraying of powder particles.



(57) Zusammenfassung

Um ein Wärmerohr (10) zum Transport von Wärme von einem Verdampfungsbereich (22) zu einem Kondensationsbereich (24), umfassend ein Gehäuse (12) mit Gehäusewänden, eine in dem Gehäuse (12) angeordnete und im Verdampfungsbereich (22) sowie im Kondensationsbereich (24) jeweils mit der entsprechenden Gehäusewand thermisch gekoppelte Kapillarstruktur (20), einen in dem Gehäuse (12) angeordneten und vom Verdampfungsbereich (22) zum Kondensationsbereich (24) führenden Dampfkanal (32) sowie einem Wärmetransportmedium zu schaffen sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Wärmerohrs zur (10) Verfügung zu stellen, wird vorgeschlagen, daß die Kapillarstruktur (20) eine durch thermisches Plasmaspritzen von Pulverpartikeln hergestellte offenporige Kapillarschicht ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Wärmerohr und Verfahren zur Herstellung desselben

Die Erfindung betrifft ein Wärmerohr zum Transport von Wärme von einem Verdampfungsbereich zu einem Kondensationsbereich, umfassend ein Gehäuse mit Gehäusewänden, eine in dem Gehäuse angeordnete und im Verdampfungsbereich sowie im Kondensationsbereich jeweils mit der entsprechenden Gehäusewand thermisch gekoppelte Kapillarstruktur, einen in dem Gehäuse angeordneten und vom Verdampfungsbereich zum Kondensationsbereich führenden Dampfkanal sowie einem Wärmetransportmedium.

Derartige Wärmerohre sind aus dem Stand der Technik bekannt, bei diesen wird üblicherweise als Kapillarstruktur eine Struktur, hergestellt aus metallischen Netzen, Filzen oder Drahtgeweben, verwendet, wobei die Herstellung aufwendig und kostenintensiv ist da durch eine Vielzahl von manuell durchzuführenden Punktschweißungen ein fester und enger Kontakt zwischen der Kapillarstruktur und der Wärmerohrwandung gegeben sein muß.

Ferner besteht bei diesen Lösungen das Problem, daß beim Langzeiteinsatz innere Korrosion durch den nur schwer vermeidbaren Restsauerstoff oder durch Diffusionsvorgänge, vorwiegend im Bereich der durch das Punktschweißen in ihrem Gefüge veränderten Kontaktstellen, auftreten können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Wärmerohr mit einer möglichst einfach herzustellenden und dauerhaft einsetzbaren Kapillarstruktur zu schaffen sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Wärmerohrs zur Verfügung zu stellen.

- 2 -

Diese Aufgabe wird bei einem Wärmerohr der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kapillarstruktur eine durch thermisches Plasmaspritzen von Pulverpartikeln hergestellte offenporige Kapillarschicht ist.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, daß das thermische Plasmaspritzen eine einfache Möglichkeit darstellt, schnell und mit hoher Leistungen offenporige Kapillarschichten aus Pulverpartikeln herzustellen, wobei sich die Porosität der Kapillarschicht durch geeignete Betriebsparameter beim Plasmaspritzen definiert einstellen läßt.

Die Kapillarschicht kann dabei aus den unterschiedlichsten Materialien hergestellt werden. So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Kapillarschicht aus Pulverpartikeln aus metallischem Ausgangsmaterial hergestellt ist, wobei hier nicht nur reine Metalle, sondern jede Art von Legierungen eingesetzt werden kann. Beispielsweise können hierbei für Hochtemperaturanwendungen, vorzugsweise von über 1000° Celsius, refraktäre Metall oder Nickel oder Nickelbasislegierungen eingesetzt werden, während beispielsweise im Raumtemperaturbereich Messing, Bronze oder Aluminium eingesetzt werden können.

Alternativ dazu ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Kapillarschicht aus Pulverpartikeln aus keramischem Ausgangsmaterial hergestellt ist, wobei jede Art von keramischen Materialien verwendet werden kann.

- 3 -

Eine wichtige Randbedingung bei allen Materialien für die Herstellung der Kapillarschicht ist die, daß diese gegenüber dem jeweiligen Wärmeträgermedium inert sind.

Eine besonders vorteilhafte Struktur der Kapillarschicht liegt dann vor, wenn diese durch oberflächliches Anschmelzen und die dabei sich bildende und über benachbarte Pulverpartikel verlaufende Schmelzschicht miteinander verbundene Pulverpartikel aufweist. Das heißt, daß die Pulverpartikel lediglich dadurch miteinander zu einer festen Schicht verbunden werden, daß sie oberflächlich angeschmolzen sind und eine sich zumindest über einen Teil ihrer Oberfläche erstreckende Schmelzschicht tragen, die wiederum dafür sorgt, daß mit der Schmelzschicht von benachbarten Pulverpartikeln eine Art teilweiser "Überzug" für benachbarte Pulverpartikel entsteht und dieser "Überzug" die Pulverpartikel dann in der Kapillarschicht selbst zusammenhält.

Ein besonders günstiges Konzept sieht dabei vor, daß die Pulverpartikel in der Kapillarschicht jeweils unterhalb der Schmelzschicht eine gegenüber dem Zustand vor dem Plasmaspritzen unveränderte Kristallstruktur aufweisen. Diese Lösung hat den großen Vorteil, daß die Kristallstruktur in den Pulverpartikeln mit Ausnahme der Schmelzschicht keinerlei Veränderung erfährt und somit auch die Bildung von unerwünschten Strukturen oder Verbindungen unterbleibt, so daß derartige Kapillarschichten eine hohe Lebensdauer bei gleichzeitig auch hoher mechanischer Stabilität aufweisen.

- 4 -

Ein derartiger Verbund aus oberflächlich angeschmolzenen Pulverpartikeln läßt sich mit homogen aufgebauten Pulverpartikeln realisieren, wobei beim Plasmaspritzen ein Umfang oder Grad des Anschmelzens der Partikel durch Einstellung der Parameter definierbar ist.

Noch vorteilhafter ist es jedoch, wenn die Pulverpartikel als über einem Durchmesser von innen nach außen einen variierenden Schmelzpunkt aufweisende Partikel aufgebaut sind, wobei der Schmelzpunkt vorzugsweise von innen nach außen abnimmt. Im einfachsten Fall sind die Partikel hierbei aus einem Kern und einer Schale aufgebaut oder auch als mehrschalige Partikel, beispielsweise mindestens zweischalige Partikel, ausgebildet, wobei Kern und Schale oder die mehreren Schalen aus Materialien mit unterschiedlichen Schmelzpunkten aufgebaut sind, vorzugsweise so, daß der Schmelzpunkt einer äußeren Schale niedriger liegt als der einer der inneren Schalen oder des Kerns, wobei vorzugsweise die Schmelzpunkte stufenweise von innen nach außen abnehmen.

Damit besteht die Möglichkeit beim Plasmaspritzen beispielsweise nur die äußerste Schale aufzuschmelzen, deren Material dann zur Verfügung steht, um einen stabilen Verbund zwischen den einzelnen Partikeln zu gewährleisten, während der Kernbereich unaufgeschmolzen bleibt und somit die Entstehung der porösen Schicht mit der gewünschten Porengröße gewährleistet.

Im Rahmen der bisher beschriebenen Ausführungsbeispiele wurde die Größe der Pulverpartikel nicht näher definiert. So sieht ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die

- 5 -

Pulverpartikel eine Partikelgröße von ungefähr 30 μm bis ungefähr 300 μm aufweisen. Noch vorteilhafter ist es, wenn die Pulverpartikel eine Partikelgröße von ungefähr 50 μm bis ungefähr 200 μm aufweisen.

Ferner wurden im Zusammenhang mit der bisherigen Erläuterung der einzelnen Ausführungsbeispiele auch nicht die Porengröße näher definiert. So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Kapillarschicht Poren mit einer eingestellten mittleren Größe im Bereich zwischen ungefähr 10 μm und ungefähr 1000 μm aufweist. Noch vorteilhafter ist eine Ausbildung einer Kapillarschicht, welche Poren mit einer mittleren Größe im Bereich zwischen ungefähr 50 μm bis ungefähr 300 μm aufweist.

Die Porengröße könnte, wenn eine mittlere Porengröße eingehalten wird, erheblichen Schwankungen nur diese mittlere Porengröße unterliegen.

Besonders vorteilhaft ist es jedoch, insbesondere um eine definierbare Wirkung der Kapillarschicht zu erhalten, wenn in einem Volumenbereich der kleinste Wert und der größte Wert der Porengröße sich maximal um einen Faktor von ungefähr zwei unterscheiden, das heißt z.B. der kleinste Wert maximal ungefähr die Hälfte des größten Wertes beträgt.

Rein prinzipiell wäre es denkbar, die Kapillarschicht unmittelbar auf einem für diese vorgesehenen Träger, beispielsweise einer Gehäusewand, aufzutragen. Aus Gründen

- 6 -

der mechanischen Stabilität und des guten Wärmekontakts sieht eine besonders zweckmäßige Lösung vor, daß zwischen der Kapillarschicht und einem Träger für diese eine Haftschrift mittels Plasmaspritzen aufgetragen wird.

Eine derartige Haftschrift bietet dann besonders große Vorteile, wenn diese aus demselben Pulvermaterial wie die Kapillarschicht hergestellt ist.

Die Haftschrift selbst braucht dabei nicht porös ausgebildet zu sein. Vorzugsweise ist die Haftschrift als durchgängige Schicht ausgebildet, welche insbesondere eine geringere Porosität als die Kapillarschicht oder sogar gar keine Porosität mehr aufweist.

Eine vorteilhafte Lösung sieht dabei vor, daß die Haftschrift eine Dicke von mehr als ungefähr 10 μm aufweist.

Vorzugsweise werden zum Herstellen der Haftschrift mittels Plasmaspritzen Pulverpartikel mit einer mittleren Größe im Bereich zwischen ungefähr 5 μm und ungefähr 50 μm eingesetzt.

Um die gewünschte Wirkung, insbesondere die Transportwirkung, der Kapillarschicht im Wärmerohr zu verbessern, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Kapillarschicht eine sich in einer vorgegebenen Richtung ändernde Porengröße aufweist, wobei sich die Porengröße entweder in Stufen ändern kann, oder noch besser eine kontinuierliche Änderung vorgesehen ist.

- 7 -

Eine Möglichkeit der Nutzung einer variierenden Porengröße sieht vor, daß die Porengröße im Kondensationsbereich größer ist als im Verdampfungsbereich und von dem Kondensationsbereich zu dem Verdampfungsbereich hin kontinuierlich kleiner wird.

Eine weitere Möglichkeit der Nutzung einer variierenden Porengröße sieht vor, daß die Porengröße der Kapillarschicht von einer Gehäusesseite in Richtung einer Dampfkanalseite kleiner wird, um einerseits auf der Gehäusesseite geringe Strömungsverluste zu haben und auf der Dampfkanalseite der Kapillarschicht eine hohe Kapillarkraft zu erhalten.

Prinzipiell wäre es möglich, bei Einsatz einer Haftschrift auf diese unmittelbar die Kapillarschicht mit einer definierten mittleren Porengröße aufzutragen. Eine besonders günstige Lösung sieht jedoch vor, daß die Kapillarschicht von der Haftschrift ausgehend zunehmend kleiner werdende Poren aufweist. Das heißt, daß die Kapillarschicht hinsichtlich ihrer Porosität ausgehend von der Haftschrift einen Gradient zu immer kleineren Poren aufweist, so daß die größten Poren der Kapillarschicht nahe der Haftschrift liegen und die feinsten Poren in einem dem Dampfkanal zugewandten Bereich der Kapillarschicht.

Hinsichtlich des Aufbaus der erfindungsgemäßen Wärmerohre wurden im Zusammenhang mit den bislang beschriebenen Ansprüchen keine näheren Angaben gemacht. So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Kapillarschicht Teil eines in das Gehäuse des Wärmerohrs eingesetzten Einsatzes ist.

- 8 -

Ein derartiger Einsatz läßt sich außerhalb des Gehäuses durch Plasmaspritzen herstellen und dann in vorteilhafterweise in das Gehäuse einsetzen und mit diesem in Verbindung bringen.

Eine alternative Lösung hierzu sieht vor, daß das die Kapillarstruktur umfassende Gehäuse aus mindestens zwei Teilen zusammengesetzt ist und daß mindestens eines der Teile auf einer Innenseite mit der Kapillarschicht versehen ist, wobei im einfachsten Fall dieses eine Teil oder beide Teile innenbeschichtet sind.

Ein derartiges Teil läßt sich in besonders einfacher Weise durch direktes Beschichten des Teils auf der Innenseite mit der Kapillarschicht herstellen.

Die Teile sind vorzugsweise durch Fügen, insbesondere Schweißen, miteinander verbunden.

Im Fall koaxialer Wärmerohre ist vorzugsweise vorgesehen, daß die jeweils einander zugewandten Kapillarschichten über sogenannte als Kapillarstruktur ausgebildete Arterien miteinander in kapillarem Kontakt stehen. Diese Arterien sind vorzugsweise an einer der Kapillarschichten gehalten. Im einfachsten Fall sind die Arterien aus herkömmlichen für Kapillarstrukturen geeigneten flexiblen netz- oder filzähnlichen Materialien hergestellt.

Eine besonders an die Herstellungstechnik der erfindungsgemäßen Lösung angepaßte Ausführungsform sieht ferner vor, daß die Arterien einstückig an eine der einander zugewandten Kapillarschichten angeformt sind und im zusammengebauten Zustand des Wärmerohrs an der jeweils anderen Kapillarschicht mit Kapillarkontakt anliegen.

- 9 -

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird ferner bei einem Verfahren zur Herstellung eines Wärmerohrs zum Transport von Wärme von einem Verdampfungsbereich zu einem Kondensationsbereich, umfassend ein Gehäuse mit Gehäusewänden, eine in dem Gehäuse angeordnete und im Verdampfungsbereich sowie im Kondensationsbereich jeweils mit der entsprechenden Gehäusewand thermisch gekoppelte Kapillarstruktur, einen in dem Gehäuse angeordneten und vom Verdampfungsbereich zum Kondensationsbereich führenden Dampfkanal sowie ein Wärmetransportmedium, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kapillarstruktur durch thermisches Plasmaspritzen von Pulverpartikeln als offenporige Kapillarschicht hergestellt wird.

Der Vorteil der Herstellung der Kapillarstruktur in Form einer offenporigen Kapillarschicht durch Plasmaspritzen wurde bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Wärmerohr erläutert, so daß hierauf vollinhaltlich Bezug genommen werden kann.

Besonders zweckmäßig ist es hierbei, wenn das thermische Plasmaspritzen ein HF-Plasmaspritzen ist. Der Vorteil des HF-Plasmaspritzens ist insbesondere darin zu sehen, daß ein HF-Plasmapbrenner elektrodenlos arbeitet, so daß keinerlei Verunreinigungen durch Elektrodenabbrand auftreten können. Ferner bietet ein HF-Plasmapbrenner den Vorteil, daß ein relativ voluminöses Plasma durch die Hochfrequenzeinkopplung erfolgt und somit ein großer Aufschmelzbereich zur Verfügung steht, um insbesondere auch große Partikel anzuschmelzen, was bei der erfindungsgemäßen Lösung erforderlich ist, wenn eine offenporige Kapillarschicht hergestellt werden soll.

- 10 -

Ferner hat das HF-Plasmaspritzen den Vorteil, daß die Plasmaströmungs- und auch die Pulverpartikelgeschwindigkeiten im Vergleich zum DC-Plasmaspritzen niedrig sind, so daß eine relativ lange Verweilzeit der Pulverpartikel im heißen Plasmabereich erreichbar ist, die sich ebenfalls beim Anschmelzen großer Partikel vorteilhaft auswirkt.

Darüber hinaus hat das Plasmaspritzen neben der Effizienz und der Schnelligkeit den großen Vorteil, daß sich durch das Einstellen der einzelnen Parameter des HF-Plasmbrenners eine definierte Porosität der Kapillarschicht, insbesondere eine definierte mittlere Porengröße einstellen läßt.

Eine besonders günstige Verfahrensführung sieht vor, daß das Plasmaspritzen so ausgeführt wird, daß die Pulverpartikel oberflächlich angeschmolzen werden, so daß sich in der Kapillarschicht eine sich über mehrere Pulverpartikel erstreckende Schmelzschicht ausbildet, welche im erstarrten Zustand die Pulverpartikel zusammenhält.

Besonders günstig ist es hierbei, wenn das Plasmaspritzen derart durchgeführt wird, daß die Pulverpartikel unterhalb der Schmelzschicht eine Kristallstruktur aufweisen, welche der der Pulverpartikel vor dem Plasmaspritzen entspricht.

Grundsätzlich eröffnet das HF-Plasmaspritzen die Möglichkeit Pulverpartikel mit über ihrem Querschnitt im wesentlichen homogener Materialzusammensetzung zu verwenden, da sich mit geeigneten Parametern der Umfang des oberflächlichen Anschmelzens der Pulverpartikel einstellen läßt.

- 11 -

Noch vorteilhafter läßt sich jedoch das Anschmelzen der Pulverpartikel vorgeben, wenn diese aus Material mit einem über dem Durchmesser variierenden Schmelzpunkt aufgebaut sind, wobei der Schmelzpunkt vorzugsweise von innen nach außen abnimmt. Im einfachsten Fall läßt sich dies mit mehrschalig oder mehrschichtig aufgebauten Partikeln realisieren, wobei durch einen stufenförmigen Verlauf des Schmelzpunkts, vorzugsweise eine stufenförmige Abnahme des Schmelzpunkts von innen nach außen, das Volumen des aufzuschmelzenden Materials und das Volumen des unaufgeschmolzenen Kerns festlegbar ist, so daß auch damit die Porengröße festlegbar ist.

Hinsichtlich der Größe der Pulverpartikel für das Plasmaspritzen wurden bislang keine näheren Angaben gemacht. So sieht eine vorteilhafte Lösung vor, daß als Pulverpartikel solche mit einer mittleren Partikelgröße zwischen ungefähr 3 µm und ungefähr 300 µm verwendet werden.

Vorzugsweise findet eine mittlere Partikelgröße zwischen ungefähr 50 µm und ungefähr 200 µm Verwendung.

Im Zusammenhang mit den bislang erläuterten Ausführungsbeispielen wurde lediglich davon gesprochen, eine Kapillarschicht als solche herzustellen.

Beispielsweise könnte eine derartige Kapillarschicht direkt auf dem Träger aufgetragen werden.

Das ohnehin für die Herstellung der Kapillarschicht verwendete Plasmaspritzen macht es nun in besonders einfacher Art und Weise möglich, vor einem Auftragen der Kapillarschicht auf einem Träger für diese eine Haftschrift mittels

- 12 -

Plasmaspritzen aufzutragen. Eine derartige Haftschrift hat den Vorteil, daß einerseits ein guter mechanischer Kontakt zwischen der Kapillarschicht und dem Träger entsteht und andererseits auch ein guter thermischer Kontakt, so daß eine hohe mechanische und dauerfeste Verbindung zwischen der Kapillarschicht und dem Träger erhältlich ist.

Die Haftschrift kann prinzipiell aus einem Material sein, das sich von dem Material der Kapillarschicht unterscheidet. Eine besonders günstige Lösung sieht jedoch vor, daß die Haftschrift aus demselben Pulvermaterial wie die Kapillarschicht hergestellt ist.

Auch hinsichtlich der Porosität sind an die Haftschrift andere Anforderungen zu stellen. Die Haftschrift kann als poröse Schicht ausgebildet sein, sie muß jedoch nicht notwendigerweise als poröse Schicht ausgebildet sein. So ist es besonders vorteilhaft, wenn die Haftschrift beispielsweise als durchgehende Schicht hergestellt wird und somit noch eine zusätzliche Schutzschicht zwischen dem Gehäuse und der Kapillarschicht bildet und somit auch noch das Material des Gehäuses gegen Reaktionen mit dem Wärmeträgermedium schützt, was insbesondere dann von Vorteil ist, wenn die Wärmeröhre bei hohen Temperaturen eingesetzt werden und andererseits erlaubt, für das Gehäuse Materialien zu verwenden, die bei direktem Kontakt zwischen Gehäuse und Wärmeträgermedium, beispielsweise aufgrund von Korrosionserscheinungen oder anderen chemischen Reaktionen, nicht verwendbar wären.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, daß die Haftschrift mit einer Dicke von mehr als ungefähr 10 µm hergestellt wird.

- 13 -

Hinsichtlich der verwendeten Pulverpartikel für das Aufbringen der Haftschrift mittels Plasmaspritzen ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Haftschrift aus Pulverpartikeln einer mittleren Größe zwischen ungefähr 5 µm und ungefähr 50 µm hergestellt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders dazu eine Kapillarschicht mit einer sich in einer vorgegebenen Richtung ändernden mittleren Porengröße herzustellen, um damit - wie bereits beschrieben - die Wirkung der Kapillarschicht im Wärmerohr zu verbessern.

Bei Verwendung einer Haftschrift hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Kapillarschicht von der Haftschrift ausgehend mit zunehmend kleiner werdender mittlerer Porengröße hergestellt wird und somit ein Gradient innerhalb der Kapillarschicht hergestellt wird, der mit keinem anderen Verfahren einfacher und effizienter hergestellt werden kann als mit Plasmaspritzen, da - wie bereits ausgeführt - die Porengröße durch Variation der Betriebsparameter beim Plasmaspritzen einstellbar ist.

Hinsichtlich der Herstellung des Wärmerohrs selbst wurden bislang keine näheren Angaben gemacht. So sieht eine vorteilhafte Lösung vor, daß die Kapillarschicht als Teil eines Einsatzes hergestellt und dann in das Gehäuse eingesetzt wird.

Eine derartige, Teil eines Einsatzes bildende Kapillarschicht läßt sich beispielsweise in einfacher Weise dadurch herstellen, daß die Kapillarschicht durch Plasmaspritzen auf einen mit Trennmittel versehenen Formkörper aufgetragen und

- 14 -

nach Erstarren zum Einsetzen in das Gehäuse von diesem abgenommen wird. Damit ist in einfacher Weise durch das thermische Plasmaspritzen eine einen Formkörper darstellende Kapillarschicht herstellbar.

Eine Alternative zu der vorstehend beschriebenen Variante zur Herstellung eines Wärmerohrs sieht vor, daß das die Kapillarstruktur umfassende Gehäuse aus mindestens zwei Teilen zusammengesetzt wird, von denen mindestens eines auf seiner Innenseite mit der Kapillarschicht versehen, im einfachsten Fall innenbeschichtet, wird. Die zwei Teile des Gehäuses lassen sich dabei in einfacher Weise durch jede Art von Fügen, beispielsweise Schweißen miteinander zu einem geschlossenen Gehäuse verbinden.

Im Zusammenhang mit den bislang beschriebenen Verfahren zur Herstellung der Wärmerohre wurde nicht darauf eingegangen, wie die Dampfkanäle hergestellt werden. Beispielsweise ist es denkbar, die Kapillarschicht rohrförmig auszubilden, so daß sie automatisch einen im Innern des Rohrs liegenden Dampfkanal umschließt.

Bei komplexeren konstruktiven Lösungen, beispielsweise bei koaxialen Wärmerohren ist jedoch vorzugsweise die Kapillarschicht gesondert mit mindestens einem, vorzugsweise mehreren Dampfkanälen zu versehen.

So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Kapillarschicht durch teilweises Abtragen derselben mit einem Dampfkanal versehen wird.

- 15 -

Alternativ dazu ist es aber auch denkbar, die Kapillarschicht durch Einsetzen einer Maske beim Plasmaspritzen mit einem Dampfkanal zu versehen.

Eine andere Möglichkeit sieht vor, daß die Kapillarschicht durch Umspritzen eines herauslösbaren Körpers mit einem Dampfkanal versehen wird.

Weitere Merkmale und Vorteile sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 den grundsätzlichen Aufbau eines in Längsrichtung aufgebrochenen Wärmerohrs;
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmerohrs;
- Fig. 3 einen Schnitt längs Linie 3-3 durch das Wärmerohr gemäß Fig. 2;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung der Herstellung einer erfindungsgemäßen Kapillarschicht mittels eines HF-Plasmabrenners;
- Fig. 5 eine schematisch dargestellte mikroskopische Struktur im Querschnitt durch die erfindungsgemäß hergestellte Kapillarschicht;

- 16 -

- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Pulverpartikels aus unterschiedliche Schmelzpunkte aufweisendem Material;
- Fig. 7 eine schematisch dargestellt mikroskopische Struktur ähnlich Fig. 5 bei Verwendung von Pulverpartikeln gemäß Fig. 6;
- Fig. 8 eine schematische Darstellung der Herstellung eines Einsatzes umfassend eine erfindungsgemäße Kapillarschicht;
- Fig. 9 einen Querschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmerohrs;
- Fig. 10 eine Darstellung einer Variante des zweiten Ausführungsbeispiels;
- Fig. 11 eine schematische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Wärmerohrs im Querschnitt;
- Fig. 12 einen Schnitt längs Linie 12-12 in Fig. 11;
- Fig. 13 einen halbseitigen Querschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmerohrs;
- Fig. 14 einen Schnitt längs Linie 14-14 in Fig. 13;

- 17 -

Fig. 15 eine schematische ausschnittsweise Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung der Kapillarschicht mit Arterien des vierten Ausführungsbeispiels;

Fig. 16 einen halbseitigen Querschnitt durch ein fünftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmerohrs und

Fig. 17 einen Schnitt längs Linie 17-17 in Fig. 16.

Ein in Fig. 1 als Ganzes mit 10 bezeichnetes Wärmerohr umfaßt ein Gehäuse 12, beispielsweise ausgebildet als langgestreckter Zylinder, mit Zylinderwänden 14 und Abschlußwänden 16 und 18. In dem geschlossenen Gehäuse 12 ist eine als Ganzes mit 20 bezeichnete Kapillarstruktur vorgesehen, welche zumindest in einem Verdampfungsbereich 22 und in einem Kondensationsbereich 24 mit einem entsprechenden Gehäusebereich 26 bzw. 28 in gutem Wärmekontakt verbunden ist.

Die Zufuhr von Wärme zu dem den Verdampfungsbereich 22 umgebenden Gehäusebereich 26 führt zum Verdampfen eines von der Kapillarstruktur 20 im Verdampfungsbereich 22 durch Kapillarkräfte gehaltenen Wärmeträgermediums unter Ausbildung eines Dampfstroms 30, welcher in einem von der Kapillarstruktur 20 umschlossenen Dampfkanal 32 zum Kondensationsbereich 24 strömt und dort unter Abgabe von Wärme an den den Kondensationsbereich 24 umgebenden Gehäusebereich 28 wieder in der Kapillarstruktur 20 auskondensiert. Die Kapillarstruktur 20 ist nunmehr in der Lage, durch Kapillarkräfte das kondensierende Wärmeträgermedium zum Verdampfungsbereich 22 zu transportieren.

- 18 -

Bei einem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Wärmerohrs, dargestellt in Fig. 2 und 3, ist die Kapillarstruktur 20 durch einen Einsatz 40 gebildet, welcher in das Gehäuse 12 derart eingesetzt ist, daß eine Außenseite 42 des Einsatzes an einer Innenseite 44 der Zylinderwände 14 in Wärmekontakt anliegt.

Ferner sind die Abschlußwände 16 und 18 auf ihrer Innenseite ebenfalls mit einer Kapillarstruktur 46 bzw. 48 versehen, welche bei endseitig auf die Zylinderwände 14 aufgesetzten Abschlußwänden 16 und 18 in Kontakt mit der Kapillarstruktur 20 des Einsatzes 14 steht, so daß eine Kapillarkapillarwirkung auch über die Kapillarstrukturen 46 und 48 mit dem Einsatz 40 gegeben ist.

Sowohl die Kapillarstruktur des Einsatzes 40 als auch die Kapillarstrukturen 46 und 48 sind in Form einer Kapillarschicht 50 durch thermisches Hochfrequenzplasmaspritzen mittels eines Hochfrequenzplasmabrenners 60, dargestellt in Fig. 4 hergestellt.

Der Hochfrequenzplasmabrenner 60 umfaßt einen Gasverteilerkopf 62, welcher von einem Pulverzuführrohr 64 durchsetzt ist. Durch das Pulverzuführrohr wird ein Strom 66 aus Pulverpartikeln und einem Trägergas zugeführt.

Das Pulverzuführrohr 64 ist umgeben von einem vom Gasverteilerkopf 62 umfaßten Zwischenrohr 68 durch welches ein Strom 70 von Zentralgas zur Bildung des Plasmas und zur Stabilisierung der Entladung zugeführt wird.

- 19 -

Ferner wird zwischen dem Zwischenrohr 68 und einem Außenrohr 72 ein Strom 74 von Schutzgas zugeführt, welcher eine Innenseite 76 des Außenrohrs 72 kühlt.

Das Außenrohr 72 ist ferner im Bereich einer Mündungsöffnung 78 des Pulverzufuhrrohrs von einer HF-Spule 80 umgeben, welche an einen HF-Generator angeschlossen ist. Durch diese HF-Spule 80 erfolgt eine Einkopplung von Hochfrequenz zur Erzeugung eines Plasmazyinders im Bereich der Mündungsöffnung 78 des Pulverzufuhrrohrs 64, wobei aufgrund des Skineffekts in dem Strom 70 des Zentralgases zur Bildung des Plasmas nur in einer äußeren Schicht desselben eine Energieeinkopplung aufgrund von induzierten Wirbelströmen erfolgt. Die Frequenz, bei welcher die HF-Spule 80 gespeist wird liegt dabei im Bereich von ungefähr 100 kHz bis einige MHz, wobei bei üblicher Geometrie Plasmatemperaturen um 10 000 K erreicht werden.

Stromabwärts der HF-Spule 80 ist dann noch eine Ausgangsdüse 82 des HF-Plasmabrenners 60 vorgesehen, welche nur schematisch angedeutet ist, und dazu dient, eine Druckeinstellung zwischen einem von der HF-Spule umgebenden Brennerinnenraum 84 und einem Freistrahلبereich 86 eines sich ausbildenden Plasmastrahls 88 vorzunehmen.

Mit einem derartigen HF-Plasmabrenner 60 lassen sich elektrodenlos, und somit unter Vermeidung von Verunreinigungen auch relativ große Partikel aufschmelzen, wobei das relativ voluminöse Plasma im Brennerinnenraum 84 und die relativ lange Partikelverweilzeit in dem heißen Plasmabereich die Aufschmelzung von Pulverpartikeln in einer Größe von mehreren 100 µm begünstigen.

- 20 -

Eine mit einem derartigen HF-Plasmabrenner 60 hergestellte Kapillarschicht 50 weist, wie in Fig. 5 dargestellt, eine Vielzahl von Pulverpartikeln 100 auf, welche mit einer Schmelzschicht 102 überzogen sind, wobei die Schmelzschicht 102 die jeweiligen Pulverpartikel 100 zumindest in Teilbereichen ihrer Oberfläche umgibt und sich außerdem nicht über ein Pulverpartikel 100 sondern zumindest auch über ein weiteres benachbartes Pulverpartikel 100 erstreckt und somit einen zumindest teilweisen oberflächlichen Überzug über die Pulverpartikel 100 bildet, der diese zusammenhält, so daß sich zwischen den Pulverpartikeln 100, teilweise überzogen mit den Schmelzschichten 102, Poren 104 vorzugsweise um weniger als einen Faktor zwei variierender Größe bilden, und somit insgesamt die Kapillarschicht 50 entsteht, die eine offenporige Struktur aufweist und somit als Kapillarstruktur zu dienen in der Lage ist.

Mit dem erfindungsgemäßen thermischen HF-Plasmaspritzen ist es besonders vorteilhaft möglich, einerseits die Pulverpartikel oberflächlich anzuschmelzen und damit aus demselben Material, aus welchem die Pulverpartikel 100 selbst aufgebaut sind, die äußere Schmelzschicht 102 zu schaffen, welche in der Lage ist, in der Kapillarschicht 50 die Pulverpartikel 100 miteinander zu verbinden. Andererseits bleiben die Pulverpartikel 100 selbst erhalten und weisen mit Ausnahme ihrer Schmelzschicht 102 eine gegenüber vor dem Plasmaspritzen unveränderte Kristallstruktur auf.

Ferner ist der Vorteil beim thermischen HF-Plasmaspritzen darin zu sehen, daß die Schmelzschicht 102 nur im Millisekundenbereich im schmelzflüssigen Zustand ist und dann in der Kapillarschicht 50 selbst schnell aufgrund des Abkühlens

- 21 -

in die Erstarrung übergeht, so daß keinerlei Gefahr einer Verzunderung besteht. Ferner wird damit auch die Gefahr chemischer Reaktionen und Diffusionen und somit die Bildung nachteiliger Phasen und Grobstrukturen verhindert.

Schließlich läßt sich die Porosität über die Größe der Pulverpartikel und den Grad des oberflächlichen Anschmelzens derselben je nach Anwendungsfall einstellen.

Die Porosität und die Kapillarstruktur der Kapillarschicht läßt sich insbesondere über die Brennerbetriebsparameter, wie Menge des Zentralgases und Zusammensetzung desselben, eingekoppelte HF-Leistung, Druck im Brennerinnenraum 84 des HF-Plasmabrenners 60, und im Freistrahلبereich 86 des Plasmastrahls 88, dem Abstand zwischen aufzubauender Kapillarschicht 50 und der Austrittsdüse und die Größe der Pulverpartikel, die mit dem Strom 66 zugeführt werden, einstellen.

Somit lassen sich großflächige Kapillarschichten mit definiertem Aufbau und gleichmäßiger Qualität einerseits schnell und andererseits endkonturnah herstellen.

Noch vorteilhafter läßt sich eine erfindungsgemäße Kapillarschicht dann herstellen, wenn die Pulverpartikel 100' aus einem Kern 101a und einer Schale 101b aufgebaut sind (Fig. 6), wobei die Schale 101b aus einem Material ist, dessen Schmelzpunkt niedriger liegt als der des Kerns 101a, so daß die Parameter beim Plasmaspritzen so gewählt werden können, daß das Material der Schale 101b im wesentlichen aufschmilzt und die Schmelzschicht 102' bildet, das Material des Kerns 101a jedoch unaufgeschmolzen bleibt und somit über das Volumenverhältnis Schale 101b zu Kern 101a die Größe der Poren 104' der Kapillarstruktur definierbar ist (Fig. 7).

- 22 -

Beispielsweise erfolgt die Herstellung des Einsatzes 40, wie in Fig. 8 dargestellt, durch Aufspritzen der Kapillarschicht 50 auf einem Dorn 110 mit einer zylindrischen Außenfläche 112, auf welche ein Trennmittel 114 aufgetragen ist.

Die über den gesamten Umfang des Dorns 110 aufgetragene Kapillarschicht 50 mit ungefähr gleicher Dicke bildet somit ein zylindrisches Teil, welches aufgrund des Trennmittels 114 von dem Dorn 110 abziehbar und als Einsatz 40 in die Zylinderwände 14 einschiebbar ist. Hierzu wird die erforderliche Dimension der Außenseite 42 des Einsatzes 40 weitgehend durch die Dicke der aufgetragenen Kapillarschicht bestimmt und gegebenenfalls noch durch mechanische Nachbearbeitung so geformt, daß der Einsatz 40 mit gutem Wärmekontakt an der Innenseite 44 der Zylinderwände 14 anliegt.

Dies läßt sich besonders vorteilhaft dann erreichen, wenn die Außenseite 42 des Einsatzes 40 bezüglich einer Zylinderachse 116 des Dorns 110 konisch ausgebildet wird und andererseits im Gegenzug ebenfalls die Innenseite 44 der Zylinderwände 14, so daß beim Einschieben des Einsatzes 40 in Richtung der Zylinderachse 116, welche gleichzeitig die Symmetrieachse auch der Zylinderwände 14 darstellt, ein flächiges Anliegen der Außenseite 42 an der Innenseite 44 ergibt.

Alternativ zum Herstellen eines Einsatzes 40 und Einsetzen desselben in das Gehäuse 12 läßt sich ein in Fig. 1 dargestelltes Wärmerohr auch dadurch herstellen, daß, wie in Fig. 9 dargestellt, das Gehäuse 12 aus zwei Zylinderhälften 120

- 23 -

und 122 hergestellt ist, wobei diese Zylinderhälften 120 und 122 so zusammensetzbar sind, daß sich eine Fügeebene 124 bildet, welche durch die Längsachse 116 des Gehäuses hindurchverläuft.

Diese beiden Zylinderhälften 120 und 122 lassen sich vor ihrem Zusammensetzen unter Bildung der Fügeebene 124 auf ihren Innenseiten 126 und 128 mit der Kapillarschicht 50 durch thermisches HF-Plasmaspritzen in einfacher Weise versehen. Die Kapillarschicht 50 läßt sich dabei, wie in Fig. 7 dargestellt, unmittelbar auf die Innenseiten 126 und 128 der Zylinderhälften 120, 122 aufspritzen.

Eine vorteilhafte Variante des zweiten Ausführungsbeispiels sieht, wie in Fig. 10 dargestellt, vor, daß zunächst auf die jeweilige Innenseite, beispielsweise die Innenseite 128, eine Haftschrift 130 aufgetragen wird, auf welche dann die Kapillarschicht 50 folgt.

Vorzugsweise ist die Haftschrift 130 aus demselben Material wie die Kapillarschicht, jedoch aus Pulverpartikeln kleineren Durchmessers, wobei zum Aufbringen der Haftschrift 130 das thermische HF-Plasmaspritzen so geführt wird, daß die Haftschrift 130 eine geringere oder sogar gar keine Porosität aufweist, und die jeweilige Innenseite, beispielsweise die Innenseite 128 der Gehäusehälfte 122, durchgehend überdeckt. Auf diese Haftschrift läßt sich dann in einfacher Art und Weise durch Verwenden eines größeren Partikeldurchmessers und nur oberflächliches Aufschmelzen der Partikel die Kapillarschicht 50 auftragen, die auf der Haftschrift 130 besonders festen Halt findet, somit dient die Haftschrift 130 nicht nur

- 24 -

zur Fixierung der Kapillarschicht 50 auf der jeweiligen Innenseite, beispielsweise der Innenseite 128, sondern außerdem auch dazu, eine gute Wärmeleitung zwischen der Kapillarschicht 50 und dem jeweiligen Gehäuse sicherzustellen.

Ein drittes Ausführungsbeispiel, dargestellt in Fig. 11 und 12 betrifft ein koaxiales Wärmerohr, bei welchem das Gehäuse 212 durch zwei koaxial zueinander verlaufende und ineinandergesteckte sowie endseitig verschlossene Zylinderwände 214 und 216 gebildet ist, wobei jede der Zylinderwände 214 und 216 auf ihrer dem Dampfkanal 32 zugewandten Innenseite 218 bzw. 220 mit einer Kapillarstruktur 222 bzw. 224 versehen ist, wobei dann zwischen den Kapillarstrukturen der Dampfkanal 32 liegt.

Die Kapillarschichten 222 und 224 sind dann ihrerseits noch zusätzlich über radial zur Zylinderachse 116 verlaufende ringförmige verbindende Kapillarstrukturen 226 oder 228 verbunden, wobei die Kapillarstruktur 226 durch eine Kapillarschicht gebildet ist, die auf einer endseitigen Abflußwand sitzt, während die Kapillarstruktur 228 ein zusätzlich eingesetztes Element, beispielsweise aus einem bislang bekannten Netzmaterial darstellt, welches an den Kapillarschichten 222 sowie 224 jeweils anliegt und damit ebenfalls eine Verbindung zwischen diesen gewährleistet.

Vorzugsweise werden auch bei dem dritten Ausführungsbeispiel die Innenseiten 218 und 220 der Zylinderwände 214 bzw. 216 dadurch mit den Kapillarschichten 222 bzw. 224 versehen, daß jeweils Zylinderhalbschalen durch thermisches

- 25 -

HF-Plasmaspritzen mit der Kapillarschicht versehen werden, die in gleicher Weise ausgebildet wird wie im Detail im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

Bei einem vierten Ausführungsbeispiel, dargestellt in Fig. 13 und 14 ist das Wärmerohr ebenfalls ein koaxiales Wärmerohr, wobei zwischen der Kapillarstruktur 224 und der Kapillarstruktur 222 radial zur Zylinderachse 116 verlaufende und als Kapillarstruktur wirksame sogenannte Arterien 230 vorgesehen sind, welche über den gesamten Umfang verteilt jeweils die Kapillarschichten 222 und 224 miteinander verbinden.

Bei dem vierten Ausführungsbeispiel sind die Arterien 230 beispielsweise dadurch ausgebildet, daß sie einstückig an die Kapillarschicht 224 angeformt sind.

Derartige Arterien 230 lassen sich beispielsweise dadurch herstellen, daß zunächst eine Kapillarschicht 224 mit einer Dicke aufgetragen wird, welche die radiale Erstreckung der Arterien 230 mitumfaßt und dann Nuten 232 zwischen den Arterien durch lokales Abtragen der Kapillarschicht 224 hergestellt werden, so daß einerseits die Innenseite 220 überdeckende Kapillarschicht 224 stehenbleibt und andererseits die an diese einstückig angeformten Arterien 230, welche beim Zusammensetzen des Wärmerohrs dann eine derartige radiale Erstreckung aufweisen, daß sie an einer Innenseite 234 der Kapillarschicht 222 berührend anliegen und ein kapillarer Kontakt zwischen den Arterien 230 und der Kapillarschicht 222 besteht.

- 26 -

Alternativ dazu ist, wie in Fig. 15 dargestellt, bei einer Variante des vierten Ausführungsbeispiels vorgesehen, zunächst die Kapillarschicht 224 aufzutragen und dann auf diese Maskenkörper 236 aufzulegen, zwischen welchen Zwischenräume verbleiben, in denen sich bei Fortsetzung des thermischen HF-Plasmaspritzens dann die Arterien 230 bilden. Die Maskenkörper 236 lassen sich dann nach Aufbau der Arterien 230 entfernen.

Beispielsweise sind derartige Maskenkörper 236 aus Graphit ausgebildet, das sich nach Fertigstellung der Arterien durch thermisches HF-Plasmaspritzen thermisch entfernen läßt, ohne die Kapillarschicht und die Arterien 230 zu verändern.

Bei einem fünften Ausführungsbeispiel, dargestellt in Fig. 16 und 17 sind Arterien 240 aus mehreren Lagen von Netzmaterial, welches üblicherweise bei Wärmerohren als Kapillarstruktur Verwendung findet, gebildet, wobei dieses Netzmaterial jeweils C-förmig geformt und beispielsweise mit einem Schenkel 242 mit beispielsweise der Kapillarschicht 224 verbunden wird. Die Verbindung mit der Kapillarschicht 224 erfolgt beispielsweise durch Punktschweißen im Bereich des Schenkels 242 der entsprechenden Arterie 240. Es ist aber auch denkbar, den jeweiligen Schenkel 242 der jeweiligen Arterie 240 während des thermischen HF-Plasmaspritzens in die Kapillarschicht 224 miteinzubetten und damit bereits die jeweilige Arterie 240 in der durch thermisches HF-Plasmaspritzen hergestellten Kapillarschicht 224 zu verankern.

- 27 -

Der andere Schenkel 244 der jeweiligen Arterie liegt dann beim Zusammenbau des Wärmerohrs an der jeweiligen Innenseite 234 der Kapillarschicht 222 so an, daß ein Kapillarkontakt zwischen dem jeweiligen Schenkel 244 und der Kapillarschicht 222 besteht.

Im übrigen ist das fünfte Ausführungsbeispiel in gleicher Weise ausgebildet wie das dritte und vierte Ausführungsbeispiel, so daß bezüglich der Beschreibung weiterer Teile auf die Ausführungen hierzu Bezug genommen wird.

Sowohl beim vierten als auch beim fünften Ausführungsbeispiel sind die Arterien, wie in den Fig. 14 und 16 dargestellt, jeweils noch in azimuthaler Richtung mit Durchbrüchen 250 versehen, welche somit einen azimuthalen Dampfstrom und nicht nur einen Dampfstrom in radialer Richtung zur Zylinderachse 116 oder parallel zu dieser zulassen.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Wärmerohr zum Transport von Wärme von einem Verdampfungsbereich zu einem Kondensationsbereich, umfassend ein Gehäuse mit Gehäusewänden, eine in dem Gehäuse angeordnete und im Verdampfungsbereich sowie im Kondensationsbereich jeweils mit der entsprechenden Gehäusewand thermisch gekoppelte Kapillarstruktur, einen in dem Gehäuse angeordneten und vom Verdampfungsbereich zum Kondensationsbereich führenden Dampfkanal sowie einem Wärmetransportmedium,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Kapillarstruktur (20) eine durch thermisches Plasmaspritzen von Pulverpartikeln (100) hergestellte offeneporige Kapillarschicht (50, 222, 224) ist.
2. Wärmerohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50, 222, 224) aus Pulverpartikeln (100) aus metallischem Ausgangsmaterial hergestellt ist.
3. Wärmerohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50, 222, 224) aus Pulverpartikeln aus keramischem Ausgangsmaterial hergestellt ist.
4. Wärmerohr nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50) durch oberflächliches Anschmelzen und die dabei sich bildende und zumindest teilweise über benachbarte Pulverpartikel (100) verlaufende Schmelzschicht (102) miteinander verbundene Pulverpartikel (100) aufweist.

- 29 -

5. Wärmerohr nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel (100) in der Kapillarschicht (50, 222, 224) jeweils unterhalb der Schmelzschicht (102) eine gegenüber dem Zustand vor dem Plasmaspritzen unveränderte Kristallstruktur aufweisen.
6. Wärmerohr nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelzschicht (102') aus einem Material gebildet ist, dessen Schmelzpunkt unterhalb dem eines Kerns (101a) des Pulverpartikels in der Kapillarschicht (50, 222, 224) liegt.
7. Wärmerohr nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel (100) eine mittlere Partikelgröße im Bereich von ungefähr 30 μm bis ungefähr 300 μm aufweisen.
8. Wärmerohr nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel eine mittlere Partikelgröße im Bereich von ungefähr 50 μm bis ungefähr 200 μm aufweisen.
9. Wärmerohr nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50, 222, 224) Poren (104) mit einer mittleren Größe im Bereich zwischen ungefähr 10 μm und ungefähr 1000 μm aufweist.
10. Wärmerohr nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50, 222, 224) Poren (104) mit einer mittleren Größe im Bereich zwischen ungefähr 50 μm bis einige Hundert μm aufweist.

- 30 -

11. Wärmerohr nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Kapillarschicht (50) und einem Träger (122) eine Haftschrift (130) mittels Plasmaspritzen aufgetragen ist.
12. Wärmerohr nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (130) aus demselben Pulvermaterial wie die Kapillarschicht (50) hergestellt ist.
13. Wärmerohr nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (130) als durchgängige Schicht ausgebildet ist.
14. Wärmerohr nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (130) eine Dicke von mehr als ungefähr 10 µm aufweist.
15. Wärmerohr nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (130) Pulverpartikel mit einer mittleren Größe im Bereich zwischen ungefähr 5 µm und ungefähr 50 µm aufweist.
16. Wärmerohr nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50) eine sich in einer vorgegebenen Richtung ändernde Größe der Poren (104) aufweist.
17. Wärmerohr nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50) Teil eines in das Gehäuse (12) einsetzbaren Einsatzes (40) ist.

- 31 -

18. Wärmerohr nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse aus zwei Teilen (120, 122) zusammengesetzt ist, und das mindestens eines der Teile auf einer Innenseite mit der Kapillarschicht (50) versehen ist.
19. Wärmerohr nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei zwei einander gegenüberliegenden Kapillarschichten (222, 224) eine (224) mit einem Arterienelement (230, 240) fest verbunden ist, während dieses an der anderen (222) mit Kapillarkontakt anliegt.
20. Wärmerohr nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Arterienelement (230) einstückig an die dieses tragende Kapillarschicht (224) angeformt ist.
21. Verfahren zur Herstellung eines Wärmerohrs zum Transport von Wärme von einem Verdampfungsbereich zu einem Kondensationsbereich, umfassend ein Gehäuse mit Gehäusewänden, eine in dem Gehäuse angeordnete und im Verdampfungsbereich sowie im Kondensationsbereich jeweils mit der entsprechenden Gehäusewand thermisch gekoppelte Kapillarstruktur, einen in dem Gehäuse angeordneten und vom Verdampfungsbereich zum Kondensationsbereich führenden Dampfkanal und ein Wärmetransportmedium, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarstruktur (20) durch thermisches Plasmaspritzen von Pulverpartikeln (100) als offeneporige Kapillarschicht (50, 222, 224) hergestellt wird.

- 32 -

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasmaspritzen ein HF-Plasmaspritzen ist.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasmaspritzen so ausgeführt wird, daß die Pulverpartikel (100) oberflächlich angeschmolzen werden, so daß sich in der Kapillarschicht (50, 222, 224) eine im erstarrten Zustand die Pulverpartikel (100) verbindende Schmelzschicht (102) bildet.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasmaspritzen derart durchgeführt wird, daß die Pulverpartikel (100) unterhalb der Schmelzschicht (102) eine Kristallstruktur aufweisen, welche der der Pulverpartikel (100) vor dem Plasmaspritzen entspricht.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasmaspritzen mit Pulverpartikeln (100') erfolgt, die einen sich von innen nach außen ändernden Schmelzpunkt aufweisen.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß als Pulverpartikel (100) solche mit einer mittleren Partikelgröße von ungefähr 30 µm bis ungefähr 300 µm verwendet werden.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß vor einem Auftragen der Kapillarschicht (50) auf einem Träger (122) für diese eine Haftschicht (130) mittels Plasmaspritzen aufgetragen wird.

- 33 -

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (130) aus demselben Pulvermaterial wie die Kapillarschicht (50) hergestellt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (130) als durchgehende Schicht hergestellt wird.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (130) mit einer Dicke von mehr als 10 µm hergestellt wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (130) aus Pulverpartikeln mit einer mittleren Größe zwischen ungefähr 5 µm und ungefähr 50 µm hergestellt wird.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50) mit einer sich in einer vorgegebenen Richtung ändernden mittleren Porengröße hergestellt wird.
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50) als Teil eines Einsatzes (40) hergestellt und dann in das Gehäuse (12) eingesetzt wird.
34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht (50) auf einem mit Trennmittel versehenen Formkörper (110) aufgetragen und zum Einsetzen in das Gehäuse (12) von diesem abgenommen wird.

- 34 -

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (12) aus zwei Teilen (120, 122) zusammengesetzt wird, von denen mindestens eines vorher auf seiner Innenseite (126, 128) mit der Kapillarschicht (50) versehen wird.
36. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht durch mechanisches Abtragen von Teilen derselben mit einem Dampfkanal versehen wird.
37. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht durch Verwenden einer Maske beim Plasmaspritzen mit einem Dampfkanal versehen wird.
38. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapillarschicht durch Umspritzen eines herauslösbaren Körpers mit einem Dampfkanal versehen wird.

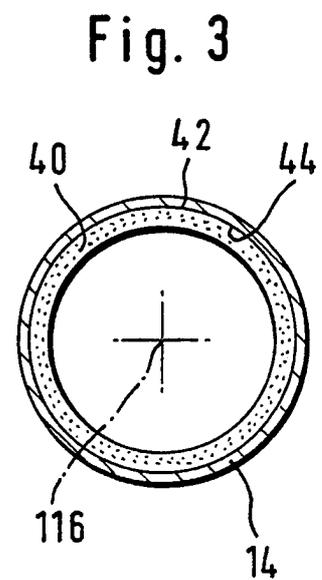
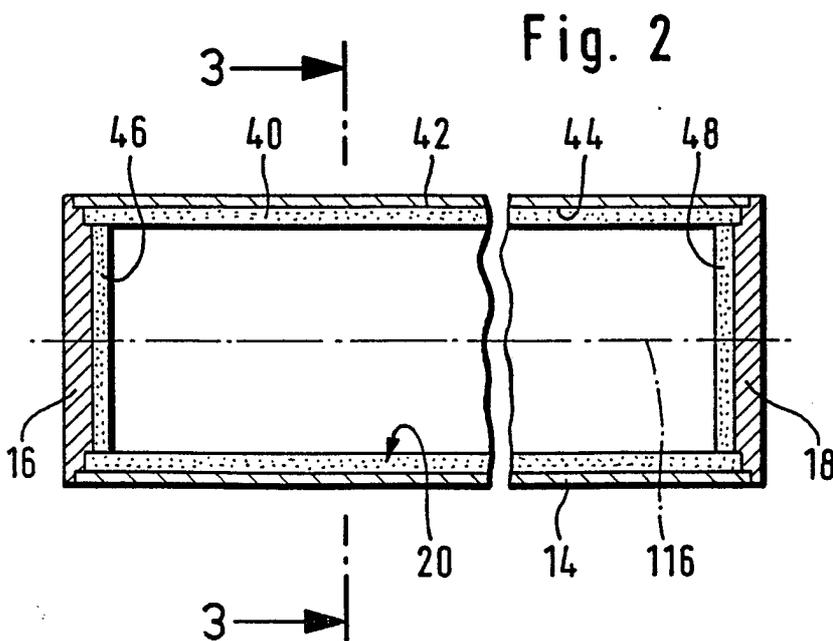
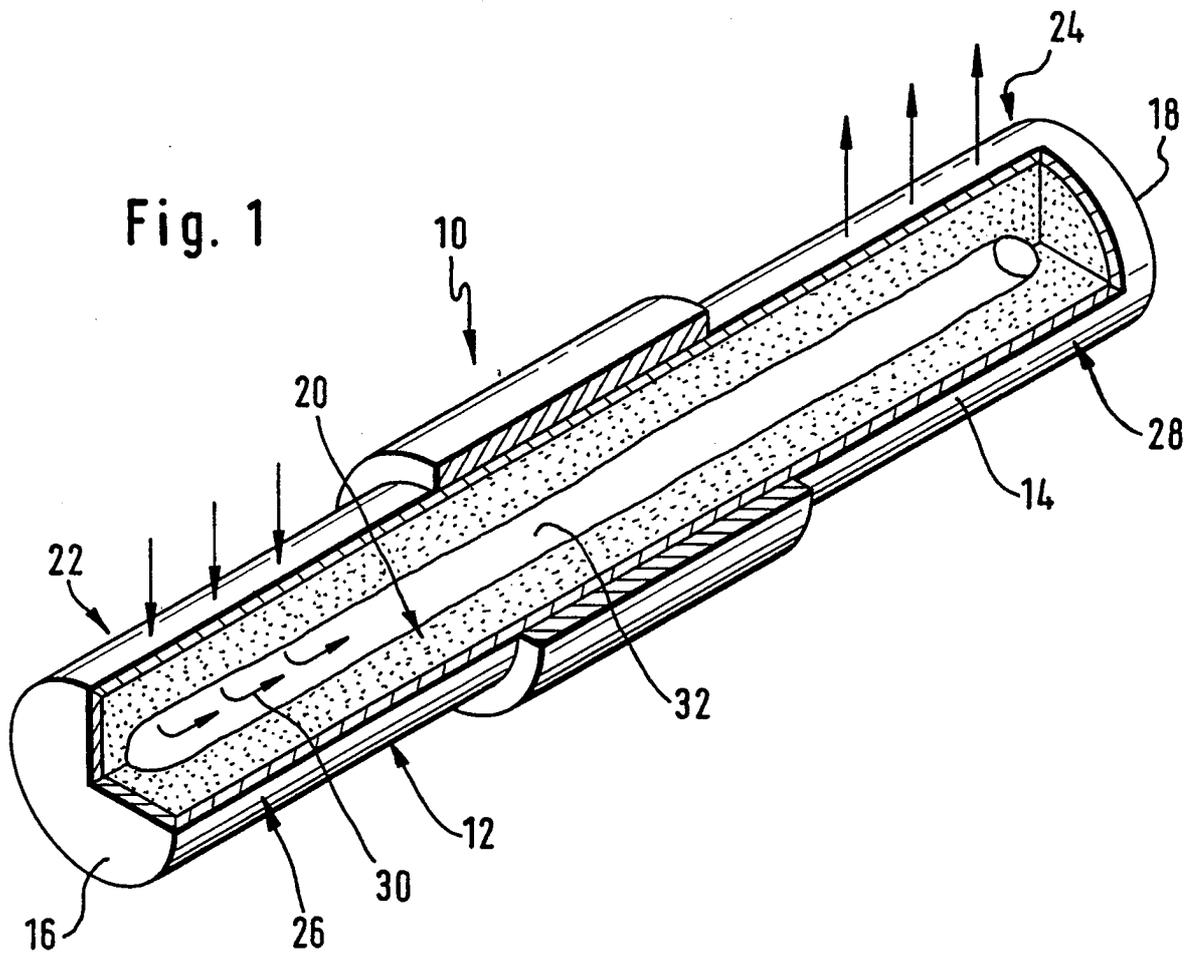


Fig. 4

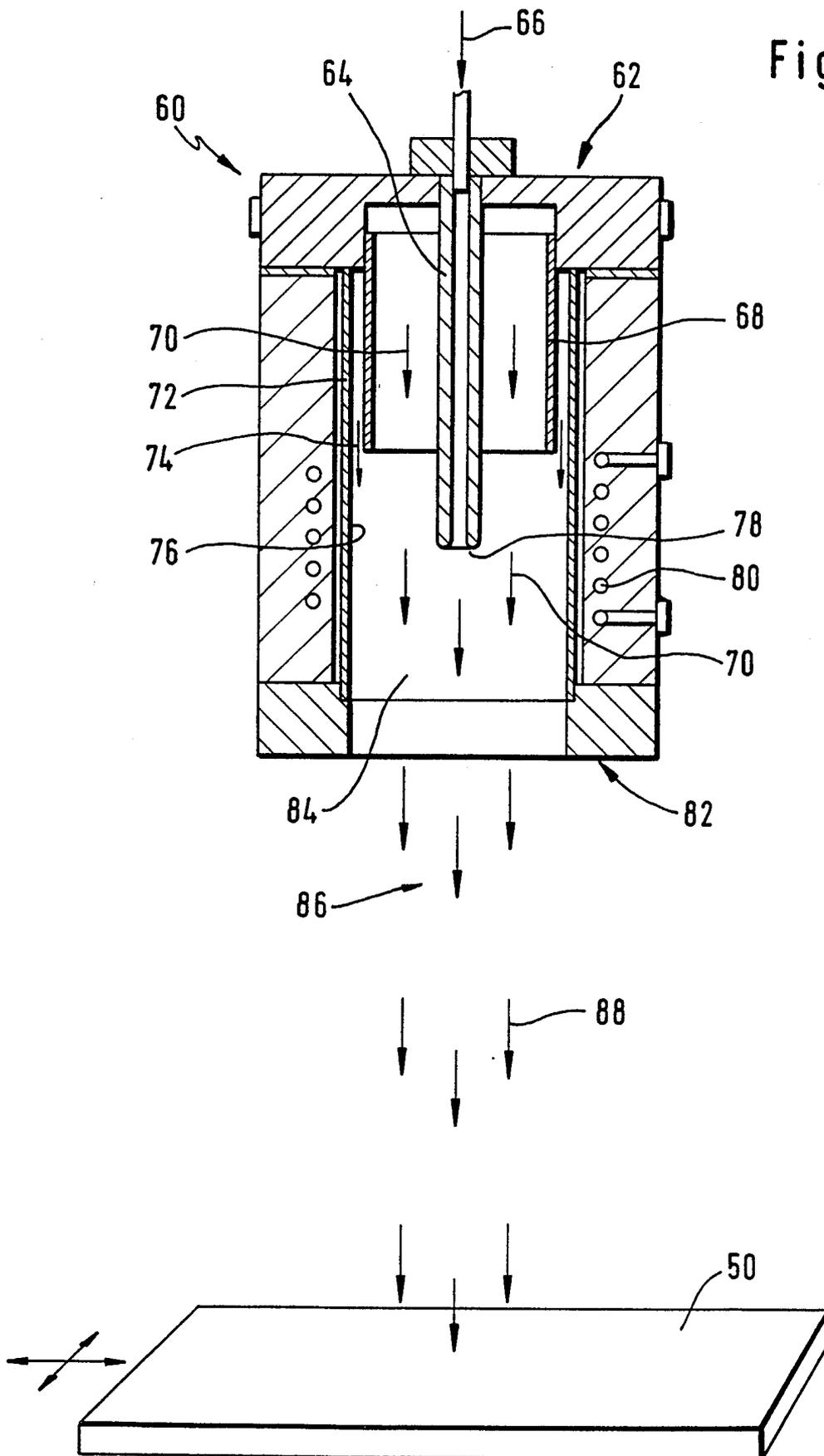


Fig. 6

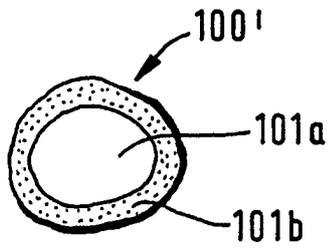


Fig. 7

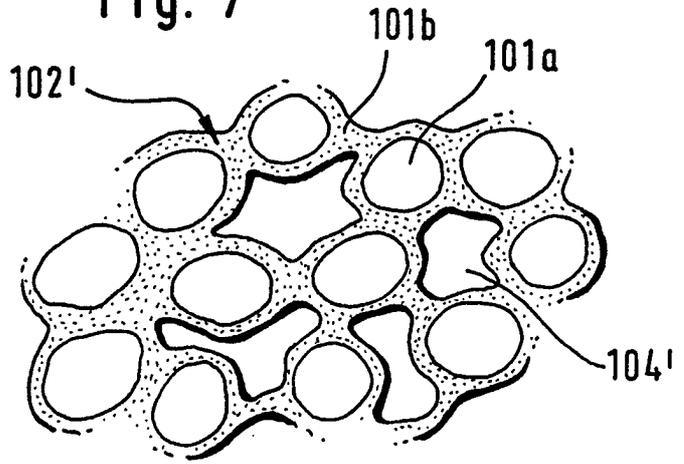
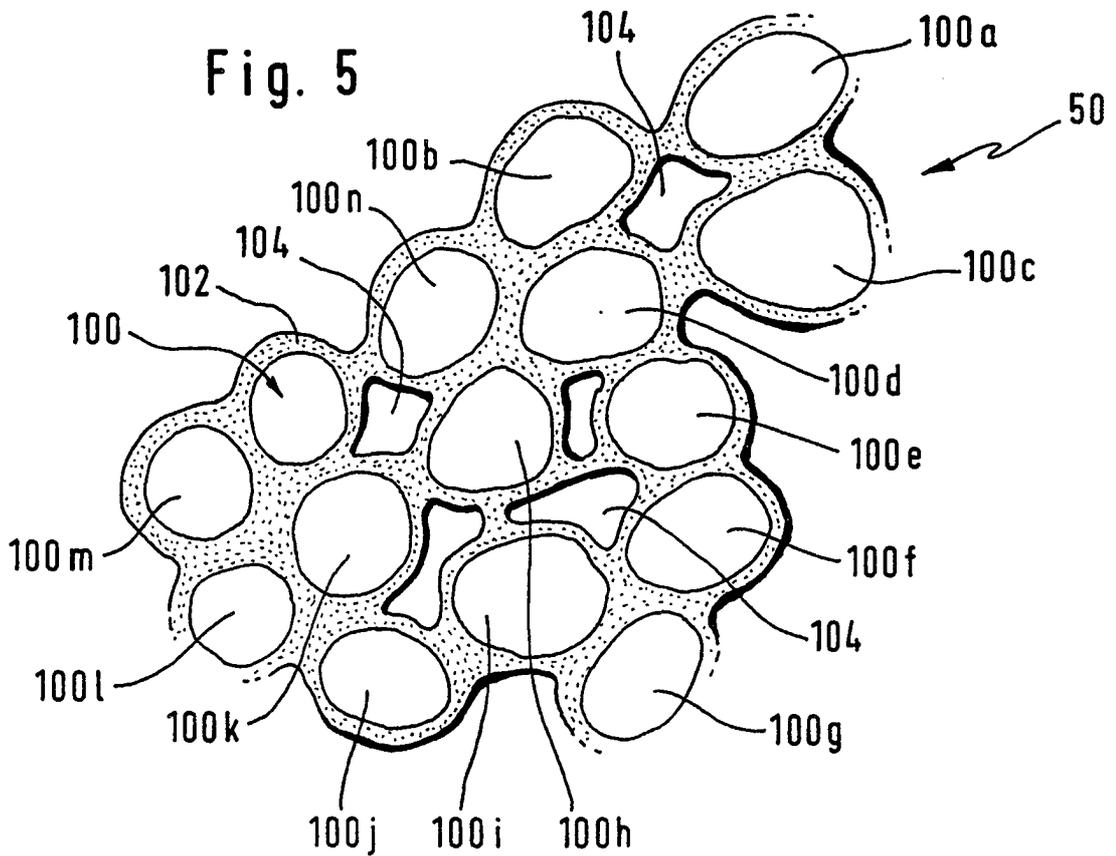


Fig. 5



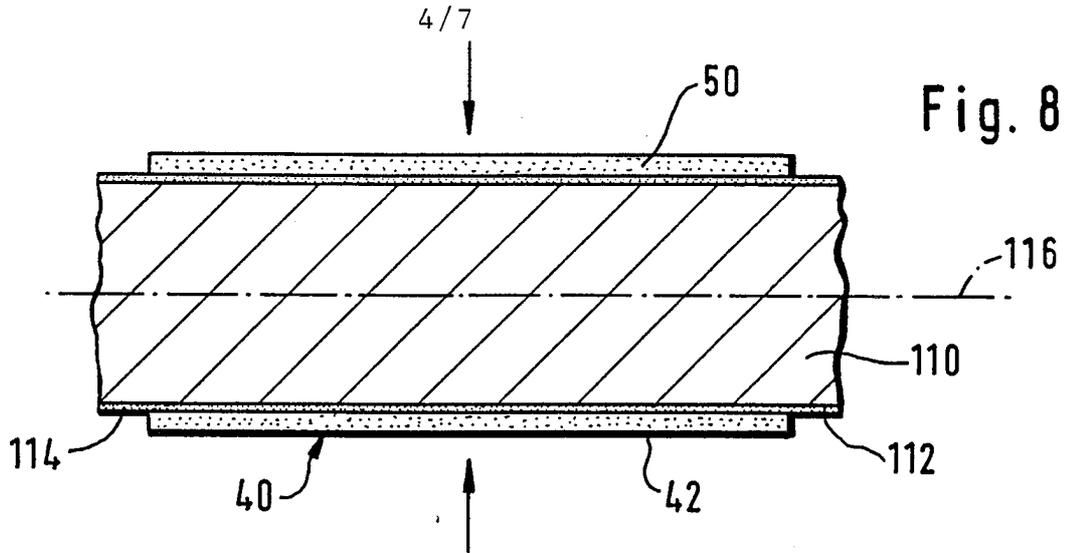


Fig. 8

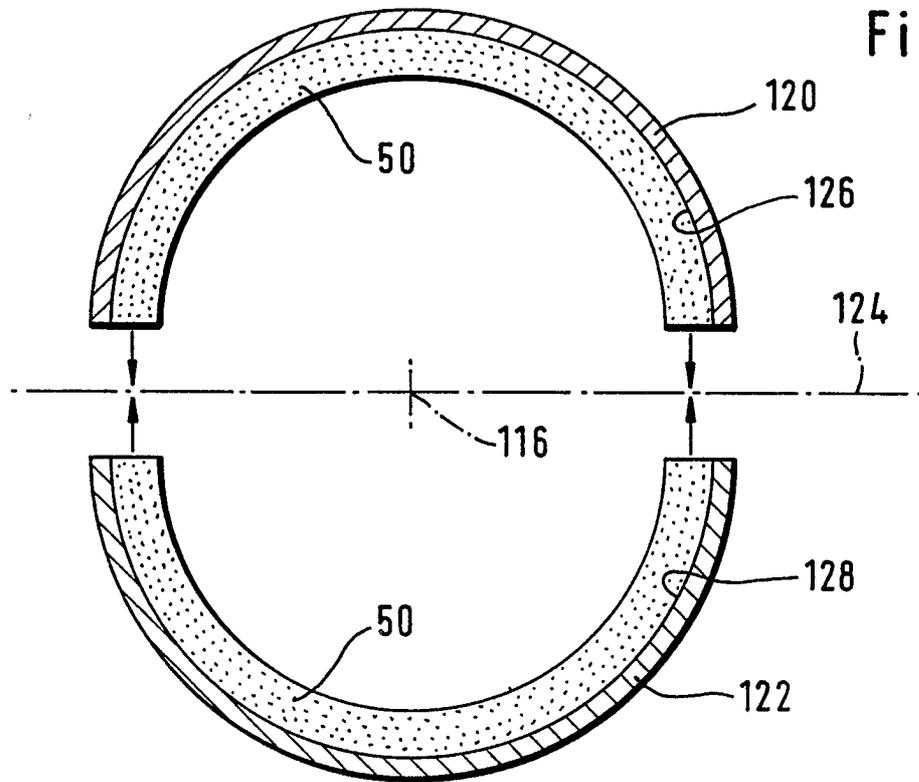


Fig. 9

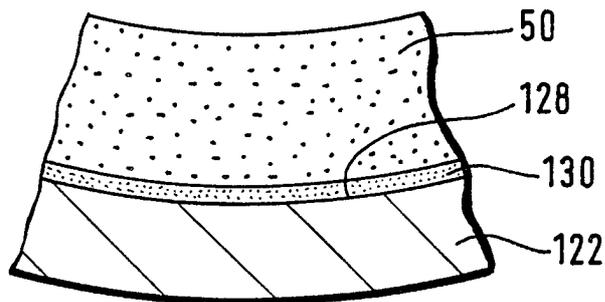


Fig. 10

Fig. 11

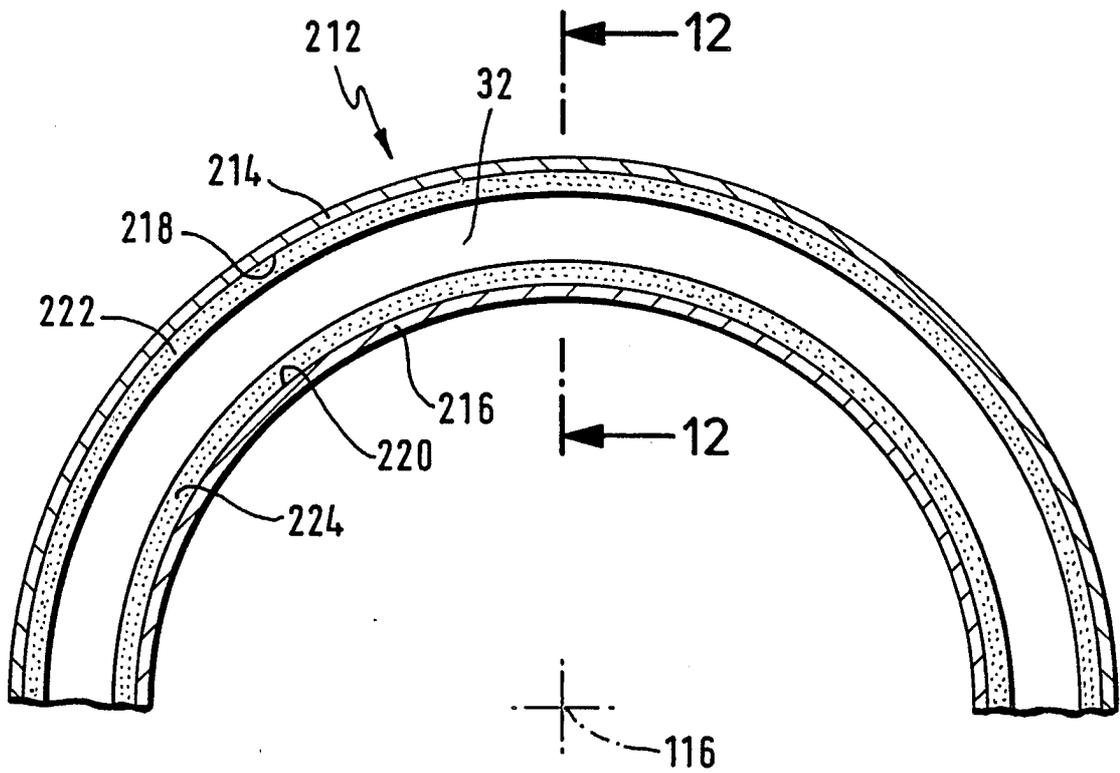
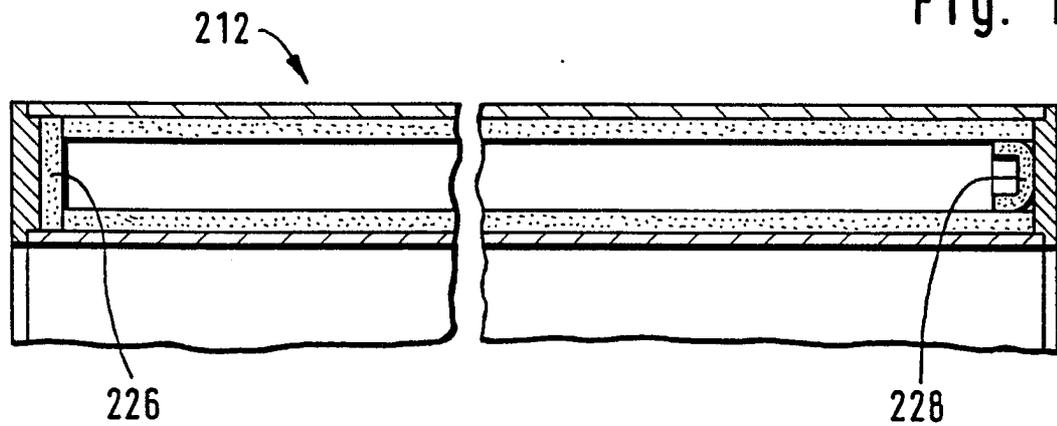


Fig. 12



7/7

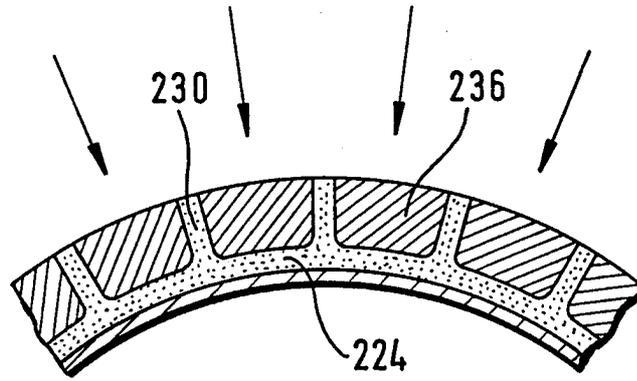


Fig. 15

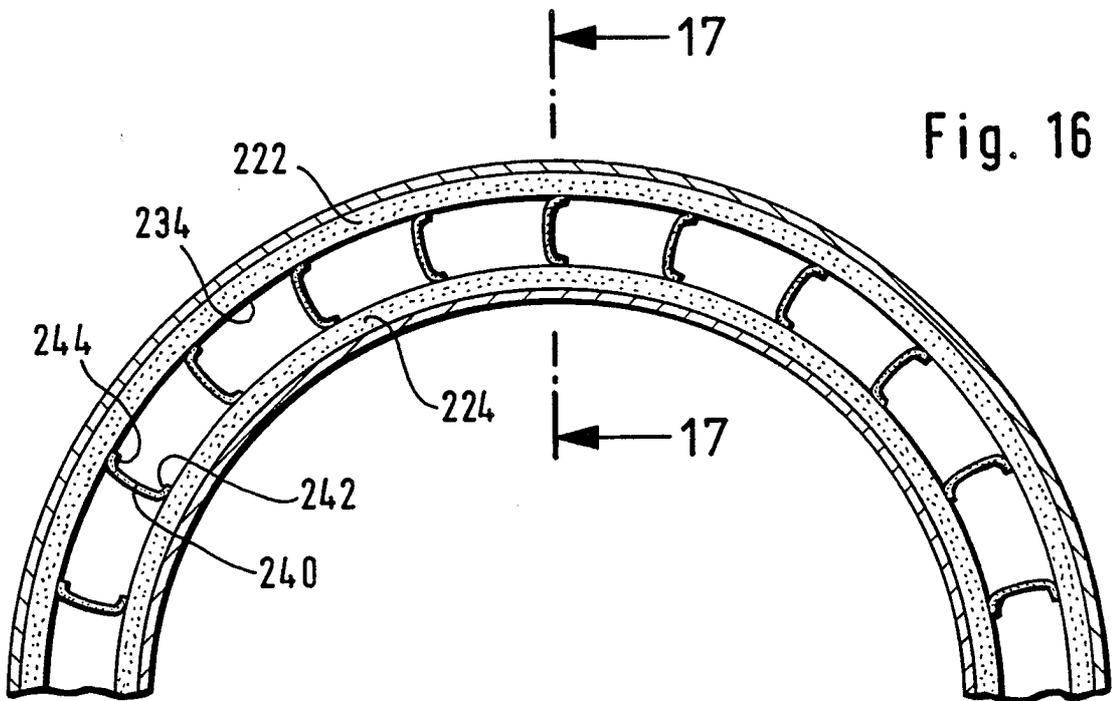


Fig. 16

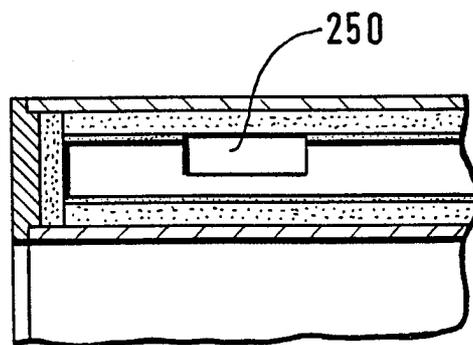


Fig. 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 98/00308

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 F28D15/04 C23C4/00</p>		
<p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<p>B. FIELDS SEARCHED</p>		
<p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 F28D C23C</p>		
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p>		
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)</p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p>		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DUNN & REAY: "Heat pipes" 1982, PERGAMON PRESS, OXFORD XP002065555 see page 142 - page 148 see page 146, line 2 - page 146, line 5 ---	1, 2, 4, 21
Y	US 4 247 830 A (KARRAS ET AL) 27 January 1981 see column 1, line 12 - column 2, line 51; figures 1, 2 ---	1, 2, 4, 21
A	EP 0 612 858 A (STAR REFRIGERATION LTD) 31 August 1994 see column 3, line 33 - column 4, line 2; figure 1 --- -/--	1, 2, 4, 21
<p><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.</p>		
<p>Special categories of cited documents:</p>		
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
<p>Date of the actual completion of the international search 20 May 1998</p>		<p>Date of mailing of the international search report 08/06/1998</p>
<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</p>		<p>Authorized officer Beltzung, F</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/00308

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category ²	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 253 (M-178), 11 December 1982 & JP 57 148194 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 13 September 1982, see abstract ---	1,2,21
A	DE 19 50 439 A (BROWN BOVERI & CIE AG) 15 April 1971 see page 2, line 4 - page 2, line 26 ---	1,21
A	GB 2 286 229 A (ROLLS-ROYCE LTD) 9 August 1995 see page 2, line 26 - page 3, line 9 see page 4, line 26 - page 5, line 20; figures 3,4 ---	1-3,11, 21,27
A	EP 0 415 231 A (DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.) 6 March 1991 see page 3, line 29 - page 4, line 35; figures 1,2 ---	1,17
A	DE 21 30 822 A (BROWN BOVERI & CIE AG) 11 January 1973 see page 4, line 11 - page 5, line 26; figures 1-3 ---	1,17,19, 20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 269 (E-1087), 9 July 1991 & JP 03 089498 A (AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL;OTHERS: 01), 15 April 1991, see abstract ---	1,21,22
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 011 (C-558), 11 January 1989 & JP 63 216956 A (DAIICHI METEKO KK;OTHERS: 01), 9 September 1988, see abstract -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/00308

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4247830	A	27-01-1981	DE 2941432 A	22-05-1980
			FR 2441282 A	06-06-1980
			GB 2037478 A,B	09-07-1980
			JP 55080382 A	17-06-1980
EP 612858	A	31-08-1994	DE 612858 T	20-04-1995
DE 1950439	A	15-04-1971	CH 555897 A	15-11-1974
			FR 2064177 A	16-07-1971
			GB 1313525 A	11-04-1973
			NL 7014563 A	13-04-1971
GB 2286229	A	09-08-1995	DE 2841827 C	01-06-1995
EP 415231	A	06-03-1991	DE 3929024 A	14-03-1991
			CA 2024160 A,C	02-03-1991
			JP 3170795 A	24-07-1991
			US 5046553 A	10-09-1991
DE 2130822	A	11-01-1973	NL 7206625 A	28-12-1972
			SE 392963 B	25-04-1977

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In' :tionales Aktenzeichen
PCT/EP 98/00308

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 F28D15/04 C23C4/00				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 F28D C23C				
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)				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
Y	DUNN & REAY: "Heat pipes" 1982, PERGAMON PRESS, OXFORD XP002065555 siehe Seite 142 - Seite 148 siehe Seite 146, Zeile 2 - Seite 146, Zeile 5 ---	1,2,4,21		
Y	US 4 247 830 A (KARRAS ET AL) 27. Januar 1981 siehe Spalte 1, Zeile 12 - Spalte 2, Zeile 51; Abbildungen 1,2 ---	1,2,4,21		
A	EP 0 612 858 A (STAR REFRIGERATION LTD) 31. August 1994 siehe Spalte 3, Zeile 33 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildung 1 --- -/--	1,2,4,21		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie				
^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> "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 </td> <td style="vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			"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
"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 <p style="text-align: center;">20. Mai 1998</p>		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts <p style="text-align: center;">08/06/1998</p>		
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 <p style="text-align: center;">Beltzung, F</p>		

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ³	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 253 (M-178), 11.Dezember 1982 & JP 57 148194 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 13.September 1982, siehe Zusammenfassung ----	1,2,21
A	DE 19 50 439 A (BROWN BOVERI & CIE AG) 15.April 1971 siehe Seite 2, Zeile 4 - Seite 2, Zeile 26 ----	1,21
A	GB 2 286 229 A (ROLLS-ROYCE LTD) 9.August 1995 siehe Seite 2, Zeile 26 - Seite 3, Zeile 9 siehe Seite 4, Zeile 26 - Seite 5, Zeile 20; Abbildungen 3,4 ----	1-3,11, 21,27
A	EP 0 415 231 A (DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.) 6.März 1991 siehe Seite 3, Zeile 29 - Seite 4, Zeile 35; Abbildungen 1,2 ----	1,17
A	DE 21 30 822 A (BROWN BOVERI & CIE AG) 11.Januar 1973 siehe Seite 4, Zeile 11 - Seite 5, Zeile 26; Abbildungen 1-3 ----	1,17,19, 20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 269 (E-1087), 9.Juli 1991 & JP 03 089498 A (AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL;OTHERS: 01), 15.April 1991, siehe Zusammenfassung ----	1,21,22
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 011 (C-558), 11.Januar 1989 & JP 63 216956 A (DAIICHI METEKO KK;OTHERS: 01), 9.September 1988, siehe Zusammenfassung -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/00308

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4247830 A	27-01-1981	DE 2941432 A	22-05-1980
		FR 2441282 A	06-06-1980
		GB 2037478 A, B	09-07-1980
		JP 55080382 A	17-06-1980
EP 612858 A	31-08-1994	DE 612858 T	20-04-1995
DE 1950439 A	15-04-1971	CH 555897 A	15-11-1974
		FR 2064177 A	16-07-1971
		GB 1313525 A	11-04-1973
		NL 7014563 A	13-04-1971
GB 2286229 A	09-08-1995	DE 2841827 C	01-06-1995
EP 415231 A	06-03-1991	DE 3929024 A	14-03-1991
		CA 2024160 A, C	02-03-1991
		JP 3170795 A	24-07-1991
		US 5046553 A	10-09-1991
DE 2130822 A	11-01-1973	NL 7206625 A	28-12-1972
		SE 392963 B	25-04-1977