

(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
20. Oktober 2011 (20.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/128202 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F28D 15/04 (2006.01) *F28D 15/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/054776

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. März 2011 (29.03.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 003 893.8
13. April 2010 (13.04.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OSRAM GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG** [DE/DE]; Hellabrunner Str. 1, 81543 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DOELL, Gerhard** [DE/DE]; Provinstr. 22F, 86153 Augsburg (DE). **LEV-CHUK, Svetlana** [RU/DE]; Anton-Bruckner-Strasse 28, 91052 Erlangen (DE). **MITIC, Gerhard** [DE/DE]; Bischof-Adalbert-Str. 16, 80809 München (DE). **OTTO, Johann** [DE/DE]; Pater-Hammerschmid-Str. 4, 83646 Bad Tölz (DE). **PABST, Wolfgang** [DE/DE]; Bergstr. 14, 82041 Deisenhofen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **OSRAM GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

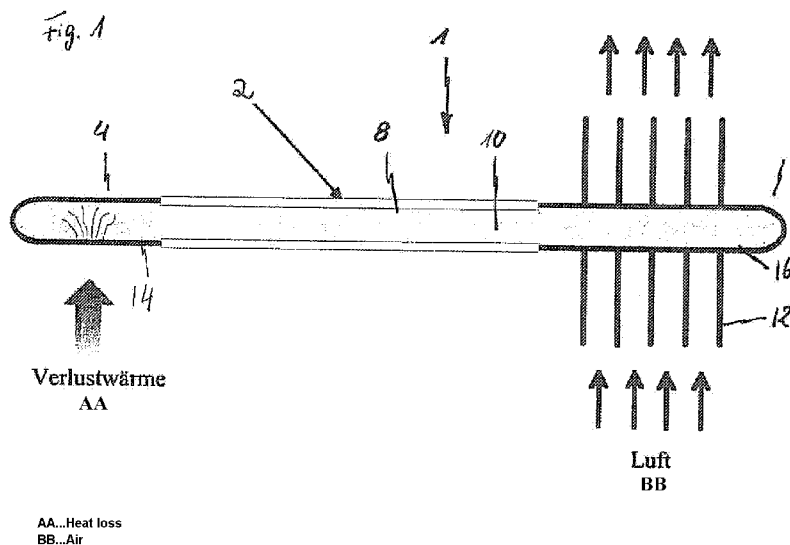
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRICALLY INSULATED HEATING PIPE HAVING SUB-REGIONS REGIONS MADE OF GLASS

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCH ISOLIERTES WÄRMEROHR MIT TEILBEREICHEN AUS GLAS



(57) Abstract: The invention relates to a heating pipe, in particular a heat pipe (1), having an evaporator section (4) and a condenser section (6) fluidically connected to each other by means of a region (2). According to the invention at least a partial length of said region (2) or the entire region is made of a glass tube element (2), to which the evaporator and condenser sections (4, 6) are connected at both ends. Said glass tube element (2) may or may not have a capillary structure.

(57) Zusammenfassung: Offenbart wird ein Wärmerohr, insbesondere Heatpipe (1), mit einem Verdampferabschnitt (4) und einem Kondensatorabschnitt (6), die über einen Bereich (2) miteinander fluidverbunden

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/128202 A1



Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

sind. Erfindungsgemäß besteht zumindest eine Teillänge dieses Bereichs (2) oder der gesamte Bereich aus einem Glasrohrelement (2), an dem beidseits die Verdampfer- und Kondensatorabschnitte (4,6) angeschlossen sind. Dieses Glasrohrelement (2) kann mit einer und ohne eine Kapillarenstruktur sein.

Beschreibung

Elektrisch isoliertes Wärmerohr mit Teilbereichen aus Glas

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wärmerohr und insbesondere ein Heatpipe mit integrierten Kapillaren gemäß
5 dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

Prinzipiell ist ein Wärmerohr ein Wärmeüberträger, der unter Nutzung von Verdampfungswärme eines Stoffes eine hohe Wärmestromdichte erlaubt, das heißt auf kleiner Querschnittsfläche große Mengen von Wärme transportieren
10 kann. Der Wärmewiderstand eines solchen Wärmerohrs ist deutlich kleiner als der eines massiven Metallstabs. Das Verhalten des Wärmerohrs kommt daher einer isothermen Zustandsänderung gleich. Insofern sind bei gleicher Übertragungsleistung Wärmerohre wesentlich leichter als herkömmliche Wärmeüberträger unter gleichen Einsatzbedingungen.
15

In der Regel werden Wärmerohre in Heatpipes sowie Thermosyphons unterteilt. Als Thermosyphon bezeichnet man ein Schwerkraft getriebenes Wärmerohr (auch Gravitationswärmerohr bezeichnet), bei welchem ein Arbeitsmedium aufgrund der Schwerkraft in Zirkulation gehalten wird. Demzufolge wird ein Arbeitsmedium in einem Verdampferabschnitt verdampft, steigt zu einem Kondensatorabschnitt des Wärmerohrs auf, kondensiert dort und fließt anschließend selbstständig in den Verdampfer schwerkraftsbedingt
20 zurück.
25

Eine Heatpipe stellt eine Art Wärmerohr dar, innerhalb dessen das Arbeitsmedium mit Kapillaren nach dem Dochtprinzip (sogenannte Wick-Struktur) zum Verdampfer zurückgeführt wird. Das kondensierte Fluid fließt daher lageunabhängig in der Kapillare zurück zum Verdampfer. Heatpipes arbeiten daher auch unter Schwerelosigkeit, gegebenenfalls auch entgegen der Schwerkraft. Sie neigen im Vergleich zu dem vorstehend genannten Thermosyphon weniger zum Austrocknen, da der Flüssigkeitsstrom durch die Dochtstruktur maßgeblich verbessert wird, was darüber hinaus zu einer höheren übertragbaren Leistung führt.

Der Docht sorgt außerdem dafür, dass die Wärme überall zu- und abgeführt werden kann.

Aus dem allgemein bekannten Stand der Technik werden Heatpipes gemäß vorstehender Definition zur Kühlung in vielen Bereichen sowohl der Mikro- und Leistungselektronik, als auch der Optoelektronik zum thermischen Management eingesetzt. Im Allgemeinen bestehen eine Heatpipe sowie ihre innere Wick-Struktur aus Kupfer oder Aluminium.

Falls eine Isolation spannungsführender Komponenten notwendig ist, müssen Heatpipes aus elektrisch isolierenden Materialien ausgebildet werden. Hierfür sind Heatpipes aus Keramik verfügbar, da die hohe Spannungsfestigkeit von Keramiken die Isolation mehrerer Kilovolt entlang der Heatpipe erlaubt. Die Anwendung solcher Heatpipes ist jedoch bisher im Wesentlichen nur auf militärische Anwendungen beschränkt, weil sie sich nur schlecht an kompli-

- 3 -

zierte geometrische Randbedingungen anpassen lassen und darüber hinaus verhältnismäßig teuer sind.

Bei Anwendungen, die eine elektrische Isolation im Kühlkreislauf erforderlich machen, wird daher im Allgemeinen auf Heatpipes der vorstehenden Gattung zur Wärmeableitung/Wärmeeinspeisung verzichtet. Statt dessen werden elektrisch isolierte Aufbauten mit Isolatoren eingesetzt, die jedoch zu einem erhöhten thermischen Widerstand führen und darüber hinaus nur wenig flexible geometrische
10 Lösungen ermöglichen.

Darstellung der Erfindung

Angesichts dieser Problematik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Heatpipe bereit zu stellen, welches vergleichsweise kostengünstig herstellbar ist und darüber hinaus für den Einsatz an spannungsführenden Komponenten geeignet ist.
15

Diese Aufgabe wird durch ein gattungsgemäßes Heatpipe mit den Merkmalen gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht demzufolge darin, das einen Verdampferabschnitt sowie einen Kondensatorabschnitt aufweisende Heatpipe mit einem den Verdampfer- und Kondensatorabschnitt fluidverbindenden, elektrisch isolierenden Rohrabchnitt auszubilden, der mit der oder ohne die Kapillarenstruktur versehen ist.
20

Vorteilhafterweise ist das elektrisch isolierende Rohrelement aus Glas, insbesondere Weichglas, Hartglas oder Quarzglas, gefertigt. Glas lässt sich auf einfache Weise in beliebige Formen gießen oder ziehen und weist darüber hinaus einen hohen elektrischen Widerstand auf. Glas ist
25

daher besonders als elektrischer Widerstand geeignet. Des Weiteren ist nicht nur die Bearbeitung sondern auch die Bereitstellung von geeignetem Glas gegenüber Keramikmaterial vergleichsweise günstig und kann daher die Grundlage
5 für den industriellen Einsatz von Wärmerohren der Heatpipe-Bauart auch in zivilen Bereichen bilden.

In einer anderen Weiterbildung der Erfindung ist das elektrisch isolierende Rohrelement aus Keramik, insbesondere Al_2O_3 , ZrO_2 , AlN oder Si_3N_4 gefertigt. Neben herovr-
10 ragenden Isoliereigenschaften kann Keramik insbesondere im Vergleich zu Glas vorteilhafte mechanische wie thermische Eigenschaften aufweisen.

Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung besteht der Verdampfer- und Kondensatorabschnitt jeweils aus ei-
15 nem stirn- bzw. endseitig verschlossenen Metallrohr, die jeweils an ihren anderen Stirnseiten an dem das Rohrelement aufweisenden oder aus dem Rohrelement vollständig aufgebauten Kapillarenabschnitt fluiddicht angeschlossen sind. Als Metall eignet sich dabei insbesondere Kupfer
20 oder Aluminium mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit.

Vorteilhaft ist ferner, auch das Rohrelement mit einer Wick-Struktur auszustatten, wobei diese bevorzugt elektrisch isolierend ausgebildet ist. Vorteilhaft hierfür ist, dass die Wick-Struktur innerhalb des Glasrohrelements aus Glas besteht und dabei weiter vorzugsweise aus
25 einem angeschmolzenen Glaspulver gebildet wird und/oder beim Ziehen des Glasrohrelements mechanisch als Rillenstruktur eingearbeitet ist. Auf diese Weise wird die Funktionsfähigkeit des Heatpipe bezüglich des Förderns

von kondensiertem Arbeitsmedium von dem Kondensatorabschnitt zum Verdampferabschnitt aufrechterhalten.

Als Arbeitsmedium können bevorzugt Medien mit hoher elektrischer Durchschlagsfestigkeit in der flüssigen und gasförmigen Phase (z.B. Fluorinert® oder deionisiertes Wasser) eingesetzt werden. Dies umfasst insbesondere, dass das Arbeitsmedium sowohl im flüssigen als auch gasförmigen Aggregatzustand elektrisch isolierend ist.

Für Anwendungen im Außenbereich können bevorzugt Arbeitsmedien verwendet werden, die bis zu für den Einsatzzweck spezifizierten unteren Temperaturgrenzen (z.B. -40°C im Automobilbereich) flüssig sind. Eine solche Temperatur kann beispielsweise auch bei -50° C liegen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, die Wickstruktur innerhalb des Glasrohrelements an die Wickstrukturen im Verdampfer- und Kondensatorabschnitt anzupassen, sodass ein Übergang zwischen den Wick-Strukturen in den einzelnen Abschnitten sowie dem Glasrohrelement ohne Unterbrechung gewährleistet wird. Bevorzugt die sollen Wick-Strukturen innerhalb des Verdampfer- und Kondensatorabschnitts ebenfalls aus Glas, vorzugsweise aus einem angeschmolzenen Glaspulver bestehen. Diese Maßnahme bewirkt, dass die Kapillarwirkung der Wick-Struktur über die gesamte Länge des Heatpipe unbeeinträchtigt bleibt.

Es ist von Vorteil, wenn die Wick-Struktur im Querschnitt zu einem Kreisring geformt ist, der im Inneren einen Dampfkanal ausbildet.

Das Wärmerohr kann einen geschlossenen Kreislauf ohne Kapillarenstruktur im Glasrohrbereich aufweisen und damit

- 6 -

nur mit der Unterstützung der Gravitation als Thermosiphon funktionieren. In diesem Fall können zur elektrischen Isolation mehrere Teilbereiche aus Glas eingefügt werden.

- 5 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind im übrigen Gegenstand der Unteransprüche.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren
10 näher erläutert werden. Diese Figuren zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Längsschnitt eines Heatpipe gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung und

Fig. 2 den Querschnitt des erfindungsgemäßen Heatpipe
15 durch das eingesetzte Glasrohrelement.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Gemäß der Fig. 1 besteht das erfindungsgemäße Heatpipe 1 aus einem axial mittig angeordneten Glasrohrelement 2, welches mit einer und ohne eine Kapillarenstruktur sein könnte. An beiden axialen Enden (Endabschnitten) des
20 Glasrohrelements 2 ist dieses mit jeweils einem axial endseitig verschlossenen Metallrohr 4, 6 fluiddicht unter Ausbildung eines hermetisch abgeschlossenen Volumens innerhalb des Heatpipes 1 verbunden. Innerhalb des ganzen Heatpipes 1 ist eine Wick-Struktur 8, 14, 16 eingearbei-

tet bzw. ausgeformt, wie sie in der Fig. 2 im Querschnitt dargestellt ist. Die Wick-Struktur 8 in dem Heatpipe-Abschnitt aus Glas 2 kann beispielsweise aus einem angeschmolzenen Glaspulver bestehen bzw. kann beim Ziehen des Glasrohrelements 2 mechanisch als Rillenstruktur eingearbeitet sein. Hierbei bildet die Wick-Struktur 8 gemäß der Fig. 2 die äußere Form eines Kreisrings (im Querschnitt) bzw. eine Hülse, in der ein Durchgangskanal 10 für das Führen des dampfförmigen Arbeitsmediums (17) ausgebildet ist. Eine analoge Wick-Struktur 14, 16 ist ferner in den beidseits des Glasrohrelements anschließenden Metallrohren 4, 6 durchgehend eingebracht. Um hierbei die vollständige Funktionalität des Wicks sicherzustellen, darf die Wick-Struktur 14, 16, 8 über die gesamte Länge des Heatpipe 1 keine Unterbrechung, insbesondere am Übergang vom Glasrohrelement 2 in die jeweiligen Metallrohrstücke 4, 6 aufweisen. Eine Möglichkeit ist es hierbei, die Wick-Struktur 14, 16, 8 separat zu dem Glasrohrelement 2 zu fertigen, mit einer Länge, die der axialen Länge des gesamten Heatpipes 1 entspricht, also beidseits des Glasrohrelements 2 in die Metallrohrstücke 4, 6 vorragt.

Entsprechend der Fig. 1 fungiert das dort gezeigte linke Metallrohr 4 als Verdampfer und das rechte Metallrohr 6 als ein Kondensator, das entsprechende Kühlrippen 12 aufweist, um die Verlustwärme an die Umgebung (beispielsweise Luft) abzugeben. Die Kühlrippen 12 können dabei an das Metallrohr 6 außenseitig unmittelbar angelötet sein oder wärmeleitfähig angeklebt werden. Denkbar ist hierfür auch der Einsatz von sogenannten Rippenrohren, bei welchen das Metallrohr 6 sowie die Kühlrippen 12 mechanisch ein Bauteil darstellt.

Vorzugsweise sind hierbei beide Metallrohrstücke 4, 6 aus einem Kupfer- oder Aluminiummaterial gefertigt. Durch die elektrische Isolationsstrecke des Glasrohrelements 2 kann das linke, als Verdampfer wirkende Metallrohr 4 ein
5 elektrische Potential von mehreren Kilovolt gegenüber dem rechten, als Verdampfer wirkenden Metallrohr 6 aufweisen, wobei die Isolations- und Teilentladungsfestigkeit durch das Glasrohrelement sichergestellt wird. Durch die leichte Verarbeitbarkeit des Glasrohrelements 2 können dabei
10 vielseitige geometrische Lösungen realisiert werden, die im Vergleich hierzu bei Keramikrohrelementen gemäß dem Stand der Technik nicht oder nur mit erheblichem Aufwand möglich wären.

Die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Heatpipe entspricht ferner im Wesentlichen jener eines aus dem Stand
15 der Technik bekannten konventionellen Heatpipes und wird daher anhand der Fig. 1 nachfolgend lediglich prinzipiell beschrieben.

Das gemäß der Fig. 1 linke Metallrohr (Verdampferabschnitt 4) kann erfindungsgemäß mit einem spannungsführenden Bauteil in unmittelbarem Wärmekontakt stehen. Durch die von dem spannungsführenden Bauteil abgegebene Verlustwärme wird ein in der erfindungsgemäßen Heatpipe hermetisch abgeschlossenes Arbeitsmedium 17 über das wärme-
20 leitfähige Metallrohr 4 verdampft, wodurch dem spannungsführenden Bauteil Wärme entzogen wird. Das nunmehr dampfförmige Arbeitsmedium 17 gelangt daraufhin längs des ausgebildeten Dampfkanals 10 durch das Glasrohrelement 2 in das gegenüberliegende Metallrohr 6 (Kondensatorabschnitt), an dessen Außenseite die Kühlrippen 12 angeordnet
30 sind und welche von einem Kühlmedium, wie beispiels-

- 9 -

weise Luft, umströmt wird. Das dampfförmige Arbeitsmedium 17 wird demzufolge abgekühlt und gibt bei Änderung seines Aggregatzustands in das flüssige Stadium Wärme an die Umgebungsluft ab. Das nunmehr flüssige Arbeitsmedium wird
5 schließlich über die Wick-Struktur 14, 8, 16 in den beiden Metallrohrstücken 4, 6 sowie dem Glasrohrelement 2 vom Kondensatorabschnitt zurück zum Verdampferabschnitt durch die Kapillarwirkung geführt.

Wie vorstehend bereits ausgeführt wurde, wirkt das Glasrohrelement 2 zusätzlich als elektrischer Isolator, der
10 ein Durchschlagen eines elektrischen Stroms vom Verdampferabschnitt 4 auf den Kondensatorabschnitt 6 verhindert.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass obgleich das Glasrohrelement 2 gemäß der Fig. 1 als eine gerade
15 Röhre dargestellt ist, dieses eine nahezu beliebige Form (z. B. Schlangen- oder Spiralform)annehmen kann.

Des Weiteren ist gemäß der Fig. 1 der Kondensatorabschnitt 6 von Luft umströmt. Alternativ hierzu kann der Kondensatorabschnitt 6 auch von einer Flüssigkeit wie
20 beispielsweise Wasser umgeben sowie geerdet sein.

Die Erfindung offenbart demzufolge grundsätzlich ein Heatpipe mit einem Verdampferabschnitt 4 sowie einem Kondensatorabschnitt 6 (jeweils aus Metall), die über einen Glasrohrabschnitt 2 miteinander fluidverbunden sind(durch
25 den inneren Dampfkanal 10 sowie die Wick- bzw. Docht-Struktur 14, 8, 16). Erfindungsgemäß sind die Verdampfer-4 und Kondensatorabschnitte 6 (fluiddicht) am Glasrohrabschnitt 2 beidseits (axiale Stirnseiten) angeschlossen.

Ansprüche

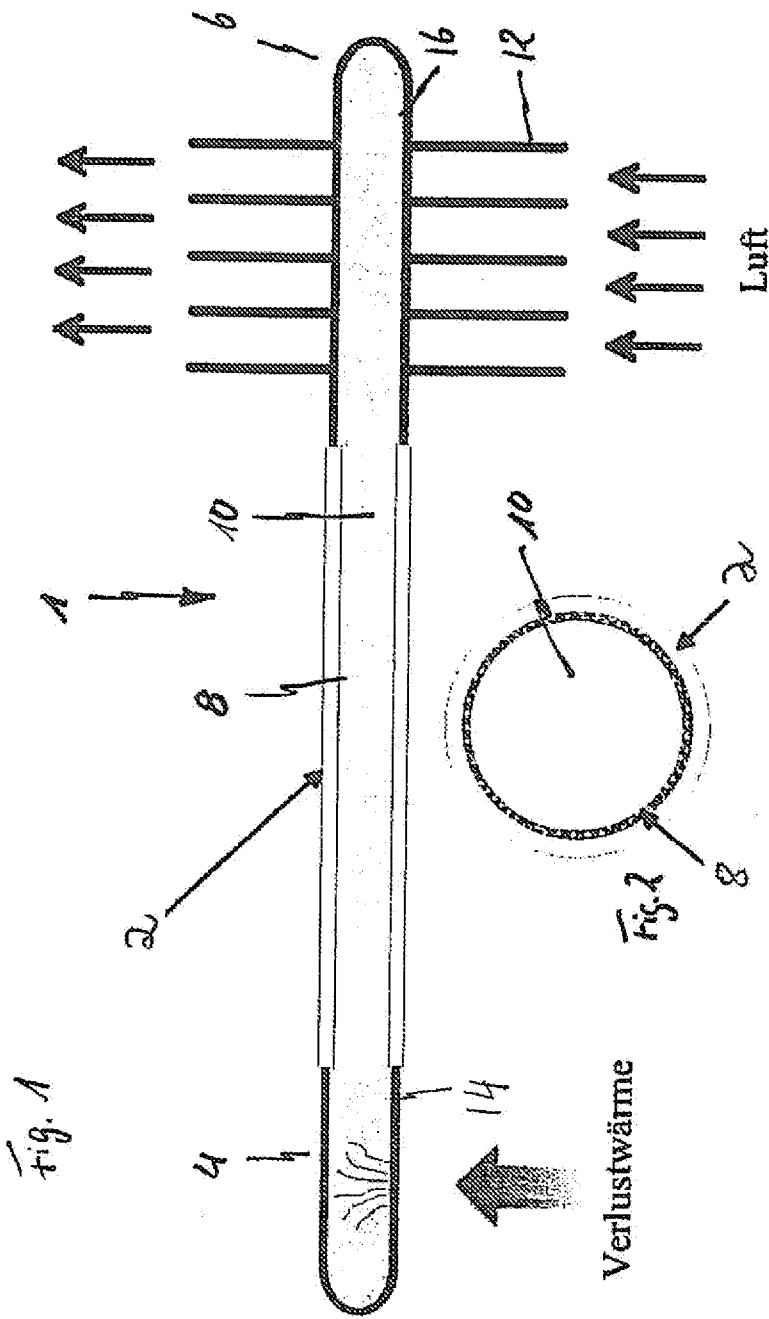
1. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, mit einem Verdampferabschnitt (4) und einem Kondensatorabschnitt (6), die über einen Bereich (2) miteinander fluidverbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine
5 Teillänge des Bereichs (2) aus einem elektrisch isolierenden Rohrelement besteht.
2. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch isolierende Rohrelement aus Glas, insbesondere Weichglas,
10 Hartglas oder Quarzglas, gefertigt ist.
3. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch isolierende Rohrelement aus Keramik, insbesondere Al_2O_3 , ZrO_2 , AlN oder Si_3N_4) gefertigt ist.
- 15 4. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer- (4) und Kondensatorabschnitt (6) jeweils aus einem Metallrohr besteht, das an seinem jeweils freien Ende verschlossen ist und das an seinem gegenüberliegenden Ende fluiddicht mit dem Glasrohrelement (2) stirnseitig verbunden ist, um ein hermetisch
20 abgeschlossenes Volumen auszubilden.
5. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das
25 Glasrohrelement (2) eine Wick-Struktur (8) vorzugsweise an dessen innerer Mantelfläche hat.

6. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wick-Struktur (8) elektrisch isolierendes Material umfasst, insbesondere aus elektrisch isolierendem Material gebildet ist.
- 5 7. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wick-Struktur (8) innerhalb des Glasrohrelements (2) aus Glas besteht und vorzugsweise aus einem angeschmolzenen Glaspulver gebildet und/oder beim Ziehen
10 des Glasrohrelements (2) mechanisch als Rillenstruktur eingearbeitet ist.
8. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Verdampfer- (4) und Kondensatorabschnitt (6) jeweils
15 eine zur Wick-Struktur (8) innerhalb des Glasrohrelements (2) analoge Wick-Struktur (14, 16) eingebracht ist, die vorzugsweise ohne Unterbrechung in die Wick-Struktur (8) innerhalb des Glasrohrelements (2) übergeht.
- 20 9. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Wick-Strukturen (14, 16) innerhalb des Verdampfer- (4) und Kondensatorabschnitts (6) ebenfalls aus Glas, vorzugsweise aus einem angeschmolzenen Glaspulver bestehen.
- 25 10. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Wick-Strukturen (8, 14, 16) innerhalb des Glasrohrelements (2) sowie der

- 12 -

Verdampfer- (4) und Kondensatorabschnitte (6) einen einstückig ausgebildeten Kapillarkörper darstellen.

11. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach einem der vorstehenden Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Wick-Struktur (8) im Querschnitt zu einem Kreisring geformt ist, der im Inneren einen Dampfkanal (10) ausbildet.
12. Wärmerohr nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
10 dass dieses als geschlossener Kreislauf ohne Kapillarenstruktur im Glasrohrbereich (2) ausgebildet ist und damit nur mit der Unterstützung der Gravitation als Thermosiphon funktioniert.
13. Wärmerohr, insbesondere Heatpipe, nach Anspruch 1 bis
15 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmedium (17) sowohl im flüssigen als auch gasförmigen Aggregatzustand elektrisch isolierend ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/054776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F28D15/04 F28D15/02
ADD.

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

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 657 731 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 17 May 2006 (2006-05-17) paragraphs [0019], [0020], [0039] - paragraph [0041]; figure 3 -----	1-6,12
X	US 3 543 841 A (EASTMAN GEORGE Y) 1 December 1970 (1970-12-01) column 2, line 49 - column 3, line 4; figures -----	1,2, 4-11,13
X	US 3 662 137 A (CLEAVELAND CHARLES M) 9 May 1972 (1972-05-09) column 4, line 33 - line 49; figure 7 -----	1,3,5-11



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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 July 2011

Date of mailing of the international search report

12/07/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mootz, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/054776

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1657731	A1	17-05-2006	AT 441196 T 15-09-2009
		AT 451709 T 15-12-2009	
		WO 2006053452 A1 26-05-2006	
		CN 1776982 A 24-05-2006	
		CN 101103424 A 09-01-2008	
		CN 101908729 A 08-12-2010	
		EP 1812940 A1 01-08-2007	
		ES 2332177 T3 28-01-2010	
		JP 4657896 B2 23-03-2011	
		JP 2006149191 A 08-06-2006	
		JP 4603046 B2 22-12-2010	
		JP 2008521372 A 19-06-2008	
		US 2006102618 A1 18-05-2006	
		US 2007209790 A1 13-09-2007	

US 3543841	A	01-12-1970	NONE

US 3662137	A	09-05-1972	CA 999906 A1 16-11-1976

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/054776

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28D15/04 F28D15/02
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F28D

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 657 731 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 17. Mai 2006 (2006-05-17) Absätze [0019], [0020], [0039] - Absatz [0041]; Abbildung 3 -----	1-6,12
X	US 3 543 841 A (EASTMAN GEORGE Y) 1. Dezember 1970 (1970-12-01) Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 4; Abbildungen -----	1,2, 4-11,13
X	US 3 662 137 A (CLEAVELAND CHARLES M) 9. Mai 1972 (1972-05-09) Spalte 4, Zeile 33 - Zeile 49; Abbildung 7 -----	1,3,5-11



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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Juli 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/07/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mootz, Frank

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/054776

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1657731	A1	17-05-2006	AT 441196 T 15-09-2009
		AT 451709 T 15-12-2009	
		WO 2006053452 A1 26-05-2006	
		CN 1776982 A 24-05-2006	
		CN 101103424 A 09-01-2008	
		CN 101908729 A 08-12-2010	
		EP 1812940 A1 01-08-2007	
		ES 2332177 T3 28-01-2010	
		JP 4657896 B2 23-03-2011	
		JP 2006149191 A 08-06-2006	
		JP 4603046 B2 22-12-2010	
		JP 2008521372 A 19-06-2008	
		US 2006102618 A1 18-05-2006	
		US 2007209790 A1 13-09-2007	

US 3543841	A	01-12-1970	KEINE

US 3662137	A	09-05-1972	CA 999906 A1 16-11-1976
