



(11)

EP 3 812 684 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.04.2021 Patentblatt 2021/17

(51) Int Cl.:
F28D 15/02^(2006.01) F28D 15/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19205010.2**

(22) Anmeldetag: **24.10.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder:
• **SAB Engineers GmbH**
64293 Darmstadt (DE)
• **Friedrich-Alexander-Universität**
Erlangen-Nürnberg
91054 Erlangen (DE)

(72) Erfinder:
• **STAUB, Sebastian**
91054 Erlangen (DE)
• **KARL, Jürgen**
91054 Erlangen (DE)
• **NEUBERT, Michael**
91054 Erlangen (DE)

(74) Vertreter: **LifeTech IP**
Spies & Behrndt Patentanwälte PartG mbB
Elsenheimerstraße 47a
80687 München (DE)

(54) **PLANARE WÄRMEÜBERTRAGUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG**

(57) Eine planare Wärmeübertragungsvorrichtung zur Wärmeverteilung und zum Abtransport von Wärme von einer planaren Wärmequelle (50) ist offenbart. Die Vorrichtung umfasst: einen Hohlraum (100), der durch eine erste Wand (110) zum Koppeln an die planare Wärmequelle (50) und eine gegenüberliegende zweite Wand (120) begrenzt ist und ein Arbeitsfluid (150) aufweist; und eine Kapillarstützstruktur (200), die in zumindest einer Richtung (R) sich gefaltet zwischen der ersten Wand (110) und der zweiten Wand (120) erstreckt, um eine Stützwirkung und eine Kapillarkwirkung für kondensiertes Arbeitsfluid (151) bereitzustellen, sodass ein Transport von kondensiertem Arbeitsfluid (151) durch die Kapillarstützstruktur (200) von der zweiten Wand (120) zu der ersten Wand (110) möglich ist.

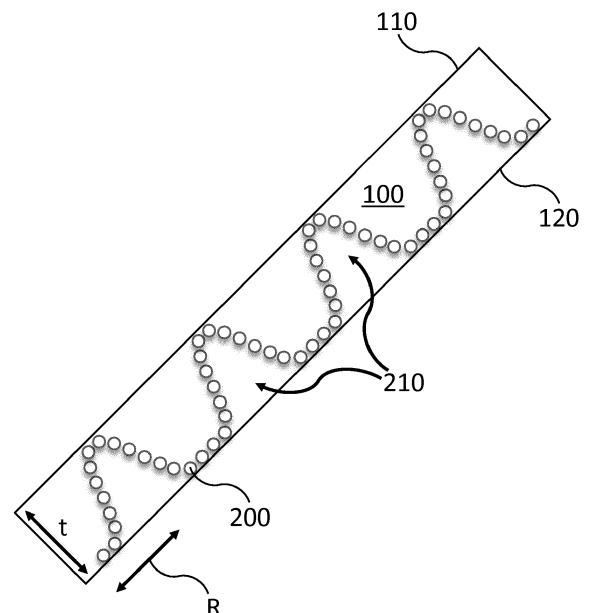


Fig. 1

EP 3 812 684 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine planare Wärmeübertragungsvorrichtung und ein Verfahren zu deren Herstellung und insbesondere auf großflächige planare Wärmübertrager (flächenförmige Ausgestaltung der Wärmerohre, sogenannte Heatpipes) mit gefalteter Kapillarstruktur.

HINTERGRUND

[0002] Planare Heatpipes sind Wärmeübertragungsvorrichtungen, die in einer Fläche einen effizienten Wärmeausgleich bzw. eine Möglichkeit zur flächigen Wärmeübertragung bereitstellen. Dabei gleichen sie, bedingt durch ihre bauartbedingte Isothermie, Temperaturspitzen aus und sorgen für eine gleichmäßige Temperaturverteilung. Gleichzeitig können damit sehr große Wärmeströme übertragen werden, beispielsweise zu einer Wärmesenke in einem Randbereich.

[0003] Planare Heatpipes werden heute bereits häufig zur flächigen Kühlung von Elektronikbauteilen verwendet. Diese werden in der Regel durch schichtweises Sintern gefertigt und sind nur wenige cm² groß. In die Heatpipes wird zusätzlich zur obligatorischen Kapillarstruktur eine Stützstruktur eingebracht um die Druckkräfte aufnehmen zu können. Eine planare Heatpipe umfasst in der Regel zwei Bleche (oder allgemein Wände), die in einem gewissen Abstand zueinander dicht verschlossen werden. Im so entstandenen Hohlraum befindet sich ein Arbeitsfluid welches im Betrieb permanent kondensiert und verdampft. Durch diesen Phasenübergang ist es möglich, große Wärmemengen auf einem konstanten Temperaturlevel zu übertragen. Die verwendeten Stützstrukturen sind z.B. Noppen welche zusätzlich eingebracht werden müssen.

[0004] Fig. 5 zeigt ein Beispiel für eine solche konventionelle planare Wärmeübertragungsvorrichtung mit einer ersten Wand 410 und einer gegenüberliegenden zweiten Wand 420. Die erste Wand 410 und die zweite Wand 420 erstrecken sich beispielsweise parallel in einer Fläche (Ebene) in einem vorbestimmten Abstand voneinander und weisen eine Länge L auf. In dem dadurch gebildeten Hohlraum 400 ist ein Arbeitsfluid 450 eingebracht, welches in der flüssigen Phase sich vertikal unten sammelt und in der darüber liegenden Gasphase den Hohlraum 400 ausfüllt. Entlang der ersten Wand 410 ist eine Kapillarstruktur 470 ausgebildet, die dazu führt, dass flüssiges Arbeitsfluid 450 durch die Kapillarkwirkung vertikal nach oben getragen wird. Während des Transportes verdampft sukzessive das flüssige Arbeitsfluid 450 entlang der ersten Wand 410 (durch eine dort einwirkende Wärmequelle). In der Nähe der zweiten Wand 420 kondensiert das gasförmige Arbeitsfluid und fließt in der Flüssigkeitsphase vertikal nach unten. Somit bildet der gesamte Hohlraum 400 einen Wärmekreislauf für das Arbeitsfluid.

[0005] Das auf der zweiten (Kondensator-) Seite 420 kondensierende Arbeitsfluid läuft durch die Schwerkraft zum tiefsten Punkt der Heatpipe. Von dort muss dieses nun mit Hilfe der Kapillarkräfte entlang der Verdampfungsflächen gepumpt werden. Nur wenn die gesamte Fläche des Verdampfers mit Arbeitsfluid versorgt wird, ist ein ordentlicher Betrieb der Heatpipe gewährleistet. Die benötigte Steighöhe ist somit abhängig von der Länge L der Heatpipe sowie deren Neigungswinkel α . Die Kapillarkwirkung ist nur über eine begrenzte Höhe umsetzbar. Um eine vollständige Benetzung der ersten Wand zu erreichen, müsste das flüssige Arbeitsfluid auf eine Gesamthöhe

$$L \cdot \sin(\alpha) \quad (1)$$

transportiert werden, wobei α der Neigungswinkel der konventionellen Wärmeübertragungsvorrichtung relativ zur Horizontalen ist. Wegen der begrenzten Kapillarkwirkung und der fortlaufenden Verdampfung, ist dies nur begrenzt möglich. Folglich kommt es zu lokalen Überhitzungen, und zwar dort, wo das Arbeitsfluid bereits vollständig in die Gasphase übergegangen ist, was die Größe L der Heatpipes beschränkt. Bereits bei einer horizontalen Anwendung kann dies zu einem unzureichenden Rücktransport des Kondensats in die Verdampfungszone führen.

[0006] Somit ist die maximale Baugröße bzw. deren Neigungswinkel beschränkt.

[0007] Außerdem grenzt auch die Steifigkeit der Konstruktion die maximalen Abmessungen ein. Für die Funktion der Heatpipe ist der Abstand der Bleche 410, 420 über die gesamte Fläche mehr oder weniger konstant zu halten, da der Dampfraum nicht durch eine Durchsenkung der Bleche beeinträchtigt werden soll.

[0008] Für großflächige planare Heatpipes sind daher zumindest einige der folgenden Probleme zu lösen:

- Ausreichende Steifigkeit der Sandwichkonstruktion, um auch mechanisch den statischen Kräften, bedingt durch die Drücke im Inneren der Heatpipe, standzuhalten;
- Sicherstellen des Abstands der Bleche, um den Dampfraum zu gewährleisten;
- Ausreichende Steighöhe der Kapillarstruktur herstellen.

[0009] Daher besteht ein Bedarf nach weiteren Wärmetransportvorrichtungen, die eine flächenförmige Wärmeverteilung

lung und einen flächenförmigen Abtransport von Wärme ermöglichen.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

- 5 **[0010]** Zumindest ein Teil der obengenannten Probleme wird durch eine Wärmeübertragungsvorrichtung nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 12 gelöst. Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf vorteilhafte Weiterbildungen der Gegenstände der unabhängigen Ansprüche.
- [0011]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine planare Wärmeübertragungsvorrichtung zur Wärmeverteilung und zum Abtransport von Wärme von einer planaren Wärmequelle. Die Vorrichtung umfasst: einen Hohlraum und eine
- 10 **Kapillarstützstruktur.** Der Hohlraum wird durch eine erste Wand zum Koppeln an die planare Wärmequelle und eine gegenüberliegende zweite Wand begrenzt und weist ein Arbeitsfluid (z.B. ein Phasenwechselmaterial) auf. Die Kapillarstützstruktur erstreckt sich in zumindest einer Richtung gefaltet zwischen der ersten Wand und der zweiten Wand, um eine Stützwirkung und eine Kapillarwirkung für kondensiertes Arbeitsfluid bereitzustellen. Dadurch wird ein Transport von kondensiertem Arbeitsfluid durch die Kapillarstützstruktur von der zweiten Wand zu der ersten Wand möglich.
- 15 **[0012]** Die Kapillarstützstruktur erfüllt somit zwei Funktionen: das Bereitstellen einer Kapillarwirkung zum Transport von kondensiertem Arbeitsfluid und das Abstützen der ersten gegen die zweite Wand. Die Wände können dabei insbesondere planar oder flach ausgebildet sein und sich zum Beispiel plattenförmig in einer Ebene erstrecken. Die gefaltete Kapillarstützstruktur bildet entlang der Faltungsrichtung zum Beispiel einen wellenförmigen Querschnitt.
- [0013]** Um die Stützfunktion der Kapillarstützstruktur zu erfüllen, kann die Kapillarstützstruktur beispielsweise aus
- 20 einem Drahtgeflecht (Mesh) gebildet sein, welches einerseits eine ausreichende mechanische Stabilität bietet und andererseits Porenstrukturen für den Kapillarttransport bereitstellt. Dabei kann es von Vorteil sein, wenn die erste und die zweite Wand eine gewisse Vorspannung bereitstellen, um die Kapillarstützstruktur zusammenzudrücken, um so die Porenstruktur in dem Drahtgeflecht entsprechend klein zu halten und die Kapillarwirkung zu verstärken. Insbesondere kann das Material der Kapillarstützstruktur derart gewählt werden (z.B. aus einem Metall), dass keine zusätzlichen
- 25 Abstandshalter erforderlich sind. Die Kapillarstützstruktur kann den Hohlraum vollständig ausfüllen, sodass es durch die einwirkende Kraft nicht seitlich weggedrückt werden kann.
- [0014]** Der Begriff "Hohlraum" soll nicht darauf eingeschränkt werden, dass in diesem Raum ein Vakuum herrscht. Vielmehr wird dort zumindest das Arbeitsfluid in flüssiger oder gasförmiger Phase oder eine Mischung aus beiden vorliegen. Darüber hinaus können auch noch Stoffe vorhanden sein (z.B. Luft).
- 30 **[0015]** Optional, ist die Kapillarstützstruktur ausgebildet, um die erste Wand und die zweite Wand in einem vorbestimmten Abstand parallel voneinander zu halten. Insbesondere wenn die im Hohlraum befindliche Luft zum großen Teil entnommen wurde, kann dort in Abhängigkeit der Temperatur (und somit der vorherrschenden Phase) ein Unterdruck im Vergleich zu dem Umgebungsdruck vorhanden sein. Dieser Unterdruck bewirkt eine Kraft, die die Kapillarstützstruktur abzustützen hat. Dadurch kann die Geometrie des Dampftraumes optimal gehalten werden und der gewünschte Wärmetransport effizient erfolgen. Daher kann optional die Wärmeübertragungsvorrichtung einen oder mehrere zusätzliche
- 35 Abstandshalter aufweisen, um den vorbestimmten Abstand sicherzustellen.
- [0016]** Bei weiteren Ausführungsbeispiel sind jedoch, solche Abstandshalter nicht erforderlich. So kann die Kapillarstützstruktur derart gebildet ist, dass sie eine ausreichende Abstützung bereitstellt. Hierzu wird sie vorteilhafterweise mit einer ausreichenden Festigkeit gebildet und außerdem derart gefaltet, dass die gewünschte mechanische Stabilität erreicht wird. So können die Abschnitte, die sich zwischen der ersten und der zweiten Wand erstrecken, schräg oder
- 40 nahezu senkrecht zu der ersten und der zweiten Wand ausgebildet sein. Insbesondere können dreieckförmige Hohlräume gebildet werden (in einem Querschnitt entlang der Faltung), um so die gewünschte mechanische Stabilität zu erreichen.
- [0017]** Optional ist der Hohlraum vakuumdicht abgeschlossen, um einen Dampfraum für das Arbeitsfluid (in flüssiger und/oder gasförmiger Phase) zu bilden, wobei der Dampfraum durch Falten der Kapillarstützstruktur unterteilt ist. Die Kapillarstützstruktur bildet somit durch die Falten eine Vielzahl von Trennwänden in dem Hohlraum. Außerdem ist die Kapillarstützstruktur in zumindest einer Richtung gefaltet, so dass in der Richtung senkrecht dazu, die Kapillarstützstruktur ein linienförmiges Muster darstellt. Die Linien werden durch die Falten gebildet. Optional ist es jedoch ebenfalls möglich, dass entlang dieser horizontalen Richtung ebenfalls eine Faltung der Kapillarstützstruktur vorgenommen wird, so dass dort ebenfalls die Kapillarstützstruktur sich wellenförmig bzw. faltenförmig erstrecken kann.
- 45 **[0018]** Auf diese Weise wird es möglich, nahezu beliebige Größen für die Wärmeübertragungsvorrichtung zu erreichen. Insbesondere stellen minimale Längenausdehnungen von mehr als 10 cm oder mehr als 1 m kein Problem dar.
- [0019]** In dem Hohlraum kann auch der Druck entsprechend angepasst werden, um eine Phasenübergangstemperatur entsprechend einzustellen. Diese Anpassung hängt beispielsweise von dem Anwendungsgebiet ab (z.B. ob sie für Photovoltaikanlagen, zur Gebäudekühlung, zur Kühlung Elektronikbauteilen etc. genutzt wird).
- 55 **[0020]** Ein effektiver Abtransport von Wärme und eine effektive Wärmeverteilung entlang der planar ausgebildeten ersten und zweiten Wand ist insbesondere dann gegeben, wenn die erste Wand (Verdampfungswand) permanent mit flüssigem Arbeitsfluid benetzt ist. Dieses Arbeitsfluid sollte über die Kapillarwirkung der Kapillarstützstruktur fortlaufend von der zweiten Wand zu der ersten Wand transportiert werden. Andererseits ist der Abstand groß genug zu wählen, um

einen Wärmekreislauf effizient aufrechtzuhalten. Daher ist es vorteilhaft, wenn der Abstand der Falten derart gewählt wird, dass der Kompromiss zwischen einem effektiven Wärmekreislauf und einer vollständigen Benetzung der ersten Wand gewährleistet wird.

[0021] Daher wird gemäß weiteren Ausführungsbeispielen ein Abstand zwischen benachbarten Falten der Kapillarstützstruktur angepasst, um

- eine möglichst vollständige Benetzung der ersten Wand zu erreichen, und/oder
- zwischen den benachbarten Falten einen Abschnitt des Dampfraumes zu bilden, in dem zirkulierendes Arbeitsfluid einen Wärmekreislauf von gasförmigen und dem kondensierten Arbeitsfluid bilden kann.

[0022] Beispielsweise kann der Abstand zwischen benachbarten Falten derart gewählt werden, dass er in etwa den gleichen Wert aufweist, wie der vorbestimmte Abstand zwischen der ersten Wand und der zweiten Wand.

[0023] Optional weist die Kapillarstützstruktur Öffnungen auf, um eine Durchlässigkeit der Kapillarstützstruktur für das gasförmige Arbeitsfluid zu erreichen. Diese Öffnungen können zusätzlich zu den vorhandenen kapillar-wirkenden Poren (oder Öffnungen im Geflecht) vorhanden sein und größer gebildet werden, sodass sie sich nicht durch flüssiges Arbeitsfluid zusetzen. Dadurch kann Arbeitsfluid in der Gasphase sich im gesamten Hohlraum ausbreiten und so einen effizienten Wärmeausgleich bewirken. Insbesondere kann es leicht vertikal nach oben strömen (entgegen der Gravitation) und mehrere Faltenzwischenräume thermisch miteinander verbinden.

[0024] Diese Öffnungen sind aber nicht zwingend. Bei weiteren Ausführungsbeispielen sind keine zusätzlichen Öffnungen vorgesehen. Stattdessen ist die Kapillarstützstruktur als eine homogene Struktur ausgebildet (z.B. als ein homogenes Gitter oder Drahtgeflecht).

[0025] Optional erstreckt sich die Kapillarstützstruktur zumindest teilweise parallel entlang der zweiten Wand, um kondensiertes Arbeitsfluid entgegen der Gravitation entlang der zweiten Wand zu transportieren, wobei für das Arbeitsfluid die erste Wand eine Verdampfungsoberfläche und die zweite Wand eine Kondensationsoberfläche bilden.

[0026] Optional kann entlang der zweiten Wand eine weitere Kapillarstruktur ausgebildet sein, um einen Transport von kondensiertem Arbeitsfluid entgegen der Gravitation von einem Faltenzwischenraum zu einem benachbarten Faltenzwischenraum entlang der zweiten Wand zu ermöglichen.

[0027] Eine durchgehende weitere Kapillarstruktur bietet den Vorteil, dass das Arbeitsfluid in der flüssigen Phase in der Höhe transportiert werden kann, und zwar entlang der zweiten Wand, wo es zur Kondensation der Flüssigkeitsphase des Arbeitsfluids kommt. Den gleichen Effekt haben die parallel zur zweiten Wand ausgebildeten Abschnitte.

[0028] Optional umfasst die Wärmeübertragungsvorrichtung (zumindest) eine Wärmesenke in einem Randbereich des Hohlraumes, wobei der Randbereich beispielsweise in der Richtung des Faltens liegt (senkrecht zur Faltenrichtung). Die Wärmesenke kann beispielsweise eine Abkühlung über Wasser oder Luft (über ein Gebläse oder Kühlrippen) ermöglichen.

[0029] Die Wärmeübertragungsvorrichtung, wie sie zuvor definiert war, kann auf vielfältige Art und Weise eingesetzt werden. Beispielfhaft werden lediglich zumindest die folgenden Verwendungen in weiteren Ausführungsbeispielen umgesetzt:

- zur Kühlung von Photovoltaikanlagen;
- zur Kühlung von Wänden von Gebäuden;
- zum Abtransport von Wärme aus Innenräumen;
- zum Kühlen von Elektronikbauteilen.

[0030] Ausführungsbeispiele beziehen sich auch auf ein Verfahren zur Herstellung einer planaren Wärmeübertragungsvorrichtung, die zur Wärmeverteilung und zum Abtransport von Wärme von einer planaren Wärmequelle vorgesehen ist. Das Verfahren umfasst:

- Bereitstellen einer Kapillarstützstruktur, die eine Stützwirkung und eine Kapillarwirkung für kondensiertes Arbeitsfluid bereitstellt; und
- Bilden eines Hohlraums mit einer ersten Wand zum Koppeln an die planare Wärmequelle und einer gegenüberliegenden zweiten Wand, wobei in zumindest einer Richtung die Kapillarstützstruktur sich zwischen der ersten Wand und der zweiten Wand gefaltet erstreckt, um ein Transport von kondensiertem Arbeitsfluid durch die Kapillarstützstruktur von der zweiten Wand zu der ersten Wand zu ermöglichen.

[0031] Der gebildete Hohlraum kann (zumindest) eine Öffnung aufweisen und das Verfahren umfasst optional weiter zumindest einen der folgenden Schritte:

- Entfernen von Luft aus dem Hohlraum über die Öffnung;

- Einbringen von Arbeitsfluid in den Hohlraum durch die Öffnung;
- vakuumdichtes Verschließen der Öffnung.

[0032] Es versteht sich, dass das Einbringen des Arbeitsfluids unabhängig von der Herstellung des Hohlraumes zwischen der ersten und zweiten Wand und der darin angeordneten, gefalteten Kapillarstützstruktur erfolgen kann. Insbesondere kann das Arbeitsfluid später, entsprechend dem Anwendungsgebiet über eine vorhandene Öffnung eingebracht werden (über eine weitere Öffnung kann beispielsweise die Luft entweichen). Optional kann die Luft aber zuvor evakuiert werden. Es kann aber auch zunächst das Arbeitsfluid eingeführt werden und die vorhandene Luft wird später aus dem Hohlraum entfernt. Optional ist es ebenfalls möglich, dass der Hohlraum vollständig mit Arbeitsfluid in der gasförmigen Phase gefüllt wird, z.B. in der Gasphase unter einer entsprechend hohen Temperatur, so dass es automatisch zu einer Verdrängung der darin befindlichen Luft kommt. Je nachdem ob die Luft bzw. die gasförmige Phase des Arbeitsfluids eine höhere Dichte aufweist, kann dieses Einbringen des gasförmigen Arbeitsfluids derart geschehen, dass die Öffnung sich vertikal oberhalb des Hohlraumes oder darunter befindet, wodurch eine effektive Einleitung möglich wird. Nach Verschließen der Öffnung kann die Wärmeübertragungsvorrichtung abgekühlt werden, was zu einer Kondensation des Arbeitsfluids führt, so dass die dann resultierende Wärmeübertragungsvorrichtung einsetzbar ist.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0033] Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen der unterschiedlichen Ausführungsbeispiele, die jedoch nicht so verstanden werden sollten, dass sie die Offenbarung auf die spezifischen Ausführungsformen einschränken, sondern lediglich der Erklärung und dem Verständnis dienen.

Fig. 1 zeigt planare Wärmeübertragungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, die zur Wärmeverteilung und zum Abtransport von Wärme geeignet ist.

Fig. 2 veranschaulicht die Arbeitsweise der planaren Wärmeübertragungsvorrichtung mit eingebrachtem Arbeitsfluid gemäß einem Ausführungsbeispiel.

Fig. 3A, 3B zeigen vergrößerte Darstellungen der Wärmeübertragungsvorrichtung gemäß weiteren Ausführungsbeispielen.

Fig. 4 zeigt ein schematisches Flussdiagramm für ein Verfahren zur Herstellung einer planaren Wärmeübertragungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel.

Fig. 5 zeigt eine konventionelle planare Wärmeübertragungsvorrichtung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0034] Fig. 1 zeigt eine planare Wärmeübertragungsvorrichtung, die zur Wärmeverteilung und zum Abtransport von Wärme von einer planaren Wärmequelle geeignet ist. Die Wärmeübertragungsvorrichtung umfasst einen Hohlraum 100, der durch eine erste Wand 110 zum Koppeln an die planare Wärmequelle und eine gegenüberliegende zweite Wand 120 begrenzt ist. Die Vorrichtung umfasst weiter eine Kapillarstützstruktur 200, die in zumindest einer Richtung R (oder entgegengesetzt dazu) Falten 210 aufweist, die sich zwischen der ersten Wand 110 und der zweiten Wand 120 erstrecken, um eine Stützwirkung und eine Kapillarwirkung für kondensiertes Arbeitsfluid bereitzustellen. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Arbeitsfluid noch nicht in den Hohlraum 100 eingebracht.

[0035] Im Gegensatz zu der konventionellen Wärmeübertragungsvorrichtung (siehe Fig. 5) ist in der Wärmeübertragungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispielen die Kapillarstützstruktur 200 gefaltet in dem Hohlraum 100 ausgebildet. Sie kann sich abschnittsweise entlang der zweiten Wand 120 erstrecken und ist periodisch (wellenförmig) hin zur ersten Wand 110 gefaltet. Es brauchen keine Kanten oder Ecken gebildet sein. Die gezeigten abgerundeten Falten erleichtern den Flüssigkeitstransport. Gemäß Ausführungsbeispielen sind keine Befestigungen an der ersten und zweiten Wand 110, 120 vorhanden (die Wände 110, 120 werden nur abgestützt), können aber optional vorhanden sein. Die erste Wand 110 und/oder die zweite Wand 120 können als Bleche ausgebildet sein, um eine thermische Kopplung an die Umgebung zu erreichen.

[0036] Die Kapillarstützstruktur 200 kann als eine homogene Struktur entlang der Falten 210 ausgebildet sein. Insbesondere sind keine weiteren Öffnungen erforderlich, können aber optional ausgebildet sein. Die Falten 210 umschließen beispielsweise Dreiecksbereiche, die eine hohe mechanische Stabilität sichern. Dies ist von Vorteil, da im Allgemeinen keine weiteren Abstandshalter vorhanden sind. Die Kapillarstützstruktur 200 weist insbesondere eine ausreichende

mechanische Stabilität auf, um die erste und die zweite Wand in einem vorbestimmten Abstand t voneinander zu halten, und zwar auch dann, wenn der Hohlraum 100 evakuiert wird und/oder thermische Spannungen/Unterdruck eine Kraft senkrecht auf die erste und auf die zweite Wand 110, 120 ausüben.

[0037] Um diese Anforderungen zu erfüllen und gleichzeitig eine Kapillarität aufzuweisen ist die Kapillarstützstruktur 200 z.B. in Form eines Drahtgeflechts (Mesh, z.B. aus Metall) gebildet und nicht als eine durchgehende Metallfolie oder Blech. Um einen ausreichenden Stützeffekt zu erreichen, kann sich die Kapillarstützstruktur 200 über den gesamten Hohlraum 100 erstrecken und an den Enden des Hohlraumes 100 anstoßen. Die Kapillarstützstruktur 200 kann dann seitlich nicht rausgedrückt werden.

[0038] Fig. 2 zeigt eine planare Wärmeübertragungsvorrichtung nach einem weiteren Ausführungsbeispiel, die für eine Wärmeverteilung und zum Abtransport von Wärme von einer planaren Wärmequelle 50 ausgebildet ist. Hierzu ist in dem Hohlraum 100 das Arbeitsfluid 150 eingebracht. Die planare Wärmequelle 50 ist lediglich schematisch über die erzeugte Wärme Q dargestellt, die zu einem Wärmeeintrag in die erste Wand 110 führt, wodurch das Arbeitsfluid 150 zumindest teilweise verdampft. Diese erste Wand 110 wirkt somit als Verdampfungswand.

[0039] Gegenüberliegend zu der ersten Wand 110 ist in der Wärmeübertragungsvorrichtung die zweite Wand 120 ausgebildet, an der das Arbeitsfluid 150 zumindest teilweise kondensiert. Diese zweite Wand 120 wirkt somit als Kondensationswand. Das Arbeitsfluid 150 wechselt seinen Aggregatzustand fortlaufend von flüssig zu dampf- oder gasförmig.

[0040] Somit überwinden die Ausführungsbeispiele die drei Probleme von konventionellen planaren Heatpipes. Das eingebrachte Drahtgewebe 200 bietet die Kapillarität und die ausgebildeten Falten 210 (oder Sicken) bieten die Stützfunktion, da sie die axialen Kräfte zwischen den beiden Wänden 110, 120 aufnehmen. Dadurch wird nicht nur die Steifigkeit erhöht, sondern gleichzeitig wird die Einhaltung des benötigten Abstandes t zwischen den Wänden 110, 120 (Dampfraum) gewährleistet. Die bislang erforderliche zusätzliche Stützstruktur kann entfallen. Die Kapillarstruktur, die für die Kapillarwirkung benötigt wird, übernimmt diese Aufgabe und ersetzt damit ein zusätzliches Bauteil.

[0041] Außerdem wird es dank der gefalteten Kapillarstruktur 200 möglich, sehr große planare Heatpipes zu bauen. Die Falten 210 unterteilen nämlich den Hohlraum 100 in abgetrennte Bereiche, in denen das Arbeitsfluid 150 zirkuliert. Im Gegensatz zu der konventionellen Wärmeübertragungsvorrichtung (siehe Fig. 5) ist die Hubhöhe H , die durch die Kapillarkräfte zu überwinden ist, deutlich kleiner und beträgt

$$H = (t - t_{\text{mesh}}) \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

wobei t der vorbestimmte Abstand zwischen der ersten und der zweiten Wand 110, 120, t_{mesh} die Dicke der Kapillarstützstruktur 200 (z.B. des Geflechts) und α der Neigungswinkel ist. Somit wird auch die Einschränkung hinsichtlich der Steighöhe der konventionellen planaren Heatpipe überwunden, in welcher die Kapillarstruktur an der Seite des Verdampfers angebracht wurde (vgl. Fig. 5).

[0042] Dies ist ein wesentlicher Vorteil der durch die gefaltete Kapillarstruktur 200 entsteht. Werden die Sicken quer zur Neigungsrichtung der Heatpipe eingebracht, ist die erforderliche Steighöhe H zur Benetzung des Verdampfers deutlich geringer; vgl. Gleichungen (1) und (2). Das durch die Schwerkraft abfließende Arbeitsfluid wird an jeder Falte von der kalten Kondensatorseite (zweite Wand 120) zum Verdampfer (erste Wand 110) gepumpt. Dort sorgt dann entweder die Schwerkraft oder ein zusätzlich eingebrachtes Mesh 200 (Kapillarstruktur) für eine gleichmäßige Verteilung des Arbeitsfluides. Dadurch ist die Baugröße bzw. der maximale Neigungswinkel einer planaren Heatpipe kaum noch beschränkt, da die erforderliche Steighöhe H nur noch maximal der Steighöhe der Falten und damit dem Abstand der Bleche entspricht.

[0043] Fig. 3A, 3B zeigen vergrößerte Darstellungen der Wärmeübertragungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispielen, wobei in der Fig. 3A eine beispielhaft geneigte Anwendung zu sehen und in der Fig. 3B ein horizontales Anwendungsbeispiel dargestellt ist.

[0044] Die erste Wand 110 ist wiederum vertikal oberhalb der zweiten Wand 120 dargestellt, zwischen denen sich die gefaltete Kapillarstützstruktur 200 erstreckt. Die Falten 210 der Kapillarstützstruktur 200 bilden somit Trennwände zwischen benachbarten Dampfäumen 155, 156 für das Arbeitsfluid 150 und verbinden die erste Wand 110 mit der zweiten Wand 120. Die Verbindung stellt zumindest eine thermische Verbindung dar, die über den Transport des Arbeitsfluides 150 gewährleistet wird. Es braucht keine weitere mechanische Verbindung oder Kopplung zu existieren - kann aber optional vorhanden sein.

[0045] Die erste Wand 110 ist wiederum beispielhaft die Wand, die an die Wärmequelle 50 koppelt (nicht dargestellt) und dort eine Verdampfungsfläche für das Arbeitsfluid 150 bildet. Die zweite Wand 120 stellt beispielhaft wieder eine Kondensationsfläche dar, in deren Nähe es zu einer Kondensation des Arbeitsfluides 150 kommt. Das Arbeitsfluid 150 liegt somit in der Flüssigphase 151 und in der Gasphase 152 vor, wobei das flüssige Arbeitsfluid 151 über die Kapillarwirkung der Kapillarstützstruktur 200 einerseits parallel zur zweiten Wand 120 und andererseits in Richtung der ersten

Wand 110 transportiert wird.

[0046] In der Nähe der ersten Wand 110 kommt es zu einer Benetzung der ersten Wand 110 durch das flüssige Arbeitsfluid 151. Da dort der Wärmeeintrag über die Wärmequelle erfolgt, geht das Arbeitsfluid 150 dort in die gasförmige Phase 152 über, die sich dann innerhalb des jeweiligen Dampfraumabschnitts 155 ausbreitet. An der zweiten Wand 120 kommt es wiederum zu einer Kondensation und der Prozess wird fortgeführt, so dass ein Wärmekreislauf 160 innerhalb jedes Dampfraumabschnittes 155, 156 vorliegt.

[0047] Die Benetzung der ersten Wand 110 kann in beiden Richtungen erfolgen, so dass auch ein vertikaler bzw. horizontaler Wärmetransport erreicht wird. Ebenso werden im Allgemeinen nicht alle Poren der Kapillarstützstruktur 200 mit flüssigem Arbeitsfluid 151 gefüllt sein. Die Kapillarstützstruktur 200 wird somit immer noch durchlässig für die Gasphase 152 des Arbeitsfluids 150 sein. Auch auf diese Weise kann ein vertikaler Wärmetransport erfolgen.

[0048] Die Kapillarstützstruktur 200 soll aber nicht nur eine Kapillarwirkung für das flüssige Arbeitsfluid 151 bereitstellen, sondern ebenfalls eine ausreichende Stützfunktion aufweisen, um den vorbestimmten Abstand t zwischen der ersten Fläche 110 und der zweiten Fläche 120 bereitzustellen. Hierzu ist die Kapillarstützstruktur 200 vorteilhafterweise derart gefaltet, dass sich dreieckförmige Abschnitte 240 bilden, die eine ausreichende mechanische Stabilität sicherstellen, sodass die erste Wand 120 nicht in direktem Kontakt mit der zweiten Wand 120 treten kann.

[0049] Bei Anwendungsfällen soll die Wärme nicht nur horizontal entlang der planaren Fläche verteilt werden, sondern auch möglichst nach oben, entgegen der Gravitation, abgeleitet werden. Der Wärmetransport entgegen der Gravitation kann beispielsweise über die Kapillarwirkung der Kapillarstützstruktur 200 oder einer weiteren Kapillarstützstruktur parallel zur zweiten Wand 120 erfolgen. Dieser vertikale Wärmetransport kann aber auch, wie zuvor beschrieben, durch die Gasphase 152 des Arbeitsfluids 150 über Öffnungen in der Kapillarstützstruktur 200 erfolgen. Aufgrund dieser Mechanismen kommt es dazu, dass die Wärmeübertragungsvorrichtung entlang der planaren Fläche eine homogene und isotrope Wärmeverteilung aufweist, da eine lokale Überhitzung zu einem Wärmeausgleich mit den benachbarten Regionen führt. Dies bedeutet gleichzeitig, dass eine Abkühlung in einer Umgebung einer Wärmesenke dazu führt, dass sich die Abkühlung ebenso entlang der ersten und zweiten Wand 110, 120 entsprechend ausbreitet. Somit kommt es nicht nur zu einem effektiven Wärmeaustausch innerhalb eines jeden Abschnittes 155, 156 des Dampfraumes, sondern ebenfalls zwischen benachbarten Abschnitten 155, 156 und schließlich über die gesamte Fläche der planaren Wärmeübertragungsvorrichtung.

[0050] Im Vergleich zur Umgebung kann innerhalb des Hohlraumes 100 ein geringerer Druck vorhanden sein. Der Druck kann beispielsweise gewählt werden, um die Verdampfungs- bzw. Kondensationstemperatur des Arbeitsfluids 150 einzustellen, sodass für die jeweilige Anwendung ein möglichst effizienter Wärmetransport sichergestellt werden kann. Aufgrund des geringeren Druckes kommt es zu einer Kraftwirkung der ersten Wand 110 in Richtung der gegenüberliegenden zweiten Wand 120. Dieser Druck führt dazu, dass die gefaltete Kapillarstützstruktur 200 eine vertikal wirkende Kraft abzustützen hat. Dies kann den positiven Nebeneffekt haben, dass dadurch die vorhandenen Poren in der Kapillarstützstruktur 200 sich entsprechend verkleinern und somit die Kapillarwirkung weiter erhöht wird.

[0051] Beispielsweise ist die Kapillarstützstruktur 200 aus einem stabilen Drahtgeflecht gebildet sein, wobei die Drahtdicke derart gewählt ist, dass eine ausreichende Stützfunktion für die jeweilige Anwendung erreicht wird. Das Drahtgeflecht 200 kann homogen (translationssymmetrisch) und isotrop (rotationssymmetrisch, zumindest bei 90° Drehungen) gebildet werden. Es braucht keinerlei weitere, zusätzliche Öffnungen oder zusätzliche Oberflächenstrukturen aufweisen.

[0052] Der vorbestimmte Abstand t zwischen zwei benachbarten Falten 210 kann im Prinzip beliebig gewählt werden, stellt jedoch im Allgemeinen einen Kompromiss dar zwischen einer möglichst vollständigen Benetzung der ersten Wand 110 und gleichzeitig einem effektiven Wärmekreislauf 160 durch das Arbeitsfluid 150. Wenn die Abstände zwischen den einzelnen Falten 210, an denen die Kapillarstützstruktur 200 in Kontakt mit der ersten Wand 110 oder in der Nähe dazu gelangt, sehr weit sind, kann diese Benetzung unterbrochen werden, sodass es zu lokalen Überhitzungen kommen kann. Daher ist es vorteilhaft, dass der Abstand der Falten 210 nicht zu groß gebildet wird. Andererseits, falls der Abstand zwischen den Falten zu klein gebildet wird, ist der Wärmekreislauf 160 von kondensiertem Arbeitsfluid 151 und verdampftem Arbeitsfluid 152 (in der Gasphase) nicht effektiv. Der Dampfraum 155, 156 ist dann zu klein, um einen effizienten Kreislauf 160 des Arbeitsfluids 150 von der Flüssigphase 151 zur Dampfphase 152 und zurück zur Flüssigphase 151 zu gewährleisten.

[0053] Optional kann eine Wärmesenke (nicht gezeigt) beispielsweise an einem beliebigen Endpunkt in Richtung R der gefalteten Struktur ausgebildet werden. Der Wärmekreislauf 160 innerhalb der einzelnen Dampfäume 155, 156 zwischen den benachbarten Falten 210 stellt sicher, dass entlang der planaren Ausdehnung der Wärmeübertragungsvorrichtung ein gleichförmiges, homogenes Temperaturprofil vorherrscht, so dass die Abkühlung an einem beliebigen Ort geschehen kann. Die Wärmesenke kann beispielsweise ein Wasserbad oder eine Luftkühlung umfassen.

[0054] Fig. 4 zeigt ein schematisches Flussdiagramm für ein Verfahren zur Herstellung einer planaren Wärmeübertragungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Verfahren umfasst:

- Bereitstellen S310 einer Kapillarstützstruktur 200, die eine Stützwirkung und eine Kapillarwirkung für kondensiertes Arbeitsfluid bereitstellt; und

- Bilden S320 eines Hohlraums 100 mit einer ersten Wand 110 zum Koppeln an die planare Wärmequelle und einer gegenüberliegenden zweiten Wand 120, wobei in zumindest einer Richtung R die Kapillarstützstruktur 200 sich zwischen der ersten Wand 110 und der zweiten Wand 120 gefaltet erstreckt, um einen Transport von kondensiertem Arbeitsfluid durch die Kapillarstützstruktur 200 von der zweiten Wand 120 zu der ersten Wand 110 zu ermöglichen.

[0055] Als weitere optionale Schritte kann das Verfahren folgende Schritte umfassen:

- Entfernen von Luft aus dem Hohlraum (100) über die Öffnung;
- Einbringen von Arbeitsfluid in den Hohlraum (100) durch die Öffnung;
- vakuumdichtes Verschließen der Öffnung

[0056] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen beziehen sich auf die folgenden Gegenstände:

1) Eine Vorrichtung zur Verteilung von Wärme über große Flächen, wobei parallel angeordnete Bleche (Wände 110, 120) eine vakuumdichte Heatpipe bilden, deren Kapillarstruktur 200 den Dampfraum der Heatpipe in mehrere Abschnitte 155, 156 unterteilt.

2) Eine Vorrichtung nach 1), wobei eine Stützstruktur 200 so geformt ist, dass auch bei Unterdruck ein Abstand der parallel angeordneten Bleche gewährleistet ist.

3) Eine Vorrichtung nach 2), wobei diese Stützstruktur 200 ganz oder teilweise durch die Kapillarstruktur gebildet wird.

[0057] Die in der Beschreibung, den Ansprüchen und den Figuren offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0058]

50	(planare) Wärmequelle
100, 400	Hohlraum
110, 120, 410, 420	gegenüberliegende Wände
150	Arbeitsfluid
151	Flüssigphase des Arbeitsfluid
152	Gasphase des Arbeitsfluid
155, 156	Abschnitte des Dampfraumes
160	Wärmekreislauf
200	Kapillarstützstruktur
210	Falten
240	Dreiecksstrukturen zur mechanischen Stabilität
470	Kapillarstruktur
L	Länge Wärmeübertragungsvorrichtung
R	Faltungsrichtung
t	Abstand gegenüberliegende Wände, Dicke des Hohlraumes

Patentansprüche

1. Planare Wärmeübertragungsvorrichtung zur Wärmeverteilung und zum Abtransport von Wärme von einer planaren Wärmequelle (50), mit folgenden Merkmalen:

ein Hohlraum (100), der durch eine erste Wand (110) zum Koppeln an die planare Wärmequelle (50) und eine gegenüberliegende zweite Wand (120) begrenzt ist und ein Arbeitsfluid (150) aufweist; und eine Kapillarstützstruktur (200), die in zumindest einer Richtung (R) sich gefaltet zwischen der ersten Wand (110) und der zweiten Wand (120) erstreckt, um eine Stützwirkung und eine Kapillarwirkung für kondensiertes Arbeitsfluid (151) bereitzustellen, sodass ein Transport von kondensiertem Arbeitsfluid durch die Kapillarstützstruktur (200) von der zweiten Wand (120) zu der ersten Wand (110) möglich ist.

2. Wärmeübertragungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Hohlraum (100) vakuumdicht abgeschlossen ist, um einen Dampfraum für das Arbeitsfluid (150) zu bilden, und wobei Falten (210) der Kapillarstützstruktur (200) den Hohlraum (100) in mehrere Abschnitte (155, 156) trennt.
- 5 3. Wärmeübertragungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei ein Abstand zwischen benachbarten Falten (210) der Kapillarstützstruktur (200) angepasst ist, um
 - eine möglichst vollständige Benetzung der ersten Wand (110) zu erreichen, und
 - zwischen den benachbarten Falten (210) einen Abschnitt des Dampfraumes zu bilden, in dem zirkulierendes10 Arbeitsfluid einen Wärmekreislauf (160) von gasförmigen und dem kondensierten Arbeitsfluid (152, 151) bilden kann.
4. Wärmeübertragungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kapillarstützstruktur (200) ausgebildet ist, um die erste Wand (110) und die zweite Wand (120) in einem vorbestimmten Abstand parallel
15 voneinander zu halten.5. Wärmeübertragungsvorrichtung nach Anspruch 4, die weiter einen oder mehrere zusätzliche Abstandshalter aufweist, um den vorbestimmten Abstand sicherzustellen.
- 20 6. Wärmeübertragungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für das Arbeitsfluid (150) die erste Wand (110) eine Verdampfungsoberfläche und die zweite Wand (120) eine Kondensationsoberfläche bilden, und
 - wobei die Kapillarstützstruktur (200) sich zumindest teilweise parallel entlang der zweiten Wand (120) erstreckt, um25 kondensiertes Arbeitsfluid (151) entgegen der Gravitation entlang der zweiten Wand (120) zu transportieren.
7. Wärmeübertragungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kapillarstützstruktur (200) aus einem kapillar wirkenden Drahtgeflecht gebildet ist.
8. Wärmeübertragungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kapillarstützstruktur (200) vereinzelte vergrößerte Öffnungen aufweist, um eine Durchlässigkeit der Kapillarstützstruktur (200) für gasförmiges
30 Arbeitsfluid (152) zu erreichen, ohne die Kapillarwirkung für flüssiges Arbeitsfluid (151) zu verlieren.9. Wärmeübertragungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei entlang der zweiten Wand (120) eine weitere Kapillarstruktur ausgebildet ist, um einen Transport von kondensiertem Arbeitsfluid (151) entgegen
35 der Gravitation von einem Faltenzwischenraum (155) zu einem benachbarten Faltenzwischenraum (156) entlang der zweiten Wand (120) zu ermöglichen.10. Wärmeübertragungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die weiter eine Wärmesenke in einem Randbereich des Hohlraumes (100) aufweist, wobei der Randbereich in der Richtung (R) des Faltens liegt.
4011. Verwendung der Wärmeübertragungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in zumindest einem der folgenden Anwendungen:
 - zur Kühlung von Photovoltaikanlagen;
 - zur Kühlung von Wänden von Gebäuden;
 - zum Abtransport von Wärme aus Innenräumen;
 - zum Kühlen von Elektronikbauteilen.45
12. Verfahren zur Herstellung einer planaren Wärmeübertragungsvorrichtung, die zur Wärmeverteilung und zum Abtransport von Wärme von einer planaren Wärmequelle (50) vorgesehen ist, mit folgenden Schritten:
Bereitstellen (S310) einer Kapillarstützstruktur (200), die eine Stützwirkung und eine Kapillarwirkung für kondensiertes Arbeitsfluid (151) bereitstellt; und
Bilden (S320) eines Hohlraums (100) mit einer ersten Wand (110) zum Koppeln an die planare Wärmequelle
55 und einer gegenüberliegenden zweiten Wand (120), wobei in zumindest einer Richtung (R) die Kapillarstützstruktur (200) sich zwischen der ersten Wand (110) und der zweiten Wand (120) gefaltet erstreckt, um einen Transport von kondensiertem Arbeitsfluid (151) durch die Kapillarstützstruktur (200) von der zweiten Wand (120) zu der ersten Wand (110) zu ermöglichen.

EP 3 812 684 A1

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der gebildete Hohlraum (100) eine Öffnung aufweist und das Verfahren weiter zumindest einen der folgenden Schritte umfasst:

- Entfernen von Luft aus dem Hohlraum (100) über die Öffnung;
- Einbringen von Arbeitsfluid in den Hohlraum (100) durch die Öffnung;
- vakuumdichtes Verschließen der Öffnung.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

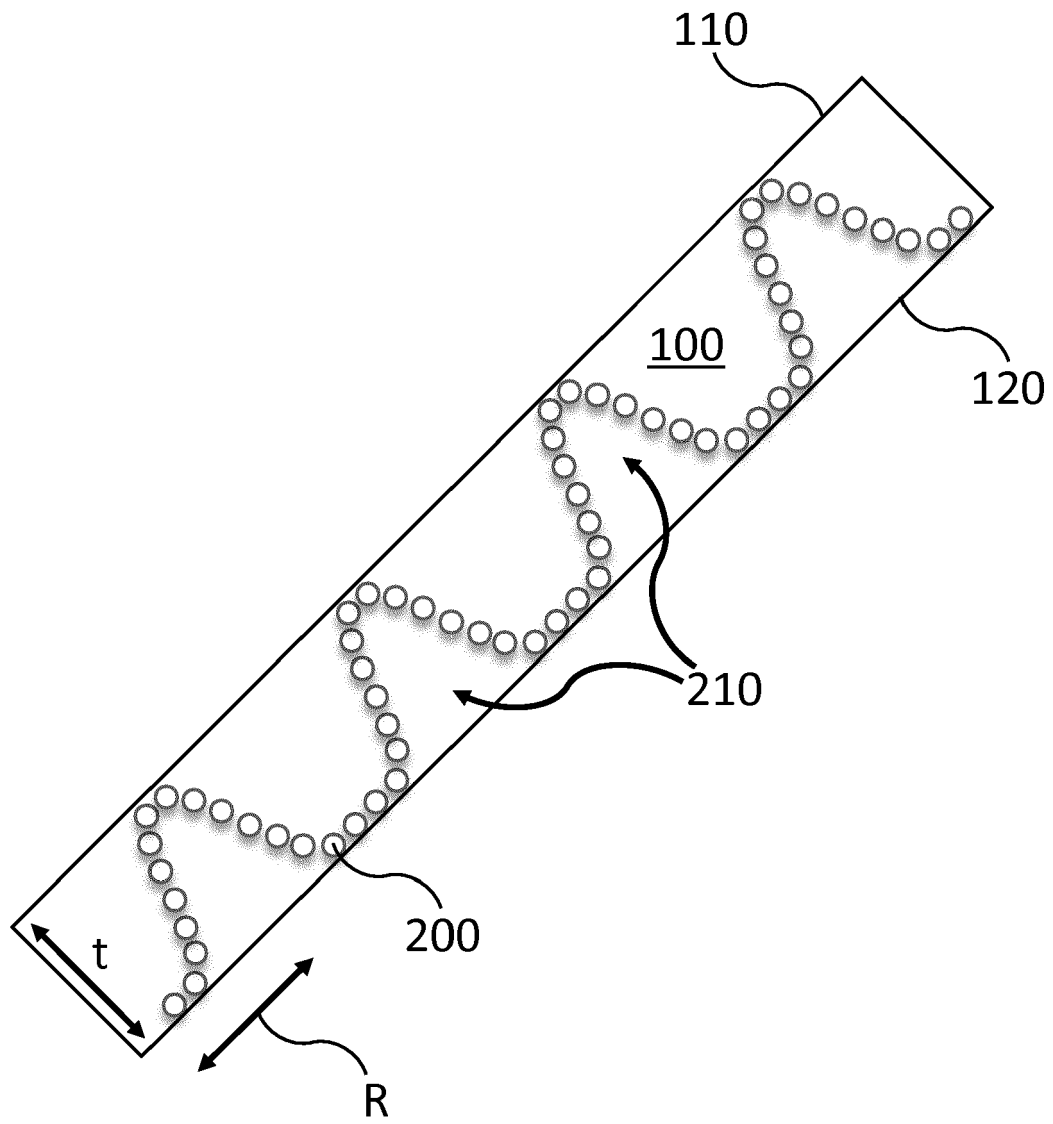


Fig. 1

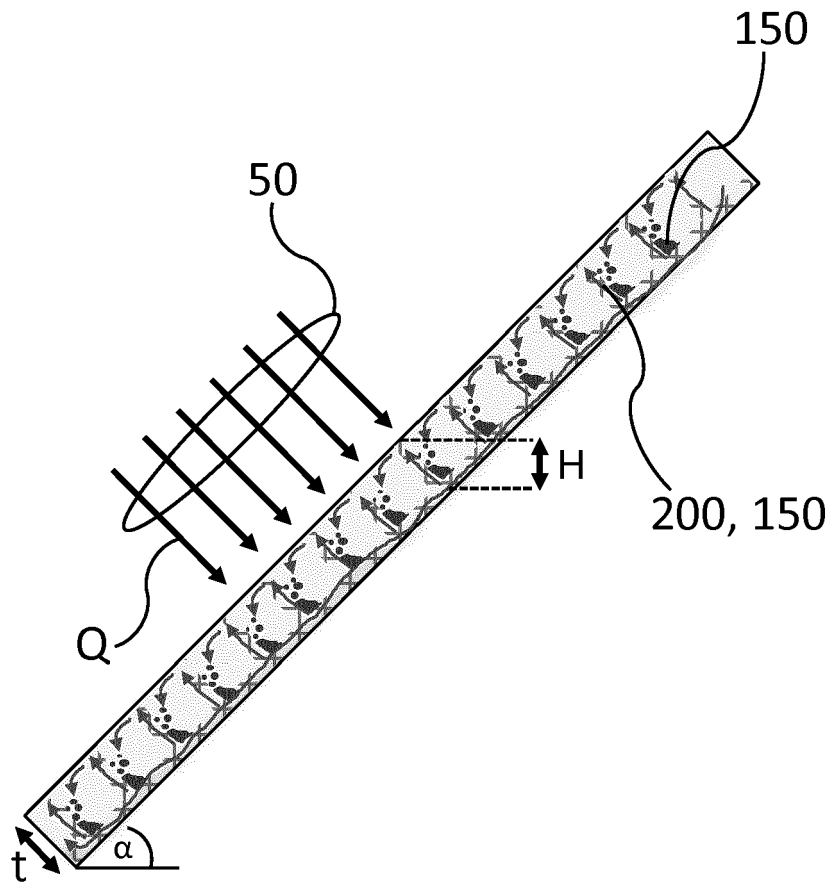


Fig. 2

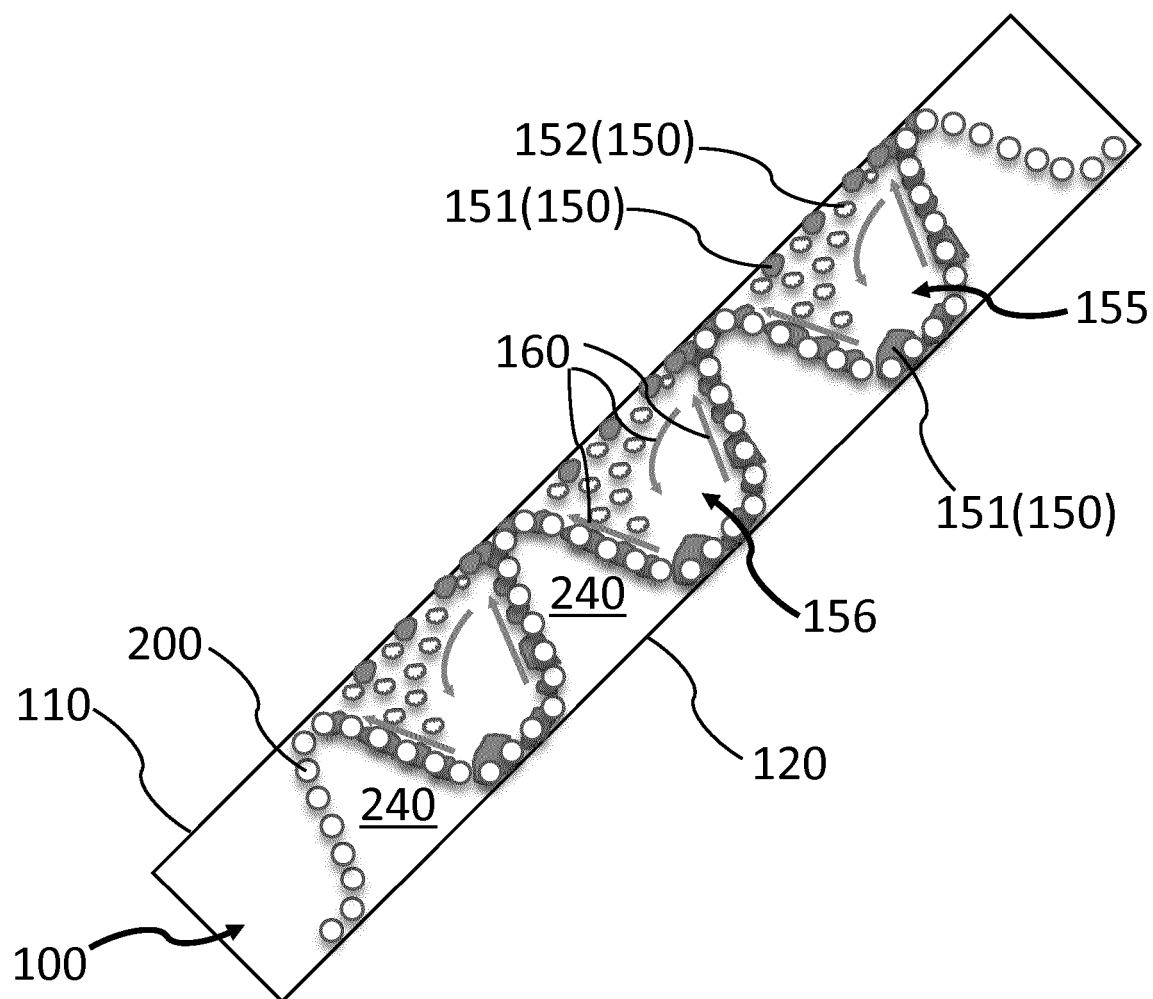


Fig. 3A

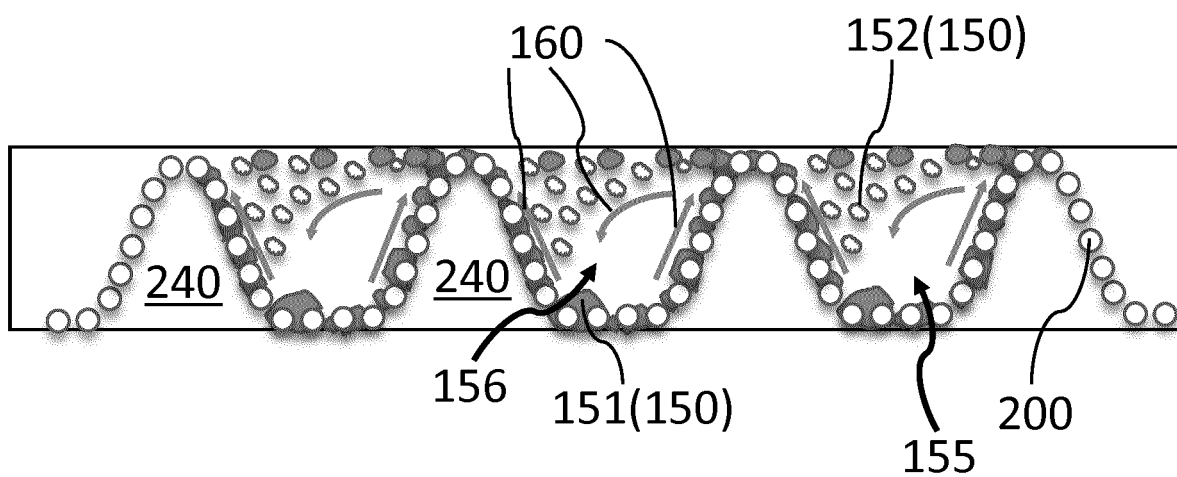


Fig. 3B

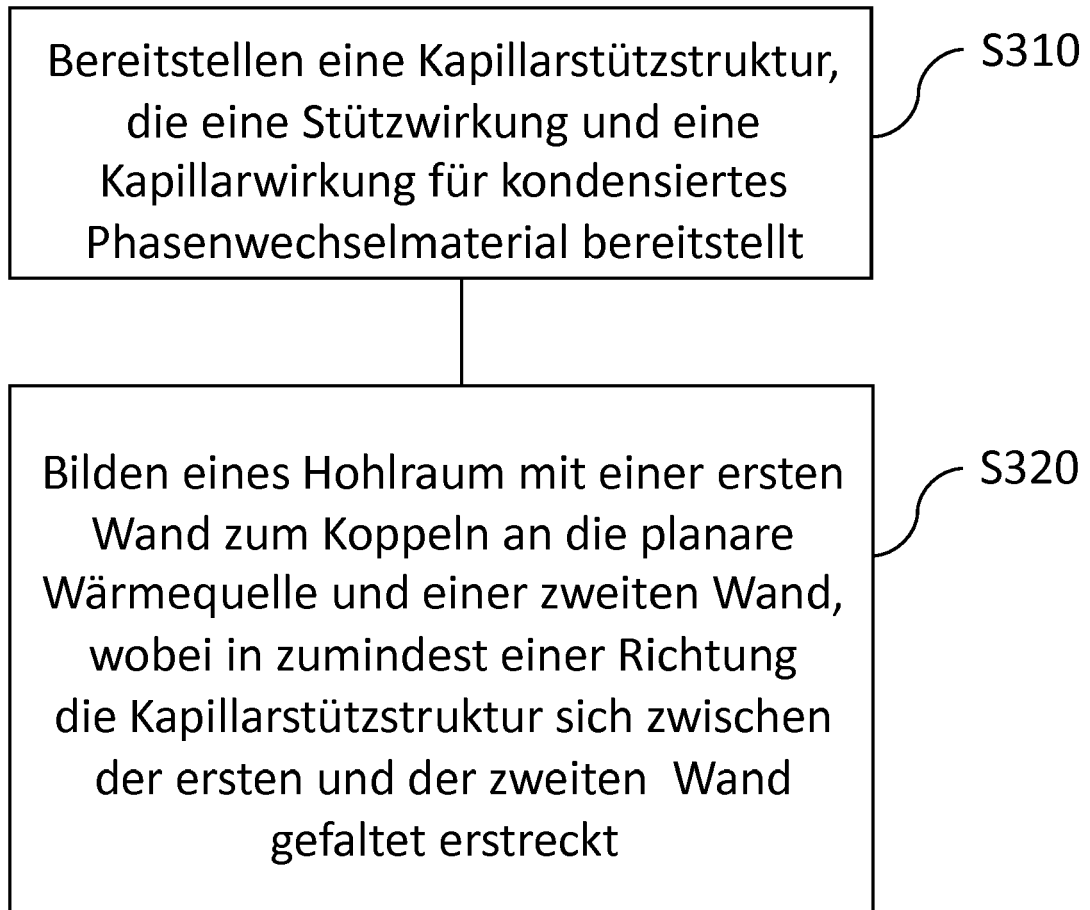


Fig. 4

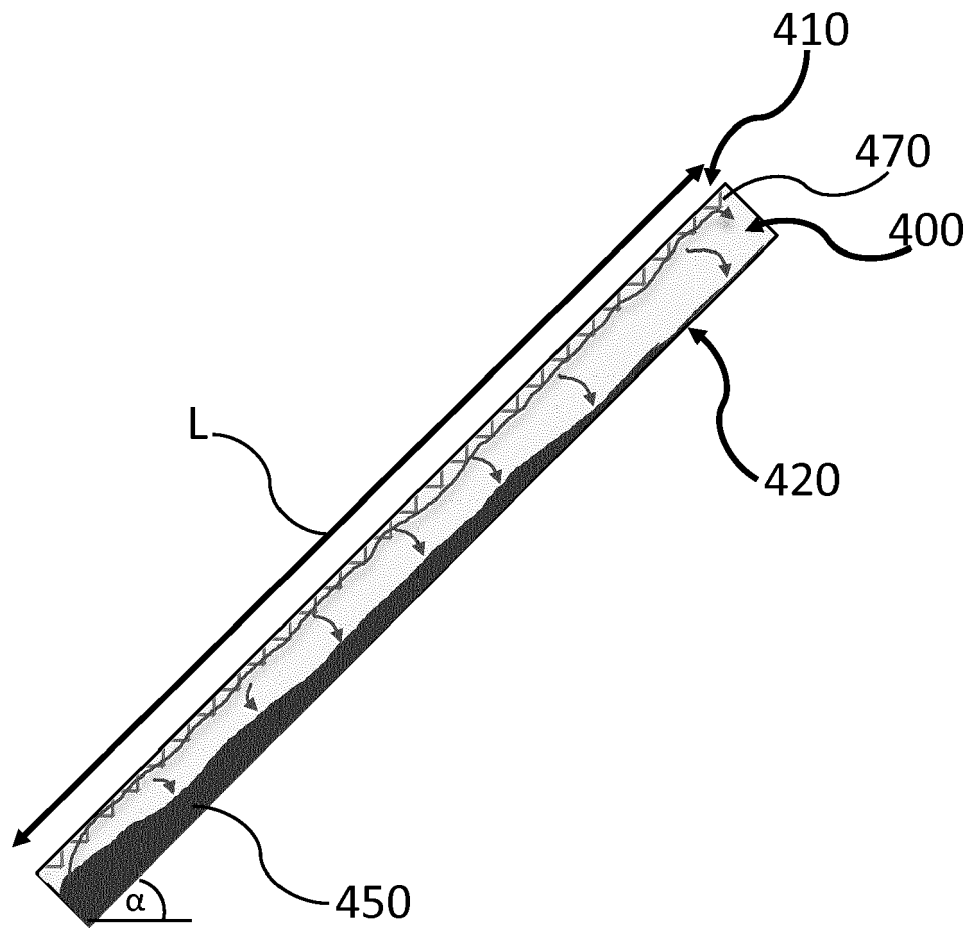


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 20 5010

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2013/312939 A1 (UCHIDA HIROKI [JP] ET AL) 28. November 2013 (2013-11-28) * das ganze Dokument *	1-6,9-13	INV. F28D15/02 F28D15/04
X	US 2006/207751 A1 (HONG CHU-WAN [TW] ET AL) 21. September 2006 (2006-09-21) * das ganze Dokument *	1,7,8, 11-13	
A	US 2009/194259 A1 (MEYER IV GEORGE ANTHONY [US] ET AL) 6. August 2009 (2009-08-06) * das ganze Dokument *	1-13	
A	JP 2015 183880 A (FUJITSU LTD) 22. Oktober 2015 (2015-10-22) * Abbildungen 1-22 *	1-13	
A	EP 3 299 758 A1 (SHINKO ELECTRIC IND CO [JP]) 28. März 2018 (2018-03-28) * das ganze Dokument *	1-13	
A	US 2009/260785 A1 (WANG CHENG-TU [TW] ET AL) 22. Oktober 2009 (2009-10-22) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-13 *	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F28D F28F
A	US 2010/163212 A1 (CHIN CHI-TE [TW]) 1. Juli 2010 (2010-07-01) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	1-13	
A	US 2006/196641 A1 (HONG CHU-WAN [CN] ET AL) 7. September 2006 (2006-09-07) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-7 *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. April 2020	Prüfer Bloch, Gregor
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 20 5010

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-04-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013312939 A1	28-11-2013	CN 103424020 A	04-12-2013
		JP 6191137 B2	06-09-2017
		JP 2013257129 A	26-12-2013
		TW 201407123 A	16-02-2014
		US 2013312939 A1	28-11-2013
US 2006207751 A1	21-09-2006	TW 1259895 B	11-08-2006
		US 2006207751 A1	21-09-2006
US 2009194259 A1	06-08-2009	TW M336673 U	11-07-2008
		US 2009194259 A1	06-08-2009
JP 2015183880 A	22-10-2015	JP 6233125 B2	22-11-2017
		JP 2015183880 A	22-10-2015
EP 3299758 A1	28-03-2018	CN 107796251 A	13-03-2018
		EP 3299758 A1	28-03-2018
		JP 6291000 B2	07-03-2018
		JP 2018036012 A	08-03-2018
		US 2018058767 A1	01-03-2018
US 2009260785 A1	22-10-2009	KEINE	
US 2010163212 A1	01-07-2010	TW 201024648 A	01-07-2010
		US 2010163212 A1	01-07-2010
US 2006196641 A1	07-09-2006	TW 1275765 B	11-03-2007
		US 2006196641 A1	07-09-2006

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82