



(11)

EP 3 551 957 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.02.2024 Patentblatt 2024/07

(21) Anmeldenummer: **17811925.1**(22) Anmeldetag: **06.12.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F28F 1/12 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28F 1/122; F28F 2255/12

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/081648

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/104375 (14.06.2018 Gazette 2018/24)

(54) WÄRMEÜBERTRAGER UND VERFAHREN ZU DESSEN VERWENDUNG

HEAT EXCHANGER AND METHOD FOR USE THEREOF

ÉCHANGEUR DE CHALEUR ET PROCÉDÉ D'UTILISATION DE CELUI-CI

(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**

(30) Priorität: **07.12.2016 DE 102016224338**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(73) Patentinhaber: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
80686 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **FINK, Marcel
01324 Dresden (DE)**

- **ANDERSEN, Olaf
01097 Dresden (DE)**
- **ROHNE, Marcus
02763 Zittau (DE)**
- **SCHNABEL, Lena
79115 Freiburg (DE)**

(74) Vertreter: **Friese Goeden Patentanwälte PartGmbB
Widenmayerstraße 49
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 0 693 666 WO-A2-2008/018816
DE-A1- 19 961 284 DE-A1-102009 018 197
NL-A- 7 803 013 US-A- 5 305 824**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit zumindest einer Wärmeübertragungsfläche, welche mit zumindest einer Wärmeleitstruktur verbunden ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Verdampfen einer Flüssigkeit, bei welchem einer Flüssigkeit Wärme zugeführt wird. Schließlich betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Wärmeübertrag zwischen einem ersten Wärmeträgermedium und einem zweiten Wärmeträgermedium mittels eines Wärmeübertragers. Vorrichtungen und Verfahren der eingangs genannten Art können vielfältig Verwendung finden, beispielsweise zur Entwärmung von Prozessanlagen oder Maschinen oder als Bauteil von Wärmepumpen und Klimageräten, solche Wärmeüberträger sind z.B. aus EP 0 693 666 A2 bekannt. EP 0 693 666 A2 beschreibt den Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der Praxis sind Lamellenwärmeübertrager bekannt. Diese enthalten ein Lamellenpaket, wobei einzelne Lamellen aus einem Blech aus einem Metall oder einer Legierung gefertigt sind. Das Lamellenpaket kann beispielsweise Aluminium oder Kupfer enthalten. Im Lamellenpaket sind Bohrungen angebracht, durch welche Rohrleitungen geführt sind. Ein erstes Wärmeträgermedium, beispielsweise Wasser oder ein Thermoöl, durchströmt die Rohrleitungen. Ein zweites Wärmeträgermedium, beispielsweise Umgebungsluft, durchströmt das Lamellenpaket. Dabei kann Wärme entweder vom ersten Wärmeträgermedium auf das zweite Wärmeträgermedium oder umgekehrt übertragen werden. Das Lamellenpaket ist dabei thermisch an die Rohrleitungen angebunden und führt dazu, dass die zum Wärmeaustausch zur Verfügung stehende Oberfläche vergrößert ist.

[0003] Diese bekannten Lamellenwärmeübertrager weisen jedoch den Nachteil auf, dass die Lamellen fertigungsbedingt einen gewissen Mindestabstand zueinander aufweisen müssen und die damit zum Wärmeaustausch zur Verfügung stehende Oberfläche begrenzt ist. Dies begrenzt gleichzeitig die Leistungsfähigkeit des Wärmeübertragers, d. h. die pro Zeiteinheit übertragbare Wärmemenge.

[0004] Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, einen Wärmeübertrager mit verbesserter Leistungsfähigkeit bereitzustellen.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1, ein Verfahren nach Anspruch 14 und ein Verfahren nach Anspruch 15 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen.

[0006] Erfindungsgemäß wird ein Wärmeübertrager mit zumindest einer Wärmeübertragungsfläche vorgeschlagen. Der Wärmeübertragungsfläche kann Wärme zu- oder abgeführt werden, beispielsweise durch elektrische Heizwiderstände, Peltier-Elemente oder Abwärmenutzung. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeübertragungsfläche eine Rohrwandung

sein oder einen Teil einer Rohrwandung enthalten, welche einen Innenraum eines Rohres gegen den das Rohr umgebenden Außenraum begrenzt. In diesem Fall kann im Rohr ein Wärmeträger zirkulieren, welchem sensible und/oder latente Wärme zugeführt wird oder welchem sensible und/oder latente Wärme entnommen wird. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeübertragungsfläche Teil einer Behälterwandung sein, wobei der Behälter einen Latentwärmespeicher enthält.

[0007] Sofern die Wärmeübertragungsfläche eine Rohrwandung ist, kann der Querschnitt des Rohres polygonal oder rund sein. Die Querschnittsfläche kann dieselbe Breite wie Höhe aufweisen, sodass der Rohrquerschnitt quadratisch oder kreisrund ist. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann die Breite des Rohres größer sein als dessen Höhe, sodass der Querschnitt rechteckig oder elliptisch ist. Ein Wärmetauscher, welcher eine Mehrzahl solcher Rohre aufweist, kann auch als Plattenwärmetauscher bezeichnet werden.

[0008] Die Wärmeübertragungsfläche kann ein Metall oder eine Legierung aufweisen oder daraus bestehen. Die Wärmeübertragungsfläche kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung Aluminium und/oder Kupfer und/oder Edelstahl enthalten oder daraus bestehen.

[0009] Weiterhin wird vorgeschlagen, die Wärmeübertragungsfläche zumindest einseitig mit einer Wärmeleitstruktur zu versehen. Die Wärmeleitstruktur ist thermisch an die Wärmeübertragungsfläche angekoppelt, sodass die zum Wärmeaustausch zur Verfügung stehende Fläche gegenüber der reinen Wärmeübertragungsfläche vergrößert ist.

[0010] Erfindungsgemäß wird nun vorgeschlagen, dass die Wärmeleitstruktur zumindest zwei Wärmeleitgitter enthält, welche stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Die Wärmeleitgitter können hierzu miteinander verlötet oder verschweißt oder gesintert werden. Die Wärmeleitgitter erlauben im Gegensatz zu Lamellen aufgrund der im Gitter vorhandenen Öffnungen eine effiziente Durchströmung mit einem Wärmeträgermedium.

Weiterhin weisen die Wärmeleitgitter aufgrund ihrer Öffnungen innenliegende Oberflächen auf, welche zur Vergrößerung der gesamten, zum Wärmeaustausch zur Verfügung stehenden Oberfläche beitragen. Aufgrund der stoffschlüssigen Verbindung benachbarter Wärmeleitgitter innerhalb der Wärmeleitstruktur wird der Abstand der Wärmeleitgitter gegenüber bekannten Lamellenpaketen reduziert. Hierdurch kann die Anzahl der Wärmeleitgitter vergrößert sein, wodurch die zum Wärmeaustausch zur Verfügung stehende Oberfläche ansteigt. Gleichzeitig erhöht sich durch die stoffschlüssige Verbindung benachbarter Wärmeleitgitter die mechanische Stabilität, sodass die Wärmeleitgitter eine geringere Materialstärke aufweisen können als übliche Lamellen eines Lamellenwärmeübertragers. Da innerhalb der

durch ein Wärmeleitgitter definierten Ebene gleichwohl eine durchgängige Materialstruktur vorhanden ist, kann die Wärme über die Wärmeleitgitter mit großer Effizienz von der Wärmeübertragungsfläche des zumindest einen

Rohres des Wärmeübertragers zu- oder abgeführt bzw. dem im Rohr strömenden Wärmeträgermedium zugeführt werden.

[0011] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann zumindest ein Wärmeleitgitter ausgewählt sein aus einer perforierten Materiallage und/oder einem Streckmetallgitter und/oder einem Geflecht. Die perforierte Materiallage kann beispielsweise ein Blech bzw. eine Metallfolie aus einem Metall oder einer Legierung sein oder eine solche enthalten. Die Materiallage kann eben oder gekrümmt bzw. gewellt sein, um auf diese Weise Zwischenräume zwischen benachbarten Wärmeleitgittern der Wärmeleitstruktur zu realisieren. Ein Streckmetallgitter bzw. ein Geflecht oder ein Gestrick kann in den beiden Raumrichtungen der durch das Flächengebilde des Streckmetallgitters definierten Ebene eine anisotrope Wärmeleitfähigkeit aufweisen, sodass die Wärmeleitfähigkeit orthogonal zur Wärmeübertragungsfläche größer sein kann als in einer Richtung parallel zur Wärmeübertragungsfläche. Hierdurch kann Wärme effizient der Wärmeübertragungsfläche zu- bzw. abgeführt werden. Im Falle eines Streckmetallgitters kann dies dadurch erfolgen, dass die im Gitter ausgebildeten Maschen nicht quadratisch sind, sondern eine größere Ausdehnung in einer Raumrichtung aufweisen als in einer dazu orthogonalen Raumrichtung. Im Falle eines Geflechtes bzw. eines Gewebes kann die Anzahl bzw. Flächendichte der im Geflecht bzw. Gewebe vorhandenen Fäden in einer Raumrichtung größer sein als in einer hierzu orthogonalen Raumrichtung.

[0012] In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die einzelnen Wärmeleitgitter eine Materialstärke von weniger als etwa 200 µm oder weniger als etwa 150 µm oder weniger als etwa 60 µm aufweisen. In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die einzelnen Wärmeleitgitter eine Materialstärke von mehr als etwa 20 µm oder mehr als etwa 30 µm oder mehr als etwa 90 µm aufweisen. In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die Wärmeleitgitter eine Materialstärke von etwa 50 µm aufweisen. Die genannten Materialstärken erlauben einerseits einen hinreichenden Wärmetransport innerhalb der durch das Wärmeleitgitter definierten Ebene und andererseits eine hinreichende Packungsdichte, um hohe Leistungsdichten des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers zu erzielen.

[0013] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeleitstruktur so auf der Wärmeübertragungsfläche angeordnet sein, dass die Wärmeleitgitter mit dem Rohr bzw. der Längsachse des Rohres einen Winkel von etwa 50° bis etwa 130° oder von etwa 70° bis etwa 110° oder von etwa 80° bis etwa 100° oder etwa 90° einschließen. Dies erlaubt einerseits eine effiziente Durchströmung der Wärmeleitstruktur, beispielsweise in einem Querstromwärmetauscher. Andererseits ist die projizierte Fläche der Wärmeleitstruktur maximal, wenn diese etwa 90° zur Wärmeübertragungsfläche und zur Strömung des Wärmeträgermediums angeordnet ist. Hierdurch können Strömungsverluste minimiert und die

Wärmeübertragungsleistung maximiert werden.

[0014] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeleitstruktur durch Sintern der Wärmeleitgitter hergestellt werden. Zum Sintern kann ein Stapel von Wärmeleitgittern in Schutzgasatmosphäre oder Vakuum auf eine vorgebbare Temperatur erwärmt werden. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann diese Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur und über der halben Schmelztemperatur des für die Wärmeleitgitter verwendeten Materials gewählt sein. Hierdurch kommt es zum Verschweißen der Wärmeleitgitter bzw. zur Ausbildung von Sinterhälsen an einzelnen Berührungs punkten. Dies kann die mechanische Stabilität auch dünner Wärmeleitgitter soweit erhöhen, dass der Wärmeübertrager mechanisch robust ausgeführt werden kann. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass durch das Sintern einer Mehrzahl von Wärmeleitgittern eine Wärmeleitstruktur entsteht, deren Porosität nur unwe sentlich geringer ist als die offene Fläche einzelner Wärmeleitgitter. Somit kann die erfindungsgemäße Wärmeleitstruktur mit geringen Druckverlusten vom Wärmeträgermedium durchströmt werden und beim Einsatz als Verdampfer kann sich in der Wärmeleitstruktur eine großflächige Dreiphasengrenze zwischen der Wärme übertragenden Fläche der Wärmeleitstruktur, der zu verdampfenden Flüssigkeit und dem Dampf ausbilden.

[0015] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeleitstruktur eine Höhe von etwa 1 mm bis etwa 10 mm oder etwa 1 mm bis etwa 5 mm oder etwa 1 mm bis etwa 3 mm aufweisen. Wärmeleitstrukturen, welche ausgehend von der Oberfläche der Wärme übertragungsfläche die angegebenen Höhenmaße aufweisen, eignen sich insbesondere zur Verdampfung einer Flüssigkeit aus einem Flüssigkeitssumpf. Hierzu kann die Wärmeleitstruktur teilweise oder vollständig in den Flüssigkeitssumpf eintauchen.

[0016] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeleitstruktur eine Höhe von etwa 15 mm bis etwa 40 mm oder von etwa 20 mm bis etwa 30 mm aufweisen. Die Höhe erstreckt sich dabei von der Oberfläche der Rohrwand ausgehend lotrecht bis zum höchsten Punkt der Wärmeleitstruktur. Solche Wärmeleitstrukturen können von einem gasförmigen Wärmeträgermedium durchströmt und dabei als Wärmeübertrager zwischen zwei Wärmeträgermedien verwendet werden und aufgrund der großen zur Verfügung stehenden Fläche auch große Leistungen übertragen.

[0017] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeleitstruktur zwischen etwa 50 und etwa 2500 oder zwischen etwa 100 und etwa 1000 oder zwischen etwa 150 und etwa 500 oder zwischen etwa 200 und etwa 300 Wärmeleitgitter enthalten oder daraus bestehen. Die Wärmeleitgitter können nach Zuschnitt und optionaler Umformung, beispielsweise durch Struktur walzen, übereinandergelegt und durch Sintern, Kleben oder Löten miteinander verbunden werden. Insbesondere Sintern erlaubt ein einfaches Herstellungsverfahren der erfindungsgemäßen Wärmeleitstruktur. Nach dem

Sintern weist die Wärmeleitstruktur eine vergleichsweise große mechanische Stabilität und gleichzeitig eine hohe Porosität auf, welche eine effiziente Durchströmung mit einem insbesondere gasförmigen Wärmeträgermedium erlaubt. Gleichzeitig kann die Wärmeleitstruktur in den einzelnen Ebenen der Wärmeleitgitter effizient Wärme leiten, wohingegen in Richtung des Normalenvektors der Wärmeleitgitter aufgrund der nur punktartigen Verbindung der einzelnen Wärmeleitgitter untereinander eine reduzierte Wärmeleitfähigkeit gegeben ist.

[0018] Die aus einer Vielzahl von Wärmeleitgittern zusammengesetzte Wärmeleitstruktur kann nachfolgend auf das gewünschte Maß zugeschnitten und form- oder stoffschlüssig an die Wärmeübertragungsfläche eines Wärmeübertragers gefügt werden. Hierbei kann auch eine Mehrzahl von Wärmeleitstrukturen an einer Wärmeübertragungsfläche befestigt werden.

[0019] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann der Normalenvektor der Wärmeleitgitter dem Normalenvektor der Wärmeübertragungsfläche einen Winkel zwischen etwa 30° und etwa 150° oder Zwischen etwa 45° und etwa 135° oder Zwischen etwa 70° und etwa 110° oder etwa 90° einschließen. Dadurch wird die Wärme entlang der Ebenen der Wärmeleitgitter von der Wärmeübertragungsfläche abgeführt.

[0020] Gemäß der Erfindung weist die Wärmeleitstruktur eine Porosität von etwa 70 % bis etwa 90 % oder von etwa 80 % bis etwa 85 % auf. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass auch beim Aufeinanderlegen einer Vielzahl von Wärmeleitgittern die offene Fläche, welche den Strömungswiderstand eines Wärmeträgermediums maßgeblich bestimmt, nur im geringen Umfang sinkt.

[0021] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Maschengröße der einzelnen Maschen eines Wärmeleitgitters zwischen etwa 1,5 mm und etwa 3,5 mm betragen. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Breite einer Masche größer sein als deren Höhe. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Breite einer Masche zwischen etwa 2,2 mm bis etwa 3,5 mm betragen. In diesen Ausführungsformen der Erfindung kann die Höhe einer Masche zwischen etwa 1,5 mm und etwa 2,5 mm betragen. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Stegbreite des Wärmeleitgitters, d.h. die zwischen benachbarten Maschen verbleibende Materialdicke, zwischen etwa 180 µm und etwa 50 µm oder zwischen etwa 150 µm und etwa 80 µm betragen. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann die Stegbreite zwischen etwa 120 µm und etwa 90 µm betragen. Somit erlaubt die vergleichsweise große Maschengröße die effiziente Durchströmung mit einem Wärmeträgermedium oder im Falle eines Verdampfers die effiziente Abführung eines gasförmigen Mediums, wohingegen die verbleibende Stegbreite noch einen hinreichenden Wärmetransport innerhalb der Wärmeleitstruktur sicherstellt.

[0022] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeleitfähigkeit der Wärmeleitstruktur in Richtung des Normalenvektors der durch die Wärmeleit-

gitter definierten Ebene um mehr als einen Faktor 7 oder mehr als einen Faktor 8 oder mehr als einen Faktor 10 geringer sein als in einer zum Normalenvektor orthogonalen Richtung. Dieses Verhalten ergibt sich daraus,

5 dass innerhalb der durch die einzelnen Wärmeleitgitter definierten Ebene aufgrund der zusammenhängenden Materiallage der Wärmeleitgitter eine vergleichsweise große Querschnittsfläche zum Wärmetransport zur Verfügung steht. Andererseits sind benachbarte Wärmeleitgitter nur punktförmig durch Sinterhälse, Lötstellen oder Klebeverbindungen miteinander verbunden, sodass die Wärmeleitung in Richtung des Normalenvektors reduziert ist.

[0023] In einigen Ausführungsformen der Erfindung 15 kann der Wärmeübertrager weiterhin ein Sorptionsmittel enthalten, welches auf und/oder in der Wärmeleitstruktur angeordnet ist. Das Sorptionsmittel kann beispielsweise durch Plasmabeschichten, Tauchbeschichtung oder Sprühbeschichtung aufgebracht werden. Dies erlaubt es, den erfindungsgemäß Wärmeübertrager als Sorber in einem thermischen Kompressor einer Sorptionswärmeerpumpe einzusetzen. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann der Wärmeübertrager auch als Kondensator und/oder Verdampfer einer Wärmepumpe 20 Verwendung finden.

[0024] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Wärmeleitstruktur plissiert sein.

[0025] In anderen Ausführungsformen der Erfindung 30 kann die Wärmeleitstruktur stoffschlüssig mit dem Rohr verbunden sein, beispielsweise durch Löten. Hierzu kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung eine Lotpaste verwendet werden, welche auf die Fügestelle aufgetragen und nachfolgend erwärmt wird.

[0026] In einigen Ausführungsformen der Erfindung 35 betrifft dies ein Verfahren zum Verdampfen einer Flüssigkeit, bei welchem die Wärmeleitstruktur eines Wärmeübertragers zumindest teilweise in einen Sumpf eintaucht und über zumindest ein Rohr des Wärmeübertragers ein Wärmeträgermedium mit erhöhter Temperatur zugeführt wird.

[0027] Gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren wird 40 über die Wärmeleitstruktur des Wärmeübertragers von einer Wärmeenergiequelle Wärme auf eine Flüssigkeit übertragen, wodurch die Flüssigkeit verdampft wird. Die Flüssigkeit kann in einigen Ausführungsformen über einen Sumpf zugeführt werden. Hierzu kann der Wärmeübertrager vollständig oder teilweise in den Sumpf eintauchen. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann die Flüssigkeit dem Wärmeübertrager auch durch 45 Berieselung zugeführt werden. Schließlich kann die zu verdampfende Flüssigkeit auch vorher auf dem Wärmeübertrager kondensieren und dort zwischengespeichert werden.

[0028] Im Falle des Eintauchens in einen Sumpf kann 50 ein Blasensieden in der Flüssigkeit erzeugt werden. Als Blasensieden wird die Entstehung von Gasphasen durch Erwärmung innerhalb der Flüssigkeit bezeichnet.

[0029] Bei Verdampfungsprozessen, insbesondere

beim Blasensieden, treten hohe Wärmeübergangskoeffizienten innerhalb der Wärmeleitstruktur auf, welche durch die Dynamik der Blasenbildung, das Blasenwachstum sowie des Blasenabreißens bedingt sind. Für das Zustandekommen der Blasenbildung an einer Teilfläche der Wärmeleitstruktur sind dabei Blasenkeimstellen und eine gegenüber der Sättigungstemperatur des zu verdampfenden Fluides erhöhte Wandtemperaturen notwendig. Es ist bekannt, dass vor allem an Ecken und Kanten einer Heizfläche Keimstellen für die Bildung von Blasen entstehen. Der erfindungsgemäße Wärmeübertrager weist somit aufgrund der innerhalb der Wärmeleitgitter durchgehenden Materialstruktur eine gute Wärmeleitfähigkeit auf. Aufgrund der Maschen innerhalb der Wärmeleitgitter, welche jeweils durch Stege mit Kanten begrenzt sind, weist der erfindungsgemäße Wärmeübertrager aber auch viele Keimstellen zur Blasenbildung und damit eine gegenüber an sich bekannten Lamellenwärmevertragern verbesserte Verdampfungsleistung beim Blasensieden auf. Auch die bei der Wärmebehandlung der Wärmeleitstruktur entstehenden Kontaktbereiche zwischen einzelnen Wärmeleitgittern bilden zusätzliche Keimstellen für die Bildung von Blasen. Durch die erfindungsgemäß verwendeten Wärmeleitgitter mit geringer Materialstärke lassen sich viele Wärmeleitgitter auf begrenztem Raum zusammenfügen. Die innerhalb dieser Wärmeleitgitter ausgebildeten kleinen Maschen führen zu vielen Kanten und Ecken und damit zu einer großen Anzahl von Keimstellen für die Blasenbildung. Die Verdampfungsleistung eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers kann somit gegenüber bekannten Wärmeübertragern deutlich erhöht sein.

[0030] In einigen Ausführungsformen der Erfindung betrifft diese ein Verfahren zum Wärmeübertrag zwischen einem ersten Wärmeträgermedium auf ein zweites Wärmeträgermedium mittels eines Wärmeübertragers. Dabei strömt ein Wärmeträgermedium im Inneren eines Rohres und ist durch die Rohrwand vom Außenraum getrennt, in welchem das andere Wärmeträgermedium strömt. Die zum Wärmeübergang zur Verfügung stehende Fläche kann durch Wärmeleitstrukturen vergrößert werden, welche einseitig oder beidseitig auf der Rohrwand angeordnet sind. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann insbesondere die Außenseite der Rohrwandung mit Wärmeleitstrukturen versehen sein. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann das erste Wärmeträgermedium eine Flüssigkeit sein, beispielsweise ein Heizwasser, ein Kühlwasser oder ein Thermoöl. Das zweite Wärmeträgermedium kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung gasförmig sein, beispielsweise Umgebungsluft oder ein Abgasstrom. In diesem Fall strömt das gasförmige zweite Wärmeträgermedium durch die erfindungsgemäße Wärmeleitstruktur. Da die Porosität, d. h. das Volumen der sich aus den Maschen ergebenden Poren im Verhältnis zum Gesamtvolumen der Wärmeleitstruktur vergleichsweise groß ist, kann auch die aus einer Vielzahl von Wärmeleitgittern bestehende Wärmeleitstruktur von einem

gasförmigen Medium durchströmt werden, so dass ein effizienter Wärmeaustausch stattfinden kann.

[0031] Nachfolgend soll die Erfindung anhand von Figuren ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens näher erläutert werden. Dabei zeigt:

Figur 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäß verwendeten Wärmeleitgitters.

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Wärmeleitstruktur in der Ansicht.

Figur 3 zeigt eine Wärmeleitstruktur im Querschnitt.

Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch einen Wärmeübertrager in einer ersten Ausführungsform.

Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch einen Wärmeübertrager in einer zweiten Ausführungsform.

Figur 6 zeigt einen Querschnitt durch einen Wärmeübertrager in einer zu Fig. 5 orthogonalen Richtung.

Figur 7 zeigt die Anwendung eines erfindungsgemäß Wärmeübertragers als Verdampfer.

[0032] Figur 1 zeigt eine Ausführungsform eines Wärmeleitgitters gemäß der vorliegenden Erfindung. Das Wärmeleitgitter gemäß Figur 1 besteht aus einem Streckmetall, welches durch Einbringen von Schlitten in eine Metallfolie bzw. ein -blech und nachfolgendes Auseinanderziehen erhältlich ist. Hierdurch bilden sich Maschen 25, welche durch Stege 23 voneinander getrennt sind. Die Metallfolie bzw. das -blech kann Kupfer oder Aluminium enthalten oder daraus bestehen.

[0033] In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die Maschen 25 eine größere Breite a und eine geringere Höhe b aufweisen. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Breite a zwischen etwa 2,5 und etwa 3 mm betragen, wohingegen die Höhe b zwischen etwa 1,5 mm und etwa 2,5 mm beträgt.

[0034] Die Stege 23 können in einigen Ausführungsformen der Erfindung zwischen etwa 90 µm und etwa 100 µm breit sein.

[0035] Die Materialstärke des Streckmetallgitters kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung zwischen etwa 40 µm und etwa 60 µm betragen.

[0036] Aufgrund der Herstellungsweise des Wärmeleitgitters 20 als Streckmetallgitter ergibt sich innerhalb der durch das Streckmetallgitter 20 definierten Ebene eine durchgehende metallische Struktur, sodass Wärme innerhalb der durch das Streckmetall definierten Ebene effizient geleitet werden kann. Sofern die Maschen 25 des Wärmeleitgitters 20 von einem beispielsweise gasförmigen Wärmeträgermedium durchströmt werden, kann diese Wärme auch mit guter Effizienz an das Wärmeträgermedium abgegeben bzw. aus dem Wärmeträgermedium aufgenommen werden.

[0037] In gleicher Weise wie vorstehend für ein Streckmetall erläutert, kann ein Wärmeleitgitter 20 auch durch Perforieren einer Metallfolie oder durch Flechten von Drähten hergestellt werden.

[0038] Figur 2 zeigt eine Wärmeleitstruktur 2, welche aus einer Vielzahl von Wärmeleitgittern 20 zusammengesetzt ist. Hierzu werden etwa 50 bis etwa 400 der in Figur 1 gezeigten Wärmeleitgitter zugeschnitten und übereinandergelegt.

[0039] Das Fügen der Wärmeleitgitter kann beispielsweise durch Löten erfolgen. Hierzu kann eine Lötpaste, welche Lot und Flussmittel enthält, punktförmig oder flächig auf die Wärmeleitgitter 20 aufgebracht werden. In einigen Ausführungsformen kann zumindest ein Wärmeleitgitter vor dem Löten oxidiert und die Kontaktstellen angeschliffen werden. Das kann vermeiden, dass die Wärmeleitstruktur beim Löten durch Kapillarwirkung das Lot aufsaugt.

[0040] In anderen Ausführungsformen der Erfindung können die einzelnen Wärmeleitgitter 20 gesintert werden, indem ein Stapel aus einer Mehrzahl von Wärmeleitgittern 20 in Schutzgasatmosphäre wärmebehandelt wird. Die Schutzgasatmosphäre kann beispielsweise ein Edelgas, Stickstoff oder Wasserstoff enthalten. Hierdurch werden die einzelnen Wärmeleitgitter 20 zur Wärmeleitstruktur 2 verbunden.

[0041] Die Wärmeleitstruktur 2 weist eine wesentlich höhere mechanische Stabilität auf als ein einzelnes Wärmeleitgitter 20. Gleichzeitig steigt der zur Wärmeleitung zur Verfügung stehende Querschnitt innerhalb der durch die Wärmeleitgitter definierten Ebene linear mit der Anzahl der Wärmeleitgitter an. In Richtung des Normalenvektors der Wärmeleitgitter ist die Wärmeleitfähigkeit hingegen reduziert.

[0042] Das in Figur 2 gezeigte Halbzeug der Wärmeleitstruktur kann nachfolgend zugeschnitten und auf die Rohrwandung von zumindest einem Rohr oder einer anderen Wärmeübertragungsfläche eines Wärmeübertragers aufgebracht werden, wie anhand der Figuren 4 bis 6 noch erläutert werden wird.

[0043] Figur 3 zeigt den Querschnitt durch eine Wärmeleitstruktur gemäß Figur 2. Dargestellt ist ein Ausschnitt aus elf Wärmeleitgittern 20, welche übereinander angeordnet sind. Erkennbar sind einzelne Stege 23, wohingegen die Maschen 25 im Querschnitt nicht sichtbar sind.

[0044] Wie aus Figur 3 erkennbar ist, berühren sich die einzelnen Stege 23 nur in einzelnen Punkten. Durch die Wärmebehandlung kommt es an diesen Stellen zur Ausbildung von Sinterhälse 24. Die Sinterhälse 24 bewirken die Erhöhung der mechanischen Stabilität der Wärmeleitstruktur 2 gegenüber der mechanischen Belastbarkeit eines einzelnen Wärmeleitgitters 20. Durch die Sinterhälse 24 kann auch eine Wärmeleitung zwischen einzelnen Wärmeleitgittern 20 und damit entlang des Normalenvektors der Wärmeleitstruktur 2 erfolgen. Aufgrund des geringeren Querschnittes ist diese Wärmeleitung jedoch um etwa eine Größenordnung geringer

als entlang der einzelnen Ebenen der Wärmeleitgitter 20.

[0045] Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch einen Wärmeübertrager 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Wärmeübertrager 1 enthält zumindest ein Rohr 10, welches eine Rohrwandung 100 aufweist. Die Rohrwandung 100 trennt einen Innenraum 105 von einem das Rohr 10 umgebenden Außenraum. Der Querschnitt des Rohres 10 kann polygonal oder rund sein. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann das Rohr 10 einen rechteckigen Querschnitt haben.

[0046] Bei Betrieb des Wärmeübertragers 1 zirkuliert im Innenraum 105 des Rohres 10 ein erstes Wärmeträgermedium 6. Das Wärmeträgermedium 6 kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung Kühl- oder Heizwasser oder ein Thermoöl sein. Das Wärmeträgermedium 6 kann in anderen Ausführungsformen das Arbeitsmedium einer Wärmepumpe oder einer Kältemaschine sein, beispielsweise Ammoniak, Wasser oder ein Kohlenwasserstoff. In diesem Fall kann das erste Wärmeträgermedium 6 im Rohr 10 kondensieren oder verdampfen.

[0047] Die Wärme wird dem Innenraum 105 des Rohres 10 über die Rohrwandung 100 zu- oder abgeführt. Zur Vergrößerung der für den Wärmeaustausch zur Verfügung stehenden Fläche steht die Wärmeleitstruktur 2 gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verfügung. Die Wärmeleitstruktur 2 weist eine Vielzahl von Wärmeleitgittern 20 auf. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in Figur 4 lediglich ein einzelnes Wärmeleitgitter 20 dargestellt. Das Wärmeleitgitter 20 weist längliche Maschen 25 auf, wie anhand von Figur 1 beschrieben.

[0048] Die Wärmeleitstruktur 2 ist mit einer Vielzahl von Fügestellen 110 stoffschlüssig mit der Rohrwandung 100 gefügt. Dies kann beispielsweise durch Löten, Sintern, Schweißen oder Kleben erfolgen. Aufgrund der durchgehenden Materialstruktur des Wärmeleitgitters 20 kann Wärme durch den Querschnitt der Stege 23 geleitet werden. Die Wärmeleitstruktur 2 ist so orientiert, dass die kleinere Breite der Maschen 25 in etwa parallel zum Rohr 10 verläuft.

[0049] Die Maschen 25 können von einem zweiten Wärmeträgermedium 5 durchströmt werden. In der Zeichnung gemäß Figur 4 strömt das zweite Wärmeträgermedium 5 in die Zeichenebene hinein bzw. aus der Zeichenebene heraus und damit in etwa orthogonal zur Strömungsrichtung des ersten Wärmeträgermediums 6. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann die Strömungsrichtung der beiden Wärmeträgermedien selbstverständlich auch gleich- oder gegensinnig verlaufen. Die Erfindung lehrt nicht die Verwendung eines Kreuzstromwärmeübertragers als Lösungsprinzip. Aufgrund des vergleichsweise großen Flächenanteils der Maschen 25 an der Gesamtfläche der Wärmeleitgitter 20 von ca. 80 % bis ca. 90 % setzt die Wärmeleitstruktur 2 der Strömung des zweiten Wärmeträgermediums 5 nur einen geringen Widerstand entgegen, sodass das Wärmeträgermedium mit geringem Druckabfall durch die Wärmeleitstruktur 2 strömen kann. Das zweite Wärmeträgermedium 5 kann gasförmig sein und beispielsweise

Umgebungsluft enthalten oder daraus bestehen.

[0050] Die Höhe der Wärmeleitstruktur 2 zwischen der Fügestelle 110 und dem oberen Ende kann zwischen etwa 150 mm bis etwa 400 mm oder zwischen etwa 200 mm bis etwa 300 mm aufweisen.

[0051] Figur 5 zeigt eine zweite Ausführungsform eines Wärmetauschers gemäß der vorliegenden Erfindung. Gleiche Bestandteile der Erfindung sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass sich die nachfolgende Beschreibung auf die wesentlichen Unterschiede beschränkt.

[0052] Wie aus Figur 5 ersichtlich ist, ist die Wärmeleitstruktur 2 so orientiert, dass die größere Breite der Maschen 25 in etwa parallel zum Rohr 10 verläuft. Hierdurch können die Fügestellen 110 eine größere Fläche aufweisen als bei der anhand von Figur 4 erläuterten ersten Ausführungsform. Dies kann die Anbindung der Wärmeleitstruktur 2 an die Wandung 100 der Rohre 10 verbessern.

[0053] Figur 6 zeigt die Wärmetauscher gemäß Figur 4 und Figur 5 in einer zu diesen Figuren orthogonalen Schnitttragrichtung. Dementsprechend strömt das erste Wärmeträgermedium 6 in die Zeichenebene hinein bzw. aus der Zeichenebene hinaus. Die Strömungsrichtung des zweiten Wärmeträgermediums 5 verläuft innerhalb der Zeichenebene.

[0054] Auch in Figur 6 sind gleiche Bestandteile der Erfindung mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass sich die Beschreibung auf die wesentlichen Unterschiede beschränken kann. Figur 6 zeigt, dass sich die einzelnen Wärmeleitgitter 20 der Wärmeleitstruktur 2 im Wesentlichen senkrecht auf der Wärmeübertragungsfläche 100 befinden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die einzelnen Wärmeleitgitter 20 in Figur 6 beabstandet dargestellt. Es versteht sich jedoch, dass sich die Wärmeleitgitter 20 zumindest teilweise berühren und teilweise durch Sinterhälse verbunden sind, wie anhand von Figur 3 erläutert wurde.

[0055] Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind auch lediglich sechs Wärmeleitgitter 20 in Figur 6 dargestellt. Tatsächlich kann eine Wärmeleitstruktur 2 zwischen etwa 50 und etwa 400 Wärmeleitgittern 20 enthalten. Auf einem Rohr 10 können zudem mehrere Wärmeleitstrukturen 2 angeordnet sein, sodass ein Wärmetauscher 1 gemäß der vorliegenden Erfindung viele tausend Wärmeleitgitter 20 enthalten kann.

[0056] Wie Figur 6 nochmals illustriert, strömt das zweite Wärmeträgermedium 5 in etwa entlang des Normalenvektors der Wärmeleitstruktur 2. Anders als bei bekannten Lamellenwärmetauschern strömt das Wärmeträgermedium 5 somit nicht an den einzelnen Flächenelementen entlang, sondern durch diese hindurch. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann die Strömungsrichtung jedoch auch in der Ebene der Wärmeübertragungsgitter verlaufen. Durch den hohen Anteil an Maschen 25 an der Gesamtfläche kann dies gleichwohl mit hinreichend geringem Druckverlust erfolgen. Gleichzeitig ist die zum Wärmeübertrag zur Verfügung stehende Fläche erhöht, so dass der erfindungsgemäße Wärmeübertrager eine bessere Leistungsfähigkeit aufweist.

[0057] Figur 7 zeigt die Anwendung eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers als Verdampfer. Hierzu taucht ein Wärmeübertrager 1 vollständig oder teilweise in einen Sumpf 7 ein, welcher mit einer zu verdampfenden Flüssigkeit 70 gefüllt ist. Durch Wärmezufuhr wird die Flüssigkeit 70 verdampft und verlässt den Sumpf als Dampf 75. Der Verdampfer kann Bestandteil einer Sorptionswärmepumpe sein.

[0058] Auch in Figur 7 sind gleiche Bestandteile der Erfindung mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass sich die Beschreibung auf die wesentlichen Unterschiede beschränkt.

[0059] Das im Rohr 10 zirkulierende Wärmeträgermedium führt die zur Verdampfung notwendige Wärme zu. Hierzu kann das Wärmeträgermedium von einer nicht dargestellten Wärmequelle erwärmt werden oder aber im Fall einer Kälteanlage die abzuführende Wärme transportieren.

[0060] Die Verdampfungswärme wird anschließend durch die Rohrwandung der Wärmeleitstruktur 2 zugeführt. Die Höhe der Wärmeleitstruktur 2 zwischen der Fügestelle am Rohr 10 und dem oberen Ende kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung zwischen etwa 10 mm und etwa 100 mm oder zwischen etwa 10 mm und etwa 50 mm oder etwa zwischen 10 mm und etwa 30 mm betragen.

[0061] Beim Blasensieden der Flüssigkeit 70 treten hohe Wärmeübergangskoeffizienten innerhalb der Wärmeleitstruktur 2 auf, welche durch die Dynamik der Blasenbildung, das Blasenwachstum sowie das Blasenabreißen bedingt sind. Für das Zustandekommen der Blasenbildung an einer Teilstelle der Wärmeleitstruktur sind dabei Blasenkeimstellen und eine gegenüber der Sättigungstemperatur des zu verdampfenden Fluides erhöhte Wandtemperaturen notwendig. Da vor allem an Ecken und Kanten einer Heizfläche Keimstellen für die Bildung von Blasen entstehen, weist die erfindungsgemäße Wärmeleitstruktur 2 eine verbesserte Verdampfungsleistung auf, da an den Kanten der Stege 23 eine Vielzahl von Keimstellen vorhanden sind. Entstehender Dampf kann die Wärmeleitstruktur 2 anschließend durch die Maschen 25 verlassen. Auch die bei der Wärmebehandlung der

Wärmeleitstruktur entstehenden Sinterhälse 24 zwischen einzelnen Wärmeleitgittern bilden zusätzliche Keimstellen für die Bildung von Blasen. Die Verdampfungsleistung eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers kann somit gegenüber bekannten Wärmeübertragnern deutlich erhöht

[0062] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Die vorstehende Beschreibung ist daher nicht als beschränkend, sondern als erläuternd anzusehen. Die nachfolgenden Ansprüche sind so zu verstehen, dass ein genanntes Merkmal in zumindest einer Ausführungsform der Erfindung vorhanden ist. Dies schließt die Anwesenheit weiterer Merkmale nicht aus. Sofern die Ansprüche

und die vorstehende Beschreibung "erste" und "zweite" Ausführungsformen definieren, so dient diese Bezeichnung der Unterscheidung zweier gleichartiger Ausführungsformen, ohne eine Rangfolge festzulegen.

5

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager (1) mit zumindest einer Wärmeübertragungsfläche (100), welche mit einer Wärmeleitstruktur (2) verbunden ist, wobei die Wärmeleitstruktur (2) zumindest zwei Wärmeleitgitter (20) enthält, welche stoffschlüssig miteinander verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeleitstruktur (2) eine Porosität von etwa 70 % bis etwa 90 % aufweist.
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeleitgitter (20) ausgewählt sind aus einer perforierten Materiallage und/oder einem Streckmetallgitter und/oder einem Geflecht und/oder einem Gestrick.
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Wärmeleitgitter (20) eine Materialstärke von weniger als etwa 200 µm oder weniger als etwa 150 µm oder weniger als etwa 60 µm aufweisen.
4. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeleitstruktur (2) so auf der Wärmeübertragungsfläche (100) angeordnet ist, dass die Wärmeleitgitter (20) mit dem Normalenvektor der Wärmeübertragungsfläche einen Winkel (β) von etwa 30° bis etwa 150° oder von etwa 70° bis etwa 110° oder von etwa 80° bis etwa 100° oder etwa 90° einschließen.
5. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragungsfläche (100) eine Rohrwandung eines Rohres (10) ist oder eine solche enthält.
6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeleitstruktur (2) durch Sintern der Wärmeleitgitter (20) hergestellt ist.
7. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeleitstruktur (2) eine Höhe von etwa 1 mm bis etwa 10 mm oder etwa 1 mm bis etwa 5 mm oder etwa 1 mm bis etwa 3 mm oder etwa 15 mm bis etwa 40 mm oder etwa 20 mm bis etwa 30 mm aufweist.
8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärme-

leitstruktur (2) zwischen etwa 50 und etwa 2500 oder zwischen etwa 100 und etwa 1000 oder zwischen etwa 150 und etwa 500 oder zwischen etwa 200 und etwa 300 Wärmeleitgitter (20) enthält oder daraus besteht.

9. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeleitstruktur (2) eine Porosität von etwa 80% bis etwa 85% aufweist.
10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Maschengröße (a, b) des Wärmeleitgitters (20) zwischen etwa 1,5 mm und etwa 3,5 mm beträgt und/oder dass die Breite einer Steges (23) des Wärmeleitgitters (20) zwischen etwa 180 µm und etwa 50 µm beträgt.
11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeleitfähigkeit der Wärmeleitstruktur (2) in Richtung des Normalenvektors der durch die Wärmeleitgitter (20) definierten Ebene um mehr als einen Faktor 7 oder mehr als einen Faktor 8 oder mehr als einen Faktor 10 geringer ist als ein einer zum Normalenvektor orthogonalen Richtung.
12. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 11, weiterhin enthaltend ein Sorptionsmittel, welches auf und/oder in der Wärmeleitstruktur (2) angeordnet ist.
13. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeleitstruktur (2) plissiert ist und/oder dass die Wärmeleitstruktur (2) stoffschlüssig mit dem Rohr (10) verbunden ist.
14. Verfahren zum Verdampfen einer Flüssigkeit, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wärmeleitstruktur (2) eines Wärmeübertragers (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 zumindest teilweise in einen Sumpf eintaucht und zumindest ein Rohr (10) des Wärmeübertrager (1) von einem ersten Wärmeträgermedium (6) durchströmt wird.
15. Verfahren zum Wärmeübertrag zwischen einem ersten Wärmeträgermedium (6) auf ein zweites Wärmeträgermedium (5) mittels eines Wärmeübertragers (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wärmeleitstruktur (2) eines Wärmeübertragers (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 vom zweiten Wärmeträgermedium (5) durchströmt wird und zumindest ein Rohr (10) des Wärmeübertragers (1) vom ersten Wärmeträgermedium (6) durchströmt wird.

Claims

1. Heat exchanger (1) comprising at least one heat transfer surface (100), which is connected to a heat-conducting structure (2), the heat-conducting structure (2) containing at least two heat-conducting grids (20), which are integrally bonded to one another, **characterized in that** the heat-conducting structure (2) has a porosity of about 70% to about 90%. 5
2. Heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the heat-conducting grids (20) are selected from a perforated material layer and/or an expanded metal grid and/or a mesh and/or a knitted fabric. 10
3. Heat exchanger according to claim 1 or 2, **characterized in that** the individual heat-conducting grids (20) have a material thickness of less than about 200 μm or less than about 150 μm or less than about 60 μm . 15
4. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the heat-conducting structure (2) is arranged on the heat transfer surface (100) in such a way that the heat-conducting grids (20) enclose an angle (β) from about 30° to about 150° or from about 70° to about 110° or from about 80° to about 100° or of about 90° with the normal vector of the heat transfer surface. 20
5. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the heat transfer surface (100) is or includes a tube wall of a tube (10). 25
6. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the heat-conducting structure (2) is produced by sintering the heat-conducting grids (20). 30
7. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the heat-conducting structure (2) has a height from about 1 mm to about 10 mm, or about 1 mm to about 5 mm, or about 1 mm to about 3 mm, or about 15 mm to about 40 mm, or about 20 mm to about 30 mm. 35
8. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the heat-conducting structure (2) contains or consists of between about 50 and about 2500 or between about 100 and about 1000 or between about 150 and about 500 or between about 200 and about 300 heat-conducting grids (20). 40
9. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the heat-conducting structure (2) has a porosity from about 80% to about 85%. 45

10. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 9, **characterized in that** the mesh size (a, b) of the heat-conducting grid (20) is between about 1.5 mm and about 3.5 mm and/or **in that** the width of a web (23) of the heat-conducting grid (20) is between about 180 μm and about 50 μm . 5
11. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the thermal conductivity of the heat-conducting structure (2) in the direction of the normal vector of the plane defined by the heat-conducting grids (20) is lower by more than a factor of 7 or more than a factor of 8 or more than a factor of 10 than in a direction orthogonal to the normal vector. 10
12. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 11, further containing a sorbent arranged on and/or in the heat-conducting structure (2). 15
13. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 12, **characterized in that** the heat-conducting structure (2) is pleated and/or **in that** the heat-conducting structure (2) is connected to the tube (10) in an integrally bonded fashion. 20
14. Method for evaporating a liquid, **characterized in that** a heat-conducting structure (2) of a heat exchanger (1) according to any one of claims 1 to 13 is at least partially immersed in a sump and a first heat transfer medium (6) flows through at least one tube (10) of the heat exchanger (1). 25

15. Method for transferring heat between a first heat transfer medium (6) and a second heat transfer medium (5) by means of a heat exchanger (1), **characterized in that** the second heat transfer medium (5) flows through a heat-conducting structure (2) of a heat exchanger (1) according to any one of claims 1 to 13 and the first heat transfer medium (6) flows through at least one tube (10) of the heat exchanger (1). 30

Revendications

1. Echangeur de chaleur (1) présentant au moins une surface de transfert de chaleur (100) reliée à une structure thermoconductrice (2), la structure thermoconductrice (2) comprenant au moins deux grilles thermoconductrices (20) qui sont reliées entre elles par coopération de matières, **caractérisé en ce que** la structure thermoconductrice (2) présente une porosité d'environ 70 % à environ 90 %. 50
2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les grilles thermoconductri- 55

ces (20) sont sélectionnées parmi une couche de matériau perforée et/ou une grille en métal déployé et/ou un tressage et/ou un tricotage.

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les grilles thermoconductrices (20) individuelles présentent une épaisseur de matériau inférieure à environ 200 µm ou inférieure à environ 150 µm ou inférieure à environ 60 µm. 5
4. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la structure thermoconductrice (2) est disposée sur la surface de transfert de chaleur (100) de telle sorte que les grilles thermoconductrices (20) définissent avec le vecteur normal de la surface de transfert de chaleur un angle (β) d'environ 30° à environ 150° ou d'environ 70° à environ 110° ou d'environ 80° à environ 100° ou d'environ 90°. 10
5. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la surface de transfert de chaleur (100) est une paroi tubulaire d'un tube (10) ou comprend une telle paroi. 15
6. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la structure thermoconductrice (2) est fabriquée par frittage des grilles thermoconductrices (20). 20
7. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la structure thermoconductrice (2) a une hauteur d'environ 1 mm à environ 10 mm ou d'environ 1 mm à environ 5 mm ou d'environ 1 mm à environ 3 mm ou d'environ 15 mm à environ 40 mm ou d'environ 20 mm à environ 30 mm. 25
8. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la structure thermoconductrice (2) comprend ou est constituée d'environ 50 à environ 2500 ou d'environ 100 à environ 1000 ou d'environ 150 à environ 500 ou d'environ 200 à environ 300 grilles thermoconductrices (20). 30
9. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la structure thermoconductrice (2) présente une porosité d'environ 80 % à environ 85 %. 35
10. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 9, 40

caractérisé en ce que la taille des mailles (a, b) de la grille thermoconductrice (20) est comprise entre environ 1,5 mm et environ 3,5 mm, et/ou

en ce que la largeur d'une âme (23) de la grille thermoconductrice (20) est comprise entre environ 180 µm et environ 50 µm.

11. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la conductivité thermique de la structure thermoconductrice (2) dans la direction du vecteur normal du plan défini par les grilles thermoconductrices (20) est inférieure de plus d'un facteur 7 ou de plus d'un facteur 8 ou de plus d'un facteur 10 à celle dans une direction orthogonale au vecteur normal. 10
12. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 11, comprenant en outre un agent de sorption disposé sur et/ou dans la structure thermoconductrice (2). 20
13. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la structure thermoconductrice (2) est plissée, et/ou **en ce que** la structure thermoconductrice (2) est reliée au tube (10) par coopération de matières. 25
14. Procédé d'évaporation d'un liquide, **caractérisé en ce qu'** une structure thermoconductrice (2) d'un échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications 1 à 13 est immergée au moins partiellement dans un puisard, et au moins un tube (10) de l'échangeur de chaleur (1) est traversé par un premier fluide caloporteur (6). 30
15. Procédé de transfert de chaleur entre un premier fluide caloporteur (6) et un deuxième fluide caloporteur (5) au moyen d'un échangeur de chaleur (1), **caractérisé en ce qu'** une structure thermoconductrice (2) d'un échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications 1 à 13 est traversée par le deuxième fluide caloporteur (5), et au moins un tube (10) de l'échangeur de chaleur (1) est traversé par le premier fluide caloporteur (6). 40

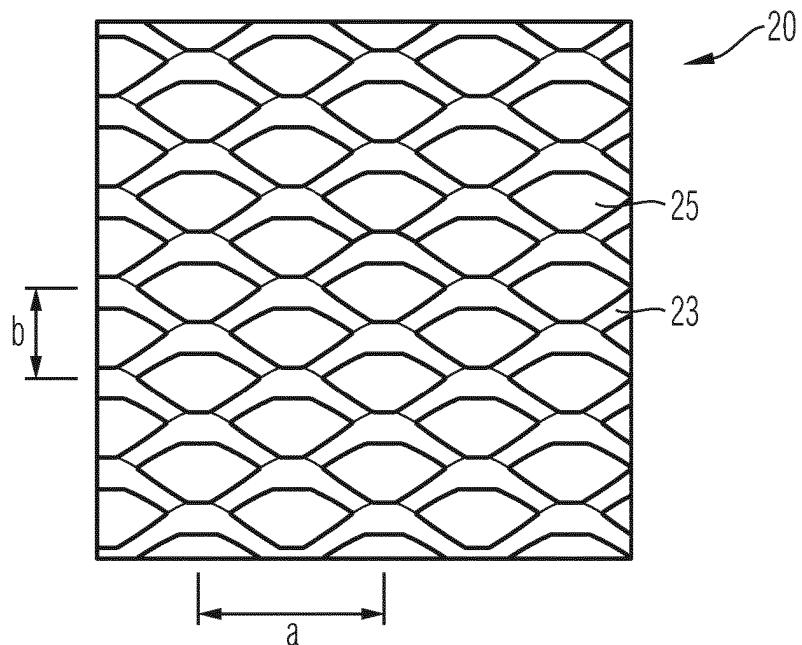


Fig. 1

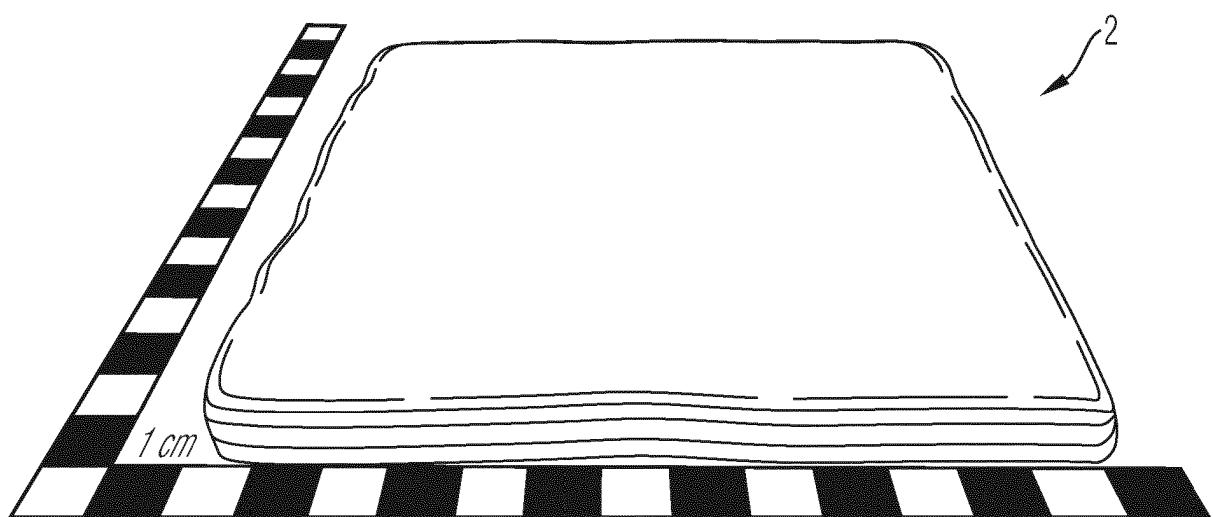


Fig. 2

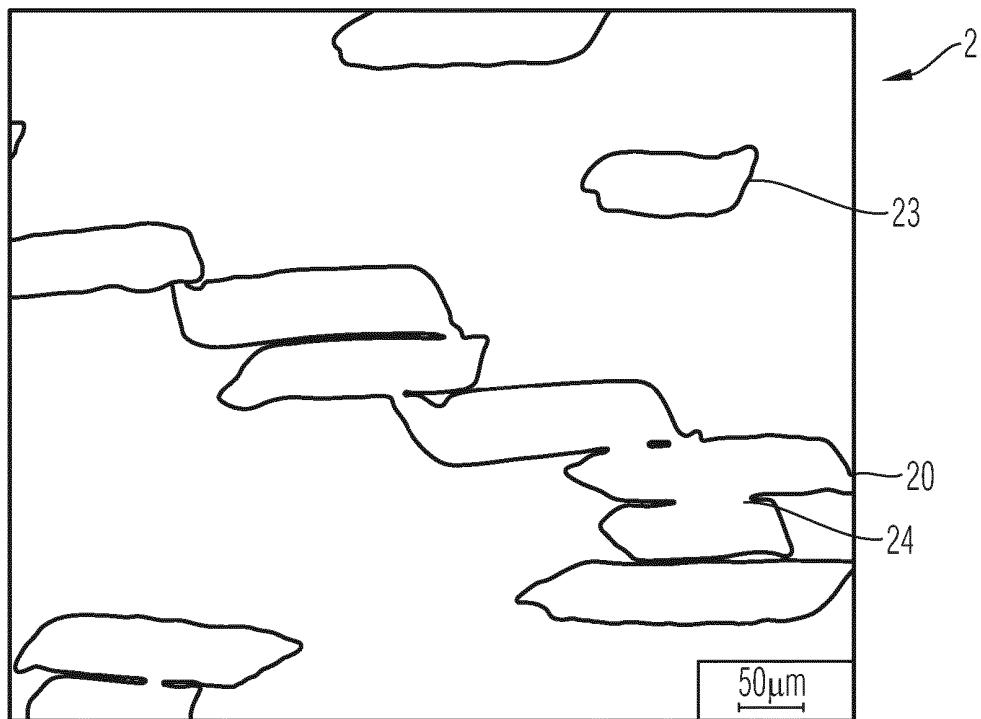


Fig. 3

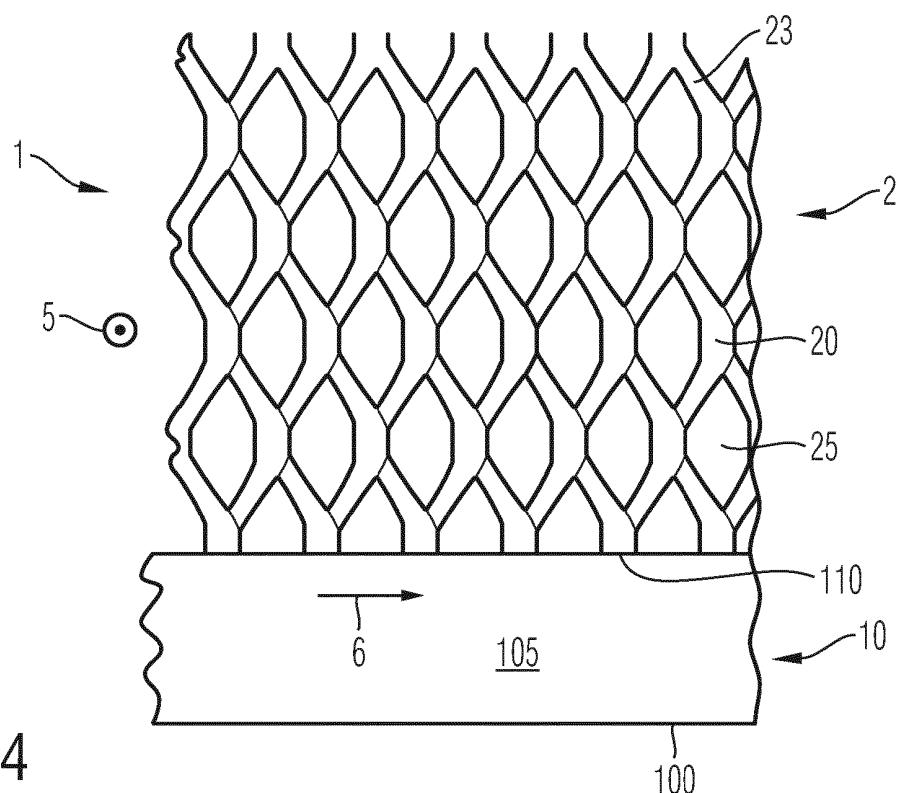


Fig. 4

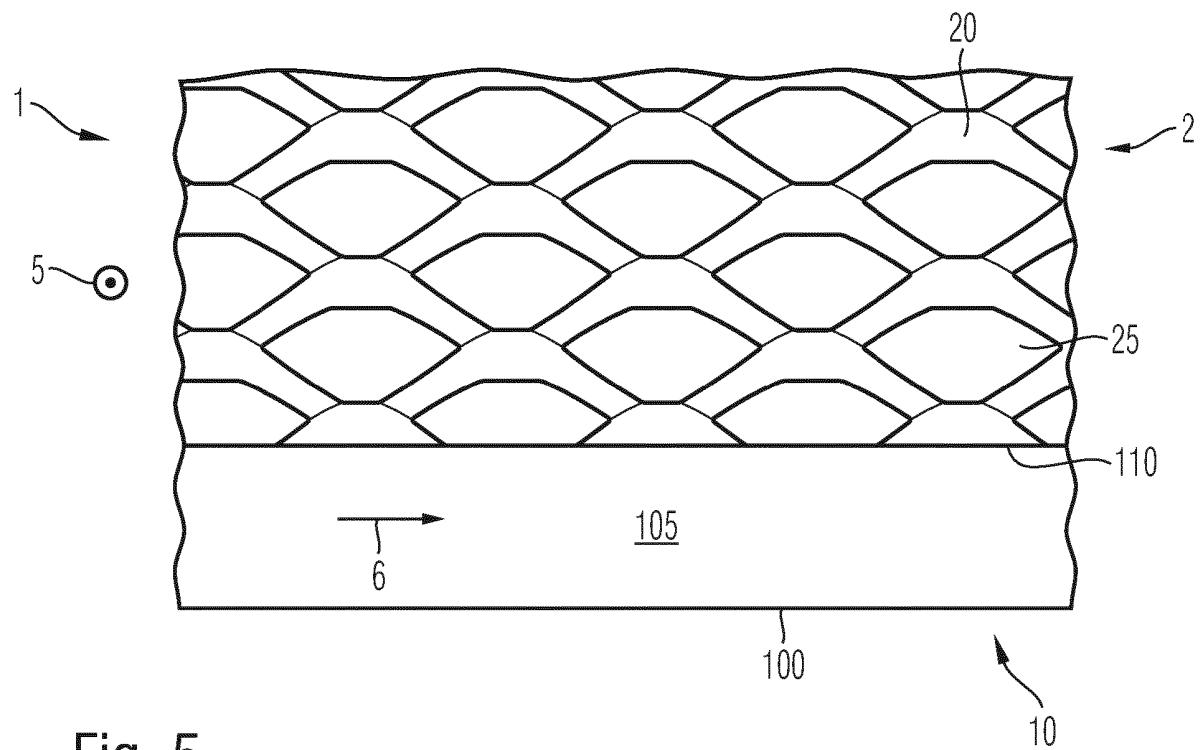


Fig. 5

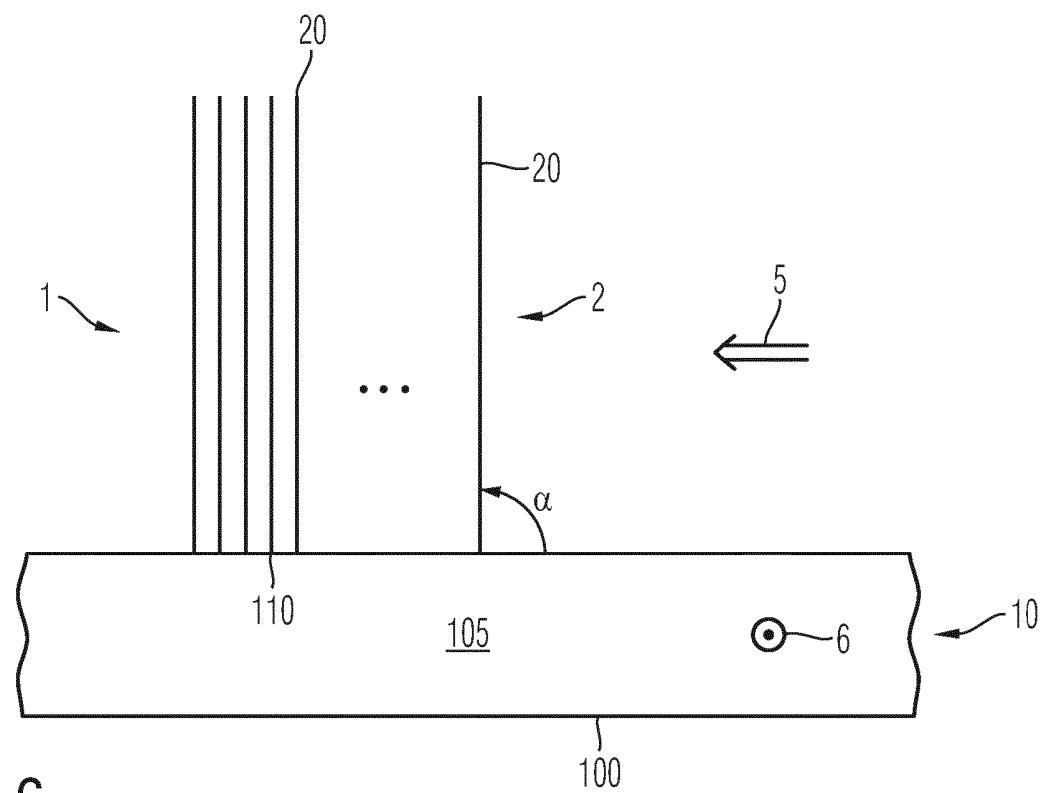


Fig. 6

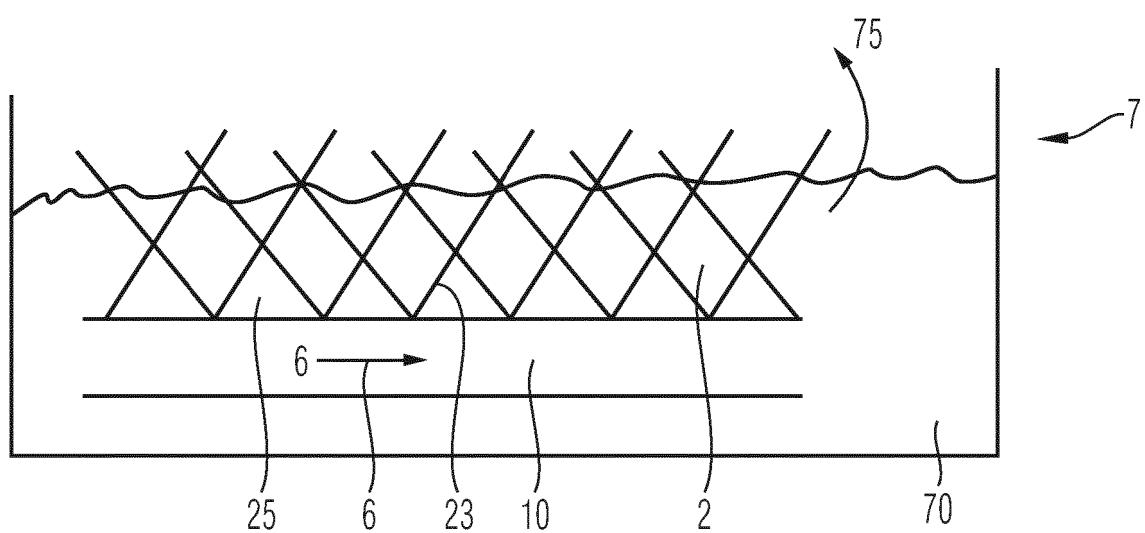


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0693666 A2 [0001]