

(19)



(11)

EP 2 418 450 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.02.2012 Patentblatt 2012/07

(51) Int Cl.:
F28F 1/12 (2006.01) **F28F 7/02** (2006.01)
F28F 13/00 (2006.01) **F28D 21/00** (2006.01)
F28D 5/00 (2006.01) **F28D 15/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11006619.8**

(22) Anmeldetag: **11.08.2011**

(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

- **Herrmann, Michael, Dr.-Ing.**
79100 Freiburg (DE)
- **Henninger, Stefan, Dr. rer. nat.**
79346 Endingen (DE)
- **Wittstadt, Ursula**
79111 Freiburg (DE)
- **Andersen, Olaf**
01097 Dresden (DE)
- **Studnitzky, Thomas**
01309 Dresden (DE)

(30) Priorität: **11.08.2010 DE 102010034019**

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

(72) Erfinder:
• **Schnabel, Lena, Dr.-Ing.**
79110 Freiburg (DE)

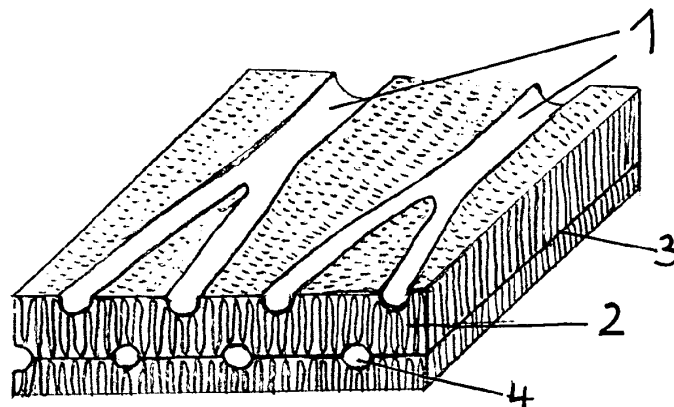
(74) Vertreter: **Riepe, Hans-Gerd**
Pfenning, Meinig & Partner GbR
Patent- und Rechtsanwälte
Theresienhöhe 13
80339 München (DE)

(54) **Wärmeübertrager aus einer dreidimensionalen textilen Struktur, Verfahren zu dessen Herstellung und dessen Verwendung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, der eine dreidimensionale textile Struktur aus Drähten oder technischen Fasern mit unterschiedlichen Strukturbereichen (1,2) aufweist, wobei sich die Strukturbereiche in der Dichte der technischen Fasern oder Drähte oder der Porosität unterscheiden, so dass ein Strukturbereich (1) in Form von Kanälen (1,4) gegenüber dem anderen

Strukturbereich (2) verschlossen ist, und der andere Strukturbereich (2) eine vergrößerte äußere Oberfläche aufweist. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung derartiger Wärmeübertrager. Diese Wärmeübertrager werden insbesondere im Bereich der Sorptionswärmepumpen und -kältemaschinen, Heat pipes, Verdunstungskühlern, Kondensatoren und Katalysatoren eingesetzt.

Fig. 2



EP 2 418 450 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, der eine dreidimensionale textile Struktur aus Drähten oder technischen Fasern mit unterschiedlichen Strukturbereichen aufweist, wobei sich die Strukturbereiche in der Dichte der technischen Fasern oder Drähte oder der Porosität unterscheiden, so dass ein Strukturbereich in Form von Kanälen gegenüber dem anderen Strukturbereich verschlossen ist, und der andere Strukturbereich eine vergrößerte äußere Oberfläche aufweist. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung derartiger Wärmeübertrager. Diese Wärmeübertrager werden insbesondere im Bereich der Sorptionswärmepumpen und -kältemaschinen, Heat pipes, Verdunstungskühlern, Kondensatoren und Katalysatoren eingesetzt.

[0002] In vielen Wärmeübertragungsprozessen kann eine Verbesserung der Übertragungsleistung erreicht werden, indem die Auslegung/Gestaltung des Strömungskanals an die Eigenschaften, z.B. Dichte, Druck, Strömungsregime, Oberflächenspannung, Aggregatzustand, des jeweils wärmeabgebenden und wärmeaufnehmenden Fluids angepasst wird. Weitere Anforderungen an die Gestaltung des Wärmeübertragers können sich durch Phasenübergänge oder chemische Reaktionsprozesse ergeben. Hier sind häufig auf einer Seite des Wärmeübertragers stark vergrößerte Oberflächen erforderlich, die eine möglichst maximale Kontaktfläche zwischen dem Wärmeübertrager und dem zu kondensierenden/zu verdampfenden Medium bzw. zwischen den Reaktanden herstellen.

[0003] Bisher werden in der Wärmeübertragung die fluidführenden Strukturen und Funktionsbereiche, die beispielsweise durch Turbulenzerzeugung oder durch große volumenspezifische Oberflächen den Wärmeübergang verbessern, in getrennten Fertigungsschritten erzeugt und sind jeweils selbsttragende Bereiche.

[0004] Häufige Gestaltungsformen von Oberflächenvergrößerungen sind z.B. Finnen oder Lamellen, als Turbulenzstrukturen werden Rillen, Einkerbungen oder vergleichbares angewendet.

[0005] Konkrete Anwendung finden vergrößerte oder strukturierte Oberflächen in folgenden Bereichen:

- Verdampfungs-, Verdunstungs- oder Kondensationsprozesse,
- Luft/Wasser-Wärmeübertrager,
- Trennprozesse in der Verfahrenstechnik,
- Ad- und Absorptionsprozesse,
- in Fluidkanälen (Turbulenzstrukturen),
- Heat-Pipes (durchströmbare Kapillarstruktur).

[0006] In der Praxis erfolgt die Zusammenführung der unterschiedlichen Funktionalitäten eines Wärmeübertragers in fertigungstechnisch nacheinander abfolgenden Prozessschritten. Beispielsweise werden für die Herstellung eines Lamellen-Wärmeübertragers zunächst Rohre gezogen, zurechtgeschnitten und dann entsprechend

dem Wärmeübertragerdesign angeordnet. Anschließend werden die Lamellen-Bleche aufgefädelt und durch Aufweiten der Rohre mit diesen verbunden. Zum Abschluss werden die einzelnen Rohre durch das Anlöten von Bögen miteinander verbunden.

[0007] Trotz der insgesamt aufwendigen Fertigungsabfolge können die Rohre lediglich durch Aufweiten mit den Lamellen-Blechen verbunden werden, auch wenn hier eine stoffschlüssige Verbindung einen deutlich verbesserten Wärmedurchgang zur Folge hätte. Eine stoffschlüssige Verbindung ist aber aufgrund des engen Lamellenabstands und der damit erschwerten Zugänglichkeit der Kontaktstelle zwischen Rohr und Lamelle bei vertretbarem Aufwand nicht zu realisieren. Stoffschlüssige Verbindungen werden in der Praxis derart realisiert, dass das Rohr und die Oberflächenvergrößerung aus einem Material gefertigt werden und die vergrößerte Oberfläche beispielsweise durch Walz- oder Fräsverfahren erzeugt wird. Die so erreichbare Oberflächenvergrößerung ist aber hinsichtlich ihres Volumenanteils limitiert und auf radiale Geometrien beschränkt.

[0008] Generell ist es für eine verbesserte Wärmeübertragung von zentralem Interesse, dass die Funktionsstrukturen, d.h. die Oberflächenvergrößerung oder Turbulenzstrukturen, von beiden Seiten stoffschlüssig mit den Wandungen des Fluidkanals verbunden sind, da hierdurch der Wärmeübergang deutlich verbessert wird. Darüber hinaus ist in vielen Anwendungen, bedingt durch Materialkosten, Energieverbrauch, z.B. im Fahrzeugbereich, und die erreichbare Effizienz, die Minimierung der thermischen Masse des Wärmeübertragers eine weitere zentrale Aufgabenstellung.

[0009] Die DE 10 2005 017 920 A1 beschreibt verschiedene Autokühlerstrukturen. Hierbei werden metallische Gewebestrukturen als Wärmeleiter in den von Abgas oder Dampf durchströmten Bereich eingesetzt, um die Wärme besser an die flüssigkeitsführenden Kanalstrukturen abgeben zu können.

[0010] Die DE 689 05 402 T2 beschreibt einen Wärmeübertrager, der aus Flachrohren besteht, auf die eine Gewebestruktur aufgeschweißt wird. Dabei wird das Drahtgewebe so dimensioniert, dass ein optimales Verhältnis für die maximale Anströmfläche bei minimalem Druckverlust realisiert wird.

[0011] Die DE 10 2005 012 754 A1 beschreibt ein Verfahren, bei dem durch Feuerverzinken, d.h. durch Tauchen der Kanalstruktur und der Oberflächenvergrößerung in flüssiges Zink, stoffschlüssige Verbindungen zwischen den Gewebeeinheiten und der Fluidstruktur gebildet werden.

[0012] Die oben beschriebene Herstellung von Wärmeübertragern mit vergrößerten Oberflächen zeigt deutlich, dass in Leichtbau-Anwendungen (Lamellen-Wärmeübertragern) die thermische Kontaktierung der Oberflächenvergrößerung mit der fluidführenden Struktur nicht oder nur durch großen technischen Aufwand realisiert werden kann. Alternative Herstellungsverfahren zur Oberflächenvergrößerung, wie z.B. Walzen oder Fräsen,

erlauben zwar einen guten Wärmeübergang, erreichen aber nicht ausreichend geringe thermische Massen und sind in der geometrischen Ausführung stark eingeschränkt.

[0013] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher die Bereitstellung eines Wärmeübertragers, der in Leichtbau-Weise, d.h. eine geringe thermische Masse aufweisend, hergestellt ist und trotzdem eine gute thermische Kontaktierung einer flexibel auszulegenden Oberflächenvergrößerung und/oder Turbulenzstrukturen mit der Fluidkanalstruktur erlaubt.

[0014] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragers mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch den Wärmeübertrager mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. In Anspruch 15 werden erfindungsgemäße Verwendungen angegeben. Die weiteren abhängigen Ansprüche stellen vorteilhafte Weiterbildungen dar.

[0015] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragers bereitgestellt, bei dem

a) mittels textiler Fertigungstechnologie aus Drähten und/oder technischen Fasern eine dreidimensionale textile Struktur mit einem ersten und mindestens einem weiteren, sich vom ersten Strukturbereich unterscheidenden Strukturbereich synchron erzeugt wird, wobei sich die Strukturbereiche in der Dichte der technischen Fasern oder Drähte und/oder der Porosität unterscheiden und damit unterschiedliche Funktionen ausprägen können (Verbesserung Wärmeleitung, Erzeugung von Turbulenzen, Erzeugung kompakter Wandungslagen), und

b) durch eine Nachbehandlung der erste Strukturbereich unter Ausbildung von Kanälen gegenüber den weiteren Strukturbereichen zumindest bereichsweise verschlossen wird und die weiteren Strukturbereiche zur Vergrößerung der spezifischen Oberfläche in diesen Bereichen modifiziert werden.

[0016] Mit neuen Fertigungstechniken im Bereich der technischen Weberei, Strickerei oder Wirkerei können metallische, aber auch andere Rund- oder Flachdrähte zu räumlichen Gewebestrukturen verarbeitet werden. Der erfindungsgemäße Ansatz beruht nun darauf, dass diese Drahtverarbeitungsverfahren so genutzt werden, dass in einem Fertigungsschritt sowohl die fluidführende Kanalstruktur als auch direkt die Funktionsstrukturen, d.h. Oberflächenvergrößerung oder Turbulenzstrukturen, gefertigt werden. Hierbei werden die Möglichkeiten der technischen Weberei, Strickerei oder Wirkerei derart genutzt, dass die Wandungen der Fluidkanäle sehr feinmaschig verarbeitet werden, während die Bereiche der Oberflächenvergrößerung hingegen den dort erforderlichen Anforderungen hinsichtlich Porosität, Wärmeleitfähigkeit oder spezifischer Oberfläche angepasst sind.

[0017] Die unterschiedlichen erfindungsgemäßen Strukturbereiche können gleichzeitig mehrere Funktio-

nen übernehmen. Dazu gehören die räumliche Trennung unterschiedlicher Strömungsbereiche bzw. unterschiedlicher Fluide, die Verbesserung von Wärme- und Stofftransport durch Erzeugen von Turbulenzen bei gleichzeitig guter Durchströmbarkeit oder Erhöhen der Wärmeleitfähigkeit und die Stabilisierung des Wärmeübertragers. Insbesondere die gleichzeitige Nutzung der drei Aspekte trägt in Kombination mit der Verwendung von dünnen Drähten dazu bei, dass eine Realisierung in Leichtbauweise möglich wird.

[0018] Die unterschiedlichen Strukturbereiche sind aufgrund der verfügbaren Fertigungstechnik und der integrierten Dimensionierung unterschiedlicher Funktionen, wie zuvor beschrieben, nicht auf eine schichtweise Anordnung angewiesen sondern können frei gestaltet werden. Gleiches gilt für die Fertigung in der Tiefe bzw. in Strömungsrichtung. Hier können mit der Lauflänge des Wärmeübertragers Strömungskanäle zusammengeführt werden, ihren Durchmesser ändern oder auch Strukturbereiche ihre Eigenschaften ändern.

[0019] Die erfindungsgemäße Leichtbauweise kann realisiert werden,

1. indem die Gewebestruktur gleichzeitig die räumliche Trennung der strömenden Fluide in Form von dicht verarbeiteten Wandungen gewährleistet und die Integration von Funktionsbereichen erlaubt, die beispielsweise Turbulenzen erzeugen oder der verbesserten Wärmeabfuhr dienen.

2. da durch die gleichzeitige Nutzung der Struktur als Funktions- und Stabilisierungsstruktur Material eingespart und ein kompakteres Design realisiert werden kann.

3. da durch die Verarbeitung von Drähten mit kleinen Durchmessern (<0,5 mm) sehr geringe Wandstärken realisiert werden können.

[0020] Durch die Verwendung textiler Fertigungsverfahren kann eine sehr große Vielfalt an geometrischen Ausformungen erzeugt werden, die einen großen gestalterischen Freiheitsgrad für die Strukturen mit sich bringt. Dabei ist es möglich komplexe Geometrien zu erstellen, die im Schnitt durch den Wärmeübertrager nicht auf einen reinen Schichtaufbau beschränkt sind und in der Wärmeübertragertiefe ebenfalls räumliche Verschiebungen der Strukturbereiche erlauben.

[0021] Vorzugsweise wird der zumindest bereichsweise Verschluss des ersten Strukturbereichs mittels Durchströmen mit einem Bindemittel oder einer Löt suspension und/oder mittels durch Kapillareffekt bedingtem Aufsteigen eines Bindemittels oder einer Löt suspension erreicht. Ebenso ist es möglich, die Gewebestruktur in ein Bad einzutauchen, das eine Löt suspension oder ein Bindemittel enthält.

[0022] Die Dichtheit der Kanalwandungen kann durch eine thermische Nachbehandlung, insbesondere durch

Löten, Versintern oder Kleben, erreicht werden, wobei hierfür unterschiedliche Verfahren in Frage kommen. Die thermische Kontaktierung der Drähte innerhalb der Oberflächenvergrößerung kann beispielsweise durch lotbeschichtete Drähte erreicht werden.

[0023] Vorzugsweise werden die Strukturbereiche mit unterschiedlicher Dichte der technischen Fasern oder Drähte durch variierende Maschenweiten oder durch variierende Einbringung von Schuss- oder Kettenfäden in die Struktur erzeugt.

[0024] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Modifizierung in Schritt b) durch eine zumindest bereichsweise Beschichtung und/oder durch eine zum Aufquellen und Verbinden führende thermische und/oder chemische Aktivierung der Drähte oder Fasern erfolgt.

[0025] Es ist weiterhin bevorzugt, dass in einem zusätzlichen Schritt eine Modifizierung der inneren Oberfläche der Kanäle erfolgt. Dies kann insbesondere durch zumindest bereichsweise Beschichtung, Laminierung, thermische oder chemische Aktivierung und/oder Aufquellen erfolgen.

[0026] Zusätzlich zu dem Vorteil der Fertigung "in einem Stück" bietet die Textilverarbeitungstechnik den großen Vorteil, dass einzelne Elemente direkt ohne apparative Vorbereitung gefertigt werden können. Im Vergleich zu Wärmeübertragern, die mit Gussformen, Pressen, Ziehen oder ähnlichen Verfahren hergestellt werden, ist für die textile Fertigung keine Form erforderlich. Das geforderte Design kann direkt aus der Zeichnung durch entsprechende Programmierung auf die Maschine geschickt und dort angefertigt werden. Erfindungsgemäß wird ebenso ein Wärmeübertrager bereitgestellt, der eine dreidimensionale textile Struktur aus Drähten und/oder technischen Fasern enthält. Der Wärmeübertrager weist dabei einen ersten und mindestens einen weiteren, sich vom ersten Strukturbereich unterscheidenden Strukturbereich auf, wobei sich die Strukturbereiche in der Dichte der technischen Fasern oder Drähte und/oder der Porosität unterscheiden. Weiterhin ist der erste Strukturbereich in Form von Kanälen gegenüber den weiteren Strukturbereichen zumindest bereichsweise verschlossen und die weiteren Strukturbereiche weisen eine vergrößerte äußere Oberfläche auf.

[0027] Es ist bevorzugt, dass die Drähte oder technischen Fasern ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus

- metallischen Materialien, insbesondere Kupfer, Aluminium oder Edelstahl,
- kohlenstoffhaltigen Materialien, insbesondere Kohlefasern Aktivkohlefasern oder Glasfasern
- Polymermaterialien, insbesondere Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polyamid (PA), Polyetheretherketone (PEEK), Polyester (PET) oder
- Verbundstoffen hiervon,

wobei die Drähte oder technischen Fasern insbesondere

einen Durchmesser von 50 bis 500 μm aufweisen.

[0028] Es ist weiter bevorzugt, dass die Drähte oder Fasern durch zumindest bereichsweise Beschichtung oder durch thermische und/oder chemische Aktivierung modifiziert sind. Bei der thermischen und/oder chemischen Aktivierung kommt es dann zu einem Aufquellen und Verbinden der Drähte oder Fasern.

[0029] Eine weitere erfindungsgemäße Variante sieht vor, dass die innere Oberfläche der Kanäle modifiziert ist. Dies kann insbesondere durch eine zumindest bereichsweise Beschichtung, Laminierung, thermische oder chemische Aktivierung und/oder Aufquellen erfolgen.

[0030] Es ist weiterhin bevorzugt, dass die Kanäle Strukturen zur Erzeugung turbulenter Strömungen aufweisen. Hierzu zählen insbesondere in die Kanäle hineinragende Gewebeschlaufen und/oder im wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung ausgerichtete und mit den Kanalwandungen verbundene Gewebefäden.

[0031] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Wärmeübertragers sieht vor, dass der erste und/oder die weiteren Strukturbereiche im sichtbaren Wellenlängenbereich des Spektrums im Wesentlichen transparent sind.

[0032] Vorzugsweise weisen die weiteren Strukturbereiche eine Porosität von 70 bis 80 % bei Porendurchmessern von 0,1 bis 5 mm auf. Weiterhin weisen die weiteren Strukturbereiche vorzugsweise eine spezifische Oberfläche von 2000 bis 20000 m^2/m^3 auf. Vorzugsweise besitzen die Strukturbereiche eine Wärmeleitfähigkeit von 1 bis 50 W/mK.

[0033] Es ist weiterhin bevorzugt, dass die weiteren Strukturbereiche mehrlagig aufgebaut sind, wobei die einzelnen Lagen aus Drähten oder technischen Fasern aus Materialien mit unterschiedlichem Schmelzpunkt bestehen oder diese Materialien im Wesentlichen enthalten.

[0034] In vielen Verdampfungs- und Kondensationsprozessen wird auf der Seite des Phasenwechsels eine vergrößerte Oberfläche zur Verfügung gestellt. Strukturierte Oberflächen, wie sie sich durch Gewebe erzeugen lassen, können hier verschiedene Vorteile erzielen.

In Verdampfungsprozessen wird in den meisten Prozessen Blasensieden als Siederegime angestrebt, um hohe Wärmestromdichten erreichen zu können. Blasensieden wird durch die Bereitstellung von Keimstellen unterstützt, in denen die Blasen entstehen. Die Kavitäten, die durch Gewebestrukturen erzeugbar sind, sind hierfür sehr gut geeignet.

[0035] Eine Wärmeübertragerstruktur, die das Blasensieden unterstützt, kann demnach aus einer fluidführenden Gewebeschicht aufgebaut sein, über der sich horizontal eine Gewebeschicht anschließt, die in ihrer Ausführung Kavitäten erzeugt, die den physikalischen Eigenschaften des Fluids, wie z.B. der Oberflächenspannung, der Viskosität und den Druckbereich, angepasst sind.

[0036] Für Verdampfungsprozesse, die durch kapillar unterstützte Verdampfung bestimmt sind, und für Kon-

densationsprozesse sind eher vertikal angeordnete funktionale Oberflächen zu realisieren. Bei kapillar unterstützten Verdampfungsprozessen sind diese entsprechend den Fluid- und Betriebsbedingungen, wie z.B. Druck, Temperatur, Oberflächenspannung, Viskosität oder Dichte, so zu dimensionieren, dass das flüssige Fluid im Gewebe angemessene Steighöhen realisiert, um dann in einen offeneren Bereich hinein verdampfen zu können.

[0037] In der Ad- und Absorptionstechnik dienen die Gewebefunktionsbereiche im Adsorber zur Erzielung großer spezifischer Oberflächen. Für die Absorptionstechnik sind diese als Kontaktfläche zwischen der ungesättigten Lösung und dem zu absorbierenden Dampf von zentralem Interesse für eine effektive Wärme- und Stoffübertragung und die erreichbare Leistungsdichte des Apparats.

[0038] Aufgrund der hohen lokalen Wärme-flüsse ist eine Lotummantelung der Drähte sinnvoll, um diese untereinander thermisch kontaktieren zu können.

[0039] Für den Anwendungsbereich Adsorptionstechnik sind auch Bereiche unterschiedlicher Porosität sehr interessant. Dabei sollte die Struktur dichter werden, je näher sie am wärmetransportierenden Fluid ist. Damit kann erreicht werden, dass in den äußeren Bereichen ein sehr guter Dampftransport möglich ist und gleichzeitig in Richtung des wärmeabführenden Fluids die Wärmeleitung verbessert wird. Bereiche mit großen Porendurchmessern können darüber hinaus genutzt werden, um im Aufbau des Wärmeübertragers zusätzliche Abstandshalter zu ersetzen.

[0040] Eine weitere Möglichkeit stellt die direkte Verarbeitung des Sorptionsmittels als Gewebematerial dar. Dafür kommt z.B. die Verwendung von Kohlefasern in Frage, die im Zusammenspiel mit Wasser, Methanol und Ethanol als Sorptionsmittel verwendet werden können.

[0041] Heat-Pipes sind hocheffiziente, passive thermische Komponenten, durch die Wärme mittels bereichsweiser Verdampfung und Kondensation übertragen wird. In ihnen liegt das Arbeitsmedium dementsprechend sowohl in flüssiger als auch in dampfförmiger Phase vor. Daher sind sowohl größere Querschnitte für den Dampftransport als auch kleinere für den Flüssigkeitstransport (Kapillareffekt) notwendig. Durch die beschriebene Idee ist es möglich, die textile Innenstruktur des Dampfkanals derart zu gestalten, dass ein Rücktransport des kondensierten und damit flüssigen Arbeitsmediums durch Kapillareffekte möglich wird. Es sind sowohl rohrförmige als auch flächige Konstruktionen vorstellbar, die nach dem Heat-Pipe-Prinzip arbeiten.

[0042] Anhand der nachfolgenden Figuren und des Beispiels soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier gezeigte spezielle Ausführungsform einschränken zu wollen.

Fig. 1 zeigt einen Längs- und Querschnitt durch eine Gewebestruktur einer erfindungsgemäßen Ausführungsform des Wärmeübertragers.

Fig. 2 zeigt einen Längs- und Querschnitt durch eine Gewebestruktur einer erfindungsgemäßen Ausführungsform des Wärmeübertragers mit sich über die Lauflänge verändernden Strömungskanalquerschnitten.

Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch eine Gewebestruktur einer erfindungsgemäßen Ausführungsform des Wärmeübertragers mit unterschiedlichen Strömungsbereichen und Kanalgeometrien.

[0043] In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße metallische selbsttragende Abstandsgewebestruktur bestehend aus den Grundflächen 2 und dem Abstandsgewirke 1 dargestellt, wobei das Abstandsgewirke den Anforderungen an den Strukturbereich für die Sorptionsbeschichtung entspricht.

[0044] In Fig. 2 ist eine erfindungsgemäße Gewebestruktur mit Strömungskanälen 1 für eine Flüssigkeit dargestellt, wobei die Strömungskanäle 1 unterschiedliche Querschnitte aufweisen und über die Lauflänge zusammengeführt werden. Die Wandungen der Kanäle werden durch eine dichte Gewebestruktur erzeugt, die ggf. nachbehandelt ist. Der Strukturbereich 2 eignet sich für die Durchströmung von Gasen oder Luft. Die gewebebasierte Abstandsstuktur dient einerseits der Strukturstabilisierung und andererseits der verbesserten Wärmeübertragung an die im Kanal 1 strömende Flüssigkeit. Weiterhin wird eine Trennlage 3 genutzt, um entweder unterschiedliche Gasströmungsbereiche voneinander zu trennen oder die Stabilität der Struktur zu unterstützen. Die Flüssigkeitskanäle 4 können analog zu denen der Strömungskanäle 1 ausgeprägt sein oder auch einen anderen Strömungsverlauf ausprägen.

[0045] In Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Gewebestruktur, wobei die Anordnung der Bereiche zeigt, dass in einem Wärmeübertrager flexibel verschiedenste Strukturbereiche realisiert werden können. Die Strukturbereiche 1 und 2 besitzen eine unterschiedliche Gewebedichte, die vorzugsweise mit Gas oder Luft durchströmt werden können und in denen Bereiche mit dichter Struktur einen verbesserten Wärmeübertrag realisieren lassen. So kann beispielsweise für eine Anwendung, in der auf den engmaschigen Bereichen 3 aufgrund einer chemischen Reaktion oder Kondensation Wärme freigesetzt wird, der Strukturbereich 2 und/oder 3, 5 als offener Bereich genutzt werden, der insgesamt die Druckverluste bei guter Wärmeübertragung reduziert. Die Kanalstrukturen 4, 6 sind zur Durchströmung mit flüssigen Medien geeignet und können so die freiwerdende Wärme gut abführen. Weiterhin weist der Wärmeübertrager trennende und/oder stabilisierende Gewebelagen 7, 8 auf.

Beispiel

Adsorptionswärmeübertrager

[0046] In der Adsorptionstechnik dienen die Gewebefunktionsbereiche einerseits als Wärmetransportstruktur und andererseits als Trägerstruktur für eine Beschichtung mit geeigneten Sorptionsmitteln. Durch die Dimensionierung der freien Querschnitte der Struktur wird darüber hinaus noch der Stofftransport des Arbeitsmittels definiert. Für die Ausführung eines mit Sorptionsmittel beschichteten Wärmeübertragers ist eine hohe Wärmeleitfähigkeit bei geringer thermischer Masse und großer spezifischer Oberfläche der Gewebefunktionsbereiche anzustreben. Dafür kommen grundsätzlich metallische Drähte, z.B. bestehend aus Aluminium oder Kupfer, aber auch Kohlefasern in Betracht. Bei Faserstärken im Bereich von 50 bis 200 μm lassen sich mit den entsprechenden Textil-Verarbeitungsverfahren spezifische Oberflächen im Bereich von 5.000 bis 15.000 m^2/m^3 erreichen.

[0047] Ein Adsorptionswärmeübertrager aus metallischen Gewebestrukturen, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, kann folgendermaßen hergestellt werden:

[0048] Eine metallische selbsttragende Abstandsgewebestruktur bestehend aus den Grundflächen 2 und dem Abstandsgewirke 1 wird derart angefertigt, dass das Abstandsgewirke den Anforderungen an den Strukturbereich für die Sorptionsbeschichtung entspricht.

[0049] Für die Anordnung in einem Wärmeübertrager werden mehrere Abstandsgewebematten übereinander angeordnet und seitlich in einer Tragstruktur 5 fixiert.

[0050] Sind die Gewebematten fixiert, werden sie mit einer Lotsuspension über die Kühlmittelkanäle 3 durchströmt; die Ablagerung der Lotsuspension erlaubt in der nachgeschalteten thermischen Behandlung sowohl das dichte Verschließen der Gewebeflächen als auch das Abdichten der Einfassungsbereiche von Gewebematte und Tragstruktur.

[0051] Anschließend werden die Kanäle, die durch die Abstandsgewirke definiert sind, mit einer Adsorbenssuspension oder der Kristallisationslösung durchströmt, die nach entsprechender Trocknung oder Kalzinierung eine Sorptionsschicht auf den Abstandsdrähten und den Innenwandungen hinterlässt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragers, bei dem

a) mittels textiler Fertigungstechnologie aus Drähten und/oder technischen Fasern eine dreidimensionale textile Struktur mit einem ersten und mindestens einem weiteren, sich vom ersten Strukturbereich unterscheidenden Strukturbereich synchron erzeugt wird, wobei sich die

Strukturbereiche in der Dichte der technischen Fasern oder Drähte und/oder der Porosität unterscheiden, und

b) durch eine Nachbehandlung der erste Strukturbereich unter Ausbildung von Kanälen gegenüber den weiteren Strukturbereichen zumindest bereichsweise verschlossen wird und die weiteren Strukturbereiche zur Vergrößerung der spezifischen Oberfläche in diesen Bereichen modifiziert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der textilen Fertigungstechnologie ein Weben, Stricken, Wirken oder Kombinationen hiervon der Drähte und/oder technischen Fasern erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest bereichsweise Verschluss des ersten Strukturbereichs mittels Durchströmen mit einem Bindemittel oder einer Löt suspension und/oder mittels kapillar bedingtem Aufsteigen eines Bindemittels oder einer Löt suspension und/oder durch Eintauchen in ein Bad enthaltend eine Löt suspension oder ein Bindemittel sowie gegebenenfalls nachfolgender thermischer oder photochemischer Behandlung.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strukturbereiche mit unterschiedlicher Dichte der technischen Fasern oder Drähte durch variierende Maschenweiten oder durch variierende Einbringung von Schuss- oder Kettenfäden in die Struktur erzeugt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modifizierung in Schritt b) durch eine zumindest bereichsweise Beschichtung und/oder durch eine zum Aufquellen und Verbinden führende thermische und/oder chemische Aktivierung der Drähte oder Fasern erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zusätzlichen Schritt eine Modifizierung der inneren Oberfläche der Kanäle erfolgt, insbesondere durch zumindest bereichsweise Beschichtung, Laminierung, thermische oder chemische Aktivierung und/oder Aufquellung.

7. Wärmeübertrager enthaltend eine dreidimensionale textile Struktur aus Drähten und/oder technischen Fasern mit einem ersten und mindestens einem weiteren, sich vom ersten Strukturbereich unterscheidenden

- denden Strukturbereich, wobei sich die Strukturbereiche in der Dichte der technischen Fasern oder Drähte und/oder der Porosität unterscheiden und der erste Strukturbereich in Form von Kanälen gegenüber den weiteren Strukturbereichen zumindest bereichsweise verschlossen ist und die weiteren Strukturbereiche eine vergrößerte äußere Oberfläche aufweisen.
8. Wärmeübertrager nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drähte oder technischen Fasern ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus
- metallischen Materialien, insbesondere Kupfer, Aluminium oder Edelstahl,
 - kohlenstoffhaltigen Materialien, insbesondere Kohlefasern Aktivkohlefasern oder Glasfasern
 - Polymermaterialien, insbesondere Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polyamid (PA), Polyether-ether-ketone (PEEK), Polyester (PET) oder
 - Verbundstoffen hiervon,
- wobei die Drähte oder technischen Fasern insbesondere einen Durchmesser von 50 bis 500 μm aufweisen.
9. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drähte oder Fasern als Modifizierung eine zumindest bereichsweise Beschichtung und/oder durch eine zum Aufquellen und Verbinden führende thermische und/oder chemische Aktivierung der Drähte oder Fasern aufweisen.
10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Oberfläche der Kanäle modifiziert ist, insbesondere durch eine zumindest bereichsweise Beschichtung, Laminierung, thermische oder chemische Aktivierung und/oder Aufquellung.
11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kanäle Strukturen zur Erzeugung turbulenter Strömungen, insbesondere in die Kanäle hineinragende Gewebeschlaufen und/oder im wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung ausgerichtete und mit den Kanalwandungen verbundene Gewebefäden aufweisen.
12. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und/oder die weiteren Strukturbereiche im sichtbaren Wellenlängenbereich des Spektrums im wesentlichen transparent sind.
13. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weiteren Strukturbereiche eine Porosität von 70 bis 80 % bei Porendurchmessern von 0,1 bis 5 mm und/oder eine spezifische Oberfläche von 2000 bis 20000 m^2/m^3 und/oder eine Wärmeleitfähigkeit von 1 bis 50 W/mK aufweisen.
14. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weiteren Strukturbereiche mehrlagig aufgebaut sind, wobei die einzelnen Lagen aus Drähten oder technischen Fasern aus Materialien mit unterschiedlichem Schmelzpunkt bestehen oder diese im wesentlichen enthalten.
15. Verwendung der Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7 bis 14 in Verdampfungs-, Kondensations- und Sorptionsprozessen, insbesondere in Ad- und Absorptionswärmepumpen und -kältemaschinen, Heat pipes und Katalysatoren.

Fig. 1

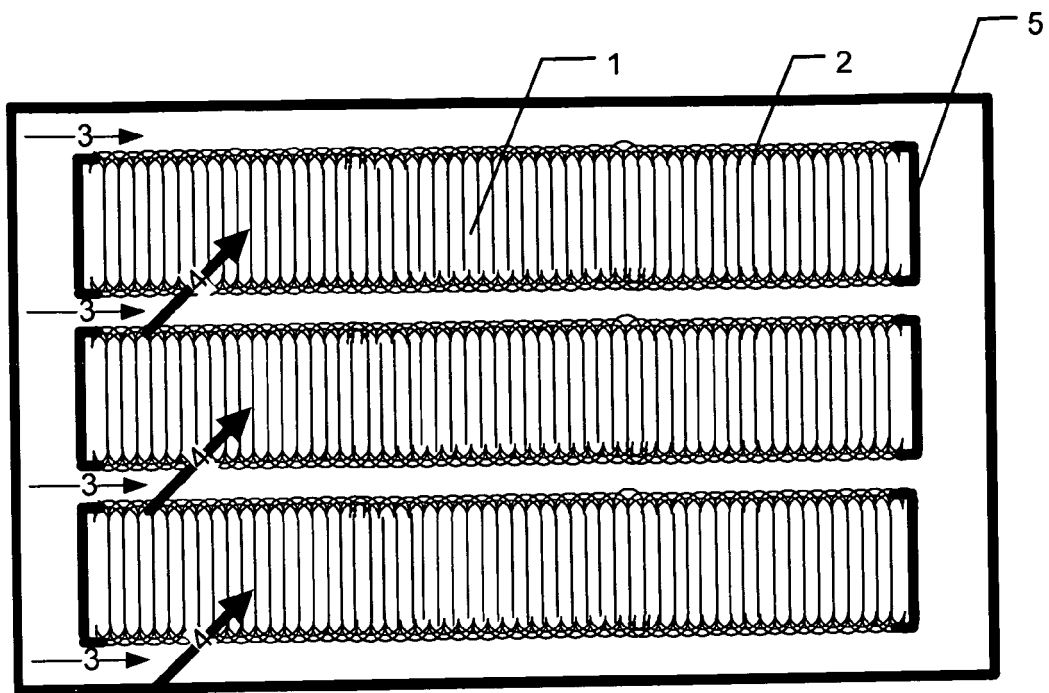


Fig. 2

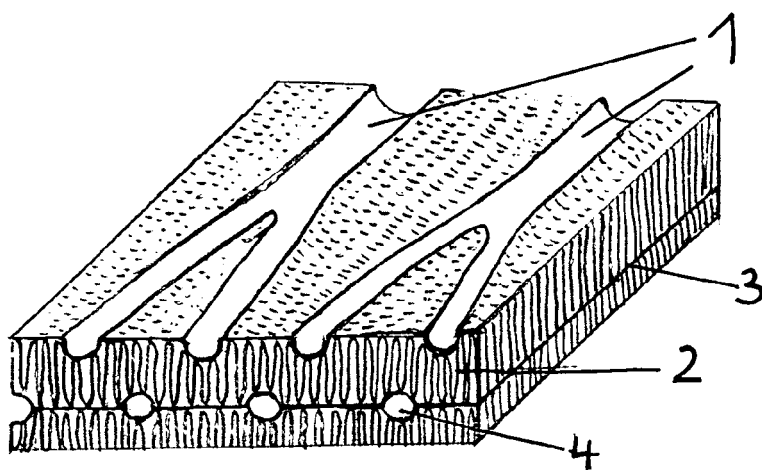
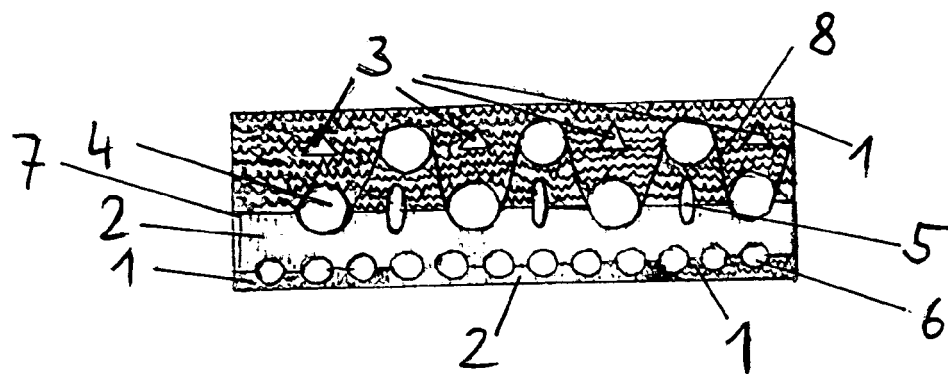


Fig. 3



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

- DE 102005017920 A1 [0009]
- DE 68905402 T2 [0010]
- DE 102005012754 A1 [0011]