



(11) **EP 2 689 201 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.11.2018 Patentblatt 2018/46

(51) Int Cl.:
F25B 35/04^(2006.01) F25B 39/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12710253.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/054998

(22) Anmeldetag: **21.03.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/130689 (04.10.2012 Gazette 2012/40)

(54) **VERFAHREN ZUM AUSFÜHREN EINES ALTERNIERENDEN VERDAMPFUNGS- UND KONDENSATIONSPROZESSES EINES ARBEITSMEDIUMS**

METHOD FOR EXECUTING AN ALTERNATING EVAPORATION AND CONDENSATION PROCESS OF A WORKING MEDIUM

PROCÉDÉ POUR EXÉCUTER UN PROCESSUS D'ÉVAPORATION ET UN PROCESSUS DE CONDENSATION ALTERNÉS D'UN FLUIDE DE TRAVAIL

(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: **25.03.2011 DE 102011015153**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.01.2014 Patentblatt 2014/05

(73) Patentinhaber: **Fahrenheit GmbH
80803 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **MITTELBACH, Walter
06108 Halle (DE)**
• **DASSLER, Ingo
06108 Halle (DE)**

(74) Vertreter: **Kruspig, Volkmar
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 47
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 733 791 US-A1- 2008 078 532

- **MAGGIO G ET AL: "A dynamic model of heat and mass transfer in a double-bed adsorption machine with internal heat recovery", INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, ELSEVIER, PARIS, FR, Bd. 29, Nr. 4, 1. Juni 2006 (2006-06-01), Seiten 589-600, XP027948478, ISSN: 0140-7007 [gefunden am 2006-06-01]**
- **FRENI A ET AL: "Zeolite synthesised on copper foam for adsorption chillers: A mathematical model", MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHING, NEW YORK, US, Bd. 120, Nr. 3, 15. April 2009 (2009-04-15), Seiten 402-409, XP025995575, ISSN: 1387-1811, DOI: 10.1016/J.MICROMESO.2008.12.011 [gefunden am 2009-02-27]**
- **FRENI ET AL: "An advanced solid sorption chiller using SWS-1L", APPLIED THERMAL ENGINEERING, PERGAMON, OXFORD, GB, Bd. 27, Nr. 13, 16. Mai 2007 (2007-05-16), Seiten 2200-2204, XP022081237, ISSN: 1359-4311, DOI: 10.1016/J.APPLTHERMALENG.2005.07.023**

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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 689 201 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausführen eines alternierenden Verdampfungs- und Kondensationsprozesses eines Arbeitsmediums nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Vorrichtungen zum Ausführen dieses Verfahrens werden beispielsweise in der Klimatechnik, insbesondere bei thermischen Adsorptionswärmepumpen oder Kälteanlagen, eingesetzt. Bei derartigen Anlagen wird ein Arbeitsmedium in Form eines Kältemediums zyklisch adsorbiert und desorbiert. Es wird dabei aus der Gasphase in den flüssigen Aggregatzustand bzw. aus dem flüssigen Zustand zurück in die Gasphase überführt. Die dabei frei werdenden Kondensationswärme wird nach außen hin abgeführt oder muss der Vorrichtung von außen zugeführt werden.

[0003] Kondensation und Verdampfung weisen zwar wärmetechnisch ähnlich, sie erfordern jedoch unterschiedliche Voraussetzungen zum Erzielen guter Wärmeübergänge. Diese werden maßgeblich durch den Transport der Wärme durch den Film des Arbeitsmediums bestimmt. Je dicker der Film ist, umso größere Wärmeübergangswiderstände müssen überwunden werden.

[0004] Bei aus dem Stand der Technik bekannten Kondensatoren und Kondensationsprozessen wird deshalb der sich bildende Film von der Wärmeübertragungsfläche durch geeignete Maßnahmen, insbesondere Oberflächenbeschichtungen bzw. Oberflächenstrukturen entfernt. Bei der Verdampfung wird hingegen versucht, einen möglichst dünnen Film auf der Wärmeübertragungsfläche zu erzeugen. Derartige Vorrichtungen sind daher beispielsweise als Fallfilmverdampfer oder Rotationsverdampfer ausgeführt, bei denen das Arbeitsmedium möglichst dünn verteilt wird.

[0005] Die Entfernung des Filmes beim Kondensationsprozess einerseits und die Notwendigkeit, eine dünne Filmdicken des Arbeitsmediums beim Verdampfen andererseits auszubilden, verhindern es dass beide Prozesse mit einem einzigen Apparat ausgeführt werden können, oder dass einer der beiden Prozesse innerhalb des Apparates bevorzugt ist, während der andere nur mit einer eingeschränkten Effizienz abläuft. Kombinierte Apparate, bei denen sowohl die Kondensation, als auch die Verdampfung ausgeführt werden, sind beispielsweise aus der US 2008/0078532 A1 bekannt, sind jedoch vor allem bei Adsorptionsprozessen, wie sie in der in der Heiz- und Kältetechnik realisiert werden, von großem Interesse, weil dadurch kompakte und kostengünstige wärmetechnische Vorrichtungen, insbesondere Wärmepumpen oder Kältemaschinen, realisiert werden können.

[0006] Es besteht daher die Aufgabe, ein Verfahren zum Ausführen eines alternierenden Verdampfungs- und Kondensationsprozesses eines Arbeitsmediums an einer gleichzeitig als Verdampfungs- und Kondensationsfläche vorgesehenen Wärmeübertragungsfläche anzugeben, bei dem sowohl der Kondensationsprozess als

auch für der Verdampfungsprozess mit der gleichen Effizienz ausgeführt wird.

[0007] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren zum Ausführen eines alternierenden Verdampfungs- und Kondensationsprozesses eines Arbeitsmediums mit dem kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche enthalten zweckmäßige und/oder vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0008] Das Verfahren zum Ausführen eines alternierenden Verdampfungs- und Kondensationsprozesses eines Arbeitsmediums an einer gleichzeitig als Verdampfungs- und Kondensationsfläche vorgesehenen Wärmeübertragungsfläche zeichnet sich dadurch aus, dass während jeweils eines Arbeitszyklusses aus je einem Kondensationsprozess und je einem Verdampfungsprozess ein sich während des Kondensationsprozesses bildender Kondensatfilm des Arbeitsmediums permanent auf der Wärmeübertragungsfläche verbleibt und anschließend während des Verdampfungsprozesses von der Wärmeübertragungsfläche verdampft wird.

[0009] Grundgedanke des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es also, den sich während der Kondensation bildenden Kondensatfilm des Arbeitsmediums auf der Wärmeübertragungsfläche zu belassen und dort zwischenspeichern. Während der Verdampfung wird dieser Kondensatfilm wieder in die Gasphase überführt. Dadurch werden zwei Effekte erreicht. Zum einen erfolgt der Wärmeübergang bei der Kondensation nur so lange, bis sich der gesamte Kondensatfilm ausgebildet hat. An diesem Punkt ist das Arbeitsmedium vollständig kondensiert und die Kondensation findet ihren Abschluss. Der Wärmeübergang vom Arbeitsmedium an die Wärmeübertragungsfläche wird dadurch in einem nur geringen Maße beeinträchtigt, weil sich während der Kondensation der Film noch nicht vollständig ausgebildet hat. Zum anderen wird durch die Speicherung des Arbeitsmediums in Form des Kondensatfilms die für den Verdampfungsprozess vorteilhafte dünne und gleichmäßige Verteilung des flüssigen Arbeitsmediums gleichsam von selbst bewirkt und muss nicht erst durch zusätzliche Vorrichtungen oder Verfahrensschritte erzeugt werden. In der Summe werden somit sowohl der Kondensationsprozess als auch der Verdampfungsprozess mit der gleichen Effektivität an ein und derselben Wärmeübertragungsfläche ausgeführt und können ohne Zwischenschritte erfolgen.

[0010] Zweckmäßigerweise wird das Verhältnis zwischen der Menge des Arbeitsmittels und der Größe der Wärmeübertragungsfläche mindestens so eingestellt, dass die Dicke des Kondensatfilms unterhalb einer kritischen Filmdicke verbleibt, bei der ein Abtropfen des Kondensatfilms einsetzt. Bei einem derartigen Regime wird das gesamte Arbeitsmedium in situ auf der Wärmeübertragungsfläche kondensiert und gespeichert. Speicherschritte und spätere Verteilungsschritte sind damit nicht mehr notwendig. Ebenso entfallen Sammeleinrichtungen für das Kondensat. Die Wärmeübertragungsfläche

wirkt selbst als Speicherort.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das Verhältnis zwischen der Menge des Arbeitsmittels und der Größe der Wärmeübertragungsfläche so eingestellt, dass eine im wesentlichen homogene Bedeckung der Wärmeübertragungsfläche bei einer minimalen Dicke des Kondensatfilms erreicht wird. Eine derartige Ausführung gewährleistet eine möglichst hohe Effizienz des Verdampfungsprozesses und gleichzeitig eine maximale Nutzung der Wärmeübertragungsfläche als in situ-Speicher für das Kondensat.

[0012] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die Bedeckung der Wärmeübertragungsfläche mit dem Kondensatfilm durch eine hygroskopisch/spreitende und/oder oberflächenvergrößernde Ausbildung der Wärmeübertragungsfläche erreicht. Dadurch breitet sich der Kondensatfilm gleichmäßig aus, wobei die Oberflächenvergrößerung der Wärmeübertragungsfläche deren Speicherkapazität erhöht.

[0013] Die Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren sollen nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Zur Verdeutlichung dienen die Figuren 1 bis 3. Es werden für gleiche oder gleichwirkende Teile die selben Bezugszeichen verwendet.

[0014] Es zeigt:

Fig. 1 einen grundsätzlichen Aufbau der Vorrichtung zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 1a ein beispielhaftes Rohr für ein Wärmeträgermedium mit einer porösen Ummantelung,

Fig. 2 eine Illustration des Verdampfungs- und Kondensationsverlaufs mit einer Darstellung des Gleichgewichtsfilms,

Fig. 3 einen beispielhaften zeitlichen Verlauf der Filmdicke des kondensierten Arbeitsmediums während eines Arbeitszyklus in Abhängigkeit von der Zeit.

[0015] Fig. 1 zeigt einen prinzipiellen Aufbau der Vorrichtung. Die Vorrichtung enthält eine hier schematisch gezeigte Behälterwand 1, die ein von dem Arbeitsmedium durchströmtes Volumen umschließt. Im Inneren der Behälterwand befindet sich eine mehrfach unterteilte Wärmeübertragungsfläche 2, die an einer schlangenartig verlegten Rohrleitung 2a angeordnet ist. Die Rohrleitung 2a wird von einem Wärmeträgermedium durchströmt, das die Kondensationswärme des Arbeitsmediums abführt oder dem Arbeitsmedium die erforderliche Verdampfungswärme zuführt.

[0016] Die Wärmeübertragungsfläche ist hier als eine Gesamtheit einzelner Lamellen ausgebildet. Die Lamellen sind so orientiert, dass diese möglichst wirkungsvoll von dem Arbeitsmedium beaufschlagt werden können.

Sie bilden eine möglichst großen Oberfläche aus.

[0017] Die Wärmeübertragungsfläche, d.h. die hier verwendeten Lamellen, weisen jeweils eine Oberflächenmodifikation 3 auf. Im hier vorliegenden Beispiel ist die Oberflächenmodifikation auf verschiedene Arten ausgebildet. Es ist jedoch klar, dass bei der konkret realisierten Ausführungsform der Vorrichtung nur eine jeweils bevorzugte und einheitliche Gestaltung der Oberflächenmodifikation vorhanden sein kann.

[0018] Die Oberflächenmodifikation besteht im hier gezeigten Beispiel aus einer spreitenden hydrophilen Oberflächenbeschichtung 4 und einer Reihe poröser Füllkörper oder einer porösen Bedeckung 5, die auf die Wärmeübertragungsfläche 2, d.h. die einzelnen Lamellen, aufgebracht sind. Dabei können sowohl die hydrophile Beschichtung oder die poröse Bedeckung allein oder kombiniert vorgesehen sein. Die Füllkörper oder die poröse Bedeckung können mit dem Material der Oberflächenbeschichtung 4 getränkt oder zumindest oberflächlich beschichtet sein. Die poröse Bedeckung weist eine gute Wärmeleitfähigkeit auf. Sie kann beispielsweise in Form von Metallschwämmen oder -schäumen ausgebildet sein. Eine Verwendung von Zeolith-Materialien ist ebenso möglich und erweist sich sehr oft als vorteilhaft. Anstelle der Schwämme oder Schäume können auch faserige Matten, insbesondere Stahlwolle oder dergleichen Materialien verwendet werden. Es können auch Röhrenbündel, Gitter, Granulate, geknitterte Folien und dergleichen weitere dem Fachmann bekannte Mittel zur Oberflächenvergrößerung verwendet werden.

[0019] Möglich ist auch die Verwendung eines einzelnen porösen Blocks, der von der Rohrleitung 2a durchzogen wird und der ebenfalls mit einer hydrophilen Beschichten getränkt oder zumindest oberflächlich versehen ist.

[0020] Die hydrophile Oberflächenbeschichtung 4 ist so ausgebildet, dass die sich darauf niederschlagenden, d.h. kondensierenden Tröpfchen des Arbeitsmediums zu einem geschlossenen Film breitlaufen, der die ganze Wärmeübertragungsfläche bedeckt und dort permanent auch nach dem Abschluss des Kondensationsprozesses verbleibt. Hierzu werden insbesondere hydrophile Materialien verwendet, die einerseits temperaturbeständig sind und andererseits einen möglichst kleinen, im Idealfall einen verschwindenden Kontaktwinkel für angelagerte Kondensattröpfchen sichern.

[0021] Die porösen Füllkörper sichern eine vergrößerte Innenoberfläche der Vorrichtung. In Verbindung mit einer hydrophilen Beladung wirken diese Körper wie ein Schwamm und fungieren als ein Kondensatreservoir für die gesamte Menge des kondensierten und verdampften Arbeitsmediums.

[0022] Die Form der Wärmeübertragungsfläche ist weiterhin so ausgeführt, dass scharfe Ecken und Kanten vermieden werden, an denen es zum Abreißen des Flüssigkeitsfilms und zu einem Abtropfen des Films kommen kann.

[0023] Fig. 1a zeigt eine beispielhafte Rohrleitung 2a,

bei der die Rohrwand selbst als poröse Bedeckung ausgebildet ist. Diese ist jedoch zum Rohrrinnenvolumen dicht, sodass kein Stoffaustausch zwischen der Innen- und Außenseite, sondern ausschließlich eine Wärmeübertragung stattfindet. Ein derartiges Rohr kann durch das Aufsintern von Granulaten auf ein dünnwandiges Ausgangsrohr oder durch ein anderes Beschichtungsverfahren gefertigt werden. Eine hydrophile Beschichtung kann natürlich zusätzlich vorhanden sein.

[0024] Die Beschickung der Vorrichtung mit dem Arbeitsmedium ist bei der Darstellung in Fig. 1 durch Blockpfeile und seitliche Zu- und Abführungen 5a angedeutet. Bei der Kondensation tritt das gasförmige Arbeitsmedium in die Vorrichtung ein und schlägt sich auf der Wärmeübertragungsfläche nieder. Dabei gibt das Arbeitsmedium Kondensationswärme an die Wärmeübertragungsfläche ab. Nach Abschluss des Kondensationsprozesses ist das gesamte Arbeitsmedium auf der Wärmeübertragungsfläche als ein dünner möglichst homogener Kondensatfilm abgelagert. Dessen Dicke ist durch die Menge des Arbeitsmediums und durch die Größe der Wärmeübertragungsfläche unabhängig von dem konkret durchlaufenen Prozessregime so eingestellt, dass der Kondensatfilm nicht abtropft und durch Adhäsionskräfte auf der Wärmeübertragungsfläche haften bleibt. Gleichzeitig ist der Kondensatfilm jedoch dünn genug, um den Wärmeeintrag bei der Verdampfung möglichst effizient zu gestalten. Die Wärmeübertragungsfläche bildet damit einen in situ-Speicher für das kondensierte Arbeitsmedium. Das bedeutet, dass das Arbeitsmedium nicht in ein zusätzliches Reservoir überführt wird, sondern genau an der Stelle gespeichert ist, wo die Kondensation bzw. die Verdampfung tatsächlich stattfindet.

[0025] Der Ablauf des Kondensations- und Verdampfungsvorgangs ist in Fig. 2 näher dargestellt. Fig. 3 zeigt den dazu gehörenden zeitlichen Verlauf der Dicke des auf der Wärmeübertragungsfläche abgeschiedenen Flüssigkeitsfilms des Arbeitsmediums.

[0026] Der Verdampfungsvorgang ist in Fig. 2 links dargestellt, der Prozess der Kondensation wird durch das rechte Teilbild in Fig. 2 verdeutlicht. Bei der Verdampfung des Arbeitsmediums wird von außen über die Behälterwand 1 Verdampfungswärme Q_V in einer ausreichenden Menge zugeführt. Diese überführt mindestens einen Teil der auf der Oberflächenbeschichtung 4 gelegenen Menge des Arbeitsmediums in die Dampfphase. In der Regel wird die Verdampfung so ausgeführt, dass das Arbeitsmedium von der Wärmeübertragungsfläche vollständig in die Dampfphase übergegangen ist.

[0027] Der Kondensationsvorgang entspricht einer Umkehrung des Verdampfungsvorgangs. Das dampfförmige Arbeitsmedium schlägt sich aus der Gasphase an der Wärmeübertragungsfläche nieder und gibt dort die Kondensationswärme Q_K ab. Dabei bildet sich auf der Oberflächenbeschichtung 4 wieder der Oberflächenfilm 6 heraus.

[0028] Fig. 3 zeigt den dazu gehörenden Zeitverlauf der auf der Wärmeübertragungsfläche vorhandenen Di-

cke des Oberflächenfilms. Während des Kondensationsprozesses wächst der Oberflächenfilm stetig an und erreicht schließlich eine Maximalfilmdicke $D_{\max}$ des Kondensatfilms des Arbeitsmediums. Bei einer vollständigen Kondensation des Arbeitsmediums auf der Wärmeübertragungsfläche ist die Dicke $D_{\max}$ im wesentlichen nur durch das Verhältnis des Gesamtvolumens des Arbeitsmediums zur Größe der zur Verfügung stehenden Wärmeübertragungsfläche bestimmt. Bei einem Gesamtvolumen V_{ges} des im Prozess befindlichen Arbeitsmediums und einer Wärmeübertragungsfläche mit dem effektiven Flächeninhalt A_{eff} gilt für die Dicke $D_{\max}$ näherungsweise die einfache Beziehung $D_{\max} = V_{\text{ges}} / A_{\text{eff}}$. Mit dem Erreichen von $D_{\max}$ erreicht der Kondensationsprozess ein absolutes Ende und die gesamte Menge des Arbeitsmediums hat sich nun im Kondensatfilm niedergeschlagen. Das Arbeitsmedium ist danach vollständig und in situ auf der Wärmeübertragungsfläche gespeichert.

[0029] Im nachfolgenden Verdampfungsprozess wird der Kondensatfilm wieder abgebaut. Das Arbeitsmedium geht wieder in die Gasphase über, sodass nach einer gewissen Zeit die Dicke des Oberflächenfilms auf einen Wert D_0 absinkt. Bei einer vollständigen Verdampfung des Arbeitsmittels beträgt $D_0 = 0$. Der Oberflächenfilm ist in diesem Fall vollständig verschwunden und der Verdampfungsprozess hat sein absolutes Ende erreicht.

[0030] Sofern der Kondensationsprozess und der Verdampfungsprozess vollständig gefahren werden, schwankt die auf der Wärmeübertragungsfläche abgeschiedene Flüssigkeitsschicht des Arbeitsmediums zeitlich zwischen den Werten D_0 und der Maximalfilmdicke $D_{\max}$. Beide Werte stellen somit absolute Grenzwerte für die Dicke des gespeicherten Flüssigkeitsfilms dar, die zyklisch zu verschiedenen Zeiten im Arbeitszyklus erreicht werden.

[0031] Weil der der Kondensatfilm erst zum Ende des Kondensationsprozesses seine vollständige Dicke $D_{\max}$ erreicht, wird der Wärmeübergang auf die Wärmeübertragungsfläche während des Kondensationsprozesses selbst nicht wesentlich behindert. Es zeigt sich, dass der Übergangswiderstand für den Wärmetransport zwischen der Gasphase im Behälter und der Wärmeübertragungsfläche bei der Kondensation und bei der Verdampfung einen im wesentlichen gleichen Wert aufweist. Damit verlaufen beide Prozesse grundsätzlich mit der gleichen Effizienz.

[0032] Die vorhergehend erläuterten Prozessschritte stellen einen in der Vorrichtung ablaufenden Grenzprozess dar, der eine gewisse Regelungsbreite aufweist. Durch verschiedene Arten der Prozessführung kann somit die während der Arbeitszyklen erreichte Filmdicke innerhalb des vorgegebenen Bereiches zwischen D_0 und $D_{\max}$ verändert werden. Dabei ist es insbesondere möglich, im Verdampfungsprozess nicht den gesamten Flüssigkeitsfilm in die Gasphase zu überführen, sondern den Verdampfungsprozess so zu gestalten, dass eine endliche Restfilmdicke D_{Rest} auf der Wärmeübertragungsflä-

che verbleibt. Ein derartiger Fall tritt besonders dann ein, wenn der Verdampfungsprozess vorzeitig endet.

[0033] Ebenso kann der Kondensationsprozess so gefahren werden, dass sich nach dessen Abschluss nicht die Maximalfilmdicke $D_{\max}$, sondern eine geringere Abscheidedicke D_K einstellt. Derartige Prozessregime bilden die Möglichkeit, entweder gewisse Schwankungen innerhalb der Wärmelasten beim Wärmekontakt der Vorrichtung mit der Umgebung auszugleichen oder Betriebszustände des mit der Vorrichtung gekoppelten thermodynamischen Prozesses gezielt einzustellen.

[0034] Die Vorrichtung und der Verfahrensablauf wurden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Im Rahmen fachmännischen Handelns sind weitere Ausführungsformen möglich. Diese ergeben sich insbesondere aus den Unteransprüchen.

Bezugszeichenliste

[0035]

1	Behälter- und Apparatewand
2	Wärmeübertragungsfläche
2a	Rohrleitung
3	Oberflächenmodifikation
4	hydrophile Oberflächenbeschichtung
5	poröse Füllkörper, poröse Bedeckung
5a	Zu- und Abführungen für Arbeitsmedium
6	Oberflächenfilm
Q_K	Kondensationswärme
Q_V	Verdampfungswärme
$D_{\max}$	Maximalfilmdicke
D_0	Minimalfilmdicke
D_{Rest}	Restfilmdicke
D_K	Abscheidedicke

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausführen eines alternierenden Verdampfungs- und Kondensationsprozesses eines Arbeitsmediums an einer gleichzeitig als Verdampfungs- und Kondensationsfläche vorgesehenen Wärmeübertragungsfläche (2), wobei das Arbeitsmedium nicht in ein zusätzliches Reservoir überführt wird, sondern genau an der Stelle gespeichert ist, wo die Kondensation bzw. die Verdampfung tatsächlich stattfindet, und während jeweils eines Arbeitszyklus aus je einem Kondensationsprozess und je einem Verdampfungsprozess ein sich während des Kondensationsprozesses bildender Kondensatfilm, welcher sich aus dem kondensierten Arbeitsmedium ausgebildet hat, permanent auf der Wärmeübertragungsfläche (2) in situ gespeichert und anschließend während des Verdampfungsprozesses von der Wärmeübertragungsfläche (2) verdampft wird, wobei die Wärmeübertragungsfläche (2) an einer Rohrleitung (2a)

angeordnet ist, die von einem Wärmeträgermedium durchströmt wird, welches die Kondensationswärme des Arbeitsmediums abführt oder dem Arbeitsmedium die erforderliche Verdampfungswärme zuführt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen der Menge des Arbeitsmittels und der Größe der Wärmeübertragungsfläche (2) mindestens so eingestellt wird, dass die Dicke des Kondensatfilms kleiner als eine kritische Filmdicke ist, bei der ein Abtropfen des Kondensatfilms einsetzt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen der Menge des Arbeitsmittels und der Größe der Wärmeübertragungsfläche so eingestellt wird, dass eine im wesentlichen homogene Bedeckung der Wärmeübertragungsfläche bei einer dabei minimalen Dicke des Kondensatfilms erreicht wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bedeckung mit dem Kondensatfilm durch eine hygroskopisch/spreitende und/oder oberflächenvergrößernde Ausbildung der Wärmeübertragungsfläche erreicht wird.

Claims

1. A method for executing an alternating evaporation and condensation process of a working medium at a heat transfer surface (2) simultaneously provided as evaporation and condensation surface, wherein the working medium is not transferred to an additional reservoir, but is stored exactly where the condensation or evaporation actually takes place, and during each working cycle from each condensation process and each evaporation process, a condensate film formed during the condensation process from the condensed working medium is permanently stored in situ on the heat transfer surface and subsequently evaporated by the heat transfer surface (2) during the evaporation process, wherein the heat transfer surface (2) is arranged on a pipeline (2a) through which a heat transfer medium flows which dissipates the condensation heat of the working medium or supplies the required evaporation heat to the working medium, **characterized in that** the ratio between the quantity of the working medium and the size of the heat transfer surface (2) is set at least such that the thickness of the condensate film is less than a critical film thickness at which a dripping of the condensate film starts.

2. A method according to claim 1, **characterized in that** the ration between the quantity of the working medium and the size of the heat transfer surface is set such that a substantially homogenous coverage of the heat transfer surface is achieved at a minimal thickness of the condensate film. 5
3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coverage with the condensate film is achieved by a hygroscopic/spreading and/or surface-enlarging formation of the heat transfer surface. 10

caractérisé en ce que

le recouvrement par le film de condensat est obtenu par une réalisation hygroscopique étalée et/ou augmentant la superficie de la surface de transfert thermique.

Revendications

15

1. Procédé pour exécuter un processus d'évaporation et un processus de condensation alternés d'un fluide de travail sur une surface de transfert thermique (2) prévue à la fois à titre de surface d'évaporation et de surface de condensation, 20
dans lequel
le fluide de travail n'est pas transféré dans un réservoir supplémentaire, mais il est stocké exactement à l'endroit où la condensation ou l'évaporation a réellement lieu, et 25
pendant un cycle de travail respectif constitué d'un processus de condensation et d'un processus d'évaporation, un film de condensat qui se forme pendant le processus de condensation et qui résulte du fluide de travail condensé, est stocké in situ en permanence sur la surface de transfert thermique et ensuite il est évaporé depuis la surface de transfert thermique (2) pendant le processus d'évaporation, 30
la surface de transfert thermique (2) est agencée sur une conduite tubulaire (2a) qui est traversée par un fluide caloporteur qui évacue la chaleur de condensation du fluide de travail ou qui amène la chaleur d'évaporation requise au fluide de travail, 35
caractérisé en ce que 40
le rapport entre la quantité de fluide de travail et la taille de la surface de transfert thermique (2) est réglé au moins de telle sorte que l'épaisseur du film de condensat est plus petite qu'une épaisseur de film critique à laquelle le film de condensat commence à s'égoutter. 45
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** 50
le rapport entre la quantité de fluide de travail et la taille de la surface de transfert thermique (2) est réglé de manière à obtenir un recouvrement sensiblement homogène de la surface de transfert thermique tout en assurant une épaisseur minimale au film de condensat. 55
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

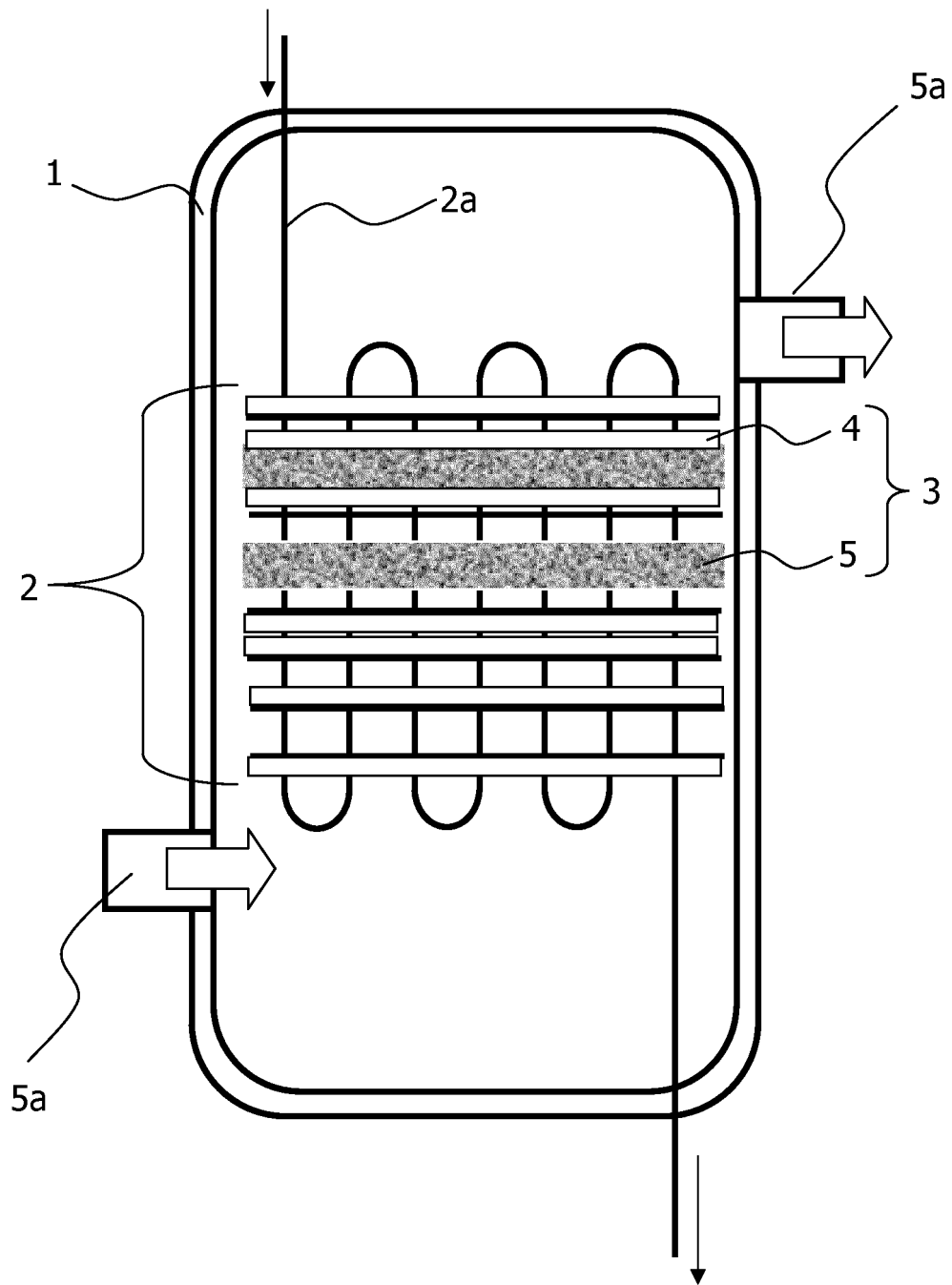


Fig. 1

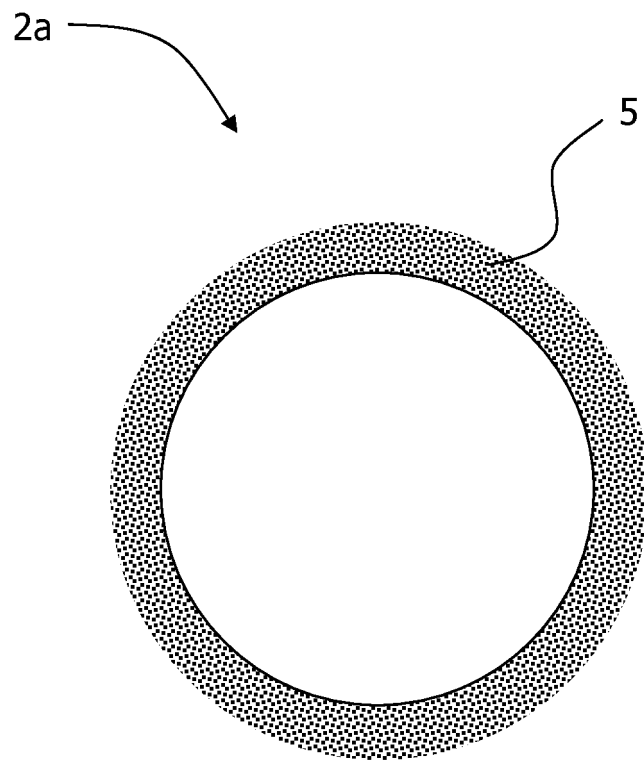


Fig. 1a

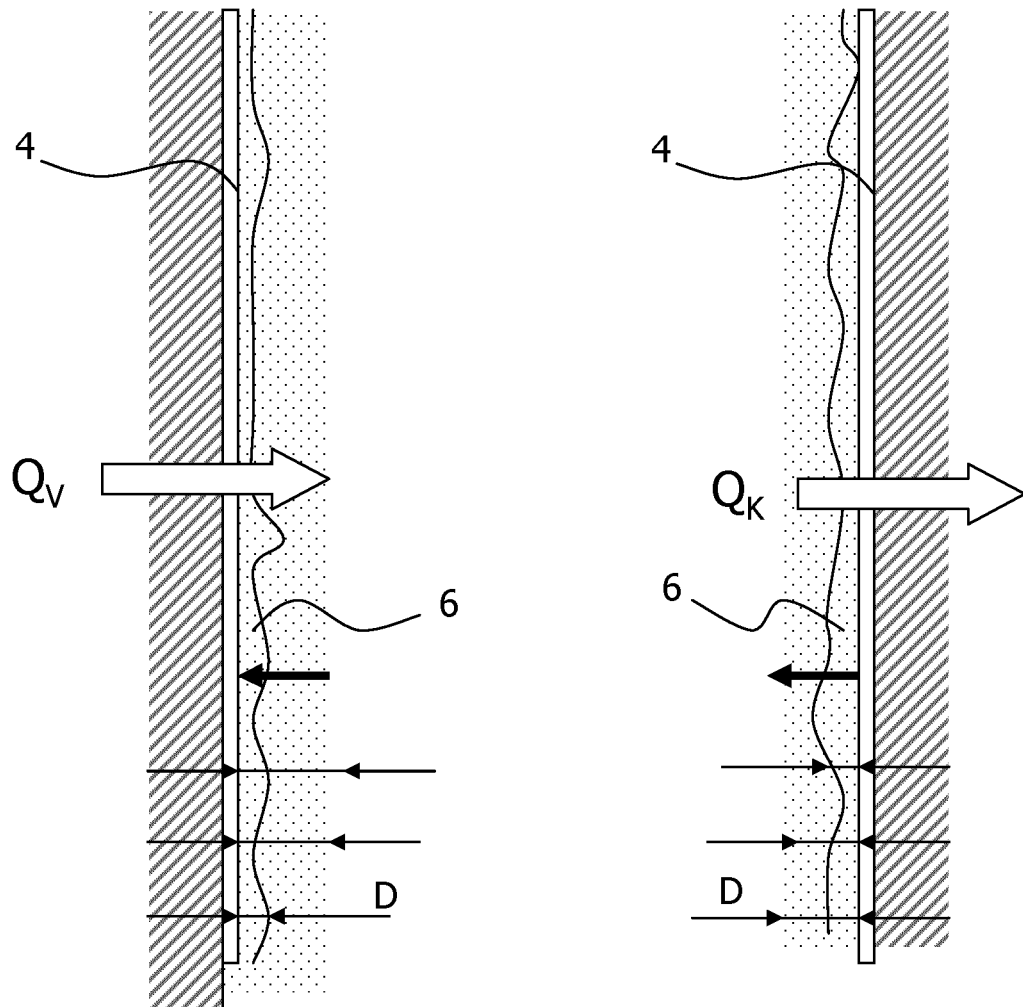


Fig. 2

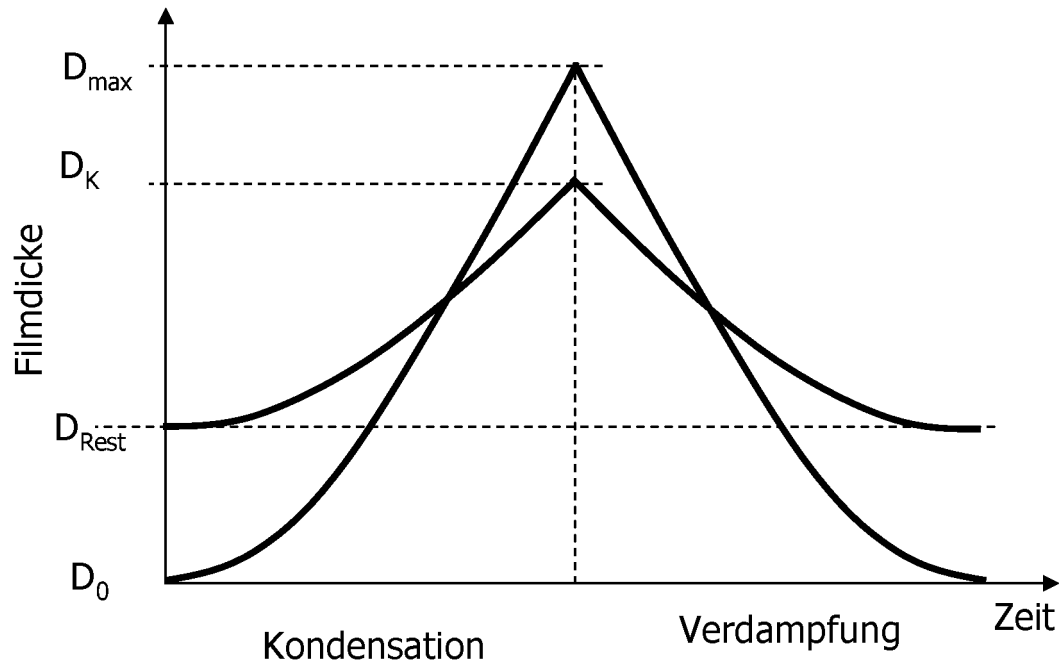


Fig. 3

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

- US 20080078532 A1 [0005]