

(19)



(11)

EP 2 598 820 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.11.2015 Patentblatt 2015/47

(51) Int Cl.:
F28D 9/00 (2006.01) F28F 3/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11758372.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2011/075175

(22) Anmeldetag: **25.07.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/031589 (15.03.2012 Gazette 2012/11)

(54) **PLATTENWÄRMEÜBERTRAGER ZUM VERDAMPFEN EINER FLÜSSIGKEIT**

PLATE HEAT EXCHANGER FOR EVAPORATING A LIQUID

ÉCHANGEUR DE CHALEUR À PLAQUES SERVANT À L'ÉVAPORATION D'UN LIQUIDE

(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: **27.07.2010 DE 102010036654**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.06.2013 Patentblatt 2013/23

(73) Patentinhaber: **Rehberg, Peter**
13053 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• **REHBERG, Michael**
15738 Zeuthen (DE)
• **REHBERG, Peter**
13053 BERLIN (DE)

(74) Vertreter: **adares Patent- und Rechtsanwälte**
Reininger & Partner
Schumannstraße 2
10117 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B4- 19 959 780 DE-U1-202005 009 948
JP-A- 10 325 691

EP 2 598 820 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmeübertrager zum Verdampfen einer Flüssigkeit, der aus einem Stapel identischer, jedoch jeweils um 180° gedreht aneinander liegender, an ihrem umlaufenden Rand abdichtend miteinander verbundener, rechteckiger Wärmeübertragungsplatten besteht, die im Wechsel Strömungskanäle für ein zu verdampfendes Fluid und für ein Heizfluid einschließen und die mit einem Wellungsmuster aus winklig zur Strömungsrichtung ausgerichteten, sich in den Strömungskanälen kreuzenden Wellen sowie in den Eckbereichen mit Durchbrüchen zur Bildung der Ein- und Austrittsöffnungen der Strömungskanäle versehen sind.

[0002] Ein aus der DE 3721132 A1 bekannter Plattenwärmetauscher zum Verdampfen einer Flüssigkeit umfasst Wärmeaustauschplatten mit über ihre gesamte Wärmeaustauschfläche gleichbleibendem Wellenmuster. Das ist hinsichtlich der Wärmeaustauschkapazität nicht effizient, da nicht die gesamte zu verdampfende Flüssigkeit auf dem Weg im Strömungskanal die gleiche Wärmebehandlung erfährt.

[0003] Ein aus der DE 69102755 T2 bekannter Plattenwärmetauscher zum Verdampfen einer Flüssigkeiten (Plattenverdampfer) macht sich die bekannte Tatsache zunutze, dass der Wärmeaustausch mit einem in dem Strömungskanal zwischen zwei Wärmeaustauschplatten strömenden Fluid davon beeinflusst wird, wie sich die aneinanderliegenden Wellenberge des Wellenmusters der Wärmeaustauschplatten kreuzen und relativ zur Hauptströmungsrichtung verlaufen. Bei einer Kreuzung des Wellenmusters in stumpfem Winkel bezüglich der Hauptströmungsrichtung ist der Wärmeübergang effizienter als bei spitzem Kreuzungswinkel. Die DE 69192755 T2 schlägt daher Wärmeaustauschplatten mit zur Hauptströmungsrichtung derart in unterschiedlichen Winkeln gewellten Zonen vor, dass der Strömungswiderstand von der einen zur anderen Seite des Strömungskanals allmählich abnimmt und die Wärmeübergangsfläche möglichst wirksam genutzt wird.

[0004] Die DE 19959780 B1 beschreibt Plattenwärmeübertrager, bestehend aus identischen, jeweils um 180° gedreht übereinander gestapelten Wärmeübertragerplatten mit über die gesamte Plattenfläche fischgrätmusterartig schräg verlaufendem Wellenmuster aus Wellenbergen und Wellentälern. Die Wellenberge kreuzen sich in den zwischen den Wärmeaustauschplatten gebildeten Strömungskanälen und stützen sich an den Kreuzungspunkten aufeinander ab. Die Verwendung eines derartigen Plattenwärmetauschers als Verdampfer in der Kältetechnik ist insofern problematisch, als die Strömungskanäle nicht gleichmäßig mit dem Kältemittel beaufschlagt werden und das Kältemittel in den stärker beaufschlagten Strömungskanälen nicht vollständig verdampft wird. Die von dem Kältemitteldampf mitgerissenen, nicht verdampften Kältemitteltröpfchen werden in dem an den Plattenverdampfer anschließenden Sammelrohr selbst von dem in anderen Strömungskanälen

überhitzten Dampf nicht nachverdampft.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Plattenwärmeübertrager der eingangs erwähnten Art so auszubilden, dass dessen effiziente Nutzung auch als Plattenverdampfer gewährleistet ist.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem gemäß den Merkmalen des Patentanspruch 1 ausgebildeten Plattenwärmeübertrager gelöst.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Der Grundgedanke der Erfindung besteht bei einem zum Verdampfen einer Flüssigkeit, insbesondere eines Kältemittels eingesetzten Plattenwärmeübertrager der eingangs erwähnten Art darin, dass in den zwischen zwei benachbarten Wärmeübertragungsplatten bestehenden, einen Strömungskanal bildenden Plattenspalt mindestens ein Bereich aus mehreren nebeneinander liegenden, in Längsrichtung (Hauptströmungsrichtung) oder in spitzem Winkel zur Längsrichtung verlaufenden Drallrohrkanälen integriert ist. Die Drallrohrkanäle werden durch an den aneinandergrenzenden Seiten der Wärmeübertragerplatten in derselben Richtung, das heißt in Längsrichtung oder in spitzem Winkel zur Längsrichtung des rechteckigen Plattenwärmeübertragers zueinander parallel verlaufende gerade Wellen gebildet. Das stromauf und stromab des Drallrohrkanalbereichs liegende Wellenfeld aus sich kreuzenden Wellen sorgt zum einen für ein gleichmäßiges Durchmischen und Verteilen des Fluids auf die Drallrohrkanäle und zum anderen für ein druckverlustfreies tangenciales Einleiten und Ausleiten des Fluids in die Drallrohrkanäle bzw. aus den Drallrohrkanälen sowie eine daraus resultierende Rotation des Fluids beim Durchströmen der Drallrohrkanäle. Aufgrund des mit einem Drallimpuls in die Drallrohrkanäle gelangenden Fluids und dessen zirkulierender Bewegung durch die Drallrohrkanäle wird zum einen der Strömungsweg verlängert und ein längerer Kontakt mit der Kanalwand bewirkt und zum anderen werden noch nicht verdampfte, mit dem bereits gebildeten Dampf mitgerissene Flüssigkeitströpfchen aufgrund der Zentrifugalkraft an die heißen Kanalwände geschleudert, so dass der Verdampfungsprozess intensiviert und eine effiziente Nutzung des Plattenwärmeübertragers als Verdampfer gewährleistet ist.

[0009] In Ausgestaltung der Erfindung sind über die Länge des zwischen zwei Wärmeübertragungsplatten vorhandenen Strömungskanals im Wechsel mehrere kurze Wellenbereiche aus sich kreuzenden Wellen und aus Drallrohrkanälen ausgebildet. Am Anfang und Ende bzw. an der Eintritts- und der Austrittsseite des Strömungskanals ist ein Bereich aus sich kreuzenden, als Fischgrätmuster ausgerichteten Wellen vorgesehen.

[0010] In weiterer Ausbildung der Erfindung erstreckt sich der Bereich der nebeneinander liegenden Drallrohrkanäle über die gesamte Breite des Strömungskanals.

[0011] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung verlaufen die sich kreuzenden Wellen in einem Winkel von 60 bis 130° in ein- und derselben Winkellage zur Strömungs-

richtung, jedoch in den beiden Hälften der jeweiligen Wärmeübertragungsplatte in jeweils entgegengesetzter Richtung, so dass sich die schrägen Wellen von jeweils um 180° gedreht übereinander gestapelten Wärmeübertragungsplatten kreuzen.

[0012] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung gehen die schrägen Wellen und die in Strömungsrichtung oder in spitzem Winkel zur Strömungsrichtung verlaufenden geraden Wellen einer Wärmeübertragungsplatte jeweils ineinander über. Zwischen zwei geraden Wellen der Wärmeübertragungsplatte ist jeweils ein zu diesen parallel verlaufendes separates, gerades Wellenstück ausgeformt. Die in Längsrichtung einander kontaktierenden geraden Wellen und Wellenstücke aneinander grenzender, um 180° zueinander gedrehter Wärmeübertragungsplatten bilden die Drallrohrkanäle.

[0013] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung haben die geraden Wellen und Wellenstücke und die schrägen Wellen eine trapezförmige Querschnittsform, so dass die Drallrohrkanäle einen nahezu runden, sechseckigen Querschnitt aufweisen.

[0014] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung, in der

Fig. 1 eine Draufsicht einer Wärmeübertragungsplatte; und

Fig. 2 mehrere übereinander liegende, jedoch in einer auseinandergezogenen Position dargestellte Wärmeübertragungsplatten eines Plattenverdampfers

zeigt, näher erläutert.

[0015] Gemäß dem Ausführungsbeispiel umfassen die identisch ausgebildeten rechteckigen Wärmeübertragungsplatten 1.1, 1.2 einen umlaufenden hochgezogenen Rand 2, in den vier Eckbereichen vorgesehene Durchbrüche 3 und ein zwischen den Durchbrüchen 3 ausgeformtes Wellenfeld aus etwa trapezförmig geformten Wellen (Wellenbergen und Wellentälern). In der in Fig. 2 oberen Wärmeübertragungsplatte 1.1 befinden sich die an der linken Längsseite vorgesehenen ersten Durchbrüche 3.1 auf einem in Bezug auf die Zeichnungsebene oberen Plattenniveau 4 in Höhe der Wellenberge, während sich die zweiten Durchbrüche 3.2 an der linken Längsseite auf einem unteren Plattenniveau 5 befinden. Die Wärmeübertragungsplatten 1.1, 1.2 sind jeweils um 180° gedreht übereinander gestapelt, so dass der zwischen zwei benachbarten Wärmeübertragungsplatten 1.1, 1.2 gebildete Strömungskanal zwischen dem jeweils oberen und unteren Plattenniveau 4, 5 eine Eintrittsöffnung 6 für eine zu verdampfende Flüssigkeit (Kältemittel) und eine Austrittsöffnung 7 für den im Strömungskanal erzeugten Dampf aufweist. Die Verdampfung erfolgt an den heißen Wänden des Strömungskanals, die durch ein in den beiderseitig benachbarten Strömungskanälen fließendes Heizmedium erwärmt werden. Die Wärmeübertragungsplatten 1.1, 1.2 sind an den hochgezogenen

Rändern 2, an den beiderseitigen Berührungsstellen der Wellen aneinandergrenzender Wärmeübertragungsplatten und an den an die Durchbrüche anschließenden Berührungsflächen zwischen oberen und unteren Plattenebenen miteinander verlötet.

[0016] Ein wesentliches Merkmal des als Verdampfer eingesetzten Plattenwärmeübertragers (Plattenverdampfer) ist die Gestaltung des Wellenfeldes der Wärmeübertragungsplatten 1. An den beiden Schmalseiten der Wärmeübertragungsplatten 1.1, 1.2 ist ein erster Wellenbereich 8 aus in stumpfem Winkel aufeinander zu laufenden - schrägen - Wellen 8a vorgesehen. Daran schließen sich im Wechsel zweite - gerade - Wellenbereiche 9 mit in Strömungsrichtung (Längsrichtung der Wärmeübertragungsplatten) verlaufenden - geraden - Wellen 9a und Wellenstücken und dritte Wellenbereiche 10 mit in stumpfem Winkel schräg zur Strömungsrichtung (Längsrichtung der Platten) verlaufenden Wellen 10a. Die geraden Wellen 9a und die schrägen Wellen 10a gehen ineinander über. Die kurzen, geraden Wellenstücke verlaufen einzeln zwischen den geraden Wellen 9a. In der unteren und der oberen Plattenhälfte verlaufen die schrägen Wellen 10a in gleichem Winkel aber in entgegengesetzter Richtung und die geraden Wellen 9a sowie die geraden Wellenstücke sind in den beiden Plattenhälften um eine Wellenbreite versetzt zueinander angeordnet. Die Querschnittsfläche der geraden Wellen 9a und der schrägen Wellen 10a ist trapezförmig.

[0017] Beim Übereinanderstapeln der jeweils um 180° gedrehten Wärmeübertragungsplatten kreuzen sich die schrägen Wellen 8a der ersten Wellenbereiche 8 sowie die schrägen Wellen 10a der dritten Wellenbereiche 10 und sind an den Kreuzungspunkten miteinander verlötet. In den aneinandergrenzenden zweiten - geraden - Wellenbereichen 9 benachbarter Wärmeübertragungsplatten 1.1, 1.2 berühren sich die geraden Wellen 9a bzw. Wellenstücke in Längsrichtung, so dass in dem zwischen zwei Wärmeübertragungsplatten vorhandenen Strömungskanal für das zu verdampfende Fluid und dessen bereits verdampften Teil in Längsrichtung des Strömungskanals verlaufende - hier im Querschnitt sechseckige, über die Breite des Strömungskanals nebeneinander liegende - Drallrohrkanäle 11 gebildet werden. In dem zwischen zwei aneinandergrenzenden Wärmeübertragungsplatten bestehenden Strömungskanal sind somit im Wechsel aus sich kreuzenden Wellen (Wellenbereiche 8, 10) und aus nebeneinander liegenden Drallrohrkanälen (Wellenbereiche 9) bestehende Strömungskanalabschnitte vorhanden.

[0018] Das in dem Strömungskanal zwischen zwei Wärmeübertragungsplatten von einer Eintrittsöffnung 6 zu einer Austrittsöffnung 7 strömende Fluid wird durch die Wellenbereiche 8, 10 aus sich kreuzenden Wellen gut durchmischt und auf die Drallrohrkanäle verteilt erhält jeweils bei dem durch die sich kreuzenden Wellen bewirkten tangentialen Einleiten in die Drallrohrkanäle einen Drallimpuls. Aufgrund der dadurch in dem Drallrohrkanal bewirkten rotierenden Strömung (drei bis zehn

Umdrehungen) werden in dem Fluid nach der Verdampfung noch verbliebene Flüssigkeitströpfchen infolge der Zentrifugalkraft nach außen, das heißt an die Wand des Drallrohrkanal 11 bzw. an die heißen Flächen der Wärmeübertragungsplatten 1.1, 1.2 geschleudert, um dort die zu ihrer Verdampfung erforderliche Wärme aufnehmen zu können. Durch die Drallrohrkanäle und die rotierende Bewegung des Mediums wird zudem der Strömungsweg des Mediums verlängert, ohne jedoch den Plattenwärmeübertrager selbst zu verlängern und dadurch bauliche Nachteile und höhere Druckverluste in Kauf nehmen zu müssen. Bei der bekanntermaßen ungleichmäßigen Verteilung der zu verdampfenden Flüssigkeit auf die einzelnen Strömungskanäle eines Plattenverdampfers gelingt es auch in den ein größeres Flüssigkeitsvolumen aufnehmenden Strömungskanälen die Flüssigkeit vollständig zu verdampfen, das heißt auch die in dem bereits verdampften Anteil mitgerissenen Flüssigkeitströpfchen zu verdampfen.

Bezugszeichenliste

[0019]

- 1.1 Wärmeübertragungsplatten
- 1.2 Wärmeübertragungsplatten
- 2 hochgezogener Rand
- 3.1 erste Durchbrüche
- 3.2 zweite Durchbrüche
- 4 oberes Plattenniveau
- 5 unteres Plattenniveau
- 6 Eintrittsöffnung in Strömungskanal
- 7 Austrittsöffnung aus Strömungskanal
- 8 erster fischgrätmusterartiger Wellenbereich
- 8a schräge Wellen von 8,
- 9 zweiter - gerader - Wellenbereich
- 9a gerade Wellen von 9
- 10 dritter - schräger - Wellenbereich
- 10a schräge Wellen von 10
- 11 Drallrohrkanal

Patentansprüche

1. Plattenwärmeübertrager zum Verdampfen einer Flüssigkeit, der aus einem Stapel identischer, jedoch jeweils um 180° gedreht aneinander liegender, an ihrem umlaufenden Rand abdichtend miteinander verbundener, rechteckiger Wärmeübertragungsplatten besteht, die im Wechsel Strömungskanäle für ein zu verdampfendes Fluid und für ein Heizfluid einschließen und die mit einem Wellungsmuster aus winklig zur Strömungsrichtung ausgerichteten, sich in den Strömungskanälen kreuzenden Wellen sowie in den Eckbereichen mit Durchbrüchen zur Bildung der Ein- und Austrittsöffnungen der Strömungskanäle versehen sind, wobei in den Strömungskanälen

mindestens ein zwischen zwei Wellenbereichen (8, 10) aus sich kreuzenden schrägen Wellen (8a, 10a) ausgebildeter Wellenbereich (9) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wellenbereich (9) an den aneinandergrenzenden Seiten der Wärmeübertragungsplatten in gleicher Ausrichtung verlaufende **gerade** Wellen (9a) umfasst, die in Längsrichtung oder in spitzem Winkel zur Längsrichtung des Plattenwärmeübertragers verlaufende Drallrohrkanäle (11) mit tangential ein- und ausgeleiteter rotierender Strömung und verlängertem Strömungsweg des Fluids bilden.

2. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Länge des Strömungskanals im Wechsel mehrere Wellenbereiche (9, 10) aus sich kreuzenden Wellen (10a) und aus jeweils in derselben Richtung verlaufenden, die Drallrohrkanäle bildenden Wellen (9a) vorgesehen sind, wobei am Anfang und Ende des Strömungskanals ein wellenbereich (8) aus sich kreuzenden Wellen (8a) vorgesehen ist.

3. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drallrohrkanäle in den jeweiligen Wellenbereichen (8,9,10) in wechselnder Richtung verlaufen.

4. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Bereich der Drallrohrkanäle über die Breite des Strömungskanals erstreckt.

5. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich kreuzenden Wellen (8a) in den Wellenbereichen (8) am Anfang und Ende des Strömungskanals fischgrätmusterartig angeordnet sind.

6. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich kreuzenden Wellen (10a) in einem Winkel von 60 bis 130° in derselben Winkellage zur Strömungsrichtung verlaufen, jedoch in den beiden Hälften der jeweiligen Wärmeübertragungsplatte in entgegengesetzter Richtung schräg verlaufen, so dass sich die schrägen Wellen (10a) von jeweils um 180° gedreht übereinander gestapelten Wärmeübertragungsplatten kreuzen.

7. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schrägen Wellen (10a) und die in Strömungsrichtung oder in spitzem Winkel zur Strömungsrichtung verlaufenden geraden Wellen (9a) einer Wärmeübertragungsplatte jeweils ineinander übergehen, wobei zwischen zwei geraden Wellen (9a) jeweils ein zu diesen parallel verlaufendes Wellenstück ausgeformt ist und die in Längsrichtung einander kontaktierenden geraden Wellen

(9a) und Wellenstücke aneinander grenzender, um 180° zueinander gedrehter Wärmeübertragungspalten die Drallrohrkanäle (11) bilden.

8. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geraden Wellen (9a) und Wellenstücke und die schrägen Wellen (8a, 10a) eine trapezförmige Querschnittsform haben, so dass die Drallrohrkanäle einen nahezu runden, sechseckigen Querschnitt aufweisen.

Claims

1. A plate heat exchanger to vaporize a liquid, the plate heat exchanger consisting of a stack of heat exchanger plates which are identical, abutting but rotated by 180°, connected to each other at their peripheral edge in sealing manner, rectangular and which include alternately flow channels for a fluid to be vaporized and for a heating fluid and which are provided with a corrugation pattern of waves which are angularly aligned to the flow direction and intersecting each other in the flow channels and with breakthroughs in the corner regions for forming the inlet and outlet openings of the flow channels, wherein at least one wave region (9) formed between two wave regions (8, 10) of intersecting inclined waves (8a, 10a) is provided in the flow channels, **characterized in that** the wave region (9) comprises straight waves (9a) extending along the adjacent sides of the heat exchanger plates in the same orientation and forming ribbed tube channels (11) extending in the longitudinal direction or at an acute angle to the longitudinal direction of the plate heat exchanger and having a rotating flow introduced and diverted tangentially and prolonged flow path of the fluid.
2. The plate heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** over the length of the flow channel alternately several wave regions (9, 10) of intersecting waves (10a) and of waves (9a) each extending in the same direction and forming the ribbed tube channels (11) are provided, wherein a wave region (8) of intersecting waves (8a) is provided at the beginning and end of the flow channel.
3. The plate heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the ribbed tube channels extend in the respective wave regions (8, 9, 10) in alternating directions.
4. The plate heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the region of the ribbed tube channels extends across the width of the flow channel.
5. The plate heat exchanger according to claim 2, **char-**

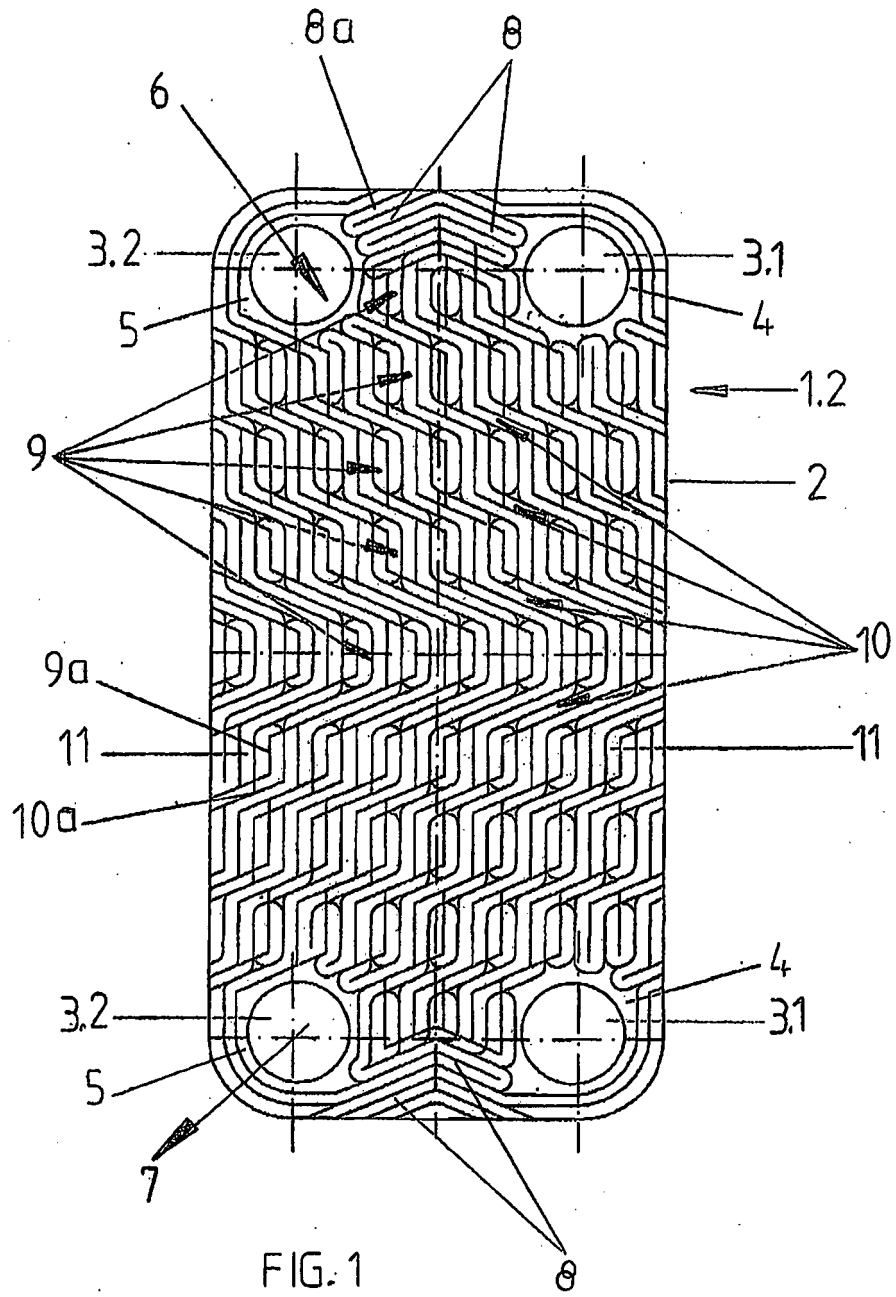
acterized in that the intersecting waves (8a) are arranged in the wave regions (8) at the beginning and end of the flow channel in a herringbone pattern kind.

6. The plate heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the intersecting waves (10a) extend at an angle of 60 to 130 ° in the same angular position to the flow direction, but extend in the two halves of the respective heat exchanger plate in opposite directions obliquely so that the oblique waves (10a) of heat exchanger plates stacked one above the other by respective rotation of 180 ° intersect.
7. The plate heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the oblique waves (10a) and the straight waves (9a) of a heat exchanger plate each merge into one another, the straight waves (9a) extending in the flow direction or at an acute angle to the flow direction, wherein between two straight waves (9a) a wave segment extending in parallel manner to them is formed respectively and the straight waves (9a) and wave segments contacting each other in the longitudinal direction and being of heat exchanger plates abutting and rotated by 180 ° to each other form the ribbed tube channels (11).
8. The plate heat exchanger according to claim 7, **characterized in that** the straight waves (9a) and wave segments and the oblique waves (8a, 10a) have a trapezoidal cross-sectional shape so that the ribbed tube channels have an almost circular, hexagonal cross-section.

Revendications

1. Un échangeur de chaleur à plaques pour vaporiser un liquide, l'échangeur de chaleur à plaques consistant en un empilement de plaques de transfert de chaleur identiques, mais tournées de 180 ° en étant arrangées l'une contre l'autre, connectées l'une à l'autre à son bord périphérique de façon étanche et rectangulaires et qui comprennent en alternance des canaux d'écoulement pour un fluide à vaporiser et pour un fluide de chauffage et qui sont prévues avec un motif d'ondulation comprenant des vagues angulairement alignées vers la direction d'écoulement et se croisant aux canaux d'écoulement et avec des percements dans les zones de coin pour former des orifices d'entrée et de sortie pour les canaux d'écoulement, dans lequel au moins une région de vagues (9) est prévue dans les canaux d'écoulement entre deux régions de vagues (8, 10) en vagues (8a, 10a) obliques et se croisant, **caractérisé en ce que** la région de vagues (9) comprend aux côtés des plaques de transfert de chaleur adjacentes des vagues droites (9a) s'étendant en même orientation et formant des tubes à rainures hélicoïdales (11) s'éten-

- dant dans la direction longitudinale ou à un angle aigu par rapport à la direction longitudinale de l'échangeur de chaleur à plaques et ayant un flux introduit et extrait tangentiellement et tournant et un trajet d'écoulement prolongé.
2. L'échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** sur la longueur du canal d'écoulement alternativement plusieurs régions de vagues (9, 10) en vagues (10a) se croisant et en vagues (9a) formant les tubes à rainures hélicoïdales et s'étendant respectivement dans la même direction sont prévues, dans lequel une région de vagues (8) en vagues (8a) se croisant est prévue au début et à la fin du canal d'écoulement.
 3. L'échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les canaux des tubes à rainures hélicoïdales dans les régions de vagues (8, 9, 10) respectives s'étendent dans des directions alternées.
 4. L'échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la région des canaux des tubes à rainures hélicoïdales s'étend en travers de la largeur du canal d'écoulement.
 5. L'échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les vagues (8a) se croisant sont disposées dans les régions de vagues (8) au début et à la fin du canal d'écoulement selon le type de motif à chevrons.
 6. L'échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les vagues (10a) se croisant s'étendent à un angle de 60 à 130 ° dans la même position angulaire à la direction d'écoulement, mais s'étendent dans les deux moitiés de la plaque de transfert à chaleur respective en oblique dans des directions opposées de sorte que les vagues obliques (10a) des plaques de transfert de chaleur empilées les unes sur les autres respectivement de manière tournée à 180 ° se croisent.
 7. L'échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les vagues obliques (10a) et les vagues droites (9a) s'étendant dans la direction d'écoulement ou à un angle aigu par rapport à la direction d'écoulement d'une plaque de transfert de chaleur sont en continuité l'une à l'autre, dans lequel entre deux vagues droites (9a) est arrangée respectivement une pièce de vagues s'étendant parallèlement par rapport à celles-ci et les vagues droites (9a) contactant les unes les autres dans la direction longitudinale et les pièces de vagues des plaques de transfert de chaleur adjacentes et tournées les unes aux autres à 180° forment les canaux des tubes à rainures hélicoïdales (11).
 8. L'échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les vagues droites (9a) et les pièces de vagues et les vagues obliques (8a, 10a) ont une forme trapézoïdale en coupe transversale de sorte que les canaux des tubes à rainures hélicoïdales ont une coupe transversale pratiquement circulaire hexagonale.



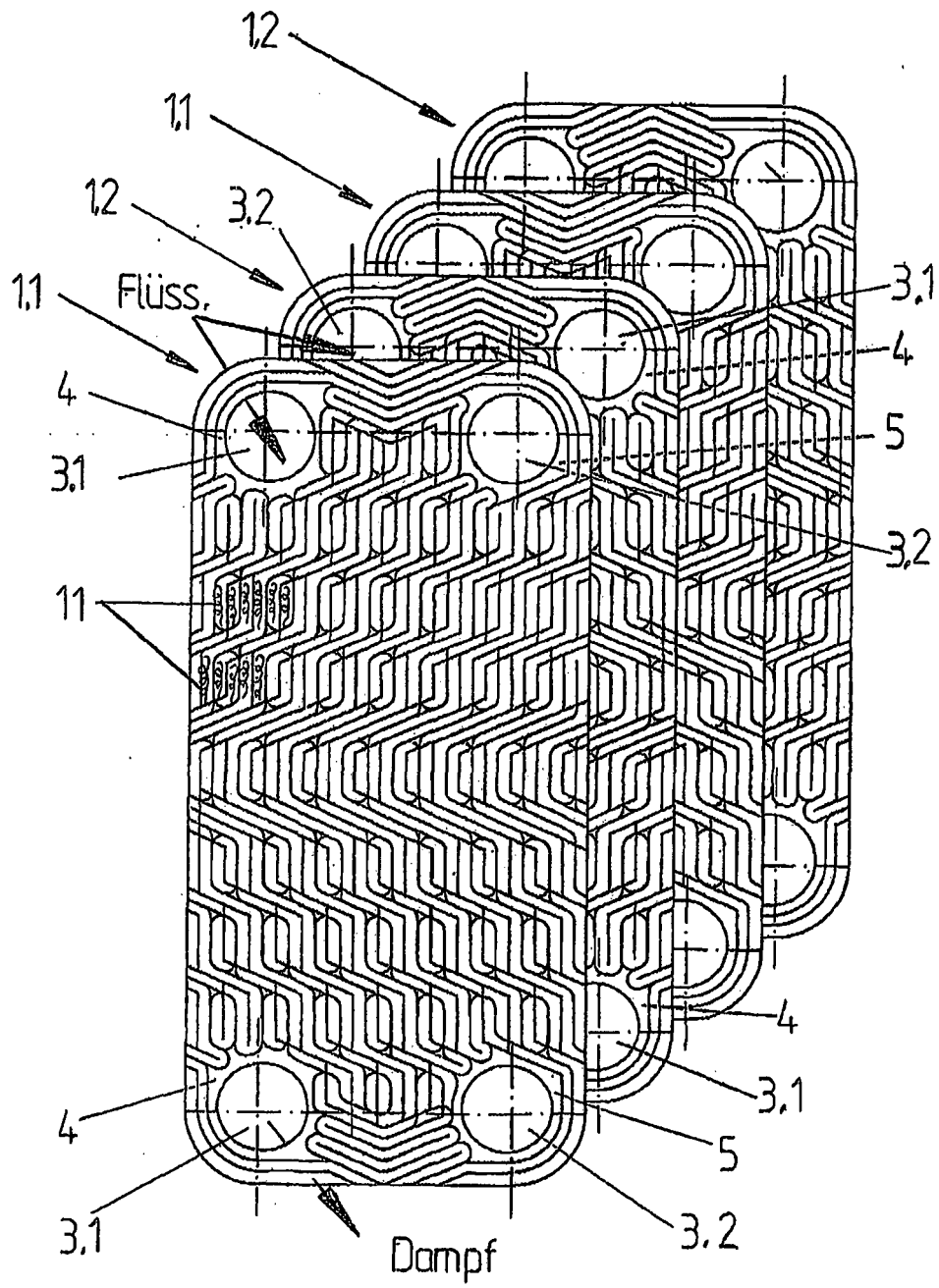


FIG. 2

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 3721132 A1 [0002]
- DE 69102755 T2 [0003]
- DE 69192755 T2 [0003]
- DE 19959780 B1 [0004]