



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 091 185 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.04.2001 Patentblatt 2001/15

(51) Int. Cl.⁷: F28D 9/00, F28F 3/04

(21) Anmeldenummer: 00119864.7

(22) Anmeldetag: 13.09.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 06.10.1999 DE 19948222

(71) Anmelder: XCELLSIS GmbH
73230 Kirchheim / Teck-Nabern (DE)

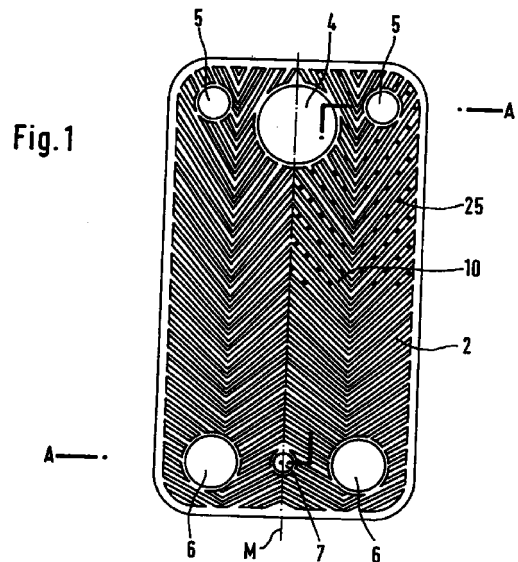
(72) Erfinder:
• Heil, Dietmar
88477 Schwendi (DE)

• Motzet, Bruno
73235 Weilheim/Teck (DE)
• Schwab, Konrad, Dr.
73728 Esslingen (DE)
• Tischler, Alois
94501 Aidenbach (DE)
• Weisser, Marc
73277 Owen/T. (DE)

(74) Vertreter:
Kocher, Klaus-Peter Dipl.-Phys et al
DaimlerChrysler AG,
Intellectual Property Management,
FTP/A-C106
70546 Stuttgart (DE)

(54) Plattenwärmetauscher

(57) Plattenwärmetauscher mit übereinander angeordneten, Strukturierungen (2a,2b) aufweisenden Wärmeübertragungsplatten (2), zwischen welchen primärseitige Strömungskanäle für ein erstes Wärmetauschermedium, insbesondere ein zu verdampfendes Medium, und sekundärseitige Strömungskanäle für ein zweites Wärmetauschermedium, insbesondere ein Wärmeträgermedium, ausgebildet sind, wobei die primärseitigen und/oder die sekundärseitigen Strömungskanäle jeweils zwischen zwei benachbarten Wärmeübertragungsplatten (2) ausgebildet sind, deren Strukturierungen (2a,2b) unter Beibehaltung eines minimalen Abstandes wenigstens teilweise ineinander greifen.



EP 1 091 185 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Plattenwärmetauscher nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein Plattenverdampfer zum Verdampfen eines Fluids mit einer Anzahl aufeinanderliegender Wärmeübertragungsplatten ist aus der WO 91/16589 bekannt. Durch wellblechartige Ausbildung der Wärmeübertragungsplatten werden hier zwischen den einzelnen Platten Strömungsräume für die Wärmetauschermedien zur Verfügung gestellt. Zur Schaffung eines optimalen Strömungswiderstandes für das Fluid und den erzeugten Dampf ist hierbei vorgesehen, die Pfeilungswinkel der einzelnen Strömungskanäle entlang der Länge des Plattenverdampfers veränderlich auszugestalten.

[0003] Es ist ferner bekannt, mit fischgrätenmusterartigen Strukturierungen ausgebildete Wärmeübertragungsplatten zur Erzeugung von Kreuzkanalstrukturen wechselseitig bzw. gegenläufig anzuordnen. Das heißt, es werden im wesentlichen w-förmige fischgrätenmusterartige Strukturierungen und m-förmige fischgrätenmusterartige Strukturierungen übereinander zur Anordnung gebracht. Hierbei wird über die gesamte Strömungslänge des Plattenwärmetauschers entsprechend der fischgrätenmusterartigen Strukturierung ein konstanter Pfeilungswinkel eingestellt. Unter Pfeilungswinkel wird hierbei ein Winkel zwischen der Hauptströmungsrichtung der Wärmetauschermedien und den fischgrätenmusterartigen Strukturierungen der Wärmeübertragungsplatten verstanden. Die Medienz- und -abführung erfolgt herkömmlicherweise durch je eine Bohrung, welche mit den entsprechenden Strömungskanälen des Plattenwärmetauschers kommunizieren. Insgesamt ergeben sich durch die abwechselnde Anordnung w- und m-förmiger, fischgrätenartige Muster für beide Wärmetauschermedien gleiche Strömungskanalvolumina (gleiche Volumina auf Primär- und Sekundärseite des Plattenwärmetauschers).

[0004] Als nachteilig bei herkömmlichen Plattenwärmetauschern erweist sich, daß sich aufgrund der entstehenden Kreuzkanalstrukturen bei wechselseitiger Anordnung der fischgrätenartigen Strukturierungen Strömungskanäle mit relativ großen Volumina ergeben. Dies führt beispielsweise bei zu verdampfenden Medien zu einem Auftreten des Leidenfrost'schen Phänomens, welches beispielsweise auch bei einem Auftreffen eines Wassertropfens auf eine heiße Herdplatte zu beobachten ist: Trotz Wärmeeinwirkung kommt es hier nicht zu einem Verdampfen des Tropfens, sondern zu einer Aufspaltung in einer Anzahl kleinere Tropfen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist daher die Schaffung eines Plattenwärmetauschers, mittels dessen eine wirksame Verdampfung, insbesondere unter Vermeidung des Leidenfrost'schen Phänomens, durchführbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Plat-

tenwärmetauscher mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0007] Mittels des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers ist es nun möglich, insbesondere die Strömungskanäle für ein zu verdampfendes Medium sehr klein bzw. schmal auszubilden, so daß insgesamt primärseitig nur ein kleines Strömungsvolumen zur Verfügung steht. Durch diese Maßnahme ist eine besonders gute Wärmeübertragung an ein zu verdampfendes Medium möglich, wobei beispielsweise Effekte wie das Leidenfrost'sche Phänomen wirksam vermieden werden können.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers sind die Wärmeübertragungsplatten als Bleche mit fischgrätenmusterartiger Strukturierung ausgebildet, wobei zur Bildung der primärseitigen Strömungskanäle jeweils zwei im wesentlichen gleichsinnig verlaufende Strukturierungen übereinander zur Anordnung kommen, und zur Bildung der sekundärseitigen Strömungskanäle jeweils gegenläufige Strukturen zur Erzeugung von Kreuzkanalstrukturen übereinander zur Anordnung kommen. Fischgrätenmusterartig geformte Bleche weisen auf beiden Seiten eine erfindungsgemäß verwendbare Strukturierung auf. Bei Übereinanderanordnung jeweils im wesentlich gleichförmig verlaufender fischgrätenmusterartiger Strukturierungen können zwei Wärmeübertragungsplatten zur Bildung sehr schmaler Strömungskanäle sehr nahe aneinander herangeführt werden, wobei die Erhebungen des einen Musters in die Vertiefungen des anderen Musters unter Beibehaltung eines minimalen bzw. gewünschten Abstandes eingreifen. Entsprechend kann durch Übereinanderanordnung einer gegenläufigen bzw. nicht gleichsinnig verlaufenden fischgrätenmusterartigen Strukturierung eine Strömungskanalseite mit relativ großem Volumen zur Verfügung gestellt werden, wobei es hier aufgrund der Kreuzkanalstruktur zu einer sehr guten Wärmeübertragung eines Wärmeträgermediums an die Wärmeübertragungsplatten kommt.

[0010] Zweckmäßigerweise sind zur Einstellung der Höhe der Strömungskanäle Abstandselemente zwischen den Wärmeübertragungsplatten vorgesehen. Insbesondere im Falle von Wärmeübertragungsplatten, welche mit gleichsinniger Strukturierung übereinander angeordnet sind, kann mittels derartiger Abstandselemente ein gewünschter bzw. notwendiger minimaler Abstand zur Schaffung eines ausreichenden Kanaldurchmessers gewährleistet werden. Mittels derartiger Abstandselemente können sowohl die primärals auch die sekundärseitigen Strömungskanäle in optimaler Weise an die konkreten Gegebenheiten angepaßt werden. Die Abstandselemente erweisen sich ferner als vorteilhaft, da sie beim Durchströmen der Strömungskanäle Turbulenzen der durchströmenden Medien ver-

ursachen, wodurch die Wärmetauschereigenschaften des Plattenwärmetauschers weiter verbessert sind.

[0011] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers ist bzw. sind für wenigstens eines der Wärmetauschermedien ein sich durch die Wärmeübertragungsplatten erstreckender, mit den primärseitigen oder sekundärseitigen Strömungskanälen kommunizierende Einlaßkanal zur Einführung des Wärmetauschermediums in den Plattenwärmetauscher, und zwei sich durch die Wärmeübertragungsplatten erstreckende, mit den primärseitigen bzw. sekundärseitigen Strömungskanäle kommunizierende Auslaßkanäle zur Ausgabe des Wärmetauschermediums vorgesehen. Durch diese Maßnahme kann eine sehr gleichmäßige Strömung des Wärmetauschermediums innerhalb des Plattenwärmetauschers erreicht werden, wodurch temperaturgradientbedingte thermische bzw. mechanische Belastungen des Plattenwärmetauschers wirksam vermindert werden können.

[0012] Zweckmäßigerweise ist die Einlaßöffnung an einem Ende des Plattenwärmetauschers im Bereich seiner Mittelachse bezüglich der Hauptströmungsrichtung ausgebildet, wobei die Auslaßbohrungen an dem anderen Ende des Plattenwärmetauschers symmetrisch versetzt bezüglich der Mittelachse ausgebildet sind. Hierdurch kann eine im wesentlichen Y-förmige Strömung der Wärmetauschermedien durch den Wärmetauscher gewährleistet werden, was zu einer insgesamt symmetrischen Temperaturverteilung führt, wodurch eine übermäßige thermische Belastung, insbesondere eine Überhitzungsgefahr, wie sie bei herkömmlichen Plattenwärmetauschern auftrat, wirksam vermieden werden kann.

[0013] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers wird ein Pfeilungswinkel der Strukturierungen der Wärmeübertragungsplatten bezüglich der Mittelachse des Plattenwärmetauschers in der Hauptströmungsrichtung variiert. Beispielsweise kann durch Verminderung des Pfeilungswinkels in Strömungsrichtung des Wärmeträgers ein Druckverlust des Wärmeträgers minimiert werden. Entsprechendes gilt bei abnehmendem Pfeilungswinkel in Strömungsrichtung des zu verdampfenden Mediums.

[0014] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung weisen die primärseitigen und/oder sekundärseitigen Strömungskanäle eine Beschichtung auf, mittels welcher die Effizienz des Wärmetauschers durch Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche verbessert wird, wenn die Beschichtung eine definierte Rauheit aufweist.

[0015] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Beschichtung der primärseitigen und/oder sekundärseitigen Strömungskanäle mit einem Katalysatormaterial dotiert, wodurch im Wärmetauscher eine katalytische Reaktion ermöglicht wird.

[0016] Eine bevorzugte Ausführungsform des

erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers wird nun anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen erläutert. In dieser zeigt:

- 5 Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf eine Wärmeübertragungsplatte, welche einen Teil des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers bildet,
- 10 Fig. 2 eine schematische seitliche Schnittansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers entlang der Linie A-A der Fig. 1, und
- 15 Fig. 3 eine schematische Skizze zur Darstellung eines Ineinandergreifens der Strukturierungen zweier übereinander angeordneter Wärmeübertragungsplatten.

20 **[0017]** In Fig. 1 ist eine Wärmeübertragungsplatte in einer schematischen Draufsicht dargestellt. Man erkennt eine beispielsweise mittels Prägen in ein Blech eingebrachte fischgrätenmusterartige Strukturierung 10. Die Strukturierung 10 weist Erhebungen und Vertiefungen auf. Auch die in der Darstellung der Fig. 1 nicht sichtbare Rückseite der Wärmeübertragungsplatte 2 weist eine entsprechende Strukturierung auf. Die Wärmeübertragungsplatte 2 ist mit einer Anzahl von Bohrungen 4, 5, 6, 7 ausgebildet. Bei Über-

25 anordnung einer Anzahl von Wärmeübertragungsplatten 2 bilden diese Bohrungen Einlaßkanäle bzw. Auslaßkanäle für die Wärmetauschermedien, wie im folgenden beschrieben wird. Man erkennt in der Fig. 1, daß jeweils zwei Bohrungen 4, 7 auf der Mittelachse M der Wärmeübertragungsplatte angeordnet sind, während die übrigen Bohrungen 5 bzw. 7 symmetrisch bezüglich dieser Mittelachse M positioniert sind.

30 **[0018]** In Fig. 2 ist eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers in einer schematischen seitlichen Schnittansicht dargestellt. Man erkennt, daß hierbei ein Anzahl von Wärmeübertragungsplatten 2 übereinander angeordnet sind. Die Wärmeübertragungsplatten 2 sind hierbei in einem Gehäuse 20 angeordnet, welches einen unteren Teil 20a, einen oberen Teil 20b und seitliche Wandungen 20c aufweist. Man erkennt, daß aufgrund der Über-

35 einanderanordnung der Bohrungen 4 ein Einlaßkanal 40 entsteht, über welchen ein Wärmeträgermedium in sekundärseitige Strömungskanäle einführbar ist, wobei die sekundärseitigen Strömungskanäle ihrerseits mit einem Auslaßkanal 50 kommunizieren, welcher durch die Über-

40 einanderanordnung der Bohrungen 5 gebildet wird. Ein zu verdampfendes Medium ist entsprechend über einen Einlaßkanal 70 (gebildet durch Über-

45 einanderanordnung der Bohrungen 7) in primärseitige Strömungskanäle einführbar, welche wiederum mit einem Ausgangskanal 50 kommunizieren, welche durch Über-

50 einanderanordnung der Bohrungen 5 entsteht. Die pri-

mär- und die sekundärseitigen Strömungskanäle kommunizieren nicht miteinander. Es sei angemerkt, daß in der Darstellung der Fig. 2 zwei von entgegengesetzten Seiten zugeführte Einlaßkanäle 70 gebildet sind. Es ist in gleicher Weise möglich, nur einen, mit sämtlichen primärseitigen Strömungskanälen kommunizierenden Einlaßkanal 70 vorzusehen. Sämtliche Kanäle weisen zylinderförmige Rohre auf, welche in ihren Seitenwandungen mit entsprechenden Öffnungen zur Schaffung der jeweils gewünschten Verbindungen mit den Strömungskanälen ausgebildet sind.

[0019] Es ist nun erfindungsgemäß vorgesehen, die primär- und sekundärseitigen Strömungskanäle mit verschiedenen Kanaldurchmessern bzw. Volumina auszubilden. Zur Bildung einer primärseitigen Kanalstruktur, durch welche insbesondere ein zu verdampfendes Wärmetauschermedium strömen soll, werden zu diesem Zwecke zwei Wärmeübertragungsplatten, wie sie in Fig. 1 dargestellt sind, derart übereinander angeordnet und aneinander fixiert, daß die jeweiligen fischgrätenmusterartigen Strukturierungen parallel zueinander verlaufen, wobei die Erhebungen der einen Wärmeübertragungsplatte wenigstens teilweise in die Vertiefungen der zweiten Wärmeübertragungsplatte hineinragen, wie schematisch in Fig. 3 dargestellt ist.

[0020] Die übereinander liegenden Strukturierungen sind hier mit 2a, 2b bezeichnet. Man erkennt in Fig. 3, daß zwischen den Wärmeübertragungsplatten bzw. Strukturierungen 2a, 2b Abstandselemente 25 vorgesehen sind, mittels derer ein gewünschter bzw. notwendiger Abstand zwischen den Strukturierungen 2a, 2b einstellbar ist. Die Beabstandungselemente 25 sind schematisch ebenfalls in dem oberen rechten Bereich der in Fig. 1 dargestellten Wärmeübertragungsplatte 2 dargestellt. Durch diese ineinandergreifende Strukturierung können die Wärmeübertragungsplatten 2a, 2b wesentlich näher aneinander angeordnet werden, dies verglichen mit übereinanderliegenden fischgrätenmusterartigen Strukturierungen, welche gegenläufig bzw. nicht parallel zueinander verlaufend ausgebildet sind.

[0021] Es erweist sich in diesem Zusammenhang als vorteilhaft, die sekundärseitigen Strömungskanäle, durch welche das Wärmetauschermedium strömt, derart auszubilden, daß die fischgrätenmusterartige Strukturierungen der Wärmeübertragungsplatten wechselseitig bzw. kreuzförmig zur Bildung von Kreuzkanalstrukturen übereinander angeordnet werden. Dies kann beispielsweise durch Verwendung von Wärmetauscherplatten erreicht werden, welche w- bzw. m-förmige Strukturierungen aufweisen.

[0022] Durch die erfindungsgemäß verwirklichte primärseitige bzw. verdampferseitige Volumenreduktion ist gegenüber herkömmlichen Plattenwärmetauschern eine verbesserte Dynamik zur Verfügung gestellt.

[0023] Eine Einstellung der Höhe der primärseitigen oder sekundärseitigen Kanäle ist durch die Beabstandungselemente 25 erzielbar.

[0024] Die erfindungsgemäß verwendeten Wärme-

übertragungsplatten sind durch Prägen, beispielsweise einer Blechplatte, in einfacher Weise herstellbar. Eine Aneinanderfügung der einzelnen Wärmeübertragungsplatten, insbesondere auch zur Gewährleistung der gewünschten Kommunikation zwischen den Bohrungen 4, 5, 6, 7 und den primär- bzw. sekundärseitigen Strömungskanälen, ist beispielsweise durch Löten oder Schweißen möglich.

[0025] Aus Fig. 1 wird ferner deutlich, daß die Pfeilung der fischgrätenmusterartigen Strukturierungen in Richtung der Strömungsrichtung des zu verdampfenden Mediums, d.h. in der Darstellung der Fig. 1 entlang der Achse M von unten nach oben, abnimmt. Das heißt, im Bereich der Einlaßöffnung 7 ist zwischen der Mittelachse M und den einzelnen Segmenten der fischgrätenmusterartige Strukturierung ein relativer großer bzw. stumpfer Winkel ausgebildet, welcher in Richtung der Auslaßbohrung 5 kleiner bzw. spitzer wird. Durch eine derartige Variation des Pfeilungswinkels können Druckverluste, welche über unterschiedliche Phasen des zu verdampfenden Mediums auftreten, minimiert werden.

[0026] Man erkennt ferner, daß die den jeweiligen Wärmetauschermedien zugeordneten Bohrungen bzw. Kanäle 7, 5 sowie 4, 6 bezüglich der Mittelachse M der Wärmeübertragungsplatte 2 Y-förmig angeordnet sind. Wie gesagt, tritt das zu verdampfende Medium beispielsweise über die Bohrung 7 in die Plattenwärmetauscher ein, und verläßt diesen wieder über die Bohrungen 5. Die Strömung des zu verdampfenden Mediums durch den Plattenwärmetauscher erfolgt also im wesentlichen Y-förmig, was zu einer symmetrischen Temperaturverteilung innerhalb des Plattenwärmetauschers bzw. auf den Wärmeübertragungsplatten führt. Hierdurch kann die thermische bzw. mechanische Beanspruchung der Wärmeübertragungsplatten gegenüber herkömmlichen Lösungen wirksam vermindert werden.

[0027] Eine brenngasseitige Anpassung auftretender Druckverluste, d.h. Druckverlust des Wärmeträgermediums, kann durch entsprechende Ausbildung der fischgrätenmusterartigen Strukturierungen der sekundärseitigen Kanäle optimiert werden. Zu diesem Zwecke können beispielsweise die Erhebungen bzw. Vertiefungen der jeweiligen Strömungskanäle abgerundet ausgebildet sein, und nicht, wie dies in Fig. 3 schematisch dargestellt ist, spitz bzw. kantig.

[0028] Die Abstandselemente 25 führen ferner zu Turbulenzen des die primärseitigen Strömungskanäle durchströmenden Wärmetauschermediums, wodurch die Wärmetauschwirkung des Plattenwärmetauschers weiter verbessert ist.

Patentansprüche

1. Plattenwärmetauscher mit übereinander angeordneten, Strukturierungen (2a, 2b) aufweisenden Wärmeübertragungsplatten (2), zwischen welchen primärseitige Strömungskanäle für ein erstes Wär-

metauschermedium, insbesondere ein zu verdampfendes Medium, und sekundärseitige Strömungskanäle für ein zweites Wärmetauschermedium, insbesondere ein Wärmeträgermedium, ausgebildet sind,

dadurch gekennzeichnet,

daß die primärseitigen und/oder die sekundärseitigen Strömungskanäle jeweils zwischen zwei benachbarten Wärmeübertragungsplatten (2) ausgebildet sind, deren Strukturierungen (2a, 2b) unter Beibehaltung eines minimalen Abstandes wenigstens teilweise ineinandergreifen.

2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeübertragungsplatten (2) als Bleche mit fischgrätenmusterartigen Strukturierungen ausgebildet sind, wobei zur Bildung der primärseitigen Strömungskanäle jeweils zwei im wesentlichen gleichsinnig verlaufende Strukturierungen (2a, 2b) übereinander zur Anordnung kommen, und zur Bildung der sekundärseitigen Strömungskanäle jeweils gegenläufige Strukturierungen zur Erzeugung von Kreuzkanalstrukturen übereinander zur Anordnung kommen. 15
20
25
3. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung der Höhe der primärseitigen und/oder sekundärseitigen Strömungskanäle Abstandselemente (25) zwischen entsprechenden Wärmeübertragungsplatten (2) vorgesehen sind. 30
4. Plattenwärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für wenigstens ein Wärmetauschermedium ein sich durch die Wärmeübertragungsplatten (2) erstreckende, mit den primär- bzw. sekundärseitigen Strömungskanälen kommunizierende Einlaßkanal (40, 70) zur Einführung des Wärmetauschermediums in den Plattenwärmetauscher, und zwei sich durch die Wärmeübertragungsplatten erstreckende, mit den primär- bzw. sekundärseitigen Strömungskanälen kommunizierende Auslaßkanäle (50, 60) zur Ausgabe des Wärmetauschermediums vorgesehen ist bzw. sind. 35
40
45
5. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Einlaßkanal (40, 70) an einem Ende des Plattenwärmetauschers im Bereich seiner Mittelachse (M) in der Hauptströmungsrichtung, und die Auslaßkanäle (50, 60) an dem jeweils anderen Ende des Plattenwärmetauschers symmetrisch versetzt bezüglich der Mittelachse (M) ausgebildet sind. 50
55
6. Plattenwärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Pfeilungswinkel der Strukturierung (2a, 2b) der

Wärmeübertragungsplatten (2) bezüglich der Mittelachse M des Plattenwärmetauschers in der Hauptströmungsrichtung variabel ausgebildet ist.

- 5 7. Plattenwärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die primärseitigen und/oder sekundärseitigen Strömungskanäle eine Beschichtung aufweisen.
- 10 8. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung mit einem Katalysatormaterial dotiert ist.

Fig. 1

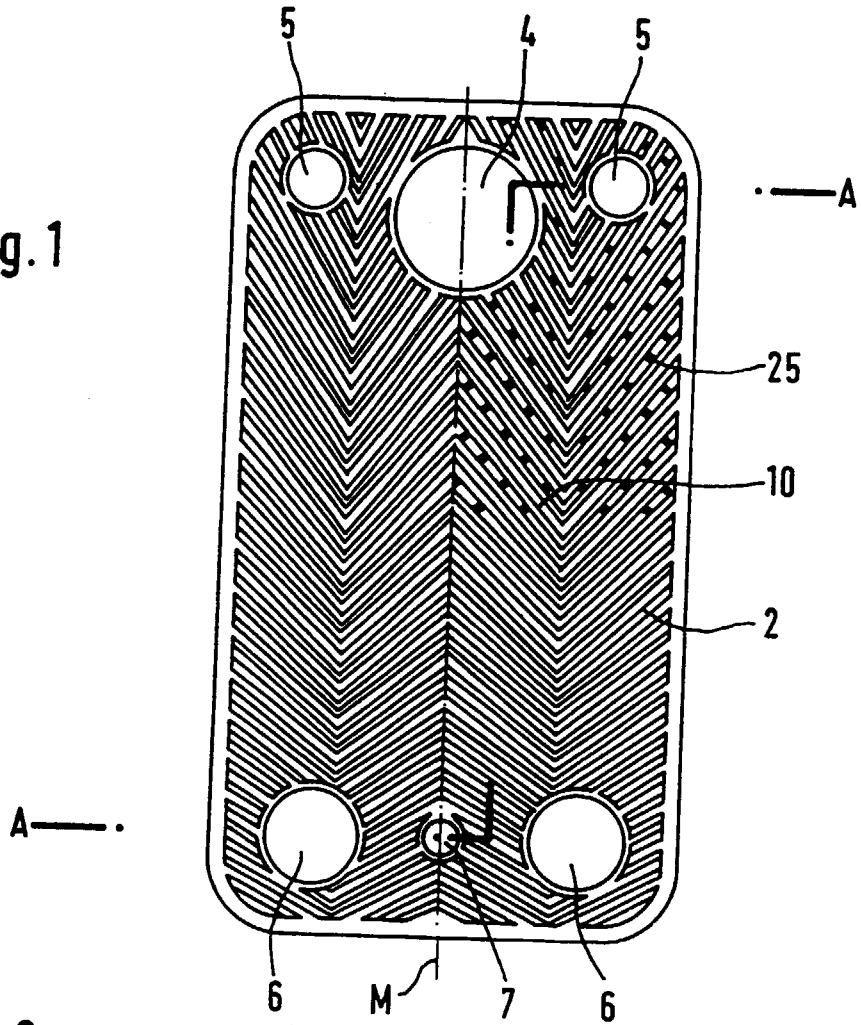


Fig. 2

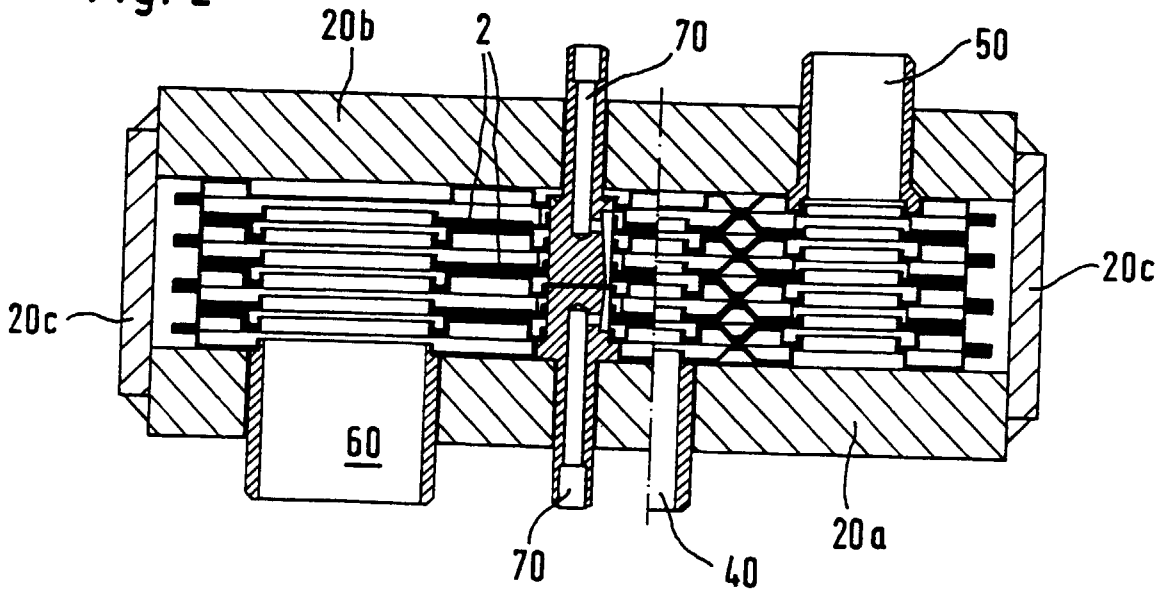


Fig. 3

