



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 026 467 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.08.2000 Patentblatt 2000/32

(51) Int. Cl.⁷: **F28D 9/00**

(21) Anmeldenummer: **00250027.0**

(22) Anmeldetag: **27.01.2000**

(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: **05.02.1999 DE 19906180**

(71) Anmelder: **Patente Rehberg Lauer
04603 Nobitz (DE)**

(72) Erfinder: **Rehberg, Peter
13053 Berlin (DE)**

(54) **Plattenwärmeübertrager für Warmwasserbereitung und -speicherung**

(57) Der Plattenwärmeübertrager besteht aus einem Stapel (1) bekannter Wärmeübertragungsplatten, dem ein zweiter Stapel (4) Wärmeübertragungsplatten nachgeordnet ist, die sich vom ersten Stapel (1) dadurch unterscheiden, daß sie auf der Brauchwasserseite (7) größere Profilierungen und damit Fließspalte aufweisen als auf der Heizwasserseite (8). Die beiden Stapel (1,4) werden von zwei verstärkten Endplatten (2,3) eingeschlossen, von denen die am ersten Stapel die Anschlüsse für Heizwasservor- und -rücklauf und Kaltwasserzu- und Warmwasserablauf trägt und an der anderen Endplatte (3) ein oder mehrere Temperaturmeßfühler (14) angeordnet sind. Der Plattenwärme-

übertrager wird von den Medien Heiz- und Brauchwasser bei geöffneten Ventilen im Gegenstrom durchflossen.

Um die kompakte Bauform bekannter Plattenwärmeübertrager beizubehalten, sieht eine Ausführungsform vor, die Wärmeübertragungsplatten grundsätzlich mit sechs Durchbrüchen (9) auf Kegelstümpfen zu versehen, die in den Eckbereichen zu je drei an den Längsseiten einer Platte angeordnet und wie die Profilierungen zur einen oder anderen Seite einer Platte (13) eingeprägt sind.

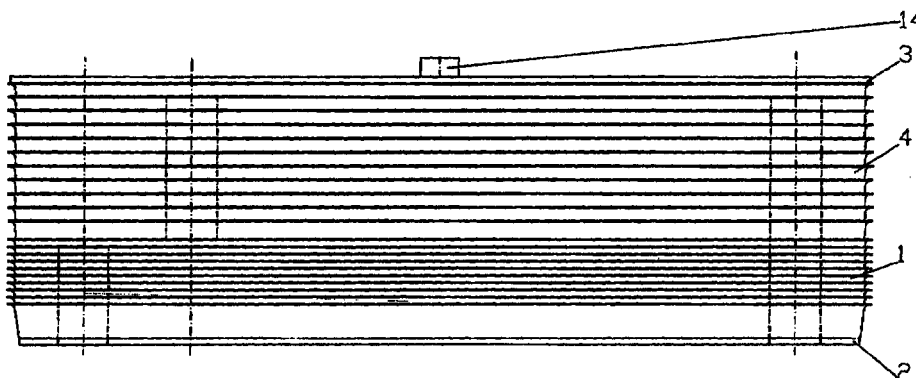


Fig. 1

EP 1 026 467 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmeübertrager, mit dem Warmwasser bereitet und gespeichert werden kann, der aus rechteckigen Wärmeübertragungsplatten besteht, die zwischen zwei dickeren Endplatten gestapelt sind und bei geöffneten Ventilen beidseitig im Gegenstrom von Heizwasser und Brauchwasser umströmt werden, einen schüsselförmig hochgestellten Rand haben, deren Wärmetauscherflächen mit Profilierungen versehen sind, die sich bei benachbarten Wärmeübertragungsplatten kreuzen, die in den Ecken Durchbrüche auf Kegelstümpfen mit gemeinsamen Achsen haben, die zur einen oder anderen Seite der Wärmeübertragungsplatten eingeprägt sind, und die an den Stellen, an denen sie sich im Stapel berühren, verschweißt oder verlötet sind.

[0002] Bekannte Warmwasserbereitungsanlagen bestehen grundsätzlich aus Wärmeübertrager und Speicher.

[0003] In der DE-OS 26 05 994 ist eine Warmwasserbereitungsanlage beschrieben, bei der ein Durchflußerhitzer einem unter Druck stehenden Warmwasserspeicher zugeordnet ist. Beide sind so groß, daß sie in einem gesonderten Raum, vorzugsweise Keller, untergebracht werden müssen. Daraus ergeben sich lange Rohrleitungen zwischen dem Warmwasserspeicher und den Zapfstellen. Um dennoch sicherzustellen, daß beim Zapfen Warmwasser und kein ausgekühltes Wasser zum Verbraucher gelangt, ist zwischen den Zapfstellen und dem Speicher ein Zirkulationskreislauf vorgesehen, durch den bei geschlossenen Zapfstellen das Warmwasser vom Speicher zu den Zapfstellen und zurück zum Speicher gefördert wird. Das ist mit einem hohen Investitionsaufwand und hohen Betriebskosten verbunden. Weitere Nachteile sind, daß das Warmwasser in dem Speicher nicht gegen die Vermehrung von Legionellen und in dem Durchlauferhitzer nicht vor Überhitzung geschützt ist. Erst im Jahr der Anmeldung dieser Erfindung war bekannt geworden, daß sich bei Temperaturen zwischen 32 und 42 °C besonders in stehendem Wasser Kleinstlebewesen, sogenannte Legionellen, sehr stark vermehren und dann insbesondere für ältere und kranke Menschen gesundheitsgefährlich und sogar tödlich sein können, wenn sie von diesen eingeatmet werden. Das macht es erforderlich, die Temperatur von Brauchwasser entweder stets über 42 °C zu halten, oder das Wasser unmittelbar vor Gebrauch kurzzeitig auf 70°C zu erhitzen. Bei dieser Temperatur sterben die Legionellen binnen weniger Sekunden ab. Die Temperatur des Brauchwassers darf aber auch nicht wesentlich über 70 °C erhöht werden, weil oberhalb dieser Temperatur die im Wasser gelösten Mineralien verstärkt ausgeschieden werden und sich als Kesselstein im Wärmeübertrager niederschlagen, den Wärmeübergang verschlechtern und die Nutzungsdauer des Wärmeübertragers verkürzen.

[0004] Mit der DE-OS 36 22 139 wird vorgeschlagen, in einer Warmwasserbereitungsanlage mindestens eine Zapfstelle mit einem steuerbaren Wasserablaßventil zu versehen, das durch einen in der Nähe der Verbraucherstelle angeordneten Temperatursensor bei Unterschreitung einer vorgegebenen Grenztemperatur geöffnet wird. Damit kann gesichert werden, daß kein Warmwasser mit einer Temperatur unter diesem Sollwert zum Verbraucher gelangt. So wird der Legionellengefahr vorgebeugt.

[0005] Mit dieser Lösung ist jedoch keine kontinuierliche Bereitstellung mit Warmwasser möglich., weil bei Unterschreitung der Solltemperatur erst das unterkühlte Brauchwasser ablaufen muß, bevor wieder Warmwasser zur Verfügung steht. Außerdem ist sie mit einem höheren Wasserverbrauch und höheren Energiekosten verbunden.

[0006] Die DE-OS 40 35 115 beschreibt eine Anordnung zur Entnahme von warmem oder heißem Brauchwasser von Trinkwasserqualität, die neben einem Durchlauferhitzer und einem Speicher einen weiteren kleineren Speicher hat, dessen Wassertemperatur vom Verbraucher eingestellt werden kann und die mit Hilfe von Temperaturmeßfühlern und einem Steuergerät überwacht wird.

[0007] Auch diese Anlage erfordert durch die Größe der Speicher; die über zwei Umwälzpumpen mit dem Wärmeübertrager verbunden sind, viel Platz und große Investitionsaufwendungen.

[0008] Das gilt auch für die in der DE-OS 43 00 292 beschriebene Warmwasserversorgungsanlage, die neben zwei Speichern mehrere Wärmeübertrager vorsieht.

[0009] Eine Alternative zu diesen Anlagen sind kleine in der Nähe einer Zapfstelle installierte Warmwasserbereiter. Ein solcher ist in EP 0 602 349 als Doppelmantelspeicher ausgebildet, der in seinem Inneren Brauchwasser speichert und dem zwischen Innen- und Außenwand Heizwasser zugeführt wird.

[0010] Um eine gleichbleibende Zapftemperatur zu erreichen, ist in der DE-PS 197 21 745 vorgesehen, das Brauchwasser des Innenraumes in einer Wendel im Gegenstrom durch das Heizwasser zu führen.

[0011] Mit dem EP 0 819 892 wird ein in EP 0 178 351 beschriebener Warmwasserbereiter, der aus einem zylindrischen Behälter für das Heizwasser und einer in einem Einsatz entlang der Wandung geführten Rohrwendel für das Brauchwasser besteht, dahingehend weiterentwickelt, daß das Heizwasser den Behälter nicht gleichlaufend mit dem Brauchwasser, sondern im Gegenstrom zu ihm durchströmt. Dadurch wird die Wärmeübertragung wesentlich verbessert.

[0012] Nach dem EP 0 825 386 soll das Brauchwasser in einem Behälter gespeichert werden, dem durch Heizwasser in einer Rohrschlange, die am Boden des Behälters eine Spirale bildet, Wärme zugeführt wird. Unmittelbar über der Spirale ist an der Behälterwand ein Temperaturmeßfühler angeordnet, eine Überhitzung

des Brauchwassers über den Sollwert vermeiden soll .

[0013] Derartige Temperaturmeßfühler gehören bei neuen Warmwasserbereitern zum Stand der Technik. Sie werden in Verbindung mit einer Regeleinheit und Steilventilen zur Verhinderung einer Überhitzung des Brauchwassers und damit zur Verringerung der Kesselsteinbildung, aber auch zur Verhütung einer Unterkühlung des Brauchwassers eingesetzt . Im erstgenannten Fall wird die Zufuhr von Heizwasser durch Schließen eines Ventils unterbrochen, im zweiten wird das Heizwassereinlaßventil geöffnet .

[0014] Im Vergleich zu den genannten Behältern haben Wärmeübertrager einen größeren Wirkungsgrad, die aus gleichartigen Platten bestehen und zu Stapeln zusammengefügt sind . Die Ränder der meist rechteckigen Platten sind schüsselförmig über ihren Ebenen aufgestellt und in den Ecken sind auf eingepprägten Kegelstümpfen Durchbrüche eingeformt . Ihre Wärmetauscherflächen sind profiliert, um die Turbulenz der zwischen den Platten fließenden Wärmetauschermedien zu erhöhen und die Wärmetauscherflächen zu vergrößern .

[0015] Benachbarte Platten im Stapel sind zueinander um 180° in ihren Ebenen gedreht, so daß sich ihre im spitzen Winkel zu den Achsen der Platten eingepprägten Profilierungen kreuzen, wodurch die Platten auf Abstand gehalten werden . Die Höhe der Profilierungen entspricht dabei der halben Dicke der Fließspalte zwischen den Platten .

[0016] An den Berührungsstellen sind die gestapelten Platten gelötet oder verschweißt, oder die Platten werden durch Schraubverbindungen zusammengehalten und an den Rändern mit Dichtungen versehen .

[0017] Die Fließspalte zwischen den Platten werden abwechselnd von Brauchwasser oder Heizwasser durchströmt. Dabei wird der Gegenstrom bevorzugt, weil dabei über die gesamte Länge der Fließspalte ein Wärmegefälle besteht, bei Eintritt des Frischwassers zu dem weitgehend abgekühltem Heizwasser und bei Austritt des Warmwassers zu dem einströmenden Heizwasser .

[0018] In der DE-OS 2 214 711 ist ein solcher Plattenwärmeübertrager ohne Profilierung der Platten dargestellt, an den ein Boiler zur Warmwasserspeicherung angeschlossen ist.

[0019] Das EP 0 837 287 hat einen solchen Plattenwärmeübertrager zum Gegenstand, deren vier Anschlüsse für Heizwasservor- und -rücklauf sowie für Frischwasserzu- und Warmwasserabführung auf einer Seite des Plattenstapels angeordnet sind. Dadurch wird der Einbau in eine Therme erleichtert .

[0020] Koaxial zum Kaltwassereinlass ist ein temperaturabhängiger NTC- oder PTC-Widerstand angeordnet, der beim Zapfen von Warmwasser auf das einströmende Frischwasser reagiert und die Heizeinrichtung oder den Heizwasserzufluß aktiviert .

[0021] Mit dieser Überwachungseinrichtung kann aber nicht gesichert werden, daß dem Verbraucher

beim Öffnen des Zapfhahnes sofort Warmwasser zur Verfügung steht und nicht ausgekühltes Brauchwasser und daß das Brauchwasser eine Solltemperatur nicht überschreitet . Das kann mit dem bekannten Stand der Technik nur durch einen Speicherbehälter erreicht werden, dessen Brauchwassertemperatur ständig durch Temperaturmeßfühler überwacht und mittels einer Regeleinheit reguliert wird . Für einen solchen Speicherbehälter ist in modernen Thermen aber nicht genügend Platz vorhanden . Ein weiteres Problem besteht darin, daß das Heizwasser zwischen einem Wassererhitzer und dem Warmwasserbereiter auskühlt und dann zunächst ausgekühltes Heizwasser in den Speicher eintritt . Bei den herkömmlichen Speichern vermischt sich dieses kalte Heizwasser mit dem gespeicherten warmen Heizwasser und kühlt das gespeicherte warme Brauchwasser unter die zulässige Solltemperatur ab .

[0022] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Plattenwärmeübertrager so auszugestalten, daß er nicht nur Warmwasser bereitet, sondern bei Einhaltung eines Solltemperaturbereiches auch speichert, auch wenn kurzzeitig ausgekühltes Heizwasser zufließt, so daß beim Zapfen stets sofort Warmwasser in der gewünschten Temperatur zur Verfügung steht, die Legionellengefahr gebannt ist und Kesselsteinbildung vermieden wird.

[0023] Seine vier Anschlüsse für Heiz- und Brauchwasser sollen auf einer Seite des Plattenwärmeübertragers angeordnet sein.

[0024] Diese Aufgabe wird erfinderisch dadurch gelöst, daß einem Plattenwärmeübertrager herkömmlicher Bauart zwischen seine verstärkten Endplatten ein weiterer Plattenstapel nachgeordnet wird, dessen Wärmeübertragungsplatten sich von dem ersten Stapel dadurch unterscheiden, daß sie auf der Brauchwasserseite größere Profilierungen und damit Fließspalte aufweisen als auf der Heizwasserseite . Auf der diesen Stapel begrenzenden Endplatte sind ein oder mehrere Temperaturmeßfühler angeordnet, die über eine Regeleinheit ein Stellventil für den Einlaß von Heizwasser öffnen, wenn das Brauchwasser eine Sollwerttemperatur unterschreitet, und es schließen, wenn die Temperatur einen weiteren Sollwert überschreitet . Als unterer Sollwert wird vorzugsweise 45 °C und als oberer 60 °C gewählt . Beim Öffnen des Stellventils strömt über einen der Anschlüsse in der anderen Endplatte Heizwasser in den Plattenwärmeübertrager und erwärmt das in ihm gespeicherte Brauchwasser bis die obere Solltemperatur erreicht ist und das Stellventil geschlossen wird .

[0025] Dadurch ist gesichert, daß das Brauchwasser stets eine Temperatur zwischen den beiden Sollwerten hat, daß beim Zapfen keine Legionellengefahr besteht und kein unterkühltes Brauchwasser austritt . Außerdem wird die Temperatur nicht überschritten, bei der das Brauchwasser verstärkt Kesselstein bildet.

[0026] Ein weiterer Effekt besteht darin, daß kurzzeitige Störungen, die durch Zuführung von ausgekühltem Heizwasser auftreten können, durch das im Plattenwärmeübertrager gespeicherte warme Brauch-

wasser überbrückt werden können . Das gespeicherte Warmwasser wird nicht nur durch die den Plattenwärmeübertrager umgebende Isolierung vor Auskühlung geschützt.

[0027] Die engen Fließspalte des Plattenwärmeübertragers verhindern, daß sich ausgekühltes Heizwasser mit dem gespeicherten warmen Heizwasser mischen und es abkühlen . Außerdem ist in dem vorrangig als Speicher dienenden Stapel mehr warmes Brauchwasser gespeichert als Heizwasser . Sein Speichervolumen ist so bemessen, daß das in ihm gespeicherte warme Brauchwasser bis zum Nachströmen von heißem Heizwasser ausreicht .

[0028] Der zusätzliche Aufwand für einen zweiten Stapel Wärmeübertragungsplatten wird bei dem erfindungsgemäßen Plattenwärmeübertrager teilweise dadurch ausgeglichen, daß dem Heizwasser beim Zapfen von Warmwasser kein kaltes Brauchwasser, sondern bereits erwärmtes Brauchwasser entgegenströmt .

[0029] Dadurch ist es möglich, die Größe des ersten Stapels auf eine geringere Zahl von Wärmeübertragungsplatten zu reduzieren . Aus dem gleichen Grunde fallen bei Betrieb des vorgeschlagenen Plattenwärmeübertragers auch keine wesentlich höheren Heizwasserkosten an .

[0030] Nach Durchlaufen des ersten Stapels wird das Heizwasser dem zweiten Stapel an der an ihn grenzenden Endplatte zugeführt .

[0031] Das kalte Brauchwasser und der Heizwasserrücklauf werden an dem erstem Stapel vorbeigeführt.

[0032] Um den Plattenwärmeübertrager ebenso kompakt zu machen wie andere Plattenwärmeübertrager, bei denen alle Heizwasser und Brauchwasser führenden Kanäle und Leitungen im Inneren verlaufen und so vor Beschädigungen und Mißbrauch geschützt sind, werden die Wärmeübertragungsplatten mit sechs Durchbrüchen versehen, ausgenommen ist die letzte Platte des ersten Stapels und die erste Platte des zweiten Stapels, die fünf Durchbrüche erhalten, sowie die vorletzte Platte des zweiten Stapels mit vier und die letzte Platte des zweiten Stapels mit zwei Durchbrüchen.

[0033] Die kreisförmigen Durchbrüche befinden sich auf Kegelstümpfen, die zur einen oder anderen Seite einer Wärmetauscherplatte eingeprägt sind .

[0034] Im folgenden wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel erläutert :

Fig. 1 zeigt die Seitenansicht eines Plattenwärmeübertragers für Warmwasserbereitung und -speicherung mit den Stapeln 1 und 4 und den Endplatten 2 und 3 . Auf der Endplatte 2 sind die Anschlüsse für Heizwasservor- und -rücklauf und auf der Endplatte 3 ist der Temperaturmeßfühler 14 angeordnet . Die unterschiedliche Breite der wellenförmigen Profilierungen auf der Brauchwasserseite 7

und der Heizwasserseite 8 der Wärmeübertragungsplatten des Stapels 4 hat gegenüber dem Stapel 1 zu unterschiedlich großen Fließspalten geführt bei gleichbleibender Fließspaltdicke.

Fig. 2

zeigt die Draufsicht auf eine Wärmeübertragungsplatte 5 des Stapels 4 sowie Schnitte durch die Durchbrüche 9 . Drei Durchbrüche sind an jeder Längsseite der Wärmeübertragungsplatte angeordnet . Sie sind jeweils auf einem Kegelstumpf eingestanzt . Je drei Kegelstümpfe sind in jede Seite der Platte eingeprägt . Die wellenförmigen Profilierungen sind jeweils bis zur Hälfte der gewünschten Fließspaltdicke eingeprägt . Der schüsselförmig hochgestellte Rand überragt die auf der gleichen Seite befindlichen Profilierungen und Kegelstümpfe . Die gleichen Merkmale hat auch die in

Fig. 3

dargestellte Wärmeübertragungsplatte 6 mit dem Unterschied, daß die Profilierungen und Kegelstümpfe in die jeweils andere Seite der Platte eingeprägt sind und die wellenförmigen Profilierungen in eine andere Richtung verlaufen, so daß sich die Profilierungen von benachbarten Platten (5) und (6) im Stapel 4 kreuzen .

Fig. 4

gibt einen Überblick über die Anordnung der Endplatten 2 und 3 sowie der Wärmeübertragungsplatten in den Stapeln 1 und 4 , über die wechselnden Richtungen der Profilierungen, über die Richtung der in die Wärmeübertragungsplatten eingeprägten Kegelstümpfe, über die Lage der eingestanzten und der weggelassenen Durchbrüche in den Wärmeübertragungsplatten sowie über die Fließrichtung von Brauchwasser und Heizwasser im Plattenwärmeübertrager . Im Unterschied zu den anderen Wärmeübertragungsplatten 5 und 6 in den Stapeln 1 und 4, die grundsätzlich sechs Durchbrüche 9 aufweisen, haben die Wärmeübertragungsplatten 10 und 11 fünf Durchbrüche 9, die Wärmeübertragungsplatte 12 vier Durchbrüche 9 und die Wärmeübertragungsplatte 13 zwei Durchbrüche 9 .

Fig. 5

stellt die Platte 13 in der Draufsicht dar, welche nur zwei Durchbrüche hat und eine Profilierung, die im Unterschied zu allen anderen Wärmeübertragerplatten parallel zum Plattenrand verläuft und die für Kanäle Heizwasservor- und -rücklauf verbindet . Auf der Brauchwasserseite dieser Platte befindet sich ein breiterer Fließspalt als bei anderen Platten. Der Plattenrand dieser Wärmeübertragungsplatte 13 ist im Gegensatz zu den anderen Wärmeübertragungsplatten nicht schüsselförmig aufgestellt, sondern schließt

im Stapel 4 am Rand der Wärmeübertragungsplatte 12 ab .

Fig. 6 zeigt in einem Schnitt durch den Stapel 4 die unterschiedlich großen Fließspalte für Brauchwasser und Heizwasser bei gleicher Dicke der Fließspalte zwischen den Wärmeübertragungsplatten 5 und 6 .

Patentansprüche

1. Plattenwärmeübertrager für Warmwasserbereitung und -speicherung, bestehend aus rechteckigen Wärmeübertragungsplatten, die zwischen zwei dickeren Endplatten gestapelt sind und bei geöffneten Ventilen beidseitig vorzugsweise im Gegenstrom von Heizwasser und Brauchwasser umströmt werden, einen schüsselförmig hochgestellten Rand haben, in deren Wärmeübertragungsflächen zu beiden Seiten Profilierungen eingeprägt sind, die sich bei benachbarten Wärmeübertragungsplatten kreuzen, die in den Ecken Durchbrüche auf Kegelschäften mit gemeinsamen Achsen aufweisen, die zur einen oder anderen Seite der Wärmeübertragungsplatten eingeprägt sind, und die an den Berührungsstellen verschweißt oder verlötet sind, dadurch gekennzeichnet, daß hinter der Endplatte (2), die vier Anschlüsse für Heizwasservor- und Heizwasserrücklauf und Frischwasserzulauf und Warmwasserablauf hat, und dem Stapel (1) aus Wärmeübertragungsplatten und vor der Endplatte (3) ein weiterer Stapel (4) aus den sich abwechselnden Wärmeübertragungsplatten (5) und (6) nachgeordnet ist, die auf der Brauchwasserseite größere Profilierungen als auf der Heizwasserseite haben, wodurch die zwischen ihnen eingeschlossenen Fließspalte (7) für das Brauchwasser einen größeren Querschnitt aufweisen als die zwischen ihnen eingeschlossenen Fließspalte (8) für das Heizwasser.
2. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeübertragungsplatten in den Stapeln (1) und (4) deckungsgleich sechs Durchbrüche (9) haben mit Ausnahme der letzten Platte (10) des Stapels (1) und der ersten Platte (11) des Stapels (4), die fünf Durchbrüche haben, sowie der vorletzten Platte (12) des Stapels (4) mit vier Durchbrüchen und der letzten Platte (13) des Stapels (4) mit zwei Durchbrüchen. Stapel (1) und der ersten Platte (11) des Stapels (4), die fünf Durchbrüche haben, sowie der vorletzten Platte (12) des Stapels (4) mit vier Durchbrüchen und der letzten Platte (13) des Stapels (4) mit zwei Durchbrüchen.
3. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte (13) im Unterschied zu den anderen Wärmeübertragungs-

platten des Stapels (2) in ihrer Wärmeübertragungsfläche nur eine Profilierung hat, die parallel zur Längsseite der Platte (13) eingeprägt ist und die Kanäle für Heizwasservor- und -rücklauf verbindet, die durch die mit Durchbrüchen versehenen Kegelschäfte der anderen Wärmeübertragungsplatten (5) und (6) gebildet werden, und daß sich im Fließspalt zwischen den Platten (12) und (13) nur Brauchwasser befindet .

4. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilierungen einen sinus-, halbkreis- oder trapezförmigen Querschnitt haben und mit Ausnahme der Profilierung in der Platte (13) wellenförmig in die Wärmeübertragungsflächen eingeprägt sind.
5. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an der Endplatte (4) ein oder mehrere Temperaturmeßfühler (14) angeordnet sind .

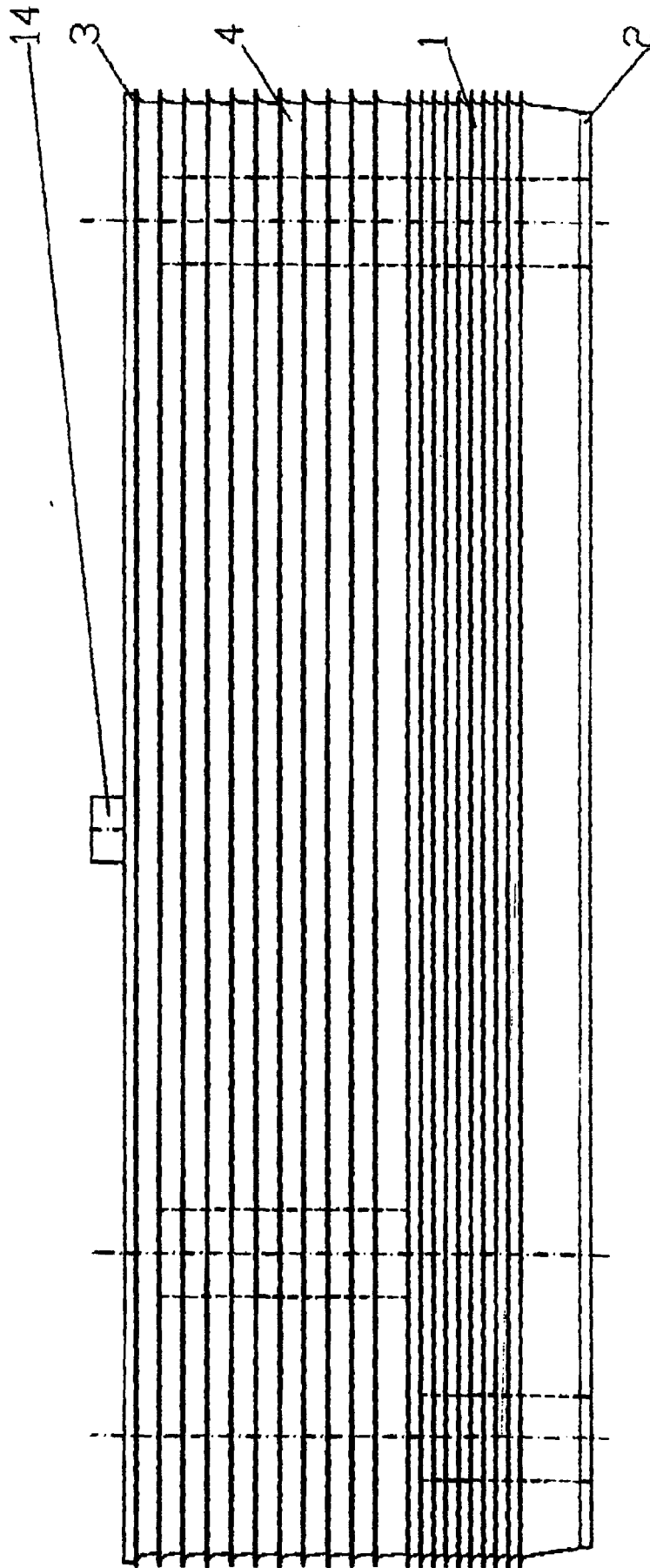


Fig. 1

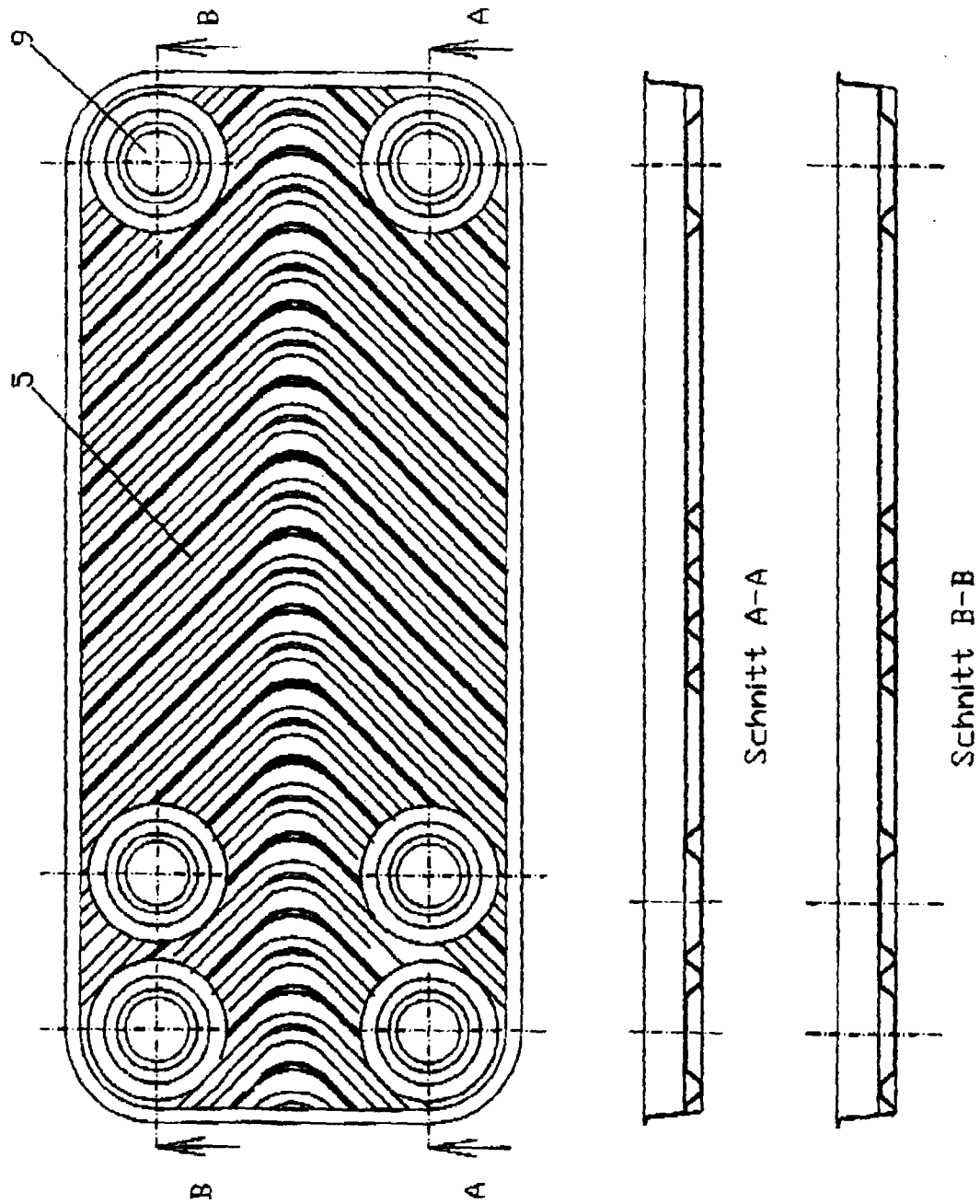


Fig. 2

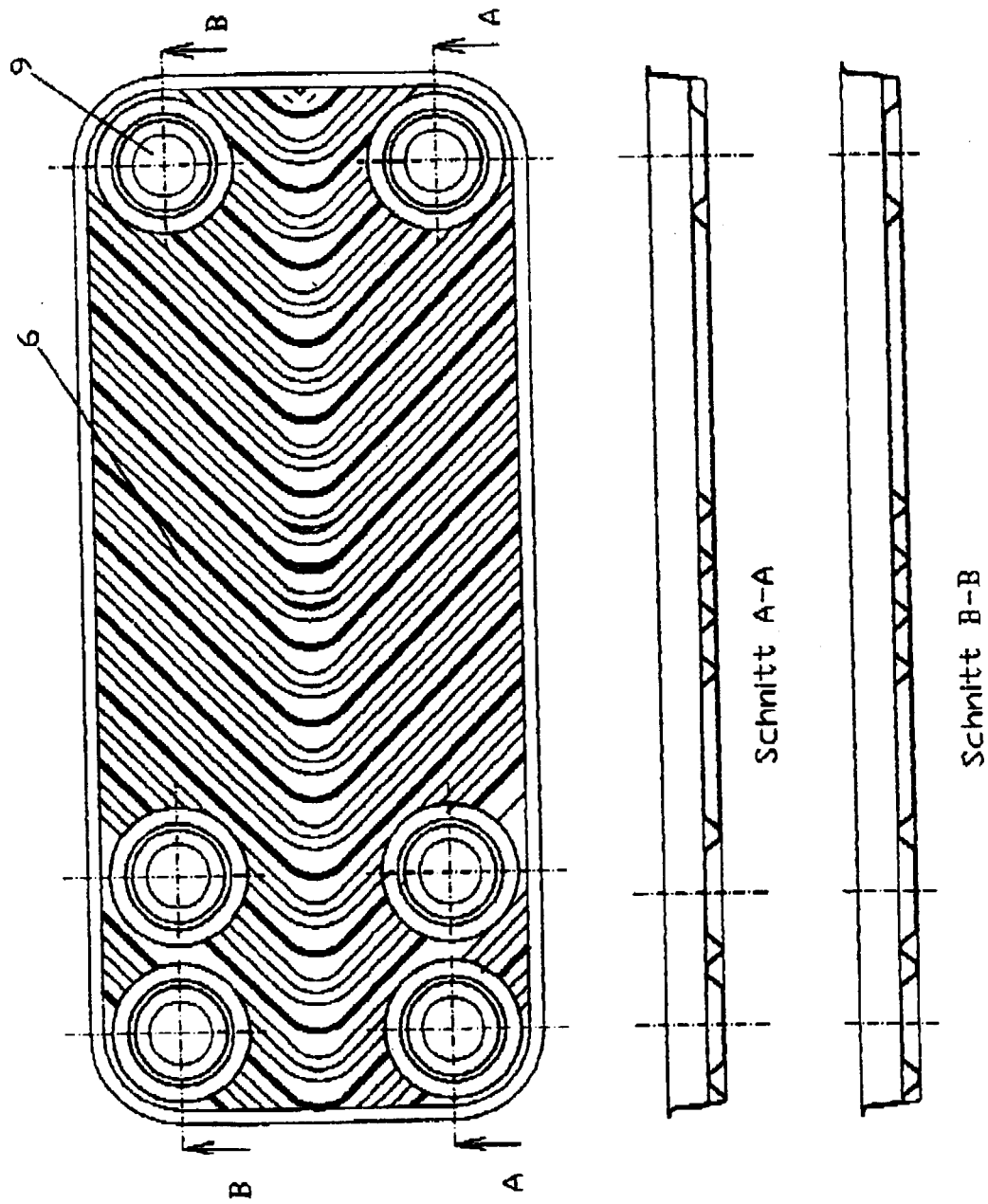


Fig. 3

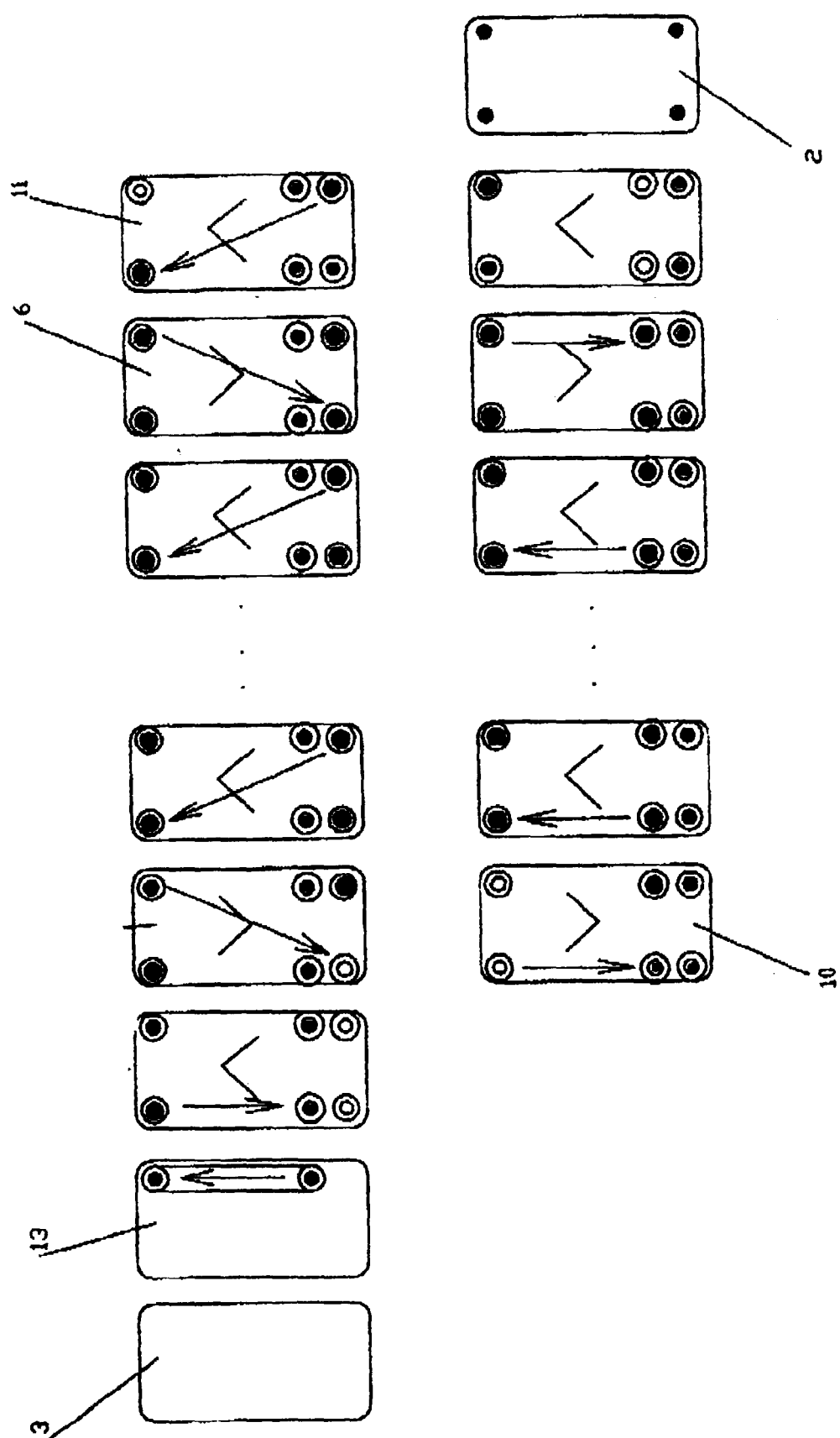


Fig. 4

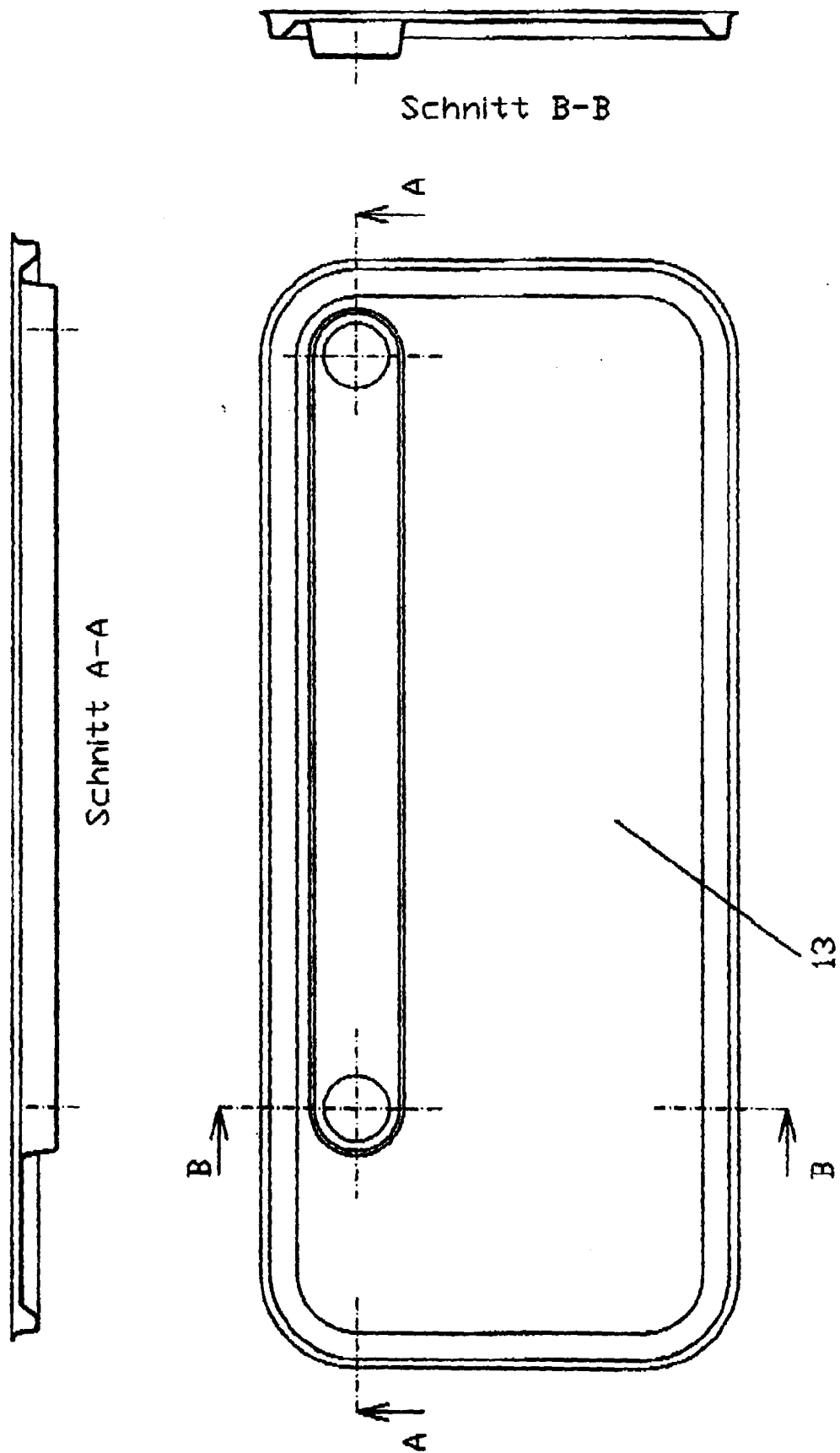


Fig 5

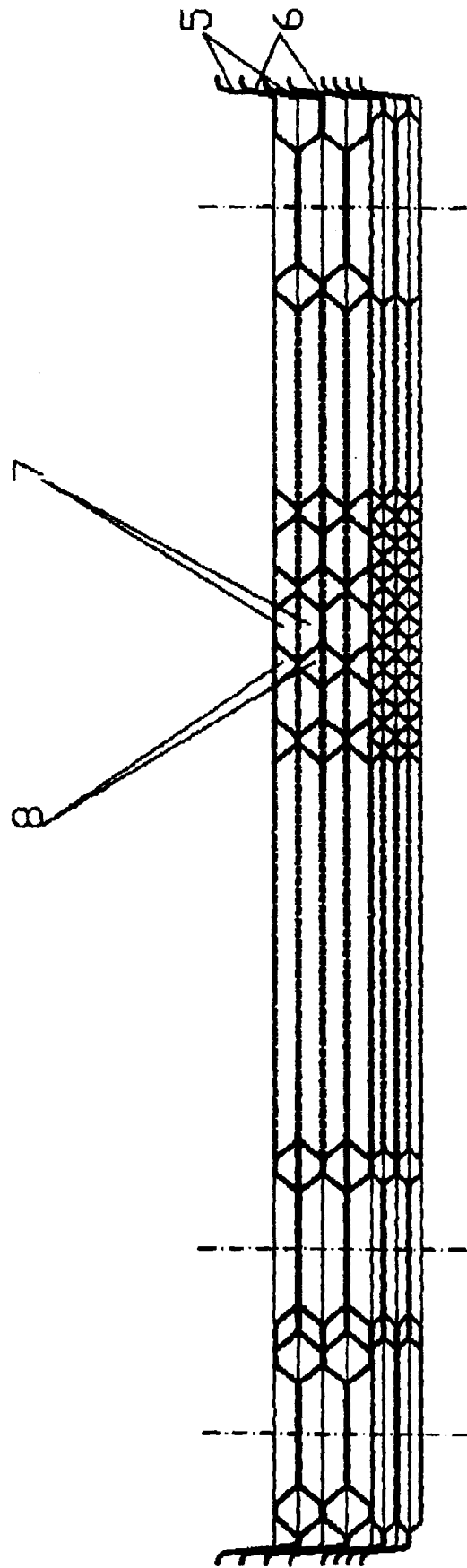


Fig. 6