(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 087 337 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.11.2020 Patentblatt 2020/46

(21) Anmeldenummer: **14812156.9**

(22) Anmeldetag: **02.12.2014**

(51) Int Cl.:
F28F 9/02 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/076262

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/096956 (02.07.2015 Gazette 2015/26)

(54) **WÄRMETAUSCHER MIT UMLAUFENDER DICHTUNG**

HEAT EXCHANGER WITH A CIRCUMFERENTIAL SEAL

ÉCHANGEUR DE CHALEUR À JOINT PÉRIPHÉRIQUE

(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: **23.12.2013 DE 102013227113**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.2016 Patentblatt 2016/44

(73) Patentinhaber: **MAHLE Behr GmbH & Co. KG**
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **BRONNER, Harald**
  75378 Bad Liebenzell (DE)
- **GUTJAHR, Markus**
  71735 Eberdingen (DE)
- **HÜBSCH, Markus**
  71706 Markgröningen (DE)
- **AUGENSTEIN, Claus**
  70839 Gerlingen (DE)
- **KULL, Reinhard**
  71642 Ludwigsburg (DE)
- **WEISE, Stefan**
  73732 Esslingen am Neckar (DE)
- **RUCKWIED, Jens**
  70178 Stuttgart (DE)
- **HÄUSSERMANN, Jochen**
  71720 Oberstenfeld (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 895 260
EP-A2- 2 498 040
WO-A1-2013/007758

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 3 087 337 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit einem Boden, einer Dichtung und einem Deckel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Verbindung eines Deckels mit einem Boden (Rohrboden) eines Wärmetauschers erfordert eine zuverlässige Dichtung zwischen den beiden genannten Elementen, um ein Austreten von Kühlmittel und somit einen eventuellen Ausfall des Wärmetauschers oder eines von diesem zu kühlenden Aggregats zuverlässig zu verhindern. Ein derartiger Boden eines solchen Wärmetauschers ist oftmals als Rohrboden mit entsprechenden Durchzügen versehen, durch welche beispielsweise Flachrohre gezogen sind. Der genannte Deckel kann beispielsweise als Kühlmittelkasten ausgebildet sein und dadurch Kühlmittel beinhalten. Üblicherweise wird eine zuverlässige Abdichtung zwischen dem Deckel und dem Boden mittels einer Dichtung erreicht, die in eine entsprechende Aufnahmenut des Bodens eingesetzt wird. Die Aufnahmenut besteht dabei eigentlich aus zwei parallelen Aufnahmenuten, die orthogonal zu den Durchzügen im Boden randseitig des Bodens angeordnet und beim Stanzen bzw. Umformen des Bodens mit hergestellt werden. Die Dichtung verläuft zwischen den beiden Aufnahmenuten orthogonal zu denselben und zwar üblicherweise ebenfalls randseitig des Bodens in einer speziell dafür ausgebildeten Nut.

[0003] Um solche umlaufende Aufnahmenuten bzw. Nuten zwischen den Durchzügen in den Rohrboden einbringen zu können, ist ein Stanzwerkzeug für eine Bodengröße bzw. ein vergleichsweise aufwendiges Familienwerkzeug erforderlich, insbesondere dann, sofern die Rohrböden unterschiedliche Längen aufweisen sollen.

[0004] Aus der EP 2 498 040 A2 ist nun ein Wärmetauscher bekannt, der zur präzisen Abdichtung des Bodens mit dem Deckel keine im Randbereich des Bodens umlaufende Nut vorsieht, in die eine Dichtung in Form eines umlaufenden Dichtrings einzulegen ist und auf dem dann der Deckel aufgesetzt oder aufgepresst wird. Vielmehr kann bei dem bekannten Wärmetauscher nun ein Boden verwendet werden, welcher als Meterware gefertigt werden kann und welcher entsprechend den herzustellenden Wärmetauschern zurechtgeschnitten wird. Hierzu wird das umlaufende Dichtelement bzw. die umlaufende Dichtung in zwei gegenüberliegende Aufnahmenuten eingelegt und zusätzlich an Enden dieser Aufnahmenuten über eine Oberfläche des Bodens zwischen zwei Durchzügen geführt.

[0005] Aus der FR 2 822 532 B1 ist ein weiterer Wärmetauscher bekannt.

[0006] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Wärmetauscher der gattungsgemäßen Art eine alternative Ausführungsform anzugehen, die insbesondere eine vereinfachte Herstellung ermöglicht.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, einen Wärmetauscher zu schaffen, dessen Boden (Rohrboden) als Meterware herzustellen ist und dadurch vergleichsweise flexibel für Wärmetauscher unterschiedlicher Größe eingesetzt werden kann. Der erfindungsgemäße Wärmetauscher umfasst dabei einen Boden, eine Dichtung sowie einen Deckel, wobei der Boden, üblicherweise auch Rohrboden genannt, zwei parallel beabstandete und sich in Längsrichtung des Bodens erstreckende Aufnahmenuten aufweist, die an zwei sich gegenüberliegenden Seiten des Bodens angeordnet und zur Aufnahme von Seitenvorsprüngen des Deckels ausgebildet sind. Jede dieser Aufnahmenuten besitzt darüber hinaus einen Nutgrund. Der Boden weist zumindest drei Durchzüge auf, d.h. Öffnungen für Flachrohre, die parallel zueinander beabstandet sowie beabstandet zu den Aufnahmenuten in einer Ebene angeordnet sind und sich senkrecht zu und zwischen den Aufnahmenuten erstrecken. Zwischen zwei solchen Durchzügen ist in einer Ebene ein Zwischenbereich ausgebildet, der um eine Höhendifferenz h parallel beabstandet zu den Nutgründen der Aufnahmenuten angeordnet ist. Zwischen jedem Zwischenbereich und den Nutgründen verläuft dabei parallel zur Längsrichtung der Durchzüge jeweils eine Rampe, wobei die Rampen parallel zueinander beabstandet sind. Die Dichtung selbst ist als umlaufende Dichtschnur ausgebildet. Erfindungsgemäß verläuft nun die Dichtung in den Aufnahmenuten und mit jeweils einem Dichtungssteg über zwei Rampen und einen dazwischenliegenden Zwischenbereich, wobei die Rampen um einen Winkel $20° < \alpha < 65°$ gegenüber der Ebene des Zwischenbereichs, d.h. üblicherweise gegenüber der Horizontalen, geneigt sind, oder einen S-förmigen Verlauf aufweisen, wobei ein Wendepunkt W im Bereich von 10 % bis 80 % der Höhendifferenz h ausgehend von dem Nutgrund der Aufnahmenut angeordnet ist. Zusätzlich sind die Rampen bei beiden Varianten am Übergang zur Aufnahmenut bzw. am Übergang zum Zwischenbereich mit einem entsprechenden Radius R1, R2 ausgerundet, um insbesondere Zug- und Druckspannungsspitzen auf die Dichtung, hervorgerufen durch scharfkantiges Abknicken dieser Dichtung, zu minimieren. Am Übergang zur Aufnahmenut ist dabei die Rampe mit einem Radius R1 ausgerundet, wogegen sie am Übergang zum Zwischenbereich mit einem Radius R2 ausgerundet ist.

[0009] Mit dem erfindungsgemäßen Design des Bodens kann erreicht werden, dass die Dichtung in montiertem Zustand ohne zu starke Flächenpressung bzw. Verformung zwischen Boden und Deckel eingeklemmt ist. Dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher ist somit einerseits die Verwendung eines als Boden ausgebildeten Endlosbleches möglich, und andererseits zugleich eine optimale Dichtwirkung gewährleistet, da die Flächenpressung bzw. die Verformung der eingebauten Dichtung kritische Grenzwerte nicht über- oder unter-

schreitet. Durch die Wahl des Winkels α zwischen 20° und 65° kann die Dichtwirkung und die Belastung der Dichtung zusätzlich beeinflusst werden. Bei einem Winkel von $\alpha < 20°$ würden sich nämlich zum einen Nachteile für den späteren Umformvorgang des Durchzuges und zum anderen Nachteile hinsichtlich der seitlichen Führung der Dichtung entlang der Aufnahmenut ergeben. Bei einem Winkel von $\alpha > 65°$ Grad ist die vom Deckel unter Umständen auf die Dichtung aufgebrachte Anpresskraft zu gering, wodurch die Dichtwirkung unter Umständen nicht gewährleistet werden könnte. Auch bei der Variante mit S-förmigem Verlauf können eine verbesserte Anlage der Dichtung an den Boden und damit eine verbesserte Dichtfunktion erreicht werden. Unterhalb bzw. oberhalb des genannten Bereichs würden sich nämlich Radien R1 und R2 ergeben, die sich entweder nachteilig auf den späteren Umformvorgang des Durchzugs oder ungünstig auf die Breite des Bodens und damit auch auf den erforderlichen Bauraum auswirken würden. Befindet sich der Wendepunkt W im Bereich von < 10 % der Höhendifferenz h, ergibt sich ein Verlauf der S-förmigen Rampe, der sich entweder nachteilig auf die Bodenbreite und somit den Bauraum oder nachteilig hinsichtlich der Spannungsspitzen auf die Dichtung auswirkt. Befindet sich der Wendepunkt W im Bereich von > 80 % der Höhendifferenz h, ergibt sich ein Verlauf der S-förmigen Rampe, der sich nachteilig auf dem späteren Umformvorgang auswirkt.

[0010] Zweckmäßig beträgt ein Verhältnis des Radius R1 oder R2 zu einem Radius R3 des Abschnitts der Dichtschnur bzw. Dichtung in der Aufnahmenut in unverpresstem Zustand $0,3 < R1/R3 < 3,0$ oder $0,3 < R2/R3 < 3,0$. Die Festlegung dieses Bereichs des Verhältnisses zwischen Bogenradius der Rampe und Radius der Dichtung optimiert die Dichtwirkung. Ein zu geringes Verhältnis würde nämlich eine Undichtigkeit aufgrund zu geringer Flächenpressung am Übergangsbereich zwischen Aufnahmenut und Rampe bewirken, wobei ein zu großes Verhältnis eine zu geringe Anpresskraft entlang der Rampe sowie einen Bauraumnachteil durch einen breiteren Boden bewirken würde.

[0011] Zweckmäßig liegt ein der Aufnahmenut zugewandtes Längsende eines Durchzugs zwischen $1mm < a < 15mm$, insbesondere zwischen $2mm < a < 6mm$ näher zur Aufnahmenut als ein Übergang der Rampe zum Zwischenbereich. Durch diesen mittels Versuchen und Berechnungen festgelegten Bereich kann die maximal aufzunehmende mechanische Spannung im Radiusbereich des jeweiligen Durchzugs reduziert und damit die Spannungsbelastung für den Boden insgesamt gesenkt werden.

[0012] Erfindungsgemäß ist zumindest eine der Rampen als Nut ausgebildet, die sich parallel zur Längsrichtung der Durchzüge erstreckt und in der die Dichtung abschnittsweise verläuft, wobei das Verhältnis von dem Nutfüllgrad durch die Dichtung in der Nut und der zumindest einen Rampe zu dem Nutfüllgrad durch die Dichtung in der Aufnahmenut in verpresstem Zustand der Dichtung zwischen 1,0 und 1,4 beträgt. Der Nutfüllgrad ist dabei definiert als Verhältnis zwischen dem Querschnitt der gepressten Dichtung und der freien Querschnittsfläche. Üblicherweise wird bei der Dichtungsauslegung ein Nutfüllgrad zwischen 70 und 85 % vorgegeben, um einerseits die Dichtwirkung zu gewährleisten und andererseits Reservevolumen für ein eventuelles Quellen der Dichtung zu schaffen. Durch das zuvor angegebene Verhältnis kann erreicht werden, dass die Dichtung optimal geführt und fixiert werden kann und zugleich eine stärkere Verpressung im Rampenbereich erreicht werden kann, welcher die Dichtfunktion verbessert. Gerade im Bereich der Rampe sollte die Verpressung größer sein als entlang der Aufnahmenut um eine optimale Dichtwirkung gewährleisten zu können.

[0013] Zweckmäßig weisen die Rampen eine Breite b1 und die Zwischenbereiche eine Breite b2 auf, wobei das Verhältnis b1 zu b2 zwischen 0,3 und 1,0 liegt. Um eine optimale Verpressung der Dichtung in der Nut des Zwischenbereichs und der Aufnahmenut zu erreichen sollte an beiden Stellen der Nutfüllgrad zwischen 70 und 100 % betragen. Da jedoch die Anpresskraft der Dichtung in der Aufnahmenut und an der Rampe variiert, ist es erforderlich, den gewünschten Nutfüllgrad zwischen 70 und 100 % durch konstruktive Ausführungen zu erreichen. Rein theoretisch kann dies durch Variationen des Durchmessers der Dichtung entlang der Rampe, insbesondere am Übergangsbereich, erfolgen oder aber durch Variation der freien Querschnittsfläche entlang der Rampe am Übergangsbereich. Durch die Variation der Breiten der Rampen bzw. der Zwischenbereiche kann der gewünschte Nutfüllgrad auf besonders einfache konstruktive Weise erreicht werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Querschnitt der Dichtung >40 %, insbesondere zwischen 50 % und 70 % des Querschnitts der unverpressten Dichtung entlang der Aufnahmenut beträgt.

[0014] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung weist die Dichtung mindestens einen Vorspannsteg zur Reduzierung von Zugspannungen auf die Dichtung auf, wobei der zumindest ein Vorspannsteg parallel zu einem Dichtungssteg angeordnet ist. Der Dichtungssteg der Dichtung verläuft in diesem Fall über zwei Rampen sowie einen dazwischenliegenden Zwischenbereich außerhalb des parallel dazu verlaufenden Vorspannstegs. Vorspannstege können generell Bestandteile der Dichtung sein und sorgen dafür, dass diese entlang der Aufnahmenuten unter Vorspannung steht, wodurch Zugspannung auf die Dichtung im Bereich des Übergangs zwischen den Durchzügen verringert werden können. Hierdurch ist es möglich die gewünschte Lage der Dichtung sowohl entlang der Aufnahmenut als auch zwischen den Durchzügen zu gewährleisten.

[0015] Zweckmäßigerweise ist der Deckel als Kasten ausgebildet, der längsseitig verlaufende Seitenvorsprünge am Außenbereich des Kastens an zwei sich gegenüberliegenden Seiten aufweist, wobei sich die Seitenvor-

sprünge in den Aufnahmenuten erstrecken und einen längs über die Dichtung hinausragenden Überstand aufweisen.

[0016] Vorteilhafterweise ist der Deckel als Kasten ausgebildet, der einen Kastenfuß aufweist, wobei an einer Längsseite am Außenbereich des Kastenfußes ein Vorsprung zur Positionierung des Kastens auf dem Boden angeordnet ist.

[0017] Am Außenbereich des Seitenvorsprungs kann ein Vorsprung zur Positionierung des Kastens auf dem Boden angeordnet sein. Der Seitenvorsprung ist beispielsweise der Kastenfuß. Bedingt durch die Lage der Dichtung zwischen den Durchzügen im Bereich einer Schmalseite ist es für die Verpressung der Dichtung von Vorteil, wenn die Verbindung zwischen dem Boden und dem Deckel bzw. Kasten entlang der Aufnahmenut mindestens bis zu der Stelle reicht, an welcher die Dichtung aus der Aufnahmenut über die Rampe in den Zwischenbereich abbiegt. Besonders vorteilhaft ist hierbei, sofern der Seitenvorsprung entlang der Aufnahmenut einen Überstand aufweist, woraus sich ein H-förmiges Design ergibt. Die H-Form wird dabei durch die beiden Überstände des Seitenvorsprungs auf beiden Seiten in Kombination mit dem Steg des Seitenvorsprungs zwischen den Durchzügen bewirkt. Dabei können die Überstände des Seitenvorsprungs entweder bündig mit der Aufnahmenut abschließen oder über diese hinausragen.

[0018] Erfindungsgemäß weist der Wärmetauscher ein Seitenteil auf, das durch einen Durchzug des Bodens gesteckt ist, mit einem Seitenteilüberstand s zum Verschließen des Bodens mit dem Deckel, wobei der gemittelte Abstand zwischen dem Seitenteil und einem benachbarten, äußeren Flachrohr den Wert q besitzt und wobei das Verhältnis s durch q zwischen 0,3 und 0,7 beträgt. Dies gewährleistet, dass eine optimale Dichtwirkung im Bereich des Dichtungssteges, d.h. des Zwischenbereichs, bei gleichzeitig minimalem Bauraum gewährleistet werden kann. Rein theoretisch kann das Verhältnis s durch q auch einen Wert größer als 0,7 einnehmen, insbesondere dann, wenn bei thermisch hochbelasteten Wärmetauschern eine teilweise oder vollständige Verblockung des äußeren Rohres gewünscht wird. In diesem Fall ist die Deckelgeometrie so auszugestalten, dass die Außenwand des Deckels ein Durchströmen des äußeren Rohres oder mehrere der äußeren Rohre ganz verhindert oder zumindest verringert. Ebenso kann auch die Deckelgeometrie so gewählt werden, dass eine oder mehrere Leitelemente das Anströmen des oder der äußersten Rohre (Flachrohre) einschränken oder ganz verhindern.

[0019] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weisen alle Durchzüge dieselbe Kontur und denselben Flächeninhalt auf. Dies ermöglicht eine einfache Herstellung des Bodens mit einem Endlosblech.

[0020] Des weiteren kann es vorteilhaft sein, wenn mindestens die beiden an den seitlichen Enden des Bodens angeordneten, äußeren Durchzüge einen Flächeninhalt aufweisen, der sich von dem ansonsten gleichen Flächeninhalt der übrigen Durchzüge um den Faktor 0,8 bis 1,3 unterscheidet. Dadurch sind Seitenteile mit verschiedenen Wandstärken verwendbar, wodurch sich die Festigkeit des Bauteils erhöhen lässt.

[0021] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0022] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0023] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

[0024]

- Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch einen Wärmetauscher mit einem Deckel, einem Boden und einer Dichtung gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 2 eine Ansicht von oben auf einen erfindungsgemäßen Boden,
- Fig. 3 eine Schnittdarstellung in der Schnittebene A-A durch den Boden gemäß der Fig. 2 im Bereich einer Aufnahmenut, einer Rampe und eines Zwischenbereichs,
- Fig. 4 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Anpresskraft FD der Dichtung in Abhängigkeit des Winkels α der Rampe,
- Fig. 5 eine Darstellung wie in Fig. 3, jedoch bei S-förmig geformter Rampe,
- Fig. 6 ein Diagramm zur Veranschaulichung einer möglichen Leckage L in Abhängigkeit eines Radius R1 oder R2 am Übergang der Rampe zur Aufnahmenut bzw. zum Zwischenbereich relativ zum Radius R3 der Dichtung,
- Fig. 7 eine Ansicht von oben auf den erfindungsgemäßen Boden zur Verdeutlichung eines Abstandes a zwischen einem Längsende eines Durchzugs und der Übergang der Rampe zum Zwischenbereich,
- Fig. 8 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Abhängigkeit der Rohrspannung σ_R vom Ab-

stand a,

Fig. 9 eine Ansicht vom oben auf den erfindungsgemäßen Boden zur Verdeutlichung der Breite b1 der Rampe und der Breite b2 des Zwischenbereichs,

Fig. 10 eine Ansicht von oben und eine Schnittdarstellung der zum erfindungsgemäßen Boden gehörenden Dichtung zur Verdeutlichung des Verlaufs der Dichtung mit Dichtungssteg und Vorspannstegen,

Fig. 11 eine Schnittdarstellung durch den erfindungsgemäßen Wärmetauscher zur Verdeutlichung des Überstandes s einer Seitenwand und der Abstände der einzelnen Flachrohre zueinander bzw. eines äußeren Flachrohrs zur Seitenwand,

Fig. 12 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Festigkeit der durch den umgebogenen Überstand s geschaffenen Bördelverbindung in Abhängigkeit eines Verhältnisses s/q,

Fig. 13 eine Schnittdarstellung durch den erfindungsgemäßen Wärmetauscher mit seitlichem Überstand zur Fixierung des Deckels am Boden.

[0025] Entsprechend den Figuren 1 und 11 weist ein Wärmetauscher 1 einen Boden 2, eine Dichtung 3 sowie einen Deckel 4 auf. Gemäß der Figur 1 ist dabei ein Wärmerauscher 1 nach dem Stand der Technik gezeigt, wogegen gemäß der Figur 11 ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher 1 dargestellt ist. Betrachtet man nun den Boden 2, so kann man erkennen, dass dieser zwei parallel beabstandete und sich in Längsrichtung des Bodens 2 erstreckende Aufnahmenuten 5, 5' aufweist, die an zwei sich gegenüberliegenden Seiten des Bodens 2 angeordnet und zur Aufnahme von Seitenvorsprüngen 6, das heißt dem Kastenfuß 15, des Deckels 4 ausgebildet sind. Jede der Aufnahmenut 5, 5' besitzt dabei einen Nutgrund 7, 7'. Darüber hinaus besitzt der Boden 2 zumindest drei Durchzüge 8, die parallel zueinander beabstandet sowie beabstandet zu den Aufnahmenuten 5, 5' in einer Ebene angeordnet sind und sich senkrecht zu und zwischen den Aufnahmenuten 5, 5' erstrecken (vergleiche insbesondere auch die Figuren 2, 7, 9 und 11). Durch die Durchzüge 8 werden Flachrohre 9 dicht hindurchgeführt, wobei durch die beiden äußeren Durchzüge jeweils ein Seitenteil 19 gesteckt wird. In der Ebene zwischen zwei Durchzügen 8 ist ein Zwischenbereich 10 ausgebildet, der um eine Höhendifferenz h parallel beabstandet zu den Nutgründen 7, 7' der Aufnahmenuten 5, 5' angeordnet ist (vergleiche die Figuren 3 und 5). Darüber hinaus verläuft zwischen jedem Zwischenbereich 10 und den Nutgründen 7, 7' parallel zur Längsrichtung der Durchzüge 8 jeweils eine Rampe 11, wobei die Rampen 11 benachbarter Zwischenbereiche 10 parallel zueinander beabstandet sind. Die Dichtung 3 ist als umlaufende Dichtschnur ausgebildet.

[0026] Erfindungsgemäß verläuft nun die Dichtung 3 in den Aufnahmenuten 5, 5' und mit jeweils einem Dichtungssteg 12 (vergleiche Figur 10) über zwei Rampen 11 und den dazwischenliegenden Zwischenbereich 10, wobei die Rampen 11 erfindungsgemäß um einen Winkel α zwischen 20 und 65° gegenüber dem Zwischenbereich 10 und üblicherweise auch gegenüber der Horizontalen geneigt sind (vgl. Fig. 3), oder einen S-förmigen Verlauf aufweisen (vgl. Fig. 5), wobei ein Wendepunkt W im Bereich von 10 % bis 80 % der Höhendifferenz h ausgehend von dem Nutgrund 7,7' der Aufnahmenut 5,5' angeordnet ist. In Fig. 3 ist dabei der Boden 2 zur Verdeutlichung des Radius R2 ausgespart, weist jedoch selbstverständlich in diesem Bereich keine Öffnung auf. Jede der Rampen 11 ist dabei am Übergang zur Aufnahmenut 5, 5' mit einem Radius R1 und am Übergang zwischen Bereich 10 mit einem Radius R2 ausgerundet. Die Radien R1 und R2 können selbstverständlich unterschiedlich groß sein, wobei größere Radien die auf die Dichtung 3 wirkenden Spannungsspitzen reduzieren helfen. Durch einen Winkel α von kleiner als 20° können zum einen Nachteile für den späteren Umformvorgang des Durchzuges 8 und zum anderen die seitliche Führung der Dichtung 3 entlang der Aufnahmenut 5, 5' reduziert werden. Bei einem Winkel von α größer als 65° wäre die Anpresskraft F_D, die vom Deckel 4 auf die Dichtung 3 wirkt zu gering, was anschaulich gemäß der Figur 4 dargestellt ist. In dem durch Versuche herausgefundenen Winkelbereich $20° < \alpha < 65°$ kann eine optimale Anpresskraft F_D erzielt werden, mittels welcher die gewünschte Dichtwirkung gewährleistet werden kann. In dem genannten Höhenbereich des Wendepunkts W zwischen 10 und 80 % der Höhendifferenz h ergäben sich Radien R1 und R2, die besonders günstig für die Anlage der Dichtung 3 am Boden 2 sind. Unterhalb bzw. oberhalb dieses genannten Bereiches hat sich Radien R1 und R2 ergeben, die sich ungünstig auf die Breite des Bodens 2 und damit auf den erforderlichen Bauraumbedarf auswirken würden. Von besonderem Vorteil ist darüber hinaus, dass der erfindungsgemäße Boden 2 nunmehr als Endlosblech hergestellt und damit äußerst flexibel Wärmetauscher 1 unterschiedlichster Größe hergestellt werden können.

[0027] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung beträgt ein Verhältnis der Höhendifferenz h zum Durchmesser D eines Abschnitts der Dichtung 3 in der Aufnahmenut 5, 5' in unverpresstem Zustand $0,7 < h/D < 2,5$, vorzugsweise $1,0 < h/D < 2,0$. Durch das in diesem Bereich ausgewählte Verhältnis h zu D kann ein Festigkeitsvorteil durch die daraus entstehende Bodengeometrie erzielt werden.

[0028] Ebenfalls vorteilhaft ist es, sofern ein Verhältnis des Radius R1 oder R2 zu einem Radius R3 des Abschnitts der Dichtung 3 in der Aufnahmenut 5, 5' im verpressten Zustand $0,3 < R1/R3 < 3,0$ oder $0,3 < R2/R3 <$

3,0 beträgt. Ein geringeres Verhältnis könnte unter Umständen eine Undichtigkeit aufgrund zu geringer Flächenpressung am Übergangsbereich zwischen der Aufnahmenut 5, 5' und der Rampe 11 bewirken. Ist das Verhältnis zu groß, ergibt sich eine zu geringe Anpresskraft entlang der Rampe 11 bzw. ein Bauraumnachteil, da ein breiterer Boden 2 erforderlich ist. Gemäß der Figur 6 ist dabei die Undichtigkeit (Leckage L) in Abhängigkeit des genannten Radienverhältnisses dargestellt, wobei deutlich erkennbar ist, dass bei einem Radienverhältnis R1/R3 bzw. R2/R3 zwischen 0,3 und 3,0 die Leckage, d.h. die Undichtigkeit am geringsten ist. Um darüber hinaus die mechanischen Spannungen σ_R des Flachrohres 9 möglichst gering halten zu können, liegt ein der Aufnahmenut 5, 5' zugewandtes Längsende eines Durchzugs 8 zwischen 1mm < a < 15mm, insbesondere zwischen 2mm < a < 6mm näher zur Aufnahmenut 5, 5' als ein Übergang der Rampe 11 zum Zwischenbereich 10. Die Bedeutung des Abstandes a ist dabei gemäß der Figur 7 dargestellt, wobei im Diagramm gemäß der Figur 8 Abhängigkeit der Rohrspannung σ_R von dem Abstand a angegeben ist. Deutlich ist dabei zu sehen, dass die Rohrspannung σ_R bei einem Wert a zwischen 2 und 6mm minimiert werden kann.

[0029] Zumindest eine der Rampen 11 ist erfindungsgemäss darüber hinaus als Nut 13 ausgebildet, die sich parallel zur Längsrichtung der Durchzüge 8 erstreckt und in der die Dichtung 3 abschnittsweise verläuft, wobei das Verhältnis vom Nutfüllgrad durch die Dichtung 3 in der Nut 13 zum Nutfüllgrad durch die Dichtung 3 in der Aufnahmenut 5, 5' in verpresstem Zustand der Dichtung 3 zwischen 1,0 und 1,4 betragen sollte. Liegt das Verhältnis in dem genannten Bereich, kann die Dichtung 3 einerseits optimal geführt und fixiert werden und andererseits kann eine optimale Dichtfunktion durch eine stärkere Verpressung im Rampenbereich 11 bzw. im Übergangsbereich der Rampe 11 zur Aufnahmenut 5, 5' bzw. zum Zwischenbereich 10 erreicht werden.

[0030] Betrachtet man die Figur 9, so kann man erkennen, dass die Rampen 11 eine Breite b1 und die Zwischenbereiche 10 eine Breite b2 aufweisen, wobei das Verhältnis der Breite b1 zu b2 zwischen 0,3 und 1,0 betragen sollte. Außerdem sollte der Querschnitt der Dichtung 3 im Bereich der Rampe 11 > 40 % des Querschnitt der Dichtung 3 im Bereich der Aufnahmenut 5, 5', vorzugsweise zwischen 50 % und 70 %, betragen. Hierdurch kann ein optimierter Nutfüllgrad mittels einfacher konstruktiver Mittel erzielt werden.

[0031] Betrachtet man die Figur 10, so kann man erkennen, dass die Dichtung 3 neben dem eigentlichen Dichtungssteg 12 zumindest einen weiteren Vorspannsteg 14 aufweist, der parallel zum Dichtungssteg 12 verläuft und der eine Reduzierung von Zugspannung auf die Dichtung 3 bewirkt. Hierdurch ist es möglich, die gewünschte und für die Dichtheit erforderliche Optimallage sowohl entlang der Aufnahmenut 5, 5' als auch zwischen den Durchzügen 8 zu gewährleisten.

[0032] Betrachtet man die Figur 13, so ist darin gezeigt, dass der Deckel 4 längsseitig verlaufende Seitenvorsprünge 6 bzw. Kastenfüße 15 an zwei sich gegenüberliegenden Seiten aufweist, wobei im gezeigten Fall lediglich eine der beiden Seiten dargestellt ist und wobei sich die Seitenvorsprünge 6 in die Aufnahmenuten 5, 5' erstrecken und einen längs über die jeweilige Aufnahmenut 5, 5' hinausragenden Überstand 16 aufweisen. Der Überstand 16 soll über den Bereich, an dem die Dichtung 3 abbiegt, hinausragen. Dabei kann sie auch über die Aufnahmenut 5, 5' hinausragen, aber auch bündig mit dieser abschließen. Bedingt durch die Lage der Dichtung 3 zwischen den Durchzügen 8 im Bereich einer Schmalseite ist es für die dichte Verpressung der Dichtung 3 von Vorteil, wenn die Verbindung zwischen dem Boden 2 und dem Deckel 4 entlang der Aufnahmenut 5, 5' mindestens bis zu der Stelle reicht, wo die Dichtung 3 zwischen den Durchzügen 8 geleitet wird, besonders vorteilhaft, wenn der Kastenfuß 15 entlang der Aufnahmenut 5, 5' über die Dichtung 3 hinausragt, wobei er die jeweilige Aufnahmenut 5, 5' bündig abschließen kann oder den zuvor beschriebenen Überstand 16 besitzt. Dabei soll auch hier der Überstand 16 über den Bereich, an dem die Dichtung 3 abbiegt, hinausragen. Hieraus ergibt sich ein H-förmiges Seitenvorsprungsdesign. Figur 13 zeigt eine derartige Verbindung des Deckels 4 mit dem Boden 2, wobei der Verlauf der Dichtung 3 sowie die Position einer äußeren Verschließung 17, welche sich durch den ebenfalls dargestellten Überstand 16 am Kastenfuß 15 über den Verlauf der Dichtung 3 zwischen den Durchzügen 8 hinaus erstreckt. Hierdurch ist insbesondere eine verbesserte Dichtfunktion durch eine höhere Anpressung möglich.

[0033] Auch kann vorgesehen sein, dass am Kastenfuß 15 ein Vorsprung 20 zur Positionierung des Deckels 4 auf dem Boden 2 angeordnet ist. Ein derartiger Vorsprung 20 dient der optimalen Positionierung des Deckels 4 zum Boden 2 in Längsrichtung und ermöglicht zudem die Halbierung der Toleranzen der Toleranzkette in Längsrichtung.

[0034] Die Aufnahmenut 5, 5' kann darüber hinaus eine Wandung 18 aufweisen, die zur Verbindung des Deckels 4 mit dem Boden 2 zumindest teilweise umgebogen wird und zwar derart, dass sie einen Teil des Kastenfuß 15 des Deckels 4 hinter greift. Die Wandung 18 der Aufnahmenut 5, 5' kann mehrere sich in ihrer geometrischen Form wiederholende Bereiche und/oder Zinnen aufweisen, die symmetrisch zu den Durchzügen 8 des Bodens 2 angeordnet sind und die um den Kastenfuß 15 des Deckels 4 umbiegbar bzw. umgebogen sind (vergleiche Figur 1). Darüber hinaus besitzt der Wärmetauscher 1 ein Seitenteil 19 mit einem Seitenteilüberstand s zum Verbinden des Bodens 2 mit dem Deckel 4, wobei der gemittelte Abstand zwischen dem Seitenteil 19 und einem benachbarten, äußeren Flachrohr 9 den Wert q beträgt und wobei das Verhältnis s/q zwischen 0,3 und 0,7 betragen sollte (vergleiche Figuren 11 und 12). Gemäß der Figur 11 ist dabei eine Kombination mit einem Seitenteilüberstand s gezeigt, wobei das Verhältnis s/q in

diesem Fall 0,7 beträgt. Bei einem Verhältnis s/q = 0,3 wird eine geringere Anlagefläche am Seitenvorsprung 6 bzw. Kastenfuß 15 erzielt. Der Seitenteilüberstand s sollte somit so gewählt werden, dass einerseits die für die dichte Verbindung zwischen dem Boden 2 und dem Deckel 4 erforderliche Anpresskraft erzielbar ist, der Deckel 4 jedoch nicht eine Strömung im äußersten Flachrohr 9 behindert. Figur 12 zeigt dabei die Festigkeit der Verschließung und damit auch indirekt die Dichtheit in Abhängigkeit des Verhältnisses s/q.

[0035] Alle Durchzüge 8 des Bodens 2 können dieselbe Kontur und den gleichen Flächeninhalt für Rohre 9 und Seitenteile 19 aufweisen, wodurch die Fertigung vereinfacht wird. Möglich ist auch, dass die äußeren Durchzüge 8 je nach Wandstärke des Seitenteils 19 einen geringeren oder größeren Flächeninhalt aufweisen als die übrigen Durchzüge 8.

[0036] Des Weiteren kann sich die Form der Übergangsbereiche, insbesondere zwischen den beiden äußeren Durchzügen 8, von derjenigen der übrigen Übergangsbereiche unterscheiden. Beispielsweise kann die Rampe 11 nur zwischen den äußeren drei Durchzügen 8 geprägt sein. Die Form der Übergangsbereiche kann sich auch so unterscheiden, dass sich ein wiederholendes Muster ergibt.

[0037] Mit dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher 1 und insbesondere mit einem erfindungsgemäßen Boden 2 lässt sich ein derartiger Boden 2 als Endlosblech herstellen und damit äußerst flexibel bei unterschiedlich groß dimensionierten Wärmetauschern 1 einsetzen. Zugleich kann eine optimale Dichtwirkung erzielt werden.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1) mit einem Boden (2), einer Dichtung (3) und einem Deckel (4),

- wobei der Boden (2) zwei parallel beabstandete, sich in Längsrichtung des Bodens (2) erstreckende Aufnahmenuten (5,5') aufweist, die an zwei sich gegenüberliegenden Seiten des Bodens (2) angeordnet und zur Aufnahme von Seitenvorsprüngen (6) des Deckels (4) ausgebildet sind,
- wobei jede Aufnahmenut (5,5') einen Nutgrund (7,7') aufweist,
- wobei der Boden (2) zumindest drei Durchzüge (8) aufweist, die parallel zueinander beabstandet sowie beabstandet zu den Aufnahmenuten (5,5') in einer Ebene angeordnet sind und sich senkrecht zu und zwischen den Aufnahmenuten (5,5') erstrecken,
- wobei in der Ebene zwischen zwei Durchzügen (8) ein Zwischenbereich (10) ausgebildet ist, der um eine Höhendifferenz h parallel beabstandet zu den Nutgründen (7,7') der Aufnahmenuten (5,5') angeordnet ist,
- wobei zwischen jedem Zwischenbereich (10) und den Nutgründen (7,7') parallel zur Längsrichtung der Durchzüge (8) jeweils eine Rampe (11) verläuft und die Rampen (11) parallel zueinander beabstandet sind,
- wobei die Dichtung (3) eine umlaufende Dichtschnur aufweist,

wobei

- die Dichtung (3) in den Aufnahmenuten (5,5') und mit jeweils einem Dichtungssteg (12) über zwei Rampen (11) und einen dazwischenliegenden Zwischenbereich (10) verläuft,
- jede Rampe (11) am Übergang zur Aufnahmenut (5,5') mit einem Radius R1 und am Übergang zum Zwischenbereich (10) mit einem Radius R2 ausgerundet ist,
- die Rampen (11) zwischen $20° < \alpha < 65°$ gegenüber dem Zwischenbereich (10) geneigt sind, oder einen S-förmigen Verlauf aufweisen, wobei ein Wendepunkt W im Bereich von 10 % bis 80 % der Höhendifferenz h ausgehend von dem Nutgrund (7,7') der Aufnahmenut (5,5') angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine der Rampen (11) als Nut (13) ausgebildet ist, die sich parallel zur Längsrichtung der Durchzüge (8) erstreckt und in der die Dichtung (3) abschnittsweise verläuft, wobei das Verhältnis von dem Nutfüllgrad durch die Dichtung (3) in der Nut (13) der zumindest einen Rampe (11) zu dem Nutfüllgrad durch die Dichtung (3) in der Aufnahmenut (5,5') in verpresstem Zustand der Dichtung (3) zwischen 1,0 und 1,4 beträgt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Verhältnis der Höhendifferenz h zum Durchmesser D eines Abschnitts der Dichtung (3) in der Aufnahmenut (5,5') in unverpresstem Zustand $0,7 < h/D < 2,5$, vorzugsweise $1,0 < h/D < 2,0$, beträgt.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Verhältnis des Radius R1 oder R2 zu einem Radius R3 des Abschnitts der Dichtung (3) in der Aufnahmenut (5,5') in verpresstem Zustand $0,3 < R1/R3 < 3,0$ oder $0,3 < R2/R3 < 3,0$ beträgt.

4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein der Aufnahmenut (5,5') zugewandtes Längsende eines Durchzugs (8) zwischen $1mm < a < 15mm$, insbesondere, zwischen $2mm < a < 6mm$ näher zur Aufnahmenut (5,5') liegt als ein Übergang der Ram-

pe (11) zum Zwischenbereich (10).

5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rampen (11) eine Breite b1 und die Zwischenbereiche (10) eine Breite b2 aufweisen, wobei das Verhältnis 0,3 < b1/b2 < 1,0 beträgt.

6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Dichtung (3) mindestens einen Vorspannsteg (14) zur Reduzierung von Zugspannungen auf die Dichtung (3) aufweist, wobei der zumindest eine Vorspannsteg (4) parallel zu einem Dichtungssteg (12) angeordnet ist.

7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Deckel (4) als Kasten ausgebildet ist, der längsseitig verlaufende Seitenvorsprünge (6) am Außenbereich des Kastens an zwei sich gegenüberliegenden Seiten aufweist, wobei sich die Seitenvorsprünge (6) in den Aufnahmenuten (5,5') erstrecken und einen längs über die Dichtung (3) hinausragenden Überstand (16) aufweisen.

8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Deckel (4) als Kasten ausgebildet ist, der einen Kastenfuß (15) aufweist, wobei an einer Längsseite am Außenbereich des Kastenfußes (15) ein Vorsprung (20) zur Positionierung des Kastens auf dem Boden (2) angeordnet ist.

9. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aufnahmenut (5,5') eine Wandung (18) aufweist, die zumindest teilweise umgebogen ist, derart, dass sie zumindest einen Teil des Seitenvorsprungs (6) des Deckels (4) hinter greift.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Wandung (18) der Aufnahmenut (5,5') mehrere sich in ihrer geometrischen Form wiederholende Bereiche und/oder Zinnen aufweist, die symmetrisch zu den Durchzügen (8) des Bodens (2) angeordnet sind und um den Seitenvorsprung (6) des Deckels (4) umbiegbar oder umgebogen sind.

11. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wärmetauscher (1) ein Seitenteil (19) aufweist, das durch einen Durchzug des Bodens gesteckt ist, mit einem Seitenteilüberstand s zum Verbinden des Bodens (2) mit dem Deckel (4), wobei der gemittelte Abstand zwischen dem Seitenteil (19) und einem benachbarten, äußeren Flachrohr (9) den Wert q beträgt und wobei das Verhältnis 0,3 < s/q < 0,7 beträgt.

12. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
alle Durchzüge (8) dieselbe Kontur und denselben Flächeninhalt aufweisen.

13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
mindestens die beiden an den seitlichen Enden des Bodens angeordneten, äußeren Durchzüge (8) einen Flächeninhalt aufweisen, der sich von dem ansonsten gleichen Flächeninhalt der übrigen Durchzüge (8) um den Faktor 0,8 bis 1,3 unterscheidet.

Claims

1. Heat exchanger (1) having a bottom (2), a seal (3) and a lid (4),

- wherein the bottom (2) has two receiving grooves (5, 5') spaced parallel, extending in longitudinal direction of the bottom (2), which are arranged on two opposite sides of the bottom (2) and are designed to receive lateral protrusions (6) of the lid (4),
- wherein each receiving groove (5, 5') has a groove base (7, 7'),
- wherein the bottom (2) has at least three passages (8) which are arranged in one plane spaced parallel from one another as well as spaced from the receiving grooves (5, 5') and extend perpendicularly to and between the receiving grooves (5, 5'),
- wherein in the plane between two passages (8) is formed an interim region (10) which is arranged parallel spaced from the groove bases (7, 7') of the receiving grooves (5, 5') by a height difference h,
- wherein between each interim region (10) and the groove bases (7, 7') extends parallel to the longitudinal direction of the passages (8) in each case one ramp (11) and the ramps (11) are spaced parallel to one another,
- wherein the seal (3) has a peripheral sealing cord,

wherein

- the seal (3) extends in the receiving grooves

(5, 5') and with in each case one sealing web (12) across two ramps (11) and an interim region (10) situated between them,
- each ramp (11) is rounded at the transition to the receiving groove (5, 5') with a radius R1 and at the transition to the interim region (10) with a radius R2,
- the ramps (11) are inclined at between 20° < α < 65° with respect to the interim region (10), or have an S-shaped course, wherein a turning point W is arranged in the range from 10% to 80% of the height difference h starting from the groove-base (7, 7') of the receiving groove (5, 5),

characterised in
that at least one of the ramps (11) is formed as a groove (13) which extends parallel to the longitudinal direction of the passages (8) and in which the seal (3) extends in sections, wherein the ratio of the groove filling degree on the part of the seal (3) in the groove (13) of the at least one ramp (11) to the groove filling degree on the part of the seal (3) in the receiving groove (5, 5') in the compressed state of the seal (3) is between 1.0 and 1.4.

2. Heat exchanger according to claim 1,
characterised in that
a ratio of the height difference h to the diameter D of a portion of the seal (3) in the receiving groove (5, 5') is in an uncompressed state 0.7 < h/D < 2.5, preferably 1.0 < h/D < 2.0.

3. Heat exchanger according to claim 1 or 2,
characterised in that
a ratio of the radius R1 or R2 to a radius R3 of the portion of the seal (3) in the receiving groove (5, 5') in a compressed state is 0.3 < R1/R3 < 3.0 or 0.3 < R2/R3 < 3.0

4. Heat exchanger according to any of the preceding claims,
characterised in that
a longitudinal end, facing the receiving groove (5, 5') of a passage (8) lies between 1 mm < a < 15 mm, in particular, between 2 mm < a < 6 mm closer to the receiving groove (5, 5') than a transition of the ramp (11) to the interim region (10).

5. Heat exchanger according to any of the preceding claims,
characterised in that
the ramps (11) have a breadth b1 and the interim regions (10) have a breadth b2, wherein the ratio is 0.3 < b1/b2 < 1.0.

6. Heat exchanger according to any of the preceding claims,
characterised in that
the seal (3) has at least one prestressing web (14) for reducing tensile stresses on the seal (3), wherein the at least one prestressing web (4) is arranged parallel to a sealing web (12).

7. Heat exchanger according to any of the preceding claims,
characterised in that
the lid (4) is in the form of a box which has lateral protrusions (6) extending on the longitudinal sides on the outer region of the box on two sides opposite one another, wherein the lateral protrusions (6) extend into the receiving grooves (5, 5') and have an overhang (16) extending longitudinally over the seal (3).

8. Heat exchanger according to any of the preceding claims,
characterised in that
the lid (4) is formed as a box which has a box foot (15), wherein on a longitudinal side on the outer region of the box foot (15) is arranged a protrusion (20) for positioning the box on the bottom (2).

9. Heat exchanger according to any of the preceding claims,
characterised in that
the receiving groove (5, 5') has a wall (18) which is bent such that it grips below at least a part of the lateral protrusion (6) of the lid (4).

10. Heat exchanger according to claim 9,
characterised in that
the wall (18) of the receiving groove (5, 5') has several regions and/or crenellations which repeat in their geometric shape, which are arranged symmetrically to the passages (8) of the bottom (2) and is can be bent or are bent around the lateral protrusion (6) of the lid (4).

11. Heat exchanger according to any of the preceding claims,
characterised in that
the heat exchanger (1) has a lateral part (19) which is inserted through a passage of the bottom, with a lateral part overhang s for connecting the bottom (2) with the lid (4), wherein the average distance between the lateral part (19) and an adjacent outer flat pipe (9) has the value q and wherein the ratio is 0.3 < s/q < 0.7.

12. Heat exchanger according to any of the preceding claims,
characterised in that
all passages (8) have the same contour and the same surface area.

13. Heat exchanger according to any of claims 1 to 11,

characterised in that
at least the two outer passages (8) arranged at the lateral ends of the bottom have a surface area which differs from the otherwise equal surface area of the remaining passages (8) by the factor 0.8 to 1.3.

Revendications

1. Échangeur de chaleur (1) avec un fond (2), un joint (3) et un couvercle (4),

   - dans lequel le fond (2) présente deux rainures de réception (5, 5') parallèles et espacées, s'étendant dans le sens longitudinal du fond (2), qui sont disposées sur deux côtés opposés du fond (2) et sont conçues pour recevoir des saillies latérales (6) du couvercle (4),
   - dans lequel chaque rainure de réception (5, 5') présente un fond de rainure (7, 7'),
   - dans lequel le fond (2) présente au moins trois passages (8) qui sont disposés parallèlement les uns aux autres et espacés des rainures de réception (5, 5') dans un plan et s'étendant perpendiculairement aux et entre les rainures de réception (5, 5'),
   - dans lequel une zone intermédiaire (10) est formée dans le plan entre deux passages (8), qui est disposée parallèlement aux fonds de rainures (7, 7') des rainures de réception (5, 5') d'une différence de hauteur h,
   - dans lequel une rampe (11) s'étend entre chaque zone intermédiaire (10) et les fonds de rainures (7, 7') parallèlement au sens longitudinal des passages (8) et les rampes (11) sont espacées parallèlement les unes aux autres,
   - dans lequel le joint (3) présente un cordon d'étanchéité circonférentiel,

   dans lequel

   - le joint (3) passe dans les rainures de réception (5, 5') et, respectivement avec une nervure d'étanchéité (12), sur deux rampes (11) et une zone intermédiaire (10) reposant entre les deux,
   - chaque rampe (11) est arrondie au niveau de la transition vers la rainure de réception (5, 5') avec un rayon R1 et au niveau de la transition vers la zone intermédiaire (10) avec un rayon R2,
   - les rampes (11) sont inclinées entre $20° < \alpha < 65°$ par rapport à la zone intermédiaire (10), ou présentent un tracé en forme de S, un point de retournement W compris entre 10 % et 80 % de la différence de hauteur h étant disposé à partir du fond de rainure (7, 7') de la rainure de réception (5, 5'),

   caractérisé en ce
   qu'au moins l'une des rampes (11) est conçue comme une rainure (13) qui s'étend parallèlement au sens longitudinal des passages (8) et dans laquelle le joint (3) passe par des sections, le rapport du degré de remplissage de rainure à travers le joint (3) dans la rainure (13) de l'au moins une rampe (11) jusqu'au degré de remplissage de rainure à travers le joint (3) dans la rainure de réception (5, 5') à l'état pressé du joint (3) étant entre 1,0 et 1,4.

2. Échangeur de chaleur selon la revendication 1,
   caractérisé en ce
   qu'un rapport de la différence de hauteur h au diamètre D d'une section du joint (3) dans la rainure de réception (5, 5') à l'état non pressé est de $0,7 < h/D < 2,5$, de préférence de $1,0 < h/D < 2,0$.

3. Échangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2,
   caractérisé en ce
   qu'un rapport du rayon R1 ou R2 à un rayon R3 de la section du joint (3) dans la rainure de réception (5, 5') à l'état pressé est de $0,3 < R1/R3 < 3,0$ ou $0,3 < R2/R3 < 3,0$.

4. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
   caractérisé en ce
   qu'une extrémité longitudinale d'un passage (8) opposée à la rainure de réception (5, 5') est comprise entre $1 mm < a < 15 mm$, en particulier entre $2 mm < a < 6 mm$ plus près de la rainure de réception (5, 5') qu'une transition de la rampe (11) à la zone intermédiaire (10).

5. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
   caractérisé en ce que
   les rampes (11) présentent une largeur b1 et les zones intermédiaires (10) présentent une largeur b2, le rapport étant de $0,3 < b1/b2 < 1,0$.

6. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le joint (3) présente au moins une nervure de précontrainte (14) destinée à réduire les contraintes de traction sur le joint (3), l'au moins une nervure de précontrainte (4) étant disposée parallèlement à une nervure d'étanchéité (12).

7. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
   caractérisé en ce que
   le couvercle (4) est conçu comme une boîte, qui présente des saillies latérales (6) s'étendant longitudinalement sur la zone extérieure de la boîte sur deux côtés opposés, les saillies latérales (6) s'étendant dans les rainures de réception (5, 5') et présentant

un surplomb (16) dépassant dans le sens longitudinal sur le joint (3).

8. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le couvercle (4) est conçu comme une boîte qui présente un pied de boîte (15), une saillie (20) destinée au positionnement de la boîte sur le fond (2) étant disposée sur un côté longitudinal sur la zone extérieure du pied de boîte (15).

9. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la rainure de réception (5, 5') présente une paroi (18) qui est au moins partiellement rabattue de sorte qu'elle s'engage derrière au moins une partie de la saillie latérale (6) du couvercle (4).

10. Échangeur de chaleur selon la revendication 9,
caractérisé en ce que
la paroi (18) de la rainure de réception (5, 5') présente plusieurs zones et/ou créneaux qui se répètent dans leur forme géométrique, qui sont disposés symétriquement aux passages (8) du fond (2) et peuvent être repliés ou rabattus autour de la saillie latérale (6) du couvercle (4).

11. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
l'échangeur de chaleur (1) présente une partie latérale (19) qui est introduite à travers un passage du fond, avec un surplomb de partie latérale s destiné à connecter le fond (2) au couvercle (4), la distance moyenne entre la partie latérale (19) et un tube plat extérieur adjacent (9) ayant la valeur q et le rapport étant de $0,3 < s/q < 0,7$.

12. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
tous les passages (8) présentent le même contour et la même superficie.

13. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11,
caractérisé en ce
qu'au moins les deux passages extérieurs (8) disposés aux extrémités latérales du fond présentent une superficie qui diffère de l'autrement même superficie des autres passages (8) par un facteur de 0,8 à 1,3.

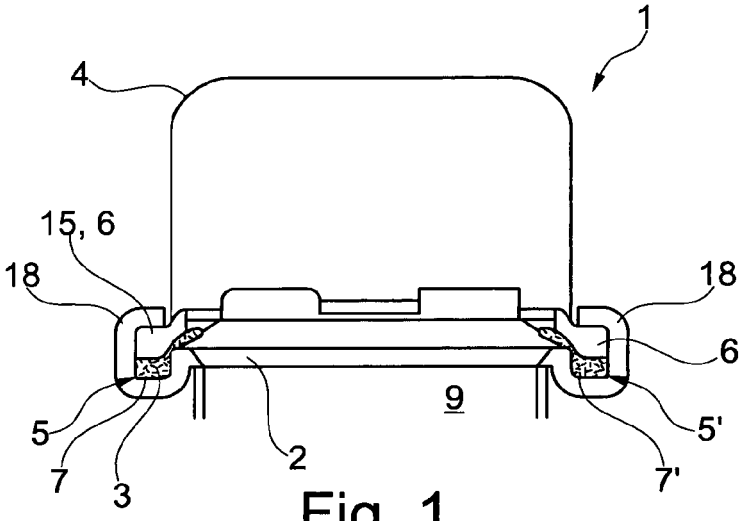


Fig. 1

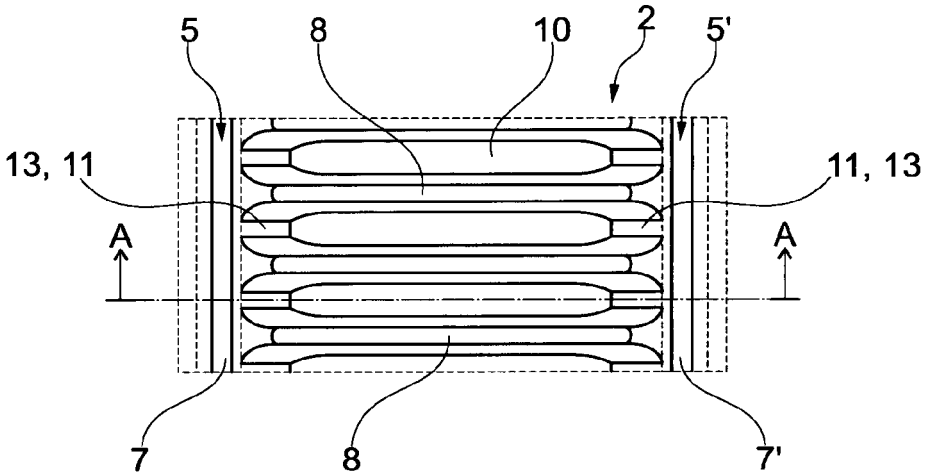


Fig. 2

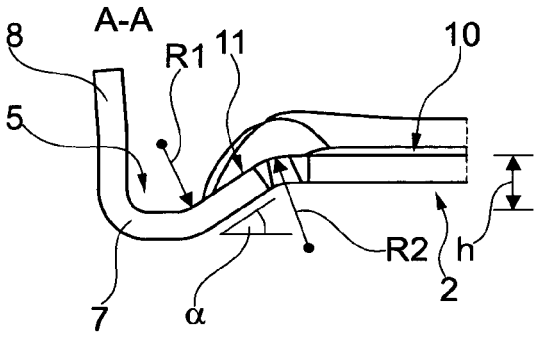


Fig. 3

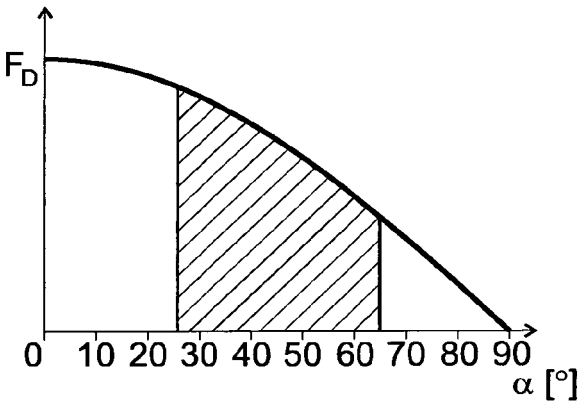


Fig. 4

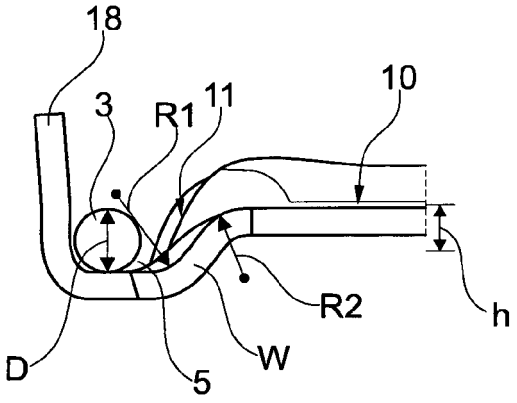


Fig. 5

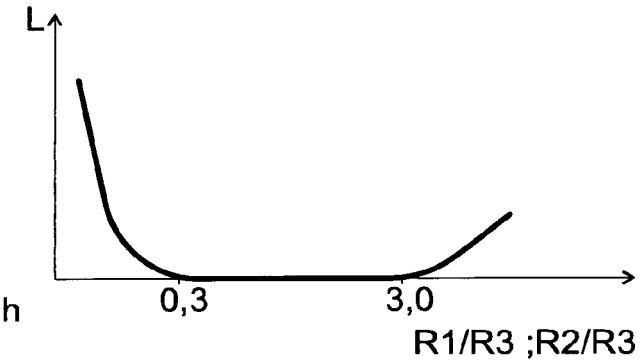


Fig. 6

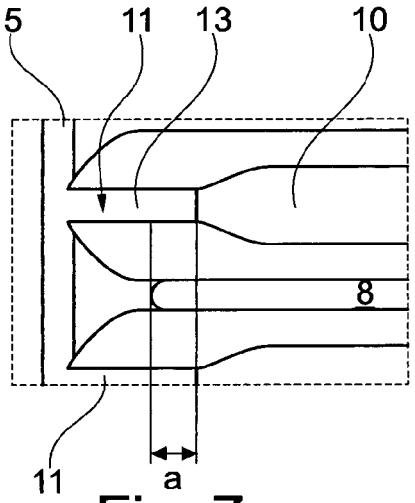


Fig. 7

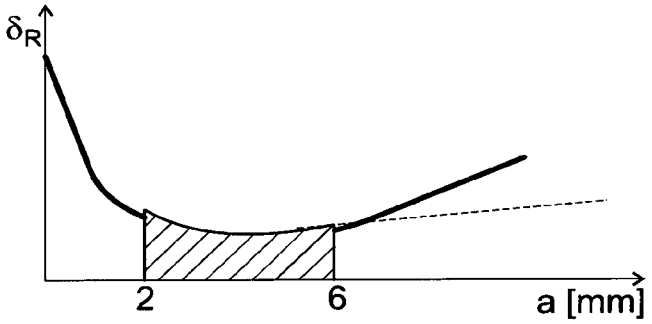


Fig. 8

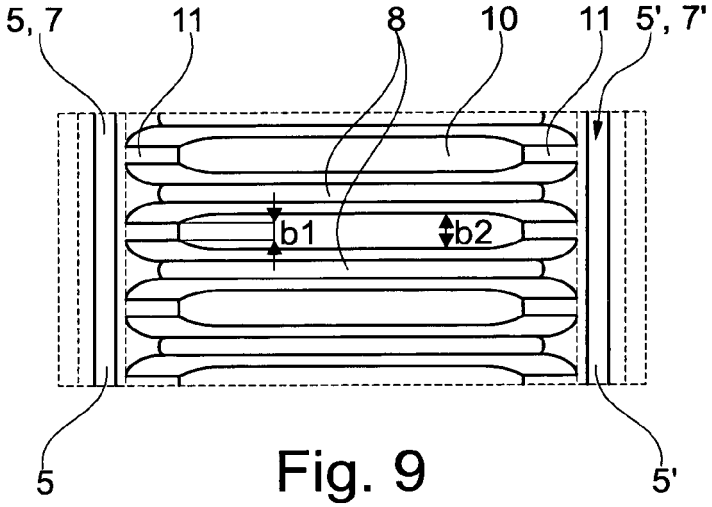


Fig. 9

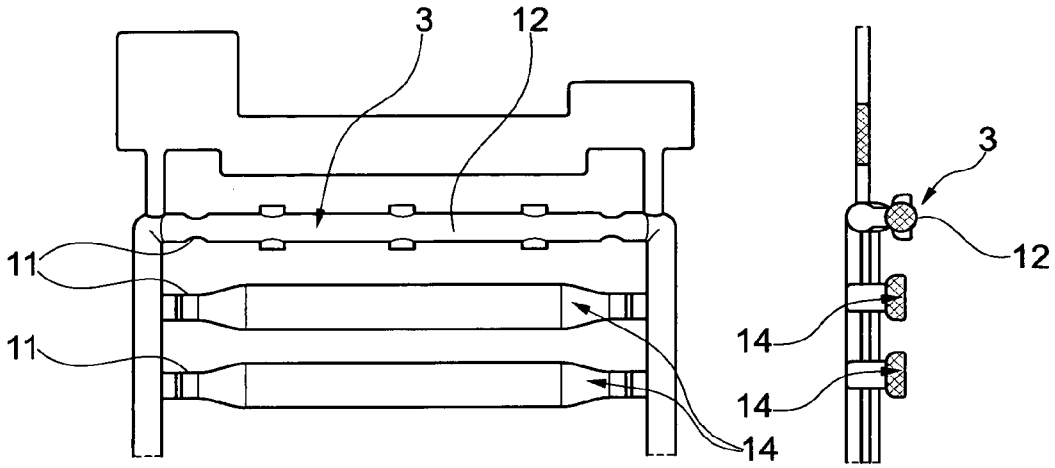


Fig. 10

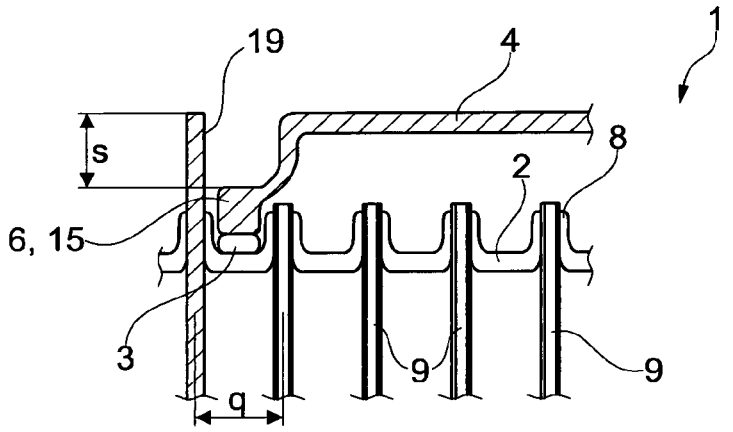


Fig. 11

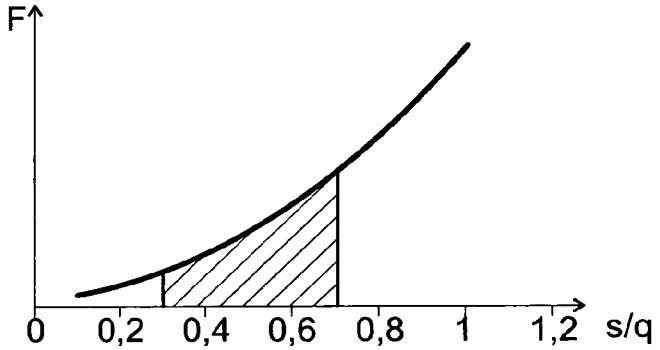


Fig. 12

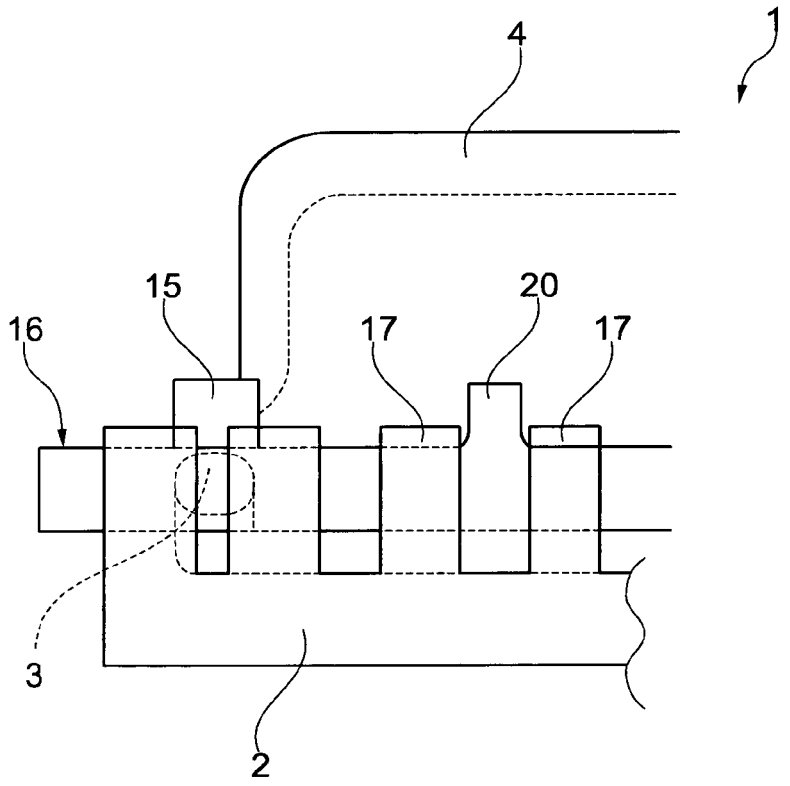


Fig. 13

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

- EP 2498040 A2 **[0004]**
- FR 2822532 B1 **[0005]**