

(19)



(11)

EP 2 975 350 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.01.2016 Patentblatt 2016/03

(51) Int Cl.:
F28F 1/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15173792.1**

(22) Anmeldetag: **25.06.2015**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Gea Maschinenkühltechnik Gmbh**
44625 Herne (DE)

(72) Erfinder: **Gora, Thomas**
44625 Herne (DE)

(74) Vertreter: **Griepenstroh, Jörg**
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(30) Priorität: **25.06.2014 DE 102014108890**

(54) **WÄRMETAUSCHER**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher umfassend Rohre 2,
1.1. die sich in eine Axialrichtung erstrecken und dafür vorgesehen sind, quer zur Axialrichtung von außen angeströmt zu werden,
1.2. und mit den Rohren außenseitig in Kontakt stehende Rippen 1 die sich quer zur Axialrichtung der Rohre erstrecken,
1.3. wobei die Rippen 1 Öffnungen 3 zur Aufnahme der Rohre besitzen,
1.4. wobei die Öffnungen 3 von einem unprofilierten Ring der Rippen 1 umgeben sind, der quer zur Axialrichtung der Rohre ausgerichtet ist,
1.5. wobei die Rippen 1 erste Bereiche und hinsichtlich ihrer Oberflächenstruktur 6, 8 abweichende zweite Bereiche besitzen, wobei die Oberflächenstrukturen 8 der zweiten Bereiche nicht eben sind,
1.6. wobei die zweiten Oberflächenstrukturen 8 wenigstens eine ringförmig verlaufende Vertiefung aufweisen, welche die Öffnungen 3 zur Aufnahme der Rohre umgeben,
dadurch gekennzeichnet, dass
1.7. die zweiten Oberflächenstrukturen 8 im radialen Abstand zur ringförmig verlaufenden Vertiefung wenigstens eine ringförmig verlaufende Erhöhung aufweisen.

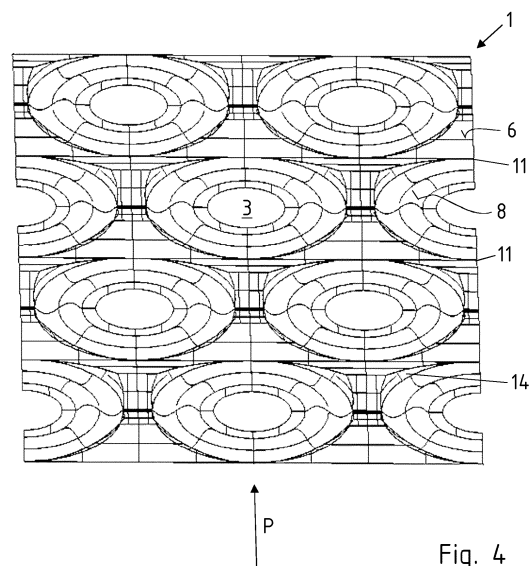


Fig. 4

EP 2 975 350 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0002] Wärmetauscher der hier in Rede stehenden Bauart besitzen Rohre, die sich in eine Axialrichtung erstrecken und von einem ersten Fluid durchströmt werden. Zur Vergrößerung der Wärmetauscherfläche können die Rohre außenseitig berippt sein. Größere Rippen können von mehreren Rohren durchsetzt sein. Die Rippen können flach oder konturiert, insbesondere gewellt oder geriffelt sein. Mit gewellten oder geriffelten Rippen ist es möglich, einen besseren Wärmeübergang zu erreichen, allerdings mit höheren Druckverlusten im Vergleich zu ebenen Rippen. Die auf die geänderten Strömungsbedingungen zurückzuführenden Druckverluste bedingen bei zwangsbelüfteten Wärmetauschern einen höheren Energieaufwand, da der Druckverlust durch entsprechend stärkere Lüfter ausgeglichen werden muss. Um den Druckverlust zu reduzieren, gibt es Rippen, die zusätzliche Öffnungen aufweisen, so dass das anströmende Fluid von einer Wärmeaustauscherseite der Rippe auf die andere Seite der Rippe gelangen kann. Auch Turbulatoren an den zusätzlichen Öffnungen können zur Verbesserung des Wärmeübergangs führen und je nach Gestaltung auch die Druckverluste im Vergleich zu den ersten beiden genannten Rippendesigns reduzieren. Allerdings können bei diesem Rippendesign Hygieneprobleme auftreten, da es insbesondere im Bereich der Durchbrüche und benachbart von Turbulatoren zur Verschmutzungen kommen kann, die sich schlechter entfernen lassen, als bei geschlossenen Rippen.

[0003] Im Stand der Technik sind durch die US 5,927,393 A1 Wärmetauscher bekannt, bei welchen der Wärmeübergang verbessert werden soll, während gleichzeitig die Druckverluste reduziert werden. Es wird vorgeschlagen, sinusförmig gewellte Rippen zu verwenden, die sich quer zur Axialrichtung der Rohre erstrecken. Die Rohre durchsetzen die Rippen in einem der Wellenlänge der Wellung entsprechenden Abstand. Die Rippen besitzen Öffnungen zur Aufnahme der Rohre, wobei die Öffnungen in ringförmigen Basisbereichen der Rippen angeordnet sind. An die ringförmigen Basisbereiche schließen sich wiederum Übergangsbereiche zum Übergang der kreisrunden Kontur auf die Wellung der Rippe an. Da die Rohre im Verhältnis zur Wellenlänge der gewellten Rippe einen großen Durchmesser haben, sind sowohl die ringförmigen Basisbereiche als auch die Übergangsbereiche entsprechend groß. Dies führt dazu, dass sich in den Übergangsbereichen Taschen bilden, in denen Verwirbelungen auftreten, die strömungstechnisch ungünstig sind und zu erhöhten Druckverlusten führen.

[0004] Zum Stand der Technik ist die US 6,889,759 B2 zu nennen, die ebenfalls einen Wärmetauscher mit einem gewellten Blech offenbart. Im Umgebungsbereich der Rippen, die das Blech durchsetzen, ist die Wellung aufgehoben. Dort ist ein sich in Längsrichtung der Rippe

erstreckender verbreiteter Kragen ausgebildet. Der Kragen ist in Relation zum Durchmesser der Rohre relativ breit.

[0005] In der US 5,207,270 wird ein Wärmetauscher beschrieben, bei dem ebenfalls ein unprofilierter Ring mit einem Kragen vorgesehen ist. Zusätzlich ist außerhalb des unprofilierten Ringes eine zweite Oberflächenstruktur mit einer ringförmig umlaufenden, im Querschnitt dreieckförmigen Vertiefung vorgesehen. An diese Vertiefung schließt sich dann eine zick-zack-förmig gewellte Struktur an.

[0006] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher dahingehend weiterzubilden, dass die Wärmeübergangsleistung bei geringen Druckverlusten gesteigert wird.

[0007] Diese Aufgabe ist bei einem Wärmetauscher mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher umfasst Rohre, die sich in eine Axialrichtung erstrecken. Die Rohre sind dafür vorgesehen von außen angeströmt zu werden. Die Rohre stehen außenseitig mit Rippen in Kontakt. Die Rippen erstrecken sich quer zur Axialrichtung der Rohre. Die Rippen besitzen Öffnungen zur Aufnahme der Rohre. Die Rippen besitzen erste und zweite Bereiche. Wenigstens die zweiten Bereiche besitzen eine Oberflächenstruktur. Der Begriff Oberflächenstruktur bedeutet bei der vorliegenden Erfindung, dass die Oberfläche nicht eben ist, das heißt profiliert ist, insbesondere mit Prägungen versehen ist. Die ersten Bereiche der Rippen können hingegen frei von einer Oberflächenstruktur sein, das heißt eben sein. Alternativ können auch die ersten Bereiche eine Oberflächenstruktur besitzen, das heißt nicht eben sein. Die beiden Oberflächenstrukturen weichen aber in ihrer Strukturierung voneinander ab.

[0010] Nachfolgend wird die Variante mit ersten Oberflächenstrukturen und zweiten Oberflächenstrukturen erläutert, wobei sich die Vorteile der Erfindung gegenüber völlig unprofilierten Rippen auch dann ergeben, wenn Oberflächenstrukturen nur in den zweiten Bereichen angeordnet sind. Eine Verbesserung wird durch Oberflächenstrukturen in den ersten und in den zweiten Bereichen erzielt.

[0011] Die beiden Oberflächenstrukturen sind jeweils nicht eben. Vorzugsweise ist die erste Oberflächenstruktur eine sich in Anströmrichtung der Rohre gleichförmig wiederholende Profilierung. Die Rohre werden quer zur Axialrichtung, das heißt radial angeströmt. Die Anströmrichtung steht daher senkrecht zu den Rohren. Bei einer sich gleichförmig wiederholenden Profilierung ergibt sich eine wellenartige Ausprägung. Unter einer wellenartigen Ausprägung ist im Sinne der Erfindung eine Riffelung oder auch eine Wellenform zu verstehen. Unter Riffelung sind Oberflächenstrukturen zu erkennen, wie z.B. Zick-zack- oder Sägezahnkurven, also Profilierungen mit scharfkantigeren Übergängen im Bereich der Amplituden. Bei gerundeten Übergängen im Bereich der Ampli-

tuden ist im Sinne der Erfindung von wellenartigen Ausprägungen die Rede. Wellenartige Ausprägungen sind nicht auf streng sinusförmige Kurvenverläufe beschränkt. Es können auch Kombinationen von wellenartigen und geriffelten Abschnitten sein, die sich aber jeweils gleichförmig wiederholen. Durch die gleichförmige Wiederholung entsteht eine Wellenfront, die sich quer zur Anströmrichtung erstreckt. Die Wellenfront kann gerade oder gekrümmt sein. Maßgeblich ist, dass sie sich in bestimmten Abständen gleichförmig wiederholt.

[0012] Die zweite Oberflächenstruktur weicht von der ersten Oberflächenstruktur ab und besitzt wenigstens eine ringförmig verlaufende Vertiefung und bevorzugt zusätzlich im radialen Abstand dazu eine ringförmig verlaufende Erhöhung. Die wenigstens eine Erhöhung und wenigstens eine Vertiefung umgeben die Öffnungen zur Aufnahme der Rohre ringförmig.

[0013] Das neue Rippendesign führen zu einem verbesserten Wärmeübergang bei nur geringfügig höheren Druckverlusten. Das bedeutet, dass die Größe des Wärmetauschers und damit die Fertigungskosten reduziert werden können, bei im Übrigen gleicher Wärmetauscherleistung. Des Weiteren können die Energieeffizienz und/oder die akustischen Eigenschaften der Wärmetausereinheiten verbessert werden, was ebenfalls auf den verbesserten Wärmeübergang und die nur geringfügig höheren Druckverluste zurückzuführen ist. Das Design der Wärmetauscher ist konform zu aktuellen Hygienestandards, da die Rippen keinerlei Schlitze, Einkerbungen oder Öffnungen besitzen.

[0014] Die Kombination aus zwei unterschiedlichen Oberflächenstrukturen trägt entscheidend zu der Verbesserung des Wärmeübergangs bei. Die Profilierung führt zu einem Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit zwischen einander benachbarten Rippen, da die Strömung durch die radial umlaufenden Erhöhungen und Vertiefungen im Bereich der Rohre beschleunigt wird. Das führt zu einem bemerkenswert verbesserten Wärmeübergang in einem großen Teil der Rippenoberfläche. Das besondere ist, dass ein Strömungsabriss weitestgehend vermieden wird, obwohl die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Rohre beschleunigt wird.

[0015] Die Oberflächenstruktur der Rippen ist bevorzugt eine Kombination aus einem geriffelten oder wellenartig ausgeprägten Profil und einem kreisringförmigen Profil mit radial umlaufend ringförmigen Erhöhungen und Vertiefungen. Diese zweite Oberflächenstruktur ist in ihrer radialen Ausbreitung im Querschnitt vorzugsweise sinuskurvenförmig, so dass diese Struktur als sich kreisförmig ausbreitende Wellenfront beschrieben werden kann.

[0016] Die erste Oberflächenstruktur kann eine sinusförmige aber eine insbesondere zick-zack-förmige Profilierung besitzen. Im Kontext dieser Anmeldung wird auch von einer geriffelten Oberflächenstruktur gesprochen. Die Kombination aus einer geriffelten, insbesondere zick-zack-förmigen Profilierung mit den sinusförmig gewellten Umfangsbereichen der Rohre führt zu einer

stark verbesserten Wärmeübertragungsleistung. Ohne die erste Oberflächenstruktur würde ein großer Teil der Strömung in einem größeren Abstand an den Rohren vorbeiströmen. Die erste Oberflächenstruktur sorgt hauptsächlich dafür, dass ein größerer Teil der Strömung näher an die Rohre herangeführt wird. Die zweite Oberflächenstruktur beschleunigt die Strömung radial zum Rohr und erhöht erheblich die Wärmeübertragungsfläche. Gleichzeitig wird durch die erste Oberflächenstruktur allerdings auch die Wärmeübertragung im größeren Abstand zu den Rohren verbessert. Insgesamt bewirkt die zweite Oberflächenstruktur im Vergleich zu einer in diesem Bereich glatten Rippe eine Vergrößerung der Wärmeübertragerfläche und verbessert damit die Wärmeübertragungsleistung.

[0017] Gute Ergebnisse haben sich ergeben, wenn die zweiten Oberflächenstrukturen jeweils genau eine ringförmig verlaufende Erhöhung und eine einzige ringförmig verlaufende Vertiefung besitzen. Die Erfindung schließt jedoch nicht aus, dass diese zweite Oberflächenstruktur jeweils mehrere ringförmig verlaufende Erhöhungen und Vertiefungen aufweist. Mit zunehmendem radialen Abstand kann die Höhe der Erhöhungen und Vertiefungen abnehmen.

[0018] Bevorzugt ist die Wellenlänge der zweiten Oberflächenstruktur auf die Wellenlänge der geriffelten oder wellenartig ausgeprägten ersten Oberflächenstruktur abgestimmt und steht in einem ganzzahligen Verhältnis $\pm 10\%$. Es ist von Vorteil, wenn die zweiten Oberflächenstrukturen einen radialen Außendurchmesser besitzen, welcher der doppelten Wellenlänge der geriffelten ersten Oberflächenstruktur $\pm 10\%$ entspricht.

[0019] Zudem ist es von Vorteil, wenn die Vertiefungen und Erhöhungen der zweiten Oberflächenstrukturen gleich sind. Bei einer sinusförmigen Wellung bedeutet dies, dass die Amplituden der Wellungen in beiden Richtungen gleich groß sind.

[0020] Um die Übergänge zwischen den beiden Oberflächenstrukturen möglichst sanft zu gestalten, können die Mittelebenen der ersten Oberflächenstruktur und der zweiten Oberflächenstrukturen in axialem Abstand zueinander angeordnet sind. Das heißt, dass die zweite Mittelebene, aus welcher die Vertiefungen und Erhöhungen der zweiten Oberflächenstruktur ausgestellt sind, im axialen Abstand zu der ersten Mittelebene der ersten Oberflächenstruktur angeordnet ist. Die Mittelebene der ersten Oberflächenstruktur ist die Ebene, aus welcher heraus die Riffelungen oder wellenartige Ausprägungen beiderseits der Mittelebene ausgestellt sind.

[0021] Der Abstand der Mittelebenen entspricht hierbei vorzugsweise den Amplituden der Erhöhungen der zweiten Oberflächenstruktur $\pm 10\%$. Zusätzlich können die Amplituden der ersten Oberflächenstruktur dem Abstand der Mittelebenen $\pm 10\%$ entsprechen. Mit anderen Worten sind die Amplituden der ersten Oberflächenstruktur bevorzugt genauso groß wie die Amplituden der zweiten Oberflächenstruktur. Bei dieser Konstellation ist die in Axialrichtung gemessene Höhe der Rippe so groß

wie 3 Amplituden der jeweiligen Oberflächenstrukturen.

[0022] Bevorzugt durchsetzen die Rohre die Rippen in einem Abstand, welcher der doppelten der Wellenlänge der ersten Oberflächenstruktur entspricht. Dieser Abstand wird in Anströmrichtung radial zu den Rohren gemessen, wobei die Axialrichtungen der Rohre mit den Wellentälern zusammenfallen. Das heißt in jedem zweiten Wellental befindet sich ein Rohr.

[0023] Vorteilhaft besitzen die Rohre einen Durchmesser, der einen Bereich von 80 bis 100% der Wellenlänge der ersten Oberflächenstruktur liegt. Daher besitzen die ringförmigen zweiten Oberflächenstrukturen einen Innendurchmesser von 80 bis 100% einer Wellenlänge und einen Außendurchmesser von vorzugsweise 190 - 210%, insbesondere 200% der Wellenlänge der ersten Oberflächenstruktur. Dadurch fällt die zweite Mittelebene mit den Wellentälern der ersten Oberflächenstruktur zusammen, so dass in denjenigen Bereichen, die in Strömungsrichtung vor- und hinter den Rohren liegen, keine Sprünge entstehen. Die Strömung kann vor einem Rohr durch das Wellental der Riffelung gewissermaßen barrierefrei in die sinusförmig gewellten ringförmigen Bereiche der zweiten Oberflächenstruktur eintreten, wo die Strömung nah an dem Rohr vorbeigeführt und beschleunigt wird.

[0024] Jede Rippe besitzt zwei gegenüberliegende Seiten, die als Wärmetauscherflächen dienen, wobei die Seiten mit Ausnahmen der von den Rohren durchsetzen Öffnungen frei sind von weiteren Öffnungen. Hygienische Standards können leichter eingehalten werden, weil sich keine Verschmutzungen an etwaigen Öffnungen festsetzen können. Die Druckverluste sind dementsprechend gering. Das Rippendesign sieht nicht vor, Turbulenzen zu erzeugen, um den Wärmeübergang zu verbessern, sondern die Strömungsgeschwindigkeit zwischen den Rippen und insbesondere in der Nähe der Rohre zu erhöhen, ohne dass es zu wesentlichen Strömungsablösungen kommt.

[0025] Die Rippen haben einen vorgegebenen Abstand zueinander, der durch Distanzelemente oder auch einen Kragen an den Rippen bestimmt ist. Der Kragen vergrößert die Kontaktfläche zwischen Rohr und Rippe und verbessert den Wärmeübergang. Zusätzlich kann über den Kragen auch eine gegenseitige Zentrierung benachbarter Rippen erfolgen. Hierzu kann sich radial außen an den unprofilierten Ring ein axial ausgestellter Zentrierabsatz anschließen. Der Kragen fasst in diesen Zentrierabsatz, so dass die Öffnungen in den Rippen fluchten. Der Kragen kann zusätzlich an einem Ende nach radial außen aufgeweitet sein. Dadurch wird ein Übergangsbereich geschaffen, der als Einführhilfe für ein Rohr dient. Die gegenseitige Zentrierung in Kombination mit einer Aufweitung am Kragen vereinfacht die Handhabung auch einer größeren Anzahl von Rippen während der Montage.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand des in den schematischen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 eine Draufsicht auf einen Teilbereich einer Rippe eines Wärmetauschers;

Figur 2 die Rippe der Figur 1 im Längsschnitt entlang der Linie II in Fig. 1;

Figur 3 eine perspektivische Ansicht einer Schnittdarstellung durch die Rippe der Figur 1;

Figur 4 eine weitere perspektivische Ansicht einer Rippe in Bauart der Rippe der Figur 1;

Figur 5 eine weitere perspektivische Ansicht eines Teilbereichs der Rippe der Figur 1, ähnlich Figur 3;

Figur 6 einen größeren Teilbereich einer Rippe gemäß der Ausführungsform der Figur 1 in einer perspektivischen Ansicht von oben;

Figur 7 die Rippe der Figur 6 in einer anderen Perspektive in der Ansicht von unten;

Figur 8 eine Variante der Rippe in perspektivischer Darstellung;

Figur 9 die Rippe der Figur 8 im Schnitt und

Figur 10 einen Teilbereich einer Variante einer Rippe im Schnitt.

[0027] Figur 1 zeigt eine Rippe 1 als Bestandteil eines Wärmetauschers. Der Wärmetauscher umfasst neben einer Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Rippen 1 Rohre 2, welche Öffnungen 3 in den Rippen 1 durchsetzen. Die Rohre 2 sind in diesem Ausführungsbeispiel kreisrund, genau wie die Öffnungen 3. Die Rohre 2, von denen in Figur 2 nur eines exemplarisch dargestellt ist, erstrecken sich in einer Axialrichtung A. Die Rippe 1 ist profiliert, das heißt nicht eben, wie anhand der Schnittdarstellungen in den Figuren 2 und 3 zu erkennen ist. Der Pfeil P in den Figuren 1 und 2 zeigt die Strömungsrichtung an. Mehrere derartiger Rippen 1 sind in gestapelter Anordnung parallel zueinander platziert und stehen in Kontakt mit den Rohren 2, die von einem ersten Wärmetauschermedium durchströmt werden. Das zweite Strömungsmedium umströmt die Rohre 2 außenseitig. Bei dem Wärmetauscher handelt es bevorzugt um einen Kühler/Erhitzer, bei dem die Rohre 2 von einer Flüssigkeit bzw. einem Kältemittel durchströmt sind und bei welchem außen an den Rohren 2 Kühlluft vorbeigeführt wird.

[0028] Die Rippe 1 lässt sich hinsichtlich ihrer Oberflächenstruktur in zwei Bereiche einteilen. Ein erster Bereich 5 besitzt eine erste, zick-zack-förmige Oberflächenstruktur 6. Die zick-zack-förmige Oberflächenstruktur 6 besitzt eine gerade Wellenfront, die sich in Richtung des Pfeils P ausbreitet. Die zick-zack-förmige Oberflächenstruktur 6 ist eine sich gleichmäßig wiederholende Pro-

filierung und erstreckt sich über die gesamte Länge des Strömungsweges quer zur Strömungsrichtung. In diese zick-zack-förmige, erste Oberflächenstruktur 6 sind zweite Bereiche 7 mit einer anderen Oberflächenstruktur 8 eingebettet. Die zweiten Bereiche 7 sind kreisringförmig konfiguriert und umgeben die Öffnungen 3 für die Rohre 2. Die kreisringförmigen zweiten Bereiche 7 besitzen eine ringförmig umlaufende Erhöhung 10 und im radialen Abstand dazu eine ringförmig verlaufende Vertiefung 9 (Figur 3). Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die in Figur 3 oben liegende Seite als Oberseite 4 bezeichnet. Die Begriffe Vertiefung 9 und Erhöhung 10 sind gleichbedeutend für wechselseitige Ausstellungen gegenüber einer Mittelebene. Bei der Betrachtung von der Oberseite her liegt die Erhöhung 10 der Öffnung 3 radial näher als die Vertiefung 9.

[0029] In Figur 2 ist zu erkennen, dass der Abstand D zweier in Strömungsrichtung aufeinanderfolgenden Öffnungen 3 dem Doppelten der Wellenlänge L der zick-zack-förmig geriffelten ersten Oberflächenstruktur 6 entspricht. Die Rohre 2 bzw. die Öffnungen 3 befinden sich jeweils im Bereich eines Wellentals 11. Das heißt die mit dem eingezeichneten Axialrichtungen A identischen Längsachsen der Rohre 2 fallen mit den jeweiligen Wellentälern 11, das heißt dem jeweils tiefsten Punkten in der Oberseite 4 der zick-zack-förmigen Riffelungen der Rippe 1 zusammen. In Figur 1 ist ferner zu erkennen, dass die Öffnungen 3 in zwei aufeinanderfolgenden Wellentälern 11 quer zur Strömungsrichtung P zueinander versetzt angeordnet sind und zwar um die Teilung T/2.

[0030] Die Rohre 2 besitzen ein im Verhältnis zur Wellenlänge L fast gleich großen Durchmesser D1. Er ist nur geringfügig kleiner. Die Öffnungen 3 werden von einem schmalen, unprofilierten Ring 12 umgeben, der quer zur Axialrichtung A der Rohre 2 ausgerichtet ist. Über diesem Ring 12 stehen die Rohre 2 mit den Rippen 1 in Kontakt. In nicht näher dargestellter Weise kann der Ring 12 einem in Axialrichtung weisenden Kragen haben, der als Abstandshalter zwischen benachbarten Rippen 1 dienen kann und die Kontaktfläche mit dem Rohr 2 vergrößert. Hieran schließt sich die zweite Oberflächenstruktur mit den Vertiefungen 9 und Erhöhungen 10 an.

[0031] Der Außendurchmesser D2 der kreisringförmigen zweiten Oberflächenstrukturen 8 entspricht dem zweifachen der Wellenlänge L, wie anhand der Figur 1 zu erkennen ist. Die Figuren 2 bis 7 zeigen, dass die zweite Oberflächenstruktur 8 sinuskurvenförmig bei gleichbleibender Amplitude gewellt ist. Der ringförmige zweite Bereich 7 entspricht in seiner radialen Ausdehnung exakt der Wellenlänge einer Sinusschwingung zuzüglich der radialen Erstreckung des Rings 12, so dass eine einzige ringförmig verlaufende Erhöhung 10 und eine genauso große ringförmig verlaufende Vertiefung 9 ausgebildet ist.

[0032] Die gleichmäßige Riffelung der ersten Oberflächenstruktur 6 ist wechselseitig um eine Mittelebene M1 ausgelenkt, die auch als Neutralebene bezeichnet werden kann. Die sinusförmige Profilierung der zweiten

Oberflächenstruktur 8 ist wechselseitig um eine zweite Mittelebene M2 ausgelenkt, die ebenfalls als Neutralebene bezeichnet werden kann. Figur 2 zeigt, dass diese beiden Mittelebenen M1, M2 in einem axialen Abstand A1 zueinander angeordnet sind. Die Profilierung der ersten Oberflächenstruktur 6 ragt nicht über die zweite Mittelebene M2 hinaus. Umgekehrt ragen auch die Erhöhungen 10 der zweiten Oberflächenstruktur 8 nicht über die erste Mittelebene M1 hinaus. Die beiden Oberflächenstrukturen 6, 8 überlappen sich daher nur um die Höhe jeweils einer maximalen Amplitude. Die Rippe 1 besitzt in diesem Ausführungsbeispiel eine Ausdehnung in Axialrichtung der Rohre 2, die dem dreifachen der Amplituden der ersten bzw. zweiten Oberflächenstrukturen 6, 8 entspricht.

[0033] Die Beabstandungen der Mittelebenen M1, M2 führen dazu, dass die äußeren Randbereiche der zweiten Oberflächenstrukturen 8 jeweils in Strömungsrichtung gesehen vor und hinter den Rohren 2 mit einem Wellental 11 zusammenfallen. Das bedeutet, dass im Bereich jedes zweiten Wellentals 11 die in Axialrichtung gemessene Dicke der Rippen 1 auf die Blechdicke beschränkt ist. Die Strömung wird beim Anströmen eines Rohrs 2 durch eine abfallende Flanke der geriffelten ersten Oberflächenstruktur 6 ohne Hindernisse in die zweite Oberflächenstruktur 8 übergeleitet. Dort wird die Strömung entlang der ringförmigen Erhöhungen 10 und Vertiefungen 9 kontrolliert und nah an den Rohren 2 vorbeigeführt und schließlich bei Erreichen des diametral anderen Endes der zweiten Oberflächenstruktur 8 ohne Barriere wieder der ersten Oberflächenstruktur 6 zugeleitet.

[0034] In gleicher Weise treffen die Randbereiche der zweiten Oberflächenflächenstrukturen 8 auch mit den Wellentälern 11 quer zur Strömungsrichtung zusammen. Einzig und allein im Übergang zu den Wellenkämmen 13 sind randseitig der zweiten Oberflächenstrukturen 8 Übergangsflanken 14 ausgebildet, die aber größtenteils in Strömungsrichtung P weisen und dadurch nicht wesentlich zur Erhöhung des Strömungswiderstandes beitragen. Zudem sind die Übergangsflanken 14 eine Unterstützung der ringförmigen Erhöhungen 9 und Vertiefungen 10 mit dem Ziel, die Strömung nah an den Rohren 2 vorbeizuführen. Die dreieckigen Übergangsflanken 14 sind maximal so groß wie das Doppelte der Amplitude der zick-zack-förmigen Oberflächenstruktur 6.

[0035] Die Figur 4 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Rippe 1 in einer etwas größeren Ausdehnung. Die Strömungsrichtung ist durch den Pfeil P gekennzeichnet. Anhand der Höhenlinien ist deutlich die sinuskurvenförmige zweite Oberflächenstruktur 8 zu erkennen, die im Bereich der Wellentäler 11 in Strömungsrichtung P vor und hinter den jeweiligen Öffnungen 3 ohne Sprung oder Versatz in die zick-zack-förmige erste Oberflächenstruktur 6 übergeht. Darüber hinaus ist gut zu erkennen, dass die Übergangsflächen 14 zwischen der ersten Oberflächenstruktur 6 und der zweiten Oberflächenstruktur 8 vergleichsweise klein sind und sich insbesondere in Um-

fangsrichtung der kreisrunden zweiten Oberflächenstruktur 8 erstrecken und damit die Strömung so beeinflussen, dass sie in Richtung zu den Rohren gedrängt wird.

[0036] Figur 5 ist eine perspektivische Darstellung ähnlich der Figur 3. Der Pfeil P verdeutlicht wiederum die Strömungsrichtung. Aus dieser Perspektive werden die Profilunterschiede zwischen der Oberflächenstruktur 6 und der zweiten Oberflächenstruktur 8 noch deutlicher. Insbesondere ist zu erkennen, dass sich die sinusförmige Oberflächenstruktur 8 nicht nur in der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Schnittebene befindet sondern auch in der Schnittebene quer zur Figur 3. Die zweiten Oberflächenstrukturen 8 sind rotationsymmetrisch mit einer kreisrunden Wellenfront.

[0037] Die Figuren 6 und 7 zeigen nochmals perspektivische Darstellungen der Rippen 1, einmal in Blickrichtung auf die Oberseite 4 (Figur 6) und einmal in Blickrichtung auf die Unterseite 15 (Figur 7). Bei Blickrichtung auf die Unterseite 15 sind die Wellentäler 11 zum Betrachter hin ausgestellt. Auch hier ist deutlich zu erkennen, dass die zweiten Oberflächenstrukturen 8 im Bereich der Wellentäler 11 ohne Versatz in die erste Oberflächenstruktur 6 übergehen. Zur Orientierung sind bei den Figuren 6 und 7 kartesische Koordinatensysteme eingezeichnet. Wobei A die in Figur 2 dargestellte Axialrichtung der Rohre bedeutet, P die Anströmrichtung bedeutet und Q die Querrichtung, in welcher sich die Wellentäler 11 und Wellenberge 13 der ersten Oberflächenstruktur 6 erstrecken.

[0038] Die Figuren 8 und 9 zeigen eine weitere Ausführungsform einer Rippe, wobei für im Wesentlichen gleiche Bestandteile, die zu den vorherigen Figuren eingeführt Bezugszeichen verwendet werden. Die Rippe 1 unterscheidet sich von derjenigen der Figuren 1 bis 7 dadurch, dass die ersten Bereiche 5 keine Oberflächenstruktur im Sinne einer Profilierung oder Ausstellung besitzen. Die ersten Bereiche 5 sind eben. Die zweiten Bereiche 7 sind in gleicher Weise mit der zweiten Oberflächenstruktur 8 versehen, wie sie bei den vorstehend beschriebenen Figuren 1 bis 7 zu erkennen ist.

[0039] Die Schnittdarstellung der Figur 9 zeigt die Vertiefungen 9 und Erhöhungen 10 der zweiten Oberflächenstruktur 8. In Bezug auf die Beschaffenheit der Oberflächenstruktur 8 wird auf die Erläuterung der Figuren 1 bis 7 Bezug genommen.

[0040] Figur 10 zeigt einen Teilbereich einer Rippe 1 im Schnitt, wobei diese Rippe 1 einen in Axialrichtung weisenden Kragen 16 besitzt. Der Kragen 16 ist an dem unprofilierten Ring 12 ausgebildet, der die Öffnung 3 in der Rippe 1 umgibt. Radial außen schließt sich an den Ring 12 ein Zentrierabsatz 17 an. Er ist umlaufend ausgebildet und in der Bildebene nach unten ausgestellt. Er weist von dem Kragen 16 weg. Auf den Zentrierabsatz 17 folgt die zweite Oberflächenstruktur 8 mit einer ringförmig verlaufenden Erhöhung 10 und mit einer Vertiefung 9. Die erste Oberflächenstruktur 6 ist zick-zack-förmig, wie bei den vorangegangenen Ausführungsbeispielen.

len.

[0041] Der Kragen 16 besitzt an seinem freien Ende eine trichterförmige Aufweitung 18. Der Außendurchmesser der Aufweitung 18 ist an den Außendurchmesser des Ringes 12 angepasst, so dass die Aufweitung 18 bei gestapelter Anordnung der Rippen 1 innerhalb des Zentrierabsatzes 17 angeordnet ist. Der Zentrierabsatz 17 dient als Stapelhilfe für baugleiche Rippen 1.

10 **Bezugszeichen:**

[0042]

1	- Rippe
2	- Rohr
3	- Öffnung
4	- Oberseite
5	- erster Bereich
6	- erste Oberflächenstruktur
7	- zweiter Bereich
8	- zweite Oberflächenstruktur
9	- Vertiefung
10	- Erhöhung
11	- Wellental
12	- Ring
13	- Wellenkamm
14	- Übergangsflanke
15	- Unterseite
16	- Kragen
17	- Zentrierabsatz
18	- Aufweitung an 16
A	- Axialrichtung
A1	- Abstand zwischen M1 und M2
D	- Abstand der Rohre in Strömungsrichtung
D1	- Durchmesser von 3
D2	- Außendurchmesser von 8
M1	- Mittelebene von 6
M2	- Mittelebene von 8
L	- Wellenlänge
P	- Strömungsrichtung
Q	- Querrichtung
T	- Teilung

Patentansprüche

1. Wärmtauscher umfassend Rohre (2),

- 1.1. die sich in eine Axialrichtung (A) erstrecken und dafür vorgesehen sind, quer zur Axialrichtung (A) von außen angeströmt zu werden,
- 1.2. und mit den Rohren (2) außenseitig in Kontakt stehende Rippen (1) die sich quer zur Axialrichtung (A) der Rohre (2) erstrecken,
- 1.3. wobei die Rippen (1) Öffnungen (3) zur Aufnahme der Rohre (2) besitzen,
- 1.4. wobei die Öffnungen (3) von einem unprofi-

- lierten Ring (12) der Rippen (1) umgeben sind, der quer zur Axialrichtung (A) der Rohre (2) ausgerichtet ist,
 1.5.wobei die Rippen (1) erste Bereiche (5) und hinsichtlich ihrer Oberflächenstruktur (6, 8) abweichende zweite Bereiche (7) besitzen, wobei die Oberflächenstrukturen (8) der zweiten Bereiche (7) nicht eben sind,
 1.6.wobei die zweiten Oberflächenstrukturen (8) wenigstens eine ringförmig verlaufende Vertiefung (9) aufweisen, welche die Öffnungen (3) zur Aufnahme der Rohre (2) umgeben,
dadurch gekennzeichnet, dass
 1.7.die zweiten Oberflächenstrukturen (8) im radialen Abstand zur ringförmig verlaufenden Vertiefung (9) wenigstens eine ringförmig verlaufende Erhöhung (10) aufweisen.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Oberflächenstrukturen (8) in ihrer radialen Ausbreitung jeweils sinusförmig gewellt sind.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Oberflächenstrukturen (8) jeweils genau eine einzige ringförmig verlaufende Erhöhung (10) und eine einzige ringförmig verlaufende Vertiefung (9) besitzen.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (1) in den ersten Bereichen (5) eben sind.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (1) in den ersten Bereichen (5) eine erste, nicht ebene Oberflächenstruktur (6) besitzen.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Oberflächenstruktur (6) eine sich in Anströmrichtung der Rohre (2) gleichförmig wiederholende Profilierung ist.
7. Wärmetauscher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Oberflächenstruktur (6) eine Profilierung in Form einer Riffelung oder wellenartigen Ausprägung ist.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Oberflächenstrukturen (8) einen radialen Außendurchmesser (D2) besitzen, welcher der doppelten Wellenlänge (L) der geriffelten ersten Oberflächenstruktur (6) entspricht.
9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertiefungen (9) und Erhöhungen (10) der zweiten Oberflächenstrukturen (8) gleich groß sind.
10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Mittelebene (M1), aus welcher die Vertiefungen und Erhöhungen (10) ausgestellt sind, in axialem Abstand (A1) zu einer zweiten Mittelebene (M2) der zweiten Oberflächenstruktur (8) angeordnet ist.
11. Wärmetauscher nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Amplituden der Erhöhungen (10) der zweiten Oberflächenstruktur (8) dem Abstand (A1) der Mittelebenen (M1, M2) +/- 10 % entspricht.
12. Wärmetauscher nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Amplituden der geriffelten ersten Oberflächenstruktur (6) dem Abstand (A1) der Mittelebenen (M1, M2) +/- 10% entspricht.
13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Oberflächenstruktur (6) zickzackförmig ist.
14. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre (2) die Rippen (1) in einem der doppelten Wellenlänge (L) der ersten Oberflächenstruktur (6) entsprechenden Abstand (A1) durchsetzen, so dass die Axialrichtungen (A) der Rohre (2) mit den Wellenkämmen (13) zusammenfallen.
15. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre (2) einen Durchmesser (D1) besitzen, der in einem Bereich von 80% bis 100% der Wellenlänge (L) der ersten Oberflächenstruktur (6) liegt.
16. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Rippe (1) zwei gegenüberliegende Seiten (4, 15) besitzt, die als Wärmetauscherflächen dienen, wobei die Seiten (4, 15) mit Ausnahme der von den Rohren (2) durchsetzten Öffnungen (3) frei sind von weiteren Öffnungen.
17. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** Rohre (2), die in einem gemeinsamen Wellental (11) der ersten Oberflächenstruktur (6) angeordnet sind, in einem Teilungsabstand (T) zueinander angeordnet sind, wobei die Rohre (2) einem nachfolgenden Wellental (11) um den halben Teilungsabstand (T) zu den Rohren (2) im ersten Wellental (11) versetzt angeordnet sind.
18. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich radial außen an den unprofilierten Ring (12) ein axial ausgerichteter

Zentrierabsatz (17) anschließt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

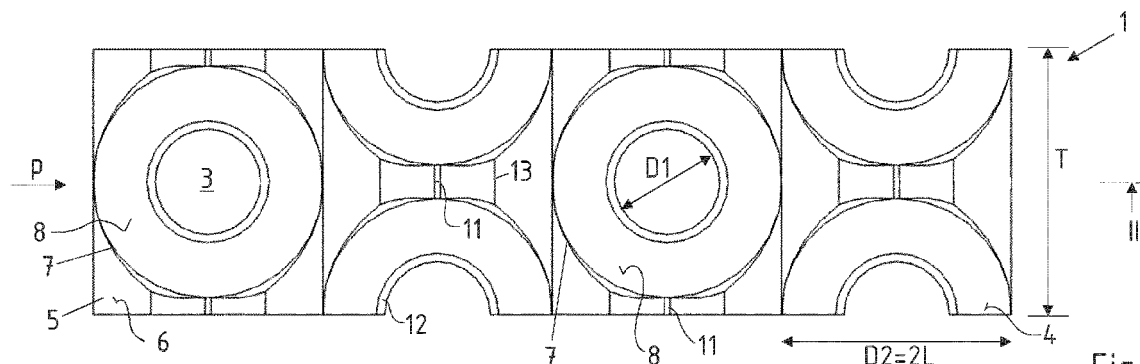


Fig. 1

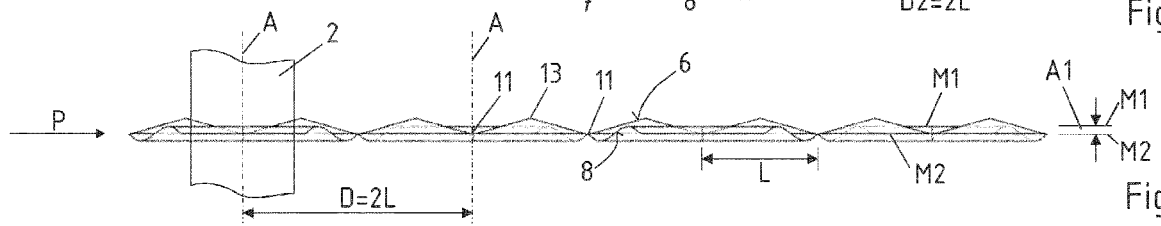


Fig. 2

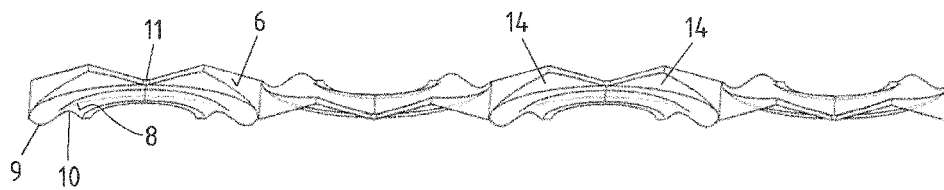
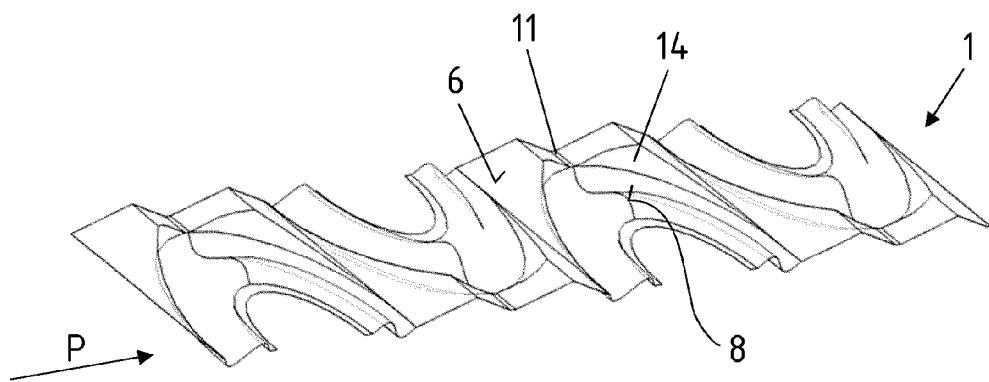
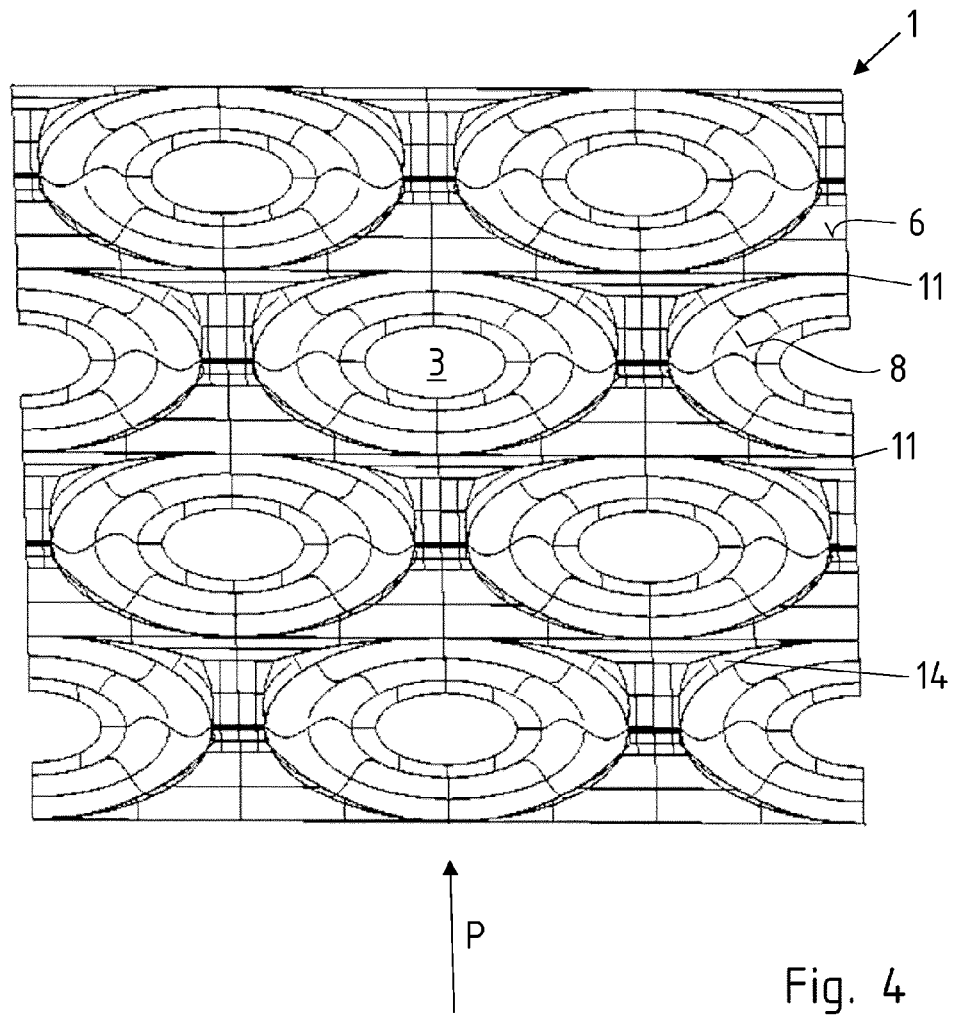
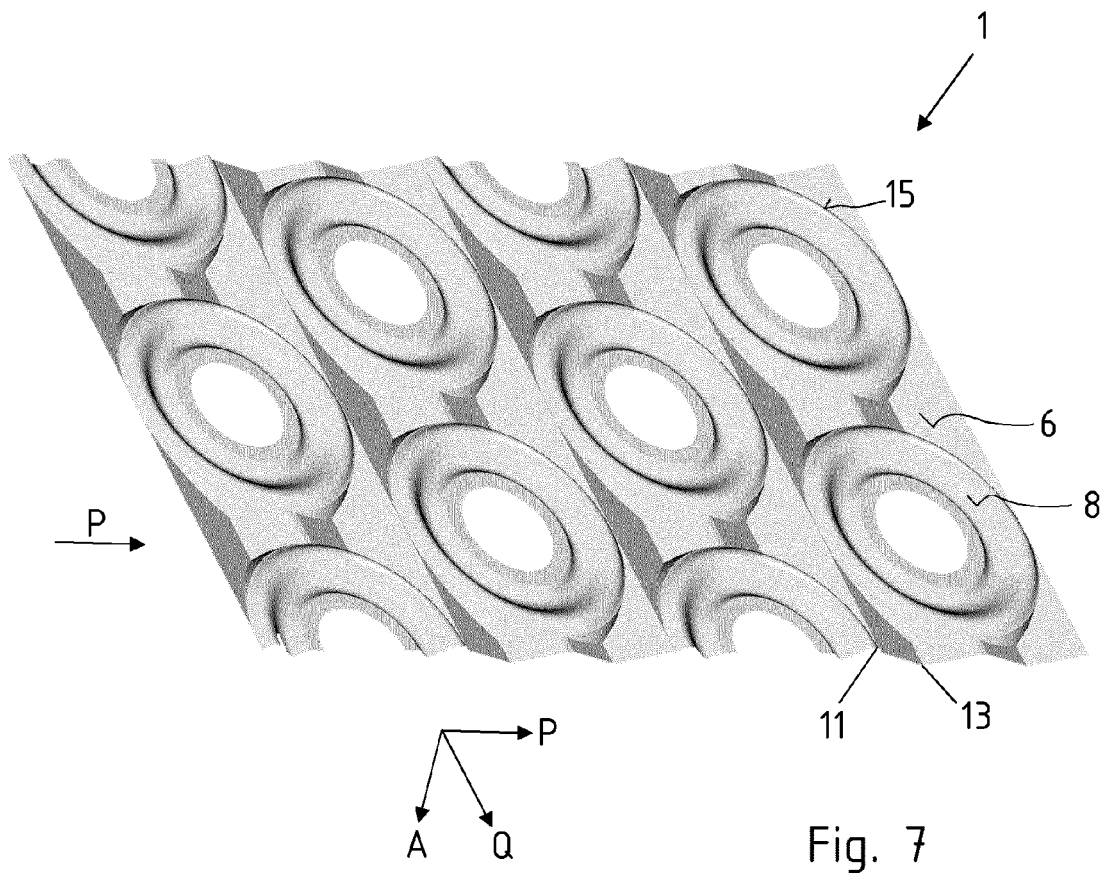
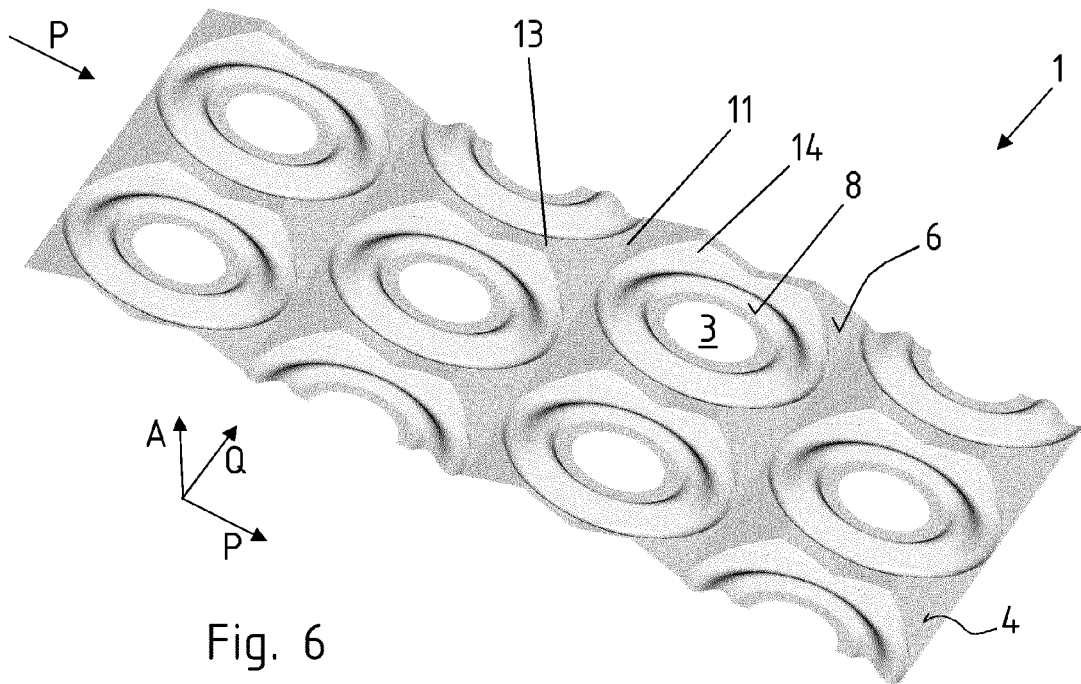


Fig. 3





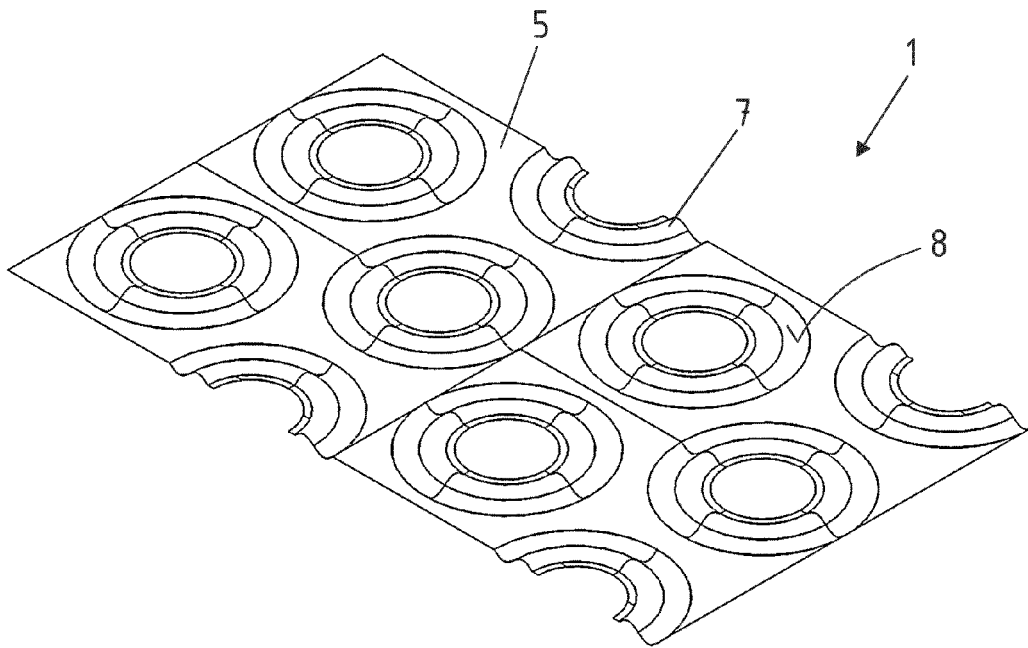


Fig. 8

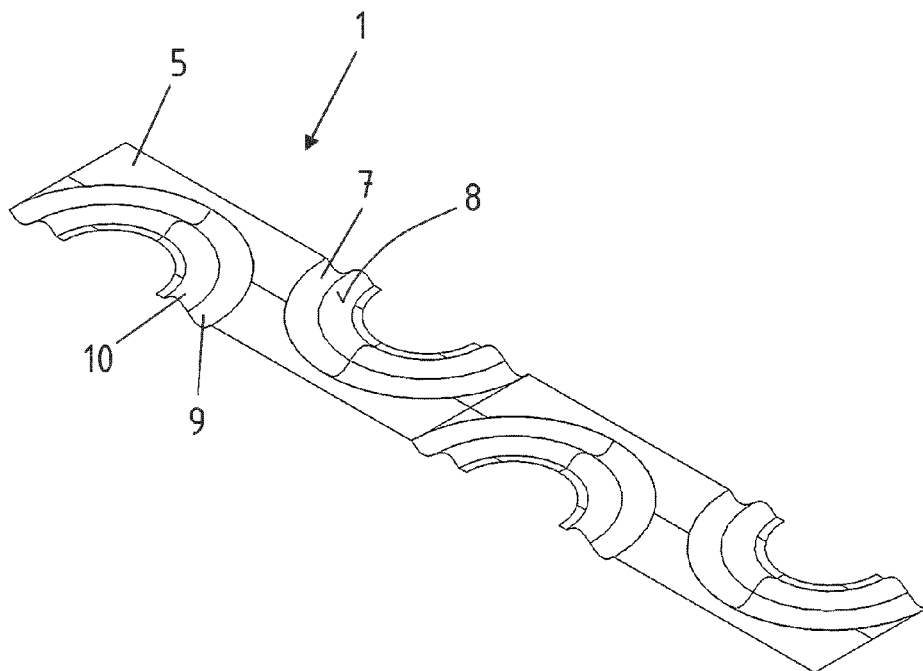


Fig. 9

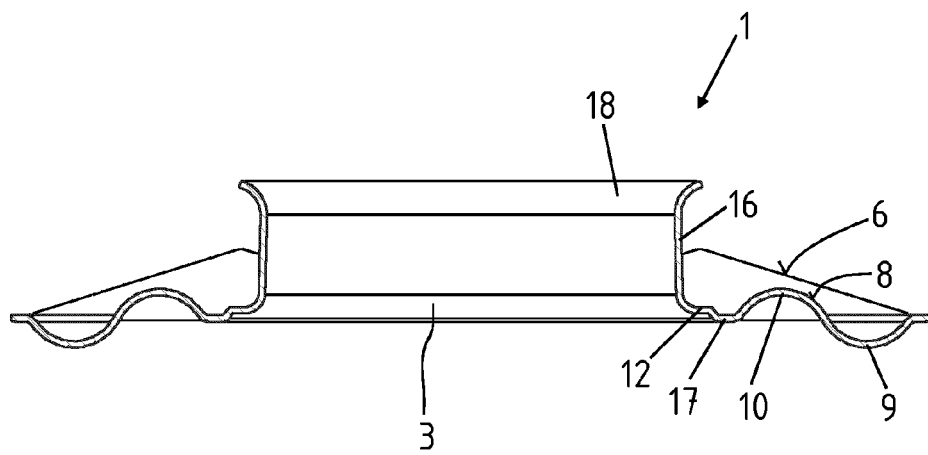


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 17 3792

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	WO 2013/076990 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 30. Mai 2013 (2013-05-30) * Seiten 4-11; Abbildungen 1-6 * -----	1-9, 13-18 10-12	INV. F28F1/32
X,P	WO 2014/167827 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) * Seiten 3-11; Abbildungen 8-9 * -----	1-9, 13-18	
X	WO 2013/161240 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31) * Seiten 8-10; Abbildungen 14-15 * -----	1-3,5-9, 13-18	
X,D	US 5 207 270 A (YOKOYAMA SHOICHI [JP] ET AL) 4. Mai 1993 (1993-05-04) * Spalten 3-5; Abbildungen 4-6 * -----	1-3,5-9, 13-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Dezember 2015	Prüfer Merk, Andreas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 17 3792

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-12-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013076990 A1	30-05-2013	CN 103134371 A	05-06-2013
		CN 203069029 U	17-07-2013
		EP 2784427 A1	01-10-2014
		JP WO2013076990 A1	27-04-2015
		WO 2013076990 A1	30-05-2013
WO 2014167827 A1	16-10-2014	KEINE	
WO 2013161240 A1	31-10-2013	CN 104246409 A	24-12-2014
		JP 2013224800 A	31-10-2013
		WO 2013161240 A1	31-10-2013
US 5207270 A	04-05-1993	CN 1061657 A	03-06-1992
		JP 2661356 B2	08-10-1997
		JP H04158191 A	01-06-1992
		US 5207270 A	04-05-1993

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5927393 A1 [0003]
- US 6889759 B2 [0004]
- US 5207270 A [0005]