

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 813 037 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.12.1997 Patentblatt 1997/51

(51) Int. Cl.⁶: **F28D 7/02**, F28F 3/04,
F24H 1/43, B21C 37/20

(21) Anmeldenummer: 96108744.2

(22) Anmeldetag: 31.05.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK FR GB IT LI NL

(71) Anmelder:
VISSMANN WERKE GmbH & CO.
35108 Allendorf/Eder (DE)

(72) Erfinder:
• **Hofbauer, Peter**
D-35066 Frankenberg/Eder (DE)

• **Hager, Michael**
D-35037 Marburg/lahn (DE)
• **Strauss, Rolf-Peter**
D-35066 Frankenberg/Eder (DE)

(74) Vertreter:
Stenger, Watzke & Ring
Patentanwälte
Kaiser-Friedrich-Ring 70
40547 Düsseldorf (DE)

(54) Wärmeübertrager, insbesondere für einen Heizkessel

(57) Ein Wärmeübertrager, insbesondere ein Wärmeübertrager für einen Heizkessel, besteht aus mindestens einem Rohr (3) für das wärmeaufnehmende Medium, sowie einem durch das Rohr (3) begrenzten Spalt (8) für einen von innen nach außen gerichteten Durchtritt des wärmeabgebenden Mediums. Um einen Wärmeübertrager mit verbesserter Wärmeübertragung innerhalb des zwischen zwei Windungen gebildeten Spalts zu schaffen, ist der Spalt (8) durch schräg zur Hauptströmungsrichtung (17) des wärmeabgebenden Mediums verlaufende, in den einander gegenüberlie-

genden Wandflächen (11, 12) benachbarter Rohre oder Rohrwindungen (13, 14) ausgebildete Profilierungen begrenzt. Die in der einen Wandfläche (11) ausgebildeten Profilierungen (15) sind so ausgebildet, daß sie die in der jeweils anderen Wandfläche (12) ausgebildeten Profilierungen (16) kreuzen.

Vorgeschlagen werden ferner Verfahren zur Herstellung eines solchen Wärmeübertragers.

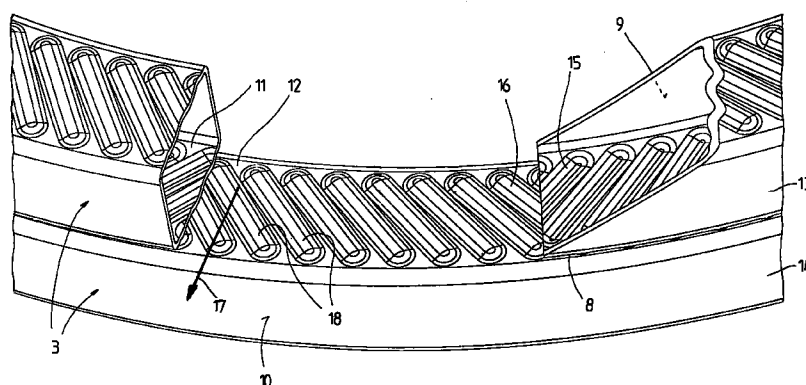


Fig. 2

EP 0 813 037 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere für einen Heizkessel, mit mindestens einem Rohr für das wärmeaufnehmende Medium sowie einem durch das Rohr begrenzten Spalt für einen von innen nach außen gerichteten Durchtritt des wärmeabgebenden Mediums.

Ein Wärmeübertrager dieser Art ist aus der PCT WO94/16272 bekannt. Um einen zentral angeordneten Brenner herum ist mindestens ein Rohr in Gestalt einer Wendel angeordnet, in dem das wärmeaufnehmende Fluid strömt. Der Rohrquerschnitt setzt sich aus einem abgeflacht ebenen und beidseits hiervon angeordneten ovalen Teilen zusammen, so daß jede Windung des Rohres ebene Flächen bildet, zwischen denen sich ein Spalt befindet, der in Durchströmungsrichtung des wärmeabgebenden Mediums eine konstante Höhe aufweist. Um diese konstante Höhe sicherzustellen, sind zwischen zwei jeweils benachbarten Windungen der Wendel entsprechende Abstandshalter angeordnet.

Ferner ist ein gattungsgemäßer Wärmeübertrager bekannt, bei dem viele gerade Rohre mit dazwischen angeordneten Strömungsspalten in Form eines Zylinders angeordnet sind.

Der Parallelspace gemäß der PCT WO94/16272 erlaubt eine relativ preiswerte Herstellung durch Verwendung eines glattwandigen Rohres. Hingegen schöpft der bekannte Wärmeübertrager die Möglichkeiten einer weiteren Steigerung der Wärmeübertragungsleistung nicht voll aus.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, einen Wärmeübertrager und insbesondere einen Wärmeübertrager für einen Heizkessel mit verbesserter Wärmeübertragung innerhalb des zwischen zwei Rohren oder zwei Windungen gebildeten Spalts zu schaffen. Ferner sollen Verfahren zur Herstellung der Rohre eines solchen Wärmeübertragers angegeben werden.

Zur **Lösung** wird bei einem Wärmeübertrager der eingangs genannten Art vorgeschlagen, daß der Spalt durch schräg zur Hauptströmungsrichtung des wärmeabgebenden Mediums verlaufende, in den einander gegenüberliegenden Wandflächen benachbarter Rohre oder Rohrwindungen ausgebildete Profilierungen begrenzt ist, wobei die in der einen Wandfläche ausgebildeten Profilierungen die in der anderen Wandfläche ausgebildeten Profilierungen kreuzen.

Infolge der schräg zur Hauptströmungsrichtung verlaufenden, einander kreuzenden Profilierungen wird der Spalt von dem wärmeabgebenden Fluid wellenförmig durchströmt, wodurch eine Durchmischung der heißen Kernströmung mit der bereits abgekühlten wandnahen Strömung erreicht wird. Diese Durchmischung führt zu einer Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung zwischen wärmeabgebendem und wärmeaufnehmendem Fluid. Ferner wird durch die Profilierung der Wandflächen eine Vergrößerung der insgesamt am Wärmeaustausch beteiligten Flächen erreicht, wodurch sich die Leistung des Wärmeübertragers zusätzlich

steigern läßt.

Vorzugsweise ist das Rohr, wie an sich aus der PCT WO 94/16272 bekannt, wendelförmig gestaltet, und der Spalt verläuft zwischen den Windungen der Wendel.

Die Profilierungen sind vorzugsweise so gestaltet, daß der Druckverlust im Spalt über den Umfang der Wendel annähernd konstant ist. Hierbei hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Profilierungen in Umfangsrichtung der Wendel wellenförmig gestaltet sind.

Die erfindungsgemäßen Profilierungen lassen sich preisgünstig herstellen, wenn das Rohr ein Wellrohr ist, dessen schräg zur Rohrlängsachse verlaufenden Wellen die Profilierungen bilden.

Zur Erzielung einer optimalen Durchmischung zwischen der Kernströmung und der wandnahen Strömung wird vorgeschlagen, daß die in der einen Wandfläche ausgebildeten Profilierungen die in der anderen Wandfläche ausgebildeten Profilierungen unter einem Winkel zwischen 60° und 120° kreuzen.

Zur Vermeidung zusätzlicher Abstandshalter zwischen den einzelnen Windungen der Wendel wird vorgeschlagen, daß benachbarte Windungen im Bereich der Erhebungen der Profilierungen unmittelbar aufeinanderliegen und sich zueinander abstützen. Dies erleichtert ferner den Zusammenbau sowie Einbau des Wärmeübertragers in einen Heizkessel.

Zur Erzielung einer besonders gleichmäßigen Durchmischung des Wärme abgebenden Mediums ist es von zusätzlichem Vorteil, wenn jede Profilierung der einen Wandfläche, über ihre Längserstreckung gesehen, mehrere Profilierungen der jeweils gegenüberliegenden Wandfläche kreuzt.

Zur Erhöhung der Wärmeübertragungsleistung trägt ferner bei, wenn der Spalt in Durchströmungsrichtung des Wärme abgebenden Mediums konvergiert. Hierbei ist die Konvergenz vorzugsweise der Art, daß die Geschwindigkeit und/oder die Wärmeabfuhr und/oder die Druckabnahme des Wärme abgebenden Mediums in Strömungsrichtung pro Längeneinheit annähernd konstant ist.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Rohres für einen Wärmeübertrager mit den voranstehend angegebenen Merkmalen weist als Besonderheit auf, daß als Ausgangsmaterial für das Rohr ein gedrahtes Rundrohr verwendet wird, welches anschließend unter aus mindestens zwei einander gegenüberliegenden Richtungen wirkenden Verformungskräften gestaucht wird.

Ein anderes Verfahren zur Herstellung eines Rohres mit den genannten Merkmalen weist als Besonderheit auf, daß als Ausgangsmaterial für das Rohr ein Rohr mit bauchigen Wandflächen verwendet wird, und daß die Vertiefungen der Profilierungen durch ein unter Druck auf der bauchigen Wandfläche abrollendes Verformungswerkzeug in die Wandfläche eingepreßt werden.

Einzelheiten eines Wärmeübertragers sowie Einzelheiten von Verfahren zur Herstellung eines solchen

Wärmeübertragers werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen erläutert, die auf der Zeichnung dargestellt sind. Darin zeigen:

- Fig. 1 in einer Schnittdarstellung einen in einen Heizkessel eingesetzten Wärmeübertrager in Gestalt eines wendelförmig verlaufenden Rohres;
- Fig. 2 in einer perspektivischen Darstellung Einzelheiten zweier Windungen des wendelförmigen Rohres, wobei die eine Windung aufgeschnitten dargestellt ist;
- Fig. 3 ein Verfahren zur Herstellung der Profilierungen bei einem Rohr der in Fig. 2 dargestellten Art.

Der in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 1 versehene Wärmeübertrager ist in das zylindrische Gehäuse 2 eines Heizkessels eingesetzt. Der Wärmeübertrager 1 besteht aus einem in Gestalt einer zylindrischen Wendel geformten Rohr 3, welches im Betrieb des Heizkessels von dem Wärme aufnehmenden Medium und insbesondere Wasser durchströmt wird. Das wendelförmig verlaufende Rohr 3 unterteilt das Innere des Gehäuses 2 in einen Innenraum 4 innerhalb der Wendel, und einen Außenraum 5 zwischen Wendel und Gehäuse 2.

In dem Innenraum 4 ist ein Flächenbrenner 7 angeordnet, der beim Ausführungsbeispiel als halbkugelförmige Kalotte ausgebildet ist. Der heiße Flächenbrenner 7 gibt Strahlungswärme unmittelbar auf die Innenflächen des wendelförmigen Rohres 3 ab. Zusätzlich zu dieser Wärmeübertragung durch Strahlung findet eine Wärmeübertragung durch Konvektion und Wärmeleitung statt, indem die heißen Brenngase des Brenners 7 durch Spalte 8, die sich zwischen den einzelnen Windungen des Rohres 3 befinden, hindurchtreten und hierbei Wärme an die Wandflächen des Rohres abgeben. Die abgekühlten Heißgase sammeln sich dann in dem Außenraum 5, von wo sie abgeführt werden.

In Fig. 1 ist der Heizkessel mit dem Wärmeübertrager 1 nur in schematischer Form dargestellt. Nachfolgend werden anhand der weiteren Figuren Details der Gestaltung des Rohres 3 und des Spaltes 8 zwischen den einzelnen Windungen des Rohres 3 erläutert.

Die Detaildarstellung Fig. 2 läßt erkennen, daß die Innenfläche 9 und die Außenfläche 10 des gewendelten Rohres 3 glatt geformt sein kann. Hingegen sind jene einander zugewandten Wandflächen 11, 12 zweier benachbarter Windungen 13, 14, die zwischen sich den Spalt 8 begrenzen, mit Profilierungen 15, 16 versehen.

Die Fig. 2 läßt insbesondere in der rechten Bildhälfte erkennen, daß die den Spalt 8 nach oben hin begrenzende Profilierung 15 der jeweils oberen Windung 13 anders ausgerichtet ist, als die den Spalt 8 nach unten hin begrenzende Profilierung 16 der jeweils unterhalb angeordneten Windung 14. Bei dem Ausführungs-

beispiel kreuzen sich die beiden Profilierungen 15, 16 in einem Winkel von etwa 90°, angestrebt ist ein Winkel in dem Bereich zwischen 60° und 120°. Hierzu sind die Profilierungen 15, 16 schräg zur Hauptströmungsrichtung 17 des Heißgases durch den Spalt 8 ausgerichtet.

Die Gestalt der Profilierungen können den jeweiligen Anforderungen entsprechend gewählt werden. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 besteht jede Profilierung aus einer länglichen, schräg zur Hauptströmungsrichtung 17 angeordneten Erhebung 18 auf der jeweiligen Wandfläche 11, 12. Anstelle einer Erhebung können die Wandflächen 11, 12 auch mit Einsenkungen versehen sein, entscheidend ist allein, daß sich, in Richtung der Rohrlängsachse betrachtet, Erhebungen und Einsenkungen abwechseln. In Richtung der Rohrlängsachse betrachtet ergibt sich daher eine Wellenstruktur sowohl der den Spalt 8 nach oben hin begrenzenden Wandfläche 11, als auch der den Spalt 8 nach unten hin begrenzenden Wandfläche 12. Diese Wellenstruktur führt zu einer sehr guten Vermischung des den Spalt 8 im wesentlichen in Hauptströmungsrichtung 17 durchströmenden Heißgases.

Abstandshalter zwischen den einzelnen Windungen 13, 14 der Wendel sind nicht erforderlich. Vielmehr stützen sich die benachbarten Windungen 13, 14 im Bereich der Erhebungen 18 der Profilierungen 15, 16 unmittelbar aufeinander ab. Dies führt zu einem punktuweisen Aneinanderliegen benachbarter Windungen an den Kreuzungspunkten der Profilierungen, so daß keinerlei Behinderung des den Spalt 8 durchströmenden Heißgases erfolgt.

Die Fig. 2 läßt ferner erkennen, daß die Profilierungen 15, 16 so lang ausgebildet sind, daß jede Profilierung der einen Wandfläche 11, über ihre Längserstreckung gesehen, mehrere Profilierungen der jeweils gegenüberliegenden Wandfläche 12 kreuzt. Die Abstützung benachbarter Windungen 13, 14 findet also nicht nur auf einem einzigen Radius der Wendel statt, sondern verteilt über die in Fig. 1 eingezeichnete Breite B des gewendelten Rohres.

Das in Fig. 2 ausschnittsweise dargestellte Rohr 3 ist ein ursprünglich glattwandiges, einen in etwa rechteckigen Querschnitt aufweisendes Rohr, welches in einem späteren Verfahrensschritt mit den Profilierungen 15 bzw. 16 versehen wurde, und zwar ausschließlich in den axial ausgerichteten Wandflächen 11, 12, hingegen nicht an der Innenfläche 9 und der Außenfläche 10. Ein mögliches Verfahren zur Herstellung dieses gewendelten Rohres ist in Fig. 3 dargestellt. Die gewünschte Wellenstruktur der Profilierungen wird durch ein Werkzeug 19 erzeugt, welches auf der Wandfläche abrollt. Das Werkzeug 19 ist mit spiralförmigen Rillen 20 versehen, welche beim Abrollen auf der Wandfläche Erhebungen 18 formen, indem jenes Wandmaterial, welches nicht als Erhebung gestaltet werden soll, durch das Werkzeug 19 in Richtung auf die Rohrmittelachse gestaucht wird. Dazu muß das Rohr, bevor die Wellenstruktur eingeprägt wird, einen leicht bauchigen Querschnitt auf-

weisen, etwa in Gestalt einer Tonne. Die Herstellung der wellenförmigen Profilierung erfolgt gleichzeitig mit dem Wickeln des Rohres zu einer Wendel, oder aber auch danach. Um die Profilierungen auf beiden Seiten des Spaltes aufzubringen, müssen entweder zwei Werkzeuge 19 verwendet werden, die sich dann gegeneinander abstützen, oder es muß ein Werkzeug 19 der in Fig. 3 dargestellten Art im Spalt zwischen zwei benachbarten Wicklungen geführt werden, wobei in diesem Fall das Werkzeug 19 gleichzeitig beide Wandflächen beid-

Bei einem anderen, auf der Zeichnung nicht dargestellten Verfahren, wird als Ausgangsmaterial ein gedrahtes Rundrohr verwendet, welches anschließend unter Verformungskräften gestaucht wird, die aus mindestens zwei einander gegenüberliegenden Richtungen auf das Rundrohr einwirken. Bei diesem Verfahren befindet sich die Wellenstruktur bereits auf dem Ausgangsmaterial, nur muß dieses zur Erzeugung eines Strömungsspaltes von der ursprünglich im wesentlichen runden Querschnittsform auf eine Querschnittsform mit zwei parallelen Flächen umgeformt werden.

Die beiden den Spalt zwischen sich begrenzenden Wandflächen müssen jedoch nicht in jedem Fall parallel ausgerichtet sein. Zur Erzielung einer höheren Wärmeübertragungsleistung kann es von Vorteil sein, wenn der durch die Windungen der Wendel gebildete Spalt in Durchströmungsrichtung des Wärme abgebenden Fluids konvergiert, so daß die mittlere Spalthöhe am Spaltanfang größer ist als am Spaltende.

Bezugszeichenliste

1	Wärmeübertrager
2	Gehäuse
3	Rohr
4	Innenraum
5	Außenraum
7	Brenner, Flächenbrenner
8	Spalt
9	Innenfläche
10	Außenfläche
11	Wandfläche
12	Wandfläche
13	obere Windung
14	untere Windung
15	Profilierung
16	Profilierung
17	Hauptströmungsrichtung durch den Spalt
18	Erhebung
19	Werkzeug
20	Rille
B	Breite des Rohres

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager, insbesondere für einen Heizkessel, mit mindestens einem Rohr (3) für das wärmeaufnehmende Medium, sowie einem durch das

Rohr (3) begrenzten Spalt (8) für einen von innen nach außen gerichteten Durchtritt des wärmeabgebenden Mediums,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Spalt (8) durch schräg zur Hauptströmungsrichtung (17) des wärmeabgebenden Mediums verlaufende, in den einander gegenüberliegenden Wandflächen (11, 12) benachbarter Rohre oder Rohrwindungen (13, 14) ausgebildete Profilierungen (15, 16) begrenzt ist, wobei die in der einen Wandfläche (11) ausgebildeten Profilierungen (15) die in der anderen Wandfläche (12) ausgebildeten Profilierungen (16) kreuzen.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (3) wendelförmig gestaltet ist, und daß der Spalt (8) zwischen den Windungen (13, 14) der Wendel verläuft.
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckverlust im Spalt (8) über den Umfang der Wendel annähernd konstant ist.
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilierungen (15, 16) in Umfangsrichtung der Wendel wellenförmig gestaltet sind.
5. Wärmeübertrager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (3) ein Wellrohr ist, dessen schräg zur Rohrlängsachse verlaufenden Wellen die Profilierungen bilden.
6. Wärmeübertrager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in der einen Wandfläche (11) ausgebildeten Profilierungen (15) die in der anderen Wandfläche (12) ausgebildeten Profilierungen (16) unter einem Winkel zwischen 60° und 120° kreuzen.
7. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Windungen (13, 14) im Bereich der Erhebungen (18) der Profilierungen (15, 16) unmittelbar aufeinanderliegen und sich zueinander abstützen.
8. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Profilierung (15) der einen Wandfläche (11), über ihre Längserstreckung gesehen, mehrere Profilierungen (16) der jeweils gegenüberliegenden Wandfläche (12) kreuzt.
9. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt (8) in Durchströmungsrichtung des Wärme abgebenden Mediums konvergiert.

10. Verfahren zur Herstellung eines Rohres für einen Wärmeübertrager mit den in einem der Ansprüche 1 bis 9 angegebenen Merkmalen,

dadurch gekennzeichnet,

daß als Ausgangsmaterial für das Rohr ein gedrahtes Rundrohr verwendet wird, welches anschließend unter aus mindestens zwei einander gegenüberliegenden Richtungen wirkenden Verformungskräften gestaucht wird.

5

10

11. Verfahren zur Herstellung eines Rohres für einen Wärmeübertrager mit den in einem der Ansprüche 1 bis 9 angegebenen Merkmalen,

dadurch gekennzeichnet,

daß als Ausgangsmaterial für das Rohr ein Rohr mit bauchigen Wandflächen verwendet wird, und daß die Vertiefungen der Profilierungen durch ein unter Druck auf der bauchigen Wandfläche abrollendes Verformungswerkzeug in die Wandfläche eingepreßt werden.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

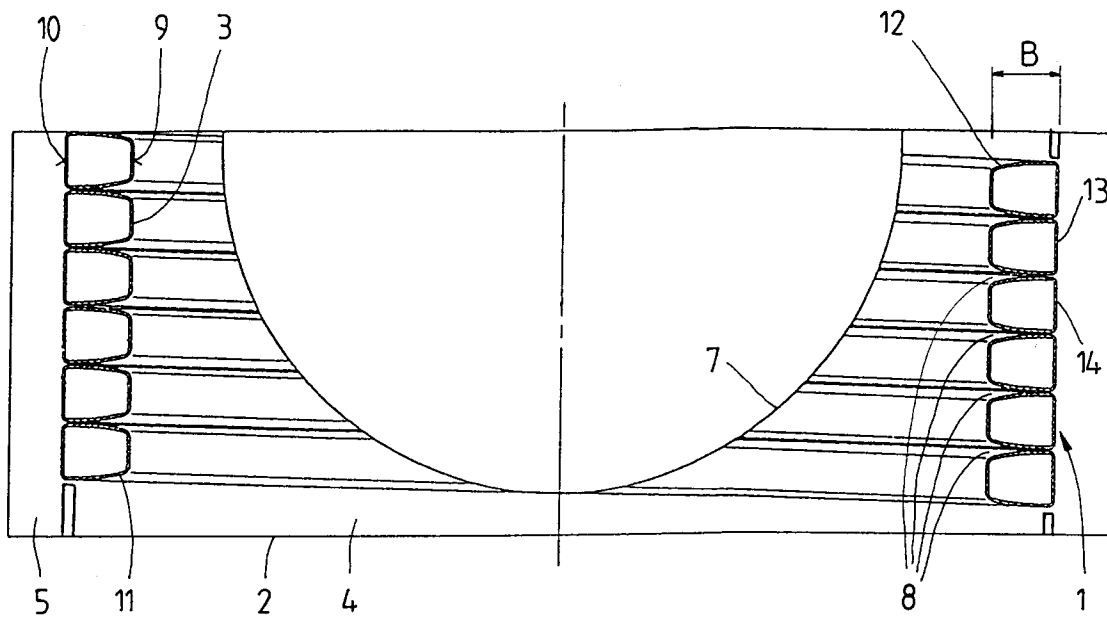


Fig. 1

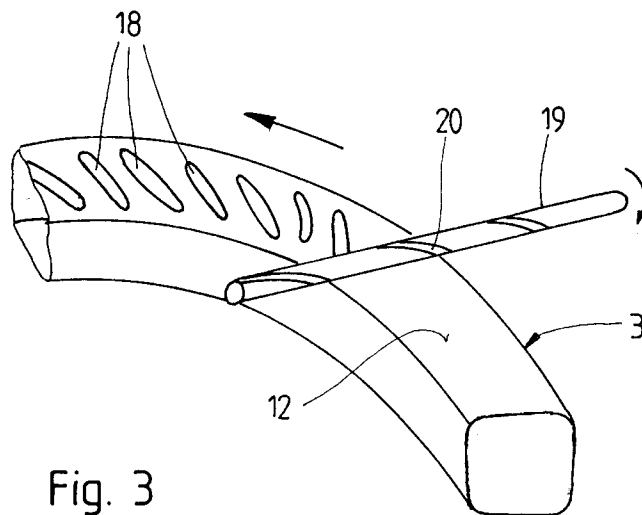


Fig. 3

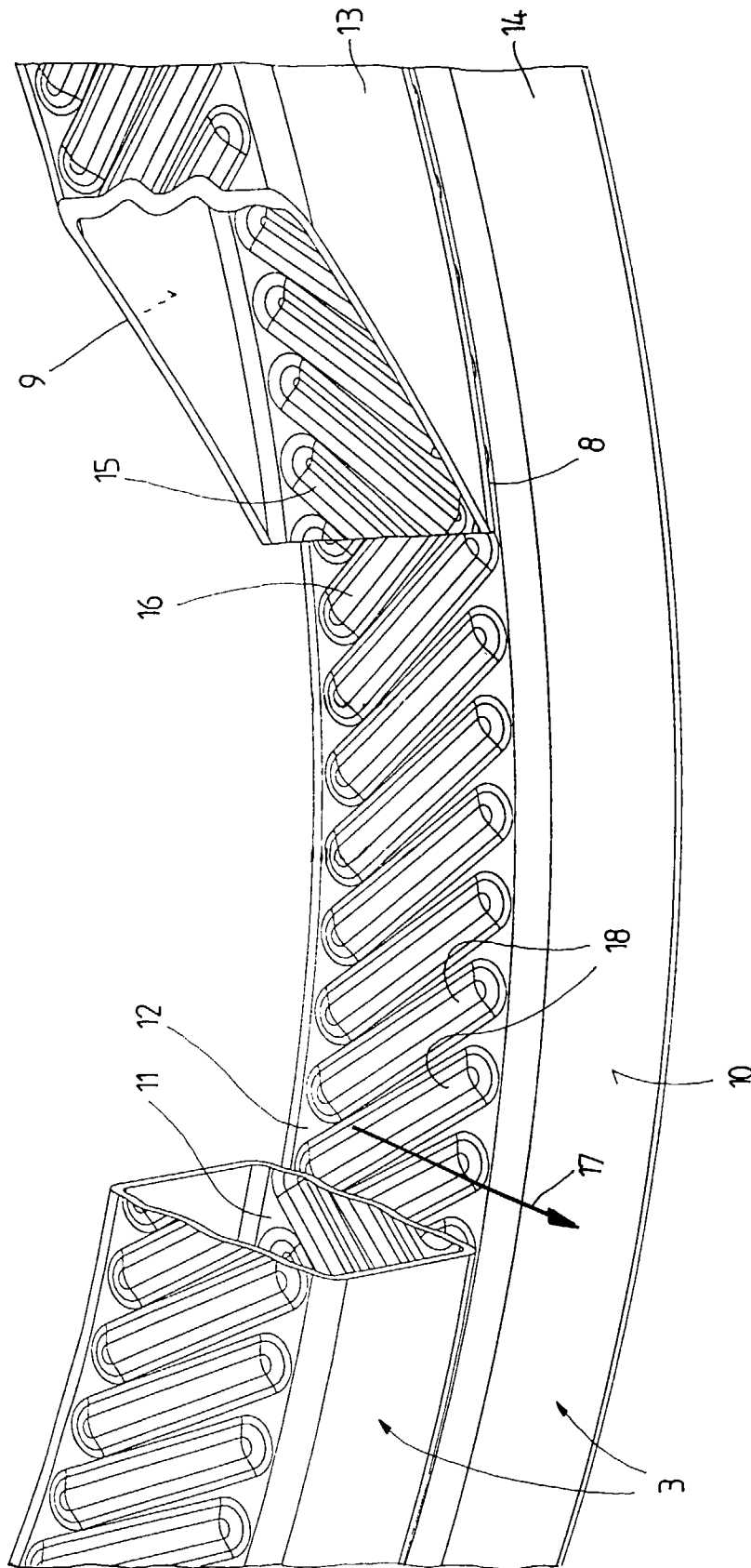


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 96 10 8744

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 467 250 A (VIESSMAN) * Spalte 4, Zeile 28 - Spalte 6, Zeile 37; Abbildungen 3-6 *	1	F28D7/02 F28F3/04 F24H1/43 B21C37/20
X	FR 1 567 831 A (AIR PREHEATER CO. INC.) * Seite 2, Zeile 22 - Seite 3, Zeile 33; Abbildungen 1-3 *	1,8	
Y	---	2,5-7,11	
D,Y	WO 94 16272 A (LE MER) * Seite 8, Zeile 22 - Seite 25, Zeile 9; Abbildungen 1,15,18,25,26 *	2,7	
A	---	10	
Y	EP 0 298 369 A (WITZENHEIM GMBH) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	5	
Y	EP 0 162 827 A (ARMATURJONSSON AB) * Seite 2, Zeile 34 - Seite 5, Zeile 5; Abbildungen 1-4 *	6,11	
X	DE 28 56 678 A (KOMMANDITBOLAGET UNITED STIRLING AB & CO) * Seite 6, Zeile 7 - Seite 8, Zeile 23; Abbildungen 1-8 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F28D F28F F24H B21C B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abchlußdatum der Recherche 18.Oktober 1996	Prüfer BELTZUNG, F
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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)