

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 86105461.7

① Int. Cl.⁴: **F 28 D 7/06**
F 28 F 9/00, F 28 F 1/02

⑱ Anmeldetag: 21.04.86

③① Priorität: 20.04.85 DE 3514379

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.10.86 Patentblatt 86/44

④④ Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR GB IT LI NL SE

⑤① Anmelder: **MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION**
MÜNCHEN GMBH
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40
D-8000 München 50(DE)

⑦② Erfinder: **Hagemeister, Klaus, Dipl.-Ing.**
Manzostrasse 28 b
D-8000 München 50(DE)

⑦② Erfinder: **Wöhrl, Bernhard, Dr.**
Planegger Strasse 21
D-8035 Gauting(DE)

⑤④ **Wärmetauscher.**

⑤⑦ Es wird ein Wärmetauscher mit rohrbündelartiger, von Heißgas umströmter Kreuz-Gegenstrom-Matrix (1) angegeben, die ein- und austrittsseitig mit voneinander getrennten Druckluftführungen (15, 16) kommuniziert, wobei die Matrix (1) aus im wesentlichen U-förmigen Matrixrohrbügeln (2) besteht, deren äußerer Umlenkungsbereich von einer Berandungsleitwand (3) eines Gehäuses (12) für die Heißgasführung umgeben ist. Dabei soll u.a. ein zwischen dem äußeren Umlenkungsbereich der Rohrbügelmatrix (1) und der daran angrenzenden Berandungsleitwand (3) befindlicher Heißgasleckspalt durch mindestens ein flexibles, elastisches Dichtelement (17) abgesperrt sein, um den Wärmetauschprozeß zu optimieren und dabei zugleich betriebsbedingte Differenzbewegungen der Rohrbügel (2) untereinander sowie zwischen den letzteren und dem Gehäuse (1) abdichtend und flexibel zu kompensieren.

1 sr-si

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH

5

Wärmetauscher

10

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15

Bei einem derartigen, z.B. aus der US-PS 4,475,586 bekannten Wärmetauscher ist es erforderlich, eine Berandungsleitwand im Bereich der Umlenkung der zu U-förmigen Bügeln geformten Rohre anzuordnen. Derartige Berandungen wurden bislang beispielsweise als Blechflügel ausgeführt,

20

die ausschließlich der bogenförmigen außenständigen Kontur der Rohrbügel im Bereich der Umlenkung folgen. Da eine solche Berandung konstruktionsbedingt Bestandteil einer anderen, die Wärmetauscherrohrmatrix ummantelnden Gehäusebaueinheit ist, deren Temperatur- und Dehnungsverläufe sich von denen der Wärmetauscherrohrmatrix unterscheiden, erfordert eine derartige Anordnung, um das

25

Prinzip der freien Verschieblichkeit der randständigen Rohrbügel der Matrix nicht zu gefährden, einen dementsprechenden Abstand zwischen dem Blechflügel und der randständigen Reihe von Rohrbügeln der Matrix.

30

Für das eine Arbeitsmedium, also das Heißgas, bewirkt ein solcher Abstand einen verhältnismäßig großen Teil-
leckfluß.

35

ESP-802

-2-

- 1 Daraus ergeben sich zwei wesentliche, die Effektivität
des Wärmetauschers beeinträchtigende Nachteile:

5 Es ist dies erstens die Tatsache, daß diese Heißgasleck-
menge nicht am Wärmetauschprozeß teilnimmt, und zweitens,
daß sie am Austritt aus dem Spalt mit verhältnismäßig
großer Strömungsgeschwindigkeit in das natürliche Heiß-
gasabströmgebiet stromab der Profilrohrmatrix "schießt",
wodurch Mischtrübungen in diesem Abströmgebiet, und
10 damit also verhältnismäßig starke Strömungsungleich-
förmigkeiten entstehen, die zusammen mit dem ersten Nach-
teilsfaktor zu einer verhältnismäßig starken Verringerung
des Wärmetauschgrades führen.

15 Bei einem weiteren aus der US-PS 3,746,083 bekannten Wärme-
tauscher ist die der Matrixumlenkung mit Abstand folgende
Berandungsleitwand fester Bestandteil des die Heißgase
führenden Gehäuses und stützt sich dabei unmittelbar
mittels den Spalt zwischen Berandungsleitwand und Matrix-
20 rohrbügel überbrückender Druckstücke an den letzteren
ab. Hierdurch kann zwar der äußere Heißgasleckflußspalt
teilweise abgedichtet werden mit der gleichzeitigen
Folge eines jedoch undefinierbaren Wärmeaustauschprozesses
im Bereich der äußeren Rohrbügelumlenkung. Eine homogen
25 entlang des äußeren Umlenkgebietes der Matrixrohrbügel
geführte Heißgasströmung kann somit nicht gewährleistet
sein. Insbesondere im Umlenkgebiet hervorgerufene,
thermisch bedingte Differenzdehnungen zwischen den Rohr-
bügel selbst sowie zwischen Rohrmatrix und Gehäuse bzw.
30 äußerer Berandungsleitwand finden im vorliegenden bekannten
Fall keinerlei Berücksichtigung.

Im Rahmen des zuvor erörterten Standes der Technik
finden ferner betriebsbedingte Relativbewegungen der Matrix-

- 1 rohrbündel als Ursache von Rohrschwingungen und -Aus-
lenkungen keinerlei Berücksichtigung. Darüber hinaus
sind zu Bekanntem keinerlei Mittel aufgezeigt, die im
Rahmen des besprochenen Problemkreises in der Lage wären,
5 unter gleichzeitiger Kompensation der genannten Relativ-
bewegungen der Rohrmatrix deren Schwingungen zu dämpfen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die erwähnten
Nachteile zu beseitigen und einen Wärmetauscher nach der
10 eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem die Relativ-
bewegungen der einzelnen Profilrohre untereinander sowie
zwischen den letzteren und der die Matrix umschließenden
Heißgasgehäusestruktur beherrschbar und zugleich insbe-
sondere der bogenförmige äußere Profilrandbereich der
15 Matrix weitestgehend mit in den Wärmetauschprozeß einbe-
ziehbar ist, ohne die Homogenität des heißgasseitigen Ab-
strömgebietes am Matrixaustritt zu gefährden.

Die gestellte Aufgabe ist gemäß den Merkmalen des Kenn-
20 zeichnungsteils des Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß ge-
löst.

Das erfindungsgemäße Dichtelement ist somit in der Lage,
die als Ursache von unterschiedlichen Temperaturen,
25 Schwingungen oder elastischen Auslenkungen verursachten
Relativbewegungen der einzelnen Matrix-Rohrbügel zu
kompensieren und zugleich dabei den unerwünschten, zuvor
definierten Heißgasleckspalt konsequent abzusperren, und
zwar so, daß auch der äußere randständige Matrixumlenkungs-
30 bereich im Rahmen der Heißgashauptdurchströmrichtung in den
Wärmetauschprozeß einbeziehbar ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes er-
geben sich aus den Merkmalen der Patentansprüche 2 bis 15.

35

ESP-802

1 Anhand der Zeichnungen ist die Erfindung beispielsweise weiter erläutert; es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematische wiedergegebene Grundauführung des Wärmetauschers, worin eine Stirnseite der Profilrohrmatrix nebst Rohrführungen im Wege einer ergänzlich geschnittenen Gehäusestruktur sowie die Nachteile zu Bekanntem verdeutlicht sind,
- 10 Fig. 2 die Profilrohrmatrix nach Fig. 1 in schematischer perspektivischer Ansicht im Bereich der Umlenkung unter Weglassung der Berandungsleitwand,
- 15 Fig. 3 eine im Gegensatz zu Fig. 1 seitlich von zwei benachbarten Sammelrohren U-förmig auskragende Rohrmatrix unter Zuordnung des Erfindungsgegenstandes im Wege eines Teillängsschnitts der Gehäuse- und Berandungsleitwandstruktur,
- 20 Fig. 4 ein beispielsweise das thermisch bedingte Ausdehnungskompensationserfordernis der Rohrmatrix unter Bezug auf die Berandungsleitwand verkörperndes Schema zum Wärmetauscher nach Fig. 3,
- 25 Fig. 5 ein die Relativbewegung einzelner Rohrbögen verdeutlichendes Schema gemäß Schnitt A-A der Fig. 4,
- 30 Fig. 6 eine Metall-Filz-Matten-Matrix-Querschnitts-sektion, worin die Metall-Filz-Matte mit Ausnehmungen für anströmseitige Matrixprofilenden ausgestaltet ist,
- Fig. 7 einen Abschnitt der blechbeschichteten Metall-Filz-Matte gemäß Blickrichtung C der Fig. 6,

- 1 Fig. 8 einen Schnitt gemäß D-D der Fig. 7 unter Zu-
ordnung der Matrix nebst Sammelrohren nach
Fig. 6, insbesondere aber auch Fig. 3,
- 5 Fig. 9 einen Gehäuse-Dichtungs-Teillängsschnitt im Be-
randungsleitwandbereich mit stromabwärtig feder-
elastisch abgedichteter Gaszuströmpassage zur
Gasteilstromablenkung über die Metall-Filz-Matte
sowie, im Sinne eines Kreuz-Gegenstrom-Wärme-
10 tauscherprozesses, über die der Matte zumindest
unmittelbar benachbarte Matrix-Rohrbogen-Sektion,
- Fig. 10 eine perspektivisch dargestellte Wärmetauscher-
alternative zu den Fig. 1,3,8 und 9 und
- 15 Fig. 11 eine für die genannten Wärmetauscherbeispiele
geeignete Matrix-Profilquerschnitts-Sektion, die
sich aus einem der Heißgashauptströmungsrichtung
G folgenden Matrixschnitt ergibt.
- 20 Der in Fig. 1 und 2 veranschaulichte Wärmetauscher be-
steht aus einer ersten, als Sammelbehälter 15 ausge-
bildeten Rohrführung, einer im wesentlichen parallel dazu
verlaufenden, ebenfalls als Sammelrohrbehälter 16 ausge-
25 bildeten zweiten Rohrführung und aus einer von Heißgasen
G umströmbaren Rohrmatrix 1, die eintrittsseitig für die
Zuführung eines aufzuheizenden Arbeitsmediums, z.B. Druck-
luft (Pfeil D) an den ersten Sammelbehälter 15 und für
die Abführung der aufgeheizten Druckluft (Pfeil D') aus-
30 trittsseitig an den zweiten Sammelbehälter 16 ange-
schlossen ist. Die Rohrmatrix 1 besteht aus seitlich
von beiden Sammelbehältern 15, 16 quer gegen die Heiß-
gasströmungsrichtung G auskragenden, U-förmigen Matrix-

1 rohrbügel 2, deren äußerer Umlenkungsbereich von einer Berandungsleitwand 3 umgeben ist, die zu- und abströmseitig mit der Wandstruktur des Heißgasgehäuses verbunden ist.

5

Die Rohrmatrix 1 besteht also aus einem Feld von mit Abstand nebeneinander sowie - als Querschnitt gesehen - verschachtelt im wesentlichen gleichförmig räumlich zueinander versetzt angeordneten Matrixrohrbügel 2 (s.h.

10 auch Fig. 11).

Die beiden Rohrführungen für die voneinander getrennte Druckluftzufuhr in die Rohrmatrix bzw. Druckluftabführung aus der Rohrmatrix könnten auch in ein gemeinsames Sammelrohr integriert sein, wie dies aus der
15 US-PS 3,746,083 bekannt ist.

Wie auch anhand der Fig. 4 verdeutlicht, muß zwischen der Berandungsleitwand 3 und den unmittelbar benach-
20 barten Sektionen der Matrixrohrbügel 2 im äußeren Matrixumlenkungsbereich ein verhältnismäßig großer Abstand eingehalten werden, der zugleich gemäß Fig. 1 wiederum einen verhältnismäßig großen Heißgasteilleckfluß A erzwingen würde, der wiederum einen verminderten Wärme-
25 tauschgrad nach sich ziehen würde, weil der Heißgasteilleckfluß A, losgelöst von Heißgashauptstrom G, im wesentlichen nur den genannten Abstandsspalt durchströmt, nicht jedoch die im äußeren Randbereich befindlichen Matrixprofilbögen umströmt. Zugleich würde dem
30 genannten Heißgasteilleckfluß A gegenüber dem Heißgashauptstrom G ein verhältnismäßig großer Geschwindigkeitsüberschuß zuteil, der zu Mischturbulenzen beim Wiedereinströmen in den die Matrix verlassenden Hauptstrom G und damit ebenfalls zu Ungleichförmigkeiten des Wärme-
35 tauschprozesses führen könnte.

1 Unter Verwendung gleicher Bezugszeichen für im wesent-
lichen unveränderte Bauteile gegenüber Fig. 1 verkörpert
in Fig. 4 a den Abstand der Matrixrohrbügel 2 zum Gehäuse
bzw. zur Berandungsleitwand 3 in kaltem Zustand und b den
5 betreffenden erforderlichen Abstand im heißen Zustand, der
die zuvor beschriebenen Nachteile beim Wärmetauschprozeß
zeitigt, andererseits aber unbedingt eingehalten werden
muß, um z.B. Scheuerbewegungen der Matrix am Gehäuse bzw.
an der Berandungsleitwand 3 zu verhindern, wobei diese
10 Scheuerbewegungen z.B. ursächlich für betriebsbedingte
Matrixschwingungen sein können (stoßweise Fahrbetrieb).

Insbesondere muß besagter Abstand a (Fig. 4) baulich
berücksichtigt werden, um betrieblich bedingte Differenz-
15 dehnungen der Matrixrohrbügel 2 bzw. stets eine freie
Dehnbarkeit der letzteren gegenüber dem Gehäuse bzw. der
Berandungsleitwand 3 sicherstellen zu können.

Fig. 5 verkörpert variable Relativbewegungsmöglichkeiten
20 dreier Matrixrohrbügel 2, 2', 2'' untereinander, die
sich zum einen in einem seitlichen Versatz c des Rohr-
bügels 2, zum anderen in einem in Matrixlängsrichtung
von der Berandungsleitwand 3 wegführenden Versatz d
des Rohrbügels 2' sowie z.B. in einem gegen die Be-
25 randungsleitwand 3 gerichteten, in Matrixlängsrichtung
verlaufenden Versatz e des Rohrbügels 2'' äußern können.

Zur Lösung des in Rede stehenden und unter anderem über
die Fig. 1, 4 und 5 verdeutlichten Problems soll gemäß
30 Fig. 3 der zwischen dem äußeren Umlenkungsbereich der
Rohrbügelmatrix 1 und der daran angrenzenden Berandungs-
leitwand 3 befindliche Heißgasleckspalt (Heißgasmindest-
leckspalt b - Fig. 4) durch mindestens ein flexibles,
elastisches Dichtelement 17 abgesperrt sein. Durch dieses

35

ESP-802

1 Dichtelement 17 gelingt es zunächst, die Wärmeverluste
entsprechend gering zu halten; mit anderen Worten wird
der verlustreiche Heißgasleckstromanteil A gemäß Fig. 1
vermieden, d.h., der Heißgashauptstrom G erfährt ledig-
5 lich im U-förmigen Matrixumlenkbereich einen durch das
genannte Dichtelement 17 erzwungenen, leicht seitlich
auspendelnden Strömungsverlauf G', der zugleich eine unbe-
hinderte, nahezu vollständige Heißgasumströmung des Matrix-
rohrbügels, z.B. 2, also auch im äußeren Randbereich der
10 Matrix 1 ermöglicht.

Eine weitere Aufgabe des Dichtungselementes 17 ist es, die
unterschiedlichen Temperaturdehnungen zwischen Rohrbündel
und gekühltem, bzw. isoliertem Gehäuse 12 aufzunehmen wie
15 zuvor anhand der Fig. 4 erläutert. Die Rohrbündel erfahren
untereinander Relativbewegungen infolge unterschiedlicher
Temperaturen, Schwingungen oder elastischer Auslenkungen.
Das Dichtungselement 17 soll diese unterschiedlichen Be-
wegungen aufnehmen können, wie sie im übrigen auch schon
20 in Fig. 5 zuvor erläutert worden sind.

Dabei kann dieses Dichtelement 17 (Fig. 3) den äußeren
Umlenkungsbereich der Rohrbügelmatrix 1 teilweise bzw.
im wesentlichen - wie dargestellt - oder aber auch gänz-
25 lich umschließen.

Gemäß Fig. 6 oder 8 oder 9 kann das Dichtelement 17 in
besonders vorteilhafter Ausgestaltung als eine flexible,
aus elastischem Metallfilz gefertigte Matte ausgebildet
30 sein.

Die flexible Matte paßt sich den zu Fig. 5 beispielhaft
genannten Relativbewegungen der einzelnen Matrixrohr-
bügel 2, 2', 2'', der Matrix 1 an und ist auch in der
35

- 1 Lage, die Schwingungen der betreffenden Matrixrohrbügel aufzunehmen bzw. stark zu dämpfen, also in der Art eines "Schwingungsdämpfungspolsters".
- 5 Wie ferner z.B. aus Fig. 3,4,5 oder 9 ersichtlich, kann die Berandungsleitwand 3 zumindest einschließlich zugehöriger heißgasan- und -abströmseitiger Wandstruktur des Gehäuses 12 auf der der Rohrmatrix 1 bzw. dem Dichtelement 17 zugekehrten Seite mit einer thermischen Isolierung 18
- 10 ausgekleidet sein, um das Gehäuse 12 möglichst kühl zu halten, und damit also keinen nennenswerten, heißgasbedingten thermischen Dehnungen auszusetzen.

Gemäß Fig. 9 soll das Dichtelement 17, als Metallfilzmatte, 15 auf der von der Rohrbügelmatrix 1 abgewandten Seite mittels eines dünnen Bleches 19 abgedeckt sein, das gegenüber der Berandungsleitwand 3 bzw. deren Isolierung 18 unter Be-

lassung einer bogenförmigen Gaszuströmpassage 20 angeordnet ist, die am stromabwärtigen Ende durch eine nach außen

20 abgebogene Sektion des Bleches 19 als federnde Dichtung 21 zugleich abgesperrt ist, indem diese Sektion am Gehäuse 12 bzw. an der Berandungsleitwand 3 fixiert sein soll, z.B.

im Wege einer Schraubverbindung 22. Dabei verkörpert die gestrichelte wiedergegebene Kontur des Bleches 19 die

25 erfindungsgemäße thermische Kompensation als Folge dieser federelastischen Dichtungs-Absperr-Kombination.

Fig. 9 verdeutlicht also ferner, das die Gaszuströmpassage 20 zur Abzweigung eines Teils der in Hauptströmungs-

30 richtung gegen die Matrix 1 gerichteten Heißgase G ausgebildet sein soll.

Erfindungsgemäß kann aber auch anstelle des Bleches 19 (Fig. 11) eine Folie vorgesehen sein.

- 1 Nicht weiter dargestellt, können ferner einzelne Sektionen des Bleches 19 oder der Folie durch Löten, Falzen oder klammerartig mit der Metall-Filz-Matte verbunden sein.
- 5 Im Hinblick auf das Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 ist es ferner besonders vorteilhaft, wenn das Abdeckblech 19 oder die Folie mit Durchbrüchen 23,24,25 versehen ist, die mit der Gaszuströmpassage 20 kommunizieren und über welche (23,24,25) die im äußeren Umlenkungsbereich befindliche
- 10 Rohrbügelmatrix 1 über das als Metall-Filz-Matte ausgebildete Dichtelement 17 in Querrichtung umströmbar ist. Auf diese Weise kann also auch im äußeren Matrixumlenkbereich ein Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauschprozeß ermöglicht werden. Die Pfeile F kennzeichnen den Heißgasfluß aus der
- 15 Gaszuströmpassage 20, durch die Metall-Filz-Matte hindurch, über den äußeren randständigen Matrixrohrbügel 2 hinweg.
- Gemäß Fig. 6 weist das als Metall-Filz-Matte ausgebildete
- 20 Dichtelement 17 an der Kontaktzone für die unmittelbar benachbarten Rohrbügel 2 des Matrixumlenkbereiches entsprechend der anströmseitigen Profilkontur gemäß vorprofilierte Ausformungen 26 auf.
- 25 Auf diese Weise kann eine weitere Stabilisierung der Profilrohrmatrix, insbesondere im äußeren randständigen Umlenkungsbereich, erreicht werden. Ferner kann hierdurch die Abdichtwirkung verbessert werden.
- 30 Wie ferner anhand der Fig. 7 verdeutlicht, können die Durchbrüche 23,24,25 in der Weise örtlich unterschiedlich dimensioniert und verteilt sein, daß ein im Betrieb stets vorhandener Differenzgasdruck eine lastabhängige, abdichtende Anpreßkraft der von einem Blech 19 oder einer

35

ESP-802

- 1 Folie ummantelten Metall-Filz-Matte gegen die daran angrenzenden Rohrbögen 2 der Rohrbügelmatrix 1 ausübt.

Da die Filzmatte mit dem durchbrochenen äußeren Blech/
5 Folie für das Heißgas einen durch Variation der Durchbruchsfläche anpaßbaren Widerstand bietet, übt die dabei entstehende Druckdifferenz eine Anpreßkraft in Richtung Rohrbogen aus. Diese Anpreßkraft erhöht die Dichtwirkung. Die Anpreßkraft ist dabei lastabhängig. Beim Einsatz dieses
10 Wärmetauschers, z.B. in einer Fahrzeuggasturbine, hat dies den Vorteil, daß bei Leerlauf der Turbine und bei Stillstand des Fahrzeugs die Anpreßkraft gering ist (es treten dabei keine äußeren Kräfte auf, die zu Relativbewegungen der Rohrbündel führen). Im Fahrbetrieb, wo Stöße und
15 Schwingungen die Rohrbündel auslenken können, wird durch verstärkte Anpreßkraft infolge höheren Differenzdruckes Δp bei höherer Triebwerksdrehzahl die Dichtwirkung erhöht und das Rohrbündel stabilisiert.

20 Im Fahrbetrieb ergibt sich also ein erhöhter Gesamtmassendurchsatz durch das Gasturbinentriebwerk. Die dabei erhöhte Anpresskraft des z.B. als Metall-Filz-Matte ausgebildeten Dichtelements 17 resultiert aus der Druckdifferenz Δp zwischen dem auf der einen Seite in der Gaszuström-
25 passage 20 (Fig. 9) sich als Ursache der vorgewählten Drosselwirkung über die Durchbrüche 23, 24, 25 (Fig. 7) ausbildenden Heißgasstaudruck p , der den Heißgasdruck p' in der Matrix, hinter der Metall-Filz-Matte, übersteigt ($p > p'$).

30

In sinngemäßer Anlehnung an Fig. 9 sind auch in Fig. 8 die Heißgashauptströmungsrichtung mit G, die davon abgespaltenen, das als Metall-Filz-Matte ausgebildete Dicht-

35 ESP-802

1 element 17 durchströmenden Heißgasstromanteile mit F bezeichnet.

5 Bei den Ausführungsbeispielen, z.B. nach Fig. 3, 8 und 9, sind die voneinander getrennten Druckluftführungen 15, 16 jeweils durch separate Sammelrohre 29, 30 gebildet. Stattdessen kann z.B. auch ein einzelnes Sammelrohr 31 zur Aufnahme von beiden getrennten Druckluftführungen 15, 16 ausgebildet sein, wie dies bei einem Wärmetauscher nach
10 Fig. 10 verdeutlicht ist, dessen Wirkungsweise grundsätzlich hinsichtlich der übrigen Bezugszeichen 1, D, D', G mit Fig. 1 identisch ist.

15 Wie ferner aus dem Matrixquerschnitt nach Fig. 11 entnehmbar, sollen die einzelnen Rohrbügel 2 der Matrix 1 vorzugsweise aerodynamisch optimierte, im Querschnitt lanzetten- oder linsenförmige Hohlprofilkörper sein, die jeweils zwei durch einen mittleren Quersteg 7' voneinander
20 getrennte innere Druckluftkanäle 8', 9' aufweisen, die eine dreieckförmige, im Sinne der an- und abströmseitigen Enden zugespitzt auslaufende Konturierung aufweisen.

Gemäß dem Matrixfeld nach Fig. 11 greifen dabei die einzelnen Profilreihen der Matrixrohrbügel 2 unter Gewährleistung der zulässigen Heißgasversperrung räumlich verschachtelt ineinander.

30

35 ESP-802

1 sr/si

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH

5

10 P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Wärmetauscher mit rohrbündelartiger, von Heißgas umströmter Kreuz-Gegenstrom-Matrix, die ein- und aus-
- 15 trittsseitig mit voneinander getrennten Druckluftführungen kommuniziert, wobei die Matrix aus im wesentlichen U-förmigen Matrixrohrbügeln besteht, deren äußerer Umlenkungsbereich von einer Berandungsleitwand eines Gehäuses für die Heißgasführung umgeben ist, dadurch ge-
- 20 kennzeichnet, daß ein zwischen dem äußeren Umlenkungsbereich der Rohrbügelmatrix (1) und der daran angrenzenden Berandungsleitwand (3) befindlicher Heißgasleckspalt durch mindestens ein flexibles, elastisches Dichtelement (17) abgesperrt ist.
- 25 2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Dichtelement (17) den äußeren Umlenkungsbereich der Rohrbügelmatrix (1) teilweise oder gänzlich umschließt.
- 30 3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Dichtelement (17) eine flexible, aus elastischem Metallfilz gefertigte Matte ist.

35 ESP-802

- 1 4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Berandungsleitwand (3) zumindest
einschließlich zugehöriger heißgasan- und abström-
seitiger Wandstrukturen des Gehäuses (12) auf der der
5 Rohrbügelmatrix (1) bzw. dem Dichtelement (17) zuge-
kehrten Seite mit einer thermischen Isolierung (18) ausge-
kleidet ist.
- 10 5. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfilz-
matte auf der von der Rohrbügelmatrix (1) abgewandten
Seite mittels eines dünnen Bleches (19) abgedeckt ist,
das gegenüber der Berandungsleitwand (3) bzw. deren
15 Isolierung (18) unter Belassung einer bogenförmigen
Gaszuströmpassage (20) angeordnet ist, die am strom-
abwärtigen Ende durch eine nach außen abgebogene Sektion
des Bleches (19) als federnde Dichtung (22) zugleich
abgesperrt ist, indem diese Sektion am Gehäuse (12)
bzw. an der Berandungsleitwand (3) fixiert ist.
- 20 6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
daß anstelle des Bleches eine Folie vorgesehen ist.
- 25 7. Wärmetauscher nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekenn-
zeichnet, daß Sektionen des Bleches (19) oder der Folie
durch Löten, Falzen oder klammerartig mit der Metall-
Filz-Matte verbunden sind.
- 30 8. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Abdeckblech
(19) oder die Folie mit Durchbrüchen (23,24,25) ver-
sehen ist, die mit der Gaszuströmpassage (20) kommuni-
zieren und mit denen auch die im äußeren Umlenkungs-
bereich befindliche Rohrbügelmatrix (1) über die Metall-
35 Filz-Matte in Querrichtung (Kreuz-Gegenstrom) umström-
bar ist.

- 1 9. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrüche
(23,24,25) in der Weise örtlich unterschiedlich dimen-
5 sioniert und verteilt sind, daß ein im Betrieb stets
vorhandener Differenzgasdruck eine lastabhängige, ab-
dichtende Anpreßkraft der von einem Blech (19) oder
einer Folie ummantelten Metall-Filz-Matte gegen die
daran angrenzenden Rohrbögen der Rohrbügelmatrix (1)
ausübt.
- 10 10. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Metall-
Filz-Matte an der Kontaktzone für die unmittelbar
benachbarten Rohrbügel (2) des Matrixumlenkbereiches
15 entsprechend der anströmseitigen Profilkontur gemäß
vorprofilierte Ausformungen (26) aufweist.
11. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
daß die Gaszuströmpassage (20) zur Abzweigung eines
20 Teils der in Hauptströmungsrichtung gegen die Matrix (1)
gerichteten Heißgase (G) ausgebildet ist.
12. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die voneinander
25 getrennten Druckluftführungen (15,16) in ein gemein-
sames Sammelrohr (31) integriert oder jeweils von
einem Einzelsammelrohr (29,30) gebildet sind.
13. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
30 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen
Rohrbügel (2) der Matrix aerodynamisch optimierte, im
Querschnitt lanzetten- oder linsenförmige Hohlprofil-
körper sind, die jeweils zwei durch einen mittleren
Quersteg (7') voneinander getrennte innere Druckluft-
35 kanäle (8',9') aufweisen, die eine dreieckförmige, im
Sinne der an- und abströmseitigen Enden zugespitzt aus-
laufende Konturierung aufweisen.

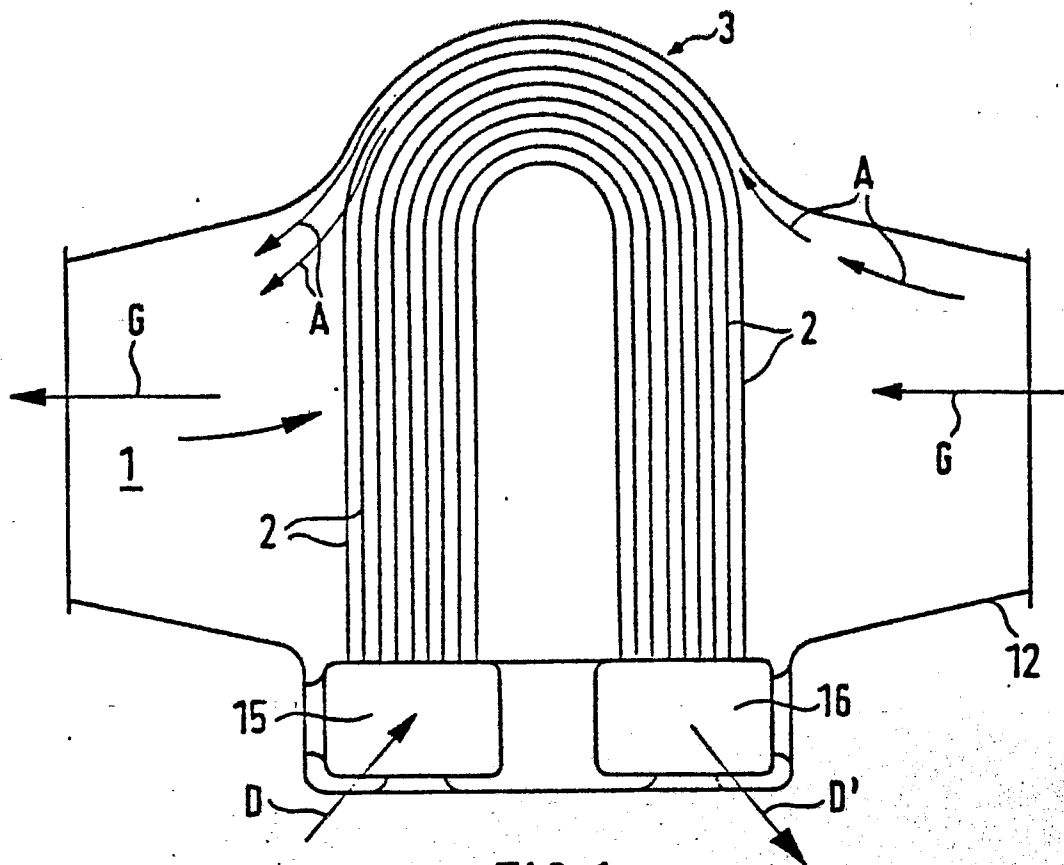


FIG. 1

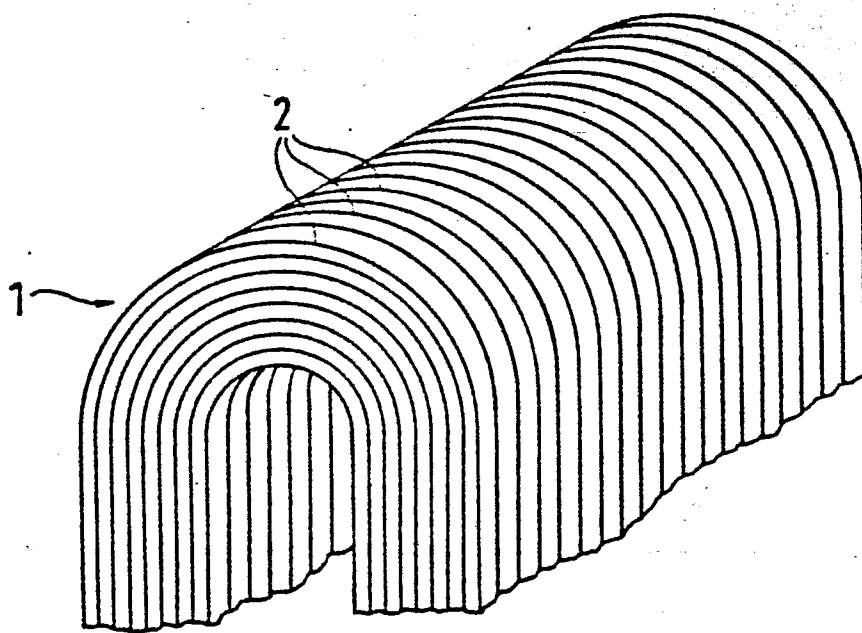


FIG. 2

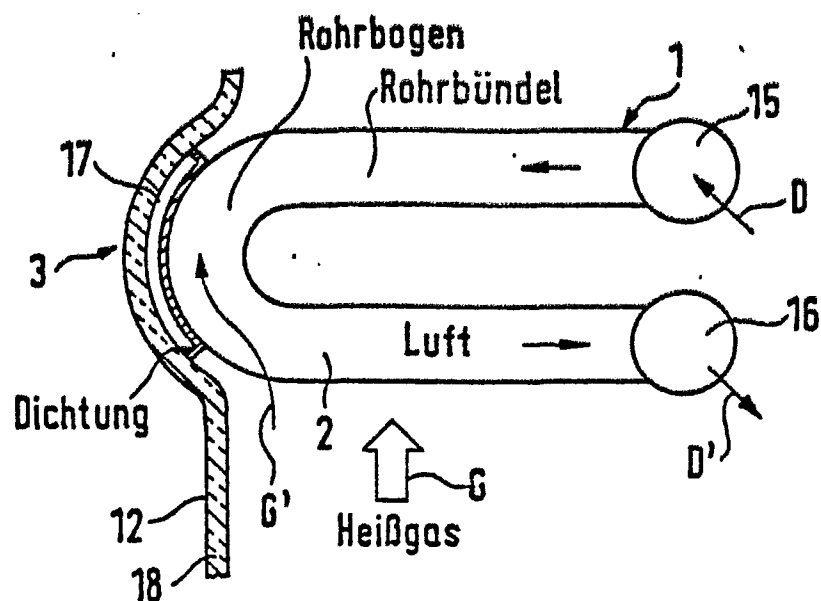
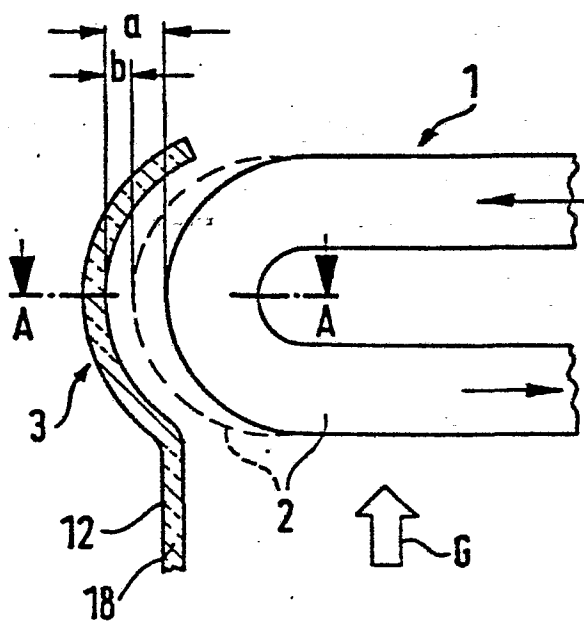


FIG. 3



a = Abstand Rohrbündel / Gehäuse
kalt

b = Abstand Rohrbündel / Gehäuse
heiß

FIG. 4

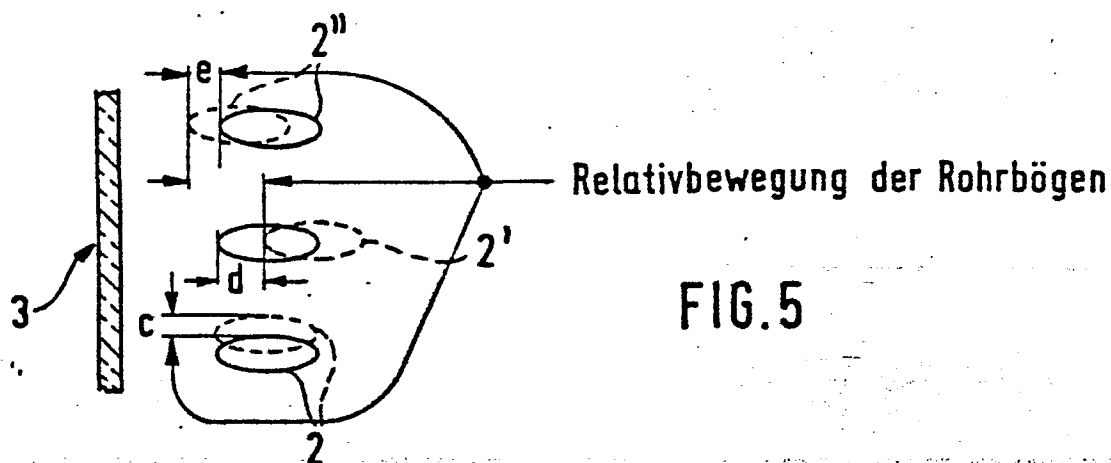


FIG. 5

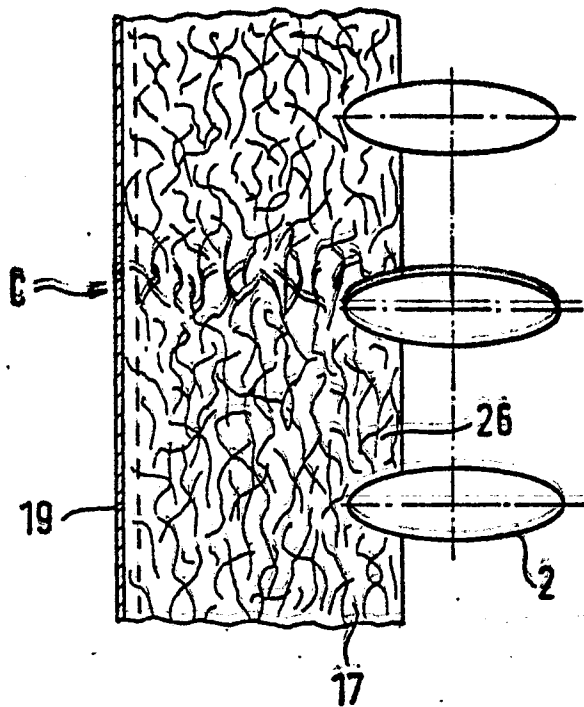
Schnitt B-B

FIG. 6

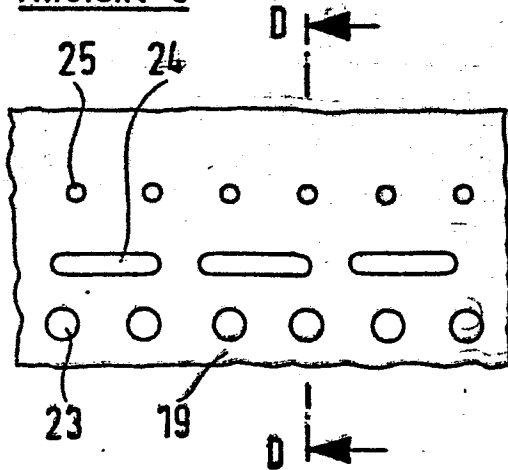
Ansicht C

FIG. 7

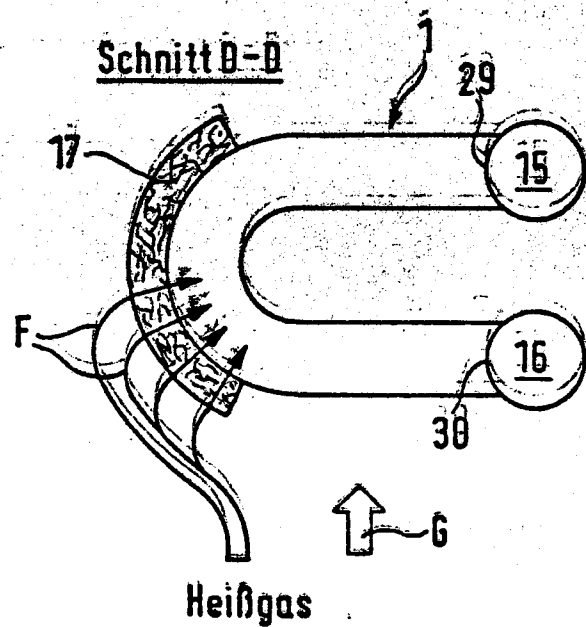
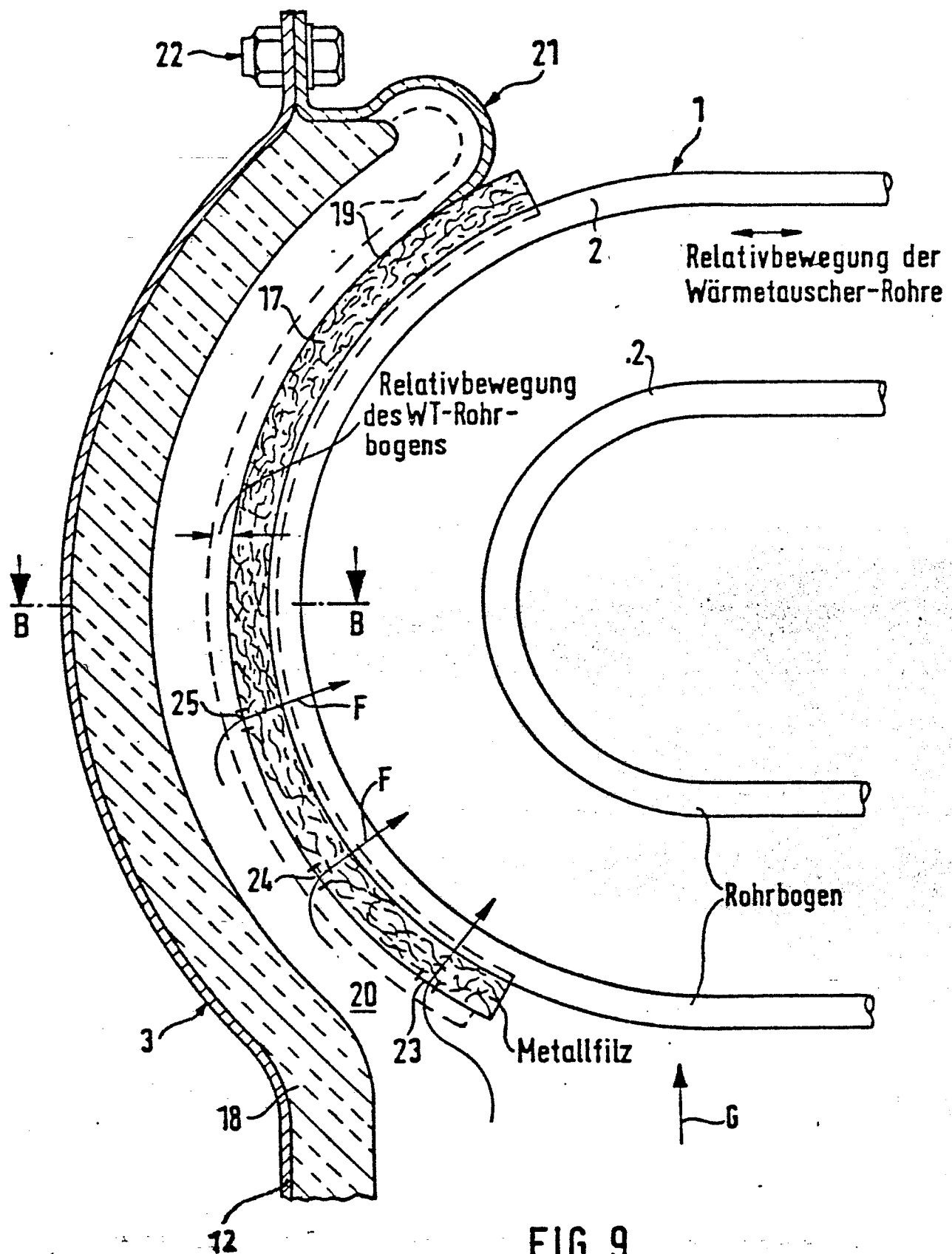
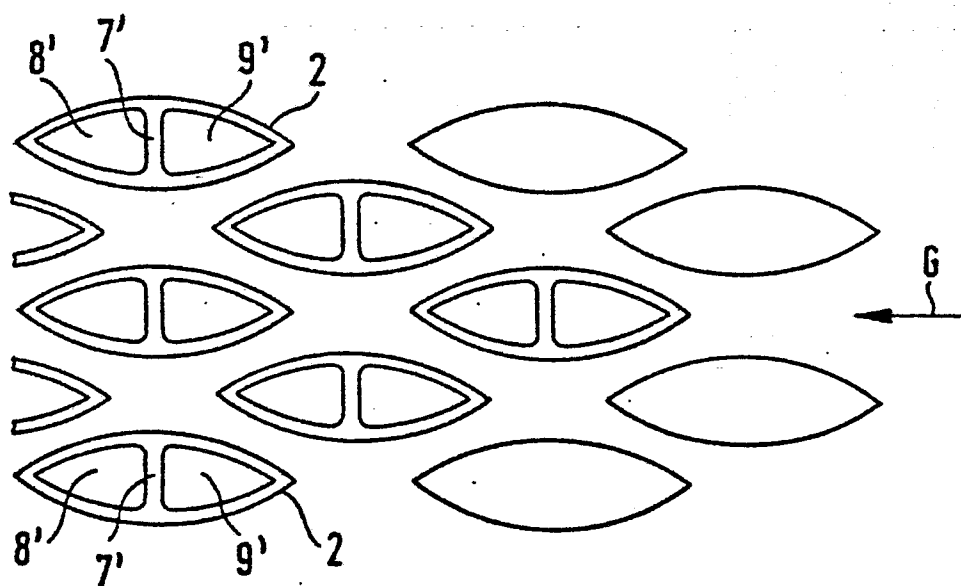
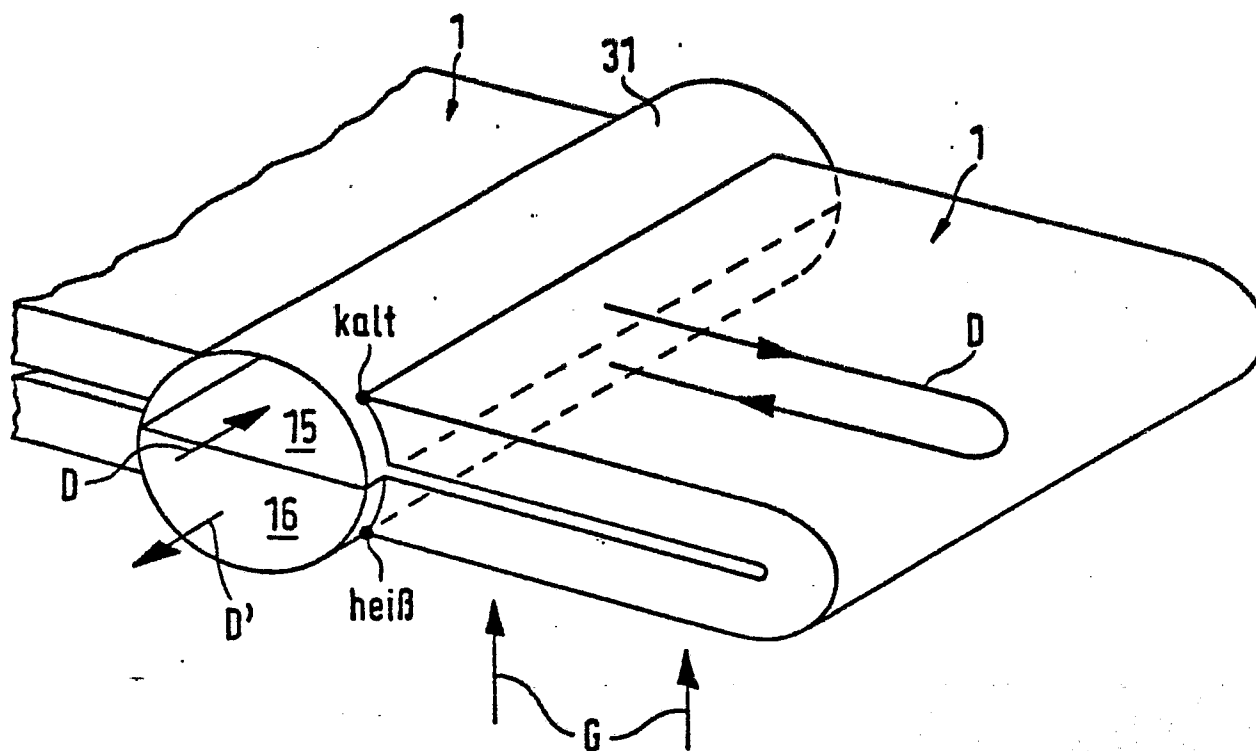
Schnitt D-D

FIG. 8







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0199321

Nummer der Anmeldung

EP 86 10 5461

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	DE-A-2 000 886 (DAIMLER-BENZ) * Seite 3, Zeile 10 - Seite 4, Zeile 25; Seite 5, Zeilen 8-17; Figuren *	1, 2, 12	F 28 D 7/06 F 28 F 9/00 F 28 F 1/02
Y		3, 5, 7, 10, 13	
A		6	
Y	DE-A-2 715 290 (BRUNSWICK) * Seite 18, Zeilen 6-27; Seite 19, Zeilen 11-13; Seite 20, Zeilen 26-29; Seite 24, Zeilen 21-27; Figuren 1, 2 *	3, 5, 7	
Y	US-A-1 875 142 (PRICE) * Seite 4, Zeilen 15-21; Figuren 14, 15 *	10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Y	EP-A-0 134 012 (MTU) * Seite 14, Zeilen 12-16; Figuren 1-5 *	13	F 28 D F 28 F F 01 D
X, D	DE-A-1 958 507 (DAIMLER-BENZ) * Seite 3, Zeile 10 - Seite 4, Zeile 16; Seite 5, Zeilen 18-25; Figuren *	1, 2, 12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28-07-1986	KLEIN C. Prüfer
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0199321

Nummer der Anmeldung

EP 86 10 5461

Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	DE-C- 954 159 (LINDNER) * Seite 2, Zeilen 37-82; Figuren *	1,2	
A	EP-A-0 132 667 (MTU) * Seite 2, Zeilen 9-30; Seite 4, Zeilen 16-25; Figur 1 *	3,7	
A	GB-A- 737 426 (THERMAL RESEARCH) * Seite 3, Zeilen 90-93,109-111; Figur 3 *	4	
A	DE-A-2 120 563 (KRUPP) * Seite 5, Zeilen 5-7; Figur *	4	
A	US-A-2 452 391 (O'SULLIVAN) * Spalte 2, Zeilen 43-51; Figur 9 *	10	
A	DE-A-3 146 089 (MTU) * Seite 9, Zeilen 14-27; Figuren 1-4 *	12	
A	DE-A-2 329 634 (DAIMLER-BENZ)		
A,D	US-A-4 475 586 (GRIEB)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28-07-1986	Prüfer KLEIN C.
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument			