

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 86116618.9

51 Int. Cl.⁴: **F 28 F 9/26**
F 28 D 7/08, F 28 F 3/04

22 Anmeldetag: 29.11.86

30 Priorität: 12.12.85 DE 3543893

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.07.87 Patentblatt 87/29

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

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

72 Erfinder: Hagemeister, Klaus
Manzostrasse 28B
D-8000 München 50(DE)

54 Wärmetauscher.

57 Die vorliegende Erfindung behandelt einen Wärmetauscher mit zwei im wesentlichen parallel nebeneinander angeordneten Sammelleitungen (1,2) und einer heißgasumströmten Kreuz-Gegenstrom-Profilrohr-Matrix (3), in die über die eine Sammelleitung aufzuheizende Druckluft eingespeist und über einen Matrixumlenkabschnitt der anderen Sammelleitung zugeführt wird, wobei der Matrixumlenkabschnitt (4) als Plattenwärmetauscher ausgebildet ist.

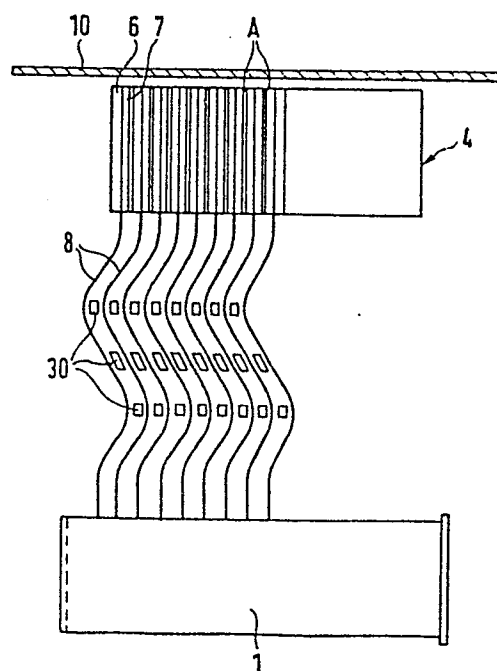


FIG.11

1 sr/si

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH

5

München, den 9.12.1985

Wärmetauscher

10

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

15

Bei derartigen aus der GB-OS 2,130,355 bekannten Bauweisen von Wärmetauschern werden die dem Wärmetausch dienenden Matrixprofilrohre von einem zentralen Zuführungs- oder Verteilerrohr aus zunächst orthogonal zu letzterem und geradlinig in den dem Wärmeaustausch dienenden, heißgasbeaufschlagten Raum geführt, folgen
20 sodann einer Bogenform, um schließlich in der Gegenrichtung wiederum orthogonal auf ein zentrales Sammelrohr geführt zu werden. Diese Bauweise hat sich insbesondere bei hohen Betriebstemperaturen bewährt, da sich die
25 einzelnen Rohrbügel bei Erwärmung individuell und weitgehend spannungsfrei dehnen können.

30

Es sind mit dieser Bauweise allerdings nicht unwesentliche Nachteile verbunden:

35

- Die Rohrbügel sind unterschiedlich lang und setzen daher dem in ihnen strömenden Medium (Druckluft) unterschiedliche Strömungswiderstände entgegen. Als Folge davon ist die Massenstromverteilung unterschiedlich.

ESP- 840

- 1 - Im Bogen- oder Umlenkbereich des Rohrbündels der Matrix trifft auch die Außenströmung (Heißgas) auf ihrem Wege durch das Rohrbündel auf lokal sehr unterschiedliche geometrische Verhältnisse. Die Optimierung der
- 5 Heißgasdurchströmung ist schwierig und nur mit erheblichem Aufwand zu bewerkstelligen; mit anderen Worten ist der Wärmeaustauschgrad im Bogen- oder Umlenkbereich der Matrix nicht optimal.
- 10 - Die Bügel neigen im Bogenbereich zu Schwingungen und können zu deren Vermeidung nur mit komplizierten Mitteln gegeneinander abgestützt werden.
- Im regulären, geradlinigen Teil der Wärmetauschermatrix
- 15 ist jedes Profilrohr einem bestimmten Ort im Strömungsfeld zugeordnet. Gegen Abweichungen von diesen vorgeschriebenen Stellungen ist das System bezüglich seiner aero-thermodynamischen Wirksamkeit sehr empfindlich.
- 20 Thermische Verformungen sowie Knickwirkungen durch Druckspannungen längs der Achse der Profilrohre
- z.B. durch Reibungsreaktionskräfte in den Systemen der Abstandshalterung - veranlassen die Profilrohre, im Betrieb des Wärmetauschers von ihrer konstruktiv vorgegebenen geradlinigen Erstreckung abzuweichen.
- 25
- Die frei aus den Zentralrohren herausragenden Rohrbügel sind Stoßbelastungen frei ausgesetzt ohne Abstützung der Massenkräfte über äußere Glieder.
- 30 - Da die Rohrbügel einer Schicht als Folge einer krümmungskonzentrischen Rohrstaffelung unterschiedlich lang sind, ist ihre Auslenkung unter der Wirkung von Stoßbelastungen unterschiedlich groß, und zwar sind die
- 35 äußeren Rohrbügel länger, und damit weicher als die

1 inneren Rohrbügel, die entsprechend steifer sind. Als
Folge davon werden bei Einwirkung von Beschleunigungen
die äußeren Bügel stärker ausgelenkt, als die inneren.
Da die Zuordnung der einzelnen, z.B. lanzettenförmigen
5 Profilrohre im Feld gegenseitig durch Abstandshalter
erfolgt, wird die freie Auslenkung der weicheren Rohr-
bügel durch ihre Abstützung an den Abstandshaltern
der steiferen Rohrbügel behindert. Das heißt, daß die
steiferen Rohrbügel einen großen Anteil der Massen-
10 kräfte ihrer weicheren Rohrnachharn mittragen müssen.
Insbesondere die innen liegenden, steifen Rohrbügel
haben dadurch die Summe der Lasten aus der Behinderung
der Auslenkung aller weiter außen liegenden Rohrbügel
zu tragen.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die zu
Bekanntem vorgetragenen Nachteile zu beseitigen und
einen Wärmetauscher der genannten Gattung anzugeben,
der insbesondere im Hinblick auf den kritischen Bogen-
20 oder Umlenkbereich der Matrix einen vergleichsweise
hohen Wärmeaustauschgrad und dabei zugleich eine
funktionsgerechte, betriebssichere Halterung und Ab-
stützung der in Richtung auf den Bogen- bzw. Umlenk-
bereich der Matrix auskragenden Profilrohrenden er-
25 möglicht.

Die gestellte Aufgabe ist mit dem Krennzeichnungsteil
des Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß gelöst.

30 Mithin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, den Matrix-
bogenbereich eines Profilrohrwärmetauschers durch
plattenförmige Kammern zu ersetzen, in denen das aus
den orthogonal nach außen gerichteten Profilrohren
einer Rohrschicht oder -reihe austretende Fluid
35 (Druckluft) gesammelt wird und unter Vermischung und

-4-

1 Wärmeaustausch der orthogonal nach innen gerichteten
Profilrohrschiicht oder -Reihe zugeführt wird.

5 Gegenüber Bekanntem ergeben sich dabei u.a. folgende
Vorteile:

1. Die Profilrohre des Wärmetauschers sind nicht nur
auf der Seite ihres Ursprungs im Verteilerrohr
oder ihrer Einmündung in die betreffende Sammel-
10 leitung, sondern auch im äußeren Bereich ihrer
Erstreckung in einem festen strukturellen Verband
exakt zueinander positioniert. Die Zuordnung jedes
einzelnen Profilrohres an die ihm zugewiesene
Stelle im Strömungsfeld kann damit auch bei Ein-
15 wirkung thermisch verursachter Zwänge und Ver-
formungen exakt beibehalten werden.
2. Ein Kollektiv von schichtweise nebeneinanderliegen-
den plattenförmigen Kammern kann in einer angrenzen-
20 den Haltevorrichtung abgestützt werden, so daß
die Profilrohre bei Einwirkung von Beschleunigungs-
kräften durch Stöße und Erschütterungen weitgehend
lastfrei bleiben. Dies insbesondere mit Hilfe einer
in Ausgestaltung der Erfindung vorgesehenen
25 reaktionsweichen Anpassung der Profilrohre an
Verschiebungen ihrer Einspannstellen als Folge
eines periodisch kurvenförmigen Verlaufes ihrer
Längsachse.
3. Schwingungen einzelner Profilrohre der Matrix oder
auch von Profilrohrgruppen, durch die sowohl
Störungen in der Funktion des Wärmeaustausches
als auch Materialermüdung verursacht werden könnten,
30 können durch eine feste Abstützung der Profilrohre
an den Plattenkammern und deren Abstützung an den
25 umgebenden Strukturen vermieden werden.

- 1 4. Eine äußere Berandung des Kollektivs der Platten-
kammern könnte in solch dichtem Abstand ausgeführt
werden, daß das die Profilrohre und die Platten-
kammern außen umströmende Heißgas optimal geführt
5 wird und ein seitlicher Austritt der Heißgas-
strömung, unter Umgehung des Wärmetauschers,
vermieden wird.
- 10 5. Die Anzahl der auswärts gerichteten Profilrohre
einer Rohrreihe kann sich von derjenigen einer ein-
wärts gerichteten unterscheiden. Das kann für die
thermodynamische Optimierung des Wärmetauschers
von Bedeutung sein; es lassen sich so z.B. gewünschten
15 Falles unterschiedliche Druckluftdurchström-
geschwindigkeiten in den beiden einander entgegen-
gerichtet durchströmten Profilreihen bzw. -schichten
erzielen.
- 20 6. Es sind unterschiedliche Werkstoffe für die beiden
einander entgegengerichtet durchströmten Profil-
reihen oder -schichten einsetzbar.

In weiterer Ausgestaltung kann mithin die jeweilige platten-
förmige Kammer also aus zwei Blechen gebildet werden, die
25 die Rohrreihen der Matrix an den entsprechenden Stellen
mit ihrem Rand einschließen und an den übrigen gemeinsam
gebildeten Rändern ihres Umfanges fest und fluiddicht
miteinander verbunden sind.

30 Zur Versteifung und Stützung gegen die Wirkungen des Innen-
druckes können gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Er-
findung die zwei Platten jeder Kammer an diskreten Stellen
miteinander verbunden sein und dabei auch der zur Dar-
stellung des Strömungsquerschnittes erforderliche Abstand

35

-6-

1 hergestellt werden. Diese Verbindungsstellen oder
Abstandshalter können z.B. so gestaltet sein, daß sie
in zweckmäßiger Weise die Innenströmung des einen Fluids
(Druckluft) nicht nur im Sinne einer Strömungsumlenkung,
5 sondern auch im Sinne einer Optimierung der Wärmeüber-
gangsverhältnisse beeinflussen.

Die Platten müssen nicht geradwandig glattflächig ausge-
bildet sein, sondern können mit Wellungen und reliefartigen
10 Strukturen der Fläche versehen sein, durch die sie in der
Lage sind, auf thermische Verformungen und Verzerrungen
weitgehend weich und formstabil zu reagieren. In doppelter
Funktion können diese Wellungen und Reliefstrukturen
auch der Verbesserung des Wärmeüberganges entsprechend
15 gestaltet sein. Zur Wahrung enger Kammerabstände zwischen
den jeweils beiden Platten wie auch zwischen benachbarten
Platten verschiedener Schichten (Heißgaskanäle) ist es
ferner im Rahmen der Erfindung vorgesehen, die Formmuster
entsprechend untereinander korrelieren zu lassen.

20 Nach dem schon erwähnten und erörterten Grundgedanken
der Erfindung (Patentanspruch 1) beruhen die zuvor
gemachten und auf dem Grundgedanken aufbauenden Er-
läuterungen im wesentlichen auf den vorteilhaften
25 Ausgestaltungen der Erfindung im Rahmen der Patentan-
sprüche 2 bis 16.

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

30 Fig. 1 eine perspektivische und teilweise abge-
brochen sowie im wesentlichen schematisch
dargestellte Ausführung eines Profilrohr-
Platten-Wärmetauschers,

1 Fig. 2 eine gehäuseseitig teilweise aufge-
 brochene Stirnansicht eines Abschnittes
 einer weiteren Wärmetauscherkonfiguration,

5 Fig. 3 eine perspektivisch dargestellte, aus zwei
 Platten gebildete, heißgasaußenseitig im
 wesentlichen glattwandige Umlenkammer-
 konfiguration mit seitlich darin einmünden-
10 den Matrixprofilrohren,

15 Fig. 4 eine teilweise abgebrochen sowie zur
 besseren Verdeutlichung einer örtlichen
 Matrixprofilrohreinmündung und -umschließung
 quer aufgeschnittene Umlenkammerkon-
 figuration,

20 Fig. 5 die Innenansicht einer kompletten Umlenk-
 kammerhälfte, worin als Abstandshalter,
 Umlenkhilfen bzw. aerodynamische Schikanen
 ausgebildete Elemente verdeutlicht sind,

25 Fig. 6 die Innenansicht einer gegenüber Fig. 5
 dahingehend abgewandelten Umlenkammer-
 hälfte, daß die Kammer im wesentlichen
 teilweise exzentrisch gekrümmt bzw.
 ausgebaucht und in Verbindung mit ent-
 sprechender Zuordnung von stiftartigen
 Distanzelementen eine aerodynamisch
30 optimierte, verlustarme Umlenkung er-
 zielt wird,

35 Fig. 7 eine perspektivische Darstellung einer
 gegenüber Fig. 3 und 4 abgewandelten,
 aus zwei Platten gebildeten Umlenkammer-
 konfiguration mit in Plattenlängsrichtung
 verlaufenden Wellstrukturen,

1 Fig. 8 eine gegenüber Fig. 7 dadurch abgewandelte
 Platten-Umlenkkammerkonfiguration, daß
 örtliche Wellstrukturen in Plattenquer-
 richtung aus- bzw. eingeprägt sind,

5 Fig. 9 eine gegenüber sämtlich vorhergehenden
 Varianten vorrangig dadurch abgewandelte,
 ebenfalls perspektivisch dargestellte
10 Platten-Umlenkkammerkonfiguration, daß
 eine entsprechend der Anzahl der einmünden-
 den Matrixrohren entsprechende Zahl von
 Einzelumlenkkanälen im Wege der gegenseitigen
 Plattenhälften ausgebildet ist,

15 Fig. 10 einen lanzettenförmigen Matrixprofilquer-
 schnitt und

 Fig. 11 eine gehäuseseitig aufgeschnittene Drauf-
 sicht eines Wärmetauscherkonzepts mit
20 periodisch kurvenförmigem Verlauf der
 Profilrohre.

 Fig. 1 veranschaulicht einen Profilwärmetauscher in
 Kreuz-Gegenstrom-Bauweise; dieser weist zwei parallel
25 nebeneinander angeordnete Sammelleitungen 1,2 auf. Eine
 seitlich beiderseits von den Sammelleitungen 1,2 aus-
 kragende Profilrohrmatrix ist mit 3 bezeichnet. Der
 äußere Matrixumlenkabschnitt 4 ist als Plattenwärme-
 tauscher ausgebildet.

30 Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Profilrohrmatrix 3
 kragt quer von den beiden Sammelleitungen 1,2 gegen die
 Heißgasströmung H aus.

-9-

- 1 Wie im Detail deutlicher z.B. aus Fig. 1 bis 5 hervor-
geht, besteht der Matrixumlenkabschnitt 4 aus jeweils
Druckluftumlenkkammern 5 bildenden bzw. zwischen sich
einschließenden Platten 6,7 die vorzugsweise entlang
5 deren äußerer Ränder fest und fluiddicht miteinander
verbunden sind. An die Platten 6,7 sind mit den jeweils
betreffenden Ulenkkammern 5 kommunizierende, einander
entgegengerichtet von Druckluft ^{D1, D3} durchströmte Profil-
rohrreihen 8,9 der Matrix 3 ein- bzw. austrittsseitig
10 angeschlossen.

Im Betrieb strömt also vorzuwärmende Druckluft D auf einer
Seite in die Sammelleitung 1 ein, wird von dort den be-
treffenden Rohrreihen 8 des oberen Matrixblockes zugeführt
15 (D_1), dann über die im Matrixumlenkabschnitt 4 enthaltenen
Ulenkkammern 5 umgelenkt (D_2), so daß sie in nunmehr ent-
gegengesetzter Strömungsrichtung in den die betreffen-
den Rohrreihen 9 enthaltenden unteren Matrixblock ein-
strömen kann (D_3), aus dem sie dann un aufgeheizten Zu-
20 stande in die untere Sammelleitung 2 abfließen kann,
um dann schließlich einen geeigneten Verbraucher, z.B.
der Brennkammer eines Gasturbinentriebwerkes, zugeführt
zu werden (D_4).

- 25 Gemäß Fig. 1 kragt der Matrixumlenkabschnitt 4 gegen eine
seitliche, die Heißgasführung H, H' unterstützende
Wärmetauschergehäusewand 10 aus. Dabei werden die be-
treffenden Platten 6,7 entlang deren Außenflächen - siehe
auch z.B. Fig. 3 und 4 - von Heißgasanteilen H' umströmt.
30 Als Folge der paket- bzw. schichtartig aufeinander
folgenden Plattenausbildung und -anordnung ergeben sich
gemäß Fig. 1 lediglich zur Verdeutlichung des Sachver-
halts hier verhältnismäßig groß dargestellte Abstands-
spalte A für die Heißgasdurchflutung H'.

35

ESP-840
9.12.1985

- 1 Danach ist also auch der gesamte Umlenkabschnitt 4
der Matrix 3 in einen gezielten, homogenen, die erforder-
lichen Wärmetauschflächen bereitstellenden Wärmetausch-
prozeß miteinbeziehbar. Die Konturen K,K' (Fig. 1)
5 charakterisieren den im Rahmen des Standes der Technik
üblichen, U-förmigen Matrixbogenendbereich aus Einzel-
profilrohren.

Gemäß Fig. 1 wird davon ausgegangen, daß an die im Bild
10 rechts, abgebrochenen Profilrohrmatrixsektionen selbst-
verständlich eine erfindungsgemäße Matrixumlenksection
als Plattenkonzept nebst relevanter Gehäuseummantelung
angeschlossen sein kann.

- 15 Der Erfindungsgegenstand ist aber auch dann bereits
vorteilhaft praktikabel, wenn nur eine einseitig von
den betreffenden Sammelleiten 1,2 auskragende Matrix-
konfiguration 3,4 vorgesehen ist.

- 20 Ferner wäre es möglich, beim angegebenen Wärmetauscher-
konzept beide Sammelleitungen als voneinander getrennte
Rohrführungen in ein gemeinsames Sammelrohr zu inte-
grieren, wie an sich bekannt.

- 25 Gemäß Fig. 2 weisen die jeweils die Umlenkammern 5 bilden-
den Platten, z.B. 6', matrixprofilein- bzw. -austrittsseitig
abgeschrägte Endflächen 11, 12 auf. In Entsprechung zur
außenflächenseitig gerundeten Kontur des Matrixumlenk-
abschnitts 4' ist die angrenzende Gehäusewand 10' ausge-
30 wölbt. Zur Abdichtung des Heißgasleckspaltes 13 - zwischen
Gehäusewand 10' und Umlenkabschnitt 4' - sind Bürsten-
dichtungen 14,15 bewegungskompensatorisch ausgebildet und
an der Wand 10' angeordnet. Die Borsten der Bürsten-
dichtungen 14, 15 schmiegen sich stets abdichtend an be-
35 treffende, die Heißgasspalte A (Fig. 1) nach außen ab-

- 1 dichtende Endflächen bzw. eine mit dem Umlenkabschnitt 4' bzw. dessen Platten - hier 6', 7' - verbundene Leitwand 16 an. Die einzelnen Platten 6', 7' sind durch eine aus Gliedern 17, 18 bestehende Rahmenkonstruktion ent-
- 5 sprechend beabstandet (A) zusammengehalten, die ihrerseits wiederum bewegungskompensatorisch an der Gehäusewand 10' aufgehängt ist, und zwar mittels stirnflächiger Anlenkmittel 19, 20.
- 10 Aus Fig. 3 und 4 erkennt man ferner, daß in diesen Fällen z.B. die betreffenden Platten 6, 7 außen im wesentlichen glattwandig ausgebildet sind. Die aus Fig. 1 entnehmbaren repräsentativen Symbole für die Heißgasströmung H' bzw. die jeweilige Druckluftströmung D_1 , D_3 sind in sinn-
- 15 gemäßer Zuordnung auch auf Fig. 3 und Fig. 4 übertragen worden.
- Insbesondere Fig. 4 erläutert im Wege der aufgeschnittenen Platten-Kammer-Sektion die aus den örtlichen Plattenaus-
- 20 wölbungen 21, 22 bereitgestellte formschlüssige und fluiddichte Umgreifungsmöglichkeit und -ausbildung der örtlich in die betreffende Umlenkammer 5 einmündenden Profilrohrreihen 8 bzw. 9 der Rohrmatrix 3.
- 25 Aus Fig. 3 ist ferner zu erkennen, daß die Anzahl der Rohre der einen Profilrohrreihe 8 hier z.B. größer ist als die Rohranzahl der anderen, in entgegengesetzter Richtung D_3 von Druckluft durchströmten Profilreihe 9.
- 30 Unter Verwendung gleicher Bezugszeichen für im wesentlichen unveränderte Grundbauteile verkörpert Fig. 5 eine Umlenkammerkonfiguration, bei der in erster Linie an diskreten Stellen zwischen zwei benachbarten Platten 6, 7

1 (Fig. 1, 3 oder 4) den Kammerdurchströmquerschnitt
definierende, als Umlenkhilfen ausgebildete Abstands-
stücke, z.B. Zapfen 23 oder Ablenkbleche 24 oder gerade
Leitelemente 25 vorgesehen sind. Im Bestreben, eine
5 möglichst geordnete Hauptströmungsumlenkung D_2 zu er-
zielen, soll es durchaus der Zweck der Anordnung und
Ausbildung dieser Zapfen, Bleche und Leitelemente sein,
örtliche, an bestimmten Stellen ausgeprägte Wirbel- oder
gar Rezirkulationszonen (Pfeile S) zu schaffen, die zur
10 örtlichen Druckluftverweilzeiterhöhung im Interesse
eines hohen Wärmeaustauschgrades dienen; bezüglich der
Pfeile S handelt es sich dabei also um die zwischen den
beiden Rohrreihen 8,9 liegende "kritische" Umlenkzone,
in der - ohne derartige oder ähnliche Bleche oder Zapfen -
15 eine verhältnismäßig ausgeprägte Ablösungszone zu er-
warten ist.

Gemäß Fig. 6 wird - eine möglichst insgesamt homogene
Strömungsumlenkung unter vorrangiger Vermeidung einer
20 ausgeprägten Ablösungszone im zuvor in Fig. 5 schon
erwähnten kritischen inneren Umlenkbereich - zwischen
beiden Rohrreihen 8,9 in der Umlenkkammer - angestrebt;
im Wege entsprechender Plattenkonturierung, z.B. 7'',
bzw. Umlenkkammerkonturierung sowie im Benehmen mit
25 entsprechend örtlich verteilter Anordnung der hier
stiftartigen Abstandsmittel 23 im dargestellten Bild
aus Strom- und Potentiallinien soll hierzu die Umlenk-
kammer - von links nach rechts gesehen - zunächst einen
im wesentlichen kontinuierlich einwärts gekrümmten
30 Verlauf (Kammerteil T_1) aufweisen. Stromab der inneren
Umlenkstelle U soll dann die Umlenkkammer sich auf
eine seitlich ausgebauchte Kammersektion größeren
Querschnitts (Kammerteil T_2) erweitern; vom ausge-
bauchten Kammerteil T_2 aus soll sich dann die Umlenk-

35

1 kammer wieder auf einen im Querschnitt verringernden
Kammerteil T_3 verjüngen, der im in Richtung auf die
Rohrreihe 9 auslaufenden Abschnitt im wesentlichen
auf den betreffenden Zugangsquerschnitt an der Rohr-
5 reihe 8 in T_1 abgestimmt ist.

Gemäß Patentanspruch 4 ist der Erfindungsgegenstand
nicht darauf beschränkt, sämtliche Umlenkhilfen oder
Leitbleche bzw. aerodynamische Schikanen zugleich
10 als Abstandshalter ausbilden zu sollen; es können also
lediglich teilweise radial in die Umlenkkammer vor-
stehende, an einer oder beiden Platten 6,7 aufgebraachte
Formkörper oder Blechausprägungen als aerodynamische
Schikanen zur Erhöhung des Wärmeaustauschgrades sowie
15 als Umlenkhilfen vorgesehen sein.

Gemäß Patentanspruch 5 können die die Umlenkkammern 5
bildenden Platten 6,7 heißgas- und/oder durchluftseitig
mittels thermische Verformungen kompensierender und/oder
20 den Wärmeaustauschgrad erhöhender Konturierungen aus-
stattet sein.

Derartige, z.B. auf den betreffenden Heißgas- und
Druckluftseiten befinliche wellen- oder reliefartige
25 Konturierungen ergeben sich aus den Fig. 7 und 8, wobei
in Fig. 7 die wellenförmigen Konturierungen 26 in
Richtung der Heißgasströmung H' verlaufend ausgebildet
sind; in Fig. 8 sind die betreffenden wellenförmigen
Konturierungen 27 quer gegen die Heißgasströmungs-
30 richtung H' verlaufend ausgebildet.

In zweckmäßiger Ausbildung (Anspruch 7) sollen die be-
treffenden Konturierungen unter Wahrung der kammer-
seitigen Wandbeabstandung (z.B. Kammer 5, Fig. 4) wie
35 auch der heißgasdurchströmseitigen Wand- bzw. Platten-

-14-

- 1 beabstandung A (Fig. 1) miteinander korrelierend ausgebildet sein.

Die Erfindung schließt die Möglichkeit mit ein, Well-
5 konfigurationen nach Fig. 7 oder 8 mit der Umlenkammer-
konzeption nach Fig. 5 zu kombinieren oder z.B. Well-
konzepte nach Fig. 7 und 8 jeweils in wechselnder Folge
bei einem Matrixumlenkabschnitt 4 vorzusehen.

- 10 Fig. 9 verkörpert ein Erfindungskonzept, bei dem mehrere
fluidisch voneinander getrennte kanalförmige Umlenkammern
zwischen je zwei Platten 6,7 des Matrixumlenkabschnitts 4
angeordnet sind (Anspruch 10); dabei ist die Anzahl der
kanalförmigen Umlenkammern auf die Anzahl der darin
15 einmündenden Rohre einer Matrixprofilreihe 8 bzw. 9
abgestimmt (Anspruch 11); ferner werden in Fig. 9 die
kanalförmigen Umlenkammern zwischen gegenseitigen Halb-
profilausformungen 28,29 der jeweils beiden benach-
barten Platten 6,7 ausgebildet (Anspruch 12).

- 20 Nicht weiter dargestellt, beinhaltet die Erfindung (An-
spruch 10) aber auch den Gedanken, z.B. zwei fluidisch
voneinander getrennte kanalförmige Umlenkammern vorzu-
sehen und z.B. in jede Umlenkammer zwei Rohre einer
25 Matrixprofilrohrreihe 8 bzw. 9 einmünden zu lassen.

Je nach Bedarf können im Rahmen des Anspruches 10 aber
auch teilweise fluidisch miteinander kommunizierende
kanalförmige Umlenkammern vorgesehen sein.

- 30 Fig. 10 veranschaulicht ein beim Erfindungsgegenstand
vorteilhaft einsetzbares, im Querschnitt linsen- oder
lanzettentförmiges Hohlprofil, also ein aerodynamisch
optimiertes, in Richtung der Heißgasströmung H an- und
35 abströmseitig strömungsgünstig zugespitzt auslaufendes
Profil für die jeweiligen Profilrohrreihen 8 bzw. 9 der
Matrix 3 (Fig. 1).

-15-

1 Fig. 11 verkörpert eine weitere Erfindungsvariante
(Anspruch 8), wonach die Profilrohre bzw. Profilrohr-
reihen, hier also im Wege der oberen Profilrohrreihen 8
veranschaulicht, mit einem in Richtung ihrer Längsachsen
5 periodisch kurvenförmigen Verlauf zwischen den Sammel-
leitungen, hier also der oberen Sammelleitung 1 und den
betreffenden Platten 6,7 des Matrixumlenkabschnitts 4
angeordnet sind. Darin sind Abstandshalter zwischen
den Profilrohren mit 30 bezeichnet. Im einzelnen hierzu
10 folgendes:

Durch den nach beiden Seiten periodisch ausladenden
Kurvenverlauf der Längsachse erhält das Lanzettenrohr
mehr Freiheitsgrade, um gegenüber Verschiebungen weich,
15 d.h. mit nur geringen Gegenkräften, zu reagieren:

- Störungen im Längsabstand der Rohrenden (z.B. durch
Wärmedehnungen des Rohres relativ zur Haltebasis,
durch Verschiebungen der Haltebasen gegeneinander in
20 Richtung der Rohrachse) werden durch Biegung des
Profilrohres aufgenommen und ausgeglichen, sowie
von den Formverhältnissen der Kurve vorgegeben. Ab-
hängig vom Maß der seitlichen Ausladung des Kurven-
verlaufes sind die Querverschiebungen des Profil-
25 rohres unter der Wirkung von Längenänderungen
(z.B. als Folge von Wärmedehnungen) dabei um
Größenordnungen kleiner als der entsprechende Quer-
ausschlag eines seitlich ausknickenden zunächst
geradachsigen Rohres.
- Querverschiebungen der Rohrenden in der Ebene der
Kurve werden durch Biegung ausgeglichen.
- Bei Verschiebungen senkrecht dazu würde das gerad-
35 linige Lanzettenrohr um seine Querachse mit dem

1 größten Widerstandsmoment gebogen und entsprechend
große Reaktionskräfte entwickeln. Im Unterschied
dazu reagiert das mit dem periodischen Kurvenver-
lauf seiner Längsachse ausgestattete Profilrohr in
5 einem solchen Falle mit weichen Torsionsver-
formungen.

- Durch die örtlich unterschiedlichen Verhältnisse
des Wärmeübergangs in Richtung der Außenströmung
10 längs des Lanzettenrohrquerschnittes treten auf der
Anströmseite (leading edge) höhere Materialtempe-
raturen als auf der Abströmseite auf. Die dadurch
verursachte unterschiedliche thermische Längsdehnung
des Lanzettenrohres würde beim geradlinigen Verlauf
15 seiner Längsachse das Profilrohr zu einer Verbiegung
in Richtung auf die heißere Seite veranlassen. Diese
Verbiegung kann beträchtliche Werte annehmen und das
Lanzettenrohr aus der ihm konstruktiv vorgegebenen
Stellung im Strömungsfeld verlagern, so daß Einbußen
20 in der Effektivität des Wärmetauschers und eventuell
auch erhöhte Druckverluste in Kauf genommen werden
müssten.

In einem solchen Falle wird das Lanzettenrohr mit
25 periodisch wechselndem Kurvenverlauf wesentlich
weniger aus seiner Position gedrängt. Zwar erfahren
Vorder- und Hinterkante ebenfalls unterschiedliche
thermische Längsdehnungen; dem Gesetz der Kurven-
form folgend, verlaufen sie aber homolog zueinander
30 in einem Verzerrungszustand, der die lanzetten-
förmigen Rohrquerschnitte tordiert. Dabei werden
nur geringe thermische Spannungen aufgebaut, so
daß das Profilrohr im wesentlichen in der Ebene
seines Kurvenverlaufes verbleibt und sich kaum in
35 Richtung auf die höhere Temperatur verbiegt.

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH

München, den 9.12.1985

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Wärmetauscher mit zwei im wesentlichen parallel nebeneinander angeordneten Sammelleitungen und einer heißgasumströmten Kreuz-Gegenstrom-Profilrohr-Matrix, in die über die eine Sammelleitung aufzuheizende Druckluft eingespeist und über einen Matrixumlenkabschnitt der anderen Sammelleitung zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Matrixumlenkabschnitt (4) als Plattenwärmetauscher ausgebildet ist.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Matrixumlenkabschnitt (4) aus Druckluftumlenkkammern (5) bildenden, fest und fluiddicht miteinander verbundenen Platten (6,7) besteht, an die einander entgegengerichtet von Druckluft (D_1, D_3) durchströmte Profilrohrreihen (8,9) der Matrix (3) ein- und austrittsseitig angeschlossen sind.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß an diskreten Stellen zwischen jeweils zwei Platten (6,7) den Kammerdurchströmquerschnitt definierende, zumindest teilweise als Umlenkhilfen ausgebildete Abstandsstücke (23,24) angeordnet sind.

- 1 4. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstands-
stücke und/oder anderweitige, entlang der inneren
Kammerbewandung aufgebraachte Formkörper bzw. Aus-
5 prägungen als aerodynamische Schikanen zur Erhöhung
des Wärmeaustauschgrades ausgebildet sind.
- 10 5. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die die Umlenk-
kammern (5) bildenden Platten (6,7) heißgas- und/oder
druckluftseitig mittels thermische Verformungen kompen-
sierender und/oder den Wärmetauschgrad erhöhender
Konturierungen (26,27) ausgestattet sind.
- 15 6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
daß die Konturierungen wellenförmig oder reliefartig
ausgebildet sind.
- 20 7. Wärmetauscher nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Konturierungen der Platten (6,7)
unter Wahrung der kammerseitigen Wandbeabstandung wie
auch der gegenseitigen heißgasdurchströmseitigen Wand-
beabstandung miteinander korrelierend ausgebildet sind.
- 25 8. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilrohre
bzw. Profilrohrreihen (8,9) der Matrix (3) mit einem
in Richtung ihrer Längsachsen kurvenförmigen Verlauf
zwischen den betreffenden Sammelleitungen (1,2) und
30 den betreffenden Platten (6,7) des Matrixumlenkab-
schnitts (4) angeordnet sind.

1 9. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die druckluftein-
bzw. austrittsseitigen Enden betreffender Matrixprofil-
rohrreihen (8,9) zwischen gegenseitig korrespondierend
5 vorgeformten Endsektionen der jeweils beiden Platten
(6,7) einer Umlenkammer (5) formschlüssig und fluid-
dicht befestigt sind.

10 10. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei
Platten (6,7) des Matrixumlenkabschnitts (4) mehrere
zumindest teilweise fluidisch voneinander getrennte
kanalförmige Umlenkammern eingeschlossen sind.

15 11. Wärmetauscher nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
daß die Anzahl der kanalförmigen Umlenkammern auf die
Anzahl der darin einmündenden Matrixprofilrohre bzw.
die Anzahl der Rohre einer Profilrohrreihe (8,9)
abgestimmt ist.

20 12. Wärmetauscher nach Anspruch 10 oder 11, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die kanalförmigen Umlenkammern
zwischen bzw. aus gegenseitigen Halbprofilausformungen
(28,29) zweier benachbarter Platten (6,7) ausgebildet
25 sind.

30 13. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlprofil-
körper ein kreisförmiges oder lanzetten- bzw. linsen-
förmiges, aerodynamisch optimiertes, in Richtung der
Heißgasströmung an- und abströmseitig zugespitzt aus-
laufendes Profil aufweisen (Fig. 10).

1 14. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die einander
entgegengerichtet von Druckluft durchströmten Profil-
rohrreihen (8,9) der Matrix (3) mit Abstand im wesent-
5 lichen parallel nebeneinander sowie quer gegenüber
der Heißgasströmungsrichtung (H) verlaufend angeordnet
sind.

15 15. Wärmetauscher nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,
10 daß die Rohranzahl der einen Profilreihe (8) von
derjenigen der in entgegengesetzter Richtung von
Druckluft durchströmten Profilreihe (9) abweicht
(Fig. 3, 7 und 8).

15 16. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß unter ent-
sprechender Zuordnung die Umlenkung und den Wärme-
tauschprozeß fördernder Abstandselemente, z.B. Stifte
(23), die Umlenkammer von der Eintritts- nach der
20 Austrittsseite bogenförmig derart gekrümmt ist, daß
sie von einem zunächst im wesentlichen kontinuier-
lich gekrümmten Kammerteil (T_1) aus stromab eines
inneren Umlenkbogenendes (U), sich auf einen einseitig
ausgebauchten Kammerteil (T_2) größeren Querschnitts
25 erweitert und von dort auf einen nach innen einge-
zogenen Kammerteil (T_3) ausläuft, dessen austritts-
seitiger Querschnitt im wesentlichen mit dem zuström-
seitigen Querschnitt der Umlenkammer identisch ist
(Fig. 6).

30

ESP-840
9.12.1985

35

1/5

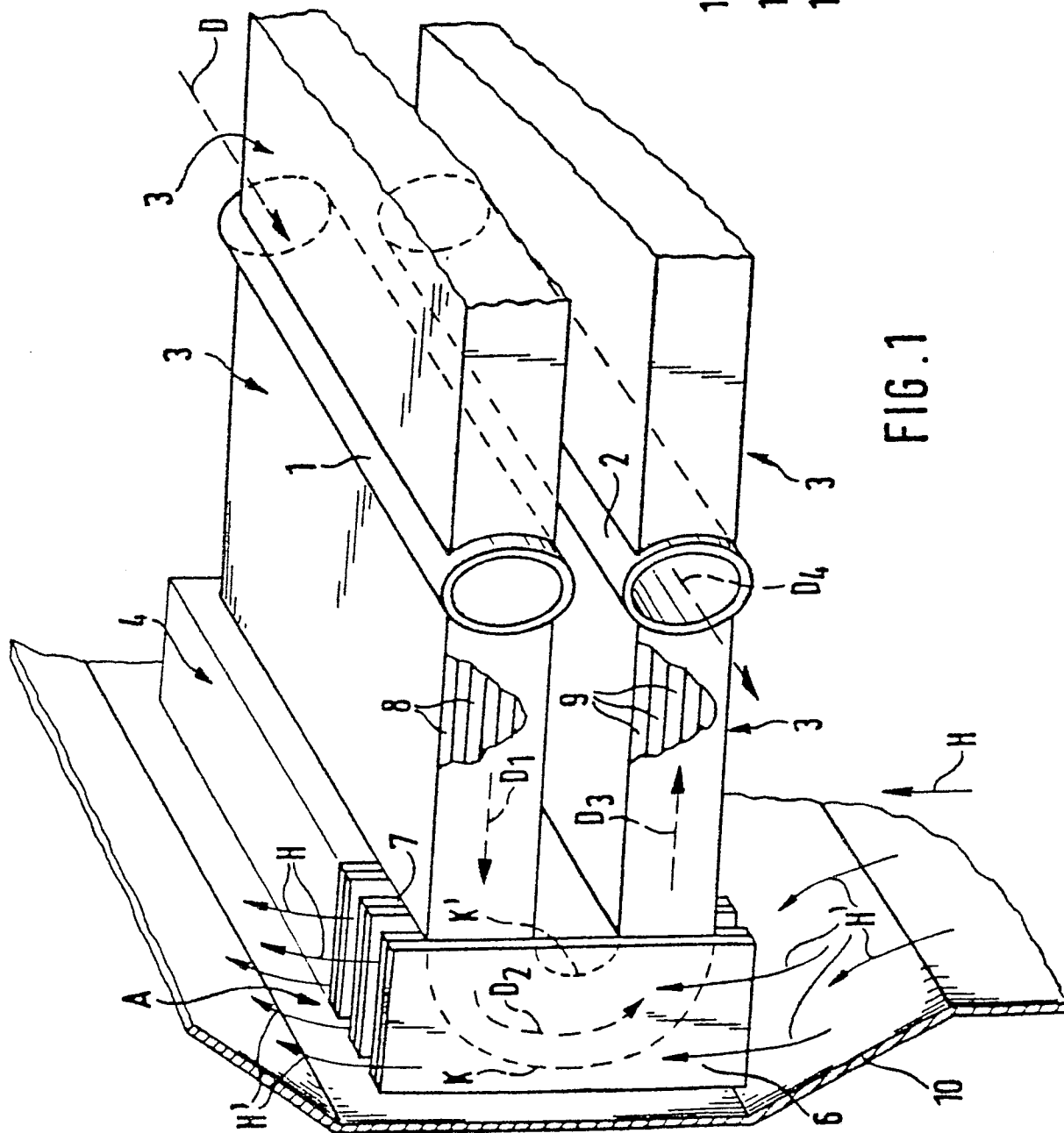


FIG. 1

FIG. 2

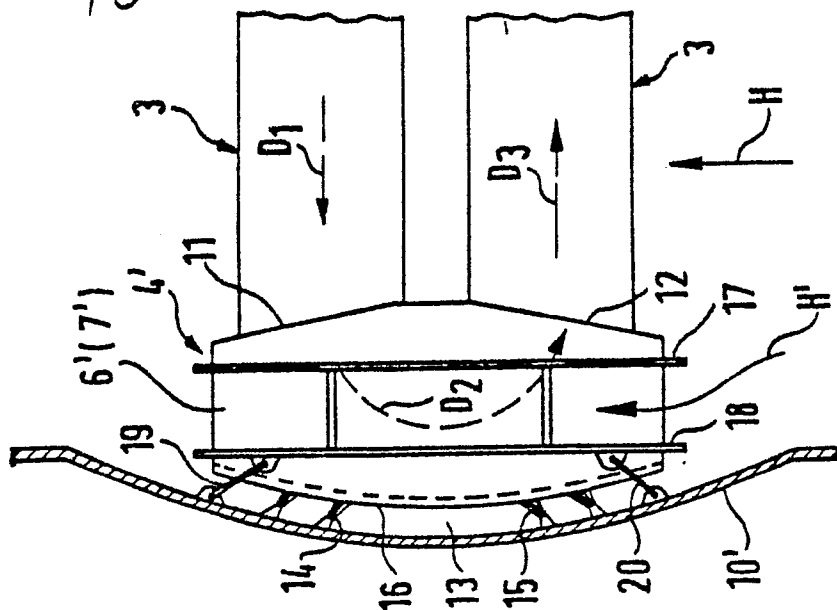


FIG. 3

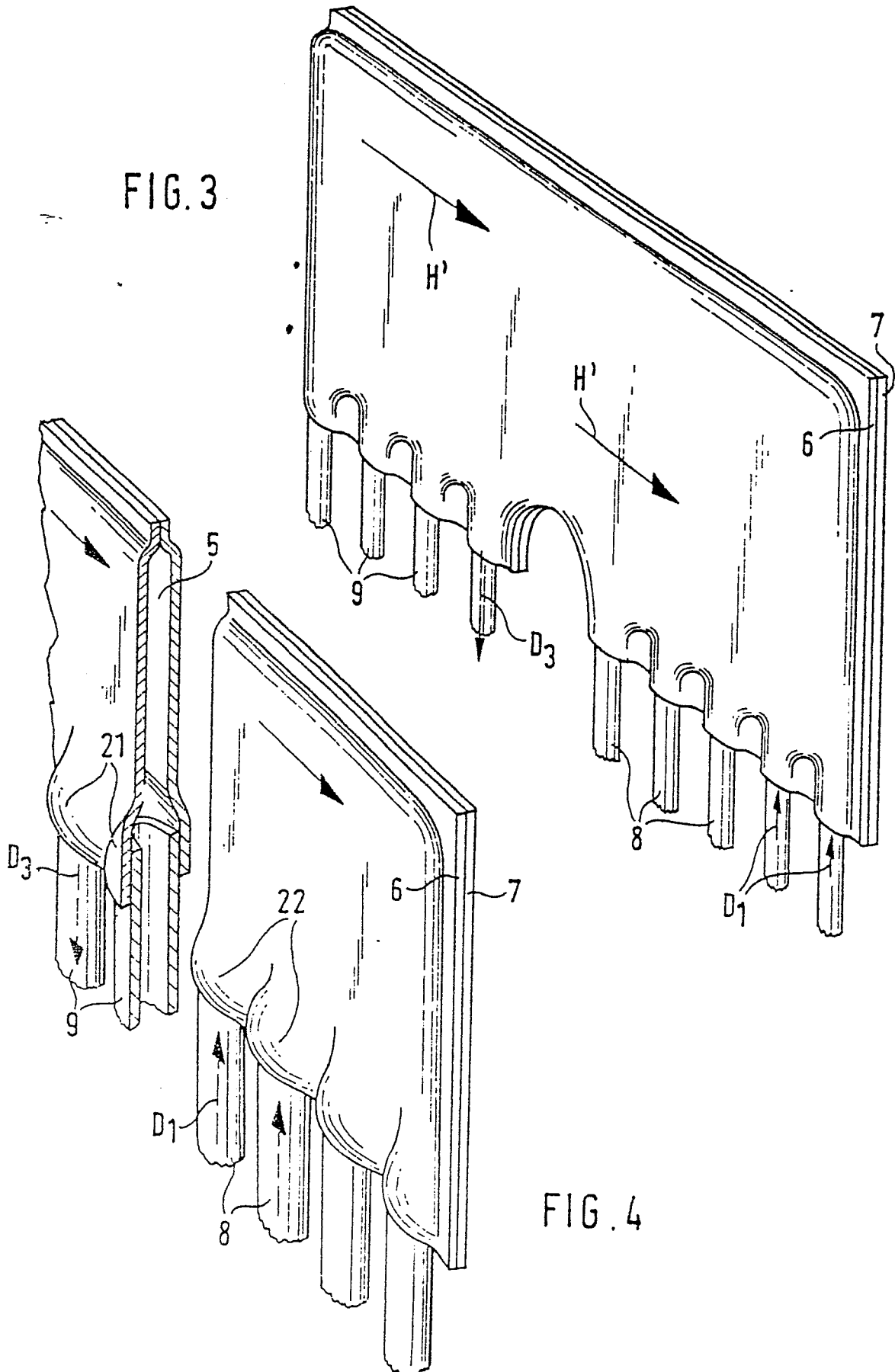


FIG. 4

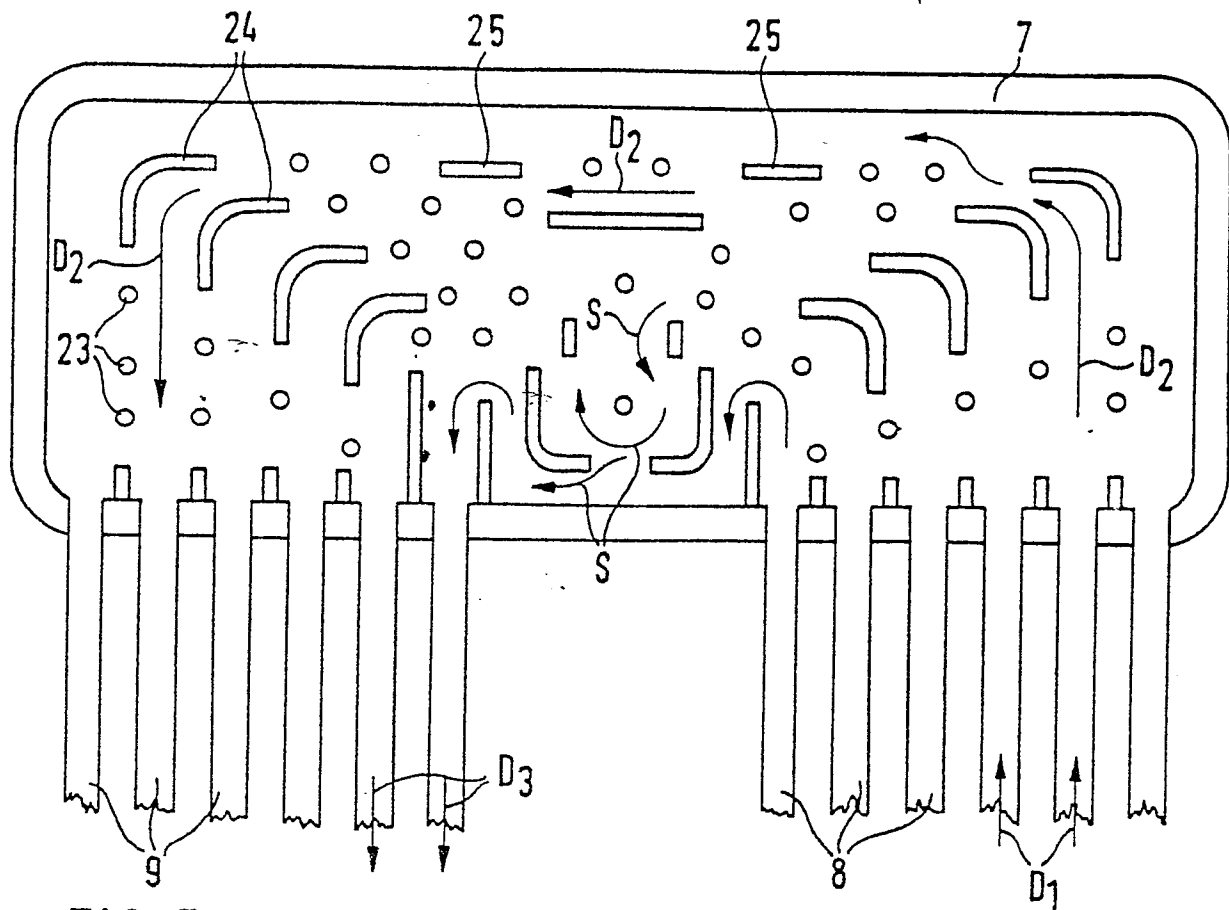


FIG. 5

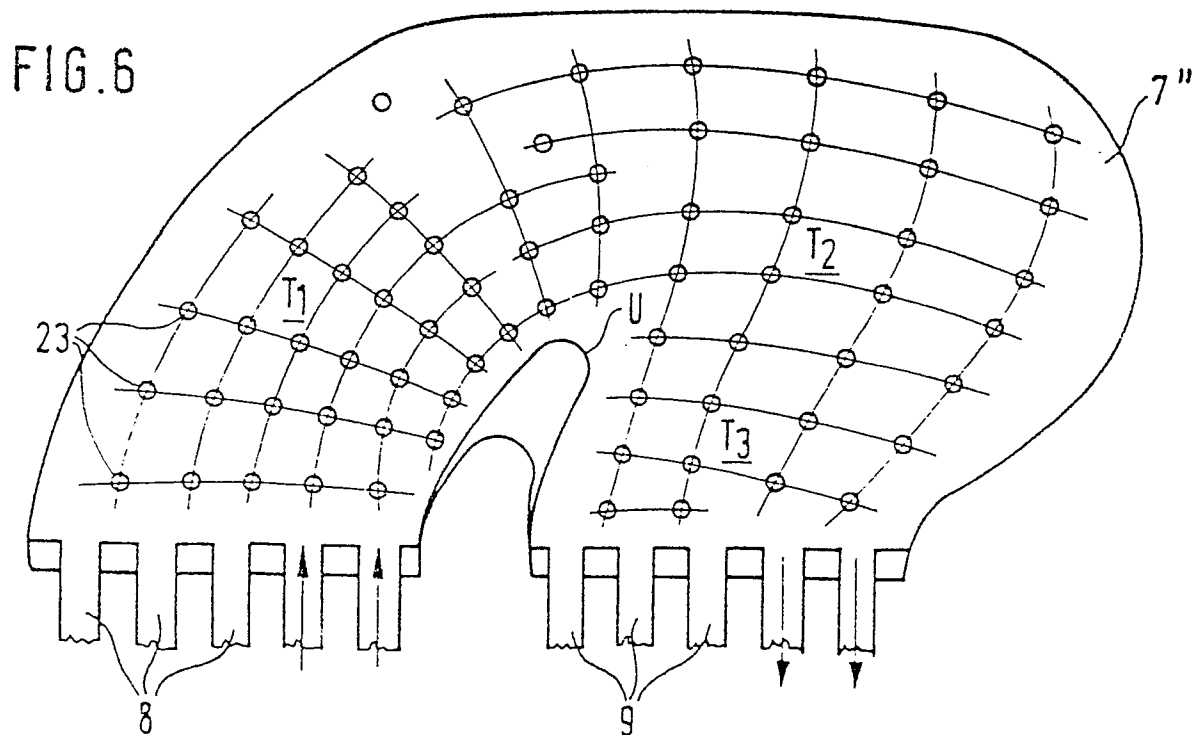


FIG. 6

4/5

0228581

FIG.7

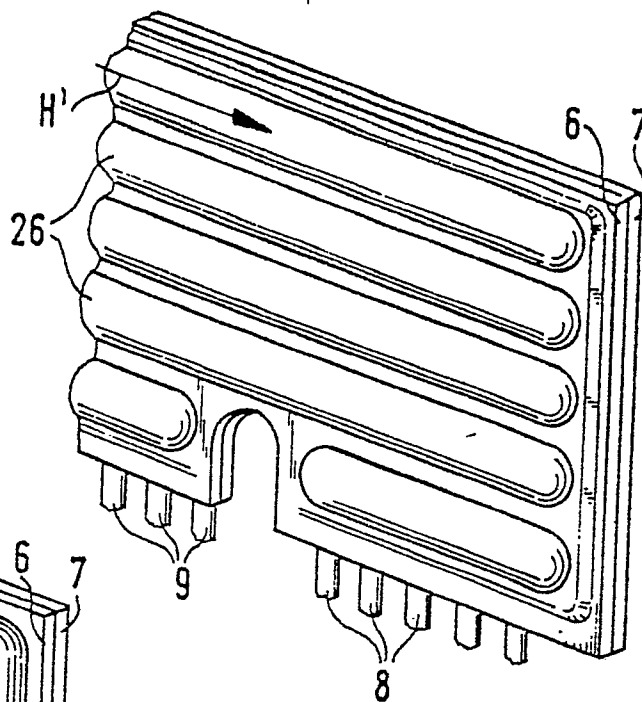


FIG.8

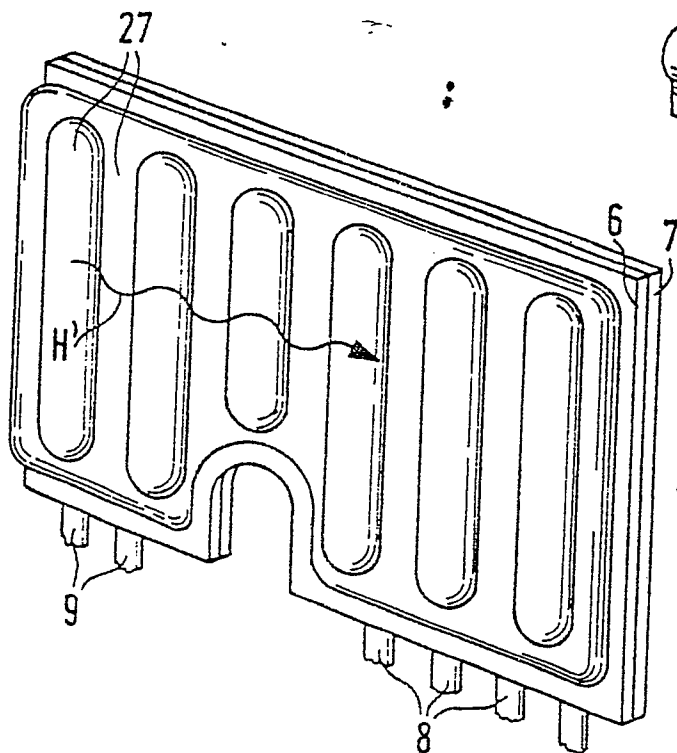


FIG.10

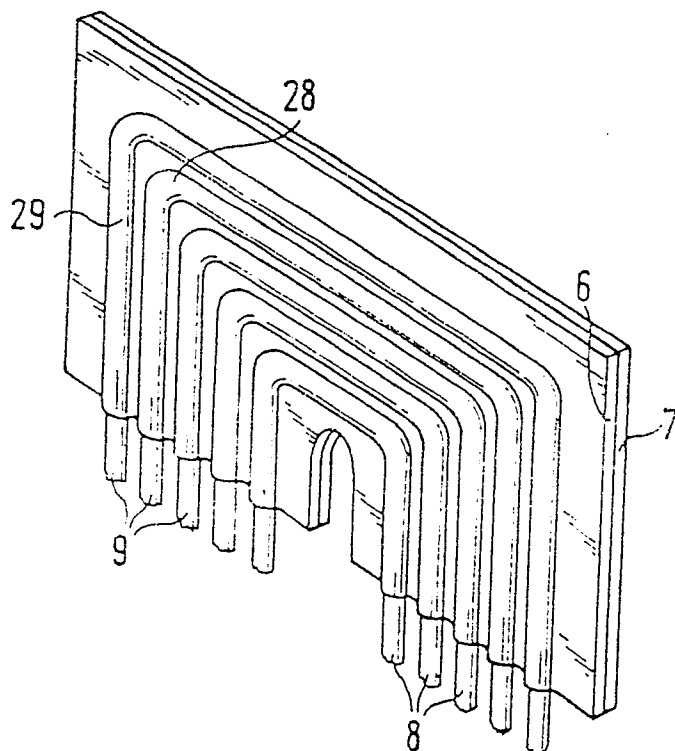


FIG.9

5/5

0228581

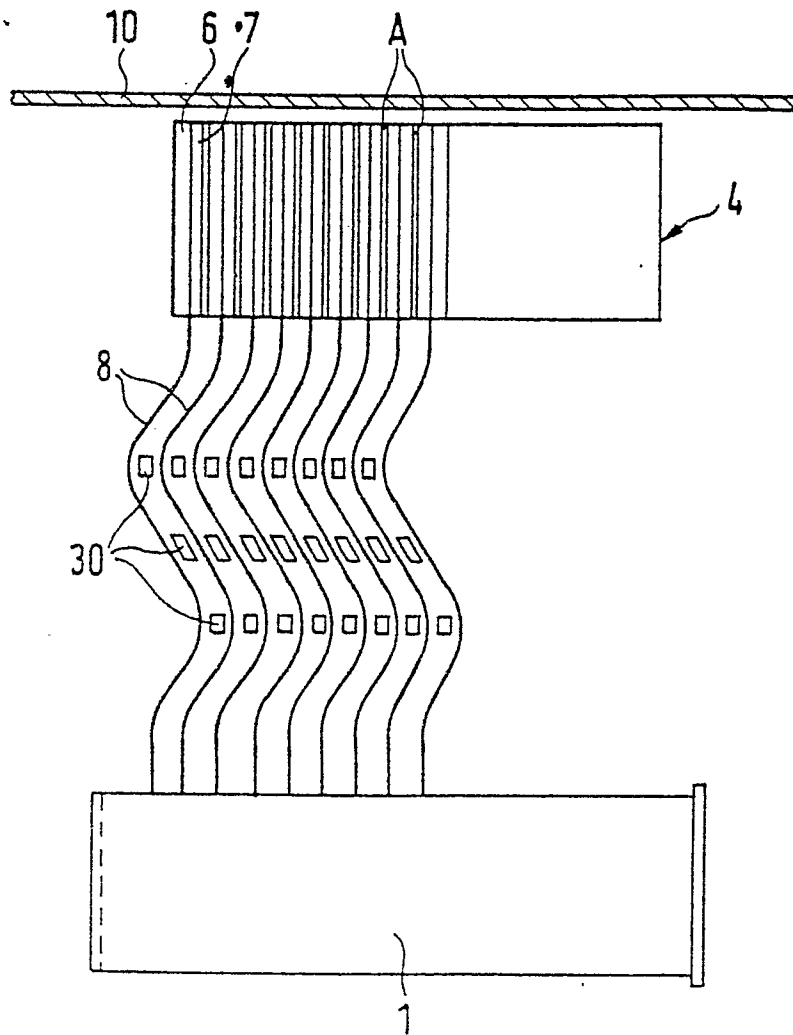


FIG.11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0228581

Nummer der Anmeldung

EP 86 11 6618

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																															
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)																												
D, Y	GB-A-2 130 355 (MTU) * Seite 3, Zeile 110 - Seite 4, Zeile 15; Figuren 20-22 *	1	F 28 F 9/26 F 28 D 7/08 F 28 F 3/04																												
A		13, 14																													
Y	US-A-2 819 883 (RIEPPPEL et al.) * Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 2, Zeile 2; Spalte 2, Zeilen 32-55; Figuren 1-2 *	1																													
A		2, 10																													
A	GB-A- 537 421 (CHERRY-BURRELL CORP.) * Seite 3, Zeilen 23-58; Figuren 1, 10 *	3-7																													
A	US-A-3 112 793 (SASS) * Figur 1 *	8																													
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt																															
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19-03-1987	Prüfer BELTZUNG F.C.																												
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</td><td>E</td><td colspan="2">altes Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D</td><td colspan="2">in der Anmeldung angeführtes Dokument *</td></tr><tr><td>Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L</td><td colspan="2">aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A technologischer Hintergrund</td><td>&</td><td colspan="2">Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>O nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>P Zwischenliteratur</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td><td colspan="2"></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E	altes Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		X von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D	in der Anmeldung angeführtes Dokument *		Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L	aus andern Gründen angeführtes Dokument		A technologischer Hintergrund	&	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		O nichtschriftliche Offenbarung				P Zwischenliteratur				T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E	altes Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																													
X von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D	in der Anmeldung angeführtes Dokument *																													
Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L	aus andern Gründen angeführtes Dokument																													
A technologischer Hintergrund	&	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																													
O nichtschriftliche Offenbarung																															
P Zwischenliteratur																															
T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																															