(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Juni 2001 (07.06.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/40730 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F28D 9/00, F28F 3/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH00/00640

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Dezember 2000 (01.12.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
2205/99 2. Dezember 1999 (02.12.1999) CH
2206/99 2. Dezember 1999 (02.12.1999) CH

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SCAMBIA INDUSTRIAL DEVELOPMENTS AKTIENGESELLSCHAFT** [LI/LI]; In der Ballota 2a, FL-9494 Schaan (LI).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **JANSSENS, Jean, Paul, Hubert** [BE/BE]; Atheneumstraat 76, B-3970 Leopoldsburg (BE).

(74) Anwalt: **EDER AG**; Patentanwaltsbüro, Lindenhofstrasse 40, CH-4052 Basel (CH).

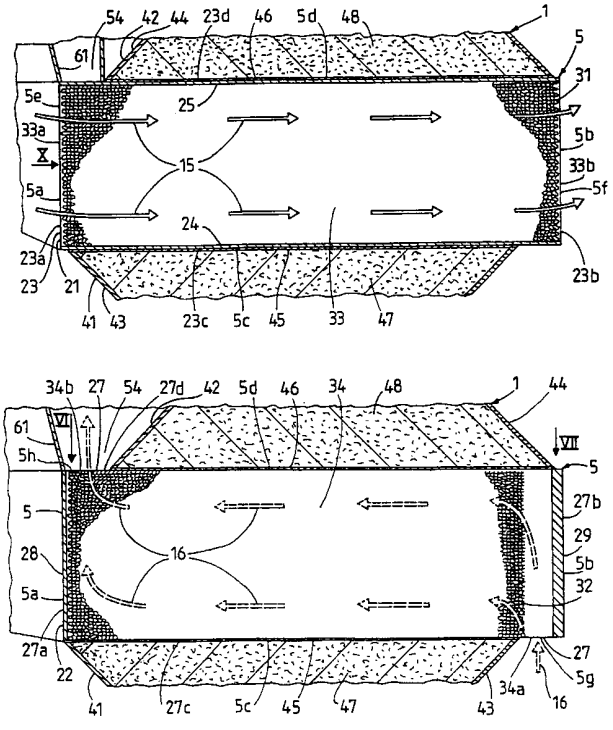
(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AU, CA, CN, CZ, ID, IN, JP, KR, SG, US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: WÄRMETAUSCHER



(57) Abstract: The invention relates to a heat exchanger that is provided with an axis and at least one body (5) which encompasses the axis and is ring-shaped in the cross-section thereof. Said body comprises involute sheet metal elements (23, 27) that are arranged around said axis in a successive manner. Edge strips (24, 25, 28, 29) that are welded to the sheet metal elements are alternately arranged between said sheet metal elements in the proximity to the involute side edges (23c, 23d, 27c, 27d) thereof or the inner and outer edges (23a, 23b, 27a, 27b) thereof. The sheet metal elements alternately define through-passages (33, 34) for a first and a second fluid (15, 16). Each through-passage (33, 34) contains an intermediate layer (31, 32) that consists of a wire hosiery. The edge strips (24, 25, 28, 29) and the wire hosiery keep the successive sheet metal elements (23, 27) stable and permanently at a distance from each other and are only provided with little heat conduction in the direction of flow.

(57) Zusammenfassung: Der Wärmetauscher besitzt eine Achse und mindestens einen diese umschliessenden, im Querschnitt ringförmigen Wärmetausch-Körper (5) mit um die Achse herum aufeinander folgenden, im Querschnitt evolventenförmigen Blechelementen (23, 27), zwischen denen abwechselnd bei ihren evolventenförmigen Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) bzw. bei ihren Innen- sowie Aussenrändern (23a, 23b, 27a, 27b) mit ihnen verschweisste Randstreifen (24, 25, 28, 29) angeordnet sind und die abwechselnd Durchgänge (33, 34) für ein erstes und ein zweites Fluid (15, 16) begrenzen. Jeder Durchgang (33, 34) enthält eine Zwischenlage (31, 32), die aus einem Draht-Gewirke besteht. Die Randstreifen (24, 25, 28, 29) und die Draht-Gewirke halten die aufeinander folgenden Blechelemente (23, 27) stabil sowie dauerhaft in Abstand voneinander und ergeben nur eine geringe Wärmeleitung in der Strömungsrichtung.

WO 01/40730 A1

Veröffentlicht:

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

— *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Wärmetauscher

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit mindestens einem Wärmetausch-Körper mit aufeinander folgenden Blechelementen, die zusammen mit zwischen ihnen angeordneten, gasdurchlässigen Zwischenlagen abwechselnd Durchgänge für ein erstes Fluid und ein zweites Fluid begrenzen.

Der Wärmetauscher ist insbesondere vorgesehen, um Wärme zwischen zwei gasförmigen Fluiden zu übertragen. Der Wärmetauscher kann zum Beispiel verwendet werden, um Wärme von heissem Abgas eines Heissgasmotors, wie eines Stirlingmotors oder einer Gasturbine, zurück zu gewinnen und auf ursprünglich kalte Luft zu übertragen, die durch die Wärmeübertragung erhitzt und danach einem Brenner zugeführt wird.

Stand der Technik

Ein aus der GB 892 962 A bekannter Wärmetauscher besitzt einen im Querschnitt ringförmigen Wärmetausch-Körper mit Blechelementen. Diese haben einen Mittelabschnitt mit der Form einer archimedischen Spirale und mit entlang dieser verlaufenden, wellenförmigen Rippen, die offenbar an einem benachbarten Blechelement anliegen und die rippenlosen Bereiche der Mittelabschnitte in Abstand voneinander halten, so dass diese spiralförmige Durchgänge begrenzen. Die inneren und äusseren Randabschnitte der Blechelemente sind mehrfach abgewinkelt oder abgebogen, so dass sie bei den innersten bzw. äussersten Teilabschnitten aneinander anliegen und axiale Kanäle begrenzen. Die Blechelemente sind durch Schweissen oder Löten miteinander verbunden. An den beiden

Enden des Wärmetausch-Körpers sind Ringe befestigt, welche die entlang dem Umfang aufeinander folgenden, axialen Kanäle abwechseln abschliessen bzw. durch ein Loch mit einem angrenzenden Raum verbinden. Beim Betrieb des Wärmetauschers wird heisses Abgas von innen nach aussen und kalte Luft von aussen nach innen durch den Wärmetausch-Körper geleitet.

Die von einem Stirlingmotor oder einer Gasturbine abströmenden Abgase haben bei modernen Motoren bzw. Gasturbinen hohe Temperaturen, die häufig 500° C bis ungefähr 1000° C oder noch etwas mehr betragen. Wenn solches Abgas einem Wärmetausch-Körper zugeführt wird, werden dessen Blechelemente beim Beginn und bei der Beendung des Betriebs des Wärmetauschens starken Temperaturänderungen unterworfen. Ferner ergeben sich beim Betrieb entlang den Strömungswegen der Fluide starke Temperaturgradienten in einem durchströmten Wärmetausch-Körper. Solche Temperaturänderungen verursachen Änderungen der Abmessungen, die wegen der Temperaturgradienten örtlich verschieden sind.

Mit Rippen versehene und bei den Innenrändern sowie Aussenrändern mehrfach abgewinkelte oder abgebogene Blechelemente gemäss der GB 892 962 A können durch die bei hohen Abgastemperaturen auftretenden Abmessungsänderungen und die damit verknüpften Spannungen stark und bleibend deformiert werden. Die Deformationen werden dabei noch dadurch verstärkt, dass die abgebogenen und aneinander anliegenden Randabschnitte der Blechelemente alle Blechelemente relativ steif und unnachgiebig miteinander verbinden. Die erzeugten Deformationen haben wiederum zur Folge, dass die Durchgänge stellenweise erweitert und stellenweise verengt oder sogar mehr oder weniger vollständig verschlossen werden, wodurch die Eigenschaften des Wärmetauschers stark verschlechtert werden. Zudem geht aus der GB 892 962 A nicht hervor, ob und wie die spiralförmigen

Durchgänge an den beiden Enden des Wärmetausch-Körpers abgeschlossen sind sowie ob und wie dort sowie bei den axialen Kanälen des Wärmetausch-Körpers eine Vermischung des heissen Abgases mit der Luft verhindert werden kann. Wegen den komplizierten Formen der Blechelemente, weil die erwähnten Ringe für jeden zweiten axialen Kanal ein mit diesen fluchtendes Loch aufweisen müssen und weil die inneren Enden der spiralförmigen Mittelabschnitte der Blechelemente in einem zur Achse senkrechten Schnitt einen ziemlich spitzen Winkel mit der innern Mantelfläche des Wärmetausch-Körpers bilden, kann der letztere - bei einem bestimmten, gegebenen Innendurchmesser zudem nur eine relativ kleine Anzahl um seine innere Mantelfläche herum verteilter Durchgänge aufweisen. Ferner ist die Herstellung der abgebogenen Randabschnitte kompliziert und teuer.

Die US 4 506 502 A offenbart einen Wärmetauscher mit einem ringförmigen Wärmetausch-Körper mit spiralförmigen Durchgängen. Der Wärmetausch-Körper besteht aus Keramik oder Stahl, wobei jedoch die innere Struktur sowie die Herstellung des Wärmetausch-Körpers nicht näher offenbart ist. Im Übrigen wird das heise Abgas beim Betrieb von aussen nach innen durch den Wärmetausch-Körper hindurch geleitet. Der Wärmetausch-Körper wird daher bei seiner äusseren Mantelfläche sehr heiss, so dass viel Wärme an die Umgebung abgegeben wird und hohe Wärmeverluste entstehen.

Ein aus der US 3741 293 A bekannter Wärmetauscher besitzt einen ringförmigen Wärmetausch-Körper mit ebenen, radialen Blechelementen und reihenweise dazwischen angeordneten Sekundär-Oberflächenelementen, die durch Abschälen gebildet werden. Da die Durchgänge radial verlaufen, werden sich nach aussen breiter und haben nur eine geringe Länge. Zudem ist der Abstand der einander benachbarten Blechelemente relativ gross. Dieser Wärmetausch-Körper ergibt daher - bezogen auf

ein bestimmtes Volumen - nur eine niedrige Wärmeaustausch-Leistung. Im Übrigen hat dieser Wärmetauscher noch teilweise ähnliche Nachteile wie der Wärmetauscher gemäss der zuerst zitierten GB 892 962 A.

Ein aus der US 5 060 721 A bekannter Wärmetauscher hat einen ringförmigen Wärmetausch-Körper mit im Allgemeinen evolventenförmig gebogenen Blechelementen. Jedes von diesen bildet im abgewickelten, ebenen Zustand ein unregelmässiges Sechseck und hat einen trapezförmigen Mittelabschnitt und auf beiden Seiten von diesem einen Flügel. Der Mittelabschnitt hat entlang den Evolventen verlaufende Wellen. Die Flügel haben teilweise Wellen, die ungefähr zur Achse des Wärmetausch-Körpers parallele Kanäle bilden. Dieser Wärmetauscher hat teilweise ähnliche Nachteile wie der Wärmetauscher gemäss der GB 892 962 A, wobei insbesondere die Herstellung und das Zusammenbauen komplizierten Blechelemente zeitraubend und kostspielig sind.

Die GB 1 172 247 A offenbart Wärmetauscher mit einem ungefähr quaderförmigen Wärmetausch-Körper. Dieser weist einen Stapel von rechtecksförmigen Platten mit einem ebenen Hauptabschnitt und nach oben abgebogenen Randabschnitten auf. Zwischen den einander benachbarten Platten ist eine aus einem Drahtgitter bestehende Zwischenlage angeordnet. Bei den in den verschiedenen Zeichnungsfiguren dargestellten Varianten bestehen die Drahtgitter aus aufeinander aufliegenden, einander rechtwinklig kreuzenden Drähten. Die letzteren bilden gemäss den Figuren mit den Rechteckseiten der Platten Winkel von ungefähr 45°. Bei der Verwendung des Wärmetauschers haben die durch diesen strömenden Fluide im Allgemeinen mehr oder weniger zu den längern Rechteckseiten parallele Strömungsrichtungen. Die Drahtgitter ergeben daher eine ziemlich gute Wärmeleitung entlang den Strömungswegen der Fluide. Dies hat zur Folge, dass ein grosser Teil der vom

heisseren Fluid zugeführten Wärme wieder von diesem aus dem Wärmetauscher abtransportiert und nicht übertragen wird. Ferne sind die Platten bei ihren Rändern mit Gummidichtungen versehen, die nicht für hohe Temperaturen geeignet sind. Diese bekannten Wärmetauscher wären daher nicht für Temperaturen bis ca. 1000 °C aufweisende Abgase von Verbrennungsmotoren und Gasturbinen geeignet.

Abriss der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher zu schaffen, der ermöglicht, Nachteile der bekannten Wärmetauscher zu vermeiden. Dabei sollen insbesondere die Blechelemente einerseits ausreichend stabil sowie dauerhaft derart miteinander verbunden sein, dass die Durchgänge für die beiden Fluide einwandfrei voneinander getrennt sind und bleiben. Andererseits sollen die Blechelemente ihre Formen auch bei Zufuhr eines Fluids mit einer sehr hohen Temperatur möglichst gut beibehalten und gewährleisten, dass alle Durchgänge eine gleichmässige Fluidströmung ermöglichen. Ferner soll der Wärmetauscher wirtschaftlich herstellbar sein und ermöglichen, die Wärmeverluste an die Umgebung gering zu halten.

Diese Aufgabe wird gemäss der Erfindung gelöst durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1, d.h. durch einen Wärmetauscher mit mindestens einem im Querschnitt ringförmigen Wärmetausch-Körper, der eine Achse umschliesst und um diese herum aufeinander folgende Blechelemente aufweist, die zusammen abwechselnd erste Durchgänge für ein erstes Fluid und zweite Durchgänge für ein zweites Fluid begrenzen, wobei jedes Blechelement einen Innenrand, einen Aussenrand und zwei vom Innenrand zum Aussenrand verlaufende Seitenränder hat, wobei einander benachbarte Blechelemente entlang ihren Seitenrändern im Wesentlichen konstante

Abstände voneinander haben und wobei der Wärmetauscher dadurch gekennzeichnet ist, dass jedes Blechelement ein Viereck bildet, das zwischen den zusammen einen ersten Durchgang begrenzenden Blechelementen bei deren Seitenrändern entlang von diesen verlaufenden, metallischen Randstreifen angeordnet und fest sowie dicht mit den betreffenden Blechelementen verbunden sind und dass zwischen den zusammen einen zweiten Durchgang begrenzenden Blechelementen bei deren Innenrändern sowie bei deren Aussenrändern entlang von diesen verlaufende, metallische Randstreifen angeordnet und fest sowie dicht mit den betreffenden Blechelementen verbunden sind.

Die Erfindung betrifft ferner einen Wärmetauscher mit mindestens einem Wärmetausch-Körper mit aufeinander folgenden Blechelementen, die abwechselnd Durchgänge für ein erstes Fluid und ein zweites Fluid begrenzen und zwischen denen gasdurchlässige Zwischenlagen angeordnet sind, wobei jedes Blechelement zwei einander abgewandte Seitenränder und wobei der Wärmetauscher dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenränder der zum selben Wärmetausch-Körper gehörenden Blechelemente und/oder bei diesen Seitenrändern angeordnete Randstreifen zusammen zwei Endflächen des Wärmetausch-Körpers definieren, dass bei jeder Endfläche mindestens eine metallische Folie an den Seitenrändern der Blechelemente anliegt und dass eine wärmeisolierende Isolation auf der den Blechelementen abgewandten Seite jeder Folie angeordnet ist.

Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Wärmetauscher mit mindestens einem im Querschnitt ringförmigen Wärmetausch-Körper, der eine Achse umschliesst und um diese herum aufeinander folgende Blechelemente aufweist, die zusammen abwechselnd erste Durchgänge für ein erstes Fluid und zweite Durchgänge für ein zweites Fluid begrenzen, wobei jedes Blechelement einen Innenrand, einen Aussenrand und zwei vom

Innenrand zum Aussenrand verlaufende Seitenränder hat, wobei einander benachbarte Blechelemente entlang ihren Seitenrändern im Wesentlichen konstante Abstände voneinander haben, wobei die Durchgänge sich zwischen Öffnungen in der Nähe der Innenränder und Öffnungen in der Nähe der Aussenränder erstrecken und wobei der Wärmetauscher dadurch gekennzeichnet ist, dass die Blechelemente eine entlang ihren Seitenrändern gemessene Abmessung haben, die mindestens das Doppelte einer entlang der Achse gemessene Abmessung der Blechelemente beträgt.

Die Erfindung betrifft auch noch einen Wärmetauscher mit mindestens einem Wärmetausch-Körper mit aufeinander folgenden Blechelementen, die abwechselnd Durchgänge für ein erstes Fluid und ein zweites Fluid begrenzen und zwischen denen gasdurchlässige Zwischenlagen angeordnet sind, wobei jedes Blechelement zwei einander abgewandte, zueinander parallele Seitenränder hat und mindestens wesentliche Teile der Durchgänge entlang den Seitenrändern verlaufen und wobei der Wärmetauscher dadurch gekennzeichnet ist, dass jede Zwischenlage aus einem Draht-Gewirke besteht, das Maschen-Reihen mit einander benachbarten, aus zusammenhängenden Drahtabschnitten gebildeten Maschen aufweist und dass diese Maschen-Reihen im Allgemeinen ungefähr rechtwinklig zu den Seitenrändern der Blechelemente verlaufen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Wärmetauschers gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Der Erfindungsgegenstand wird anschliessend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine vereinfachte, schematische Schrägansicht eines Wärmetauschers,

Fig. 2 einen vereinfachten, schematischen Axialschnitt durch den Wärmetauscher und dessen Wärmetausch-Körper,

Fig. 3 einen schematischen Querschnitt durch den ringförmigen Wärmetausch-Körper des Wärmetauschers,

Fig. 4 einen schematischen Schnitt entlang der Linie IV-IV der Fig. 3 durch einen ersten evolventenförmigen Fluid-Durchgang des Wärmetausch-Körpers,

Fig. 5 einen Schnitt entlang der Linie V-V der Fig. 3 durch einen zweiten Fluid-Durchgang des Wärmetausch-Körpers,

die Figuren 6, 7 Ansichten von Randabschnitten des in Fig. 5 ersichtlichen, abgewickelten, zweiten Blechelements in den in Fig. 5 durch die Pfeile V bzw. VI bezeichneten Blickrichtungen in grösserem Massstab,

Fig. 8 eine Ansicht des in Fig. 4 ersichtlichen, abgewickelten, ersten Blechelements in grösserem Massstab,

Fig. 9 einen Ausschnitt aus der Fig. 8 in noch grösserem Massstab,

Fig. 10 eine Ansicht des in den Figuren 4, 8 und 9 ersichtlichen, ersten Blechelements in der in diesen Figuren mit X bezeichneten Blickrichtung im gleichen Massstab wie die Fig. 9,

Fig. 11 einen vereinfachten Querschnitt durch einen Bereich des sich in Fig. 2 oben befindenden Endabschnitts des Wärmetausch-Körpers in grösserem Massstab als Fig. 2,

Fig. 12 eine schematische, vereinfachte Schrägansicht von einem Bereich des Wärmetausch-Körpers mit Blickrichtung auf den Innenrand der sich in Fig. 2 oben befindenden Endfläche,

Fig. 13 eine vereinfachte Schrägansicht eines anderen, aufgebrochenen Wärmetauschers mit nur einem Wärmetausch-Körper,

Fig. 14 eine vereinfachte Draufsicht auf das obere Ende des in den Figuren 12, 13 ersichtlichen Wärmetausch-Körpers und die auf diesem aufliegenden Folien,

Fig. 15 einen Schnitt entlang dem Bogen XV - XV der Fig. 14 durch den Wärmetausch-Körper und die auf diesem aufliegenden Folien,

Fig. 16 einen Axialschnitt durch einen Bereich des Wärmetauschers gemäss Fig. 13 in grösserem Massstab,

Fig. 17 einen vereinfachten, schematischen Axialschnitt durch einen Wärmetauscher mit zwei Wärmetausch-Körpern,

die Figuren 18, 19 zu den Figuren 4, 5 analoge Schnitte durch den Wärmetausch-Körper gemäss Fig. 17 entlang von ersten bzw. zweiten, evolventenförmigen Durchgängen,

Fig. 20 einen schematischen Axialschnitt durch einen Wärmetauscher mit sechs Wärmetausch-Körpern und

Fig. 21 einen schematischen Axialschnitt durch einen Wärmetauscher mit vier Wärmetausch-Körpern.

Zu den Figuren 4, 5, 12, 13 sei noch angemerkt, dass die in diesen dargestellten Schnitte entlang einem

evolventenförmigen Durchgang verlaufen, so dass die Blechelemente in abgewickeltem, ebenem Zustand erscheinen. Die an die Wärmetausch-Körper anschliessenden Teile des Gehäuses und der Fluid-Leitmitel sind jedoch zur Vereinfachung wie in einem radial zur Achse verlaufenden Schnitt gezeichnet. Im Übrigen sei zur Fig. 12 noch angemerkt, dass in dieser zur Vereinfachung keine Draht-Gewirke gezeichnet wurden. Ferner wurden die an sich um einen bogenförmigen Abschnitt der zylindrischen, inneren Mantelfläche des Wärmetausch-Körpers herum verteilten Blechelemente dargestellt, als ob ihre Innenränder in einer Ebene liegen würden.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Der in den Figuren 1 und 2 ersichtliche Wärmetauscher 1 hat eine Achse 2. Der Wärmetauscher 1 besitzt ein nur teilweise und schematisch dargestelltes Gehäuse 3. Dieses enthält einen noch näher beschriebenen Wärmetausch-Körper 5. Der Wärmetauscher 1 und insbesondere dessen Wärmetausch-Körper 5 sind im wesentlichen rotationssymmetrisch zur Achse 2. Der Wärmetauscher 1 weist teilweise durch Gehäuseteile gebildete Fluid-Leitmittel 7 auf, die wie das Gehäuse nur teilweise und schematisch dargestellt sind. Das Gehäuse 3 und/oder die Fluid-Leitmitel 7 weisen einen ersten Fluid-Eingang 8, einen ersten Fluid-Ausgang 9, einen zweiten Fluid-Eingang 10 und einen zweiten Fluid-Ausgang 11 auf.

Ferner sind in den Figuren 1, 2 durch Pfeile zwei gasförmige, strömende Fluide, nämlich ein erstes Fluid 15 und ein zweites Fluid 16 angedeutet. Dabei sind die das erste Fluid 15 darstellenden Pfeile mit vollen Linien und die das zweite Fluid 16 darstellenden Pfeile gestrichelt gezeichnet. Der Wärmetauscher 1 kann zum Beispiel zu einer Einrichtung gehören, die noch einen nicht gezeichneten Heissgasmotor bzw.

Stirlingmotor oder eventuell eine Gasturbine aufweist. Der Motor bzw. die Turbine kann dann dem ersten Fluid-Eingang 8 heisses Abgas zuführen, welches das erste Fluid 15 bildet und nach dem Passieren des Wärmetausch-Körpers 5 vom ersten Fluid-Ausgang 9 beispielsweise noch über einen zusätzlichen, zum Erzeugen von heissem Wasser dienenden Wärmetauscher und/oder über ein Filter und/oder irgend eine sonstige Vorrichtung in die Umgebung geleitet wird. Das zweite Fluid 16 besteht zum Beispiel aus Luft, die von einer Saugvorrichtung aus der Umgebung angesaugt sowie eventuell komprimiert und dem zweiten Fluid-Eingang 10 zugeführt wird. Die Luft wird nach dem Passieren des Wärmetausch-Körpers vom zweiten Fluid-Ausgang 11 zum Beispiel einem Brenner zum Betrieb des Heissgasmotors oder der Gasturbine zugeführt.

Der Wärmetausch-Körper 5 und Teile von diesem sind besonders deutlich in den Figuren 3 bis 12 ersichtlich. Der Wärmetausch-Körper 5 ist im Querschnitt ringförmig und bildet einen Ring und/oder eine Hülse. Der Wärmetausch-Körper 5 hat eine innere Mantelfläche 5a, eine äussere Mantelfläche 5b und zwei einander abgewandte Endflächen 5c bzw. 5d. Die beiden Mantelflächen 5a, 5b sind parallel zur Achse 2 und im Wesentlichen zylindrisch sowie im Querschnitt kreisförmig. Die beiden Endflächen 5c, 5d bilden mit der Achse 2 einen Winkel, nämlich einen rechten Winkel, und sind eben sowie parallel zueinander. Der Wärmetausch-Körper 5 besitzt um die Achse 2 herum abwechselnd aufeinander folgende, erste Fluid-Leitelemente 21 und zweite Fluid-Leitelemente 22. Eines der ersten Fluid-Leitelemente 21 ist teilweise separat in den Figuren 8, 9, 10 ersichtlich. Jedes erste Fluid-Leitelement 21 weist ein erstes Blechelement 23 und zwei erste Randstreifen 24, 25 auf. Abschnitte eines zweiten Fluid-Leitelements 22 sind auch noch in den Figuren 6 und 7 ersichtlich. Jedes zweite Fluid-Leitelement 22 besitzt ein zweites Blechelement 27 und zwei zweite Randstreifen 28, 29.

Zwischen den aufeinander folgenden Blechelementen 23, 27 sind gasdurchlässige, erste und zweite Zwischenlagen 31 bzw. 32 angeordnet. Die aufeinanderfolgenden Blechelemente begrenzen zusammen mit den zwischen ihnen angeordneten, gasdurchlässigen Zwischenlagen 31, 32 erste und zweite Fluid-Durchgänge 33, 34, für das erste Fluid 15 bzw. zweite Fluid 16.

Die ersten und zweiten Blechelemente 23, 27 sind identisch ausgebildet und haben sowohl identische Formen als auch identische Abmessungen. Die Blechelemente 23, 27 haben vier einander paarweise gegenüberstehende Ränder, sind im ebenen, abgewickelten Zustand viereckförmig und bilden ein rechtwinkliges Parallelogramm, nämlich ein Rechteck. Die Blechelemente 23, 27 sind parallel zur Achse 2 und verlaufen in einem zu dieser senkrechten Querschnitt evolventenförmig von der Achse 2 weg nach aussen. Die zwei kürzeren Ränder jedes Blechelement 23, 27 sind gerade, zueinander sowie zur Achse parallel und werden im Folgenden als Innenrand 23a, 27a bzw. Aussenrand 23b, 27b bezeichnet, wobei sich die Innenränder 23a, 27a an den achsnahen Enden und die Aussenränder 23b, 27b an den weiter von der Achse entfernten Enden der Blechelemente befinden. Die zwei längeren Ränder jedes Blechelement 23, 27 sind gekrümmt sowie zueinander parallel und werden im Folgenden als Seitenränder 23c, 23d bzw. 27c, 27d bezeichnet. Die Blechelemente 23, 27 haben eine entlang den gekrümmten Seitenrändern 23c, 23d, 27c, 27d gemessene Abmessung, d.h. Länge, die mindestens das 2-fache, vorzugsweise mindestens das 2,5-fache und zum Beispiel mindestens oder ungefähr das 3-fache der zur Achse 2 parallelen Abmessung, d.h. Breite, der Blechelemente beträgt. Die Randstreifen 24, 25, 28, 29 bestehen aus einem metallischen Material, nämlich aus Blechstreifen. Die zu einem der ersten Fluid-Leitelemente 21 gehörenden, ersten Randstreifen 24, 25 sind bei den beiden Seitenrändern 23c,

23d des ersten Blechelements 23 des betreffenden Fluid-Leitelements angeordnet und verlaufen entlang diesen gekrümmten Seitenrändern. Die zu einem der zweiten Fluid-Leitelemente 22 gehörenden, zweiten Randstreifen 28, 29 sind beim Innenrand 27a bzw. Aussenrand 27b des zweiten Blechelements 27 des betreffenden Fluid-Leitelements angeordnet und erstrecken sich entlang diesen geraden, zur Achse 2 parallelen Rändern 27a, 27b. Die verschiedenen Randstreifen 24, 25, 28, 29 sind im Querschnitt rechteckförmig und liegen mit ihren breiteren Längsflächen auf den Blechelementen auf. Die einen schmäleren Längsflächen der Randstreifen sind mindestens annähernd bündig mit den Blechelement-Rändern, denen sie entlang laufen. Die verschiedenen Randstreifen 24, 25, 28, 29 erstrecken sich mindestens annähernd entlang den ganzen Blechelement-Rändern, bei denen sie angeordnet sind. Die entlang den gekrümmten Seitenrändern verlaufenden Randstreifen 24, 25 erstrecken sich zum Beispiel entlang der ganzen Länge der Seitenränder vom Innenrand bis zum Aussenrand der Blechelemente. Dagegen können die entlang den geraden Rändern 23a, 23b, 27a, 27b verlaufenden Randstreifen 28, 29 zum Beispiel geringfügig kürzer als diese Ränder sein. Die Enden der Randstreifen 28, 29 sind dann - wie es für das obere Ende von inneren Randstreifen 28 in Fig. 12 dargestellt ist - ein wenig, zum Beispiel etwa 2 bis 4 mm, von den Seitenrändern der Blechelemente 23 und 27 weg versetzt. Die Enden der ersten und zweiten Randstreifen sollen sich aber bei den Ecken der Blechelemente in einer zur Achse 2 und zu den Mantelflächen 5a, 5b parallelen Projektion vorzugsweise noch teilweise überdecken.

Wie noch näher erläutert wird, verlaufen die Durchgänge 33, 34 und die Fluid-Strömungen in diesen mindestens im Allgemeinen in den Längsrichtungen der Blechelemente 23, 27 und also parallel zu deren Seitenrändern 23c, 23d, 27c, 27d.

Die Seitenränder der Blechelemente und/oder die entlang den Seitenrändern verlaufenden Randstreifen 24, 25 bilden daher auch die Seitenränder der Durchgänge 33, 34. Die Blechelemente 23, 27, die entlang von deren Seitenrändern verlaufenden Randstreifen 24, 25 und die Durchgänge 33, 34 sind in einem zur Achse 2 senkrechten Schnitt im Wesentlichen und mindestens annähernd evolventenförmig. Ihre Formen können jedoch eventuell bei den Innen- und/oder Aussenrandbereichen, bei denen die Randstreifen 28, 29 angeordnet sind, abgeflacht sein und ein geringfügig von der idealen Evolventenform abweichen. Abgesehen davon ist jedes Blechelement frei von abgewinkelten und/oder abgebogenen Randabschnitten sowie auch frei von Erhöhungen und/oder Vertiefungen, wie Wellen und/oder Rippen und dergleichen. Jedes Blechelement ist also in axialer Richtung überall vollständig gerade sowie glatt und in zur Achse 2 rechtwinkligen Querschnitten im Wesentlichen - d.h. abgesehen von den erwähnten, allfälligen kleinen Abweichungen beim Innenrand sowie Aussenrand - mindestens annähernd evolventenförmig sowie glatt. Jedes Blechelement ist dementsprechend einem zur Achse 2 senkrechten Schnitt im Wesentlichen überall stetig und glatt gekrümmt und zwar überall auf die gleiche Seite, so dass die Krümmung bei allen Stellen des Blechelements das gleiche Vorzeichen hat.

Die die Innenränder 23a, 27a der Blechelemente bildenden Randabschnitte der Blechelemente 23, 27 sind in einem zur Achse 2 senkrechten Schnitt vorzugsweise mehr oder weniger senkrecht zur zylindrischen, im Querschnitt einen Kreis bildenden, innern Mantelfläche 5a des Wärmetausch-Körpers 5. Die Blechelemente bzw. die sich an diese anschmiegenden Tangenten können dann mit der innern Mantelfläche 5a einen Winkel bilden, der 65° bis 115°, vorzugsweise 80° bis 100° und zum Beispiel etwa 85° bis 95° beträgt. Die genannten Tangenten verlaufen dementsprechend auch mindestens annähernd

radial zur Achse 2. Dadurch wird erreicht, dass das erste Fluid beim Betrieb gut in die ersten Durchgänge einströmen kann und dass die Anzahl der um die innere Mantelfläche 5a herum verteilten Blechelemente und Durchgänge bei einem bestimmten, vorgegebenen Durchmesser der innern Mantelfläche 5a und bei bestimmten Abständen der einander benachbarten Blechelemente voneinander sowie bei bestimmten Dicken der Blechelemente mindestens annähernd den grösst-möglichen Wert hat. Da die Blechelemente evolventenförmig sind, haben die einander benachbarten Blechelemente von innen nach aussen überall den gleichen Abstand voneinander. Im übrigen ist die entlang einer Evolvente gemessene Abmessung bzw. Länge eines Blechelements selbstverständlich grösser als die Differenz zwischen den Radien der beiden Mantelflächen 5b und 5a.

Jede Zwischenlage 31, 32 besteht aus einem zum Beispiel ungefähr viereckförmigen Drahtgitter, nämlich einem Draht-Gewirke, das besonders deutlich in der Fig. 9 ersichtlich und dort mit 37 bezeichnet ist. Das Draht-Gewirke 37 hat eine Anzahl von Maschen-Reihen 37a mit Maschen 37b. Die zur gleichen Maschen-Reihe 37a gehörenden, einander benachbarten Maschen 37b sind durch zusammenhängende Drahtabschnitte gebildet. Die zu aufeinander folgenden Maschen-Reihen 29a gehörenden Drahtabschnitte kreuzen einander bei Kreuzungsstellen 37c und bilden dort eine Art Knoten. Jede Maschen-Reihe 37a verläuft im Allgemeinen quer und rechtwinklig zu den Seitenrändern 23c, 23d, 27c, 27d der Blechelemente 23, 27 und damit auch im Allgemeinen quer und rechtwinklig zu den Längsrichtungen und Seitenrändern der Durchgänge 33, 34. Jede Maschen-Reihe, d.h. die durch einander entsprechenden Stellen der Maschen dieser Maschen-Reihe - zum Beispiel der Scheitel dieser Maschen - definierte Gerade kann dabei mit den Seitenrändern 23c, 23d, 27c, 27d der Blechelemente 23, 27 einen Winkel bilden, der vorzugsweise 70° bis 90° und besser 80° bis 100° oder sogar

85° bis 95° und möglichst genau 90° beträgt. Die einander benachbarten Maschen-Reihen 37a sind ineinander verhängt.

Das Drahtgitter bzw. Draht-Gewirke 37 wird bei seiner Herstellung durch Wirken aus einem einzigen zusammenhängenden Draht hergestellt. Beim Wirken wird zum Beispiel zuerst ein Schlauch gebildet. Dieser wird dann in seiner Längsrichtung aufgeschnitten und in ungefähr ebene Stücke mit den gewünschten Grössen zerschnitten. Ursprünglich bestehen also auch alle Maschen-Reihen 37a aus einem zusammenhängenden Draht. Wenn ein Draht-Gewirke zwischen zwei Blechelementen angeordnet ist, hängt jedes Paar von aufeinander folgenden Maschen-Reihen 37a höchstens noch an einem Ende oder gar nirgends über einem fortlaufenden Drahtabschnitt zusammen.

Die Breite jeder ersten Zwischenlage 31 ist annähernd gleich der Breite des zwischen den Randstreifen 24, 25 vorhandenen, ersten Durchgangs 33. Jede erste Zwischenlage erstreckt sich ferner mindestens annähernd vom Innenrand 23a zum Aussenrand 23b des zugeordneten ersten Blechelements 23 und also im wesentlichen über die ganze Länge des ersten Durchgangs 33. Die Breite jeder zweiten Zwischenlage 32 ist annähernd gleich der ganzen Breite der Blechelemente 23, 27. Jede zweite Zwischenlage 32 schliesst ferner annähernd an den beim Innenrand 27a des zugeordneten Blechelements 27 angeordneten Randstreifen 28 an und erstreckt sich in der Längsrichtung des Blechelements 27 und des zweiten Fluid-Durchgangs 34 über den grössten Teil der Länge des Fluid-Durchgangs 34, aber nicht ganz bis zum Randstreifen 29, so dass dort ein parallel zur Achse sowie zum Aussenrand 27c verlaufender, streifenförmiger Bereich des zweiten Durchgangs 34 frei bleibt.

Die Blechelemente 23, 27, die Randstreifen 24, 25, 28, 29 und die Draht-Gewirke 37 bestehen zum Beispiel aus

rostfreiem, Chrom enthaltendem Stahl. Die Blechelemente haben eine Dicke, die - je nach den übrigen Abmessungen der Blechelemente - höchstens 5 mm, zweckmässigerweise höchstens 1 mm, vorzugsweise höchstens 0,5 mm, normalerweise noch besser höchstens 0,3 mm und zum Beispiel ungefähr 0,2 mm beträgt. Die Dicke der die Draht-Gewirke bildenden Drähte ist zum Beispiel bei allen Zwischenlagen gleich gross, könnte aber eventuell bei den ersten und zweiten Zwischenlagen verschieden sein und beträgt ebenfalls abhängig von der Grösse der Blechelemente höchstens 5 mm, zweckmässigerweise höchstens 1 mm, vorzugsweise höchstens 0,8 mm und zum Beispiel ungefähr 0,3 mm bis ungefähr 0,7 mm. Die offene Fläche der Draht-Gewirke 37 beträgt vorzugsweise mindestens 50% und zum Beispiel ungefähr 60% bis 90% der gesamten vom Draht-Gewirke eingenommenen Fläche.

Die Drähte der Draht-Gewirke 37 sind im Querschnitt vorzugsweise kreisförmig. Jeder Randstreifen 24, 25, 28, 29 hat eine Dicke, die ungefähr gleich dem doppelten Durchmesser der Drähte und/oder eventuell ein wenig grösser als dieser Durchmesser ist. Zwei einander benachbarte Blechelemente 23, 27 liegen an den beiden einander abgewandten Flächen der sich zwischen ihnen befindenden Randstreifen 24, 25 oder 28, 29 an. Ferner liegen die beiden Blechelemente bei den Kreuzungsstellen 37c des sich zwischen ihnen befindenden Drahtgitters 37 jeweils an einem der einander kreuzenden Drahtabschnitte an. Die Randstreifen 24, 25, 28, 29 und die je aus einem Draht-Gewirke bestehenden Zwischenlagen 31, 32 dienen also als Distanzhaltemittel und halten die einander benachbarten Blechelemente im gewünschten Abstand von einander. In den nicht von Kreuzungsstellen 37c eingenommenen Bereichen eines Zwischenraums zwischen zwei einander benachbarten Blechelementen ist dieser Zwischenraum frei. Die in den Zwischenräumen zwischen den Blechelementen angeordneten Zwischenlagen 31, 32 sind also - wie schon

geschrieben - gasdurchlässig, so dass die Zwischenräume eben die Fluid-Durchgänge 33, 34 bilden.

Die einander benachbarten Blechelemente 23, 27 sind bei den zwischen ihnen angeordneten Randstreifen 24, 25 bzw. 28, 29 fest mit diesen und dadurch auch paarweise miteinander verbunden. Bei der Herstellung des Wärmetausch-Körpers 5 werden zum Beispiel die ersten Randstreifen 24, 25 durch einige in den Figuren 8, 9 mit 35 bezeichneten Punktschweiss-Verbindungen am zugeordneten, ersten Blechelement 23 fixiert und die zweiten Randstreifen 28, 29 durch einige Punktschweiss-Verbindungen am zugeordneten, zweiten Blechelement fixiert. Dabei werden die ersten und zweiten Fluid-Leitelemente 21 bzw. 22 gebildet. Ferner wird jede der aus einem Draht-Gewirke bestehende Zwischenlagen 31, 32 bei einigen Stellen durch Punktschweiss-Verbindungen am zugeordneten Blechelement 23 bzw. 27 befestigt. Jedes Draht-Gewirke wird also höchstens an einem einzigen Blechelement befestigt, so dass die Draht-Gewirke die Blechelemente, zwischen denen sie angeordnet sind, abstützen, aber nicht starr miteinander verbinden. Wenn die Randstreifen und Draht-Gewirke auf die beschriebene Weise am zugeordneten Blechelement fixiert wurden, können die Fluid-Leitelemente 21, 22 und Zwischenlagen 31, 32 bzw. Draht-Gewirke zum Wärmetausch-Körper zusammengesetzt und zum Beispiel entlang den ganzen Längen der zwischen ihnen angeordneten Randstreifen mit diesen und bei diesen eventuell auch direkt miteinander verschweisst werden. Die Blechelemente sind dann entlang den Randstreifen auch paarweise fast unlösbar sowie dicht miteinander verbunden.

Beim Verschweissen der Blechelemente und Randstreifen können zum Beispiel zuerst ein Paar Blechelemente 23, 27 derart aufeinander angeordnet werden, dass die Innenränder 23a, 27a und die Aussenränder 23b, 27b sowie die entlang

diesen Rändern verlaufenden Randstreifen 28, 29 bündig sind. Die aneinander anliegenden Blechelemente und Randstreifen können dann zuerst entlang ihren Innenrändern 23a, 27a und Aussenrändern 23b, 27b durch in den Figuren 11 und 12 und 33 gezeichnete Schweissverbindungen 38 bzw. Schweissnähte mit den geraden Randstreifen 28, 29 und miteinander verbunden werden. Wenn mehrere oder alle zur Bildung des Wärmetausch-Körpers dienende Blechelemente auf diese Weise zu Paaren verschweisst sind, können diese aus je einem Blechelement Paar gebildeten Subeinheiten zu einem Wärmetausch-Körper zusammengesetzt und sukzessive entlang den evolventenförmigen Seitenrändern 23c, 23d, 27c, 27d mit den entlang diesen verlaufenden Randstreifen 24 sowie 25 und über diese miteinander verschweisst werden. Dabei werden Schweissverbindungen bzw. Schweissnähte gebildet, von denen eine in Fig. 12 dargestellt und mit 39 bezeichnet ist. Die Blechelemente können dann eventuell auch noch bei den Enden bzw. Endflächen der gekrümmten Randstreifen 24, 25 durch Schweissverbindungen 39a mit diesen Randstreifen und miteinander verbunden werden. Die entlang dem Umfang des Wärmetausch-Körpers aufeinander folgenden Blechelemente sind dann abwechselnd bei ihren Innen- sowie Aussenrändern bzw. bei ihren Seitenrändern entlang von diesen über die zwischen den betreffenden Rändern angeordneten Randstreifen fest miteinander verbunden. Dabei können bei den vier Ecken der Blechelemente Schweissverbindungen gebildet werden, die unterbruchslos entlang dem Umfang der Innenränder und Aussenränder der Endflächen 5c, 5d um die Achse 2 herum verlaufen. Dagegen sind die paarweise zusammen einen ersten Durchgang 33 begrenzenden Blechelemente 23, 27 bei ihren Innenrändern 23a, 27a sowie bei ihren Aussenrändern 23b, 27b zwischen den entlang ihren Seitenrändern verlaufenden Randstreifen 24, 25 frei von starren Verbindungen zwischen ihnen. In analoger Weise sind die paarweise zusammen einen zweiten Durchgang 34 begrenzenden Blechelemente 23, 27 bei

ihren Seitenrändern 23c, 23d, 27c, 27d zwischen den bei ihren Innenrändern 23a, 27a sowie Aussenrändern 23b, 27b angeordneten und entlang von diesen verlaufenden Randstreifen 28, 29 frei von starren Verbindungen zwischen den Blechelementen.

Der Wärmetausch-Körper 5 kann noch mit mindestens einem seine äussere Mantelfläche umschliessenden Haltering 40 und vorzugsweise mit zwei oder mehr solchen versehen sein, wobei in Fig. 2 als Beispiel zwei in axialer Richtung voneinander in Abstand stehende Halteringe 40 gezeichnet sind. Jeder Haltering weist zum Beispiel ein metallisches, aus rostfreiem Stahl bestehendes Band und eventuell eine Spannvorrichtung zum Spannen des Bandes auf, so dass dieses im montierten Zustand fest an den die äussere Mantelfläche 5b des Wärmetausch-Körpers definierenden Aussenrändern der Blechelemente und/oder Randstreifen anliegt. Die Halteringe können zudem durch zusätzliche Haltemittel gegen axiale Verschiebungen gesichert sein, sollen jedoch nicht mit den Blechelementen oder jedenfalls nicht mit unmittelbar aufeinander folgenden Blechelementen verschweisst oder sonst starr verbunden sein.

Das Gehäuse 3 weist zwei ringförmige Halteorgane 41 und 42 auf, um den Wärmetausch-Körper 5 bei dessen Endflächen 5c, 5d zu halten. Jedes Halteorgan 41, 42 besitzt eine ringförmige, im Axialschnitt winkelförmige metallische Wand 43 bzw. 44 mit zwei von ihrem Scheitel weg nach innen bzw. aussen geneigten, konischen Teilen bzw. Schenkeln. An deren dem Scheitel abgewandten Rändern ist eine metallische Folie 45 bzw. 46 gehalten, die an der Endfläche 5c bzw. 5d des Körpers 5 anliegt. Mindestens einige der genannten Ränder der Wände 43, 44 können ferner dicht mit den sich bei ihnen befindenden Stellen der Blechelement-Ränder und Randstreifen verschweisst sein. Beispielsweise können der innere Rand der

unteren Wand 43 und der äussere Rand der oberen Wand 44 beim Innenrand der unteren Endfläche 5c bzw. beim Aussenrand der oberen Endfläche 5d des Wärmetausch-Körpers mit diesem verschweisst sein. Dagegen sind der äussere Rand der unteren Wand 43 und der innere Rand der oberen Wand 44 beispielsweise nicht mit dem Wärmetausch-Körper verschweisst. Der von der winkelförmigen Wand 43, 44 und der Folie 45 bzw. 46 begrenzte Hohlraum enthält eine wärmeisolierende, elastisch deformierbare Isolation 47 bzw. 48. Diese ist bis zu sehr hohen, beispielsweise mindestens ungefähr 1000° C betragenden Temperaturen hitzebeständig. Jede Isolation 48 kann zum Beispiel aus einem vorgeformten, deformierbaren Körper bestehen und zum Beispiel ein Fasermaterial sowie ein Bindemittel enthalten. Die Isolation kann jedoch auch aus einem nur locker zusammenhängenden, in die Hohlräume der Wände einfüllbaren Füllmaterial bestehen. Jede Isolation 47, 48 liegt an der dem Wärmetausch-Körper abgewandten Seite der Folie 45 bzw. 46 an und drückt diese gegen die Endfläche 5c bzw. 5d des Wärmetausch-Körpers. Die Wände 43, 44 und Folien 45, 46 bestehen zum Beispiel aus rostfreiem, Chrom enthaltendem Stahl. Während die Wände 43, 44 zum Beispiel ungefähr 1 mm bis 2 mm dick sind, beträgt die Dicke der Folien 45, 46 höchstens 0,1 mm und zum Beispiel 0,03 mm bis 0,07 mm. Die Folien sind daher ziemlich leicht deformierbar und können sich gut und die Endflächen 5c, 5d anschmiegen. Die Folien 45, 46 decken die grössten Teile der Seitenränder der Blechelemente 23, 27 und Fluid-Durchgänge 33, 34 ab und schliessen die grössten Teile der bei zu den Endflächen 5c, 5d offenen, zweiten Fluid-Durchgänge 34 bei deren Seitenrändern mindestens annähernd dicht ab.

Jeder erste Fluid-Durchgang 33 hat eine erste Fluid-Einlassöffnung 33a und eine erste Fluid-Auslassöffnung 33b für das erste Fluid 15. Jeder zweite Fluid-Durchgang 34 hat eine zweite Fluid-Einlassöffnung 34a und eine zweite Fluid-

Auslassöffnung 34b für das zweite Fluid. Diese Öffnungen 33a, 33b, 34a, 34b werden alle durch Schlitze zwischen Randabschnitten von einander benachbarten, den betreffenden Durchgang begrenzenden Blechelementen 23, 27 gebildet. Jede erste Einlassöffnung 33a befindet sich zwischen den Innenrändern 23a, 27a von zwei Blechelemenent 23, 27. Jede erste Auslassöffnung 33b befindet sich zwischen den Aussenrändern 23b, 27b von zwei Blechelementen 23, 27. Die Öffnungen 33a, 33b erstrecken sich dabei in axialer Richtung von einem Randstreifen 24 bis zu einem Randstreifen 25. Jede zweite Einlassöffnung 34a befindet sich zwischen Abschnitten der Seitenränder 23c und 27c von zwei Blechelementen 23, 27 in der Nähe der Aussenränder 23b, 27b dieser Blechelemente. Jede zweite Einlassöffnung schliesst annähernd an die äusseren Mantelfläche 5b an und verläuft nämlich von einem Randstreifen 29 weg nach innen bis zu Halteorgan 41 und erstreckt sich nur über einen Abschnitt der Seitenränder 23c, 27c, der sehr viel kürzer ist als die gesamten Seitenränder. Jede zweite Auslassöffnung 34b befindet sich zwischen Abschnitten der Seitenränder 23d, 27d von zwei Blechelementen 23, 27 in der Nähe der Innenränder dieser Blechelemente. Jede zweite Auslassöffnung 34b schliesst annähernd an die innere Mantelfläche 5a an und verläuft nämlich von einem Randstreifen 28 weg nach aussen bis zum Halteorgan 42 und erstreckt sich nur entlang von Seitenrand-Abschnitten, die sehr viel kürzer sind als die gesamten Seitenränder 23d, 27d.

Die ersten Einlassöffnungen 33a der verschiedenen ersten Durchgänge definieren zusammen einen ersten Einlassbereich 5e des Wärmetausch-Körpers 5. Die ersten Auslassöffnungen 33b definieren analog einen ersten Auslassbereich 5f. Ferner definieren die zweiten Einlassöffnungen zusammen und die zweiten Auslassöffnungen zusammen einen zweiten Einlassbereich 5g bzw. einen zweiten Auslassbereich 5h. Jeder dieser Bereiche ist ringförmig und liegt in einer die Achse 2

umschliessenden Fläche. Der erste Einlassbereich und der erste Auslassbereich befinden sich bei der inneren Mantelfläche 5a bzw. bei der äusseren Mantelfläche 5b und erstrecken sich in axialer Richtung über den grössten Teil der Mantelflächen. Der zweite Einlassbereich 5g und der zweite Auslassbereich 5h befinden sich bei und/oder in einer der beiden einander abgewandten Endflächen 5c bzw. 5d, erstrecken sich aber in radialer Richtung nur über einen kleinen Teil von diesen. Der erste Einlassbereich und der zweite Auslassbereich befinden sich zwar bei den Innenrändern oder in der Nähe von diesen, wobei aber diese beiden Bereiche räumlich voneinander getrennt sind. Desgleichen sind auch der erste Auslassbereich und der zweite Einlassbereich räumlich voneinander getrennt. Die einander paarweise benachbarten Einlass- und Auslassbereiche stehen dabei in axialer Richtung um die Breite eines ersten Randstreifens 25 bzw. 24 und entlang den evolventenförmigen Seitenrändern der Blechelemente um die Breite eines zweiten Randstreifens 28 bzw. 29 in Abstand voneinander.

Die innere Mantelfläche 5a des Wärmetausch-Körpers 5 umschliesst eine erste, im wesentlichen zylindrische Einlasskammer 51, die an den ersten Einlassbereich 5e des Wärmetausch-Körpers angrenzt. Das Gehäuse 3 und/oder die Fluid-Leitmittel 7 begrenzen ferner eine erste Auslasskammer 52, eine zweite Einlasskammer 53 und eine zweite Auslasskammer 54. Die erste Einlasskammer 51 ist zum Beispiel an ihrem sich in der Fig. 2 unten befindenden Ende durch ein hohles Abschlussorgan 57 abgeschlossen, das metallische Wände 58 besitzt und eine wärmeisolierende Isolation 59 enthält. Die drei Kammern 52, 53, 54 sind ringförmig sowie zum Beispiel durch metallische Wände begrenzt und grenzen an den ersten Auslassbereich 5f, bzw. den zweiten Einlassbereich 5g bzw. den zweiten Auslassbereich 5h des Wärmetausch-Körpers 5 an. Die Fluid-Leitmittel 7 weisen einen den ersten Fluid-

Eingang 8 mit der ersten Einlasskammer 51 verbindenden, konischen Einlassteil 61 auf, der sich zur ersten Einlasskammer 61 hin erweitert und ungefähr bei der ringförmigen Kante zwischen den Flächen 5a, 5d des Wärmetausch-Körpers dicht mit diesem verbunden, nämlich verschweisst ist. Die Fluid-Leitmittel verbinden ferner die erste Auslasskammer 52 mit dem ersten Fluid-Ausgang 9, den zweiten Fluid-Eingang 10 mit der zweiten Einlasskammer 53 und die zweite Auslasskammer 54 mit dem zweiten Fluid-Ausgang 11, wobei alle diese Verbindungen dicht sind.

Die ersten und zweiten Blechelemente sind abgesehen von den an ihnen befestigten Randstreifen vollständig identisch. Wie schon geschrieben, sind die Blechelemente in axialen Schnitten von einem Seitenrand zum andern Seitenrand vollständig und überall gerade und in quer zur Achse 2 verlaufenden Schnitten überall vom Innenrand zum Aussenrand im Wesentlichen vollständig evolventenförmig. Sie haben also keine abgebogenen oder abgewinkelten Randabschnitte. Dies trägt zu einer kostengünstigen Herstellung des Wärmetauschers bei.

Die Öffnungen 33a, 33b, 34a, 34b der Durchgänge 33, 34 verbinden den betreffenden Durchgang zwischen den genannten Rändern der Blechelemente hindurch mit einem an diese Ränder angrenzenden Raum in der Umgebung des Wärmetausch-Körpers, nämlich mit einer der Kammern 51, 52, 53, 54. Die zum Hineinleiten der Fluide in den Wärmetausch-Körper und zum Herausleiten der Fluide aus dem Wärmetausch-Körper dienenden Öffnungen des letzteren werden also durch konstruktiv einfache Mittel gebildet. Die Einlass- und Auslassöffnungen können insbesondere gebildet werden, ohne dass der Wärmetausch-Körper zu diesem Zweck mit zusätzlichen Kanälen versehen werden muss, wie es bei verschiedenen bekannten

Wärmetauschern der Fall ist. Dies trägt ebenfalls zu einer wirtschaftlichen Herstellbarkeit des Wärmetauschers bei.

Bei der Verwendung des Wärmetauschers 1 hat das aus Abgas bestehende, erste Fluid 15 in der ersten Einlasskammer 51 eine Einlass-Temperatur, die sehr viel höher ist als die Einlass-Temperatur des aus Luft bestehenden, zweiten Fluids 16 in der zweiten Einlasskammer 53. Das erste Fluid 15 wird in der Einlasskammer 51 auf die ersten Fluid-Einlassöffnungen 33a verteilt, strömt bei diesen in die ersten Fluid-Durchgänge 33, durch diese von der Achse 2 weg nach aussen und danach durch die ersten Fluid-Auslassöffnungen 33b in die erste Auslasskammer 52. Das erste Fluid strömt dabei im Wärmetausch-Körper 5 im allgemeinen ungefähr quer zur Achse 2 entlang den evolventenförmigen, ersten Durchgängen. Das zweite Fluid 16 strömt aus der zweiten Einlasskammer 53 zunächst ungefähr parallel zur Achse 2 durch die zweiten Fluid-Einlassöffnungen 34a in die zweiten Fluid-Durchgänge 34, wird in den Draht-Gewirke-freien Anfangsabschnitten von diesen über die axiale Abmessung der zweiten Durchgänge verteilt, strömt danach ungefähr quer zur Achse 2 entlang den evolventenförmigen Durchgängen von aussen nach innen zur Achse 2 hin, wird in der Nähe der inneren Enden der Durchgänge wieder in eine ungefähr axiale Richtung umgelenkt und strömt danach durch die zweiten Fluid-Auslassöffnungen 34b in die zweite Auslasskammer 54. Da sich die zweiten Einlassöffnungen 34a und die zweiten Auslassöffnungen 34b bei den einander abgewandten Endflächen 5c, 5d befinden, folgt das zweite Fluid 16 in dem in Fig. 5 dargestellten Axialschnitt ungefähr Z-förmigen Strömungswegen, wobei jedoch der grösste Teil dieser Strömungswege ungefähr quer zur Achse 2 entlang von Evolventen verläuft.

Wenn die beiden Fluide 15, 16 in einander zum grössten Teil entgegengesetzten Strömungsrichtungen durch den

Wärmetausch-Körper strömen, gibt das aus Abgas bestehende, ursprünglich viel heissere, erste Fluid 15 Wärme an das aus Luft bestehende, anfänglich kalte, zweite Fluid 16 ab. Das erste Fluid wird also auf seinen Strömungswegen von innen nach aussen abgekühlt, während das zweite Fluid von aussen nach innen erhitzt wird. Die Temperatur des Wärmetausch-Körpers 5 nimmt also von der Achse weg nach aussen ab, so dass der Wärmetausch-Körper bei seiner relativ grossen, äusseren Mantelfläche 5b nur eine niedrige, höchstens wenig von der Umgebungstemperatur abweichende Temperatur hat. Da die Blechelemente 23, 24 sehr dünn sind, leiten sie nur wenig Wärme nach aussen ab. Die aus Draht-Gewirken 37 bestehenden Zwischenlagen 31, 32 haben im Vergleich zu den Querschnittsabmessungen der Fluid-Durchgänge 33, 34 nur geringe Material-Querschnittsflächen und ergeben dementsprechend nur eine geringe Wärmeleitung. Da die Maschen-Reihen 37a der Drahtgitter 37 quer zur Längsrichtung der Durchgänge, zu den Hauptströmungsrichtungen der Fluide und zu den Temperatur-Gradienten im Wärmetausch-Körper verlaufen, muss die durch die Drahtgitter geleitete Wärme zudem Berührungsstellen von Drahtabschnitten passieren, um von einer Maschen-Reihe 37a zur nächsten zu gelangen. Die Drahtgitter leiten daher insbesondere nur sehr wenig Wärme von innen weg entlang den Durchgängen nach aussen. Die bei den Endflächen 5c, 5d des Wärmetausch-Körpers vorhandenen, metallischen Folien 45, 46 sind sehr dünn und ergeben dementsprechend auch nur eine geringe Wärmeleitung. Ferner werden die Folien in axialer Richtung durch die Isolationen 47 bzw. 48 isoliert. Aus all diesen Gründen gibt der Wärmetauscher nur wenig Wärme an die Umgebung ab, so dass ein sehr grosser Teil der Wärme des heissen Abgases bzw. ersten Fluids 15 zurückgewonnen werden kann.

Die Temperatur des aus Abgas bestehenden, ersten Fluids 15 kann beim Einleiten in den Wärmetauscher zum Beispiel

500° C bis ungefähr 1000° C oder eventuell noch mehr betragen. Die verschiedenen Teile des Wärmetausch-Körpers 5 werden daher beim Betrieb im inneren Bereich des Wärmetausch-Körpers durch die Temperaturerhöhung stark gedehnt. Die einander benachbarten Blechelemente 23, 27 werden durch die Randstreifen 24, 25, 28, 29 und durch die bei den Kreuzungsstellen 37c aneinander und an den Blechelementen anliegenden Drahtabschnitte der Draht-Gewirke 37 stabil gegeneinander abgestützt, so dass die Weiten der Durchgänge auch bei grossen Temperaturänderungen bei allen Durchgängen ungefähr gleich geändert werden. Dabei können sich die Drähte der Draht-Gewirke zwischen den Kreuzungsstellen 37c relativ frei verformen, so dass die Temperaturänderungen und Temperaturgradienten keine übermässigen Spannungen und keine Beschädigungen der Draht-Gewirke und der von diesen abgestützten Blechelemente verursachen. Die um die Achse 2 herum aufeinander folgenden Blechelemente sind - wie schon beschrieben - jeweils bei zwei Randstreifen 24, 25 oder 28, 29 miteinander verbunden und bei den andern Rändern mindestens weitgehend unverbunden. Des Weiteren sind die Blechelemente in ihren sich zwischen den Randstreifen befindenden Hauptbereichen frei von starren Verbindungen. Die beschriebene Weise zum Verbinden der Blechelemente zu einem Wärmetausch-Körper trägt dazu bei, dass die Blechelemente auch durch grosse Temperaturänderungen und Temperaturgradienten nicht beschädigt werden. Ferner ermöglicht die Ausbildung der beiden an den Endflächen des Wärmetausch-Körpers angreifenden Halteorgane 41, 42, dass die Blechelemente sich auch senkrecht zur Achse 2 ein wenig gegenüber den Halteorganen bewegen können und dass die letzteren sich an axiale Abmessungsänderungen des Wärmetausch-Körpers anpassen können. Wie beschrieben, beträgt die entlang den gekrümmten Seitenrändern gemessene Länge der Blechelemente und Durchgänge mindestens das 2-fache und zum Beispiel mindestens oder ungefähr das 3-fache der

achsparallelen Breite der Blechelemente und Durchgänge. Dieses grosse Verhältnis zwischen Länge und Breite macht den Wärmetausch-Körper gut deformierbar. Der Wärmetauscher 1 ist aus all diesen Gründen sehr solid und dauerhaft.

Bei Tests wurden insbesondere auch zahlreiche Kaltstarts durchgeführt, bei denen einem kalten Wärmetauscher abrupt heisses Abgas mit Temperaturen in der Grösse von ungefähr 700° C zugeführt wurde. Obschon der Wärmetauscher bei derartigen Kaltstarts sehr starken Beanspruchungen unterworfen wird, wurden auch nach einer grossen Anzahl solcher Kaltstarts keinerlei Schäden festgestellt.

Der Innendurchmesser eines Wärmetausch-Körpers kann zum Beispiel 250 mm bis 1 m oder mehr betragen. Die einander benachbarten Blechelemente können dann beispielsweise Abstände von ungefähr 1 mm aufweisen, wobei die Dicken der Blechelemente zum Beispiel etwa 0,2 mm beträgt. Der Wärmetauschkörper kann dann mindestens 500 oder sogar mindestens 1000 um seine Achse herum verteilte Blechelemente sowie Durchgänge aufweisen. Die grosse Anzahl enger Durchgänge ergibt einen intensiven Wärmeaustausch. Die Draht-Gewirke erzeugen zudem Mikroturbulenzen in den durch die Durchgänge strömenden Fluiden. Dadurch wird der Wärmeaustausch zwischen den beiden Fluiden noch verbessert.

Der teilweise in den Figuren 13 bis 16 dargestellte Wärmetauscher hat gleich wie der vorgängig beschriebene Wärmetauscher einen und nur einen ringförmigen Wärmetausch-Körper 5. Dieser ist weitgehend gleich oder ähnlich ausgebildet wie der vorher beschriebene Wärmetausch-Körper und hat insbesondere eine innere Mantelfläche 5a, eine äussere Mantelfläche 5b und zwei einander abgewandte Enfflächen 5c, 5d. Ferner sind wiederum Halteorgane 41, 42 mit Wänden 43, 44 zum Halten des Wärmetausch-Körpers 5

vorhanden. Das untere Halteorgan 41 ist jedoch derart ausgebildet, dass es die untere Endfläche 5c von der inneren Mantelfläche 5a bis zur äusseren Mantelfläche 5b vollständig abdeckt und die zweiten Durchgänge überall mehr oder weniger luftdicht abschliesst. Dafür lässt das obere Halteorgan 42 bei der oberen Endfläche 5d sowohl einen an deren Innenrand anschliessenden Ringbereich als auch einen an deren Aussenrand anschliessenden Ringbereich frei. Das aus kalter Luft bestehende, zweite Fluid 16 kann beim äusseren, unbedeckten Ringbereich der oberen Endfläche 5d in den Wärmetausch-Körper hinein und beim inneren, unbedeckten Ringbereich derselben Endfläche 5d wieder aus dem Wärmetausch-Körper hinausströmen. Das zweite Fluid 16 wird also entlang einem ungefähr U-förmigen Strömungsweg in den Wärmetausch-Körper hinein, durch diesen hindurch und wieder aus diesem hinaus geleitet. Dies kann unter Umständen aus Platzgründen vorteilhaft sein. Das erste Fluid 15 wird dagegen analog wie bei dem anhand der Figuren 1 bis 12 beschriebenen Wärmetauscher durch den Wärmetausch-Körper geleitet.

Der Wärmetauscher gemäss den Figuren 13 bis 16 unterscheidet sich ferner dadurch vom vorher beschriebenen Wärmetauscher, dass bei jeder Endfläche 5c, 5d anstelle einer einzigen Folie 45 bzw. 46 mehrere entlang dem Umfang des Wärmetausch-Körpers verteilte, metallische Folien 75 bzw. 76 vorhanden sind, die besonders deutlich in den Figuren 14 und 15 ersichtlich sind. Jedes evolventenförmige Blechelement und jeder Fluid-Durchgang hat bei jeder Endfläche 5c, 5d Teile, die von mindestens zwei verschiedenen Folien 75 bzw. 76 bedeckt sind. Die zweiten Fluid-Durchgänge 34 sind bei den Endflächen 5c, 5d, wiederum offen. Die an den Endflächen 5c, 5d anliegenden Folien 75, 76 überlappen einander derart, dass das zweite Fluid 16 bei den Überlappungen der Folien jeweils bei einem Austrittsabschnitt einer Folie aus dem von dieser

bedeckten Bereich austritt, bei dem diese Folie bereits von der in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids nachfolgenden Folie bedeckt ist.

Jede Folie 75, 76 hat zusätzlich zu einem am Wärmetausch-Körper 5 anliegenden Hauptabschnitt noch Randabschnitte 75a bzw. 76a. Beim Wärmetauscher gemäss den Figuren 13 bis 16 enthält ferner jeder von einer der Wände 43, 44 begrenzte Hohlraum eine Isolation 88, die aus zwei ursprünglich getrennten Isolationsteilen 88a und 88b zusammengesetzt ist. Der Isolationsteil 88a besteht aus einer flachen Schicht, die an den Hauptabschnitten der Folien 75 bzw. 76 anliegt. Die Randabschnitte 75a, 76a der Folien sind um die Ränder des Isolationsteils 88a umgelegt. Die Isolationsteile 88b liegen an den Isolationsteilen 88a und den umgelegten Randabschnitten 75a, 76a der Folien an, klemmen die umgelegten Randabschnitte dadurch ein und dienen so zum Festhalten der Folien.

In Fig. 16 sind auch noch einige Schweissverbindungen dargestellt, von denen all diejenigen die den Wärmetausch-Körper 5 mit Teilen des Gehäuses und/oder der Halteorgane und/oder Fluid-Leitmittel verbinden, mit 91 bezeichnet sind.

Soweit vorgängig nichts anderes geschrieben wurde, kann der Wärmetauscher gemäss den Figuren 13 bis 16 gleich oder ähnlich ausgebildet sein wie der Wärmetauscher gemäss den Figuren 1 bis 12.

Der in den Figuren 17, 18 und 19 ersichtliche Wärmetauscher 101 hat eine Achse 2 und ein Gehäuse 103. Das Gehäuse enthält einen ersten Wärmetausch-Körper 105.1 und einen zweiten Wärmetausch-Körper 105.2. Ferner sind wiederum nur schematisch dargestellte Fluid-Leitmittel 107 vorhanden. In Fig. 17 sind auch noch Teile einer Gasturbine 112

ersichtlich, deren Gehäuse mit dem Gehäuse 103 und den Fluid-Leitmitteln 107 des Wärmetauschers 101 verbunden ist. Ferner sind durch Pfeile ein aus Abgas bestehendes erstes Fluid 15 und ein aus Luft bestehendes, zweites Fluid 16 dargestellt.

Jeder Wärmetausch-Körper 105.1, 105.2 weist um die Achse 2 herum abwechselnd aufeinander folgende, erste und zweite Fluid-Leitelemente auf. Die ersten Fluid-Leitelemente sind in Fig. 18 ersichtlich und sind bei beiden Wärmetausch-Körpern 105.1, 105.2 identisch ausgebildet sowie auch gleich oder ähnlich wie die ersten Fluid-Leitelemente des Wärmetausch-Körpers 5 ausgebildet und wie diese mit 21 bezeichnet. Dagegen sind die in der Fig. 19 ersichtlichen, zweiten Fluid-Leitelemente der beiden Wärmetausch-Körper 105.1, 105.2 ein wenig voneinander verschieden und mit 122.1 bzw. 122.2 bezeichnet. Jedes erste und zweite Fluid-Leitelement weist als Hauptbestandteil ein erstes Blechelement bzw. zweites Blechelement auf. Die Blechelemente sind alle identisch ausgebildet sowie bemessen, auch gleich oder ähnlich wie die Blechelemente 23, 27 des Wärmetausch-Körpers 5 ausgebildet und wie diese mit 23 bzw. 27 bezeichnet. Die Blechelemente der Wärmetausch-Körper 105.1, 105.2 sind gleich oder ähnlich wie diejenigen des Wärmetausch-Körpers 5 mit ersten Randstreifen 24, 25 und zweiten Randstreifen 28, 29 versehen und bei diesen paarweise miteinander verbunden.

Zwischen den um die Achse herum aufeinander folgenden Blechelementen der Wärmetausch-Körper 105.1, 105.2 sind abwechselnd erste und zweite Zwischenlagen angeordnet. Die in der Fig. 18 ersichtlichen, ersten Zwischenlagen der beiden Wärmetausch-Körper sind alle gleich ausgebildet sowie angeordnet, zudem gleich oder ähnlich ausgebildet wie diejenigen des Wärmetausch-Körpers 5 und wie diese mit 31 bezeichnet. Von den in der Fig. 19 ersichtlichen, zweiten Zwischenlagen sind die zum ersten Wärmetausch-Körper 105.1

gehörenden gleich oder ähnlich ausgebildet sowie angeordnet wie diejenigen des Wärmetausch-Körpers 5 und mit 32 bezeichnet. Die zweiten Zwischenlagen des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2 sind mit 132.2 bezeichnet und etwas anders angeordnet als die zweiten Zwischenlagen 32 des ersten Wärmetausch-Körpers 105. Während jede Zwischenlage 32 mindestens annähernd an einen Randstreifen 28 anschliesst und durch einen axialen, streifenförmigen, freien Zwischenraum vom Randstreifen 29 getrennt ist, schliesst jede zweite Zwischenlage 132 mindestens annähernd an den Randstreifen 29 an und ist durch einen streifenförmigen, freien Zwischenraum vom Randstreifen 28 getrennt.

Das Gehäuse 103 weist Halteorgane 41 und 42 auf, die ähnlich wie diejenigen des Gehäuses 3 ausgebildet, wie diese mit 41 bzw. 42 bezeichnet sind. Jedes dieser Halteorgane greift an einer der beiden am weitesten voneinander entfernten, ebenen Endflächen 105.1c bzw. 105.2d der beiden Wärmetausch-Körper 105.1, 105.2 an. Zwischen den beiden Wärmetausch-Körpern ist ein ringförmiges Halteorgan 143 angeordnet. Dieses weist zwei kurze, zylindrische, metallische Wände, nämlich eine Innenwand 144 sowie eine Aussenwand 145 und zwei metallische Folien 146 auf, von denen jede an einer der einander zugewandten Endflächen 105.1d bzw. 105.2c der beiden Wärmetausch-Körper 105.1, 105.2 anliegt. Der von den Wänden 144, 145 und den Folien 146 umschlossene Innenraum enthält eine wärmeisolierende, elastisch deformierbare Isolation 147. Das Halteorgan 143 deckt die grössten Teile der Endflächen 105.1d, 105.2c der beiden Wärmetausch-Körper ab, lässt aber innen und aussen je einen ringförmigen Bereich frei.

Zwischen den um die Achse herum aufeinander folgenden Blechelemente sind abwechselnd erste und zweite Fluid-Durchgänge vorhanden. Die in der Fig. 18 ersichtlichen,

ersten Fluid-Durchgänge der beiden Wärmetausch-Körper 105.1, 105.2 sind alle identisch ausgebildet sowie gleich oder ähnlich wie diejenigen des Wärmetausch-Körpers 5 ausgebildet und wie diese mit 33 bezeichnet.

Die zweiten Fluid-Durchgänge der beiden Wärmetausch-Körper 105.1, 105.2 sind mit 134.1 bzw. 134.2 bezeichnet. Die zweiten Durchgänge 134.1 des ersten Wärmetausch-Körpers 105 haben analog wie die zweiten Fluid-Durchgänge 34 des Wärmetausch-Körpers 34 eine zweite Fluid-Einlassöffnung 134.1a sowie eine zweite Fluid-Auslassöffnung 134.1b und zusätzlich noch eine Fluid-Sekundär-Auslassöffnung 134.1c. Diese befindet sich bei der Endfläche 105.1d des Körpers 105 und ist in axialer Richtung gegenüber der zweiten Einlassöffnung 134.1a angeordnet.

Jeder zweite Fluid-Durchgang 134.2 des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2 hat eine zweite Fluid-Einlassöffnung 134.2a und eine zweite Fluid-Auslassöffnung 134.2b. Diese zwei Öffnungen sind ähnlich angeordnet wie die entsprechenden Öffnungen der zweiten Durchgänge des Wärmetausch-Körpers 5. Dabei enthält jedoch der in axialer Richtung mit der Einlassöffnung 134.2a fluchtende Abschnitt des Durchgangs 134.2 ebenfalls einen Abschnitt einer zweiten Zwischenlage 132.2. Jeder zweite Durchgang 134.2 des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2 hat ferner eine Fluid-Sekundär-Einlassöffnung 134.2c. Diese befindet sich in der Nähe der Innenränder der zweiten Blechelemente des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2 und liegt in der Endfläche 105.2c. Jede Sekundär-Einlassöffnung 134.2c ist in axialer Richtung gegenüber der zweiten Auslassöffnung 134.2b angeordnet und mit dieser durch einen axialen, streifenförmigen Bereich des zweiten Durchgangs 134.2 verbunden, der mindestens zum Teil frei ist, d.h. keinen Abschnitt der zweiten Zwischenlage 132.2 enthält.

Das Gehäuse 103 und die Fluid-Leitmittel 107 sind teilweise ähnlich ausgebildet wie das Gehäuse 3 und die Fluid-Leitmittel 7 begrenzen jedoch noch einen inneren und einen äusseren Verbindungs-Durchgang 155 bzw. 156. Der innere Verbindungs-Durchgang 155 verbindet den von den zweiten Auslassöffnungen 134.1b definierten, ringförmigen, zweiten Auslassbereich des ersten Wärmetausch-Körpers 105.1 mit dem von den Sekundär-Einlassöffnungen 134.2c definierten, ringförmigen Sekundär-Einlassbereich des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2. Der äussere Verbindungs-Durchgang 156 verbindet den von den Sekundär-Auslassöffnungen 134.1c definierten, ringförmigen Sekundär-Auslassbereich des ersten Wärmetausch-Körpers 105.1 mit dem von den zweiten Einlassöffnungen 134.2a definierten, ringförmigen zweiten Einlassbereich des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2.

Bei der Verwendung des Wärmetauschers 101 strömt ursprünglich heisses Abgas als erstes Fluid 15 von innen nach aussen durch die ersten Durchgänge 33 der beiden Wärmetausch-Körper 105.2 und 105.2 hindurch. Das aus ursprünglich kalter Luft bestehende, zweite Fluid 16 wird durch die zweiten Einlassöffnungen 134.1a des ersten Wärmetausch-Körpers 105.1 in dessen zweite Durchgänge 134.1 hinein geleitet und strömt dann zum Teil durch diese Durchgänge nach innen zu den zweiten Auslassöffnungen 134.1b und zum Teil durch die Sekundär-Auslassöffnungen 134.1c sowie den äusseren Verbindungs-Durchgang 156 zu den zweiten Einlassöffnungen 134.2a des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2 und durch dessen zweite Durchgänge 134.2 nach innen zu dessen zweiten Auslassöffnungen 134.2b. Der zu den zweiten Auslassöffnungen 134.1b des ersten Wärmetausch-Körpers 105.1 gelangende Teil des zweiten Fluids 16 strömt dann durch den inneren Verbindungs-Durchgang 155 zu den Sekundär-Einlassöffnungen 134.2c des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2 in die

Ausgangsendbereiche der zweiten Durchgänge 134.2 des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2. Dort vereinigt sich der vom ersten Wärmetausch-Körper 105.1 kommende Teil des zweiten Fluid 16 mit demjenigen Teil des zweiten Fluids, der vorher von aussen nach innen durch den ganzen zweiten Wärmetausch-Körper geströmt ist. Die miteinander vereinigten Teile des zweiten Fluids 16 strömen dann durch die zweiten Auslassöffnungen 134.2b des zweiten Wärmetausch-Körpers 105.2 aus diesem heraus.

Soweit vorgängig nichts anderes geschrieben wurde, ist der Wärmetauscher 101 ähnlich ausgebildet und wird ähnlich verwendet und betrieben wie der Wärmetauscher 1 und hat ähnliche Eigenschaften wie dieser.

Der in der Fig. 20 ersichtliche Wärmetauscher 201 hat ein Gehäuse 203. Dieses enthält mehrere, nämlich drei Paare von Wärmetausch-Körpern. Jedes Paar besitzt einen ersten Wärmetausch-Körper 205.1 und einen zweiten Wärmetausch-Körper 205.2. Die Wärmetausch-Körper 205.1 und 205.2 sind ähnlich ausgebildet wie die Wärmetausch-Körper 105.1 bzw. 105.2 des Wärmetauschers 101. Die drei Wärmetausch-Körper-Paare sind axial gegeneinander versetzt und werden durch zwischen ihnen angeordnete Halteorgane 206 in Abstand voneinander gehalten. Diese Halteorgane 206 sind zum Beispiel ähnlich wie die Halteorgane 143 des Wärmetauschers 101 ausgebildet, haben aber grössere axiale Abmessungen. Die Fluid-Leitmittel 207 des Wärmetauschers 201 sind ausgebildet, um ein ersten Fluid 15 und ein zweites Fluid 16 in analoger Weise durch die zum gleichen Paar gehörenden Wärmetausch-Körper 205.1 und 205.2 hindurch zu leiten, wie es für den nur ein einziges Paar von Wärmetausch-Körpern aufweisenden Wärmetauscher 101 beschrieben wurde.

Der in Fig. 21 dargestellte Wärmetauscher 301 hat mehrere, nämlich zum Beispiel vier ringförmige Wärmetausch-Körper, die gleich oder ähnlich wie derjenige des zuerst beschriebenen Wärmetauschers ausgebildet und ebenfalls mit 5 bezeichnet sind. Die ringförmigen Wärmetausch-Körper stehen entlang der Achse 2 des Wärmetauschers voneinander in Abstand und umschliessen einen Hohlraum mit einem axialen Rohr 303. Der zwischen den innern Mantelflächen der Wärmetausch-Körper 5 und dem Rohr 303 vorhandene Holraumbereich dient als erste Einlasskammer 351 für das erste Fluid 15 und enthält einige konische Leitbleche 305, die im zentralen Bereich eine Öffnung haben und zur Verteilung des ersten Fluids auf die verschiedenen Wärmetausch-Körper 5 dienen. Die Wärmetausch-Körper 5 haben bei jeder ihrer zwei Endflächen in der Nähe der äussern Mantelfläche Einlassöffnungen für das zweite Fluid 16 und in der Nähe der innern Mantelfläche Auslassöffnungen für das zweite Fluid 16. Das bei der oberen Endfläche des obersten Wärmetausch-Körpers 5 aus diesem ausströmende, zweite Fluid 16 gelangt in eine ringförmige, zweite Auslasskammer 354. Das restliche aus den Wärmetausch-Körpern ausströmende, zweite Fluid 16 gelangt in ringförmige, zweite Auslasskammern 355, die durch radiale, speichenartig angeordnete Verbindungskanäle 356 mit dem Rohr 303 verbunden sind. Dieses ist in der Nähe seines oberen Endes durch einige, beispielsweise zur Achse 2 geneigte, Verbindungskanäle 357 mit der zweiten Auslasskammer 354 verbunden, aus der das zweite Fluid 16 durch eine Öffnung des Gehäuses des Wärmetauschers aus diesem heraus strömen kann. Die Verbindungskanäle 356 sind aus Halbschalen zusammengesetzt. Ferner sind auch die übrigen Mittel zum Halten der Wärmetausch-Körper und zum Zuleiten der Fluide zu den Wärmetausch-Körpern und zum Ableiten der Fluide von den Wärmetausch-Körpern weitgehend modular ausgebildet, so dass die Anzahl der identisch ausgebildeten Wärmetausch-Körper auf

einfache Weise geändert und an vorgesehene Fluid-Strömungsraten angepasst werden kann.

Die Wärmetauscher können noch auf andere Arten modifiziert werden. So können insbesondere Merkmale der verschiedenen beschriebenen Wärmetauscher miteinander kombiniert werden. Die Folien können zum Beispiel bei allen Ausführungsbeispielen ähnlich ausgebildet und gehalten werden, wie es für den Wärmetauscher gemäss den Figuren 13 bis 16 beschrieben wurde. Zudem könnten sich die in den Figuren 5 und 19 dargestellten, als zweite Zwischenlagen 32 dienenden Draht-Gewirke über die ganzen Längen der zweiten Fluid-Durchgänge 34, 134.1, 134.2 - d.h. von den inneren bis zu den äusseren Randstreifen - erstrecken. Ferner könnte die Wand 43 des in den Figuren 1 bis 12 dargestellten Wärmetauschers eventuell auch bei ihrem der unteren Endfläche 5c zugewandten äusseren Rand - d.h. bei der inneren Begrenzung des zweiten Einlassbereichs 5g - und/oder die Wand 44 auch bei ihrem der oberen Endfläche 5d zugewandten, inneren Rand - d.h. bei der äusseren Begrenzung des zweiten Auslassbereichs 5h - mit dem Wärmetausch-Körper 5 verschweisst sein. Bei dem in den Figuren 13 bis 16 ersichtlichen Wärmetauscher könnte die Wand 44 in analoger Weise eventuell bei ihrem äusseren und/oder ihrem inneren, der Endfläche 5d des Wärmetauschers 5 mit diesem verschweisst sein. Die Schweissverbindungen zwischen den Blechelementen und Randstreifen sowie zwischen den Wärmetausch-Körpern und den mit diesen verbundenen Teilen der Gehäuse und/oder Fluid-Leitmittel können eventuell mindestens teilweise oder vollständig durch Hartlötverbindungen und/oder Klebeverbindungen ersetzt werden. Die ersten Einlassöffnungen und die zweiten Auslassöffnungen eines Wärmetausch-Körpers könnten zum Beispiel axial gegeneinander versetzt in der inneren Mantelfläche des Wärmetausch-Körpers liegen. Die ersten Auslassöffnungen und die zweiten Einlassöffnungen

eines Wärmetausch-Körpers könnten analog axial gegeneinander versetzt in der äusseren Mantelfläche des Wärmetausch-Körpers liegen.

Ferner könnten die Blechelemente im abgewickelten, ebenen Zustand eventuell ein schiefwinkliges Parallelogramm bilden oder mindestens zwei einander gegenüberstehende, nicht zueinander parallele Ränder haben. In diesen Fällen würde dann mindestens eine der Mantelflächen und/oder Endflächen des Wärmetausch-Körpers konisch. Eventuell könnten die Blechelemente sogar mindestens einen im abgewickelten, ebenen Zustand der Blechelemente gebogenen Rand haben.

PATENTANSPRÜCHE

1. Wärmetauscher mit mindestens einem im Querschnitt ringförmigen Wärmetausch-Körper (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2), der eine Achse (2) umschliesst und um diese herum aufeinander folgende Blechelemente (23, 27, 127) aufweist, die zusammen abwechselnd erste Durchgänge (33) für ein erstes Fluid (15) und zweite Durchgänge (34, 134.1, 134.2) für ein zweites Fluid (16) begrenzen, wobei jedes Blechelement (23, 27, 127) einen Innenrand (23a, 27a), einen Aussenrand (23b, 27b) und zwei vom Innenrand (23a, 27a) zum Aussenrand (23b, 27b) verlaufende Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) hat, wobei einander benachbarte Blechelemente (23, 27, 127) entlang ihren Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) im Wesentlichen konstante Abstände voneinander haben, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Blechelement (23, 27, 127) ein Viereck bildet, dass zwischen den zusammen einen ersten Durchgang (33) begrenzenden Blechelementen (23, 27, 127) bei deren Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) entlang von diesen verlaufende, metallische Randstreifen (24, 25) angeordnet und fest sowie dicht mit den betreffenden Blechelementen (23, 27, 127) verbunden sind und dass zwischen den zusammen einen zweiten Durchgang (34, 134.1, 134.2) begrenzenden Blechelementen (23, 27, 127) bei deren Innenrändern (23a, 27a) sowie bei deren Aussenrändern (23b, 27b) entlang von diesen verlaufende, metallische Randstreifen (28, 29) angeordnet und fest sowie dicht mit den betreffenden Blechelementen (23, 27, 127) verbunden sind.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenrand (23a, 27a) und der Aussenrand (23b, 27b) jedes Blechelements (23a, 27a) gerade sowie parallel zueinander sind und dass die beiden Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) jedes Blechelements (23, 27, 127) parallel

zueinander und rechtwinklig zum Innenrand (23a, 27a) sowie Aussenrand (23b, 27b) sind.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechelemente (23, 27, 127) durch Schweissen oder Hartlöten oder Kleben mit den Randstreifen (24, 25, 28, 29) und dadurch miteinander verbunden sind.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zusammen einen ersten Durchgang (33) begrenzenden Blechelemente (23, 27, 127) bei ihren Innenrändern (23a, 27a) sowie Aussenrändern (23b, 27b) zwischen den bei ihren Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) angeordneten Randstreifen (24, 25) frei von starren Verbindungen zwischen ihnen sind.

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) der Blechelemente (23, 27, 127) und die entlang von diesen verlaufenden Randstreifen (24, 25) zueinander abgewandte Endflächen (5c, 5d) bilden, dass die zweiten Durchgänge (34, 134.1, 34.2) in einer der Endflächen (5c, 5d) liegende Einlassöffnungen (34a, 134.1a, 134.2a) und in einer der Endflächen (5c, 5d) liegende Auslassöffnungen (34b, 134.1b, 134.2b) haben, dass die zusammen einen zweiten Durchgang (34, 134.1, 134.2) begrenzenden Blechelemente (23, 27, 127) bei den Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) dieser Blechelemente (23, 27, 127) in mindestens einem der folgenden Bereiche frei von starren Verbindungen zwischen ihnen sind;

a) zwischen den bei ihren Innenrändern (23a, 27a) und Aussenrändern (23b, 27b) angeordneten Randstreifen (28, 29),

b) zwischen den Einlassöffnungen (34a, 134.1a, 134.2a) und den bei den Innenrändern (23a, 27a) angeordneten

Randstreifen (28) sowie zwischen den Auslassöffnungen (34b, 134.1.b, 134.2b) und den bei den Aussenrändern (23b, 27b) angeordneten Randstreifen (29),

c) zwischen den Einlassöffnungen (34a) und den Auslassöffnungen (34b).

6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jeder erste Durchgang (33) bei den Innenrändern (23a, 27a) der zwei ihn begrenzenden Blechelemente (23, 27, 127) mindestens eine Öffnung (33a) hat, die den ersten Durchgang (33) zwischen diesen Innenrändern (23a, 27a) hindurch mit einem an diese angrenzenden Raum verbindet und dass jeder erste Durchgang (33) bei den Aussenrändern (23b, 27b) der zwei ihn begrenzenden Blechelemente (23, 27, 127) mindestens eine Öffnung (33b) hat, die den ersten Durchgang (33) zwischen diesen Aussenrändern (23b, 27b) hindurch mit einem an diese angrenzenden Raum verbindet.

7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeder zweite Durchgang (34, 134.1, 134.2) in der Nähe der Aussenränder (23b, 27b) sowie in der Nähe der Innenränder (23a, 27a) der zwei ihn begrenzenden Blechelemente (23, 27, 127) je mindestens eine Öffnung (34a, 34b, 134.1a, 134.1b) hat, die den zweiten Durchgang (34, 134.1, 134.2) zwischen zwei einander gegenüberstehenden Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) dieser Blechelemente (23, 27, 127) hindurch mit einem an diese angrenzenden Raum verbindet.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die sich bei oder nahe den Innenrändern (23a, 27d) der Blechelemente (23, 27, 127) befindenden Öffnungen der Durchgänge (33, 34, 134.1, 134.2) als Einlassöffnungen (33a) der ersten Durchgänge (33) bzw. als Auslassöffnungen (34b,

134.1b, 134.2b) der zweiten Durchgänge (34, 134.1, 134.2) dienen, dass die sich bei oder nahe den Aussenrändern (23b, 27b) der Blechelemente (23, 27, 127) befindenden Öffnungen der Durchgänge (33, 34, 134.1, 134.2) als Auslassöffnungen (33b) der ersten Durchgänge (33) bzw. als Einlassöffnungen (34a, 134.1a, 134.1b) der zweiten Durchgänge (34, 134.1, 134.2) dienen, dass Fluid-Leitmittel (7, 107, 207) vorhanden sind, um das erste Fluid (15) zu den Einlassöffnungen (33a) der ersten Durchgänge (33) zu leiten sowie von den Auslassöffnungen (33b) der ersten Durchgänge (33) weg zu leiten und um das zweite Fluid (16) zu den Einlassöffnungen (34a, 134.1a, 134.1b) der zweiten Durchgänge (34, 134.1, 134.2) zu leiten und von den Auslassöffnungen (34b, 134.1b, 134.2b) der zweiten Durchgänge (34, 134.1, 134.2) weg zu leiten, und dass die Fluid-Leitmittel (7, 107, 207) ausgebildet sind, um das erste Fluid den Einlassöffnungen (33a) der ersten Durchgänge (33) mit einer Temperatur zuzuführen, die höher ist als eine Temperatur, mit der das zweite Fluid (16) den Einlassöffnungen (34a, 134.1, 134.2) der zweiten Durchgänge (34, 134.1, 134.2) zugeführt wird, so dass das erste Fluid 825) Wärme an das zweite Fluid (16) abgibt und der bzw. jeder Wärmetausch-Körper (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2) eine im Allgemeinen von der Achse (2) weg nach aussen abnehmende Temperatur hat.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlassöffnungen (33a) der ersten Durchgänge (33) bei einem ersten Einlassbereich (5e), die Auslassöffnungen (33b) der ersten Durchgänge (33) bei einem ersten Auslassbereich (5f), die Einlassöffnungen (34a, 134.1a, 134.2a) der zweiten Durchgänge (34, 134.1, 134.2) bei einem zweiten Einlassbereich (5g) und die Auslassöffnungen (34b, 134.1b, 134.2b) der zweiten Durchgänge (34, 134.1, 134.2) bei einem zweiten Auslassbereich (5h) von dem bzw. einem Wärmetausch-Körper (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2) angeordnet

sind und dass jeder Einlassbereich (5e, 5g) und Auslassbereich (5f, 5h) ringförmig um die Achse (2) herum verläuft.

10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenränder (23a, 27a) der Blechelemente (23, 27, 127) und die bei den Innenrändern (23a, 27a) angeordneten Randstreifen (28) eine innere Mantelfläche (5a) definieren, dass die einander benachbarten Blechelemente (23, 27, 127) von ihren Innenrändern (23a, 27a) bis zu ihren Aussenrändern (23b, 27b) in einem mindestens annähernd konstanten Abstand voneinander stehen und dass die an die Innenränder (23a, 27a) anschliessenden Abschnitte der Blechelemente (23, 27, 127) in einem zur Achse (2) rechtwinkligen Querschnitt Tangenten haben, die mit der innern Mantelfläche (5a) einen Winkel bilden, der 65° bis 115° und beispielsweise 80° bis 100° beträgt, wobei die Blechelemente (23, 27, 127) in einem zur Achse (2) rechtwinkligen Schnitt vorzugsweise im Wesentlichen evolventenförmig sind.

11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) der Blechelemente (23, 27, 127) und die bei den Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) angeordneten Randstreifen (24, 25) zwei Endflächen (5c, 5d) des bzw. jedes Wärmetausch-Körpers (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2) definieren und dass die Einlassöffnungen (34a, 134.1a, 134.2a) und die Auslassöffnungen (34b, 134.1b, 134.2b) der zweiten Durchgänge (34, 134.1, 134.2) bei einander abgewandten Endflächen (5c, 5d) angeordnet sind.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass er mindestens ein Wärmeaustausch-Körper-Paar mit einem ersten Wärmeaustausch-Körper (105.1, 205.1)

und einem zweiten Wärmeaustausch-Körper (105.2, 205.2) aufweist, dass jeder Wärmetausch-Körper (105.1, 105.2, 205.1, 205.2) eine innere und eine äussere Mantelfläche hat, dass die zweiten Durchgänge (134.1) mit den in einer Endfläche (105.1c) des ersten Wärmetausch-Körpers (105.1, 205.1) angeordneten Einlassöffnungen (134.1a) in der anderen Endfläche (105.1d) in der Nähe der äusseren Mantelfläche des ersten Wärmetausch-Körpers (105.1, 205.1) angeordnete Sekundär-Auslassöffnungen (134.1c) besitzen, dass die zweiten Durchgänge (134.2) mit den in einer Endfläche (105.2c) angeordneten Auslassöffnungen (134.2b) des zweiten Wärmetausch-Körpers (105.2, 205.2) in der anderen Endfläche (105.2c) in der Nähe der inneren Mantelfläche des zweiten Wärmetausch-Körpers (105.2, 205.2) angeordnete Sekundär-Einlassöffnungen (134.2c) besitzen und dass die Fluid-Leitmittel (107, 207) ausgebildet sind, um das zweite Fluid (16) bei den in einer Endfläche (105.1c) angeordneten Einlassöffnungen (134.1a) der zweiten Durchgänge (134.1) in den ersten Wärmetausch-Körper (105.1) hinein und danach einen Teil dieses Fluids (16) von den Sekundär-Auslassöffnungen (134.1c) des ersten Wärmetausch-Körpers (105.1) zu den in einer Endfläche (105.2c) angeordneten zweiten Einlassöffnungen (134.2a) des zweiten Wärmetausch-Körpers (105.2, 205.1) zu leiten und um zweites Fluid (16), das aus den in einer Endfläche (105.1d) des ersten Wärmetausch-Körpers (105.1, 205.1) angeordneten, zweiten Auslassöffnungen (134.1b) ausströmt, zu den Sekundär-Einlassöffnungen (134.2c) des zweiten Wärmetausch-Körpers (105.2, 205.2) zu leiten.

13. Wärmetauscher, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit mindestens einem Wärmetausch-Körper (5, 105, 105.2, 205.1, 205.2) mit aufeinander folgenden Blechelementen (23, 27, 127), die abwechselnd Durchgänge (33, 34, 134.1, 134.2) für ein erstes Fluid (15) und ein zweites Fluid (16) begrenzen und zwischen denen gasdurchlässige Zwischenlagen

(31, 32, 132.2) angeordnet sind, wobei jedes Blechelement (23, 27, 127) zwei einander abgewandte Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) hat, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) der zum selben Wärmetausch-Körper (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2) gehörenden Blechelemente (23, 27, 127) und/oder bei diesen Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) angeordnete Randstreifen (24, 25) zusammen zwei Endflächen (5c, 5d, 105.1c, 105.1d, 105.2c, 105.2d) des Wärmetausch-Körpers (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2) definieren, dass bei jeder Endfläche (5c, 5d, 105.1c, 105.1d, 105.2c, 105.2d) mindestens eine metallische Folie (45, 46, 75, 76, 146) an den Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) der Blechelemente (23, 27, 127) anliegt und dass eine wärmeisolierende Isolation (47, 48, 88, 147) auf der den Blechelementen (23, 27, 127) abgewandten Seite jeder Folie (45, 46, 75, 76, 146) angeordnet ist.

14. Wärmetauscher nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass jede Folie (45, 46, 75, 76, 146) höchstens 0,1 mm und zum Beispiel 0,03 mm bis 0,07 mm dick ist.

15. Wärmetauscher nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolation (47, 48, 88, 147) die Folie (45, 46, 75, 76, 146) gegen die Blechelemente (23, 27, 127) drückt, wobei die Isolation (47, 48, 88, 147) zum Beispiel elastisch deformierbar ist.

16. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass bei jeder Endfläche (5c, 5d, 105.1c, 105.1d, 105.2c, 105.2d) des bzw. jedes Wärmetausch-Körpers (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2) mindestens zwei Folien (75, 76) vorhanden sind, die an der Endfläche (5c, 5d, 105.1c, 105.1d, 105.2c, 105.2d) anliegende, einander überlappende Abschnitte haben.

17. Wärmetauscher, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 16, mit mindestens einem im Querschnitt ringförmigen Wärmetausch-Körper (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2), der eine Achse (2) umschliesst und um diese herum aufeinander folgende Blechelemente (23, 27, 127) aufweist, die zusammen abwechselnd erste Durchgänge (33) für ein erstes Fluid (15) und zweite Durchgänge (34, 134.1, 134.2) für ein zweites Fluid (16) begrenzen, wobei jedes Blechelement (23, 27, 127) einen Innenrand (23a, 27a), einen Aussenrand (23b, 27b) und zwei vom Innenrand (23a, 27a) zum Aussenrand (23b, 27b) verlaufende Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) hat, wobei einander benachbarte Blechelemente (23, 27, 127) entlang ihren Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) im Wesentlichen konstante Abstände voneinander haben, wobei die Durchgänge (33, 34, 134.1, 134.2) sich zwischen Öffnungen (33a, 134.1b, 134.2b, 134.2c) in der Nähe der Innenränder (23a, 27a) und Öffnungen (33b, 34a, 134.1a, 134.1c, 134.2a) in der Nähe der Aussenränder (23b, 27b) erstrecken, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechelemente (23, 27, 127) eine entlang ihren Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) gemessene Abmessung haben, die mindestens das Doppelte einer entlang der Achse (2) gemessene Abmessung der Blechelemente (23, 27, 127) beträgt.

18. Wärmetauscher nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass er mindestens zwei entlang der Achse (2) voneinander in Abstand stehende Wärmetausch-Körper (105.1, 105.2, 205.1, 205.2) aufweist.

19. Wärmetauscher nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand von einander benachbarten Blechelementen (23, 27, 127) höchstens 10 mm und vorzugsweise höchstens 2 mm beträgt.

20. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Wärmetausch-Körper (5, 105, 105.2, 205.1, 205.2) mindestens 500 um die Achse (2) herum verteilte Durchgänge (33, 34, 134.1, 134.2) aufweist.

21. Wärmetauscher, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 20, mit mindestens einem Wärmetausch-Körper (5, 105, 105.2, 205.1, 205.2) mit aufeinander folgenden Blechelementen (23, 27, 127), die abwechselnd Durchgänge (33, 34, 134.1, 134.2) für ein erstes Fluid (15) und ein zweites Fluid (16) begrenzen und zwischen denen gasdurchlässige Zwischenlagen (31, 32, 132.2) angeordnet sind, wobei jedes Blechelement (23, 27, 127) zwei einander abgewandte, zueinander parallele Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) hat und mindestens wesentliche Teile der Durchgänge (33, 34, 134.1, 134.2) entlang den Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) verlaufen, dadurch gekennzeichnet, dass jede Zwischenlage (31, 32, 132.2) aus einem Draht-Gewirke (37) besteht, das Maschen-Reihen (37a) mit einander benachbarten, aus zusammenhängenden Drahtabschnitten gebildeten Maschen (37b) aufweist und dass diese Maschen-Reihen (37a) im Allgemeinen ungefähr rechtwinklig zu den Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) der Blechelemente (23, 27, 127) verlaufen.

22. Wärmetauscher nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Draht-Gewirke (37) stellenweise an einem und nur an einem ihm benachbarten Blechelement (23, 27) befestigt ist, wobei zum Beispiel jedes Draht-Gewirke (37) durch einige Punktschweissverbindungen am genannten, ihm benachbarten Blechelement (23, 27) befestigt ist.

23. Wärmetauscher nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass zwei entlang den Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) aufeinander folgende Maschen-Reihen (37a),

abgesehen von den ineinander verhängten Maschen (37b), höchstens einen einzigen zusammenhängenden Drahtabschnitt haben.

24. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Wärmetausch-Körper (5, 105.1, 105.2, 205.1, 205.2) eine Achse (2) umschliesst und in einem zu dieser rechtwinkligen Querschnitt ringförmig ist, dass jedes Blechelement (23, 27, 127) einen Innenrand (23a, 27a), sowie einen Aussenrand (23b, 27b) hat, dass die Seitenränder (23c, 23d, 27c, 27d) vom Innenrand (23a, 27a) zum Aussenrand (23b, 27b) verlaufen und mit der Achse (2) einen Winkel bilden, dass einander benachbarte Blechelemente (23, 27, 127) entlang den ganzen Längen von ihren Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) im Wesentlichen konstante Abstände voneinander haben und dass die Durchgänge (33, 34, 134.1, 134.2) entlang von mindestens den grössten Teilen der Seitenränder (23c, 23d,27c, 27d) der Blechelemente (23, 27, 127) abgeschlossen sind.

25. Wärmetauscher nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass um die Achse (2) herum abwechselnd ein ersten Durchgang (33) für das erste Fluid (15) und ein zweiter Durchgang (34, 134.1, 134.2) für das zweite Fluid (16) aufeinander folgen, dass bei jedem ersten Durchgang (33) entlang den Seitenrändern (23c, 23d, 27c, 27d) der diesen ersten Durchgang (33) begrenzenden Blechelemente (23, 27, 127) verlaufende Randstreifen (24, 25) zwischen den beiden Blechelementen (23, 27, 127 angeordnet und fest sowie dicht mit den letzteren verbunden sind und dass bei jedem zweiten Durchgang (34, 134.1, 134.2) entlang den Innenrändern (23a, 27a) und entlang den Aussenrändern (23b, 27b) der diesen zweiten Durchgang (34, 134.1, 134.2) begrenzenden Blechelemente (23, 27, 127) verlaufende Randstreifen (28, 29)

zwischen den Blechelementen (23, 27, 127) angeordnet und fest sowie dicht mit den letzteren verbunden sind.

26. Wärmetauscher nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass die einander benachbarten Blechelemente (23, 27, 127), abgesehen von allenfalls bei Rändern (23a, 23b, 23c, 23d, 27a, 27b, 27c, 27d) von ihnen mit ihnen verbundenen und zwischen einander benachbarten Blechelementen (23, 27, 127) angeordneten Randstreifen (24, 25, 28, 29), überall in mindestens annähernd konstantem Abstand voneinander stehen, in axialer Richtung vollständig glatt, gerade sowie parallel zueinander und in senkrecht zur Achse (2) verlaufenden Schnitten vollständig parallel zueinander gekrümmt sowie glatt und zum Beispiel im Wesentlichen evolventenförmig sind, so dass die Blechelemente (23, 27, 127) frei von Erhöhungen und Vertiefungen, wie zum Beispiel Wellen und/oder Rippen und dergleichen, und von abgewinkelten und/oder abgebogenen Randabschnitten sind.

27. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Blechelement (23, 27, 127) eine Dicke hat, die höchstens 5 mm, zweckmässigerweise höchstens 1 mm, vorzugsweise höchstens 0,5 mm und zum Beispiel höchstens 0,3 mm beträgt, und dass die Draht-Gewirke (37) aus Drähten bestehen, deren Dicke höchstens 5 mm, zweckmässigerweise, höchstens 1 mm, vorzugsweise höchstens 0,8 mm und zum Beispiel 0,3 mm bis 0,7 mm beträgt, wobei die Blechelemente (23, 27, 127) und Draht-Gewirke (37) vorzugsweise aus rostfreiem Stahl bestehen.

Fig. 1

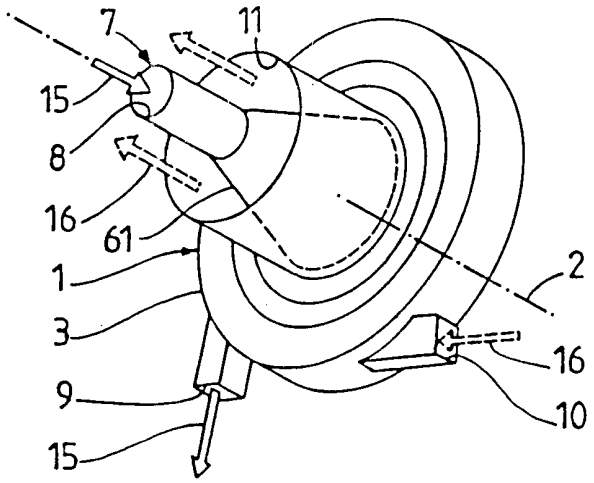


Fig. 2

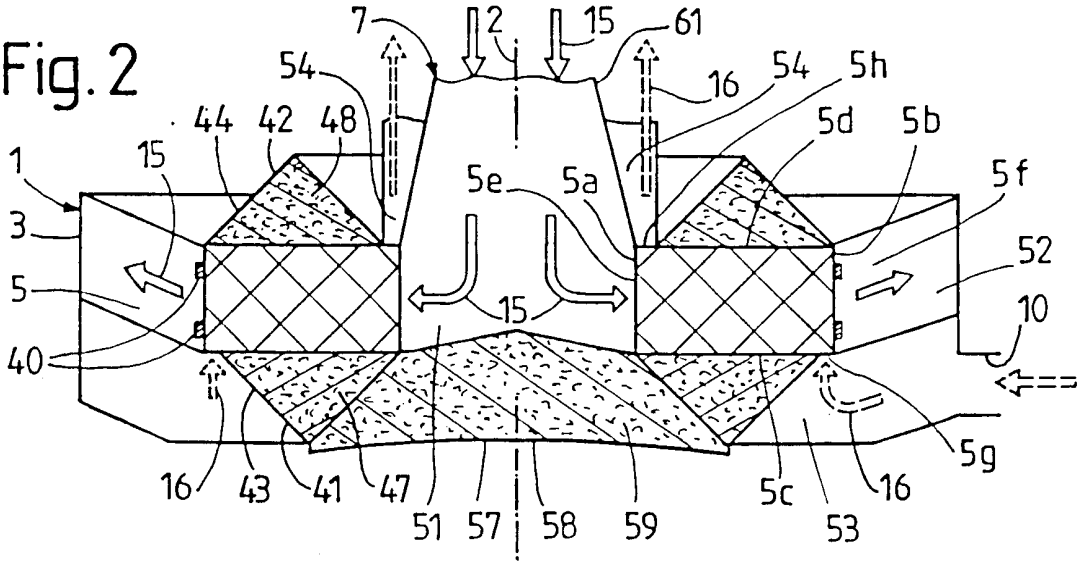


Fig. 3

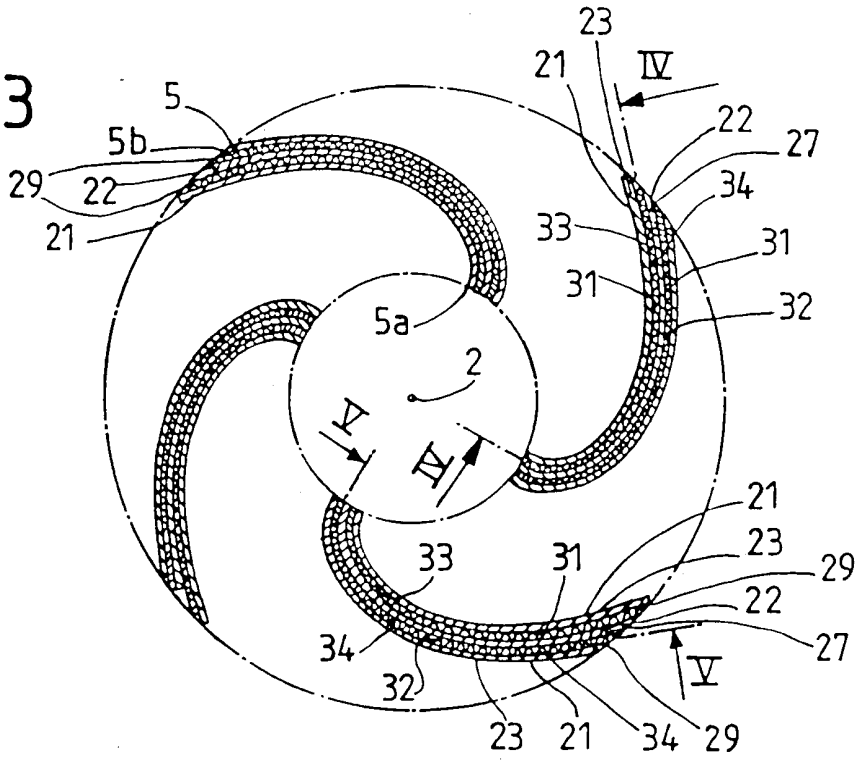


Fig. 4

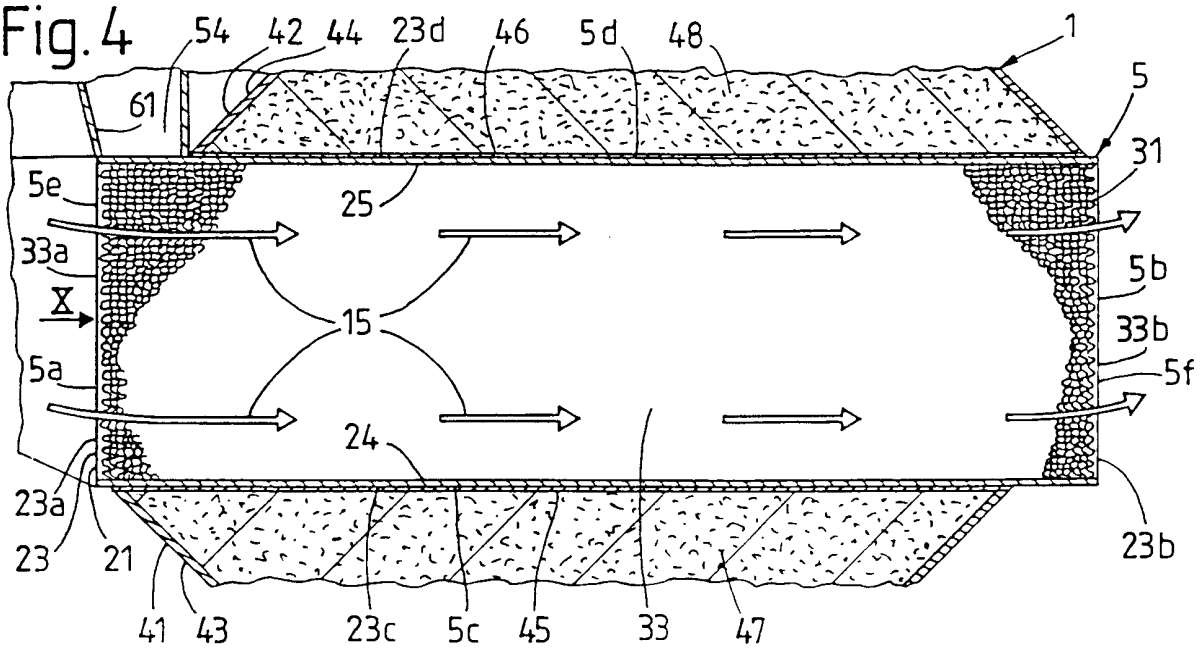


Fig. 5

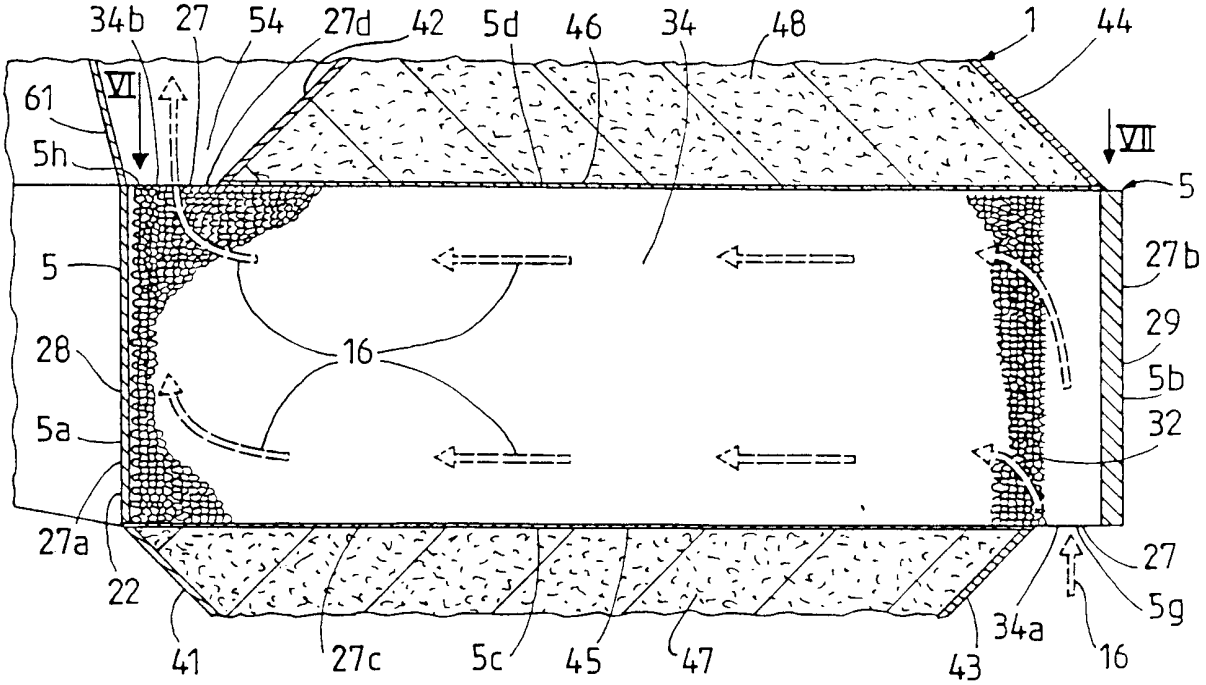


Fig. 6

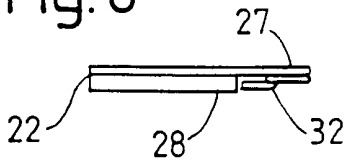


Fig. 7

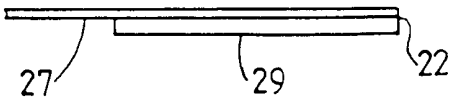


Fig. 8

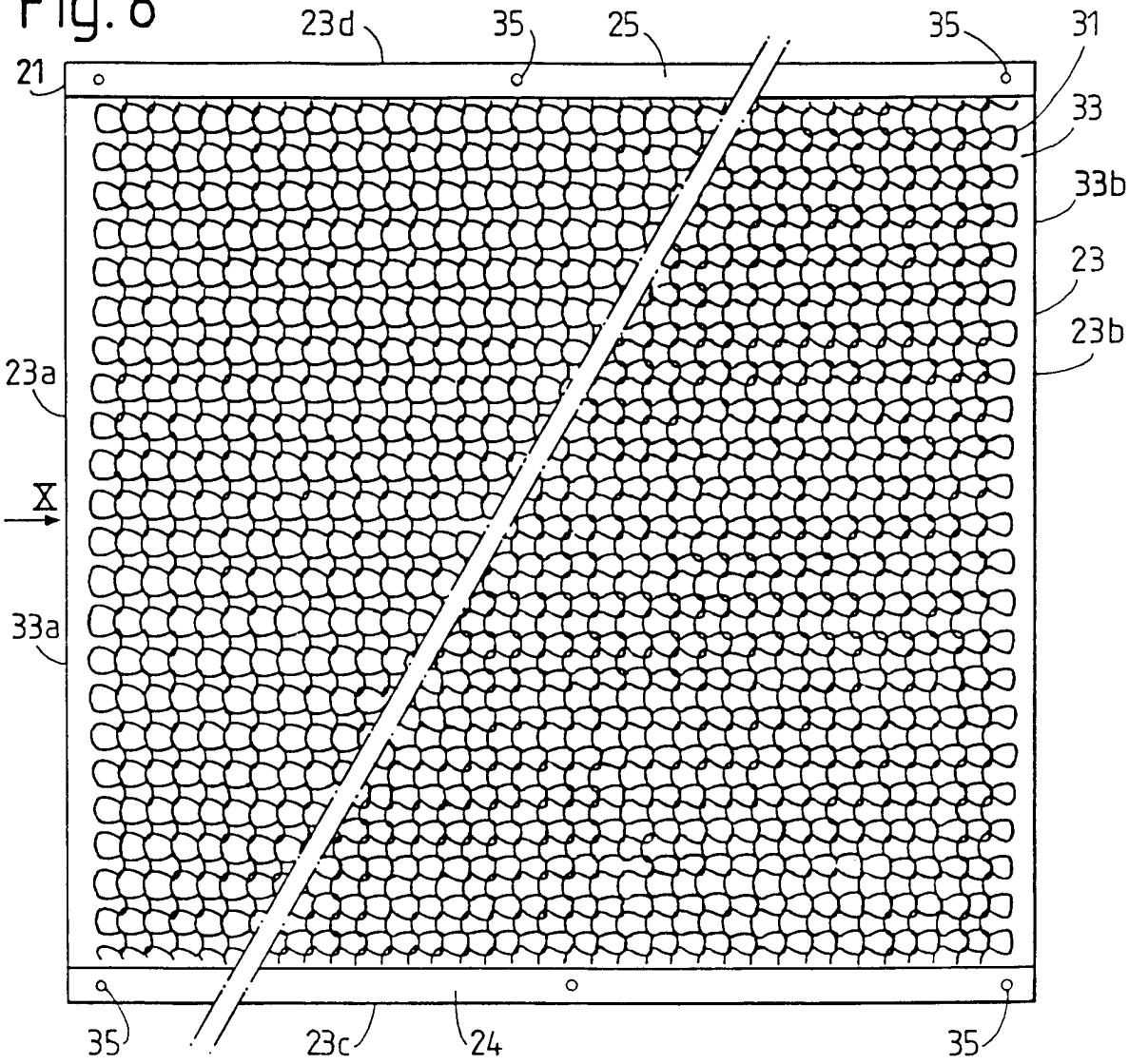


Fig. 10

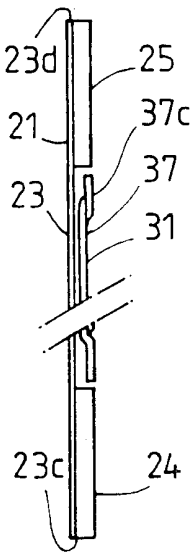


Fig. 9

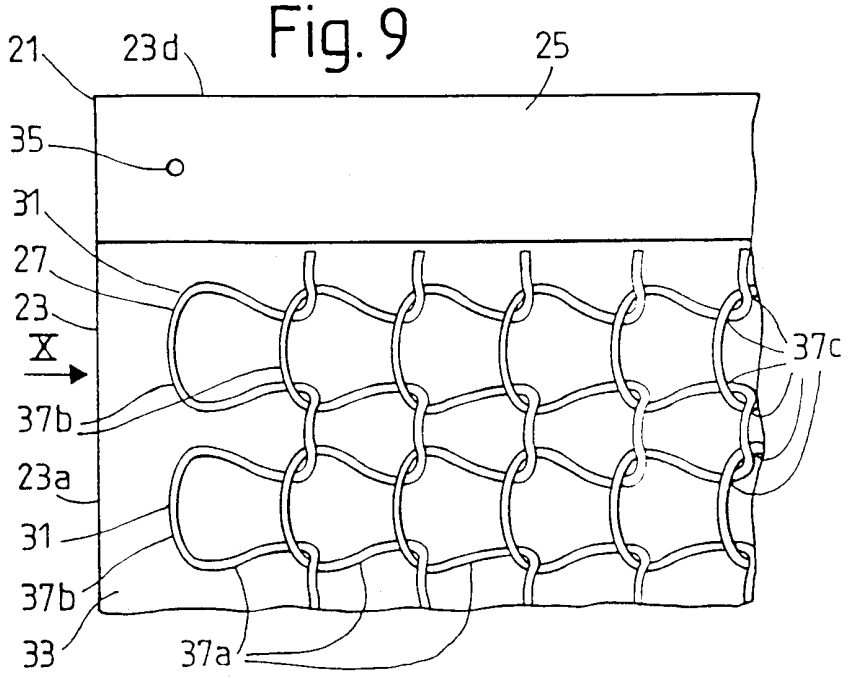


Fig. 11

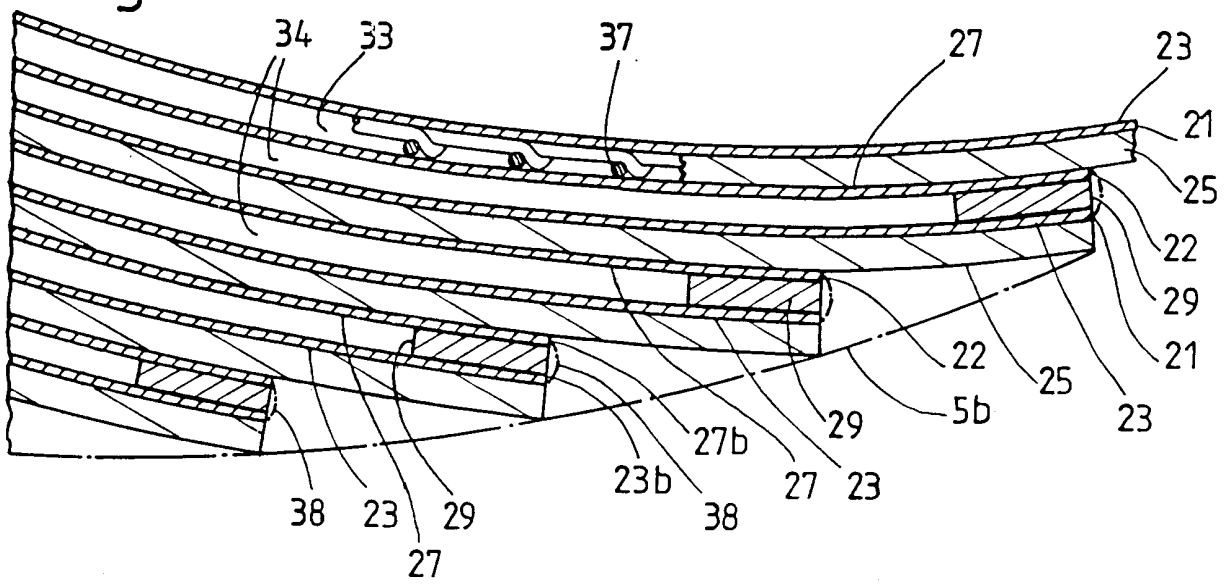

34
33
37
27
23
21
25
22
29
21
22
25
23
5b
29
27b
23b
38
27
23
38
23
29
27

Fig. 12

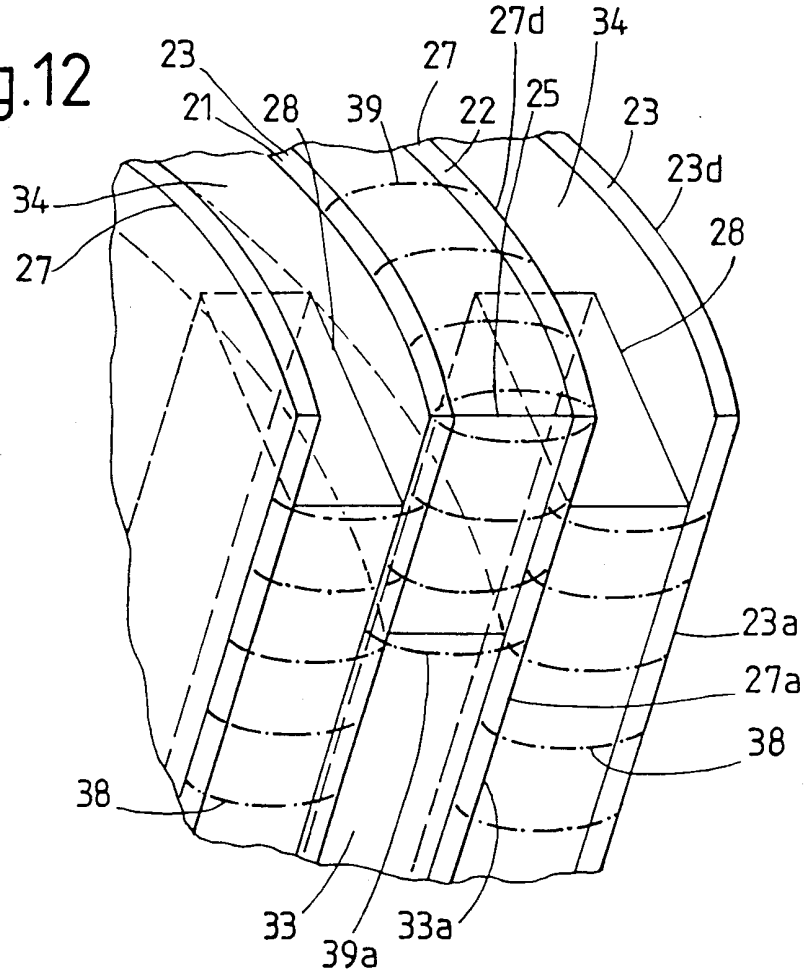

27d
34
23
27
21
28
39
22
25
23
23d
34
28
27
23a
27a
38
38
33
39a
33a

Fig. 13

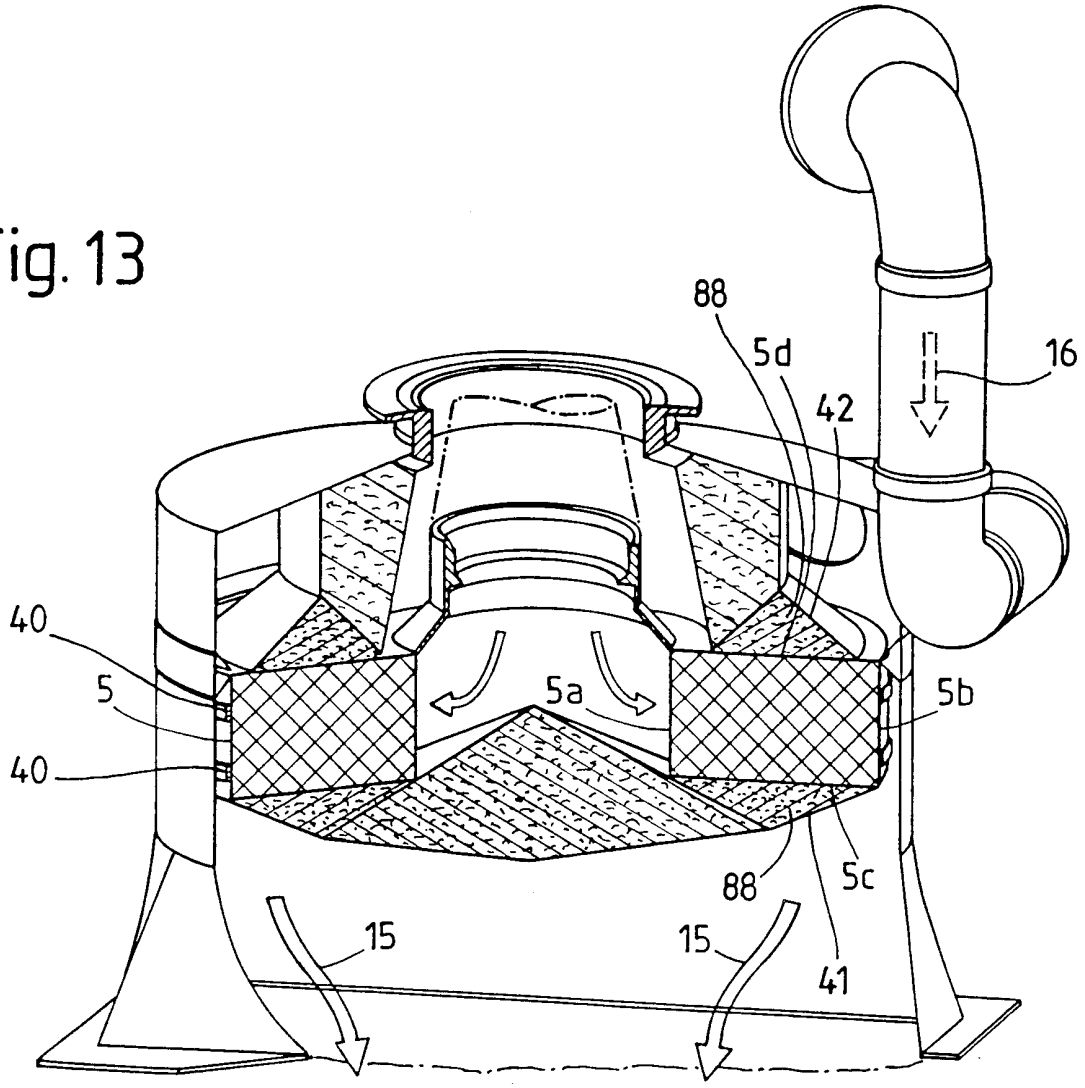


Fig. 14

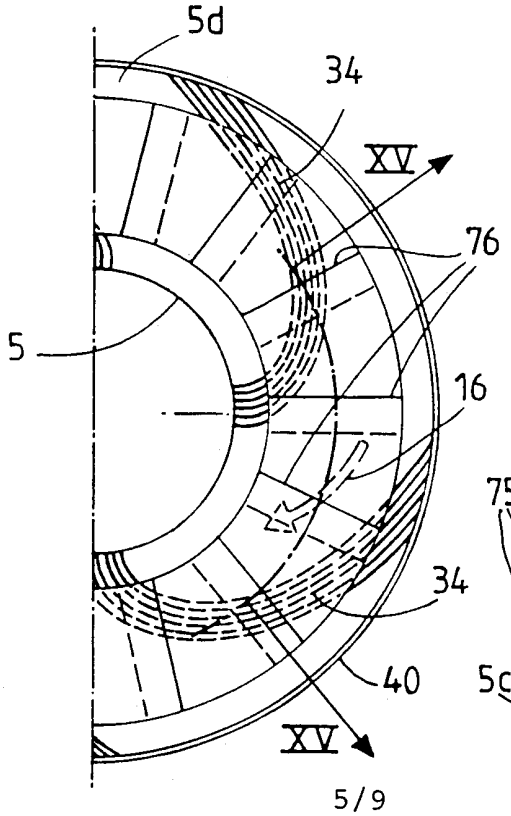


Fig. 15

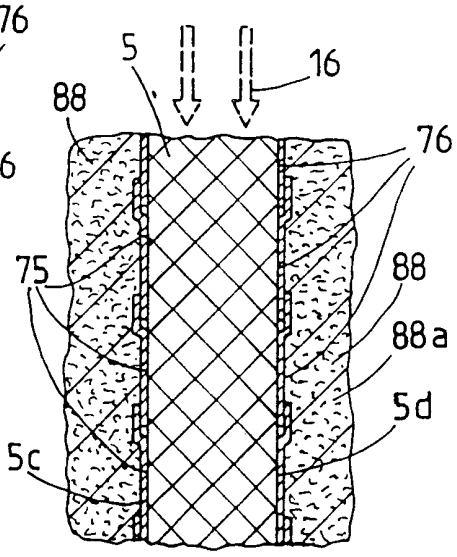


Fig. 16

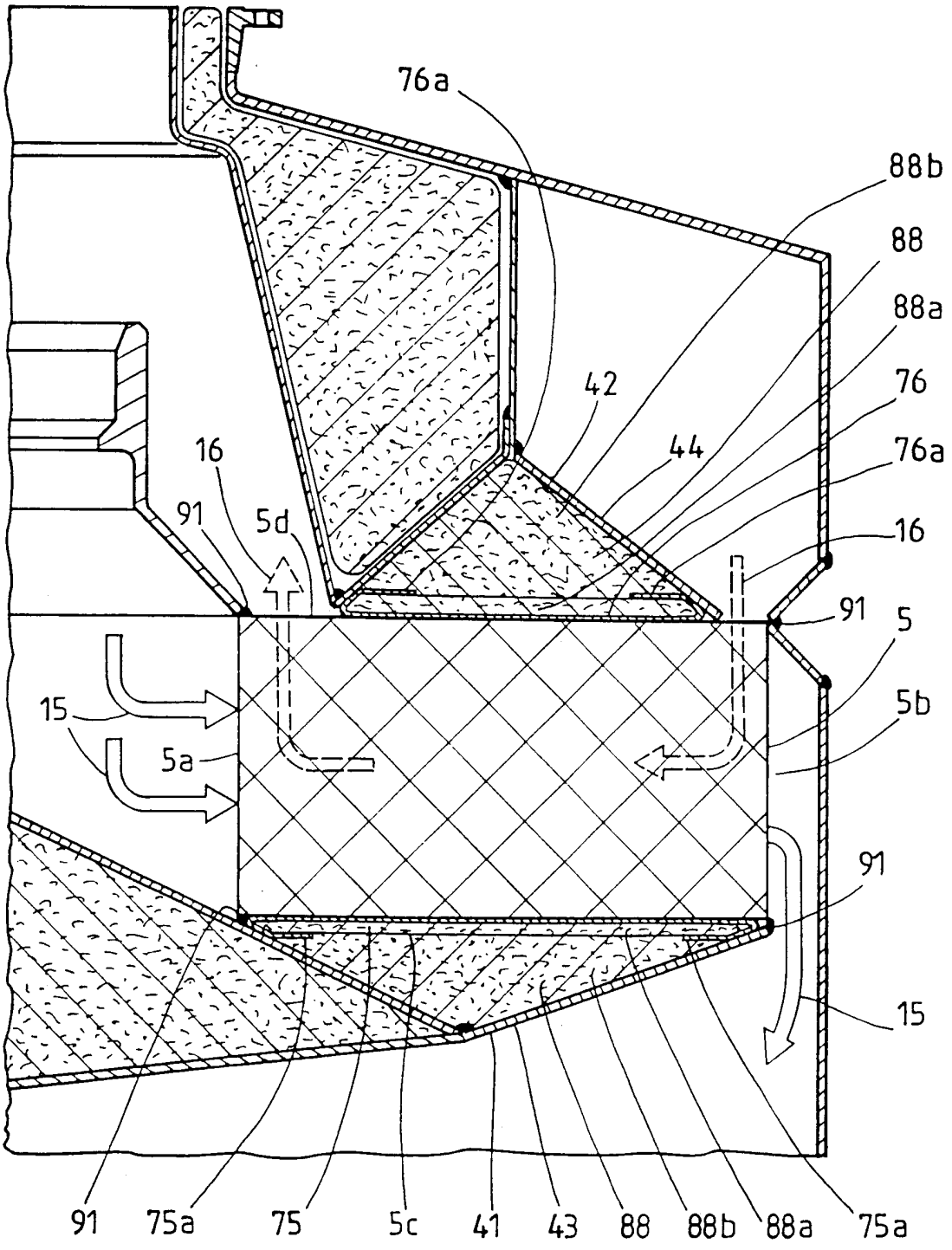

76a
88b
88
88a
76
76a
42
44
16
91
5d
16
91
5
15
5a
5b
91
15
91
75a
75
5c
41
43
88
88b
88a
75a

Fig. 17

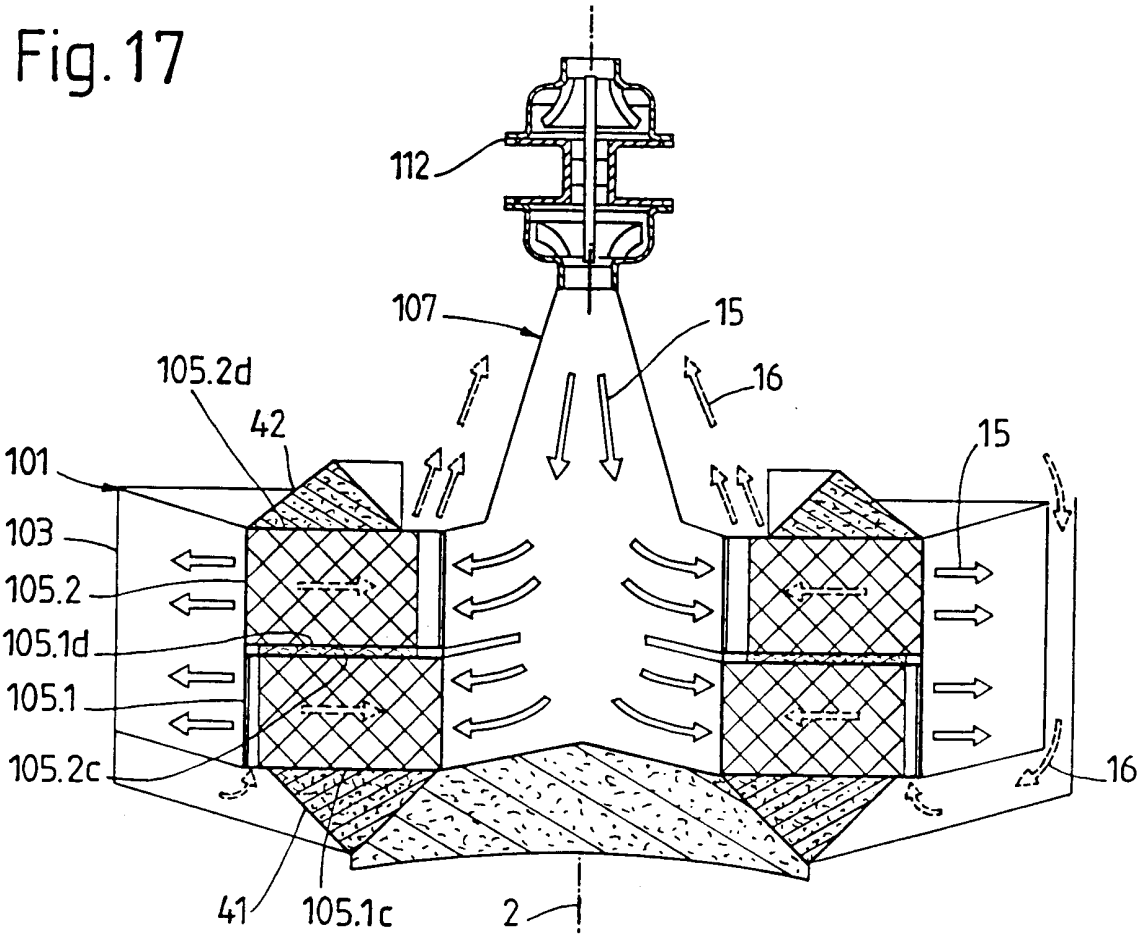

112
107
15
16
105.2d
42
101
103
105.2
105.1d
105.1
105.2c
41
105.1c
2

Fig. 20

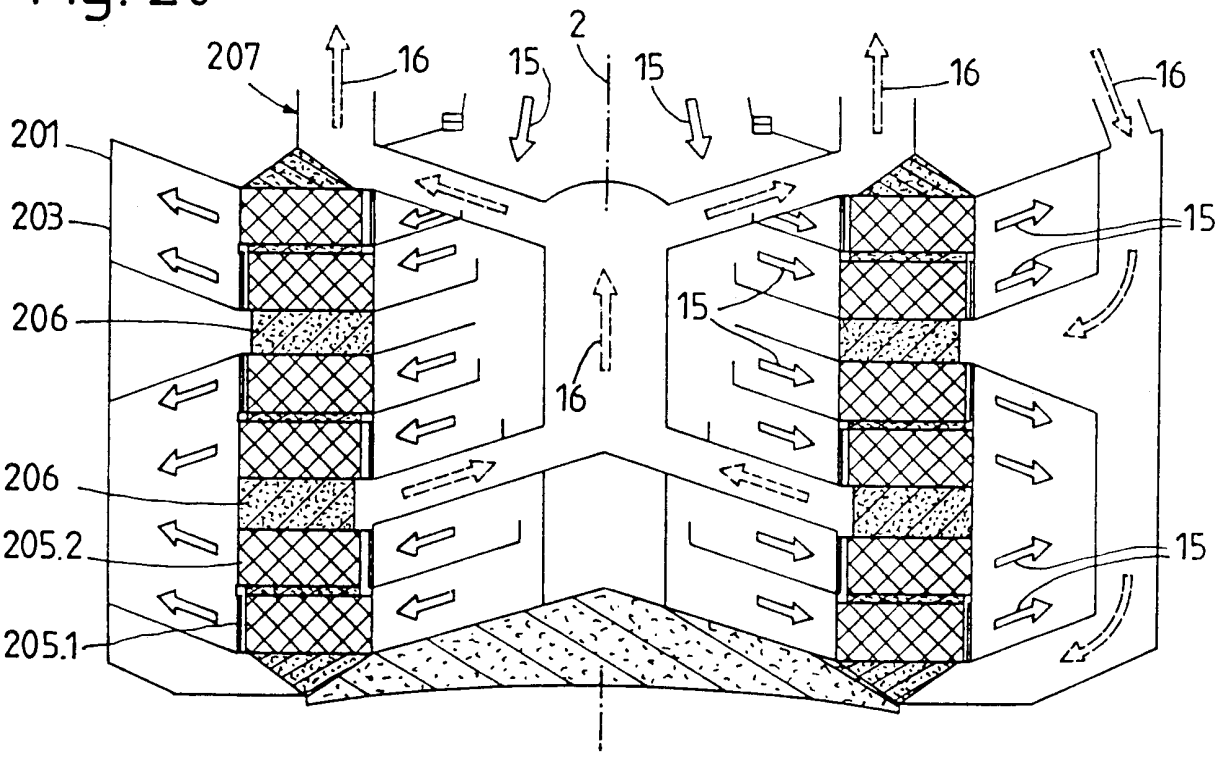

207
16
15
2
15
16
16
201
203
206
206
205.2
205.1
15
15
16
15

Fig.18

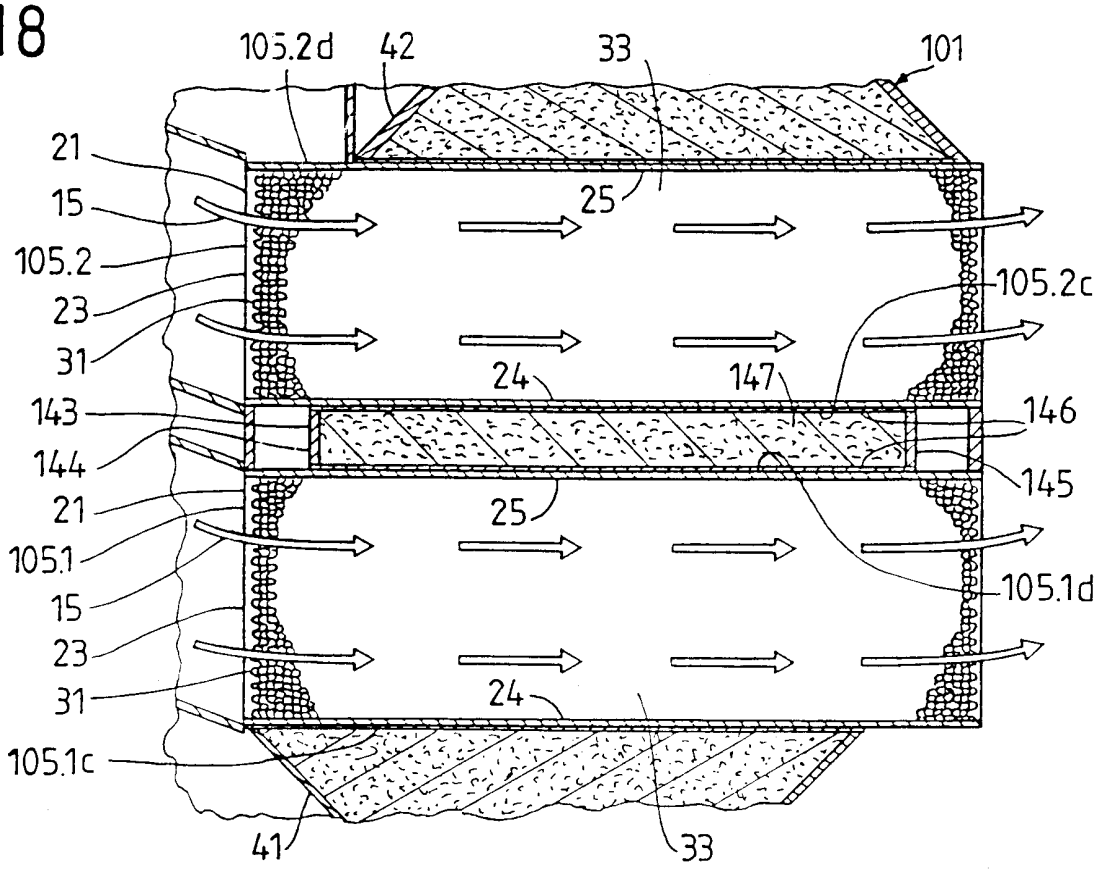

105.2d
42
33
101
21
15
105.2
23
31
143
144
21
105.1
15
23
31
105.1c
41
25
24
147
146
145
105.2c
25
105.1d
24
33

Fig.19

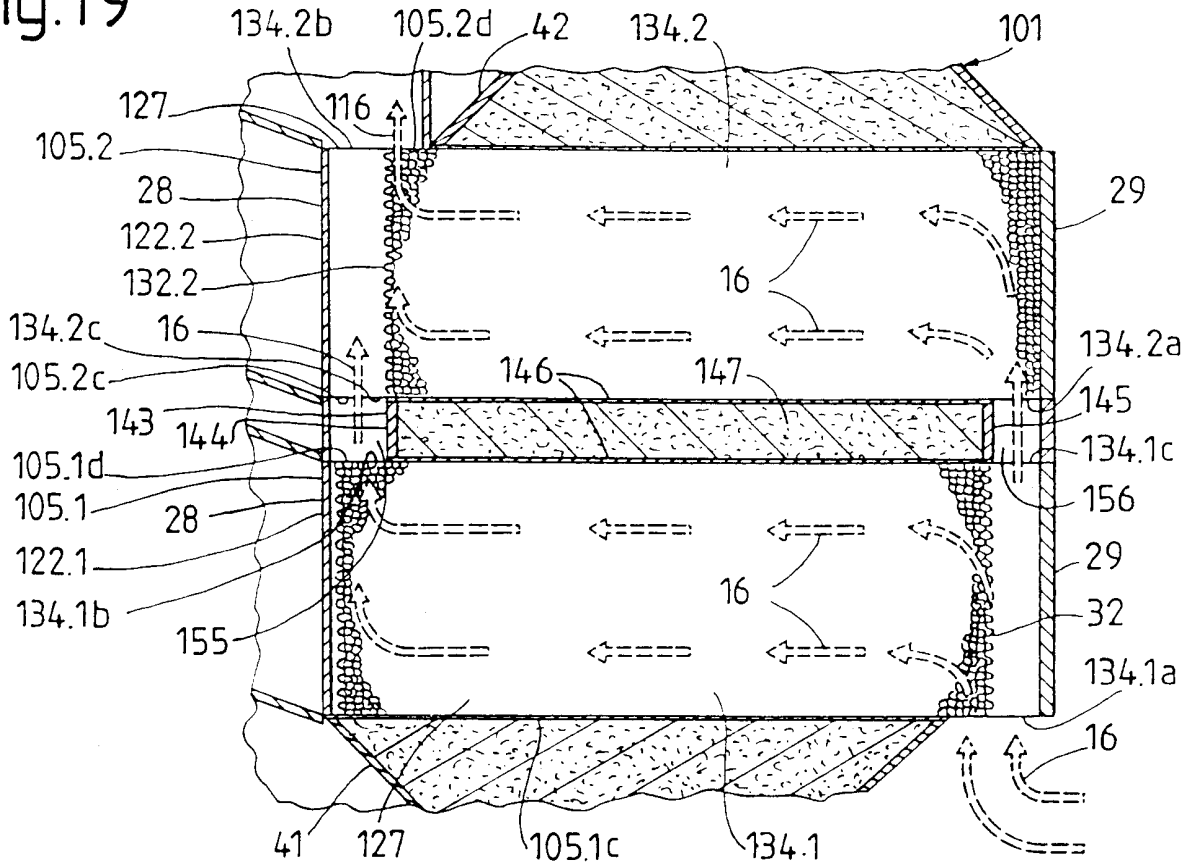
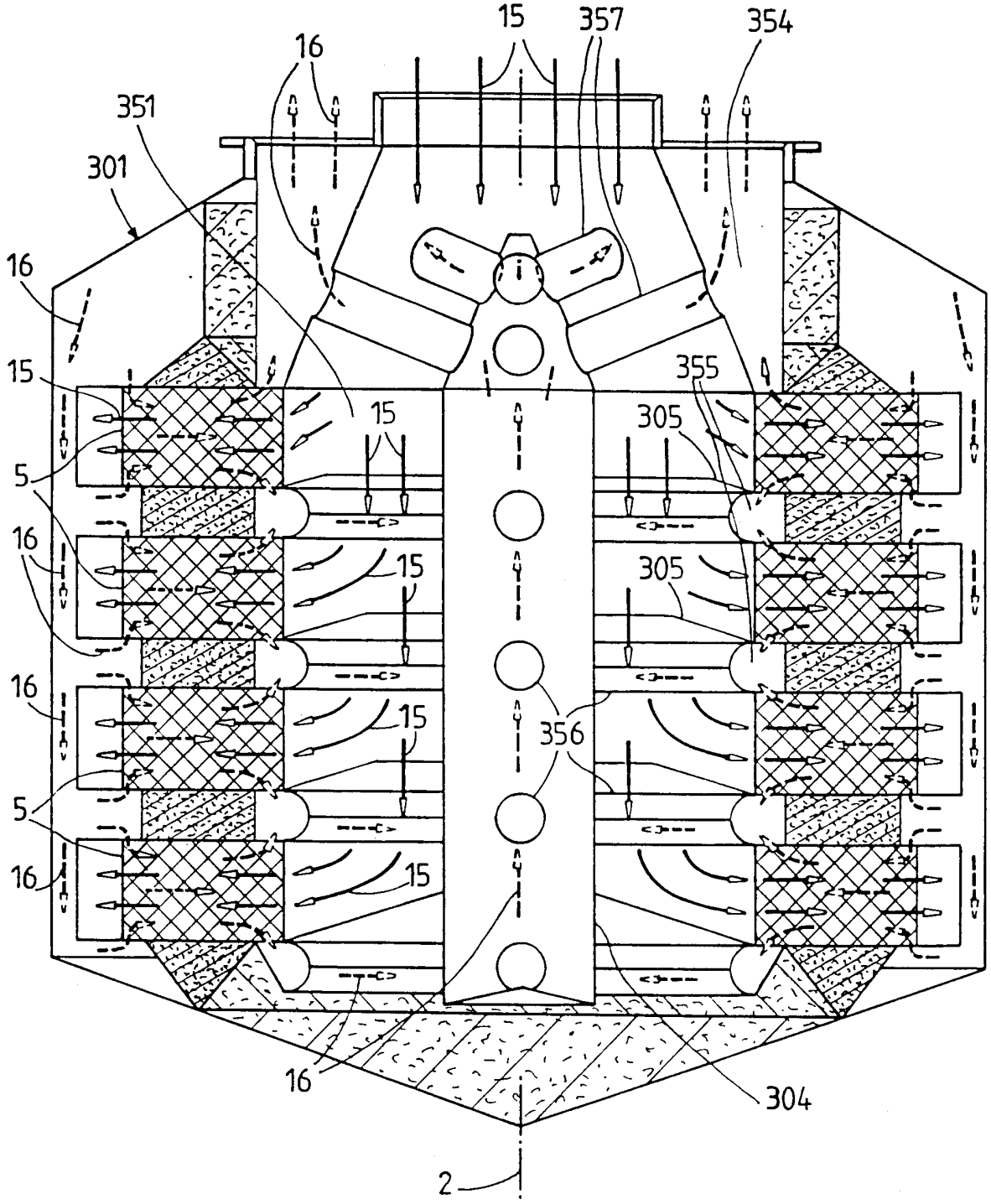

134.2b
105.2d
42
134.2
101
127
116
105.2
28
122.2
132.2
134.2c
16
105.2c
143
144
105.1d
105.1
28
122.1
134.1b
155
16
146
147
29
134.2a
145
134.1c
156
29
16
32
134.1a
16
41
127
105.1c
134.1

Fig. 21


15
357
354
16
351
301
16
15
355
15
305
5
16
15
305
16
15
356
5
16
15
16
304
2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter onal Application No
PCT/CH 00/00640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F28D9/00 F28F3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F28D F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 4 506 502 A (SHAPIRO JACOV) 26 March 1985 (1985-03-26) column 6, line 18 - line 31; figures 4-6	1-3,10 21-24,26
Y	GB 1 450 460 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AT) 22 September 1976 (1976-09-22) page 2, line 26 - line 37; figures	21-24,26
P,X	WO 00 28271 A (BARR RICHARD HENRY HOWARD ;CENTRAX LTD (GB)) 18 May 2000 (2000-05-18) page 14, line 16 - line 21; figures 1-9	1-4,10
A	US 3 507 115 A (WISOKA LEON R) 21 April 1970 (1970-04-21) column 3, line 39 - line 62; figures	1

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 April 2001	19/04/2001

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Mootz, F

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr ·onal Application No
PCT/CH 00/00640

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 060 721 A (DARRAGH CHARLES T) 29 October 1991 (1991-10-29) column 4, line 37 - line 65; figures 2,3 ---	1
A	EP 0 111 459 A (PUCCI TAMARA ;MANDORLINI ORETTA (IT)) 20 June 1984 (1984-06-20) claims 1-5; figures -----	21-27

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/CH 00/00640

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4506502 A	26-03-1985	EP 0173774 A	12-03-1986
		IL 59170 A	30-04-1985
		AT 45008 T	15-08-1989
		DE 3479144 D	31-08-1989
GB 1450460 A	22-09-1976	DE 2333697 A	23-01-1975
WO 0028271 A	18-05-2000	GB 2343641 A	17-05-2000
		GB 2343643 A	17-05-2000
		AU 6222599 A	29-05-2000
US 3507115 A	21-04-1970	NONE	
US 5060721 A	29-10-1991	CA 2081098 A	30-11-1991
		EP 0530181 A	10-03-1993
		WO 9119150 A	12-12-1991
EP 0111459 A	20-06-1984	IT 1192543 B	20-04-1988
		ES 527746 D	01-11-1984
		ES 8501110 A	01-02-1985
		JP 59142382 A	15-08-1984

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 00/00640

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F28D9/00 F28F3/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F28D F28F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	US 4 506 502 A (SHAPIRO JACOV) 26. März 1985 (1985-03-26) Spalte 6, Zeile 18 - Zeile 31; Abbildungen 4-6	1-3,10 21-24,26
Y	GB 1 450 460 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AT) 22. September 1976 (1976-09-22) Seite 2, Zeile 26 - Zeile 37; Abbildungen	21-24,26
P,X	WO 00 28271 A (BARR RICHARD HENRY HOWARD ;CENTRAX LTD (GB)) 18. Mai 2000 (2000-05-18) Seite 14, Zeile 16 - Zeile 21; Abbildungen 1-9	1-4,10
A	US 3 507 115 A (WISOKA LEON R) 21. April 1970 (1970-04-21) Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 62; Abbildungen	1

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. April 2001	19/04/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Mootz, F

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 00/00640

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 060 721 A (DARRAGH CHARLES T) 29. Oktober 1991 (1991-10-29) Spalte 4, Zeile 37 - Zeile 65; Abbildungen 2,3	1
A	EP 0 111 459 A (PUCCI TAMARA ;MANDORLINI ORETTA (IT)) 20. Juni 1984 (1984-06-20) Ansprüche 1-5; Abbildungen	21-27

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichu[illegible], die zur selben Patentfamilie gehören

Inter[illegible]nales Aktenzeichen
PCT/CH 00/00640

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4506502 A	26-03-1985	EP 0173774 A	12-03-1986
		IL 59170 A	30-04-1985
		AT 45008 T	15-08-1989
		DE 3479144 D	31-08-1989
GB 1450460 A	22-09-1976	DE 2333697 A	23-01-1975
WO 0028271 A	18-05-2000	GB 2343641 A	17-05-2000
		GB 2343643 A	17-05-2000
		AU 6222599 A	29-05-2000
US 3507115 A	21-04-1970	KEINE	
US 5060721 A	29-10-1991	CA 2081098 A	30-11-1991
		EP 0530181 A	10-03-1993
		WO 9119150 A	12-12-1991
EP 0111459 A	20-06-1984	IT 1192543 B	20-04-1988
		ES 527746 D	01-11-1984
		ES 8501110 A	01-02-1985
		JP 59142382 A	15-08-1984