



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 211 400

A1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 86110554.2

⑮ Int. Cl. 4: F 28 F 3/08
F 28 D 9/00

⑭ Anmeldetag: 30.07.86

⑩ Priorität: 06.08.85 DE 8522627 U

⑯ Anmelder: Röhm GmbH
Kirschenallee Postfach 4242
D-6100 Darmstadt 1(DE)

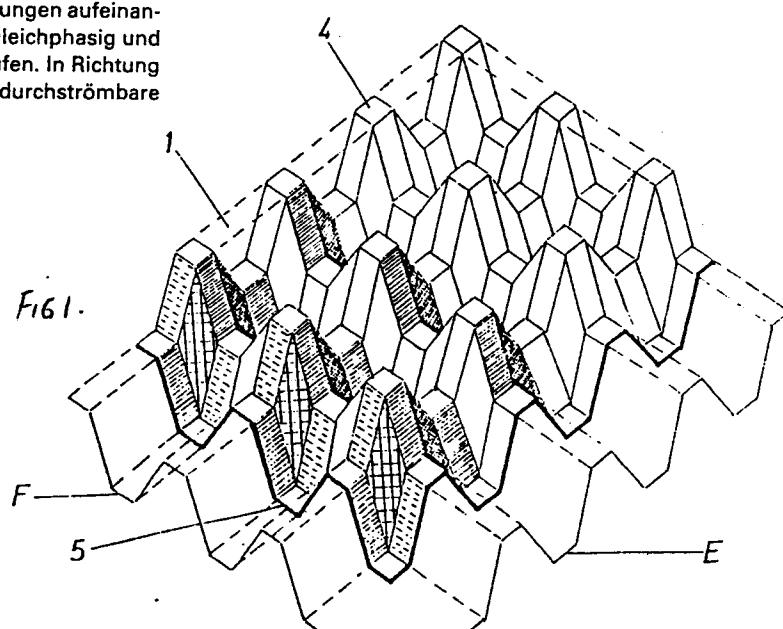
⑪ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.02.87 Patentblatt 87/9

⑰ Erfinder: Gross, Heinz, Dr.-Ing.
Am Erlenbusch 2
D-6109 Mühlthal(DE)

⑫ Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI NL SE

⑲ Plattenwärmetauscher.

⑳ Plattenwärmetauscher, insbesondere aus Kunststoff, bestehen aus einem Stapel Platten, die in zwei kreuzweise zueinanderliegenden Richtungen gewellt sind. Die Platten sind dem Stapel so angeordnet, daß die Wellungen aufeinanderfolgender Platten in der einen Richtung gleichphasig und in der anderen Richtung gegenphasig verlaufen. In Richtung der gleichphasigen Wellung bestehen durchströmbar Kanäle.



- 1 -

Plattenwärmetauscher

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft im weiteren Sinne einen Plattenwärmetauscher, im engeren Sinne einen Plattenwärmetaucherkörper. Plattenwärmetauscher bestehen aus einem Stapel gewellter Platten zwischen denen durchströmbar Kanäle bestehen. Der Bereich, in welchem zwischen diesen Kanälen Wärme ausgetauscht wird, ist der eigentliche Wärmetauscherkörper, während zu dem vollständigen Wärmetauscher auch ein System von Zu- und Abführungsleitungen zu den einzelnen Kanälen für die strömenden Medien gehören. Die Erfindung betrifft in erster Linie eine neue Gestaltung des Plattenwärmetaucherkörpers, der in herkömmlicher Weise mit Zu- und Abführungsleitungen für die strömenden Medien ausgerüstet werden kann.

Stand der Technik

Bekannte Plattenwärmetauscher bestehen (nach Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie, 4. Auflage, Band 2, S. 440) aus einem Bündel aus beliebig vielen gewellten oder anderweitig profilierten Platten, die, durch Dichtungen voneinander getrennt, in einer Presse zusammengehalten werden. Nach Öffnen der Presse lassen sich die Platten leicht von-

- 2 -

einander trennen und reinigen.

Sogenannte Lamellen- oder Stapelwärmetauscher sind (nach Ullmann, loc. cit., S.441) aus einem Stapel von abwechselnd 5 flachen und gewellten Blechen zusammengesetzt, wobei die Wellungsrichtung der gewellten Bleche abwechselt. An den vier Seitenflächen des Stapels ist jeweils ein Sammelkasten und eine Zu- bzw. Abführungsleitung für die strömenden Medien angebracht. Die Medien, zwischen denen Wärme ausgetauscht 10 wird, können nur kreuzweise zueinander geführt werden. Der Wärmeübergang findet nur an den flachen Blechen statt.

Platten- oder Lamellenwärmetauscher sind wegen ihres einfachen Aufbaus billig und durch leichten Ab- und Aufbau bequem zu 15 warten und zu reinigen.

Aufgabe und Lösung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Wirksamkeit von 20 Plattenwärmetauscherkörpern, bestehend aus einem Stapel von gewellten Platten, zwischen denen durchströmbarer Kanäle bestehen, bei gleichbleibend einfacherem Aufbau zu verbessern.

Der erfindungsgemäße Wärmetauscherkörper ist aus Platten 25 zusammengesetzt, die wenigstens in Teilbereichen in zwei kreuzweise zueinanderliegenden Richtungen gewellt sind. In dem Stapel aufeinanderfolgende Platten sind so angeordnet, daß die Wellungen in den kreuzweise gewellten Bereichen oder Teil- 30 bereichen in der einen Richtung gleichphasig und in der anderen Richtung gegenphasig verlaufen.

- .3 -

Die zum Aufbau des Wärmetauscherkörpers verwendeten Platten sind leicht herstellbar, da es sich um einflächige Körper ohne von der Fläche abstehende Rippen oder Vorsprünge handelt, die nach bekannten Verfahren durch Umformung eines ebenen Flächenmaterials leicht herstellbar sind. Beim Stapeln in der erfindungsgemäßen Weise ergibt sich zwischen je zwei Platten von selbst eine Vielzahl von parallelen Kanälen, die durch ein flüssiges oder gasförmiges Medium durchströmbar sind. Diese Kanäle haben einen gewellten Verlauf, wodurch das strömende Medium stark verwirbelt wird. Dadurch bildet sich bereits bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten eine turbulente Grenzschicht aus, die zu einem Anstieg des Wärmeübergangskoeffizienten führt. Weiterhin ergibt sich durch die kreuzweise Wellung der Plattensegmente eine erhebliche Vergrößerung der zum Wärmeaustausch zur Verfügung stehenden Oberfläche. Der Wärmeaustausch wird weiterhin dadurch gefördert, daß alle Kanalwände von dem jeweils anderen Medium berührt werden, so daß praktisch keine für den Wärmeaustausch unwirksamen Wände zwischen den vom gleichen Medium durchströmten Kanälen bestehen.

Durch die zweiachsige Wellung besitzt jede einzelne Platte eine hohe Steifigkeit, die beim Zusammenfügen zu einem Stapel noch erheblich verstärkt wird, da sich alle Einzelplatten in geringen Abständen gegenseitig abstützen. Man erhält daher auch dann, wenn dünnwandiges Material für die einzelnen Platten verwendet wird, einen mechanisch außerordentlich steifen und stabilen Wärmetauscherkörper von geringem Gewicht und hoher Austauschkapazität.

30

- 4 -

Anwendung

Der erfindungsgemäße Wärmetauscher eignet sich zum Wärmeaus-
tausch zwischen flüssigen oder gasförmigen Medien oder
5 zwischen einem flüssigen und einem gasförmigen Medium. Er
eignet sich in besonderem Maße für die Erstellung von großen
Wärmetauschanlagen, insbesondere in Kühltürmen, wo eine
Vielzahl von Wärmetauscherkörpern zu einem großen Kühlsystem
zusammengestellt sind.

10

Der Wärmetauscherkörper kann auch gleichzeitig als chemischer
Reaktor dienen, wenn die Kanäle in einer Richtung mit einer
durchströmbarer Katalysatormasse gefüllt oder ihre Wände mit
einem Katalysatormaterial belegt sind. Auch können die Kanäle
15 mit durchströmbarer Absorptionsmaterialien gefüllt sein, so
daß der Wärmetauscherkörper gleichzeitig als Filter wirkt.

15

Die einfache Herstellungsweise des Wärmetauscherkörpers macht
es möglich, jede gewünschte Dimensionierung und jede gewünschte
20 Anpassung an die im Betrieb auftretenden Temperaturen und die
chemische Beschaffenheit der strömenden Medien zu erreichen.

Figuren

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 6
näher erläutert.

F i g u r 1 zeigt in perspektivischer Sicht eine für den
Aufbau des Rekuperator-Körpers geeignete zweiachsig gewellte
Platte, bzw. einen Ausschnitt aus einer solchen Platte.

30

- 5 -

F i g u r 2 zeigt Ausschnitte aus vier übereinanderliegenden Platten eines erfundungsgemäßen Kreuzstromwärmetauscherkörpers in perspektivischer Explosionsdarstellung.

5 F i g u r 3 stellt die Anordnungsweise der einzelnen Platten eines Kreuzstromwärmetauschers in schematisierter Weise dar, wobei die strichpunktierte Linie eine Ecke des Wärmetauscherkörpers darstellt. Rechts und links davon ist in dick ausgezogenen Linien der Wellenverlauf der Einzelplatten 10 in den an die Ecke anschließenden Seitenflächen dargestellt. Die dünnen Linien zeigen die Projektion der einzelnen zwei-achsig gewellten Platten auf die Seitenfläche des Wärmetauscherkörpers.

15 F i g u r 3a zeigt die Anordnung in Explosionsdarstellung, F i g u r 3b in Betriebsanordnung.

15 F i g u r 4 zeigt eine zweckmäßige Ausgestaltung des ungewellten Randes einer Platte, sowie eine Ausgestaltung zur Erstellung von Gleich- oder Gegenstromwärmetauschern. Dabei zeigt Figur 4a eine Platte in Aufsicht, worin ausgefüllte Quadrate die Tiefstpunkte und leere Quadrate die Höchstpunkte 20 darstellen. Figur 4b zeigt Schnittlinien durch stapelbar übereinander angeordnete Platten, wobei die dick ausgezogenen Linien dem Schnitt CD und die punktierten Linien dem Schnitt EF in Figur 4a entsprechen.

25 F i g u r 5 zeigt in Aufsicht einen Wärmetauscherkörper mit angesetzten Sammelkästen und Anschlußleitungen.

F i g u r 6 zeigt einen Querschnitt durch den Rand eines Wärmetauschers längs der Linie AB in Figur 4a mit geschlossenem Sammelkasten und Anschlußleitung.

Die zweiachsige gewellte Platte

Geometrisch entsteht die Flächengestalt der zweiachsigen gewellten Platte dadurch, daß eine Wellenkurve E als Erzeugende an einer wellenförmigen Führungskurve F parallel verschoben wird. Die Rolle der Führungskurve und der Erzeugenden sind austauschbar. Jede Schnittfläche, die parallel zu der Erzeugenden E durch die zweiachsige gewellte Fläche gelegt wird, hat das Profil der Erzeugenden E. Ebenso hat jede Schnittfläche, die parallel zu der Führungskurve F durch die zweiachsige gewellte Fläche gelegt wird, das Profil der Führungskurve F. In der Praxis genügt es, wenn die ideale geometrische Gestalt näherungsweise in solchem Maße verwirklicht ist, daß eine Schichtung unter Bildung von durchströmmbaren Kanälen möglich ist.

An den Kreuzungspunkten der Wellenmaxima und -minima ergeben sich durch Überlagerung der beiden Wellenzüge Kuppen 4 und Mulden 5, zwischen denen Sattelflächen liegen, deren höchste bzw. tiefste Punkte auf einem Höhenniveau liegen, das die Mitte zwischen dem Niveau der Kuppen 4 und dem Niveau der Mulden 5 bildet.

Die beiden Wellungsachsen E und F stehen in der Regel im rechten Winkel zueinander, jedoch ist dies keine zwingende Voraussetzung für den Aufbau des Wärmetauscher-Körpers. Ebenso ist es zweckmäßig, aber nicht unerlässlich, daß die Wellenzüge E und F in der Wellenform, der Wellenlänge und der Wellenamplitude übereinstimmen.

- 7 -

- Die Wellenform wird so gewählt, daß sich zwei gleichphasige Wellen möglichst dicht aneinander fügen lassen. Geeignet sind Sinuswellen, Trapezwellen und dazwischenliegende Wellentypen, deren einzelne Wellen aus gebogenen und geknickten geradlinigen 5 Stücken zusammengesetzt sein können. In den Figuren 1 bis 6 wurde für die Wellenkurven E und F eine Trapezkurve zugrunde gelegt.
- 10 Die Kanäle bilden sich von selbst, wenn die zweiachsig gewellten Platten in der erfindungsgemäßen Weise übereinander geschichtet werden. Daher ist die äußere Begrenzung der einzelnen Platten grundsätzlich beliebig. Um jedoch die Zu- und Abführungsleitung leicht anbringen zu können, ist es 15 zweckmäßig, daß alle Platten die gleiche Grundfläche haben, so daß sie im Stapel eine gemeinsame Seitenfläche bilden. Eine rechteckige Grundfläche ist zweckmäßig.
- 20 Die Wellenlänge und die Wellenamplitude richten sich sowohl nach dem Verwendungszweck des Wärmetauscher-Körpers als auch nach der Herstellungsweise der Platten. Das Verhältnis von Wellenamplitude zu Wellenlänge liegt vorzugsweise im Bereich von 1 : 10 bis 1 : 1. Ein hohes Verhältnis innerhalb dieses Bereiches fördert eine starke Verwirbelung des strömenden 25 Mediums und damit einen guten Wärmeübergang, führt aber zu einem hohen Strömungswiderstand. Bei abnehmendem Verhältnis von Amplitude zu Wellenlänge nimmt der Strömungswiderstand zunächst ab, dann aber wegen zunehmender Verengung des Kanalquerschnittes wieder zu. Die Wellenlänge liegt vorzugsweise im Bereich von 10 bis 500 mm, die Wellenamplitude 30

- .8 -

dementsprechend im Bereich von 1 bis 150 mm. Die Anzahl der Wellen in Längs- und Querrichtung kann nach den technischen Erfordernissen frei gewählt werden. Vorzugsweise betragen die Längen der Seitenkante einer rechteckigen Grundfläche 0,1 bis 5 3 m und die Anzahl der Wellen je Seite etwa 10 bis 400.

Für die Herstellung der zweiachsig gewellten Platten eignet sich eine Vielzahl von Werkstoffen. Verwendbar sind z. B. Metalle, keramische Werkstoffe, wie Ton, Porzellan oder Glas, 10 Kunststoff, wie Thermoplaste, Duroplaste, faserverstärkte Kunststoffe oder kunststoffgefüllte Gewebe oder Vliese. Besonders vorteilhaft sind ebene, flächige Ausgangswerkstoffe, die sich zu der zweiachsig gewellten Gestalt umformen lassen. Hierzu gehören Bleche aus Stahl, Aluminium, Kupfer und 15 anderen Metallen oder Legierungen, sowie alle thermoplastisch bzw. thermoelastisch umformbare Kunststofftafeln. Geeignete Kunststofftafeln dieser Art bestehen z. B. aus Acrylglas (Polymethylmethacrylat und Methylmethacrylat-Copolymerisate), Polyvinylchlorid, Polyolefinen, wie Polyäthylen oder Poly- 20 propylen, Polycarbonaten, wie Bisphenol-A-Polycarbonat, Polysulfonen, Polyimiden, Polyester. Gut geeignet sind auch fasergefüllte Kunststoffe, wie sogenannte Prepregs, die in der Regel aus einem Glasfaservlies und einem wärmehärtbaren Epoxidharz bestehen.

25 Die tafelförmigen Ausgangsmaterialien werden zur Herstellung zweiachsig gewellter Platten unter Umformungsbedingungen zwischen zwei geeigneten korrespondierenden Werkzeugen in die gewünschte zweiachsig gewellte Form gebracht. Bei der Umfor-

30

- . 9 -

mung von Kunststoffen im thermoelastischen Zustand ist es nicht erforderlich, vollflächig ausgearbeitete Formwerkzeuge zu verwenden. Es genügt, wenn die äußersten Maxima 4 und Minima 5 durch geeignete Formstempel ausgebildet werden. Die 5 dazwischenliegenden Wellenformen bilden sich unter der Einwirkung der bei der Umformung entstehenden elastischen Gegenkräfte von selbst in der erforderlichen Weise aus. Für diese Umformung können Kunststofftafeln einer Dicke von 0,01 bis 3 mm eingesetzt werden. In entsprechender Weise können 10 auch Metallbleche umgeformt werden.

Der Wärmetauscherkörper

Ein Wärmetauscherkörper mit abwechselnden Lagen von parallelen 15 Kanälen für jedes der beiden Medien wird aus drei oder mehr übereinander geschichteten zweiachsig gewellten Platten gebildet. Jede weitere Platte fügt eine weitere Lage von parallelen Strömungs kanälen hinzu. Die Platten werden in der Weise gestapelt, daß die Wellungen von jeweils zwei auf- 20 einanderfolgenden Platten in Richtung der einen Wellenachse gleichphasig und in Richtung der anderen Wellenachse gegen- phasig verlaufen. Platten, die eine durchgehend gleichmäßige Kreuzwellung aufweisen, lassen sich zu einem Kreuzstrom- rekuperator zusammensetzen, wobei die Richtungen des gleich- 25 phasigen und des gegenphasigen Verlaufs mit jeder Platte wechseln. Wie Figur 3 zeigt, ergeben sich dabei vier ver- schiedene Stellungen der einzelnen Platten, die in Figur 3 mit I bis IV bezeichnet sind. Die Lage der fünften Platte stimmt wieder mit der Lage der ersten überein.

- 10 -

Wenn die Platten eine in die Grundfläche projizierte Länge der Seitenkante von einem ungeraden Vielfachen der halben Wellenlänge haben, kann ein Kreuzstromrekuperator mit in einer Ebene liegenden Seitenkanten aus der gewünschten Zahl von 5 völlig gleich gestalteten Einzelplatten aufgebaut werden. Diese werden jeweils um eine Vierteldrehung gegeneinander versetzt angeordnet. Diese Bauweise ist besonders vorteilhaft, weil man mit einem einzigen paar von Umformwerkzeugen ohne Verschnitt zweiseitig gewellte Platten herstellen kann, die jeweils durch 10 Vierteldrehungen in jede der vier Stellungen I bis IV gebracht werden können.

Der Kreuzstromrekuperator hat den Vorteil, daß die Zuleitungen 7,8 und die Ableitungen 9,10 für zwei durchströmende Medien 15 besonders einfach an den Wärmetauscherkörper 15 angeschlossen werden können, indem auf jede seiner vier Seitenflächen je ein Sammelkasten 11, 12, 13, 14 aufgesetzt wird, von denen je zwei gegenüberliegende Kästen 11, 12 bzw. 13, 14 jeweils eines der beiden Medien führen.

20 Eine höhere Wärmeaustauschleitung haben Gegenstromwärmetauscher, bei denen alle Kanäle in allen Schichten parallel verlaufen. Dieser Aufbau läßt sich erfindungsgemäß auf einfache Weise dadurch verwirklichen, daß man die Flächen- 25 elemente stets in der gleichen Richtung phasengleich stapelt. In diesem Falle liegen allerdings die Enden der Kanäle für beide Medien schichtweise abwechselnd an zwei gegenüberliegenden Seiten des Plattenstapels und müssen schichtweise

- wechselnd an die jeweiligen Versorgungsleitungen angeschlossen werden. Dieser Nachteil läßt sich vermeiden, wenn die Platten nur in einem mittleren Bereich 16, der z. B. drei Viertel der Gesamtfläche einnimmt, eine kreuzweise Wellung aufweisen. Die 5 beiderseits daran anschließenden äußeren Bereiche 17 können ungewellt sein. Die Platten werden so gestapelt, daß die Kanäle in allen Schichten parallel zueinander liegen und von dem einen äußeren Bereich 17 in den gegenüberliegenden äußeren Bereich führen.
- 10 Der Rand der Platten bildet zweckmäßigerweise gegenüber der Mittelebene 18 in der einen Richtung des Randes eine Stufe 2 nach oben und in der anderen Richtung des Randes eine Stufe 3 nach unten. Aufeinanderfolgende Platten im Stapel sind jeweils 15 entgegengesetzt gestuft, wodurch sich in jeder Schicht ein Eintrittstrichter 19 bzw. 20 bildet. Der bis zu den Ecken durchgehende Trichter 19 wird an jeder Ecke des Plattenstapels mit einem elastischen Dichtungsblock 21 seitlich verschlossen. Werden entsprechend Fig. 5 Sammelkästen 11, 12, 13, 14 an die 20 Seiten des Wärmetauscherkörpers 15 angeschlossen und die Leitungen 7 und 9 als Zu- bzw. Ablauf für das eine Medium und die Leitungen 8 und 10 als Zu- bzw. Ablauf für das andere Medium benutzt, so erhält man einen Gegenstromwärmetauscher. In diesem Falle muß der Eintrittstrichter 20 durch ein 25 Dichtungsprofil 22 so verschlossen werden, daß von dem angeschlossenen Sammelkasten 13 nur zu dem einen äußeren Bereich 17 Zugang besteht, während von dem anderen Sammelkasten 14 nur Zugang zu dem anderen äußeren Bereich besteht.
- 30 Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Platten 24 auch

in den äußereren Bereichen 17 gewellt sind, wodurch auch in diesem Bereich eine größere Oberfläche, eine höhere Turbulenz und ein besserer Wärmeübergang erzielt werden. Jede zweite Platte 23 in dem Stapel ist bis auf die Randbereiche 2, 3
5 gleichmäßig zweiachsig gewellt. Zwischen zwei Platten 23 liegt jeweils eine Platte 24, bei der die Wellung in den äußereren Bereichen 17 um eine halbe Wellenlänge versetzt ist. Dadurch verläuft die Wellung in den übereinanderliegenden Platten in beiden Richtungen phasengleich, so daß sich keine Kanäle bilden sondern der ganze äußere Bereich bei gleichem Abstand
10 an jeder Stelle frei durchströmbar ist.

Die Anzahl der zweiachsig gewellten Platten, die zu einem Wärmetauscherkörper vereinigt werden, ist grundsätzlich beliebig. Sie richtet sich im Einzelfall nach der erforderlichen Wärmetauschleistung und der jeweils zweckmäßigsten Gestaltung. Typische Wärmetauscherkörper haben 3 bis 100
15 Einzellochflächen.

Beim bloßen Aufeinanderstapeln einzelner Platten zu einem Wärmetauscherkörper ist der seitliche Abschluß der Kanäle an den Seitenkanten nicht völlig dicht. Trotzdem kann ein solcher Stapel in vielen Fällen als Wärmetauscher verwendet werden, wenn eine geringfügige Durchmischung der beiden Medien durch Leckströmung an den Seitenkanten hingenommen werden kann. Dies
20 kann beispielsweise für den Wärmeaustausch zwischen Kühlwasserströmen oder zwischen der Zu- und Abluft von Gebäuden
25 der Fall sein. In diesen Fällen genügt es, wenn der Wärmetauscherkörper durch geeignete Spannmittel mechanisch zusammengehalten wird.

- .13 -

Wenn dagegen eine Durchmischung der strömenden Medien ausgeschlossen werden muß, werden die einzelnen Platten in den Randbereichen 2, 3 dichtend miteinander verbunden. Dies kann beispielsweise durch ein aufgesetztes U-Profil 28, welches

5 über jeweils zwei Außenkanten gelegt ist, geschehen.

Man kann an die Seitenflächen eines Wärmetauscherkörpers 15 Sammelkästen 11, 12, 13, 14 mit einer weichelastischen, dichtenden Beschichtung anpressen. Vorteilhafter ist es, die 10 gleichphasig verlaufenden Ränder benachbarter Platten umzu-falzen, miteinander zu verkleben oder zu verschweißen. Geeignete Klebstoffe können beim Aufeinanderstapeln jeweils zwischengefügt werden. Sofern die Platten aus einem thermoplastischen Kunststoff bestehen, kann zum gleichzeitigen 15 Verschweißen aller an einer Seitenfläche liegenden gleichphasigen Berührungslien ein beheizbares Werkzeug verwendet werden, in welches Nuten entsprechend den an den Seiten des Wärmetauscherkörpers liegenden Außenkanten der einzelnen Platten eingeschnitten sind. Beim Einsenken der Seitenfläche 20 in diese Nuten wird der Werkstoff aufgeschmolzen und verschweißt.

Eine weitere Möglichkeit zum Anschluß eines Sammelkastens 11 ist in Figur 6 dargestellt. Er kann über die Seitenflächen des 25 Plattenstapels gestülpt und auf geeignete Weise, z. B. durch Verkleben, dicht befestigt werden. Um den Wärmetauscher regelmäßig warten und reinigen zu können, wird der Sammelkasten vorzugsweise lösbar befestigt und auch die Verbindung der Platten lösbar ausgeführt. Der Sammelkasten kann in diesem 30 Falle - wenigstens wo er am Plattenstapel anliegt - aus

- .14 -

elastischem Material bestehen und mit einem Zugband 25 befestigt sein. Die Eintrittstrichter 19 können durch ein eingefügtes U-Profil 26 mit Durchtrittsöffnung 27 ausgesteift werden, um die Ränder 2 dicht schließend aufeinanderpressen zu können. Ein dichter Verschluß zweier aufeinanderliegender Ränder 2 kann auch mittels eines aufgesteckten U-Profils 28 erreicht werden.

10

15

20

25

30

PlattenwärmetauscherPatentansprüche

- 5 1. Plattenwärmetauscherkörper, bestehend aus einem Stapel von gewellten Platten, zwischen denen durchströmbarer Kanäle bestehen.

dadurch gekennzeichnet.

10 daß die Platten wenigstens in Teilbereichen in zwei kreuzweise zueinander liegenden Richtungen gewellt sind und daß in dem Stapel aufeinanderfolgende Platten so angeordnet sind, daß die Wellungen in den kreuzweise gewellten Bereichen in der einen Richtung gleichphasig und in der anderen Richtung gegenphasig verlaufen.

15 2. Plattenwärmetauscherkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Platten die gleiche rechteckige Grundfläche haben und daß die entsprechenden Außenkanten im Stapel jeweils in einer Ebene liegen.

20 3. Plattenwärmetauscherkörper nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er als Kreuzstromrekuperator aufgebaut ist, wobei alle Platten gleichförmig gewellt sind und die Richtungen des gleichphasigen und gegenphasigen Verlaufs mit jeder Platte wechseln.

25 4. Plattenwärmetauscherkörper nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er als Gleich- oder Gegen-

- .2 -

stromwärmetauscher aufgebaut ist, wobei die Wellungen aller Platten in der gleichen Richtung gleichphasig zueinander verlaufen.

- 5 5. Plattenwärmetauscherkörper nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten quer zur Richtung der gleichphasigen Wellung zwei gegenüberliegende äußere Bereiche (17) aufweisen, in denen sich die übereinandergestapelten Platten nicht berühren.
- 10 6. Plattenwärmetauscherkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten in den genannten äußeren Bereichen (17) ungewellt sind.
- 15 7. Plattenwärmetauscherkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle Platten in den genannten äußeren Bereichen (17) kreuzweise gewellt und so gestapelt sind, daß die Wellungen in beiden Richtungen gleichphasig verlaufen.
- 20 8. Plattenwärmetauscherkörper nach den Ansprüchen 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten einen umlaufenden ungewellten Rand (2,3) parallel zur Mittelebene (18) haben.
- 25 9. Plattenwärmetauscherkörper nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß je zwei einander gegenüberliegende ungewellte Ränder (2,3) ein vom Niveau der Mittelebene (18) um eine Amplitudenhöhe der Wellung abweichendes Niveau haben, daß sich die Richtung dieser Niveauab-
- 30

- 3 -

weichung an jeder Ecke umgekehrt und daß in dem Stapel je zwei gegenüberliegende Ränder benachbarter Platten dicht aufeinanderliegen.

- 5 10. Plattenwärmetauscherkörper nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die aufeinanderliegenden Ränder benachbarter Platten durch Kleb- oder Schweißverbindungen oder durch aufgesetzte U-Profile dichtend verbunden sind.

10

11. Plattenwärmetauscherkörper nach den Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß er durch lösbare mechanische Mittel zusammengehalten wird und wiederholt zerlegbar ist.

15

20

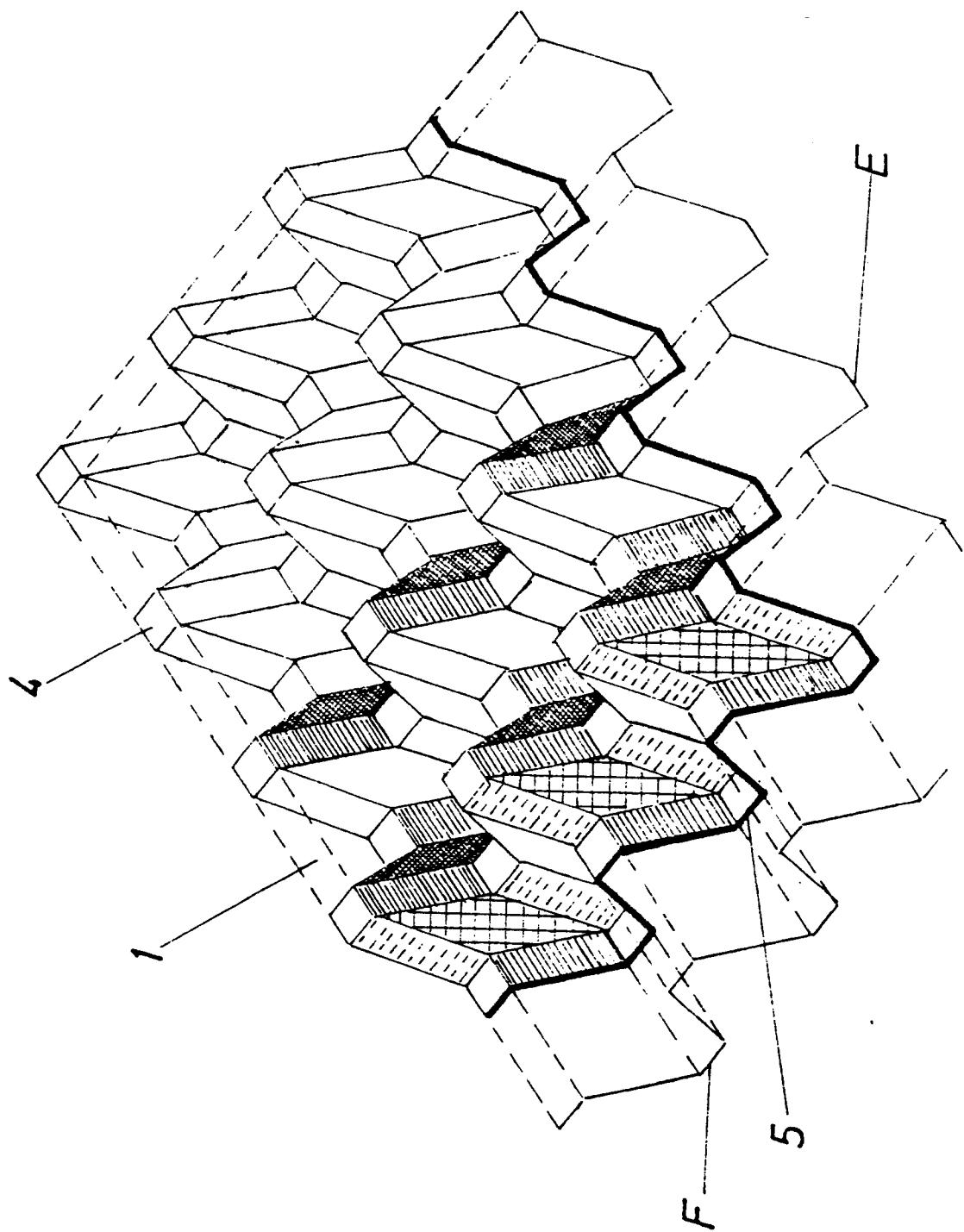
25

30

0211400

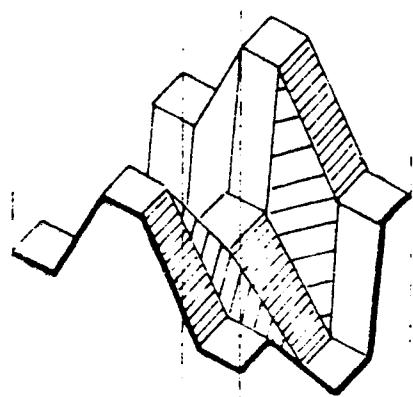
u

Fig. 1

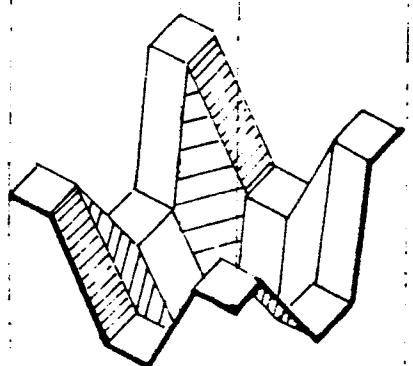


0211400

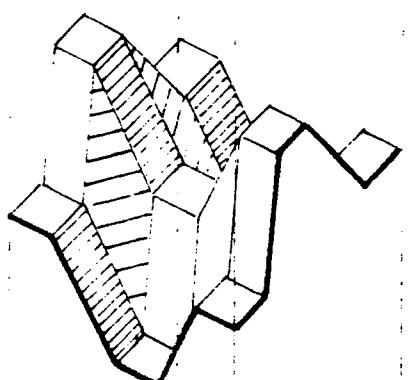
2/5



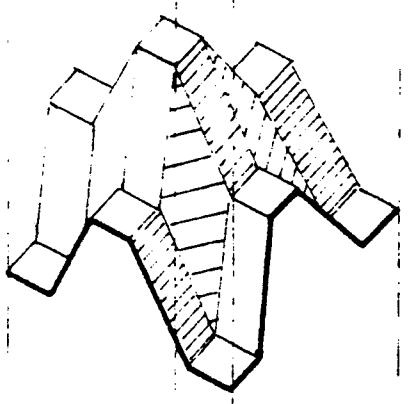
IV



III



II



I

Fig. 2

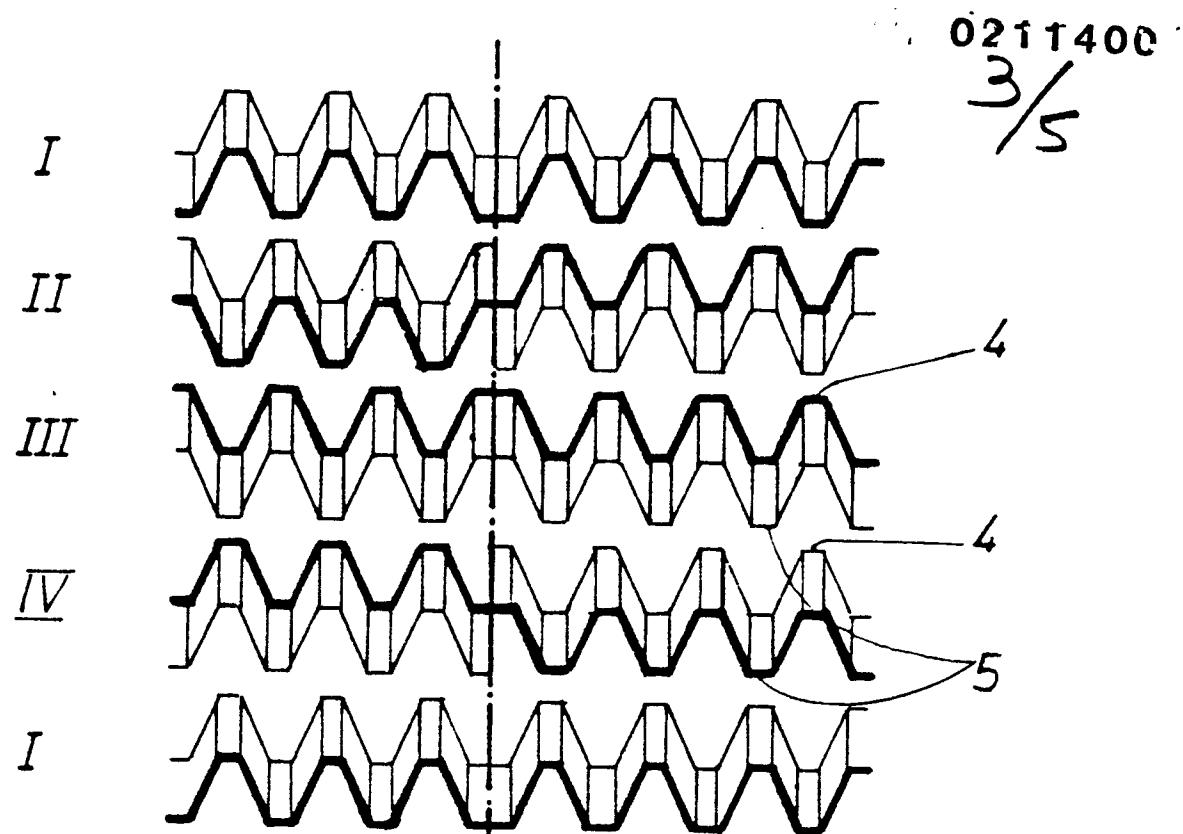


Fig. 3a

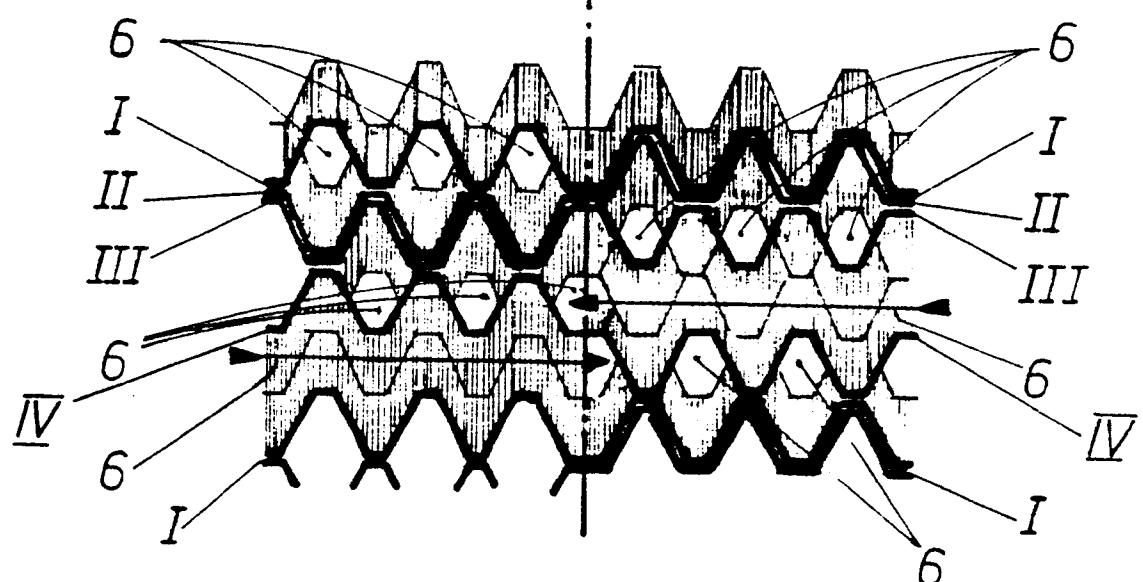


Fig. 3b

Fig. 3

0211400.

4/5

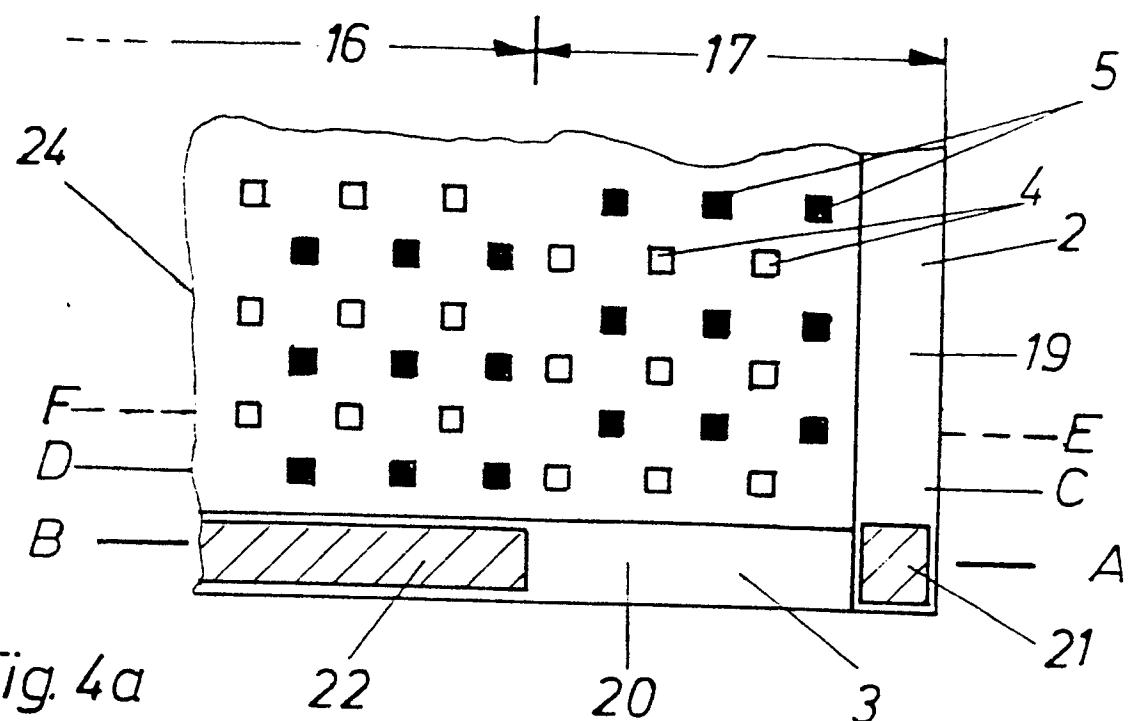


Fig. 4a

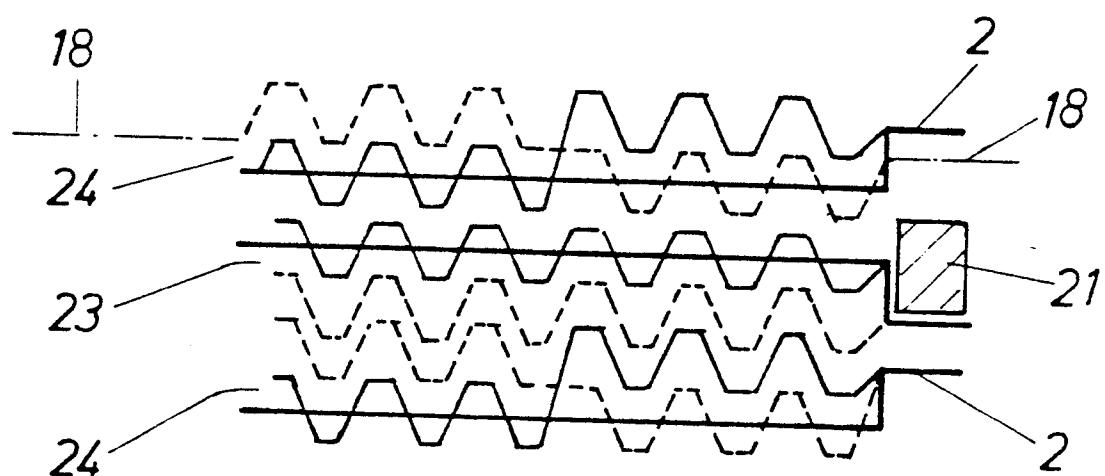


Fig. 4 b

Fig. 4

0241400.

5/5

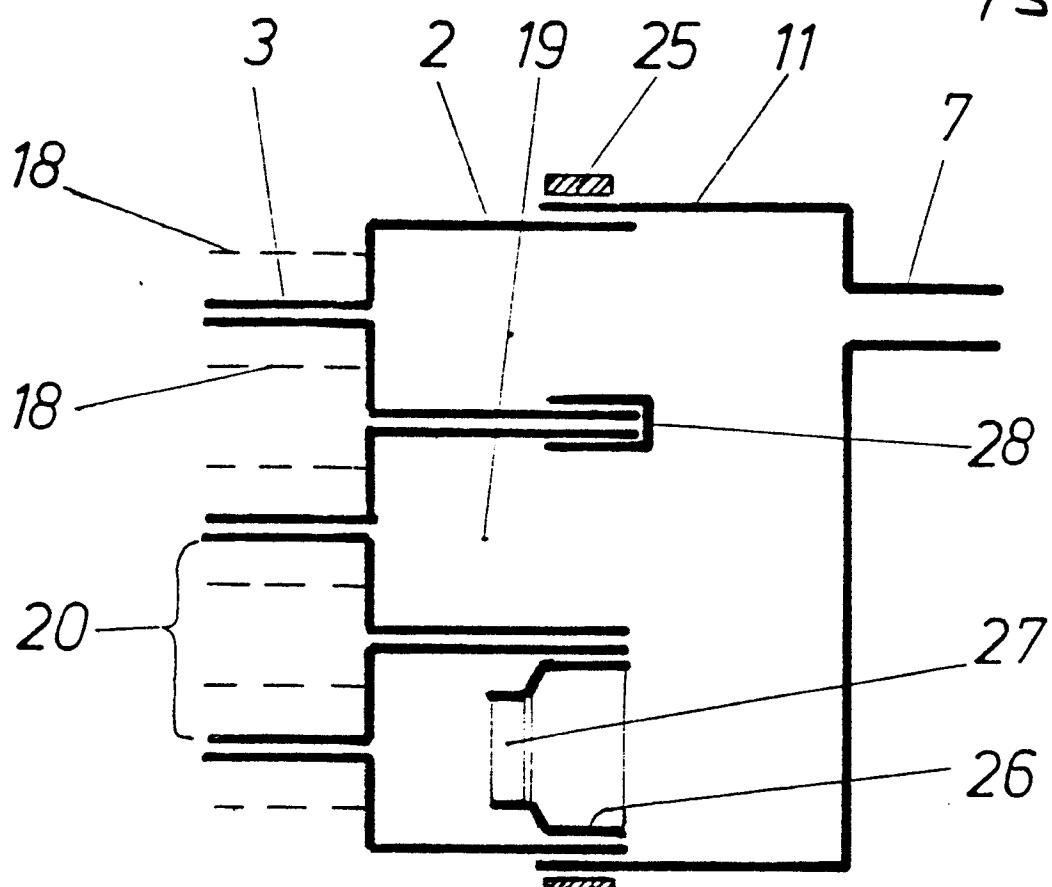


Fig. 6

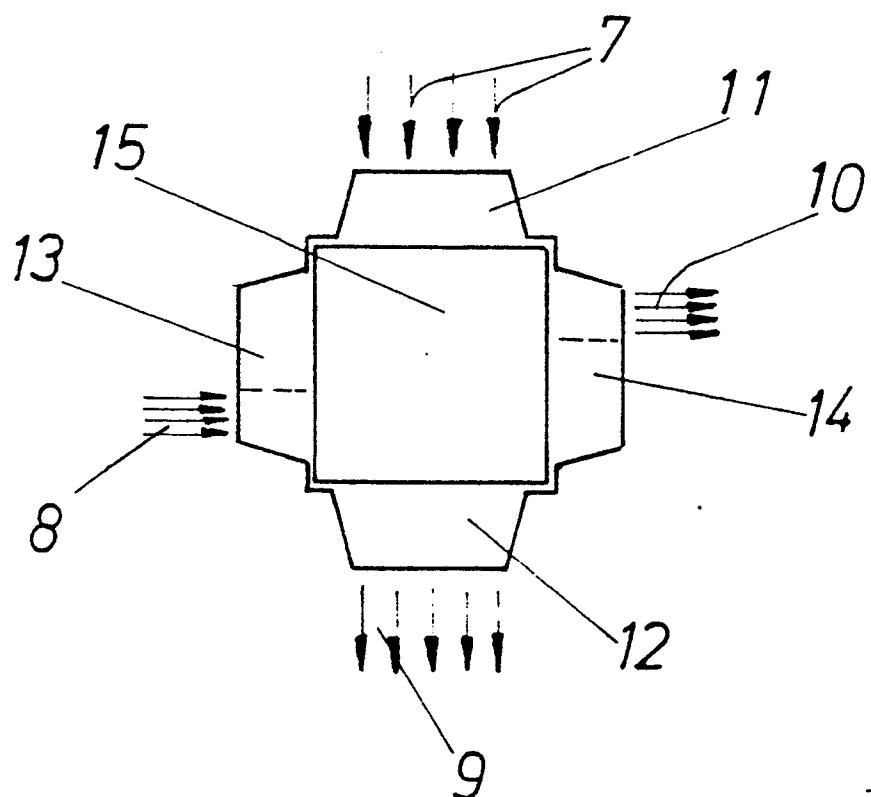


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0211400

Nummer der Anmeldung

EP 86 11 0554

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	DE-A-2 910 005 (SIEMENS AG) * Seite 8, Zeilen 31-35; Seite 9, Zeilen 1-6; Zusammenfassung; Figur 2 *	1,2	F 28 F 3/08 F 28 D 9/00
Y		3,4	
A		10	
Y	---		
Y	US-A-4 460 388 (A. FUKAMI) * Figuren 1,15 *	3	
A		10	
Y	---		
Y	CH-A- 253 573 (LJUNGSTRÖMS ANGTURBIN) * Figur 3 *	4	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl. 4)
X	---		
X	US-A-2 550 339 (EHRMAN) * Figuren 1-5 *	1,2,11	F 28 F F 28 D
A	---		
A	GB-A- 954 066 (MARSTON EXCELSIOR LTD.) * Anspruch 1; Figuren 1,2 *	1,2	
A	---		
A	GB-A- 821 430 (DE DANSKE MEJERIERS MASKINFABRIK) * Figuren 1,5 *	1,2,8	
	---	-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 30-10-1986	Prüfer HOERNELL, L.H.	

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

- X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
- Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
- A : technologischer Hintergrund
- O : nichtschriftliche Offenbarung
- P : Zwischenliteratur
- T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0211400

Nummer der Anmeldung

EP 86 11 0554

Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	
A	GB-A-1 223 752 (NICHOLSON) * Figuren 1-3 * ---	1,2,4, 8	
A	US-A-2 288 061 (ARNOLD) * Figuren 7,8 * ---	5,7	
A	FR-A-2 318 398 (AB CARL MUNTERS) * Figuren 3,4 * ---	8,9	
A	DE-A-1 551 452 (DAIMLER-BENZ) * Figur 7 * ---	10	
A	FR-A-2 377 598 (AB CARL MUNTERS) * Figur 2 * ---	1,2	
A	US-A-4 470 453 (LAUGHLIN et al.)		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl 4)
A	US-A-3 291 206 (NICHOLSON)		
A	US-A-3 119 446 (WEISS)		
A	US-A-1 328 323 (FEDDERS)		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 30-10-1986	Prüfer HOERNELL, L.H.	
X KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE Y von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A technologischer Hintergrund O nichtschriftliche Offenbarung P Zwischenliteratur T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0211400

Nummer der Anmeldung

EP 86 11 0554

Seite 3

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int Cl 4)		
A	FR-A- 990 903 (AB SEPARATOR)				
P, X	DE-U-8 522 627 (RÖHM) * Insgesamt *	1-11			

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int Cl 4)					

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt					
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 30-10-1986	<i>Prüfer</i> HOERNELL, L.H.			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze					
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument					