



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.1996 Patentblatt 1996/35

(51) Int. Cl.⁶: F28D 9/04, F28F 9/22

(21) Anmeldenummer: 96102422.1

(22) Anmeldetag: 17.02.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DK FR GB IT LI NL SE

(72) Erfinder: Förster, Hans, Dr.
39110 Magdeburg (DE)

(30) Priorität: 20.02.1995 DE 19505746

(74) Vertreter: Leinung, Günter
Patentanwalt,
Olvenstedter Strasse 30
39108 Magdeburg (DE)

(54) Wärmeübertrager

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager für relativ große Gas-/Dampf- und kleine Flüssigkeits-Volumenströme im Kreuz-Gegenstrom unter Verwendung von geraden, vorzugsweise außen berippten oder lamellierten Rohren, wobei die Gas-/Dampf-Phase in konzentrisch angeordneten Ringkanälen strömt, die mit

axial angeordneten, flüssigkeitsdurchströmten Rohren bestückt sind, wobei die Gas-/Dampf-Strömung nach Vollendung einer Kreisbahn durch radial angeordnete Öffnungen in einem Zylindermantel in den jeweils nächsten Ringkanal übertritt.

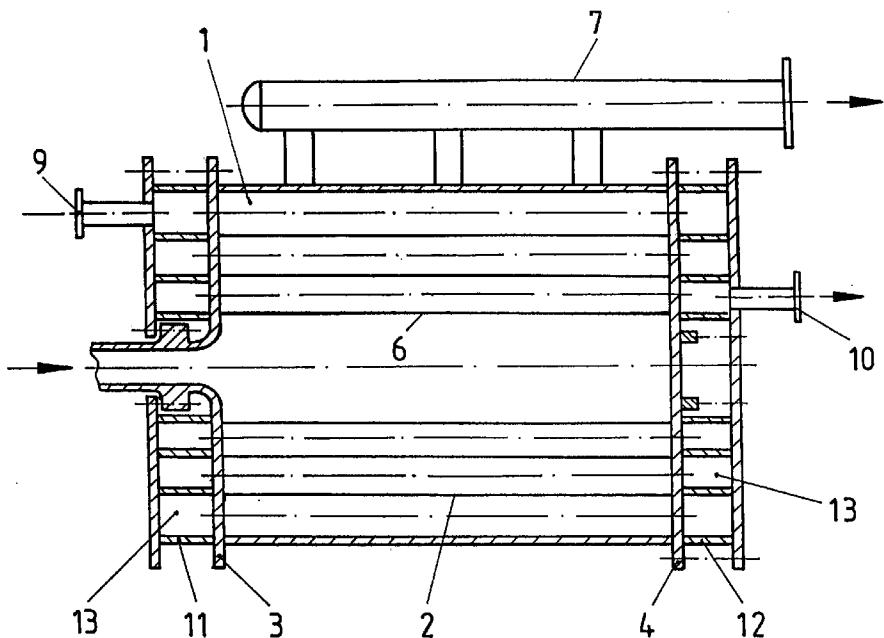


Fig.1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmeübertrager für kleine Flüssigkeits- und große Gas-/Dampf-Volumenströme mit zylindrischem Außenmantel als Druckkörper unter vorzugsweiser Verwendung gerader, außen berippter oder lamellierter Rohre mit Queranströmung und Kreuz-Gegenstrom-Führung der wärmeaustauschenden Ströme. Anwendbar sind solche Wärmeübertrager zum Beispiel zur Erhitzung von Luft und technischen Gasen einschließlich der Nutzung des Kältevorrates von Gas-/Dampfströmen, zur Nutzung von Abwärmeströmen bei geringen Temperaturdifferenzen unter Gegenstrombedingungen oder zur Abkühlung von Flüssigkeiten durch kalte Luft bzw. Kältemittel-dämpfe.

Bekannt ist ein Wärmeübertrager (Patent-Nr. DD 218 167 B1), bei dem der Ein- und Austritt der Gas-/Dampf-Phase in einem unterteilten Zentralrohr ohne Stutzen am zylindrischem Außenmantel erfolgt, wobei in das Zentralrohr eine thermisch dämmende Trennwand eingebaut ist. Bei dieser Konstruktion wird der Kreuz-Gegenstrom zwischen einem Flüssigkeits-Volumenstrom und einem sehr großen Gas-/Dampf-Volumenstrom realisiert, wobei der Gas-/Dampf-Volumenstrom einen Ringkanal einflutig von 0° bis 360° oder zweiflutig von 0° bis 180° durchströmt und danach auf der Austrittsseite des Zentralrohres wieder abgezogen wird. Die berippten Rohre liegen dabei exakt quer zur Gas-/Dampf-Strömung und gestatten die Mehrflutigkeit auf der Flüssigkeitsseite mit Kreuz-Gegenstrom-Führung der wärmeaustauschenden Medien. Dieses Prinzip ist allerdings auf sehr große Gas-/Dampf-Mengen angewiesen. Für kleinere Gas-/Dampf-Mengen ist es nicht möglich, kompakte Apparate mit großer Wärmeaustausch-Flächendichte zu gestalten.

Eine Anwendung des beschriebenen Wärmeübertragerprinzips mit mehreren in radialer Richtung parallelgeschalteten Rohrreihen für 2/2-flutige Ausführung und Teilkondensation von kondensierbaren Gasinhaltsstoffen ist in DE 41 02 294 A1 angegeben. Hier wird auch eine Ausführung mit Schwimmkopf gezeigt. Wegen der radialen Parallelschaltung der Rippenrohre und der 2/2-Flutigkeit ist diese Konstruktion ebenfalls nur für sehr große Gas-/Dampfmengen einsetzbar, also eher für Turboverdichter und nicht für Kolbenverdichter, wie in der zitierten Patentschrift angegeben. Analoge Anmerkungen gelten für die Patentschrift DE 41 02 293 A1. Hier werden sehr große Zentralrohre, Schwimmkopf und Einbau von Tropfenabscheidern vorgeschlagen, wobei die Gasphase in einem gesonderten Tunnel innerhalb des Zentralrohres abgezogen wird. Auch diese Ausführung ist für mittlere Gas- oder Dampfvolumenströme ungeeignet und bietet der Gasphase nur einen kurzen Strömungsweg an, der die Anwendung wie in den vorbeschriebenen Fällen auf geringe Temperaturzu- oder -abnahme der Medien einschränkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmeübertrager mit Kreuz-Gegenstrom-Führung der

wärmetauschenden Ströme für mäßig große Gas/Dampf-Volumina und kleine bis sehr kleine Flüssigkeitsvolumenströme so auszuführen, daß große Temperaturzunahmen bzw. -abnahmen der strömenden Medien realisierbar sind bei minimalen Druckverlusten auf der Gasseite und sowohl die drucktragende Oberfläche als auch die abdichtende Fläche minimal gehalten, der Fertigungsaufwand gegenüber herkömmlichen Lösungen beträchtlich gesenkt und bei genügender Freiheit der Gestaltung der Strömungsquerschnitte für die Flüssigphase die Dichte der wärmeaustauschenden Oberfläche erhöht wird.

Erfnungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Gas-/Dampf-Phase durch konzentrisch angeordnete Ringkanäle strömt, die axial mit Rohren (vorzugsweise Rippen- oder Lamellenrohren) bestückt sind, wobei die strömende Gas-/Dampf-Phase durch Zylindermantel aus Metall, Metall mit Nichtmetallbeschichtung oder Nichtmetall von Zug zu Zug getrennt ist und am Ende eines solchen Ringkanals durch eine abschließende Trennwand und Öffnungen im Zylindermantel der radiale Übertritt der Gas-/Dampf-Phase in den nächsten Ringkanal ermöglicht wird, so daß die Gas-/Dampf-Phase nacheinander alle Ringkanäle von innen nach außen oder von außen nach innen durchströmt, und die flüssige Phase durch die axial angeordneten Rohre geleitet wird, wobei die Verteilung der Flüssigkeit in konzentrisch angeordneten Umlenkäufen der äußeren Endkammern mit Kammerstegen für die Begrenzung der Rohrzahl pro Zug und durch radial angeordnete Übertrittsöffnungen erfolgt und damit optimale Kreuz-Gegenstrom-Bedingungen der wärmeaustauschenden Medien gesichert werden. Die erfundungsgemäße Lösung kann sowohl mit einer Rohreihe pro Ringkanal als auch mit mehreren Rohrreihen realisiert werden. Für die Wahl der Ausführung ist das Verhältnis der Volumenströme der verfügbaren Gas-/Dampf-Menge zu den Flüssigkeitsmengen entscheidend.

In einer besonderen Ausgestaltung der Vorrichtung werden die Trennwände der Ringkanäle nicht von festen Wänden sondern von glatten, isolierenden Folien gebildet, die über die z.B. berippten Rohre gewickelt werden, auf diesen eng anliegen und eine außen spielfreie Gestaltung der Ringkanäle zu den Wärmeaustauschrohren und damit verbesserte Bedingungen für die Wärmeübertragung bieten, wobei die isolierende Trennfolie an ihren Enden in z.B. metallischen Schienen oder Profilen eingespannt und die äußere Einspannung der Trennfolie über Federn dehnungsweich mit einem festangeordneten Spannprofil verbunden ist und durch das Aufwickeln der Trennfolie druckverlustarme Übergänge zwischen den Ringkanälen entstehen, die separate Trennwände entbehrlich machen.

Die erfundungsgemäße Lösung bietet folgende Vorteile:

Durch die konzentrische Anordnung mehrerer Ringkanäle ineinander und deren Position zu einem Zentralrohr ist eine kompakte Bauweise mit einer hohen

Dichte der wärmeaustauschenden Oberfläche möglich. Weisen die Medien nach der Wärmeübertragung Temperaturen auf, die nahe der jeweiligen Umgebungstemperatur liegen, und platziert man diesen Ein- bzw. Austrittspunkt der wärmetauschenden Medien am Außendurchmesser des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers, dann ist die Ausführung einer thermischen Dämmung auf dem zylindrischen Außenmantel des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers nicht notwendig oder minimierbar. Durch die Ausführung als Rundkörper ist die Möglichkeit einer hervorragenden Abdichtung zwischen dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager und der Umwelt gegeben, so daß auch der Wärmeübergang von/zu gefährlichen und/oder umweltschädlichen Medien realisiert werden kann. Die zylindrische Form bietet die Möglichkeit, dünnwandige Apparate auszuführen, die für höhere Drücke in den Ringkanälen und in den Rohren geeignet sind. Durch die gewählte Anordnung der Rohre zu den Öffnungen in den Zylindermänteln ist ein exakter Kreuz-Gegenstrom zwischen den wärmeübertragenden Medien und ein exakter Querstrom zu den Rippen bzw. Lamellen der Rohre gewährleistet. Durch die Verwendung glatter isolierender Folien sind die Druckverluste in den Ringkanälen sehr gering, zumal dadurch gerundete Gasübertritte anstelle eckiger Trennwände zwischen den Ringkanälen entstehen. Gleichzeitig werden einzelne Fenster in den Zylindermänteln entbehrlich, weil durch Übergang der Trennfolie von Ringkanal zu Ringkanal der volle Übertrittsquerschnitt für die Gasphase zur Verfügung steht. Ein wesentlicher Vorteil bei Verwendung einer Trennfolie anstelle fester Zylindermäntel ist das Anliegen der Folie an der Außenkontur des Rohres. Auf diese Weise wird die Strömung in die vergrößerten Außenflächen der Rohre (Rippen, Lamellen) zwangsgeführ, was den Wärmeübergang stark verbessert. Schließlich entstehen durch die Verwendung einer solchen Trennfolie anstelle starrer Zylindermäntel fertigungstechnische und Kostenvorteile. Ferner erhöht sich die Kompaktheit weiter und die Masse des Apparates wird reduziert.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert werden.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen Axialschnitt durch den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager mit drei konzentrisch angeordneten Ringkanälen;
- Fig. 2 einen Radialschnitt durch den gas-/dampf-durchströmten Teil des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers mit gleichsinniger Strömungsrichtung im Ringkanal;
(Die berippten oder lamellierten Rohre sind in Fig. 2 nicht dargestellt.)
- Fig. 3 einen Schnitt durch die Endkammer des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers mit

drei konzentrisch angeordneten Ringkanälen, wobei drei Rohre zu einem Zug für die Flüssigkeit zusammengefaßt sind;

- Fig. 4 eine technische Lösung für die Befestigung des äußeren Endes der Trennfolie mit Darstellung der Gasübertritte bei Verwendung von Trennfolien.

Der vorschlagsgemäße Wärmeübertrager ist charakterisiert durch konzentrisch ineinander angeordnete

Ringkanäle 1, die von einem Zentralrohr 6 und konzentrisch angeordneten Zylindermänteln 2 oder Trennfolien 16 zwischen zwei Rohrböden 3 und 4 gebildet werden. In diesen Ringkanälen 1 sind Rohre 5 mit Rippen- oder Lamellenbestückung in axialer Richtung eingebaut. Die Anströmung durch eine Gas-/Dampf-Phase (höherer Volumenstrom) erfolgt vorzugsweise durch das Zentralrohr 6 und die Abströmung über einen Sammler 7. Die konzentrisch angeordneten Zylindermäntel 2 sind am Ende des Ringkanals 1 zum darüber liegenden Ringkanal offen. Über diese Öffnungen 8 tritt die Gas-/Dampf-Phase auf der Außenseite der berippten oder lamellierten Rohre 5 in den jeweils folgenden Ringkanal 1 über, wenn eine annähernd volle Kreisbahn durch dieses Medium absolviert wurde. Bei Verwendung von isolierenden Trennfolien 16 wird diese vorzugsweise ungeteilt von Ringkanal 1 zu Ringkanal 1 über die vergrößerten Rohraußenflächen (Rippen, Lamellen) aufgewickelt, die beim Übergang zum nächsten Kanal jeweils den Kanalabschluß mit der Trennwand 14 und damit die Öffnungen 8 bilden.

Für das faltenfreie Anliegen der Folie 16 an den Rohren 5 wird das Ende der Folie 16 in Längsprofile eines Folien spanners 18 eingespannt, der über zwei Führungswinkel 19 geführt und über Spannfedern 20 dehnungsweich auf Spannung gehalten wird. Das Spannprofil 21 dient dabei sowohl als Festpunkt der Feder als auch zur Führung der Folie 16.

Im Kreuz-Gegenstrom zur Gas-/Dampf-Phase in den Ringkanälen 1 wird die Flüssigphase (geringer Volumenstrom) über einen Stutzen 9 zu- und über einen Stutzen 10 abgeführt. Es ist möglich, Teilströme der Flüssigkeit entsprechend Ihres Temperaturniveaus über einen weiteren, nicht dargestellten Stutzen zwischen den Stutzen 9 und 10 zu entnehmen oder zuzuführen. Durch die Endkammern 11 und 12 werden konzentrisch angeordnete Umlenkräume 13 gebildet, wobei durch Kammerstege 17 jeweils eine begrenzte Anzahl von Rohren 5 zu einem Strömungsgang zusammengefaßt werden, so daß die Flüssigphase axial zwischen den Umlenkräumen 13 durch die Rohre 5 strömt und so schrittweise im Kreuz-Gegenstrom zur Gas-/Dampf-Phase in den Ringkanälen 1 geführt wird. Am Ende der konzentrischen Umlenkräume 13 der Endkammern 11 und 12 erfolgt der radiale Übertritt der flüssigen Phase in den folgenden konzentrischen Umlenkraum 13 über Übertrittsöffnungen 15 oder über Stutzen 10 nach außen. Die Umlenkräume 13 werden durch variabel platzierbare Kammerstege 17 gebildet. Die Anzahl der

Ringkanäle 1 und der Rohre 5 ist nicht begrenzt.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager für kleine Flüssigkeits- und große Gas-/Dampf-Volumenströme mit zylindrischem Außenmantel als Druckkörper unter vorzugsweiser Verwendung gerader, außen berippter oder lamellierter Rohre mit Queranströmung und Kreuz-Gegenstrom-Führung der wärmeaustauschenden Ströme, **gekennzeichnet dadurch**, daß um ein an sich bekanntes Zentralrohr (6) Zylindermantel (2) konzentrisch so angeordnet sind, daß durch sie Ringkanäle (1) gebildet werden und daß sowohl das Zentralrohr (6) mit einem Zylindermantel (2) als auch die Zylindermäntel (2) untereinander durch eine oder mehrere Trennwände (14) in Verbindung stehen und ein Übertritt der Gas-/Dampf-Volumenströme zwischen dem Zentralrohr (6) und dem innersten Ringkanal (1), sowie zwischen den Ringkanälen (1) selbst und zwischen dem äußeren Ringkanal (1) und dem Sammler (7) durch Öffnungen (8) erfolgt und daß sich in den Ringkanälen (1) Rohre (5) befinden, die durch Endkammern (11, 12) mit Umlenkkräumen (13) an den Stirnseiten des Wärmeübertragers in Verbindung stehen. 5
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Trennwände (14) zwischen den Ringkanälen (1) jeweils nach einer annähernd vollen Kreisbahn im Ringkanal schräg eingefügt sind oder daß durch eine vorzugsweise ungeteilte isolierende Trennfolie (16), die über die Außenkonturen der wärmeübertragenden Rohre (5) gewickelt ist, Trennwände (14) gebildet werden und gleichzeitig Öffnungen (8) durch Übergang der Trennfolie (16) zum nächsten Ringkanal entstehen. 10
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 bis 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Zylindermäntel (2) ein- oder mehrschichtig ausgebildet sind und/oder aus thermisch dämmendem Material bestehen. 15
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Rohre (5) auf der Außenseite mit oberflächenvergrößernden Mitteln versehen sind. 20
5. Wärmeübertrager nach Anspruch 2 mit Trennwänden (2) durch Aufwickeln von isolierenden Trennfolien (16), **gekennzeichnet dadurch**, daß die Trennfolie (16) am äußeren Ende im Folienspanner (18) eingespannt und dieser über Federn (20) mit einem fest angeordneten Spannprofil (21) verbunden ist, wobei das Spannprofil (21) gleichzeitig die Führung der Trennfolie (16) zum Hüllkreis der äußeren Rohrreihe übernimmt. 25

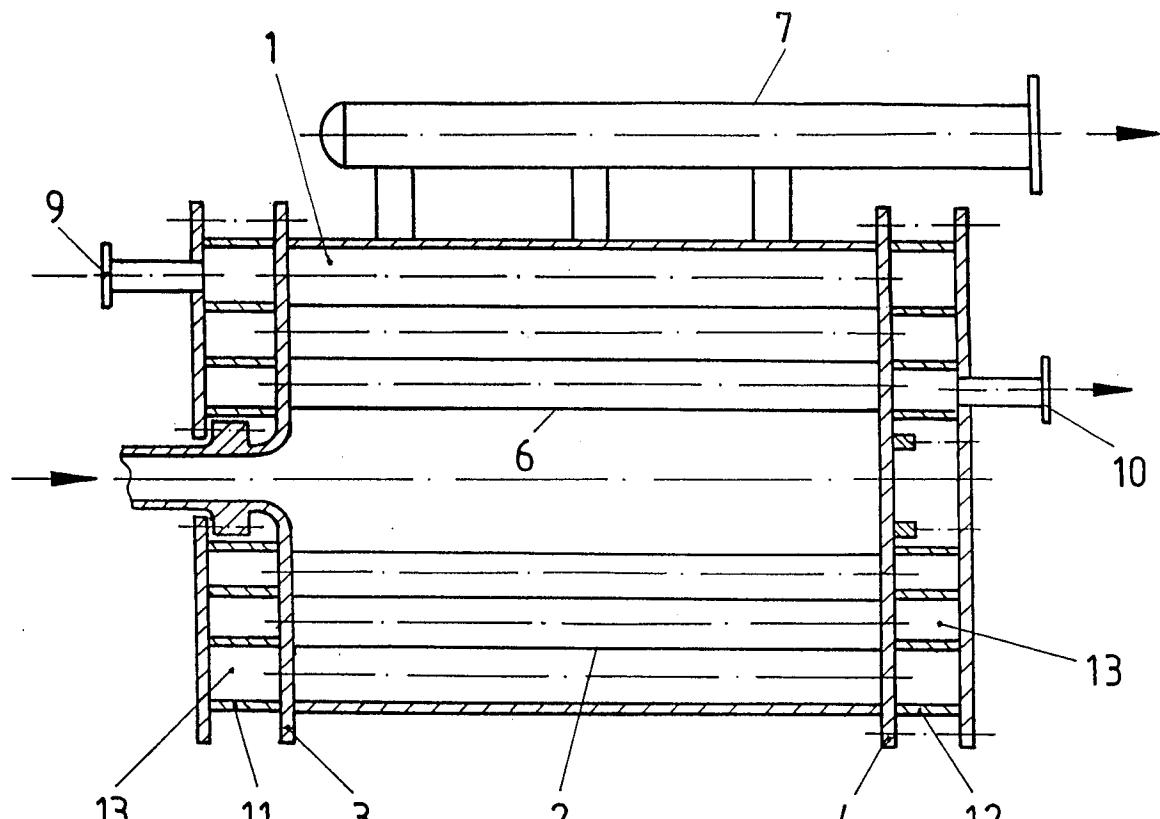


Fig.1

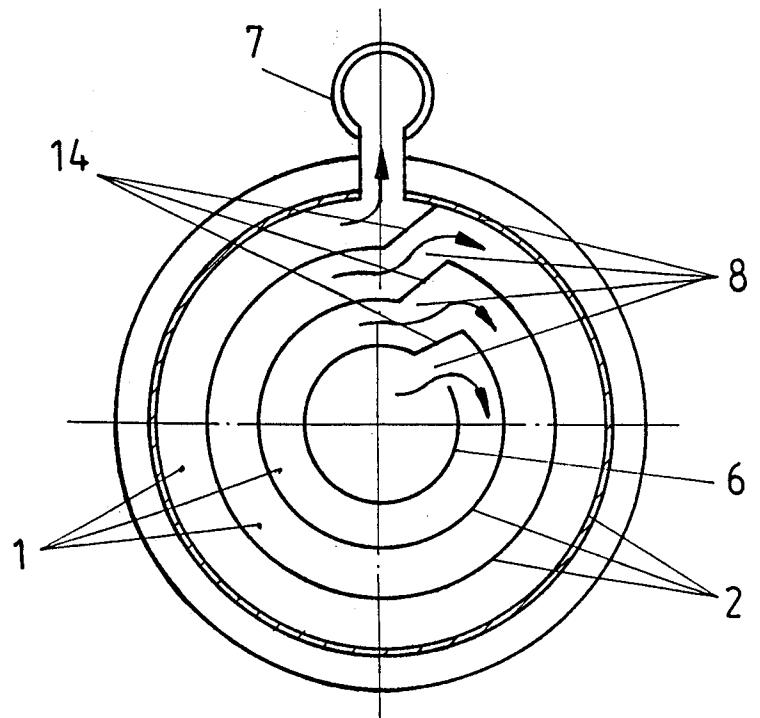


Fig.2

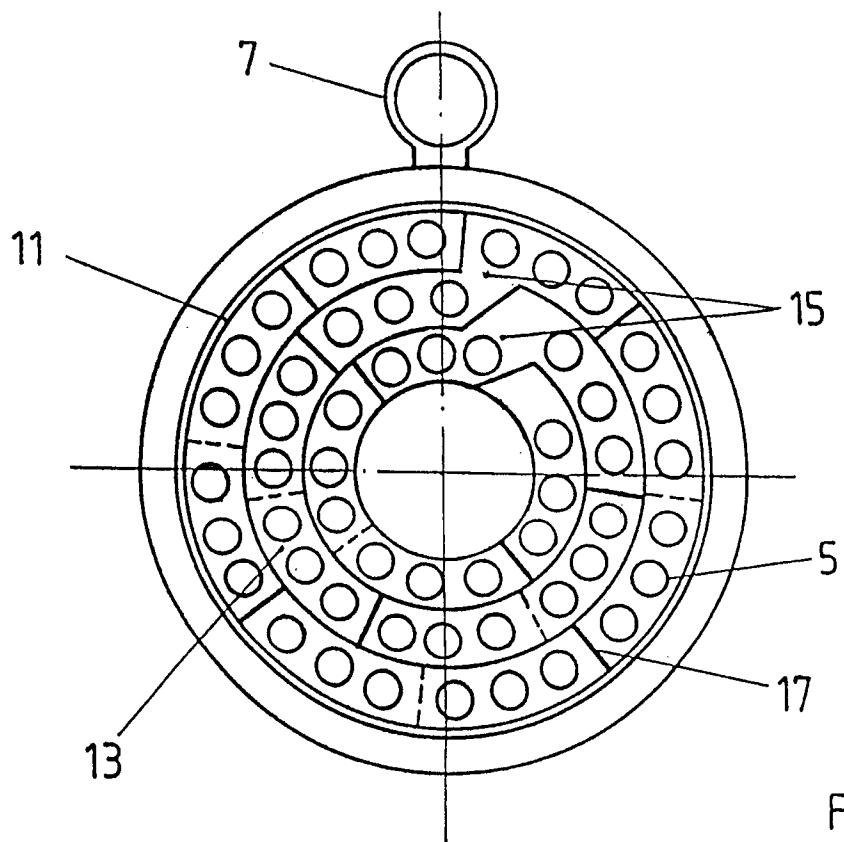


Fig. 3

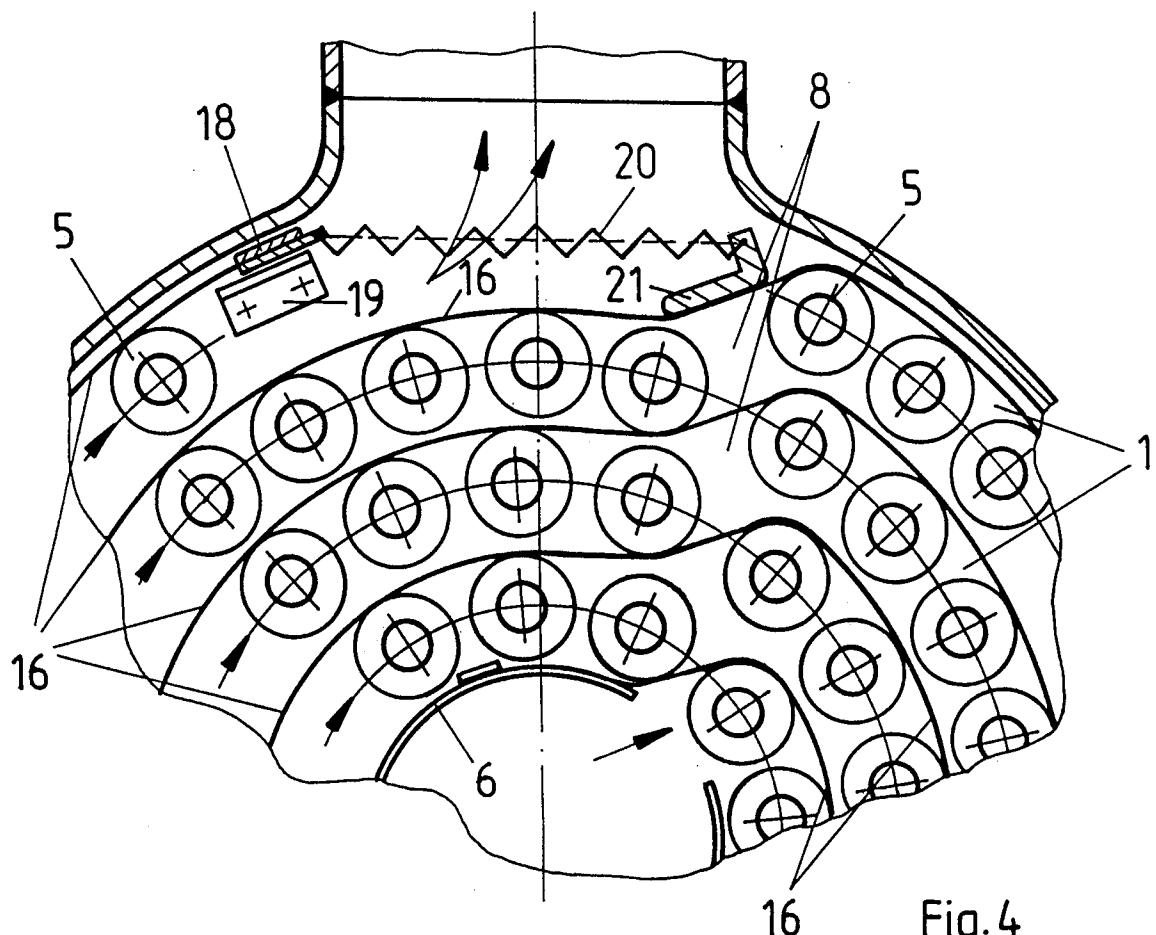


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 96102422.1			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.6)			
A	<u>DD - A - 291 823</u> (LIEBKNECHT) * Seite 2, letzter Absatz; Fig. 1-3 * -- <u>DD - A - 227 788</u> (LIEBKNECHT) * Seite 5; Fig. 1 * -- <u>US - A - 4 546 826</u> (ZITZMANN) * Fig. 1,2; Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 4, Zeile 32 * ----	1-5	F 28 D 9/04 F 28 F 9/22			
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.6)			
			F 28 D F 28 F			
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort WIEN</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche 18-04-1996</td> <td style="width: 34%;">Prüfer HUBER</td> </tr> </table>				Recherchenort WIEN	Abschlußdatum der Recherche 18-04-1996	Prüfer HUBER
Recherchenort WIEN	Abschlußdatum der Recherche 18-04-1996	Prüfer HUBER				
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN 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 Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument				