

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 328 044
A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 89102075.2

51 Int. Cl.4: F28F 9/02 , F28D 7/06

22 Anmeldetag: 07.02.89

30 Priorität: 10.02.88 DE 3803947

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.08.89 Patentblatt 89/33

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI SE

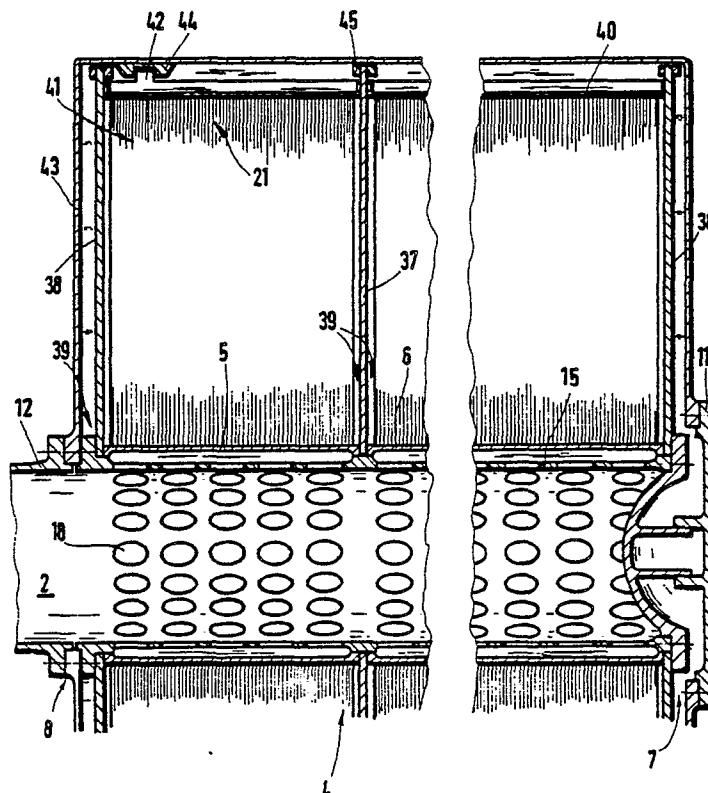
71 Anmelder: MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40
D-8000 München 50(DE)

72 Erfinder: Grieb, Hubert, Dr. Ing.
Nimrodstrasse 44
D-8034 Germering(DE)

54 Wärmetauscher.

57 Die Sammelrohre (2, 3) eines Profilrohrwärmetauschers (1) bestehen aus einer Anzahl axial hintereinander angeordneter Sammelrohrabschnitte (5, 6) und sind mittels innen angeordneter Zugrohre (15, 16) zusammengehalten und verspannt.

FIG. 2



EP 0 328 044 A1

Wärmetauscher

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher mit zwei parallel angeordneten Sammelrohren, die über eine Vielzahl von U-förmig angeordneten Profilrohren miteinander in Verbindung stehen.

Ein derartiger Wärmetauscher, wie er beispielsweise aus der DE-PS 36 35 549 bekanntgeworden ist und sich besonders für hohe Gastemperaturen und hohe thermische, zyklische Belastungen eignet, wird bisher dadurch hergestellt, daß die einzelnen Bauteile, d. h. die Profilrohre und Sammelrohrabschnitte mittels Löten oder Schweißen fest miteinander verbunden werden. Dabei können die Sammelrohre aus zwei zusammengefügt Halbschalen oder aus einzelnen kürzeren Rohrab schnitten bestehen, die hintereinander angeordnet miteinander verlötet werden.

Die feste Verbindung der Bauteile mittels Löten oder Schweißen wurde bisher als erforderlich angesehen, um zu verhindern, daß im Betrieb Leckströme zwischen den wärmetauschenden Medien auftreten. Dies ist vor allem wegen der erheblichen Thermobeanspruchungen, insbesondere bei instationärem Betrieb oder wegen äußerer oder durch den Gasstrom hervorgerufenen Schwingungen problematisch.

Nachteilig bei den beschriebenen Ausführungen wirkt sich aus, daß bei Undichtheiten, die entweder durch fehlerhafte Herstellung oder durch Werkstoffermüdung auftreten können, vielfach eine aufwendige Reparatur oder sogar ein Austausch des gesamten Wärmetauschers erforderlich ist. Bei Stoßbelastung quer zur Sammelrohrachse können durch instationäre Massenkräfte außerdem hohe Spannungsspitzen an den Verbindungsstellen zwischen Sammelrohr und Profilrohren auftreten, womit die Gefahr von Anrissen und damit Lecken verbunden ist, da die Sammelrohre eine große Anzahl von Profilrohren aufnehmen. Als gefährliche Folge von Anrissen tritt eine örtliche Schwächung der Steifigkeit und Festigkeit der Sammelrohre ein, wodurch ein progressives Anwachsen der örtlichen Spannungsspitzen und damit eine progressive Schädigung bis zum Bruch ausgelöst wird.

Insbesondere bei Stößen in Richtung der Profilrohrachsen ist dies kritisch, da hier die Felder am Umfang der Sammelrohre, die zur Aufnahme der U-förmigen Profilrohre dienen, im Bereich der höchsten Zug- und Druckspannungen liegen. In diesem Falle tritt daher aufgrund des geringen Widerstandsmoments der Sammelrohre eine rasche progressive Schädigung bei Wechsel- bzw. Stoßbeanspruchung ein. Die bei Durchbiegung der Sammelrohre in Belastungsrichtung entstehende Stützwirkung aufgrund der Annäherung der Profilrohre auf

der einen Seite spielt dabei eine untergeordnete Rolle.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmetauscher der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß durch geringere Belastung die Entstehung von Anrissen verhindert wird. Weiterhin soll bei Anrissen eine progressive Höherbelastung vermieden werden. Bei mechanischer Stoßbelastung soll eine geringere Deformation der Sammelrohre und damit ein niedrigeres Spannungsniveau an den gefährdeten Stellen erzielt werden.

Weiterhin ist es Aufgabe, weniger hohe Qualitätsanforderungen der Verbindung Profilrohre/Sammelrohre zu ermöglichen, die nunmehr sehr viel geringere mechanische Belastungen zu übertragen brauchen, d. h. in der Hauptsache dichten müssen. Schließlich soll eine vereinfachte Fertigung, Kontrolle, Inspektion, Reparatur des Wärmetauschers ermöglicht werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Sammelrohre aus einer Anzahl Sammelrohrabschnitten bestehen, die axial hintereinander dichtend und lösbar angeordnet sind und durch je ein an den Sammelrohrabschnitten abgestütztes und konzentrisch innerhalb der Sammelrohre beabstandet angeordnetes Zugrohr zusammengehalten werden.

Durch die Ausbildung der Sammelrohre als einer Anzahl hintereinander angeordneter und lösbar miteinander verspannter Sammelrohrabschnitte ist es möglich, im Fall einer Leckstelle im Wärmetauscher diesen zu demontieren und das fehlerhafte Element zu ersetzen. Dadurch ist eine erheblich wirtschaftlichere Herstellung und Wartung des Wärmetauschers möglich. Weiterhin erhalten die Sammelrohre durch die Zugrohre vorteilhafterweise eine vergrößerte Biegesteifigkeit, wodurch die Anrißwahrscheinlichkeit bei Stoßbelastungen reduziert ist. Auch ist die Inspektion einzelner Wärmetauscherelemente wesentlich einfacher, als die Inspektion eines kompletten Wärmetauschers.

Durch die konzentrisch innerhalb der Sammelrohre angeordneten Zugrohre wird eine Versteifung des Wärmetauschers ermöglicht, wobei die auf die Sammelrohre wirkenden Stoß- und Biegebelastungen durch das Versteifungsmittel aufgenommen werden, und die Sammelrohrwand nur noch die Druckkräfte und Trägheitskräfte der Profilrohre aufnehmen muß. Hierdurch ist die Gefahr von Rißbildung erheblich vermindert.

Durch die Aufnahme der bei Stößen in Richtung der Profilrohrachse an den Sammelrohren auftretenden Biegebelastung wird deren Durchbiegung und damit das Spannungsniveau in den Sammelrohrwandungen - insbesondere in den Feldern zur

Aufnahme der Profilrohre - durch die Zugrohre vorgegeben bzw. auf niedrigem Niveau gehalten.

Treten aufgrund örtlich hoher thermischer oder mechanischer Belastung, vor allem in den Feldern zur Aufnahme der Profilrohre, Anrisse auf, so tritt dadurch keine Schädigung des Gesamtsystems ein, da bei der gewählten Ausführung durch die Anrisse örtliche Spannungen abgebaut werden, so daß eine gewisse Beruhigung eintritt.

Dies hat weiter den Vorteil, daß bei vorgegebenen, auch bei Anrissen nicht weiter erhöhter örtlicher Belastung im kritischen Bereich der Sammelrohre eine wesentliche Verlängerung der Lebensdauer der Sammelrohre unter mechanisch/thermischer Belastung erreicht wird. Zugleich ist von Vorteil, daß die Verbindung zwischen Sammelrohren und Profilrohren, die vorzugsweise durch Löten erfolgt, nicht mehr dieselbe festigkeitstechnische Qualität zu haben braucht wie bei einer Lösung, bei der die Sammelrohre zugleich die gesamte Biegebeanspruchung aufzunehmen haben.

Vorzugsweise sind die Zugrohre mit einer Vielzahl von über der Oberfläche verteilter Durchbrüche versehen, so daß die in den Sammelrohren strömende Luft ungehindert aus dem einen Sammelrohr in die Profilrohre und aus den Profilrohren in das andere Sammelrohr eintreten kann. Dabei ist die Wandstärke so bemessen, daß die erforderliche Steifigkeit bzw. Festigkeit in jeder Stoßrichtung gegeben ist.

In vorteilhafter Ausbildung stehen die Sammelrohre bei Betrieb des Wärmetauschers unter erhöhter axialer Druckspannung, wodurch die Gefahr von Anrissen bzw. Leckagen weiter vermindert wird. Vorzugsweise besitzen zu diesem Zweck die Zugrohre einen geringeren Wärmedehnungskoeffizienten als die Sammelrohre. Diese Wirkung wird zudem dadurch erreicht, daß die Sammelrohre sich mehr aufheizen als die innen liegenden Zugrohre.

Die Verspannung mittels der Zugrohre ist dabei so einzustellen, daß bei stationärem Betrieb genügend hohe Druckkräfte an den Stirnflächen der Sammelrohrabschnitte wirken und gleichzeitig bei instationären Bedingungen an den Zugrohren die Zugbelastungen im Bereich der elastischen Dehnung bleiben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen weiter erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Schrägansicht des demontierten Wärmetauschers,

Fig. 2 einen Axialschnitt durch ein Sammelrohr,

Fig. 3 einen Querschnitt eines Wärmetauschers.

Fig. 4a ein Detailschnitt der Zugrohrbefestigung,

Fig. 4b die zweite Zugrohrbefestigung im Schnitt.

In Fig. 1 ist ein Wärmetauscher 1 gezeigt, dessen Sammelrohre 2 und 3 aus mehreren hintereinander angeordneten Sammelrohrabschnitten 5,6 bestehen. Die Sammelrohre 2 und 3 sind über eine Vielzahl U-förmig gebogener Profilröhrchen 21 miteinander verbunden. Die Wirkungsweise des Wärmetauschers ist folgende: Ein kühler Gasstrom tritt axial in das Sammelrohr 2 ein. Der Gasstrom teilt sich auf und durchfließt die Vielzahl der in dem Sammelrohr 2 eingelassenen U-förmig gekrümmten Profilröhrchen 21 zum Sammelrohr 3. Dabei erhitzt sich das Gas aufgrund des außen in der mit 36 angedeuteten Richtung im Kreuz-Gegenstrom anfließenden Heißgases. Der erwärmte innere Gasstrom vereinigt sich wieder im Sammelrohr 3 und fließt durch das Sammelrohr 3 axial ab.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt des Wärmetauschers 1 im Querschnitt. Dabei ist das aus einzelnen Sammelrohrabschnitten 5,6 bestehende Sammelrohr 2 an einem Ende mit einem Sammelrohrabschnitt 12 versehen, durch den der innen geleitete Gasstrom zugeführt wird. Am entgegengesetzten Ende des Sammelrohres 2 ist ein verschlossener Sammelrohrabschnitt 11 vorgesehen. In der Wand des Sammelrohres 2 sind eine Vielzahl von Profilröhrchen 21 mittels Löten oder Schweißen angebracht. Zwischen den einzelnen Sammelrohrabschnitten 5,6 mit den verbundenen Profilröhrchen 21 sind Zwischenplatten 37 vorgesehen.

Im inneren des Sammelrohres 2 ist ein Zugrohr 15 angeordnet, das an den Stoßstellen 4 zweier axial hintereinander liegender Sammelrohrabschnitte 5,6 in Paßverbindung mit dem Sammelrohr 2 steht. Das Zugrohr 15 ist an den Stellen 7,8 mit den Sammelrohrabschnitten 11,12 verbunden, wobei eine definierte Verspannung des Zugrohres 15 mittels nicht dargestellter Schraubverbindungen einzustellen ist. In den Abschnitten des Zugrohres 15, die den Profilrohren 21 gegenüberliegen, ist das Zugrohr 15 mit einer Anzahl Durchbrüche 18 versehen, die regelmäßig über dem Umfang verteilt sein können. Hierdurch wird die Gasströmung aus dem Inneren des Zugrohres 15 zu den Profilröhrchen 21 bzw. im Sammelrohr 3 umgekehrt ermöglicht. An den Sammelrohrabschnitten 11 und 12 sind ferner Endplatten 38 befestigt, die parallel zu den Zwischenplatten 27 angeordnet sind. Die in Fig. 2 dargestellte und oben beschriebene Anordnung von Sammelrohr 2 und Zugrohr 15 ist analog im Sammelrohr 3 und Zugrohr 16 realisiert.

Die Zwischenplatten 37 und Endplatten 38 sind so ausgeführt, daß die Sammelrohrabschnitte 5 und 6 an ihren Stirnseiten schmale Streifen 39 ohne Profilröhrchen 21 erhalten, die aus Festig-

keitsgründen notwendig sind.

Die zwischen den Sammelrohrabschnitten 5,6 angeordneten Zwischenplatten 37 sowie die Endplatten 38 werden miteinander über die Berandungsbleche 40 an den Bogenseiten 41 der Profilrohre miteinander verbunden, wobei die Berandungsbleche 40 gleichzeitig der Gasführung dienen. Weiterhin verhindern die Zwischenplatten 37 und Endplatten 38 zusammen mit den Berandungsblechen 40 bei Stößen in Sammelrohraxialrichtung die Auslenkung bzw. Deformation der Profilrohre, in dem die Auslenkung der Bogenseiten 41 in Sammelrohrachsrichtung insgesamt vermieden wird. Hierzu ist an einem der Berandungsbleche 40 eine Nase 42 angebracht, die durch ein an dem Wärmetauscher 1 umgebenden Gehäuse 43 befestigtes Gegenstück 44 in einer bestimmten Lage gehalten wird. Damit wird der bei Stößen in Sammelrohraxialrichtung gegenüber Deformationen anfällige Teil des Wärmetauschers 1, d. h. die Summe aller Profilrohre 21, Zwischenrohrplatten 38 und Endplatten 39 festgehalten.

Die Zwischenplatten 37 und Endplatten 38 sind, wie in Fig. 3 gezeigt, in Profilrohrachsrichtung zwei geteilt, um die unterschiedliche Wärmedehnung der Ober- und Unterseite des Wärmetauschers 1 und damit der Zwischen- und Endplatten 37,38 aufgrund des Temperaturgefälles in Anströmrichtung 36 auszugleichen. Die Berandungsbleche 40 sind ebenfalls zweiteilig ausgeführt, da diese mit den Zwischen- und Endplatten 37,38 verschraubt sind. Die beiden Teile der Berandungsbleche 40 sind durch Lenker 45 verbunden, um sicherzustellen, daß der Spalt zwischen den beiden Teilen mit Rücksicht auf die erforderliche Dichtung unter allen thermischen Bedingungen gleich bleibt.

Im Inneren der Sammelrohre 2,3 liegen die konzentrisch angeordneten Zugrohre 15,16. Diese weisen über dem Umfang verteilte Durchbrüche 18 auf.

Am heißgaseintrittsseitigen Sammelrohr 3 ist ein Abschirmblech 19 angebracht, das dafür sorgt, daß der heiße Gasstrom das Sammelrohr 3 sowie die Verbindungen zwischen Sammelrohr 3 und Profilrohren 21 auf der Gaseintrittsseite nicht direkt beaufschlagt. Hierdurch werden die Temperaturgradienten am Umfang des Sammelrohres 3 erheblich reduziert. Die Sammelrohrendabschnitte 11,12 dienen ferner der Zentrierung der Sammelrohre 2,3 und sind so ausgebildet, daß sich der Wärmetauscher 1 in Sammelrohraxialrichtung frei dehnen kann.

In Fig. 4a und 4b ist die Befestigung des Zugrohres 15 an den Endabschnitten 11 bzw. 12 vergrößert dargestellt. Das Zugrohr 15 ist dabei mittels Schrauben 23, 24 an den Endabschnitten 11, 12 angeschraubt, wobei zur Aufbringung der Zugbelastung auf das Zugrohr 15 ein Spalt 23

zwischen Zugrohr 15 und Endabschnitt 11 vorgesehen ist. Dieser Spalt 23 kann vorteilhafterweise fast oder ganz durch Anziehen der Schraube 22 beseitigt werden, wodurch sich eine definierte Vorspannung des Zugrohres 15 einstellen läßt.

Ansprüche

1. Wärmetauscher mit zwei parallel angeordneten Sammelrohren, die über eine Vielzahl von U-förmig angeordneten Profilrohren miteinander in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammelrohre (2,3) aus einer Anzahl Sammelrohrabschnitte (5,6) bestehen, die axial hintereinander dichtend und lösbar angeordnet sind und durch je ein an den Sammelrohrabschnitten (11,12) abgestütztes und konzentrisch innerhalb der Sammelrohre (2,3) beabstandet angeordnetes Zugrohr (15,16) zusammengehalten werden.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugrohre (16,15) mit einer Vielzahl von über der Oberfläche verteilten Durchbrüche (18) versehen sind.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Zugrohr (15,16) an den Stoßstellen (4) zweier axial hintereinander liegender Sammelrohrabschnitte (5,6) in Paßverbindung mit dem Sammelrohr (2,3) steht.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den einzelnen Sammelrohrabschnitten (5,6) Zwischenplatten (37) vorgesehen sind.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugrohre (16, 15) einen geringeren Wärmedehnungskoeffizienten haben als die Sammelrohre (2, 3).

FIG. 1

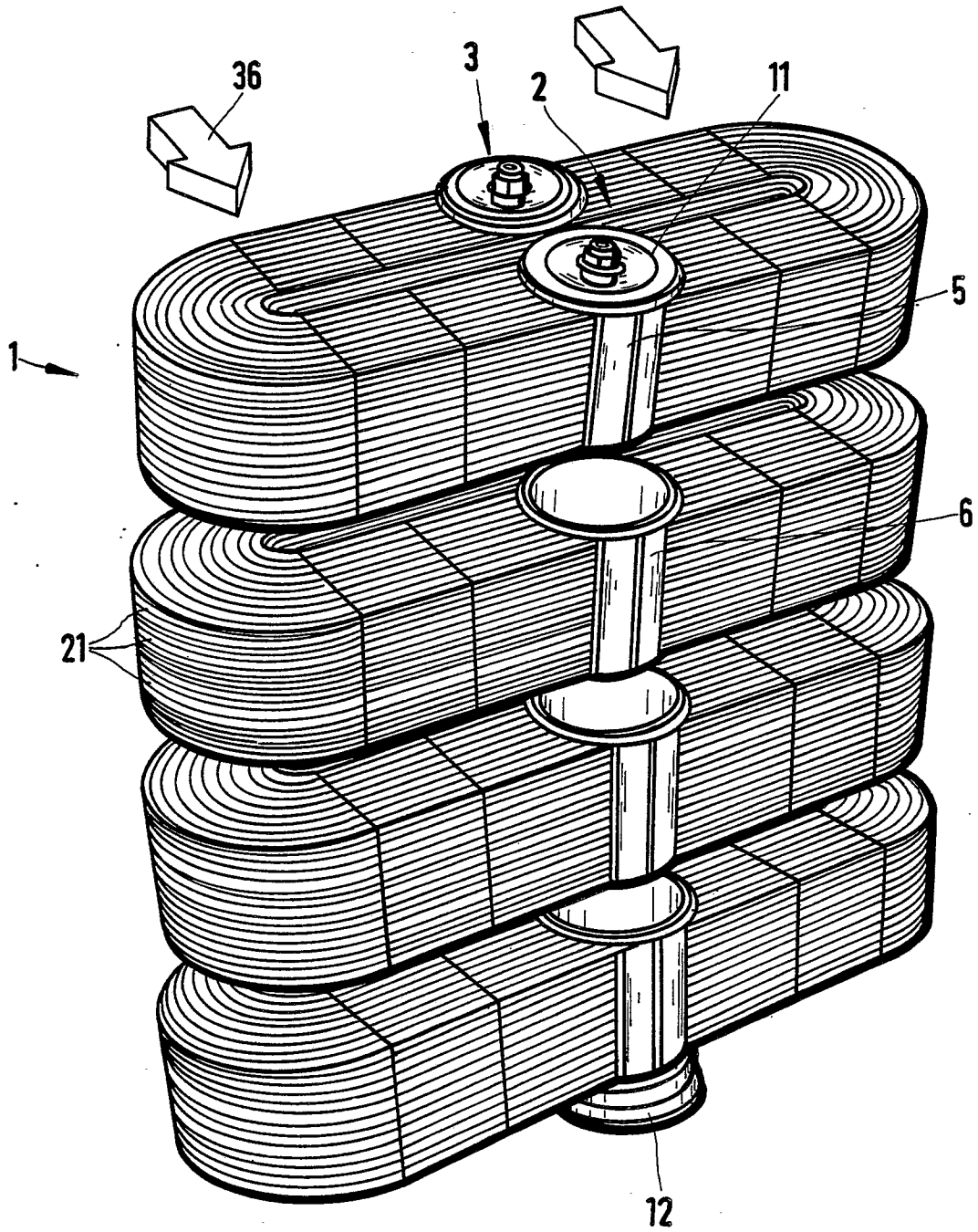


FIG. 2

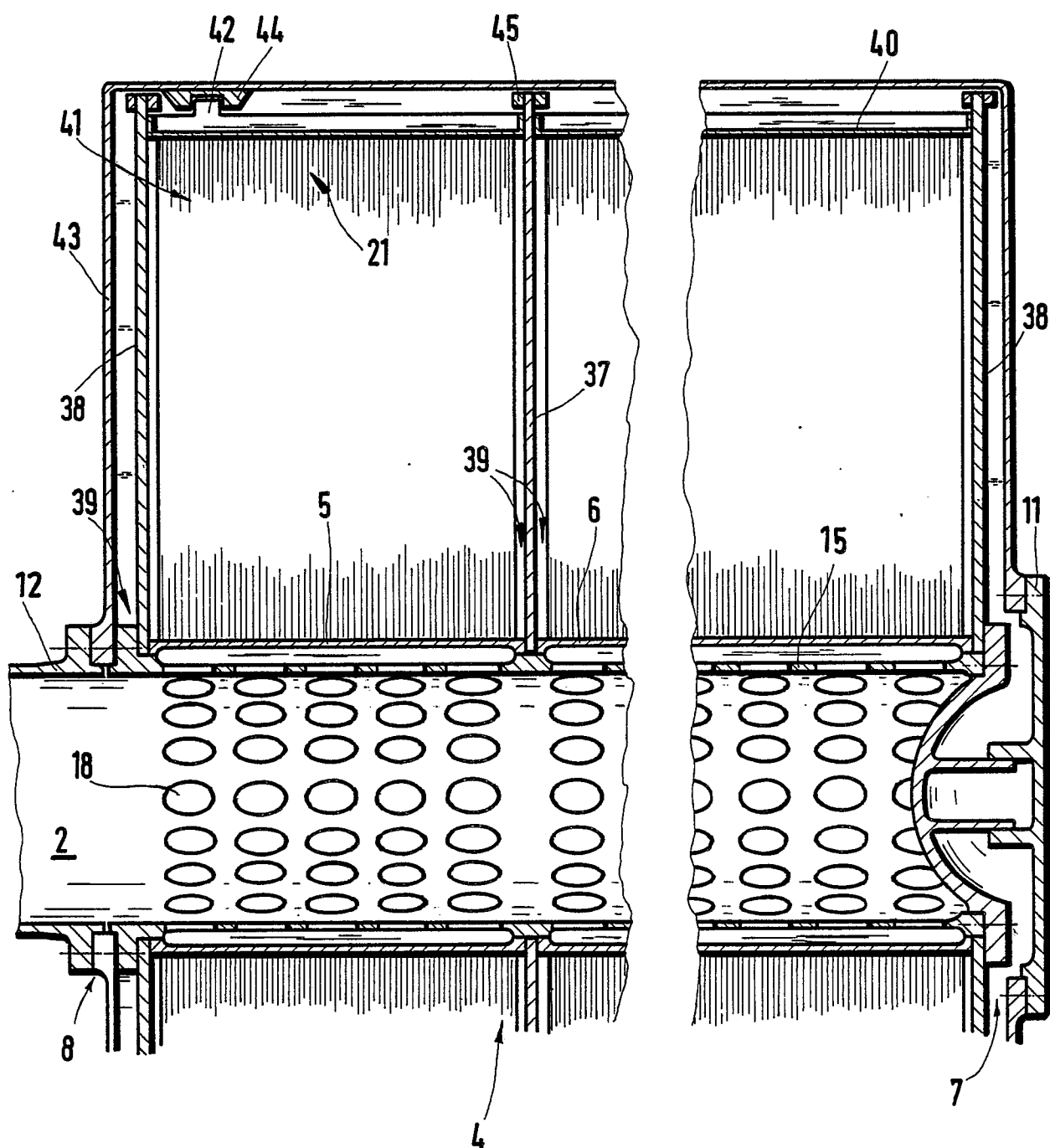


FIG. 3

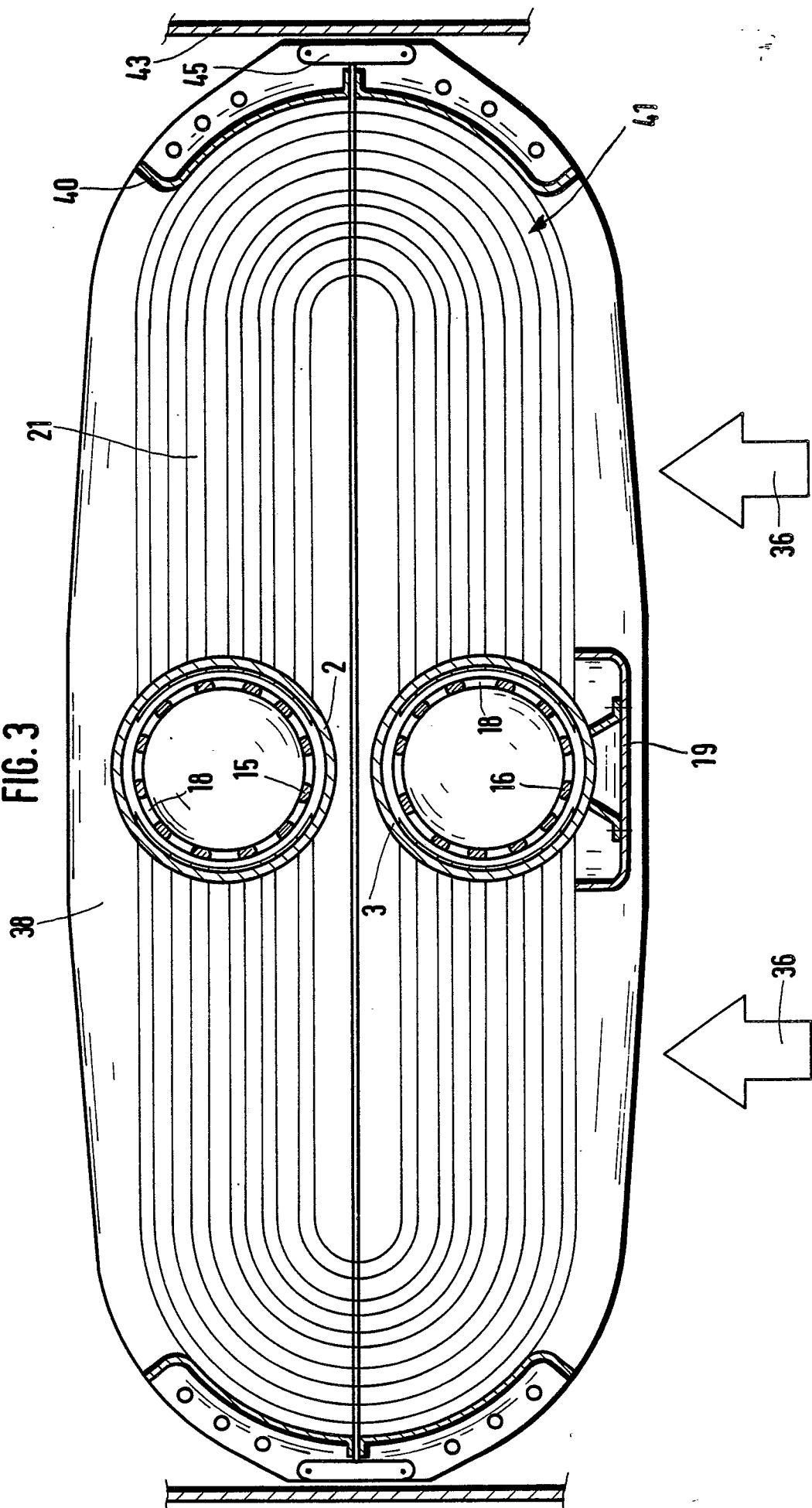


Fig.4a

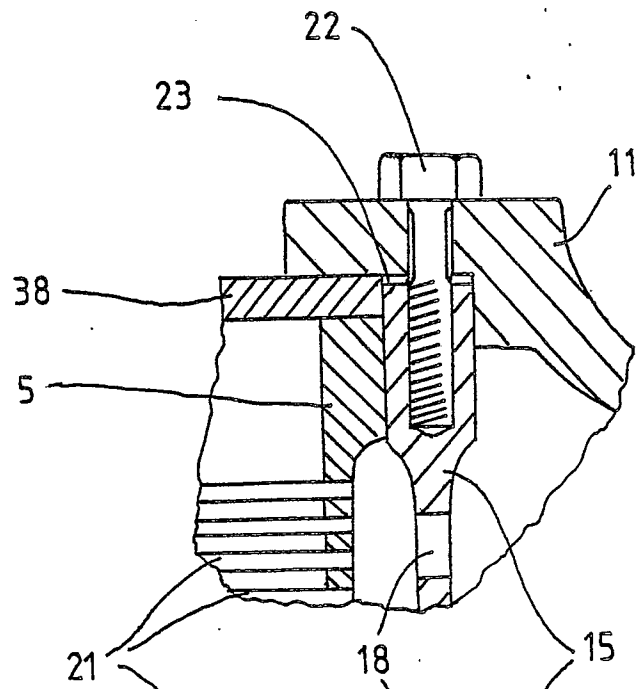
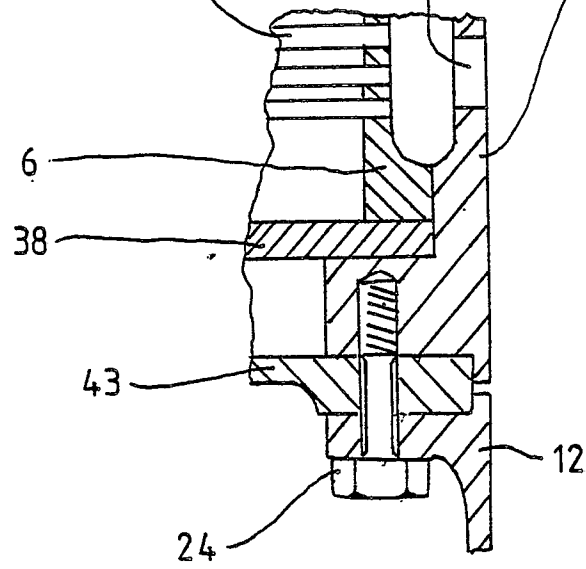


Fig.4b





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
Y	GB-A-2 078 361 (DELANAIR LTD) * Seite 2, Zeilen 80-125; Seite 3, Zeilen 11-28; Figur 2 *	1	F 28 F 9/02 F 28 D 7/06
A	---	3-5	
Y	FR-A- 669 324 (CLAIR) * Insgesamt *	1	
A	---	2	
A	US-A-3 689 972 (MOSIER et al.) * Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 3, Zeile 10; Figuren 7,8 *	1	
A	GB-A- 277 656 (BASIN) * Insgesamt *	1,2	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 189 (M-494)[2245], 3. Juli 1986; & JP-A-61 31 892 (SHOWA ALUM CORP.) 14-02-1986 -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 28 F F 28 D F 24 J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08-05-1989	Prüfer BELTZUNG F.C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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	