



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
28.08.91 Patentblatt 91/35

⑤① Int. Cl.⁵ : **F28F 9/02, F28D 7/06**

②① Anmeldenummer : **89102075.2**

②② Anmeldetag : **07.02.89**

⑤④ **Wärmetauscher.**

③⑩ Priorität : **10.02.88 DE 3803947**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
16.08.89 Patentblatt 89/33

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
28.08.91 Patentblatt 91/35

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
CH ES FR GB IT LI SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
FR-A- 669 324

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
GB-A- 277 656
GB-A- 2 078 361
US-A- 3 689 972
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

⑦③ Patentinhaber : **MTU MOTOREN- UND**
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40
W-8000 München 50 (DE)

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

EP 0 328 044 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

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, wobei die Sammelrohre aus einer Anzahl Sammelrohrabschnitten bestehen, die axial hintereinander dichtend angeordnet sind.

Ein derartiger Wärmetauscher, wie er beispielsweise aus der DE-PC-3635549 bekanntgeworden ist und sich besonders für hohe Gas-temperaturen und hohe thermische, zyklische Belastungen eignet, wird bisher dadurch hergestellt, daß die einzelnen Bauteile, d.h. die Profilrohre und Sammelrohrabschnitte mittels Lötens oder Schweißen fest miteinander verbunden werden. Dabei können die Sammelrohre aus zwei zusammengeführten Halbschalen oder aus einzelnen kürzeren Rohrabschnitten bestehen, die hintereinander angeordnet miteinander verlötet werden.

Auch aus der GB-A-2078361 ist ein Wärmetauscher mit zwei parallelen Sammelrohren bekannt, die über mehrere U-förmige Rohre verbunden sind. Die Sammelrohre bestehen aus Rohrabschnitten, die mit Steckverbindungen versehen sind und miteinander verschweißt sind.

Die feste Verbindung der Bauteile mittels Lötens 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 Thermobbeanspruchungen, 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 Massenkkräfte 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.

Aus der FR-A-669324 ist ein Wärmetauscher bekannt, bei dem ein aus mehreren Segmenten bestehendes Sammelrohr mit befestigten Austauschplatten durch ein auf Zug belastetes Innenrohr verspannt ist. Bei dem vorbekannten Wärmetauscher handelt es sich jedoch um eine stationär für Warmwasserheizungen zu verwendende Ausführung, die für besondere Belastungen durch Trägheitskräfte oder durch extreme Temperaturunterschiede nicht geeignet ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Wärmetauscher der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß auch bei mechanischer Stoßbelastung oder extremen Temperaturunterschieden die Dichtheit gewährleistet ist wobei weniger hohe Qualitätsanforderungen der Verbindung Profilrohre/Sammelrohre notwendig sein sollen. Schließlich soll eine vereinfachte Fertigung, Kontrolle, Inspektion und Reparatur des Wärmetauschers ermöglicht werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Sammelrohrabschnitte durch je ein an den Sammelrohrabschnitten abgestütztes und konzentrisch innerhalb der Sammelrohre beabstandet angeordnetes Zugrohr zusammengehalten werden und die Zugrohre einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten haben als die Sammelrohre.

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.

Durch den geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten der Zugrohre stehen die Sammelrohre bei Betrieb des Wärmetauschers unter erhöhter axialer Druckspannung, wodurch die Gefahr von Anrissen bzw. Leckagen weiter vermindert wird. Diese Wirkung wird zudem dadurch erreicht, daß die Sammelrohre sich mehr aufheizen als die innen liegenden Zugrohre. 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.

5 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.

10 Dies hat weiter den Vorteil, daß bei vorgegebener, 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.

15 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.

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.

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

- Fig. 1 eine Schrägansicht des demontierten Wärmetauschers,
- Fig. 2 einen Axialschnitt durch ein Sammelrohr,
- 25 Fig. 3 einen Querschnitt eines Wärmetauschers.
- Fig. 4a ein Detailschnitt der Zugrohrbefestigung,
- Fig. 4b die zweite Zugrohrbefestigung im Schnitt.

30 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 Sammelrohrendabschnitt 12 versehen, durch den der innen geleitete Gasstrom zugeführt wird. Am entgegengesetzten Ende des Sammelrohres 2 ist ein verschlossener Sammelrohrendabschnitt 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.

45 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 Sammelrohrendabschnitten 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 Sammelrohrendabschnitten 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.

55 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 Festigkeitsgründen 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 Zwi-

schenplatten 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 Abschirblech 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.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit zwei parallel angeordneten Sammelrohren (2, 3) die über eine Vielzahl von U-förmig angeordnete Profilrohren (21) miteinander in Verbindung stehen, wobei die Sammelrohre (2, 3) aus einer Anzahl Sammelrohrabschnitten (5, 6) bestehen, die axial hintereinander dichtend angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammelrohrabschnitte durch je ein an den Sammelrohrendabschnitten (11, 12) abgestütztes und konzentrisch innerhalb der Sammelrohre (2, 3) beabstandet angeordnetes Zugrohr (15, 16) zusammengehalten werden und die Zugrohre (15, 16) einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten haben als die Sammelrohre (2, 3).

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.

Claims

1. Heat exchanger having two parallel collecting pipes (2, 3) which are in communication with each other by means of a plurality of profiled pipes (21) arranged in a U-shape, the collecting pipes (2, 3) comprising a number of collection pipe sections (5, 6) which are arranged in sealed manner axially one behind the other, characterised in that the collecting pipe sections are held together by a tension pipe (15, 16) supported on the collecting pipe end sections (11, 12) and spaced apart concentrically inside the collecting pipes (2, 3), and the tension pipes (15, 16) have a lower heat expansion coefficient than the collecting pipes (2, 3).

2. Heat exchanger according to claim 1, characterised in that the tension pipes (16, 15) are provided with a plurality of passages (18) distributed over their surface.

3. Heat exchanger according to claim 1 or 2, characterised in that each tension pipe (15, 16) is in a through-

fitting connection with the collecting pipe (2, 3) at the intersections (4) of two collecting pipe sections (5, 6) arranged axially one behind the other.

4. Heat exchanger according to claim 1, characterised in that intermediate plates (37) are provided between the individual collecting pipe sections (5, 6).

5

Revendications

10 1. Echangeur de chaleur avec deux tuyaux collecteurs (2, 3) parallèles qui sont reliés l'un à l'autre par un grand nombre de tuyaux profilés (21) disposés en forme d'U, les tuyaux collecteurs (2, 3) consistant en un certain nombre de sections tubulaires collectrices (5, 6) qui sont disposées de façon étanche axialement les unes derrière les autres, caractérisé en ce que les sections tubulaires collectrices sont maintenues ensemble chacune par un tube de fretage (15, 16) s'appuyant sur les sections tubulaires collectrices terminales (11, 12) et
15 disposé à une certaine distance à l'intérieur des tuyaux collecteurs (2, 3) de façon concentrique et en ce que les tuyaux de fretage (15, 16) ont un coefficient de dilatation plus faible que les tuyaux collecteurs (2, 3).

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tuyaux de fretage (16, 15) sont pourvus d'un grand nombre de passages (18) répartis sur leurs surfaces.

3. Echangeur de chaleur selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque tube de fretage (15, 16) est en communication avec le tuyau collecteur (2, 3) aux points de jonction (4) de deux sections (5, 6) tubulaires collectrices situées l'une derrière l'autre.
20

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que des disques intermédiaires (37) sont prévus entre les différentes sections tubulaires collectrices (5, 6).

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

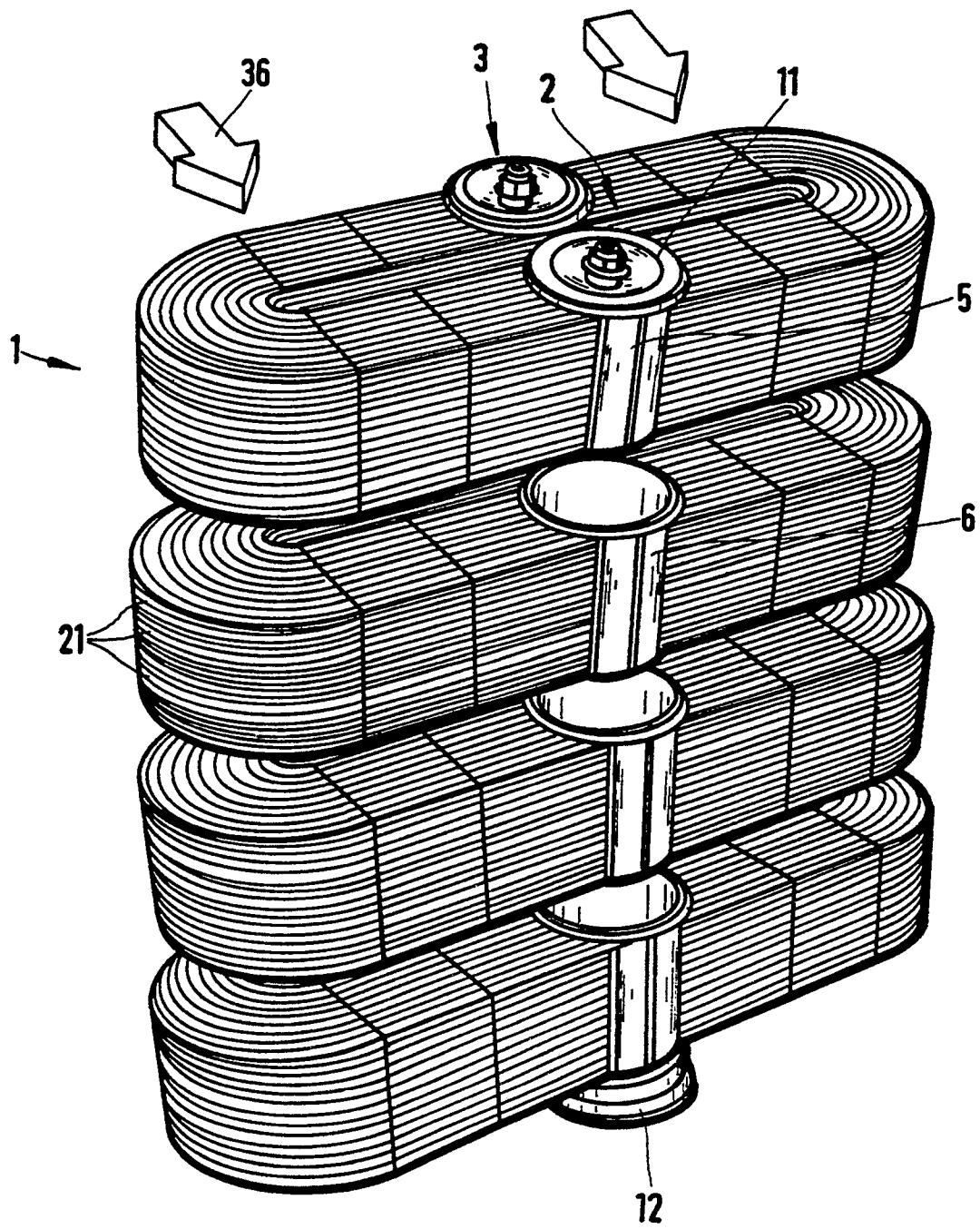


FIG. 2

