



(11) **EP 2 090 858 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: **07.04.2010 Patentblatt 2010/14** (51) Int Cl.: **F28D 7/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09001426.7**

(22) Anmeldetag: **03.02.2009**

(54) **Wärmetauscher**

Heat exchanger

Echangeur thermique

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **12.02.2008 DE 102008008734**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.08.2009 Patentblatt 2009/34**

(73) Patentinhaber: **Viessmann Werke GmbH & Co. KG**  
**35107 Allendorf (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Doenges, Roger**  
**35110 Dainrode (DE)**

• **Stock, Ruediger**  
**35066 Frankenberg (DE)**  
• **Goerge, Gunthard**  
**35260 Stadtallendorf (DE)**

(74) Vertreter: **Wolf, Michael**  
**An der Mainbrücke 16**  
**63456 Hanau (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 133 604 DE-U1- 20 009 560**  
**US-A1- 2006 010 905**

**EP 2 090 858 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Ein Wärmetauscher der eingangs genannten Art ist nach der DE 200 09 560 U1 bekannt. Dieser besteht aus einer ein flüssiges Wärmeträgermedium führenden, schraubenlinienartig gewickelten Rohrwendel mit einer horizontal orientiert ausgerichteten Wendelachse und mit einem oberhalb und einem unterhalb der Wendelachse befindlichen Rohrwendelteil. Bei diesem Wärmetauscher sind am äußeren Umfang der Rohrwendel Vor- und Rücklaufanschlüsse vorgesehen, die einerseits zur Zu- und Abführung des Wärmeträgermediums andererseits aber auch zur Entlüftung dienen. Dieser Wärmetauscher ist Teil eines Heizkessel, d. h. er umschließt eine Brennkammer mit einem ein Abgas erzeugenden Brenner, wobei das Abgas durch Strömungsspalte der Rohrwendel strömt und dabei seine Wärme an das flüssige Wärmeträgermedium abgibt.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem rohrwendelförmigen Wärmetauscher mit horizontaler Wendelachse für eine möglichst gute Entlüftbarkeit zu sorgen, und zwar unabhängig davon, ob dieser Wärmetauscher die oben beschriebenen Vor- und Rücklaufanschlüsse aufweist oder nicht.

**[0004]** Diese Aufgabe ist mit einem Wärmetauscher der eingangs genannten Art durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Dabei ist festzuhalten, dass der erfindungsgemäße Wärmetauscher nicht auf die Anwendung in einem Heizkessel beschränkt ist, sondern vielmehr zum Beispiel auch bei Warmwasserspeichern eingesetzt werden kann (in diesem Fall wird der Wärmetauscher nicht von einem Abgas eines Brenners, sondern von aufzuwärmenden Wasser umströmt), bei denen ebenfalls das Problem der verschlechterten Wärmeübertragung durch Gaseintrag auftreten kann.

**[0005]** Nach der Erfindung ist also vorgesehen, dass die Rohrwendel einen zweiteiligen Durchströmquerschnitt aufweist, wobei der erste, größere Durchströmquerschnitt für das Wärmeträgermedium vorgesehen und der zweite, kleinere Durchströmquerschnitt als Entlüftungswendel ausgebildet ist, wobei diese pro Wendelgang im Bereich des oberhalb der Wendelachse befindlichen Rohrwendelteils mindestens eine den ersten mit dem zweiten Durchströmquerschnitt verbindende Entlüftungsöffnung aufweist.

**[0006]** Die Maßgabe eines "zweiteiligen Durchströmquerschnittes" beinhaltet dabei sowohl die Möglichkeit einer im Prinzip einstückigen Rohrwendel mit zwei Strömungsräumen als auch die Möglichkeit, dass in die Rohrwendel ein weiteres Bauteil eingebracht ist. Mit anderen Worten ausgedrückt, wird bei dieser Variante eine zusätzliche Rohrwendel (Entlüftungswendel) in der Rohrwendel angeordnet, wobei die pro Wendel vorzugsweise im obersten Bereich vorgesehene Entlüftungsöffnung ein Entweichen von sich möglicherweise angesamelter

Luft bzw. Gas ermöglicht.

**[0007]** Zum besseren Verständnis der Erfindung ist Folgendes zu beachten: Bei rohrwendelförmigen Wärmetauschern mit horizontaler Wendelachse besteht das prinzipielle Problem, dass sich mit dem Wärmeträgermedium in den Wärmetauscher eintretendes Gas schwerkraftbedingt im oberen Bereich der Rohrwendeln sammelt. Dies ist unerwünscht, da dadurch die Wärmeübertragung verschlechtert wird. Beim Ausführungsbeispiel gemäß der DE 200 09 560 U1 ist bei jeder zweiten Wendel ein Anschluss vorgesehen, über den ein solches Gas abgeführt werden kann (es sammelt sich allerdings in den Wendelgängen ohne Anschluss). Bei einem Wärmetauscher ohne derartige Anschlüsse, also zum Beispiel bei einem gemäß der EP 1 562 006 A1, kann dieses Phänomen umso problematischer sein, je größer der Wärmetauscher ausgebildet ist.

**[0008]** Gemäß der Erfindung wird diesem Problem nun damit begegnet, dass genau an der Stelle, wo sich das Gas sammelt, für eine entsprechende Abfuhrmöglichkeit gesorgt ist, nämlich dadurch, dass dort in der Entlüftungswendel mindestens eine Entlüftungsöffnung vorgesehen ist, über die das Gas abströmen kann.

**[0009]** Die Maßgabe, dass die Entlüftungswendel querschnittskleiner als die Rohrwendel sein soll, ist dabei einerseits zwingend, da sie sonst gar nicht in der Rohrwendel angeordnet sein könnte, andererseits hat diese Maßgabe aber auch zur Folge, dass vor allem das Gas und nur zu sehr kleinen Teilen das Wärmeträgermedium über die Entlüftungswendel abströmen kann. Hierauf wird weiter unten noch genauer eingegangen.

**[0010]** Andere vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Wärmetauschers ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

**[0011]** Der erfindungsgemäße Wärmetauscher einschließlich seiner vorteilhaften Weiterbildungen gemäß der abhängigen Patentansprüche wird nachfolgend anhand der zeichnerischen Darstellung verschiedener Ausführungsbeispiele näher erläutert.

**[0012]** Es zeigt

Figur 1 schematisch im Längsschnitt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers;

Figur 2 perspektivisch eine bevorzugte Ausführungsform der graphisch teilweise von der Rohrwendel freigestellten Entlüftungswendel mit speziellen Ausbuchtungen;

Figur 3 perspektivisch eine Teilansicht der Entlüftungswendel gemäß Figur 3 ohne Rohrwendel; und

Figur 4 perspektivisch und in Alleinstellung die Entlüftungswendel als separates Bauteil.

**[0013]** In Figur 1 ist zunächst eine stark abstrahierte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers dargestellt. Dieser besteht (dies gilt allerdings auch für die Ausführungsformen gemäß Figur 2 bis 4)

aus einer ein flüssiges Wärmeträgermedium führenden, einen etwa rechteckigen Strömungsquerschnitt aufweisenden Rohrwendel 1 mit einer horizontal orientiert ausgerichteten Wendelachse 2 und mit einem oberhalb und einem unterhalb der Wendelachse 2 befindlichen Rohrwendelteil 3, 4. Die Rohrwendel ist dabei schraubenlinienförmig gewickelt ausgebildet. Für den Fall, dass sie als Wärmetauscher in einem Heizkessel dient, weist sie Durchströmspalte 10 (gestrichelt angedeutet auf), durch die das heiße Abgas eines Brenners strömt und dabei das Wärmeträgermedium in der Rohrwendel erwärmt.

**[0014]** Wesentlich für den erfindungsgemäßen Wärmetauscher ist nun, dass die Rohrwendel 1 einen zweiseitigen Durchströmquerschnitt aufweist, wobei der erste, größere Durchströmquerschnitt 5 für das Wärmeträgermedium vorgesehen und der zweite, kleinere Durchströmquerschnitt 6 als Entlüftungswendel 7 ausgebildet ist, wobei diese pro Wendelgang im Bereich des oberhalb der Wendelachse 2 befindlichen Rohrwendelteils 3 mindestens eine den ersten mit dem zweiten Durchströmquerschnitt 5, 6 verbindende Entlüftungsöffnung 8 aufweist.

**[0015]** Mit nochmaligem Verweis auf Figur 1 ist erkennbar, dass es sich prinzipiell (wenn auch eher theoretisch) um einen einteiligen Wärmetauscher mit zwei Durchströmquerschnitten handeln kann. Die Entlüftungsöffnungen 8 könnten in diesem Fall zum Beispiel per doppeltem Durchbohren der Rohrwendel und anschließendem Verschweißen der äußeren Öffnung erzeugt worden sein.

**[0016]** Fertigungstechnisch bevorzugt ist allerdings die Lösung gemäß den Figuren 2 bis 4, bei der die Entlüftungswendel 7 als separates Bauteil ausgebildet und in der Rohrwendel 1 angeordnet ist, wobei die Maßgabe "angeordnet" insbesondere bedeutet, dass die ebenfalls schraubenlinienförmige gewickelte Entlüftungswendel 7 korkenzieherartig in die Rohrwendel 1 "eingedreht bzw. -geschraubt" wird.

**[0017]** Damit über die Entlüftungswendel 7 höchstens geringe Mengen an Wärmeträgermedium entweichen können, weist die Entlüftungsöffnung 8 eine Querschnittsfläche auf, die kleiner als der Durchströmquerschnitt 6 der Entlüftungswendel 7 ausgebildet ist. Da ferner der Durchströmquerschnitt 5 für das Wärmeträgermedium größer als der Durchströmquerschnitt 6 der Entlüftungswendel 7 ist, folgt entsprechend, dass der Querschnitt der Entlüftungsöffnung 8 bevorzugt sehr viel kleiner als der Durchströmquerschnitt 5 für das Wärmeträgermedium ausgebildet ist. Diese Maßgabe führt zu einem Druckgefälle innerhalb des Wärmetauschers, so dass einerseits eine gute Entlüftung gewährleistet ist, sich andererseits aber nur ein sehr geringer Verlust an Wärmeträgermedium über die Entlüftungswendel ergibt.

**[0018]** Fertigungstechnisch bevorzugt ist weiterhin vorgesehen, dass der Durchströmquerschnitt 6 der Entlüftungswendel 7 kreisförmig und die Entlüftungsöffnung 8 selbst als kreisförmige Bohrung ausgebildet ist. Selbstverständlich kommen aber auch andere Querschnitte für

die Entlüftungswendel 7 (zum Beispiel rechteckig) bzw. die Entlüftungsöffnung 8 (zum Beispiel schlitzförmig) in Betracht; eine rohrförmige Wendel mit einem einfachen Bohrloch oder auch mehreren Bohrlochern lässt sich aber (offensichtlich) am einfachsten herstellen.

**[0019]** Um eine sichere Positionierung der Entlüftungswendel 7 innerhalb der Rohrwendel 1 zu gewährleisten, ist insbesondere mit Verweis auf Figur 4 bevorzugt vorgesehen, dass die schraubenlinienartig gewickelte Entlüftungswendel 7 über ihren Umfang verteilt vorzugsweise drei radial nach außen weisende, sich innen an der Rohrwendel 1 abstützende Ausbuchtungen 9 aufweist. Dabei entspricht der durch die Ausbuchtungen 9 definierte Außendurchmesser der Entlüftungswendel 7 etwa dem inneren Außendurchmesser des Durchströmquerschnitts 5 für das Wärmeträgermedium, d. h. nach dem Eindrehen der Entlüftungswendel 7 stützt sich diese federartig an der Innenwand der Rohrwendel 1 ab, so dass die Position der Entlüftungswendel 7 innerhalb der Rohrwendel 1 stets sicher gewahrt bleibt, was insbesondere in Bezug auf die Position der Entlüftungsöffnung 8 wichtig ist, da die Entlüftung des Wärmetauschers natürlich dann am besten funktioniert, wenn sich die Entlüftungsöffnung 8 ganz oben innerhalb der Rohrwendel 1 befindet, wobei dieserhalb entsprechend bevorzugt ist, dass eine der Ausbuchtungen 9 im obersten Bereich des oberen Rohrwendelteils 3 angeordnet und an dieser die Entlüftungsöffnung 8 angeordnet ist (siehe hierzu Figur 2 und 3).

**[0020]** Der erfindungsgemäße Wärmetauscher bzw. insbesondere die erfindungsgemäße Entlüftungstechnik funktioniert wie folgt:

**[0021]** Betrachtet man zum Beispiel die Neuinstallation eines Heizkessels mit einem horizontal ausgerichteten Wärmetauscher, so ergibt sich, dass sich im Wärmeträgermedium gelöstes Gas (insbesondere Luft) schwerkraftbedingt an der obersten Stelle innerhalb der Rohrwendeln 1 sammelt. Da aber gerade insbesondere an dieser Stelle die Entlüftungswendel 7 mit einer Entlüftungsöffnung 8 angeordnet ist, kann das Gas über die Entlüftungswendel 7 abgelassen werden, wozu diese mindestens zeitweilig (zum Beispiel mit einem Schnellentlüfterventil) mit der Umgebung des Wärmetauschers in Verbindung gebracht wird. Mit anderen Worten ausgedrückt, sorgt der Druck im Wärmeträgermedium dafür, dass überschüssiges Gas über die Entlüftungsöffnung 8 und die Entlüftungswendel 7 aus dem Wärmetauscher abgeführt wird und dort die Wärmeübertragung nicht mehr stört. - Im Gegensatz zu vorbekannten Methoden, Gas aus dem horizontal angeordneten Wärmetauscher auszutreiben (in der Regel einfach durch einen sehr hohen Wärmeträgermediumsdurchsatz), zeichnet sich der erfindungsgemäße Wärmetauscher mit der in alle Wendeln eingedrehten bzw. -eingeschraubten Entlüftungswendel durch einen äußerst effizienten Entlüftungsvorgang aus, wobei diese einfache Schnellentlüftung wahlweise bei Inbetriebnahme des Wärmetauschers, aber natürlich auch jederzeit später und auch immer wieder

durchgeführt werden kann.

**[0022]** Bezüglich der beiden Enden der Entlüftungswendel ist schließlich noch vorgesehen, dass diese auf geeignete Weise aus der Rohrwendel 1 herausgeführt sind. Hierfür kommt mit Verweis auf Figur 2 zum Beispiel ein (nicht dargestellter) Deckel in Betracht, der den Rohrwendelquerschnitt und Freilassung einer dem Querschnitt der Entlüftungswendel angepassten Öffnung verschließt. Es erklärt sich dabei von selbst, dass die Entlüftungswendel gemäß der Figur 2 zumindest anfangs so ausgebildet ist, dass das Einschrauben behinderungsfrei möglich ist. Ausserdem muss beim Entlüftungsvorgang mindestens ein Ende der Entlüftungswendel gegen eine Umgebung geöffnet sein, die ein niedrigeres Druckniveau als das Wärmeträgermedium aufweist.

### Bezugszeichenliste

#### [0023]

- |    |                               |
|----|-------------------------------|
| 1  | Rohrwendel                    |
| 2  | Wendelachse                   |
| 3  | Rohrwendelteil                |
| 4  | Rohrwendelteil                |
| 5  | erster Durchströmquerschnitt  |
| 6  | zweiter Durchströmquerschnitt |
| 7  | Entlüftungswendel             |
| 8  | Entlüftungsöffnung            |
| 9  | Ausbuchtung                   |
| 10 | Durchströmspalt               |

### Patentansprüche

1. Wärmetauscher, umfassend eine ein flüssiges Wärmeträgermedium führende Rohrwendel (1) mit einer horizontal orientiert ausgerichteten Wendelachse (2) und mit einem oberhalb und einem unterhalb der Wendelachse (2) befindlichen Rohrwendelteil (3, 4), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrwendel (1) einen zweiteiligen Durchströmquerschnitt aufweist, wobei der erste, größere Durchströmquerschnitt (5) für das Wärmeträgermedium vorgesehen und der zweite, kleinere Durchströmquerschnitt (6) als Entlüftungswendel (7) ausgebildet ist, wobei diese pro Wendelgang im Bereich des oberhalb der Wendelachse (2) befindlichen Rohrwendelteils (3) mindestens eine den ersten mit dem zweiten Durchströmquerschnitt (5, 6) verbindende Entlüftungsöffnung (8) aufweist.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entlüftungswendel (7) als separates Bauteil ausgebildet und in der Rohrwendel (1) angeordnet ist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Entlüftungsöffnung (8) eine Querschnittsfläche aufweist, die kleiner als der Durchströmquerschnitt (6) der Entlüftungswendel (7) ausgebildet ist.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchströmquerschnitt (6) der Entlüftungswendel (7) kreisförmig ausgebildet ist.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entlüftungsöffnung (8) wahlweise als kreisförmige Bohrung oder linien- bzw. schlitzartige Öffnung ausgebildet ist.
6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entlüftungswendel (7) schraubenlinienartig gewickelt ausgebildet ist.
7. Wärmetauscher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schraubenlinienartig gewickelte Entlüftungswendel (7) über ihren Umfang verteilt vorzugsweise drei radial nach außen weisende, sich innen an der Rohrwendel (1) abstützende Ausbuchtungen (9) aufweist.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Ausbuchtungen (9) im obersten Bereich des oberen Rohrwendelteils (3) angeordnet ist, wobei vorzugsweise an dieser Ausbuchtung (9) die Entlüftungsöffnung (8) angeordnet ist.
9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entlüftungswendel (7) mindestens zeitweilig mit der Umgebung des Wärmetauschers verbindbar ausgebildet ist.

### Claims

1. A heat exchanger, comprising a pipe coil (1) conducting a liquid heat transfer medium, having a coil axis (2) oriented horizontally and having one pipe part (3, 4) located above the coil axis (2) and one located below, **characterized in that** the pipe coil (1) has a two-part flow-through cross-section, the first, larger flow-through cross-section (5) being provided for the heat transfer medium and the second, smaller flow-through cross-section (6) being implemented as a ventilation coil (7), it having at least one ventilation opening (8), which connects the first to the second flow cross-section (5, 6), per

coil turn in the area of the pipe coil part (3) located above the coil axis (2).

2. The heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the ventilation coil (7) is implemented as a separate component and is situated in the pipe coil (1).
3. The heat exchanger according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the ventilation opening (8) has a cross-sectional area which is implemented as smaller than the flow-through cross-section (6) of the ventilation coil (7).
4. The heat exchanger according to one of Claims 1 through 3, **characterized in that** the flow-through cross-section (6) of the ventilation coil (7) is implemented as circular.
5. The heat exchanger according to one of Claims 1 through 4, **characterized in that** the ventilation opening (8) is alternately implemented as a circular hole or as a linear or slotted opening.
6. The heat exchanger according to one of Claims 1 through 5, **characterized in that** the ventilation coil (7) is implemented as wound in a spiral.
7. The heat exchanger according to Claim 6, **characterized in that** the ventilation coil (7) wound in a spiral preferably has three protrusions (9), which point radially outward and are supported on the inside on the pipe coil (1), distributed over its circumference.
8. The heat exchanger according to Claim 7, **characterized in that** one of the protrusions (9) is situated in the uppermost area of the upper pipe coil part (3), the ventilation opening (8) preferably being situated on this protrusion (9).
9. The heat exchanger according to one of Claims 1 through 8, **characterized in that** the ventilation coil (7) is implemented as at least temporarily connectable to the environment of the heat exchanger.

#### Revendications

1. Echangeur de chaleur, comprenant une tubulure hélicoïdale (1) guidant un fluide caloporteur, avec un

axe hélicoïdal (2) orienté horizontalement et avec une partie de tubulure hélicoïdale (3, 4) située en-dessous de l'axe hélicoïdal (2),

#### caractérisé en ce que

la tubulure hélicoïdale (1) comporte une section de passage de fluide en deux parties, parmi lesquelles la première section de passage de fluide (5), plus grande, est prévue pour le fluide caloporteur et la deuxième section de passage de fluide (6), plus petite, est conçue comme une spirale d'aération (7), celle-ci comportant au moins une ouverture d'aération (8) par spire, pour relier la première section de passage de fluide avec la deuxième (5, 6), dans la zone de la partie de tubulure hélicoïdale (3) située au-dessus de l'axe hélicoïdal (2).

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la spirale d'aération (7) est conçue comme un élément séparé et est disposée dans la tubulure hélicoïdale (1).
3. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'ouverture d'aération (8) comporte une surface de section transversale conçue de manière à être inférieure à la section de passage de fluide (6) de la spirale d'aération (7).
4. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la section de passage de fluide (6) de la spirale d'aération (7) est conçue de façon circulaire.
5. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'ouverture d'aération (8) est conçue au choix comme un perçage circulaire ou comme un orifice linéaire ou du genre fente.
6. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la spirale d'aération (7) est formée comme un enroulement du genre hélicoïdal.
7. Echangeur de chaleur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la spirale d'aération (7) conçue comme un enroulement du genre hélicoïdal comporte de préférence trois échancrures (9) réparties sur son pourtour, orientées vers l'extérieur et appuyées à l'intérieur contre la tubulure hélicoïdale (1).
8. Echangeur de chaleur selon la revendication 7,

**caractérisé en ce que**

l'une des échancrures (9) est disposée dans la zone la plus haute de la partie de tubulure hélicoïdale supérieure (3), l'ouverture d'aération (8) étant de préférence disposée sur cette échancrure (9).

5

9. Echangeur de chaleur selon la revendication 8,

**caractérisé en ce que**

la spirale d'aération (7) est conçue de façon à pouvoir être reliée au moins temporairement à l'environnement de l'échangeur de chaleur.

10

15

20

25

30

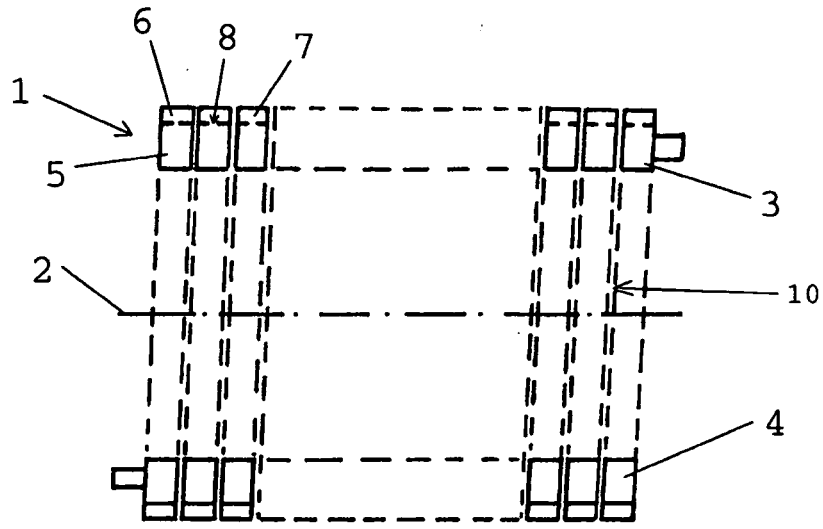
35

40

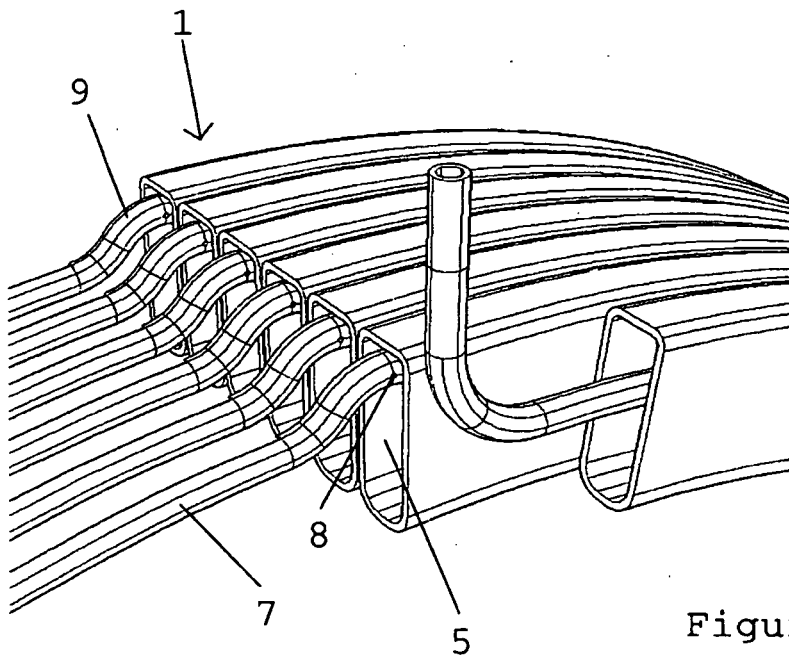
45

50

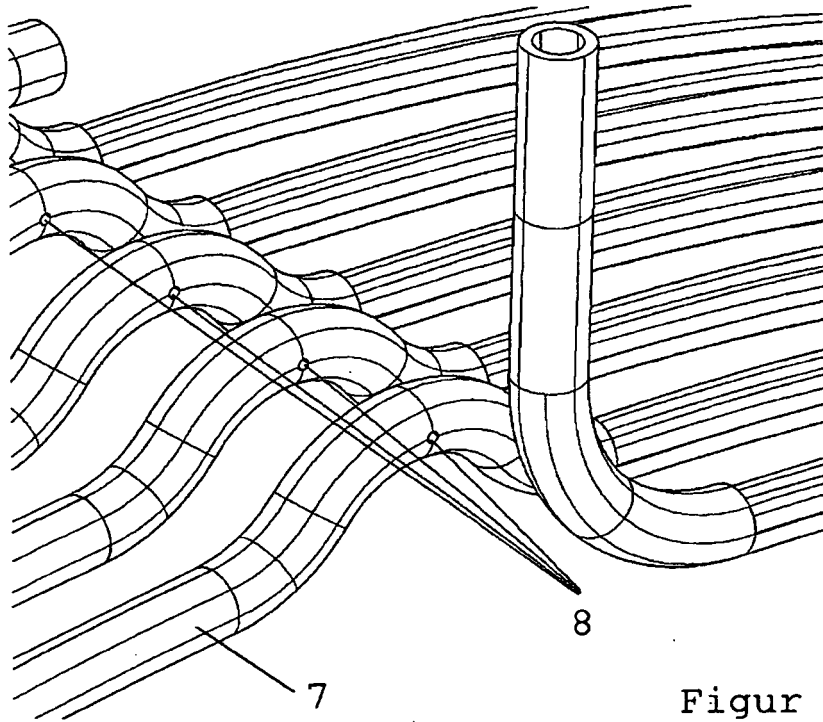
55



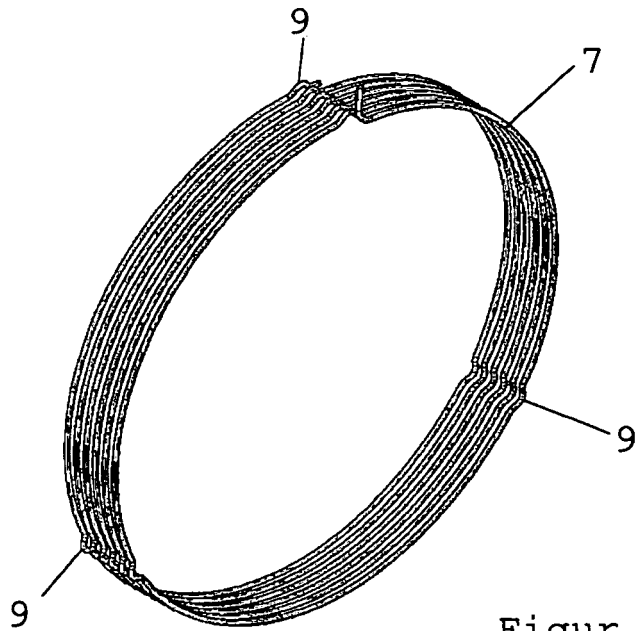
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 20009560 U1 [0002] [0007]
- EP 1562006 A1 [0007]