



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 814 312 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.12.1997 Patentblatt 1997/52

(51) Int. Cl.⁶: **F28D 7/02**, F28D 7/08,
F28D 7/10

(21) Anmeldenummer: 97108997.4

(22) Anmeldetag: 04.06.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

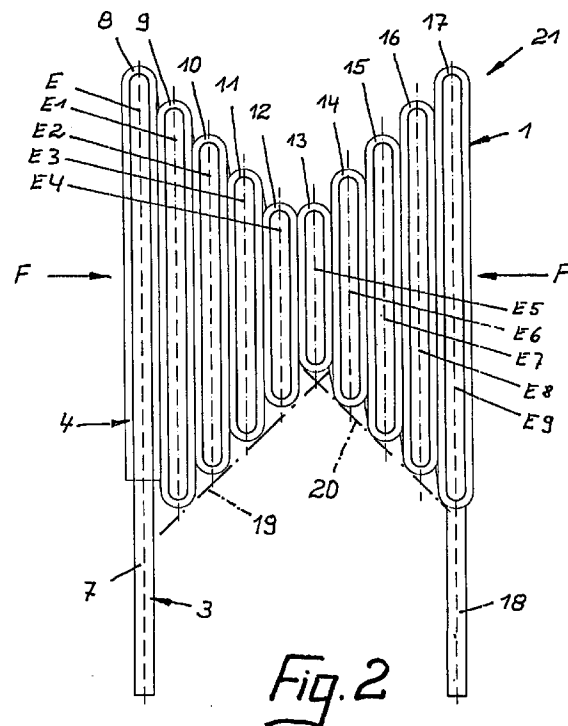
(30) Priorität: 17.06.1996 DE 19624030

(71) Anmelder: **KME Schmöle GmbH**
58706 Menden (DE)

(72) Erfinder:
• **Schmidt, Martin, Dipl.-Phys.**
58730 Fröndenberg (DE)
• **Mayr, Karl-Heinz**
58710 Menden (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines gewendelten Koaxialrohrs für einen Wärmetauscher und Wärmetauscher, der ein gewendelttes Koaxialrohr aufweist**

(57) Ein Koaxialrohr (1) wird ausgehend von einem sich tangential erstreckenden Längenabschnitt (7) zunächst unter Verringerung der radialen Erstreckung (E, E1-E4) von Windungen (8, 9, 10, 11) zu Windung (9, 10, 11, 12) und dann unter Vergrößerung der radialen Erstreckung (E5-E9) von Windung (13, 14, 15, 16) zu Windung (14, 15, 16, 17), auslaufend in einen tangentialen Längenabschnitt (18), mit einer doppelt konischen, mittig eingeschnürten Außenkontur schraubenlinienförmig gewickelt. Anschließend werden die spiralförmigen Windungen (8-17) unter paralleler Ausrichtung der endseitigen tangentialen Längenabschnitte (7, 18) zweilagig axial zusammengeschoben.



EP 0 814 312 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einerseits ein Verfahren zur Herstellung eines gewendelten Koaxialrohrs für einen Wärmetauscher.

Andererseits richtet sich die Erfindung auf einen Wärmetauscher, der in einem Behälter ein gewendeltes Koaxialrohr aufweist.

Es ist ein Wärmetauscher, insbesondere zur Brauchwasserbereitung, bekannt, der in einem Behälter ein gewendeltes, aus einem Innenrohr und einem Außenrohr bestehendes Koaxialrohr aufweist. Das Koaxialrohr ist zylindrisch gewickelt, so daß alle Windungen denselben Radius besitzen. Von den im Wärmeaustausch befindlichen Fluiden wird ein Fluid durch das Innenrohr und das andere Fluid durch den Spalt zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr geführt.

Zwecks Erzielung eines befriedigenden Wärmeaustausches zwischen den beiden Fluiden und unter Einhaltung praxisgerechter Abmessungen hat das Koaxialrohr bei einer Leistung des Wärmetauschers von etwa 24 kW insgesamt eine Länge von 13 m. Das heißt, der Radius der Windungen des Koaxialrohrs kann verhältnismäßig klein gehalten werden, wobei dies dann aber zu Lasten einer größeren Länge der Wendel und damit auch letztlich des Behälters geht.

Nun steht aber in einigen Fällen der Praxis für leise axiale Länge der Wendel auch nicht annähernd der Raum zur Verfügung. Hingegen könnte eine Vergrößerung der Radien der Windungen in Kauf genommen werden.

Der Erfindung liegt ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines gewendelten Koaxialrohrs für einen Wärmetauscher sowie einen Wärmetauscher zu schaffen, der ein gewendeltes Koaxialrohr aufweist, bei welchem unter Sicherstellung ausreichender Wärmeaustauschbedingungen eine kurze axiale Ausdehnung des gewendelten Koaxialrohrs erzielbar ist, ohne daß das Koaxialrohr länger ausgebildet sowie hinsichtlich der Radien der Windungen überdimensioniert werden müßte.

Was eine Lösung des verfahrensmäßigen Teils dieser Aufgabe anlangt, so besteht diese in den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1.

Danach wird das Koaxialrohr zwischen zwei dem Fluidanschluß dienenden endseitigen tangentialen Längenabschnitten zunächst in einer speziellen Weise schraubenlinienförmig gewickelt. Beginnend mit einem tangentialen Längenabschnitt folgt zunächst eine Windung mit der jeweils größten radialen Erstreckung. Hieran anschließend verringert sich die radiale Erstreckung der Windungen von Windung zu Windung um einen solchen Betrag, daß die äußere radiale Erstreckung der nächstfolgenden Windung jeweils kleiner als die innere radiale Erstreckung der vorausgehenden Windung ist. Wieviel Windungen von der hinsichtlich der radialen Erstreckung größten Windung bis zu der diesbezüglich kleinsten Windung schraubenlinienförmig

gewickelt werden, hängt von dem zur Verfügung stehenden Einbauraum umfangsseitig des gewendelten Koaxialrohrs ab. Durch die stetige Verringerung der radialen Erstreckung der Windungen erhält somit das Koaxialrohr eine konische Außenkontur.

Ist die Windung mit der kleinsten radialen Erstreckung gewickelt, wird nochmals eine Windung mit dieser Erstreckung gewickelt, von der aus dann beim weiteren Wickeln die radiale Erstreckung jeder folgenden Windung um einen solchen Betrag ansteigt, daß die äußere radiale Erstreckung der gewickelten Windung kleiner ist als die innere radiale Erstreckung der folgenden Windung. Nach dem Wickeln der letzten Windung mit der größten radialen Erstreckung, welche dann ebenfalls in einen tangentialen Längenabschnitt ausläuft, hat das derart spiralförmig gewendelte Koaxialrohr in dieser Verformungsstufe eine doppelt konische, mittig eingeschnürte diaboloförmige Außenkontur.

Nunmehr werden alle Windungen axial zusammengeschoben, wobei jeweils die hinsichtlich der radialen Erstreckung kleineren Windungen der beiden konischen Längenabschnitte in die benachbarte, in der radialen Erstreckung größere Windung eintauchen, so daß letztlich alle Windungen der beiden vorab noch konischen Längenabschnitte in einer Ebene ineinander liegen und somit in dieser Endstufe zwei spiralförmige Wickellagen bilden. Die endseitigen tangentialen Längenabschnitte sind hierbei bevorzugt parallel zueinander ausgerichtet.

Ein derart spiralförmig gewendeltes Koaxialrohr hat eine extrem geringe axiale Länge. Es hat den Vorteil, daß es bei einer Leistung von z. B. 24 kW im Vergleich zu der herkömmlich gewendelten zylindrischen Konfiguration mit einer Rohrlänge von etwa 13 m jetzt nur noch eine Rohrlänge von etwa 6 m benötigt. Die Materialeinsparung ist somit erheblich.

Was die im Anspruch 2 gekennzeichnete weitere Lösung des verfahrensmäßigen Teils der Aufgabe betrifft, so handelt es sich hierbei im Prinzip um die doppelte Anfertigung eines spiralförmig gewendelten Koaxialrohrs gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1. Ein solches Koaxialrohr hat dann zwar die doppelte Länge mit einer vergleichsweise größeren Leistung, aber nur eine geringe axiale Ausdehnung über nunmehr vier Lagen.

Es versteht sich, daß unter Zugrundelegung der Merkmale des Anspruchs 2 bei Bedarf auch Koaxialrohre spiralförmig gewendelt werden können, die mehr als vier Lagen aufweisen.

Die gegenständliche Lösung der Erfindung wird vom Grundsatz her betrachtet in den Merkmalen des Anspruchs 3 erblickt. Das gewendelte Koaxialrohr weist somit wenigstens zwei unmittelbar parallel nebeneinander liegende Lagen auf. Die Windungen in jeder Lage verlaufen spiralförmig in einer Ebene. Die in der radialen Erstreckung größten Windungen der Außenlagen laufen in tangentialer, bevorzugt parallel zueinander verlaufende Längenabschnitte aus, welche dem Fluidanschluß dienen.

Hat das spiralförmig gewendelte Koaxialrohr nur zwei Lagen, so sind gemäß Anspruch 4 die in der radialen Erstreckung kleinsten Windungen der beiden Lagen miteinander verbunden.

Ausweislich Anspruch 5 sind bei einem vierlagig gewendelten Koaxialrohr einerseits die in der radialen Erstreckung kleinsten Windungen der beiden Außenlagen mit den in der radialen Erstreckung kleinsten Windungen der jeweils benachbarten Innenlage und andererseits die in der radialen Erstreckung größten Windungen der beiden Innenlagen miteinander verbunden.

Damit eine definierte Fluidströmung im Innenrohr und im Spalt zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr gewährleistet werden kann, sind nach Anspruch 6 das Innenrohr und das Außenrohr durch Abstandshalter zueinander distanziert. Die Abstandshalter können hierbei einstückige Bestandteile des Innenrohrs oder des Außenrohrs bilden. Sie können ferner sowohl mit dem Innenrohr als auch mit dem Außenrohr einstückig gestaltet sein.

Die Abstandshalter sind entsprechend Anspruch 7 bevorzugt stegartig ausgebildet, obwohl auch andere Abstandshalter, z. B. in Form eines gewendelten Drahts, denkbar sind.

Gemäß den Merkmalen des Anspruch 8 ist es vorteilhaft, daß sich die stegartigen Abstandshalter parallel zur Längsachse des Koaxialrohrs erstrecken.

Denkbar ist aber auch die Ausführungsform gemäß Anspruch 9, wonach die stegartigen Abstandshalter einen wendelförmigen Verlauf aufweisen.

Zweckmäßig ist es, wenn entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 10 die Abstandshalter in Umfangsrichtung des Spalts zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr zueinander versetzt angeordnet sind. Bevorzugt sind mindestens drei gleichmäßig auf dem Umfang zueinander versetzt angeordnete Abstandshalter vorgesehen.

Sind nach Anspruch 11 die Abstandshalter in Längsrichtung des Koaxialrohrs zueinander versetzt angeordnet, so handelt es sich bevorzugt um kurze Abstandshalter, welche es ermöglichen, daß das im Spalt zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr geführte Fluid sich permanent über den Querschnitt des Spalts austauschen kann und nicht linear durch das Koaxialrohr strömt. Der Wärmeaustausch wird hierdurch verbessert.

Gemäß Anspruch 12 haben die Abstandshalter eine Länge, die etwa dem Abstand von zwei in Längsrichtung des Koaxialrohrs aufeinander folgenden Abstandshaltern entspricht.

Zur Erzielung eines verbesserten Wärmeübergangs von dem einen auf das andere Fluid kann das Innenrohr gemäß Anspruch 13 auf seiner inneren oder äußeren Oberfläche profiliert sein. Hierbei handelt es sich bevorzugt um Nuten, die sich im Winkel zur Längsachse des Koaxialrohrs erstrecken. Bei sich kreuzenden Nuten können die dann gebildeten Rippen unterschiedliche Höhen aufweisen.

In Abhängigkeit von dem Einsatzgebiet kann nach Anspruch 14 sowohl das Innenrohr als auch das Außenrohr aus einem metallischen Werkstoff bestehen.

Vorteilhafterweise handelt es sich hierbei nach Anspruch 15 um ein Nichteisenmetall, wobei gemäß Anspruch 16 bevorzugt Kupfer oder eine Kupferlegierung zur Anwendung gelangt.

Eine weitere für die Praxis interessante Ausführungsform ist in den Merkmalen des Anspruchs 17 gekennzeichnet. Danach ist das Innenrohr aus Kupfer oder einer Kupferlegierung gebildet, während das Außenrohr aus einem thermoplastischen Kunststoff, insbesondere aus einem PE-vernetzten Kunststoff besteht.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 in der Stirnansicht ein spiralförmig gewendeltes Koaxialrohr für einen Wärmetauscher;

Figur 2 das Koaxialrohr der Figur 1 in der Seitenansicht gemäß dem Pfeil PF in einer verformten Zwischenstufe;

Figur 3 das Koaxialrohr der Figur 1 in der Seitenansicht gemäß dem Pfeil PF in der verformten Endstufe;

Figur 4 das Koaxialrohr der Figur 1 in der Zuordnung zu einem Behälter;

Figur 5 in der Seitenansicht die Zwischenstufe eines spiralförmig gewendelten Koaxialrohrs gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Figur 6 eine Stirnansicht auf das Koaxialrohr der Figur 5 gemäß dem Pfeil PF1;

Figur 7 eine Seitenansicht auf das fertig umgeformte Koaxialrohr der Figur 6 gemäß dem Pfeil PF2;

Figur 8 in vergrößerter Darstellung einen Querschnitt durch das Koaxialrohr der Figur 1 entlang der Linie VIII-VIII und

Figur 9 einen Längsschnitt durch die Darstellung der Figur 8 entlang der Linie IX-IX.

In den Figuren 1 bis 4, 8 und 9 ist mit 1 ein Koaxialrohr zur Integration in den Behälter 2 (Figuren 3 und 4) eines ansonsten nicht näher veranschaulichten Wärmetauschers bezeichnet.

Das Koaxialrohr 1 besteht, wie insbesondere die Figuren 8 und 9 zu erkennen geben, aus einem kreisrunden Innenrohr 3 aus einer Kupferlegierung sowie

einem ebenfalls aus einer Kupferlegierung bestehenden kreisrunden Außenrohr 4. Zwischen dem Innenrohr 3 und dem Außenrohr 4 ist ein kreisringförmiger Spalt 5 für ein Fluid ausgebildet, das mit einem im Innenrohr 3 geführten Fluid in Wärme austauschendem Kontakt steht.

Die Distanz zwischen dem Innenrohr 3 und dem Außenrohr 4 wird durch stegartige Abstandshalter 6 erzeugt, die in Umfangsrichtung des Spalts 5 um 120° gleichmäßig zueinander versetzt und auch in Längsrichtung des Spalts 5 zueinander versetzt sind. Die Länge L der Abstandshalter 6 entspricht etwa dem Abstand A von zwei in Längsrichtung des Spalts 5 aufeinander folgenden, zueinander versetzt angeordneten Abstandshaltern 6.

Das fertig spiralförmig gewendelte zweilagige Koaxialrohr 1 der Figuren 1, 3 und 4 wird dadurch erzeugt, daß das Koaxialrohr 1, ausgehend von einem sich tangential erstreckenden Längenabschnitt 7 zunächst unter Verringerung der radialen Erstreckung E, E1, E2, E3, E4 von Windung 8, 9, 10, 11, 12 zu Windung 9, 10, 11, 12, 13 und dann wieder unter Vergrößerung der radialen Erstreckung E5, E6, E7, E8, E9 von Windung 13, 14, 15, 16 zu Windung 14, 15, 16, 17 (Figur 2), auslaufend in einen tangentialen Längenabschnitt 18, mit einer doppelt konischen, mittig eingeschnürten Außenkontur schraubenlinienförmig gewickelt wird. Hierbei ist die äußere radiale Erstreckung E1 der beim Wickelvorgang auf die in der radialen Erstreckung E größte Windung 8 folgenden Windung 9 kleiner als die radiale Erstreckung E der größten Windung 8 bemessen. Die nachfolgenden Windungen 9-12 des konischen Längenabschnitts 19 der verformten Zwischenstufe 21 des Koaxialrohrs 1 sind dann entsprechend abgestuft gestaltet.

Auf die in der radialen Erstreckung E4 kleinste Windung 12 des konischen Längenabschnitts 19 folgt die in der radialen Erstreckung E5 kleinste Windung 13 des benachbarten konischen Längenabschnitts 20. Diese ist hinsichtlich ihrer radialen Erstreckung E5 - wie dann auch die folgenden Windungen 14-16 - von der äußeren radialen Erstreckung E5-E8 her jeweils kleiner als die innere radiale Erstreckung der beim Wickelvorgang nachfolgenden Windung 14-17 bemessen. Die in der radialen Erstreckung E9 größte Windung 17 des konischen Längenabschnitts 20 läuft dann in den geradlinigen tangentialen Längenabschnitt 18 aus.

Die tangentialen Längenabschnitte 7, 18 dienen zum Fluidanschluß. Sie erstrecken sich sowohl in der Ebene gemäß Figur 1 als auch in der Ebene gemäß Figur 3 parallel zueinander.

Nach dem spiralförmigen Wendeln des Koaxialrohrs zu der Zwischenstufe 21 gemäß Figur 2 werden dann mit einer axialen Kraft F die Windungen 8-17 des Koaxialrohrs 1 zusammengedrückt, bis sich die beiden Lagen 22, 23 der Endstufe 24 des Koaxialrohrs 1 gemäß Figur 3 ergeben. Das derart umgeformte Koaxialrohr 1 kann dann in den Behälter 2 gemäß Figur 4 integriert werden. In der Figur 3 ist der Behälter in

strichpunktierter Linienführung angedeutet.

Die aus den Figuren 5 bis 7 erkennbare Ausführungsform eines Koaxialrohrs 25 beruht hinsichtlich der Herstellung auf demselben Prinzip, wie es voraufgehend anhand der Figuren 1 bis 4, 8 und 9 geschildert worden ist.

Dieses Koaxialrohr 25 wird dadurch hergestellt, daß es, ausgehend von einem sich tangential erstreckenden Längenabschnitt 41, zunächst unter Verringerung der radialen Erstreckung E, E1, E2, E3 von Windung 8, 9, 10, 11 zu Windung 9, 10, 11, 12 dann unter Vergrößerung der radialen Erstreckung E5-E9 von Windung 13, 14, 15, 16 zu Windung 14, 15, 16, 17 anschließend unter Verringerung der radialen Erstreckung E10-E14 von Windung 26, 27, 28, 29 zu Windung 27, 28, 29, 30 und letztlich unter Vergrößerung der radialen Erstreckung E15-E19 von Windung 31, 32, 33, 34 zu Windung 32, 33, 34, 35, auslaufend in einen tangentialen Längenabschnitt 36, mit einer vierfach konischen, doppel eingeschnürten Außenkontur schraubenlinienförmig gewickelt wird (Figur 5).

Dann werden auch die Windungen 8-17 sowie 26-35 dieses spiralförmig gewickelten Koaxialrohrs 25 unter Aufbringung einer axialen Kraft F zusammengeschoben, bis die Vierlagigkeit gemäß Figur 7 erreicht ist. Bei diesem vierlagigen Koaxialrohr 25 sind einerseits die in der radialen Erstreckung E4, E5 kleinsten Windungen 12, 31 der beiden Außenlagen 37, 38 mit den in der radialen Erstreckung E5, E14 kleinsten Windungen 13, 30 der jeweils benachbarten Innenlagen 39, 40 und andererseits die in der radialen Erstreckung E9, E10 größten Windungen 17, 26 der Innenlage 39, 40 miteinander verbunden.

Bezugszeichenaufstellung

1	Koaxialrohr
2	Behälter
3	Innenrohr
4	Außenrohr
5	Spalt
6	Abstandshalter
7	tangentialer Längenabschnitt v. 1
8	Windung
9	Windung
10	Windung
11	Windung
12	Windung
13	Windung
14	Windung
15	Windung
16	Windung
17	Windung
18	tangentialer Längenabschnitt v. 1
19	konischer Längenabschnitt v. 21
20	konischer Längenabschnitt v. 21
21	Zwischenstufe
22	Lage v. 24
23	Lage v. 24

24	Endstufe v. 1		Längenabschnitte (7, 18) zweilagig axial zusammen- mengeschoben werden.
25	Koaxialrohr		
26	Windung		
27	Windung		
28	Windung	5	2. Verfahren zur Herstellung eines gewendelten Koaxialrohrs (25) für einen Wärmetauscher, dadurch gekennzeichnet , daß das Koaxialrohr (25), ausgehend von einem sich tangential erstrek- kenden Längenabschnitt (41), zunächst unter Ver- ringerung der radialen Erstreckung (E, E1-E4) von
29	Windung		
30	Windung		
31	Windung		
32	Windung		
33	Windung	10	Windung (8, 9, 10, 11) zu Windung (9, 10, 11, 12), dann unter Vergrößerung der radialen Erstreckung (E5-E9) von Windung (13, 14, 15, 16) zu Windung (14, 15, 16, 17), anschließend unter Verringerung der radialen Erstreckung (E10-E14) von Windung
34	Windung		
35	Windung		
36	tangentialer Längenabschnitt v. 25		
37	Außenlage v. 25		
38	Außenlage v. 25	15	(26, 27, 28, 29) zu Windung (27, 28, 29, 30) und letztlich unter Vergrößerung der radialen Erstrek- kung (E15-E19) von Windung (31, 32, 33, 34) zu
39	Innenlage v. 25		
40	Innenlage v. 25		
41	tangentialer Längenabschnitt v. 25		
A	axialer Abstand v. 6		
E	radiale Erstreckung v. 8	20	Windung (32, 33, 34, 35), auslaufend in einen tan- gentialen Längenabschnitt (36), mit einer vierfach konischen, doppelt eingeschnürten Außenkontur schraubenlinienförmig gewickelt wird, und daß dann die spiralförmigen Windungen (8-17, 26-35) unter paralleler Ausrichtung der endseitigen tan- gentialen Längenabschnitte (41, 36) vierlagig axial zusammengeschoben werden.
E1	radiale Erstreckung v. 9		
E2	radiale Erstreckung v. 10		
E3	radiale Erstreckung v. 11		
E4	radiale Erstreckung v. 12		
E5	radiale Erstreckung v. 13	25	
E6	radiale Erstreckung v. 14		
E7	radiale Erstreckung v. 15		
E8	radiale Erstreckung v. 16		
E9	radiale Erstreckung v. 17		
E10	radiale Erstreckung v. 26	30	3. Wärmetauscher, der in einem Behälter (2) ein gewendeltes Koaxialrohr (1, 25) aufweist, dessen Innenrohr (3) mit einem zu dem im Spalt (5) zwi- schen dem Innenrohr (3) und dem Außenrohr (4) geführten Fluid im Wärmeaustausch befindlichen Fluid beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet , daß das Koaxialrohr (1, 25) mindestens zweila- gig gestaltet ist und die parallel nebeneinander angeordneten Lagen (22, 23; 37-40) unter Ausbil- dung mehrerer Windungen (8-17; 26-35) spiralför- mig gewickelt sind, wobei die in der radialen Erstreckung (E, E9, E10) größten Windungen (8, 17, 35) der Außenlagen (22, 23; 37, 38) in sich tan- gential erstreckende Längenabschnitte (7, 18; 41, 36) auslaufen.
E11	radiale Erstreckung v. 27		
E12	radiale Erstreckung v. 28		
E13	radiale Erstreckung v. 29		
E14	radiale Erstreckung v. 30		
E15	radiale Erstreckung v. 31	35	
E16	radiale Erstreckung v. 32		
E17	radiale Erstreckung v. 33		
E18	radiale Erstreckung v. 34		
E19	radiale Erstreckung v. 35		
F	axiale Kraft	40	
L	Länge v. 6		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines gewendelten Koaxialrohrs (1) für einen Wärmetauscher, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Koaxialrohr (1), ausgehend von einem sich tangential erstreckenden Längenabschnitt (7), zunächst unter Verringerung der radialen Erstreckung (E, E1-E4) von Windung (8, 9, 10, 11) zu Windung (9, 10, 11, 12) und dann unter Vergrößerung der radialen Erstreckung (E5-E9) von Windung (13, 14, 15, 16) zu Windung (14, 15, 16, 17), auslaufend in einen tangentialen Längenabschnitt (18), mit einer doppelt konischen, mittig eingeschnürten Außenkontur schraubenlinienförmig gewickelt wird, und daß dann die spiralförmigen Windungen (8-17) unter paralleler Ausrichtung der endseitigen tangentialen Längenabschnitte (7, 18) zweilagig axial zusammen-
mengeschoben werden.
2. Verfahren zur Herstellung eines gewendelten Koaxialrohrs (25) für einen Wärmetauscher, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Koaxialrohr (25), ausgehend von einem sich tangential erstreckenden Längenabschnitt (41), zunächst unter Verringerung der radialen Erstreckung (E, E1-E4) von Windung (8, 9, 10, 11) zu Windung (9, 10, 11, 12), dann unter Vergrößerung der radialen Erstreckung (E5-E9) von Windung (13, 14, 15, 16) zu Windung (14, 15, 16, 17), anschließend unter Verringerung der radialen Erstreckung (E10-E14) von Windung (26, 27, 28, 29) zu Windung (27, 28, 29, 30) und letztlich unter Vergrößerung der radialen Erstreckung (E15-E19) von Windung (31, 32, 33, 34) zu Windung (32, 33, 34, 35), auslaufend in einen tangentialen Längenabschnitt (36), mit einer vierfach konischen, doppelt eingeschnürten Außenkontur schraubenlinienförmig gewickelt wird, und daß dann die spiralförmigen Windungen (8-17, 26-35) unter paralleler Ausrichtung der endseitigen tangentialen Längenabschnitte (41, 36) vierlagig axial zusammen-
mengeschoben werden.
3. Wärmetauscher, der in einem Behälter (2) ein gewendeltes Koaxialrohr (1, 25) aufweist, dessen Innenrohr (3) mit einem zu dem im Spalt (5) zwischen dem Innenrohr (3) und dem Außenrohr (4) geführten Fluid im Wärmeaustausch befindlichen Fluid beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Koaxialrohr (1, 25) mindestens zweilagig gestaltet ist und die parallel nebeneinander angeordneten Lagen (22, 23; 37-40) unter Ausbildung mehrerer Windungen (8-17; 26-35) spiralförmig gewickelt sind, wobei die in der radialen Erstreckung (E, E9, E10) größten Windungen (8, 17, 35) der Außenlagen (22, 23; 37, 38) in sich tangential erstreckende Längenabschnitte (7, 18; 41, 36) auslaufen.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem zweilagigen Koaxialrohr (1) die in der radialen Erstreckung (E4, E5) kleinsten Windung (12, 13) der beiden Lagen (22, 23) miteinander verbunden sind.
5. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem vierlagigen Koaxialrohr (25) einerseits die in der radialen Erstreckung (E4, E15) kleinsten Windungen (12, 31) der beiden Außenlagen (37, 38) mit den in der radialen Erstreckung (E5, E14) kleinsten Windungen (13, 30) der jeweils benachbarten Innenlage (39, 40) und andererseits die in der radialen Erstreckung (E9, E10) größten Windungen (17, 26) der Innenlagen (39, 40) miteinander verbunden sind.

6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Innenrohr (3) durch Abstandshalter (6) zum Außenrohr (4) distanziert ist. 5
7. Wärmetauscher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandshalter (6) stegartig ausgebildet sind.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandshalter (6) sich parallel zur Längsachse des Koaxialrohrs (1, 25) erstrecken. 10
9. Wärmetauscher nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandshalter (6) einen wendelförmigen Verlauf aufweisen. 15
10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandshalter (6) in Umfangsrichtung des Spalts (5) zwischem dem Innenrohr (3) und dem Außenrohr (4) zueinander versetzt angeordnet sind. 20
11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandshalter (6) in Längsrichtung des Koaxialrohrs (1, 25) zueinander versetzt angeordnet sind. 25
12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Länge (L) der Abstandshalter (6) etwa dem Abstand (A) von zwei in Längsrichtung des Koaxialrohrs (1, 25) aufeinander folgenden Abstandshaltern (6) entspricht. 30
13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Innenrohr (3) auf seiner inneren und/oder äußeren Oberfläche profiliert ist. 35
14. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl das Innenrohr (3) als auch das Außenrohr (4) aus metallischen Werkstoffen bestehen. 40
15. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl das Innenrohr (3) als auch das Außenrohr (4) aus Nicht-eisenmetallen bestehen. 45
16. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl das Innenrohr (3) als auch das Außenrohr (4) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung bestehen. 50
17. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Innenrohr (3) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung gebildet ist und das Außenrohr (4) aus einem thermoplasti- 55

schen Kunststoff besteht.

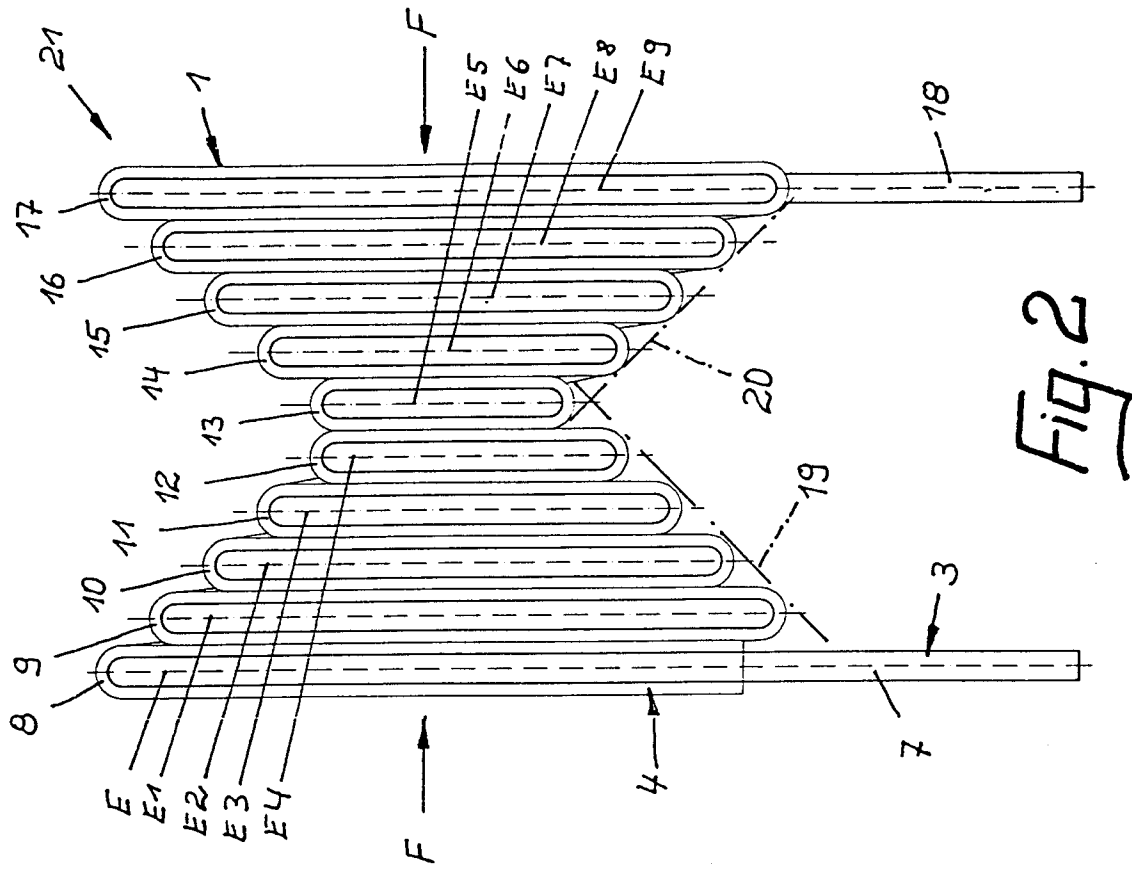


Fig. 2

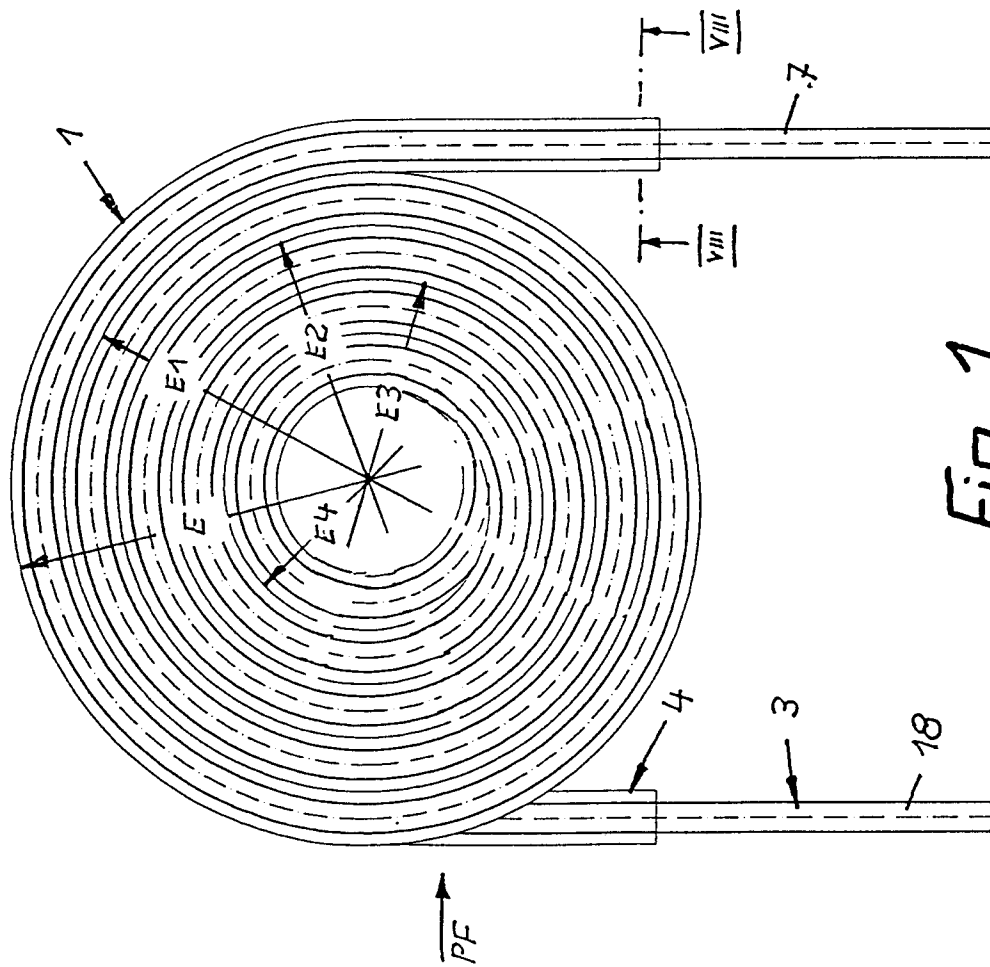
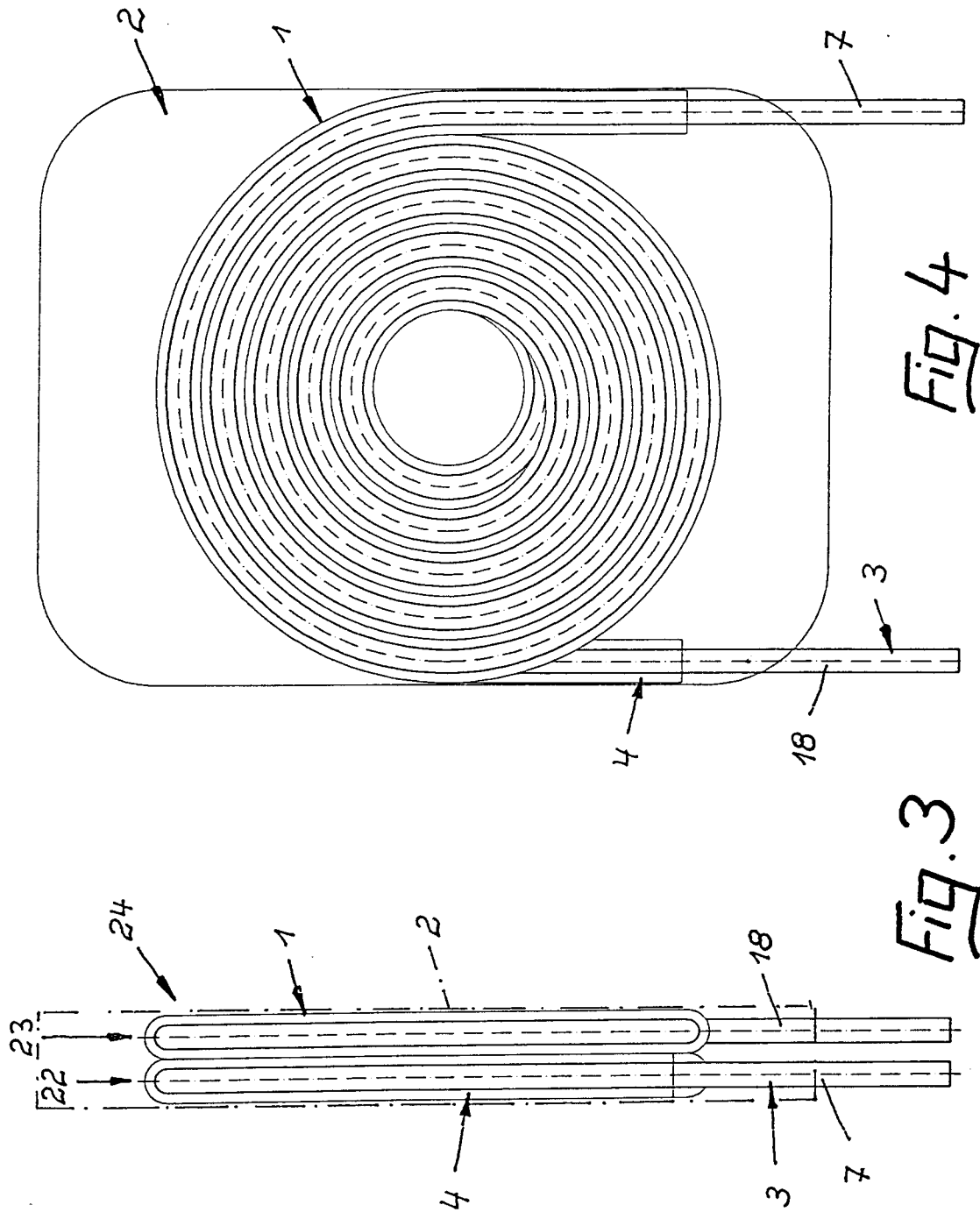


Fig. 1



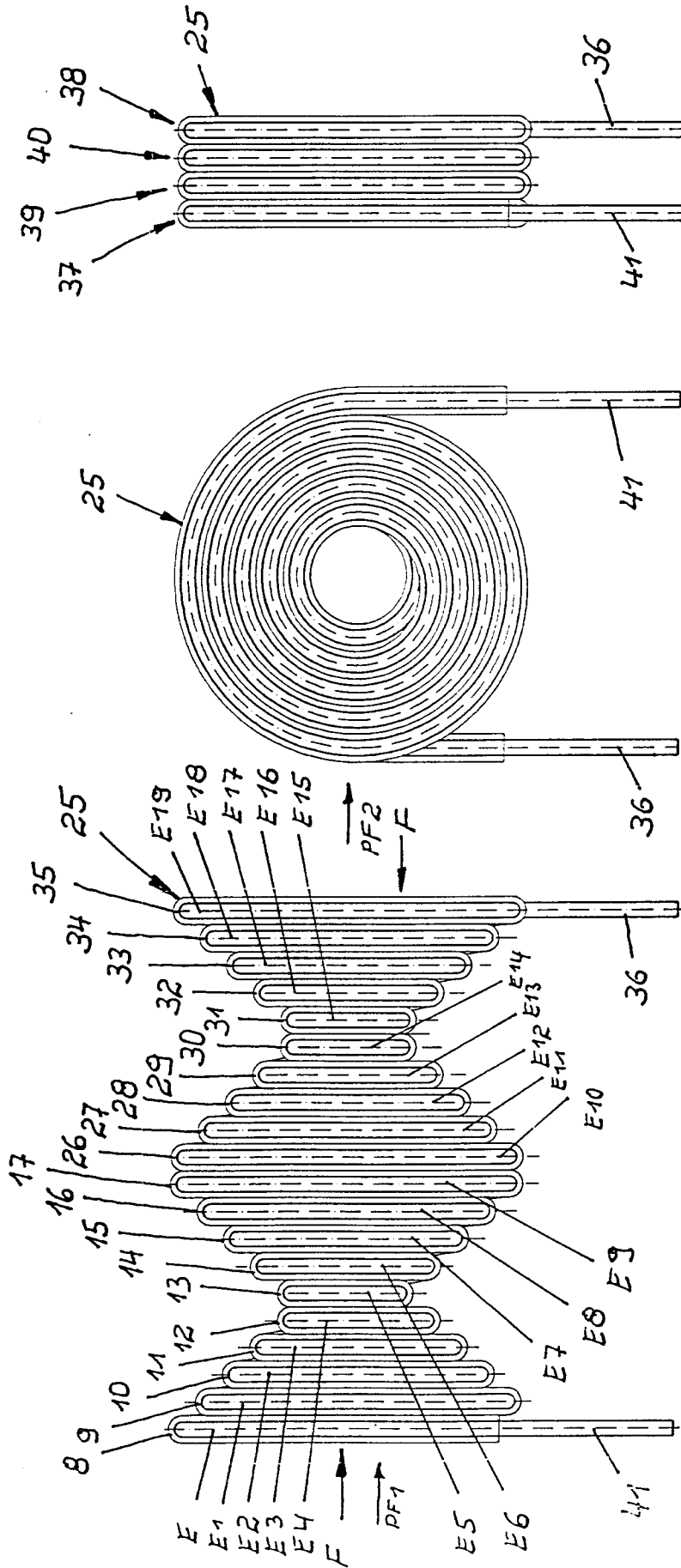


Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

