



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2011 Patentblatt 2011/12

(51) Int Cl.:
F28D 7/10 (2006.01) **F28D 7/16** (2006.01)
F28F 1/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10171887.2**

(22) Anmeldetag: **04.08.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(72) Erfinder: **Zacharias, Jörg**
93096 Köfering (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser**
Anwaltssozietät
Leopoldstrasse 4
80802 München (DE)

(30) Priorität: **08.09.2009 DE 102009040560**

(71) Anmelder: **Krones AG**
93073 Neutraubling (DE)

(54) **Röhrenwärmetauscher mit Faltenbalg-Kompensator**

(57) In einem Röhrenwärmetauscher (W) mit einem Mantelrohr (1) und wenigstens einem Innenrohr (3) zur Behandlung von flüssigen Lebensmittelprodukten gegebenenfalls auch mit einer Produkt gegen Produkt-Strömungsführung, mit wenigstens einer Wärmeausdehnungs-Kompensationseinrichtung (K) für das Mantel- und/oder Innenrohr (1, 3), die eine vom zu behandelnden Produkt kontaktierbare Oberfläche (12) aufweist, ist die-

se an einem in das Mantel- und/oder Innenrohr (1, 3) integrierten Faltenbalg mit mehreren um die Rohrachse (X) umlaufenden, im Querschnitt gerundeten, relativ weiten Faltungen (F, F1) vorgesehen, wobei die jeweilige Faltung (F, F1) mit einer radialen Tiefe (T) und einer axialen Breite (B) mit einem Verhältnis von B : T von etwa 1 oder größer und an der Produktseite hygienisch einwandfrei reinigbar ausgebildet ist.

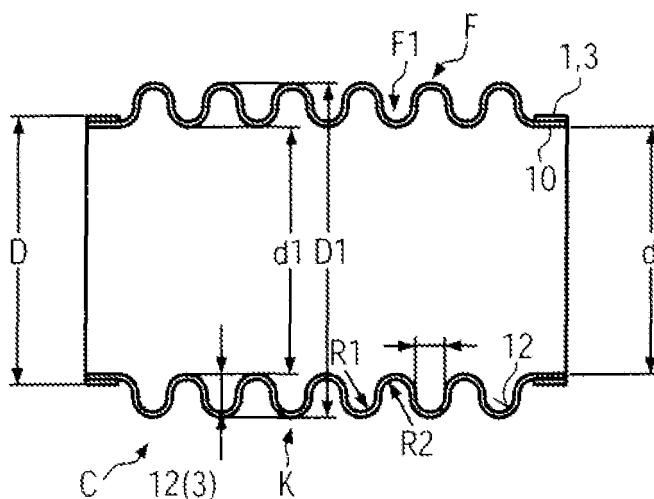


FIG. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Röhrenwärmetauscher der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

[0002] Röhrenwärmetauscher z.B. zur Produkt gegen Produkt-Strömungsführung sind aus DE 600 19 635 T2 und DE 102 56 232 B4 bekannt. Die Wärmeausdehnungs-Kompensationseinrichtung ist hierbei eine Schieberverbindung mit Dichtungen oder eine schwimmende oder Loslagerung, die thermisch bedingte Relativbewegungen zulässt, jedoch Toträume bedingt, in welchen sich das Produkt so absetzen kann, dass es trotz intensiver Reinigung nicht mehr entfernbar ist, oder die zur hygienisch einwandfreien Reinigung ein Zerlegen erfordert. Aus hygienischen Gesichtspunkten sind solche Kompensationseinrichtungen von den zuständigen Behörden nicht empfohlen, jedoch bisher als Kompromisslösung für die Produkt gegen Produkt-Strömungsführung üblich.

[0003] In Röhrenwärmetauschern in der Lebensmittelindustrie, in denen eine Strömungsführung Produkt gegen Wärmeträgermedium wie Wasser stattfindet, ist es hingegen bekannt, als Wärmeausdehnungs-Kompensationseinrichtungen wenigstens einen Faltenbalg so zu verbauen, dass ausschließlich vom Wärmeträgermedium kontaktiert wird, hingegen keinesfalls vom Produkt. Der Faltenbalg wird nach bestimmten Einsatzperioden des Röhrenwärmetauschers oder bei einem Produktwechsel nicht gereinigt, da er ohnedies nur mit dem Wärmeträgermedium in Kontakt ist. Der Faltenbalg ist bewusst mit einem Verhältnis von $B : T$ von sehr viel kleiner als 1, gegebenenfalls mit geraden Flanken und sehr kleinen Krümmungsradien zwischen den Flanken, ausgebildet, weil dadurch die Kompensationswirkung pro Faltung stark ist und deshalb möglichst wenige Faltungen gebraucht werden. Dieser Faltenbalg ließe sich wegen des für die Kompensation günstigen Verhältnisses von $B : T$ sehr viel kleiner als 1 nicht mehr zu einem hygienisch einwandfreien Zustand reinigen, da beim Kontakt mit einem Produkt z.B. wegen Wirbelbildungen und Totzonen unvermeidlich fest haftende Produktablagerungen auftreten würden.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Röhrenwärmetauscher der eingangs genannten Art für eine Produkt gegen Produkt-Strömungsführung hygienisch einwandfrei reinigbar zu gestalten.

[0005] Die gestellte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Mit der bewusst vorgenommenen Abkehr vom üblicherweise für eine optimale Wärmeausdehnungs-Kompensation üblichen Verhältnis von $B : T$ der Faltung zu einem für die Kompensation ungünstigeren Verhältnis von $B : T$ von etwa 1 oder größer zumindest an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche der Faltung ergibt sich dadurch die Möglichkeit, die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche zu einem hygienisch einwandfreien Zustand vom Produkt zu reinigen, weil relativ moderate

Richtungswechsel in den gerundeten Faltungen, relativ schwach gekrümmte Oberflächen und keine kritischen Toträume vorliegen. Das Produkt neigt somit weniger zum Anhaften, sondern wird stets zügig aus der Faltung gespült. Reinigungsmedien können Produktrückstände effizient beseitigen und werden selbst leicht ausgespült und/oder rückstandsfrei entfernt. Um die insgesamt geforderte Kompensationswirkung zu leisten, braucht nur eine entsprechende Mehranzahl an Faltungen vorgesehen zu werden, was jedoch im Hinblick auf die erzielbaren, hygienisch einwandfreien Verhältnisse für die Produkt gegen Produkt-Strömungsführung und die hermetische Dichtheit im Röhrenwärmetauscher durchaus akzeptabel ist. Durch die in Kauf genommene Verschlechterung der Kompensationswirkung jeder z.B. mit ihrer Innenseite mit dem Produkt in Kontakt tretenden, an sich zum technischen Zweck der Kompensation von Wärmeausdehnungen vorgesehenen Faltung, erhält der Faltenbalg jedoch erst die hygienische Eignung zur Produkt gegen Produkt-Strömungsführung im Röhrenwärmetauscher, auch weil durch einen harmonischen Oberflächenverlauf sehr günstige Strömungsverhältnisse erzielt werden, die vor allem die Reinigungseffizienz drastisch verbessern. Es wird somit ein Röhrenwärmetauscher mit hygienischem Faltenbalg erzielt.

[0007] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform kann das Verhältnis von $B : T$ zwischen etwa 1 und bis zu 2 betragen. Je größer das Verhältnis ist, desto günstiger verhält sich die Faltung bei der Reinigung nach vorgeschriebenen Betriebsperioden oder zu einem Produktwechsel.

[0008] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform sind im Faltenbalg mehrere axial direkt aufeinanderfolgende, abwechselnd nach innen und außen geformte und zumindest im Wesentlichen gleichartige und relativ weite Faltungen vorgesehen. Ist dieser Faltenbalg im Mantelrohr angeordnet, liegt die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche nur an der Innenseite vor. Ist der Faltenbalg hingegen in einem Innenrohr angeordnet, kann die innere oder die äußere Oberfläche oder können beide Oberflächen vom Produkt kontaktiert werden, wobei jeweils optimale Verhältnisse für die Reinigung gegeben sind.

[0009] Bei einer alternativen Ausführungsform sind mehrere axial mit Zwischenabständen aufeinanderfolgende, im Wesentlichen gleichartige Faltungen nach innen oder nach außen vorgesehen, die an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche mit dem Verhältnis von $B : T$ von etwa 1 oder größer ausgebildet sind, und sind in den Zwischenabständen Faltungen vorgesehen, die mit einem Verhältnis von $B_1 : T < 1$ ausgebildet sind. In dieser Ausführungsform empfiehlt es sich, die konvex gekrümmten Oberflächen der Faltungen mit dem Verhältnis $B_1 : T < 1$ an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche des Faltenbalgs anzuordnen, weil auch diese konvexen Oberflächenabschnitte gut zu reinigen sind. Dies ist eine hybride Ausbildung des Faltenbalgs, einerseits um die konkaven Oberflächenabschnitte der relativ weiten Faltungen mit dem Verhältnis $B : T$ von etwa 1

oder größer gut reinigen zu können, aber eine geringere Kompensationswirkung pro Längeneinheit zu erzielen, und andererseits auch an den konvexen Oberflächenbereichen der Faltungen mit dem Verhältnis von $B1 : T < 1$ ausreichend gut reinigen zu können, aber dort eine stärkere Kompensationswirkung pro Längeneinheit zu erhalten. Diese Hybridform des Faltenbalgs empfiehlt sich, wie gesagt, speziell für das Mantelrohr, wenn dieses an der Innenoberfläche vom Produkt kontaktiert wird.

[0010] Bei einer anderen Ausführungsform hat der Innendurchmesser des Faltenbalgs eine Größe, die zwischen annähernd dem Innendurchmesser des den Faltenbalg aufweisenden Innen- oder Mantelrohres und diesem Innendurchmesser abzüglich der Tiefe der Faltungen liegt. Abhängig vom Einsatzfall des Faltenbalgs im Mantelrohr oder in einem Innenrohr lassen sich innerhalb dieses Faltenbalg-Innendurchmesserbereiches unerwünschte Engstellen in den jeweiligen Strömungskanälen vermeiden oder minimieren.

[0011] Bei einer Ausführungsform weist der Faltenbalg mit dem Innen- oder Mantelrohr verschweißte, im Wesentlichen kreiszylindrische Rohrendstutzen auf, die in oder über Innen- oder Mantelrohr-Abschnittsenden gesteckt sind. Die Integration des Faltenbalgs in das jeweilige Rohr ist herstellungstechnisch einfach zu beherrschen. Die Schweißstellen sind dicht und vertragen problemlos hohe Druckdifferenzen. Der Faltenbalg kann an der jeweils optimalen Position des Rohres angeordnet werden.

[0012] Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Faltenbalg integral in der kreiszylindrischen Wand des jeweiligen Rohres geformt, beispielsweise durch eine Walzbehandlung oder Rollbehandlung oder durch hydraulisches Umformen. Dadurch entfällt die Notwendigkeit von Schweißverbindungen.

[0013] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform bildet ein Mantelrohr mit mehreren Innenrohren ein Röhrenwärmetauscher-Modul. Der Faltenbalg, zumindest ein Faltenbalg, kann in etwa in der Längsmittle des Wärmetauschermoduls angeordnet sein, um seine Kompensationswirkung optimal zu entwickeln. Vorzugsweise befindet sich der Faltenbalg im Mantelrohr, derart, dass die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche des Faltenbalgs zu den im Mantelrohr untergebrachten Innenrohren weist, die glatt sein können.

[0014] Im Hinblick auf eine effiziente Reinigung ist es wichtig, wenn die Faltung zumindest an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche einen derart harmonischen Oberflächenverlauf aufweist, dass dort weitgehend turbulente Strömungsverhältnisse begünstigt werden, die alle Vertiefungen des Faltenbalgs vollständig erfassen. Weitgehend turbulente Strömungsverhältnisse bieten den Vorteil, keine Zonen entstehen zu lassen, in denen sich nicht nur das Produkt absetzen droht, sondern auch ein Reinigungsmedium keine effiziente Reinigungswirkung zu entwickeln vermag.

[0015] Besonders zweckmäßig ist jede Faltung in einem Achsschnitt des mit dem Faltenbalg ausgestatteten

Innen- und/oder Mantelrohrs aus stufenlos ineinander übergeführten Krümmungsabschnitten gebildet. Bevorzugt sind dies Kreisbogenabschnitte mit einem etwa der halben Tiefe und/oder Breite der jeweiligen Faltung entsprechenden Krümmungsradius.

[0016] Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes werden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

10 Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt eines Moduls eines beispielhaften Röhrenwärmetauschers,

15 Fig. 2 in vergrößertem Maßstab ein Detail aus Fig. 1 mit einem Faltenbalg in einem Mantelrohr des Röhrenwärmetauscher-Moduls,

Fig. 3 einen Achsschnitt einer anderen Ausführungsform, beispielsweise eines Mantelrohres oder eines Innenrohres eines Moduls,

20 Fig. 4 einen Achsschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Mantel- oder Innenrohres eines Moduls, und

25 Fig. 5 einen Teilschnitt einer konkreteren Ausführungsform eines Moduls.

[0017] Die Fig. 1 und 5 verdeutlichen jeweils ein einzelnes Modul M eines gestrichelt angedeuteten Röhrenwärmetauschers W, wie er beispielsweise in der Abfüllindustrie für flüssige Lebensmittelprodukte (z.B. Wasser, Säfte, Milch) zu einer Produkt gegen Produkt-Strömungsführung bei der Wärmebehandlung (Erwärmen oder Abkühlen) eines Lebensmittelproduktes verwendet wird. In dem Röhrenwärmetauscher W können mehrere Module eingebaut sein, um möglichst lange Strömungswege für das Produkt zu erzielen. Das Modul M kann z.B. 3,0 m, 6,0 m lang, oder sogar länger sein.

30 **[0018]** Das Modul M weist in Fig. 1 ein Mantelrohr 1, z.B. aus rostfreiem Stahl, auf, das endseitige Befestigungsflansche 2 zur Montage im Röhrenwärmetauscher W besitzt. Im Mantelrohr 1 ist mindestens ein Innenrohr 3 vorgesehen, das sich im Wesentlichen achsparallel zum Mantelrohr 1 zwischen Befestigungsflanschen 4 erstreckt. In der Ausführungsform in Fig. 1 sind mehrere Innenrohre 3 vorgesehen, die zu einem Rohrbündel zusammengefasst sind, so dass zwischen dem Mantelrohr 1 und den Innenrohren 3 und auch in den Innenrohren 3 mindestens die Strömungskanäle 5, 6, 7 und 8 definiert werden, wobei die Kanäle 6, 7 und 8 zu einem primären Strom und der Kanal 5 zu einem sekundären Strömungskanal gehören. In diesen Strömungskanälen zirkuliert das Lebensmittelprodukt, wobei gegebenenfalls zumindest ein Strömungsweg auch für ein Wärmeträgermedium benutzt wird (in Fig. 1 z.B. der Strömungsweg 5). Um aufgrund unterschiedlicher Temperaturen in den Strömungswegen unvermeidliche Wärmeausdehnungen

zwischen den Rohren 1, 3 kompensieren zu können, ist bei der Ausführungsform in Fig. 1 im Mantelrohr 1 eine Kompensationseinrichtung K integriert, die als Faltenbalg C mit mehreren Faltungen F ausgebildet ist. Es wäre durchaus möglich, über die Länge des Moduls M (z.B. 6,0 m oder mehr) mehrere Faltenbälge C vorzusehen. Der in Fig. 1 gezeigte Faltenbalg C weist innenseitig eine vom Produkt im Strömungsweg 5 kontaktierbare Oberfläche 12 auf und kompensiert durch vorwiegend axiales Arbeiten die unterschiedliche axiale Wärmeausdehnung des Mantelrohres 1 in Relation zu den axialen Wärmeausdehnungen der Innenrohre 3. In Fig. 5 sind am Mantelrohr 1 für den Anschluss z.B. der Innenrohre 3 offene Endflansche 2 und im Mantelrohr 1 seitliche Anschlüsse 2' vorgesehen.

[0019] Zusätzlich könnten auch die Innenrohre 3 mit Faltenbälgen C ausgestattet sein, oder nur die Innenrohre 3, wobei dann ein Faltenbalg C in einem Innenrohr 3 gegebenenfalls innen- und/oder außenseitig eine vom Produkt kontaktierbare Oberfläche 12 darbietet.

[0020] Fig. 2 zeigt den Faltenbalg C von Fig. 1 in größerem Maßstab. Der Faltenbalg C ist mit endseitigen, z.B. kreiszylindrischen Rohrendstutzen 10 mit dem Mantelrohr 1 verschweißt, und zwar hier in Mantelrohrabschnittsenden 1a, 1 b innen eingesteckt und bei 11 verschweißt. Alternativ könnten die Rohrendstutzen 10 auch außen auf die Mantelrohr-Abschnittsenden 1a, 1b aufgesteckt und verschweißt sein. Der Faltenbalg C wird vorfabriziert und nachträglich im Mantelrohr 1 installiert.

[0021] Der Faltenbalg C in Fig. 2 zeichnet sich dadurch aus, dass er mehrere axial mit Zwischenabständen hintereinander angeordnete, um die Rohrachse X umlaufenden, relativ weite Faltungen F aufweist, die eine radiale Tiefe T und eine axiale Breite B haben und einander gleichartig sind. Das Verhältnis von B : T liegt bei etwa 1 oder ist sogar größer, bis vorzugsweise maximal etwa 2. Die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche 12 ist hauptsächlich konkav gerundet und verläuft relativ harmonisch mit beispielsweise einem Krümmungsradius R1, der etwa die Hälfte der Tiefe T oder der Breite B betragen kann.

[0022] In den Zwischenräumen zwischen den axial beabstandeten Faltungen F sind entgegengesetzte Faltungen F1' vorgesehen, die an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche 12 je einen konvexen Oberflächenabschnitt mit einem Krümmungsradius R2' haben, der kleiner ist als die Hälfte der Tiefe T oder der Breite B, und etwa der Hälfte der Breite B1 der Faltung F1' betragen kann.

[0023] Der Innendurchmesser des Faltenbalgs C ist mit d angegeben und entspricht annähernd dem Innendurchmesser D des Mantelrohres 1. Der Außendurchmesser D1 des Faltenbalgs C entspricht etwa dem Innendurchmesser d zuzüglich der zweifachen Tiefe T und zuzüglich der Materialstärke des Faltenbalgs C. Der Faltenbalg C besteht, vorzugsweise, wie auch das Mantelrohr 1, aus rostfreiem Stahl. Die Innenrohre 3 sind in Fig. 2 nicht gezeigt. Die außenliegende Oberfläche 9 des Faltenbalgs C kommt mit dem Produkt im Modul M nicht in

Kontakt.

[0024] In der Ausführungsform in Fig. 3 ist der Faltenbalg C entweder in das Mantelrohr 1 oder in das jeweilige Innenrohr 3 integriert. Befindet sich der Faltenbalg C im Innenrohr 3, dann können hier die inneren und äußeren Oberflächen 12 vom Produkt kontaktiert werden. Im Faltenbalg C sind mehrere axial direkt aufeinanderfolgende, abwechselnd nach innen und außen geformte Faltungen F, F1 geformt, die gleichartig sein können, und aufeinanderfolgend konvexe und konkave Krümmungen haben, zweckmäßig mit Krümmungsradien R1, R2 entsprechend etwa der halben Tiefe T. Zweckmäßig handelt es sich um stufenlos ineinander geführte Kreisabschnitte, vorzugsweise Halbkreise. Der Innendurchmesser d1 des Faltenbalgs C entspricht etwa dem Innendurchmesser d des Mantel- oder Innenrohres 1, 3, oder dessen Außendurchmesser d, während der Außendurchmesser D1 des Faltenbalgs etwa dem Außendurchmesser D zuzüglich der zweifachen Tiefe T und der Materialstärke entspricht. Im gezeigten Ausführungsbeispiel für ein Innen- oder Mantelrohr 1, 3 mit einem Außendurchmesser D von etwa 70,0 mm beträgt die Breite B jeder Faltung knapp 10,0 mm, beträgt die Tiefe T jeder Faltung ebenfalls etwa 10,0 mm, und sind über die Länge des Faltenbalgs C sechs Faltungen F und fünf Faltungen F1 vorgesehen.

[0025] Bei der Ausführungsform in Fig. 4 ist der Innendurchmesser d1 des Faltenbalgs C kleiner als der Innendurchmesser d des Mantel- oder Innenrohres 1, 3, vorzugsweise bis maximal etwa die Tiefe T kleiner, und ist der Außendurchmesser D1 des Faltenbalgs C geringfügig größer als der Außendurchmesser D bzw. fast gleich groß wie der Außendurchmesser D. Auch im Faltenbalg C in Fig. 4 sind axial direkt aufeinanderfolgend mehrere Faltungen F, F1 abwechselnd nach innen und nach außen vorgesehen, die gleichartig sein können.

[0026] Im Ausführungsbeispiel von Fig. 4 beträgt der Außendurchmesser D etwa 114,0 mm, beträgt die Länge des Faltenbalgs C etwa 146,0 mm, beträgt die Tiefe T etwa 12,0 mm und beträgt die Breite B etwa 11,0 mm.

[0027] In jeder Ausführungsform ist das Verhältnis B : T der Faltung F, F1 bei etwa 1,0 oder größer gewählt, vorzugsweise bis maximal etwa 2,0.

[0028] Dabei kann das Verhältnis geringfügig kleiner sein als 1, jedoch vorzugsweise stets mehr als 0,9.

[0029] Bevorzugte Ausführungsformen weisen Manteldurchmesser von bis zu 250 mm auf. Es können jedoch auch Formen mit größeren Durchmessern auftreten.

Patentansprüche

1. Röhrenwärmetauscher (W) mit einem Mantelrohr (1) und wenigstens einem Innenrohr (3) zur Behandlung von flüssigen Lebensmittelprodukten, insbesondere von niedrig viskosen Produkten wie Säften oder Milch, auch mit einer Produkt gegen Produkt-Strömungsführung, mit wenigstens einer Wärmeausdehnungs-Kompensationseinrichtung (K) für das

- Mantel- und/oder Innenrohr (1, 3), wobei in der Kompensationseinrichtung (K) wenigstens eine vom zu behandelnden Produkt kontaktierbare Oberfläche (12) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche (12) an zumindest einem in das Mantel- und/oder Innenrohr (1, 3) integrierten Faltenbalg (C) mit mehreren um die Rohrachse (X) umlaufenden, im Querschnitt gerundeten, relativ weiten Faltungen (F1, F) vorgesehen ist, und dass die jeweilige Faltung (F, F1) an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche (12) mit einer radialen Tiefe (T) und einer axialen Breite mit einem Verhältnis von B : T von etwa 1 oder größer und somit hygienisch einwandfrei reinigbar ausgebildet ist.
2. Röhrenwärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von B : T zumindest an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche (12) zwischen etwa 1 bis etwa 2 beträgt.
3. Röhrenwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere axial direkt aufeinanderfolgende, abwechselnd nach innen und außen geformte, zumindest im Wesentlichen gleichartige Faltungen (F, F1) mit dem Verhältnis von B : T von etwa 1 oder größer vorgesehen sind, vorzugsweise bis zu sechs oder mehr, vorzugsweise nach außen bombierte, Faltungen (F, F1).
4. Röhrenwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere axial mit Zwischenabständen aufeinanderfolgende, im Wesentlichen gleichartige, relativ weite Faltungen (F) nach innen oder nach außen vorgesehen sind, die an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche (12) mit dem Verhältnis B : T von etwa 1 oder größer ausgebildet sind, und dass in den Zwischenabständen engere Faltungen (F1') vorgesehen sind, die mit einem Verhältnis von B1 : T kleiner 1 ausgebildet sind.
5. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innendurchmesser (d1) des Faltenbalgs (C) eine Größe besitzt, die zwischen annähernd dem Innendurchmesser (d) des den Faltenbalg aufweisenden Innen- oder Mantelrohrs (1, 3) und dem Innendurchmesser (d) abzüglich der Tiefe (T) liegt.
6. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faltenbalg (C) mit dem Innen- oder Mantelrohr (3, 1) verschweißte, im Wesentlichen kreiszylindrische Rohrendstutzen (10) aufweist, die in oder über Innen- oder Mantelrohr-Abschnittsenden (1a, 1 b) gesteckt sind.
7. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faltenbalg (C) durch eine Walz- oder Rollbehandlung oder durch hydraulisches Umformen integral in der an sich kreiszylindrischen Wand des Innen- und/oder Mantelrohrs (3, 1) gebildet ist.
8. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mantelrohr (1) mit mehreren Innenrohren (3) einen Wärmetauscher-Modul (M) bildet, und dass der Faltenbalg in etwa in der Längsmitte des Wärmetauscher-Moduls (M) angeordnet ist, vorzugsweise im Mantelrohr (1) und mit zu den Innenrohren (3) weisender, vom Produkt kontaktierbarer Oberfläche (12) an relativ weiten Faltungen (F, F1) mit dem Verhältnis von B : T von etwa 1 oder größer.
9. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Faltung (F, F1) an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche (12) einen harmonischen Oberflächenverlauf aufweist, der weitgehend turbulente Strömungsverhältnisse derart begünstigt, dass die Strömung alle Vertiefungen des Faltenbalges erfasst.
10. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Faltung (F, F1) in einem Achsschnitt des Innen- oder Mantelrohrs (3, 1) aus stufenlos ineinander übergeführten Krümmungsabschnitten, vorzugsweise Kreisbogenabschnitten mit einem etwa der halben Tiefe (T) und/oder Breite (B) entsprechenden Krümmungsradius (R1, R2, R2'), gebildet ist.

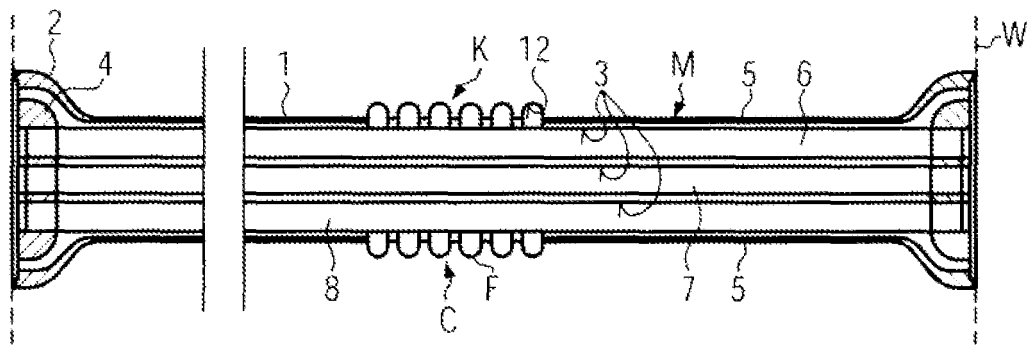


FIG. 1

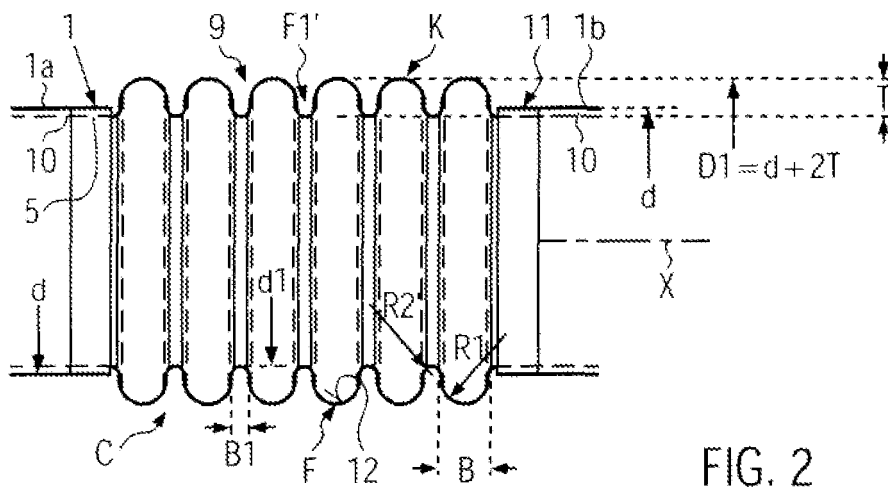


FIG. 2

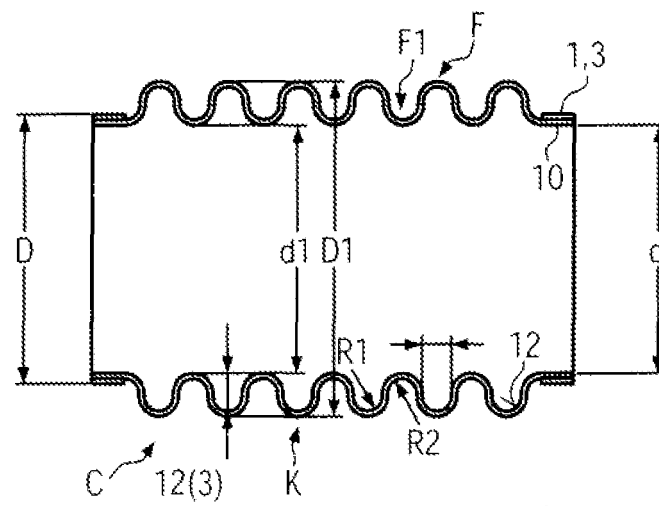


FIG. 3

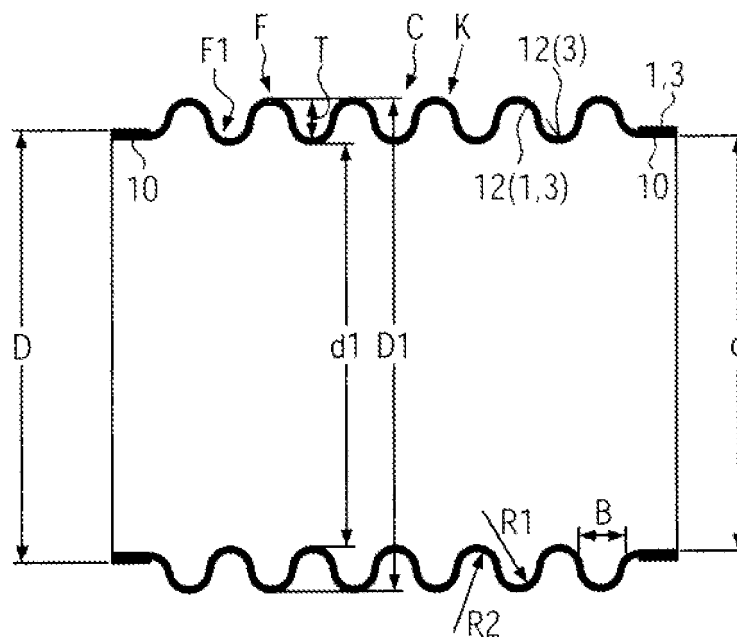


FIG. 4

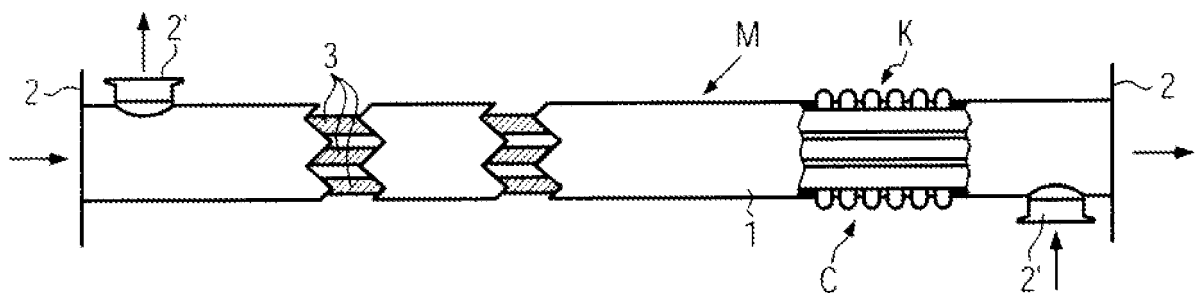


FIG. 5

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 60019635 T2 [0002]
- DE 10256232 B4 [0002]