

(19)



(11)

**EP 1 656 502 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.02.2008 Patentblatt 2008/06**

(51) Int Cl.:  
**F04C 2/107<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **04764133.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2004/009141**

(22) Anmeldetag: **14.08.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2005/021971 (10.03.2005 Gazette 2005/10)**

(54) **EXZENTERSCHNECKENPUMPE MIT EROSIONSFESTEM ROTOR**

ECCENTRIC SCREW PUMP EQUIPPED WITH A ROTOR THAT IS EROSION-RESISTANT  
POMPE A VIS SANS FIN EXCENTRIQUE MUNIE D'UN ROTOR RESISTANT A L'EROSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **22.08.2003 DE 10338632**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.05.2006 Patentblatt 2006/20**

(73) Patentinhaber: **Wilhelm Kächele GmbH**  
**73235 Weilheim (DE)**

(72) Erfinder: **KÄCHELE, Bruno**  
**73725 Weilheim / Teck (DE)**

(74) Vertreter: **Rüger, Barthelt & Abel**  
**Patentanwälte**  
**Webergasse 3**  
**73728 Esslingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 1 816 462 DE-A- 2 240 423**  
**DE-A- 2 918 602 DE-A- 19 852 380**

**EP 1 656 502 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

**[0001]** Aus der DE 198 52 380 A1 ist ein Rotor für eine Exzentrerschneckenpumpe oder ein Exzentrerschneckenmotor bekannt, der durch Kaltumformung hergestellt ist.

**[0002]** Die Pumpe beziehungsweise der Motor weist einen Stator mit einer durchgehenden schraubenförmigen Öffnung auf, in der der Rotor sich beim Verdrängerbetrieb abwälzt. Den Stator bildet ein zylindrisches Rohr, das mit einer elastomeren Auskleidung versehen ist. Die elastomere Auskleidung selbst stellt die Wand der Durchgangsöffnung dar und wirkt als Abdichtung gegenüber dem Stator.

**[0003]** Der Stator setzt sich aus einem Kernelement und einem darum geformten Mantel zusammen. Der Mantel wird ausgehend von einem zylindrischen Rohr in die schraubenförmige Gestalt kalt umgeformt. Dadurch erhält das ursprünglich zylindrische Rohr nicht nur die schraubenförmige Gestalt, wie sie für den Rotor erforderlich ist, sondern das Rohr wird auf diese Weise auch fest mit dem Kernelement verbunden. Im endgültigen Zustand liegen die Gewindetäler des Mantels des Stators fest und reibschlüssig auf dem Kernelement auf. Zur Verbesserung der Mitnahmewirkung zwischen dem Kernelement und dem Mantel des Stators, kann das Trägerelement noch mit Längsrippen versehen sein.

**[0004]** Der bekannte Rotor ist kostengünstig in sehr großen Mengen herstellbar. Es können ohne weiteres Längen von bis zu 6 Metern erreicht werden, ohne das eine spangebende Nacharbeit der Oberfläche des Stators erforderlich ist. Die Oberfläche des Rotors ist sehr glatt und hinreichend maßhaltig.

**[0005]** Das in dem Mantel vorhandene Kernelement verhindert, dass sich der Rotor bei Druckbeaufschlagung entspiralisiert, was zu einem Steigungsfehler zwischen Stator und Rotor und der Folge entsprechender Undichtigkeiten führen würde.

**[0006]** Das bislang für den bekannten Rotor verwendete Stahlmaterial ist für eine Reihe von Anwendungen nicht fest genug hinsichtlich des auftretenden Abriebs und für einige Anwendungsfälle auch nicht hinreichend korrosionsfest. Mit anderen Worten, der bekannte Rotor zeichnet sich nicht durch eine ausreichende Erosionsfestigkeit aus. Dabei soll unter Erosion nicht nur der Abtrag durch Korrosion, sondern auch der Abtrag durch Gleitschleifen des geförderten Materials an der Oberfläche verstanden werden.

**[0007]** Aus dem Stand der Technik ist es ferner bekannt, den Stator mit einem Mantel zu versehen, der ebenfalls eine schraubenförmige Gestalt ähnlich einer schraubenförmigen Gestalt der Durchgangsöffnung zeigt. Die elastomere Auskleidung, die wiederum als Dichtmaterial dient, weist in diesen Fällen praktisch eine nahezu konstante Wandstärke auf. Mit einem solchen Stator lassen sich größere Drücke erzeugen, beziehungsweise größere Drehmomente im Falle eines Exzentrerschneckenmotors.

**[0008]** Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung eine Exzentrerschneckenpumpe oder einen Exzentrerschneckenmotor zu schaffen, bei denen der Rotor sich durch eine bessere Erosionsfestigkeit auszeichnet.

**[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit dem Exzentrerschneckenmotor oder der Exzentrerschneckenpumpe mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

**[0010]** Ferner ist es Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zu schaffen, um einen Rotor zu produzieren, der eine größere Erosionsfestigkeit zeigt.

**[0011]** Das Verfahren ist durch die Merkmale des Anspruches 23 gekennzeichnet.

**[0012]** Bei der erfindungsgemäßen Exzentrerschneckenpumpe beziehungsweise dem erfindungsgemäßen Exzentrerschneckenmotor ist der Rotor sandwichartig aufgebaut. Er besteht aus einer radial inneren Lage und einer radial äußeren Lage, wobei die radial äußere Lage speziell an die höhere Erosionsfestigkeit angepasst ist. Sie kann abriebfester oder korrosionsfester oder beides sein, als die radial innere Lage.

**[0013]** Da im Übrigen die korrosionsfestere Materialien sich bei größerer Wandstärke unter Umständen schlechter umformen lassen und/oder sehr viel teurer sind als die radial innere Lage, kann die radial innere Lage primär nach dem Gesichtspunkt der Festigkeit und der Kosten ausgewählt werden, so dass mit einer sehr dünnen radialen äußeren Lage das Auskommen gefunden wird.

**[0014]** Eine sehr homogene Struktur des Rotors lässt sich erreichen, wenn das innere Rohr ein nahtloses Rohr ist. Inhomogenitäten, wie sie sonst beim Schweißen auftreten würden, werden dadurch vermieden. Solche Inhomogenitäten könnten sich als Gestaltsfehler nach außen hin fortsetzen. Es ist jedoch auch möglich ein gewickeltes Rohr als inneres Rohr zu verwenden. An der schraubenförmigen Stoßfuge ist das Rohr vorzugsweise Laser geschweißt. Die Wendel sollte gegenläufig zu der Wendel der äußeren Lage laufen.

**[0015]** Die innere Lage, beziehungsweise das innere Rohr, besteht aus einem leicht umformbaren Stahl, der gut geeignet ist, die auftretenden Kräfte abzuleiten und der sich in brauchbarer Weise kalt umformen lässt.

**[0016]** Die äußere Schicht kann aus einem aufgesteckten Rohr bestehen. Eine solche Lösung eignet sich jedoch nur für Rotoren mit kurzer Baulänge. Bei Rotoren mit großer Baulänge ist es von Vorteil, wenn die äußere Lage von einem aufgewickelten Metallband gebildet wird.

**[0017]** Das Metallband wird auf Stoß aufgewickelt derart, dass die einzelnen Windungen ohne Spalt aneinander angrenzen. Eine besonders gute Anordnung wird erreicht, wenn vor dem Kaltumformen die schraubenförmig verlaufende Stoßstelle, an der die Windungen aneinander stoßen, verschweißt wird. Vorzugsweise erfolgt das Verschweißen mit Hilfe von Laser.

**[0018]** Als äußeres Material kommen unter anderem Edelstähle V2A-, V4A-Stahl oder sonstige abriebfeste Stähle in Frage. Da diese ein sehr viel höheres spezifi-

sches Gewicht als normaler Stahl haben, bedeutet der zweilagige Aufbau auch eine Gewichtsersparnis, verglichen mit einem Rotor nur aus Edelstahl. Dies spielt bei Rotoren mit einer Länge bis zu 6 Metern durchaus eine Rolle.

**[0019]** Die Festigkeit des Rotors kann verbessert werden, wenn er ein Kernelement aufweist. Der Rotor kann um das Kernelement herumgeformt sein, so dass sich eine gute Verbindung mit dem Kernelement ergibt. Das Kernelement verhindert bei großen Längen ein entspiralisieren des Rotors unter Last. Außerdem kann mit Hilfe des Kernelementes zusätzlicher Drehmoment über die Länge des Rotors eingeleitet werden. Hierzu ist der im Wesentlichen rotationssymmetrische und nicht schraubenförmig verformte Kern besser geeignet.

**[0020]** Das Kernelement kann selbst rohrförmig sein oder massiv.

**[0021]** Außerdem kann der Zwischenraum zwischen dem Rohr oder Mantel des Rotors und dem Kernelement entweder freigelassen werden oder mit einer Masse gefüllt werden.

**[0022]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst ein zylindrisches Rohr bereit gestellt. Das Rohr wird mit einer Metallschicht ummantelt, so dass ein doppelwandiges Gebilde erhalten wird. Anschließend wird das doppelwandige Gebilde, das nach wie vor zylindrisch ist, schraubenförmig umgeformt.

**[0023]** Die Beschichtung des zylindrischen Rohres mit der äußeren Schicht ist sehr einfach und lässt sich wegen der einfachen geometrischen Gestalt des bereit gestellten Rohres auch einfach bewerkstelligen.

**[0024]** Da die äußere Schicht nur mit einer geringeren Wandstärke aufgetragen werden muss, denn die Stabilität des Rotors wird unter Umständen in erster Linie von dem inneren Rohr erzeugt, können für die äußere Lage auch Materialien verwendet werden, die bei großer Wandstärke nicht mehr kalt zu verformen wären.

**[0025]** Vorteilhafterweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein nahtloses Rohr verwendet.

**[0026]** Das nahtlose Rohr hat zweckmäßigerweise eine metallisch blanke Oberfläche, so dass die Verbindung der äußeren Lage mit dem Rohr durch das Kaltumformen nicht durch oxydrückstände behindert wird.

**[0027]** Die äußere Metallschicht besteht im einfachsten Falle aus einem Metallband, das auf das Rohr aufgewickelt wird. Um die Spannung zu erhöhen, kann das Metallband vor dem Aufwickeln unmittelbar vor der Berührungsstelle erwärmt werden. Das nachfolgende Abkühlen sorgt für einen Schrumpfungsprozess, der das Metallband besonders fest auf der Oberfläche des Rohres hält.

**[0028]** Die Stoßfuge zwischen benachbarten Windungen ist zweckmäßigerweise verschweißt, um ein Eindringen von Partikeln zu verhindern.

**[0029]** Das erhaltene doppelwandige Gebilde wird kalt umgeformt. Bei dem Umformvorgang verbindet sich, zumindest punktuell, die äußere Schicht mit dem inneren Rohr, ähnlich wie dies beim Blattieren auch der Fall ist.

Die Verbindung ist dadurch besonders haltbar und wird sich auch bei Temperaturwechseln nicht öffnen.

**[0030]** Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren, kann vor dem Umformen des beschichteten Rohres ein Kernelement eingefügt sein.

**[0031]** Im Übrigen sind Weiterbildungen der Erfindung Gegenstand von Unteransprüchen. Beim Studium der Ausführungsbeispiele wird auch klar, dass eine Reihe von Abwandlungen möglich sind.

**[0032]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine Exzentrerschneckenpumpe in einer perspektivischen Darstellung, teilweise geschnitten

Fig. 2 einen Längsschnitt durch den Stator der erfindungsgemäßen Exzentrerschneckenpumpe,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch den Rotor der erfindungsgemäßen Exzentrerschneckenpumpe,

Fig. 4 einen Querschnitt durch den Rotor nach Fig. 3, und

Fig. 5 das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen des Rotors der Exzentrerschneckenpumpe beziehungsweise des Exzentrerschneckenmotors nach Figur 1 unter Versinnbildlichung der Verfahrensschritte

**[0033]** Fig. 1 zeigt in einer schematisierten, perspektivischen Darstellung eine erfindungsgemäße Exzentrerschneckenpumpe 1. Zu der Exzentrerschneckenpumpe 1 gehören ein Pumpenkopf 2, ein Stator 3, in dem sich ein in Fig. 2 abgebrochen veranschaulichter Rotor 4 dreht, sowie ein Anschlusskopf 5.

**[0034]** Der Pumpenkopf 2 weist ein im wesentlichen zylindrisches Gehäuse 6 auf, das an einem Stirnende mit einem Abschlusssdeckel 7 versehen ist, durch den abgedichtet eine Antriebswelle 8 nach außen geführt ist. In das Gehäuse 6 mündet radial ein Anschlussstutzen 9, der an einem Befestigungsflansch 11 endet. Im Inneren des Gehäuses 6 befindet sich, wie bei wie bei Exzentrerschneckenpumpen üblich, ein Kupplungsstück, um die Antriebswelle 8, die an einen nicht dargestellten Antriebsmotor angeschlossen ist, mit dem Rotor 4 drehfest zu koppeln.

**[0035]** Das von dem Deckel 7 abliegende Stirnende des Gehäuses 6 ist mit einem Spannflansch 12 versehen, dessen Durchmesser größer ist als der Durchmesser des im wesentlichen zylindrischen Gehäuses 6. Der Spannflansch 12 enthält eine Stufenbohrung 13, die mit dem Innenraum des Gehäuses 6 fluchtet. In der Stufenbohrung ist eine nicht erkennbare Anlageschulter ausgebildet, gegen die der Stator 3 mit einem Ende angepresst wird.

**[0036]** Der Anschlusskopf 5 verfügt über einen mit dem

Spannflansch 12 zusammenwirkenden Spannflansch 14, der ebenfalls eine Stufenbohrung enthält, in der das andere Ende des Stators 3 eingesetzt ist. Mit der Stufenbohrung fluchtet eine wegführende Rohrleitung 15.

**[0037]** Zwischen den beiden Spannflanschen 12 und 14 ist mit Hilfe von insgesamt 4 Zugankern 16 der Stator 3 abgedichtet festgespannt. Zur Aufnahme der insgesamt 4 Zuganker 16 sind die beiden Spannflansche 12 und 14 mit jeweils vier miteinander fluchtenden Bohrungen 17 versehen, die auf einem Teilkreis liegen, der größer ist als der Außendurchmesser des Gehäuses 6 bzw. des Rohres 15. Durch diese Bohrungen 17 führen die stangen-förmigen Zuganker 16 hindurch. Auf der von dem gegenüberliegenden Spannflansch 12 bzw. 14 abliegenden Seite sind auf die Zuganker 16 Muttern 18 aufgeschraubt, mit deren Hilfe die beiden Spannflansche 12 und 14 aufeinander zu festgezogen werden.

**[0038]** Der Stator 3 besteht, wie Fig. 2 zeigt aus einem rohrförmigen Mantel 19 mit konstanter Wandstärke, der einen Innenraum 20 umgibt. Der Mantel 19 besteht aus Stahl, einer Stahllegierung, Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung. Er ist so geformt, dass seine Innenwand 21 die Außengestalt einer mehrgängigen Schraube bekommt. Seine Außenseite 22 hat eine entsprechend ähnliche Gestalt mit einem Durchmesser, der entsprechend der Wandstärke des Mantels 19 größer ist als der Durchmesser des Innenraums des Mantels 19.

**[0039]** Der Mantel 19 endet an seinen Stirnenden mit Stirnflächen 23 und 24, die bezüglich seiner Längsachse 25 rechtwinklig verlaufen. Die Längsachse 25 ist die Achse des Innenraums 20.

**[0040]** Im einfachsten Falle hat der Innenraum 20 die Gestalt einer zweigängigen Schraube. Somit hat auch der Querschnitt, der von der Außenfläche 22 umgeben ist, jeweils rechtwinklig zu der Längsachse 25 gesehen, die Gestalt eines Ovals, ähnlich einer Rennbahn. Um diese jeweilige Geometrie an die Stufenbohrung 13 anzupassen, sitzen auf dem Mantel 19 auf jedem Stirnende ein Abschluss- oder Reduzierring 26. Alternativ können die Enden auch zu zylindrischen Rohren geformt sein. Der Abschlussring 26 enthält eine Durchgangsöffnung 27, die mit dem Verlauf der Außenfläche 22 über die Länge des Abschlussrings 26 übereinstimmt. Mit anderen Worten, der Abschlussring 26 wirkt im weitesten Sinne wie eine Mutter, die auf das Gewinde, das durch den Mantel 19 definiert ist, aufgeschraubt ist. Die Länge des Gewindes entspricht der Dicke des Abschlussrings 26.

**[0041]** Radial nach außen wird der Abschlussring 26 von einer Zylinderfläche 28 begrenzt, die in axialer Richtung in eine Planfläche 29 übergeht, die von dem Mantel 19 wegzeigt.

**[0042]** Auf der Innenseite 21 ist der Mantel 19 über seine gesamte Länge mit einer durchgehenden Auskleidung 32 versehen. Die Auskleidung 32 besteht aus einem elastisch nachgiebigen vorzugsweise elastomeren Material, beispielsweise Naturgummi oder synthetischem Material, und weist an jeder Stelle etwa dieselbe Wandstärke auf.

**[0043]** Wie Fig. 3 erkennen lässt, setzt sich der Rotor 4 aus einem Kernelement 33, einem Rotormantel 34 und einem Kupplungskopf 35 zusammen.

**[0044]** Das Kernelement 33 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel ein dickwandiges Stahlrohr mit einer zumindest ursprünglich zylindrischen Außenumfangsfläche 36 und einem durchgehenden zylindrischen Innenraum 37.

**[0045]** Das Kernelement 33 ist gerade und deswegen rohrförmig gestaltet, weil der Innenraum zu der Festigkeit, um die es hier geht, keinen nennenswerten Beitrag liefert, sondern lediglich das Gewicht erhöht. Es kann jedoch auch massiv sein.

**[0046]** An seinem in Fig. 3 rechten Ende ist das Kernelement 33 mit einem Gewindezapfen 38 versehen. An dem gegenüberliegenden Ende enthält das Kernelement 33 eine Gewindebohrung 39.

**[0047]** Der Mantel 34 des Rotors 4 ist ebenfalls ein Rohr mit einer Innenwand 40 und einer Außenfläche 41. Die Außenfläche 41 bildet ein Gewinde, das sich über die gesamte axiale Länge des Mantels 34 fortsetzt. Es beginnt bei 42 und endet bei 43. Die Gangzahl des von der Außenfläche 41 gebildeten Gewindes ist um eins niedriger als die Gangzahl der Durchgangsöffnung 20 in dem Stator 3.

**[0048]** Wie der Querschnitt in Fig. 4 erkennen lässt, weist der Rotor 4 im gezeigten Ausführungsbeispiel ein viergängiges Gewinde auf, d.h. längs dem Mantel 34 verlaufen schraubenförmig insgesamt vier Leisten. Da die Durchgangsöffnung 20 dementsprechend fünfgängig ist, bildet das fünfgängige Gewinde in der Durchgangsöffnung 20 insgesamt fünf schraubenförmig sich erstreckende Leisten aus Elastomermaterial.

**[0049]** In Figur 4 ist der Querschnitt durch den Rotor 4 gezeigt. Der Rotormantel 34 ist zweilagig und besteht aus einer inneren Lage 44 und einer darauf befindlichen äußeren Lage 45. Die innere Lage 44 besteht aus einem ursprünglich zylindrischen Stahlrohr mit guter Verformbarkeit und einer für den Anwendungszweck geeigneten Festigkeit.

**[0050]** Die äußere Lage 45 hingegen besteht aus einem erosionsfesten Material, das heißt einem Material, dass durch das zu pumpende Medium wenig abgetragen oder abgeschliffen wird und/oder das von dem zu pumpenden Medium chemisch wenig angegriffen wird. Ein geeignetes Material ist beispielsweise Edelstahl wie ein V2A oder ein V4A. Die Wandstärke der inneren Schicht 44 beträgt zwischen 1 mm und 5 mm, während die Wandstärke der äußeren Lage 45 zwischen 1 mm und ebenfalls 5 mm liegen kann. Die Herstellung dieses Rotors 4 ist weiter unten anhand von Figur 5 erläutert.

**[0051]** Der Mantel 34 ist, wie bereits erwähnt, rohrförmig, weshalb die Innenfläche 40 der Außenfläche 41 im konstanten Abstand folgt.

**[0052]** Infolge der schraubenartigen Umformung des Mantels 34 bildet dessen Außenfläche 41 in Längsrichtung gesehen abwechselnd Gewindescheitel 46 und Gewindetäler 47. Zufolge der Mehrgängigkeit erscheinen

die Gewindetäler 47 und die Gewindescheitel 46 nicht nur in Längsrichtung, sondern, wie der Querschnitt nach Fig. 4 zeigt, auch in jeder Schnittebene in Umfangsrichtung gesehen.

**[0053]** Die Abmessungen des zylindrischen geraden Rohrs, aus dem der Mantel 34 kaltverformt wird, sind so gewählt, dass nach der endgültigen Verformung zu der schraubenartigen Gestalt der Mantel 34 mit seiner Innenumfangsfläche 40 im Bereich der Gewindetäler 47 (bezogen auf die äußere Kontur) die Außenumfangsfläche 36 des Kernelementes 33 zumindest berührt.

**[0054]** Bei entsprechend stärkerem Verformen ist es auch möglich, zusätzlich die Außenumfangsfläche 36 des Kernelementes 33 geringfügig mit zu verformen, wodurch die Außenumfangsfläche 36 flache Nuten 48 bekommt, die der Kontur der Gewindetäler 47 folgen. Wenn die Verformung in dieser Weise fortgesetzt wird, entsteht zwischen dem Mantel 34 und dem Kernelement 33 nicht nur eine reibschlüssige, sondern auch eine formschlüssige Verbindung im Bereich der sich zum Inneren des Mantels 34 vorwölbenden Gewindetäler 47 mit dem Kernelement 33. Darüber hinaus kann infolge der Verformung sogar ein Kaltschweißen zwischen dem Mantel 34 und dem Kernelement 33 an den Berührungsstellen erfolgen.

**[0055]** Da das Halbzeug, wie erwähnt, aus dem der Mantel 34 hergestellt ist, ein zylindrisches Rohr ist, dessen Durchmesser größer ist als der Außendurchmesser des Kernelementes 33, entstehen zwischen dem Kernelement 33 und dem Mantel 34 schraubenförmig verlaufende Zwischenräume 49. Die Anzahl dieser schraubenförmigen Zwischenräume 49 ist gleich der Anzahl von Gewindescheiteln 46, die im Querschnitt des Rotors 4 in Umfangsrichtung zu erkennen sind. Je nach Anwendungsfall können diese Zwischenräume 49 entweder leer bleiben oder mit einer Masse gefüllt werden. Diese Masse kann z.B. Kunstharz oder mit Leichtmetallpulver gefülltes Kunstharz sein.

**[0056]** Das Herstellungsverfahren des aus den Lagen 44 und 45 bestehenden Rotors 4, ist in den Figuren 5 bis 7 stark schematisiert veranschaulicht.

**[0057]** Es wird zunächst ein blank gezogenes, nahtloses Stahlrohr 51 mit einer geeigneten Wandstärke und einer geeigneten Länge von mehreren Metern bereit gestellt. Das Stahlrohr 51 wird auf der Außenseite mit einem Metallband 52 bewickelt, das später die äußere Lage 45 bildet. Das Metallband 52 ist ein Band aus einem entsprechenden Edelstahl oder einem sonstigen Stahl. Das Band 42 wird, wie Figur 6 erkennen lässt, als eingängige Schraube auf die Außenseite des Stahlrohrs 51 aufgewickelt. Dabei bildet es nebeneinander liegende Windungen 53, die durch jeweils eine schraubenförmig verlaufende Stoßfuge 54 voneinander getrennt sind. Das Aufwickeln des Metallbandes 52 geschieht so, dass die Stoßfuge 54 möglichst geschlossen ist.

**[0058]** Die Stoßfuge 54 wird während des Aufwickelns oder in einem separaten Schritt mit Hilfe eines Laserstrahls 55 und Füllmaterial verschweißt, um eine glatte,

homogene zylindrische Oberfläche zu erreichen. Andere Schweißverfahren sind auch möglich. Dabei kann durchgeschweißt werden um das Band 52 im Bereich der Stoßfuge 54 mit dem Trägerrohr 51 stoffschlüssig zu verbinden.

**[0059]** Unmittelbar bevor das Metallband 52 auf das Rohr 51 auftrifft wird es, beispielsweise mittels einer Gasflamme 56 oder induktiv erwärmt. Dadurch wird erreicht, dass das Metallband 52 nach dem Aufwickeln auf das Rohr 51 und dem Erkalten eine erhebliche Spannung in Umfangsrichtung erzeugt.

**[0060]** Nachdem das Band 52 über die gesamte Länge des Rohres 51 aufgewickelt und die Stoßfuge 54 ebenfalls über die gesamte Länge verschweißt ist, wird gemäß Figur 7 das Kernelement 33 eingesteckt. Anschließend wird das Gebilde durch Kaltverformung beispielsweise Walzen mittels einer Vielzahl von Walzen, von denen lediglich eine bei 57 angedeutet ist, in die gewünschte Schraubenform gebracht.

**[0061]** Beim Walzen verbindet sich das Metallband 52 sehr innig mit der Außenfläche des darunter befindlichen Stahlrohres 51.

**[0062]** Das Metallband 52 bildet, nachdem der Verfahrensschritt nach Figur 6 abgeschlossen ist, auf dem Metallstahlrohr 51 ein zweites, äußeres Rohr, das fest und unter Spannung in Umfangsrichtung reibschlüssig auf der Außenumfangsfläche des Rohres 51 sitzt. Die beiden Rohre, nämlich das durch Wickeln entstandene Rohr und das nahtlose, innere Stahlrohr sind so fest miteinander bereits nach dem Wickeln verbunden, dass sie nicht mehr voneinander zu trennen sind.

**[0063]** Der anschließende Walzvorgang gemäß Figur 7, sorgt für eine noch innigere Verbindung, die zumindest bis zu einem gewissen Grad dem Plattieren einer Metallschicht ähnelt.

**[0064]** Durch das Walzen, das an sich zu einem Strecken eines Metallstücks führt, trennt sich überraschenderweise das äußere, durch Wickeln hergestellte Rohr nicht von dem darunter befindlichen Rohr 51. Vielmehr werden beide gemeinsam in die gewünschte Schraubenform umgeformt, wobei gleichzeitig auch noch die innige Verbindung mit dem Kernelement 33 hergestellt wird.

**[0065]** Anstelle von lediglich einem Metallband können auch mehrere Metallbänder als mehrgängige Schraube aufgewickelt werden. Ferner kann der Wickelvorgang wiederholt werden um mehrere Lagen übereinander zu erzeugen.

**[0066]** Die Erfindung wurde anhand einer Exzentrerschneckenpumpe erläutert. Für den Fachmann ist jedoch ohne weiteres sofort zu erkennen, dass die Erfindung keineswegs auf Exzentrerschneckenpumpen beschränkt ist. Vielmehr können nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechend den Figuren 5 bis 7 auch Rotoren für Exzentrerschneckenmotoren oder Mudmotoren hergestellt werden. Im Ergebnis wird jeweils eine Verdrängermaschine erhalten, die einen sehr widerstandfähigen Rotor enthält.

## Patentansprüche

1. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor (1),  
mit einem Stator (3), der eine durchgehende Statorbohrung (20) enthält, die eine schraubenförmige Gestalt aufweist,  
mit einem an die Statorbohrung (20) angepassten schraubenförmigen Rotor (4), der ein schraubenförmig verformtes Rohr (34) aufweist, das sich aus einer inneren Lage (44) und wenigstens einer äußeren Lage (45) zusammensetzt, die gemeinsam zu der schraubenförmigen Gestalt umgeformt sind, wobei die äußere Lage (45) aus einem Material besteht, das sich von dem Material der inneren Lage (44) unterscheidet, und  
mit einem Kupplungskopf (35), der mit dem Rotor (4) drehfest verbunden ist.
2. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der äußeren Lage (45) abriebfester und/oder korrosionsfester ist als das Material der inneren Lage (44).
3. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Lage (44) aus einem nahtlosen Rohr (51) besteht.
4. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Lage (44) aus einem Stahl besteht.
5. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Lage (45) aus wenigstens einem Metallband (52) besteht.
6. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Metallband (52) der äußeren Lage (45) schraubenförmig auf die innere Lage (44) aufgewickelt ist.
7. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stoßstellen (54) zwischen benachbarten Windungen (53) des wenigstens einen aufgewickelten Metallbands (52) verschweißt sind.
8. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stoßstellen (54) lasergeschweißt sind.
9. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der äußeren Lage (45) von einem korrosionsfesten und/oder hoch abriebfesten Stahl gebildet ist.
10. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahl aus dem Materialien V2A, V4A ausgewählt ist.
11. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (4) ein Kernelement (33) enthält, das mit dem Rohr (34) reib- und/oder formschlüssig verbunden ist.
12. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (34) mit dem Kernelement (33) im Bereich der Gewindetäler (47) formschlüssig verbunden ist, indem das Kernelement (33) lediglich im Bereich der Gewindetäler (47) des Rohrs (34) unter Bildung wenigstens einer schraubenförmig verlaufenden flachen Nut (48) eingedrückt ist.
13. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Kernelement (33) und dem Rohr (34) wenigstens ein schraubenförmig verlaufender Zwischenraum (49) enthalten ist.
14. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kernelement (33) rohrförmig ist.
15. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kernelement (33) massiv ist.
16. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine schraubenförmig verlaufende Zwischenraum (49) mit einer Masse gefüllt ist.
17. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine schraubenförmig verlaufende Zwischenraum (49) leer ist.
18. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (3) eine Wandung (32) aufweist, die von einer elastomeren Masse gebildet ist.
19. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (3) aus einem Mantel (19) mit einer elastomeren Auskleidung (32) gebildet ist.

20. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elastomere Masse über einen großen Teil der Erstreckung des Stators (3) eine im Wesentlichen konstante Wandstärke aufweist.

5

21. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mantel (19) eine schraubenförmige Gestalt aufweist, die der Statorbohrung (20) ähnlich ist.

10

22. Exzentrerschneckenpumpe oder Exzentrerschneckenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mantel (19) eine zylindrische Gestalt und die Auskleidung (32) eine zylindrische Außenumfangsfläche aufweist.

15

23. Verfahren zum Herstellen eines Rotors einer Exzentrerschneckenpumpe oder eines Exzentrerschneckenmotors mit einem Stator (3), der eine durchgehende Statorbohrung (20) enthält, die eine schraubenförmige Gestalt aufweist, wobei zu dem Verfahren die Schritte gehören:

20

es wird ein zylindrisches Rohr (51) bereit gestellt,  
das Rohr (51) wird mit einer Metallschicht (52) ummantelt, derart, dass sich ein doppelwandiges Gebilde (51,52) ergibt,  
das doppelwandige Gebilde (51,52) wird zu der schraubenförmigen Gestalt des Rotors (4) umgeformt.

25

30

24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zylindrische Rohr (51) ein nahtloses Rohr ist.

35

25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zylindrische Rohr (51) eine metallische blanke Außenumfangsfläche aufweist.

40

26. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallschicht von wenigstens einem Metallband (52) gebildet ist.

45

27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (52) auf das innere Rohr (51) derart aufgewickelt ist, dass die Windungen (53) im Wesentlichen ohne Spalt aneinander anstoßen.

50

28. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stoßstelle (54) zwischen benachbarten Windungen (53) verschweißt ist.

55

29. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (52) vor dem Auf-

wickeln auf das Rohr (51) kontinuierlich erwärmt wird.

30. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das doppelwandige Gebilde (51,52) kalt umgeformt wird.

31. Verfahren nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Kaltumformung in das doppelwandige Gebilde (51,52) ein Kernelement (33) eingefügt wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kernelement (33) Längsrippen aufweist.

### Claims

1. Eccentric screw pump or eccentric screw motor (1), with a stator (3), which contains a through stator bore (20) having a screw-shaped structure, with a screw-shaped rotor (4), which is adapted to the stator bore (20) and has a pipe (34) deformed in a screw shape,

**characterised in that** the pipe (34) is made up of an inner layer (44) and at least one outer layer (45), which are jointly formed into a screw-shaped structure, wherein the outer layer (45) is made of a material, which differs from the material of the inner layer (44), and with a coupling head (35), which is connected to the rotor (4) to be fixed against rotation.

2. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the material of the outer layer (45) is more abrasion-resistant and/or more corrosion-resistant than the material of the inner layer (44).

3. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the inner layer (44) consists of a seamless pipe (51).

4. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the inner layer (44) is made of a steel.

5. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the outer layer (45) consists of at least one metal band (52).

6. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 5, **characterised in that** the at least one metal band (52) of the outer layer (45) is wound onto the inner layer (44) in a screw shape.

7. Eccentric screw pump or eccentric screw motor ac-

- cording to claim 6, **characterised in that** the abutting points (54) between adjacent windings (53) of the at least one wound metal band (52) are welded.
8. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 7, **characterised in that** the abutting points (54) are laser welded. 5
  9. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the material of the outer layer (45) is formed by a corrosion-resistant and/or highly abrasion-resistant steel. 10
  10. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 9, **characterised in that** the steel is selected from the materials V2A, V4A. 15
  11. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the rotor (4) contains a core element (33), which is connected to the pipe (34) by frictional and/or positive engagement. 20
  12. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 11, **characterised in that** the pipe (34) is positively connected to the core element (33) in the region of the thread grooves (47) by merely pressing in the core element (33) in the region of the thread grooves (47) of the pipe (34) to form at least one shallow groove (48) running in a screw shape. 25 30
  13. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 11, **characterised in that** at least one interstice (49) running in a screw shape is contained between the core element (33) and the pipe (34). 35
  14. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 11, **characterised in that** the core element (33) is tubular. 40
  15. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 11, **characterised in that** the core element (33) is solid. 45
  16. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 13, **characterised in that** the at least one interstice (49) running in a screw shape is filled with a compound. 50
  17. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 13, **characterised in that** the at least one interstice (49) running in a screw shape is empty. 55
  18. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the stator (3) has a wall (32), which is formed by an elastomeric compound.
  19. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the stator (3) is formed from a shell (19) with an elastomeric lining (32).
  20. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 19, **characterised in that** the elastomeric compound has a substantially constant wall thickness over a large portion of the extent of the stator (3).
  21. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the shell (19) has a screw-shaped structure, which is similar to the stator bore (20).
  22. Eccentric screw pump or eccentric screw motor according to claim 1, **characterised in that** the shell (19) has a cylindrical structure and the lining (32) has a cylindrical outer peripheral face.
  23. Process for the production of a rotor of an eccentric screw pump or an eccentric screw motor with a stator (3) containing a through stator bore (20), which has a screw-shaped structure, wherein the process includes the following steps:  
 a cylindrical pipe (51) is provided,  
 the pipe (51) is encased with a metal layer (52) such that a double-walled structure (51, 52) is formed,  
 the double-walled structure (51, 52) is shaped into the screw-shaped structure of the rotor (4).
  24. Process according to claim 23, **characterised in that** the cylindrical pipe (51) is a seamless pipe.
  25. Process according to claim 24, **characterised in that** the cylindrical pipe (51) has a metal bright-finished outer peripheral face.
  26. Process according to claim 23, **characterised in that** the metal layer is formed from at least one metal band (52).
  27. Process according to claim 26, **characterised in that** the metal band (52) is wound onto the inner pipe (51) such that the windings (53) abut against one another substantially without any gap.
  28. Process according to claim 23, **characterised in that** the abutting point (54) between adjacent windings (53) is welded.
  29. Process according to claim 23, **characterised in that** the metal band (52) is continuously heated be-

fore being wound onto the pipe (51).

30. Process according to claim 23, **characterised in that** the double-walled structure (51, 52) is cold-formed.
31. Process according to claim 30, **characterised in that** a core element (33) is inserted into the double-walled structure (51, 52) before the cold-forming.
32. Process according to claim 31, **characterised in that** the core element (33) has longitudinal ribs.

#### Revendications

1. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique (1), avec un stator (3) qui présente un alésage de stator (20) traversant, conformé en hélice, avec un rotor hélicoïdal (4) adapté à l'alésage de stator (20) qui présente un tube (34) façonné en hélice, **caractérisée par le fait que** le tube (34) est composé d'une couche intérieure (44) et d'au moins une couche extérieure (45) qui sont façonnées conjointement pour obtenir la forme en hélice, la couche extérieure étant formée d'un matériau différent de celui de la couche intérieure (44) et que le tube présente une tête de couplage (35) qui est liée de manière rigide en rotation au rotor (4).
2. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** le matériau de la couche extérieure (45) présente une résistance à l'abrasion et/ou à la corrosion supérieure à celle du matériau de la couche intérieure (44).
3. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** la couche intérieure (44) est formée d'un tube (51) sans soudure.
4. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** la couche intérieure (44) est en acier.
5. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** la couche extérieure (45) est formée d'au moins une bande de métal (52).
6. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** la bande de métal (52), au nombre d'au moins une, de la couche extérieure (45) est enroulée en hélice sur la couche intérieure (44).

7. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 6, **caractérisée par le fait que** les joints d'assemblage (54) entre des spires (53) contiguës de la bande de métal (52) enroulée, au nombre d'au moins une, sont soudés.
8. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 7, **caractérisée par le fait que** les joints d'assemblage (54) sont soudés par laser.
9. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** le matériau de la couche extérieure (45) est un acier résistant à la corrosion et/ou à résistance élevée à l'abrasion.
10. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 9, **caractérisée par le fait que** l'acier est choisi parmi les matériaux V2A, V4A.
11. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** le rotor (4) contient un coeur (33) qui est lié par adhérence et/ou par obstacle au tube (34).
12. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 11, **caractérisée par le fait que** le tube (34) est lié par obstacle au coeur (33) dans la région des fonds de filet (47), le coeur (33) étant repoussé uniquement dans la région des fonds de filet (47) du tube (34) et formant au moins une gorge (48) aplatie en hélice.
13. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 11, **caractérisée par le fait qu'il existe** entre le coeur (33) et le tube (34) au moins un espace (49) qui s'étend en forme d'hélice.
14. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 11, **caractérisée par le fait que** le coeur (33) est tubulaire.
15. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 11, **caractérisée par le fait que** le coeur (33) est massif.
16. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 13, **caractérisée par le fait que** l'espace (49) en forme d'hélice, au nombre d'au moins un, est rempli d'une masse.
17. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 13, **caractérisée par le fait que** l'espace (49) en forme d'hélice, au nombre d'au moins un, est vide.
18. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique

selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** le stator (3) présente une paroi (32) qui est formée d'une masse d'élastomère.

19. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** le stator (3) est formé d'une enveloppe (19) pourvue d'un revêtement d'élastomère. 5
20. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 19, **caractérisée par le fait que** la masse d'élastomère, sur une grande partie de la longueur du stator (3), présente une épaisseur essentiellement constante. 10
21. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** l'enveloppe (19) présente une forme d'hélice qui est similaire à celle de l'alésage de stator (20). 15
22. Pompe à vis excentrique ou moteur à vis excentrique selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** l'enveloppe (19) a une forme cylindrique et le revêtement (32) présente une surface périphérique extérieure cylindrique. 20 25
23. Procédé pour fabriquer un rotor d'une pompe à vis excentrique ou d'un moteur à vis excentrique avec un stator (3) qui présente un alésage de stator (20) traversant conformé en hélice, comportant les étapes de procédé suivantes: 30
  - on part d'un tube (51) cylindrique,
  - on entoure le tube (51) d'une couche de métal (52) de manière à obtenir un corps à paroi double (51, 52), 35
  - on façonne le corps (51, 52) à paroi double pour obtenir la conformation en hélice du rotor (4).
24. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé par le fait que** le tube cylindrique (51) est un tube sans soudure. 40
25. Procédé selon la revendication 24, **caractérisé par le fait que** le tube cylindrique (51) présente une surface périphérique extérieure métallique sans revêtement. 45
26. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé par le fait que** la couche de métal est formée d'au moins une bande de métal (52). 50
27. Procédé selon la revendication 26, **caractérisé par le fait que** la bande de métal (52) est enroulée sur le tube (51) intérieur de manière telle que les spires (53) se touchent essentiellement sans jeu. 55
28. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé par**

**le fait que** le joint d'assemblage (54) entre des spires (53) contiguës est soudé.

29. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé par le fait que** la bande de métal (52) est réchauffée en continu avant son enroulement sur le tube (51).
30. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé par le fait que** le corps (51, 52) à paroi double est façonné à froid.
31. Procédé selon la revendication 30, **caractérisé par le fait qu'**avant le façonnage à froid on insère un coeur (33) dans le corps (51, 52) à double paroi.
32. Procédé selon la revendication 31, **caractérisé par le fait que** le coeur (33) présente des nervures longitudinales.

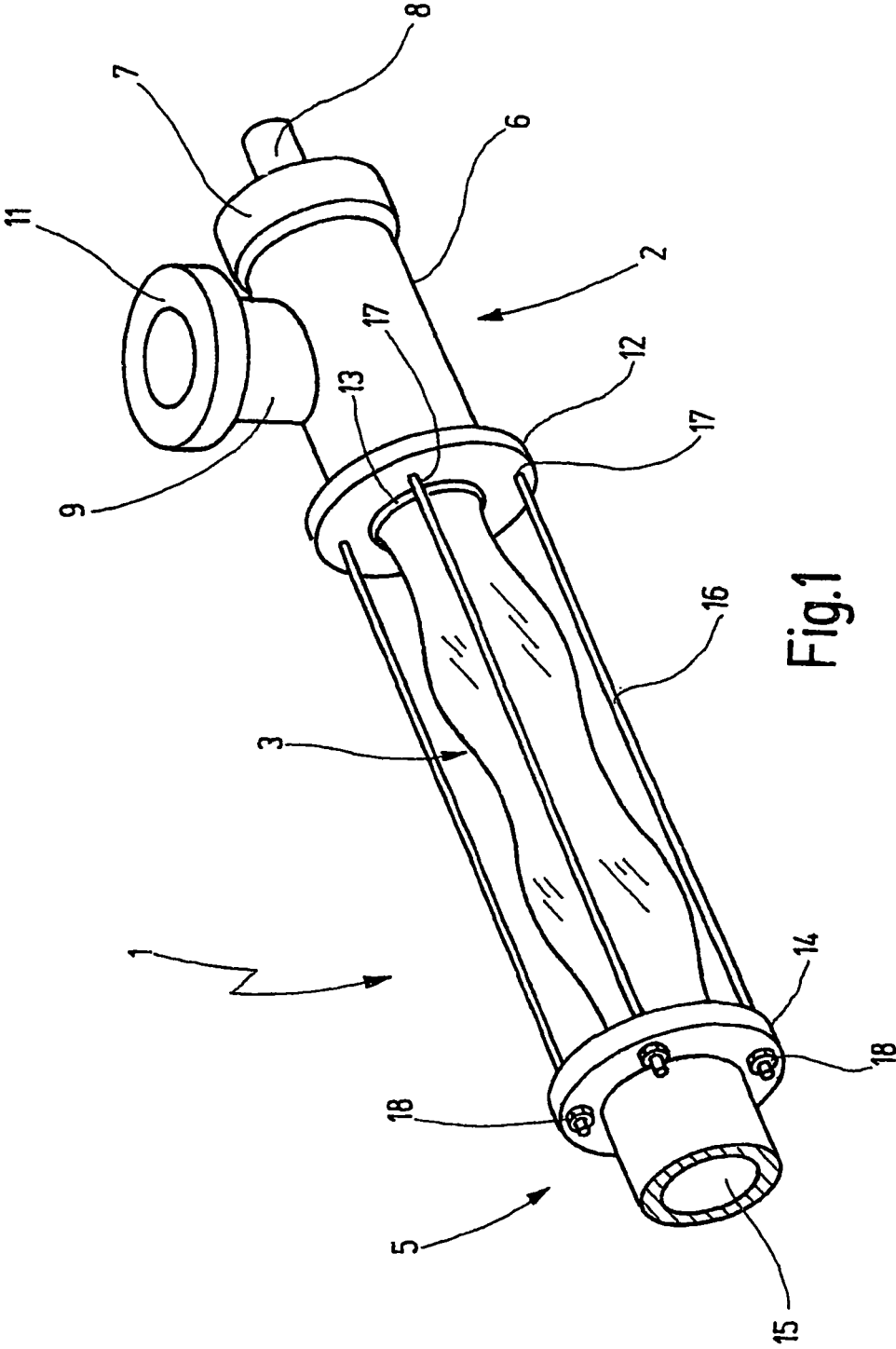


Fig.1

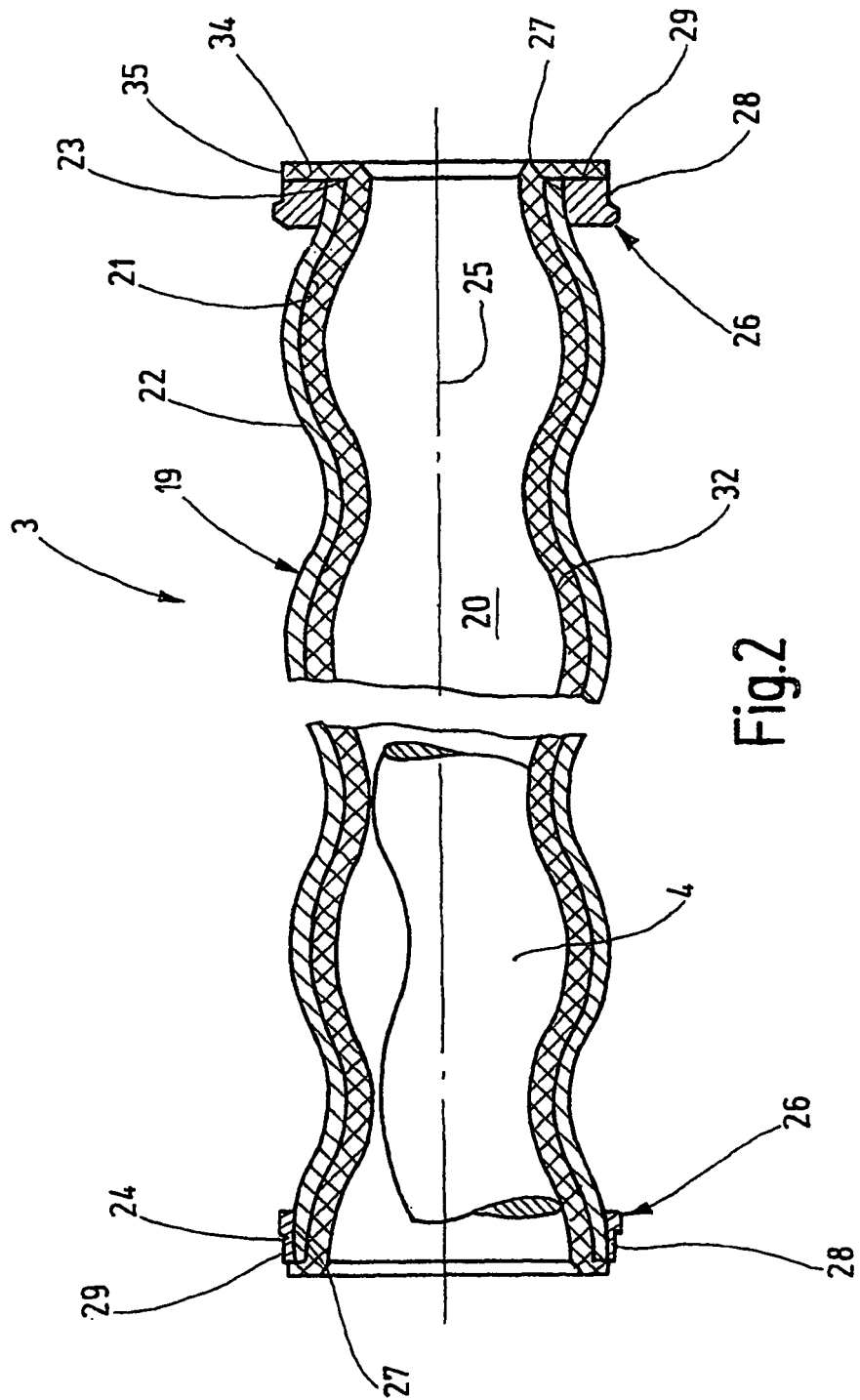
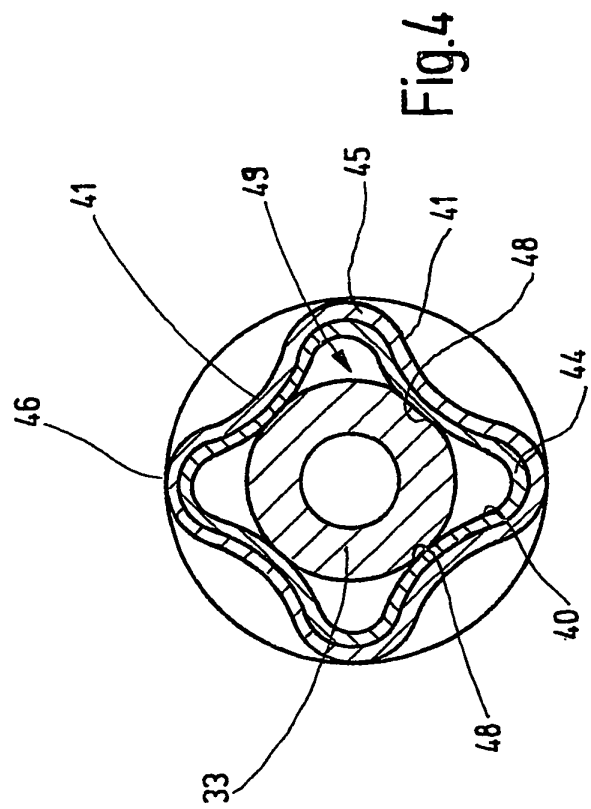
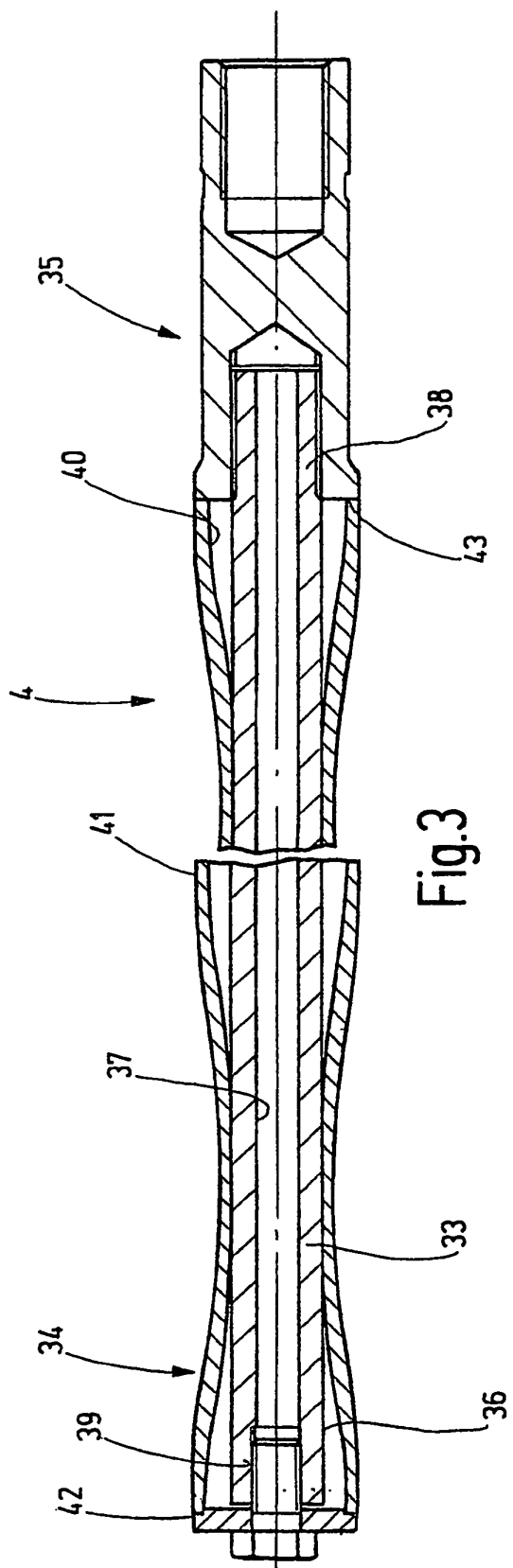
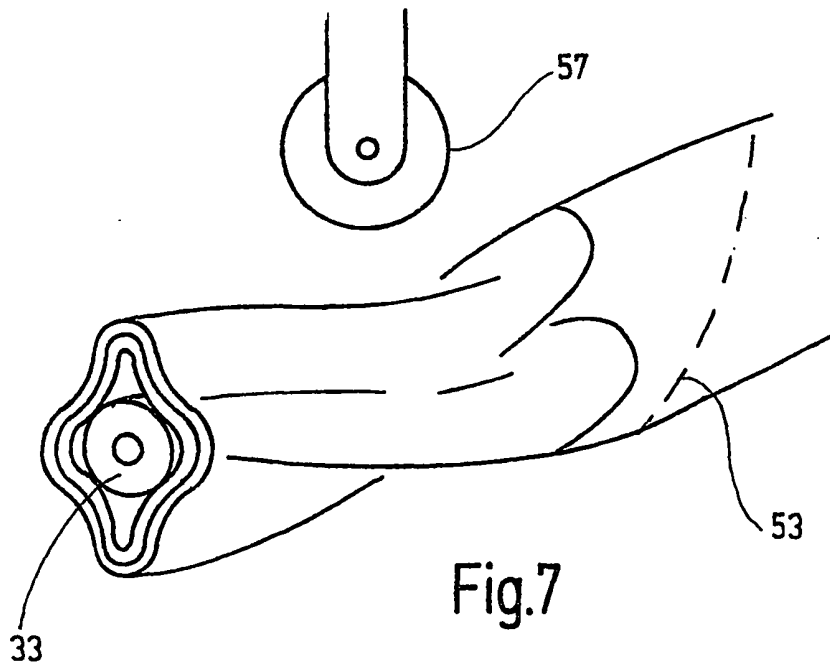
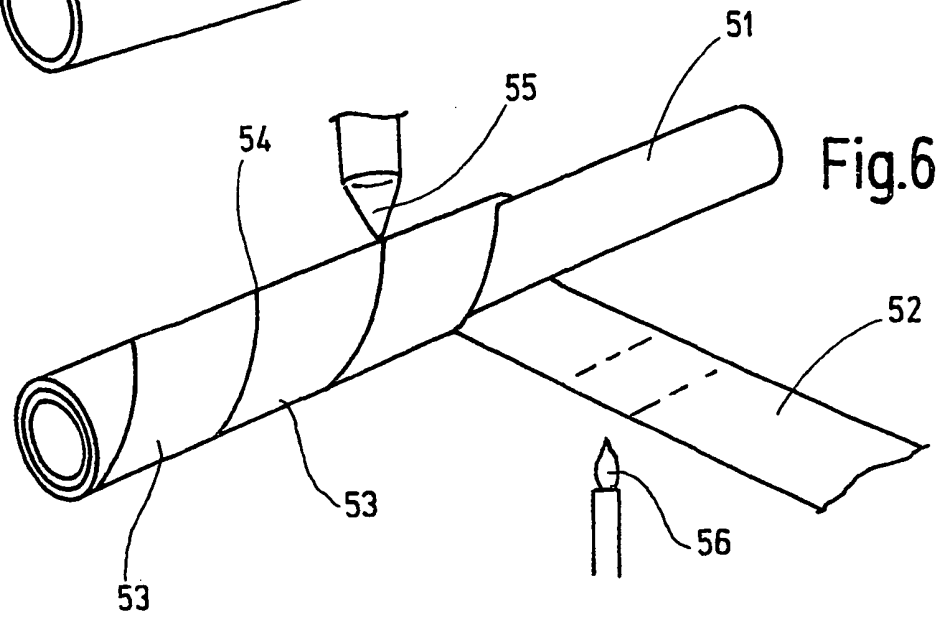
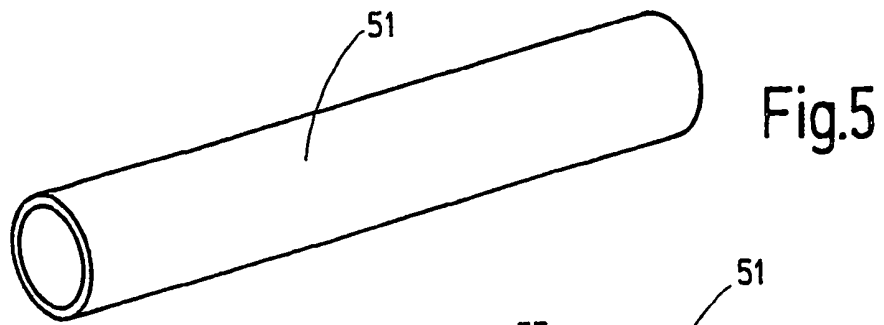


Fig. 2





**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 19852380 A1 [0001]