

(19)



(11)

**EP 4 008 903 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.01.2023 Patentblatt 2023/04**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F04C 2/107** <sup>(2006.01)</sup>      **F04C 29/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04C 15/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **20211922.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F04C 2/1073; F04C 15/0065; F04C 15/0073**

(22) Anmeldetag: **04.12.2020**

**(54) ROTOREINHEIT UND EXZENTERSCHNECKENPUMPE**

ROTOR UNIT AND ECCENTRIC SCREW PUMP

UNITÉ DE ROTOR ET POMPE À VIS EXCENTRIQUE

(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 RS SE SI SK SM TR**

- **AUER, Jürgen**  
**84494 Niederbergkirchen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.06.2022 Patentblatt 2022/23**

(74) Vertreter: **Horn Kleimann Waitzhofer**  
**Patentanwälte PartG mbB**  
**Ganghoferstraße 29a**  
**80339 München (DE)**

(73) Patentinhaber: **ViscoTec Pumpen- und Dosiertechnik GmbH**  
**84513 Töging a. Inn (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 416 014      JP-A- S 551 422**  
**US-A- 2 545 604      US-A- 2 545 626**

(72) Erfinder:  

- **KELSCH, Horst**  
**84513 Töging a. Inn (DE)**

**EP 4 008 903 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rotoreinheit für eine Exzentrerschneckenpumpe und eine Exzentrerschneckenpumpe, insbesondere einen 3D-Druckkopf, mit einer derartigen Rotoreinheit.

**[0002]** Exzentrerschneckenpumpen umfassen einen Stator sowie einen drehbar in dem Stator aufgenommenen Rotor. Bei einem Drehen des Rotors wird ein zu dosierendes Medium durch das Zusammenspiel des Rotors mit dem Stator in einer Längsrichtung der Exzentrerschneckenpumpe weg von einem Antriebselement der Exzentrerschneckenpumpe nach dem Endloskolbenprinzip gefördert. Das Fördervolumen pro Zeiteinheit ist dabei abhängig von der Drehzahl, der Größe, der Steigung und der Geometrie des Rotors. Mit derartigen Exzentrerschneckenpumpen sind hochpräzise Dosiervorgänge mit einer hohen Wiederholgenauigkeit möglich.

**[0003]** Im Betrieb einer derartigen Exzentrerschneckenpumpe führt der Rotor eine exzentrische Bewegung in dem Stator durch. Um diese exzentrische Bewegung zu ermöglichen, ist der Rotor über eine flexibel verformbare Welle oder ein Gelenk mit einer Antriebswelle verbunden. Hieraus ergibt sich in der Längsrichtung der Exzentrerschneckenpumpe betrachtet ein relativ großer Bauraum. Dieser Bauraum bedingt ein großes Totvolumen in einem Pumpengehäuse der Exzentrerschneckenpumpe. Gerade bei kostenintensiven Medien ist es wünschenswert, dass dieses Totraumvolumen so klein wie möglich ist.

**[0004]** Die DE 20 2007 018 923 U1 beschreibt eine wie zuvor erwähnte Exzentrerschneckenpumpe, welche eine Rotoreinheit mit einer Antriebswelle, einem Rotor und einer zwischen der Antriebswelle und dem Rotor angeordneten flexiblen Welle aufweist.

**[0005]** Die EP 2 416 014 A1, die US 2 545 626 A und die JP S55 1422 A zeigen jeweils unterschiedliche Ausführungsformen einer wie zuvor erläuterte Exzentrerschneckenpumpe. Die Exzentrerschneckenpumpe umfasst dabei eine Rotoreinheit mit mehreren Bauteilen, die zu Reinigungszwecken lösbar miteinander verbunden sind.

**[0006]** Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine verbesserte Rotoreinheit für eine Exzentrerschneckenpumpe zur Verfügung zu stellen.

**[0007]** Demgemäß wird eine Rotoreinheit für eine Exzentrerschneckenpumpe vorgeschlagen. Die Rotoreinheit umfasst eine Antriebswelle, welche mit Hilfe eines Antriebselements der Exzentrerschneckenpumpe antreibbar ist, einen schneckenförmigen Rotor und eine Flexwelle, welche die Antriebswelle mit dem Rotor verbindet, wobei die Flexwelle zumindest abschnittsweise innerhalb der Antriebswelle aufgenommen ist, und wobei zwischen der Flexwelle und der Antriebswelle ein um die Flexwelle umlaufender Spalt vorgesehen ist, welcher eine Radialbewegung der Flexwelle innerhalb der Antriebswelle ermöglicht. Dabei bilden die Antriebswelle,

der Rotor und die Flexwelle ein einstückiges Bauteil.

**[0008]** Dadurch, dass die Flexwelle zumindest abschnittsweise innerhalb der Antriebswelle aufgenommen ist, kann entlang einer Längsrichtung der Rotoreinheit, welche von der Antriebswelle in Richtung des Rotors orientiert ist, ein verkürzter Bauraum erzielt werden. Hierdurch ist es möglich, die Exzentrerschneckenpumpe konstruktiv derart zu gestalten, dass diese ein minimales Totvolumen aufweist. Dies ist insbesondere bei der Dosierung kostenintensiver Medien vorteilhaft.

**[0009]** Die Rotoreinheit kann auch als Rotorstrang, insbesondere als Kompaktrotorstrang, bezeichnet werden. Die Begriffe "Rotoreinheit", "Rotorstrang" und "Kompaktrotorstrang" können beliebig gegeneinander getauscht werden. Die Rotoreinheit ist vorzugsweise Teil der Exzentrerschneckenpumpe. Die Rotoreinheit ist austauschbar. Die Antriebswelle ist insbesondere in einem Lagergehäuseteil der Exzentrerschneckenpumpe drehbar um eine Symmetrieachse der Rotoreinheit gelagert. Hierzu können Lagerelemente in Form von Wälzlagern oder Gleitlagern vorgesehen sein. Das Antriebselement kann ein Getriebe, beispielsweise ein Planetengetriebe, umfassen. Das Antriebselement ist insbesondere geeignet, ein Drehmoment auf die Rotoreinheit aufzubringen. Die Antriebswelle überträgt das Drehmoment auf die Flexwelle, welche das Drehmoment wiederum auf den Rotor überträgt.

**[0010]** Der Rotor ist mit Hilfe der Flexwelle fest mit der Antriebswelle verbunden. Vorderseitig an der Flexwelle ist der Rotor vorgesehen, welcher mit einem Stator der Exzentrerschneckenpumpe zusammenwirkt. Dass der Rotor "schneckenförmig" ist, bedeutet vorliegend insbesondere, dass der Rotor eine schrauben- oder schneckenförmige Außenkontur aufweist. Die Begriffe "schraubenförmig" und "schneckenförmig" sind beliebig gegeneinander austauschbar. Im Betrieb der Exzentrerschneckenpumpe arbeitet der Rotor mit dem Stator zusammen, welcher einen Durchbruch aufweist, in dem der Rotor angeordnet ist. Der Durchbruch des Stators weist eine zu dem Rotor korrespondierende schrauben- oder schneckenförmige Innenkontur auf. Der Stator ist ebenfalls Teil der Exzentrerschneckenpumpe. Der Stator ist austauschbar.

**[0011]** Unter einer "Flexwelle" ist vorliegend eine Welle, insbesondere allgemeiner ein Bauteil, zu verstehen, welches eine exzentrische Bewegung des Rotors gegenüber der Antriebswelle erlaubt. Die Flexwelle kann hierzu beispielsweise ein Gelenk, insbesondere ein Kreuzgelenk oder ein Kardangeln, oder mehrere Gelenke aufweisen. Die Flexwelle kann auch als Biegewelle oder Gelenkwelle bezeichnet werden. Besonders bevorzugt ist die Flexwelle jedoch selbst elastisch verformbar. Es ist jedoch nicht zwingend erforderlich, dass die Flexwelle selbst flexibel verformbar ist. Die Flexwelle kann auch ein Biegestab, insbesondere ein Kunststoffbiegestab, sein oder als solcher bezeichnet werden. In diesem Fall kann die Flexwelle beispielsweise aus einem Polyethe-

retherketon (PEEK), Polyethylen (PE) oder dergleichen gefertigt sein. Alternativ kann die Flexwelle auch aus einem, insbesondere kunststoffbeschichten, Stahlseil gefertigt sein.

**[0012]** Der Rotor ist über die Flexwelle an die Antriebswelle angebunden, welche im Betrieb der Exzentrerschneckenpumpe mit Hilfe des Antriebselements angetrieben wird. Bei dem Drehen des Rotors in dem Stator wird ein zu dosierendes oder zu förderndes Medium durch das Zusammenspiel mit dem Stator, insbesondere dem Durchbruch des Stators, in der Längsrichtung der Exzentrerschneckenpumpe weg von der Antriebswelle nach dem Endloskolbenprinzip gefördert. Das Fördervolumen pro Zeiteinheit ist dabei abhängig von der Drehzahl, der Größe, der Steigung und der Geometrie des Rotors.

**[0013]** Dass die Flexwelle "innerhalb" der Antriebswelle aufgenommen ist, bedeutet vorliegend, dass die Flexwelle zumindest abschnittsweise durch die Antriebswelle hindurchgeführt ist. Zwischen der Flexwelle und der Antriebswelle ist der vorzugsweise vollständig um die Flexwelle herumlaufende Spalt vorgesehen. Wie zuvor erwähnt, vollführt der Rotor eine exzentrische Bewegung, welche dazu führt, dass die innerhalb der Antriebswelle angeordnete Flexwelle in einer Radialrichtung, welche senkrecht zu der Symmetrieachse der Rotoreinheit orientiert ist, ausgelenkt wird. Die Radialbewegung kann ebenfalls eine exzentrische Bewegung sein. Dies ist jedoch nicht zwingend.

**[0014]** Das zu dosierende Medium kann beispielsweise ein Kleb- oder Dichtstoff, Wasser, eine wässrige Lösung, eine Farbe, eine Suspension, ein viskoser Rohstoff, eine Emulsion oder ein Fett sein. Das Medium kann auch ein Gel oder Alginat sein. Das Medium kann Zellen, insbesondere menschliche, tierische oder pflanzliche Zellen, umfassen. Das Medium kann flüssig oder pastös sein. Unter einer Paste oder einem pastösen Medium ist ein Feststoff-Flüssigkeitsgemisch, insbesondere eine Suspension, mit einem hohen Gehalt an Festkörpern zu verstehen. Beispielsweise kann das Medium einen Gehalt an Füllstoffen, beispielsweise sogenannte Microballoons, faserige, insbesondere kurzfasrige, Anteile oder dergleichen aufweisen. Das Medium kann beispielsweise ein Alginat, ein Knochenwachs oder ein beliebiges anderes biologisches oder medizinisches Material sein. Das Medium kann weiterhin auch Bakterien oder Viren umfassen. Je nach Einsatz der Exzentrerschneckenpumpe in der Biomedizin, Pharmatechnik oder Industrie kann ein geeignetes Medium gewählt werden. Das Medium kann beispielsweise auch ein Cyanacrylat sein. Das Medium kann auch ein anaerober Klebstoff sein.

**[0015]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Antriebswelle außenseitig eine zylinderförmige Lagerfläche, wobei die Flexwelle zumindest abschnittsweise innerhalb der Lagerfläche verläuft.

**[0016]** Die Lagerfläche ist vorzugsweise rotationssymmetrisch zu der Symmetrieachse der Rotoreinheit aufgebaut. An der Lagerfläche können die zuvor erwähnten

Lagerelemente, insbesondere Wälzlager oder Gleitlager, montiert werden. Dass die Flexwelle "innerhalb" der Lagerfläche verläuft, bedeutet vorliegend, dass die Flexwelle entlang der Radialrichtung betrachtet von der Lagerfläche umlaufen wird. Dies schließt jedoch nicht aus, dass die Flexwelle entlang der Längsrichtung betrachtet zumindest abschnittsweise über die Lagerfläche übersteht. Die Flexwelle kann auch zumindest abschnittsweise innerhalb einer Dichtfläche der Antriebswelle verlaufen. Auch die Dichtfläche ist bevorzugt zylinderförmig. Die Dichtfläche ist ebenfalls außenseitig an der Antriebswelle vorgesehen.

**[0017]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Antriebswelle eine Ausnehmung, in welcher die Flexwelle aufgenommen ist, wobei sich die Ausnehmung ausgehend von einem dem Rotor abgewandten ersten Ende der Ausnehmung hin zu einem dem Rotor zugewandten zweiten Ende der Ausnehmung aufweitet.

**[0018]** Die Ausnehmung ist insbesondere eine in der Antriebswelle vorgesehene Bohrung. Die Ausnehmung erstreckt sich dabei entlang der Längsrichtung und ist vorzugsweise rotationssymmetrisch zu der Symmetrieachse aufgebaut. In der Ausnehmung ist die Flexwelle aufgenommen. Dies schließt jedoch nicht aus, dass die Flexwelle über die Antriebswelle übersteht. Die Flexwelle kann auch bezüglich der Antriebswelle zurückstehen. Dass sich die Ausnehmung "aufweitet" bedeutet vorliegend insbesondere, dass ein Durchmesser der Ausnehmung an dem zweiten Ende größer ist als an dem ersten Ende. Dies ermöglicht die Radialbewegung der Flexwelle, wobei die Radialbewegung an dem ersten Ende eine kleinere Amplitude aufweist als an dem zweiten Ende.

**[0019]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Ausnehmung gestuft oder konusförmig.

**[0020]** "Gestuft" bedeutet vorliegend, dass die Ausnehmung eine Stufenbohrung ist, welche aus mehreren Bohrungsabschnitten mit unterschiedlichen Durchmessern aufgebaut ist. "Konusförmig" oder "kegelstumpfförmig" bedeutet vorliegend insbesondere, dass ein Durchmesser der Ausnehmung ausgehend von dem ersten Ende hin zu dem zweiten Ende kontinuierlich und ohne Stufen zunimmt. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Flexwelle an dem ersten Ende mit der Antriebswelle verbunden.

**[0021]** Die Flexwelle kann nicht erfindungsgemäß formschlüssig mit der Antriebswelle verbunden sein. Hierzu kann die Antriebswelle eine Schnittstelle aufweisen. Eine formschlüssige Verbindung entsteht durch das Ineinander- oder Hintergreifen von zwei Verbindungspartnern, vorliegend der Flexwelle und der Antriebswelle. Beispielsweise kann die Flexwelle mit der Antriebswelle verschraubt sein. Die Flexwelle kann jedoch auch nicht erfindungsgemäß stoffschlüssig mit der Antriebswelle verbunden sein. Bei stoffschlüssigen Verbindungen werden die Verbindungspartner durch atomare oder molekulare Kräfte zusammengehalten. Stoffschlüssige Verbindungen sind nicht lösbare Verbindungen, die sich nur durch Zerstörung der Verbindungsmittel und/oder der

Verbindungspartner trennen lassen. Beispielsweise ist die Flexwelle in die Antriebswelle eingeklebt, mit dieser verschweißt, insbesondere laserverschweißt, oder verlötet.

**[0022]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Spalt zumindest abschnittsweise mit einer elastisch verformbaren Dichtungsmasse gefüllt.

**[0023]** Die Dichtungsmasse ist optional. Die Dichtungsmasse verhindert, dass das zu dosierende Medium in den Spalt hineingelangt. Die Dichtungsmasse ist vorzugsweise ein Material mit einer geringen Shore-Härte. Die Dichtungsmasse ist vorzugsweise derart elastisch verformbar, dass diese die Radialbewegung der Flexwelle in der Antriebswelle nicht oder zumindest nur geringfügig behindert. Beispielsweise kann Dichtungsmasse ein Silikon, insbesondere ein Zweikomponenten-Silikon, ein bei Raumtemperatur aushärtendes Silikon oder RTV-Silikon (Engl.: Room-Temperature-Vulcanizing Silicone), ein bei Hochtemperatur aushärtendes Silikon, ein thermoplastisches Elastomer (TPE), insbesondere ein thermoplastisches Polyurethan (TPU), ein thermoplastisches Vulkanisat (TPV), ein Fluor-Vinyl-Methyl-Silikon-Kautschuk (FVMQ) oder dergleichen sein oder umfassen.

**[0024]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Dichtungsmasse aufgeschäumt.

**[0025]** Hierdurch wird die Verformbarkeit der Dichtungsmasse nochmals vergrößert. Beispielsweise kann die Dichtungsmasse eine offenporige oder eine geschlossenporige Struktur aufweisen. Die Dichtungsmasse kann moosgummiartig sein.

**[0026]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Rotoreinheit ferner ein Dichtungselement, welches stirnseitig zwischen der Antriebswelle und dem Rotor angeordnet ist.

**[0027]** "Stirnseitig" bedeutet vorliegend zwischen einer Stirnfläche der Antriebswelle und dem Rotor, insbesondere einem Absatz des Rotors. Das Dichtungselement kann ein O-Ring sein. Das Dichtungselement kann auch scheibenförmig oder kegelstumpfförmig sein. Das Dichtungselement kann aus einem thermoplastischen Elastomer (TPE), insbesondere aus einem thermoplastischen Polyurethan (TPU), gefertigt sein. Das Dichtungselement kann auch aus Gummi gefertigt sein.

**[0028]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Rotor einen umlaufenden Absatz, wobei das Dichtungselement zwischen dem Absatz und einer Stirnfläche der Antriebswelle angeordnet ist.

**[0029]** Insbesondere ist das Dichtungselement zwischen dem Absatz und der Stirnfläche verpresst. Das Dichtungselement verhindert das Eindringen des zu dosierenden Mediums in den zwischen der Flexwelle und der Antriebswelle vorgesehenen Spalt. Das heißt, dass die Dichtungsmasse verzichtbar ist, wenn das Dichtungselement vorgesehen ist. Dies schließt jedoch nicht aus, dass sowohl die Dichtungsmasse als auch das Dichtungselement vorgesehen sind.

**[0030]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das

Dichtungselement balgförmig.

**[0031]** Hierdurch ist das Dichtungselement besonders leicht verformbar, wodurch die Radialbewegung der Flexwelle in der Antriebswelle nicht behindert wird. "Balgförmig" bedeutet vorliegend insbesondere, dass das Dichtungselement gefaltet ist oder zumindest eine Falte aufweist.

**[0032]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Flexwelle entlang einer Längsrichtung der Rotoreinheit betrachtet vollständig innerhalb der Antriebswelle aufgenommen.

**[0033]** Das heißt, dass die Flexwelle entlang der Längsrichtung betrachtet nicht über die Antriebswelle übersteht. Alternativ kann die Flexwelle entlang der Längsrichtung betrachtet auch über die Antriebswelle überstehen. Die Flexwelle kann auch hinter der Antriebswelle zurückstehen.

**[0034]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Antriebswelle außenseitig zumindest eine, insbesondere einstückig mit der Antriebswelle ausgebildete, Dichtlippe zum Abdichten der Antriebswelle gegenüber einem Gehäuse der Exzentrerschneckenpumpe.

**[0035]** Die Anzahl der Dichtlippen ist beliebig. Beispielsweise sind zwei oder drei Dichtlippen vorgesehen. Es kann auch genau eine Dichtlippe vorgesehen sein. Für den Fall, dass mehrere Dichtlippen vorgesehen sind, sind diese entlang der Längsrichtung betrachtet voneinander beabstandet angeordnet. Die Dichtlippen liegen vorzugsweise an einer zylinderförmigen Dichtfläche eines Pumpengehäuseteils der Exzentrerschneckenpumpe an. Beispielsweise ist die Dichtlippe mit Hilfe eines Kunststoffspritzgussverfahrens direkt an die Antriebswelle angespritzt. Die Dichtlippe kann dabei aus dem gleichen Material wie die Antriebswelle gefertigt sein. Alternativ kann die Dichtlippe auch aus einem anderen Material als die Antriebswelle gefertigt sein. Beispielsweise kann die Dichtlippe aus einem weicheren Material als die Antriebswelle gefertigt sein. In diesem Fall kann zur Herstellung der Rotoreinheit ein Mehrkomponenten-Spritzgussverfahren eingesetzt werden.

**[0036]** Die Antriebswelle, der Rotor und die Flexwelle bilden ein einstückiges, insbesondere ein materialeinstückiges, Bauteil.

**[0037]** "Einstückig" bedeutet vorliegend, dass die Antriebswelle, der Rotor und die Flexwelle ein gemeinsames Bauteil bilden und nicht aus unterschiedlichen Bauteilen zusammengesetzt sind. "Materialeinstückig" bedeutet vorliegend insbesondere, dass die Antriebswelle, der Rotor und/oder die Flexwelle durchgehend aus demselben Material gefertigt sind. Beispielsweise kann die Rotoreinheit ein Kunststoffspritzgussbauteil sein. Es kann auch ein Mehrkomponenten-Kunststoffspritzgussverfahren eingesetzt werden. In diesem Fall können die Antriebswelle, der Rotor und die Flexwelle zwar ein einstückiges Bauteil bilden, jedoch aus unterschiedlichen Kunststoffmaterialien gefertigt sein.

**[0038]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Rotoreinheit ein Einwegartikel.

**[0039]** Alternativ kann die Rotoreinheit auch mehrfach verwendet werden. Für den Fall, dass die Rotoreinheit ein Einwegartikel ist, ist diese aus einem Kunststoffmaterial gefertigt. Die Rotoreinheit ist bevorzugt sterilisierbar. Hierdurch kann die Rotoreinheit beispielsweise in der Biotechnologie eingesetzt werden.

**[0040]** Weiterhin wird eine Exzentrerschneckenpumpe, insbesondere ein 3D-Druckkopf, mit einer derartigen Rotoreinheit vorgeschlagen.

**[0041]** Die Exzentrerschneckenpumpe kann somit in der additiven beziehungsweise generativen Fertigung eingesetzt werden. Die Exzentrerschneckenpumpe kann netzbetrieben sein. Die Exzentrerschneckenpumpe kann jedoch auch akkubetrieben sein. Hierdurch ist die Exzentrerschneckenpumpe unabhängig von einem Stromnetz. Die Exzentrerschneckenpumpe kann somit als Handgerät arbeiten. Beispielsweise kann die Exzentrerschneckenpumpe so zum Dosieren von Lötpaste an einem Handarbeitsplatz eingesetzt werden. Die Exzentrerschneckenpumpe kann so in der Art einer Pipettiereinrichtung oder Pipettierhilfe eingesetzt werden, mit dem Unterschied, dass mit Hilfe der Exzentrerschneckenpumpe bevorzugt auch hochviskose Medien dosiert werden können. Ferner kann eine derart autark arbeitende Exzentrerschneckenpumpe auch zur schnellen Wundversorgung, beispielsweise zur Feldversorgung von Einsatzkräften, oder im Operationssaal eingesetzt werden. In diesem Fall können beispielsweise Wachse, insbesondere Knochenwachse, Klebstoffe, Zahnersatzmaterialien, künstliche Haut oder dergleichen dosiert werden.

**[0042]** "Ein" ist vorliegend nicht zwingend als beschränkend auf genau ein Element zu verstehen. Vielmehr können auch mehrere Elemente, wie beispielsweise zwei, drei oder mehr vorgesehen sein. Auch jedes andere hier verwendete Zählwort ist nicht dahingehend zu verstehen, dass eine Beschränkung auf genau die genannte Anzahl von Elementen gegeben ist. Vielmehr sind zahlmäßige Abweichungen nach oben und nach unten möglich, sofern nichts Gegenteiliges angegeben ist.

**[0043]** Weitere mögliche Implementierungen der Rotoreinheit und/oder der Exzentrerschneckenpumpe umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmalen oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der Rotoreinheit und/oder der Exzentrerschneckenpumpe hinzufügen.

**[0044]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der Rotoreinheit und/oder der Exzentrerschneckenpumpe sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der Rotoreinheit und/oder der Exzentrerschneckenpumpe. Im Weiteren werden die Rotoreinheit und/oder die Exzentrerschneckenpumpe anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

- Fig. 1 zeigt eine schematische Teilschnittansicht einer Ausführungsform einer Exzentrerschneckenpumpe;
- 5 Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Rotoreinheit für die Exzentrerschneckenpumpe gemäß Fig. 1;
- 10 Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittansicht der Rotoreinheit gemäß Fig. 2;
- Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht einer nicht erfindungsgemäßen weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit für die Exzentrerschneckenpumpe gemäß Fig. 1;
- 15 Fig. 5 zeigt eine schematische Schnittansicht der Rotoreinheit gemäß Fig. 4;
- 20 Fig. 6 zeigt eine schematische Ansicht einer nicht erfindungsgemäßen weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit für die Exzentrerschneckenpumpe gemäß Fig. 1;
- 25 Fig. 7 zeigt eine schematische Schnittansicht der Rotoreinheit gemäß Fig. 6;
- Fig. 8 zeigt eine schematische Schnittansicht einer nicht erfindungsgemäßen weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit für die Exzentrerschneckenpumpe gemäß Fig. 1;
- 30 Fig. 9 zeigt eine schematische Schnittansicht einer nicht erfindungsgemäßen weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit für die Exzentrerschneckenpumpe gemäß Fig. 1;
- 35 Fig. 10 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit für die Exzentrerschneckenpumpe gemäß Fig. 1;
- 40 Fig. 11 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit für die Exzentrerschneckenpumpe gemäß Fig. 1; und
- 45 Fig. 12 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit für die Exzentrerschneckenpumpe gemäß Fig. 1.

**[0045]** In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

**[0046]** Die Fig. 1 zeigt eine schematische Teilschnittansicht einer Ausführungsform einer Exzentrerschne-

ckenpumpe 1 zum Dosieren eines flüssigen oder pastösen Mediums M. Das Medium M kann beispielsweise ein Alginat, ein Knochenwachs oder ein beliebiges anderes biologisches oder medizinisches Material sein. Das Medium M kann menschliche, tierische oder pflanzliche Zellen enthalten. Das Medium M kann weiterhin auch Bakterien oder Viren umfassen. Je nach Einsatz der Exzentrerschneckenpumpe 1 in der Biomedizin, Pharmatechnik oder Industrie kann ein geeignetes Medium M gewählt werden. Das Medium M kann beispielsweise auch ein Cyanacrylat sein. Das Medium M kann auch ein anaerober Klebstoff sein.

**[0047]** Die Exzentrerschneckenpumpe 1 umfasst ein Gehäuse 2 mit einem Gehäusevorderteil 3, einem Pumpengehäuseteil 4 sowie einem Lagergehäuseteil 5. Dabei ist das Pumpengehäuseteil 4 zwischen dem Gehäusevorderteil 3 und dem Lagergehäuseteil 5 angeordnet. Ferner umfasst das Gehäuse 2 noch ein nicht gezeigtes Gehäusehinterteil. Das Gehäusevorderteil 3, das Pumpengehäuseteil 4 und/oder das Lagergehäuseteil 5 können fest miteinander verbunden, beispielsweise verschraubt, sein. Das Gehäusevorderteil 3, das Pumpengehäuseteil 4 und das Lagergehäuseteil 5 sind bevorzugt voneinander demontierbar, beispielsweise zu Reinigungszwecken. Das Gehäuse 2 ist im Wesentlichen rotationssymmetrisch zu einer Mittel- oder Symmetrieachse 6 aufgebaut.

**[0048]** Das Lagergehäuseteil 5 umfasst eine mittig angeordnete Bohrung 7, in der ein erstes Lagerelement 8 sowie ein zweites Lagerelement 9 aufgenommen sind. Die Lagerelemente 8, 9 können beispielsweise Gleitlager sein. Alternativ können die Lagerelemente 8, 9, wie in der Fig. 1 gezeigt, Wälzlager sein. Dem Pumpengehäuseteil 4 zugewandt liegt das erste Lagerelement 8 an einem in die Bohrung 7 hineinragenden Absatz 10 des Lagergehäuseteils 5 an. Dem Pumpengehäuseteil 4 abgewandt ist eine um die Symmetrieachse 6 umlaufende Nut 11 in dem Lagergehäuseteil 5 vorgesehen. In der Nut 11 ist ein Sicherungsring 12 aufgenommen, welcher die Lagerelemente 8, 9 an dem Lagergehäuseteil 5 festlegt.

**[0049]** Zwischen dem Lagergehäuseteil 5 und dem Pumpengehäuseteil 4 ist ein Dichtungselement 13 aufgenommen, welches zwischen dem Pumpengehäuseteil 4 und dem Lagergehäuseteil 5 verpresst ist. Zum Aufnehmen des Dichtungselements 13 ist in dem Absatz 10 eine ringförmig um die Symmetrieachse 6 umlaufende Nut vorgesehen. Das Lagergehäuseteil 5 kann aus einem metallischen Werkstoff, wie beispielsweise Stahl oder Aluminium, gefertigt sein. Alternativ kann das Lagergehäuseteil 5 auch aus einem Kunststoffmaterial gefertigt sein.

**[0050]** Das Pumpengehäuseteil 4 umfasst einen mittig in dem Pumpengehäuseteil 4 vorgesehenen Aufnahme- raum 14 zum Aufnehmen des Mediums M. Der Aufnahme- raum 14 ist rotationssymmetrisch zu der Symmetrie- achse 6 aufgebaut. Über eine als in dem Pumpengehäu- seteil 4 vorgesehene Bohrung ausgebildete Zuführöff-

nung 15 kann dem Aufnahme- raum 14 das Medium M zugeführt werden. Die Zuführöffnung 15 kann schräg oder senkrecht zu der Symmetrieachse 6 orientiert sein. Zum Zuführen des Mediums M kann an die Zuführöff- 5 nung 15 beispielsweise eine das Medium M aufnehme- de und auswechselbare Kartusche angeschlossen wer- den.

**[0051]** In Richtung des Lagergehäuseteils 5 schließt sich an den Aufnahme- raum 14 eine zylinderförmig um die Symmetrieachse 6 umlaufende Dichtfläche 16 an. An 10 der Dichtfläche 16 sind zwei Dichtungselemente 17, 18 montiert. Die Dichtungselemente 17, 18 können bei- spielsweise Wellendichtringe sein. Die Dichtungsele- mente 17, 18 können jedoch auch O-Ringe sein. Das 15 Pumpengehäuseteil 4 ragt mit einem Vorsprung 19, der zylinderförmig ausgebildet ist, in das Gehäusevorderteil 3 hinein. Der Aufnahme- raum 14 erstreckt sich durch den Vorsprung 19 hindurch. Das Gehäusevorderteil 3 um- fasst eine mittige Bohrung 20, in welcher der Vorsprung 20 19 des Pumpengehäuseteils 4 aufgenommen ist. Das Pumpengehäuseteil 4 ist vorzugsweise aus einem me- tallischen Werkstoff, wie beispielsweise Stahl oder Alu- minium, gefertigt. Alternativ kann das Pumpengehäuse- teil 4 auch aus einem Kunststoffmaterial gefertigt sein.

**[0052]** Die Exzentrerschneckenpumpe 1 umfasst wei- 25 terhin einen zumindest teilweise elastisch verformbaren Stator 21. Der Stator 21 weist ein Außenteil 22 sowie ein in dem Außenteil 22 aufgenommenes Innenteil 23 auf. Das Außenteil 22 umfasst einen Fußabschnitt 24, der 30 zwischen dem Lagergehäuseteil 4 und dem Gehäuse- vorderteil 3, insbesondere zwischen dem Vorsprung 19 und der Bohrung 20, angeordnet ist. Somit kann der Sta- tor 21 mit Hilfe des Gehäusevorderteils 3 lösbar mit dem Gehäuse 2 verbunden werden.

**[0053]** Vorderseitig, das heißt dem Gehäusevorderteil 3 abgewandt, umfasst das Außenteil 22 einen Luer-Lock- Anschluss 25. Mit Hilfe des Luer-Lock-Anschlusses 25 35 kann beispielsweise eine Kanüle mit der Exzentrerschne- ckenpumpe 1 verbunden werden. Das Innenteil 23 ist vorzugsweise ein elastisch verformbares Elastomerteil mit einem mittigen Durchbruch 26. Der Durchbruch 26 umfasst vorzugsweise eine schrauben- oder schnecken- förmige Innenkontur. Das Innenteil 23 ist aus einem Elas- 40 tomer, wie beispielsweise Gummi oder einem thermo- plastischen Elastomer (TPE), gefertigt. Das Außenteil 22 ist vorzugsweise aus einem härteren Kunststoffmaterial als das Innenteil 23 gefertigt. Das Außenteil 22 kann auch aus einem metallischen Werkstoff, wie beispielsweise 45 Edelstahl oder Aluminium, gefertigt sein.

**[0054]** Die Exzentrerschneckenpumpe 1 weist weiter- 50 hin eine Rotoreinheit 27 auf. Die Rotoreinheit 27 kann auch als Rotorstrang oder Kompaktrotorstrang bezeich- net werden. Die Rotoreinheit 27 umfasst eine Antriebs- welle 28, welche mit Hilfe der Lagerelemente 8, 9 drehbar 55 in dem Lagergehäuseteil 5 gelagert ist. Die Antriebswelle 28 kann mit Hilfe eines Antriebselements 29 um die Sym- metrieachse 6 in Rotation versetzt werden. Das Antrieb- selement 29 kann ein Elektromotor sein. Das Antriebse-

lement 29 kann ein Getriebe, beispielsweise ein Planetengetriebe, aufweisen. Das Antriebselement 29 ist auf beliebige Art und Weise derart mit der Antriebswelle 28 gekoppelt, dass das Antriebselement 29 auf die Antriebswelle 28 ein Drehmoment aufbringen kann. Das Antriebselement 29 ist in dem Gehäuse 2, insbesondere in den nicht gezeigten Gehäusehinterteil, aufgenommen.

**[0055]** Neben der Antriebswelle 28 umfasst die Rotoreinheit 27 einen Rotor 30, welcher schneckenförmig ist und somit eine schrauben- oder schneckenförmige Außenkontur umfasst, welche zu der schrauben- oder schneckenförmigen Innenkontur des Durchbruchs 26 des Innenteils 23 des Stators 21 korrespondiert. Der Rotor 30 kann aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise Edelstahl, oder aus einem geeigneten Kunststoffmaterial gefertigt sein.

**[0056]** Zwischen dem Rotor 30 und der Antriebswelle 28 ist eine Flexwelle 31 vorgesehen, welche den Rotor 30 mit der Antriebswelle 28 verbindet. Dabei ist die Flexwelle 31 entlang einer Längsrichtung L der Rotoreinheit 27 betrachtet, welche von der Antriebswelle 28 in Richtung des Rotors 30 und parallel zu der Symmetrieachse 6 orientiert ist, zumindest abschnittsweise innerhalb der Antriebswelle 28 aufgenommen. Die Flexwelle 31 kann auch als Biegewelle bezeichnet werden. Die Flexwelle 31 ist bevorzugt elastisch verformbar und ermöglicht eine exzentrische Bewegung des Rotors 30 in dem Stator 21. Die Flexwelle 31 dient der Drehmomentübertragung von der Antriebswelle 28 auf den Rotor 30.

**[0057]** Nicht erfindungsgemäß, kann die Flexwelle 31 ein Drahtseil sein, welches beispielsweise mit einem Kunststoffmaterial beschichtet oder ummantelt ist. Die Flexwelle 31 kann nicht erfindungsgemäß auch ein oder mehrere Gelenke, insbesondere ein Kreuzgelenk oder Kardangelenke, umfassen, welche ebenfalls eine exzentrische Bewegung des Rotors 30 ermöglichen. In diesem Fall ist die Flexwelle 31 selbst nicht elastisch verformbar, und die exzentrische Bewegung des Rotors 30 wird rein durch das Gelenk beziehungsweise die Gelenke ermöglicht. Die Flexwelle 31 kann auch ein Biegestab, insbesondere ein Kunststoffbiegestab, sein oder als solcher bezeichnet werden. In diesem Fall kann die Flexwelle 31 beispielsweise aus einem Polyetheretherketon (PEEK), Polyethylen (PE) oder dergleichen gefertigt sein. Die Flexwelle 31 kann beispielsweise einen Durchmesser von 3 mm oder weniger aufweisen. Der Rotor 30 kann einen Durchmesser von 2 mm, 1,7 mm oder 1,5 mm aufweisen. Der Rotor 30 kann auch einen größeren oder kleineren Durchmesser aufweisen.

**[0058]** Der Rotor 30 und die Flexwelle 31 sind einteilig, insbesondere materialeinstückig, ausgebildet. "Einteilig" oder "einstückig" bedeutet vorliegend, dass die Flexwelle 31 und der Rotor 30 ein gemeinsames Bauteil bilden und nicht aus unterschiedlichen Bauteilen zusammengesetzt sind. "Materialeinstückig" bedeutet vorliegend, dass die Flexwelle 31 und der Rotor 30 durchgehend aus demselben Material gefertigt sind. Ferner ist auch die Antriebswelle 28 einteilig, insbesondere materialeinstückig,

mit der Flexwelle 31 und dem Rotor 30 ausgebildet. Bevorzugt ist die Rotoreinheit 27 in diesem Fall ein Kunststoffbauteil. Beispielsweise kann die Rotoreinheit 27 ein einteiliges Kunststoffspritzgussbauteil sein.

**[0059]** Alternativ können die Flexwelle 31, der Rotor 30 und/oder die Antriebswelle 28 nicht erfindungsgemäß auch voneinander getrennte Bauteile sein, die beispielsweise ineinandergesteckt und so entweder lösbar oder unlösbar miteinander verbunden sind. Beispielsweise kann die Flexwelle 31 aus einem metallischen Werkstoff und der Rotor 30 aus einem Kunststoff oder umgekehrt gefertigt sein. Die Flexwelle 31 kann mit einem Elastomer ummantelt sein. Auch der Rotor 30 kann aus einem metallischen Werkstoff gefertigt sein. Der Rotor 30 kann beispielsweise aus Edelstahl gefertigt sein. Allerdings ist der Rotor 30 auch als Kunststoffbauteil oder Keramikbauteil ausführbar und kann verschiedene Beschichtungen aufweisen.

**[0060]** Bei einem Drehen des Rotors 30 in dem Stator 21 wird das Medium M durch das Zusammenspiel mit dem Durchbruch 26 des Stators 21 in der Längsrichtung L weg von der Antriebswelle 28 nach dem Endloskolbenprinzip gefördert. Das Fördervolumen pro Zeiteinheit ist dabei abhängig von der Drehzahl, der Größe, der Steigung und der Geometrie des Rotors 30.

**[0061]** Eine derartige Exzentrerschneckenpumpe 1 ist insbesondere zur Förderung einer Vielzahl von Medien M, insbesondere von dickflüssigen, hochviskosen und abrasiven Medien M geeignet. Die Exzentrerschneckenpumpe 1 zählt zur Gruppe der rotierenden Verdrängerpumpen. Die Hauptkomponenten der Exzentrerschneckenpumpe 1 sind das Antriebselement 29, die drehbare Rotoreinheit 27 und der feststehende Stator 21, in welchem sich der Rotor 30 drehend bewegt. Der Rotor 30 ist als eine Art Rundgewindeschraube mit extrem großer Steigung, großer Gangtiefe und kleinem Kerndurchmesser ausgebildet.

**[0062]** Der zumindest teilweise elastisch verformbare Stator 21 hat bevorzugt einen Gewindegang mehr als der Rotor 30 und die doppelte Steigungslänge des Rotors 30. Dadurch bleiben zwischen dem Stator 21 und dem sich darin drehenden und zusätzlich radial bewegenden Rotor 30 Förderräume, die sich kontinuierlich von einer Eintrittsseite des Stators 21 zu einer Austrittsseite desselben bewegen. Ventile zur Begrenzung der Förderräume werden nicht benötigt. Die Größe der Förderräume und damit die theoretische Fördermenge hängt von der Pumpengröße ab. Eine 360°-Drehung der Rotoreinheit 27 bei freiem Auslauf ergibt die volumetrische Fördermenge pro Umdrehung. Die Fördermenge der Exzentrerschneckenpumpe 1 lässt sich somit über die Drehzahl der Rotoreinheit 27 verändern. Die tatsächliche Fördermenge ist von einem sich einstellenden Gegendruck abhängig.

**[0063]** Das zu dosierende Medium M ist immer bemüht, einen Druckausgleich vom hohen zum niedrigen Druck zu erreichen. Da die Abdichtung zwischen dem Rotor 30 und dem Stator 21 nicht statisch ist, wird immer

Medium M von der Druckseite zu der Saugseite strömen. Diese "Schlupfverluste" sind anhand einer Kennlinie als Differenz zwischen dem theoretischen und dem tatsächlichen Förderstrom ersichtlich.

**[0064]** Die Form der Förderräume ist dabei konstant, so dass das Medium M nicht komprimiert wird. Bei passender Auslegung können mit einer derartigen Exzentrerschneckenpumpe 1 daher nicht nur Fluide, sondern auch Festkörper gefördert werden. Die Scherkräfte, die auf das Medium M einwirken, sind dabei sehr klein, so dass zum Beispiel auch pflanzliche, tierische und menschliche Zellen zerstörungsfrei gefördert werden können. Ein besonderer Vorteil einer derartigen Exzentrerschneckenpumpe 1 besteht darin, dass die Exzentrerschneckenpumpe 1 kontinuierlich und pulsationsarm fördert. Dies macht sie für die Verwendung in Vergussanlagen geeignet. Auch hochviskose und abrasive Medien können problemlos gefördert werden.

**[0065]** Mit Hilfe der Exzentrerschneckenpumpe 1 können somit die verschiedensten Medien M schonend und pulsationsarm gefördert werden. Das Spektrum der Medien M reicht von Wasser bis zu nicht mehr von selbst fließenden Medien M. Da die Fördermenge proportional zu der Drehzahl des Rotors 30 ist, lässt sich die Exzentrerschneckenpumpe 1 in Verbindung mit entsprechender Mess- und Regeltechnik sehr gut für Dosieraufgaben einsetzen.

**[0066]** Die Exzentrerschneckenpumpe 1 vereint in sich viele positive Eigenschaften anderer Pumpensysteme. Wie die Kreiselpumpe hat die Exzentrerschneckenpumpe 1 keine Saug- und Druckventile. Wie die Kolbenpumpe hat die Exzentrerschneckenpumpe 1 ein hervorragendes Selbstansaugvermögen. Wie die Membran- oder Schlauchpumpe kann die Exzentrerschneckenpumpe 1 jede Art von inhomogenen und abrasiven Medien M fördern, die auch mit Fest- und Faserstoffen versetzt sein können.

**[0067]** Medien M in Form von Mehrphasengemischen werden von der Exzentrerschneckenpumpe 1 ebenfalls sicher und schonend gefördert. Wie die Zahnrad- oder Schraubenspindelpumpe ist die Exzentrerschneckenpumpe 1 in der Lage, höchste Viskositäten des Mediums M zu bewältigen. Wie die Kolben-, Membran-, Zahnrad- oder Schraubenspindelpumpe hat die Exzentrerschneckenpumpe 1 einen drehzahlabhängigen, kontinuierlichen Förderstrom und ist dadurch in der Lage, hochpräzise Dosieraufgaben zu erfüllen.

**[0068]** Die Exzentrerschneckenpumpe 1 kann grundsätzlich in allen Industriebereichen eingesetzt werden, bei denen spezielle Förderaufgaben zu lösen sind. Beispiele sind die Umwelttechnik, insbesondere die Förderung im Bereich von Kläranlagen, die Lebensmittelindustrie, insbesondere für hochviskose Medien, wie Sirup, Quark, Joghurt und Ketchup, in den verschiedenen keimarmen Verarbeitungsstufen, und die chemische Industrie, insbesondere zum sicheren Fördern und Dosieren aggressiver, hochviskoser und abrasiver Medien M.

**[0069]** Mit der Exzentrerschneckenpumpe 1 ist somit

das exakte Dosieren verschiedenster Medien M möglich. Es kann eine Wiederholgenauigkeit von  $\pm 1\%$  erreicht werden. Verschiedene Ausführungsformen der Exzentrerschneckenpumpe 1 ermöglichen auch das Aufbringen von zweikomponentigen Medien M. Aufgrund ihrer Bauform, nämlich dass sich der Rotor 30 in dem Medium M bewegt und ein Innenvolumen der Saugseite gefüllt sein muss, hat eine derartige Exzentrerschneckenpumpe 1 immer einen gewissen Totraum. Dieser Totraum kann dadurch verringert werden, dass die Flexwelle 31 innerhalb der Antriebswelle 28 angeordnet ist, so dass sich entlang der Längsrichtung L eine Bauraumreduktion ergibt. Hierdurch kann insbesondere der Aufnahmeraum 14 verkleinert werden.

**[0070]** Wie zuvor erwähnt, umfasst die Rotoreinheit 27 die Flexwelle 31, welche elastisch verformbar ist. Diese ermöglicht die exzentrische Bewegung des Rotors 30 in dem Stator 21. Bei dieser exzentrischen Bewegung des Rotors 30 in dem Stator 21 vollzieht die Flexwelle 31 innerhalb der Antriebswelle 28 eine Radialbewegung entlang einer Radialrichtung R der Rotoreinheit 27. Die Radialrichtung R ist dabei senkrecht zu der Längsrichtung L und von dieser weg orientiert. Wie zuvor erwähnt, ist es ebenfalls möglich, die exzentrische Bewegung des Rotors 30 mit Hilfe eines Gelenks oder mehrerer Gelenke, insbesondere mit Hilfe von Kreuzgelenken oder Kardangelenken, zu verwirklichen. Der Stator 21 ist während des Betriebs einer kontinuierlichen Belastung ausgesetzt, weshalb er einem Verschleiß unterliegt. Dieser Verschleiß wird durch einen regelmäßigen Austausch des Stators 21 kompensiert, wobei die Austauschintervalle von den verwendeten Medien M und den Prozessparametern bestimmt werden.

**[0071]** Die Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit 27A für die Exzentrerschneckenpumpe 1. Die Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittansicht der Rotoreinheit 27A. Nachfolgend wird auf die Fig. 2 und 3 gleichzeitig Bezug genommen.

**[0072]** Wie zuvor erwähnt, umfasst die Rotoreinheit 27A eine Antriebswelle 28, einen Rotor 30 sowie eine den Rotor 30 mit der Antriebswelle 28 verbindende Flexwelle 31. Die Antriebswelle 28 umfasst eine Schnittstelle 32, mit deren Hilfe die Rotoreinheit 27A an das Antriebselement 29 angekoppelt werden kann. Mit Hilfe der Schnittstelle 32 kann das Antriebselement 29 ein Drehmoment auf die Rotoreinheit 27A übertragen. Das Drehmoment wird von der Antriebswelle 28 auf die Flexwelle 31 und von der Flexwelle 31 auf den Rotor 30 übertragen. Die Antriebswelle 28, die Flexwelle 31 und der Rotor 30 sind hierzu drehfest miteinander verbunden.

**[0073]** Außenseitig umfasst die Antriebswelle 28 eine Lagerfläche 33, an der die Lagerelemente 8, 9 montiert werden können, sowie eine Dichtfläche 34. Die Lagerfläche 33 und die Dichtfläche 34 sind vorzugsweise zylinderförmig und rotationssymmetrisch zu der Symmetrieachse 6 aufgebaut. An der Dichtfläche 34 können die Dichtungselemente 17, 18 dichtend anliegen. Zwischen

der Lagerfläche 33 und der Dichtfläche 34 ist entlang der Längsrichtung L betrachtet ein umlaufender Absatz 35 vorgesehen, welcher sich entlang der Radialrichtung R betrachtet sowohl über die Lagerfläche 33 als auch über die Dichtfläche 34 heraus erstreckt.

**[0074]** Die Antriebswelle 28 umfasst ferner eine Ausnehmung 36, in welcher die Flexwelle 31 aufgenommen ist. Die Ausnehmung 36 weist ein dem Rotor 30 abgewandtes erstes Ende 37 sowie ein dem Rotor 30 zugewandtes zweites Ende 38 auf. Von dem ersten Ende 37 in Richtung des zweiten Endes 38 weitet sich die Ausnehmung 36 auf, so dass die Ausnehmung 36 an dem ersten Ende 37 einen kleineren Durchmesser aufweist als an dem zweiten Ende 38. Die Ausnehmung 36 kann hierzu, wie in der Fig. 3 gezeigt, als Stufenbohrung ausgeführt sein. Die Ausnehmung 36 kann jedoch auch eine konusförmige oder kegeltumpfförmige Geometrie aufweisen.

**[0075]** Die Antriebswelle 28 umfasst weiterhin eine dem Rotor 30 zugewandte erste Stirnfläche 39 sowie eine dem Rotor 30 abgewandte zweite Stirnfläche 40. Die Antriebswelle 28 weist eine Schnittstelle 41 auf, mit deren Hilfe die Flexwelle 31 drehfest mit der Antriebswelle 28 verbunden ist. Die Schnittstelle 41 kann beispielsweise eine Klebverbindung, eine Schraubverbindung, eine Lötverbindung, eine Schweißverbindung oder dergleichen umfassen. Die Flexwelle 31 ist in diesem Fall vorzugsweise als Stahlseil ausgebildet. Die Flexwelle 31 kann jedoch auch aus einem Kunststoffmaterial gefertigt sein.

**[0076]** Zwischen der Flexwelle 31 und der Antriebswelle 28 ist ein vollständig um die Flexwelle 31 umlaufender Spalt 42 vorgesehen. Der Spalt 42 kann ein Luftspalt sein. Alternativ kann der Spalt 42, wie in der Fig. 3 gezeigt, auch mit einer Dichtungsmasse 43 gefüllt sein. Die Dichtungsmasse 43 ist elastisch verformbar, so dass diese die Radialbewegung der Flexwelle 31 in dem Spalt 42 nicht oder nur unwesentlich behindert. Hierzu kann für die Dichtungsmasse 43 ein Material mit einer niedrigen Shore-Härte verwendet werden.

**[0077]** Beispielsweise kann Dichtungsmasse 43 ein Silikon, insbesondere ein Zweikomponenten-Silikon, ein bei Raumtemperatur aushärtendes Silikon oder RTV-Silikon (Engl.: Room-Temperature-Vulcanizing Silicone), ein bei Hochtemperatur aushärtendes Silikon, ein thermoplastisches Elastomer (TPE), insbesondere ein thermoplastisches Polyurethan (TPU), ein thermoplastisches Vulkanisat (TPV), ein Fluor-Vinyl-Methyl-Silikon-Kautschuk (FVMQ) oder dergleichen sein oder umfassen. Die Dichtungsmasse 43 kann beispielsweise auch aufgeschäumt sein. Beispielsweise kann die Dichtungsmasse 43 eine offenporige oder eine geschlossenporige Struktur aufweisen. Die Dichtungsmasse 43 kann moosgummiartig sein.

**[0078]** Der Rotor 30 ist vorzugsweise aus Stahl, insbesondere aus Edelstahl, gefertigt. Der Rotor 30 kann jedoch auch aus einem Kunststoffmaterial gefertigt sein. Der Rotor 30 umfasst eine wie zuvor erwähnte Außenkontur 44, welche schrauben- oder schneckenförmig ist.

Der Antriebswelle 28 zugewandt umfasst der Rotor 30 einen umlaufenden Absatz 45. Ferner umfasst der Rotor 30 einen Aufnahmeabschnitt 46, welcher hülsenförmig ist und die Flexwelle 31 zumindest abschnittsweise in sich aufnimmt. Beispielsweise ist die Flexwelle 31 mit dem Aufnahmeabschnitt 46 verklebt, verlötet oder verschweißt.

**[0079]** Zwischen dem Absatz 45 und der Stirnfläche 39 der Antriebswelle 28 ist ein optionales Dichtungselement 47 vorgesehen. Das Dichtungselement 47 kann beispielsweise aus Gummi gefertigt sein. Das Dichtungselement 47 kann auch aus einem thermoplastischen Elastomer (TPE), insbesondere aus einem thermoplastischen Polyurethan (TPU), gefertigt sein. Das Dichtungselement 47 weist eine konusförmige oder kegeltumpfförmige Geometrie auf.

**[0080]** Die Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit 27B für die Exzentrerschneckenpumpe 1. Die Fig. 5 zeigt eine schematische Schnittansicht der Rotoreinheit 27B. Nachfolgend wird auf die Fig. 4 und 5 gleichzeitig Bezug genommen.

**[0081]** Die Rotoreinheit 27B unterscheidet sich von der Rotoreinheit 27A nur dadurch, dass anstelle des konusförmigen oder kegelförmigen Dichtungselements 47 gemäß den Fig. 2 und 3 ein scheibenförmiges Dichtungselement 47 vorgesehen ist. Ansonsten entspricht der Aufbau der Rotoreinheit 27B dem Aufbau der Rotoreinheit 27A.

**[0082]** Die Fig. 6 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit 27C für die Exzentrerschneckenpumpe 1. Die Fig. 7 zeigt eine schematische Schnittansicht der Rotoreinheit 27C. Nachfolgend wird auf die Fig. 6 und 7 gleichzeitig Bezug genommen.

**[0083]** Die Rotoreinheit 27C unterscheidet sich von der Rotoreinheit 27A nur dadurch, dass anstelle des konusförmigen oder kegelförmigen Dichtungselements 47 gemäß den Fig. 2 und 3 ein balgförmiges Dichtungselement 47 vorgesehen ist. Ferner umfasst die Rotoreinheit 27C keine in dem Spalt 42 aufgenommene Dichtungsmasse 43. Optional kann jedoch auch die Rotoreinheit 27C die Dichtungsmasse 43 aufweisen.

**[0084]** Die Fig. 8 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit 27D. Die Rotoreinheit 27D unterscheidet sich von der Rotoreinheit 27A nur dadurch, dass anstelle des konusförmigen oder kegelförmigen Dichtungselements 47 gemäß den Fig. 2 und 3 ein Dichtungselement 47 in Form eines O-Rings vorgesehen ist. Ansonsten entspricht der Aufbau der Rotoreinheit 27D dem Aufbau der Rotoreinheit 27A.

**[0085]** Die Fig. 9 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit 27E. Die Rotoreinheit 27E unterscheidet sich von der Rotoreinheit 27A nur dadurch, dass der Rotor 30 keinen umlaufenden Absatz 45 aufweist und dass kein zusätzliches Dichtungselement 47 vorgesehen ist. Ansonsten

entspricht die Rotoreinheit 27C von ihrem Aufbau her dem der Rotoreinheit 27A.

**[0086]** Die Fig. 10 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Rotoreinheit 27F gemäß der Erfindung. Die Rotoreinheit 27F unterscheidet sich von der Rotoreinheit 27E nur dadurch, dass der Rotor 30 und die Flexwelle 31 nicht zwei voneinander getrennt gefertigte Bauteile, welche fest miteinander verbunden sind, sondern ein einstückiges, insbesondere ein materialeinstückiges, Bauteil bilden.

**[0087]** Beispielsweise sind der Rotor 30 und die Flexwelle 31 als einteiliges Kunststoffspritzgussbauteil ausgebildet. In diesem Fall ist die Flexwelle 31 ein Biegestab, insbesondere ein Kunststoffbiegestab. Ferner ist auch die Antriebswelle 28 einstückig, insbesondere materialeinstückig, mit dem Rotor 30 und der Flexwelle 31 ausgebildet. In diesem Fall ist die gesamte Rotoreinheit 27F ein einteiliges Kunststoffbauteil, insbesondere ein Kunststoffspritzgussbauteil. Die Rotoreinheit 27F kann in einem Mehrkomponenten-Kunststoffspritzgussverfahren hergestellt sein, so dass es möglich ist, die Antriebswelle 28, die Flexwelle 31 und den Rotor 30 als ein einteiliges Bauteil mit unterschiedlichen Kunststoffmaterialien herzustellen.

**[0088]** Die Fig. 11 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit 27G. Die Rotoreinheit 27G unterscheidet sich von der Rotoreinheit 27F nur dadurch, dass die Rotoreinheit 27G keine Dichtungsmasse 43 aufweist. Das heißt, der um die Flexwelle 31 umlaufende Spalt 42 ist ein Luftspalt. Der Verzicht auf die Dichtungsmasse 43 weist den Vorteil auf, dass ein zusätzlicher Arbeitsschritt des Einfüllens der Dichtungsmasse 43 verzichtbar ist. Beispielsweise kann die Rotoreinheit 27G dann als Kunststoffspritzgussbauteil ohne eine weitere Nachbearbeitung in Form des Vergießens des Spalts 42 mit der Dichtungsmasse 43 hergestellt werden.

**[0089]** Die Fig. 12 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotoreinheit 27H. Die Rotoreinheit 27H unterscheidet sich von der Rotoreinheit 27G nur dadurch, dass an der Antriebswelle 28, insbesondere an der Dichtfläche 34, eine erste Dichtlippe 48 und eine zweite Dichtlippe 49 angeformt sind. Die Dichtlippen 48, 49 sind geeignet, gegenüber der Dichtfläche 16 des Pumpengehäuseteils 4 radial abzudichten.

**[0090]** Beispielsweise sind die Dichtlippen 48, 49 in einem Kunststoffspritzgussverfahren an die Antriebswelle 28 angespritzt. Dabei können die Dichtlippen 48, 49 aus demselben Material gefertigt sein wie die Antriebswelle 28. Alternativ können die Dichtlippen 48, 49 auch aus einem anderen Material gefertigt sein als die Antriebswelle 28. Hierzu kann beispielsweise ein Mehrkomponenten-Spritzgussverfahren eingesetzt werden.

**[0091]** Die Rotoreinheit 27, 27A, 27B, 27C, 27D, 27E, 27F, 27G, 27H kann ein Disposable beziehungsweise Einwegartikel sein. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Alternativ kann die Rotoreinheit 27, 27A, 27B,

27C, 27D, 27E, 27F, 27G, 27H auch mehrfach verwendet werden.

**[0092]** Einwegprozesslösungen, auch Single-Use-Technologien genannt, werden insbesondere zur Herstellung biopharmazeutischer Produkte verwendet. Hierunter versteht man komplette Lösungen aus Einwegsystemen, welche auch als Single-Use-Systeme bezeichnet werden, für eine gesamte Prozesslinie. Diese kann zum Beispiel Medien- und Pufferherstellung, Bioreaktoren, Zellernte, Tiefenfiltration, Tangentialflussfiltration, Chromatographie und Virusinaktivierung umfassen.

**[0093]** Für biotechnische Prozesse werden diverse Medien M benötigt. Dazu zählen Nährlösungen, Zellen, Puffer zur pH-Wert-Stabilisierung sowie Säuren und Basen für die Einstellung und Regelung des pH-Werts während der Kultivierung. Alle verwendeten Medien M müssen vor ihrer Verwendung sterilisiert werden. Dazu kommen in der Biotechnologie im Wesentlichen zwei Verfahren zum Einsatz, die Hitzeesterilisation bei mindestens 121 °C bei 1 bar Überdruck für mindestens 20 min und die Sterilfiltration. Für Medien M, die hitzeempfindliche Komponenten, wie Vitamine, Proteine und Peptide enthalten, ist die Sterilfiltration die Methode der Wahl.

**[0094]** Der Unterschied von Einwegmedien- und Pufferherstellung zu konventionellen Verfahren liegt in der Verwendung entsprechender Einwegprodukte, welche speziell für diesen Zweck entwickelt werden, beispielsweise spezielle Beutel, Einwegmischsysteme und -filter sowie entsprechende Pumpen. Die verwendeten Filter sind im Gegensatz zu konventionellen Filtern vorsterilisiert. Teilweise sind Beutel, Filter und Pumpenköpfe als komplettes Einwegsystem bereits miteinander verbunden.

**[0095]** Das gesamte System wird verbunden und vorsterilisiert geliefert, um Kontaminationen zu vermeiden. Neben den vorgenannten Einwegverfahren, von denen jedes für sich genommen auf einer verfahrenstechnischen Grundoperation beruht, wurden in der Welt der biopharmazeutischen Einwegproduktion spezielle Methoden und Geräte entwickelt, die überwiegend nur hier zum Einsatz kommen, wie beispielsweise sterile Kuppelungen und Schlauchschweißgeräte.

**[0096]** Die verfügbaren Einwegprozesslösungen sind jede für sich als abgeschlossenes Modul zu betrachten. Im Rahmen eines Einwegproduktionsprozesses werden die für die Erzeugung und Aufreinigung des Zielprodukts notwendigen verfahrenstechnischen Grundoperationen hintereinandergeschaltet. Die vorkonfigurierten Einwegsysteme, die aus Schläuchen, Einwegtanks, Pumpenköpfen sowie Filtrations- oder Chromatographiemodulen bestehen, sind in sich geschlossen. Zur Verbindung zweier aufeinanderfolgender Verfahrensschritte werden daher sterile Verbindungstechnologien, in der Regel Schlauchverbindungen, benötigt.

**[0097]** Es existieren einerseits mechanische Einwegkupplungen, andererseits gibt es Geräte, mit welchen thermoplastische Schläuche steril zusammenschweißt werden oder bestehende Verbindungen durch-

trennt und die Schlauchenden verschweißt werden können. Für Verbindung durch eine Wand hindurch sind spezielle Schnelltransfersysteme entwickelt worden. Gegenwärtig sind die meisten Produktionsprozesse, bei denen Einwegprodukte verwendet werden, noch sogenannte Hybridprozesse, in denen Einwegsysteme mit konventionellen Systemen aus rostfreiem Stahl und Glas kombiniert werden. Unterschieden wird hierbei zwischen den geschlossenen Systemen, bei denen die Einwegsysteme in der Reihenfolge der Prozessschritte aneinandergekoppelt sind, und Stationssysteme, bei denen die Zwischenprodukte mittels mobiler Behälter zum nächsten Prozessschritt transportiert werden.

**[0098]** Der Begriff "Single Use" (häufig auch als "Disposable" bezeichnet) definiert in der biopharmazeutischen Produktion einen Gegenstand, der für den einmaligen Gebrauch bestimmt ist. In der Regel besteht dieser aus einem Kunststoffmaterial, wie beispielsweise Polyamid (PA), Polycarbonat (PC), Polyethylen (PE), Polyethersulfon (PESU), Polyoxymethylen (POM), Polypropylen (PP), Polytetrafluorethylen (PTFE), Polyvinylchlorid (PVC), Celluloseacetat (CA) oder Ethylenvinylacetat (EVA), und wird nach seinem Gebrauch entsorgt. Die Rotoreinheit 27, 27A, 27B, 27C, 27D, 27E, 27F, 27G, 27H kann aus einem oder mehreren der vorgenannten Werkstoffe gefertigt sein. Unter Single-Use-Technologie (SUT) ist insbesondere eine auf Single-Use-Systemen (SUS) basierende Technologie zu verstehen.

**[0099]** Die Exzentrerschneckenpumpe 1 kann insbesondere für die additive oder generative Fertigung verwendet werden. Das heißt, die Exzentrerschneckenpumpe 1 ist ein 3D-Druckkopf oder kann als solcher bezeichnet werden. Der 3D-Druck ist eine umfassende Bezeichnung für alle Fertigungsverfahren, bei denen Material Schicht für Schicht aufgetragen und so dreidimensionale Gegenstände erzeugt werden können. Dabei erfolgt der schichtweise Aufbau computergesteuert aus einem oder mehreren flüssigen oder festen Werkstoffen nach vorgegebenen Maßen und Formen.

**[0100]** Bei dem Aufbau finden physikalische oder chemische Härtungs- oder Schmelzprozesse statt. Typische Werkstoffe für das 3D-Drucken sind Kunststoffe, Kunstharze, Keramiken und Metalle. Inzwischen wurden auch Carbon- und Graphitmaterialien für den 3D-Druck von Teilen aus Kohlenstoff entwickelt. Obwohl es sich um ein urformendes Verfahren handelt, sind für ein konkretes Erzeugnis keine speziellen Werkzeuge erforderlich, die die jeweilige Geometrie des Werkstücks gespeichert haben, wie beispielsweise Gussformen. 3D-Drucker werden in der Industrie, im Modellbau und der Forschung zur Fertigung von Modellen, Mustern, Prototypen, Werkzeugen, Endprodukten oder dergleichen eingesetzt. Ferner werden diese auch für die private Nutzung verwendet. Daneben gibt es Anwendungen im Heim- und Unterhaltungsbereich, dem Baugewerbe sowie in der Kunst und Medizin.

**[0101]** Der Einsatz dieser Verfahren erfolgt bei der parallelen Fertigung sehr kleiner Bauteile in größeren Stück-

zahlen, für Unikate bei Schmuck oder in der Medizin- und Dentaltechnik sowohl in der Kleinserienfertigung als auch in der Einzelfertigung von Teilen mit einer hohen geometrischen Komplexität, auch mit zusätzlicher Funktionsintegration. Im Gegensatz zum Urformen, Umformen oder subtraktiven Fertigungsverfahren, wie beispielsweise Trennen, erhöht sich beim 3D-Druck die Wirtschaftlichkeit mit steigender Komplexität der Bauteilgeometrie und sinkender benötigter Stückzahl. In den letzten Jahren wurden die Anwendungsgebiete für diese Fertigungsverfahren auf weitere Felder ausgedehnt. 3D-Drucker dienen zunächst vor allem der Herstellung von Prototypen und Modellen, dann der Herstellung von Werkzeugen und schließlich von Fertigteilen, von denen nur geringe Stückzahlen benötigt werden.

**[0102]** Einige grundlegende Vorteile gegenüber konkurrierenden Herstellungsverfahren führen zu einer zunehmenden Verbreitung der Technik, auch in der Serienproduktion von Teilen. Gegenüber dem Spritzgussverfahren hat das 3D-Drucken den Vorteil, dass das aufwendige Herstellen von Formen und das Formenwechseln entfällt. Gegenüber allen materialabtragenden Verfahren, wie Schneiden, Drehen, Bohren oder dergleichen, hat das 3D-Drucken den Vorteil, dass zusätzliche Bearbeitungsschritte nach dem Urformen entfallen. Meist ist der Vorgang energetisch günstiger, insbesondere wenn das Material nur einmal in der benötigten Größe und Masse aufgebaut wird. Wie bei anderen automatisierten Verfahren kann je nach Anwendungsbereich jedoch eine Nachbearbeitung notwendig sein.

**[0103]** Weitere Vorteile bestehen darin, dass unterschiedliche Bauteile auf einer Maschine gefertigt und komplizierte Geometrien erzeugt werden können. Die Verwendung der Exzentrerschneckenpumpe 1 für den 3D-Druck ist ein extrusionsbasiertes Verfahren. Mit Hilfe der Exzentrerschneckenpumpe 1 lassen sich als Medien M beispielsweise Silikone, Polyurethane, Keramik- und Metallpasten, Epoxidharze sowie Acrylate verarbeiten.

**[0104]** Die Vorteile der Exzentrerschneckenpumpe 1 gegenüber anderen Technologien, die in der Lage sind, Flüssigkeiten zu drucken, bestehen in der Anwendbarkeit für hohe Viskositäten, der hohen Präzision und Prozessstabilität, dem großen verwendbaren Materialspektrum und der hohen Auftragsgeschwindigkeit. Andere Technologien sind auf teilweise starke Materialanpassungen angewiesen, um einen sinnvollen Druckprozess zu bewerkstelligen. Lichtbasierte Technologien für Flüssigkeiten sind beispielsweise immer von der Anwesenheit eines Photonen-Vernetzers abhängig, wohingegen die Exzentrerschneckenpumpe 1 völlig unabhängig vom Härtungsmechanismus drucken kann.

**[0105]** Insbesondere kann die Exzentrerschneckenpumpe 1 für das sogenannte "Bioprinting" eingesetzt werden. Das Anwendungsgebiet des Bioprinting ist noch sehr jung und stellt den neuesten Schritt in der Zellkulturtechnik dar. Es ist als Sonderform der additiven Fertigung an der Schnittstelle zwischen Medizintechnik und Biotechnologie zu sehen. Oft wird das Thema Bioprinting

mit Worten zum großen Bedarf an Spenderorganen eingeleitet. Es sei unverzichtbar, dass in Zukunft Gewebe und Organe künstlich hergestellt werden, um den enormen Bedarf zu decken. Diese Vision liegt realistisch betrachtet noch in weiter Ferne, so sie denn jemals Realität werden sollte.

**[0106]** Nichtsdestotrotz rückt der Einsatz von einfacheren Gewebekonstruktionen immer näher. Denkbar sind beispielsweise Knorpelimplantate oder nachgebildete Hautpartien zur schnellen Wundversorgung. Ferner sind auch Knochenwachse und Knochenersatzmaterialien verarbeitbar. Bereits in Verwendung sind individuell angefertigte Knochenimplantate aus körperkompatiblen Materialien. Dies ist jedoch nicht als Bioprinting im engeren Sinne zu sehen, da keine biologischen Materialien verwendet werden.

**[0107]** Großes Potenzial ist im Forschungsfeld des "Drug Discovery" zu sehen. Hier können innerhalb kürzester Zeit Kenntnisse zu Nebenwirkungen und Wechselwirkungen verschiedener Wirkstoff gewonnen werden. Hierzu werden "Mini-Organen" gedruckt, die alle wesentlichen Funktionen eines realen Organs abbilden können. Über Techniken der Mikrofluidik können diese Mini-Organen zu Multi-Organ-Systemen zusammengeschlossen werden und somit systemische Auswirkungen von Wirkstoffen getestet werden, ohne dass Tierversuche benötigt werden.

**[0108]** Beim Bioprinting werden mit Hilfe der Exzentrerschneckenpumpe 1, insbesondere mit Hilfe eines Bioprinters, zellbeladene Gele oder Matrizen zur Erhaltung und Kultivierung derselben erzeugt. Dies geschieht durch einen schichtweisen Aufbau, welcher aus der additiven Fertigung bekannt ist. Da die meisten Medien M beim Bioprinting mit lebenden Zellen beladen sind, die nur mit erheblichem Zeit- und Kostenaufwand hergestellt werden können, ist eine schonende Ausbringung unerlässlich. Der Stress auf die ausgebrachten Zellen steigt mit der Zelldichte und der Viskosität des Mediums M an. Für sinnvolle Konstrukte sind jedoch eine möglichst hohe Zelldichte und Standfestigkeit erforderlich. Es entsteht also ein Spannungsfeld aus Zellkonzentration und Ausbringungstechnologie.

**[0109]** Um die Exzentrerschneckenpumpe 1 in vorhandenen 3D-Druckern verwenden zu können, ist eine Gewichts- und Größenreduktion wünschenswert. Die Materialien für die Exzentrerschneckenpumpe 1 werden dahingehend gewählt, dass diese möglichst leicht sind. Das Gehäuse 2 kann teilweise aus Metall oder Kunststoff gefertigt sein. Da die Komponenten Rotoreinheit 27, 27A, 27B, 27C, 27D, 27E, 27F, 27G, 27H und Stator 21 aus einem Kunststoffmaterial gefertigt werden können, verringert sich das Gewicht nochmal zusätzlich. Durch den entlang der Längsrichtung L reduzierten Bauraum der Rotoreinheit 27, 27A, 27B, 27C, 27D, 27E, 27F, 27G, 27H kann ebenfalls eine Gewichtsreduktion erzielt werden.

**[0110]** Neben dem Einsatz der Exzentrerschneckenpumpe 1 im Bereich des Bioprintings sind noch weitere

Einsatzgebiete denkbar. In der additiven Fertigung muss sich der Einsatz der Exzentrerschneckenpumpe 1 nicht auf das Bioprinting beschränken. Der Druck von Materialien, wie Silikon, Epoxidharzen, Polyurethanen, Keramik-, Metall- und Lotpasten ist ebenfalls möglich. Mit einer kompakten Bauform ist es auch denkbar, den Markt für Amateur-3D-Drucker zu erschließen.

**[0111]** Ferner ist auch ein Einsatz in der chemischen Industrie möglich. Manche Chemikalien eignen sich aufgrund ihrer Neigung zum Verkleben grundsätzlich nicht zum Verdrucken mit Exzentrerschneckenpumpen 1. Beispielsweise stellen Cyanacrylate ein Problem dar, da diese in der Gegenwart von Feuchtigkeit aushärten und die Exzentrerschneckenpumpe 1 komplett zerstören können. Eine als ein Einwegartikel ausgebildete Rotoreinheit 27, 27A, 27B, 27C, 27D, 27E, 27F, 27G, 27H, die bei einem Störfall ohne größeren Schaden schnell getauscht werden kann, ist daher von Vorteil.

**[0112]** In der Medizintechnik wäre unter anderem die Anwendung der Exzentrerschneckenpumpe 1 als Handapplikator denkbar. Zum präzisen Auftragen des Mediums M bei der Wundversorgung, im Körper, bei Operationen, bei zahnmedizinischen Behandlungen oder zur Abgabe von Medikamenten kann die Exzentrerschneckenpumpe 1 Anwendung finden. Eine Schnittstelle von additiver Fertigung und Medizintechnik ist beispielsweise der Druck von Tabletten. Durch die individuelle Erstellung von Tabletten mit patientenspezifischen Wirkstoffen und Wirkstoffgehalten können Probleme mit Wechselwirkungen, Über- und Unterdosieren sowie Vergessen der Einnahme entgegengewirkt werden. Auch für den Druck von Tabletten kann die Exzentrerschneckenpumpe 1 eingesetzt werden.

**[0113]** Die Exzentrerschneckenpumpe 1 kann auch zur Mikrodosierung im Bereich der Herstellung von Filmtabletten, zur Dosierung von Impfstoffen, Wirkstoffen, insbesondere teuren Wirkstoffen, oder zum Pflasterauftrag durch Dosieren eingesetzt werden. Die Exzentrerschneckenpumpe 1 kann auch zur Mikrodosierung in der aseptischen Anwendung verwendet werden. Auch zur Produktion von Kleinstbauteilen, beispielsweise zur Verklebung von Endoskopen, kann die Exzentrerschneckenpumpe 1 Anwendung finden. Ferner kann die Exzentrerschneckenpumpe 1 zum Dispensieren von teuren Wirkstoffen, entweder in einem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Prozess, eingesetzt werden. Es ist auch möglich, personalisierte Tabletten, insbesondere Filmtabletten, zu produzieren. Auch ist die Anwendung mehrerer Wirkstoffe in einer Tablette, insbesondere einer Filmtablette, oder auf Wirkpflastern möglich. Auch in der Kosmetik, insbesondere in der personalisierten Kosmetik, ist die Exzentrerschneckenpumpe 1 zur Dosierung von Kleinstmengen einsetzbar.

**[0114]** Die Exzentrerschneckenpumpe 1 kann netzbetrieben oder akkubetrieben sein. Das heißt, dass ein Akkubetrieb der Exzentrerschneckenpumpe 1 möglich ist. Hierdurch ist die Exzentrerschneckenpumpe 1 unabhängig von einem Stromnetz. Die Exzentrerschneckenpumpe

pe 1 kann somit autark als Handgerät arbeiten. Beispielsweise kann die Exzentrerschneckenpumpe 1 so zum Dosieren von Lötpaste an einem Handarbeitsplatz eingesetzt werden. Die Exzentrerschneckenpumpe 1 kann so in der Art einer Pipettiereinrichtung oder Pipettierhilfe verwendet werden, mit dem Unterschied, dass mit Hilfe der Exzentrerschneckenpumpe 1 auch hochviskose Medien M dosiert werden können.

**[0115]** Ferner kann eine derart autark arbeitende Exzentrerschneckenpumpe 1 auch zur Schnellwundversorgung, beispielsweise zur Feldversorgung von Einsatzkräften, in Arztpraxen oder im Operationssaal eingesetzt werden. In diesem Fall können als Medien M beispielsweise Wachse, insbesondere Knochenwachse, Klebstoffe, Medikamente, Zahnersatzmaterialien, künstliche Haut oder dergleichen dosiert werden.

**[0116]** Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

##### [0117]

1	Exzentrerschneckenpumpe
2	Gehäuse
3	Gehäusevorderteil
4	Pumpengehäuseteil
5	Lagergehäuseteil
6	Symmetrieachse
7	Bohrung
8	Lagerelement
9	Lagerelement
10	Absatz
11	Nut
12	Sicherungsring
13	Dichtungselement
14	Aufnahmeraum
15	Zuführöffnung
16	Dichtfläche
17	Dichtungselement
18	Dichtungselement
19	Vorsprung
20	Bohrung
21	Stator
22	Außenteil
23	Innenteil
24	Fußabschnitt
25	Luer-Lock-Anschluss
26	Durchbruch
27	Rotoreinheit
27A	Rotoreinheit
27B	Rotoreinheit
27C	Rotoreinheit
27D	Rotoreinheit
27E	Rotoreinheit
27F	Rotoreinheit
27G	Rotoreinheit

27H	Rotoreinheit
28	Antriebswelle
29	Antriebselement
30	Rotor
5 31	Flexwelle
32	Schnittstelle
33	Lagerfläche
34	Dichtfläche
35	Absatz
10 36	Ausnehmung
37	Ende
38	Ende
39	Stirnfläche
40	Stirnfläche
15 41	Schnittstelle
42	Spalt
43	Dichtungsmasse
44	Außenkontur
45	Absatz
20 46	Aufnahmeabschnitt
47	Dichtungselement
48	Dichtlippe
49	Dichtlippe
L	Längsrichtung
25 M	Medium
R	Radialrichtung

#### Patentansprüche

- 30
1. Rotoreinheit (27F, 27G, 27H) für eine Exzentrerschneckenpumpe (1), mit
- 35
- einer Antriebswelle (28), welche mit Hilfe eines Antriebselements (29) der Exzentrerschneckenpumpe (1) antreibbar ist,
- 40
- einem schneckenförmigen Rotor (30), und einer Flexwelle (31), welche die Antriebswelle (28) mit dem Rotor (30) verbindet,
- 45
- wobei die Flexwelle (31) zumindest abschnittsweise innerhalb der Antriebswelle (28) aufgenommen ist,
- wobei zwischen der Flexwelle (31) und der Antriebswelle (28) ein um die Flexwelle (31) umlaufender Spalt (42) vorgesehen ist, welcher eine Radialbewegung der Flexwelle (31) innerhalb der Antriebswelle (28) ermöglicht, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 50
- die Antriebswelle (28), der Rotor (30) und die Flexwelle (31) ein einstückiges Bauteil bilden.
- 55
2. Rotoreinheit nach Anspruch 1, wobei die Antriebswelle (28) außenseitig eine zylinderförmige Lagerfläche (33) umfasst, und wobei die Flexwelle (31) zumindest abschnittsweise innerhalb der Lagerfläche (33) verläuft.
3. Rotoreinheit nach Anspruch 1 oder 2, wobei die An-

- triebswelle (28) eine Ausnehmung (36) umfasst, in welcher die Flexwelle (31) aufgenommen ist, und wobei sich die Ausnehmung (36) ausgehend von einem dem Rotor (30) abgewandten ersten Ende (37) der Ausnehmung (36) hin zu einem dem Rotor (30) zugewandten zweiten Ende (38) der Ausnehmung (36) aufweitet.
4. Rotoreinheit nach Anspruch 3, wobei die Ausnehmung (36) gestuft oder konusförmig ist.
5. Rotoreinheit nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Flexwelle (31) an dem ersten Ende (37) mit der Antriebswelle (28) verbunden ist.
6. Rotoreinheit nach einem der Ansprüche 1 - 5, wobei der Spalt (42) zumindest abschnittsweise mit einer elastisch verformbaren Dichtungsmasse (43) gefüllt ist.
7. Rotoreinheit nach Anspruch 6, wobei die Dichtungsmasse (43) aufgeschäumt ist.
8. Rotoreinheit nach einem der Ansprüche 1 - 7, ferner umfassend ein Dichtungselement (47), welches stirnseitig zwischen der Antriebswelle (28) und dem Rotor (30) angeordnet ist.
9. Rotoreinheit nach Anspruch 8, wobei der Rotor (30) einen umlaufenden Absatz (45) umfasst, und wobei das Dichtungselement (47) zwischen dem Absatz (45) und einer Stirnfläche (39) der Antriebswelle (28) angeordnet ist.
10. Rotoreinheit nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Dichtungselement (47) balgförmig ist.
11. Rotoreinheit nach einem der Ansprüche 1 - 10, wobei die Flexwelle (31) entlang einer Längsrichtung (L) der Rotoreinheit (27F, 27G, 27H) betrachtet vollständig innerhalb der Antriebswelle (28) aufgenommen ist.
12. Rotoreinheit nach einem der Ansprüche 1 - 11, wobei die Antriebswelle (28) außenseitig zumindest eine, insbesondere einstückig mit der Antriebswelle (28) ausgebildete, Dichtlippe (48, 49) zum Abdichten der Antriebswelle (28) gegenüber einem Gehäuse (2) der Exzentrerschneckenpumpe (1) umfasst.
13. Rotoreinheit nach einem der Ansprüche 1 - 12, wobei die Antriebswelle (28), der Rotor (30) und die Flexwelle (31) ein einstückiges, insbesondere ein materialeinstückiges, Kunststoffbauteil bilden.
14. Rotoreinheit nach einem der Ansprüche 1 - 13, wobei die Rotoreinheit (27F, 27G, 27H) ein Einwegartikel ist.
15. Exzentrerschneckenpumpe (1), insbesondere 3D-Druckkopf, mit einer Rotoreinheit (27F, 27G, 27H) nach einem der Ansprüche 1 - 14.

## Claims

1. Rotor unit (27F, 27G, 27H) for an eccentric screw pump (1), comprising
- a drive shaft (28) which can be driven by means of a drive element (29) of the eccentric screw pump (1),
- a helical rotor (30), and
- a flexible shaft (31) connecting the drive shaft (28) to the rotor (30),
- wherein the flexible shaft (31) is accommodated at least in sections within the drive shaft (28),
- wherein a gap (42) is provided between the flexible shaft (31) and the drive shaft (28), wherein the gap (42) extends around the flexible shaft (31) and allows a radial movement of the flexible shaft (31) within the drive shaft (28),
- characterized in that**
- that the drive shaft (28), the rotor (30) and the flexible shaft (31) form an integral component.
2. Rotor unit according to claim 1, wherein the drive shaft (28) comprises a cylindrical bearing surface (33) on the outside, and wherein the flexible shaft (31) extends at least in sections within the bearing surface (33).
3. Rotor unit according to claim 1 or 2, wherein the drive shaft (28) comprises a recess (36) in which the flexible shaft (31) is received, and wherein the recess (36) widens starting from a first end (37) of the recess (36) facing away from the rotor (30) towards a second end (38) of the recess (36) facing the rotor (30).
4. Rotor unit according to claim 3, wherein the recess (36) is stepped or cone-shaped.
5. Rotor unit according to claim 3 or 4, wherein the flexible shaft (31) is connected to the drive shaft (28) at the first end (37).
6. Rotor unit according to one of claims 1 - 5, wherein the gap (42) is filled at least in sections with an elastically deformable sealing compound (43).
7. Rotor unit according to claim 6, wherein the sealing compound (43) is foamed.
8. Rotor unit according to one of claims 1 - 7, further comprising a sealing element (47) arranged between the drive shaft (28) and the rotor (30) on a face side.

9. Rotor unit according to claim 8, wherein the rotor (30) comprises a circumferential shoulder (45), and wherein the sealing member (47) is disposed between the shoulder (45) and an end surface (39) of the drive shaft (28).
10. Rotor unit according to claim 8 or 9, wherein the sealing element (47) is bellows-shaped.
11. Rotor unit according to one of claims 1 - 10, wherein the flexible shaft (31) is completely received within the drive shaft (28) as viewed along a longitudinal direction (L) of the rotor unit (27F, 27G, 27H).
12. Rotor unit according to one of claims 1 - 11, wherein the drive shaft (28) comprises on the outside at least one sealing lip (48, 49), in particular formed integrally with the drive shaft (28), for sealing the drive shaft (28) with respect to a housing (2) of the eccentric screw pump (1).
13. Rotor unit according to one of claims 1 - 12, wherein the drive shaft (28), the rotor (30) and the flexible shaft (31) form an integral, in particular a one-material, plastic component.
14. Rotor unit according to one of claims 1 - 13, wherein the rotor assembly (27F, 27G, 27H) is a disposable article.
15. Eccentric screw pump (1), in particular 3D print head, comprising a rotor unit (27F, 27G, 27H) according to one of claims 1 - 14.

## Revendications

1. Unité rotor (27F, 27G, 27H) destinée à une pompe à vis excentrée (1), comprenant
- un arbre de transmission (28) qui peut être entraîné au moyen d'un élément menant (29) de la pompe à vis excentrée (1),
- un rotor hélicoïdal (30), et
- un arbre flexible (31) mettant en prise l'arbre de transmission (28) et le rotor (30),
- dans laquelle l'arbre flexible (31) est logé au moins dans des sections à l'intérieur de l'arbre de transmission (28),
- dans laquelle un espace (42) est prévu entre l'arbre flexible (31) et l'arbre de transmission (28), dans laquelle l'espace (42) s'étend autour de l'arbre flexible (31) et permet un mouvement radial de l'arbre flexible (31) à l'intérieur de l'arbre de transmission (28),
- caractérisée en ce que**
- l'arbre de transmission (28), le rotor (30) et l'arbre flexible (31) forment un composant d'une

seule pièce.

2. Unité rotor selon la revendication 1, dans laquelle l'arbre de transmission (28) comprend une surface de palier cylindrique (33) sur l'extérieur, et dans laquelle l'arbre flexible (31) s'étend au moins dans des sections à l'intérieur de la surface de palier (33).
3. Unité rotor selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans laquelle l'arbre de transmission (28) comprend un évidement (36) dans lequel est reçu l'arbre flexible (31), et dans laquelle l'évidement (36) va en s'élargissant à partir d'une première extrémité (37) de l'évidement (36) faisant face à l'opposé du rotor (30) en direction d'une seconde extrémité (38) de l'évidement (36) faisant face au rotor (30).
4. Unité rotor selon la revendication 3, dans laquelle l'évidement (36) est étagé ou a une forme de cône.
5. Unité rotor selon la revendication 3 ou la revendication 4, dans laquelle l'arbre flexible (31) est en prise avec l'arbre de transmission (28) au niveau de la première extrémité (37).
6. Unité rotor selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle l'espace (42) est rempli, au moins dans des sections, d'un composé d'étanchéité pouvant se déformer élastiquement (43).
7. Unité rotor selon la revendication 6, dans laquelle le composé d'étanchéité (43) est moussant.
8. Unité rotor selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant en outre un élément d'étanchéité (47) disposé entre l'arbre de transmission (28) et le rotor (30) d'un côté face.
9. Unité rotor selon la revendication 8, dans laquelle le rotor (30) comprend un épaulement circonférentiel (45), et dans laquelle l'élément d'étanchéité (47) est disposé entre l'épaulement (45) et une surface d'extrémité (39) de l'arbre de transmission (28).
10. Unité rotor selon la revendication 8 ou la revendication 9, dans laquelle l'élément d'étanchéité (47) a une forme de soufflet.
11. Unité rotor selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle l'arbre flexible (31) est reçu complètement à l'intérieur de l'arbre de transmission (28) lorsqu'observé dans une direction longitudinale (L) de l'unité rotor (27F, 27G, 27H).
12. Unité rotor selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle l'arbre de transmission (28) comprend, sur l'extérieur, au moins une lèvre d'étanchéité (48, 49), en particulier formée d'un seul tenant avec l'ar-

bre de transmission (28), destinée à étancher l'arbre de transmission (28) par rapport à un carter (2) de la pompe à vis excentrée (1).

- 13.** Unité rotor selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle l'arbre de transmission (28), le rotor (30) et l'arbre flexible (31) forment un composant en plastique d'une seule pièce en particulier d'un seul matériau. 5
- 14.** Unité rotor selon l'une des revendications 1 à 13, dans laquelle l'ensemble rotor (27F, 27G, 27H) est un article jetable. 10
- 15.** Pompe à vis excentrée (1), en particulier tête d'impression 3D, comprenant une unité rotor (27F, 27G, 27H) selon l'une des revendications 1 à 14. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

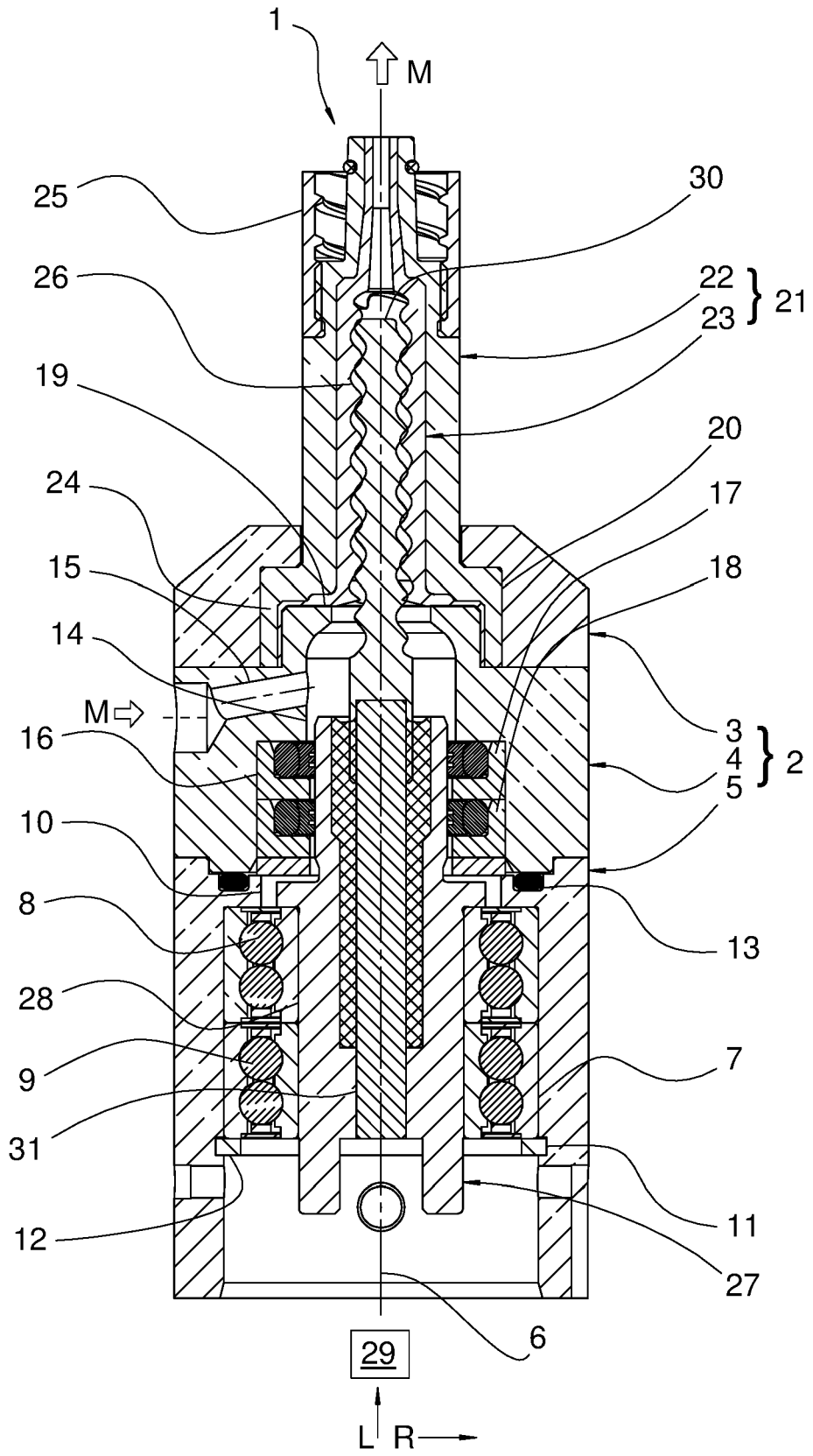


Fig. 1

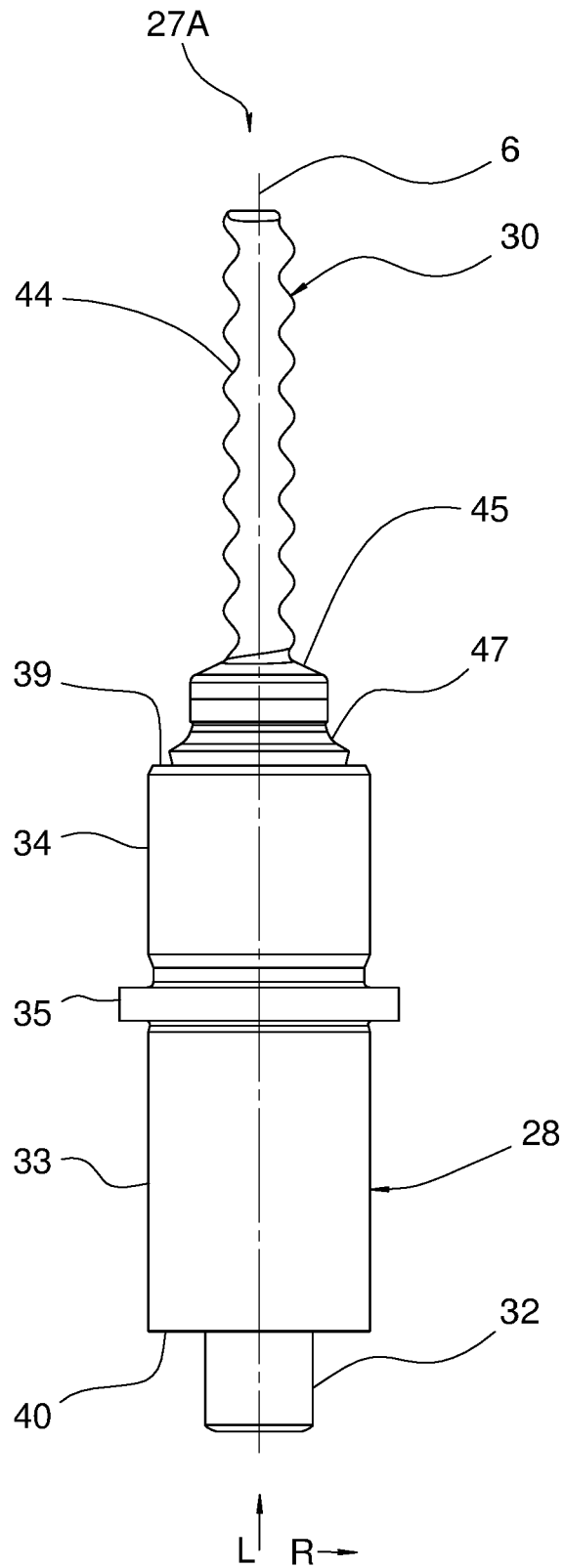


Fig. 2

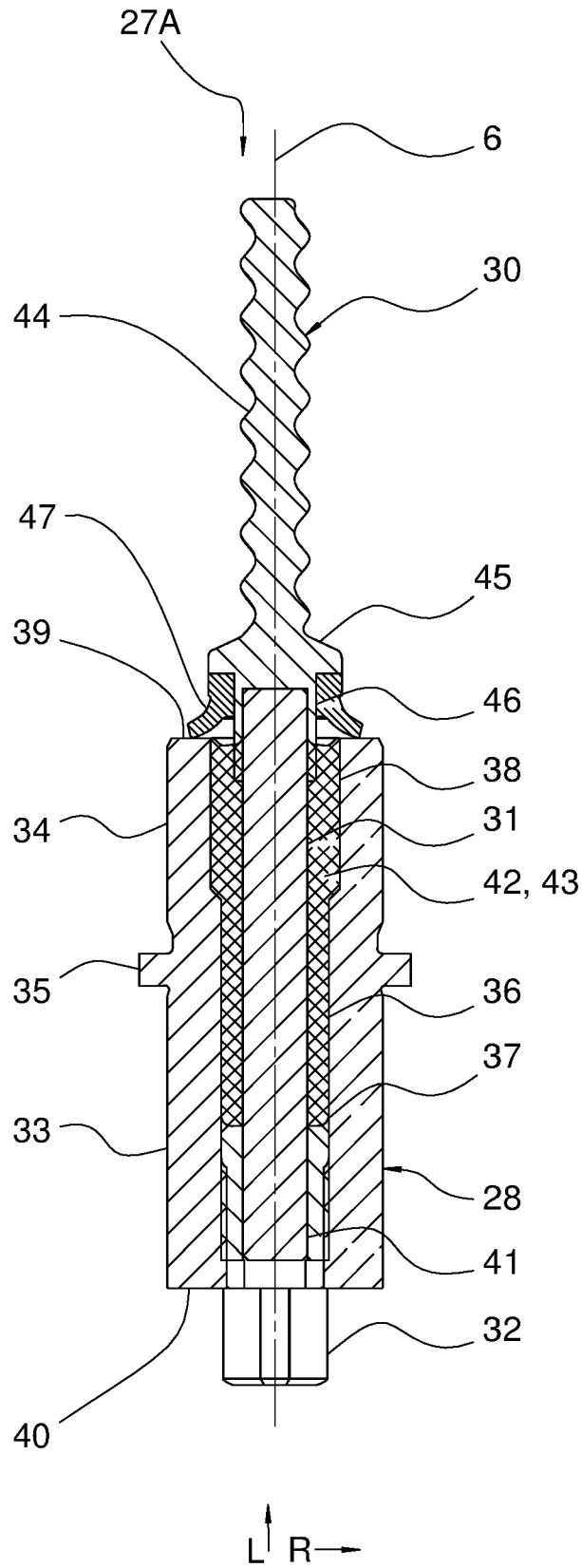


Fig. 3

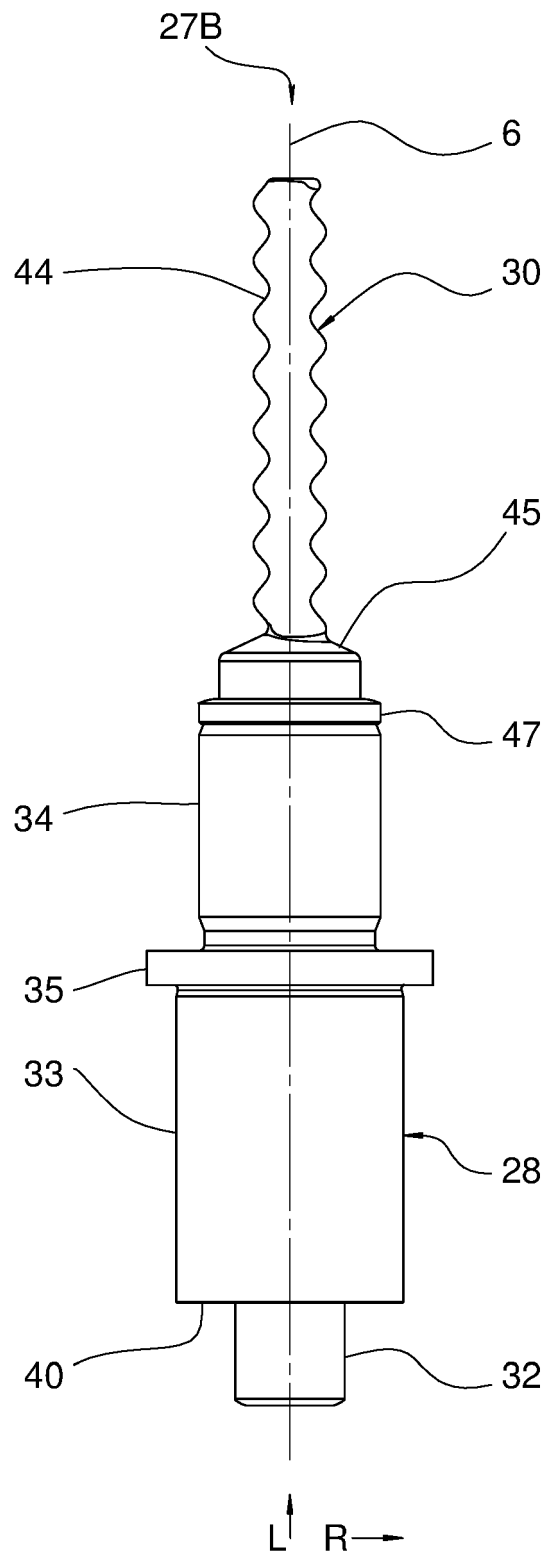


Fig. 4



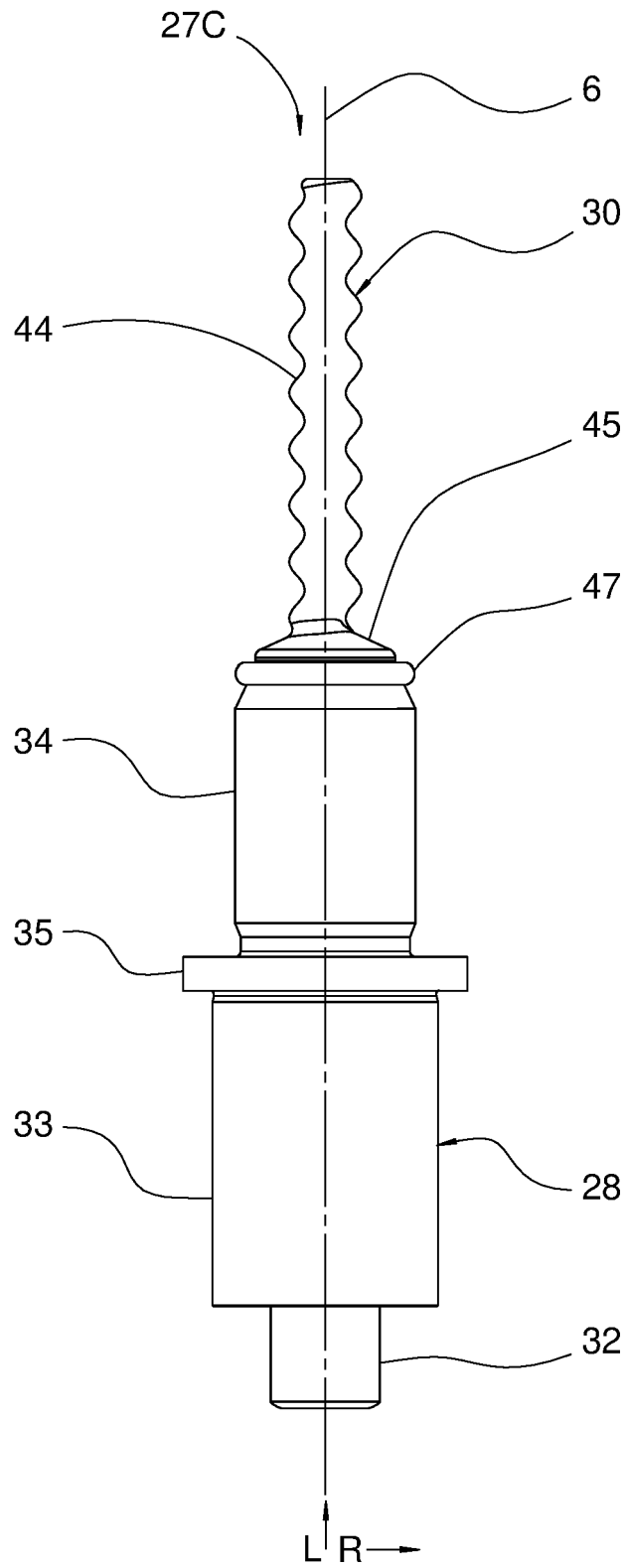


Fig.6

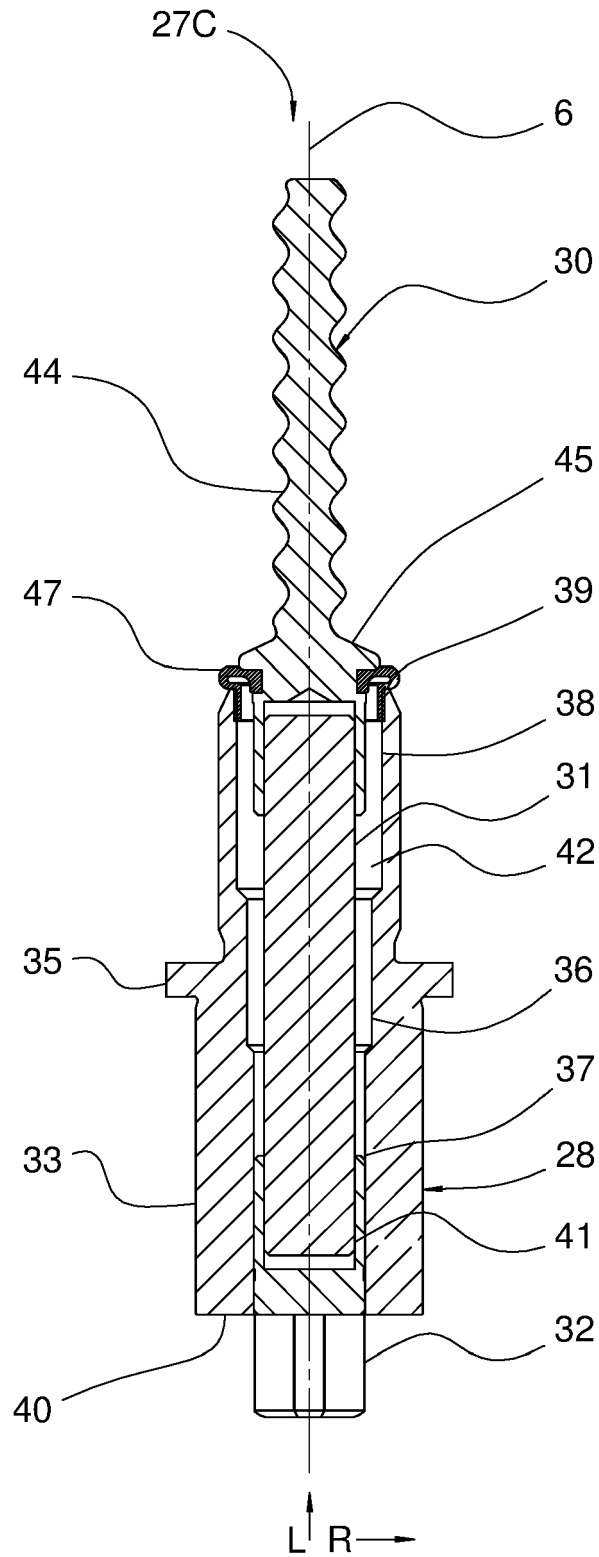


Fig.7



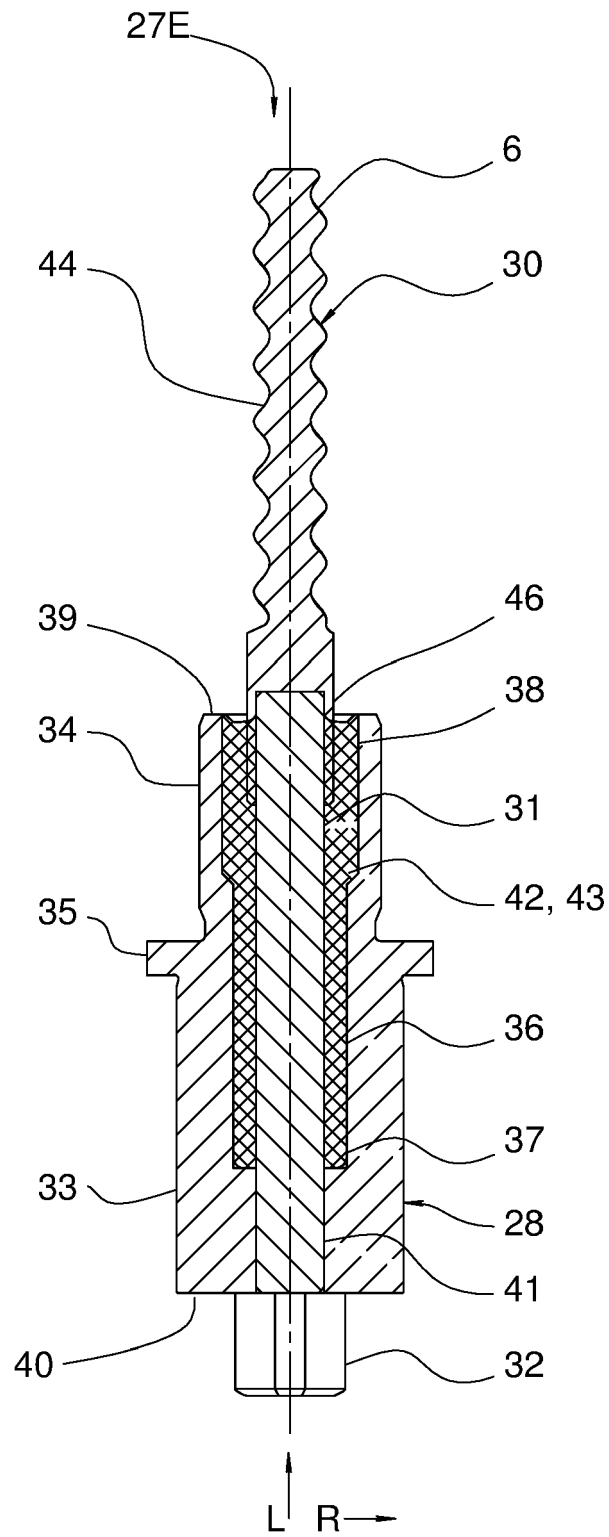


Fig. 9

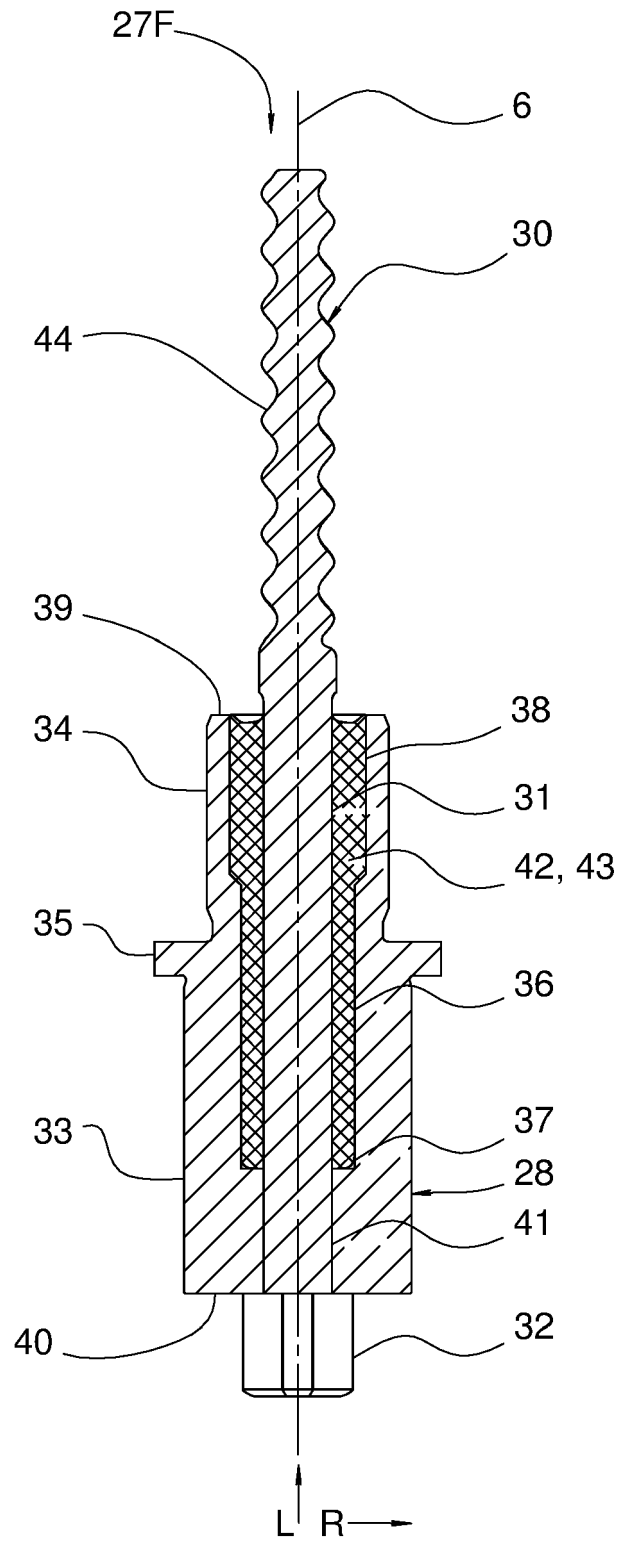


Fig. 10

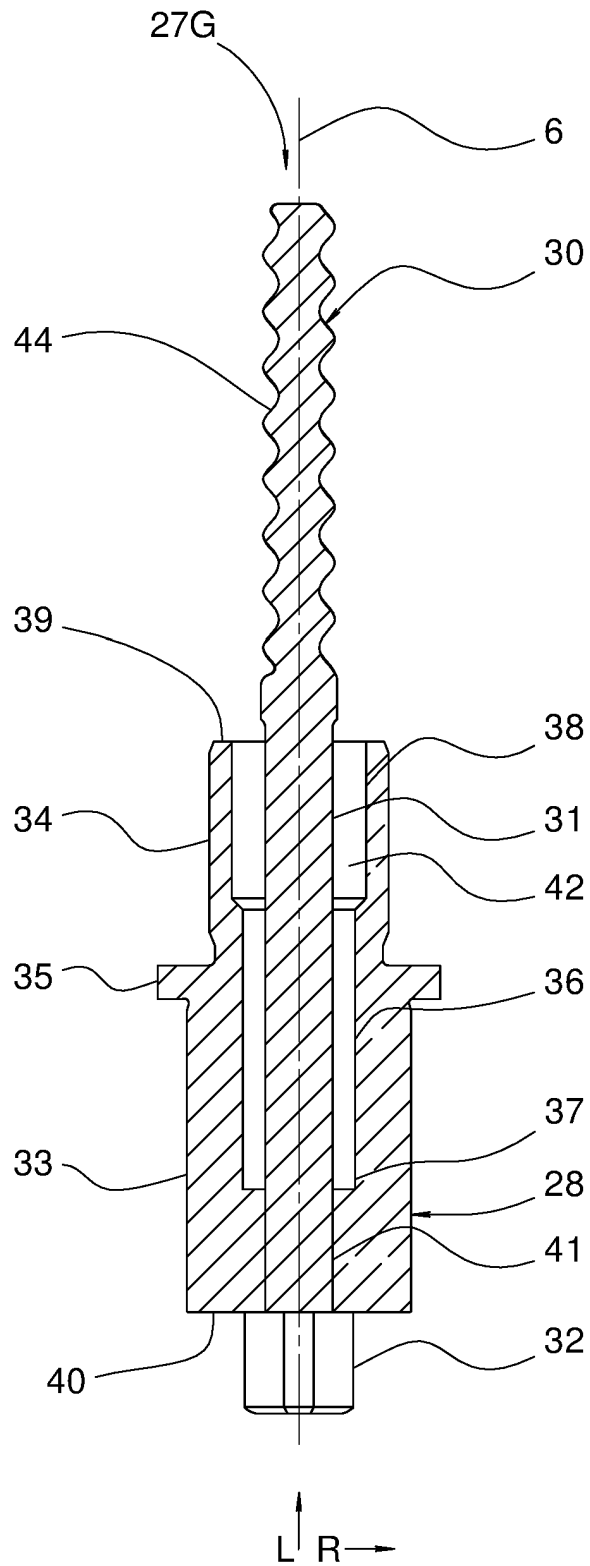


Fig.11



**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 202007018923 U1 **[0004]**
- EP 2416014 A1 **[0005]**
- US 2545626 A **[0005]**
- JP 55001422 A **[0005]**