

(19)



(11)

EP 3 044 461 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.2021 Patentblatt 2021/16

(51) Int Cl.:
F04B 35/01^(2006.01) F04B 39/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14753070.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/067652

(22) Anmeldetag: **19.08.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/036206 (19.03.2015 Gazette 2015/11)

(54) **KOLBENVERDICHTER**

PISTON COMPRESSOR

COMPRESSEUR À PISTON

(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

(72) Erfinder: **STIELER, Ulrich**
38640 Goslar (DE)

(30) Priorität: **13.09.2013 DE 102013015142**

(74) Vertreter: **Ahrens, Gabriele**
Patentanwälte Einsel & Kollegen
Jasperallee 1A
38102 Braunschweig (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.07.2016 Patentblatt 2016/29

(56) Entgegenhaltungen:
BE-A- 719 392 CA-A1- 2 514 817
US-A- 6 068 448 US-B1- 6 398 514

(73) Patentinhaber: **Ulrich Stieler Kunststoffservice E.K.**
38640 Goslar (DE)

EP 3 044 461 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 einen Kolbenverdichter zum Verdichten von Fluiden. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung einen derartigen Kolbenverdichter, der mittels eines Gewindetribs angetrieben wird.

[0002] Kolbenverdichter zum Verdichten von Fluiden wie zum Beispiel Gasen sind hinlänglich bekannt. Deren Wirkung beruht darauf, dass in einem Zylinder ein Kolben läuft und dabei abwechselnd ein Raum, auch als Verdichtungsraum bezeichnet, in dem Zylinder vergrößert und verkleinert wird.

[0003] Kolbenverdichter sind vielseitig einsetzbar zum Beispiel zur Erzeugung von Druckluft (zum Beispiel DE 44 29 097 A1) oder von kryogenen Flüssigkeiten (zum Beispiel DE 10 2006 000 835 A1).

Dabei erfolgt der Antrieb des Kolbens der Verdichtereinheit über einen Kurbelantrieb, wobei der Kolben über einen Pleuel mit einer Kurbel verbunden ist.

[0004] Bei herkömmlichen Kolbenverdichtern wird das Ansaugen des zu verdichtenden Mediums, die Verdichtung und der Ausstoß durch Saug- und Druckventile gesteuert. Eine Bestimmung der Masse beziehungsweise des Volumens des verdichteten Mediums und der Ausstoßmenge ist damit nur schwer und ungenau möglich.

[0005] Wünschenswert wäre zudem ein flexibles System, bei dem das Arbeitsvolumen, das heißt, das Volumen wenn keine Verdichtung stattfindet, des Verdichtungsraums variabel ist.

[0006] Bei den bekannten Kolbenverdichter sind Verdichtereinheit und Kolbenantrieb unabhängige Einheiten mit entsprechendem Raumbedarf.

[0007] Wünschenswert wäre daher ein Kolbenverdichter mit kompakter Bauweise, der platzsparend ist.

[0008] Ein weiteres Problem ist die Kühlung der Vorrichtung, um die in Folge der Verdichtung der Fluide gebildete Wärme abführen zu können, was zur Komplexität der Vorrichtung beiträgt.

[0009] US-Patent 6,068,448 betrifft einen Kolbenverdichter mit Kugelgewindetrieb zum Verdichten von komprimierbaren Fluiden, wobei der Kugelgewindetrieb eine zylinderförmige Kugelspindel und eine Kugelmutter zur linearen Bewegung der Kugelspindel aufweist. Beide Enden der Kugelspindel sind jeweils mit einem Kolben verbunden, so dass die Kolben durch die lineare Bewegung der Kugelspindel in einem gegenüberliegend angeordneten Verdichtungsraum hin- und herbewegt werden können.

[0010] US-Patent 6,398,514 B1 beschreibt einen Kolbenverdichter mit Kugelgewindetrieb zum Verdichten von komprimierbaren Fluiden. Der Kolbenverdichter weist ein Bauteil auf, das aus zwei zylinderförmigen Bauteilen besteht, wobei das eine zylinderförmige Bauteil als Kugelspindel ausgestaltet ist, und das andere zylinderförmige Bauteil an einem Ende eine Öffnung aufweist, die mit einem Verdichtungsraum versehen ist. In der Konstruktion gemäß US-Patent 6,398,514 B1 ist die Kugel-

spindel der rotierende Teil durch den die Kugelmutter in lineare Auf- und Abbewegung versetzt wird.

[0011] Das belgische Patent BE 719392 beschreibt ein Antriebssystem mit einer Kurbelwelle, wobei die Kurbelwelle von zwei verschiedenen Motoren umgeben ist, die die Kurbelwelle antreiben. Einer dieser Motoren ist als Kugelgewindetrieb ausgestaltet, wobei der Teil der Kurbelwelle, der von diesem Motor umgeben ist, als Kugelspindel ausgestaltet ist. Es handelt sich hierbei um einen Antrieb für ein Fahrzeug, eine Verdichtung von Fluiden und insbesondere Dosierung von Fluiden ist nicht vorgesehen.

[0012] Es war Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Kolbenverdichter für die Verdichtung von Fluiden zur Verfügung zu stellen, der eine genaue Bestimmung des Ausstoßvolumens an verdichtetem Medium erlaubt, der einen Verdichtungsraum aufweist, dessen Arbeitsvolumen veränderlich gestaltet werden kann, und der auf einfache Art und Weise gekühlt werden kann. Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung einen Kolbenverdichter, der eine kompakte, raumsparende Konstruktion aufweist.

[0013] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen Kolbenverdichter zur Verdichtung von Fluiden mit Verdichtungsraum für die Verdichtung und einem Verdichtungskolben gelöst, wobei für den Antrieb des Kolbenverdichters ein Gewindetrieb vorgesehen ist mit einem zylinderförmigen Bauteil, das als Gewindespindel ausgestaltet ist, und einer Gewindemutter zum Umsetzen einer Drehbewegung in eine lineare Bewegung, wobei in dem zylinderförmigen Bauteil an mindestens einem Ende eine Öffnung mit Verdichtungsraum vorgesehen ist, und der Öffnung gegenüberliegend ein Kolben angeordnet ist, wobei durch die lineare Bewegung des als Gewindespindel ausgestalteten zylinderförmigen Bauteils der Verdichtungsraum auf den Kolben aufschiebbar ist.

[0014] Mit dem erfindungsgemäßen Kolbenverdichter lassen sich beliebige Fluide wie Gase oder Flüssigkeiten, wie zum Beispiel kryogene Flüssigkeiten, verdichten.

[0015] Gemäß der Erfindung ist mindestens ein Verdichtungsraum in dem zylinderförmigen Bauteil vorgesehen, der zu einem Ende des Bauteils hin offen ist. Dieser Öffnung gegenüberliegend ist ein Kolben angeordnet. Im Betrieb wird das zylinderförmige Bauteil auf den Kolben zubewegt und der Verdichtungsraum sozusagen um den Kolben herum hin- und herbewegt.

[0016] Es können zwei Verdichtungsräume in dem zylinderförmigen Bauteil vorgesehen sein, die Boden an Boden angeordnet sind und jeweils zu einem Ende des zylinderförmigen Bauteils hin offen sind.

In diesem Fall kann den beiden Enden beziehungsweise Öffnungen des zylinderförmigen Bauteils gegenüberliegend jeweils ein Kolben angeordnet sein. Durch die Hin- und Herbewegung des zylinderförmigen Bauteils werden abwechselnd der erste beziehungsweise der zweite Verdichtungsraum auf den ersten beziehungsweise zweiten Kolben aufgeschoben und wieder zurückgezogen.

[0017] Bei dieser Ausgestaltung sind der oder die Kolben selbst ortsfest und bewegen sich nicht relativ zu dem zylinderförmigen Bauteil.

[0018] Erfindungsgemäß wird als Antrieb für den Kolbenverdichter ein Gewindetrieb eingesetzt. Gewindetrie-
5 be bestehen aus einer zylinderförmigen Gewindespindel mit einem Gewinde auf der Außenfläche und einer Gewindemutter, die auf der Gewindespindel aufgefädelt ist, und dienen zur Umsetzung einer Drehbewegung in eine Längsbewegung.

Hierfür wird erfindungsgemäß die Mutter in eine Drehbewegung versetzt, die - vermittelt über das Gewinde -
10 in eine lineare Bewegung des Gegenstücks umgesetzt wird.

Das rotierende Teil ist derart gelagert, dass es selbst an einer linearen Bewegung gehindert ist. Das linear bewegliche Teil des Gewindetriebs ist gegen eine Verdrehung gesichert.

[0019] Der linear bewegte Teil des Gewindetriebs ist mit einer linear zu bewegendem Konstruktion, erfindungsgemäß dem zylinderförmigen Bauteil des Kolbenverdichters, fest verbunden und führt dieses in der Linearbewegung mit.

[0020] Gewindetriebe sind an sich bekannt. Beispiele für bekannte Gewindetriebe, wie sie auch erfindungsgemäß eingesetzt werden können, sind Kugelgewindetrie-
20 be, Rollengewindetriebe, Planetenwälzgewindetriebe sowie Trapeztriebe.

[0021] Der Antrieb des rotierenden Teil des Gewindetriebs kann über einen beliebigen Motor entweder direkt oder über Getriebe und Riementriebe erfolgen.

[0022] Gewindetriebe ermöglichen eine hohe Positioniergenauigkeit zwischen Kolben und Verdichtungsraum. Aufgrund diese hohen Positioniergenauigkeit lässt sich das Verdichtungsvolumen, das heißt das Volumen, auf das das Fluid verdichtet wird, sehr genau bestimmen und einstellen.

Dadurch ist es möglich, reproduzierbar sehr gut einstellbare Ausstoßvolumina an verdichtetem Fluid bereitzustellen. Die vorliegende Erfindung ermöglicht zudem eine sehr präzise massegesteuerte Dosierung an verdichtetem Fluid an einen Verbraucher, wie einer Maschine.

[0023] Erfindungsgemäß bevorzugt sind Kugelgewindetriebe, aufgrund der möglichen sehr präzisen Positioniergenauigkeit und des geringeren Verschleiß aufgrund reduzierter Reibung.

[0024] Kugelgewindetriebe sind allgemein bekannt. Beispielsweise wird hierzu auf den Artikel "Kugelgewindetriebe mit angetriebener Kugelumlaufmutter" in der Zeitschrift "Konstruktion, 9 (2010), Seite 36 verwiesen.

[0025] Zwischen Gewindespindel und Gewindemutter befindet sich eine Anzahl von Kugeln, die in Bewegung entlang einer spiralförmigen Laufrinne in der Oberfläche der Spindel und einer hierzu korrespondierenden Laufrinne in der Innenfläche der Mutter axial bewegt werden. Dadurch wird eine Drehbewegung der Gewindemutter in eine lineare Bewegung der Gewindespindel und umgekehrt umgesetzt.

[0026] Erfindungsgemäß ist das zylinderförmige Bauteil selbst die Gewindespindel. Hierzu ist auf der Außenfläche des zylinderförmigen Bauteils ein entsprechendes Gewinde aufgebracht und auf dem zylinderförmigen Bauteil eine dazugehörige Gewindemutter aufgefädelt. In diesem Fall ist die Gewindemutter der rotierende Teil des Gewindetriebs, der auf beliebige Weise über einen Antrieb in Rotation versetzt wird. Die Rotationsbewegung der Gewindemutter wird in eine Linearbewegung des zylinderförmigen Bauteils mit Gewinde übertragen. Die Gewindemutter selbst ist derart gelagert, dass sie an einer Linearbewegung gehindert ist.

Diese Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, da Kolbenverdichter und Gewindetrieb eine kompakte, sozusagen integrale Baueinheit bilden, die besonders platzsparend ist.

[0027] Je nach Ausgestaltung kann sich das Gewinde über die gesamte Länge des zylinderförmigen Bauteils oder aber auch nur über einen Teil davon erstrecken. Beispielsweise können ein oder beide Endbereiche des zylinderförmigen Bauteils kein Gewinde aufweisen.

[0028] Die Gewindemutter selbst kann auf beliebige Art und Weise angetrieben werden. Der Antrieb kann elektromotorisch, hydraulisch oder mechanisch sein. Der Antrieb kann um die Gewindemutter angeordnet sein. Der Antrieb kann ein separates Bauteil sein, das außerhalb, z. B. neben dem Gewindetrieb, angeordnet ist. Beispielsweise kann der Antrieb ein seitlich angeflanschter Motor sein.

Die Drehbewegung der Mutter kann auf beliebige Art und Weise vermittelt werden, z. B. mittels Riemen, Kette, Zahnrad etc.

[0029] Entsprechend einem herkömmlichen Kolbenverdichter bewegt sich das zylinderförmige Bauteil, das die Gewindespindel bildet, zwischen zwei Umkehrpunkten hin und her, die mit dem Ausgangs- beziehungsweise Endvolumen des Verdichtungsraumes korrelieren. Im Zustand des Ausgangsvolumens hat der Verdichtungsraum sein größtes Volumen und im Zustand des Endvolumens sein kleinstes Volumen. Dementsprechend ist der eine Umkehrpunkt der Ausgangspunkt und der andere Umkehrpunkt der Endpunkt. Im Ausgangspunkt ragt der Kolbenkopf typischerweise etwas in den Verdichtungsraum hinein und dichtet diesen gegen die Umgebung ab.

[0030] Das Ausgangsvolumen ergibt sich aus der Querschnittsfläche des Verdichtungsraumes und dem Abstand zwischen Boden des Verdichtungsraumes und Stirnfläche des Kolbens am Ausgangspunkt. Der Abstand zwischen Boden des Arbeitsraumes und Stirnfläche des Kolbens am Ausgangspunkt wird auch als wirk-
45 same axiale Zylinderhöhe bezeichnet.

[0031] Das Arbeitsvolumen des erfindungsgemäßen Kolbenverdichters kann damit auf einfache Art und Weise durch die Veränderung der Lage des Bodens und damit des Abstandes zwischen Boden und Stirnfläche des Kolbens, und/oder durch Veränderung des Durchmessers des Verdichtungsraumes variiert werden.

[0032] Nachstehend wird anhand einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kolbenverdichters bei der das zylinderförmige Bauteil als Gewindespindel ausgestaltet ist und mindestens einen Verdichtungsraum enthält, das Prinzip des erfindungsgemäßen Kolbenverdichters näher beschrieben.

[0033] Der Verdichtungsraum kann eine Hülse sein, die in das Innere des zylinderförmigen Bauteils eingebracht ist. Vorzugsweise ist die Hülse auswechselbar. Der Außendurchmesser der Hülse ist an den Innendurchmesser des entsprechenden Hohlraums in dem zylinderförmigen Bauteil angepasst. Da der Innendurchmesser sowie die Länge der Hülse variieren können, erlaubt diese Ausführungsform auf einfache Art und Weise eine Variation des Arbeitsvolumens der Verdichtungsräume.

[0034] Für die Kühlung können im Zylindermantel eine oder mehrere Längsbohrungen vorgesehen sein, die sich von einem Ende des zylinderförmigen Bauteils ausgehend in Längsrichtung erstrecken. Diese Längsbohrung dient zur Aufnahme eines Kühlrohres über das Kühlmittel eingeleitet werden kann. Da der Durchmesser des Kühlrohres kleiner gewählt wird als der Durchmesser der Längsbohrung, wird die Hin- und Herbewegung des zylinderförmigen Bauteils nicht behindert.

[0035] Die Längsbohrung kann sich über die gesamte Länge des zylinderförmigen Bauteils erstrecken, dabei kann an beiden Enden jeweils ein Kühlrohr vorgesehen sein.

[0036] Die Kühlrohre selbst sind feststehend und mit einer Zu- beziehungsweise Ableitung für das Kühlmittel verbunden.

Die Kühlrohre haben vorzugsweise eine Länge, die im Wesentlichen der Tiefe des benachbarten Verdichtungsraumes entspricht.

Der Verdichtungsraum kann von Kanälen umgeben sein, die mit dem Kühlrohr in Verbindung stehen, so dass Kühlmittel um den Verdichtungsraum geführt werden kann. Ist der Verdichtungsraum als einsetzbare Hülse ausgestaltet, kann in der Außenwandung der Hülse eine spiralförmige Nut vorgesehen sein, die, wenn sie in das Zylinderrohr eingesetzt ist, als Kühlmittelkanal wirkt.

[0037] Die mindestens eine Längsbohrung ist hier zwischen Zylinderhohlraum und Zylinderaußenfläche vorgesehen. Durch die Hin- und Herbewegung des zylinderförmigen Bauteils werden die oder das Kühlrohr einbeziehungsweise ausgefahren.

[0038] Bei Bedarf können zur Abdichtung gegenüber der Umgebung Dichtungen vorgesehen sein, die sich vorzugsweise im Bereich der Eintrittsstelle des Kühlrohres in die Längsbohrung befinden.

[0039] Anstelle eines Kühlrohres kann auch ein Kühlschlauch verwendet werden.

[0040] Damit ist es möglich auch bewegte Teile eines Kolbenverdichters ausreichend zu kühlen.

[0041] Der Verdichtungskolben ist dem freien Ende des zylinderförmigen Bauteils mit Verdichtungsraum gegenüberliegend angeordnet und ist relativ zu der Gewindespindel nicht beweglich.

Am Ausgangspunkt der Vorrichtung sollte der Kolbenkopf, zumindest teilweise, in das offene Ende der Gewindespindel hineinragen und den Verdichtungsraum gegen die Umgebung abdichten.

5 Vorzugsweise ist auch der Kolben mit einer Kühlung ausgestattet.

[0042] Für die Zufuhr von Fluid, das verdichtet werden soll, bzw. die Ableitung des verdichteten Fluides können entsprechende Zufuhr- bzw. Abfuhrleitungen in dem Kolben vorgesehen sein. Diese Leitungen münden vorzugsweise an der Stirnfläche des Kolbenkopfes in den Verdichtungsraum. An den Mündungen können Ventile oder ähnliche Verschlüsse vorgesehen sein, um ein Zurückströmen des Fluides bzw. ein vorzeitiges Entweichen des verdichteten Fluides zu verhindern.

[0043] An den Ausgangspunkten, an denen das verdichtete Fluid den Verdichtungsraum verlässt, können Sensoren zur Druck- und/oder Temperaturmessung des verdichteten Fluid vorgesehen sein.

10 **[0044]** Die erfindungsgemäße Verdichtungseinheit kann von einem Gehäuse oder einer ähnlichen Vorrichtung umgeben sein.

Das Gehäuse kann ganz oder teilweise geschlossen sein.

25 **[0045]** Die Gewindemutter kann in diesem Fall zweckmäßigerweise an der Gehäusewandung befestigt sein, die sich entlang der Längsachse des zylinderförmigen Bauteils mit Gewinde erstreckt.

Der Kolben kann an einer Gehäusewand befestigt sein, die dem offenen Ende des zylinderförmigen Bauteils mit Gewinde mit Verdichtungsraum gegenüberliegt. In der Gehäusewand an der der Kolben befestigt ist, können Anschlussleitungen vorgesehen sein, die die Zufuhr- bzw. Abfuhrleitung, die im Kolben verlaufen, mit der Umgebung verbinden. Vorzugsweise ist der Gehäuseteil, an dem der Kolben angebracht ist, lösbar mit dem übrigen Gehäuse verbunden. Dies ermöglicht ein einfaches Austauschen des Kolbens und Anpassung der Kolbendimension an ein gegebenenfalls geändertes Arbeitsvolumens des dazugehörigen Verdichtungsraumes.

30 **[0046]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der erfindungsgemäße Kolbenverdichter an beiden Enden des zylinderförmigen Bauteils jeweils einen Kolben auf und das zylinderförmige Bauteil ist in zwei Verdichtungsräume unterteilt, die durch eine Trennfläche im Inneren des zylinderförmigen Bauteils voneinander getrennt sein können. Wird das zylinderförmige Bauteil hin- und her bewegt, wird einmal der Verdichtungsraum an einem Ende verkleinert und der Verdichtungsraum am anderen Ende vergrößert beziehungsweise umgekehrt.

45 Diese Ausführungsform erlaubt eine zweistufige Betriebsweise des Kolbenverdichters, indem das Ausgangsvolumen des einen Verdichtungsraumes kleiner als das Ausgangsvolumen des zweiten Arbeitsraumes gewählt wird.

[0047] Das in dem Verdichtungsraum mit größerem Ausgangsvolumen vorverdichtete Fluid kann über eine Verbindung in der Trennfläche zur weiteren Verdichtung

dem Verdichtungsraum mit kleinerem Ausgangsvolumen zugeführt werden. Ein Zurückströmen des komprimierten Fluides kann durch einen Verschluss in der Verbindung unterbunden werden. Geeignete Verschlüsse sind Ventile wie Rückschlagventile und ähnliches wie sie bei herkömmlichen Kolbenverdichtern gleichfalls eingesetzt werden und bekannt sind.

[0048] Im Betrieb sollte der Kolbenkopf am Ausgangspunkt zumindest soweit in die Öffnung des Verdichtungsraumes hineinragen oder an diesen anschließen, so dass der Verdichtungsraum gegen die Umgebung abgedichtet ist. Der Verdichtungsraum kann mit Zufuhr- beziehungsweise Abfuhrleitungen für die Zufuhr von Fluid, das verdichtet werden soll, beziehungsweise für die Ableitung des verdichteten Fluids versehen sein. An den Mündungen dieser Leitungen in den Verdichtungsraum sind Ventile oder ähnliche Verschlüsse vorgesehen, um ein Zurückströmen des Fluids beziehungsweise ein vorzeitiges Entweichen des komprimierten Fluides zu verhindern.

[0049] Der erfindungsgemäße Kolbenverdichter ermöglicht eine große Variabilität des Arbeitsvolumens bei wirksamer Kühlung. Insbesondere können die Stirnflächen der Kolben sowie die Böden der Verdichtungsräume effektiv gekühlt werden, die die Zonen, beziehungsweise Bereiche eines Kolbenverdichters sind, mit der höchsten Wärmeentwicklung.

[0050] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Kolbenverdichters ist, dass die lineare Bewegung der Gewindespindel beziehungsweise der Gewindemutter und der Weg, den diese dabei zurücklegen, ohne weiteres genau bestimmbar und einstellbar sind, sodass das Verdichtungsvolumen sehr genau berechenbar ist. Beispielsweise kann die lineare Bewegung des linear bewegten Teils durch Rotationsmessung des rotierenden Teils ermittelt werden, da diese korrelieren. Weiter kann die lineare Bewegung des linear bewegten Teils direkt gemessen werden. Beispielsweise können für die direkte Ermittlung der linearen Bewegung sogenannte inkrementale Wegaufnehmer eingesetzt werden.

[0051] Somit ist es möglich, reproduzierbar festgelegte Volumina an verdichtetem Fluid auszustoßen, und die Ausstoßvolumina einzustellen. Eine derartige Bestimmung der Ausstoßvolumina ist mit herkömmlichen Kolbenverdichtern nicht oder nur schwer möglich, da hier die Bewegung der Kolben und damit das Volumen des verdichteten Fluids nicht ohne Weiteres ermittelbar ist.

[0052] Erfindungsgemäß ist auch eine präzise massegesteuerte Zudosierung an verdichtete Fluid möglich, indem die Temperatur und der Druck des verdichteten Fluids bestimmt werden. Hierfür können am Ausgangspunkt, das heißt der Stelle an der das verdichtete Fluid den Verdichtungsraum verlässt, entsprechend Temperatur- und Drucksensoren vorgesehen sein.

[0053] Der erfindungsgemäße Kolbenverdichter kann druckgesteuert betrieben werden. Hierfür wird zum Beispiel am Ausgangspunkt der Druck des verdichteten Fluids gemessen und der Betrieb des Kolbenverdichters über den Druck gesteuert, indem der ermittelte Druck mit

einem Sollwert verglichen wird.

[0054] Der erfindungsgemäße Kolbenverdichter kann für einen Kompressor oder eine Pumpe eingesetzt werden.

5 **[0055]** Der erfindungsgemäße Kolbenverdichter kann auf vorteilhafte Weise für zahlreiche Anwendungen eingesetzt werden, bei denen es insbesondere darauf ankommt definierte Volumen beziehungsweise Massen an Fluid zuzudosieren, zum Beispiel Maschinenanlagen, Werkzeuge etc.

10 **[0056]** Beispielsweise können Treibfluide für die Schäumungstechnologie wie Spritzguss, Blastechnik und Extrusion zudosiert werden, sowie Kühlfluide und Schmierfluide.

15 **[0057]** Gemäß einer Ausführungsform können zwei oder mehr Kolbenverdichtereinheiten parallel zum kombinierten Zudosieren von unterschiedlichen Fluiden betrieben werden, wie zum Beispiel zum kombinierten Zudosieren von chemischen Treibfluid und physikalischen Treibfluid oder kombinierten Zudosieren von Kühlfluid und Schmierfluid.

20 **[0058]** Ein Beispiel für eine konkrete Anwendung ist die Kühlung mit CO₂ von Schneidwerkzeugen und Spanen bei der spanenden Bearbeitung, wie zum Beispiel Bohren, Fräsen, Drehen etc. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine exakte und gleichmäßige Zudosierung von CO₂ als Kühlmittel möglich, sodass eine Erhitzung von Schneidwerkzeug und Span verhindert wird. Dadurch ist eine Erhöhung der Vorschubleistung des Schneidwerkzeuges und Erhöhung des Abtrags möglich.

25 Aufgrund des verringerten Verschleißes des Schneidwerkzeugs kann dessen Standzeit verlängert werden. Es wird eine verbesserte Qualität der Oberfläche des Werkstückes erzielt, da eine Beeinträchtigung der Oberfläche des Werkstückes aufgrund übermäßiger Erhitzung beim Abspannen nicht eintreten kann. Dies ist insbesondere bei Kunststoffen ein Vorteil, da diese bei Erwärmung weich werden. Auch wurde beobachtet, dass die Oberflächen-
spannung im Werkstück drastisch reduziert wird.

30 **[0059]** Besonders vorteilhaft ist die Zudosierung von Kühlmittel wie CO₂, zusammen mit einem Schmiermittel, wie zum Beispiel Ölen, Emulsionen etc.

35 **[0060]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung kann die Zudosierung an Fluid leistungsgesteuert erfolgen. Beispielsweise erfordert eine höhere Leistung, die eine Werkzeugmaschine aufbringen muss, in der Regel auch einen erhöhten Kühlbedarf und erhöhte Kühlmittelzufuhr.

40 **[0061]** Da die Leistung mit dem Stromverbrauch des Motors der Werkzeugmaschine korreliert, wird über die Messung des Stromverbrauchs der Kühlmittelbedarf ermittelt und entsprechend geregelt.

45 **[0062]** Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist das Befüllen von Airbagpatronen mit Gas. Bisher musste der Füllzustand über Wiegen bestimmt werden um feststellen zu können, ob die Patrone voll gefüllt ist.

50 Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, das für die Befüllung erforderliche Gasvolumen durch entsprechende Einstellung des Kolbenverdichters defi-

niert zuzudosieren.

[0063] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung können zwei oder mehrere zylinderförmige Bauteile mit einem Antrieb verbunden sein. Dadurch ist es möglich, simultan oder auch zeitlich versetzt, je nach Anforderung, Fluidvolumina zu dosieren und verabzureichen. Beispielsweise können 100 oder mehr zylinderförmige Bauteile gleichzeitig betrieben werden, um so eine Verabreichung eines oder mehrerer Fluide über eine zum Beispiel größere Fläche zu bewirken.

[0064] Gemäß einer weiteren Anwendungsform können zwei oder mehrere unterschiedliche Fluide simultan zu dosiert werden. Hierzu können beispielsweise zwei oder entsprechend viele erfindungsgemäße Apparaturen synchron geschaltet sein, so dass ein entsprechendes Fluidgemisch zu einer Anwendung zu dosiert werden kann.

[0065] Wie aus der vorstehenden Beschreibung ohne weiteres ersichtlich ist, ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung zahlreiche Varianten.

[0066] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand der beigefügten Figuren näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 ein Beispiel für eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kolbenverdichters, bei der das zylinderförmige Bauteil als Gewindespindel wirkt und den Verdichtungsraum enthält, und

Figur 2 eine weitere Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Kolbenverdichters mit seitlich angeordnetem Antrieb.

[0067] **Figur 1** zeigt ein Beispiel für eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kolbenverdichters mit zylinderförmigen Bauteil 1 und einem ersten Verdichtungsraum 2 und einem zweiten Verdichtungsraum 3, die im Inneren des zylinderförmigen Bauteils 1 vorgesehen sind, mit Öffnungen an den Enden des zylinderförmigen Bauteils.

[0068] Die in **Figur 1** gezeigte Ausgestaltung ist mit einem Kugelgewindetrieb dargestellt, wobei das zylinderförmige Bauteil 1 gleichzeitig als Kugelspindel ausgestaltet ist.

[0069] Den Enden des zylinderförmigen Bauteils 1 gegenüberliegend sind korrespondierend zu dem ersten und zweiten Verdichtungsraum 2, 3 ein erster Kolben 4 und ein zweiter Kolben 5 angeordnet.

[0070] Die Verdichtungsräume 2, 3 sind durch einen Trennbereich 6 voneinander abgetrennt, der sich über die Querschnittsfläche des zylinderförmigen Bauteils 1 erstreckt, wodurch die Verdichtungsräume 2, 3 voneinander und gegeneinander abgegrenzt sind.

[0071] In dem in der **Figur 1** gezeigten oberen Teil des Kolbenverdichters befindet sich der Kolben 4 in seiner Endposition mit kleinsten Volumen des Verdichtungsraumes 2. In dem in der **Figur 1** gezeigten unteren Teil des

Kolbenverdichters ist der Kolben 5 in seiner Ausgangsposition mit größtem Arbeitsvolumen des Verdichtungsraumes 3.

[0072] In der Ausgangsposition ragt der Kolben 5 zumindest teilweise in den Verdichtungsraum 3 hinein und dichtet den Verdichtungsraum 3 dadurch gegenüber der Umgebung ab. Der Verdichtungsraum 3 hat in dieser Position seine maximale wirksame axiale Zylinderhöhe.

[0073] Zur besseren Dichtwirkung können in den Umfangflächen der Kolbenköpfe umlaufende Nuten mit Dichtungen vorgesehen sein

[0074] In dem Ausführungsbeispiel gemäß **Figur 1** ist der Kolbenverdichter von einem Gehäuse 7 umgeben.

Die Kolben 4, 5 sind mit einem Ende jeweils ortsfest an der den offenen Enden des zylinderförmigen Bauteils 1 gegenüberliegenden Abschlussflächen 8, 9 des Gehäuses 7 befestigt. Mit ihrem anderen Ende erstrecken sie sich bis in das der jeweiligen Abschlussfläche 8, 9 gegenüberliegende offene Ende des zylinderförmigen Bauteils 1.

[0075] Die Kolben 4, 5 weisen vorzugsweise eine Länge auf, die derart gewählt ist, dass sie in ihrer Ausgangsposition die Abdichtung des dazugehörigen Verdichtungsraums bewirken können.

Im Betrieb wird das zylinderförmige Bauteil 1 über die Kugelmutter 10 linear in axialer Richtung hin und her bewegt. Hierfür hat das zylinderförmige Bauteil 1 in seiner äußeren Mantelfläche eine Laufrinne 11 für die Kugeln. In der in der **Figur** gezeigten Ausführungsform erstreckt sich die Laufrinne 11 über die gesamte Länge des zylinderförmigen Bauteils 1.

[0076] Die Kugelmutter 10, die das zylinderförmige Bauteil 1 umgibt, ist hier an den Seitenwänden des Gehäuses 7 ortsfest befestigt.

[0077] Ein Antrieb 18 umgibt die Kugelmutter und versetzt diese in Rotation. Schematisch ist als Antrieb ein Elektromotor dargestellt. Vorteilhafterweise ist der Antrieb 18 in das Gehäuse integriert.

[0078] In Folge der Rotation der Kugelmutter 10 wird das zylinderförmige Bauteil 1 in eine lineare, hier Auf- und Abbewegung, versetzt.

[0079] In der **Figur** ist das zylinderförmige Bauteil 1 in seiner höchsten Position gezeigt.

[0080] Für die Fluidzufuhr und -abfuhr des komprimierten Fluides sind in den Kolben (4, 5) Leitungen (12, 13) vorgesehen, die in der Stirnfläche der Kolben (4, 5) münden.

Je nachdem, ob die Leitung der Fluidzufuhr (12) oder der Abfuhr (13) des komprimierten Fluides dient, sind an den Mündungsenden der Leitungen entsprechende Ventile, wie ein Einlassventil oder Auslassventil, vorgesehen.

[0081] Beispielsweise kann als Auslassventil ein Rückschlagventil oder ähnliches eingesetzt werden.

[0082] Das Einlassventil kann beispielsweise ein Kugelrückschlagventil, ein Tellerfederventil, ein Kegelsitzventil oder Lamellenventil sein.

[0083] Prinzipiell können Ein- beziehungsweise Auslassventile verwendet werden, wie sie für handelsübliche

Kolbenverdichter eingesetzt werden und bekannt sind.

[0084] Für die Kühlung sind zwei Längsbohrungen 14, 15 vorgesehen, die sich jeweils über die gesamte Länge des zylinderförmigen Bauteils 1 erstrecken.

An beiden Enden einer Längsbohrung 14, 15 befindet sich ein Kühlrohr. Die Kühlrohre haben hier vorzugsweise eine Länge, die so bemessen ist, dass sie sich zu dem Zeitpunkt an dem der Kolben maximal in den benachbarten Verdichtungsraum eingreift, in einer Position befinden, die in etwa der Eingriffstiefe des Kolbens entspricht. Die Kühlrohre sind in der Figur durch Querstriche angedeutet, die das Ende des entsprechenden Kühlrohres andeuten sollen, das sich in die Längsbohrung 14, 15 erstreckt.

Anstelle der Kühlrohre können auch Schläuche verwendet werden.

[0085] Um die Verdichtungsräume 2, 3 können Kanäle herum verlaufen, die mit den Kühlrohren in Verbindung stehen, um eine Zirkulation des Kühlmittels um die Verdichtungsräume herum zu ermöglichen.

[0086] Der oder die Verdichtungsräume 2, 3 können integraler Bestandteil des zylinderförmigen Bauteils 1 sein und in dessen Korpus hineingearbeitet sein.

[0087] Gemäß einer Ausgestaltung können die Verdichtungsräume 2, 3 Hülsen sein, die als Innenrohre in entsprechende Hohlräume in dem zylinderförmigen Bauteil 1 einsetzbar und vorzugsweise auswechselbar sind. Das zylinderförmige Bauteil 1 kann ein Hohlzylinder sein, in den die Hülsen eingesetzt werden können.

[0088] Durch Variation des Innendurchmessers der Hülsen und/oder der Höhe kann hierbei auf einfache Art und Weise das Arbeitsvolumen der Verdichtungsräume 2, 3 in den Hülsen variiert werden.

Entsprechend können bei Bedarf die Kolben ausgetauscht werden und Kolben mit unterschiedlichem Durchmesser und/oder Länge eingesetzt werden.

[0089] Vorteilhafterweise sind die Abschlussflächen 8, 9 mit Kolben 4, 5 und darin befindlichen Anschlussleitungen auswechselbar.

[0090] Bei dieser Ausgestaltung kann auf einfache Art und Weise in ein und demselben Kolbenverdichter durch Austausch der Innenhülsen und/oder der Abschlussflächen das zur Verfügung stehende Arbeitsvolumen des erfindungsgemäßen Kolbenverdichters variiert werden, ohne den kompletten Kolbenverdichter auswechseln zu müssen.

[0091] Für eine zweistufige Arbeitsweise können die Verdichtungsräume 2, 3 ein unterschiedlich großes Arbeitsvolumen aufweisen und über eine oder mehrere Verbindungsleitungen, die zum Beispiel mit Einlass- bzw. Auslassventilen ausgerüstet sind, in Verbindung stehen.

Ein in dem Verdichtungsraum mit dem größeren Arbeitsvolumen vorverdichtetes Fluid wird dann über die Verbindungsleitung in den Verdichtungsraum mit kleineren Volumen zur weiteren Verdichtung eingespeist.

[0092] Die Position der Kugelmutter relativ zum zylinderförmigen Bauteil 1 sowie der Hub des zylinderförmigen

Bauteil 1 als Kugelspindel richten sich nach den jeweiligen Anforderungen der konkreten Vorrichtung.

[0093] In der Figur 2 ist ein erfindungsgemäßer Kolbenverdichter gezeigt, der im Aufbau im Wesentlichen der Ausgestaltung von Figur 1 entspricht. Allerdings ist hier der Antrieb 18 außerhalb des Gehäuses 7 mit dem Kugelgewindtrieb angeordnet und an dieses angeflanscht. Die Drehbewegung der Kugelmutter 10 wird über einen Riemen 19 vermittelt.

[0094] Der erfindungsgemäße Kolbenverdichter erlaubt zahlreiche Variationen. Die eine Kolbenseite kann als Niederdrucksystem und die andere Kolbenseite als Hochdrucksystem ausgeführt sein.

Es können in den Verdichtungsräumen unterschiedliche Medien gleichzeitig verdichtet werden.

Beispielsweise kann auf der einen Seite eine Flüssigkeit und auf der anderen Seite ein Gas verdichtet werden.

Insbesondere wenn als Verdichtungsräume auswechselbare Hülsen eingesetzt werden, ermöglicht der erfindungsgemäße Kolbenverdichter eine Variation des zur Verfügung stehenden Arbeitsvolumens für ein und dieselbe Vorrichtung. Ein Austausch der gesamten Vorrichtung ist nicht erforderlich.

25 Bezugszeichenliste

[0095]

1. Zylinderförmiges Bauteil (als Kugelspindel ausgestaltet)
2. erster (oberer) Verdichtungsraum
3. zweiter (unterer) Verdichtungsraum
4. erster (oberer) Kolben
5. zweiter (unterer) Kolben
6. Trennbereich
7. Gehäuse
8. (obere) Abschlussfläche
9. (untere) Abschlussfläche
10. Kugelmutter
11. Laufrinne
12. Fluidzufuhr
13. Fluidabfuhr
14. Kühlmittleingang
15. Kühlmittelausgang
18. Antrieb
19. Riemen

Patentansprüche

1. Kolbenverdichter zur Verdichtung von Fluiden mit Verdichtungsraum (2, 3) für die Verdichtung und einem Verdichtungskolben (4, 5), wobei für den Antrieb des Kolbenverdichters ein Gewindetrieb vorgesehen ist mit einem zylinderförmigen Bauteil, das als Gewindespindel (1) ausgestaltet ist, und einer Gewindemutter (10) zum Umsetzen einer Drehbewegung in eine lineare Bewegung,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass in der Gewindespindel (1) an mindestens einem Ende eine Öffnung mit Verdichtungsraum (2, 3) vorgesehen ist, und der Öffnung gegenüberliegend ein Kolben (4, 5) angeordnet ist, wobei durch die lineare Bewegung der Gewindespindel (1) der Verdichtungsraum (2, 3) auf den Kolben (4, 5) aufschiebbar ist.
2. Kolbenverdichter nach Anspruch 1, **wobei** in beiden Enden der Gewindespindel (1) jeweils ein offener Verdichtungsraum (2, 3) vorgesehen ist, und beiden Verdichtungsräumen (2, 3) gegenüberliegend ein Kolben (4, 5) angeordnet ist, wobei durch die lineare Bewegung der Gewindespindel (1) die Verdichtungsräume (2, 3) abwechselnd auf die Kolben (4, 5) zur Verdichtung aufschiebbar sind.
3. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **wobei** die Gewindespindel (1) ein Hohlzylinder ist, der ein Innenrohr aufweist, das den mindestens einen Verdichtungsraum (2, 3) umgibt.
4. Kolbenverdichter nach Anspruch 3, **wobei** das Innenrohr eine auswechselbare Hülse ist.
5. Kolbenverdichter nach Anspruch 4, **wobei** in beiden Enden der Gewindespindel (1) eine auswechselbare Hülse als Verdichtungsraum (2, 3) angeordnet ist.
6. Kolbenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **wobei** der Kolbenverdichter zwei Verdichtungsräume (2, 3) aufweist, die ein unterschiedlich großes Arbeitsvolumen haben.
7. Kolbenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **wobei** der oder die Verdichtungsräume (2, 3) und/oder der oder die Kolben (4, 5) ein Kühlsystem (14, 15) aufweisen.
8. Kolbenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **wobei** der Kolbenverdichter von einem ganz oder teilweise geschlossenem Gehäuse (7) umgeben ist.
9. Kolbenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **wobei** der Gewindetrieb ausgewählt ist unter einem Kugelgewindetrieb, Rollengewindetrieb, Planetenwälgewindetrieb und Trapezgewindetrieb.
10. Kolbenverdichter nach Anspruch 9, **wobei** der Gewindetrieb ein Kugelgewindetrieb ist.
11. Kolbenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **wobei** zwei oder mehrere Gewindespindeln (1) mit einem Antrieb verbunden und gleichzeitig betrieben werden.
12. Verwendung eines Kolbenverdichters nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Dosieren von Fluiden, **wobei** die Dosierung volumengesteuert, massegesteuert, leistungsgesteuert und / oder druckgesteuert erfolgt.
13. Verwendung eines Kolbenverdichters nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **wobei** zwei oder mehr unterschiedliche Fluide simultan zu dosiert werden.

20 Claims

1. Piston compressor for the compression of fluids having a compression chamber (2, 3) for the compression process and a compression piston (4, 5), wherein, for the purposes of driving the piston compressor, there is provided a screw drive having a cylindrical component which is in the form of a threaded spindle (1) and a threaded nut (10) for converting a rotary movement into a linear movement, **characterized in that** an opening with a compression chamber (2, 3) is provided in the threaded spindle (1) at at least one end, and a piston (4, 5) is arranged opposing the opening, **wherein** the compression chamber (2, 3) is slideable on the piston (4, 5) by the linear movement of the threaded spindle (1).
2. A piston compressor in accordance with Claim 1, **wherein** a respective open compression chamber (2, 3) is provided in both ends of the threaded spindle (1) and a piston (4, 5) is arranged opposing both compression chambers (2, 3), wherein, for the compression process, the compression chambers (2, 3) are slideable on the pistons (4, 5) in alternating manner by the linear movement of the threaded spindle (1).
3. A piston compressor in accordance with either of the Claims 1 or 2, **wherein** the threaded spindle (1) is a hollow cylinder which comprises an inner tube that surrounds the at least one compression chamber (2, 3).
4. A piston compressor in accordance with Claim 3, **wherein** the inner tube is a replaceable sleeve.
5. A piston compressor in accordance with Claim 4,

wherein a replaceable sleeve serving as a compression chamber (2, 3) is arranged in both ends of the threaded spindle (1).

6. A piston compressor in accordance with any of the preceding Claims,
wherein the piston compressor comprises two compression chambers (2, 3) which have working volumes of a different size.
7. A piston compressor in accordance with any of the preceding Claims,
wherein the compression chamber or the compression chambers (2, 3) and/or the piston or the pistons (4, 5) comprise a cooling system (14, 15).
8. A piston compressor in accordance with any of the preceding Claims,
wherein the piston compressor is surrounded by a totally or partially closed housing (7).
9. A piston compressor in accordance with any of the preceding Claims,
wherein the screw drive is selected from a ball screw drive, a roller screw drive, a planetary roller screw drive and a trapezoidal screw drive.
10. A piston compressor in accordance with Claim 9,
wherein the screw drive is a ball screw drive.
11. A piston compressor in accordance with any of the preceding Claims,
wherein two or more threaded spindles (1) are connected to one drive and are operated simultaneously.
12. Use of a piston compressor in accordance with any of the preceding Claims for dosing out fluids,
wherein the dosage process is effected in volume-controlled, mass-controlled, power-controlled and/or pressure-controlled manner.
13. Use of a piston compressor in accordance with any of the preceding Claims,
wherein two or more different fluids are dosed simultaneously.

Revendications

1. Compresseur à piston pour comprimer des fluides avec une chambre de compression (2, 3) pour la compression et un piston de compression (4, 5), dans lequel, pour l'entraînement du compresseur à piston, un mécanisme de vis-écrou est prévu avec une pièce cylindrique, qui est conçue en tant que vis (1), et un écrou fileté (10) pour convertir un mouvement rotatif en un mouvement linéaire,

caractérisé en ce

qu'une ouverture avec la chambre de compression (2, 3) est prévue à au moins une extrémité dans la vis (1), et un piston (4, 5) est disposé à l'opposé de l'ouverture,

dans lequel la chambre de compression (2, 3) peut être poussée sur le piston (4, 5) par le mouvement linéaire de la vis (1).

2. Compresseur à piston selon la revendication 1,
dans lequel respectivement une chambre de compression (2, 3) ouverte est prévue dans les deux extrémités de la vis (1), et un piston (4, 5) est disposé à l'opposé des deux chambres de compression (2, 3), dans lequel, par le mouvement linéaire de la vis (1), les chambres de compression (2, 3) sont poussées alternativement sur les pistons (4, 5) pour la compression.
3. Compresseur à piston selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2,
dans lequel la broche filetée (1) est un cylindre creux, qui présente un tube intérieur, qui entoure la au moins une chambre de compression (2, 3).
4. Compresseur à piston selon la revendication 3,
dans lequel le tube intérieur est une douille interchangeable.
5. Compresseur à piston selon la revendication 4,
dans lequel une douille interchangeable en tant que chambre de compression (2, 3) est disposée dans les deux extrémités de la vis (1).
6. Compresseur à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes,
dans lequel le compresseur à piston présente deux chambres de compression (2, 3), qui ont un volume de travail de taille différente.
7. Compresseur à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes,
dans lequel la ou les chambres de compression (2, 3) et/ou le ou les pistons (4, 5) présentent un système de refroidissement (14, 15).
8. Compresseur à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes,
dans lequel le compresseur à piston est entouré par un carter (7) entièrement ou partiellement fermé.
9. Compresseur à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes,
dans lequel le mécanisme de vis-écrou est choisi parmi un mécanisme de vis-écrou à billes, mécanisme de vis-écrou à galets, mécanisme de vis-écrou à roulement planétaire et mécanisme de vis-écrou trapézoïdal.

10. Compresseur à piston selon la revendication 9,
dans lequel le mécanisme de vis-écrou est un mécanisme de vis-écrou à billes.
11. Compresseur à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, 5
dans lequel deux vis (1) ou plus sont reliées à un entraînement et fonctionnement simultanément.
12. Utilisation d'un compresseur à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes pour le dosage de fluides, 10
dans laquelle le dosage s'effectue de manière commandée par le volume, commandée par la masse, commandée par la puissance et/ou commandée par la pression. 15
13. Utilisation d'un compresseur à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, 20
dans lequel deux fluides différents ou plus sont ajoutés de manière dosée simultanément.

25

30

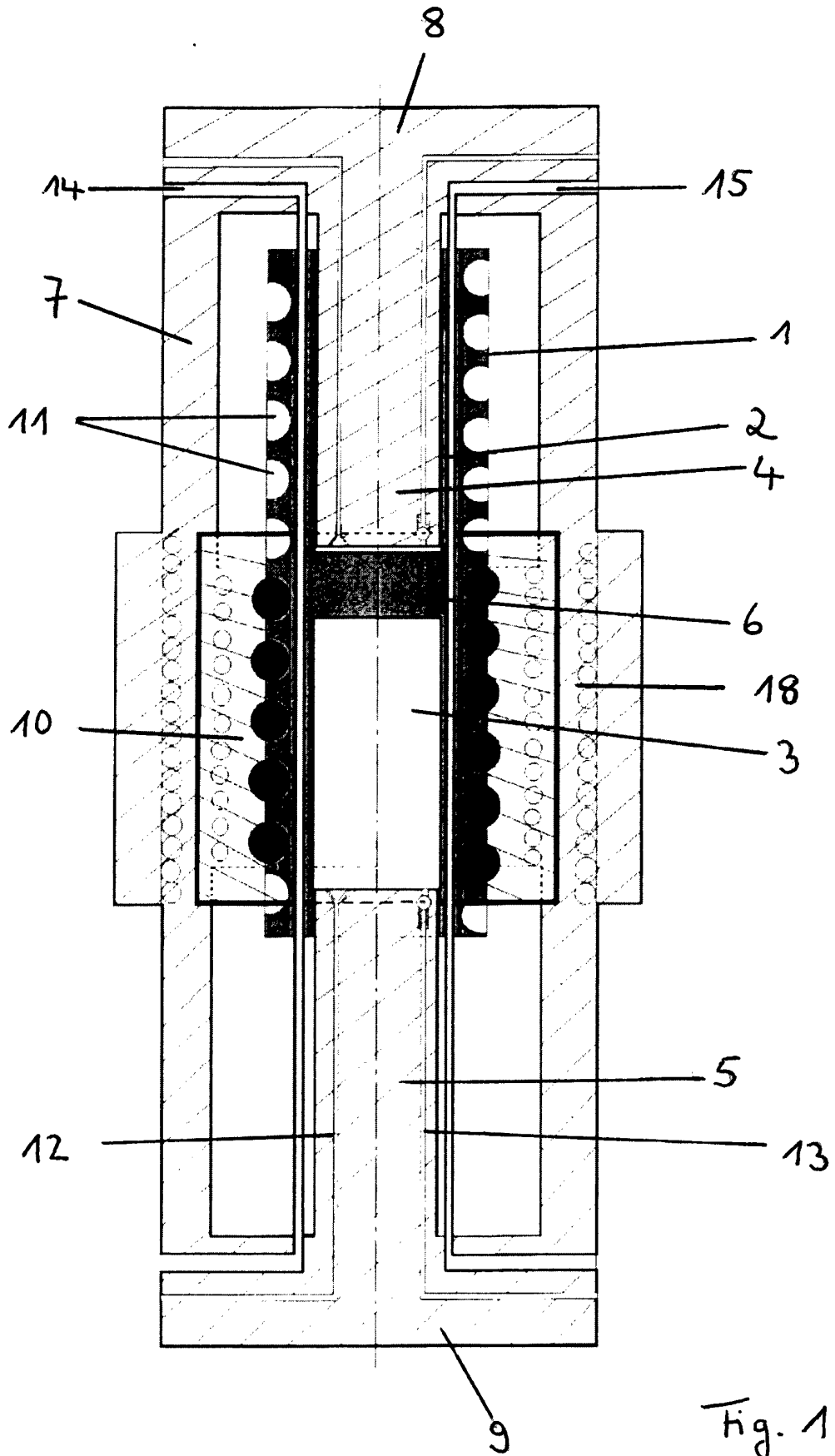
35

40

45

50

55



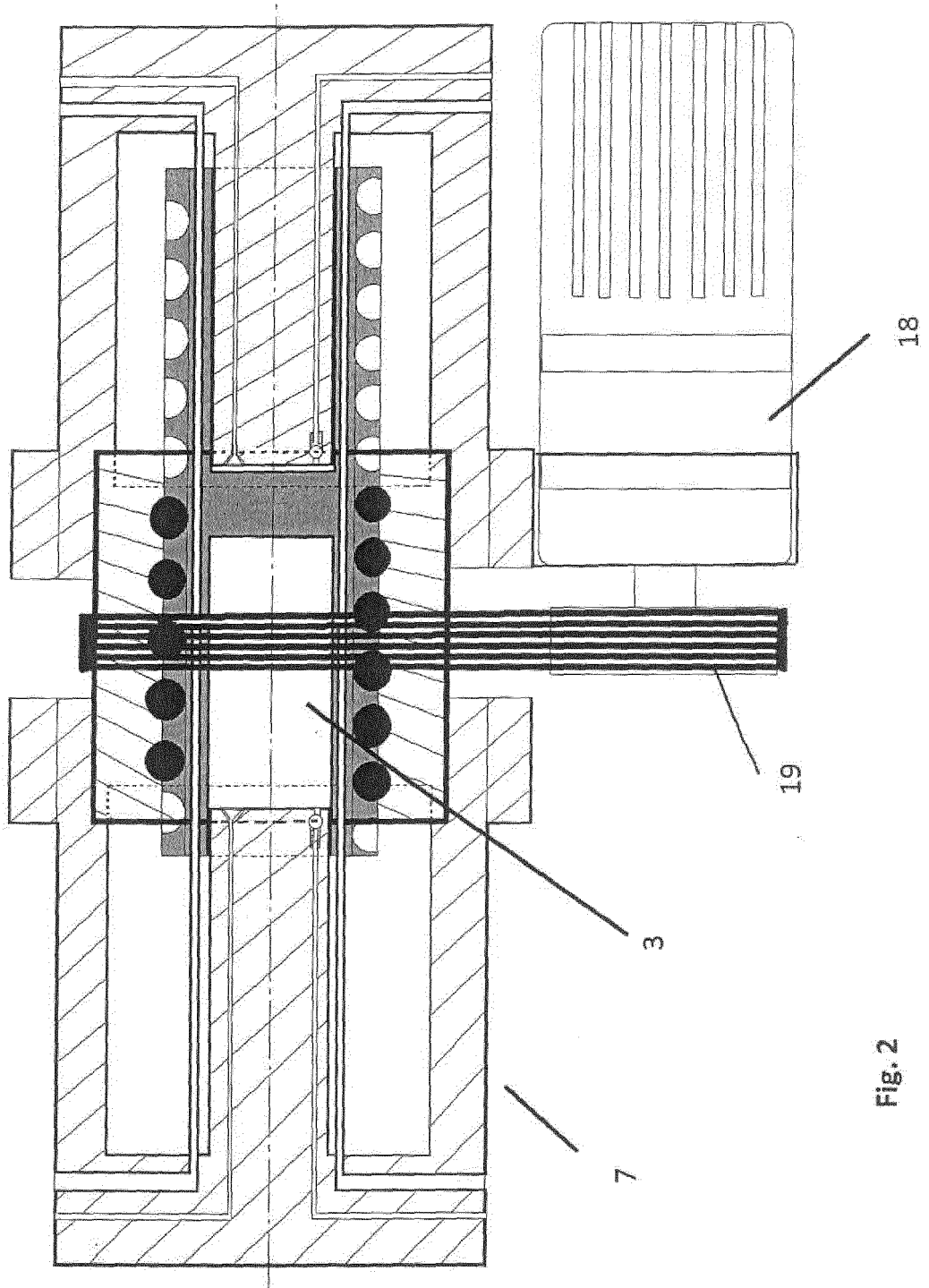


Fig. 2

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 4429097 A1 [0003]
- DE 102006000835 A1 [0003]
- US 6068448 A [0009]
- US 6398514 B1 [0010]
- BE 719392 [0011]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Kugelgewindetriebe mit antriebener Kugelumlaufmutter. *Konstruktion*, 2010, vol. 9, 36 [0024]