

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

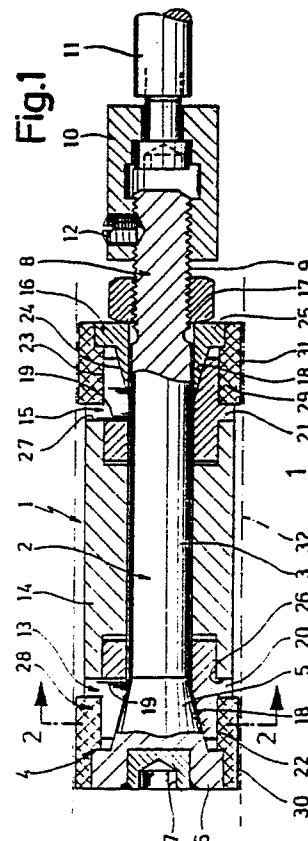
(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 252 296
A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(21) Anmeldenummer: **87108051.1**(51) Int. Cl.4: **F04B 15/06**(22) Anmeldetag: **04.06.87**(30) Priorität: **28.06.86 DE 3621726**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.01.88 Patentblatt 88/02(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT SE(71) Anmelder: **Deutsche Forschungs- und
Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V.****D-5300 Bonn(DE)**(72) Erfinder: **Schneider, Gottfried**
Salzaeckerstrasse 168,
D-7000 Stuttgart 80(DE)
Erfinder: **Peschka, Walter Prof. Dr.-Ing.**
Schoenenberger Weg
D-7032 Sindelfingen(DE)(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**
Uhlandstrasse 14c
D-7000 Stuttgart 1(DE)(54) **Kolbenpumpe zur Förderung einer kryogenen Flüssigkeit.**

(57) Um bei einer Kolbenpumpe zur Förderung einer kryogenen Flüssigkeit mit einem Pumpzylinder (32) aus einem Material mit geringer Wärmedehnung und mit einem darin verschieblichen Kolben (1), auf dessen Umfangsfläche Kolbenringe (28, 29) aus einem selbstschmierenden Material gehalten sind, die eine größere Wärmeausdehnung haben als das Material des Pumpzylinders (32), trotzdem über einen großen Temperaturbereich eine optimale Passung zwischen Kolbenringen (28, 29) und Pumpzylinder (32) zu erreichen, wird vorgeschlagen, daß der Kolben (1) einen Kern (2) aus einem Material mit relativ großer Wärmedehnung aufweist, der von einer Distanzhülse (14) aus einem Material geringer Wärmedehnung umgeben ist, daß der Kern (2) auf beiden Seiten aus der Distanzhülse (14) herausragt und sich zu seinen freien Enden hin konisch erweiternde Aufweitungs-bereiche aufweist und daß die Kolbenringe (28, 29) den Kern (2) in den Aufweitungs-bereichen (5, 16) umgeben und sich an den Stirnseiten der Distanzhülse (14) abstützen.



KOLBENPUMPE ZUR FÖRDERUNG EINER KRYOGENEN FLÜSSIGKEIT

Die Erfindung betrifft eine Kolbenpumpe zur Förderung einer kryogenen Flüssigkeit mit einem Pumpzylinder aus einem Material mit geringer Wärmedehnung und mit einem darin verschieblichen Kolben, auf dessen Umfangsfläche Kolbenringe aus einem selbstschmierenden Material gehalten sind, die eine grössere Wärmeausdehnung haben, als das Material des Pumpzylinders.

Bei Kolbenpumpen zur Förderung von Kryoflüssigkeiten, beispielsweise Flüssigstickstoff und Flüssigwasserstoff, ergeben sich wegen des siedenden Zustandes der Kryoflüssigkeiten, ihren tiefen Temperaturen und ihrer geringen kinematischen Zähigkeit eine Reihe von Problemen. Die tiefen Temperaturen verursachen eine stark eingeschränkte Werkstoffauswahl, es ergeben sich insbesondere bei der Kolben-Zylinder-Paarung Schrumpfungsprobleme, und die Verwendung von additiven Schmiermitteln ist nicht möglich. Man ist wegen der geringen kinematischen Zähigkeit der zu fördernden Flüssigkeiten auf selbstschmierende Kolben-Zylinder-Oberflächen angewiesen, wobei üblicherweise die Abdichtung durch Kolbenringe an den Kolben mit selbstschmierenden Eigenschaften erfolgt, beispielsweise mit Kolbenringen aus PTFE, PTFE-Kohle, PTFE-Graphit oder PTFE-Bronze. Pumpen dieser Bauart sind beispielsweise aus den US-Patentschriften 4156584 und 4396362 sowie aus dem Artikel von C. F. Gottzmann, High Pressure Hydrogen and Helium Pumps, AICE, Advances in Cryogenic Engineering, Band 5, 1960, Seiten 289 bis 298) bekannt.

Bei selbstschmierenden Kolbenringen aus PTFE-Graphit, PTFE-Kohle oder ähnlichen Substanzen ergeben sich zwar gegenüber Stahl gute selbstschmierende Eigenschaften, nachteilig ist jedoch der hohe Wärmeausdehnungskoeffizient dieser Kolbenringe im Verhältnis zum Material des Pumpzylinders einerseits und zum Material des Kolbens andererseits. So ist die thermische Ausdehnung bei Abkühlung von Umgebungstemperatur auf 77 K bei PTFE sechs- bis siebenmal höher als bei Edelstahl und fast vierzigmal höher als bei Fe Ni 36-Stahl. Die radiale Schrumpfung der PTFE-Kolbenringe ist daher kritisch.

Bei geschlitzten Kolbenringen kann die Schrumpfung durch Federvorspannung mittels Beryllium-Kupfer-Federn ausgeglichen werden. Nachteilig ist dabei jedoch das Leck durch den Schlitz und die aufwendige Herstellung.

Bei ungeschlitzten PTFE-Kolbenringen kann der bei Abkühlung sich vergrößernde Spalt zwischen Kolben und Zylinder durch Kombination mehrerer Maßnahmen verkleinert werden:

1. Man verkleinert die Kolbenringdicke so weit wie technisch möglich, um die absolute Schrumpfung zu verkleinern;

2. durch Aufschrumpfen des Ringes auf einen Fe Ni 36-Kolben bleibt bei Abkühlung der Innendurchmesser des Kolbenringes praktisch konstant, so daß nur die Querkontraktion maßgebend ist;

3. durch Verwendung von austenitischen kaltzähren Stählen als Zylindermaterial verringert sich schließlich der entstehende Spalt auf die Differenz zwischen der Querkontraktion des PTFEs und der Schrumpfung des Zylinders auf austenitischem kaltzähem Stahl.

Für Hochdruckpumpen (Druckerhöhung > 10 bar) ist jedoch die dadurch erzielbare Abdichtung nicht ausreichend.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ausgehend von einer Kolbenpumpe der gattungsgemäßen Art eine weitgehend temperaturunabhängige Abdichtung der Kolbenringe gegenüber dem Pumpzylinder zu erreichen, obwohl die Wärmeausdehnungskoeffizienten des Kolbenringmaterials und des Zylindermaterials verschieden sind.

Diese Aufgabe wird bei einer Kolbenpumpe der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Kolben einen Kern aus einem Material mit relativ großer Wärmedehnung aufweist, der von einer Hülse aus einem Material geringer Wärmedehnung umgeben ist, daß der Kern auf beiden Seiten aus der Hülse herausragt und sich zu seinen freien Enden hin konisch erweiternde Aufweitungsbereiche aufweist und daß die Kolbenringe den Kern in den Aufweitungsbereichen umgeben und sich an den Stirnseiten der Hülse abstützen.

Durch eine solche Konstruktion zieht sich der Kern des Kolbens beim Abkühlen in axialer Richtung stärker zusammen als die umgebende Hülse, so daß die Kolbenringe bei der Abkühlung auf den konischen Aufweitungsbereichen des Kerns in axialer Richtung in Bereiche mit größerem Durchmesser verschoben werden. Dies führt zu einer Aufweitung der Kolbenringe. Die Abmessungen können dabei so gewählt sein, daß diese Aufweitung der Kolbenringe durch die Aufweitungsbereiche des Kerns die Schrumpfung der Kolbenringe so weit ausgleicht, daß die resultierende Schrumpfung der Kolbenringe der Schrumpfung der Pumpzylinderabmessungen entspricht.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß die Kolbenringe unmittelbar an den konischen Erweiterungen des Kerns anliegen, sich also beim Abkühlen auf dem Kern in axialer Richtung verschieben.

Es kann dabei vorgesehen sein, daß der Kern aus zwei im Inneren der Hülse miteinander verbundenen Teilen besteht; dadurch wird die Montage des Kolbens erleichtert.

Bei einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß die Aufweitungsgebiete des Kerns von einem Lagerring umgeben sind, der durch radiale Einschnitte in Segmente unterteilt ist, so daß der Lagerring sich bei einer axialen Verschiebung auf dem konischen Aufweitungsgebiet in radialer Richtung aufweiten kann, daß sich der Lagerring an der Stirnseite der Hülse abstützt und daß der Kolbenring den Lagerring umgibt und auf diesem gehalten ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird also beim Abkühlen zunächst der Lagerring aufgeweitet, der seine Aufweitung dann auf den ihn umgebenden Kolbenring überträgt.

Günstig ist es dabei, wenn der Lagerring mit einer konischen Fläche an der konischen Fläche des Aufweitungsgebietes des Kerns anliegt, wobei die Konizität in beiden Fällen im wesentlichen gleich ist.

Es kann vorgesehen sein, daß der Aufweitungsgebiet des Kernes zumindest an einem Ende des Kerns auf diesen aufgesteckt und mit diesem lösbar ist. Auch dadurch wird die Montage des Kolbens erleichtert.

Vorzugsweise weisen die Aufweitungsgebiete axial abstehende Flansche auf, die dem Kolbenring als axialer Anschlag dienen.

Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

Figur 1: eine Längsschnittansicht durch einen Kolben gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2: eine Schnittansicht längs Linie 2-2 in Figur 1;

Figur 3: eine Ansicht ähnlich Figur 1 eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Kolbens bei Umgebungstemperatur und

Figur 4: eine Ansicht ähnlich Figur 3 eines Kolbens bei tiefen Temperaturen.

In der Zeichnung sind von einer Kolbenpumpe zur Förderung einer kryogenen Flüssigkeit, beispielsweise von flüssigem Stickstoff oder flüssigem Wasserstoff, lediglich die Kolben dargestellt, der den Kolben umgebende Pumpzylinder, die Ein- und Auslaßventile und der Antrieb des Kolbens können in herkömmlicher Weise ausgeführt werden.

Der Kolben 1 des in Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiels umfaßt einen länglichen, rotationssymmetrischen Kern, der im wesentlichen aus einem zylindrischen Schaft 3 und einem sich an einem Ende 4 konisch erweiternden Aufweitungsgebiet 5 besteht. Der Aufweitungsgebiet 5 wird durch einen radial abstehenden Flansch 6 begrenzt. In die Stirnseite des Kerns 2 ist eine Aufnahmeöffnung 7 zum Einsetzen eines Sechskantschlüssels eingearbeitet.

Am gegenüberliegenden Ende 8 ist der Schaft mit einem Außengewinde 9 versehen und in ein Kupplungsstück 10 eingeschraubt, welches mit einer oszillierend angetriebenen Hub- und Zugstange 11 in Verbindung steht. Der Schaft 3 ist durch eine radial in das Kupplungsstück 10 eingeschraubte Madenschraube 12 in dem Kupplungsstück fixiert.

Vom freien Ende 8 her sind auf den Kern 2 nacheinander ein erster Lagerring 13, eine Distanzhülse 14, ein zweiter Lagerring 15 und ein Aufweitungsteil 16 aufgesteckt; diese Teile werden durch eine auf das Außengewinde 9 aufgeschraubte Mutter 17 auf dem Kern fixiert.

Die beiden Lagerringe 13, 15 haben sich konisch erweiternde Innenflächen 18, deren Konizität im wesentlichen der Konizität des Aufweitungsgebietes 5 beziehungsweise des Aufweitungsteils 16 entspricht. Die Innenflächen 18 liegen flächig an dem Aufweitungsgebiet 5 beziehungsweise dem Aufweitungsteil 16 an. Beide Lagerringe weisen in Umfangsrichtung jeweils um 120° versetzt radiale Einschnitte 19 auf (Figur 2), so daß die Lagerringe 13 und 15 in der Art von Spannzangen in radialer Richtung aufweitbar beziehungsweise zusammen-drückbar sind. Die Umfangsflächen 22 beziehungsweise 23 der Lagerringe 13 und 15 sind kreiszylindrisch ausgebildet, sie enden auf der einander zugewandten Seite der beiden Lagerringe in jeweils einer radial nach außen vorstehenden Ringschulter 20 beziehungsweise 21. Der Umfang der Umfangsfläche 22 ist dabei kleiner als der Umfang des Flansches 6 des Kernes 2.

Der Aufweitungsteil 16 ist als Ring mit einer sich konisch erweiternden Anlagefläche 24 ausgebildet, die in einem radial nach außen überstehenden Flansch 25 endet. Der Umfang des Flansches 25 ist größer als der Umfang der Umfangsfläche 23 des Lagerrings 15.

Beide Lagerringe 13 und 15 tauchen in die Distanzhülse 14 ein, die Ringschultern 20 beziehungsweise 21 der beiden Lagerringe stützen sich an den Stirnflächen 26 beziehungsweise 27 der Distanzhülse 14 ab.

Auf den beiden Umfangsflächen 22 und 23 der beiden Lagerringe 13 beziehungsweise 15 ist jeweils ein Kolbenring 28 beziehungsweise 29 gelagert, der jeweils auch den Flansch 6 beziehungsweise den Flansch 25 umgreift. Beide Kolbenringe

weisen im Bereich dieser Flansche an der Innenseite einen Rücksprung auf, so daß die Kolbenringe im Bereich zwischen den Flanschen 6 beziehungsweise 25 einerseits und den Ringschultern 20 beziehungsweise 21 andererseits in axialer Richtung fixiert sind.

Die Außenflächen 30 und 31 der beiden Kolbenringe 28 und 29 sind kreiszylindrisch ausgebildet und liegen abdichtend an der Innenwand eines in der Zeichnung strichpunktiert dargestellten Pumpzylinders 32 an.

Die Materialwahl erfolgt so, daß die Distanzhülse die kleinste Wärmedehnung, die Kolbenringe die größte Wärmedehnung und der Kern eine Wärmedehnung zwischen der der Distanzhülse und der der Kolbenringe aufweisen. Die Kolbenringe bestehen beispielsweise aus PTFE, PTFE-Kohle, PTFE-Graphit, PTFE-Bronze oder Messing, die Distanzhülse aus Fe Ni 36-Stahl (In 36), der Kern aus austenitischem kaltzähem Stahl, Aluminium, Titan oder Bronze.

Durch diese Abstimmung der Wärmeausdehnungskoeffizienten der einzelnen Materialien und durch die verschiedene konstruktive Ausgestaltung zieht sich der Kern 2 beim Abkühlen in axialer Richtung stärker zusammen als die Distanzhülse 14, so daß sich der Aufweitungsbereich 5 und der Aufweitungsteil 16 des Kernes 2 beim Abkühlen in die Lagerringe 13 und 15 hineinzieht und diese dadurch aufweitet. Dies führt gleichzeitig auch zu einer Aufweitung der auf den Lagerringen ruhenden Kolbenringe 28 und 29. Bei geeigneter Abstimmung der Wärmeausdehnungskoeffizienten des Kernes, der Distanzhülse und der Kolbenringe einerseits sowie der Abmessungen der einzelnen Teile, insbesondere der Konizität in den beiden Aufweitungsbereichen, läßt sich damit erreichen, daß über einen großen Temperaturbereich die Außenflächen 30 und 31 der Kolbenringe 28 und 29 einen unveränderten Durchmesser aufweisen oder noch besser einen an das Wärmedehnungsverhalten des Pumpzylinders 32 angepaßten Außendurchmesser. Damit ist über einen großen Temperaturbereich eine einwandfreie Abdichtung des Kolbens 1 gegenüber dem Pumpzylinder 32 erreichbar.

Die Montage des in den Figuren 1 und 2 dargestellten Kolbens ist in einfacher Weise möglich. Hierzu genügt es, auf den Kern 2 nacheinander den Lagerring 13 mit dem darauf angeordneten Kolbenring 28, die Distanzhülse 14, den Lagerring 15 mit dem darauf angeordneten Kolbenring 29 und den Aufweitungsteil 16 aufzustecken und diese Teile anschließend mit der Mutter 17 auf dem Kern 2 festzulegen. Der auf diese Weise montierte Kolben kann anschließend in das Kupplungsstück 10 eingeschraubt und dort fixiert werden.

Bei dem in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind entsprechende Teile mit denselben Bezugszeichen bezeichnet. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung der Pumpzylinder nicht dargestellt.

Der Kern 2 besteht bei diesem Ausführungsbeispiel aus zwei Teilen 40, 41, die im Inneren der umgebenden Distanzhülse 14 eine Gewindebohrung 42 beziehungsweise einen Gewindezapfen 43 aufweisen, so daß die beiden Teile miteinander verschraubt werden können.

Beide Teile 40 und 41 weisen an ihren aus der Distanzhülse 14 herausragenden Enden 4 einen sich konisch erweiternden Aufweitungsbereich 44 beziehungsweise 45 auf, wobei der Aufweitungsbereich 44 dem Aufweitungsbereich 5 beim Ausführungsbeispiel der Figuren 1 und 2 entspricht.

Die beiden Kolbenringe 28 und 29 sind bei diesem Ausführungsbeispiel unmittelbar auf die Aufweitungsbereiche 44 und 45 aufgesteckt, so daß bei diesem Ausführungsbeispiel die Lagerringe 13 und 15 fehlen. Beide Kolbenringe 28 und 29 stützen sich mit den einander zugewandten Seitenflächen 46 und 47 an den Stirnflächen 26 beziehungsweise 27 der Distanzhülse 14 ab.

Die Materialwahl ist in gleicher Weise wie bei dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 und 2 so gewählt, daß die Kolbenringe die größte Wärmedehnung und die Distanzhülse die geringste Wärmedehnung aufweisen, während die Wärmedehnung des Kernes zwischen diesen Werten liegt.

Beim Abkühlen verkürzt sich der Kern 2 in axialer Richtung stärker als die Distanzhülse 14, so daß die Kolbenringe 28 und 29 zu den Enden des Kernes 2 verschoben und dadurch aufgeweitet werden. Auch hier kann durch geeignete Abmessungen und geeignete Kombination der Wärmeausdehnungskoeffizienten eine genaue Anpassung des Umfangs der Außenflächen 30 und 31 an den Pumpzylinder erreicht werden.

45 Ansprüche

1. Kolbenpumpe zur Förderung einer kryogenen Flüssigkeit mit einem Pumpzylinder aus einem Material mit geringer Wärmedehnung und mit einem darin verschieblichen Kolben, auf dessen Umfangsfläche Kolbenringe aus einem selbstschmierenden Material gehalten sind, die eine größere Wärmeausdehnung haben als das Material des Pumpzylinders, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben (1) einen Kern (2) aus einem Material mit relativ großer Wärmedehnung aufweist, der von einer Distanzhülse (14) aus einem Material geringer Wärmedehnung umgeben ist, daß der

Kern (2) auf beiden Seiten aus der Distanzhülse (14) herausragt und sich zu seinen freien Enden hin konisch erweiternde Aufweitungsbereiche (5, 16; 44, 45) aufweist und daß die Kolbenringe (28, 29) den Kern (2) in den Aufweitungsbereichen (5, 16; 44, 45) umgeben und sich an den Stirnseiten (26, 27) der Distanzhülse (14) abstützen. 5

2. Kolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenringe (28, 29) unmittelbar an den konischen Erweiterungen (44, 45) des Kerns (2) anliegen. 10

3. Kolbenpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (2) aus zwei im Inneren der Distanzhülse (14) miteinander verbundenen Teilen (40, 41) besteht. 15

4. Kolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufweitungsbereiche (5, 16) des Kernes (2) von einem Lagerring (13, 15) umgeben sind, der durch radiale Einschnitte (19) in Segmente unterteilt ist, so daß der Lagerring (13, 15) sich bei einer axialen Verschiebung auf den konischen Aufweitungsbereichen (5, 16) in radialer Richtung aufweiten kann, daß sich der Lagerring (13, 15) an der Stirnseite (26, 27) der Distanzhülse (14) abstützt und daß der Kolbenring (28, 29) den Lagerring (13, 15) umgibt und auf diesem gehalten ist. 20 25

5. Kolbenpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerring (13, 15) mit einer konischen Fläche (18) an der konischen Fläche (24) des Aufweitungsbereichs (5, 16) des Kerns (2) anliegt, wobei die Konizität in beiden Fällen im wesentlichen gleich ist. 30 35

6. Kolbenpumpe nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufweitungsbereich (16) des Kerns (2) zu mindest an einem Ende (8) des Kerns (2) auf diesen aufgesteckt und von diesem lösbar ist. 40

7. Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufweitungsbereiche (5, 16) radial abstehende Flansche (6, 25) aufweisen, die dem Kolbenring (28, 29) als axialer Anschlag dienen. 45

50

55

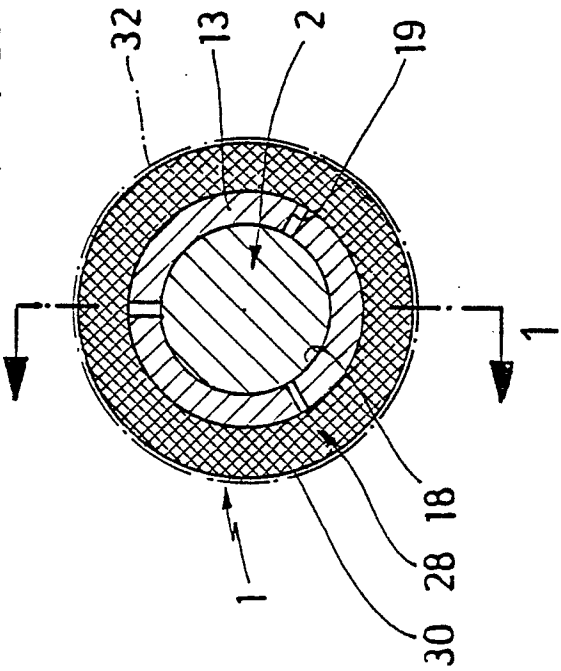
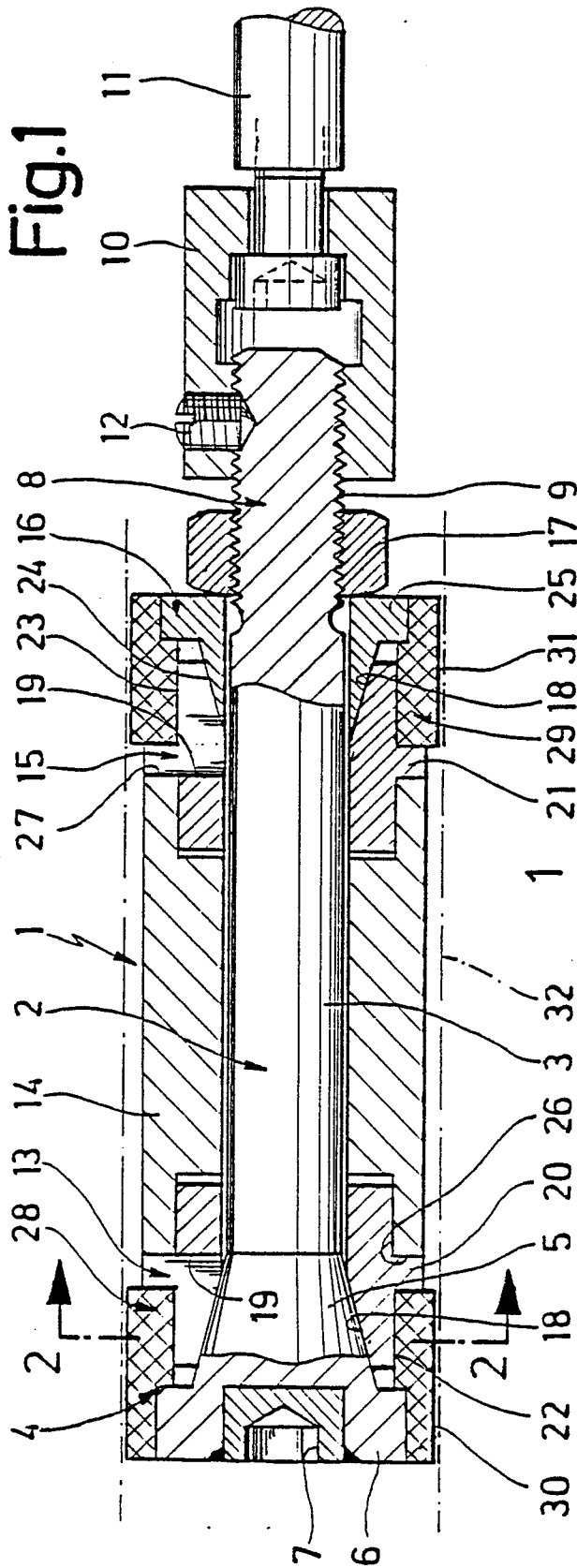


Fig.3

