



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**15.09.93 Patentblatt 93/37**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **F04C 3/00, F04C 18/30,**  
**F01C 3/06**

②① Anmeldenummer : **91109463.9**

②② Anmeldetag : **10.06.91**

⑤④ **Kugelpumpe.**

③⑩ Priorität : **25.06.90 DE 4020134**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**15.01.92 Patentblatt 92/03**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**15.09.93 Patentblatt 93/37**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**US-A- 2 678 003**  
**US-A- 3 549 286**  
**US-A- 3 816 039**

⑦③ Patentinhaber : **GERHARDT MASCHINENBAU**  
**GmbH**  
**Spittelbronner Weg 27**  
**D-78056 Villingen-Schwenningen (DE)**

⑦② Erfinder : **Berger, Rudolf, Ing.**  
**Hohenkrähenstrasse 19**  
**W-7730 Villingen-Schwenningen (DE)**  
Erfinder : **Gerhardt, Rainer, Ing.**  
**Ortholzweg 15**  
**W-7730 Villingen-Schwenningen-Mühlhausen**  
**(DE)**

⑦④ Vertreter : **Gleiss, Alf-Olav, Dipl.-Ing.**  
**Gleiss & Grosse, Patentanwaltskanzlei,**  
**Maybachstrasse 6A**  
**D-70469 Stuttgart (DE)**

**EP 0 465 846 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kugelpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Eine Kugelpumpe ist aus der DE-OS 15 53 165 bekannt. Das die Taumelscheibe und zwei beispielsweise keilförmige Trennwände aufweisende Kreuzgelenk ist in einem im wesentlichen kugelförmigen Arbeitsraum angeordnet. Sein Lagerzapfen ist mittels eines Schiebers zur Verstellung des Luftdurchsatzes bei gegebener Drehzahl des Kreuzgelenkes lageverstellbar. In seinen Arbeitsraum münden je zwei gehäusefeste Lufteinlässe und Luftauslässe, von denen die Lufteinlässe an einander entgegengesetzten Seiten des Arbeitsraumes angeordnet sind. Diese Kugelpumpe dürfte, falls sie überhaupt technisch brauchbar ist, nur für gasförmige und nicht für flüssige Fluida geeignet sein.

10 Es ist auch eine Kugelpumpe bekannt (deutsche Patentanmeldung F 10964 Ia/59e, die zum deutschen Patent 954 027 geführt hat), in deren Arbeitsraum je ein Saugstutzen und Druckstutzen tangential führt und die beim Pumpen von Wasser Wasserschläge vermeiden soll. Jedoch ist bei ihr bei konstanter Drehzahl des Kreuzgelenkes keine Verstellung der Fördermenge/Zeit möglich.

15 Aus der US-A-2,678,003 ist eine Kugelpumpe der eingangs benannten Art bekannt, bei der die Fördermenge einstellbar ist. Allerdings ist es bei dieser bekannten Kugelpumpe nicht möglich, in jedem Arbeitspunkt (Fördervolumeneinstellung) optimale Betriebsbedingungen zu schaffen, da mit der Verstellung des Volumens der Förderkammern der Pumpe die Lage der Taumelscheibe und der Trennwände mit verändert wird, so daß in bestimmten Betriebsbereichen nicht gewährleistet ist, daß die entsprechende Fluidöffnung zum optimalen Zeitpunkt öffnet beziehungsweise schließt.

20 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Kugelpumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei einfacher und kostengünstiger Bauart optimal den jeweils eingestellten Betriebsbereichen angepaßt ist, vorzugsweise einen sehr guten Wirkungsgrad aufweist.

25 Diese Aufgabe wird bei einer Kugelpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Indem die Fluidöffnungen des Arbeitsraumes in einer den Arbeitsraum mitbildenden drehbaren Hülse angeordnet sind, die bei durch Drehen des Lagerteiles erfolgender Verstellung des Lagerzapfens ebenfalls gedreht wird, und zwar jeweils um ungefähr den halben Winkel, vorzugsweise um den halben Winkel der jeweiligen Drehung des Lagerteiles in derselben Drehrichtung und die Fluidöffnung oder -öffnungen für den Eintritt des zu fördernden Fluids in den Arbeitsraum zu der oder den Fluidöffnungen für den Austritt aus dem Arbeitsraum in bezug auf den Arbeitsraum ungefähr diametral zueinander angeordnet sind, werden im gesamten Förderbereich, der durch Verstellen des Lagerzapfens durch Drehen des ihn lagernden Lagerteiles einstellbar ist, günstiges Durchströmen des Arbeitsraumes durch das jeweils zu fördernde Fluid ermöglicht. Auch lassen sich günstige Wirkungsgrade zumindest bei nicht zu niedrigen Drehzahlen erzielen, jedoch oft auch bei geringen Fördermengen/Zeit. Die Fördermenge/Zeit einer erfindungsgemäßen Kugelpumpe kann bei gegebener Baugröße sehr hoch sein, da das Kreuzgelenk bei gefesselter Taumelscheibe mit hohen Drehzahlen angetrieben werden kann. Auch läßt sich die Förderrichtung der Kugelpumpe auf einfache Weise nur dadurch ändern, daß die Drehrichtung der Antriebswelle umgekehrt wird. Auch lassen sich mit dieser Kugelpumpe günstige Kennlinien beziehungsweise Kennlinienfelder erreichen. Diese Kugelpumpe kann universelle Anwendung bei zahlreichen Pumpenfällen haben und zeichnet sich also unter anderem auch durch ihre kostengünstige Bauart bei günstiger Förderung der zu fördernden Fluida im jeweils gesamten Stellbereich der Fördermenge/Zeit aus.

35 Besonders zweckmäßig ist es, wenn für den Eintritt und Austritt der zu fördernden Fluida in und aus dem Arbeitsraum je eine einzige Fluidöffnung in der Hülse angeordnet ist. Dies ergibt besonders geringe Strömungswiderstände durch relativ große Öffnungen. Diese Fluidöffnungen können auf einem an den Arbeitsraum angrenzenden axialen Teilbereich ihrer axialen Längen oder über ihre ganzen axialen Längen, vorzugsweise die Gestalt je einer sich in Längsrichtung der Hülse erstreckenden flachen Drei aufweisen. Auch andere Gestalten sind denkbar. Jedoch ist es auch möglich, anstelle jeder solchen oder einer solchen Fluidöffnung eine Mehrzahl von Fluidöffnungen der Hülse vorzusehen, vorzugsweise innerhalb des Umrisses, den eine einzige Fluidöffnung hätte.

50 Indem ferner der Lagerzapfen oder vorzugsweise die Lagerkugel an der nicht mit der Antriebswelle verbundenen Trennwand in einem drehbar gelagerten Lagerteil, dessen Drehachse durch die Mitte des Arbeitsraumes geht, gelagert ist, wobei die Drehachse des Lagerzapfens mit der Drehachse des Lagerteiles einen vorbestimmten Winkel einschließt, ist die Verstellung der jeweiligen Fördermenge/Zeit durch Drehen dieses Lagerteiles auf besonders einfache und betriebssichere Weise ohne Änderung der jeweiligen Drehzahl des Kreuzgelenkes möglich. Auch ermöglicht die Drehbarkeit der Hülse besonders einfache formschlüssige Bewegungskopplung dieses Lagerteiles mit der Hülse durch ein Zahnradgetriebe oder ein sonstiges Getriebe. Dieses Lagerteil kann zweckmäßig coaxial zur Hülse und vorzugsweise in einer Stirnwand der Hülse selbst gelagert sein.

Die Trennwände können, wie auch die Taumelscheibe, irgendwelche geeigneten Ausbildungen haben. Für die Trennwände ist es besonders vorteilhaft, sie ungefähr als Kugelkeile auszubilden. Dabei kann die Taumelscheibe an ihren beiden Breitseiten vorzugsweise je eine ebenfalls ungefähr keilförmige Ausnehmung aufweisen, deren Öffnungswinkel zumindest soviel größer als der Keilwinkel der Trennwände ist, daß diese Trennwände das erforderliche Bewegungsspiel relativ zur Taumelscheibe haben.

Die Lagerung der Trennwände an der Taumelscheibe kann unterschiedlich sein. Bevorzugt können an der Taumelscheibe auf entgegengesetzten Breitseiten zwei zueinander senkrecht verlaufende Rippen vorgesehen sein, die kreisbogenförmige Querschnitte aufweisen und an denen die Trennwände mit geraden Rinnen kreisbogenförmiger Querschnitte formschlüssig anliegen, deren Krümmungsradien konstant sind und denen der Rippen entsprechen. Die Trennwände brauchen zumindest in vielen Fällen nicht an der Taumelscheibe gefesselt zu sein, sondern es genügt für ihre Halterung im Arbeitsraum, daß sie an kugelflächenförmigen Bereichen der Wand des Arbeitsraumes, die konstanten Krümmungsradius haben, anliegen können oder durch die Antriebswelle beziehungsweise den Lagerzapfen, wenn diese gegen axiales Verschieben gesichert sind, gehalten werden. Oder sie können an der Taumelscheibe gefesselt sein, derart, daß diese Fesselungen die Taumelbewegungen der Taumelscheibe bei der Rotation der Antriebswelle nicht behindern.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, daß der Winkel zwischen der vierten und fünften Drehachse so vorgesehen ist, daß die minimalen Verdrängervolumen der Kammern des Kreuzgelenkes auf ungefähr Null einstellbar sind. Dies läßt maximale Ausnutzung der Kugelpumpe für hohe Förderleistung zu. Zu diesem Zweck kann vorzugsweise vorgesehen sein, daß der Winkel zwischen der Drehachse der Antriebswelle und der Drehachse des Lagerteiles gleich groß ist wie der Winkel zwischen der Drehachse des Lagerzapfens oder der Lagerkugel und der Drehachse des Lagerteiles, wobei das Lagerteil soweit drehbar ist, daß Fluchtung der Drehachse des Lagerzapfens mit der Drehachse der Antriebswelle einstellbar ist.

Die Drehachse des Lagerteiles kann vorzugsweise mit dessen Längsachse und mit der Drehachse der Hülse und vorzugsweise auch mit deren Längsachse zusammenfallen.

Vorzugsweise kann das Lagerteil um mindestens 180°, insbesondere um 180° winkelverstellbar sein.

Die Verstellbarkeit der Fördermenge/Zeit bei jeweils konstanter Drehzahl des Kreuzgelenkes erhöht die Anwendungsbereiche der Kugelpumpe. Beispielsweise kann sie von einem noch mindestens einem anderen Antriebszweck dienenden Motor, beispielsweise einer Brennkraftmaschine oder einem Elektromotor, angetrieben werden und man kann dann die Menge/Zeit des von ihr geförderten Fluids unabhängig von der Drehzahl des Antriebsmotors in weiten Grenzen verstellen. Wenn dabei auch die Förderung Null einstellbar ist, braucht man sie nicht einmal von diesem Motor abkuppeln, wenn man sie abschalten will.

Vorzugsweise kann externer Antrieb der Kugelpumpe vorgesehen sein und man kann dann die Antriebswelle über das Gehäuse der Kugelpumpe nach außen überstehen lassen. Es ist aber auch möglich, den Antriebsmotor der Kugelpumpe in ihr Gehäuse zu integrieren oder an das Gehäuse anzuf lanschen u.s.w.

Es können beliebige geeignete Dichtungsmittel vorgesehen sein, um Austritt des die Kugelpumpe durchströmenden Fluids aus ihr oder unerwünschtes Übersickern von Fluid in ihr zu verhindern. Vorzugsweise können zwischen der Hülse und dem Gehäuse und dem Lagerteil Dichtungsringe angeordnet sein, die den Arbeitsraum und Fluidkanäle des Gehäuses gegen Leckverluste abdichten. Auch können die Abdichtungen der Kammern des Arbeitsraumes gegeneinander verbessernde Dichtungsmittel an den Trennwänden und/oder der Taumelscheibe vorgesehen sein. Auch sonstige Dichtungsmittel können natürlich, falls zweckmäßig, vorgesehen sein.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 eine Seitenansicht einer Kugelpumpe gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 2 eine Draufsicht auf die Kugelpumpe nach Figur 1,

Figur 3 einen Längsschnitt durch die Kugelpumpe nach Figur 1 und 2 gesehen entlang der Schnittlinie 3-3 der Figur 4,

Figur 4 einen Teilschnitt durch die Kugelpumpe nach Figur 3 gesehen entlang der Schnittlinie 4-4 der Figur 3,

Figur 5 einen Schnitt durch die Kugelpumpe nach Figur 3 gesehen entlang der Schnittlinie 5-5,

Figur 6 eine schaubildliche Ansicht der Hülse der Kugelpumpe nach den Figuren 1 bis 5,

Figur 7 eine explodierte Seitenansicht des Kreuzgelenkes mit Lagerzapfen und ausschnittsweise dargestellter Antriebswelle der Kugelpumpe nach den Figuren 1 bis 5,

Figur 8 eine explodierte Seitenansicht des Kreuzgelenkes mit im Teilschnitt dargestellten Lagerkugel (26') und auszugsweise dargestellter Antriebswelle der Kugelpumpe, sowie im Teilschnitt dargestellten Fesselung der Taumelscheibe,

Figur 9 einen Schnitt C-D in Figur 8 gemäß der dort dargestellten Fesselung der Taumelscheibe bei genauem Maß (y) und

Figur 10 einen Schnitt C-D in Figur 8 gemäß einer Fesselung der Taumelscheibe in einer anderen Stel-

lung.

Die in der Zeichnung dargestellte Kugelpumpe 10 weist ein aus den Gehäuseteilen 11,12,13 und 14 zusammengesetztes Gehäuse 9 auf, in welchem sich ein hohlkugelförmiger Arbeitsraum 15 befindet, dessen Wand 65 mit Ausnahme einer schmalen Stirnseite einer Lagerbuchse 33 kugelflächenförmig ist und Durchbrechungen für die Antriebswelle 25, die Stellwelle 26 und zwei Fluidöffnungen 43,44 für das jeweils zu pumpende Fluid aufweist.

Dieser Arbeitsraum 15 ist gebildet durch das Gehäuseteil 13, eine im Mittelteil 11 des Gehäuses formschlüssig drehbar gelagerte Hülse 16 und ein in einer konischen Vertiefung 18 der in Figur 3 rechtsseitigen Stirnwand 17 der Hülse 16 formschlüssig drehbar gelagertes Lagerteil 19. Die Teile 13,16 und 19 sind durch Dichtungsringe gegeneinander abgedichtet, desgleichen die Hülse 16 zu beiden Seiten von Kanälen 51 und 52 gegenüber dem Gehäuseteil 11. Auch an Trennwänden 22,23, einer Taumelscheibe 21 und auch an sonstigen abzudichtenden Teilen können den Durchtritt von Fluid hindernde Dichtmittel angeordnet sein.

Die in Figur 3 linksseitige Stirnwand 20 der Hülse 16 weist eine konische Vertiefung 18' auf, die auf einem konischen Ansatz des Gehäuseteiles 13 um die durch die Mitte 27 des Arbeitsraumes 15 gehende Längsachse 30 des Gehäuses 9 drehbar gelagert ist, so daß die Hülse 16 an den Teilen 13 und 19 spielfrei drehbar gelagert und um die Längsachse 30 drehbar gelagert ist.

Die Gehäuseteile 11,12,13 und 14 sind zu dem starren Gehäuse 9 fest miteinander verbunden.

In dem Arbeitsraum 15 dieser Kugelpumpe 10 ist ein aus der Taumelscheibe 21, einer ersten keilförmigen Trennwand 22 und einer zweiten keilförmigen Trennwand 23 gebildetes Kreuzgelenk 24 mit geringem Gleitlagerspiel drehbar gelagert. Die Trennwände 22,23 haben gleiche Gestalt. Ihre der Wand 65 des Arbeitsraumes gegenüberliegenden Außenflächen wie auch die Umfangsfläche der Taumelscheibe 21 sind mit Ausnahme des einer Ringschulter 69 gegenüberliegenden ebenen Bereichs der Trennwand 22 Abschnitte von Kugelflächen, deren vom Mittelpunkt 27 des Arbeitsraumes 15 ausgehenden konstanten gleichgroßen Radien mit geringes Gleitlagerspiel ermöglichendem Unterschied den ebenfalls von diesem Mittelpunkt 27 ausgehenden konstanten Radien der Wand 65 nahezu entsprechen. Die beiden Seitenwände 66,67 der Trennwände 22,23 sind eben und an den schmalen Keilenden durch jeweils eine gerade Rinne 57,58 mit konstanten kreisbogenförmigen Querschnitten verbunden, die der formschlüssigen Schwenkgleitlagerung der Trennwände 22,23 auf geraden Rippen 39,40 an beiden Breitseiten der Taumelscheibe 21 dienen. Dabei sei erwähnt, daß die Trennwände 22,23 bezogen auf das Gehäuse 9 bei konstanter Stellung einer Stellwelle 46 selbst nicht die Schwenkbewegungen auf den Rippen 39,40 ausführen, da sie bei rotierendem Kreuzgelenk 24 nur um die Längsachsen 31,32 einer Antriebswelle 25 und eines Lagerzapfens 26 rotieren und nur die bei der Rotation der Taumelscheibe 21 auftretenden Taumelbewegungen von ihr Schwenken zwischen Taumelscheibe 21 und den Trennwänden 22,23 bewirkt, solange an der Stellwelle 46 nicht Pumpenfördermenge Null einstellt und bei der die Trennwände 22,23 konstant in ihren Mittelstellungen auf den Rippen 39,40 bleiben.

An der Mitte des Außenumfangs der ersten Trennwand 22 ist die beispielsweise mittels eines Elektromotors antreibbare Antriebswelle 25 dieser Kugelpumpe 10 fest angeordnet. An der Mitte des Außenumfangs der zweiten Trennwand 23 ist der Lagerzapfen 26 fest angeordnet. Die Längsachsen 31 und 32 dieser Antriebswelle 25 und des Lagerzapfens 26 schneiden sich ständig im Mittelpunkt 27 des Arbeitsraumes 15 und sind in der Lage nach Figur 3 zueinander unter einem stumpfen Winkel von in diesem Ausführungsbeispiel etwa 150° geneigt. Die Längsachse 31 ist relativ zum Gehäuse 9 unveränderlich. Die Längsachse 32 ist durch Drehen des Lagerteiles 19 in ihrer Lage relativ zum Gehäuse 9 auf einer geometrischen Kegelmantelfläche verstellbar, derart, daß der Winkel zwischen den geometrischen Längsachsen 31 und 32 in diesem Ausführungsbeispiel zwischen ca. 150° und 180° verstellbar ist. Die Taumelscheibe 21 führt bei ihrer Rotation dann Taumelbewegungen aus, wenn dieser Winkel kleiner als 180° ist. Diese Taumelbewegungen bewirken Volumenänderungen der zu beiden Seiten der Trennwände befindlichen Kammer 53-56, die mit kleiner werdenden Winkel zwischen den Längsachsen ebenfalls geringer werden.

Der Lagerzapfen 26 ist in einer kreiszylindrischen Sackbohrung 29 des massiven, mit Ausnahme einer Außenverzahnung 61, rotationssymmetrischen Lagerteiles 19 formschlüssig drehbar gelagert.

Das Lagerteil 19 ist in einer konischen Ausnehmung der einen Stirnwand 17 der Hülse 16 formschlüssig und drehbar um die Längsachse 30 des Gehäuses 11 gleitgelagert. Mit dieser Längsachse 30 schließen die Längsachsen 31 und 32 der Antriebswelle 25 und des Lagerzapfens 26 gleich große Winkel von in diesem Ausführungsbeispiel je ca. 15° ein.

Die Antriebswelle 25 ist in der in das Gehäuseteil 13 eingesetzten Gleitlagerbuchse 33 drehbar gelagert und diese ist nach außen durch eine Ringdichtung 34 abgedichtet. Das Gehäuseteil 14 verschließt die im Gehäuseteil 13 befindliche Ausnehmung für die Lagerbuchse 33 und die Ringdichtung 34 nach außen.

Das Lagerteil 19 ist auch an seiner bezogen auf Figur 3 rechten Stirnseite mittels einer in eine Bohrung des Gehäuseteiles 12 eingesetzten Kugel 35 drehbar gelagert, die mittels einer ein Widerlager für sie bildenden Justierschraube 36 in eine konische Bohrung des Lagerteiles 19 mit geringer Kraft oder mit geringem Spiel

eingreift. Hierdurch können sich das Lagerteil 19 und die Hülse 16 nicht axial verschieben.

Die beiden Rippen 39,40 erstrecken sich über die betreffende Stirnseite der Taumelscheibe 21 und haben kreisbogenförmige Querschnitte, deren Krümmungsradien bezogen auf je eine geometrische Durchmesserlinie 41 und 42 der Taumelscheibe 21 konstant sind. Diese geometrischen Durchmesserlinien 41,42 schneiden sich im Mittelpunkt 27 des Arbeitsraumes 15 senkrecht und bilden je eine Schwenkachse 41,42 für die Trennwände 22,23. Die Drehachsen 31,32 sind senkrecht zu diesen Schwenkachsen 41,42.

In der Hülse 16 sind zwei schlitzförmige Fluidöffnungen 43 und 44 angeordnet, von denen jeweils eine die Einlaßöffnung für das zu fördernde Fluid in den Arbeitsraum 15 und die jeweils andere die Auslaßöffnung für dieses Fluid aus dem Arbeitsraum bildet. Je nach der Rotationsrichtung des Kreuzgelenkes 24 ist die eine oder die andere dieser Öffnungen 43 oder 44 die Einlaßöffnung und die jeweils andere 44 oder 43 die Auslaßöffnung für das zu fördernde Fluid. Diese Fluidöffnungen 43,44 sind in bezug auf diese Hülse 16 ungefähr diametral zueinander angeordnet und ihre Längserstreckungen verlaufen ungefähr parallel zur Drehachse 30 des Lagerteiles 19. Auch sind diese beiden Fluidöffnungen 43 und 44 in Bezug auf eine geometrische Durchmesserenebene der Hülse 16, in die die Längsachse 30 fällt und damit auch durch die Mitte 27 des Arbeitsraumes 15 hindurchgeht, jeweils spiegelbildlich zueinander ausgebildet, wie man besonders deutlich aus den Figuren 3 und 6 ersehen kann. Jede der arbeitsraumseitigen Mündungen dieser Öffnungen 43 und 44 erstreckt sich in diesem Ausführungsbeispiel über etwa 50° Zentriwinkel des Arbeitsraumes 15 und hat die Gestalt einer "flachen Drei". Diese Fluidöffnungen 43,44 haben in diesem Ausführungsbeispiel über ihre axialen Längen konstanten Querschnitte, doch kann auch vorgesehen sein, daß nur arbeitsraumseitige Teilbereiche ihrer axialen Längen die dargestellten Querschnitte haben und dann in andere, vorzugsweise kreisrunde Querschnitte übergehen.

Zur stetigen, genau dosierbaren Verstellung gemäß günstigen Kennlinien des durch diese Kugelpumpe 10 bei konstanter Drehzahl des Kreuzgelenkes 24 förderbaren Volumenstromes des jeweiligen Fluids zwischen einem Maximum und einem Minimum, welches Minimum in diesem Ausführungsbeispiel ungefähr Null ist, sind die Hülse 16 und das Lagerteil 19 am Gehäuse 9 in jeweils gleichsinniger Drehrichtung drehbar, wobei der jeweilige Drehwinkel der Hülse 16 halb so groß wie der Drehwinkel des Lagerteiles 19 ist. Zu diesem Zweck sind diese beiden Teile 16 und 19 durch ein Getriebe 45 formschlüssig verbunden, das eine in der Stirnwand 12 des Gehäuses 11 um eine zur Drehachse 30 der Hülse 16 parallele Drehachse drehbar gelagerte Stellwelle 46 aufweist, deren linksseitiger Endbereich noch zusätzlich in einer Bohrung des Gehäusemittelteils 11 drehbar gelagert ist. Auf dieser aus dem Gehäuse 9 herausgeführten, manuell oder, falls gewünscht, motorisch verstellbaren Stellwelle 46 sind zwei Zahnräder 47 und 48 fest angeordnet.

Das Zahnrad 47 kämmt mit einer am Umfang der Hülse 16 an ihrem einen Endbereich angeordneten, sich über etwas mehr als 90° erstreckenden Verzahnung 62. Das Zahnrad 48 kämmt mit der umfangsseitig am Lagerteil 19 angeordneten Verzahnung 61, die sich in diesem Ausführungsbeispiel über mindestens etwas mehr als 180° erstreckt. Die Zahnräder 47 und 48 sind so getroffen, daß, wenn das Lagerteil 19 durch Drehen der Stellwelle 46 um einen Winkel  $\alpha$  gedreht wird, dann das Zahnrad 47 die Hülse 16 im jeweils gleichen Drehsinn um den Winkel  $\alpha/2$  dreht.

Am Gehäusemittelteil 11 sind außenumfangsseitig zwei Durchgangsbohrungen 49 und 50 für das Leiten der zu fördernden Fluida angeordnet, an die beispielsweise nicht dargestellte Nippel für den Anschluß von Förderleitungen für das jeweils zu fördernde Fluid angeschlossen werden können. Auch andere Anschlußmöglichkeiten bestehen natürlich. Jede dieser Öffnungen 49,50 mündet in einen sich in Umfangsrichtung des Gehäusemittels 11 über etwas mehr als 90° erstreckenden, zur Hülse 16 hin offenen, im Querschnitt halbkreisförmigen Kanal 51,52 des Gehäusemittels 11. Diese beiden Kanäle 51,52 sind so angeordnet, daß die eine Fluidöffnung 43 der Hülse 16 bei jeder einstellbaren Winkelstellung der Hülse 16 in den einen Kanal 51 und die andere Fluidöffnung 44 dabei in den anderen Kanal 52 mündet, so daß das jeweils zu fördernde Fluid von der Öffnung 49 des Gehäuses zur Öffnung 50 oder von der Öffnung 50 zur Öffnung 49 je nach Drehrichtung der Antriebswelle 25 durch den Arbeitsraum 15 hindurch gefördert werden kann.

Mittels der Stellwelle 46 lassen sich die bei beliebiger konstanter Drehzahl der Antriebswelle 25 und damit des Kreuzgelenkes 24 vorliegenden Volumenströme des geförderten Fluids zwischen maximal und minimal stetig verstellen, in diesem Ausführungsbeispiel vom jeweiligen Maximum bis praktisch Null. Infolge der beschriebenen bewegungsgekoppelten Verstellung des Lagerteiles 18 und der Hülse 16 mit den Fluidöffnungen 43,44 ergeben sich im gesamten Winkeleinstellbereich von ca. 180° des Lagerteiles 19 besonders günstige Kennlinien "Volumenstrom des zu pumpenden Fluid in Abhängigkeit der Winkeleinstellung des Lagerteiles 19". Auch sind hohe Förderdrücke, günstige Wirkungsgrade bei allen Förderleistungen und ungewöhnlich hohe Förderleistungen erzielbar.

Die beiden Trennwände 22,23 unterteilen den Arbeitsraum 15 in insgesamt vier volumenveränderliche Kammern 53 bis 56, durch deren Volumenänderungen die Förderung des jeweiligen Fluids erfolgt.

Die Taumelscheibe 21 weist auf jeder Breitseite eine Ausnehmung 37 und 38 mit ebenen Seitenwänden

63 beziehungsweise 64 auf, in deren Grund die Rippen 39 beziehungsweise die Rippe 40 angeordnet ist, wie besonders deutlich aus den Figuren 7 und 8 ersichtlich ist. Die Seitenwände 63 sind zu einer in die Längsachse der Rippe 39 fallenden und sie halbierenden geometrischen Ebene spiegelbildlich zueinander angeordnet, wie Figur 7 zeigt. Entsprechendes gilt gemäß Figur 8 für die Seitenwände 64, die zu einer in die Längsachse der Rippe 40 fallenden und diese halbierenden geometrischen Ebene spiegelbildlich zueinander angeordnet sind.

In den Figuren 3 bis 5 ist das maximale Fördervolumen pro Umdrehung des Kreuzgelenkes 24 der Kugelpumpe 10 eingestellt.

Die Trennwand 22 liegt in der in den Figuren 3 und 4 dargestellten einen Winkelstellung des Kreuzgelenkes 24 mit ihrer einen ebenen Seitenwand 66 praktisch an der einen ebenen Seitenwand 63 der Ausnehmung 37 der Taumelscheibe 21 praktisch an, was größtmöglichen Volumenstrom bei der betreffenden Drehzahl der Antriebswelle 25 ergibt und bei dieser Winkelstellung des Kreuzgelenkes befindet sich dann die andere Trennwand 23 in ihrer in Figur 4 dargestellten Mittelstellung. Wenn das Kreuzgelenk 24 weitergedreht wird, dann verstellt sich die Taumelscheibe 21 stetig so, daß sie bezogen auf Figur 3 sich um den Mittelpunkt 27 des Arbeitsraumes 15 dreht und taumelt und nach einer Drehung der Arbeitswelle 25 um 90° befindet sich dann die Trennwand 22 in der Ausnehmung 37 in ihrer Mittelstellung und die Trennwand 23 in ihrer einen Grenzstellung, in der ihre eine ebene Seitenwand 67 praktisch an der betreffenden ebenen Seitenwand 64 der Ausnehmung 38 anliegt. Bei weiterer Drehung des Kreuzgelenkes 24 in derselben Drehrichtung wird dann die Taumelscheibe 24 so weiter verstellt, daß nach 90° die Trennwand 22 an der bezogen auf Figur 3 anderen ebenen Seitenwand 63 der Ausnehmung 37 praktisch anliegt und die andere Trennwand 23 befindet sich in der ihr zugeordneten Ausnehmung 38 wieder in der Mittelstellung. Beim weiteren Drehen des Kreuzgelenkes gelangt dann nach 90° die Trennwand 22 wieder in ihre Mittelstellung in der Ausnehmung 37 und die Trennwand 23 liegt mit ihrer anderen planen Seite 67 praktisch an der anderen planen Seite 64 der Ausnehmung 38 der Taumelscheibe an. Nach weiteren 90° Drehung des Kreuzgelenkes 24 hat das Kreuzgelenk 24 dann eine volle Umdrehung gemacht und wieder die Stellung nach Figur 3 erreicht. Dies wiederholt sich bei jeder vollen Drehung des Kreuzgelenkes 24 und es findet so eine stetige Förderung des Fluids durch den Arbeitsraum 15 in derselben Förderrichtung statt, wobei sehr hohe Förderleistungen und auch hohe Förderdrücke erreichbar sind.

Es ist natürlich auch möglich, vorzusehen, daß die Trennwände 22,23 in ihren Grenzstellungen relativ zur Taumelscheibe 21 nicht an deren ebenen Flächen 63,64 anliegen, sondern gewünschte Winkelabstände von ihnen haben.

Wenn mittels der Stellwelle 46 das Lagerteil 19 aus der in den Figuren 3 und 4 dargestellten Stellung für bei der jeweiligen Drehzahl der Antriebswelle 25 maximalen Volumenstroms des zu fördernden Fluids um 180° gedreht wird, wird der Volumenstrom praktisch Null und dazwischen ändert sich der Volumenstrom des geförderten Fluids stetig in Abhängigkeit der Winkelstellung der Stellwelle 46. Bei Einstellung der Stellwelle 46 auf Nullförderung befindet sich die Längsachse 32 des Lagerzapfens 26 in Fluchtung mit der Längsachse 31 der Antriebswelle 25 und beide Trennwände 22 und 23 befinden sich dann bei der Rotation des Kreuzgelenkes ständig in ihren Mittelstellungen, so daß die zu beiden Seiten jeder Trennwand befindlichen beiden Kammern 53 bis 56 des Arbeitsraumes 15 ihre Volumen bei der Rotation des Kreuzgelenkes 24 nicht verstellen und keine Förderung eintritt.

In allen anderen Winkelstellungen der Stellwelle 46 verändern jedoch die zu beiden Seiten jeder Trennwand 22 und 23 befindlichen beiden Kammern 53,54 beziehungsweise 55,56 ihre Volumen bei der Rotation des Kreuzgelenkes 24, und zwar derart, daß zwei dieser Kammern 53,54 jeweils gegenüber der einen Fluidöffnung 43 oder bei geänderter Drehrichtung des Kreuzgelenkes gegenüber der Fluidöffnung 44 der Hülse 16 ihre Volumen vergrößern und so Fluid aus der betreffenden Fluidöffnung ansaugen und die anderen beiden Kammern 55,56 gegenüber der anderen Fluidöffnung 44 der Hülse 16 ihre Volumen verringern beziehungsweise bei geänderter Drehrichtung des Kreuzgelenkes 24 ihre Volumen vergrößern und so das Fluid in diese Fluidöffnung 44 drücken oder aus ihr ansaugen. Die Taumelscheibe 21 unterteilt jede der beiden Fluidöffnungen 43 und 44 immer -oder höchstens mit Ausnahme kleiner, nicht störender Drehwinkelbereiche- in jeweils zwei Teilöffnungen, denen bei gegebener Drehrichtung des Kreuzgelenkes 24 gegenüber der einen Fluidöffnung ihre Volumen vergrößernden Kammern und bezüglich der anderen Fluidöffnung ihre Volumen verringernenden Kammern gegenüberstehen.

Je nach Ausbildung der Öffnungen 43,44 kann dabei auch vorgesehen sein, daß in kleinen Drehwinkelbereichen des Kreuzgelenkes 24 eine geringe Überlappung der Volumenänderungen der jeweils den Öffnungen 43 beziehungsweise 44 gegenüberliegenden Kammern in der Weise auftreten kann, daß wenn die eine Kammer gegenüber der Öffnung 43 noch ihr Volumen vergrößert, die andere gegenüber dieser Kammer befindliche Öffnung ihr Volumen noch etwas verringert und Entsprechendes auch für die der anderen Öffnung 44 jeweils gegenüberliegenden Kammern vorzusehen. Hierdurch lassen sich die Schwankungen des Förderdruckes beeinflussen und eventuell hierdurch bedingte Leistungsminderungen der Kugelpumpe 10 sind gegenüber den großen Leistungsmöglichkeiten dieser Pumpe 10 gegenüber herkömmlichen Pumpen vernach-

lässigbar.

Die Drehwinkel der Hülse 16 und des Lagerteiles 19 sind durch Anschläge oder ihre Verzahnungen 61,62 auf 90° beziehungsweise 180° begrenzt. Sie können jedoch auch kleiner begrenzt werden, falls dies erwünscht ist.

5 Alle Teile dieser Kugelpumpe 10 mit Ausnahme der Dichtungen können zweckmäßig metallisch oder gegebenenfalls ganz oder teilweise auch aus anderen geeigneten Materialien, wie beispielsweise Kunststoff, Keramik oder dergleichen bestehen.

10 Diese Kugelpumpe 10 hat zahlreiche Vorteile. Ihr durch das Kreuzgelenk 24 gebildeter Verdränger kann mit konstanter Drehzahl rotieren, wobei sehr hohe Drehzahlen erreichbar sind. Auch ergibt sie hohe Förderleistung selbst bei kleiner Bauart. Sie ist baulich einfach aus relativ wenigen, kostengünstig herzustellenden Teilen zusammengesetzt. Die beiden Trennwände 22 und 23 brauchen zumindest in vielen Fällen nicht an der Taumelscheibe 21 gelenkig gefesselt zu werden, sondern können bevorzugt, wie im Ausführungsbeispiel, nur formschlüssig an die Taumelscheibe 21 angesetzt und durch die Wand 65 des Arbeitsraumes 15 oder die Antriebswelle 25 beziehungsweise den Lagerzapfen 26 am Abheben von der Taumelscheibe 21 gehindert werden.

15 Falls erwünscht, ist es jedoch auch möglich, die beiden Trennwände 22 und 23 an der Taumelscheibe gelenkig zu fesseln, beispielsweise durch in Gewindebohrungen 68 von ihnen eingeschraubte, die Taumelscheibe 21 durchsetzende Schrauben 69, die an der Taumelscheibe auf der von der betreffenden Trennwand abgewendeten Seite beispielsweise mittels Kugelgelenk 70 und Kugelpfanne 70' in dem für die Schwenkbarkeit der Trennwände 22,23 erforderliche Ausmaß schwenkbar gelagert sind, wobei der Schwenkpunkt jeweils in die Schwenkachse der betreffenden Trennwand 22,23 fällt.

20 Die Trennwände 22,23 bestimmen bei ihrer Rotation die rotierenden Taumelbewegungen der Taumelscheibe 21, durch die die Volumenänderungen der vier Kammern 53 bis 56 zur Förderung des jeweiligen Fluids bestimmt werden.

25 Bei Fluida, die durch diese Kugelpumpe 10 gefördert werden können, kann es sich um gasförmige Fluida oder Flüssigkeiten mit mehr oder weniger großer Viskosität oder mit Feststoff durchsetzten Flüssigkeiten handeln. In beiden Fällen werden hohe Förderleistungen erzielt, da die Fluida im Kugelraum im Gleichstrom verdrängt werden.

30 Gemäß Figur 3 sind in diesem Ausführungsbeispiel die beiden zur Bildebene zueinander zweckmäßig spiegelbildlichen Fluidöffnungen 43 und 44 der Hülse 16, von denen in Figur 3 nur die Fluidöffnung 43 zu sehen ist, so angeordnet, daß bei Einstellung des Kreuzgelenkes 24 auf maximale Förderleistung, wie es die Figur 3 und 4 zeigen, die durch die Bildebene und damit die durch die Längsachsen 31 und 32 der Antriebswelle 25 und des Lagerzapfens 26 in dieser Grenzstellung der Stellwelle 46 definierte geometrische Ebene ihre Symmetrieebene ist. Die Schlitz- (Fluidöffnungen) 43 und 44 der Hülse 16 haben die Gestalt je einer flachen Drei- und ihre die drei Vorsprünge der "Drei" bildenden Bereiche sind bei der in Figur 3 dargestellten Einstellung der Hülse 16 von der zur Bildebene senkrechten, durch die Längsachse 30 des Gehäuses 9 gehenden geometrischen Ebene, die durch die Fluidöffnungen 43 und 44 in geringem Abstand unterhalb ihrer Mitten hindurchgeht, weg gerichtet.

40

## Patentansprüche

1. Kugelpumpe (10), welche in einem im wesentlichen kugelförmigen Arbeitsraum vier volumenveränderliche Kammern (53-56) und einen als Kreuzgelenk (24) ausgebildeten, eine Taumelscheibe (21) und zwei Trennwände (22, 23) zum Trennen von je zwei Kammern (53-56) aufweisenden rotierbaren Verdränger aufweist, wobei in der Wandung des Arbeitsraumes (15) Öffnungen -nachfolgend Fluidöffnungen (43, 44) genannt- für die in diese Kammern (53-56) ein- und ausströmenden Fluida, die vorzugsweise Flüssigkeiten sind, angeordnet sind, wobei die beiden Trennwände (22, 23) an der Taumelscheibe (21) um je eine zum Arbeitsraum (15) diametrale Drehachse (erste Drehachse und zweite Drehachse) schwenkbar gelagert sind, welche Drehachsen sich senkrecht schneiden, wobei an der um die erste Drehachse schwenkbar gelagerten Trennwand (22) eine Antriebswelle (25) fest angeordnet ist, die um eine dritte Drehachse des Kreuzgelenkes (24) rotierbar gelagert ist, welche die erste Drehachse senkrecht schneidet, und an der um die zweite Drehachse schwenkbar gelagerten Trennwand (23) eine um eine vierte Drehachse des Kreuzgelenkes drehbar gelagerte, zur Verstellung der Minimalvolumen der Kammern (53-56) lageverstellbare Lagerkugel, vorzugsweise ein Lagerzapfen (26), fest angeordnet ist, welche vierte Drehachse die zweite Drehachse senkrecht schneidet, und daß diese vier Drehachsen sich im Mittelpunkt (27) des Arbeitsraumes (15) schneiden, wobei die Lagerkugel, vorzugsweise der Lagerzapfen (26), an einem Lagerteil (19) drehbar gelagert ist, das um eine durch den Mittelpunkt (27) des Arbeitsraums (15) gehende

- fünfte Drehachse (30) drehbar gelagert ist, welche fünfte Drehachse mit der vierten Drehachse (32) einen vorbestimmten Winkel einschließt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Arbeitsraum mit durch eine drehbar gelagerte Hülse (16) gebildet ist, die mit dem Lagerteil so bewegungsgekoppelt ist, daß sie jeweils um ungefähr den halben Winkel der jeweiligen Drehung des Lagerteiles in derselben Drehrichtung wie das
- 5 Lagerteil winkelverstellbar ist, und daß in dieser Hülse die Fluidöffnungen (43,44) für das jeweils in den Arbeitsraum (15) ein- und ausströmende Fluid in bezug auf den Arbeitsraum ungefähr diametral zueinander angeordnet sind.
2. Kugelpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Hülse (16) je eine einzige Fluidöffnung für das in den Arbeitsraum (15) jeweils ein- und ausströmende Fluid angeordnet sind.
- 10 3. Kugelpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fluidöffnung oder Fluidöffnungen für den jeweiligen Eintritt des Fluids in die Arbeitskammer in Bezug auf eine durch die Längsachse (30) der Hülse (16) gehende geometrische Ebene spiegelbildlich zu der oder den anderen Fluidöffnungen ausgebildet sind.
- 15 4. Kugelpumpe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Fluidöffnungen (43,44) der Hülse an ihren dem Arbeitraum benachbarten Mündungen ungefähr die Gestalt jeweils einer flachen Drei aufweisen.
- 20 5. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine Trennwand sich in von der Taumelscheibe wegführender Richtung verbreitert, vorzugsweise ungefähr als Kugelkeil ausgebildet ist.
- 25 6. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Winkel zwischen der vierten und fünften Drehachse und die Drehbarkeit des Lagerteiles so vorgesehen ist, daß die minimalen Verdrängervolumen der Kammern (53 bis 56) auf ungefähr Null einstellbar sind.
7. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Lagerteil (19) um ungefähr 180° winkelverstellbar ist.
- 30 8. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Lagerteil (19) und die Hülse (16) mittels eines Zahnradgetriebes winkelverstellbar sind, wobei ein auf einer Stellwelle (46) fest angeordnetes Zahnrad (47) des Zahnradgetriebes mit einer umfangsseitig angeordneten Verzahnung (62) der Hülse und ein anderes auf dieser Stellwelle fest angeordnetes Zahnrad (48) des Zahnradgetriebes mit einem mit dem Lagerteil drehfest verbundenen Zahnrad oder einer umfangsseitig
- 35 angeordneten Verzahnung (61) des Lagerteiles (19) kämmt.
9. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Umfang der Taumelscheibe (21) so ausgebildet und die Fluidöffnungen (43,44) der Hülse so ausgebildet und angeordnet sind, daß bei der Rotation des Kreuzgelenkes (24) die Taumelscheibe jede Fluidöffnungen der Hülse ständig oder in vorbestimmten Drehwinkelbereichen in zwei zu beiden Seiten der Taumelscheibe befindlichen Teilöffnungen unterteilt, die in je eine zu beiden Seiten der Taumelscheibe angeordnete Kammer münden.
- 40 10. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fluidöffnungen (43,44) der Hülse (16) zumindest in an den Arbeitsraum eingrenzenden axialen Längsbereichen schlitzförmig ausgebildet sind.
- 45 11. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hülse (16) in einem Innenraum eines Gehäuses (9) der Kugelpumpe angeordnet ist, in welchem gegenüber dem Außenumfang der Hülse (16) für den Anschluß von deren Fluidöffnungen (43,44) je ein zur Hülse hin offener, sich über etwas mehr als deren Drehwinkel und in deren Drehrichtung erstreckender durch diese Hülse überdeckter Kanal (51,52) angeordnet ist, von denen jeder zu einer Anschlußöffnung (49,50) des Gehäuses führt.
- 50 12. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß an beiden Seiten der Taumelscheibe je eine Rippe (39,40) mit konstantem kreisbogenförmigen Querschnitt angeordnet ist, die der Schwenklagerung der beiden Trennwände dienen, indem diese mit konstanten Krümmungs-
- 55



radius aufweisenden Rinnen auf diesen Rippen aufsitzen.

- 5
13. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trennwände (22,23) in dem Arbeitsraum (15) lediglich formschlüssig gehalten sind.
- 10
14. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß je zwei Bolzen (69) vorzugsweise mit Gewinde versehen und vorzugsweise kugeligem Kopf (70) in symmetrischer Anordnung durch Rippe (39) oder (40) der Taumelscheibe (21) durchgreifen und die Kugelkopfbolzen (69) in eine Kugelpfanne (71) eingreifen, die in der Schwenklinie (41) der Rippe liegt.
- 15
15. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meniskeinlagen (73) zwischen kugeligem Kopf (70) und der Kugelpfanne (71) die unabdinglichen Maßungenauigkeiten ausgleicht.
- 20
16. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meniskeinlagen (73) aus Nichteisenwerkstoff, insbesondere Bronze-Lagermetall, oder Stahl bestehen.
- 25
17. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hülse (16) jeweils um den halben Drehwinkel des Lagerteils drehbar ist.
- 30
18. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Längsachse und die Drehachse der der Hülse (16) und/oder die Längsachse und die Drehachse des Lagerteiles (19) zusammenfallen und/oder daß die Drehachse der Hülse (16) mit der Drehachse des Lagerteiles (19) zusammenfällt und/oder daß der Arbeitsraum (15) innerhalb der Hülse (16) angeordnet ist und/oder daß die Hülse mit einer konischen Ausnehmung (18') ihrer einen Stirnseite auf einem gehäusefesten konischen Vorsprung formschlüssig drehbar gelagert ist und/oder daß die Hülse mit einer konischen Ausnehmung (18) ihrer anderen Stirnseite auf einem konischen Bereich des Lagerteiles (19) formschlüssig drehbar gelagert ist.
- 35
19. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stellachse einen Schneckenantrieb hat und der Stellmotor für die Schnecke vorzugsweise ein Schrittmotor ist.
- 40
20. Kugelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stellmotor von dem in die Förderleitung eingesetzten Drucksensor gesteuert ist.

### Claims

- 40
1. Ball feed pump (10) in a principally spherical working space having four chambers (53-56), which can change their volumes, and a rotatable displacer formed as a universal joint (24), and one wobble plate 21 and two separating walls (22, 23) for separating two each chambers ((53-56), with openings arranged in the wall of working space (15) subsequently called fluid apertures (43, 44) for the fluids flowing into them and out of them and preferably being liquids, with the two separating walls (22, 23) being seated on the wobble plate (21) around one each swivel axis (first swivel axis and second swivel axis) diametrically to working space (15), and these swivel axes intersecting each other vertically, with a primary shaft (25) being arranged firmly on the separating wall (22), which is swivably seated around the first swivel axis, and the here mentioned drive shaft (25) being rotatably seated around a third swivel axis of universal joint (24) intersecting the first swivel axis vertically, and on the separating wall (23) swivably seated around the second swivel axis a bearing ball, preferably a bearing neck (26), adjustable in position for adjusting the minimal volumes of chambers (53-56) and being rotatably seated around a fourth swivel axis of the universal joint, being firmly arranged, and this fourth swivel axis intersecting the second swivel axis vertically, and that these four swivel axes are intersecting each other in the centre point (27) of working space (15), with the bearing ball, preferably a bearing neck (26) being rotatably seated on a bearing part (19) which is rotatably seated around a fifth swivel axis (30) going through the centre point (27) of working space (15), which fifth swivel axis encloses a predetermined angle with the fourth swivel axis (32) what is distinguished by the fact that the working space is also formed by a rotatably seated bushing (16) which is coupled in motion with the bearing part in a way that it can be adjusted in its angle each time by approximately half the angle of the respective turning of the bearing part in the same direction of rotation as the bearing part, and that in this bushing the fluid apertures (43, 44) are arranged approximately dia-
- 55

metrically to each other for the fluid flowing in each case into working space (15) or out of it.

2. Ball feed pump according to claim 1 distinguished by the fact that in bushing (16) there are one each single fluid apertures arranged for the fluid flowing each time into working space (15) or out of it.
- 5 3. Ball pump according to claim 1 or 2 distinguished by the fact that the fluid aperture or fluid apertures for the respective entrance of the fluid into the working space are shaped mirror-inverted to the one or the other fluid apertures in relation to a geometrical plane going through the longitudinal axis (30) of bushing (16).
- 10 4. Ball pump according to claim 2 or 3 distinguished by the fact that the two fluid apertures (43, 44) of the bushing approximately show the shape each of a flat three at their orifices situated beside the working space.
- 15 5. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that at least one separating wall enlarges in the direction leading away from the wobble plate, preferably being shaped like a spherical wedge.
- 20 6. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the angle between the fourth and the fifth swivel axis and the rotability of the bearing part are provided in a way that the minimal displacement volumes of chambers (53 to 96) are adjustable to about zero.
7. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that bearing part (19) can be adjusted in its angle by approximately 180°.
- 25 8. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that bearing part (19) and bushing (16) are adjustable in angle by means of a toothed gearing, with a toothed wheel (47), firmly arranged on a control shaft (46), of the toothed wheel work is engaged with a peripherally arranged toothing (62) of the bushing and another toothed wheel (48), firmly arranged on this control shaft, of the toothed wheel work is engaged with a toothed wheel linked turnfast with the bearing part or a peripherally arranged toothing (61) of bearing part (19).
- 30 9. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the circumference of the wobble plate (21) is shaped in a way and that the fluid apertures (43, 44) of the bushing are shaped and arranged in a way that with the rotation of the universal joint (24) the wobble plate subdivides each one of the fluid apertures of the bushing permanently or in predetermined turn angle areas into two partial openings situated on both sides of the wobble plate and leading into one each chamber placed along both sides of the wobble plate.
- 35 10. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the fluid apertures (43, 44) of bushing (16) have the shape of slots at least in the axial longitudinal areas adjacent to the working space.
- 40 11. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that bushing (16) is arranged in the interior of a housing (9) of the ball pump, where opposite to the outer circumference of the bushing (16) for the connection of its fluid apertures (43, 44) there is one each channel (51, 52) arranged being open toward the bushing and extending by some more than the turn angle of it and in the rotational direction of it and covered by this bushing, each one of these channels leading to a connection opening (49, 50).
- 45 12. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that on both sides of the wobble plate there is arranged one each rib (39, 40) having a constant arc-of-circle profile and serving to swivel-bear both separating walls as these rest on these ribs with grooves having constant radii of curvature.
- 50 13. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the separating walls (22, 23) in working space (15) are merely held form-fit.
- 55 14. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that two each bolts (69) preferably provided with threading and preferably with spherical head (70) in symmetrical array reach

through the rib (39) or (40) of wobble plate (21), and the ball head bolts (69) engage in a ball cup (71) lying in the swivel line (41) if the rib.

- 5 15. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the meniscal inserts (73) between spherical head (70) and the ball socket (71) compensate the unalterable inaccuracies to size.
16. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the meniscal inserts (73) consist of non-ferrous material as bronze metal or steel.
- 10 17. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the bushing (16) is rotatable each time by half the turn angle of the bearing part.
- 15 18. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the longitudinal axis and the swivel axis of the bushing (16) and/or the longitudinal axis and the swivel axis of the bearing part (19) coincide and/or that the swivel axis of the bushing (16) coincides with the swivel axis of the bearing part (19) and/or that the working space (19) is arranged within the bushing (16) and/or that the bushing is rotatably seated form-fit with a conical recess (18') of its front side on a housing-fast conical jut and/or that the bushing is seated rotatably form-fit with a conical recess (18) of its other front side on a conical area of the bearing part (19).
- 20 19. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the regulating axis has got a worm drive and that the servomotor for the worm is preferably a stepping motor.
- 25 20. Ball pump according to one of the preceding claims distinguished by the fact that the servomotor is controlled by the pressure sensor installed in the feed pipe.

## Revendications

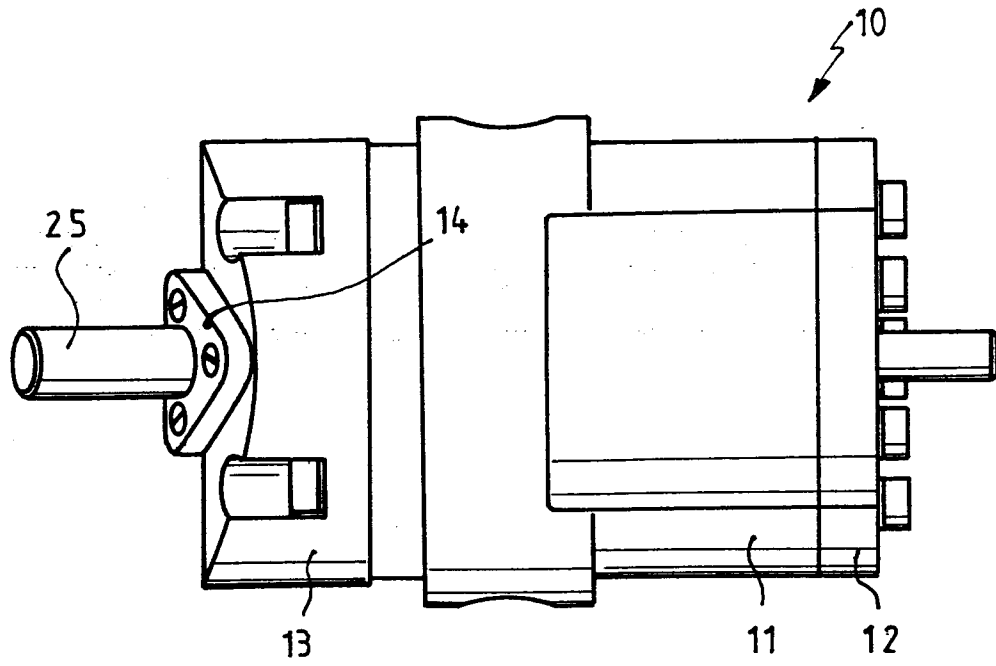
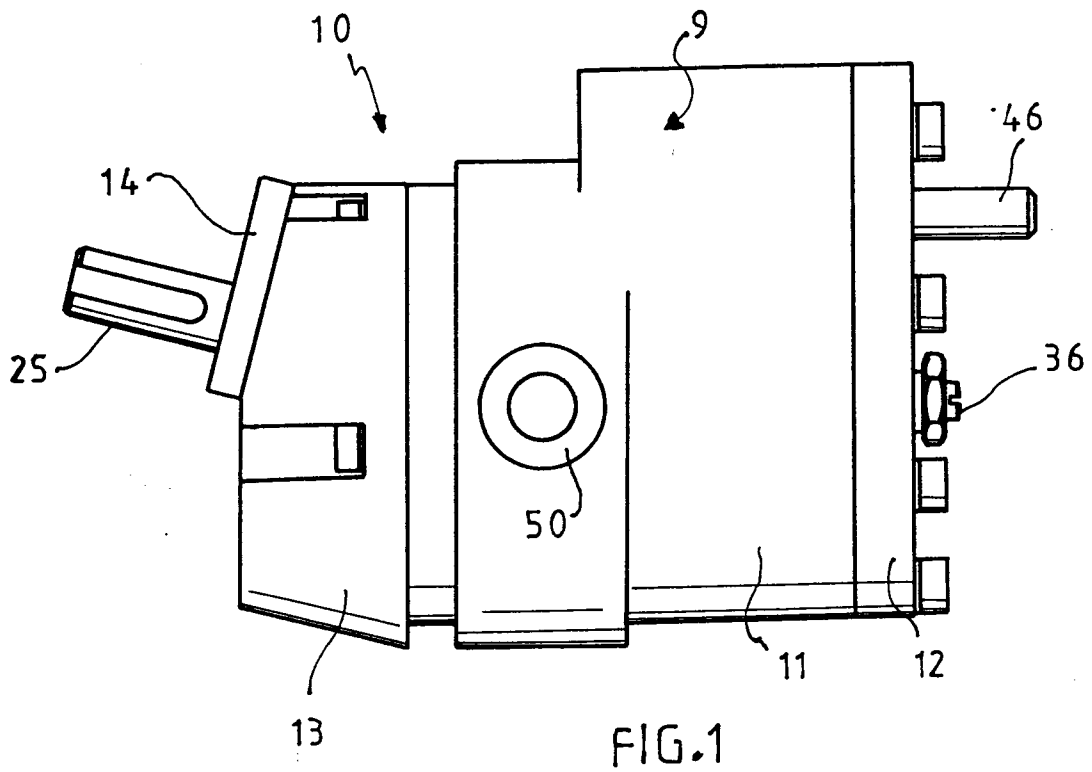
- 30 1. Pompe sphérique (10), qui a, dans un espace de travail essentiellement sphérique, quatre chambres (53 à 56) et un déplaceur orientable formé comme joint universel (24) et ayant un plateau oscillant (21) et deux cloisons (22, 23) pour séparant chaque fois deux chambres (53 à 56), dans la paroi de l'espace de travail (15) des ouvertures - subséquentement nommées orifices de fluides (43, 44) - pour les fluides entrant dans et sortant hors de ces chambres (53 à 56), qui sont préférablement des liquides, sont arrangées, les deux cloisons (22, 23) étant logées au plateau oscillant (21) pivotables chacune autour d'un axe de rotation (pivot) diamétral (premier axe de rotation et deuxième axe de rotation), ces axes de rotation s'intersectionnant, à la cloison (22) logée pivotable autour du premier axe de rotation un arbre primaire (25) étant fermement placée, qui est logée orientable autour d'un troisième axe de rotation du joint universel (24), et cet axe coupant verticalement le premier axe de rotation, et à la cloison (23) logée pivotable autour du deuxième axe de rotation une bille de logement ajustable en sa position, préférablement un tourillon (26), et logée orientable autour d'un quatrième axe de rotation du joint universel, pour l'ajustage des volumes minimaux des chambres (53 à 56), étant fermement placée, le quatrième axe de rotation coupant le deuxième axe de rotation verticalement, et que ces quatre axes de rotation s'intersectionnent au point de centre (27) de l'espace de travail (15), la bille de logement, préférablement le tourillon (26), étant logée orientable à un bloc de logement (19), qui est logée orientable autour d'un cinquième axe de rotation (30) allant par le point central (27) de l'espace de travail, ce cinquième axe de rotation formant un angle prédéterminé avec le quatrième axe de rotation (32), ce qui est caractérisé par le fait que l'espace de travail est aussi formé par une douille (16) logée orientable, qui est couplé en mouvement avec le bloc de logement d'une manière à ce qu'elle est ajustable en angle chaque fois par environ le demi angle de la rotation respective du bloc de logement dans le même sens de rotation comme le bloc de logement, et que dans cette douille les orifices de fluide (43, 44) sont placés environ diamétralement les uns aux autres pour le fluide fluant chaque fois dans l'espace de travail (15) et hors de l'espace de travail par rapport de l'espace de travail.
- 35 40 45 50 55 2. Pompe sphérique selon revendication 1, caractérisée par le fait, que dans la douille (16) chaque fois un seul orifice de fluide est arrangé pour le fluide fluant dans ou hors de l'espace de travail chaque fois.
3. Pompe sphérique selon revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que l'orifice de fluide ou les orifices de fluide sont formés réfléchis vers l'un ou l'autre des orifices de fluide pour l'entrée du fluide respective

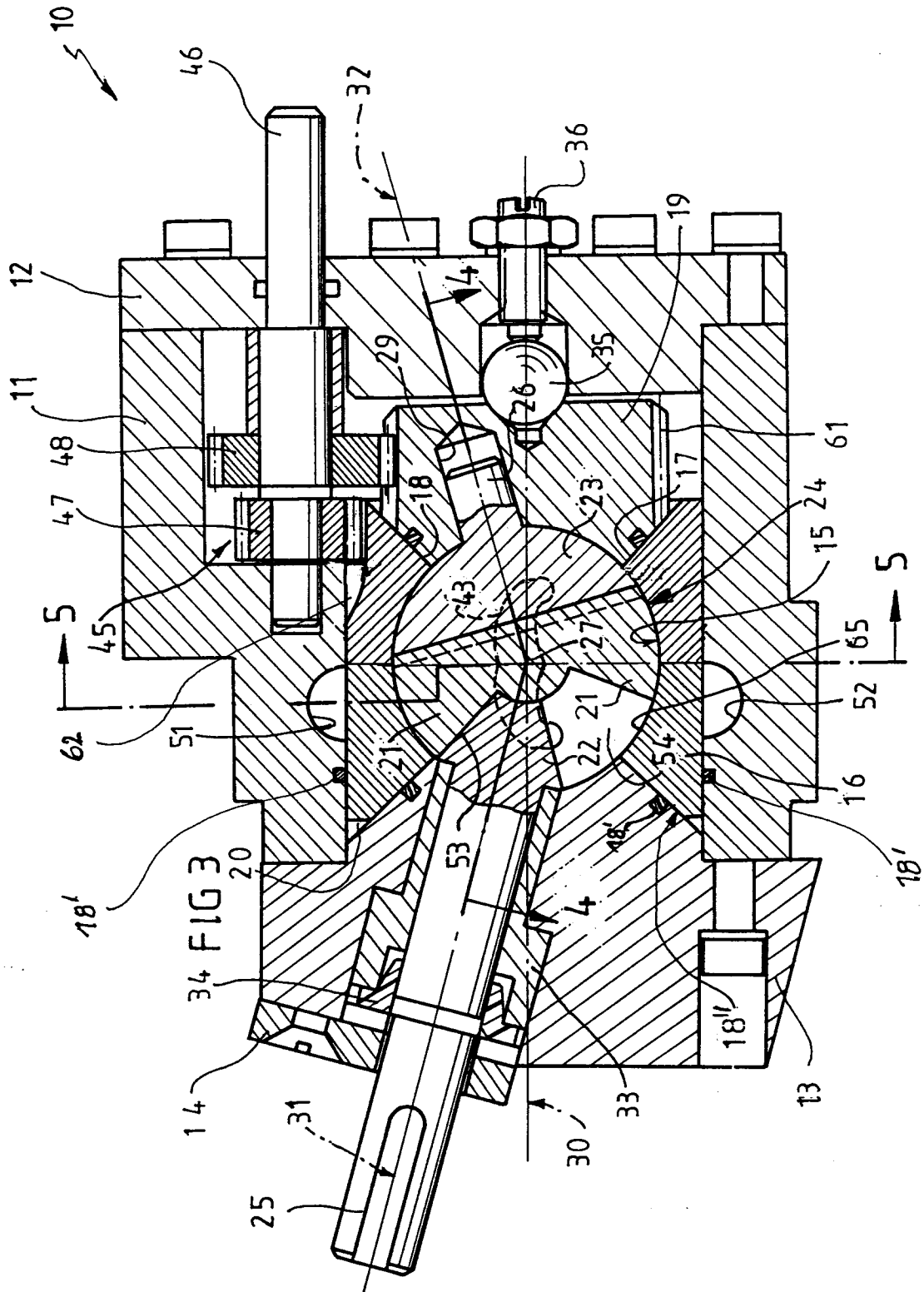
dans l'espace de travail par rapport à un plan géométrique allant par l'axe longitudinal (30) de la douille (16).

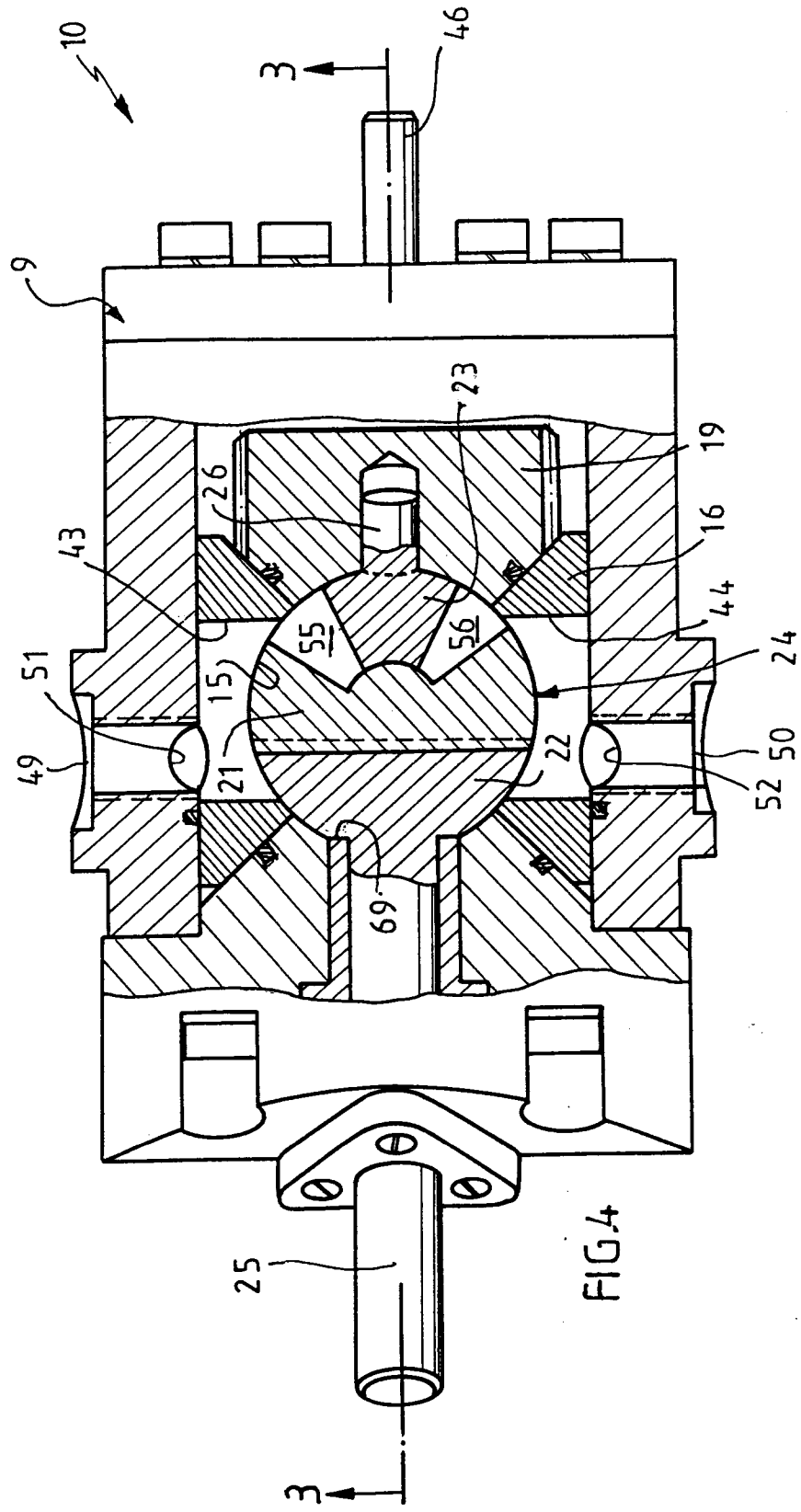
- 5 4. Pompe sphérique selon revendication 2 ou 3, caractérisée par le fait que les deux orifices de fluide (43, 44) de la douille ont la forme approximative chaque fois d'un trois plat à leurs embouchures avoisinantes à l'espace de travail.
- 10 5. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'au moins une cloison élargie dans la direction guidant loin du plateau oscillant est formée préférentiellement comme onglet sphérique.
- 15 6. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que l'angle entre le quatrième et le cinquième axe de rotation et la capacité de rotation du bloc de logement sont prévus d'une manière à ce que les volumes déplaceurs minimaux des chambres (53 à 56) sont ajustables à environ zéro.
- 20 7. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le bloc de logement (19) est ajustable en angle par environ 180°.
- 25 8. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le bloc de logement (19) et la douille (16) sont ajustables en angle moyennant un engrenage denté, une roue dentée (47) fermement placée sur un arbre de réglage (46) de l'engrenage denté se trouvant à engagement positif avec une denture (62), qui est placée à la circonférence, de la douille et une autre roue dentée (48) fermement placée sur cet arbre de réglage de l'engrenage denté étant à engagement positif avec une roue dentée liée fermement orientable avec le bloc de logement ou avec une denture (61) placée à la circonférence, du bloc de logement (19).
- 30 9. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la circonférence du plateau oscillant (21) est formée d'une manière et les orifices de fluide (43, 44) de la douille formés et placés d'une manière à ce qu'avec la rotation du joint universel (24) la plateau oscillant subdivise chaque orifice de fluide de la douille constamment ou dans des plages d'angle de rotation prédéterminées en deux ouvertures partielles situées aux deux côtés du plateau oscillant, chacune de ces ouvertures s'embouchant dans chaque fois une des chambres situées aux deux côtés du plateau oscillant.
- 35 10. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les orifices de fluide (43, 44) de la douille (16) sont formés comme des fentes au moins dans des parties longitudinales axiales limitant l'espace de travail.
- 40 11. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la douille (16) est placée dans un espace intérieur d'un boîtier (9) de la pompe sphérique, dans lequel opposé de la circonférence extérieure de la douille (16) pour le raccordement de ses orifices de fluide (43, 44) chaque fois un canal (51, 52) ouvert vers la douille et s'étendant par un peu plus que l'angle de rotation de celle-là et étant dans le sens de rotation de celle-ci et couvert par cette douille est placé, chacun de ces canaux menant à un orifice de raccord (49, 50) du boîtier.
- 45 12. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'aux deux côtés du plateau oscillant chaque fois une nervure (39, 40) ayant la profil constant en forme d'un arc de cercle est placée et servant le logement pivotant des deux cloisons, celles-ci étant assises avec des rigoles ayant le rayon de courbure constant sur ces nervures.
- 50 13. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les cloisons (22, 23) ne sont que tenues à engrenage positif dans l'espace de travail (15).
- 55 14. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que chaque fois deux boulons (69) préférentiellement prévus de filetage et préférentiellement à têtes sphérique (70) passent en ordre symétrique par la nervure (39) ou (40) du plateau oscillant (21) et que les boulons à tête sphérique (69) s'engrènent dans un coussinet sphérique (71) situé dans la ligne oscillante (41) de la nervure.
15. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les inserts méniscaux (73) entre la tête sphérique (70) et le coussinet sphérique compensent les inexactitudes des di-

mensions inabandonnables.

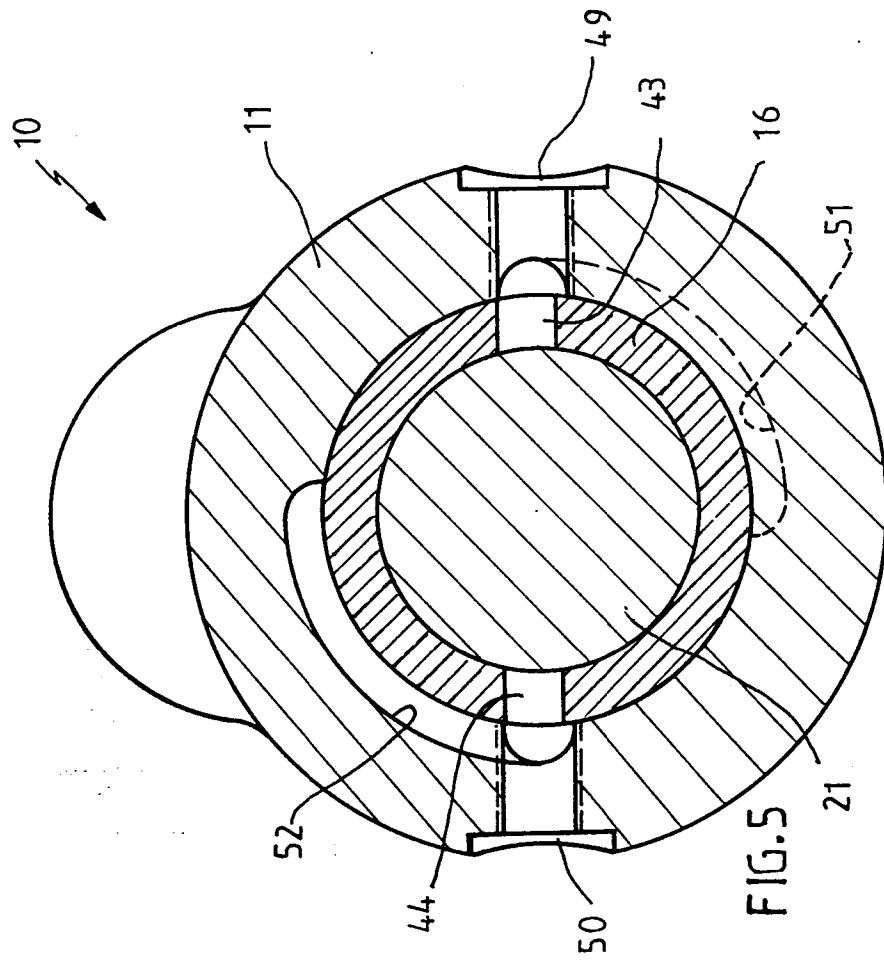
- 5
16. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les inserts méniscaux (73) consistent de matériaux non ferreux, surtout de métal antifriction en bronze ou d'acier.
- 10
17. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la douille (16) est chaque fois tournable par le demi angle de rotation du bloc de logement.
- 15
18. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que l'axe longitudinal et l'axe de rotation de la douille (16) et/ou d'axe longitudinal et l'axe de rotation du bloc de logement (19) coïncident et/ou que l'axe de rotation de la douille (16) coïncide avec l'axe de rotation du bloc de logement (19) et/ou que l'espace de travail (15) est placé dans l'intérieur de la douille (16) et/ou que la douille avec un creux cône (18') de son un côté frontal est logée orientable à engagement positif sur une portée cône à demeure au boîtier et/ou que la douille avec un creux conique (18) de son autre côté frontal est logée orientable à engagement positif sur une partie cône du bloc de logement (19).
- 20
19. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que l'axe de commande a une transmission à vis sans fin et que le servomoteur pour la vis sans fin est préférablement un moteur pas à pas.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
20. Pompe sphérique selon une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le servomoteur est commandé par le bloc détecteur de pression installé dans le conduit de refoulement.











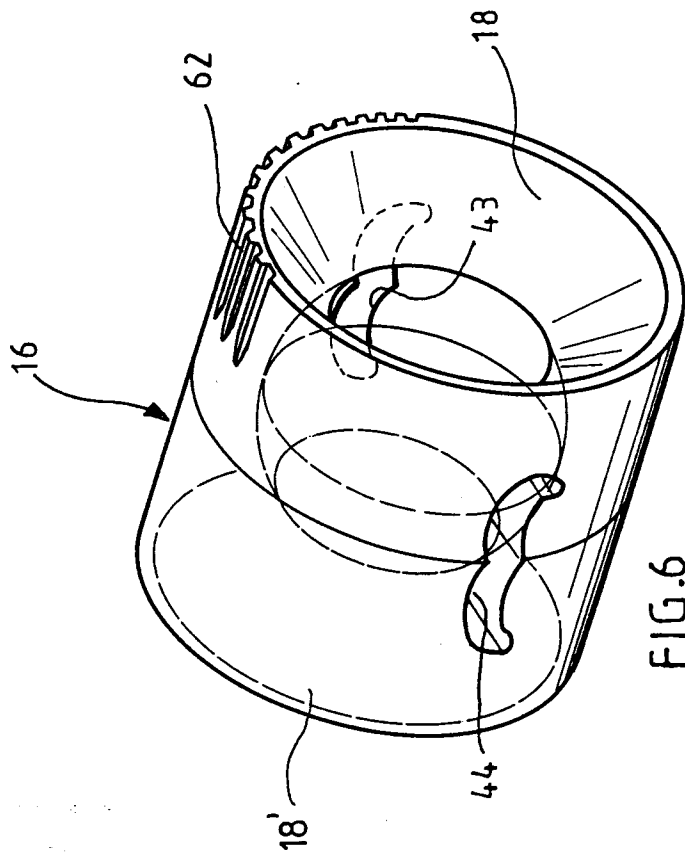




Fig.9

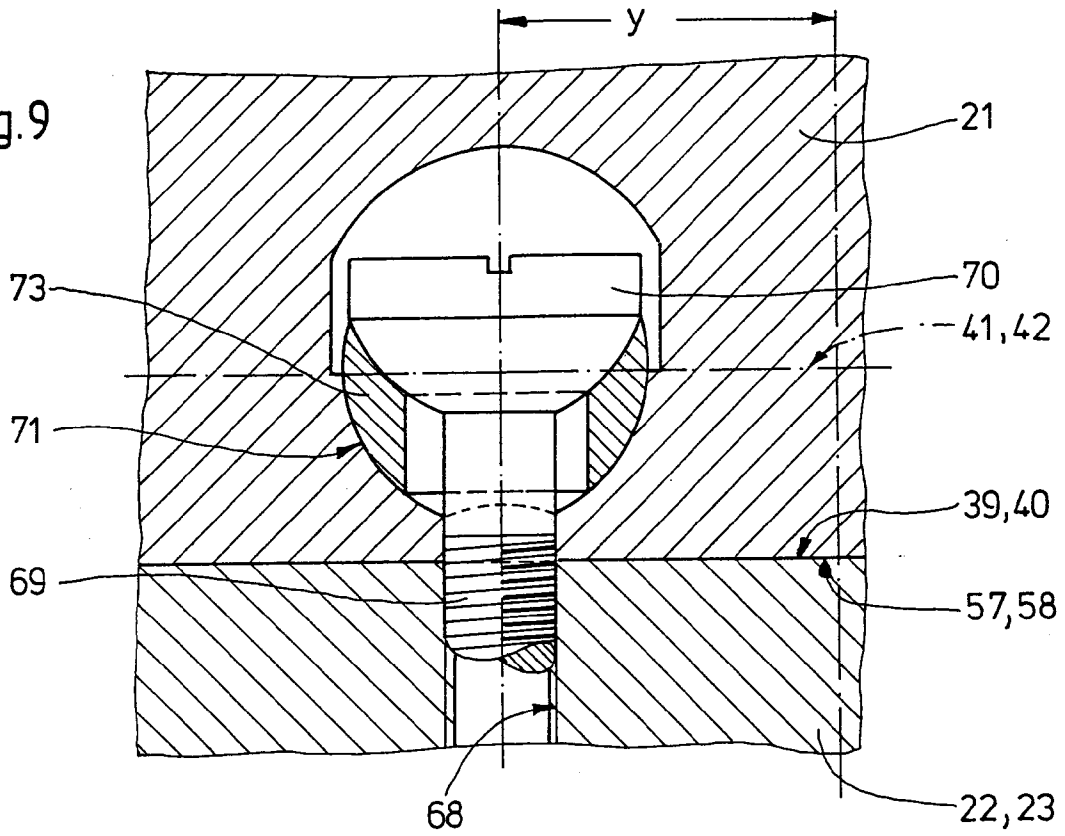


Fig.10

