



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 296 736 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27.10.1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) F 04 D 29/00

## DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

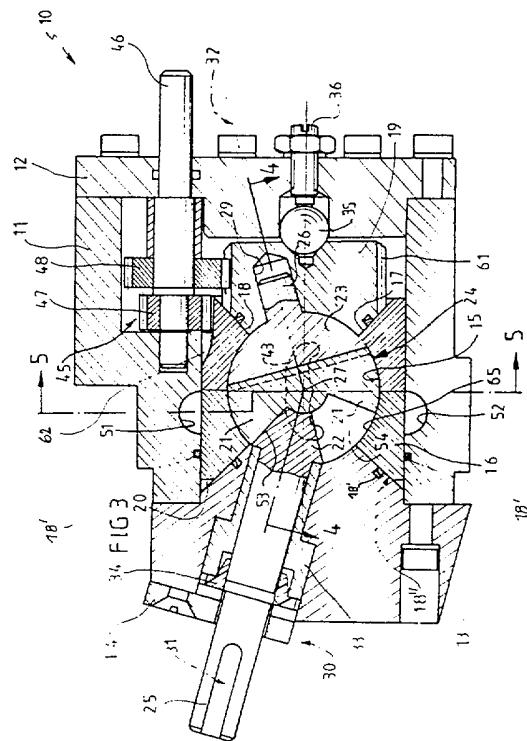
(21)	DD F 04 D / 342 953 4	(22)	20.07.90	(44)	12.12.91
(31)	4020134.1	(32)	25.06.90	(33)	DE

(71) siehe (73)  
 (72) Berger, Rudolf; Gerhardt, Rainer, DE  
 (73) Gerhardt Maschinenbau GmbH, Sprittelbronner Weg 27, W - 7730 Villingen-Schwenningen, DE  
 (74) Dipl.-Ing. H. Schneider, Patentanwalt, Postfach 2 17, Gabriel-Max-Straße 11, O - 1035 Berlin, DE

## (54) Kugelpumpe

(55) Kugelpumpe; Gehäuselängssachse; Hülse;  
Arbeitsraum; Taumelscheibe; Lagerzapfen; Lagerteil;  
Antriebswelle; Trennwand; Kammern; Kanäle; Eintritts- und  
Austrittsöffnung

(57) Die Erfindung betrifft eine Kugelpumpe. In dem in der Figur 3 im Längsschnitt gezeigten Gehäuse einer Kugelpumpe 10 ist um die Gehäuselängssachse 30 drehbar eine Hülse 16 mit einem Arbeitsraum 15 gelagert. In diesem Arbeitsraum 15 ist eine Taumelscheibe 21 gelagert, die sich über einen Lagerzapfen 26 an einem drehbar gelagerten Lagerteil 19 abstützt. Der Antrieb dieser Taumelscheibe 21 erfolgt durch eine Antriebswelle 25 und eine an dieser angeordnete Trennwand 22, beiderseits derselben sich Kammern 53 und 54 befinden, die mit auf der anderen Seite der Taumelscheibe 21 befindlichen Kammern 55 und 56 zusammenwirken und über Kanäle 51 und 52 mit in dem Gehäuse 9 befindlichen Eintritts- beziehungsweise Austrittsöffnungen 49 und 50 verbunden sind. Durch eine Verdrehung der Hülse 16 und des Lagerteiles 19 lässt sich der Winkel zwischen der Gehäuselängssachse 30 und der Längsachse 32 des Lagerzapfens 26 derart verändern, daß sich auch die Volumina der Kammern 53 bis 56 und damit die Fördermenge der Kugelpumpe 10 verändern. Fig. 3



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 Durchmesserebene 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 Dreie“. Diese Fluidöffnungen 43, 44 haben in diesem Ausführungsbeispiel über ihre axialen Längen konstante 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 Gehäuseteiles 11 über etwas mehr als 90° erstreckenden, zur Hülse 16 hin offenen, im Querschnitt halbkreisförmigen Kanal 51, 52 des Gehäuseteiles 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 verstetzen, in diesem Ausführungsbeispiel vom jeweiligen Maximum bis praktisch Null. Infolge der beschriebenen bewegungsgekoppelten Verstellung des Lagerteiles 19 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 Trennwand 23 befindet sich in der ihr zugeordneten Ausnehmung 38 wieder in ihre Mittelstellung in der Ausnehmung 37 und die Kreuzgelenke 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 Fluidöffnung 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 verringern 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 Leistungsminderung der Kugelpumpe 10 gegenüber den großen Leistungsmöglichkeiten dieser Pumpe 10 gegenüber herkömmlichen Pumpen vernachlässigbar.

sind gegenüber den großen Leistungsmöglichkeiten dieser Pumpe 10 gegenüber herkömmlichen Pumpen vernachlässigbar. 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. 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. 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.

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 erforderlichen Ausmaß schwenkbar gelagert sind, wobei der Schwenkpunkt jeweils in die Schwenkachse der betreffenden Trennwand 22, 23 fällt. 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. 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.

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 Längsachse 31 und 32 der Antriebswelle 25 und des Lagerzapfens 26 in dieser Grenzstellung der Stellwelle 46 definierte geometrische Ebene ihre Symmetrieebene ist. Die Schlitze (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.

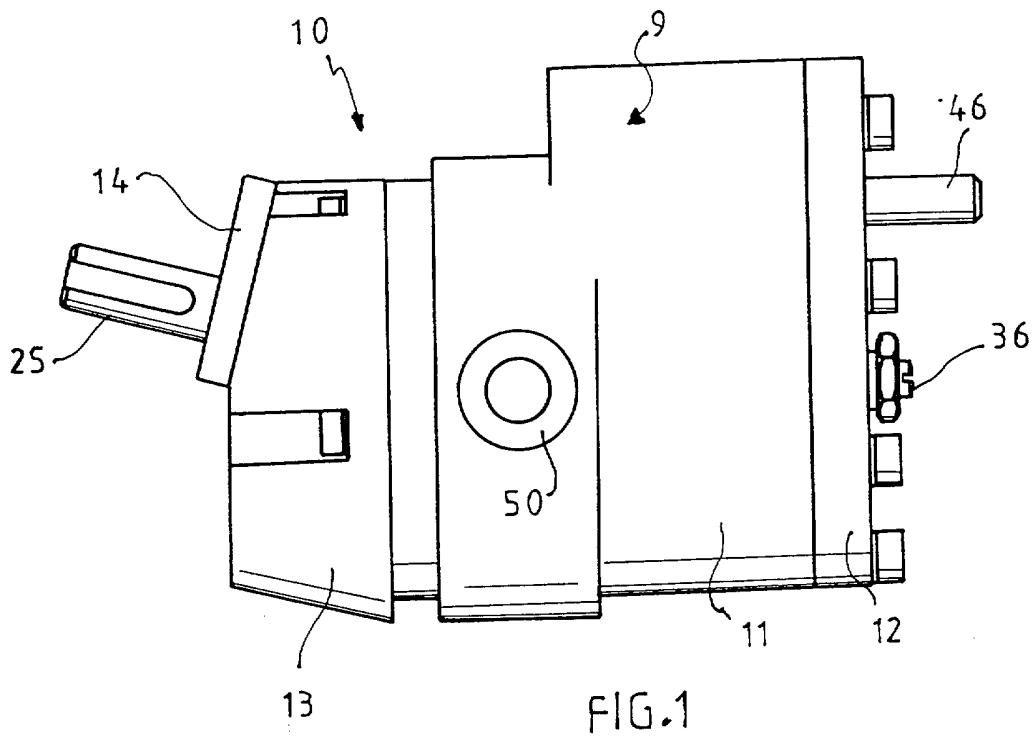


FIG.1

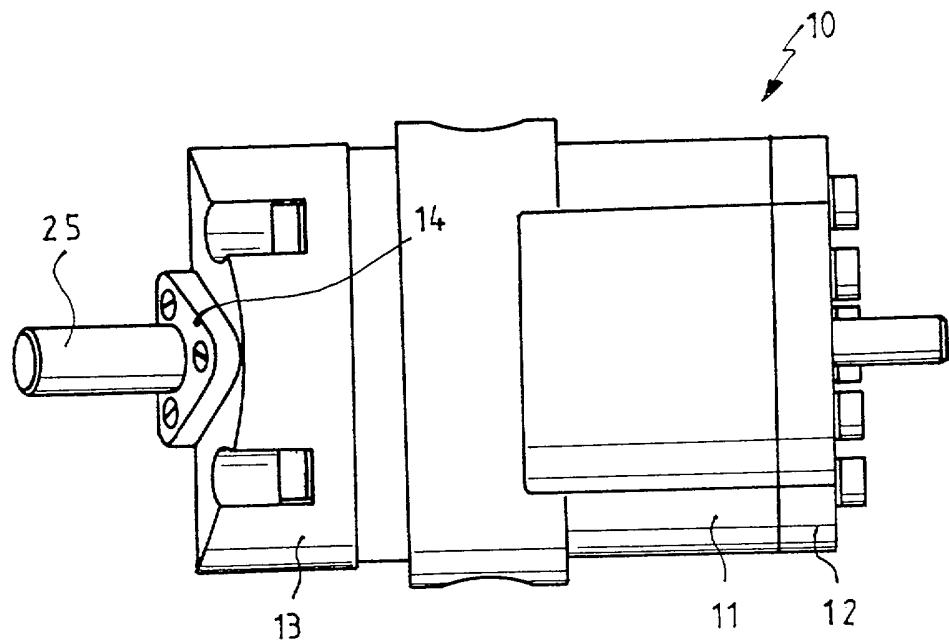
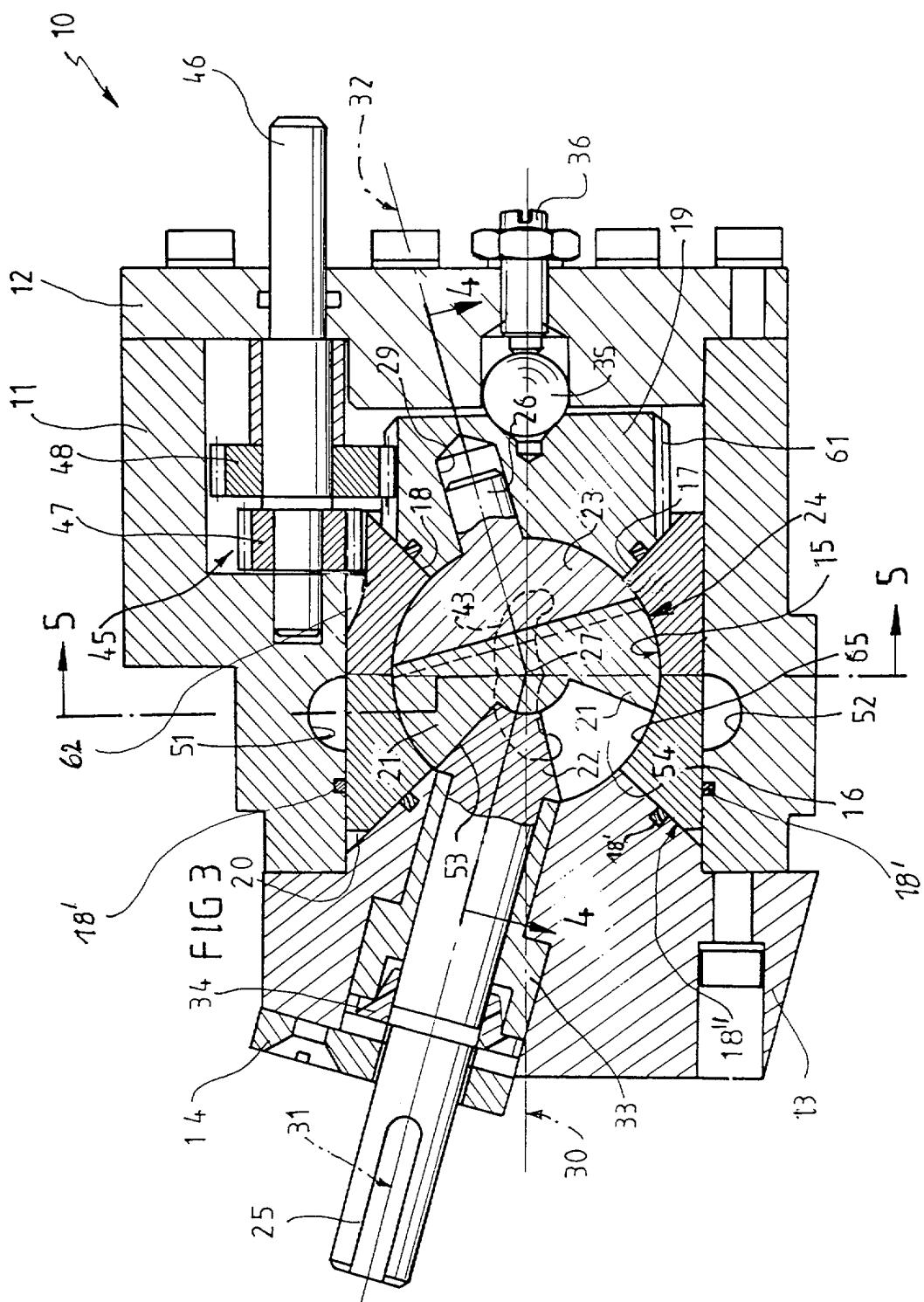
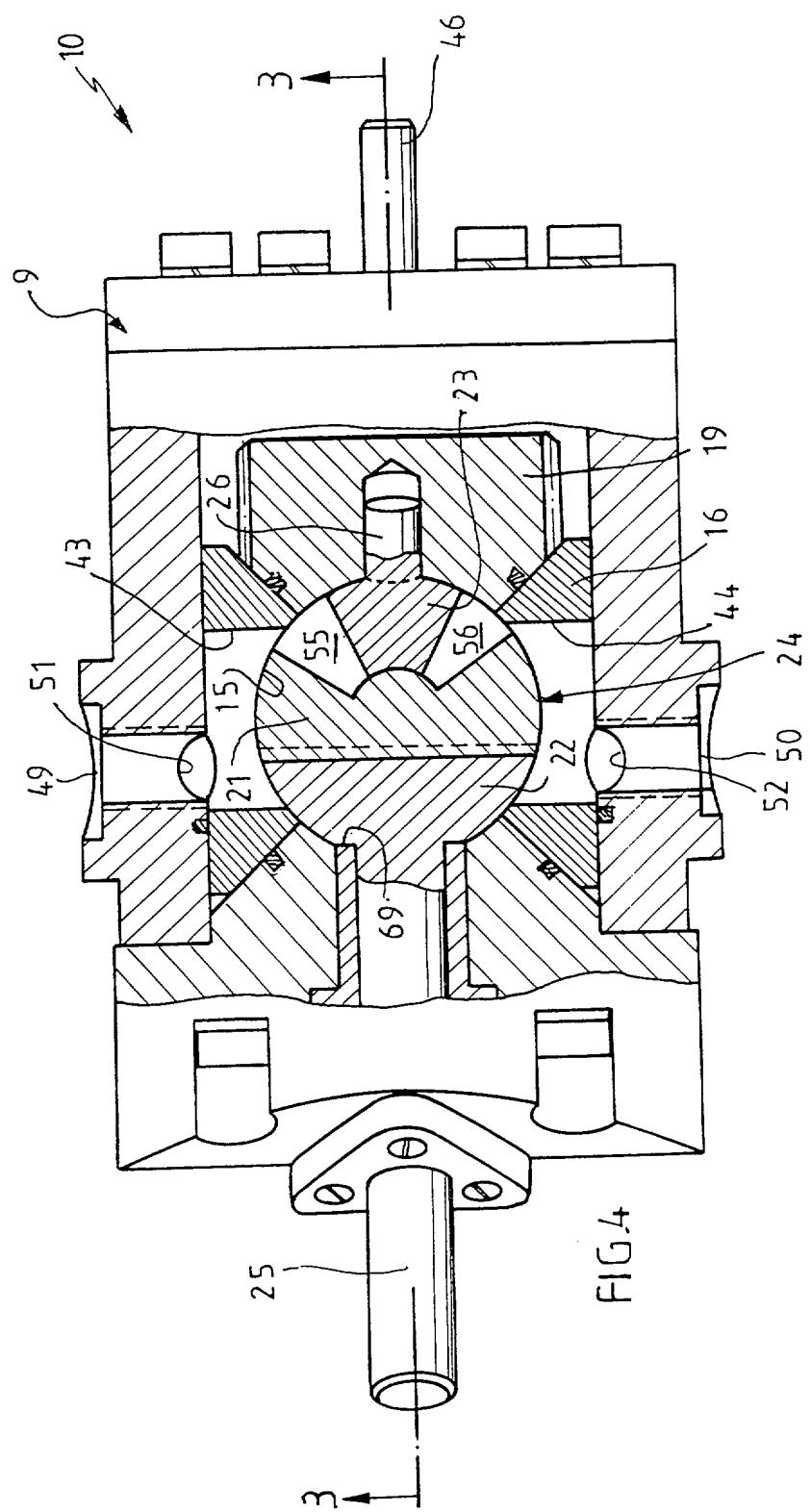


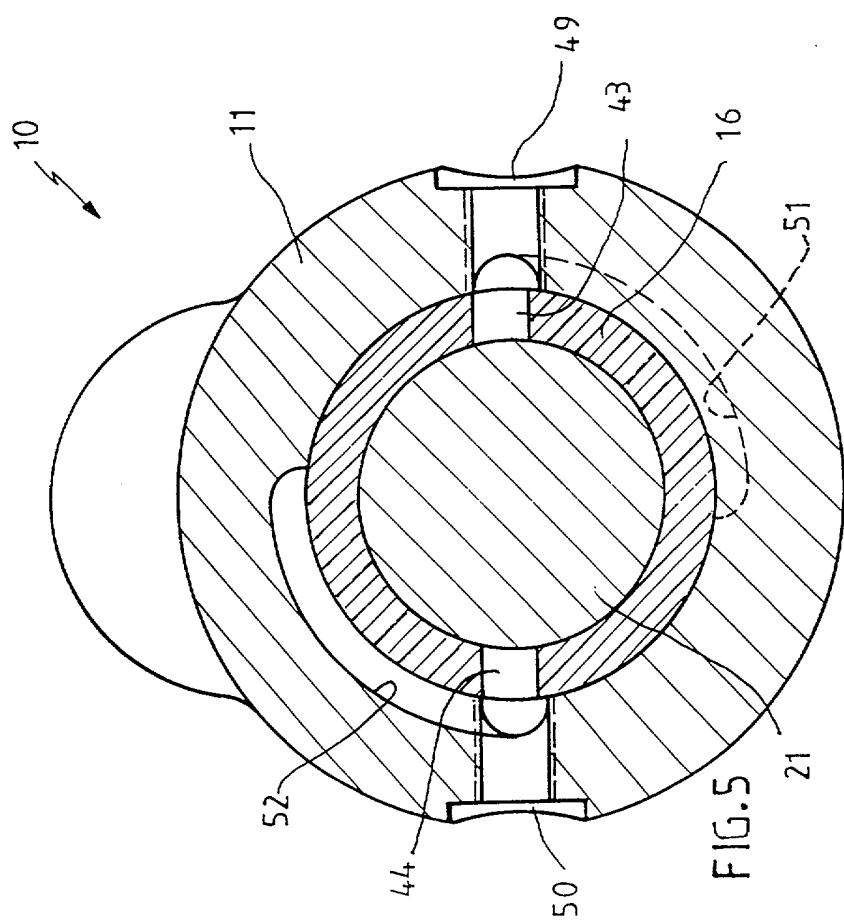
FIG.2

6117



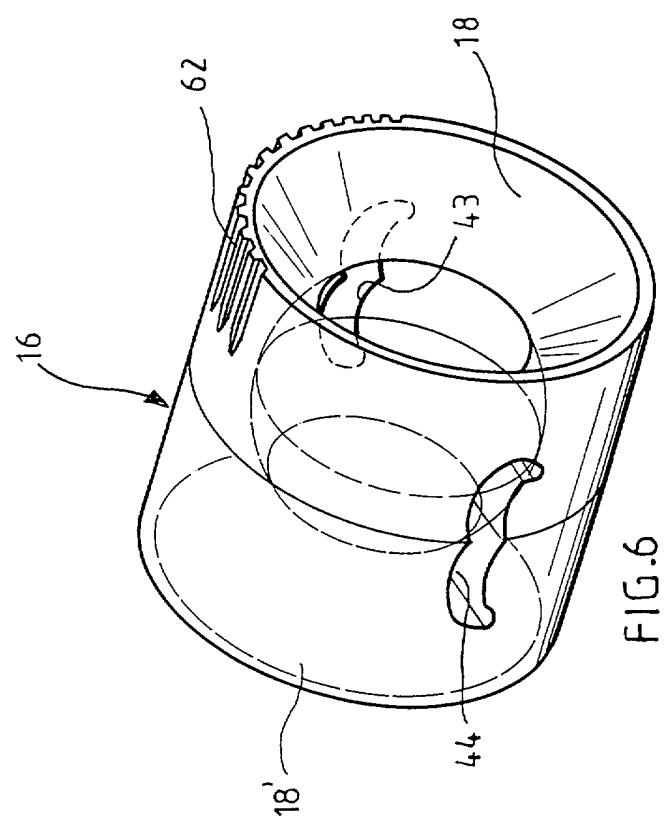


6117



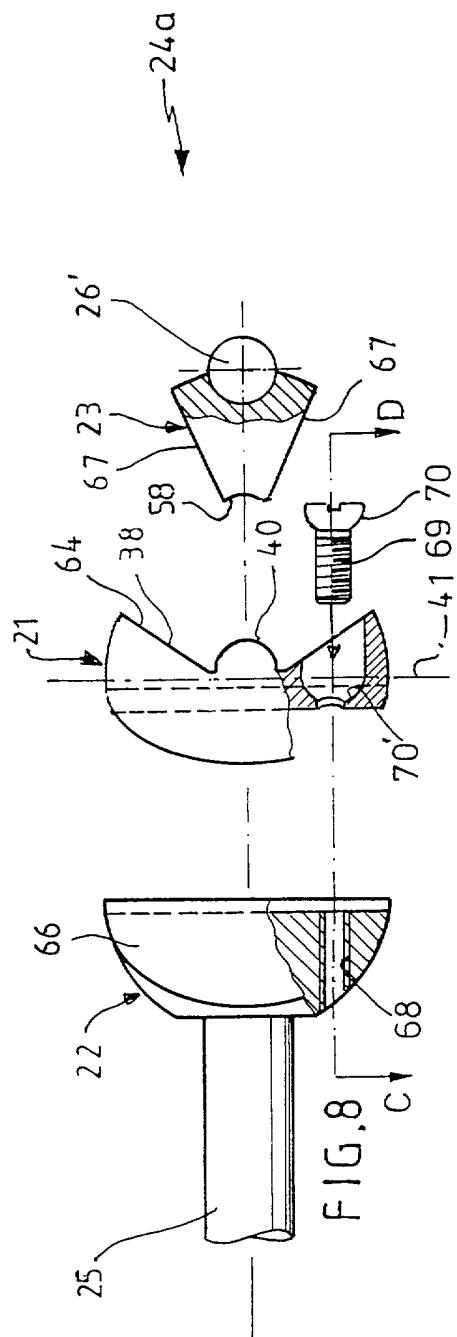
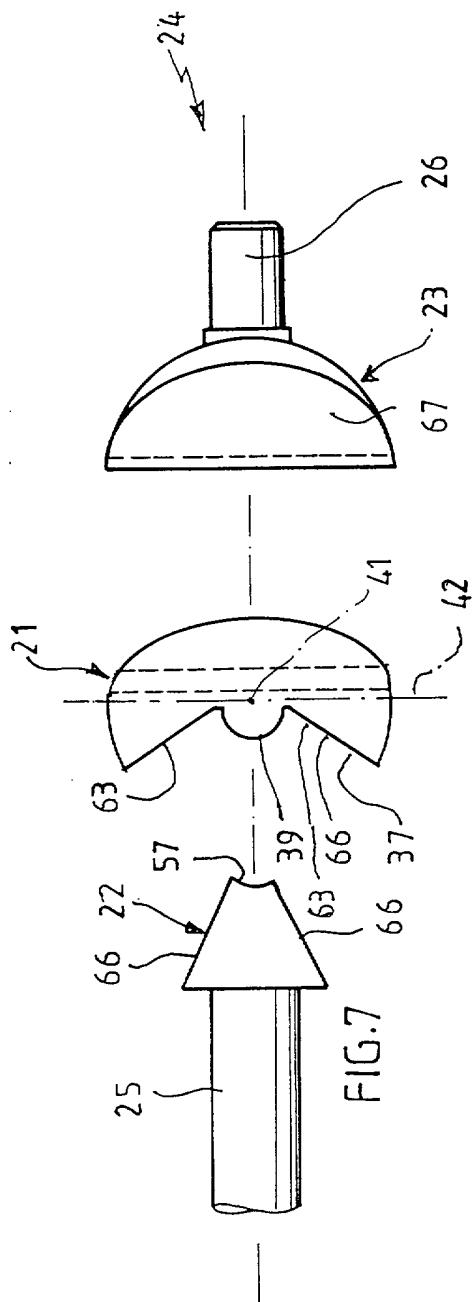
246736

- 12 -



6117

- 13 -



6117

Fig.9

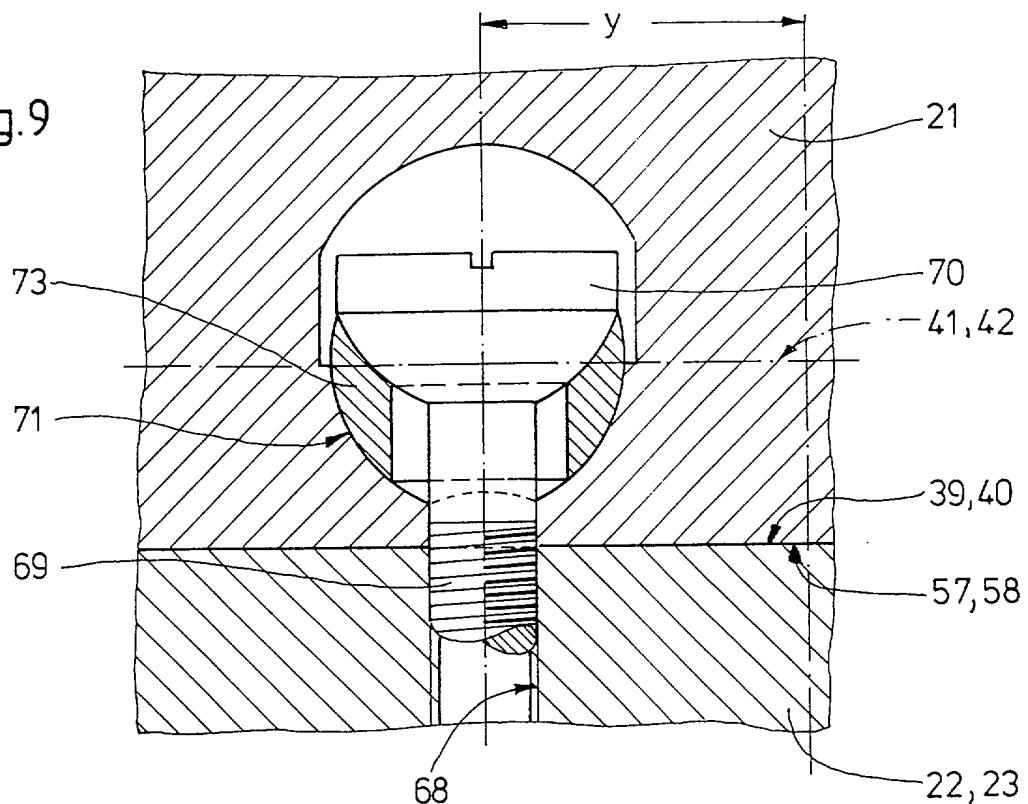


Fig.10

