

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Juni 2010 (10.06.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/063765 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04C 3/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/066247

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Dezember 2009 (02.12.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
202008015912.1 2. Dezember 2008 (02.12.2008) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : BÖGELEIN, Hans [DE/DE]; Bergstraße
14, 97799 Zeitlofs/Eckarts (DE).

(74) Anwalt: GÖTZ, Georg; Königstraße 70/Postfach 35 45,
Intellectual Property IP-GÖTZ, Patent- und Rechtsanwältin,
90402 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

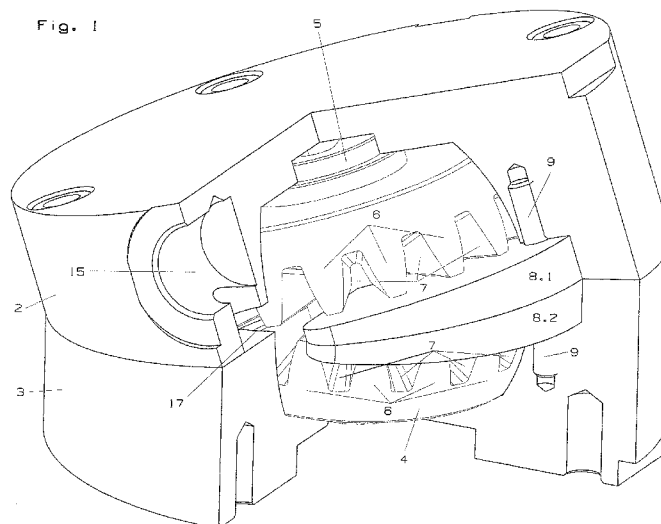
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: APPARATUS FOR PUMPING LIQUIDS OR FLUIDS, COMPRISING A HOUSING

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUM PUMPEN VON FLÜSSIGKEITEN ODER FLUIDEN MIT EINEM GEHÄUSE



(57) Abstract: Disclosed is an apparatus for pumping liquids or fluids, comprising a housing in which an upper rotating element and a lower rotating element are rotatably mounted. The housing has an inlet associated with a suction zone and an outlet associated with a pressure zone for the liquid or fluid that is to be pumped. The suction zone is separated from the pressure zone using a sealing web. The upper and the lower rotating element can be coupled to a rotary drive unit. The facing sides of the rotating elements have radially extending elevations and depressions. The elevations on the upper rotating element are complementary to the depressions on the lower rotating element, while the depressions on the upper rotating element are complementary to the elevations on the lower rotating element. The angle between the axes of rotation of the upper rotating element and the lower rotating element is not equal to zero. The elevations and depressions on the upper and lower rotating element mesh in one subarea of the facing sides while being arranged at a distance from each other in another subarea.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/063765 A2



Vorrichtung zum Pumpen von Flüssigkeiten oder Fluiden, mit einem Gehäuse, in dem ein oberes Rotationselement und ein unteres Rotationselement drehbar gelagert sind, wobei das Gehäuse eine einem Saugbereich zugeordnete Eintrittsöffnung sowie eine einem Druckbereich zugeordnete Austrittsöffnung für die zu pumpende Flüssigkeit oder das Fluid aufweist und der Saugbereich mittels eines Dichtsteiges vom Druckbereich getrennt ist, und das obere oder das untere Rotationselement mit einem Rotationsantrieb gekoppelt werden kann, wobei die Rotationselemente auf den einander zugewandten Seiten mit radial verlaufenden Erhebungen und Vertiefungen ausgebildet sind, wobei die Erhebungen auf dem oberen Rotationselement komplementär zu den Vertiefungen auf dem unteren Rotationselement und die Vertiefungen auf dem oberen Rotationselement komplementär zu den Erhebungen auf dem unteren Rotationselement ausgebildet sind, und die Rotationsachsen des oberen Rotationselements und des unteren Rotationselements einen von Null verschiedenen Winkel zueinander aufweisen, wobei die Erhebungen und Vertiefungen auf dem oberen und unteren Rotationselement in einem Teilbereich der aufeinander zugewandten Seiten in Eingriff miteinander und in einem anderen Teilbereich voneinander entfernt sind.

Vorrichtung zum Pumpen von Flüssigkeiten oder Fluiden mit einem Gehäuse

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Pumpen von Flüssigkeiten bzw. Fluiden mit wenigstens zwei Rotationselementen gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1. Im Stand der Technik existiert eine Vielzahl von Vorrichtungen zum Pumpen von Flüssigkeiten bzw. Fluiden. Diese können zunächst grob unterteilt werden in so genannte Kreiselpumpen, bei denen der zu pumpende Stoff stark beschleunigt und aufgrund seiner Trägheit durch die Austrittsöffnung getragen wird, und so genannten Verdrängerpumpen, bei denen auf der Saugseite ein Volumen geöffnet wird, dieses dann abgedichtet zu einer Druckseite bewegt und dort durch Verdrängung verringert wird, so dass die im Volumen enthaltene Flüssigkeit oder das Fluid zur Austrittsöffnung hinausgedrückt wird. Unter den Verdrängerpumpen sind beispielsweise Kolbenpumpen, weiter unterteilt in Hubkolben-, Drehkolben- und Kreiskolbenmaschinen, elastische Verdränger wie Schlauchpumpen oder schraubenförmige Verdränger. Drehkolbenmaschinen wie Außen- oder Innenzahnradpumpen sind einfach und kostengünstig herzustellen, weisen aber ein nicht veränderbares Verdrängervolumen auf, so dass eine Steuerung des transportierten Volumens nur über die Drehzahl der Pumpe möglich ist.

20

[0002] Es existieren auch Kolbenmaschinen, bei denen es möglich ist, das Hubvolumen variabel zu gestalten, wie beispielsweise schräge Axialkolbenpumpen. Allerdings sind diese Pumpen in der Herstellung aufwendig und teuer.

25

[0003] Für eine Vielzahl von Anwendungen beispielsweise in der Kfz-Technik besteht ein hoher Bedarf an einfachen, robusten Pumpen, mit denen ein hoher Druck erzeugt werden kann, der bei Bedarf eine Verdrängervolumenregelung ermöglicht und auch für kleine und sehr kleine Verdrängervolumen geeignet ist.

30

[0004] Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0005] Eine Pumpvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung kann aus wenigen, einfachen Bauteilen hergestellt werden und ermöglicht es somit, eine kostengünstige und robuste Pumpe zur Verfügung zu stellen. Dazu weist die erfindungsgemäße Pumpvorrichtung ein Gehäuse auf, in dem zwei gegenüberliegende Rotationselemente drehbar gelagert sind. Die Rotationselemente weisen dabei komplementäre Erhebungen und Vertiefungen auf den einander zugewandten Seiten auf. In Verbindung mit einer Eintrittsöffnung im Gehäuse wird ein Saugbereich ausgebildet, der durch einen Dichtsteg von einem Druckbereich getrennt ist, der über eine Austrittsöffnung verfügt. Die beiden Rotationselemente sind dabei mit ihren Drehachsen im Winkel zueinander angeordnet.

[0006] Diese gewinkelte Anordnung ermöglicht es, dass die komplementären Erhebungen und Vertiefungen auf den aneinander zugewandten Seiten der Rotationselemente in einem Teilbereich ihres Umfangs in Eingriff miteinander sind, während in einem anderen Teilbereich die Erhebungen und komplementären Vertiefungen auf den beiden Oberflächen voneinander entfernt sind.

[0007] Da sich nun die Erhebungen und Vertiefungen in einem Teilbereich der Rotationselemente im Eingriff miteinander befinden, kann mittels Drehung des einen Rotationselements um eine Drehachse das zweite Rotationselement angetrieben werden, wobei die Drehachsen der beiden Rotationselemente den bereits oben erwähnten Winkel zueinander aufweisen. Dadurch bewegen sich die Erhebungen und Vertiefungen im Verlauf des Umfangs aufeinander zu, tauchen ineinander ein und entfernen sich wieder voneinander. Der Punkt bei der Umdrehung der Erhebungen und Vertiefungen, an dem sich die Erhebung des einen Rotationselements am tiefsten in die Vertiefung des gegenüberliegenden Rotationselements abgesenkt hat, ist der Totpunkt der Anordnung. Wenn sich die Erhebung und die Vertiefung in Drehrichtung vom Totpunkt entfernen, so entfernen sie sich auch voneinander und es entsteht ein offener Volumenraum zwischen Erhebung und Vertiefung. Somit entsteht ein

Unterdruck, der dazu benutzt wird, eine Flüssigkeit oder ein Fluid in den Hohlraum zwischen der Erhebung und Vertiefung zu saugen. Der Bereich, in dem sich die Erhebungen und Vertiefungen ausgehend vom Totpunkt voneinander entfernen, bildet somit die Saugseite der Pumpe.

5 **[0008]** Anschließend an den Saugbereich werden die Vertiefungen der beiden Rotationselemente mittels eines Dichtstegs verschlossen, so dass die im Hohlraum zwischen den Erhebungen des jeweiligen Rotationselements enthaltene Flüssigkeit bzw. das Fluid im weiteren Verlauf der Umdrehung zum Verdrängerbereich, der so genannten Druckseite transportiert werden kann.
10 Dieser Bereich liegt in Drehrichtung vor dem Totpunkt. Die Vertiefungen eines Rotationselements beginnen im Verdrängerbereich in die komplementäre, mit Fluid bzw. Flüssigkeit gefüllte Vertiefung des gegenüberliegenden Rotationselements einzutauchen und drücken so die in der Vertiefung enthaltene Flüssigkeit bzw. das Fluid aus der Vertiefung zur Austrittsöffnung im Gehäuse.

15 **[0009]** Zur Lagerung der beiden Rotationselemente ist es vorteilhaft, wenn die Außenseiten der Rotationselemente, d. h. die Oberflächen, die nicht dem jeweils anderen Rotationselement gegenüberliegend angeordnet sind, rotationssymmetrisch bezüglich der Drehachse auszuführen. Das Gehäuse, das vorzugsweise aus zwei Teilen besteht, weist entsprechend komplementäre
20 rotationssymmetrische Aussparungen auf, die als Lagersitz für die Rotationselemente dienen. Vorteilhaft kann dabei die Form der Rotationselemente auf der Außenseite einem Teilkegel oder einer Teilkugel entsprechen.

[0010] Zur Lagerung der Rotationselemente aufeinander können die
25 Rotationselemente der erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung auf den einander zugewandten Seiten mit einer Aussparung versehen sein, die die Form einer Teilkugel aufweist, wobei der Mittelpunkt der Kugel auf den Schnittpunkt der Drehachsen der beiden Rotationselemente liegt. Mit der Bezeichnung „Mittelpunkt der Kugel“ ist im Folgenden mit Bezug auf Teilkugeln oder Teilkugelformen immer
30 der Mittelpunkt der Vollkugel gemeint, aus der die Teilkugel gebildet wurde. In die

Aussparungen wird dann eine komplementäre Kugel oder Teilkugel eingelegt. Durch die Lagerung auf der Kugel bzw. Teilkugel können sich die Rotationselemente aufeinander abdrehen, während die Kugel gleichzeitig als Dichtung für die Vertiefungen im Innenbereich des Rotationselements wirkt. Im Außenbereich des Rotationselements werden die Vertiefungen durch das als Lagersitz wirkende Gehäuse gedichtet, während in Richtung zum gegenüberliegenden Rotationselement der Dichtsteg die Dichtaufgabe übernimmt. Alternativ ist es beispielsweise auch möglich, nur an einem Rotationselement eine teilkugelförmige Vertiefung auszubilden, während das andere Rotationselement eine komplementäre, teilkugelförmige Ausbuchtung aufweist, die in die Aussparung des ersten Rotationselementes eingreift.

[0011] Vorteilhaft können die beiden Rotationselemente als Kegelräder ausgebildet werden. Bei einem Kegelrad sind die Erhebungen und Vertiefungen auf der dem anderen Rotationselement zugewandten Seite als Zähne, ähnlich einem Zahnrad, ausgeführt. Dabei bilden die Verlängerungen der Hoch- und Tiefpunkte der Zähne wenigstens einen Kegel, d. h. die Linien beispielsweise durch den Tiefpunkt der Zahnluken schneiden sich in einem Punkt und weisen einen Winkel zueinander auf, so dass die einhüllende Oberfläche der Linien einen Teilkegel bilden. Das gleiche kann für die Linien durch den Hochpunkt der Zähne gelten, wobei wenigstens eine der beiden Linienscharen einen Teilkegel bildet. Es ist aber durchaus möglich, dass die andere Linienschar in einer Ebene liegt und somit keinen Kegel ausbildet. Die Form der Zähne kann dabei an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. So sind Geradverzahnungen, Schrägverzahnungen und Bogenverzahnungen möglich. Um ein störungsfreies Abwälzen der beiden kegelradförmigen Rotationselemente sicherzustellen, liegt die Spitze des Teilkreiskegels beider Kegelräder im Schnittpunkt der beiden Drehachsen, in dem auch der Mittelpunkt der Lagerkugel liegt.

[0012] Bei Verwendung des Gehäuses als Lagersitz ist bei der Dimensionierung ein geringes Radialspiel zwischen Rotationselement und Gehäuselagersitz einzuhalten, damit sich zwischen dem Rotationselement und

dem Gehäuse bei der Drehung des Rotationselements ein Schmierfilm aufbauen kann, der für ein reibungsreduziertes Gleiten der Oberflächen aufeinander und für eine Aufnahme der Axial- und Radialkräfte der Rotationselemente sorgt. Bei einer Nutzung der Pumpe beispielsweise zum Pumpen von Öl kann das zu pumpende Fluid gleichzeitig als Schmierung der erfindungsgemäßen Pumpe dienen. Bei Verwendung einer erfindungsgemäßen Pumpe zum Pumpen von schmierarmen oder schmierlosen Medien wie beispielsweise Diesel, Benzin oder Harnstoffen kann die Lagerung im Lagersitz des Gehäuses durch eine radiale und/oder axiale Kugellagerung ersetzt werden.

10 **[0013]** Die Lagerung der Rotationselemente auf einer zentralen Kugel ermöglicht in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung die Zurverfügungstellung einer Regelpumpe, d.h. der Änderung des Volumenstroms durch eine Änderung des Verdränger-Volumens. Hierfür wird der Lagersitz zumindest eines Rotationselements als Teilkugel ausgebildet. Dadurch kann das
15 Rotationselement im Lagersitz um eine Achse, die senkrecht zu seiner Hauptrotationsachse steht, gedreht werden, so dass der Abstand der verzahnten Seite zur verzahnten Seite des gegenüberliegenden Rotationselements geändert wird. Dadurch ändert sich die Eintauchtiefe der Zähne des Rotationselements in die komplementären Vertiefungen des gegenüberliegenden Rotationselements
20 und umgekehrt die Eintauchtiefe der Zähne des gegenüberliegenden Rotationselements in die Vertiefungen des ersten Rotationselementes. In einer vorteilhaften Weiterbildung einer derartigen Regelpumpe kann der Lagersitz des anstellbaren Rotationselements als separate Verstellchale ausgebildet sein, die in einen teilkugelförmigen Verstellchale im Gehäuse gelagert ist. Die Verstellchale
25 ihrerseits weist einen Lagersitz für das Rotationselement auf, in welchem dieses gelagert ist. Durch die Nutzung einer zusätzlichen Verstellchale ist es möglich, die Rotation der Verstellchale um die Hauptrotationsachse des Rotationselements zu sperren, so dass die Verstellchale ausschließlich um eine Achse senkrecht zur Hauptrotationsachse des Rotationselements drehbar
30 gelagert ist.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Dichtsteg zwei- oder mehrteilig ausgeführt. Insbesondere ist eine Ausführungsform vorteilhaft, in der der Dichtsteg zweigeteilt ist, so dass ein oberer und ein unterer Dichtstegteil entstehen und zwischen die beiden
5 Dichtsteghälften ein Vorspannungselement eingebracht werden kann, das die Dichtsteghälften gegen die Erhebungen bzw. Zahnköpfe auf den anliegenden Rotationselementen bzw. Kegelrädern presst.

[0015] Eine weitere Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung liegt in der Kombination mehrerer Rotationselementpaare innerhalb eines gemeinsamen
10 Gehäuses (Doppelpumpe, Mehrfachpumpe), um derart auf kleinem Raum unterschiedliche Drücke und/oder unterschiedliche Volumenströme zur gleichen Zeit zur Verfügung zu stellen.

[0016] Weitere Vorteile, Merkmale, Merkmalskombinationen und Eigenschaften der Erfindung werden nachfolgend erläutert anhand einiger
15 Ausführungsbeispiele und in den Zeichnungen. Diese zeigen in:

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Kegelradpumpe in dreidimensionaler Darstellung,
- Figur 2 eine Explosionsdarstellung der erfindungsgemäßen Pumpe aus Figur 1,
- 20 Figur 3.1-3.5 ein Kegelrad aus der Pumpe aus Figuren 1 und 2 in unterschiedlichen Darstellungen,
- Figur 4.1-4.3 den Dichtsteg einer erfindungsgemäßen Pumpe gemäß Figur 1 in unterschiedlichen Ansichten,
- Figur 5.1-5.5 eine Gehäuseschale mit Lagersitz der Pumpe aus Figur 1 in
25 unterschiedlichen Ansichten,

- Figur 6.1-6.5 die zweite Gehäuseschale der Pumpe aus Figur 1 in verschiedenen Ansichten,
- Figur 7 einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Rotationselement-Kugel-Dichtstegkombination,
- 5 Figur 8 ein Schnitt durch zwei Rotationselemente einer erfindungsgemäßen Pumpe,
- Figur 9.1-9.3 ein Schnitt durch eine erfindungsgemäße Kegelradpumpe,
- Figur 10 ein Schnitt durch die Zähne einer erfindungsgemäßen Kegelradpumpe im Bereich des Totpunkts,
- 10 Figur 11.1-11.2 ein Schnitt durch eine erfindungsgemäße Kegelradpumpe mit einer Druckbeaufschlagung für die Rotationselemente,
- Figur 12 ein zweiteiliger Dichtsteg für eine Pumpe gemäß der Erfindung,
- Figur 13.1-13.2 eine Kegelradpumpe gemäß der Erfindung mit
15 Volumensteuerung,
- Figur 14 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pumpe mit Volumensteuerung,
- Figur 15 eine erfindungsgemäße Pumpe mit Axial- und Radialkugellagerung,
- 20 Figur 16 eine Kombination aus zwei erfindungsgemäßen Pumpen in einem gemeinsamen Gehäuse mit gleichem Volumenstrom bei unterschiedlichem Druck,

Figur 17 eine Kombination aus zwei erfindungsgemäßen Pumpen in einem Gehäuse mit jeweils unterschiedlichem Volumenstrom und unterschiedlichem Druck,

5 Figur 18 Eine alternative Ausführungsform für eine erfindungsgemäße Pumpe mit Volumensteuerung,

Figur 19 Eine Alternative Ausführungsform für den Dichtsteg.

[0017] Figur 1 zeigt eine Pumpvorrichtung 1 gemäß der Erfindung in einer dreidimensionalen Darstellung, wobei ein Teil des Gehäuses zu illustrativen Zwecken „aufgeschnitten“ dargestellt ist. Die Pumpvorrichtung 1 weist die Gehäusehälften 2 und 3 auf, die als Lagersitz für die Rotationselemente 4 und 5 dienen. Die Rotationselemente weisen Zähne 6 und Zahnlücken 7 auf, die komplementär zueinander auf den sich gegenüberliegenden Seiten der Rotationselemente liegen. Ein zweiteiliger Dichtsteg aus den Einzelbauteilen 8.1 und 8.2 ist einem Teilbereich zwischen den Rotationselementen so angeordnet, dass die Zähne 6 auf dem Dichtsteg 8.1 bzw. 8.2 aufliegen und so den Hohlraum, der durch Zahnlücken 7 gebildet wird, abdichten. Der Dichtsteg 8 wird über Verbindungsmittel, wie bspw. Schraub-, Stab- oder Bolzenverbindungen 9 mit den Gehäusehälften 2 bzw. 3 verbunden.

[0018] Figur 2 zeigt eine Explosionsdarstellung einer erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung. Die beiden Gehäusehälften 2 und 3 werden im zusammengesetzten Zustand von dem darüber dargestellten Schrauben bzw. Bolzen 10 zusammengehalten. In der oberen Gehäusehälfte 2 ist ein Ausschnitt gezeichnet, der den Blick in das Gehäusehälfteinnere erlaubt, wo der Lagersitz 14 zu erkennen ist. Das Rotationselement 5 sitzt mit seiner Ober- und Außenseite im Lagersitz der Gehäusehälfte 2, wobei die Außenseite 13 des Rotationselements in der vorliegenden Ausführungsform eine Oberfläche aufweist, die einem Kugelausschnitt entspricht. Auf der Unterseite des Rotationselements 5 befinden sich die Zähne 6 und die Zahnlücken 7, wobei erkennbar ist, dass die Tiefe der Zahnlücken im Außenbereich des

Rotationselements größer als im Innenbereich ist. Dies ist daran begründet, dass die Verlängerungen der Hoch- bzw. Tiefpunkte der Zähne und Zahnlücken sich in einem Punkt schneiden, der die Spitze der durch die Linien gebildeten Teilkegel ist. Bei der in Figur 2 vorliegenden Ausführungsform der Erfindung liegen die
5 Linien durch die Zahnspitzen in einer Ebene, d. h. der Kegel der Zahnspitzen ist zu einer flachen Scheibe entartet. Die Linien durch Tiefpunkte der Zahnlücken hingegen bilden einen Kegel, dessen Schnittpunkt in der Ebene der Zahnspitzen liegt. Im inneren Bereich der Unterseite des Rotationselements befindet sich eine teilkugelförmige Ausnehmung, die in Figur 2 verdeckt dargestellt ist. Der
10 Mittelpunkt dieser Teilkugel ist identisch mit dem Schnittpunkt der Linien durch die Zahnhoch- und -tiefpunkte. In der Ausnehmung ist die Kugel 11 angeordnet, und zwar so, dass auch ihr Mittelpunkt deckungsgleich mit dem Mittelpunkt der Teilkugelausnehmung und den Schnittpunkten der Linien durch die Zahnhoch- und -tiefpunkte liegt.

15 **[0019]** Der obere Teil 8.1 des Dichtstegs wird mittels der Schraube bzw. des Bolzens 9 in der oberen Gehäusehälfte 2 befestigt. Grundsätzlich ist es auch möglich, den Dichtsteg einteilig auszuführen, durch die zweiteilige Ausführung ergeben sich aber fertigungstechnische Vorteile. So können die Gehäusehälften 2, 3 mit den Rotationselementen 4, 5 vormontiert werden, wobei
20 die Rotationselemente 4, 5 durch den Dichtsteg 8 in der Gehäusehälfte 2, 3 gehalten werden und somit eine einfache und sichere Montage der beiden mit den Rotationselementen 4, 5 vormontierten Gehäuseteilen 2, 3, in denen die Rotationselemente 4, 5 durch die Dichtstegelemente 8.1, 8.2 gehalten sind, möglich ist.

25 **[0020]** Das obere Gehäuseelement 2 weist eine Saugöffnung 16 auf, durch die die zu pumpende Flüssigkeit oder das Fluid zum Saugbereich der Pumpe geleitet wird. Auf der gegenüberliegenden Seite ist der Druckbereich 15 erkennbar, in dem sich das Fluid auf der Druckseite der Pumpe vor der Austrittsöffnung, die in der Figur nicht gezeigt ist, sammelt.

[0021] Die untere Gehäusehälfte ist grundsätzlich analog aufgebaut, mit einem entsprechenden Rotationselement 4, das ebenfalls eine teilkugelförmige Außenseite 13, die im entsprechenden Lagersitz 14 der unteren Gehäusehälfte 3 sitzt, aufweist, entsprechende Zähne 6 und Zahnlücken 7, wobei
5 auch beim unteren Rotationselement in der vorliegenden Ausführungsform die Zahnschneiden 6 in einer Ebene liegen, während die Zahnlücken an ihrem Tiefpunkt einen Kegel bilden, dessen Kegelspitze im Schnittpunkt der Linien durch die Zahntiefpunkte liegt und der gleichzeitig in die Ebene durch die Zahnschneiden fällt, eine Ausnehmung 12, die die Form einer Teilkugel hat und dazu ausgebildet ist,
10 die Lagerkugel 11 so aufzunehmen, dass der Mittelpunkt der Lagerkugel 11 mit dem Schnittpunkt der Kegellinien durch die Tiefpunkte der Zahnlücken zusammenfällt. Die untere Gehäusehälfte 3 weist eine Vertiefung 17 auf, in die der untere Dichtstegeil 8.2 eingelegt und mit dem Bolzen 9 mit der Gehäusehälfte 3 verschraubt werden kann.

[0022] Figur 3 zeigt ein Rotationselement in verschiedenen Darstellungen. In Figur 3.1 ist eine 3D-Darstellung des Rotationselements 2 gezeigt, in dem die innere, teilkugelförmige Ausnehmung 12, die Zähne 6 und die Zahnvertiefungen 7 erkennbar sind. Figur 3.2 zeigt eine Ansicht von der Seite, bei der ein Teil des Rotationselements entlang der Linie B (siehe Figur 3.4)
20 geschnitten ist. Der Schnitt verläuft durch eine Zahnvertiefung 7, die auf der Schnittseite erkennbar ist. Dahinter liegend ist der Zahn 6 zu erkennen. In Figur 3.2 ist deutlich erkennbar, dass die Oberseiten der Zähne des Rotationselements in einer Ebene liegen, während die Unterseite bzw. „Talsohle“ der Zahnvertiefungen so geneigt ausgeführt ist, dass eine Linie als Verlängerung der
25 „Talsohle“ die Ebene der Zahnschneiden in einem Punkt schneidet, der gleichzeitig die Spitze des Teilkegels aus den Verlängerungslinien der „Talsohlen“ ist und der auf der Rotationsachse des Rotationselements liegt. In Figur 3.4 ist dieser Punkt mit M bezeichnet. Figur 3.3 zeigt einen Schnitt in Seitenansicht durch das Rotationselement, entlang der Linie C-C. Dieser Schnitt geht durch einen Zahn,
30 so dass der Hochpunkt der geschnittenen Zähne zu sehen ist. Wie erkennbar, liegen die Spitzen bzw. Hochpunkte der Zähne in einer Ebene 18.

[0023] Figur 3.5 zeigt das Rotationselement noch einmal in der ungeschnittenen Seitenansicht, mit den Zähnen 6, den Zahnvertiefungen 7 und der teilkreisförmigen Außenseite 13.

[0024] Figur 4 zeigt einen Dichtstegteil 8.1 bzw. 8.2. Figur 4.1 zeigt eine dreidimensionale Darstellung, Figur 4.2 eine Draufsicht und Figur 4.3 einen Schnitt durch das Dichtstegelement entlang der Linie A-A. Der Dichtsteg weist eine geschwungene Form auf, die auf der Innenseite 20 zur Anlage an der inneren Lagerkugel 11 (nicht gezeichnet) ausgebildet ist. Um die relative Schrägstellung der Rotationselemente zueinander auszugleichen, ist der Dichtsteg im Schnitt (siehe Figur 4.3) keilförmig ausgeführt, so dass der Winkel der Zahnkopfebene 18 der beiden Rotationselemente 2 und 3 ausgeglichen wird. Durch die Bohrung 19 kann der Dichtsteg mit den Gehäusehälften 2 bzw. 3 verschraubt werden.

[0025] Figur 5 zeigt die untere Gehäusehälfte 3 in verschiedenen Darstellungen. Figur 5.1 zeigt eine dreidimensionale Darstellung der unteren Gehäusehälfte 3 und dem Lagersitz 14 und der Aussparung 17, die zur Aufnahme des unteren Dichtstegteils ausgebildet ist. In der Draufsicht in Figur 5.2 ist der Aussparungsbereich 17 für den Dichtsteg 8.2 vollständig erkennbar. Darüber hinaus sind die Schnittlinien B-B und C-C für die Darstellung der Schnitte 5.3, 5.4 und 5.5 gezeigt. In Figur 5.3 ist ein Schnitt in Seitenansicht entlang der Linie B-B gezeigt, der Endbereich der Aussparung 17 für den Dichtsteg mit der Bohrung für den Bolzen 9 ist im Schnitt zu erkennen, ebenso der Lagersitz 14 in einer teilkugelförmigen Ausführung. Die Fügefläche 21 ist relativ zur Rotationsachse A des Rotationselements, das in den Lagersitz eingelegt wird, ausgeführt, um so den Achswinkel zwischen den beiden Rotationselementen im zusammengesetzten Zustand zu ermöglichen.

[0026] Figur 5.4 zeigt einen Schnitt entlang der Linie C-C, der wieder den Lagersitz 14, die Aussparung 17 für den Dichtsteg Teil 8.2 und die ansteigende Fügefläche 21 zeigt. In dem Teilschnitt 5.5 ist eine Kombination der Schnitte aus 5.3 und 5.4 dargestellt.

[0027] Figur 6 zeigt die Gehäusehälfte 2 in verschiedenen Ansichten. Figur 6.1 zeigt eine dreidimensionale Darstellung der oberen Gehäusehälfte 2 mit der Einlassöffnung 23, dem Sammelbereich der Saugseite 24, der Sammelseite für die Druckseite 25 und der Aussparung 17 für den Dichtstegteil 8.1. Die Fügefläche 22 kommt beim Zusammensetzen der Pumpe auf der Fügefläche 21 des unteren Gehäuseelements 3 zu Liegen, wobei die Fügeflächen ebenfalls durch den Mittelpunkt der Teilkreiskegel, der teilkugelförmigen Ausnehmungen und dem Schnittpunkt der Drehachsen der Rotationselemente gehen.

[0028] Figur 6.2 zeigt eine Ansicht, in der der Sammelbereich 24 der Saugseite, der Sammelbereich 25 der Druckseite und die Ausnehmung 17 für den Dichtstegteil 8.1 zu sehen ist. Darüber hinaus sind in der Abbildung 6.2 die Schnittlinien E-E, F-F und G-G für die Figuren 6.5, 6.4 und 6.3 eingezeichnet. Figur 6.3 zeigt einen Schnitt entlang der Linie G-G, in dem der Lagersitz 14 für das Rotationselement 5, der Sammelraum 24 für die Saugseite und die Ausnehmung 17 für das Dichtstegteil 8.2 zu sehen ist. Die Fügefläche 22 verläuft wieder in einem Winkel zur Drehachse des Rotationskörpers (siehe auch Figur 6.4). In Figur 6.4 ist die Rotationsachse A des Rotationselements 5 dargestellt, die einen von 90° verschiedenen Winkel zur Fügefläche 22 aufweist. Durch die Kombination der Winkel der Fügeflächen 22 und 21 in den Gehäuseteilen 2 und 3 erhalten die Rotationsachsen der beiden Rotationselemente 5 und 6 einen von Null verschiedenen Winkel, in dem sie gegeneinander geneigt sind. Figur 6.5 zeigt die Austrittsöffnung 15, die in Verbindung mit dem Sammelbereich der Druckseite 25 ist und die Eintrittsöffnung 23, die in Verbindung mit dem Sammelbereich der Saugseite 24 ist.

[0029] In Figur 7 ist ein Schnitt durch zwei Rotationselemente einer erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung dargestellt, die auf einer Kugel 11 gelagert sind. Die Gehäusehälften mit dem Lagersitz sind in der Darstellung in Figur 7 nicht gezeichnet. Die beiden Rotationselemente 4, 5 sind mit ihren teilkugelförmigen Ausnehmungen 12 auf der Kugel 11 gelagert. Im Zahneingriffsbereich 28 greifen die Zähne 6 des oberen Kegelrads 5 in die Zahnluken 7 des unteren Kegelrads 4 und die Zähne 6 des unteren Kegelrads 4

greifen in die Zahnlücken 7 des oberen Kegelrads 5 ein. Durch Rotationsantrieb eines der beiden Rotationselemente wird das zweite Rotationselement, das über den Zahneingriff im Zahneingriffsbereich 28 in Drehrichtung mit dem ersten Rotationselement gekoppelt ist, ebenfalls in Drehung versetzt. Auf der der Zahneingriffsseite gegenüberliegenden Seite befinden sich die Zähne 6 und Zahnlücken 7 der Rotationselemente 4, 5 nicht im Eingriff miteinander, sondern sie sind voneinander entfernt. Den Hohlraum zwischen den Zähnen 6 der beiden Rotationselemente 4, 5 füllt ein Dichtsteg auf, der aus den Einzelteilen 8.1 und 8.2 gebildet ist. Die Dichtstegteile sind dabei auf der Linie 27 aufeinander gesetzt, die in der vorliegenden Ausführungsform in einer Ebene liegt, die von der winkelhalbierenden Schar der Rotationsachsen der beiden Rotationselemente 4, 5 aufgespannt wird. Die Zähne des oberen Rotationselements 5 werden durch die obere Oberfläche 29.1 des Dichtstegteils 8.1 abgedichtet, so dass die Zahnlücke einen durch Kegelrad, innere Lagerkugel 11 und äußeren Lagersitz des Gehäuses (nicht gezeichnet) einen geschlossenen Hohlraum bildet, der mit dem zu pumpenden Fluid gefüllt ist. Die innere Oberfläche 26 des Dichtstegs 8.1, 8.2 ist dabei in dichtender Anlage an der inneren Lagerkugel 11, so dass kein Fluid zwischen Dichtsteg 8.1, 8.2 und Kugel 11 austreten kann.

[0030] Figur 8 zeigt die Steuerung des Pumpvolumens in einer schematischen Darstellung. Das untere Kegelrad 4 ist mit fester Rotationsachse dargestellt. Beim oberen Kegelrad 5 kann die Drehachse A5 relativ zur Drehachse A4 des unteren Kegelrads gekippt werden. Die Figur zeigt zwei unterschiedliche Stellungen der Drehachse A5. In der Stellung mit Achsenwinkel α_1 (Achse A5.1) taucht der Zahn eines Rotationselements 4, 5 nahezu vollständig in die Zahnlücke 7 des gegenüberliegenden Rotationselements ein. In der Stellung 5.1 des oberen Rotationselements, d. h. mit Drehachse A5.1 und Achswinkel α_1 , findet somit Maximalverdrängung statt, die Volumenleistung der Pumpvorrichtung ist auf maximal eingestellt. Wird nun die Drehachse in die Stellung A5.2 mit Achsmittel α_2 gekippt, so dass das obere Rotationselement sich in der Stellung A5.2 befindet, so taucht der Zahn eines Rotationselements im Totpunkt nur noch ein Stück weit in die komplementäre Zahnlücke des gegenüberliegenden Rotationselements ein, so dass das Verdrängungsvolumen

deutlich reduziert ist. In dieser Stellung weist daher eine erfindungsgemäße Pumpvorrichtung nur noch einen Teil ihres maximalen Pumpvolumens auf.

[0031] Figur 9 zeigt eine erfindungsgemäße Pumpe in seitlichem Schnitt und im Schnitt von oben, wobei in den Figuren 9.2 und 9.3 unterschiedliche Ausführungsformen des Dichtstegs dargestellt werden. Figur 9.1 zeigt die beiden Rotationselemente aus Figur 7, angeordnet in den Gehäusehälften 2 und 3. Der Dichtsteg 8 ist, wie in der Zeichnung dargestellt, teilweise in den Gehäusehälften gelagert und stützt sich innen an der Kugel 11 ab. Die Rotationselemente 4, 5 rotieren innerhalb des Lagersitzes in den Gehäusehälften 2 und 3. Hierbei ist es wichtig, dass die Planflächen 14 und 30 zwischen den Rotationselementen und dem Gehäuse-Lagersitz zur Ausbildung eines Gleitlagers geeignet sind, beispielsweise mittels einer entsprechenden Beschichtung oder durch einen Schmierpalt, der sich bei Betrieb der Pumpvorrichtung mit Öl bzw. Schmiermittel füllt.

[0032] In Figur 9.2 ist eine Draufsicht auf eine Hälfte eines „geöffneten“ Pumpengehäuses dargestellt, mit einem verlängerten Dichtsteg, der sich im Wesentlichen über ca. ein Viertel des Umfangs des Rotationselements erstreckt. Der Vorteil eines derartig verlängerten Dichtstegs liegt in der Verkleinerung des Druckraumes, wodurch die Kräfte auf die Rotationselemente und die Lagerungen und somit schlussendlich auf das Gehäuse reduziert werden. Alternativ kann der Dichtsteg, wie in Figur 9.3 gezeigt, auch kleiner ausgeführt sein.

[0033] Figur 10 zeigt die beiden Rotationselemente im Zahneingriffsbereich. Die Zähne 6 der Rotationselemente treten im Druckbereich 24 in die Zahnlücken 7 ein und verdrängen so die Flüssigkeit in der Zahnlücke. Dabei wird durch den Kontakt der gegenüberliegenden Zähne miteinander in den Punkten 32 die Pumpvorrichtung in Umfangsrichtung der Rotationselemente abgedichtet. Durch Weiterdrehung in Drehrichtung 33 passieren die Zähne den Totpunkt 34 und treten in den Saugbereich 25 ein, in dem sich die Zähne 6 wieder aus den Zahnlücken 7 entfernen. Dabei entsteht ein Unterdruck in den

Zahnlücken, durch den die zu pumpende Flüssigkeit oder das Fluid angesaugt und anschließend über die Zähne am Dichtsteg vorbei in den Druckbereich transportiert wird.

[0034] Figur 11 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Pumpvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem druckbeaufschlagten Dichtkolben 35, der im Zahneingriffsbereich im Gehäuse angeordnet ist. Der Dichtkolben 35 wird über ein Vorspannungsmittel 36, beispielsweise eine Feder oder ein elastisches Polymer, im Zahneingriffsbereich gegen die beiden Rotationselemente gepresst und sorgt für eine Minimierung des Radialspiels zwischen den Rotationselementen bzw. Kegelrädern 4 und 5. Da der Dichtkolben gegenüberliegend zum Dichtsteg angeordnet ist, werden die Rotationselemente durch den druckbeaufschlagten Dichtkolben im Bereich des Dichtstegs, d. h. im Übergangsbereich zwischen Druck- und Saugseite, fest an den Lagersitz im Gehäuse und an den Dichtsteg gepresst, so dass der Übergang zwischen Druck- und Saugseite, der am Dichtsteg stattfindet, möglichst vollständig abgedichtet wird und eine Leckage von der Druck- zur Saugseite verhindert bzw. minimiert wird. Der zweite Übergang von der Druck- zur Saugseite findet sich, wie in Figur 10 dargestellt, im Zahneingriffsbereich, so dass durch den in diesem Bereich fest an die Kegelräder gepresste Dichtkolben auch den zweiten Übergang zwischen der Druckseite und Saugseite zuverlässig abdichtet und so Leckageverluste minimiert.

[0035] Der Minimierung von Leckageverlusten dient auch ein vorgespannter, mehrteiliger Dichtsteg, wie er in Figur 12 dargestellt ist. Ein derartiger Dichtsteg besteht aus den Dichtstegteilen 8.1 und 8.2, die an die Kegelradform und an die innen liegende Lagerkugel angepasst sind. Zwischen den beiden Dichtelementen 8.1 und 8.2 befindet sich ein Befestigungssteg 37, der in Nuten 38 in den Dichtstegelementen 8.2 und 8.1 eingepasst ist. Im Befestigungssteg ist eine Druckfeder 39 angeordnet, welche die beiden Dichtstegelemente 8.2 und 8.1 auseinander und damit gegen die Zähne der darüber und darunter liegenden Rotationselemente presst. Verstärkt wird diese Anpressung noch durch eine Öffnung des Spalts 40 zur Druckseite hin, durch die

im Druckbereich gespeicherte Flüssigkeit bzw. das Fluid bis zum Befestigungssteg 37 zwischen die Dichtstegelemente 8.2 und 8.1 eintreten und dort als Innendruck die Dichtstegelemente 8.2 und 8.1 noch besser gegen die Zähne 6 des Rotationselements pressen kann.

5 **[0036]** Figur 13 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung mit Volumenstromregelung. Hierzu ist die obere Gehäusehälfte 41 so abgewandelt, dass der Lagersitz 42 eine Teilkugelform aufweist, die im Wesentlichen eine volle Halbkugel umfasst. Der Lagersitz für das obere Rotationselement 4 wird teilweise durch eine Verstellchale 43 gebildet, die auf ihrer Außenseite an den Lagersitz
10 in der Gehäusehälfte 41 angepasst ist. Die Verstellchale ist dabei so im Lagersitz gelagert, dass sie sich um eine Achse senkrecht zur Drehachse des Rotationselements drehen lässt, wobei diese Drehachse durch den Mittelpunkt der Lagerkugel 11, der gleichzeitig die Kegelspitze des Teilkegels des Kegelrads 4 und der Mittelpunkt der Teilkugel, die den Lagersitz in der Gehäusehälfte 41
15 bildet, geht. Die Verstellchale in der Ausführungsform gemäß Figur 13 weist einen Verstellstab 44 auf, der sich von der Außenoberfläche in eine Öffnung im Lagersitz der Gehäusehälfte 41 erstreckt. Dieser Stab ist vorzugsweise als „Zweiflach“ ausgeführt, d. h. er weist wenigstens zwei flache, gegenüberliegende Seiten auf. Der Stab 44 wird von einer Ausnehmung in einen Verstellbolzen 45
20 aufgenommen, der im Wesentlichen senkrecht zum Stab 44 verschiebbar in der Gehäusehälfte 41 gelagert ist. In der beispielhaften Ausführungsform aus Figur 13 ist der Verstellbolzen über eine Verstellfeder 46 mit einem Druck in Richtung seiner Längsachse beaufschlagt und verfügt über Verstellmechanismen 47, mit denen er in Richtung seiner Längsrichtung verstellt werden kann. Die
25 Längsrichtung des Verstellbolzens 45 erstreckt sich dabei in einem Winkel, vorzugsweise nahe an einem rechten Winkel, zur Linie durch den Kreismittelpunkt der Lagerkugel 11 und den Verstellstab 44. Wenn nun der Verstellbolzen 45 mit den Verstellmitteln 47 bewegt wird, wird der Verstellstab und mit ihm die Verstellchale um die Achse durch den Mittelpunkt der Lagerkugel 11 gedreht
30 und so der Winkel zwischen den Drehachsen der beiden Rotationselemente 4, 5 geändert, so dass, wie bereits bei Figur 8 beschrieben, der Volumenstrom angepasst wird.

[0037] Vorteilhaft wird auch bei der volumenregelnden Kegelradpumpe ein mehrteiliger, innerlich druckbeaufschlagter Dichtsteg verwendet, bei dem mittels der Feder die vertieften Bewegungen der Rotationselemente auf der Dichtstegseite aufgenommen werden können. Ein
5 Beispiel für einen derartigen Dichtsteg mit einer oberen Dichtstegschale 48, einem unteren Dichtstegelement 49 und einer Druckfeder 50, welche die Dichtschale und das Dichtelement auseinanderpresst, ist Figur 13.2 dargestellt.

[0038] Alternativ ist es auch möglich, die Volumenregelung intern auszuführen. Dazu kann auf die Verstellmittel 47 verzichtet werden. Mittels der
10 Feder 46 wird in diesem Fall der Verstellkolben 45 in Richtung 51 gedrückt. Dadurch wird das obere Rotationselement in den Zahneingriffsbereich gedrückt, so dass der maximale Volumenstrom der Pumpe erreicht wird. Wenn nun die Pumpe in Betrieb genommen wird, baut sich im Zahneingriffsbereich ein innerer Druck auf, der ein Drehmoment im oberen Rotationselement 4 und in der
15 Verstellschale 43 um die Drehachse der Verstellschale erzeugt. Über den Verstellstab 44 wird durch das Drehmoment eine Kraft entgegen Richtung 51 erzeugt. Wenn nun der Druck im Druckbereich einen bestimmten, vorher festgelegten Druck übersteigt, wird die Kraft im Verstellstab größer als die Gegenkraft der Feder 46 und die Verstellschale wird in eine Drehung entgegen
20 der Richtung 51 gedrückt. Dadurch entfernen sich die Zähne im Zahneingriffsbereich voneinander und der Volumenstrom nimmt ab. Mit der Feder 46 kann der gewünschte Grenzdruck, bei dem die Pumpe den Volumenstrom verringert, eingestellt werden.

[0039] Figur 14 zeigt eine ähnliche Ausführungsform einer selbsttätig
25 volumenregulierten Pumpe, bei der ein Nutstein 52 in der Gehäusehälfte 41 angeordnet ist und in eine passende Nut 53 in der Verstellschale 43 eingreift. Diese Nut lässt in Verbindung mit dem Nutstein nur die Bewegung der Verstellschale in einer Drehrichtung zu. Der Verstellbolzen 45 ist mit einer Druckfeder 46 vorgespannt und greift in eine weitere Nut 54 in der Verstellschale
30 ein. Diese Nut ist so ausgebildet, dass bei einer Drehung der Verstellschale zur Öffnung des Zahneingriffsbereichs der Verstellkolben 45 gegen die Druckfeder 46

zurückgeschoben wird. Somit kann auch in dieser Ausführungsform über die Federkraft der Einsatzpunkt der Volumenstromregelung in der Kegelradpumpe gewählt werden.

[0040] Figur 15 zeigt eine alternative Ausführungsform einer Kegelradpumpe mit konstantem Volumenstrom zum Einsatz mit nicht schmierenden oder gering schmierenden Medien. Die Lagerung erfolgt bei dieser Ausführungsform nicht über eine Gleitlagerung im Lagersitz des Gehäuses, sondern über die Axiallager 55 und Radiallager 56. An die Axialkugellager 55 sind Dichtringe 57 angeordnet, die für eine Abdichtung der Pumpe nach außen sorgen. Derartige Pumpen können beispielsweise für Benzindirekteinspritzung genutzt werden, bei denen ein hoher Systemdruck bis 180 bar mit einem nicht schmierenden Medium wie Benzin erreicht werden muss.

[0041] Die Figuren 16 und 17 zeigen Pumpensysteme, die aus zwei Einzelpumpen kombiniert sind und mit einem Antrieb mehrere Volumenströme liefern können. Mit dem Pumpensystem in Figur 16 können beispielsweise zwei gleiche Volumenströme aus den Pumpen 60 und 61 mit unterschiedlichen Drücken erzeugt werden. Die Anordnung in Figur 17 ermöglicht die Erzeugung von zwei ungleichen Volumenströmen mit unterschiedlichen Drücken aus den Pumpen 62 und 63. Verschiedene weitere Kombinationen und Kombinationsmöglichkeiten für Mehrfachpumpen sind natürlich ebenfalls denkbar.

[0042] Mit einer erfindungsgemäßen Pumpe können somit erhebliche Vorteile erreicht werden. Durch die große Zahneingriffsüberdeckung und die Reduktion der rotierenden Teile auf zwei lässt sich ein geräuscharmer Betrieb erreichen. Die Kegelzahnräder rollen bei Drehung ohne zu gleiten aufeinander ab, wodurch der Verschleiß sehr gering ist. Da eine große Zähnezahl wählbar ist, kann eine geringe Pulsation des Pumpenvolumenstroms erreicht werden. Über die Änderung des Achsenwinkels, der eine Änderung in der Zahneingriffstiefe zur Folge hat, kann eine einfache Volumenstromregelung realisiert werden. Mittels einer optimierten Verzahnungsgeometrie kann der Zahneingriff über die gesamte Breite des Kegelrades auch bei Änderung des Achsenwinkels gewährleistet

werden. Eine erfindungsgemäße Pumpe ist aufgrund ihrer einfachen Bauweise sehr unempfindlich gegen Verschmutzung und weist aufgrund geringer Leckage und Reibverluste einen hohen Gesamtwirkungsgrad auf. Aufgrund der geringen Anzahl an Bauteilen und der Möglichkeit, die Bauteile in einer Vielzahl von einfachen Herstellungsverfahren herzustellen, beispielsweise als spanloses Formteil oder spanend, ist eine kostengünstige Herstellung einer erfindungsgemäßen Pumpe möglich. Da ein Direktantrieb der Rotationselemente über eine Kupplung möglich ist, kann auch auf eine Antriebswelle und die dafür nötige Lagerung verzichtet werden, was die Kosten weiter reduziert.

10 **[0043]** Figur 18 zeigt eine alternative Ausführungsform für die Ausführung der Volumenstromregelung und des Dichtstegs. Das obere Rotationselement 4 weist bei dieser Ausführungsform eine umlaufende Nut auf der teilkugelförmigen Oberfläche auf, die sich in einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse des Rotationselements befindet. Damit ist sichergestellt, dass ein in die Nut eingreifendes Eingriffselement während der Rotation des Rotationselements kontinuierlich im Eingriff mit der Nut bleiben kann und dabei keine durch eine Verschiebung der Nut bedingte Lageveränderung entlang der teilkugelförmigen Oberfläche erfährt, da der Eingriffspunkt durch die Rotation des Rotationselementes nicht nach oben oder unten verschoben wird, sondern die Nut sich quasi „unter“ dem Eingriffselement hindurchbewegt. Der obere Dichtstegteil 8.1 weist ein zur Nut komplementäres Eingriffselement 67 auf, das in die Nut eingreift. Auf der dem unteren Dichtstegteil 8.2 zugewandten Seite weist der Dichtstegteil 8.1 Erhebungen und Vertiefungen auf, die komplementär zu entsprechenden Erhebungen und Vertiefungen in der gegenüberliegenden Seite des unteren Dichtstegteils 8.2 ausgebildet sind (siehe Fig. 17). Auf der oberen, teilkugelförmigen Oberfläche der Verstellchale 43 ist eine Zahnreihe 65 ausgebildet, in die eine Zahnstange 64 eingreift. Alternativ könnte hier auch ein Schneckengetriebe zum Eingriff vorgesehen sein. Durch Verschieben der Zahnstange 64 können nun die Verstellchale 43 und das obere Rotationselement 4 in die Drehrichtung 70 gekippt werden und derart, wie schon weiter oben beschrieben, der Volumenstrom gesteuert werden. Vorteilhaft ist dabei, dass über die Nut 66 und den Eingriff 67 der obere Dichtstegteil 8.1

mitgeführt wird, so dass die Notwendigkeit einer inneren Vorspannung zwischen den Dichtstegteilen entfällt.

[0044] Der Antrieb der Zahnstange oder des Schneckengetriebes kann hierbei auf vielfältige Weise erfolgen. Vorteilhaft kann der in der Pumpe erzeugte Druck genutzt werden, um mittels eines Hubkolbens die Zahnstange 64 zu bewegen, so dass ohne die Notwendigkeit eines zusätzlichen Antriebs eine Verstellmöglichkeit gegeben ist. Ähnlich ließe sich z.B. ein Schneckengetriebe hydraulisch aus der Pumpe antreiben. Hierbei wird dann über entsprechend gesteuerte Ventile auf der Druckseite der Pumpe bzw. im Ausgangsbereich die Hydraulik angesteuert und derart der Volumenstrom verstellt. Dabei kann vorteilhaft ausgenutzt werden, dass bedingt durch den Druck auf der Druckseite eine innere Vorspannung der beiden Rotationselemente 4,5 vorhanden ist, die eine Steuerung der Zahnstange mittels eines einzelnen Hubkolbens ermöglicht. Da das obere Rotationselement 4 bedingt durch den Druck des Fluids in der Pumpe immer eine Kraft zur Drehung in Richtung 70.1 erfährt, muss zum Kippen des Rotationselements 4 lediglich das Auslassventil der Hubkammer des Kolbens geöffnet werden. Durch den Innendruck der Pumpe wird dann das Hydraulikfluid über die Zahnreihe 65 und die Zahnstange 64 aus dem Kolbenraum verdrängt. Zum Kippen des Rotationselements 4 in Richtung 70.2 wird dann das Einlassventil des Kolbens geöffnet und mittels des hohen Drucks auf der Druckseite der Pumpe eine Druckkraft im Kolben erzeugt, die die Druckkraft im Pumpeninneren überschreitet, so dass die Zahnstange wieder in die andere Richtung bewegt und das obere Rotationselement 4 in Richtung 70.2 gekippt wird. Alternativ ist es natürlich ebenso möglich, einen getrennten Antrieb, beispielsweise elektrisch, vorzusehen oder eine mechanische Verstellmöglichkeit für den Volumenstrom auszubilden. Als weitere Ausführungsform der Verstellung des Volumenstroms wäre es denkbar, einen Hydraulik- oder Pneumatikzylinder vorzusehen, der mit einem Ende gelenkig an der Verstellschale und mit dem anderen Ende gelenkig an der Lagerschale befestigt ist, so dass mit dem Aufschieben oder Zusammenziehen des Zylinders ein Drehmoment auf die Verstellschale und in der Folge auf das Rotationselement aufgebracht wird, mittels dessen das Rotationselement gekippt und der Volumenstrom eingestellt

werden kann. Wichtig ist hierbei, dass die gelenkig gelagerten Enden in jedem Betriebszustand eine Gerade bilden, die nicht durch den Mittelpunkt der Kugel bzw. Teilkugel, auf der die Rotationselemente gegeneinander gelagert sind, geht.

[0045] In Figur 19 ist ein Schnitt durch die Dichtsteghälften 8.1 und 8.2 dargestellt. Beide Dichtsteghälften 8.1, 8.2 weisen komplementäre Erhebungen 68 und Vertiefungen 69 auf, vorzugsweise mit einem rechteckförmigen Querschnitt, die ineinander greifen. Da die Seitenflächen der Erhebungen bzw. Vertiefungen der Dichtsteghälften in jeder Position der Verstellchale zumindest teilweise aneinander liegen, wird die Druckseite der Pumpe ausreichend zur Saugseite hin abgedichtet. Vorteilhaft ist hierbei, dass sich durch den Druck auf der Druckseite der Pumpe eine Druckkraft P auf die am nächsten zur Druckseite gelegene Erhebung 68 ergibt, die diese Erhebung 68 gegen die benachbarte Erhebung 68 presst und so dazu beiträgt, Leckageverluste zu minimieren. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann zusätzlich mittels eines Ventils bzw. einer hydraulischen Druckbegrenzung im geschlossenen Verstellbereich 71 die Anlege-Kraft des Dichtstegs 8.1,8.2 an die Zahnflächen eingestellt werden, so dass ein optimaler Kompromiss zwischen unvermeidlichen Leckageverlusten und Abnutzung der Pumpe durch Restreibung eingestellt werden kann. Bei der Verstellung des oberen Rotationselements 4 in Richtung 70.2 können nun die Erhebungen 68 und Vertiefungen 69 tiefer ineinander eintauchen, während bei Verstellung des oberen Rotationselements 4 in Richtung 70.1 die Vertiefungen 69 und Erhebungen 68 auseinander gezogen werden, aber im gesamte Verstellbereich des oberen Rotationselements 4 im Eingriff miteinander bleiben. Somit ist eine Abdichtung der Pumpe über den gesamten Verstellbereich gewährleistet.

Bezugszeichenliste

1	Pumpvorrichtung
2	Gehäusehälfte
3	Gehäusehälfte
4	Rotationselemente
5	Rotationselemente

	6	Zähne
	7	Zahnlücke
	8.1	Einzelbauteile
	8.2	Einzelbauteile
5	8	Dichtsteg
	9	Stabverbindung
	10	Bolzen
	11	Kugel
	12	Ausnehmung
10	13	Außenseite
	14	Lagersitz
	15	Eintrittsöffnung
	16	Druckbereich
	17	Vertiefung
15	18	Ebene
	19	Bohrung
	20	Innenseite
	21	Fügefläche
	22	Fügefläche
20	A	Rotationsachse
	23	Auslassöffnung
	24	Druckseite
	25	Saugseite
	26	innere Oberfläche
25	27	Linie
	28	Zahneingriffsbereich
	29.1	obere Oberfläche
	A5	Drehachse
	A4	Drehachse
30	$\alpha 1$	Achsenwinkel
	5.1	Stellung
	A5.1	Drehachse
	A5.2	Stellung

	30	Planfläche
	32	Punkt
	33	Drehrichtung
	34	Totpunkt
5	35	Dichtkolben
	37	Befestigungssteg
	38	Nuten
	39	Druckfeder
	40	Spalt
10	41	Gehäusehälfte
	42	Lagersitz
	43	Verstellschale
	44	Verstellstab
	45	Verstellbolzen
15	47	Verstellmitteln
	48	Dichtstegschale
	49	unteres Dichtstegelement
	50	Druckfeder
	51	Richtung
20	52	Nutstein
	53	Nut
	54	Nut
	55	Radiallager
	56	Radiallager
25	57	Dichtring
	60, 61	Pumpen
	62, 63	Pumpen
	64	Zahnstange
	65	Zahnreihe
30	66	Nut
	67	Eingriffselement
	68	Erhebung
	69	Vertiefung

70,70.1,70.2 Kipprichtung
71 geschlossener Verstellbereich

5

M:\MANDANTENA-Z\MANDANTEN_B\0096 BÖGELEIN\003TWO BMT FREIGABE_2009_12_01.DOC

Ansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Pumpen von Flüssigkeiten oder Fluiden, mit einem Gehäuse, in dem ein oberes Rotationselement (4,5) und ein unteres Rotationselement (4,5) drehbar gelagert sind, wobei das Gehäuse eine einem Saugbereich (24) zugeordnete Eintrittsöffnung (23) sowie eine einem Druckbereich (25) zugeordnete Austrittsöffnung (15) für die zu pumpende Flüssigkeit oder das Fluid aufweist und der Saugbereich (24) mittels eines Dichtsteges (8,8.1,8,2) vom Druckbereich getrennt ist, und das obere oder das untere Rotationselement (4,5) mit einem Rotationsantrieb gekoppelt werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotationselemente (4,5) auf den einander zugewandten Seiten mit radial verlaufenden Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) ausgebildet sind, wobei die Erhebungen (6) auf dem oberen Rotationselement (4,5) komplementär zu den Vertiefungen (7) auf dem unteren Rotationselement (4,5) und die Vertiefungen (7) auf dem oberen Rotationselement (4,5) komplementär zu den Erhebungen (6) auf dem unteren Rotationselement (4,5) ausgebildet sind, und die Rotationsachsen (A5.1, A5.2) des oberen Rotationselements (4,5) und des unteren Rotationselements (4,5) einen von Null verschiedenen Winkel (α_1 , α_2) zueinander aufweisen, wobei die Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) auf dem oberen und unteren Rotationselement (4,5) in einem Teilbereich (28) der aufeinander zugewandten Seiten in Eingriff miteinander und in einem anderen Teilbereich voneinander entfernt sind.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rotationselement (4,5) eine symmetrisch zur jeweiligen Rotationsachse angeordnete Aussparung (12) auf der einander zugewandten Seite aufweist, wobei die Aussparung die Form eines Kugelteils aufweist, und an dem anderen Rotationselement (5,4) ein zur Aussparung (12) komplementärer, teilkugelförmiger Vorsprung ausgebildet ist, oder beide Rotationselemente (4,5) eine symmetrisch zur jeweiligen Rotationsachse angeordnete Aussparung (12) auf der einander

- zugewandten Seite aufweisen, wobei die Aussparung die Form eines Kugelteils aufweist, und eine komplementär zu den Aussparungen ausgebildete Kugel (11) oder Teilkugel zur Lagerung des oberen und unteren Rotationselements (4,5) in den Aussparungen (12) angeordnet ist.
- 5
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kugel-Mittelpunkt der Kugel (11), Teilkugel bzw. des teilkugelförmigen Vorsprungs deckungsgleich mit dem Schnittpunkt der Rotationsachsen (A5.1, A5.2) des oberen und unteren Rotationselementes (4,5) ist.
- 10
4. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) als Verzahnung, insbesondere als Geradverzahnung, Schrägverzahnung oder Bogenverzahnung ausgebildet sind, wobei das obere und untere Rotationselement (4,5) die gleiche Zähnezahl aufweisen.
- 15
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationselemente (4,5) als Kegelräder ausgebildet sind, wobei die Spitze des Teilkreis-Kegels der Kegelräder im Kugel-Mittelpunkt der Kugel (11), Teilkugel bzw. des teilkugelförmigen Vorsprungs liegt.
- 20
6. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen zweiteiligen Dichtsteg (8.1,8.2), wobei die Trennlinie zwischen den Dichtsteg-Teilen in einer Ebene liegt, die durch die Winkelhalbierendenschar des Winkels zwischen den Rotationsachsen (A5.1, A5.2) der Rotationselemente (4,5) gebildet wird.
- 25
7. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen mehrteiligen Dichtsteg, welcher durch eine innere Vorspannung, insbesondere durch Federmittel (39), und/oder durch eine Öffnung (40) zur Druckseite der Pumpe hin zur Anpressung an die Aussparungs-/Erhebungsseite der Rotationselemente (4,5) ausgebildet ist.
- 30
8. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationselemente durch ein Druckelement (35,36), das im Wesentlichen gegenüberliegend zum Eingriffsbereich

(28) der Aussparungen/Erhebungen (6,7) angeordnet ist, mit einem Druck oder einer Vorspannung beaufschlagt wird.

- 5 9. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (2,3) für die Rotationselemente (4,5) jeweils einen Lagersitz (14,30) aufweist, wobei der Lagersitz (14,30) als Teilkegel oder Teilkugel ausgebildet ist und die Rotationselemente (4,5) eine komplementär zum Lagersitz (14,30) ausgebildete Lager-Außenseite (13) aufweisen.
- 10 10. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwischen einem Rotationselement (4,5) und dem dazu komplementären Gehäusebereich (41) eine Verstellchale (43) angeordnet ist, wobei die Verstellchale (43) als Lagersitz für das Rotationselement (4,5) ausgebildet ist, und zum Gehäuse (41) hin eine im wesentliche Teilkugelförmige Oberfläche aufweist, und das Gehäuse (41) eine komplementäre Teilkugeloberfläche aufweist, wobei die Verstellchale (43) ein Eingriffselement (44), insbesondere eine Zahnreihe auf der Teilkugeloberfläche, zur Übertragung eines Drehmoments auf die Verstellchale (43) aufweist und im Gehäuse (41) ein Betätigungsmechanismus (47), insbesondere ein Zahnstange mit einer Zahnreihe, die komplementär zur Zahnreihe auf der Teilkugeloberfläche ausgebildet ist, und die zum Antrieb mittels Mechanik, Hydraulik und/oder Elektrik ausgebildet ist, oder einem Schneckengetriebe, oder einem Hydraulik- oder Pneumatikzylinder, zum Ausüben eines Drehmoments auf die Verstellchale (43) ausgebildet ist oder die Verstellchale (43) mittels einer Vorspannung, insbesondere über ein Federelement (50), mit einem Drehmoment beaufschlagt ist, und mittels des Drehmomentes eine Verdrehung der Verstellchale (43) im Gehäuse (41) zur Veränderung des Winkels (α_1 , α_2) der Rotationsachsen (A5.1, A5.2) der Rotationselemente (4,5) durchgeführt werden kann oder bei Überschreiten eines durch den Innendruck der Pumpvorrichtung (1) verursachten Grenz-Drehmoments eine Drehung der Verstellchale (43) im Gehäuse (41) zur Veränderung des Winkels
- 15
- 20
- 25
- 30

- (α_1 , α_2) der Rotationsachsen (A5.1, A5.2) der Rotationselemente (4,5) bewirkt wird.
11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellchale bezogen auf die Drehachse (A5.1) des in ihr gelagerten Rotationselementes (5) drehfest gelagert ist, insbesondere mittels eines als Zweiflach ausgebildeten Eingriffselements (44) oder mittels einer Nut/Nutstein (52,53) Kombination in Verstellchale (43) und Gehäuse (41).
12. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Lagerung der Rotationselemente (4,5) mittels Gleitlagerung, Radial- oder Axialkugellagerung.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotationselement (4,5) mit Verstellchale (43) eine Nut an der Teilkugeloberfläche aufweist, die sich kreisförmig in einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse des Rotationselementes (4,5) um die Oberfläche erstreckt, und ein zweiteiliger Dichtsteg sich zwischen den Rotationselementen befindet, wobei ein Dichtstegteil ein komplementäres Eingriffselement zum Eingriff in die Nut aufweist, und die Dichtstegteile auf ihrer einander zugewandten Seite komplementäre Erhebungen und Vertiefungen aufweisen, insbesondere mit einem rechteckförmigen Querschnitt, die zum Eingriff ineinander ausgebildet sind.
14. System aus zwei oder mehreren Pumpen (60,61,62,63) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Gehäuses zwei oder mehrere Paare von Rotationselementen angeordnet sind, wobei jeweils ein Rotationselement eines ersten Paares von Rotationselementen drehfest mittels einer Kupplung, Welle, Eingriffselementen oder einer Direktverbindung mit einem Rotationselement eines zweiten Paares von Rotationselementen verbunden ist und jedem Paar von Rotationselementen ein eigener Saugbereich und ein eigener Druckbereich zugeordnet ist.
15. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Saugbereich eines ersten Paares von Rotationselementen mit dem

Druckbereich eines zweiten Paares von Rotationselementen verbunden ist.

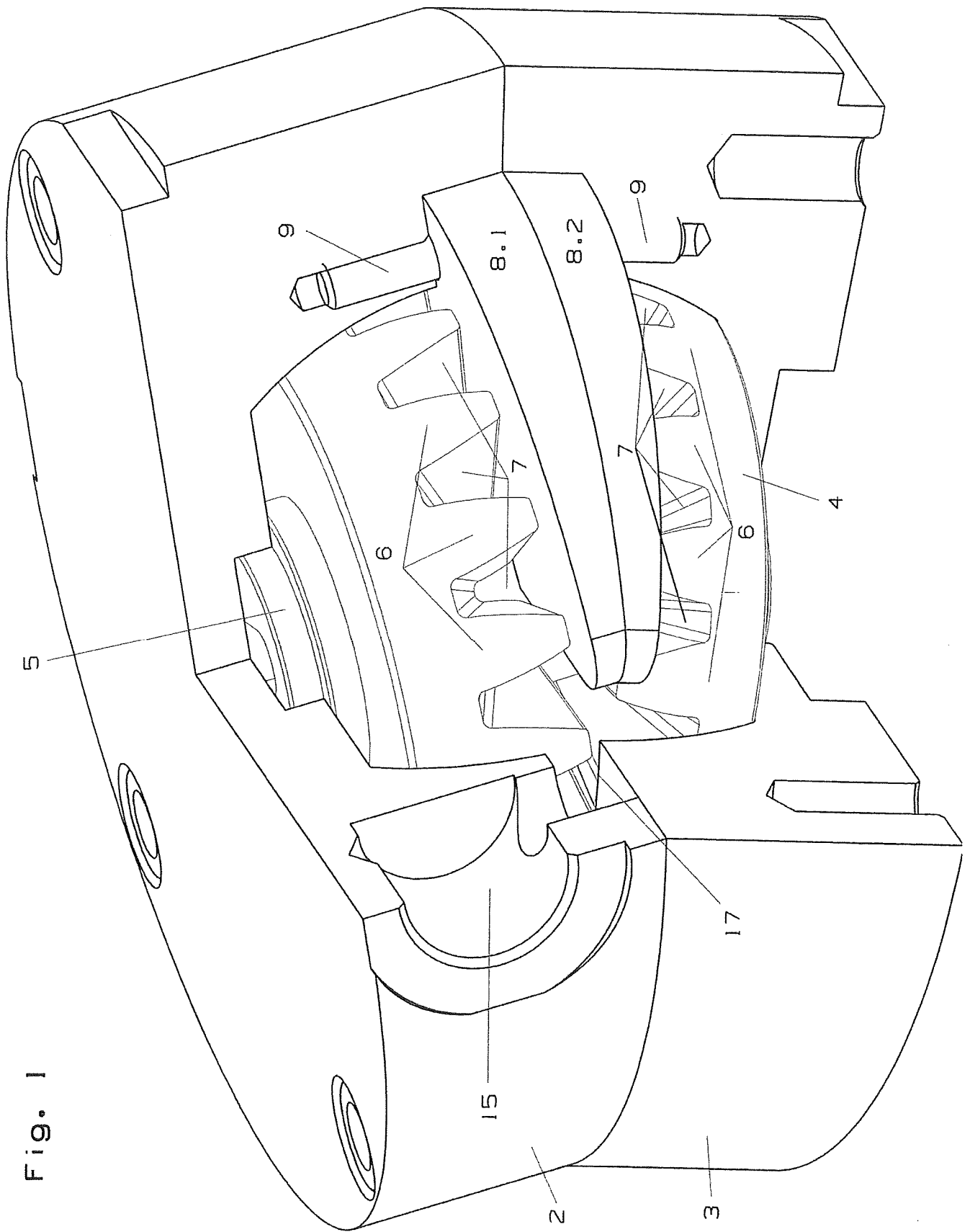
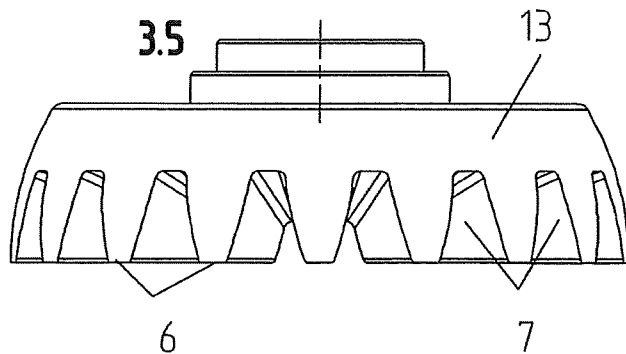
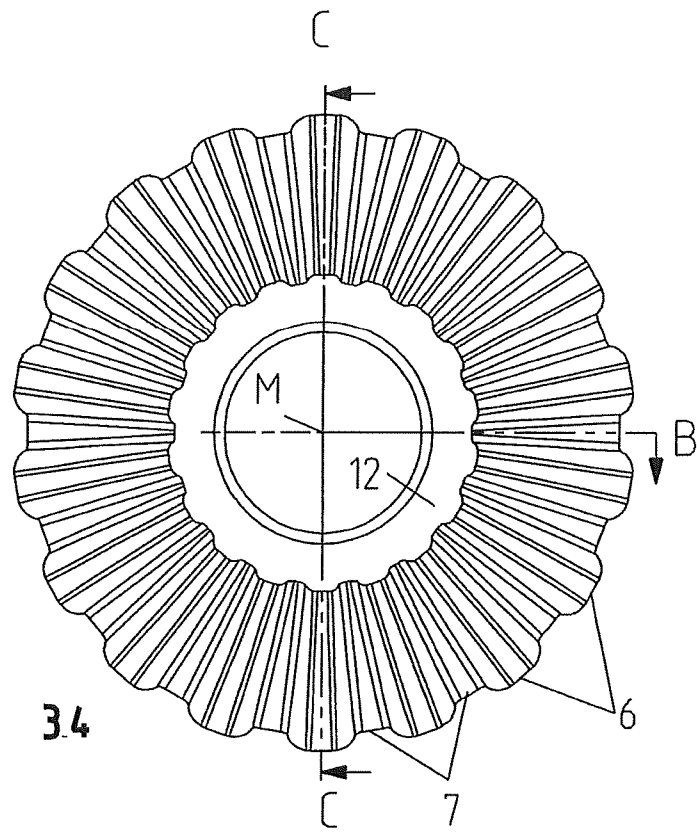
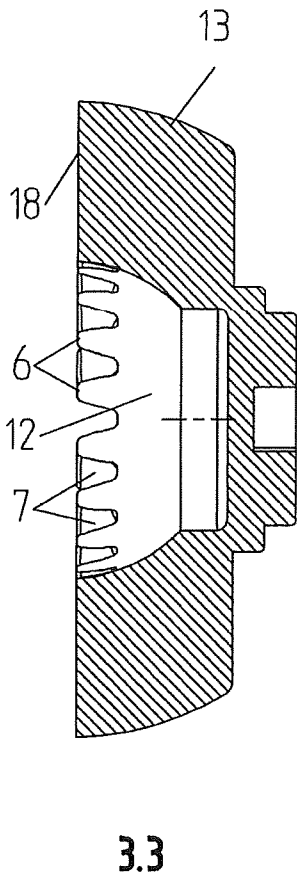
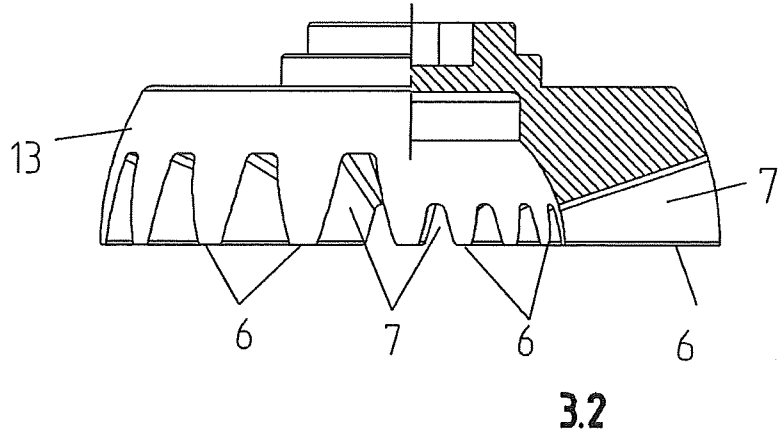
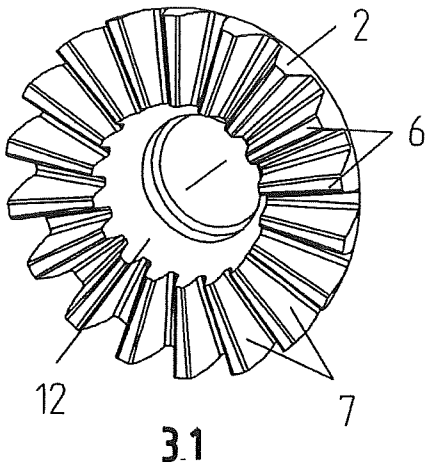


Fig. 1

Fig. 3



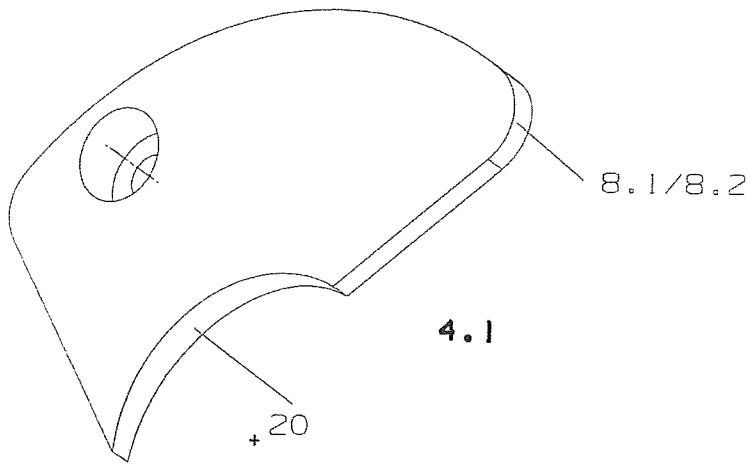
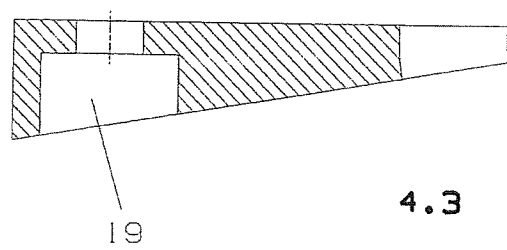
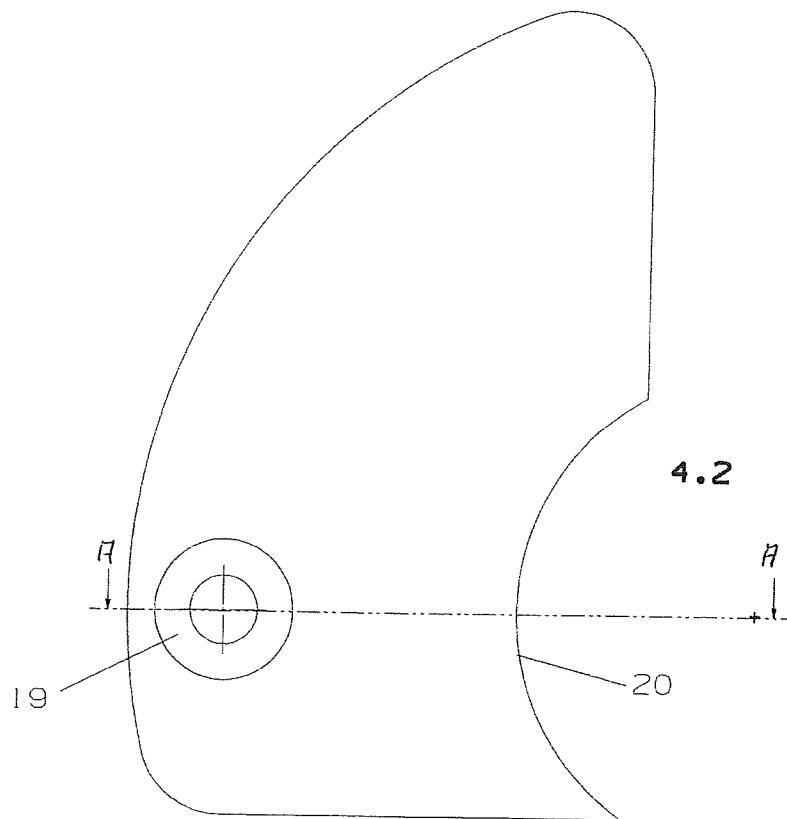


Fig. 4



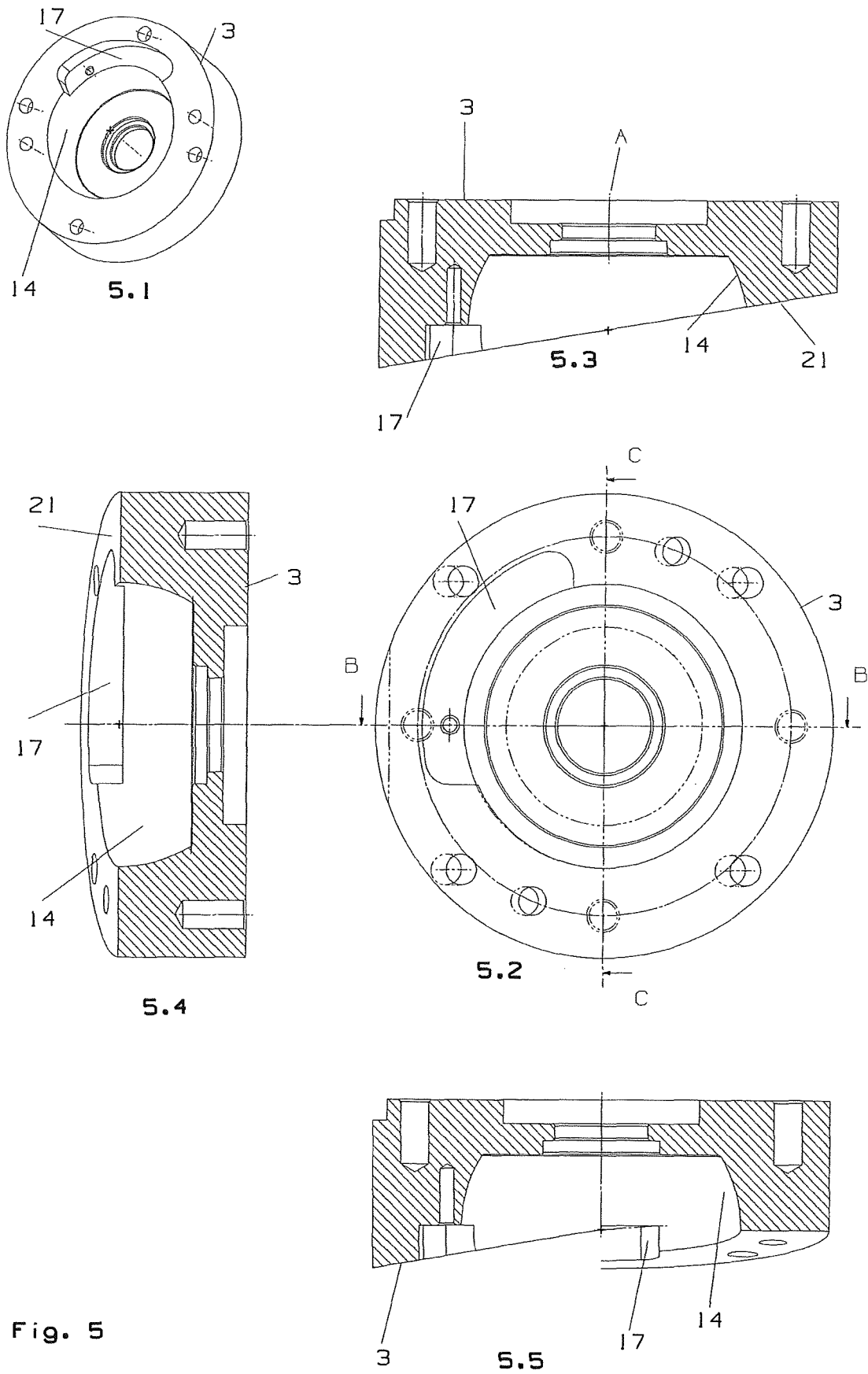


Fig. 5

Fig. 6

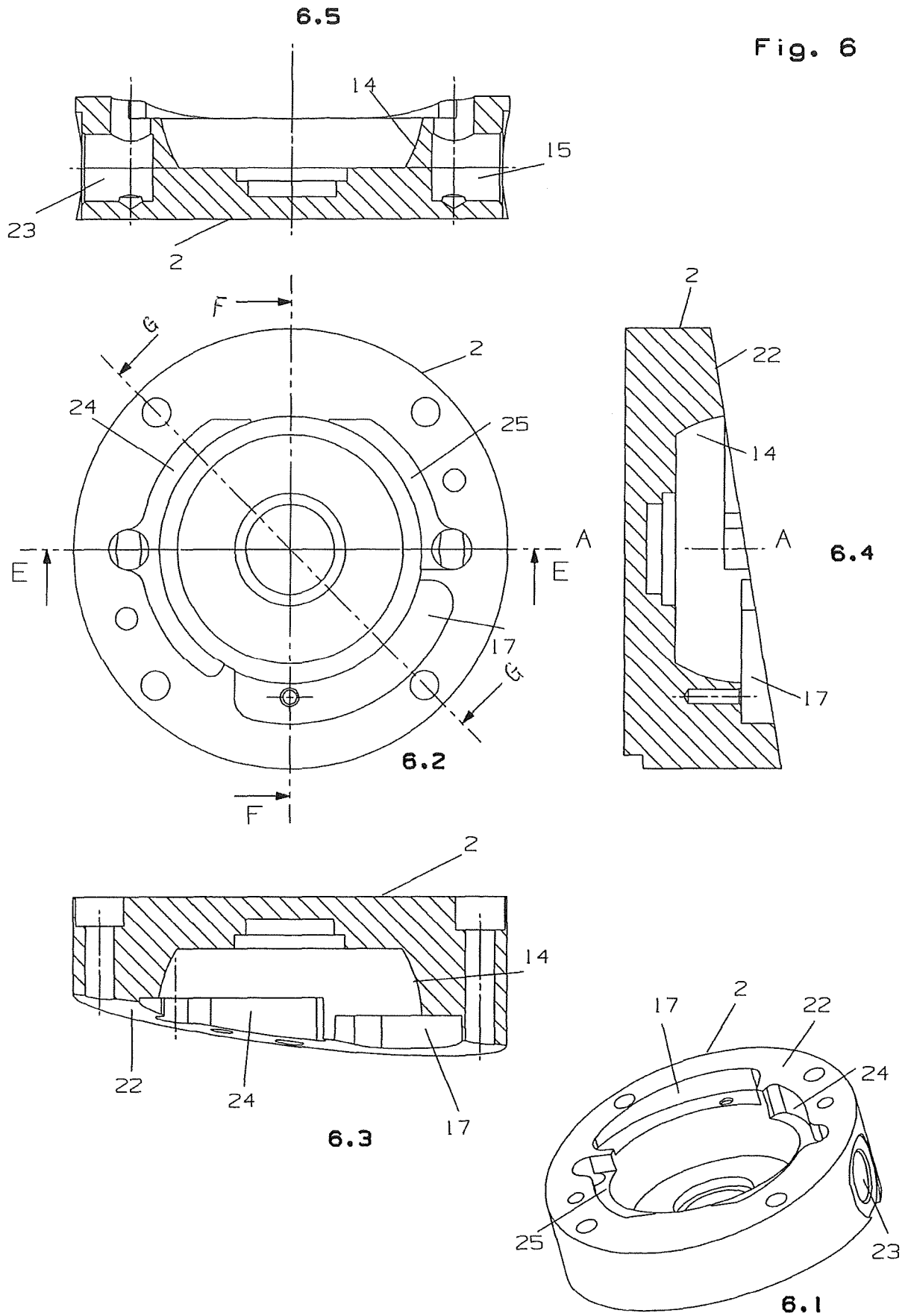
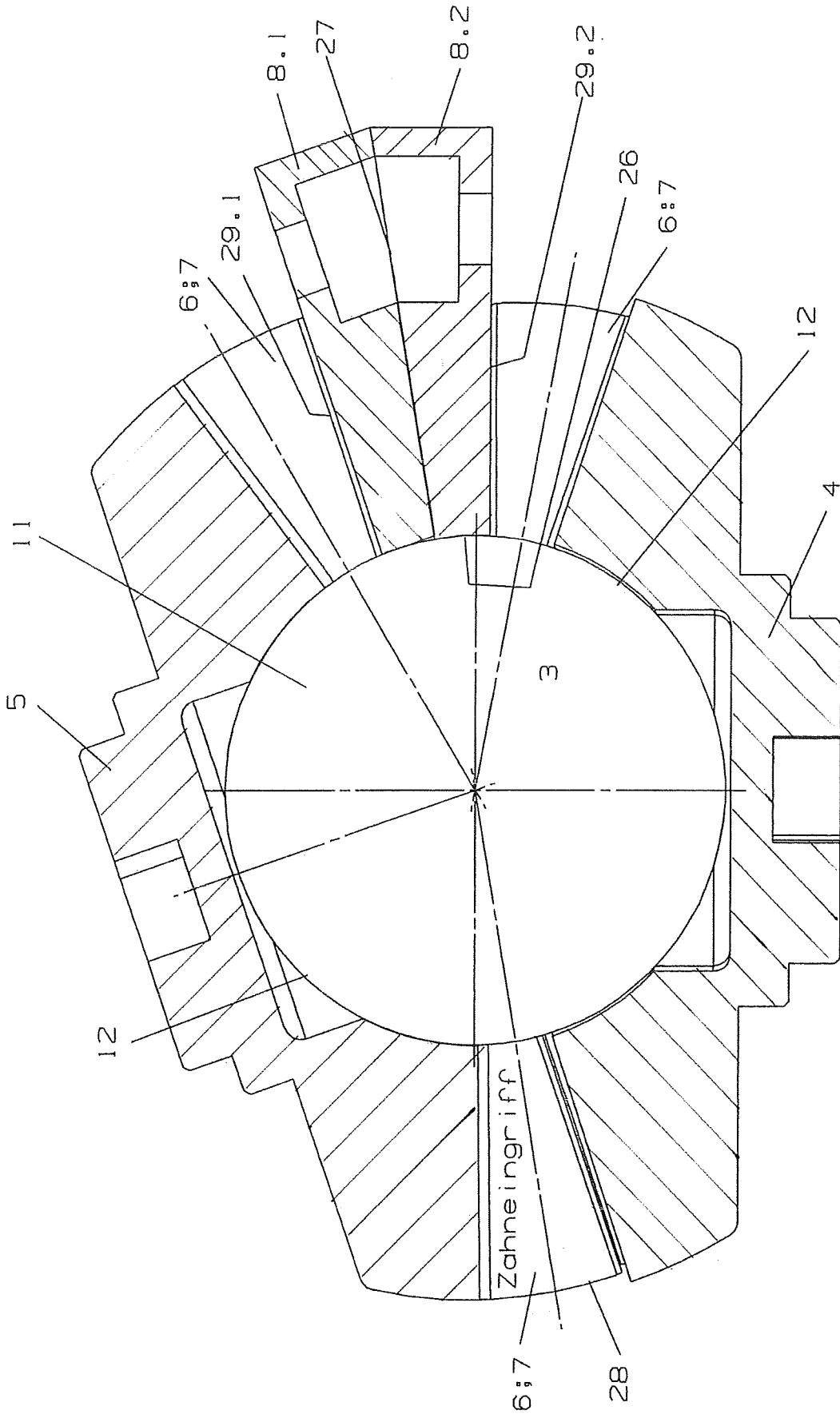


Fig. 7



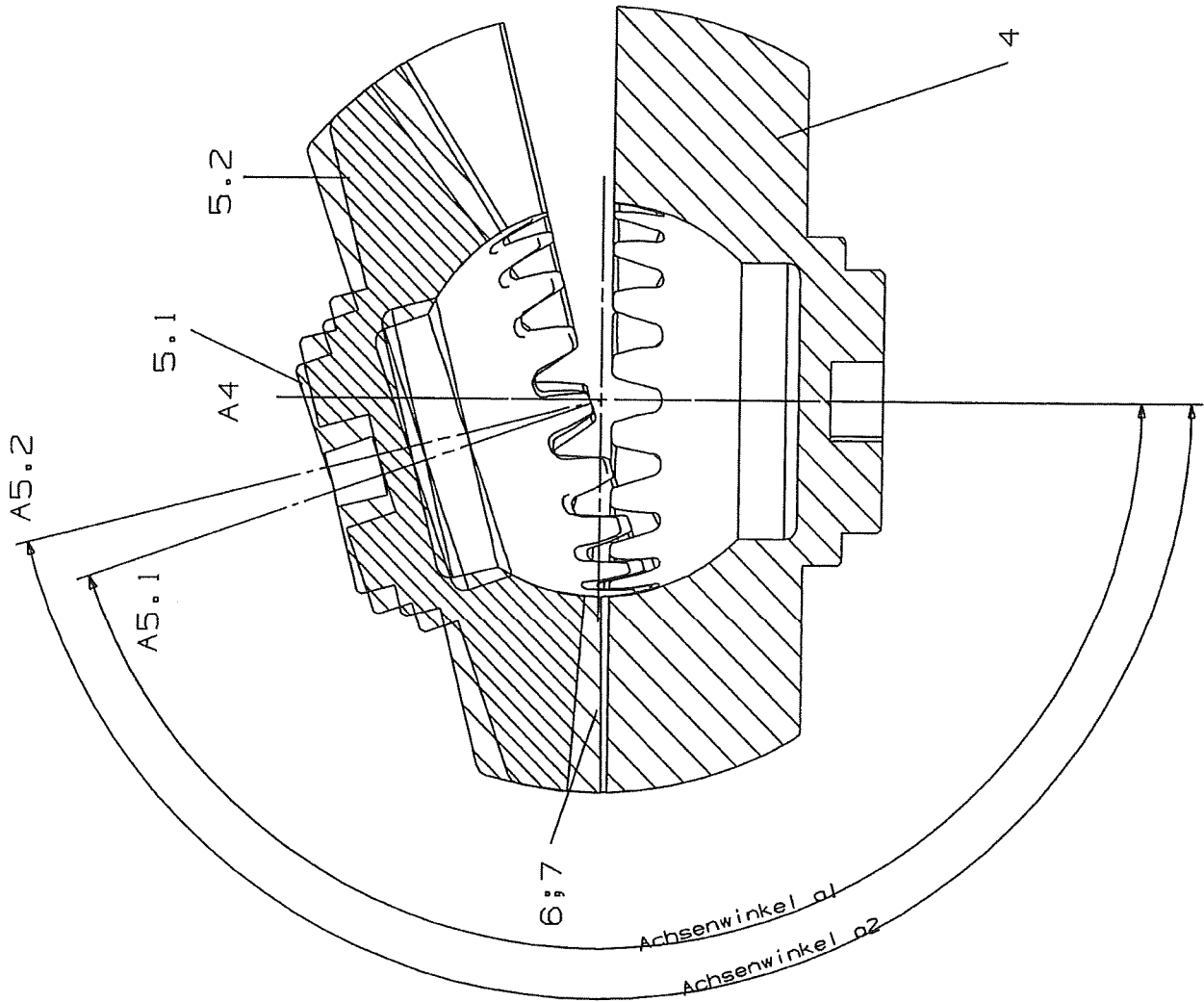


Fig. 8

Fig. 9

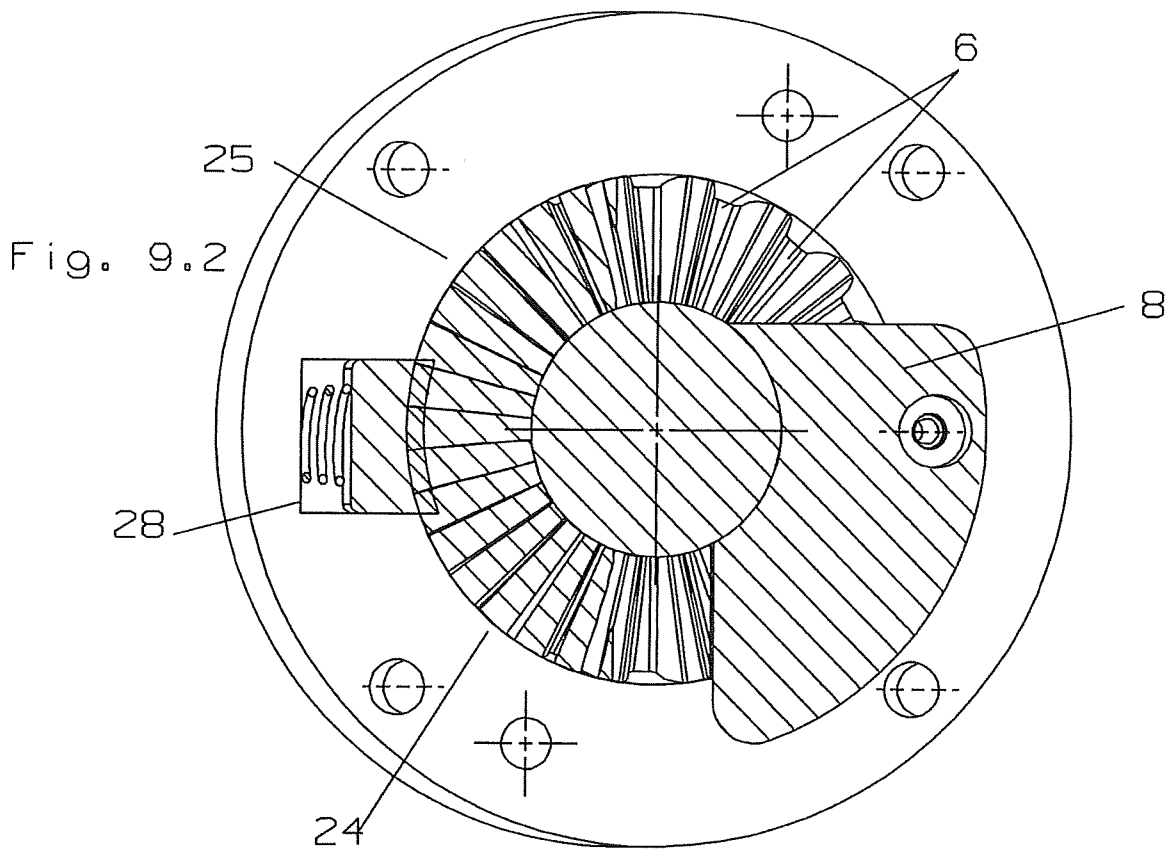
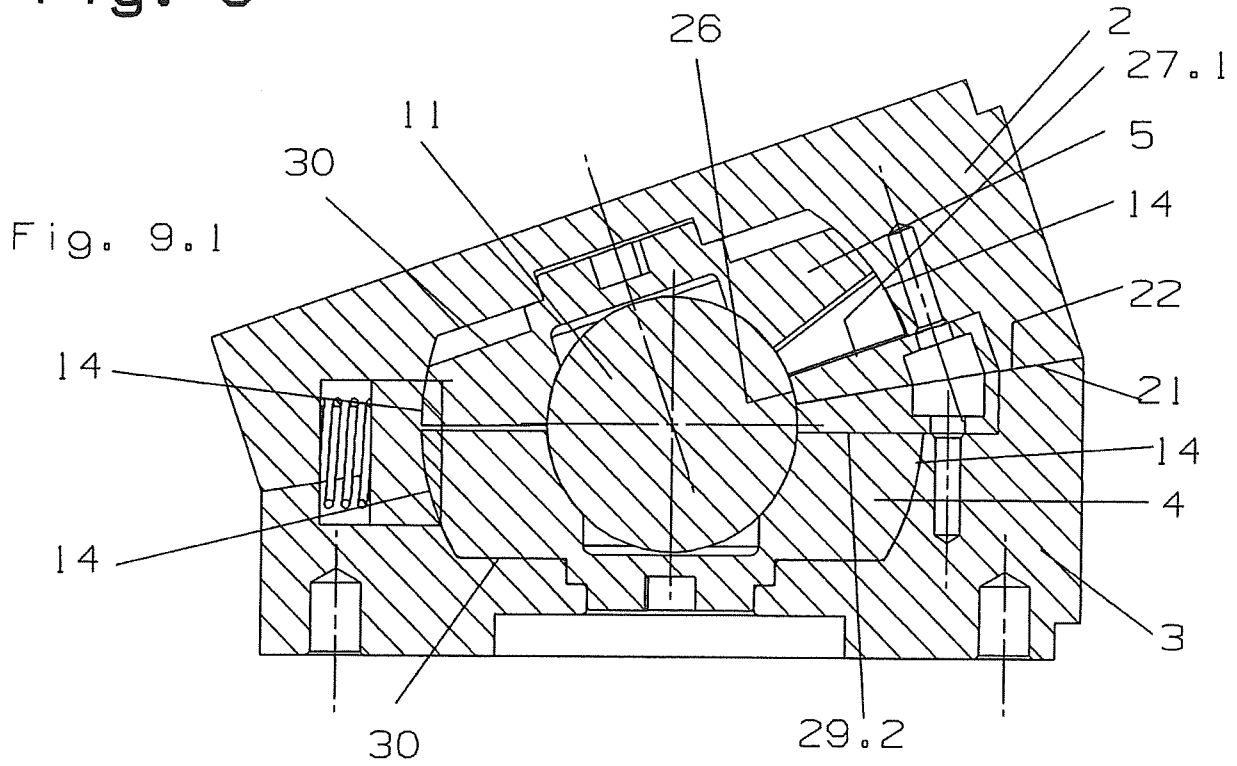


Fig. 9

Fig. 9.3

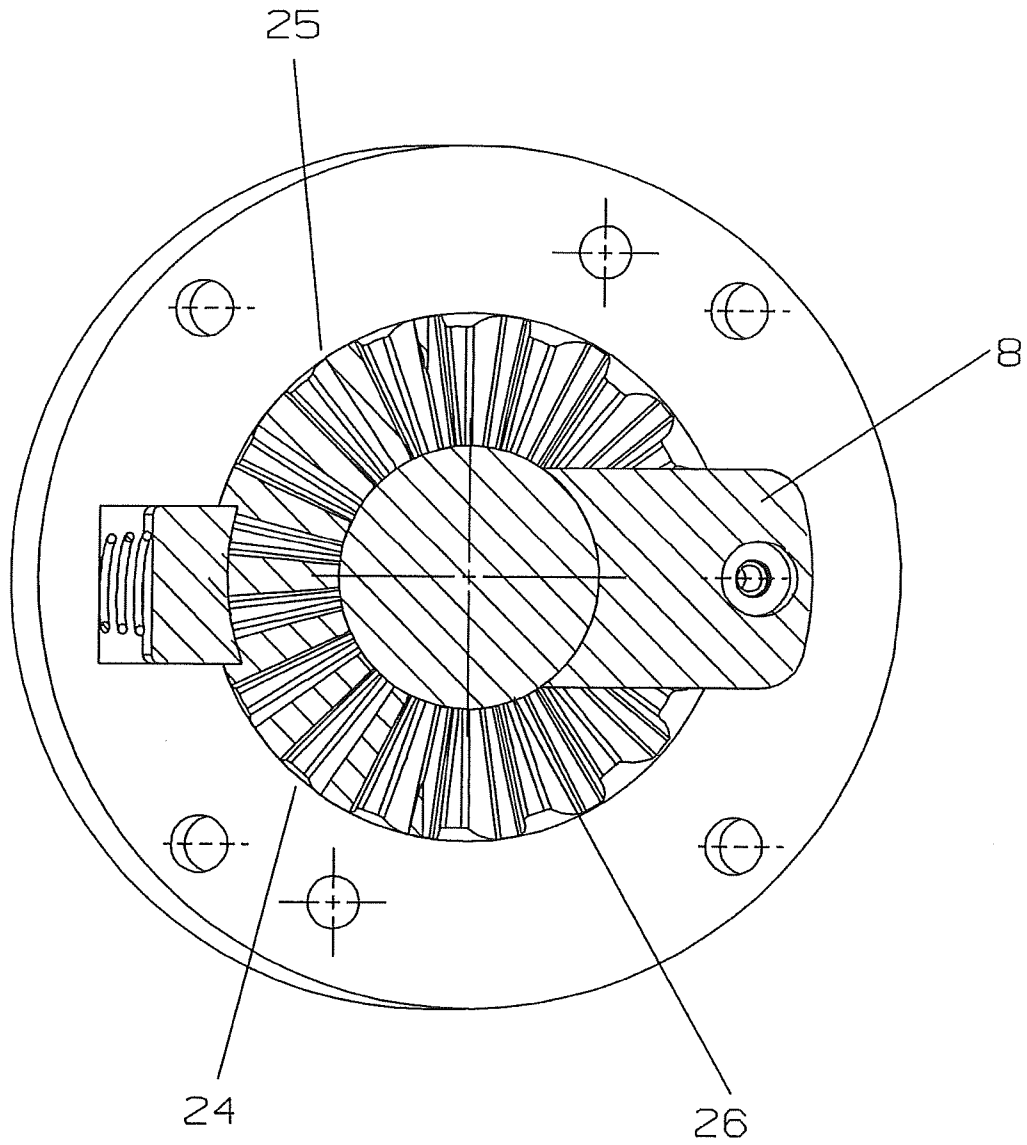


Fig. 10

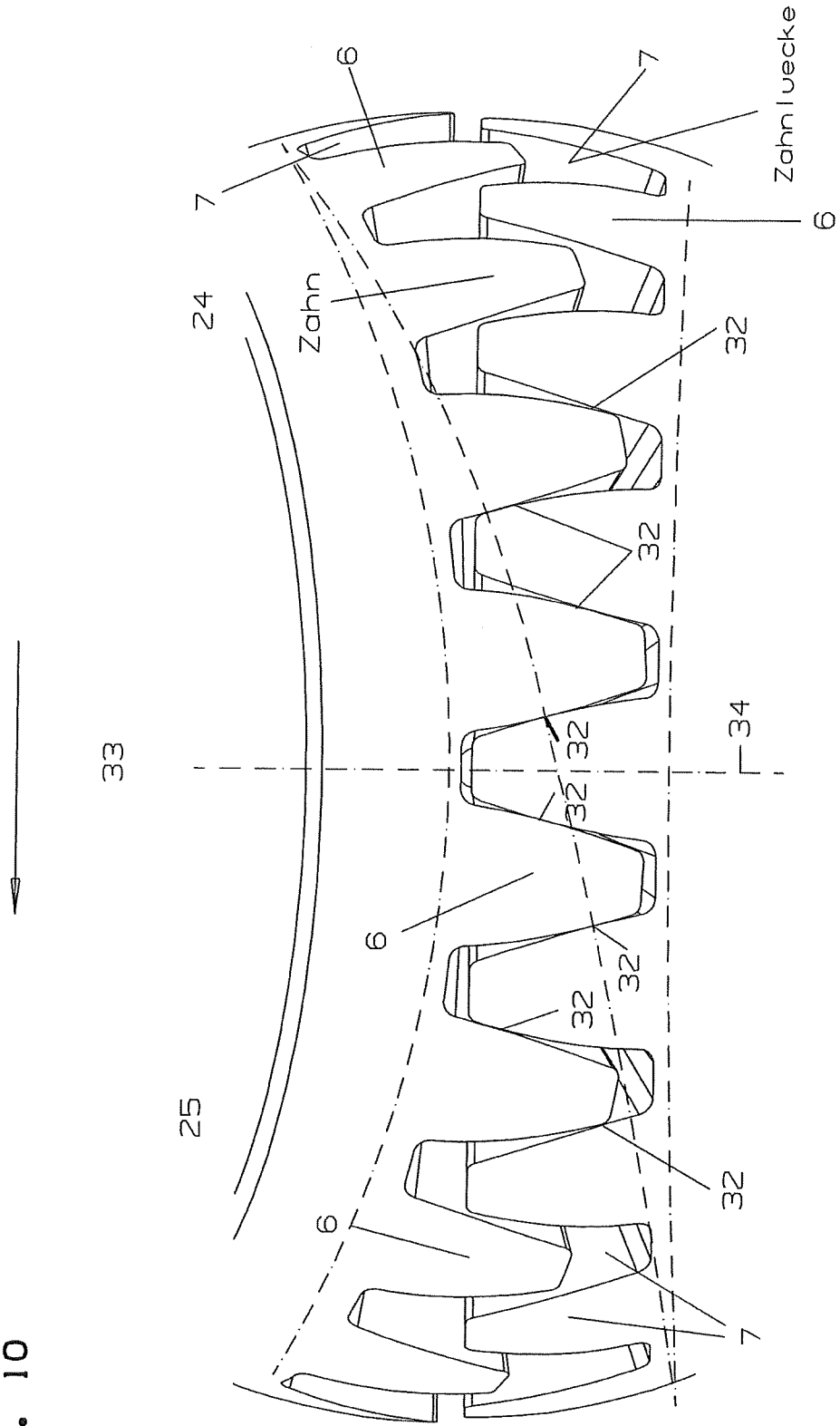


Fig. 11

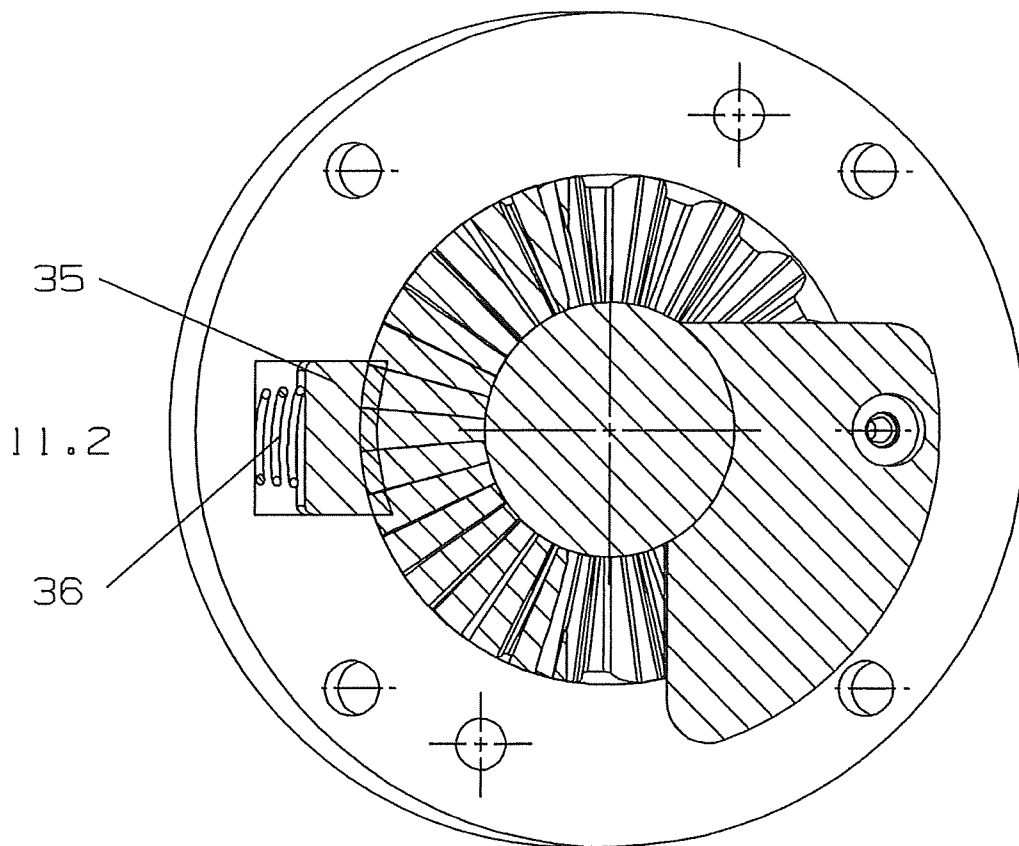
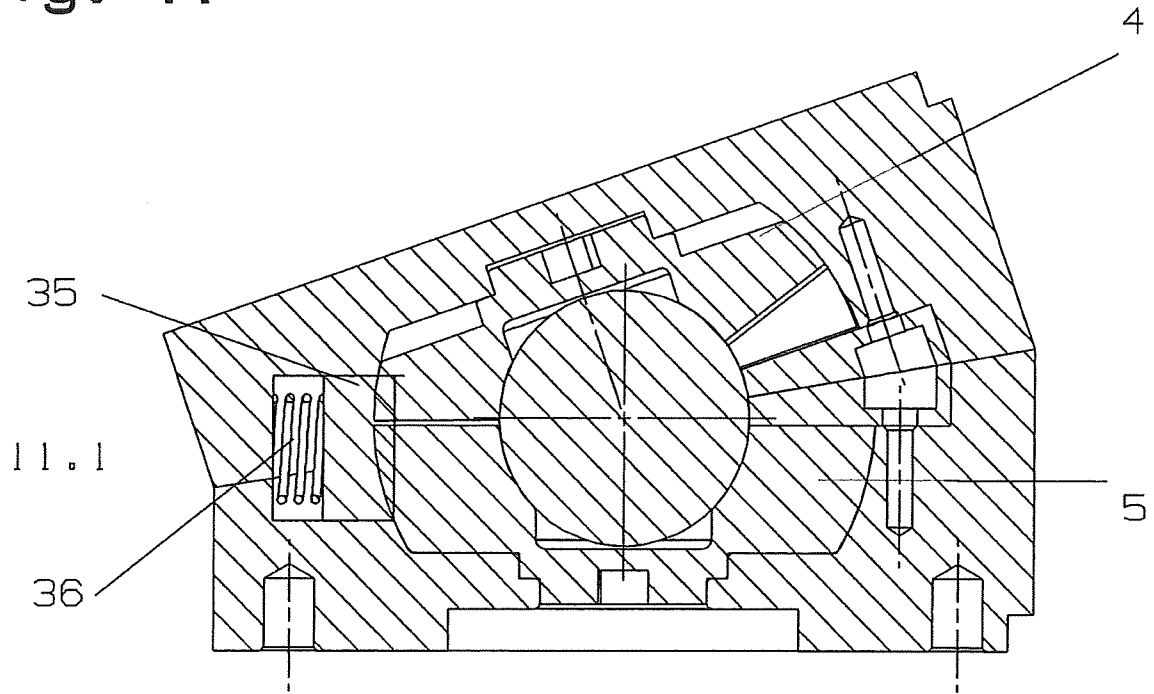


Fig. 12

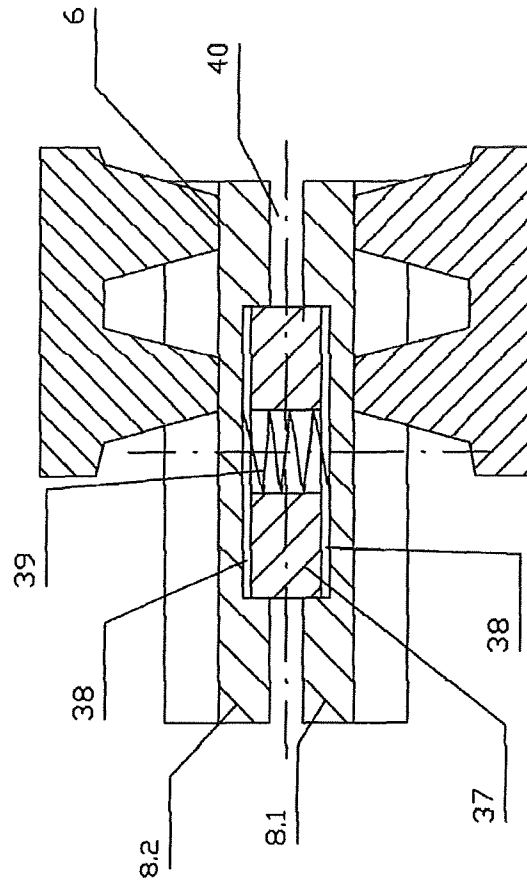


Fig. 13

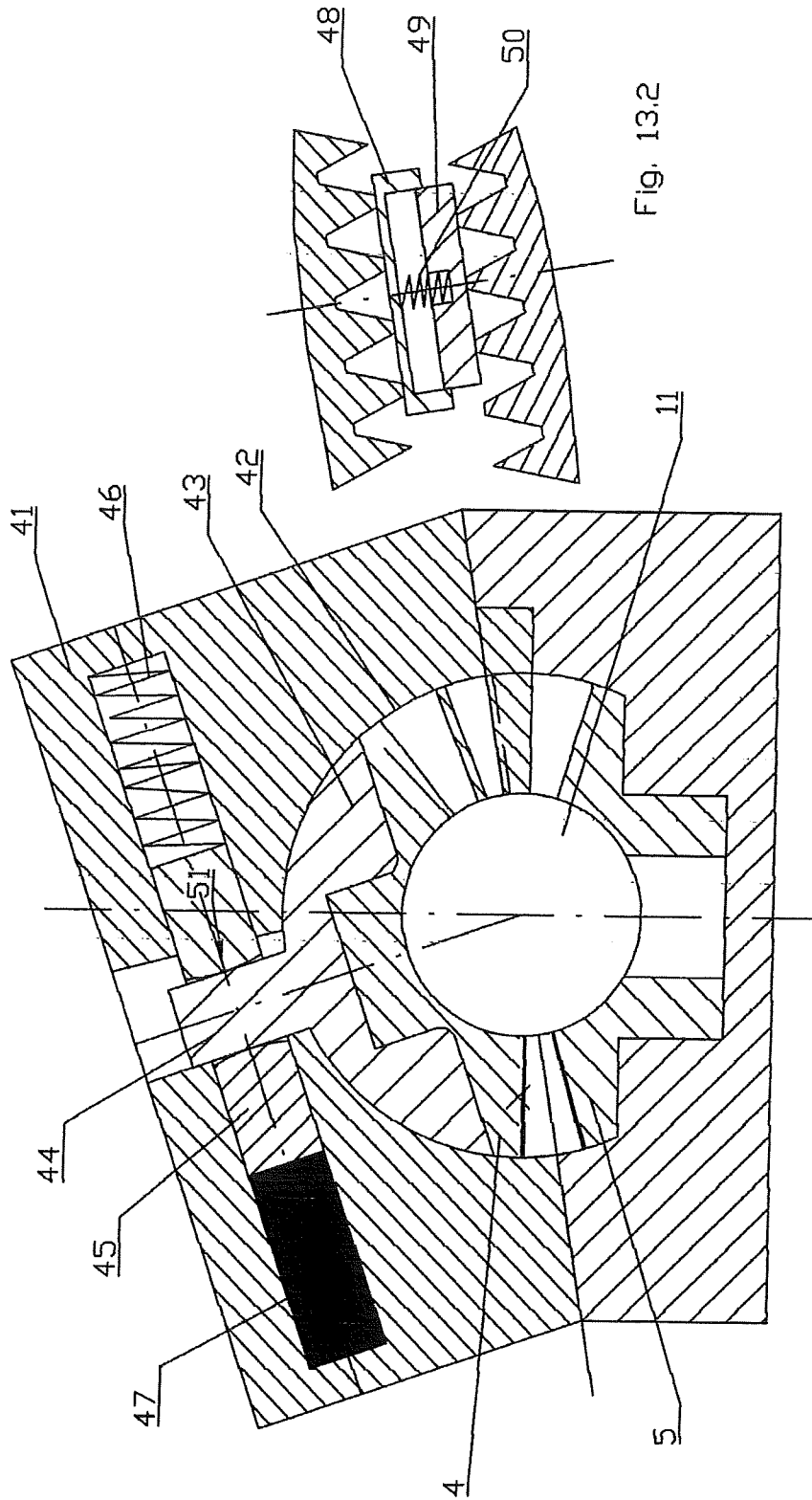


Fig. 13.2

Fig. 14

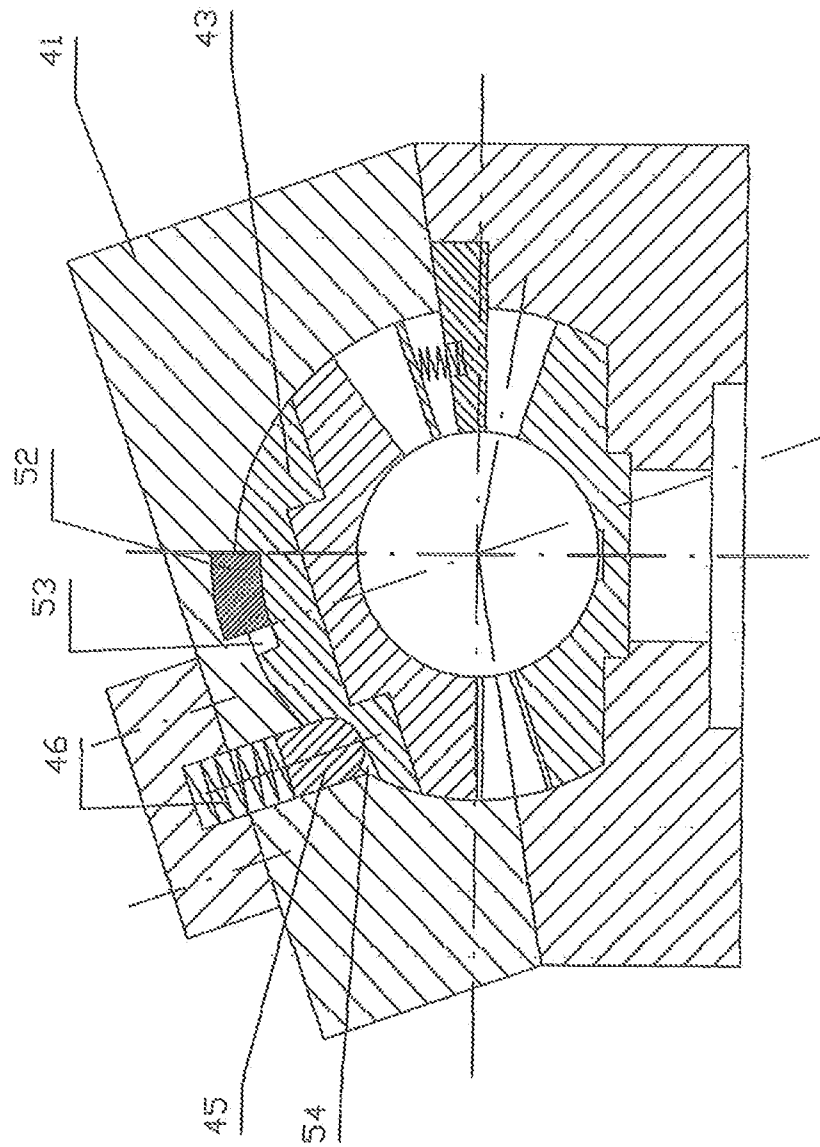


Fig. 15

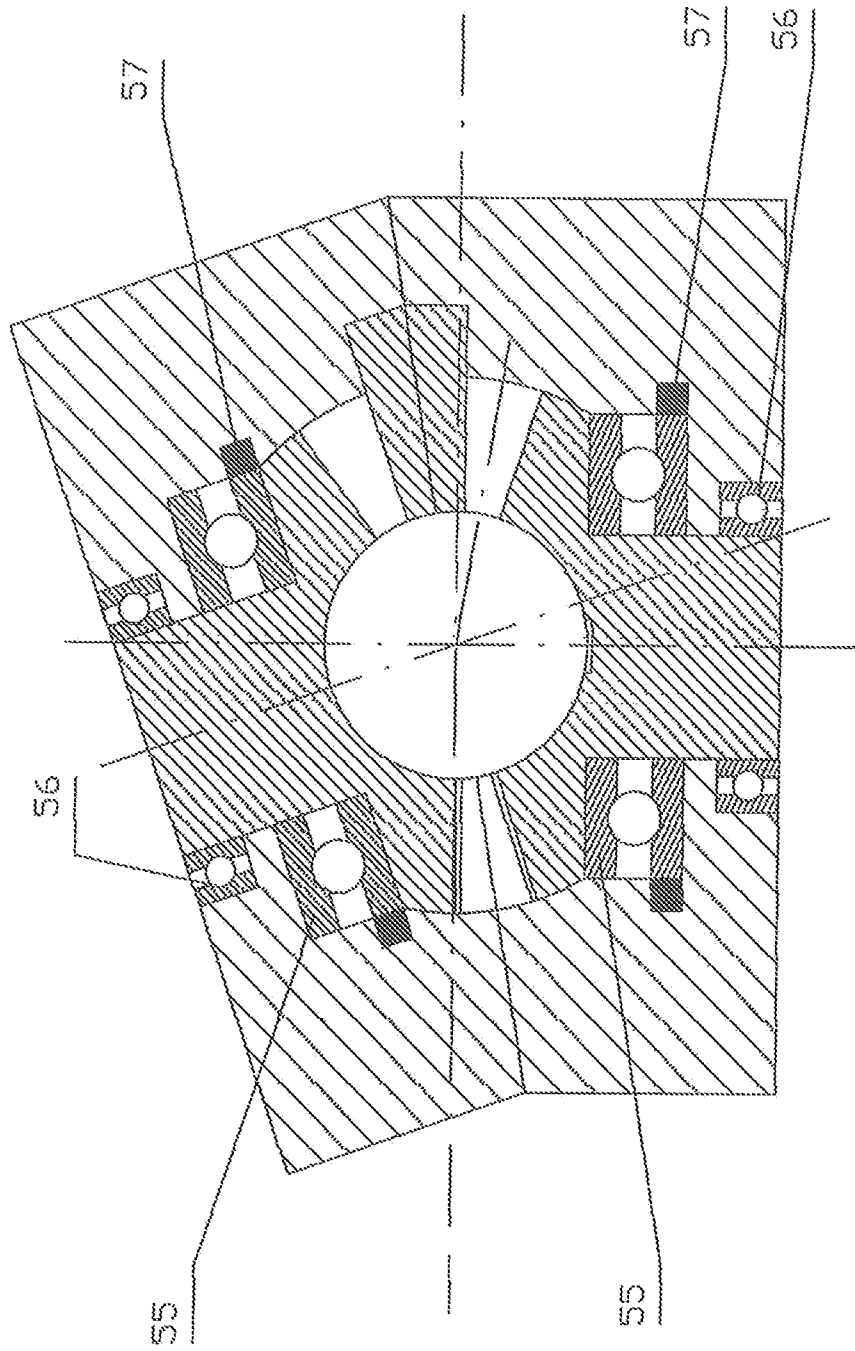


Fig. 16

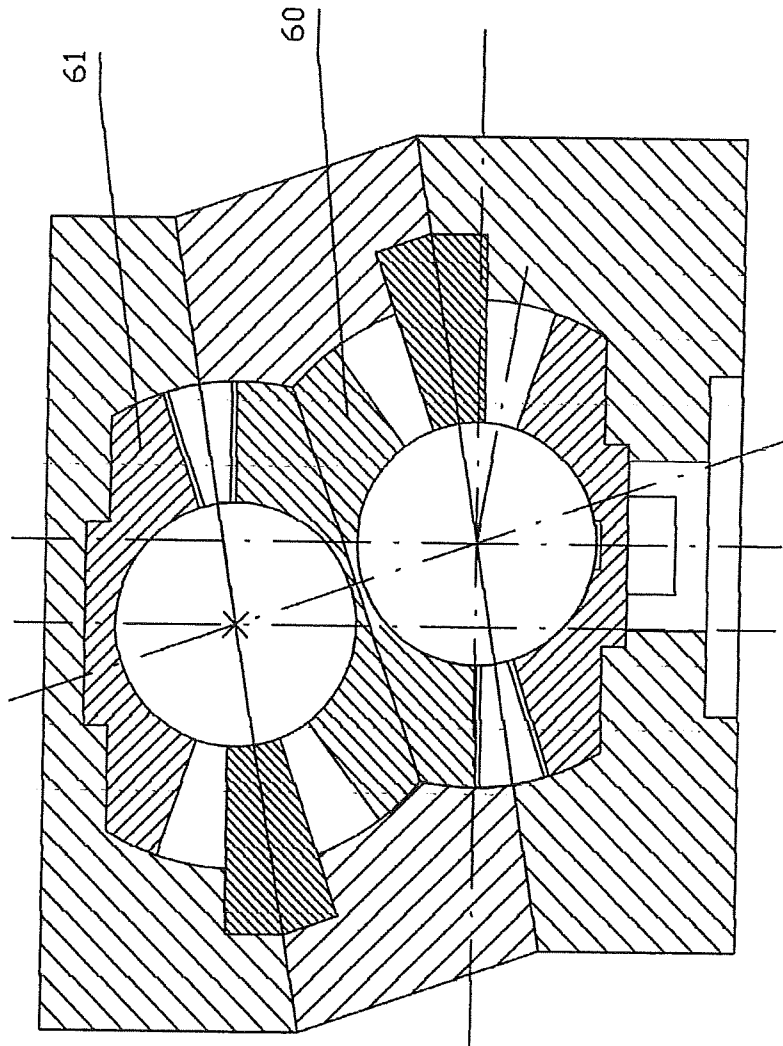
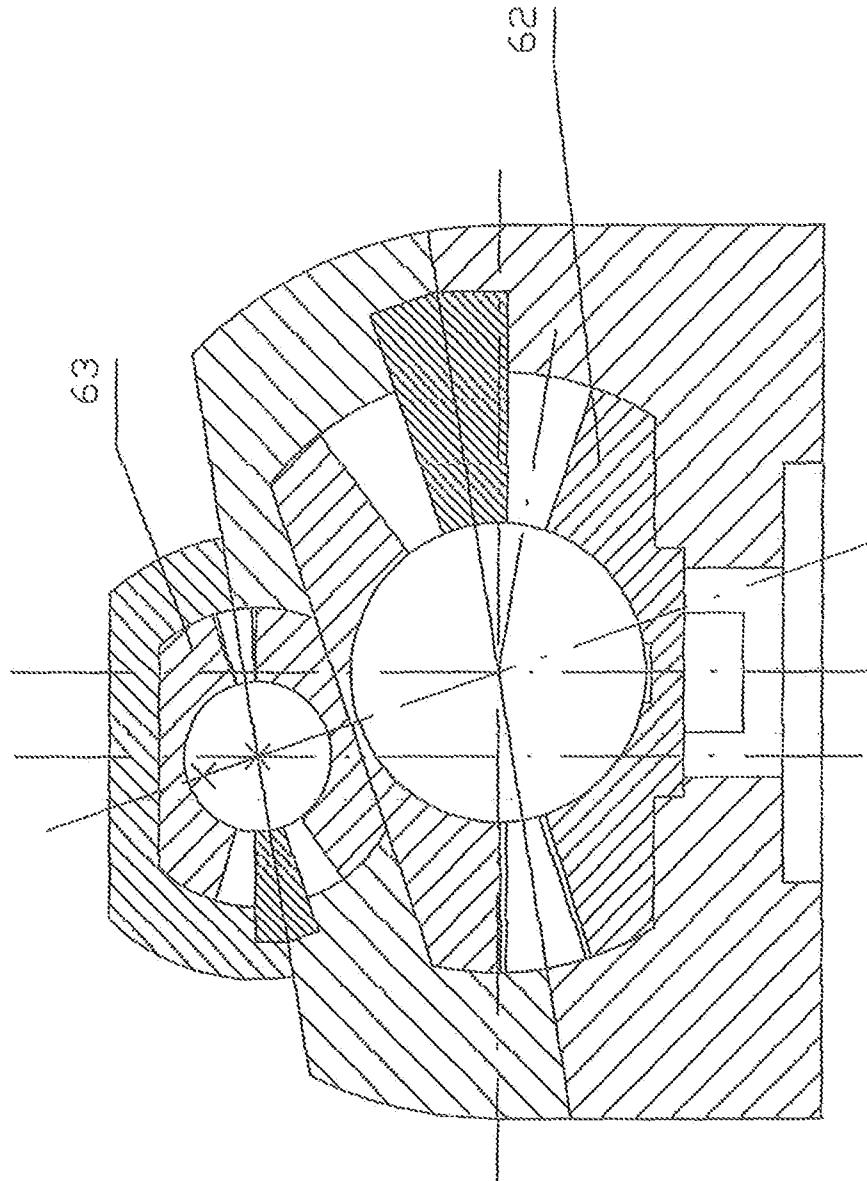


Fig. 17



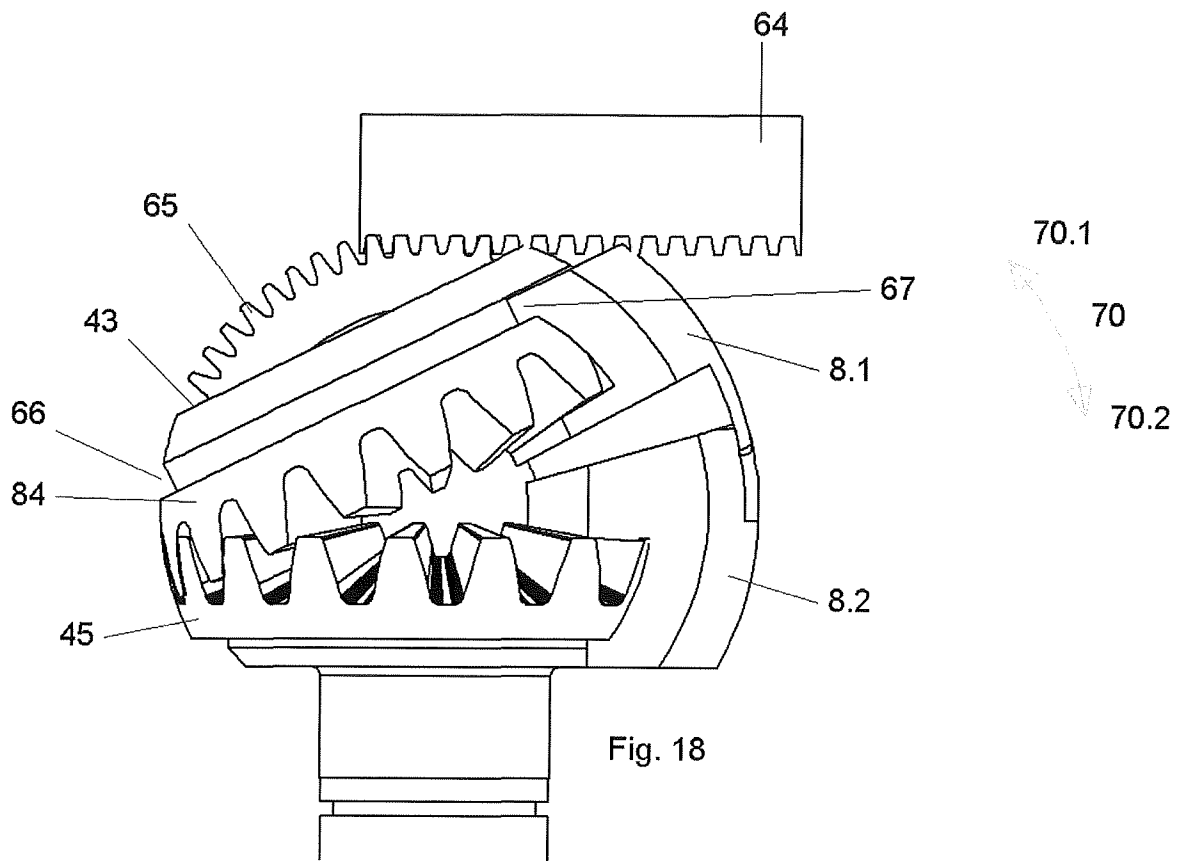


Fig. 18

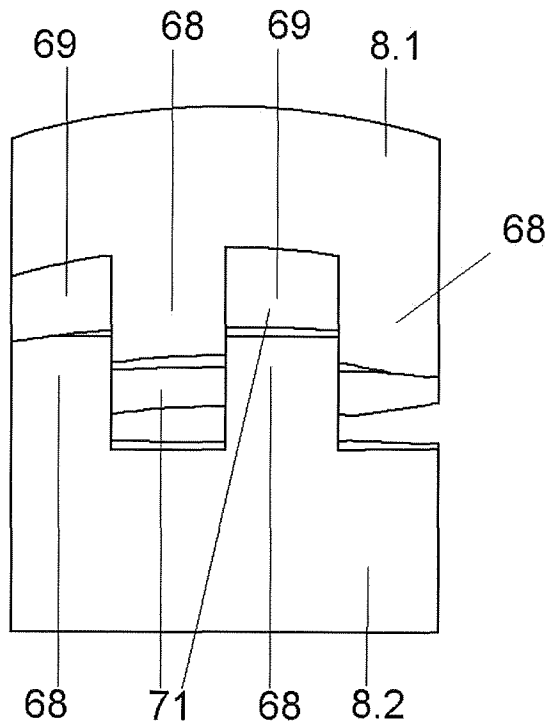


Fig. 19