(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 963 628 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.01.2015 Patentblatt 2015/02

(21) Anmeldenummer: **06819789.6**

(22) Anmeldetag: **28.11.2006**

(51) Int Cl.:
F01L 1/352 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/068964

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/068576 (21.06.2007 Gazette 2007/25)

(54) **NOCKENWELLENVERSTELLER**

CAMSHAFT ADJUSTER

DISPOSITIF DE REGLAGE D'UN ARBRE A CAMES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR HU IT RO

(30) Priorität: **15.12.2005 DE 102005059860**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.09.2008 Patentblatt 2008/36

(73) Patentinhaber: **Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG**
91074 Herzogenaurach (DE)

(72) Erfinder:
- **KOHRS, Mike**
  02681 Wilthen (DE)
- **SCHÄFER, Jens**
  91074 Herzogenaurach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 715 059
DE-A1- 10 222 475
DE-A1- 10 248 355
JP-A- 2001 107 709
US-A1- 2005 103 299

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 963 628 B1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Nockenwellenversteller für eine Brennkraftmaschine, in dem eine Schmierung über einen Schmiermittelstrom erfolgt, insbesondere gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, 12, 17, 18 oder 20.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Nockenwellenversteller lassen sich wie folgt grob klassifizieren:

A. Phasenversteller mit einem Stellglied, also einer Funktionseinheit, die in den Massenstrom oder Energiefluss eingreift, welches beispielsweise hydraulisch, elektrisch oder mechanisch ausgebildet ist, und sich mit Getriebeelementen des Nockenwellenverstellers mitdreht.

B. Phasenversteller mit einem separaten Steller, also einer Funktionseinheit, in der aus der ReglerausgangsgröfSe die zur Aussteuerung des Stellgliedes erforderliches Stellgröße gebildet wird, und einem separaten Stellglied. Hier gibt es folgende Bauformen:

a. Phasenversteller mit einem mitdrehenden Aktuator und einem mitdrehenden Stellglied, beispielsweise ein hochübersetzendes Getriebe, dessen Verstellwelle durch einen mitdrehenden Hydraulikmotor oder Fliehkraftmotor vorverstellt werden kann und mittels einer Feder rückverstellt werden kann.

b. Phasenversteller mit einem mitdrehenden Stellglied und einem stationären, motorfesten Aktuator, beispielsweise einem Elektromotor oder einer elektrischen oder mechanischen Bremse, s. a. DE z00 38 354 A1, DE 102 05 034 A1, EP 1 043 482 B1.

c. Phasenversteller mit einer richtungsabhängigen Kombination der Lösungen gemäß a. und b., beispielsweise eine motorfeste Bremse, bei der ein Teil der Bremsleistung beispielsweise zum Verstellen nach früh genutzt wird, um eine Feder zu spannen, welche nach Abschaltung der Bremse die Rückverstellung ermöglicht, s. a. DE 102 24 446 A1, WO 03-098010, US 2003 0226534, DE 103 17 607 A1.

[0003] Bei Systemen gemäß B. a. bis B. c sind Aktuator und Stellglied mittels einer Verstellwelle miteinander verbunden. Die Verbindung kann schaltbar oder nicht schaltbar sein, lösbar oder unlösbar, spielfrei oder mit Spiel behaftet und weich oder steif ausgeführt sein. Unabhängig von der Bauform kann die Verstellenergie in Form einer Bereitstellung durch eine Antriebs- und/oder eine Bremsleistung sowie unter Ausnutzung von Verlustleistungen des Wellensystems (z. B. Reibung) und/oder Trägheiten und/oder Fliehkräfte erfolgen. Ein Bremsen, vorzugsweise in Verstellrichtung "spät" kann auch unter vollständiger Ausnutzung oder Mitbenutzung der Reibleistung der Nockenwelle erfolgen. Ein Nockenwellenversteller kann mit oder ohne eine mechanische Begrenzung des Verstellbereiches ausgestattet sein. Als Getriebe in einem Nockenwellenversteller finden ein- oder mehrstufige Drei-Wellen-Getriebe und/oder Mehrgelenk bzw. Koppelgetriebe Einsatz, beispielsweise in Bauform als Taumelscheibengetriebe, Exzentergetriebe, Planetengetriebe, Wellgetriebe, Kurvenscheibengetriebe, Mehrgelenk- bzw. Koppfelgetriebe oder Kombinationen der einzelnen Bauformen bei einer mehrstufigen Ausbildung.

[0004] Für einen Betrieb des Nockenwellenverstellers ist eine Zufuhr eines Schmiermittels zu Schmierstellen, insbesondere Lagerstellen und/oder wälzenden Verzahnungen, erforderlich, wobei das Schmiermittel einer Schmierung und/oder Kühlung relativ zueinander bewegter Bauelemente des Nockenwellenverstellers dient. Hierzu besitzen Nockenwellenversteller einen Schmiermittelkreislauf, der beispielsweise mit dem Schmiermittelkreislauf der Brennkraftmaschine gekoppelt sein kann.

[0005] Ein gattungsgemäßer Nockenwellenversteller ist in DE 102 22 475 A1 offenbart. JP 2001 107709 zeigt Strömungselemente in Form von vertikalen Bohrungen.

Aufgabe der Erfindung

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Nockenwellenversteller mit einem verbesserten Schmiermittelkreislauf vorzuschlagen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, dass für bekannte Nockenwellenversteller die Durchsatzmenge des Schmiermittels in dem Nockenwellenversteller durch die Leitungsquerschnitte, das Fördervolumen einer Pumpe im jeweiligen Betriebszustand, die Umgebungstemperatur und die gerade verwendete Sorte des Schmiermittels und den Grad der Verschmutzung bestimmt wird, Die gewählten Strömungsquerschnitte, insbesondere im Bereich des Zulaufes und des Ablaufes werden durch fertigungstechnische Belange bestimmt. Im Betrieb der Nockenwellenversteller hat die Anmelderin festgestellt, dass ein Getriebe eines Nockenwellenverstellers unter Umständen mit einem Schmiermittel nahezu "überschwemmt" wird, insbesondere

- bei hohen Schmiermitteldrücken, sofern dieses von

dem Schmiermittelkreislauf der Brennkraftmaschine bereitgestellt wird, und

- bei einer geringen Viskosität des Schmiermittels, beispielsweise bei hohen Drehzahlen unter hoher Temperatur.

[0009] Hierdurch geht übermäßig viel Energie in dem Nockenwellenversteller infolge einer zu leistenden Panscharbeit verloren. Das Schmiermittel wird unter Umständen stark verschäumt. Weiterhin kann infolge des großen Durchsatzes des Schmiermittels durch den Nockenwellenversteller der Schmiermitteldruck der Brennkraftmaschine absinken, was eine verschlechterte Schmierung anderer Pfade des Schmiermittelkreislaufes zur Folge haben kann. Weiterhin kann sich ein schlechterer Gesamtwirkungsgrad der Brennkraftmaschine infolge hoher hydraulischer Verlustleistung ergeben, wodurch sich ein erhöhter Kraftstoffverbrauch ergeben kann.

[0010] Die nicht vorveröffentlichte Anmeldung der Anmelderin mit dem Titel "Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine" vom 23.12.2004 mit dem internen Aktenzeichen der Anmelderin 4626-10-DE schlägt daher vor, in dem Nockenwellenversteller eine Drossel für den Schmiermittelstrom einzusetzen. Eine derartige Drossel kann durch eine Zahnlücke eines Zahnkranzes gebildet sein oder durch radial verlaufende Nuten zwischen einzelnen Bauelementen des Nockenwellenverstellers.

[0011] Andererseits zeigt sich im Betrieb eines Nockenwellenverstellers, dass in einem Schmiermittel des Motors enthaltene Verbrennungs- und Verschmutzungsrückstände zu temporären oder bleibenden Funktionsstörungen im Verstellmechanismus führen können. Es kann zu einem Verschlammen oder Verschmutzen eines Getriebes des Nockenwellenverstellers kommen. Infolge der Verschmutzungen kann sich ein erhöhter Verschleiß ergeben sowie eine erhöhte Verlustleistung infolge der Schmutzpartikel in den Funktionsflächen bei einer Verstellung des Nockenwellenverstellers.

[0012] Zieht man in Erwägung, eine Blende oder eine Drossel durch eine gezielte Gestaltung der Querschnitte von Strömungskanälen in dem Nockenwellenversteller bereitzustellen, so erfordert dies eine aufwendige Fertigung der Querschnitte im Bereich der Drosseln oder Blenden. Ist beispielsweise eine Blende mit einem geringen Öffnungsquerschnitt bereitzustellen, so erfordert dies einen Durchmessersprung auf einen geringen Durchmesser im Bereich der Blende, der durch einen Bohrer mit einem geringen Durchmesser hergestellt werden kann, was nur unter erhöhten Fertigungsanforderungen und der Gefahr eines Bruchs des Bohrers bei rauen Einsatzbedingungen möglich ist.

[0013] Derart komplizierte Fertigungsmöglichkeiten für eine Blende oder eine Drossel werden erfindungsgemäß dadurch vermieden, dass zunächst ein Strömungskanal des Nockenwellenverstellers ohne eine Blende oder Drossel gefertigt werden kann, beispielsweise mit einem großen und/oder konstanten Durchmesser oder Ringkanal. Der Strömungskanal kann damit mit einfachen Fertigungsverfahren und prozesssicher bereitgestellt werden. Nach der Fertigung des Strömungskanals wird in diesen ein Strömungselement eingesetzt, welches separat von den den Strömungskanal begrenzenden Bauelementen ausgebildet ist. Das Strömungselement besitzt eine derartige Kontur, dass eine Blende oder eine Drossel geschaffen ist. Die Kontur der Blende oder Drossel kann damit separat von den übrigen Bauelementen gefertigt werden, wobei für das räumlich begrenzte Strömungselement gesonderte Fertigungsverfahren und/oder Materialien eingesetzt werden können. Für eine Ausbildung des Strömungselements kann vorzugsweise das Strömungselement im Inneren Durchtrittsöffnungen für die Blende oder Drosseln besitzen und/oder im Bereich einer Innen- oder Außenkontur eine Blende oder Drossel einseitig begrenzen, während eine andere Begrenzung der Blende oder Drossel durch ein den Strömungskanal begrenzendes Bauelement gewährleistet ist.

[0014] Durch den Einsatz des Strömungselements ist u. U. ein Austausch der Blende oder Drossel ermöglicht, da dieses in den Strömungskanal eingesetzt wird und wieder aus diesem entfernt werden kann.

[0015] Andererseits ist eine vergrößerte Variabilität der Strömungsverhältnisse gegeben, da, u. U. für unterschiedliche Einsatzzwecke desselben Nockenwellenverstellers, bei einem grundsätzlich übereinstimmenden Bohrbild für die Ausbildung der Strömungskanäle unterschiedliche Strömungselemente zur Anpassung an unterschiedliche Bauelemente des Schmiermittelkreislaufs oder des Motor-Ölkreislaufs eingesetzt werden können.

[0016] Weiterhin liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass für Strömungskanäle mit verhältnismäßig großen Strömungsquerschnitten mit einem Anstieg der Temperatur des Schmiermittels der Schmiermittelstrom exponentiell ansteigt. Im Gegensatz hierzu ist unter Einsatz eines Strömungselements in Form einer Blende oder Drossel der Einfluss der Temperatur auf den Schmiermittelstrom bei ansonsten unveränderten Strömungsbedingungen verringert oder nahezu beseitigt.

[0017] Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Strömungselement im Eintrittsbereich des Schmiermittels in das Getriebe und/oder im Austrittsbereich des Schmiermittels aus dem Getriebe angeordnet, so dass eine Drosselung gezielt in dem interessierenden Bereich erfolgen kann. Erfolgt eine Drosselung bereits im Eintrittsbereich des Schmiermittels, so können erhöhte Drücke infolge der Drosselung von dem Getriebe ferngehalten werden, wodurch die Dichtanforderungen in dem Getriebe nicht unnötig erhöht werden.

[0018] Das Strömungselement ist insbesondere

- formschlüssig mit dem Strömungskanal verbunden, wobei das Strömungselement in geeignete Ausnehmungen oder Nuten der den Strömungskanal begrenzenden Bauelemente eingreifen kann,

- reibschlüssig mit dem Strömungskanal verbunden, wobei das Strömungselement beispielsweise unter elastischer Vorspannung in den Strömungskanal eingesetzt wird, oder
- stoffschlüssig mit dem Strömungskanal, beispielsweise über einen Kleber, verbunden,

wobei auch Kombinationen einer form-, reib- oder stoffschlüssigen Verbindung möglich sind.

[0019] Als hinsichtlich der Strömungsverhältnisse im Bereich der Oberfläche, der elastischen Eigenschaften, der chemischen Wechselwirkung mit dem Schmiermittel und/oder der form-, reib- oder stoffschlüssigen Anbindung an den Strömungskanal vorteilhaftes Strömungselement haben sich solche aus Kunststoff oder einem Elastomer herausgestellt.

[0020] Der Strömungskanal besitzt in dem Bereich, in den das Strömungselement eingesetzt ist, einen kreisringförmigen Querschnitt. Im Gegensatz zu Drosseln oder Blenden, die in Form von Bohrungen mit kreisförmigem Querschnitt gebildet sind, können die kreisringförmigen Querschnitte infolge der vergrößerten Erstreckung in Umfangsrichtung nicht so leicht verstopfen, da sich allenfalls Teilumfangsbereiche zusetzen können.

[0021] Der kreisringförmige Querschnitt ist für einen Strömungskanal zwischen einer Mantelfläche einer stirnseitig in die Nockenwelle eingeschraubten Zentralschraube und einer nockenwellenfesten Innenfläche, beispielsweise einer Hohlwelle oder eines Getriebeelements, gebildet, so dass für den Strömungskanal ohnehin vorhandene Bauelemente genutzt werden und die den Strömungskanal begrenzenden Flächen durch Außen- und Innenkonturen der Bauelemente mit verhältnismäßig großen Durchmessern gebildet werden können,

[0022] Vorzugsweise ist in einem erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller das Strömungselement radial elastisch und unter radialer Anpressung gegen eine Begrenzung des Strömungskanals gepresst, wobei eine derartige Anpressung radial innenliegend und/oder radial außenliegend erfolgen kann.

[0023] Die Drosseln oder Blenden bilden infolge der verringerten Strömungsquerschnitte Bereiche, die die Gefahr einer vorrangigen Verstopfung mit Schmutzpartikeln oder Schlämmen in sich bergen. Dem kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dadurch Rechnung getragen werden, dass stromaufwärts des Strömungselements ein Filterelement angeordnet ist. Hierbei kann das Filterelement auswärts des Nockenwellenverstellers oder in diesem angeordnet sein. Für den Fall, dass das Filterelement in einem Strömungskanal des Nockenwellenverstellers angeordnet ist, kann das Filterelement separat von der Drossel ausgebildet sein oder aber als integrales Element des Strömungselements, Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass das Filterelement ebenfalls eine Drosselwirkung erzeugt, so dass eine Drossel und/oder Blende unter Berücksichtigung der Drosselwirkung des Filterelements dimensioniert werden muss.

[0024] Vorzugsweise wird die Blende oder Drossel durch eine Querschnittsveränderung quer zur Strömungsrichtung des Schmiermittels geschaffen. Für den Fall einer kreisförmigen Blende bedeutet dies, dass im Bereich der Blende der Kreisdurchmesser gegenüber dem übrigen Strömungsquerschnitt verringert ist. Für den Fall eines kreisringförmigen Strömungsquerschnitts bedeutet dies, dass die radiale Erstreckung des Kreisrings im Bereich der Blende oder Drossel verringert wird.

[0025] In alternativer oder kumulativer Ausgestaltung der Erfindung ist die Blende oder Drossel durch eine Querschnittsveränderung in Umfangsrichtung zur Strömungsrichtung des Schmiermittels geschaffen. Beispielsweise kann für einen kreisringförmigen Querschnitt durch das Strömungselement eine Unterteilung des Strömungsquerschnitts in einzelne Kreissegmente erfolgen, deren Gesamtfläche kleiner ist als die ursprüngliche Kreisfläche des Strömungsquerschnitts. Für einen kreisringförmigen Strömungsquerschnitt kann beispielsweise das Strömungselement einzelne Umfangsbereiche des kreisringförmigen Strömungskanals sperren.

[0026] Weiterhin schlägt die Erfindung vor, mehrere Strömungselemente hintereinander zu schalten oder parallel zu schalten. Durch eine Hintereinanderschaltung kann für einen Pfad des Schmiermittels der Bereich der Beeinflussung der Strömung vergrößert werden. Bei einer Parallelschaltung mehrerer Strömungselemente in unterschiedlichen Strömungspfaden zu unterschiedlichen Schmierstellen kann durch gleiche oder unterschiedliche Strömungselemente gezielt der Schmiermittelstrom zu den Schmierstellen entsprechend den jeweiligen Anforderungen an der Schmierstelle beeinflusst werden, so dass Schmierstellen mit einem erhöhten Schmiermittelbedarf mit mehr Schmiermittel versorgt werden können und umgekehrt.

[0027] Entsprechend einer weiteren Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe wird der Strom des Schmiermittels durch ein Strömungselement beeinflusst, dessen Strömungseigenschaften im Betrieb der Brennkraftmaschine veränderbar sind. Hierbei kann das Strömungselement als integraler Bestandteil des Strömungskanals ausgebildet sein oder als separates Strömungselement, wie dies zuvor beschrieben worden ist. Über eine Veränderung der Strömungseigenschaften kann beispielsweise einer Veränderung des Schmiermittelstroms infolge einer Erwärmung des Schmiermittels entgegengewirkt werden. Andererseits ist es über eine Veränderung der Strömungseigenschaften des Strömungselements möglich, den Druck, die Geschwindigkeit und den Schmiermittelstrom im Bereich der Schmierstelle oder im Zuführbereich zu dieser gezielt zu verändern, wenn mit veränderten Betriebsbedingungen ein erhöhter oder verringerter Schmiermittel- und/oder Kühlbedarf besteht, so dass den individuellen Betriebsbedingungen verbessert Rechnung getragen werden kann.

[0028] Eine Veränderung des Strömungselements unter Beeinflussung der Strömungseigenschaften kann selbsttätig, beispielsweise in Form eines Thermoele-

ments oder in Form mechanisch selbstverstellender Lösungen erfolgen. Ebenfalls möglich ist der Einsatz einer Stelleinrichtung zur Veränderung des Strömungselements, welche von einer geeigneten Steuer- oder Regeleinrichtung beaufschlagt wird.

[0029] In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellers ist das Strömungselement temporär vollständig verschließbar. Ein derartiges Strömungselement kann beispielsweise für einen Motorstop vollständig geschlossen werden. Ebenfalls möglich ist eine wiederholte Verschließung des Strömungselements im Betrieb, wodurch Pulsationen des Schmiermittels erzeugt werden, die u. U. eine erzielte Schmier- und Kühlwirkung verstärken können und den von dem Schmiermittel überdeckten Bereich vergrößern können. Weiterhin ist es möglich, dass die Strömungseigenschaften des Strömungselements bewegungsgesteuert durch die Verdrehung der Nockenwelle, des Nockenwellenverstellers oder des Getriebes verändert werden. Beispielsweise kann eine Zentrifugalkraftregelung der Strömungseigenschaften des Strömungselements mit der Verdrehung der Nockenwelle erfolgen. In alternativer Ausgestaltung kann im Zuführbereich zwischen zwei Bohrungen relativ zueinander bewegter Bauelemente, beispielsweise des Zylinderkopfs und der Nockenwelle, über die ein Schmiermittelübertritt gewährleistet wird, der Übertrittsquerschnitt nur in ausgewählten Relativstellungen gewährleistet sein, während für andere Relativstellungen der Übertrittsquerschnitt teilweise und/oder vollständig geschlossen wird, so dass das Schmiermittel nur intermittierend übertreten kann.

[0030] Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe nutzt einen ohnehin zwischen einer Zentralschraube und einer Ausnehmung der Nockenwelle vorhandenen hohlzylinderförmigen Zwischenraum aus, in dem ein erster Teilbereich dieses Zwischenraums einen ersten Strömungskanal bildet, wobei die Fertigungsmaße für den Außendurchmesser der Zentralschraube und den Innendurchmesser der Ausnehmung die Spalthöhe des ringförmigen Strömungskanals bestimmen. In einem außenliegende zweiten Teilbereich des Zwischenraums ist eine Hohlwelle angeordnet, die radial außenliegend und/oder radial innenliegend einen zweiten Strömungskanal ausbildet. Infolge der Abmessungen der Hohlwelle ist der zweite Strömungskanal mit einem kleineren Strömungsquerschnitt ausgestattet als der erste Strömungskanal. Eine zusätzliche Drossel oder Blende ist dadurch geschaffen, dass im Übertrittsquerschnitt zwischen erstem Strömungskanals und zweitem Strömungskanal ein Vorsprung, beispielsweise der Zentralschraube, der Hohlwelle oder der Nockenwelle oder eines zusätzlichen Bauelementes, vorhanden ist, der den zweiten Strömungskanal in diesem Bereich nochmals verringert und somit eine Drossel oder Blende schafft. Dieses stellt eine besonders einfache Realisierungsmöglichkeit für eine Blende oder Drossel dar, die die ohnehin vorhandenen Bauelemente nutzt und die Fertigung der Blende oder Drossel mit geringem Öffnungsquerschnitt mit dennoch großen Abmessungen der beteiligten Bauelemente ermöglicht.

[0031] Für eine weitere Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist in dem vorgenannten Zwischenraum ein radialer Einstich in der Nockenwelle vorgesehen. In diesem Fall ist eine Blende dadurch geschaffen, dass der Übertrittsquerschnitt von dem ersten Teilbereich zu dem radialen Einstich durch eine Stirnfläche der ebenfalls in dem Zwischenraum angeordneten Hohlwelle teilweise verschlossen ist. Auch in diesem Fall kann die Blende ohne die Notwendigkeit einer Fertigung geringer Öffnungsquerschnitte durch eine Bohrung geringen Durchmessers o. ä. durch die Formgebung der Zentralschraube und der Ausnehmung der Nockenwelle sowie des Einstichs und der Hohlwelle ermöglicht werden.

[0032] Eine multifunktionale Nutzung des Einstichs ist dann gegeben, wenn der Einstich einen radial außenliegenden Totraum aufweist, in dem sich infolge einer auf das Schmiermittel ausgeübten Zentrifugalwirkung Partikel ablagern können.

[0033] Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe beschäftigt sich mit dem Übertritt des Schmiermittels von einem zylinderkopffesten Bauelement, beispielsweise einem Nockenwellenlager, zu der Nockenwelle. Für einen derartigen Übertritt weist das zylinderlcopffeste Bauelement mindestens eine Austrittsöffnung auf, aus der das Schmiermittel in mindestens eine Eintrittsöffnung der Nockenwelle eintritt. In diesem Fall kann auf einfache Weise - ohne Notwendigkeit der Fertigung einer Drossel oder Blende mit einem geringen Bohrungsdurchmesser, einer geringen Nutbreite o. ä. eine Drossel oder Blende dadurch geschaffen werden, dass die Eintrittsöffnung der Nockenwelle und die Austrittsöffnung des zylinderkopffesten Bauelements nicht miteinander fluchten, so dass der Übertrittsquerschnitt durch den größeren Querschnitt von der Eintrittsöffnung und der Austrittsöffnung gegeben ist, sondern dass die Eintrittsöffnung und die Austrittsöffnung zueinander versetzt angeordnet sind, so dass der Öffnungsquerschnitt der Blende durch die nur teilweise Überlappung der Eintrittsöffnung und der Austrittsöffnung gegeben ist. Bei einem derartigen Versatz handelt es sich beispielsweise um einen Versatz von Eintrittsöffnung und Austrittsöffnung in Umfangsrichtung und/oder einen axialen Versatz in Richtung der Längsachse der Nockenwelle.

[0034] Eine derartige Ausgestaltung ist auch dann möglich, wenn die Eintrittsöffnung oder die Austrittsöffnung als eine teilweise oder vollständig in Umfangsrichtung verlaufende Nut ausgebildet ist, während die andere Öffnung als Bohrung ausgebildet ist.

[0035] Vorzugsweise finden die erfindungsgemäßen Maßnahmen Einsatz für einen Nockenwellenversteller in einer Bauart mit Taumelscheibengetriebe.

[0036] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Die in der Beschreibungseinleitung genannten Vorteile von Merkmalen und von Kombinationen mehrerer Merkmale sind lediglich bei-

spielhaft, ohne dass diese zwingend von erfindungsgemäßen Ausführungsformen erzielt werden müssen. Weitere Merkmale sind den Zeichnungen - insbesondere den dargestellten Geometrien und den relativen Abmessungen mehrerer Bauteile zueinander sowie deren relativer Anordnung und Wirkverbindung - zu entnehmen. Die Kombination von Merkmalen unterschiedlicher Ausführungsformen der Erfindung oder von Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche ist ebenfalls abweichend von den gewählten Rückbeziehungen der Patentansprüche möglich und wird hiermit angeregt. Dies betrifft auch solche Merkmale, die in separaten Zeichnungen dargestellt sind oder bei deren Beschreibung genannt werden. Diese Merkmale können auch mit Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche kombiniert werden. Ebenso können in den Patentansprüchen aufgeführte Merkmale für weitere Ausführungsformen der Erfindung entfallen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0037] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und den zugehörigen Zeichnungen, in denen Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt sind. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Nockenwellenverstellers;

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Nockenwellenverstellers mit einem Taumelscheiben-Getriebe;

Figur 3 einen Nockenwellenversteller in schematischer Darstellung mit einem Schmiermittelkreislauf;

Figur 4 einen Nockenwellenversteller in schematischer Darstellung mit einem Schmiermittelkreislauf, in den ein Filterelement integriert ist;

Figur 5 einen Nockenwellenversteller im Halblängsschnitt mit einem Totraum zur Ablagerung von Schmutzpartikeln;

Figur 6 einen Nockenwellenversteller in schematischer Darstellung mit einem Schmiermittelkreislauf, der sowohl eingangsseitig als auch ausgangsseitig mit einer Drossel und einer Blende ausgestattet ist;

Figur 7 einen Nockenwellenversteller im Längsschnitt mit der Führung des Schmiermittels in einem Strömungskanal;

Figur 8 einen Nockenwellenversteller im Längsschnitt, bei dem in einem Strömungskanal zwei Blenden hintereinandergeschaltet sind;

Figur 9 einen Nockenwellenversteller im Längsschnitt mit einem auf eine Zentralschraube aufgesetzten Strömungselement, welches mit einer inneren Mantelfläche der Nockenwelle eine Blende bildet;

Figur 10 einen Nockenwellenversteller im Längsschnitt mit einer zwischen einer Hohlwelle und einer Zentralschraube gebildeten Blende;

Figur 11 einen Nockenwellenversteller im Längsschnitt mit der Zufuhr eines Schmiermittels über einen Übertrittsquerschnitt von einer Austrittsöffnung des Zylinderkopfes zu einem Eintrittsquerschnitt der Nockenwelle;

Figur 12 eine weitere Ausgestaltung einer Zufuhr eines Schmiermittels zu einer Nockenwelle und einem Nockenwellenversteller in einem Längsschnitt;

Figur 13 eine weitere Ausgestaltung einer Zufuhr eines Schmiermittels zu einer Nockenwelle und zu einem Nockenwellenversteller in einem Längsschnitt;

Figur 14 weitere Ausgestaltung einer Zufuhr eines Schmiermittels zu einer Nockenwelle und zu einem Nockenwellenversteller in einem Längsschnitt;

Figur 15 weitere Ausgestaltung einer Zufuhr eines Schmiermittels zu einer Nockenwelle und zu einem Nockenwellenversteller in einem Längsschnitt;

Figur 16 einen Nockenwellenversteller im Längsschnitt mit unterschiedlichen Beispielen für eine Anordnung von Blenden oder Drosseln zur Beeinflussung des Stromes eines Schmiermittels;

Figur 17 einen Nockenwellenversteller in räumlicher Ansicht mit Öffnungen eines Gehäuses des Getriebes für einen Hindurchtritt des Schmiermittels in Form von Tropfen, Schmiermittelnebel oder gespritztem Schmiermittel;

Figur 18 eine weitere räumliche Ansicht des Nockenwellenverstellers gemäß Figur 17 mit weiteren Möglichkeiten für Öffnungen;

Figur 19 einen Nockenwellenversteller im Einbauzustand mit Möglichkeiten für eine Schmierung

über Tropfen, einen Schmiermittelnebel und/oder gespritztem Schmiermittel und

Figur 20 einen Nockenwellenversteller im Einbauzustand in Seitenansicht mit einem Tropfblech, an welchem sich Tropfen eines Ölnebels ablagern und in Richtung des Inneren des Nockenwellenverstellers tropfen.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0038] In den Figuren sind Bauelemente, die sich hinsichtlich ihrer Gestaltung und/oder Funktion entsprechen, teilweise mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0039] Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung einen Nockenwellenversteller 1, in dem in einem Getriebe 2 die Bewegung von zwei Eingangselementen, hier einem Antriebsrad 3 und einer Verstellwelle 4 (auch Taumelwelle genannt) zu einer Ausgangsbewegung eines Ausgangselements, hier eine drehfest mit einer Nockenwelle verbundene Abtriebswelle 5 oder unmittelbar die Nockenwelle 6, überlagert wird. Das Antriebsrad 3 steht in Antriebsverbindung mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine, beispielsweise über ein Zugmittel wie eine Kette oder einen Riemen oder eine geeignete Verzahnung, wobei das Antriebsrad 3 als Ketten- oder Riemenrad ausgebildet sein kann.

[0040] Die Verstellwelle 4 ist von einem Elektromotor 7 angetrieben oder steht mit einer Bremse in Wirkverbindung. Der Elektromotor 7 ist gegenüber der Umgebung, beispielsweise dem Zylinderkopf 8 oder einem anderen motorfesten Teil, abgestützt.

[0041] Figur 2 zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung eines Nockenwellenverstellers 1 mit einem Getriebe 2 in Taumelscheiben-Bauart. Ein Gehäuse 9 ist drehfest mit dem Antriebsrad 3 verbunden und in einem axialen Endbereich über ein Dichtelement 10 gegenüber der Verstellwelle 4 abgedichtet. In dem gegenüberliegenden axialen Endbereich ist das Gehäuse 9 gegenüber dem Zylinderkopf 8 mit einem Dichtelement 11 abgedichtet. In einen von dem Gehäuse 9 und dem Zylinderkopf 8 gebildeten Innenraum 36 ragt ein Endbereich der Nockenwelle 6 hinein. In dem Innenraum sind weiterhin eine über eine Kupplung 12 mit der Verstellwelle 4 verbundene Exzenterwelle 13, eine über ein Lagerelement 14, beispielsweise ein Wälzlager, gelagerte Taumelscheibe 15 und eine Hohlwelle 16, die über ein Lagerelement 17, beispielsweise ein Wälzlager, innenliegend in einer zentralen Ausnehmung der Exzenterwelle 13 abgestützt ist und ein Abtriebskegelrad 18 trägt, angeordnet. Das Abtriebskegelrad 18 ist über eine Lagerung 19 gegenüber dem Gehäuse 9 abgestützt. Im Inneren bildet das Gehäuse 9 ein Antriebskegelrad 20 aus. Die Taumelscheibe 15 weist auf gegenüberliegenden Stirnseiten geeignete Verzahnungen auf. Die Exzenterwelle 13 mit Lagerelement 14 und Taumelscheibe rotiert um eine gegenüber einer Längsachse 21-21 geneigte Achse, so dass die Taumelscheibe auf in Umfangsrichtung zueinander versetzten Teilbereichen einerseits mit dem Antriebskegelrad 20 und andererseits mit dem Abtriebskegelrad 18 kämmt, wobei zwischen Antriebskegelrad und Abtriebskegelrad eine Über- oder Untersetzung gegeben ist. Das Abtriebskegelrad 18 ist drehfest mit der Nockenwelle 6 verbunden.

[0042] Für das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel ist die Hohlwelle 16 mit Abtriebskegelrad 18 über eine Zentralschraube 22, die sich durch die Hohlwelle 16 hindurch erstreckt, stirnseitig mit der Nockenwelle 6 verschraubt. Eine Schmierung mit einem Schmiermittel, insbesondere Öl, ist im Bereich von Schmierstellen 23, 24 erforderlich, bei denen es sich beispielsweise um

- die Kontaktflächen zwischen Antriebskegelrad 20 und Taumelscheibe 15,
- die Kontaktfläche zwischen Taumelscheibe 15 und Abtriebskegelrad 18,
- die Lagerung 19,
- Lagerelement 14 und/oder
- Lagerelement 17

handeln kann. Hierzu erfolgt eine kontinuierliche, zyklische, pulsierende oder intermittierende Zufuhr und/oder Weiterleitung eines Schmiermittels über Schmiermittelkanäle. Über eine Zuführausnehmung 25 des Zylinderkopfs 8 wird das Schmiermittel einem Strömungskanal 26 der Nockenwelle 6 zugeführt, der mit einem Strömungskanal 27 kommuniziert, welcher hohlzylinderförmig zwischen einer inneren Mantelfläche 28 der Hohlwelle 16 und einer außenliegenden Mantelfläche 29 der Zentralschraube 22 gebildet ist. Über radiale Bohrungen 30 der Hohlwelle 16 kann das Schmiermittel aus dem Strömungskanal 27 radial nach außen treten und den Schmierstellen zugeführt werden.

[0043] Figur 3 zeigt einen schematischen Schmiermittelkreislauf. Das Schmiermittel wird aus einem Reservoir 31, beispielsweise eine Ölwanne oder ein Öltank, über eine Pumpe 32, beispielsweise eine Motorölpumpe, durch einen Filter 33, insbesondere einen Motorölfilter, zu der Zuführausnehmung 25 und dem Strömungskanal 26 der Nockenwelle 6 gefördert. Das Schmiermittel verlässt den Nockenwellenversteller 1 bzw. das Gehäuse 9 desselben über eine Austrittsöffnung 34 und wird wieder in das Reservoir 31 zurückgeführt.

[0044] Im Gegensatz zu der Ausführungsform gemäß Figur 3 weist der schematische Schmiermittelkreislauf gemäß Figur 4 ein zusätzliches Filterelement 35 auf. Das Filterelement 35 ist vorzugsweise dem Nockenwellenversteller 1 zugeordnet und beispielsweise nach einem Abzweig des Schmiermittelkreises zu weiteren zu schmierenden Bauelementen angeordnet und ausschließlich dem Zweig des Schmiermittelkreislaufs zugeordnet, der zur Schmierung des Nockenwellenverstellers dient. Hierbei ist der Filter 35 möglichst nahe am Einbauort des Nockenwellenverstellers 1 angeordnet oder im Nockenwellenversteller selber. Das Filterelement 35 kann dazu dienen, Bearbeitungsrückstände in

Strömungskanälen, die dem Filterelement 35 stromaufwärts vorgeordnet sind, von Strömungskanälen des Zylinderkopfs und der Nockenwelle fernzuhalten. Weiterhin können Fertigungsrückstände und Schmutzpartikel in dem Schmiermittel von dem Getriebe 2 des Nockenwellenverstellers 1 ferngehalten werden. Weiterhin kann eine Blendencharakteristik oder eine Drosselwirkung des Fliterelements 35 gezielt eingesetzt werden, um die Strömungsverhältnisse, insbesondere den Druck, den Volumenstrom und die Geschwindigkeit des Schmiermittels zu beeinflussen. Das Filterelement 35 ist vorzugsweise derart zu implementieren, dass es aufgrund der Strömungsverhältnisse bei der maximal anzunehmenden Kontamination mit Partikeln und Schmutz während der Laufzeit des Nockenwellenverstellers nicht verstopfen kann oder sich zusetzen kann. Hierzu ist beispielsweise die Anordnung in einer Steigleitung und/oder als ein Nebenstromfilter vorteilhaft.

[0045] Das Filterelement 35 kann bspw. als

- ein Sieb,
- ein Ringfilter,
- ein Einsteckfilter,
- ein Hütchenfilter,
- Filterplatten,
- Filternetz oder
- Sinterfilter

ausgebildet sein.

[0046] Gemäß Figur 5 wird Schmiermittel in einen Innenraum 36 des Gehäuses 9 gefördert, beispielsweise gemäß den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen, wobei in dem Innenraum 36 das Schmiermittel mit den Schmierstellen in Berührung kommt. Der Innenraum 36 steht in Schmiermittelverbindung mit einem Totraum 37, der an einer am radial weitesten entfernten Stelle des Innenraums 36 angeordnet ist. Eine Anbindung des Totraums 37 an den Innenraum 36 kann großflächig über Übertrittsquerschnitte gebildet sein oder über separate Kanäle, über die ein Zutritt von Schmiermittel sowie ein Austritt von Schmiermittel zu und aus dem Totraum 37 möglich ist.

[0047] Für das in Figur 5 dargestellte Ausführungsbeispiel ist der Totraum 37 als umlaufender Ringkanal ausgebildet. Bei einem Totraum 37 handelt es sich insbesondere um einen Raum, in dem sich das Schmiermittel mit geringen Geschwindigkeiten bewegt oder nahezu ruht, so dass der Totraum 37 nicht in einer unmittelbaren, maximalen Durchflusszone des Schmiermittels angeordnet ist. In dem Totraum 37 wird infolge der Verdrehung des Gehäuses 9 das Schmiermittel einer Zentrifugalkraft ausgesetzt, wodurch schwere Bestandteile und Schwebepartikel in dem Schmiermittel nach außen gedrückt werden und sich an einer radial außenliegenden Wandung 38 ablagern können und nicht zurück zu einer Schmierstelle geführt werden. Möglich ist weiterhin, dass der ringförmige Totraum 37 in Umfangsrichtung durch Zwischenwände getrennt ist, so dass in Umfangsrichtung mehrere einzelne Kammern gebildet sind, durch die vermieden ist, dass sich in dem Totraum 37 das Schmiermittel in Umfangsrichtung relativ zu dem Gehäuse 9 bewegen kann. Eine Abscheidung von Schmutz erfolgt damit analog zu einer drehenden Zentrifuge.

[0048] Toträume gemäß Totraum 37 können an beliebiger Stelle im Getriebe angeordnet sein sowie im Bereich der Nockenwelle, wodurch erreicht werden kann, dass wichtige Funktionsflächen, beispielsweise in unmittelbarer Nachbarschaft der Toträume, durch auszentrifugierten Schmutz im Getriebe nicht "verschlammen". Die Zentrifugalwirkung wird verstärkt durch eine Vergrößerung des Abstands der Toträume von der Längsachse 21-21.

[0049] Gemäß einer ersten Ausgestaltung besitzt der Totraum keinen zusätzlichen Abfluss, so dass auszentrifugierte Schmutzpartikel dauerhaft in dem Totraum 37 abgelagert werden. Entsprechend der in Figur 5 dargestellten bevorzugten Ausgestaltung besitzt der Totraum zumindest eine zusätzliche Austrittsöffnung 39, 40, wobei die Austrittsöffnung 39 axial orientiert ist und die Austrittsöffnung 40 radial orientiert ist. Infolge der radialen Fliehkraft und/oder der Druckverhältnisse im Totraum 37 im Vergleich zu der Umgebung des Nockenwellenverstellers 1 bewegt sich das Schmiermittel mit abgelagerten Schmutzpartikeln in radialer Richtung aus der Austrittsöffnung 40 heraus, wobei die Förderung der Schmutzpartikel durch die Zentrifugalwirkung unterstützt wird. Abweichend hierzu erfolgt eine Förderung durch die Austrittsöffnung 39 ausschließlich durch die Druckdifferenz im Totraum 37 einerseits und in der Umgebung des Nockenwellenverstellers 1 andererseits.

[0050] Für eine alternative Ausgestaltung erfolgt eine Schmutzabscheidung dadurch, dass das Schmiermittel in einem Strömungskanal labyrinthartig oder zickzackförmig geführt wird. Eine Schmutzabscheidung durch einen derartigen labyrinthartigen Schmutzabscheider beruht auf der unterschiedlichen Trägheit des Schmiermittels und störender Partikel in dem Schmiermittel. Insbesondere für große Fließgeschwindigkeiten kann eine starke Umlenkung des Schmiermittelstroms dazu führen, dass die Partikel nicht umgelenkt werden, sondern sich an den Begrenzungen des Labyrinths ablagern. Für den Fall, dass einzelne Kanäle des Labyrinths in radialer Richtung orientiert sind, kann in derartigen Kanälen sowie ebenfalls in axialen Kanälen eine Ablagerung in dem Labyrinth an radial außenliegenden Flächen infolge der zuvor beschriebenen Zentrifugalwirkung erfolgen. Eine alternative oder kumulative Abscheidewirkung kann entstehen, wenn das Schmiermittel abgebremst und beschleunigt wird, wobei sich das leichtere Schmiermittel leichter beschleunigen lässt, während Schmutzpartikel zurückbleiben.

[0051] Neben einer Erzeugung der Zentrifugalwirkung infolge einer Verdrehung des Gehäuses 9 oder anderer Teile des Nockenwellenverstellers 1 kann die Zentrifugalwirkung zumindest teilweise dadurch erzeugt werden, dass die das Schmiermittel führenden Strömungskanäle

kreis- oder spiralförmig orientiert sind, so dass sich allein durch die Bewegung des Schmiermittels durch die gekrümmten Strömungskanäle eine Ablagerung an außenliegenden Begrenzungen der Strömungskanäle bilden kann.

[0052] Abweichend zu den in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispielen eines Schmiermittelkreislaufs besitzt der in Figur 6 dargestellte schematische Schmiermittelkreislauf eine eingangsseitige Blende 41 sowie eine eingangsseitige Drossel 42 und eine ausgangsseitige Blende 43 sowie eine ausgangsseitige Drossel 44. Die Blenden 41, 43 und Drosseln 42, 44 bilden Strömungselemente zur Beeinflussung der Strömungsverhältnisse im Schmiermittelkreislauf. Die vorgenannten Strömungselemente sind einem parallelen Schmiermittelpfad zugeordnet, welcher ausschließlich den Nockenwellenversteller 1 beaufschlagt. Vorzugsweise sind die Strömungselemente nahe an dem Nockenwellenversteller 1 angeordnet oder zumindest teilweise in diesen, die Nockenwelle oder einen Zylinderkopf im Bereich einer Lagerstelle für die Nockenwelle integriert.

[0053] Über die Blenden 41, 43 und Drosseln 42, 44 kann eine Drosselung des Volumenstroms zu dem Nockenwellenversteller erfolgen. Eine zusätzliche Drosselung kann sich durch Einsatz des Filterelements 35 ergeben. Vorteilhafterweise ist das Filterelement in Strömungsrichtung stromaufwärts der Strömungselemente angeordnet, damit die Strömungselemente nicht durch Partikel verstopfen oder im Laufe der Zeit zugesetzt werden.

[0054] Neben dem Einsatz von Strömungselementen mit konstanten Strömungseigenschaften kann ein kontinuierlich oder in Stufen veränderbares Strömungselement eingesetzt werden. Möglich ist der Einsatz eines Strömungselements, dessen Strömungswirkung

- in Abhängigkeit von einer Motordrehzahl,
- gekoppelt mit einem Fördervolumen der Pumpe 32 und/oder
- in Abhängigkeit der Temperatur des Nockenwellenverstellers 1 oder des Schmiermittels

veränderlich ist, wobei die genannten Änderungen automatisch auf mechanische Weise erzeugt werden können oder durch eine geeignete Steuerungsoder Regelungseinrichtung, die auf das Strömungselement einwirkt.

[0055] Eine Veränderung des Strömungselements erfolgt beispielsweise derart, dass der Volumenstrom des Schmiermittels auf einem konstanten Wert gehalten wird, unabhängig von einer Temperatur des Schmiermittels. Ebenfalls möglich ist, dass der Volumenstrom durch eine Beeinflussung des Strömungselements vergrößert oder verkleinert wird in Betriebsbereichen, in denen ein höherer Schmiermittel- oder Kühlbedarf oder ein niedriger derartiger Bedarf besteht,

[0056] Für die Ausgestaltung der Strömungselemente in Form von Drosseln 42, 44 und Blenden 41, 43 sind u. U. Ausführungsformen einzusetzen, in denen Ringspalte oder ringförmige Querschnitte anstelle von Bohrungen mit beispielsweise kreisförmiger Querschnittsfläche eingesetzt werden, da eine Bohrung u. U. leichter verstopfen kann als ein Ringspalt.

[0057] Für das in Figur 7 dargestellte Ausführungsbeispiel erfolgt eine Zufuhr von Schmiermittel über mehrere Bohrungen 45 der Nockenwelle 6, wobei die Bohrungen 45 gegenüber der Längsachse 21-21 und der radialen Orientierung geneigt sind. Die Nockenwelle 6 besitzt eine stirnseitige Sacklochbohrung 46, die mit einer konusförmigen Fase 47 in ein Gewinde zur Aufnahme der Zentralschraube 22 übergeht. Die Bohrungen 45 münden in die Fase 47. In dem der Fase 47 gegenüberliegenden Endbereich werden die Bohrungen 45 von einer Versorgungsnut des Zylinderkopfs 8 mit dem Schmiermittel gespeist. Ungefähr mittig in der Bohrung 45 ist ein radialer umlaufender Einstich 48 mit im dargestellten Längsschnitt rechteckförmiger Geometrie eingebracht.

[0058] Ein Teil des über die Bohrung 45 und Bohrung 46 dem Einstich 48 zugeführten Schmiermittels gelangt über eine axiale Bohrung 49 der Nockenwelle 6, die in den Einstich 48 einmündet, und eine mit einer gewissen Überdeckung, aber radial versetzte axiale Bohrung 50 des Gehäuses 9 in den Innenraum des Getriebes 2 zu den Schmierstellen, beispielsweise zu dem Lagerelement 17, dem Lagerelement 14, den wälzenden Zahnverbindungen der Taumelscheibe 15 und/oder der Lagerung 19.

[0059] Der andere Teil des dem Einstich 48 zugeführten Schmiermittels gelangt über einen zwischen der inneren Mantelfläche der Hohlwelle 16 und der äußeren Mantelfläche der Zentralschraube 22 gebildeten Strömungskanal 51 mit kreisringförmigem Querschnitt zu mindestens einer radialen Bohrung 52 zu einer Schmierstelle, beispielsweise der Lagerstelle 17 oder in den Innenraum des Getriebes 2. Der Einstich 48 ist mit einer radialen Erstreckung ausgebildet, die über die Bohrung 49 hinausgeht, so dass radial außenliegend ein umlaufender ringförmiger Totraum 37 gebildet ist. Zwischen den Bohrungen 49, 50 kann ein Übergangsbereich 53 in Form einer Ausnehmung, einer radialen Nut o. ä. ausgebildet sein, um den Übertritt zwischen den radial zueinander versetzten Bohrungen 49, 50 zu ermöglichen. In Form der nicht miteinander fluchtenden Bohrungen 49, 50 kann für eine teilweise Überlappung der Bohrungen eine Art Blende geschaffen werden mit einem kleinen Übergangsquerschnitt oder Blendenquerschnitt, obwohl die Bohrungen 49, 50 an sich mit verhältnismäßig großen Durchmessern und damit groben Werkzeugen gefertigt werden können.

[0060] Bei ansonsten Figur 7 entsprechender Ausgestaltung ist für das in Figur 8 dargestellte Ausführungsbeispiel die Erstreckung der Hohlwelle 16 in Längsrichtung derart verlängert, dass die Hohlwelle in den Einstich 48 hineinragt. Zwischen einer umlaufenden Kante 54, die von der inneren Mantelfläche der Bohrung 46 sowie einer den Einstich begrenzenden Querfläche 55 gebildet

ist, und einer Kante 56, die von der äußeren Mantelfläche 57 der Hohlwelle 16 und einer Stirnfläche 58 der Hohlwelle 16 gebildet ist, ist eine Blende gebildet für einen Übertritt des Schmiermittels von der Bohrung 46 zu dem Einstich 48.

[0061] Bei ansonsten den vorangegangenen beschriebenen Ausführungsformen entsprechender Ausgestaltung besitzt die Nockenwelle 6 gemäß Figur 9 keinen Einstich 48. Auch die Bohrungen 49, 50 und der Übergangsbereich 53 sind für das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 9 nicht vorgesehen, so dass das Schmiermittel aus der Bohrung 46 vollständig dem Strömungskanal 51 zugeführt wird. In dem kreisringförmigen Strömungskanal, der in der Bohrung 46 gebildet ist, der einen rechteckförmigen Halbquerschnitt besitzt und der radial innenliegend von der Mantelfläche der Zentralschraube 22 sowie durch eine Stirnseite 58 der Hohlwelle 16 begrenzt ist, ist ein Strömungselement 59 angeordnet, bei dem es sich um einen über die Zentralschraube 22 gestreiften Ring, beispielsweise aus Kunststoff oder einem Elastomer, handeln kann. Für das in Figur 9 dargestellte Ausführungsbeispiel besitzt das Strömungselement 59 einen ungefähr T-förmigen Halblängsschnitt, wobei der Querschenkel des T unter elastischer Anpressung radial innenliegend an der Mantelfläche der Zentralschraube 22 anliegt, während sich der vertikale Schenkel des T radial nach außen erstreckt und die Stirnseite dieses Schenkels einen Ringspalt 60 mit der Bohrung 46 ausbildet, wodurch eine Blende geschaffen ist.

[0062] In abweichender Ausgestaltung kann das Strömungselement 59 beispielsweise radial nach außen gegen die Bohrung 46 verspannt sein, wobei in diesem Fall ein Ringspalt 60 zwischen der Innenfläche des Strömungselements und der Zentralschraube gebildet ist. Auch eine formschlüssige Aufnahme des Strömungselements 59, beispielsweise in einer geeigneten Nut der Nockenwelle oder der Zentralschraube, ist denkbar. Eine beliebige Ausgestaltung der Kontur des Strömungselements 59 im Bereich des Ringspalts 60 zur Beeinflussung der Strömungsverhältnisse ist möglich, beispielsweise mit stufenweisen Übergängen oder kontinuierlichen Übergängen.

[0063] Für das in Figur 10 dargestellte Ausführungsbeispiel besitzt die Hohlwelle 16 im Bereich des Strömungskanals 51 einen radialen, umlaufenden Einstich 61, der auf der der Fase 47 zugewandten Seite durch einen radial nach innen weisenden, umlaufenden radialen Vorsprung 62 begrenzt ist. Zwischen dem Vorsprung 62 und der Mantelfläche der Zentralschraube 22 ist ein Ringspalt 63 gebildet, der eine Blende darstellt. Der Einstich 61 bildet radial außenliegend einen Totraum 37, da sowohl der Ringspalt 63 als auch der Strömungskanal 51 radial innenliegend von dem Totraum 37 in den Einstich 61 münden.

[0064] Die Nockenwelle 6 wird aus einer Schmiermittelgalerie des Zylinderkopfs 8 mit einem Schmiermittel versorgt. Die Übertragung des Schmiermittels vom motorfesten Zylinderkopf 8 auf die rotierende Nockenwelle 6 erfolgt in der Regel mittels an sich bekannter Drehübertrager. Hierbei handelt es sich üblicherweise um eine Ringnut 64 der äußeren Mantelfläche der Nockenwelle 6. Die Ringnut 64 wird von einer entsprechenden zylinderförmigen Mantelfläche 65 des Zylinderkopfs 8 umschlossen, zu der eine axial zur Ringnut 64 ausgerichtete Stichbohrung 66 aus der Schmiermittelgalerie führt. Die Stichbohrung 66 kann die Mantelfläche 65, wie in Figur 11 dargestellt, radial durchbrechen oder diese beispielsweise tangential durchbrechen.

[0065] Ein Drehübertrager kann in einem Radiallager für die Nockenwelle 6 oder auf einem separaten Absatz angeordnet sein. Bei letzterem sind jedoch wegen des meist größeren Radialspalts oftmals Dichtringe 67, 68, beispielsweise ein Stahl-, Guss-, Kunststoffdichtring, erforderlich. Bei einer Anordnung des Drehübertragers in einem Radiallager der Nockenwelle 6 ist zu beachten, dass die Lagerbreite um die Breite der Ringnut reduziert wird.

[0066] In einer weiteren Ausführungsform können Ringnuten zylinderkopffest, beispielsweise in dem Lager, der Lagerbrücke oder einer eingelegten Lagerbuchse, ausgeführt sein. In der Nockenwelle sind dann keine Ringnuten 64 erforderlich.

[0067] Die Verwendung eines zuvor beschriebenen Drehübertragers bewirkt infolge der umlaufenden Ringnut und der radialen Bohrungen 69, die die Ringnut 64 mit der Bohrung 46 verbinden, einen kontinuierlichen Strom des Schmiermittels vom Zylinderkopf 8 in die Nockenwelle 6.

[0068] Für eine besondere Ausgestaltung werden die Stichbohrung 66 und die Ringnut 64 in axialer Richtung versetzt zueinander angeordnet, wodurch bereits beim Übertritt des Schmiermittels von der Stichbohrung 66 zu der Ringnut 64 eine Art Drossel geschaffen ist, deren Öffnungsquerschnitt kleiner wird, je größer der Versatz in axialer Richtung zwischen Stichbohrung 66 und Ringnut 64 ist. Eine Drosselwirkung kann hierbei erzielt werden auch für einen verhältnismäßig großen Durchmesser der Stichbohrung 66 und eine große Breite der Ringnut 64, so dass keine schmutzempfindlichen und fertigungssensiblen kleinen Bohrungen oder Nuten geschaffen werden müssen.

[0069] Gemäß einer besonderen weiteren Ausgestaltung erfolgt eine Zufuhr des Schmiermittels über eine zyklische Schmiermittelversorgung. In einem derartigen Fall entfällt die Ringnut 64, so dass eine Schmiermittelverbindung zwischen der Stichbohrung 66 und den Bohrungen 69 nur für derartige Drehstellungen der Nockenwelle 6 gegeben ist, für die die Bohrungen 66, 69 miteinander fluchten oder eine Überdeckung aufweisen. Sind vergrößerte Übertrittszeiten gewünscht, so kann im Übergangsbereich zwischen Stichbohrung 66 und Bohrung 69 der Zylinderkopf 8 oder die Mantelfläche der Nockenwelle 6 eine über einen Teilumfang verlaufende Nut aufweisen, so dass ein Übertritt von der Stichbohrung 66 zu der Bohrung 69 so lange möglich ist, wie diese Bohrungen 66, 69 durch die Nut miteinander verbunden sind.

Über die Gestaltung des Breitenverlaufes der Nut kann des Weiteren die Übergabe des Schmiermittels variabel gestaltet werden. Somit kann ein Volumenstrom und Massenstrom des Schmiermittels konstruktiv und zyklisch vorgegeben werden. Ferner kann ein pulsierender Schmiermittelstrom bewirkt werden, der Druckschwankungen zur Folge hat, die beispielsweise für eine bessere Durchmischung und Benetzung der Schmierstellen mit dem Schmiermittel genutzt werden kann. Weiterhin kann durch pulsierende Schmiermittelströme die Gefahr von Verstopfungen beispielsweise von Blenden oder Drosseln, gemindert werden. Führen derartige Schmiermittelpulsationen zu Pulsationsschwingungen in dem Schmiermittelkreislauf, so kann im Schmiermittelkreislauf, insbesondere im Bereich des Zylinderkopfs 8, im Bereich der Nockenwelle und/oder in dem Getriebe ein Rückschlagventil angeordnet werden.

[0070] Figur 12 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem dem Getriebe 2 Schmiermittel über eine radiale Sacklochbohrung 70, eine axiale, in die Sacklochbohrung 70 mündende stirnseitige Sacklochbohrung 71 der Nockenwelle und eine Stichbohrung 72 des Gehäuses 9 zugeführt wird. Eine Vereinfachung der Montage ergibt sich, wenn im Übergangsbereich zwischen den Bohrungen 71 der Nockenwelle und den Bohrungen 72 des Gehäuses 9 eine umlaufende Ringnut 73 vorgesehen ist, wodurch bei der Montage die Bohrungen 71, 72 nicht koaxial zueinander ausgerichtet werden müssen.

[0071] Figur 13 zeigt ein Ausführungsbeispiel, welches im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 9 entspricht, wobei allerdings kein Strömungselement 59 vorgesehen ist.

[0072] Figur 14 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Ringnut 64 über eine gegenüber der Längsachse 21-21 und der Querachse geneigte Bohrung 74 unmittelbar mit dem Ringkanal 73 verbunden ist.

[0073] Für das in Figur 15 dargestellte Ausführungsbeispiel erfolgt die unmittelbare Verbindung des Ringkanals 73 und der Ringnut 64 über eine stirnseitig in die Nockenwelle eingebrachte, in die Ringnut 64 mündende und den Ringkanal 73 durchbohrende Bohrung 75.

[0074] Neben den konstruktiven Maßnahmen zur Gestaltung der Strömungsquerschnitte im Zylinderkopf sowie in der Nockenwelle ist eine Einflussnahme auf die Strömungsverhältnisse im Schmiermittelkreislauf im Getriebe möglich. Hierbei kann eine Drosselung der Zulaufbohrung durch den Einsatz einer Drossel oder Blende erfolgen. Alternativ oder kumulativ ist die Drosselung des Ablaufs durch ein rückseitiges Verschließen des Getriebes, beispielsweise mit einem Blechdeckel, möglich, der zusammen mit der Verstellwelle einen ringförmigen Spalt, insbesondere mit einer Spalthöhe im Bereich von 0,1 bis 2 mm, bildet.

[0075] Darüber hinaus ist es möglich, Lager in dem Getriebe einzusetzen, die mit Dichtelemente ausgestattet sein. Gemäß Figur 16 besitzt ein Ringkanal zwischen Hohlwelle 16 und Zentralschraube 22 eine Ringbreite im Bereich von 0,2 bis 1 mm. Die radialen Verbindungsbohrungen zwischen diesem Strömungskanal und dem Innenraum des Getriebes besitzen vorzugsweise einen Durchmesser zwischen 0,5 und 3 mm. Weitere Beeinflussungen oder Drosseln oder Blenden können durch Vorgabe der axialen und/oder radialen Spalte 76 erfolgen, die konstruktiv vorgegeben werden können und Strömungsquerschnitte oder Blenden oder Drosseln für das Schmiermittel bilden.

[0076] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung eines Nockenwellenverstellers 1 besitzt die äußere Mantelfläche des Gehäuses 9 Ausnehmungen oder Fenster 77, die gleichmäßig oder ungleichmäßig in Umfangsrichtung verteilt sein können, vgl. Figur 17.

[0077] Figur 18 zeigt weitere Möglichkeiten für die Anordnung von Ausnehmungen oder Öffnungen 78 im Bereich einer Stirnseite des Nockenwellenverstellers 1, Eine Übertragung des Schmiermittels über die Nockenwelle kann entfallen, wenn ein Schmiermittel durch die Öffnungen 78, 77 dem Getriebe 2 zugeführt wird. Beispielsweise kann das Schmiermittel über eine Schmiermittelspritze durch die Öffnungen 77, 78 gefördert werden. Eine derartige Schmiermittelspritze kann zylinderkopffest oder an einem Kettenkasten angeordnet sein. Bei einer Schmiermittelspritze kann es sich im einfachsten Fall lediglich um eine Schmiermittelbohrung handeln, aus der ein feiner Schmiermittelstrahl austritt und der auf einen Punkt außerhalb des Getriebes oder innerhalb des Getriebes, beispielsweise durch die Öffnungen 77, 78, auftrifft. Insbesondere kann ein derartiger Punkt möglichst nahe an der Drehachse im Inneren des Getriebes liegen. Durch die im rotierenden System auf das Schmiermittel wirkende Fliehkraft wird das Schmiermittel nach außen zu den Schmierstellen, beispielsweise zu einem Lager und/oder zu der Verzahnung, verteilt.

[0078] Zusätzlich kann durch die Anordnung der Öffnungen 77, 78 des Getriebegehäuses das Schmiermittel unmittelbar auf eine Verzahnung oder andere Schmiermittelstellen aufgespritzt werden. Es ist ebenfalls denkbar, dass die Bespritzung mit Schmiermittel mit der Schmiermittelversorgung anderer Motorbauteile, beispielsweise einer Kette oder einem Spanner, kombiniert wird. Ebenfalls denkbar ist, dass ein Punkt oder eine Fläche außerhalb des Getriebes 2m mit dem Schmiermittel bespritzt wird. Eine Schmierung wird dann durch das abprallende oder reflektierte Schmiermittel oder einen hierdurch erzeugten Schmiermittelnebel gewährleistet,

[0079] Gemäß einer alternativen Ausgestaltung kann eine Schmiermittelversorgung über den in einem Kettenkasten ohnehin vorhandenen Schmiermittelnebel erfolgen, der durch die Öffnungen 77, 78 in den Nockenwellenversteller eindringen kann.

[0080] Bei einer weiteren Ausgestaltung einer Schmiermittelversorgung gemäß Figur 20 ist außerhalb des Getriebes ein Tropfblech 80 vorgesehen ist, an dem der Schmiermittelnebel kondensiert und abtropft. Alternativ oder zusätzlich können spezielle Tropfschmiermitteldüsen vorgesehen sein, die gezielt in Richtung der Öffnungen 77, 78 ausgerichtet werden,

[0081] Um bei der Schmierung mit einem Schmiermittelnebel, mit Schmiermitteltropfen oder mit einem Schmiermittelstrahl auch bei niedrigen Temperaturen des Schmiermittels oder bei einem Kaltstart die Funktion zuverlässig zu gewährleisten, sind die Schmierstellen, beispielsweise Gleitlager und/oder Verzahnungen, mit Notlaufeigenschaften auszustatten. Derartige Notlaufeigenschaften können beispielsweise

- durch eine Beschichtung der Funktionspartner oder
- durch Einbringen von Schmiermittelreservoirs

gewährleistet werden. Insbesondere werden die Schmiermittelreservoirs durch mikroskopische oder makroskopische kleine Taschen der Schmiermittelstellen bereitgestellt, in denen Schmiermittel für einen Kaltstart oder bei niedrigen Schmiermitteltemperaturen gespeichert werden kann. Bessere Notlaufeigenschaften können vorzugsweise auch dann vorliegen, wenn weitestgehend Wälzlagerungen an den Lagerstellen vorgesehen werden.

[0082] Zur Schmierung kann weiterhin auch ein von einem ölgeschmierten Zugmittel (Steuerkette) abtropfendes Öl eingesetzt werden, welches durch eine Öffnung des Gehäuses hindurchtritt. Das Zugmittel wird u. U. über eine Tauch- oder Spritzbeölung geschmiert oder durch Abstreifen von Öl von beölten Kettenspanner- oder Umlenkschiene. Ein Teil des so von der Kette beförderten Öls kann oberhalb des Antriebsrades (kettenrad) des Getriebes abtropfen und so in darunterliegende Öffnungen des Getriebes gelangen. Des Weiteren ist es möglich, Öl durch Kapilarwirkung zum Getriebe oder zu darüber liegenden Abtropfstellen zu befördern. Möglich ist auch, dass Öl durch Luftströmungen, die z.B. aus der Antriebsbewegung von Steuertriebs- oder Verstellerteilen resultieren, quasi zur Schmierstelle "gepustet" wird.

Bezugszeichenliste

[0083]

1	Nockenwellenversteller
2	Getriebe
3	Antriebsrad
4	Verstellwelle
5	Abtriebswelle
6	Nockenwelle
7	Elektromotor
8	Zylinderkopf
9	Gehäuse
10	Dichtelement
11	Dichtelement
12	Kupplung
13	Exzenterwelle
14	Lagerelement
15	Taumelscheibe
16	Hohlwelle
17	Lagerelement
18	Abtriebskegelrad
19	Lagerung
20	Antriebskegelrad
21	Längsachse
22	Zentralschraube
23	Schmierstelle
24	Schmierstelle
25	Zuführausnehmung
26	Strömungskanal
27	Strömungskanal
28	Mantelfläche
29	Mantelfläche
30	Bohrung
31	Reservoir
32	Pumpe
33	Filter
34	Austrittsöffnung
35	Filterelement
36	Innenraum
37	Totraum
38	Wandung
39	Austrittsöffnung
40	Austrittsöffnung
41	Blende
42	Drossel
43	Blende
44	Drossel
45	Bohrung
46	Sacklochbohrung
47	Fase
48	Einstich
49	Bohrung
50	Bohrung
51	Strömungskanal
52	Bohrung
53	Übergangsbereich
54	Kante
55	Querfläche
56	Kante
57	Mantelfläche
58	Stirnseite
59	Strömungselement
60	Ringspalt
61	Einstich
62	Vorsprung
63	Ringspalt
64	Ringspalt
65	Mantelfläche
66	Stichbohrung
67	Dichtring
68	Dichtring
69	Bohrung
70	Sacklochbohrung
71	Sacklochbohrung
72	Stichbohrung
73	Ringkanal
74	Bohrung
75	Bohrung

76 Spalt
77 Öffnung
78 Öffnung
79 Stirnseite
80 Tropfblech
81 Zwischenraum
82 Teilbereich
83 Teilbereich
84 Strömungskanal

Patentansprüche

1. Nockenwellenversteller (1) für eine Brennkraftmaschine zur Verstellung einer relativen Winkellage zwischen einem Antriebselement (3) und einem Abtriebselement (6), wobei das Abtriebselement (3) und das Abtriebselement (6) über ein Getriebe (2) miteinander verbunden sind und eine Schmierung über einen Strom eines Schmiermittels durch einen Strömungskanal (26, 27) erfolgt, wobei der Strom des Schmiermittels durch ein Strömungselement (59) beeinflusst ist, welches eine Blende oder Drossel bildet, die in einen Strömungskanal (26) des Nockenwellenverstellers (1) eingesetzt ist, **dadurch gekennzeichnet,dass** stromaufwärts des Strömungselements (59) ein Filterelement angeordnet ist, dass der Strömungskanal (26) in dem Bereich, in den das Strömungselement (59) eingesetzt ist, einen kreisringförmigen Querschnitt aufweist und dass der Strömungskanal (26) zwischen einer Mantelfläche einer stirnseitig in die Nockenwelle (6) eingeschraubten Zentralschraube (22) und einer nockenwellenfesten Innenfläche (46) gebildet ist.

2. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungselement im Eintrittbereich des Schmiermittels in das Getriebe (2) und/oder im Austrittsbereich des Schmiermittels aus dem Getriebe (2) angeordnet ist.

3. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungselement (59) form-, reib- oder stoffschlüssig mit dem Strömungskanal (26) verbunden ist.

4. Nockenwellenversteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungselement (59) mit einem Kunststoff oder einem Elastomer gebildet ist.

5. Nockenwellenversteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungselement (59) radial elastisch ist und unter radialer Anpressung gegen eine Begrenzung des Strömungskanals (26) gepresst ist.

6. Nockenwellenversteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungselement durch eine Querschnittsveränderung quer zur Strömungsrichtung des Schmiermittels geschaffen ist.

7. Nockenwellenversteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungselement durch eine Querschnittsveränderung in Umfangsrichtung zur Strömungsrichtung des Schmiermittels geschaffen ist.

8. Nockenwellenversteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Strömungselemente hintereinander oder parallel geschaltet sind.

9. Nockenwellenversteller (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einer Zentralschraube (22) und einer zentralen stirnseitigen Ausnehmung (46) der Nockenwelle (6) ein hohlzylinderförmiger Zwischenraum (81) gebildet ist,

   - dessen erster Teilbereich (82) einen ersten Strömungskanal (84) bildet und
   - in dem in einem außen liegenden zweiten Teilbereich (83) eine Hohlwelle (16) angeordnet ist unter Ausbildung eines zweiten Strömungskanals (51),
   - wobei der zweite Strömungskanal (51) einen kleineren Strömungsquerschnitt besitzt als der erste Strömungskanal (84) und
   - im ersten Strömungskanal (84) zwischen Hohlwelle (16) und Zentralschraube (22) oder zwischen Hohlwelle (16) und Nockenwelle (6) durch zumindest einen Vorsprung (62) eine Blende oder eine Drossel gebildet ist.

10. Nockenwellenversteller (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einer Zentralschraube (22) und einer zentralen stirnseitigen Ausnehmung (Sacklochbohrung 46) der Nockenwelle (6) ein hohlzylinderförmiger Zwischenraum (81) gebildet ist, wobei

    - die Nockenwelle (6) einen radialen Einstich (48) aufweist,
    - der Zwischenraum (81) in einem ersten Teilbereich (82) einen ersten Strömungskanal (84) bildet,
    - in einem außen liegenden zweiten Teilbereich (83) und radial innenliegend von dem Einstich (48) eine die Zentralschraube (22) umgebende Hohlwelle (16) angeordnet ist und
    - der Einstich (48) und der erste Strömungskanal (84) durch eine Blende miteinander verbunden sind, die zwischen einer Stirnfläche (58) der Hohlwelle (16) und einer innenliegenden Man-

telfläche der Nockenwelle (6) gebildet ist.

11. Nockenwellenversteller nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einstich (48) einen radial außenliegenden Totraum (37) aufweist.

12. Nockenwellenversteller (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zylinderkopffeste Bauelement mindestens eine Austrittsöffnung (66) aufweist und die Nockenwelle (6) mindestens eine Eintrittsöffnung (69) aufweist, wobei im Übertrittsbereich der Austrittsöffnung (66) zu der Eintrittsöffnung (69) eine Drossel oder Blende dadurch geschaffen ist, dass die Eintrittsöffnung (69) und die Austrittsöffnung (66) nicht miteinander fluchten, sondern zueinander versetzt angeordnet sind.

13. Nockenwellenversteller nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Öffnung von der Eintrittsöffnung und der Austrittsöffnung als eine in Umfangsrichtung verlaufende Nut ausgebildet ist und die andere Öffnung von der Eintrittsöffnung und der Austrittsöffnung als Bohrung ausgebildet ist.

14. Nockenwellenversteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (2) als Taumelscheibengetriebe ausgebildet ist.

Claims

1. Camshaft adjuster (1) for an internal combustion engine, for adjusting a relative angular position between a drive element (3) and a driven element (6), the drive element (3) and the driven element (6) being connected to one another via a transmission (2), and lubrication taking place via a stream of lubricant through a flow duct (26, 27), the stream of lubricant being influenced by a flow element (59) which forms a diaphragm or throttle which is inserted into a flow duct (26) of the camshaft adjuster (1), **characterized in that** a filter element is arranged upstream of the flow element (59), **in that** the flow duct (26) has an annular cross section in the region into which the flow element (59) is inserted, and **in that** the flow duct (26) is formed between a surface area of a central screw (22) screwed into the camshaft (6) on the end face and a camshaft-fixed inner surface (46).

2. Camshaft adjuster according to Claim 1, **characterized in that** the flow element is arranged in the inlet region to the lubricant into the transmission (2) and/or in the outlet region of the lubricant out of the transmission (2).

3. Camshaft adjuster according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the flow element (59) is connected to the flow duct (26) positively, frictionally or in a materially integral manner.

4. Camshaft adjuster according to one of the preceding claims, **characterized in that** the flow element (59) is formed by a plastic or an elastomer.

5. Camshaft adjuster according to one of the preceding claims, **characterized in that** the flow element (59) is radially elastic and under radial pressure is pressed against a boundary of the flow duct (26).

6. Camshaft adjuster according to one of the preceding claims, **characterised in that** the flow element is provided by means of a variation in cross section transversely to the flow direction of the lubricant.

7. Camshaft adjuster according to one of the preceding claims, **characterized in that** the flow element is provided by a variation in cross section in the circumferential direction with respect to the flow direction of the lubricant.

8. Camshaft adjuster according to one of the preceding claims, **characterised in that** a plurality of flow elements are connected in series or in parallel.

9. Camshaft adjuster (1) according to one of the preceding claims, characterize in that there is formed between a central screw (22) and a central end-face recess (96) of the camshaft (6) a hollow-cylindrical interspace (81),

- of which the first subregion (82) forms a first flow duct (84) and
- in which a hollow shaft (16) is arranged in an outer second subregion (83), thereby forming a second flow duct (51),
- the second flow duct (51) possessing a smaller flow cross section than the first flow duct (84), and
- a diaphragm or a throttle being formed in the first flow duct (84) between the hollow shaft (16) and central screw (22) or between the hollow shaft (16) and camshaft (6) by means of at least one protection (62).

10. Camshaft adjuster (1) according to one of the preceding claims, **characterised in that** a hollow-cylindrical interspace (81) is formed between a central screw (22) and a central end-face recess (blind-hole bore 46) of the camshaft (6),

- the camshaft (6) having a radial indentation (48),
- the interspace (81) in a first subregion (82) forming a first flow duct (84),

- a hollow shaft (16) which surrounds the central screw (22) being arranged in an outer second subregion (83) and radially to the inside of the indentation (48), and
- the indentation (48) and the first flow duct (84) being connected to one another by means of a diaphragm which is formed between an end face (58) of the hollow shaft (16) and an inner surface area of the camshaft (6).

11. Camshaft adjuster according to Claim 10, **characterized in that** the indentation (48) has a radially outer dead space (37).

12. Camshaft adjuster (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the structural element fixed to the cylinder head has at least one outlet port (66) and the camshaft (6) has at least one inlet port (69), a throttle or diaphragm being provided in the overflow region of the outlet port (66) to the inlet port (69), **in that** the inlet port (69) and the outlet port (66) are not in alignment with one another, but instead are arranged so as to be offset to one another.

13. Camshaft adjuster according to Claim 12, **characterized in that** one port of the inlet port and outlet port is designed as a groove running in the circumferential direction, and the other port of the inlet port and outlet port is designed as a bore.

14. Camshaft adjuster according to one of the preceding claims, **characterized in that** the transmission (2) is designed as squashplate-type transmission.

Revendications

1. Dispositif de réglage d'arbre à cames (1) pour un moteur à combustion interne pour le réglage d'une position angulaire relative entre un élément d'entraînement (3) et un élément de sortie (6), l'élément d'entraînement (3) et l'élément de sortie (6) étant reliés l'un à l'autre par le biais d'une transmission (2) et une lubrification s'effectuant par le biais d'un flux d'un lubrifiant à travers un canal d'écoulement (26, 27), le flux du lubrifiant étant influencé par un élément d'écoulement (59), lequel forme un diaphragme ou un étranglement qui est inséré dans un canal d'écoulement (26) du dispositif de réglage d'arbre à cames (1), **caractérisé en ce qu'**un élément de filtre est disposé en amont de l'élément d'écoulement (59), **en ce que** le canal d'écoulement (26) présente, dans la région dans laquelle l'élément d'écoulement (59) est inséré, une section transversale de forme annulaire circulaire et **en ce que** le canal d'écoulement (26) est formé entre une surface d'enveloppe d'une vis centrale (22) vissée du côté frontal dans l'arbre à cames (6) et une surface intérieure (46) fixée à l'arbre à cames.

2. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément d'écoulement est disposé dans la région d'entrée du lubrifiant dans la transmission (2) et/ou dans la région de sortie du lubrifiant hors de la transmission (2).

3. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'élément d'écoulement (59) est relié au canal d'écoulement (26) par engagement par complémentarité de formes, par friction ou par liaison de matière.

4. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément d'écoulement (59) est formé par un plasmique ou un élastomère.

5. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément d'écoulement (59) est radialement élastique et est pressé contre une limitation du canal d'écoulement (26) par une pression de contact radiale.

6. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément d'écoulement est produit par un changement de section transversale transversalement à la direction d'écoulement du lubrifiant.

7. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément d'écoulement est produit par un changement de section transversale dans la direction périphérique par rapport à la direction d'écoulement du lubrifiant.

8. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs éléments d'écoulement sont connectées les uns derrière les autres ou parallèlement.

9. Dispositif de réglage d'arbre à cames (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**entre une vis centrale (22) et un évidement frontal central (46) de l'arbre à cames (6) est formé un espace intermédiaire de forme cylindrique creuse (81)

- dont la première région partielle (82) forme un premier canal d'écoulement (84) et
- dans lequel un arbre creux (16) est disposé dans une deuxième région partielle (83) située à l'extérieur en formant un deuxième canal

d'écoulement (51),
- le deuxième canal d'écoulement (51) présentant une plus petite section transversale d'écoulement que le premier canal d'écoulement (84) et
- un diaphragme ou un étranglement étant formé par au moins une saillie (62) dans le premier canal d'écoulement (84) entre l'arbre creux (16) et la vis centrale (22) ou entre l'arbre creux (16) et l'arbre à cames (6).

10. Dispositif de réglage d'arbre à cames (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un espace intermédiaire de forme cylindrique creuse (81) est formé entre une vis centrale (22) et un évidement frontal central (alésage borgne 46) de l'arbre à cames (6),

- l'arbre à cames (6) comprenant une entaille radiale (48),
- l'espace intermédiaire (81) formant, dans une première région partielle (82), un premier canal d'écoulement (84),
- un arbre creux (16) entourant la vis centrale (22) étant disposé dans une deuxième région partielle située à l'extérieur (83) et radialement à l'intérieur à partir de l'entaille (48) et
- l'entaille (48) et le premier canal d'écoulement (84) étant reliés l'un à l'autre par un diaphragme qui est formé entre une surface frontale (58) de l'arbre creux (16) et une surface d'enveloppe située à l'intérieur de l'arbre à cames (6).

11. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'entaille (48) comprend un espace mort situé radialement à l'extérieur (37).

12. Dispositif de réglage d'arbre à cames (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément structural fixé à la culasse comprend au moins une ouverture de sortie (66) et l'arbre à cames (6) comprend au moins une ouverture d'entrée (69), un étranglement ou un diaphragme étant produit dans la région de transition de l'ouverture de sortie (66) à l'ouverture d'entrée (69) par le fait que l'ouverture d'entrée (69) et l'ouverture de sortie (66) ne sont pas en alignement l'une avec l'autre mais sont disposées de manière décalée l'une par rapport à l'autre.

13. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**une ouverture parmi l'ouverture d'entrée et l'ouverture de sortie est réalisée sous la forme d'une rainure s'étendant dans la direction périphérique et l'autre ouverture parmi l'ouverture d'entrée et l'ouverture de sortie est réalisée sous forme d'alésage.

14. Dispositif de réglage d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la transmission (2) est réalisée sous forme de transmission à plateau oscillant.

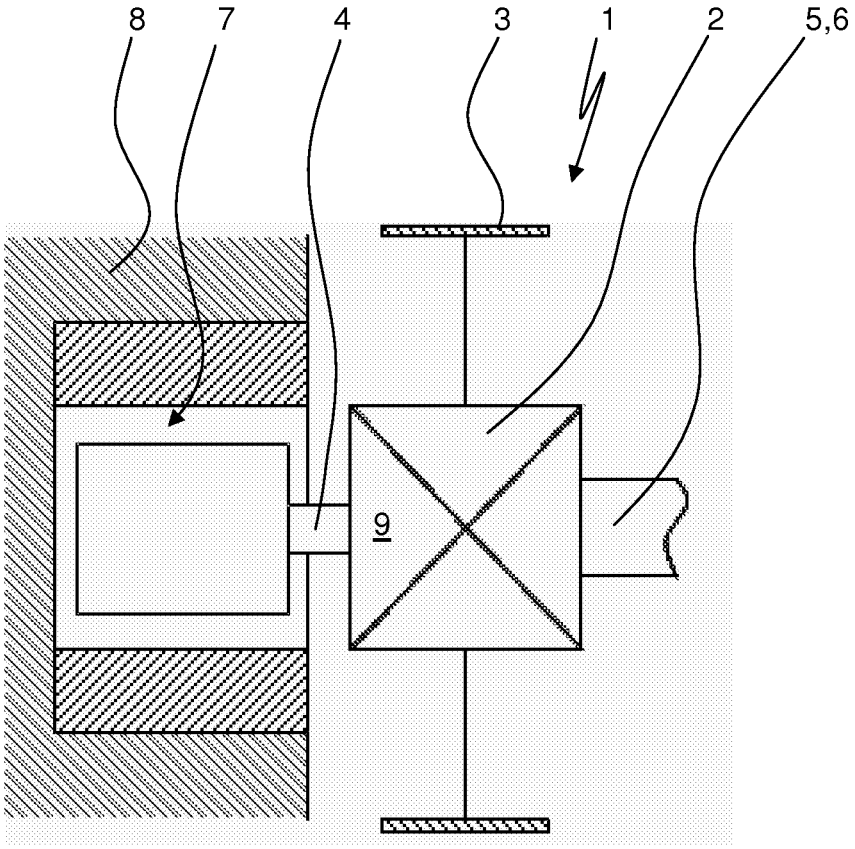


Fig. 1

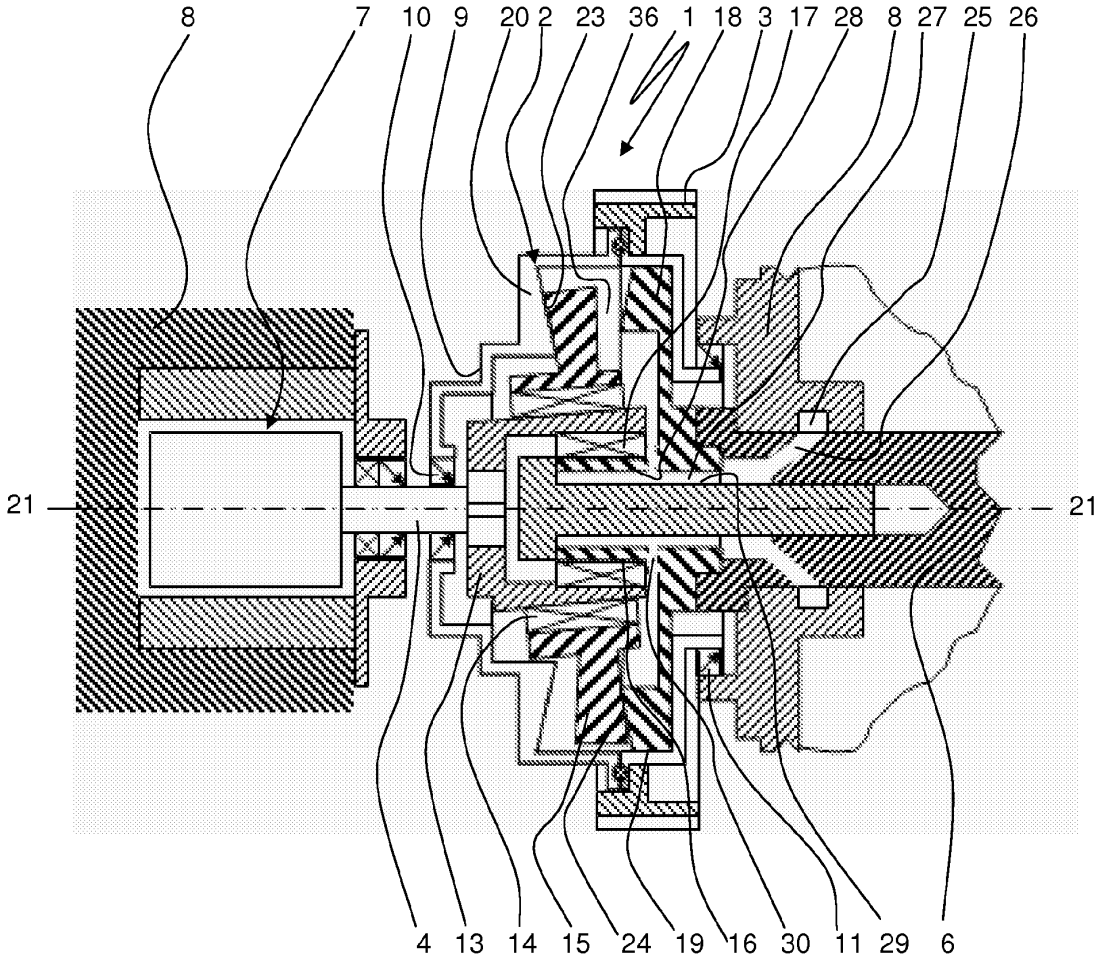

8
7
10
9
20
2
23
36
1
18
3
17
28
8
27
25
26
21
21
4
13
14
15
24
19
16
30
11
29
6

Fig. 2

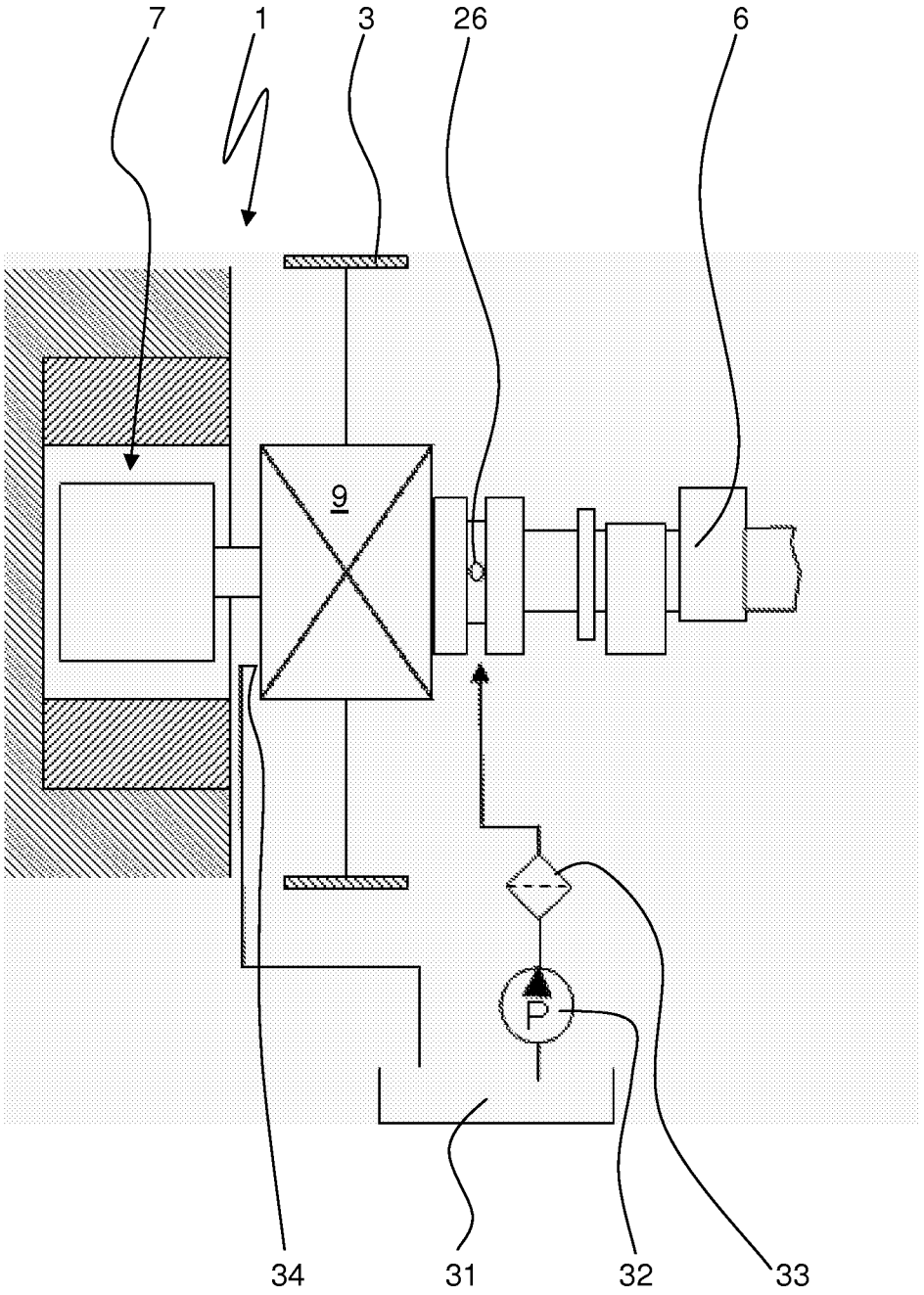


Fig. 3

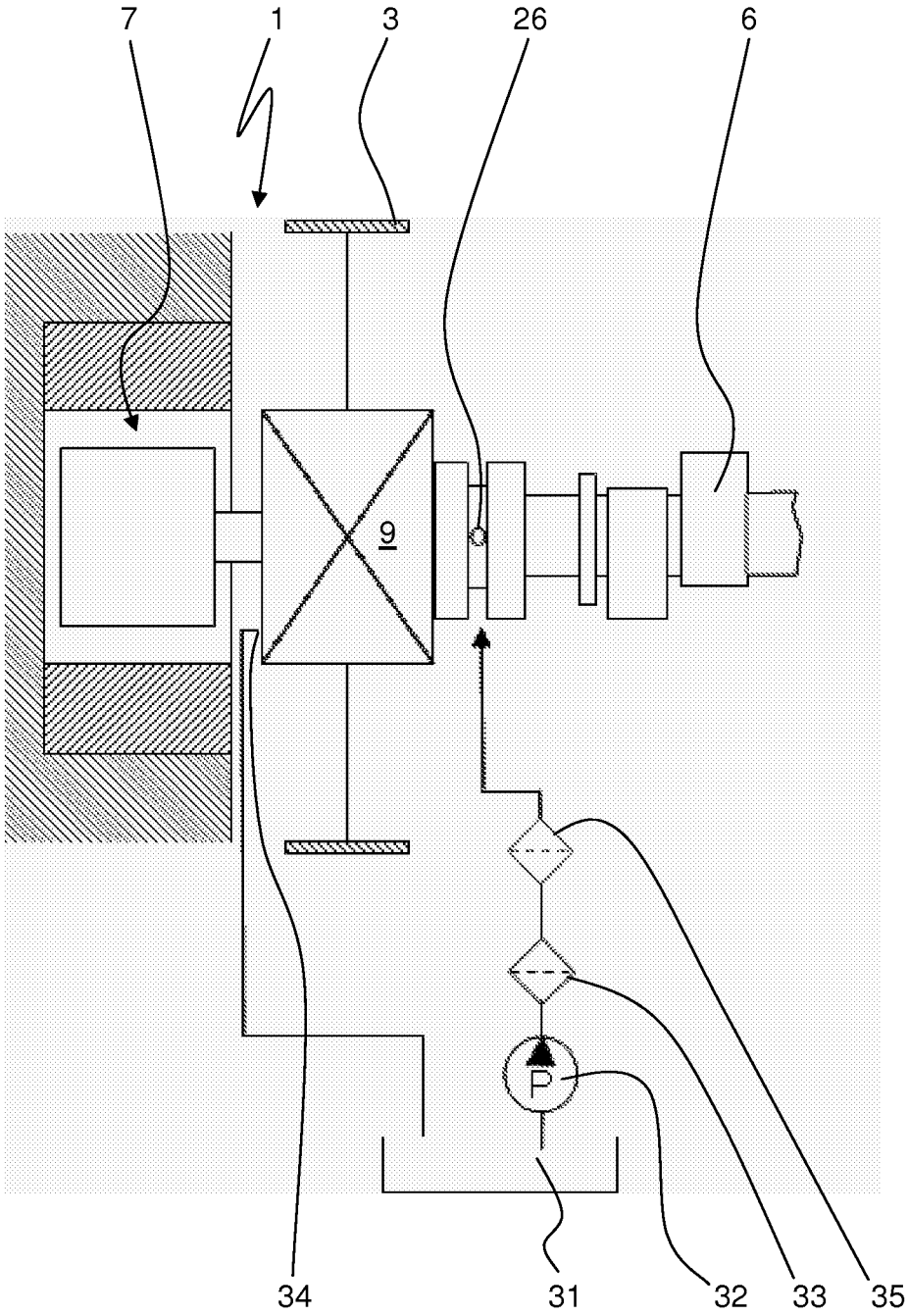


Fig. 4

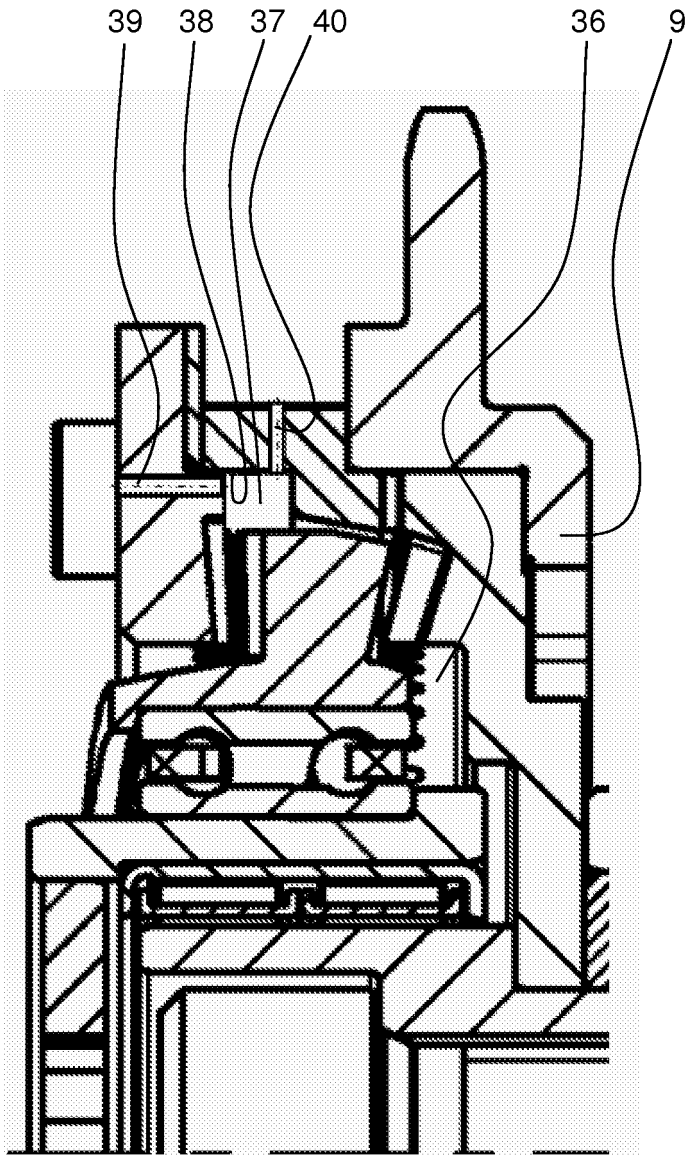


Fig. 5

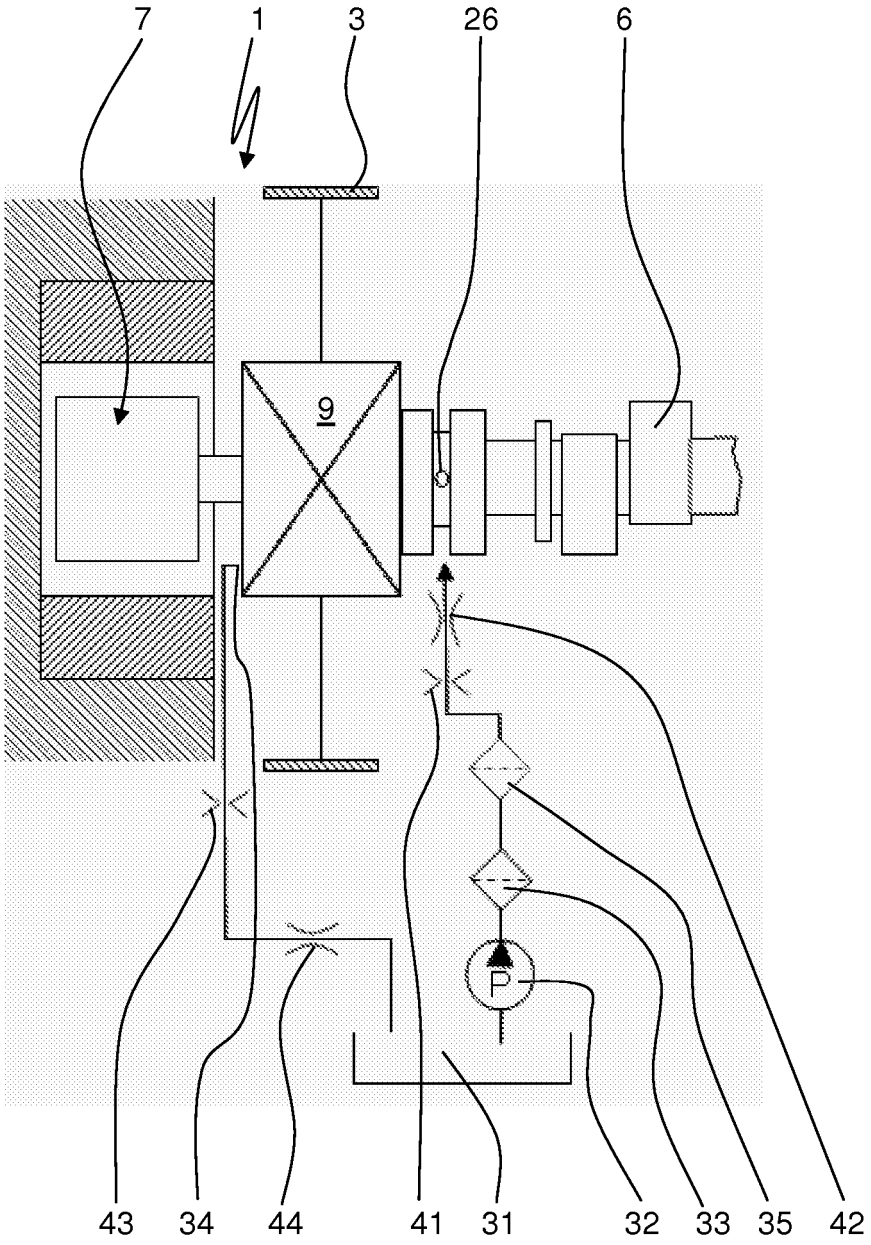


Fig. 6

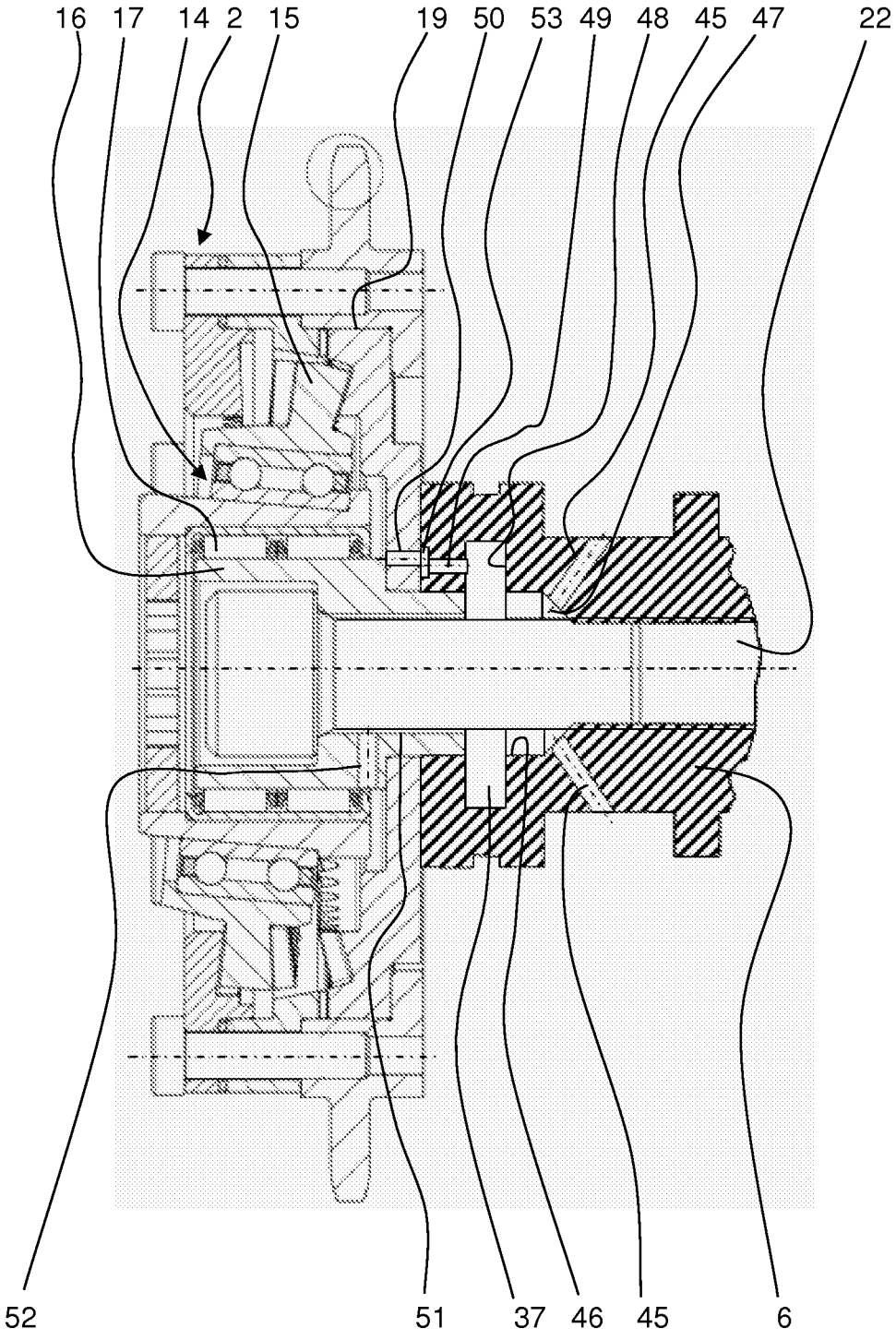


Fig. 7

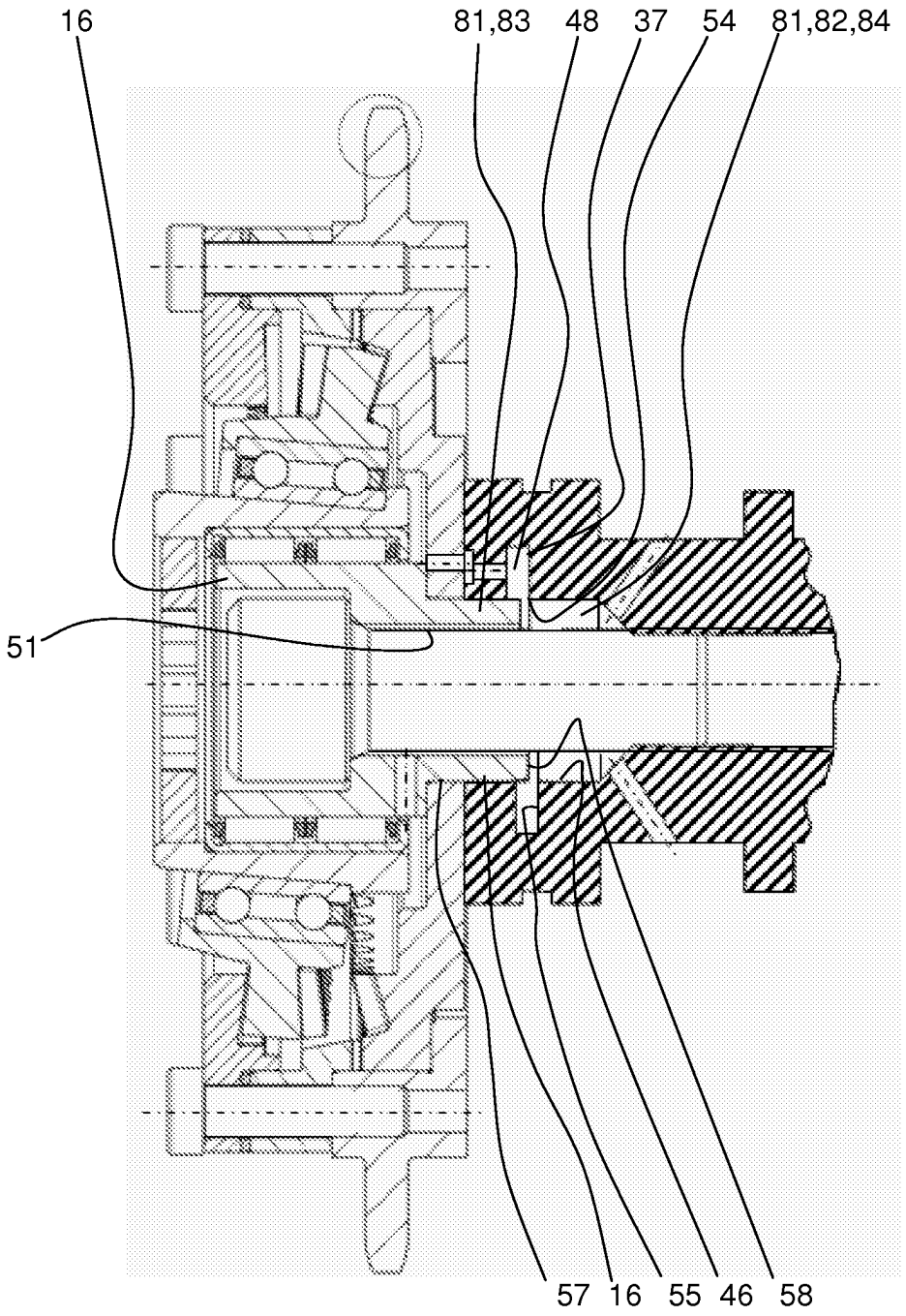


Fig. 8

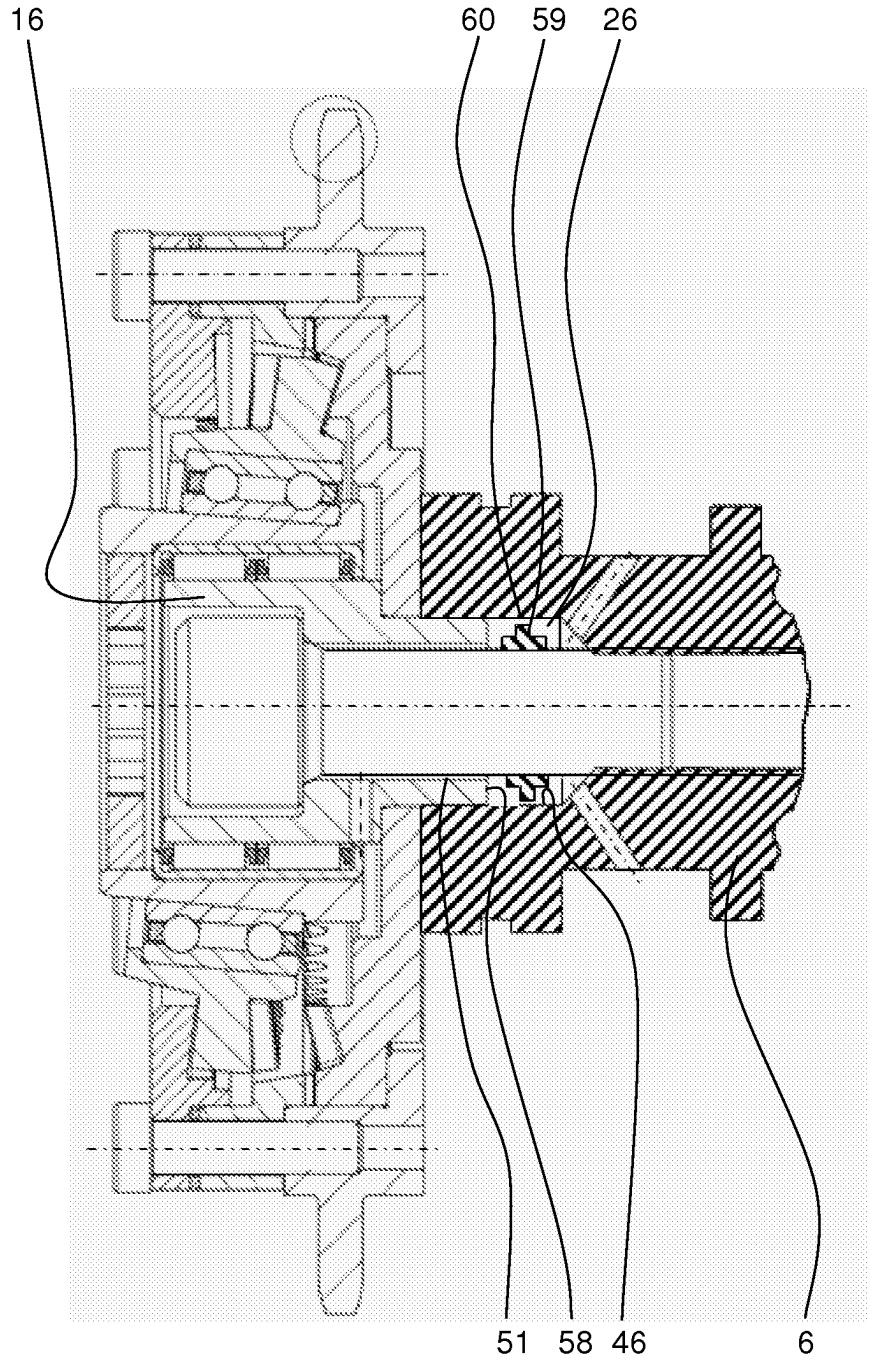


Fig. 9

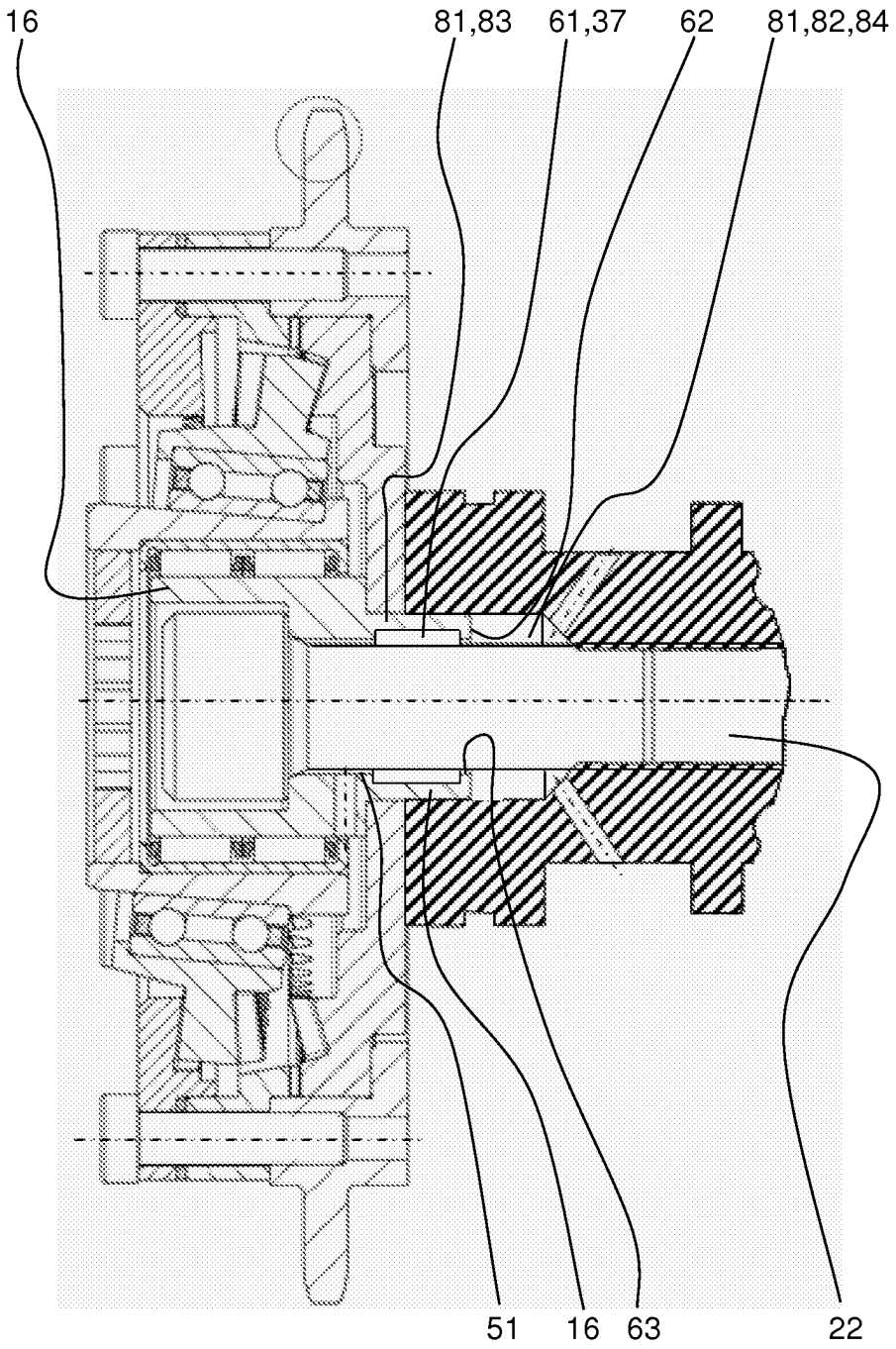


Fig. 10

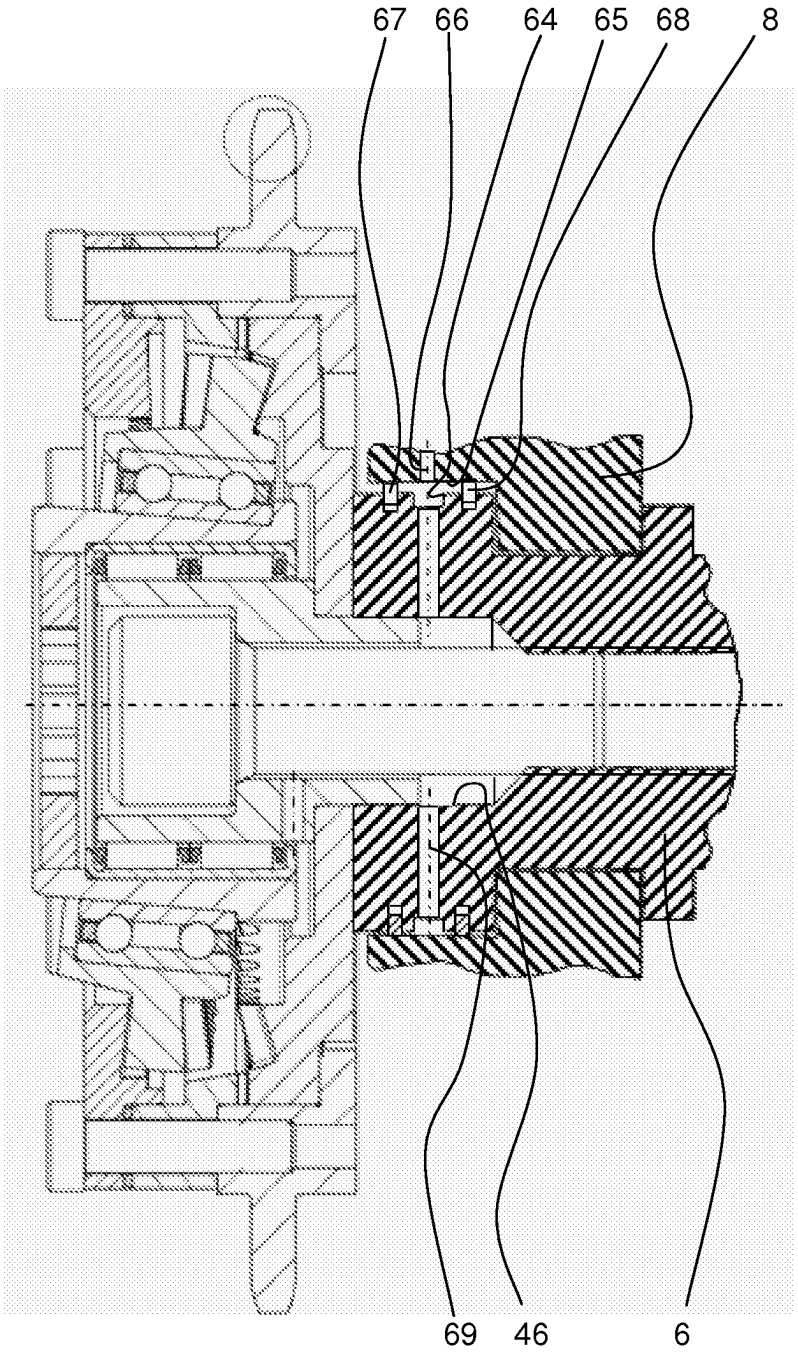


Fig. 11

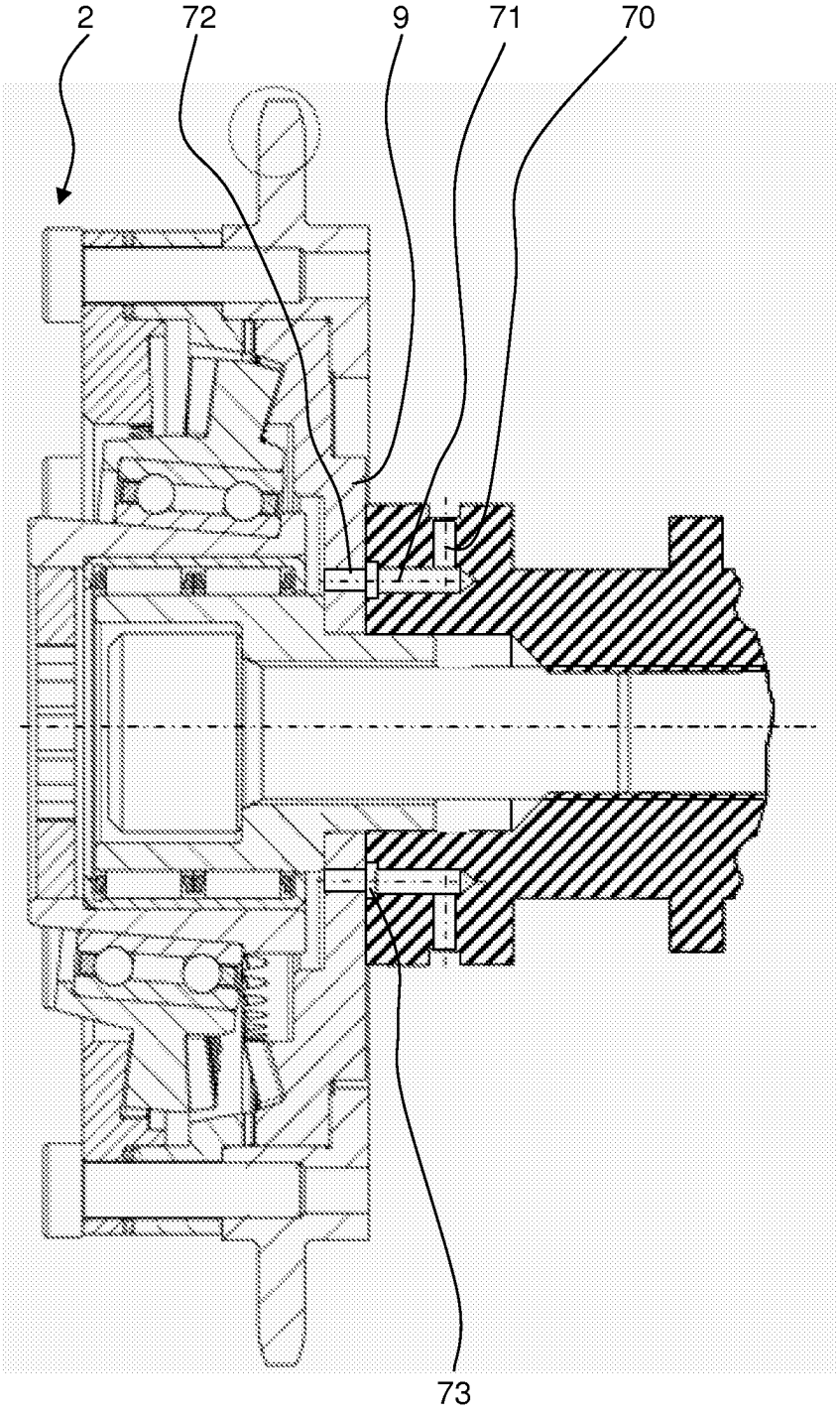


Fig. 12

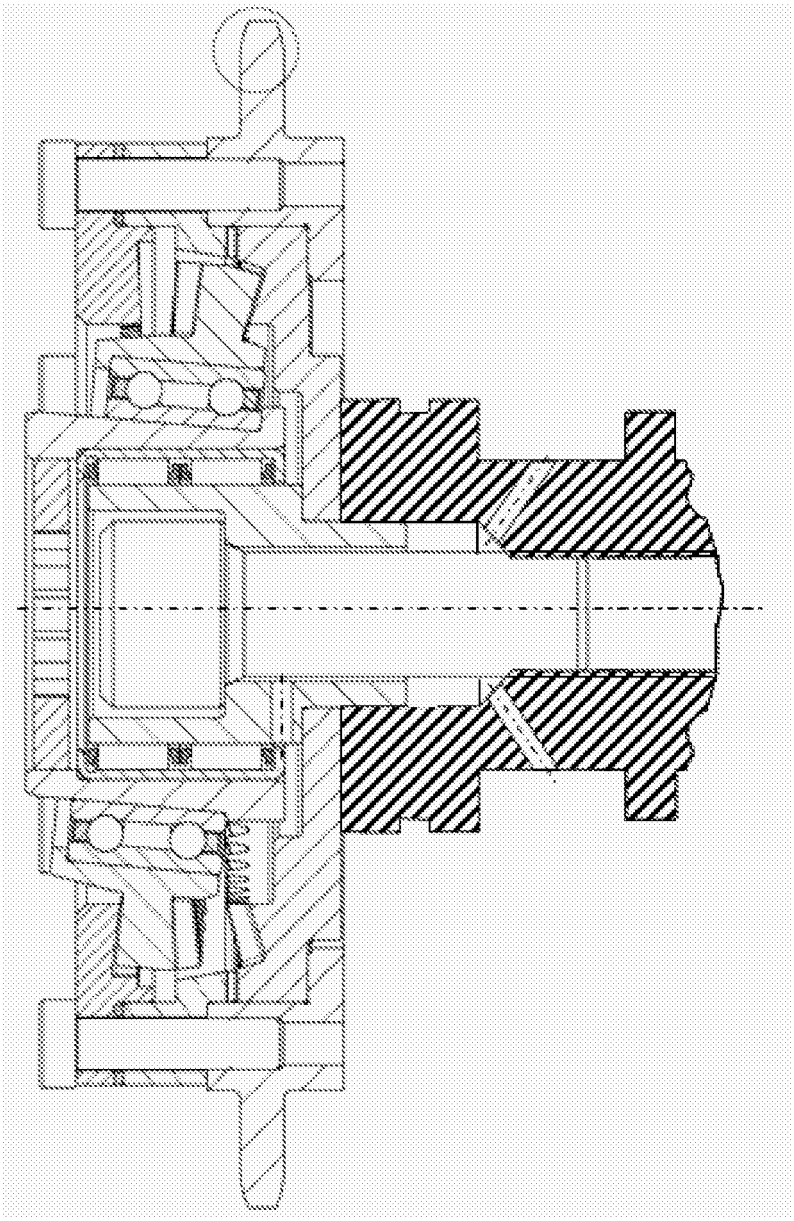


Fig. 13

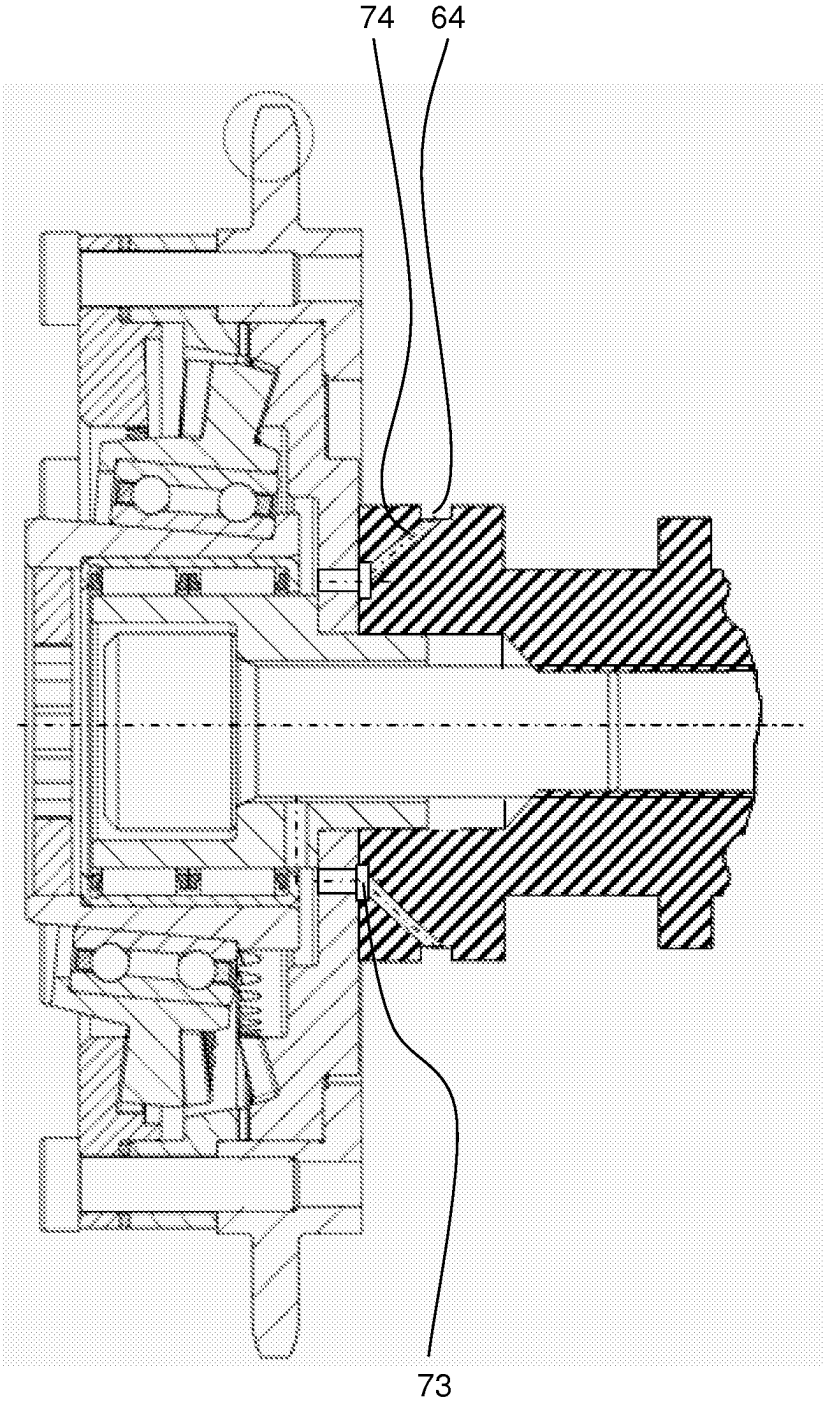


Fig. 14

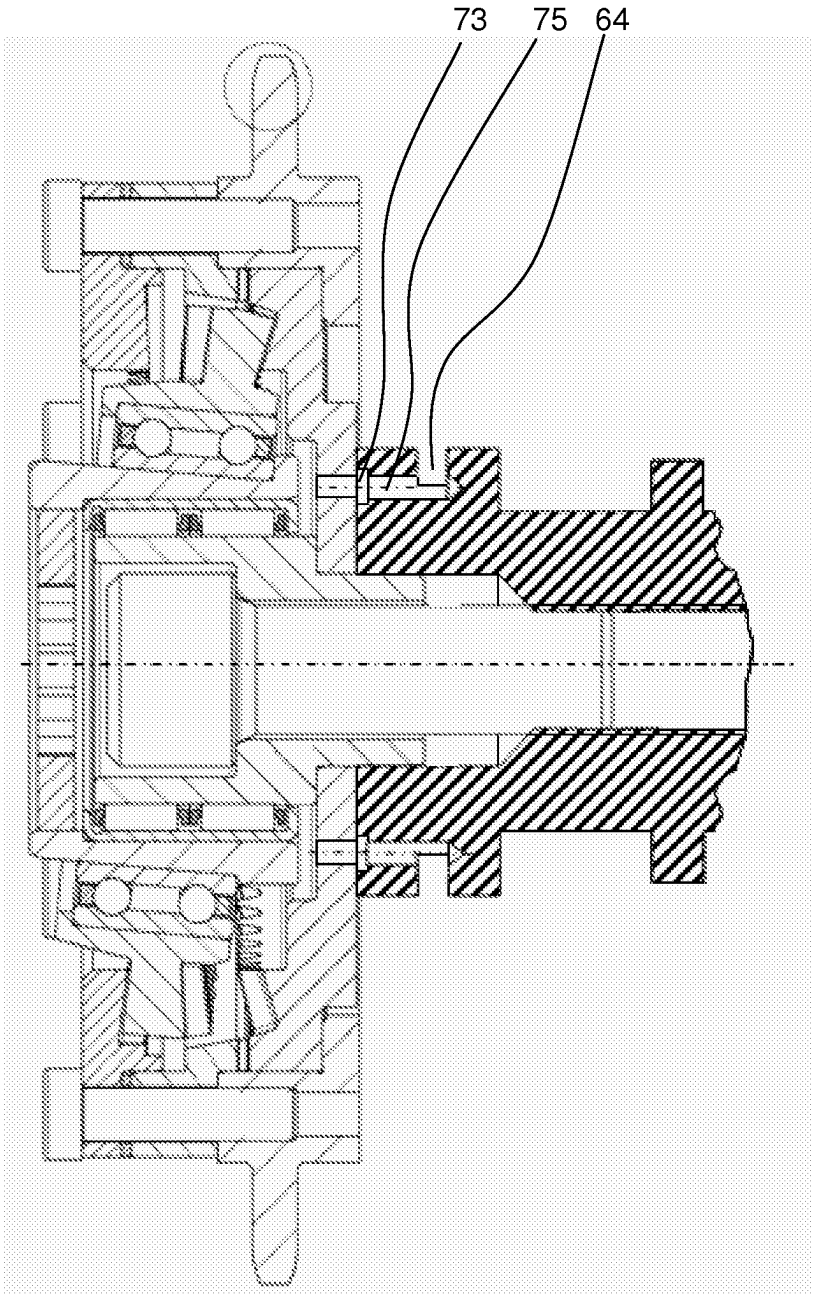


Fig. 15

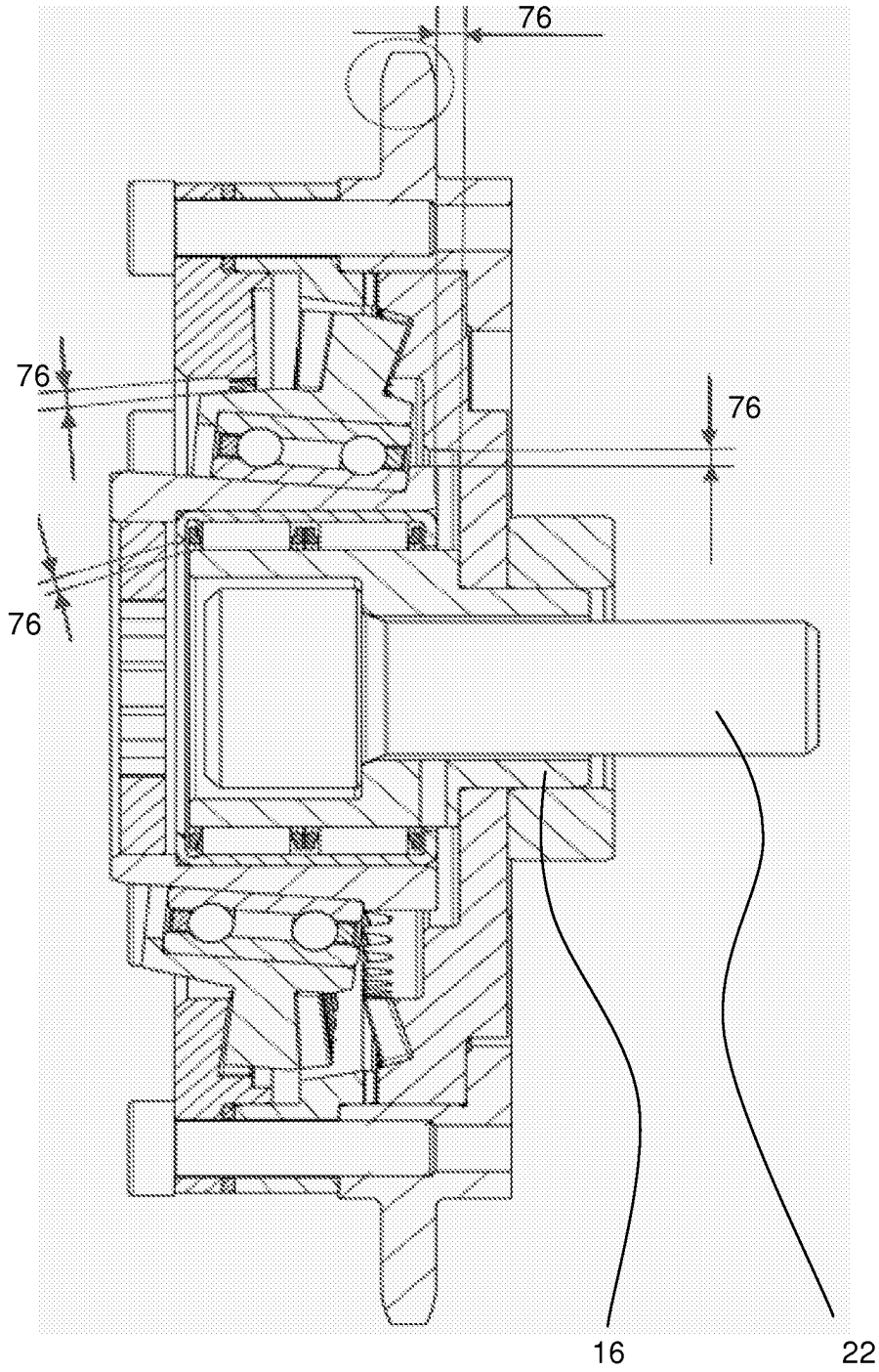


Fig. 16

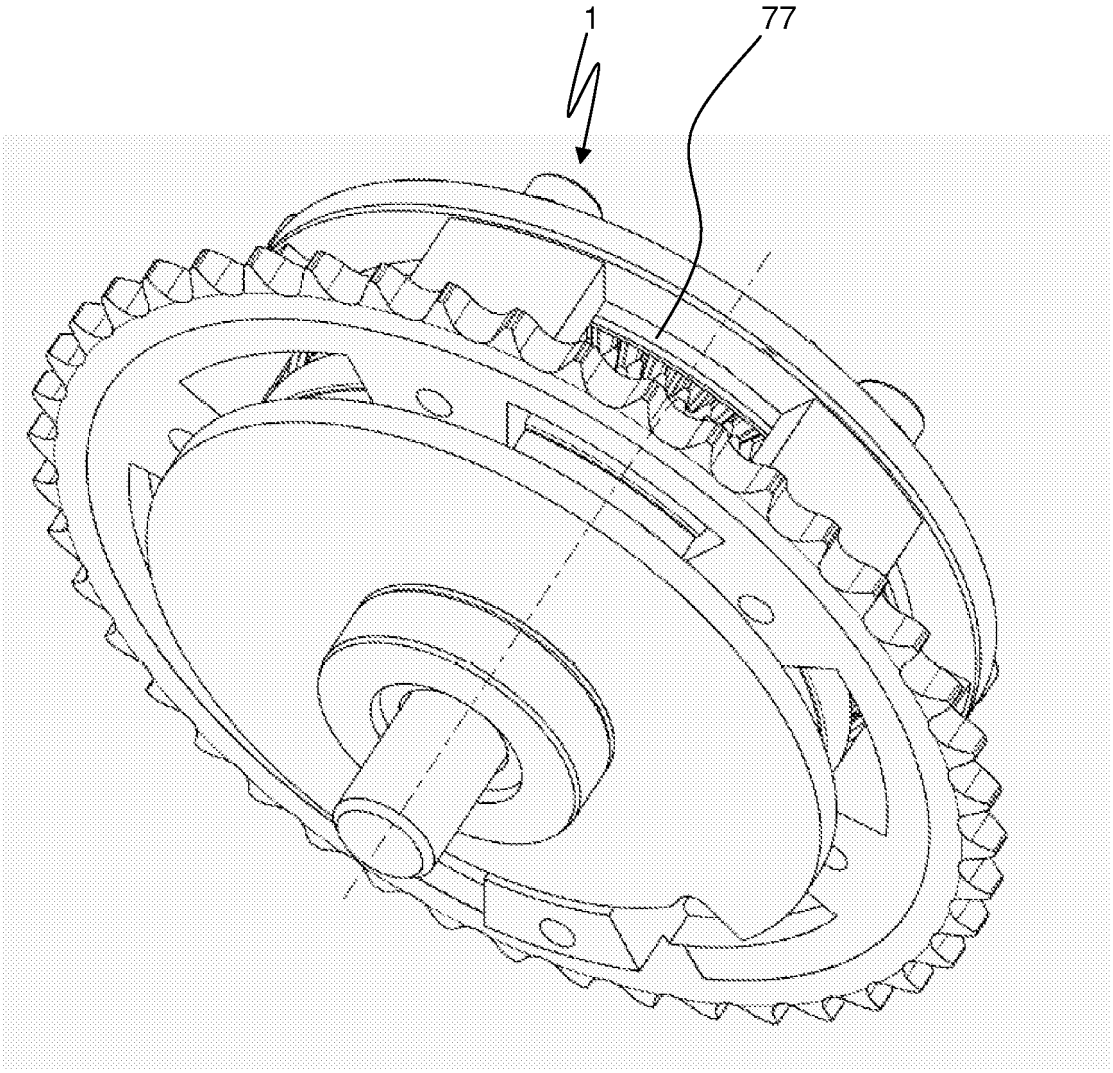


Fig. 17

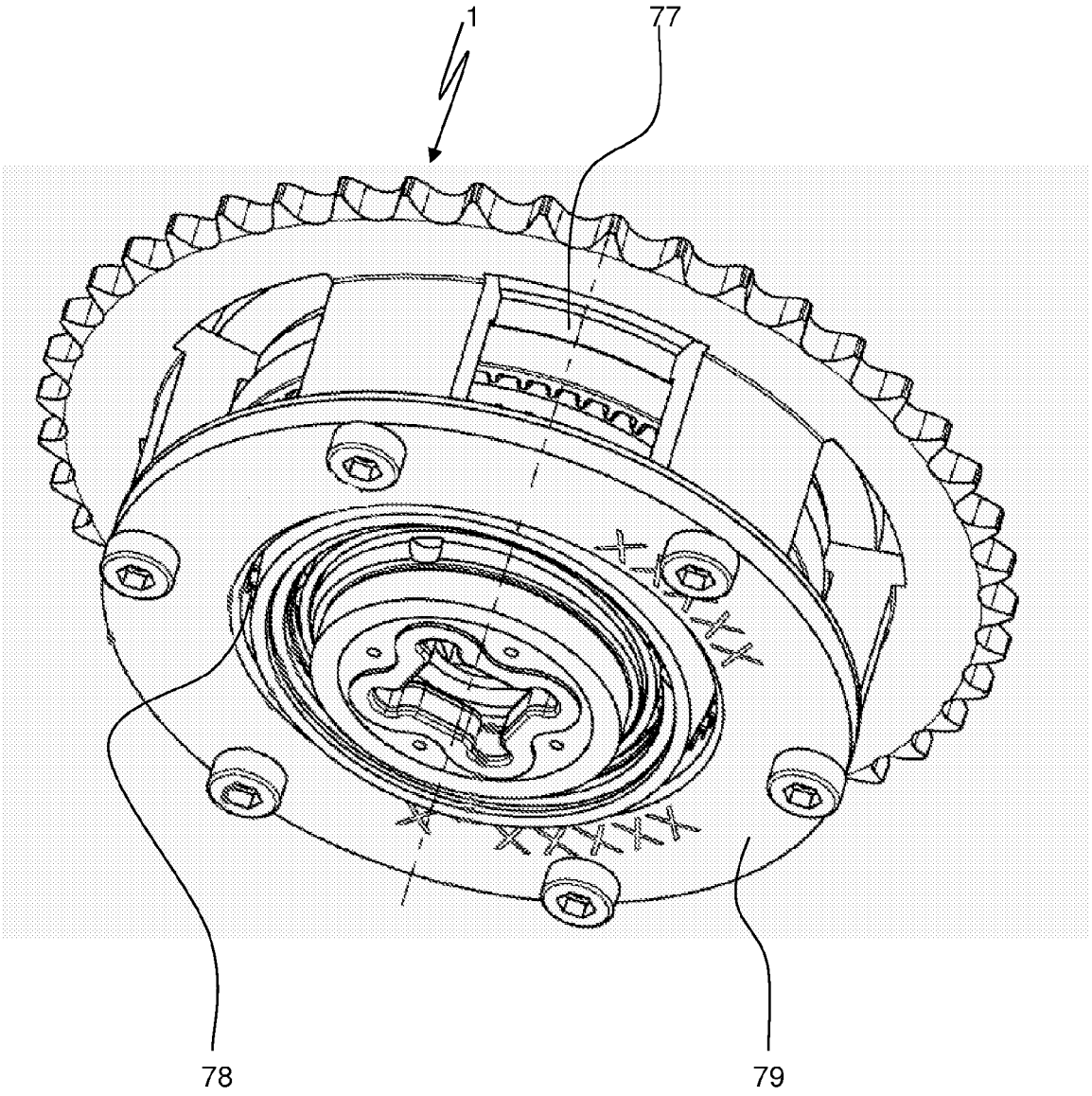


Fig. 18

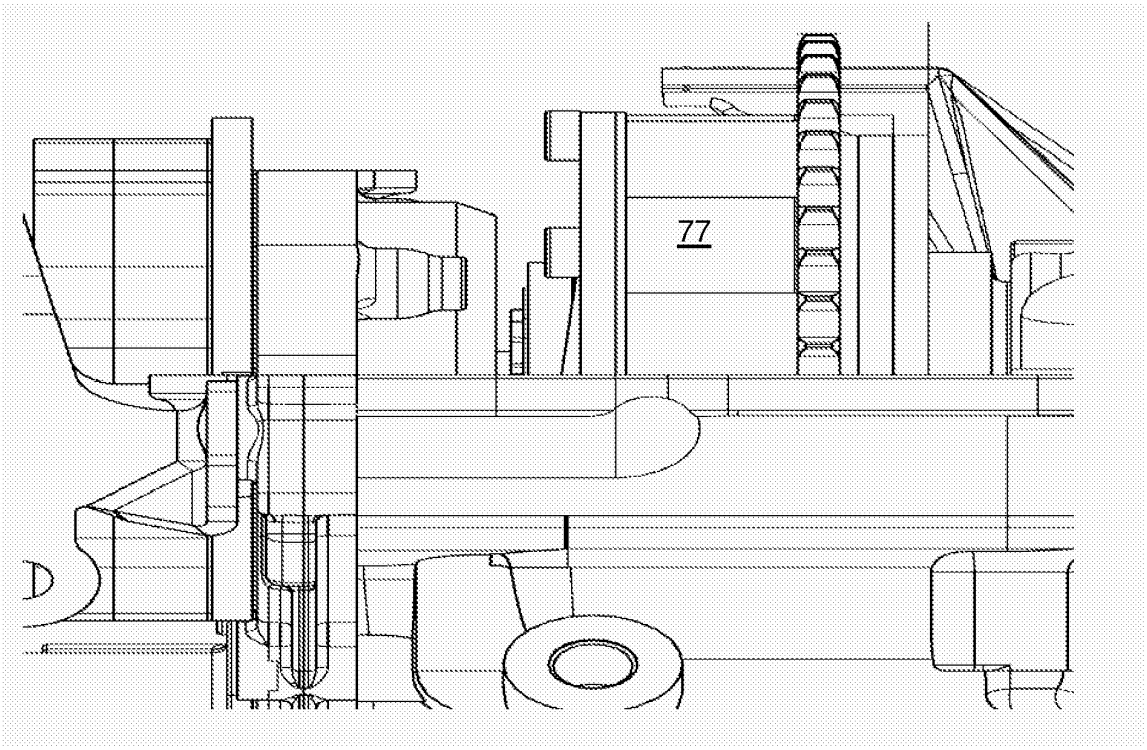


Fig. 19

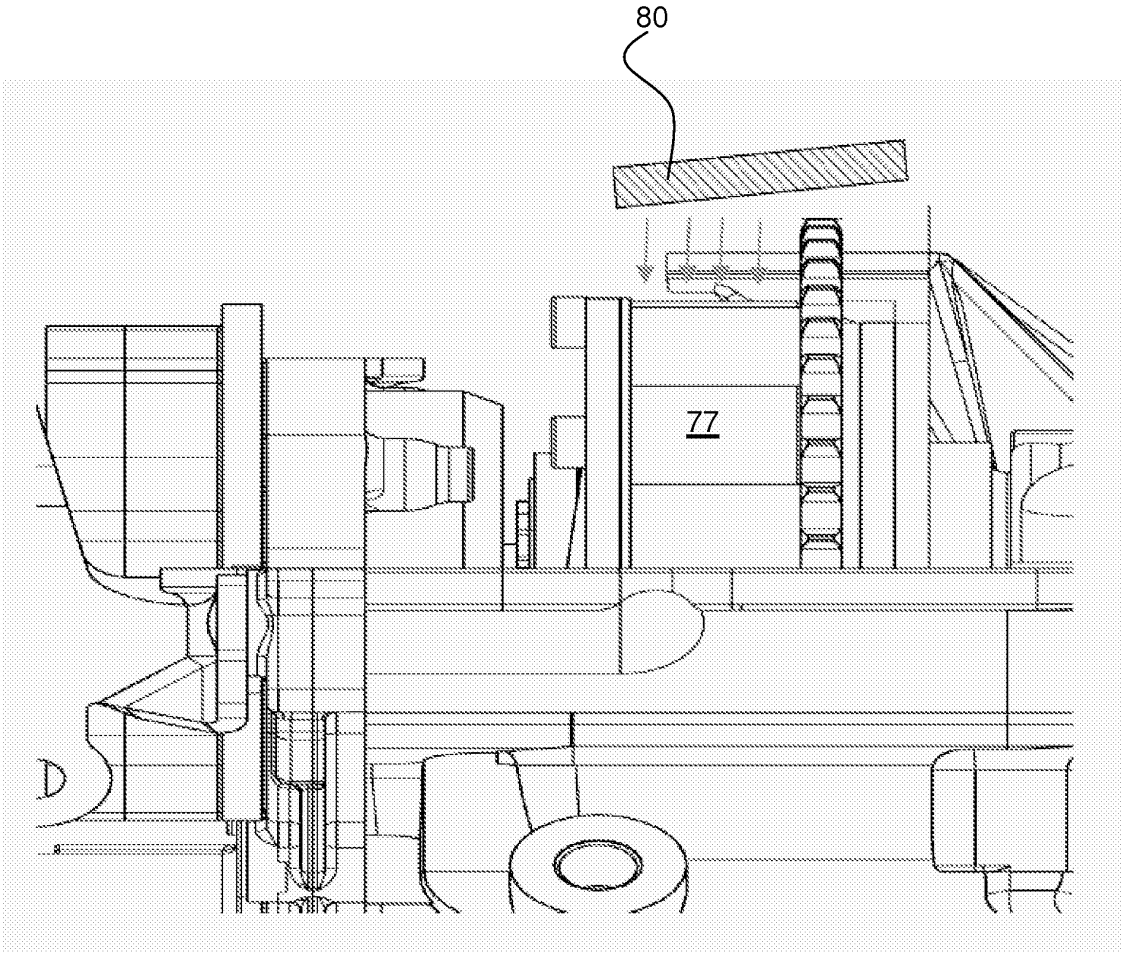


Fig. 20

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE Z0038354 A1 **[0002]**
- DE 10205034 A1 **[0002]**
- EP 1043482 B1 **[0002]**
- DE 10224446 A1 **[0002]**
- WO 03098010 A **[0002]**
- US 20030226534 A **[0002]**
- DE 10317607 A1 **[0002]**
- DE 10222475 A1 **[0005]**
- JP 2001107709 A **[0005]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine,* 23. Dezember 2004 **[0010]**