



(10) **DE 10 2015 121 917 A1** 2017.06.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 121 917.4**

(22) Anmeldetag: **16.12.2015**

(43) Offenlegungstag: **22.06.2017**

(51) Int Cl.: **F02B 75/04 (2006.01)**

F16K 11/072 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435
Stuttgart, DE**

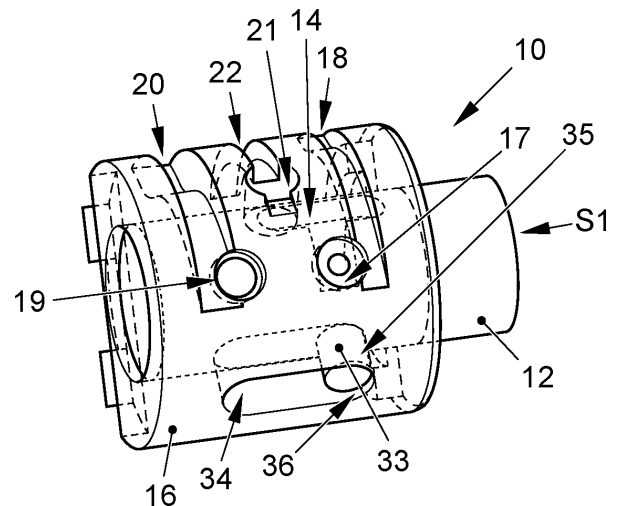
(72) Erfinder:
Paul, Michael, 71287 Weissach, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Umschaltventil, Pleuelstange und Verbrennungsmotor**

(57) Zusammenfassung: Umschaltventil (10) für einen Verbrennungsmotor, welcher ein einstellbares Verdichtungsverhältnis aufweist, nämlich zum Steuern eines Hydraulikölstroms in Hydraulikkammern einer Exzenter-Verstelleinrichtung; mit einem Schaltelement (12), in dessen Oberfläche eine Nut (14) ausgebildet ist; mit einem hülsenförmigen Verbindungsabschnitt (16), der eine erste Bohrung (17), welche das Umschaltventil mit einer ersten Hydraulikflüssigkeitsleitung (18) verbindet, eine zweite Bohrung (19), welche das Umschaltventil mit einer zweiten Hydraulikflüssigkeitsleitung (20) verbindet, und mindestens eine Entlüftungsbohrung (21), über welche das Umschaltventil entlüftbar ist, aufweist; wobei das Schaltelement (12) in dem Verbindungsabschnitt (16) verlagerbar geführt ist; wobei das Schaltelement (12) wahlweise in eine erste Schaltstellung oder eine zweite Schaltstellung verlagerbar ist; wobei ein Führungselement (33), welches mit einem Ende in ein Langloch (34) hineinragt, im Zusammenspiel mit dem Langloch (34) die axiale Verschiebbarkeit des Schaltelements (12) im Verbindungsabschnitt (16) beschränkt; und wobei Abmessungen des Führungselements (33) an Abmessungen des Langlochs (34) derart angepasst sind, dass bei der Bewegung des Schaltelements (12) im Verbindungsabschnitt (16) und demnach bei einer Relativbewegung zwischen Führungselement (33) und Langloch (34) Hydrauliköl über das Führungselement (33) von einem Bereich des Langlochs (34) in einen anderen Bereich des Langlochs (34) führbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Umschaltventil, eine Pleuelstange und einen Verbrennungsmotor.

[0002] Bei Verbrennungsmotoren wirkt sich ein hohes Verdichtungsverhältnis positiv auf den Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors aus. Unter Verdichtungsverhältnis wird im Allgemeinen das Verhältnis des gesamten Zylinderraumes vor der Verdichtung zum verbliebenen Zylinderraum nach der Verdichtung verstanden. Bei Verbrennungsmotoren mit Fremdzündung, insbesondere bei Ottomotoren, die in der Regel ein festes Verdichtungsverhältnis aufweisen, darf das Verdichtungsverhältnis jedoch nur so hoch gewählt werden, dass bei Vollastbetrieb ein sogenanntes „Klopfen“ des Verbrennungsmotors vermieden wird. Jedoch könnte für den weitaus häufiger auftretenden Teillastbereich des Verbrennungsmotors, also bei geringer Zylinderfüllung, das Verdichtungsverhältnis mit höheren Werten gewählt werden, ohne dass ein „Klopfen“ auftreten würde. Der wichtige Teillastbereich eines Verbrennungsmotors kann verbessert werden, wenn das Verdichtungsverhältnis variabel einstellbar ist.

[0003] Aus der DE 10 2010 016 037 A1 ist ein Verbrennungsmotor mit einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis bekannt. Eine Pleuelstange, die über ein Hublagerauge und ein Pleuellagerauge verfügt, ist über das Hublagerauge an eine Kurbelwelle und über das Pleuellagerauge an einen Zylinderkolben des Verbrennungsmotors anbindbar. Der Pleuelstange ist eine Exzenter-Verstelleinrichtung zugeordnet, die einen Exzenterkörper aus einem Exzenter und einem Exzenterhebel und Exzenterstangen aufweist.

[0004] Der Exzenter des aus der DE 10 2010 016 037 A1 bekannten Exzenterkörpers weist eine exzentrisch zu einem Mittelpunkt des Pleuellagerauges angeordnete Kolbenbolzenbohrung mit einem Mittelpunkt auf, wobei die Kolbenbolzenbohrung einen Kolbenbolzen aufnimmt. Die Exzenter-Verstelleinrichtung dient der Verstellung einer effektiven Pleuelstangenlänge l_{eff} , wobei als Pleuelstangenlänge der Abstand des Mittelpunkts der Kolbenbolzenbohrung zu einem Mittelpunkt des Hublagerauges zu verstehen ist. Zur Verdrehung des Exzenterkörpers und damit zur Veränderung der effektiven Pleuelstangenlänge l_{eff} sind die Exzenterstangen der Exzenter-Verstelleinrichtung verlagerbar. Jeder Exzenterstange ist ein Kolben zugeordnet, der in einer Hydraulikkammer verschiebbar gelagert bzw. geführt ist. In den Hydraulikkammern herrscht ein Hydraulikdruck, der auf die den Exzenterstangen zugeordneten Kolben einwirkt, wobei abhängig von der Ölmenge in den Hydraulikkammern die Verlagerung der Exzenterstangen möglich ist oder nicht möglich ist.

[0005] Die Verstellung der Exzenter-Verstelleinrichtung der Pleuelstange wird durch Einwirken von Massen- und Lastkräften des Verbrennungsmotors initiiert, die bei einem Arbeitstakt des Verbrennungsmotors auf die Exzenter-Verstelleinrichtung wirken. Während eines Arbeitstakts verändern sich die Wirkungsrichtungen der auf die Exzenter-Verstelleinrichtung wirkenden Kräfte ständig. Die Verstellbewegung wird durch die mit Hydrauliköl beaufschlagten Kolben, die auf die Exzenterstangen einwirken, unterstützt, wobei die Kolben ein Rückstellen der Exzenter-Verstelleinrichtung aufgrund variierender Kraftwirkungsrichtungen der auf die Exzenter-Verstelleinrichtung wirkenden Kräfte verhindern. Die Exzenterstangen, die mit den Kolben zusammenwirken, sind beidseitig an den Exzenterhebel des Exzenterkörpers angebunden.

[0006] Die Hydraulikkammern, in welchen die Kolben geführt sind, sind von dem Hublagerauge aus über Hydraulikölzulaufleitungen und mit Hydraulikflüssigkeit bzw. Hydrauliköl beaufschlagbar bzw. befüllbar. Rückschlagventile verhindern ein Rückfließen des Hydrauliköls aus den Hydraulikkammern zurück in die Hydraulikölzulaufleitungen. In einer Bohrung der Pleuelstange ist ein Umschaltventil aufgenommen. Die Hydraulikkammern stehen über Hydraulikölzulaufleitungen mit der Bohrung in Kontakt, welche das Umschaltventil aufnimmt. Die Schaltstellung des Umschaltventils bestimmt, welche der Hydraulikkammern mit Hydrauliköl befüllt und welche der Hydraulikkammern entleert wird, wobei hiervon die Verstellrichtung bzw. Verdrehrichtung der Exzenter-Verstelleinrichtung abhängt.

[0007] Wie ausgeführt, wird das Hydrauliköl, welches auf die in den Hydraulikkammern geführten Kolben der Exzenterstangen einwirkt, den Hydraulikkammern vom Hublagerauge aus über die Hydraulikölzulaufleitungen zugeführt, wobei die Pleuelstange derart mit dem Hublagerauge an der Kurbelwelle angreift, dass zwischen der Kurbelwelle, nämlich einem Kurbelwellenlagerzapfen derselben, und dem Hublagerauge eine Pleuellagerschale angeordnet ist.

[0008] Über die Hydraulikölzulaufleitungen können die Hydraulikkammern abhängig von der Schaltstellung des Umschaltventils entlüftet werden. Hiervon hängt die Verstellrichtung bzw. Verdrehrichtung der Exzenter-Verstelleinrichtung ab.

[0009] Das aus der DE 10 2010 016 037 A1 bekannte Umschaltventil umfasst ein Betätigungselement, eine Rückstellfeder und ein Steuerkolben.

[0010] Aus der DE 10 2012 112 461 A1 ist ein Umschaltventil für einen Verbrennungsmotor mit einstellbarem Verdichtungsverhältnis nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt. Das dort offenbarte Umschaltventil weist ein Schaltelement und einen

Verbindungsabschnitt auf, wobei das Schaltelement in dem Verbindungsabschnitt zwischen zwei Schaltstellungen verlagerbar geführt ist. Dem Schaltelement ist ein Führungselement zugeordnet, welches mit einem Ende in ein Langloch des Verbindungsabschnitts hineinragt und im Zusammenspiel mit dem Langloch des Verbindungsabschnitts einerseits die axiale Verschiebbarkeit des Schaltelements im Verbindungsabschnitt beschränkt und andererseits eine Drehsicherung ausgebildet.

[0011] Beim Einbau des Schaltelements in den Verbindungsabschnitt des Umschaltventils bzw. beim Einbau des Umschaltventils in die Pleuelstange und während des Betriebs kann in den Bereich des Langlochs Hydrauliköl gelangen, welches bei der Bewegung des Schaltelements im Verbindungsabschnitt und demnach bei einer Relativbewegung zwischen Führungselement und Langloch die Bewegung des Schaltelements relativ zum Verbindungsabschnitt dämpft. Unter Umständen kann das Schaltelement blockieren.

[0012] Aufgabe der Erfindung ist es, ein neuartiges Umschaltventil für einen Verbrennungsmotor mit einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis, eine Pleuelstange mit einem solchen Umschaltventil und einen Verbrennungsmotor mit einer solchen Pleuelstange bzw. einem solchen Umschaltventil zu schaffen.

[0013] Diese Aufgabe wird durch ein Umschaltventil gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß sind Abmessungen des dem Schaltelement zugeordneten Führungselements an Abmessungen des Langlochs des Verbindungsabschnitts derart angepasst, dass bei der Bewegung des Schaltelements im Verbindungsabschnitt und demnach bei einer Relativbewegung zwischen Führungselement und Langloch Hydrauliköl über das Führungselement von einem Bereich des Langlochs in einen anderen Bereich des Langlochs führbar ist.

[0014] Dadurch, dass bei dem erfindungsgemäßen Umschaltventil, Hydrauliköl, welches sich im Langloch befindet, bei der Relativbewegung zwischen Führungselement und Langloch über das Führungselement hinweg zwischen unterschiedlichen Bereichen des Langlochs hin und her strömen kann, wird die Gefahr, dass das Führungselement innerhalb des Langlochs und damit das Schaltelement des Umschaltventils innerhalb des Verbindungsabschnitts des Umschaltventils blockiert, reduziert.

[0015] Nach einer Weiterbildung des Umschaltventils ist die Höhe des Führungselements gegenüber der Tiefe des Langlochs reduziert, derart, dass sich zwischen einem Endabschnitt des Führungselements und einer dem Endabschnitt zugewandten, das Langloch begrenzenden Wandung ein Spalt ausbildet, über den das Hydrauliköl führbar ist. Die-

se Weiterbildung der Erfindung ist besonders bevorzugt. Über die Abmessung des Spalts zwischen dem Endabschnitt des Führungselements und der das Langloch begrenzenden Wandung kann das Strömungsverhalten des Hydrauliköls bei der Bewegung des Schaltelements relativ zum Führungselement und demnach bei der Bewegung des Führungselements im Langloch definiert eingestellt werden, um so unter Ausbildung einer Drosselstelle eine gezielte Dämpfung des Schaltelements bei der Verlagerung desselben im Langloch einzustellen.

[0016] Vorzugsweise entspricht der Durchmesser des Führungselements in etwa der Breite des Langlochs entspricht, sodass das Führungselement die Umfangsrelativposition des Schaltelements im Verbindungsabschnitt fixiert. Hierdurch wird stets eine exakte Umfangsrelativposition des Schaltelements zum Verbindungsabschnitt gewährleistet.

[0017] Die erfindungsgemäße Pleuelstange eines Verbrennungsmotors mit einstellbarem Verdichtungsverhältnis ist in Patentanspruch 5 definiert.

[0018] Nach einer Weiterbildung der Pleuelstange ist in einen die Bohrung zur Aufnahme des Umschaltventils aufweisenden Pleuelstangengrundkörper mindestens eine weitere Entlüftungsbohrung eingebracht, die mit dem Langloch des Verbindungsabschnitts des Umschaltventils kommuniziert und die das Langloch des Verbindungsabschnitts des Umschaltventils vorzugsweise in die Umgebung entlüftbar ist. Über die oder jede weitere Entlüftungsbohrung kann das Langloch entlüftet werden, um so das Hydrauliköl aus dem Langloch heraus in die Umgebung zu entlüften. Dies dient einer weiteren Funktionsverbesserung des Umschaltventils, um ein Blockieren des Schaltelements im Verbindungsabschnitt zu vermeiden.

[0019] Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor mit einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis ist in Patentanspruch 9 definiert.

[0020] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

[0021] Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Verbrennungsmotor mit einstellbarem Verdichtungsverhältnis, nämlich eine Pleuelstange mit einem Umschaltventil;

[0022] Fig. 2 ein Detail der Pleuelstange der Fig. 1 im Bereich des Umschaltventils;

[0023] Fig. 3 eine schematische Darstellung des Umschaltventils in einer ersten Schaltstellung;

[0024] Fig. 4 eine schematische Darstellung des Umschaltventils in einer zweiten Schaltstellung;

[0025] Fig. 5 einen Querschnitt durch das Umschaltventil;

[0026] Fig. 6 eine perspektivische Darstellung des Umschaltventils in der ersten Schaltstellung;

[0027] Fig. 7 eine perspektivische Darstellung des Umschaltventils in der zweiten Schaltstellung;

[0028] Fig. 8 ein weiteres Detail der Pleuelstange im Bereich des Umschaltventils; und

[0029] Fig. 9 ein Detail der Fig. 8.

[0030] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Pleuelstange 1 eines Verbrennungsmotors mit einstellbarem Verdichtungsverhältnis.

[0031] Die Pleuelstange 1 weist einen Pleuelstangengrundkörper 1a mit einem Pleuellagerauge 2 und einem Hublagerauge 3 auf. Das Pleuellagerauge 2 dient der Anbindung der Pleuelstange 1 an einen Zylinderkolben eines Zylinders, das Hublagerauge 3 dient der Anbindung der Pleuelstange 1 an eine Pleuelwelle.

[0032] Die Pleuelstange 1 des Verbrennungsmotors mit einstellbarem Verdichtungsverhältnis weist eine zumindest abschnittsweise in dem Pleuellagerauge 2 angeordnete, bevorzugt hydraulisch verstellbare Exzenter-Verstelleinrichtung 6 auf.

[0033] Die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 weist einen im Pleuellagerauge 2 aufgenommenen Exzenter 11 mit einer exzentrisch zu einer Mittelachse 8 des Pleuellagerauges 2 angeordneten Pleuelbolzenbohrung auf, wobei die Pleuelbolzenbohrung die Mittelachse 8a aufweist. Die Pleuelbolzenbohrung nimmt einen Pleuelbolzen (nicht gezeigt) auf, welche die Pleuelstange 1 an den Zylinderkolben des jeweiligen Zylinders anbindet.

[0034] Die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 dient zur Verstellung einer effektiven Pleuelstangenlänge l_{eff} . Als effektive Pleuelstangenlänge l_{eff} ist der Abstand einer Mittelachse 3a des Hublagerauges 3 zu der Mittelachse 8a der Pleuelbolzenbohrung definiert.

[0035] Eine Verdrehung der Exzenter-Verstelleinrichtung 6 wird durch Einwirken von Massen- und Lastkräften des Verbrennungsmotors initiiert, die bei einem Arbeitstakt des Verbrennungsmotors auf die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 wirken. Während eines Arbeitstaktes verändern sich die Wirkungsrich-

tungen der auf die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 wirkenden Kräfte kontinuierlich. Die Drehbewegung oder Verstellbewegung wird durch mit Hydraulikfluid, insbesondere mit Motoröl, beaufschlagte Pleuelkolben unterstützt, die in Hydraulikkammern der Pleuelstange 1 geführt sind. Die Pleuelkolben verhindern ein Rückstellen der Exzenter-Verstelleinrichtung 6 aufgrund variierender Kraftwirkungsrichtungen der auf die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 wirkenden Kräfte.

[0036] Die in Hydraulikkammern der Pleuelstange 1 geführten Pleuelkolben der Exzenter-Verstelleinrichtung 6 sind mittels Exzenterstangen 4, 5 beidseitig mit einem Exzenterhebel 9 der Exzenter-Verstelleinrichtung 6 wirkverbunden, wobei der Exzenterhebel 9 mit dem Exzenter 11 zusammenwirkt.

[0037] Die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 weist demnach zumindest die Exzenterstangen 4 und 5, die mit einem Ende der Exzenterstangen 4 und 5 gekoppelten und in den Hydraulikkammern geführten Pleuelkolben, den mit einem anderen Ende der Exzenterstangen 4 und 5 gekoppelten Exzenterhebel 9 und den mit dem Exzenterhebel 9 verbundenen Exzenter 11 auf. Die Pleuelkolben bzw. Hydraulikkammern sind über in Fig. 1 nicht gezeigte Hydraulikflüssigkeitsleitungen von dem Hublagerauge 3 aus mit Hydraulikflüssigkeit bzw. mit Hydrauliköl über in Fig. 1 nicht gezeigte Rückschlagventile beaufschlagt. Die Rückschlagventile verhindern ein Rückfließen des Hydrauliköls aus den Pleuelkammern der Pleuelkolben bzw. den Hydraulikkammern zurück in die Hydraulikflüssigkeitsleitungen in Richtung auf das Hublagerauge 3.

[0038] Die Pleuelkammern bzw. den Hydraulikkammern sind mit einer ersten Hydraulikflüssigkeitsleitung 18 und einer zweiten Hydraulikflüssigkeitsleitung 20 verbunden, welche mit einem Umschaltventil 10 zusammenwirken. Das Umschaltventil 10 ist in einer Bohrung 7 des Pleuelstangengrundkörpers 1a bzw. der Pleuelstange 1 aufgenommen. Das Umschaltventil 10 bestimmt über seine Schaltstellung, welches Pleuelkammern bzw. welche Hydraulikkammer mit Hydraulikflüssigkeit befüllt und welches Pleuelkammern bzw. welche Hydraulikkammer entleert wird.

[0039] Fig. 2 zeigt eine schematische Detailansicht der Pleuelstange 1 im Bereich des Umschaltventils 10 der Pleuelstange 1. In Fig. 2 ist das Umschaltventil 10 im eingebauten Zustand gezeigt. Das Umschaltventil 10 weist ein Schaltelement 12 und einen hülsenförmigen Verbindungsabschnitt 16 auf, wobei das Schaltelement 12 in dem hülsenförmigen Verbindungsabschnitt 16 angeordnet und verlagerbar geführt ist.

[0040] Der hülsenförmige Verbindungsabschnitt 16 des Umschaltventils 10 weist eine erste Bohrung 17 auf, welche mit der ersten Hydraulikflüssigkeits-

leitung **18** verbunden ist. Der hülsenförmige Verbindungsabschnitt **16** des Umschaltventils **10** weist weiterhin eine zweite Bohrung **19** auf, welche mit der zweiten Hydraulikflüssigkeitsleitung **20** verbunden ist. Der hülsenförmige Verbindungsabschnitt **16** des Umschaltventils **10** weist überdies eine Entlüftungsbohrung **21** auf, welche mit einem Entlüftungskanal **22** verbunden ist. Dieser Entlüftungskanal **22** führt im gezeigten Ausführungsbeispiel zum Hublagerauge. Alternativ ist das Umschaltventil **10** über die Entlüftungsbohrung **21** auch in die Umgebung entlüftbar.

[0041] Das Umschaltventil **10** weist demnach das Schaltelement **12** sowie den hülsenförmigen Verbindungsabschnitt **16** auf. Das Schaltelement **12** ist zumindest teilweise in den hülsenförmigen Verbindungsabschnitt **16** eingefügt und relativ zu dem Verbindungsabschnitt **16** verlagerbar. In der Oberfläche des Schaltelements **12** ist eine Nut **14** ausgebildet. Die Nut **14** ist T-förmig ausgebildet.

[0042] Fig. 3, Fig. 6 zeigen Darstellungen des Umschaltventils **10** zum Steuern des Hydraulikflüssigkeitsstroms innerhalb der Pleuelstange **1** in einer ersten Schaltstellung S1 des Umschaltventils **10**. In der ersten Schaltstellung S1 des Umschaltventils **10** ist das Schaltelement **12**, insbesondere die in dessen Oberfläche ausgebildete Nut **14**, im Bereich der ersten Bohrung **17** und der Entlüftungsbohrung **21** angeordnet. Damit kann die mit der ersten Bohrung **17** verbundene Hydraulikflüssigkeitsleitung **18** entlüftet werden. Dann, wenn das Schaltelement **12** die erste Schaltstellung S1 (siehe Fig. 3, Fig. 6) einnimmt, verbindet die in dem Schaltelement **12** ausgebildete Nut **14** die erste Hydraulikflüssigkeitsleitung **18** und damit die erste Bohrung **17** mit dem Entlüftungskanal **22** und damit mit der Entlüftungsbohrung **21**.

[0043] Fig. 4, Fig. 7 zeigen Darstellungen des Umschaltventils **10** zum Steuern des Hydraulikflüssigkeitsstroms in einer zweiten Schaltstellung des Umschaltventils **10**. In der zweiten Schaltstellung S2 des Umschaltventils **10** ist das Schaltelement **12**, insbesondere die in dessen Oberfläche ausgebildete Nut **14**, im Bereich der zweiten Bohrung **19** und der Entlüftungsbohrung **21** angeordnet. Damit kann die mit der zweiten Bohrung **19** verbundene Hydraulikflüssigkeitsleitung **20** entlüftet werden. Dann, wenn das Schaltelement **12** die zweite Schaltstellung S2 (siehe Fig. 4, Fig. 7) einnimmt, verbindet die in dem Schaltelement **12** ausgebildete Nut **14** die zweite Hydraulikflüssigkeitsleitung **20** und damit die zweite Bohrung **19** mit dem Entlüftungskanal **22** und damit mit der Entlüftungsbohrung **21**.

[0044] Fig. 5 zeigt eine Längsschnittansicht des Umschaltventils **10**. In Fig. 5 ist das Umschaltventil **10**, insbesondere das in dem Umschaltventil **10** angeordnete Schaltelement **12**, in der ersten Schaltstellung

S1 gezeigt. Das Schaltelement **12** wird gemäß Fig. 5 vorzugsweise mittels einer Rastkugel **24** und einer Feder **25** in der ersten Schaltstellung S1 festgelegt bzw. arretiert, wobei die Rastkugel **24** und die Feder **25** mit einer in dem Schaltelement **12** ausgebildeten Rastnut **26** zusammenwirken. Insgesamt sind zwei Rastnuten **26**, **27** vorgesehen. Eine jeweilige Rastnut **26**, **27** zur Aufnahme der Rastkugel **24** ist für die erste sowie die zweite Schaltstellung S1, S2 des Umschaltventils **10** vorgesehen. Das Schaltelement **12** ist demnach vorzugsweise mittels eines Rastelements, das von Rastkugel **24** und Feder **25** gebildet ist, in der ersten Schaltstellung S1 und der zweiten Schaltstellung S2 derart arretierbar, dass das Rastelement abhängig von der Schaltstellung des Schaltelements **12** in eine von mehreren an der Oberfläche des Schaltelements **12** ausgebildeten Rastnuten **26**, **27** eingreift. Die Arretierung des Schaltelements **12** in den Schaltstellungen kann auch auf andere Art und Weise erfolgen.

[0045] Die Rastnuten **26**, **27** sind dabei in Axialrichtung A (siehe Fig. 5) des bolzenartigen oder pinartigen Schaltelements **12** gesehen nebeneinander positioniert und an einem Abschnitt der Oberfläche des Schaltelements **12** ausgebildet, der in Radialrichtung R (siehe Fig. 5) des Schaltelements **12** gesehen dem Abschnitt der Oberfläche des Schaltelements **12** gegenüberliegt, an welchem die Nut **14** ausgebildet ist.

[0046] Fig. 5 kann weiterhin entnommen werden, dass die Hydraulikflüssigkeitsleitungen **18**, **20** abschnittsweise außen in den Verbindungsabschnitt **16** des Umschaltventils **10** eingebracht sind, wobei sich die Bohrungen **17**, **19** an einem Ende der Hydraulikflüssigkeitsleitungen **18**, **20** von außen nach innen durch den Verbindungsabschnitt **16** hindurch erstrecken.

[0047] Das Schaltelement **12** des Umschaltventils **10** ist in dem Verbindungsabschnitt **16** desselben verlagerbar geführt, nämlich unter Ausbildung eines Spalts zwischen der Oberfläche des Schaltelements **12** und einer korrespondierenden Führungsfläche des Verbindungsabschnitts **16**.

[0048] In Fig. 6 und Fig. 7 ist weiterhin ein Führungselement **33** gezeigt, welches an einem ersten Ende in eine korrespondierende Bohrung **35** des Schaltelements **12** hineinragt und welches an einem zweiten Ende in ein Langloch **34** des Verbindungsabschnitts **16** hineinragt. Das Zusammenspiel des Führungselements **33** mit dem Langloch **34** beschränkt die axiale Verschiebbarkeit des Schaltelements **12** im Verbindungsabschnitt **16** und fixiert weiterhin dessen Umfangsrelativposition im Verbindungsabschnitt **16**. Das Führungselement **33** ist im Querschnitt auch in Fig. 5 erkennbar. Das Langloch **34** kann auch als Führungs-

nut und das Führungselement **33** als Führungspin bezeichnet werden.

[0049] Obwohl das Führungselement **33** vorzugsweise dem Schaltelement **12** und das Langloch **34** vorzugsweise dem Verbindungsabschnitt **16** zugeordnet ist bzw. Bestandteil derselben ist, ist es auch möglich, dass das Führungselement **33** dem Verbindungsabschnitt **16** und das Langloch **34** dem Schaltelement **12** zugeordnet ist bzw. Bestandteil derselben ist.

[0050] Bei der Montage des Umschaltventils **10**, nämlich bei der Montage des Schaltelements **12** des Umschaltventils im hülsenartigen Verbindungsabschnitt **16** desselben bzw. bei der Montage des Umschaltventils **10** in der Bohrung **7** der Pleuelstange **1**, und während des Betriebs infolge von Leckage, kann in den Bereich des Langlochs **34** Hydrauliköl gelangen, welches bei der Verlagerung des Schaltelements **12** des Umschaltventils **10** relativ zum Verbindungsabschnitt **16** desselben bzw. bei der Verlagerung des Führungselements **33** im Langloch **34** verdichtet werden muss. Hierdurch besteht bei aus dem Stand der Technik bekannten Umschaltventilen die Gefahr eines Blockierens desselben.

[0051] Beim erfindungsgemäßen Umschaltventil **10** sind die Abmessungen des Führungselements **33** und die Abmessungen des Langlochs **34** aneinander angepasst, und zwar derart, dass bei der Bewegung des Schaltelements **12** des Umschaltventils **10** im Verbindungsabschnitt **16** des Umschaltventils **10** und demnach bei der Bewegung des Führungselements **33** innerhalb des Langlochs **34** Hydrauliköl über das Führungselement **33** von einem Bereich des Langlochs **34** in einen anderen Bereich des Langlochs **34** führbar ist bzw. überströmen kann.

[0052] Bei der Bewegung des Schaltelements **12** des Umschaltventils **10** bzw. der Bewegung des Führungselements **33** kann Hydrauliköl, welches sich im Langloch **34** des Verbindungsabschnitts **16** des Umschaltventils **10** befindet, demnach über das Führungselement **33** strömen und so gezielt verdrängt werden.

[0053] Hierzu ist vorzugsweise vorgesehen, dass, wie **Fig. 6** und **Fig. 7** entnommen werden kann, die radiale Höhe des Führungselements **33** gegenüber der korrespondierenden Tiefe des Langlochs **34** reduziert ist.

[0054] Die radiale Höhe des Führungselements **33** ist gegenüber der korrespondierenden Tiefe des Langlochs **34** vorzugsweise derart reduziert, dass sich zwischen einem radial äußeren Endabschnitt des Führungselements **33** und einer diesem Endabschnitt zugewandten Wandung, welche das Langloch **34** außen begrenzt, ein Spalt **36** ausgebildet ist, über

den das Hydrauliköl führbar ist bzw. strömen kann, nämlich bei der Bewegung des Führungselements **33** im Langloch **34**. Diese Wandung wird dabei vorzugsweise vom Pleuelstangengrundkörper **1a** bereitgestellt, nämlich von der das Umschaltventil **10** aufnehmenden Bohrung **7** desselben.

[0055] Durch die definierte Wahl der Abmessung dieses Spalts **36** kann die Ölmenge definiert eingestellt werden, die bei der Verlagerung des Führungselements **33** im Langloch **34** über das Führungselement **33** von einem Bereich des Langlochs **34** in einen anderen Bereich desselben strömen kann. Hierdurch kann eine Drossel ausgebildet werden, mit der letztendlich eine Dämpfungswirkung der Hydraulikflüssigkeit bzw. des Hydrauliköls eingestellt werden kann, um ein sanftes zum Anliegen kommen des Führungselements **33** in seinen Schaltstellungen I und II an axialen Begrenzungen des Langlochs **34** zu gewährleisten. Dies dient auch der Verschleißreduzierung des Umschaltventils **10**.

[0056] Insbesondere kann hierdurch die Bewegungsgeschwindigkeit des Führungselements **33** im Langloch **34** eingestellt bzw. begrenzt werden, sodass das Führungselements **33** des Umschaltventils **10** in seinen Schaltstellungen I und II nicht mit hoher Geschwindigkeit und demnach hohem Impuls gegen die axiale Begrenzungen des Langlochs **34** des Verbindungsabschnitts **16** des Umschaltventils **10** schlägt, sondern an denselben sanft zur Anlage kommt.

[0057] Der Durchmesser des Führungselements **33** entspricht vorzugsweise der Breite des Langlochs **34**, sodass das Führungselement **33** im Zusammenspiel mit dem Langloch **34** die Relativposition des Schaltelements **12** im Verbindungselement **16** fixiert und eine Drehbewegung des Schaltelements **12** im Verbindungsabschnitt **16** unterbindet.

[0058] Dadurch, dass demnach bei der Verlagerung des Schaltelements **12** im Verbindungsabschnitt **16** sowie bei der Verlagerung des Führungselements **33** im Langloch **34** das Hydrauliköl von einem Bereich des Langlochs **34** in den anderen Bereich des Langlochs **34** strömen kann, kann ein Blockieren des Umschaltventils **10** verhindert werden.

[0059] Das erfindungsgemäße Umschaltventil **10** ist Bestandteil einer Pleuelstange **1**. **Fig. 8** und **Fig. 9** zeigen eine vorteilhafte Ausgestaltung einer Pleuelstange **1**, die ein erfindungsgemäßes Umschaltventil **10** in einer Bohrung **7** aufnimmt. Das Umschaltventil **10** ist, wie oben beschrieben, ausgeführt.

[0060] Nach einer Weiterbildung ist gemäß **Fig. 8** und **Fig. 9** vorgesehen, dass in den Pleuelstangengrundkörper **1a**, welcher die Bohrung **7** zur Aufnahme des Umschaltventils **10** bereitstellt, mindestens eine

weitere Entlüftungsbohrung **37** eingebracht ist, die mit dem Langloch **34** des Verbindungsabschnitts **16** des Umschaltventils **10** kommuniziert. Gemäß **Fig. 8** und **Fig. 9** sind zwei derartige weitere Entlüftungsbohrungen **37** in den Pleuelstangengrundkörper **1a** eingebracht, die jeweils mit dem Langloch **34** des Verbindungsabschnitts **16** des Umschaltventils **10** kommunizieren. Über diese weitere Entlüftungsbohrungen **37** kann das Langloch **34** des Verbindungsabschnitts **16** des Umschaltventils **10** in die Umgebung entlüftet werden, um Hydrauliköl aus dem Langloch **34** herauszubewegen.

[0061] Die weiteren Entlüftungsbohrungen **37** können als Drosseln mit definiertem Strömungsquerschnitt ausgebildet sein. Hierdurch kann wiederum eine Dämpfungswirkung der Hydraulikflüssigkeit bzw. des Hydrauliköls eingestellt werden kann, um ein sanftes zum Anliegen kommen des Führungselements **33** in seinen Schaltstellungen an axialen Begrenzungen des Langlochs **34** zu gewährleisten.

[0062] Hierdurch kann die Funktionssicherheit des Umschaltventils **10** weiter gesteigert werden, nämlich ein Blockieren desselben infolge des bei der Bewegung des Schaltelements **12** ansonsten zu verdichtenden Hydrauliköls vermieden werden.

[0063] Durch die Kombination der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Abmessungen von Führungselement **33** und Langloch **34** in Kombination mit mindestens einer solchen weiteren Entlüftungsbohrung **37** kann ein besonders funktionssicheres Umschaltventil **10** bereitgestellt werden. Bei einem Schaltvorgang, bei welchem das Schaltelement **12** relativ zum Verbindungsabschnitt **16** sowie das Führungselement **33** im Langloch **34** verlagert werden muss, kann eine Blockieren desselben verhindert werden.

[0064] Das erfindungsgemäße Umschaltventil **10** ist Bestandteil einer Pleuelstange **1** eines Verbrennungsmotors mit einstellbarem Verdichtungsverhältnis. Der Verbrennungsmotor umfasst je Zylinder eine solche Pleuelstange **1**.

[0065] Wie bereits ausgeführt, kann das Führungselement **33** alternativ auch dem Verbindungsabschnitt **16** und das Langloch **34** dem Schaltelement **12** zugeordnet sein. Auch in diesem Fall ermöglicht die Erfindung durch die gezielte Anpassung der Abmessungen des Führungselements **33** an die Abmessungen des Langlochs **34**, dass bei der Bewegung des Schaltelements **12** im Verbindungsabschnitt **16** und demnach bei der einer Relativbewegung zwischen Führungselement **33** und Langloch **34** Hydrauliköl über das Führungselement **33** von einem Bereich des Langlochs **34** in einen anderen Bereich des Langlochs **34** führbar ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102010016037 A1 [0003, 0004, 0009]
- DE 102012112461 A1 [0010]

Patentansprüche

1. Umschaltventil (10) für einen Verbrennungsmotor, welcher ein einstellbares Verdichtungsverhältnis aufweist, nämlich zum Steuern eines Hydraulikölstroms in Hydraulikkammern einer Exzenter-Verstell-einrichtung;
 mit einem Schaltelement (12), in dessen Oberfläche eine Nut (14) ausgebildet ist;
 mit einem hülsenförmigen Verbindungsabschnitt (16), der eine erste Bohrung (17), welche das Umschaltventil (10) mit einer ersten Hydraulikflüssigkeitsleitung (18) verbindet, eine zweite Bohrung (19), welche das Umschaltventil (10) mit einer zweiten Hydraulikflüssigkeitsleitung (20) verbindet, und mindestens eine Entlüftungsbohrung (21), über welche das Umschaltventil (10) entlüftbar ist, aufweist;
 wobei das Schaltelement (12) in dem Verbindungsabschnitt (16) verlagerbar geführt ist;
 wobei das Schaltelement (12) wahlweise in eine erste Schaltstellung (S1) oder eine zweite Schaltstellung (S2) verlagerbar ist;
 wobei ein Führungselement (33), welches mit einem Ende in ein Langloch (34) hineinragt, im Zusammenspiel mit dem Langloch (34) die axiale Verschiebbarkeit des Schaltelements (12) im Verbindungsabschnitt (16) beschränkt;
dadurch gekennzeichnet, dass
 Abmessungen des Führungselements (33) an Abmessungen des Langlochs (34) derart angepasst sind, dass bei der Bewegung des Schaltelements (12) im Verbindungsabschnitt (16) und demnach bei einer Relativbewegung zwischen Führungselement (33) und Langloch (34) Hydrauliköl über das Führungselement (33) von einem Bereich des Langlochs (34) in einen anderen Bereich des Langlochs (34) führbar ist.

2. Umschaltventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe des Führungselements (33) gegenüber der Tiefe des Langlochs (34) reduziert ist, derart, dass sich zwischen einem Endabschnitt des Führungselements (33) und einer dem Endabschnitt zugewandten, das Langloch (34) begrenzenden Wandung ein Spalt (36) ausbildet, über den das Hydrauliköl führbar ist.

3. Umschaltventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser des Führungselements (33) in etwa der Breite des Langlochs (34) entspricht, sodass das Führungselement (33) die Umfangsrelativposition des Schaltelements (12) im Verbindungsabschnitt (16) fixiert.

4. Pleuelstange (1) für einen Verbrennungsmotor mit einstellbarem Verdichtungsverhältnis, mit einem Hublagerauge (3) zur Anbindung derselben an eine Kurbelwelle,
 einem Pleuellagerauge (2) zur Anbindung derselben an einen Kolben eines Zylinders,

einer Exzenter-Verstell-einrichtung (6) zur Verstellung einer effektiven Pleuelstangenlänge, wobei die Exzenter-Verstell-einrichtung (6) einen mit einem Exzenterhebel (9) zusammenwirkenden Exzenter (11) und Exzenterstangen (4, 5) aufweist, die in Hydraulikkammern verschiebbar geführt sind,
 in einer Bohrung (7) der Pleuelstange (1) ein Umschaltventil (10) aufgenommen ist, dessen Schaltstellung bestimmt, welche der Hydraulikkammern mit Hydrauliköl befüllt und welche der Hydraulikkammern entleert wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Umschaltventil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 ausgebildet ist.

5. Pleuelstange nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einen die Bohrung (7) zur Aufnahme des Umschaltventils (10) aufweisenden Pleuelstangengrundkörper (1a) mindestens eine weitere Entlüftungsbohrung (37) eingebracht ist, die mit dem Langloch (34) des Umschaltventils (10) kommuniziert.

6. Pleuelstange nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Pleuelstangengrundkörper (1a) mehrere weitere Entlüftungsbohrungen (37) eingebracht sind, die mit dem Langloch (34) des Umschaltventils (10) kommunizieren.

7. Umschaltventil nach Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Langloch (34) des Umschaltventils (10) über die oder jede weitere Entlüftungsbohrung (37) in die Umgebung entlüftbar ist.

8. Umschaltventil nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oder jede weitere Entlüftungsbohrung (37) als Drossel ausgebildet ist.

9. Verbrennungsmotor, mit mindestens einem Zylinder und mit einer Kurbelwelle, an der mindestens eine Pleuelstange (10) angreift, wobei die oder jede Pleuelstange (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 8 ausgebildet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

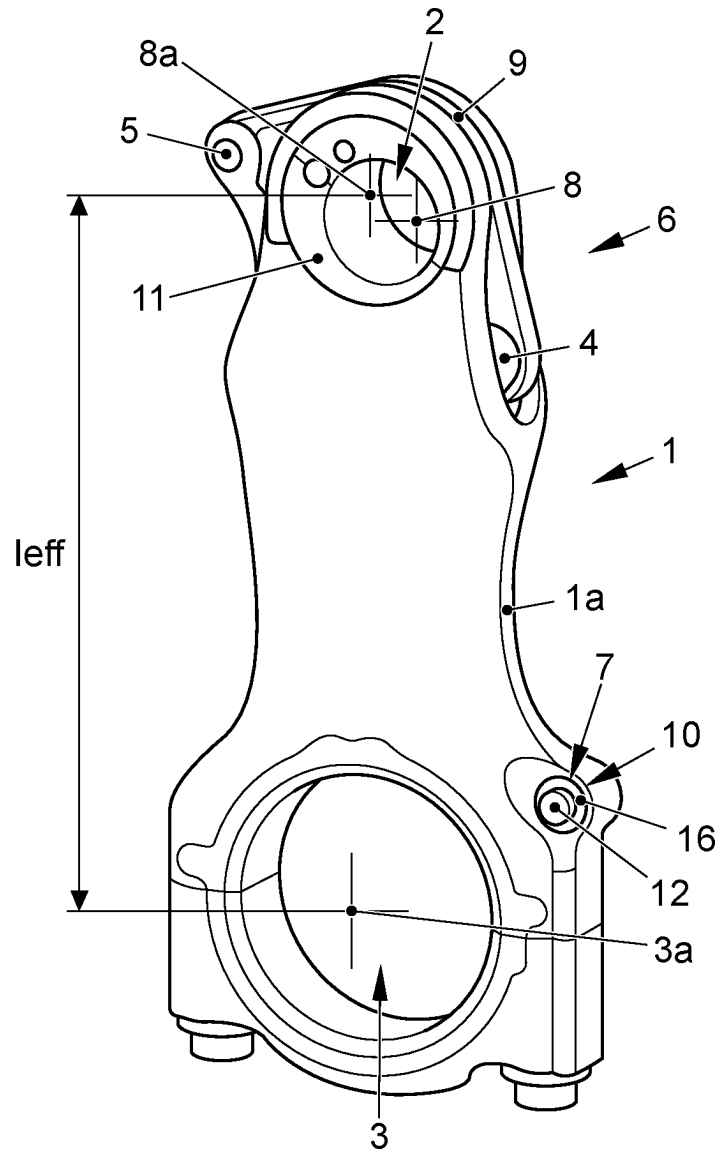


FIG. 1

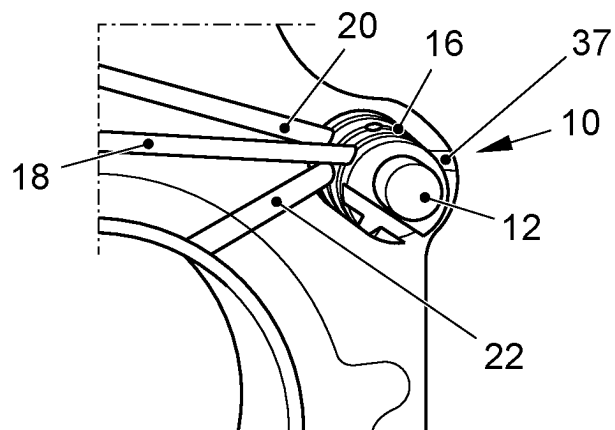


FIG. 2

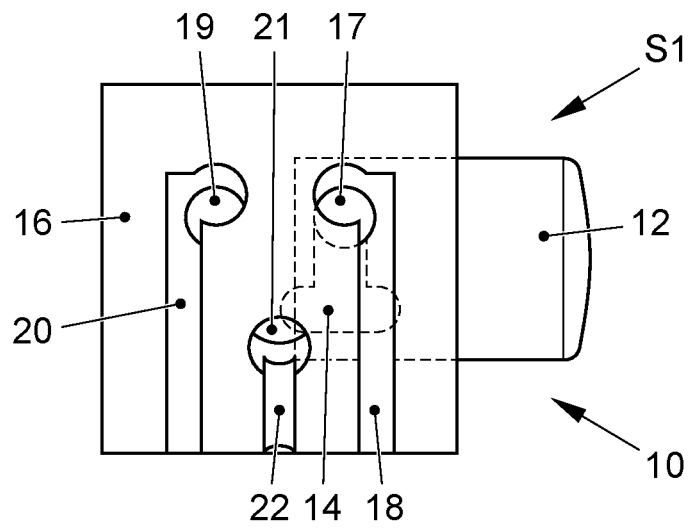


FIG. 3

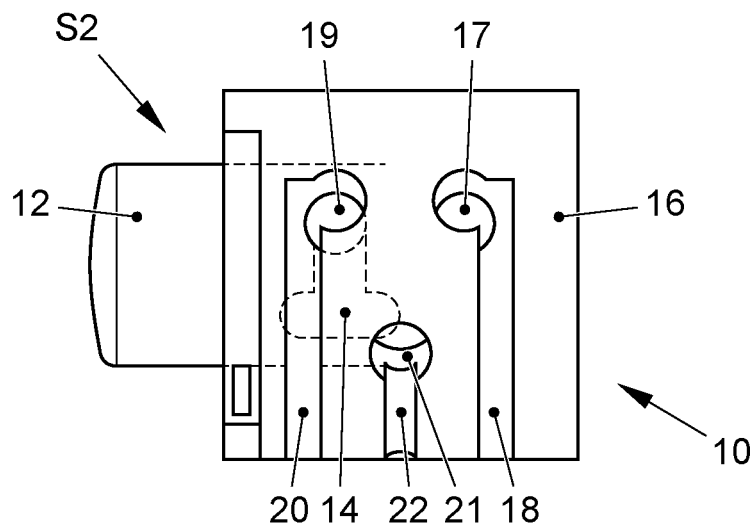


FIG. 4

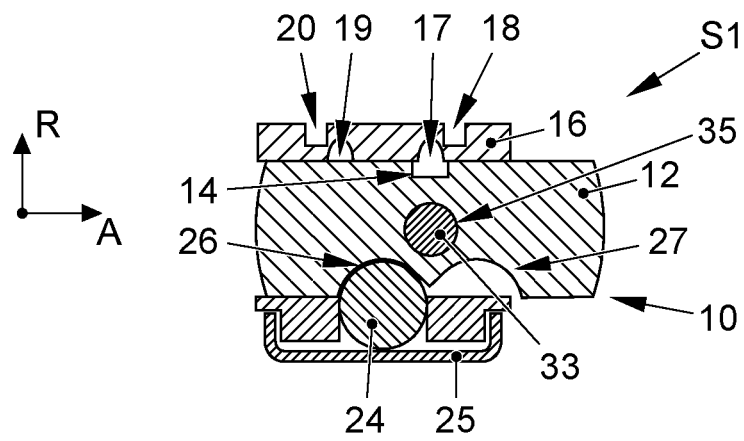


FIG. 5

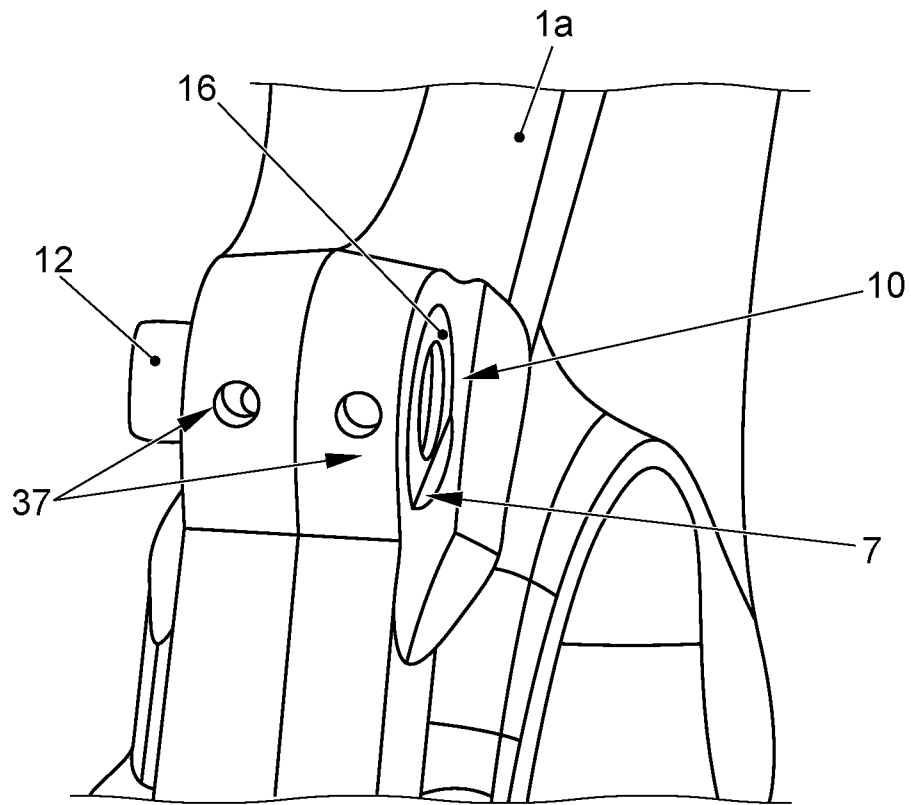


FIG. 8

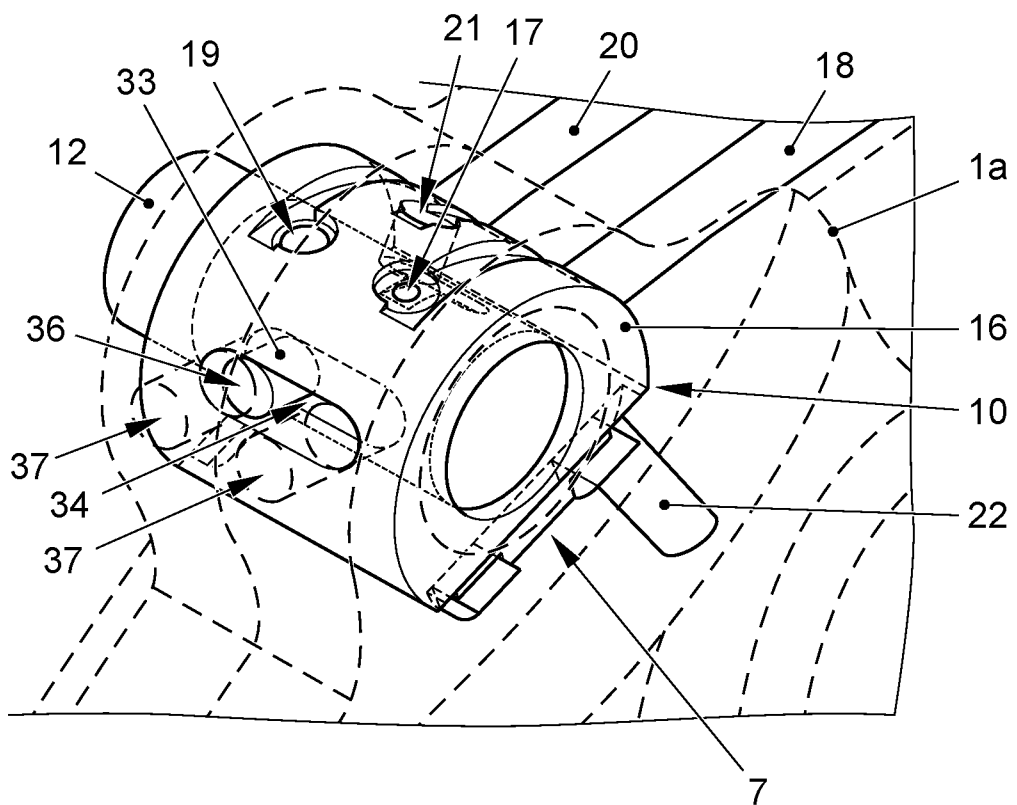


FIG. 9