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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Juni 2020 (18.06.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/120064 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04C 2/16 (2006.01) *F04C 14/24* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/081324

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2019 (14.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 131 587.2
10. Dezember 2018 (10.12.2018) DE

(71) Anmelder: **NIDEC GPM GMBH** [DE/DE]; Schwarzbacher Str. 28, 98673 Auengrund OT Merbelsrod (DE).

(72) Erfinder: **PAWELLEK, Franz**; Am Fröschengraben 32, 96486 Lautertal (DE).

(74) Anwalt: **KUHNEN & WACKER PATENT- UND RECHTSANWALTSBÜRO PARTG MBB**; Prinz-Ludwig-Straße 40A, 85354 Freising (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** CONTROLLABLE SCREW SPINDLE PUMP

(54) **Bezeichnung:** REGELBARE SCHRAUBENSPINDELPUMPE

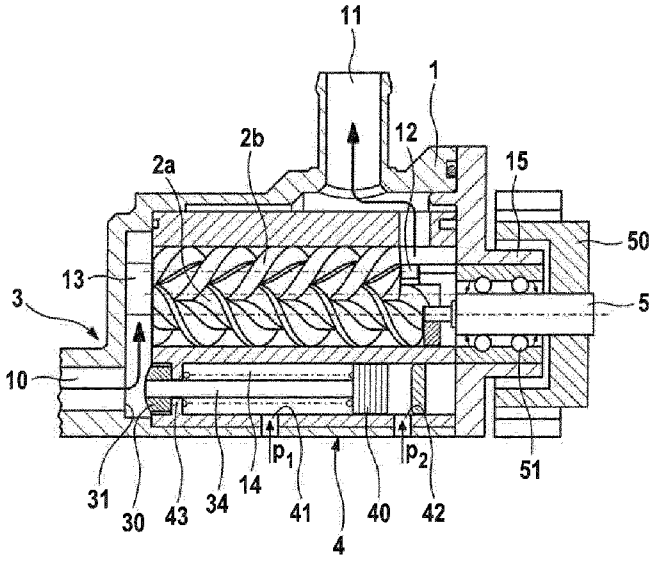

Fig. 1

(57) **Abstract:** A controllable screw spindle pump for the lubricating oil supply of an internal combustion engine comprises a pump housing (1), in which a throttle chamber (13) and a control chamber (14) are configured which are in contact with the lubricating oil to be conveyed; wherein the throttle chamber (13) is arranged between the pump inlet (10) and the spindle chamber (12), and the throttle chamber (13) comprises a throttle valve (3), by way of which a throughflow cross section of a conveying stream can be set; and the control chamber (14) comprises a hydraulic control valve (4) with a piston (40) which responds to a hydraulic control pressure (p1, p2) in the control chamber (14), and the control chamber (14) is oriented parallel to the spindle chamber (12) in relation to an actuating travel of the piston (40); and a valve body (30) of the throttle valve (3) is coupled to the piston (40) of the hydraulic control valve (4).

WO 2020/120064 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(57) Zusammenfassung: Eine regelbare Schraubenspindelpumpe zur Schmierölversorgung einer Verbrennungsmaschine umfasst ein Pumpengehäuse (1), in dem eine Drosselkammer (13) und eine Steuerkammer (14) ausgebildet sind, die mit dem zu fördernden Schmieröl in Kontakt stehen; wobei die Drosselkammer (13) zwischen dem Pumpeneinlass (10) und der Spindelkammer (12) angeordnet ist, und die Drosselkammer (13) ein Drosselventil (3) umfasst, durch das ein Durchflussquerschnitt eines Förderstroms einstellbar ist; und die Steuerkammer (14) ein hydraulisches Regelventil (4) mit einem Kolben (40) umfasst, der auf einen hydraulischen Steuerdruck (p1, p2) in der Steuerkammer (14) anspricht, und die Steuerkammer (14) in Bezug zu einem Stellweg des Kolbens (40) parallel zu der Spindelkammer (12) ausgerichtet ist; und ein Ventilkörper (30) des Drosselventils (3) mit dem Kolben (40) des hydraulischen Regelventils (4) gekoppelt ist.

Beschreibung

Regelbare Schraubenspindelpumpe

Die vorliegende Erfindung betrifft eine regelbare Schraubenspindelpumpe mit kompakten Abmessungen, die sich zur Schmierölversorgung von Verbrennungsmaschinen in Fahrzeugen, insbesondere in PKWs, eignet.

In Fahrzeugen werden im Allgemeinen Flügelzellenpumpen und Zahnradpumpen als Ölpumpen eingesetzt, die von einer Antriebswelle der Verbrennungsmaschine angetrieben werden. Flügelzellenpumpen und Zahnradpumpen sind Verdrängerpumpen, die eine geringe axiale Abmessung aufweisen und auch als Varianten mit einer variablen Pumpengeometrie verfügbar sind. Eine variable Geometrie kann das Fördervolumen im Verhältnis zur Wellenumdrehung verändern, wodurch insbesondere in Bezug auf Anwendungen mit stark schwankenden Drehzahlen, wie im Betrieb der Verbrennungsmaschine in PKWs, eine Fördermenge bzw. ein Öldruck angepasst werden kann.

Nach langjähriger Optimierung erreichen Flügelzellenpumpen in einem günstigen Betriebspunkt einen Gesamtwirkungsgrad von etwa 70%. In weiten Bereichen des Drehzahl-Druck Kennfelds fällt der Gesamtwirkungsgrad stark ab, bei hohen Drehzahlen beispielsweise auf lediglich 35%. Ferner lässt die technische Reife dieser Pumpentypen wenig Spielraum für weitere Wirkungsgradverbesserungen erwarten.

Demgegenüber arbeiten Schraubenspindelpumpen bei den für Schmierölanwendungen üblichen Drehzahlen, Drücken und Volumenströmen mit niederviskosen Schmierölen bei Gesamtwirkungsgraden von 70% bis 85%. Demnach könnten durch den Einsatz von Schraubenspindelpumpen weitere Einsparungspotenziale des Kraftstoffverbrauchs und der CO_2-Emission erlangt werden.

Der Aufbau von Schraubenspindelpumpen weist keine filigranen Elemente oder Gleitpassungen auf, wodurch der Pumpentyp auch in langen Wartungsintervallen relativ

unempfindlich gegenüber Verunreinigungen wie Ruß oder metallischem Abrieb im Schmieröl ist. Zudem weisen sie eine hohe Leistungsdichte auf, wodurch sie hohe Förderdrücke in Bezug auf eine Schmierölversorgung erzielen können.

Allerdings sind Schraubenspindelpumpen Konstantpumpen, deren Verdrängungsvolumen nicht verstellt werden kann. Ferner weist der Aufbau durch die Schraubenspindeln eine größere axiale Abmessung im Vergleich zu einer Flügelzellenpumpe oder einer Zahnradpumpe auf. Demzufolge ist die Anwendung von Schraubenspindelpumpen als Ölpumpen vorwiegend zur Schmierölversorgung an großvolumigen Verbrennungsmaschinen in Schiffen oder auch in LKWs bekannt, in denen mehr Bauraum zur Verfügung steht und die Verbrennungsmaschine auf relativ konstanten Drehzahlen betrieben wird.

Wenn eine Schraubenspindelpumpe in der Anwendung als Ölpumpe eingesetzt wird, kann der Förderdruck während raschen Drehzahlzunahmen oder hohen Drehzahlen den zulässigen Betriebsbereich des Öldrucks in der Verbrennungsmaschine übersteigen. Bei den genannten Anwendungen in Schiffen oder LKWs wird beispielsweise eine Verstellung des Fördervolumens der Schraubenspindelpumpe vorgenommen, indem ein Teil des Fördervolumens durch einen einstellbaren Bypass von einem Auslass wieder zu einem Einlass der Schraubenspindelpumpe rezirkuliert und die Spindelkammer erneut durchläuft, wodurch der resultierende Förderstrom im Schmierölfördersystem herabgesetzt wird. So beschreibt die DE 10 2009 056 218 A1 eine Schraubenspindelpumpe, an der ein Druckbegrenzungsventil mit einer Rückführung integriert ist, wodurch oberhalb eines eingestellten Förderdrucks ein hydraulischer Kurzschluss zwischen der Druckseite und der Saugseite der Pumpe hergestellt wird. Das Ansprechverhalten einer derartigen Regelung ist jedoch relativ träge und erscheint im Hinblick auf die schnellen Drehzahlschwankungen im Betrieb von Verbrennungsmotoren in PKWs als ungeeignet.

Die zum Anmeldetag der vorliegenden Erfindung noch nicht veröffentlichte Patentanmeldung DE 10 2018 109 886.9 derselben Anmelderin schlägt ein regelbares Schmierölfördersystem für Verbrennungsmaschinen von Nutzfahrzeugen mit einem verbesserten Ansprechverhalten vor, bei dem eine Saugdrosselung zu der Schraubenspindelpumpe

vorgeschaltet ist. In dem System wird ein Druck des Schmieröls hinter einem Drosselventil und vor einem Pumpeneinlass zu dem Unterdruck der Saugseite der Pumpenkammer bzw. der Spindelkammer herabgesetzt, wodurch eine Druckdifferenz, die zur Befüllung der Spindelkammer innerhalb einer drehzahlabhängigen Zeit erforderlich ist, nicht erreicht wird. Die DE 10 2018 109 886.9 befasst sich mit dem Prinzip der Saugdrosselung und einer steuerungstechnischen Umsetzung des Systems, ohne auf eine spezifische Konstruktion der Schraubenspindelpumpe oder des vorgeschalteten Drosselventils im Hinblick auf die Anwendung in Nutzfahrzeugen bzw. LKWs einzugehen.

Wie obenstehend erläutert, besteht ein Bedarf für eine effiziente Schraubenspindelpumpe, die sich für den Einsatz als Ölpumpe in einem PKW eignet. Demnach ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen kompakten Aufbau für eine Schraubenspindelpumpe und eine Regelung der Fördermenge bereitzustellen.

Die Aufgabe wird durch eine regelbare Schraubenspindelpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die regelbare Schraubenspindelpumpe zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass in dem Pumpengehäuse eine Drosselkammer und eine Steuerkammer ausgebildet sind, die mit dem zu fördernden Schmieröl in Kontakt stehen; wobei die Drosselkammer zwischen dem Pumpeneinlass und der Spindelkammer angeordnet ist, und die Drosselkammer ein Drosselventil umfasst, durch das ein Durchflussquerschnitt eines Förderstroms einstellbar ist; die Steuerkammer ein hydraulisches Regelventil mit einem Kolben umfasst, der auf einen hydraulischen Steuerdruck in der Steuerkammer anspricht, und die Steuerkammer in Bezug zu einem Stellweg des Kolbens parallel zu der Spindelkammer ausgerichtet ist; und ein Ventilkörper des Drosselventils mit dem Kolben des hydraulischen Regelventils gekoppelt ist.

Die Erfindung sieht somit erstmals einen integrierten Aufbau einer Schraubenspindelpumpe und einer hydraulisch gesteuerten Saugdrosselung vor.

Das kompakte Design der regelbaren Schraubenspindelpumpe bietet eine Lösung für den Bedarf nach einer erheblich effizienteren Schmierölversorgung in PKWs. Dabei bleibt die robuste Grundkonstruktion der Schraubenspindelpumpe mit den Vorteilen des hohen Wirkungsgrades, der Robustheit und der Pulsationsarmut gegenüber anderen Verdrängerpumpen erhalten.

Durch die Integration der Saugdrosselung im Pumpengehäuse können der Bauraum und die Installation einer Komponente im Schmierölsystem entfallen. Es wird eine Baugruppe vergleichbar zu den bekannten Typen von Verstellpumpen mit variabler Geometrie geschaffen.

Die parallele Anordnung des hydraulischen Regelventils zu den Schraubenspindeln ermöglicht eine ähnliche Hüllgeometrie des Pumpengehäuses, bei der trotz Integration der Saugdrosselung die axiale Abmessung im Wesentlichen unverändert bleibt und eine radiale Abmessung unwesentlich erhöht wird. Somit wird die Optimierung eines Bauraums in neuen Systemen oder ein Austausch der Pumpe in laufenden Anwendungen mit vorgegebenem Bauraum erleichtert.

Die hydraulische Umsetzung ermöglicht eine höhere Leistungsdichte in Bezug auf die Stellkraft zur Einstellung der Saugdrosselung, sodass das hydraulische Regelventil im Vergleich zu elektrischen Stellgliedern oder dergleichen kleiner ausfallen kann und weiterer Bauraum eingespart wird.

Durch den integrierten Aufbau wird eine hohe Regelungsdynamik erzielt. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei der Saugdrosselung eine Totzeit zwischen Regeleingriff und Sprungantwort in einem Verhältnis zu der gedrosselten Saugstrecke steht. Infolge der kurzen Entfernung zwischen dem Drosselventil und der Spindelkammer kann die Fördermenge hochdynamisch verändert werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen des regelbaren Schmierölfördersystems sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann ein Stellweg des Ventilkörpers des Drosselventils parallel zu der Spindelkammer ausgerichtet sein, und ein Ventilsitz des Drosselventils an einer Mündung des Pumpeneinlasses in die Drosselkammer ausgebildet sein. Somit sind sowohl das hydraulische Regelventil als auch das Drosselventil parallel zu der Spindelkammer angeordnet, wodurch ein kompaktes Design des Pumpenaufbaus begünstigt wird.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung können der Ventilkörper des Drosselventils und der Kolben des hydraulischen Regelventils auf einem gemeinsamen Ventilschaft sitzen. Somit kann eine separate Führung des Ventilkörpers des Drosselventils entfallen und die integrierte Ausgestaltung beider Ventile begünstigt das kompakte Design des Pumpenaufbaus.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann die Schraubenspindelpumpe zwei Schraubenspindeln aufweisen, wobei ein Querschnitt der Spindelkammer durch zwei sich überschneidende Kreisradien gebildet wird, und ein Querschnitt der Steuerkammer kann im Bereich einer Schnittachse einer Überschneidung der Kreisradien zu der Spindelkammer benachbart angeordnet sein. Durch diese Ausgestaltung kann die radiale Gesamtabmessung verringert werden, wodurch das kompakte Design der Schraubenspindelpumpe begünstig wird.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann die Steuerkammer zwei hydraulische Anschlüsse zur Einleitung von zwei hydraulischen Steuerdrücken aufweisen, die auf gegenüberliegende Seiten des Kolbens des hydraulischen Regelventils wirken. Somit wird neben einer Variante eines hydraulischen Regelventils, bei dem ein Steuerdruck entgegen einer Federvorspannung wirkt, eine weitere Variante in Bezug auf die hydraulische Ansteuerung bereitgestellt, die weniger kritisch bezüglich einer Abdichtung des Kolbens ist.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann zu einer Seite des Kolbens des hydraulischen Regelventils eine Druckfeder in der Steuerkammer angeordnet sein. Durch eine Druckfeder kann eine Fail-Safe Funktion realisiert werden, sodass eine Saugdrosselung bei einem Steuerdruckverlust aufgrund eines Ausfalls der hydraulischen Ansteuerung auf

eine vorgegebene oder vollständige Öffnungsposition des Ventilelements eingestellt wird.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann das Pumpengehäuse zu einer Stirnseite der Spindelkammer einen Kragenabschnitt aufweisen, der einen Gehäusedurchtritt und ein Wellenlager für eine Antriebswelle umfasst, und ein Zahnkranz, der auf der Antriebswelle sitzt, eine radiale Ausnehmung für den Kragenabschnitt aufweisen, sodass sich eine Verzahnung des Zahnkranzes und das Wellenlager axial überschneiden. Durch diese Ausgestaltung kann die axiale Gesamtabmessung verringert werden, wodurch das kompakte Design der Schraubenspindelpumpe begünstig wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Ausführungsform mit Bezug auf die begleitende Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine vereinfachte schematische Schnittansicht durch den Aufbau einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen regelbaren Schraubenspindelpumpe.

In der Ausführungsform der schematischen Darstellung aus Fig. 1 wurde ein relativer Maßstab eines hydraulischen Regelventils 4 zugunsten einer besseren Wahrnehmung gewählt. Das hydraulische Regelventil 4 kann jedoch ebenso kleiner ausfallen. Ferner ist zur Vermeidung einer überlagerten Darstellung des hydraulischen Regelventils 4 mit einer Spindelkammer 12 in Fig. 1 eine Position des hydraulischen Regelventils 4 versetzt zu der Spindelkammer 12 abgebildet. Eine Position und ein Abstand des hydraulischen Regelventils 4 zu der Spindelkammer 12 können jedoch ebenso zugunsten einer kompakteren Anordnung variieren.

Unter dem Begriff Schraubenspindelpumpe werden im Sinne dieser Offenbarung schrägverzahnte Rotationskolbenpumpen mit einer Gewindesteigung zur Verdrängung des Fördermediums verstanden. Derartige Pumpentypen umfassen in der Regel eine angetriebene Schraubenspindel 2a und wenigstens eine weitere Schraubenspindel 2b, die über einen Eingriff der Verzahnung mitgeschleppt wird.

Die Schraubenspindelpumpe der abgebildeten Ausführungsform weist eine angetriebene Schraubenspindel 2a und eine mitgeschleppte Schraubenspindel 2b auf, die in einer Spindelkammer 12 eines Pumpengehäuses 10 drehbar aufgenommen sind. Die angetriebene Schraubenspindel 2a steht mit einer Antriebswelle 5 in Verbindung, die über einen Zahnkranz 50 von einer Verbrennungsmaschine angetrieben wird. Die Antriebswelle 5 tritt in einem Kragenabschnitt 15 aus dem Pumpengehäuse 1 aus. In dem Kragenabschnitt 15 ist ein Wellenlager 51 in Form eines Kompaktlagers mit zwei Kugellagerreihen eingepasst. Der Zahnkranz 50 sitzt auf dem heraus stehenden freien Ende der Antriebswelle 5 und weist eine Ausbuchtung für den Kragenabschnitt 15 auf, sodass sich eine radiale Außenverzahnung mit dem Wellenlager 51 axial überschneidet.

Zu der Antriebseite der Schraubenspindeln 2a, 2b befindet sich eine Druckseite der Spindelkammer 12, die mit einem Pumpenauslass 11 in Form eines Druckstutzens in Verbindung steht. Zu der Seite der Schraubenspindeln 2a, 2b, die dem Antrieb gegenüberliegt, befindet sich eine Saugseite der Spindelkammer 12. Die Saugseite der Spindelkammer 12 steht über eine Drosselkammer 3 mit einem Pumpeneinlass 10 in Form eines Saugstutzens in Verbindung. In Betrachtung der Förderrichtung, wird Schmieröl durch einen Unterdruck auf der Saugseite der Spindelkammer 12, der durch eine Schraubensteigung der drehenden Schraubenspindeln 2a, 2b erzeugt wird, über den Pumpeneinlass 10 und die Drosselkammer 3 angesaugt, durch die Spindelkammer 12 gefördert und auf der Druckseite über den Pumpenauslass 11 aus der Spindelkammer 12 ausgestoßen.

Eine Ansaugstrecke vor der Schraubenspindelpumpe führt zu einem Ölsumpf der Verbrennungsmaschine. Nach der Schraubenspindelpumpe schließt sich eine Zuführstrecke eines nicht dargestellten Schmierölfördersystems an. Die Zuführstrecke führt zu Verzweigungen einer Schmierölversorgung der Verbrennungsmaschine, die dazu dient, Gleitflächen zwischen bewegten Teilen in einem Kurbetrieb, einem Ventiltrieb sowie Zylinderlaufbahnen und dergleichen unter einem erforderlichen Öldruck zu schmieren.

Die Drosselkammer 13 des Pumpengehäuses 1 bildet eine Einlasskammer zu einer Stirnseite der Spindelkammer 12. An einer Mündung, an welcher der Saugstutzen des Pumpeneinlasses 10 in die Drosselkammer 3 eintritt, ist ein ringförmiger Ventilsitz 31

eines Drosselventils 3 ausgebildet. Ein Ventilkörper 30 des Drosselventils 3 ist an einem Ventilschaft 34 axial gegenüberliegend zu dem Saugstutzen des Pumpeneinlasses 10 geführt und weist eine sphärische Dichtfläche auf. Durch eine Öffnungsposition entlang eines Stellwegs des Ventilkörpers 30 zu dem Ventilsitz 31 wird ein Durchflussquerschnitt des Förderstroms des Schmieröls zwischen dem Pumpeneinlass 10 und der Spindelkammer 12 eingestellt bzw. begrenzt, wodurch eine Saugdrosselung der Schraubenspindelpumpe realisiert wird. Auf der anderen Seite des Ventilschafts 34, die dem Ventilkörper 30 gegenüberliegt, ist ein Kolben 40 angeordnet, der in einer zylindrischen Steuerkammer 14 des Pumpengehäuses 1 aufgenommen ist. Der Kolben 40 und die Steuerkammer 14 bilden ein hydraulisches Regelventil 4, das durch eine gesteuerte Druckzufuhr des Schmieröls eine Öffnungsposition des Drosselventils 3 einstellt.

Die Spindelkammer 12 weist eine Querschnittskontur in der Form eines sogenannten Achtergehäuses auf, d.h. sie wird durch zwei Bohrungen im Pumpengehäuse 1 gebildet, deren Radien sich überschneiden, um einen Eingriff der Schraubenspindeln 2a, 2b zu gewährleisten. Die zylindrische Steuerkammer 14 des hydraulischen Regelventils 4 wird ebenfalls durch eine Bohrung in dem Pumpengehäuse 1 gebildet, die parallel zu dem den Bohrungen der Spindelkammer 12 verläuft. In einer bevorzugten kompakten Ausführungsform, die von der schematischen Darstellung in Fig. 1 abweicht, ist die zylindrische Steuerkammer 14 nahe einer Ausbuchtung des Achtergehäuses, d.h. zwischen den Achsen der Bohrungen der Spindelkammer 12 nahe zu einer Kammerwand der Spindelkammer 12 angeordnet, sodass eine enge Packung zylindrischer Hohlräume und somit eine kompakte Hüllgeometrie des Pumpengehäuses 1 geschaffen wird.

Die integrierte Anordnung des hydraulischen Regelventils 4 und des Drosselventils 3 wird durch eine gemeinsame Schaftführung 43 getrennt, die zwischen der Steuerkammer 14 und der Drosselkammer 13 ausgebildet ist. Die Schaftführung 43 stellt eine axiale Führung für den gemeinsamen Ventilschaft 34 bereit. Eine Position des Kolbens 40 entlang eines Stellwegs des hydraulischen Regelventils 4 wird durch zwei hydraulische Steuerdrücke p1 und p2 eingestellt, die zu beiden Seiten des Kolbens 40 in der Steuerkammer 14 anliegen. Der Steuerdruck p1 wird über einen hydraulischen Anschluss 41 zu einer Seite des Kolbens 40 in der Steuerkammer 14 erzeugt. Der Steuerdruck p2 wird über

einen hydraulischen Anschluss 42 zu der anderen Seite des Kolbens 40 in der Steuerkammer 14 erzeugt. Eine Stellbewegung des Kolbens 40 spricht auf eine Druckdifferenz der beiden Steuerdrücke p1, p2 an und hält eine Position im Falle eines Kräftegleichgewichts zu beiden Seiten des Kolbens 40.

Auf der Seite des Steuerdrucks p1 ist vorzugsweise eine nicht dargestellte Druckfeder angeordnet, die in das Kräfteverhältnis der Steuerdrücke p1, p2 eingreift. Die Länge der Druckfeder ist derart gewählt, dass ohne die beiden Steuerdrücke p1, p2 eine Schließposition des Drosselventils 3 verhindert wird. Der Einsatz einer Druckfeder stellt eine Fail-Safe Funktion sicher, sodass im Falle eines Ausfalls der hydraulischen Regelung eine Absperrung der Schmierölzufuhr bei laufender Verbrennungsmaschine durch ein geschlossenes Drosselventil 3 verhindert wird. Ebenso kann optional durch eine weitere Druckfeder auf der gegenüberliegenden Seite eine vollständige Öffnungsposition des Drosselventils 3 unterbunden werden. Je nach Auslegung des Schmierölsystems kann somit im Falle eines Ausfalls der hydraulischen Regelung verhindert werden, dass ein kritischer Förderdruck überschritten wird.

Eine hydraulische Ansteuerung der beiden Steuerdrücke p1, p2 erfolgt in einem nicht dargestellten Schmierölsystem über eine elektrisch-hydraulische Regelvorrichtung, die aus dem Schmierölkreislauf der Verbrennungsmaschine und durch den Förderdruck der Schraubenspindelpumpe gespeist wird. Eine solche elektrisch-hydraulische Regelvorrichtung weist ein elektromagnetisches 4/3 Proportionalventil auf. Das 4/3 Proportionalventil umfasst vier Anschlüsse, darunter ein Eingangsanschluss zur Zufuhr von Öl aus einer Ölkulisse der Verbrennungsmaschine und drei Ausgangsanschlüsse, von denen zwei Ausgangsanschlüsse die beiden Steuerdrücke p1, p2 mit einer geregelten Druckdifferenz bereitstellen und ein Ausgangsanschluss Öl mit einem überschüssigen Differenzdruck aus der Regelung in den Ölsumpf zurückführt. Die Ausgangsanschlüsse der beiden Steuerdrücke p1, p2 werden mittels eines Ventilkörpers geregelt, der einen jeweiligen hydraulischen Widerstand und somit eine jeweilige Druckdifferenz zwischen dem Eingangsanschluss und den drei Ausgangsanschlüssen einstellt. Der Ventilkörper wird durch ein elektromagnetisches Stellglied mit einer Spule und einem Anker sowie durch eine

Druckfeder verstellt. Das elektromagnetische Stellglied wird durch eine Pulsweitenmodulation einer zugeführten elektrischen Leistung angesteuert. Eine Steuerung der Steuerdrücke p1, p2 des hydraulischen Regelventils 4 zur Regelung des Fördervolumens eines Schmierölkreislaufs über die Saugdrosselung des Drosselventils 3 in der Schraubenspindelpumpe kann von einer Steuervorrichtung in Abhängigkeit einer Last, einer Drehzahl und einer Temperatur der Verbrennungsmaschine durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste:

1	Pumpengehäuse
2a	angetriebene Schraubenspindel
2b	mitgeschleppte Schraubenspindel
3	Drosselventil
4	hydraulisches Regelventil
5	Antriebswelle
10	Pumpeneinlass
11	Pumpenauslass
12	Spindelkammer
13	Drosselkammer
14	Steuerkammer
15	Kragenabschnitt
30	Ventilkörper
31	Ventilsitz
34	Ventilschaft
40	Kolben
41	hydraulischer Anschluss mit Steuerdruck p1
42	hydraulischer Anschluss mit Steuerdruck p2
43	Schaftführung
50	Zahnkranz
51	Wellenlager

Ansprüche

1. Regelbare Schraubenspindelpumpe zur Schmierölversorgung einer Verbrennungsmaschine, aufweisend:

ein Pumpengehäuse (1) mit einer Spindelkammer (12) sowie einem Pumpeneinlass (10) und einem Pumpenauslass (11), die mit der Spindelkammer (12) in Verbindung stehen;

wenigstens zwei Schraubenspindeln (2a, 2b), die in der Spindelkammer (12) drehbar aufgenommen sind, wobei die Schraubenspindeln (2a, 2b) von der Verbrennungsmaschine angetrieben werden;

dadurch gekennzeichnet, dass

in dem Pumpengehäuse (1) eine Drosselkammer (13) und eine Steuerkammer (14) ausgebildet sind, die mit dem zu fördernden Schmieröl in Kontakt stehen; wobei

die Drosselkammer (13) zwischen dem Pumpeneinlass (10) und der Spindelkammer (12) angeordnet ist, und die Drosselkammer (13) ein Drosselventil (3) umfasst, durch das ein Durchflussquerschnitt eines Förderstroms einstellbar ist;

die Steuerkammer (14) ein hydraulisches Regelventil (4) mit einem Kolben (40) umfasst, der auf einen hydraulischen Steuerdruck (p1, p2) in der Steuerkammer (14) anspricht, und die Steuerkammer (14) in Bezug zu einem Stellweg des Kolbens (40) parallel zu der Spindelkammer (12) ausgerichtet ist; und

ein Ventilkörper (30) des Drosselventils (3) mit dem Kolben (40) des hydraulischen Regelventils (4) gekoppelt ist.

2. Regelbare Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 1, wobei

ein Stellweg des Ventilkörpers (30) des Drosselventils (3) parallel zu der Spindelkammer (12) ausgerichtet ist, und ein Ventilsitz (31) des Drosselventils (3) an einer Mündung des Pumpeneinlasses (10) in die Drosselkammer (13) ausgebildet ist.

3. Regelbare Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei

der Ventilkörper (30) des Drosselventils (3) und der Kolben (40) des hydraulischen Regelventils (4) auf einem gemeinsamen Ventilschaft (34) sitzen.

4. Regelbare Schraubenspindelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei

die Schraubenspindelpumpe zwei Schraubenspindeln (2a, 2b) aufweist, wobei ein Querschnitt der Spindelkammer (12) durch zwei sich überschneidende Kreisradien gebildet wird, und ein Querschnitt der Steuerkammer (14) im Bereich einer Schnittachse einer Überschneidung der Kreisradien zu der Spindelkammer (12) benachbart angeordnet ist.

5. Regelbare Schraubenspindelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei

die Steuerkammer (14) zwei hydraulische Anschlüsse (41, 42) zur Einleitung von zwei hydraulischen Steuerdrücken (p1, p2) aufweist, die auf gegenüberliegende Seiten des Kolbens (40) des hydraulischen Regelventils (4) wirken.

6. Regelbare Schraubenspindelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei

zu einer Seite des Kolbens (40) des hydraulischen Regelventils (4) eine Druckfeder in der Steuerkammer (14) angeordnet ist.

7. Regelbare Schraubenspindelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei

das Pumpengehäuse (1) zu einer Stirnseite der Spindelkammer (12) einen Kragenabschnitt (15) aufweist, der einen Gehäusedurchtritt und ein Wellenlager (51) für eine Antriebswelle (5) umfasst, und ein Zahnkranz (50), der auf der Antriebswelle (5) sitzt, eine radiale Ausnehmung für den Kragenabschnitt (15) aufweist, sodass sich eine Verzahnung des Zahnkranzes (50) und das Wellenlager (51) axial überschneiden.

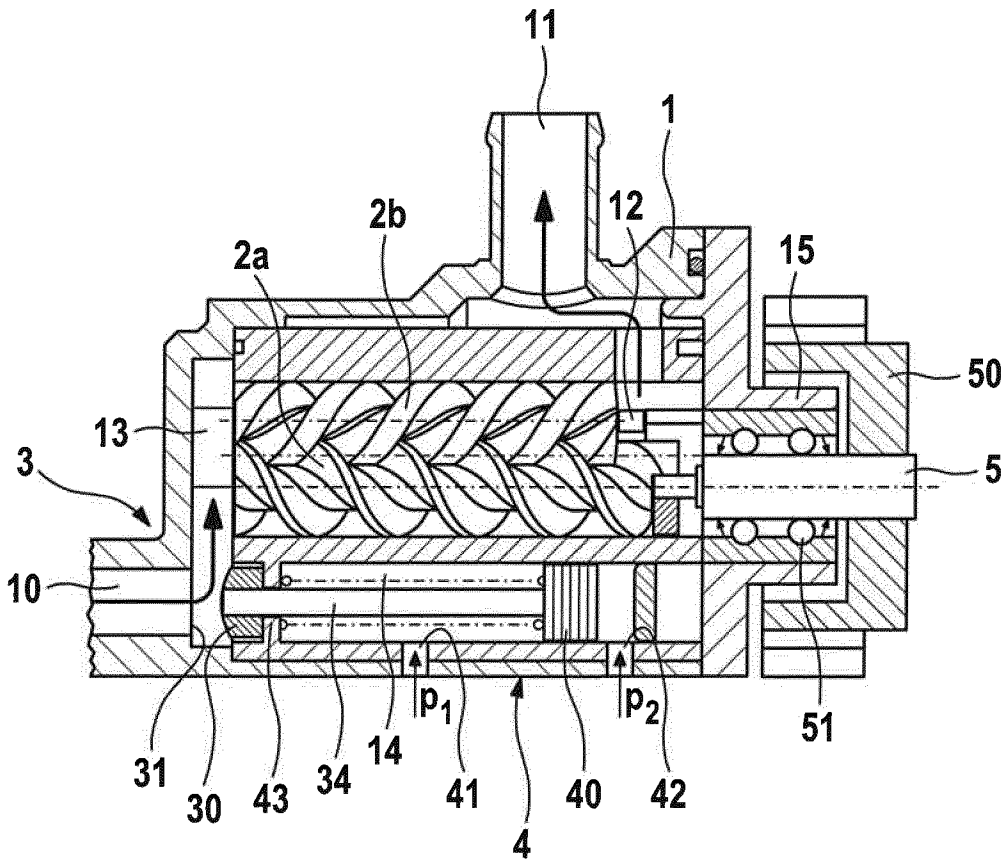

Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/081324

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C 2/16(2006.01)i; ***F04C 14/24***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 504283 C (HERMANN JOHANSON; GEORG KOEPPEL) 02 August 1930 (1930-08-02) figures page 1, line 1 - line 25 page 2, line 28 - line 85	1-7
A	EP 0134768 A1 (IMO AB [SE]) 20 March 1985 (1985-03-20) figures abstract	1-7
A	US 2171146 A (JOSEF MONTELIUS CARL OSCAR) 29 August 1939 (1939-08-29) figures page 2, line 1 - line 37	1-7
A	DE 2441520 A1 (SVENSKA ROTOR MASKINER AB) 06 March 1975 (1975-03-06) figures	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 January 2020	**29 January 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Durante, Andrea** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/081324

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	504283	C	02 August 1930	NONE			
EP	0134768	A1	20 March 1985	AT	31571	T	15 January 1988
				DE	3468259	D1	04 February 1988
				EP	0134768	A1	20 March 1985
				JP	S6085281	A	14 May 1985
				JP	H01118177	U	09 August 1989
				SE	439042	B	28 May 1985
				US	4580953	A	08 April 1986
				YU	126784	A	31 October 1988
US	2171146	A	29 August 1939	NONE			
DE	2441520	A1	06 March 1975	BE	819492	A	31 December 1974
				CA	1012578	A	21 June 1977
				CS	183758	B2	31 July 1978
				DE	2441520	A1	06 March 1975
				FI	256974	A	04 March 1975
				FR	2242579	A1	28 March 1975
				GB	1484994	A	08 September 1977
				JP	S5053909	A	13 May 1975
				JP	S5712874	B2	13 March 1982
				SE	399106	B	30 January 1978
				US	3975123	A	17 August 1976

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/081324

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F04C2/16 F04C14/24
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 504 283 C (HERMANN JOHANSON; GEORG KOEPPEL) 2. August 1930 (1930-08-02) Abbildungen Seite 1, Zeile 1 - Zeile 25 Seite 2, Zeile 28 - Zeile 85	1-7
A	EP 0 134 768 A1 (IMO AB [SE]) 20. März 1985 (1985-03-20) Abbildungen Zusammenfassung	1-7
A	US 2 171 146 A (JOSEF MONTELIUS CARL OSCAR) 29. August 1939 (1939-08-29) Abbildungen Seite 2, Zeile 1 - Zeile 37	1-7
A	DE 24 41 520 A1 (SVENSKA ROTOR MASKINER AB) 6. März 1975 (1975-03-06) Abbildungen	1-7

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Januar 2020	29/01/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Durante, Andrea

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/081324

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 504283 C	02-08-1930	KEINE	
EP 0134768 A1	20-03-1985	AT 31571 T	15-01-1988
		DE 3468259 D1	04-02-1988
		EP 0134768 A1	20-03-1985
		JP S6085281 A	14-05-1985
		JP H01118177 U	09-08-1989
		SE 439042 B	28-05-1985
		US 4580953 A	08-04-1986
		YU 126784 A	31-10-1988
US 2171146 A	29-08-1939	KEINE	
DE 2441520 A1	06-03-1975	BE 819492 A	31-12-1974
		CA 1012578 A	21-06-1977
		CS 183758 B2	31-07-1978
		DE 2441520 A1	06-03-1975
		FI 256974 A	04-03-1975
		FR 2242579 A1	28-03-1975
		GB 1484994 A	08-09-1977
		JP S5053909 A	13-05-1975
		JP S5712874 B2	13-03-1982
		SE 399106 B	30-01-1978
		US 3975123 A	17-08-1976