

(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
16. April 2009 (16.04.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/046558 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01B 3/00 (2006.01) **F16J 1/08** (2006.01)

F04B 1/12 (2006.01) **F16J 7/00** (2006.01)

F04B 53/14 (2006.01)

(71) Anmelder und

(72) **Erfinder: STEIGER, Anton** [CH/CH]; Hornstrasse 28,
CH-8308 Illnau (CH).

(74) **Anwalt: BRUDERER, Werner**; Oberhittnauerstrasse 12,
CH-8330 Pfäffikon (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2008/000420

(22) Internationales Anmeldedatum:

8. Oktober 2008 (08.10.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

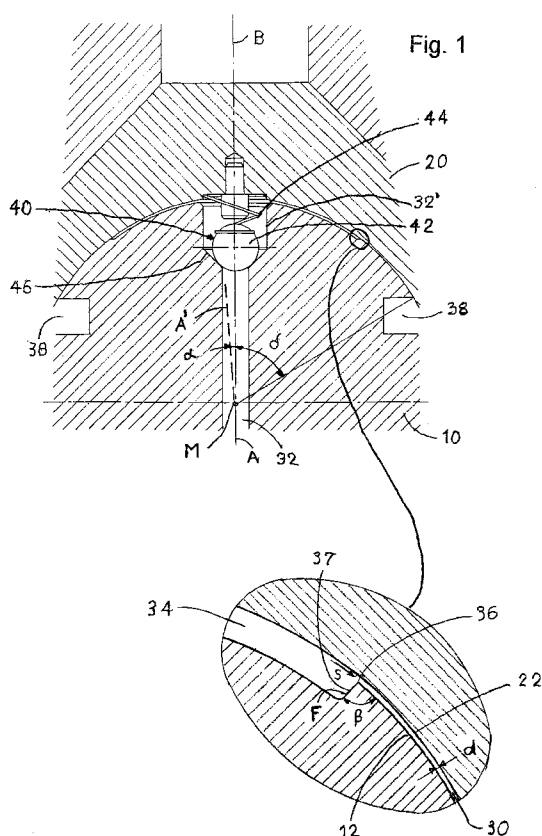
1587/07 11. Oktober 2007 (11.10.2007) CH

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE FOR LUBRICATING THE BEARING POINTS OF A CONNECTING ROD, OPERATING METHOD THEREFOR AND PLUNGER PUMP COMPRISING A DEVICE OF THIS TYPE

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUM SCHMIEREN DER LAGERSTELLEN EINES PLEUELS, BETRIEBSVERFAHREN DAFÜR UND PLUNGERPUMPE MIT EINER SOLCHEN VORRICHTUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a device for lubricating the bearing points of a connecting rod (106, 206) comprising a bearing (10, 110, 210, 121, 221) on each of the small ends of the connecting rod (106, 206) and a counter-bearing that co-operates with said bearing (20, 120, 220, 111, 211). The bearing (10, 110, 210, 121, 221) and the corresponding counter-bearing (20, 120, 220, 111, 211) can oscillate in relation to one another and are subjected to more intense and weaker stress during a motion cycle. A lubricating gap (30, 130, 131, 230, 231) of variable thickness (d), into which a lubricant supply line (32, 132, 133, 232, 233) opens, is formed between the bearing (10, 110, 210, 121, 221) and the corresponding counter-bearing (20, 120, 220, 111, 211). A non-return valve (40, 140, 141, 240, 241) is situated in the lubricant supply line (32, 132, 133, 232, 233). In addition, the lubricating gap (30, 130, 131, 230, 231) is provided with a lubricant trap (34, 134, 135, 234, 235). The invention permits the production of a predominantly motion-independent lubricant film in the lubricating gap and thus the reduction of the friction in oscillating moving bearing assemblies to a negligible value. One particularly advantageous application is for the bearing points of connecting rod-driven plunger pumps.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schmieren der Lagerstellen eines Pleuels (106, 206), umfassend an jeweils einem der Pleuelköpfe des Pleuels (106, 206) ausgebildetes Lager (10, 110, 210, 121, 221) und jeweils ein damit zusammenwirkendes Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211). Das Lager (10, 110, 210, 121, 221) und das entsprechende Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

sind relativ zueinander oszillierend bewegbar und während eines Bewegungszyklus abwechselnd stärkerer und schwächerer Belastung ausgesetzt. Zwischen dem Lager (10, 110, 210, 121, 221) und dem entsprechenden Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) ist jeweils ein Schmierspalt (30, 130, 131, 230, 231) variabler Dicke (d) ausgebildet, in den eine Schmiermittelführung (32, 132, 133, 232, 233) mündet. In der Schmiermittelführung (32, 132, 133, 232, 233) ist ein Rückschlagventil (40, 140, 141, 240, 241) angeordnet. Ausserdem befindet sich eine Schmiermitteltasche (34, 134, 135, 234, 235) im Schmierspalt (30, 130, 131, 230, 231). Durch die Erfindung gelingt die Herstellung eines weitgehend bewegungsunabhängigen Schmiermittelfilms im Schmierspalt und damit die Herabsetzung der Reibung bei oszillierend belasteten und bewegten Lageranordnungen auf einen praktisch bedeutungslosen Wert. Besonders vorteilhaft ist die Anwendung bei den Lagerstellen pleuelgetriebener Plungerpumpen.

Vorrichtung zum Schmieren der Lagerstellen eines Pleuels, Betriebsverfahren dafür und Plungerpumpe mit einer solchen Vorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schmieren der Lagerstellen eines Pleuels mit oszillierender Belastung und ein Betriebsverfahren dafür gemäss den Ansprüchen 1 bzw. 14. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Pleuelpumpe mit einer solchen Schmiervorrichtung nach Anspruch 11 und eine Lageranordnung
5 nach Anspruch 19.

Dynamische Gleitlager mit zwei kontinuierlich gegeneinander bewegten Lager-
elementen und einem durch einen Schmierspalt zwischen den Lagerelementen
fliessenden, einen Schmiermittelfilm aufbauenden Schmiermittel, insbesondere
10 Öl, sind allgemein bekannt. Sie werden insbesondere bei nicht-reziprozierenden
Bewegungen der Lagerelemente eingesetzt, z.B. zum Schmieren von Lagern bei
sich drehenden, in etwa gleichbleibend belasteten Achsen. Das Schmiermittel
wird kontinuierlich zugeführt und von den sich relativ zueinander in stets die glei-
che Richtung bewegenden Lagerelementen mitgenommen und über den
15 Schmierspalt verteilt, der dadurch eine etwa konstante Dicke hat. Nur durch die
gleichförmige rotierende Bewegung der Lagerelemente gelingt in diesen Fällen
der Aufbau eines Schmiermittelfilms.

Bei Lagern mit oszillierenden bzw. reziprozierenden Bewegungen, wie sie vor al-
20 lem bei den Lagerstellen von Pleueln auftreten, besteht jedoch das Problem, dass
die Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Lagerelementen zwischen Null
und einer Maximalgeschwindigkeit schwankt und die Richtung der Relativbewe-
gung wechselt. Am Umkehrpunkt der Bewegung besteht daher die Gefahr, dass

der Schmiermittelfilm abreißt. Dieses Problem wird verstärkt, wenn die Lageranordnung innerhalb eines Bewegungszyklus stark wechselnden Kräften ausgesetzt ist, z.B. bei der Umsetzung einer Rotationsbewegung in eine Hubbewegung mittels einer Taumelscheiben- oder Exzenterrollenanordnung. Dies führt zu starkem Verschleiss der Lager und zu unerwünschten Belastungen von Plungern, welche von den Pleueln angetrieben werden, und sollte daher vermieden werden.

Eine solche Anwendung ist aus DE-A 37 10 071 bekannt und befasst sich mit dem Problem der Schmierung für die Lagerstellen der kugelförmigen Pleuelköpfe in den Plungern und an der Taumelscheibe eines Taumelscheibenkompressors. Sie offenbart eine Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1, bei der zur Verbesserung der Schmierung eine durch die Taumelscheibe und durch die Pleuel durchlaufende Bohrung vorgesehen ist, durch die kontinuierlich Öl an beide Lagerstellen geleitet wird. Es besteht hierbei jedoch das Problem, dass das Öl aus dem Schmierspalt, der über die aktive, d.h. belastete, Lagerfläche etwa die gleiche Dicke hat, zurück in die Zuführung gedrückt wird und nicht durch den Schmierspalt fliesst, wenn die Belastung des Lagers grösser als die durch den Zuführungsdruck des Schmiermittels ausgeübte hydraulische Kraft ist, und der Ölfilm somit abreißen kann. Dies führt zu erhöhtem Verschleiss des Lagers und kann zu kurzzeitigem Festsitzen des Pleuelkopfes in der Lagerschale und daraus resultierenden Querkräften auf den Pleuellagern und den angekoppelten Plungern führen.

Insbesondere bei solchen Taumelscheibenkompressoren bzw. -pumpen und auch anderen Bauarten von Plungerpumpen führt das oben genannte Problem dazu, dass die Belastung der Lager derjenigen Elemente, die Kraft auf die Plunger übertragen, gering gehalten werden muss. Dies betrifft insbesondere eine Kraftübertragung mit reziprozierend bewegten, insbesondere um eine Achse verschwenkten Pleueln. Gegenwärtig sind die mit solchen Pumpen für Flüssigkeiten zu erzeugenden Drücke wegen der Belastungsgrenzen der bisher existierenden Übertragungselemente zwischen Antrieb und Plunger auf einige 100 bar begrenzt.

GB 694,521 offenbart ein Schwimmlager für eine im wesentlichen konstant belastete rotierende Welle, bei dem kontinuierlich Schmiermittel aus mehreren in Umfangsrichtung äquidistant angeordneten Zuführungen in einen Schmier spalt zwischen der zylindrischen Welle und der hohlzylindrischen Lagerbuchse eingeführt und über im Vergleich zum Umfang verhältnismässig breite axial verlaufende Nuten in axialer Richtung abfließt. In den Zuführungen sind jeweils Rückschlagventile angeordnet, die dazu dienen, bei kurzzeitigen Störungen, z.B. einer Auslenkung der Welle in radialer Richtung, den Schmiermittelabfluss zu verhindern und eine Berührung der Welle mit der Lagerbuchse zu vermeiden. Diese Anordnung ist für oszillierend bewegte und belastete Lager nicht geeignet, da hier der Schmiermittelfilm in Umfangsrichtung nur durch die Relativbewegung von Welle und Lagerbuchse aufgebaut wird. Bei einem Stillstand oder bei kleinen reziprozierenden Bewegungen fließt daher das Schmiermittel in axialer Richtung ab, so dass kein zusammenhängender Schmiermittelfilm aufgebaut wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Schmieren der Lagerstellen von pendelnd bewegten und oszillierender Belastung ausgesetzten Pleueln anzugeben, bei der auch unter hoher Belastung eine sichere Schmierung gewährleistet ist. Ausserdem sollen die zufolge der Pleuelauslenkung entstandenen und auf die Plunger wirkenden Querkräfte, bestehend einerseits aus Reibungskräften zufolge mangelnder Schmierfilmdicke weitgehend eliminiert und diejenigen zufolge der Pleuelauslenkung sollen möglichst gering gehalten werden. Des Weiteren soll ein Betriebsverfahren für eine solche Vorrichtung angegeben werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 14. Besonders vorteilhaft ist eine Plungerpumpe mit einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung nach Anspruch 11. Die Vorteile der Erfindung sind allgemein bei einer dreh- oder kugelgelenkartigen Lageranordnung mit den Merkmalen von Anspruch 19 verwirklicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen

Ansprüchen angegeben und in der Beschreibung und den Zeichnungen dargestellt.

Im Zusammenhang mit der Erfindung wird Plunger synonym mit Kolben bzw.
5 Druckkolben sowie Plungerpumpe synonym mit Axialkolbenpumpe gebraucht.

Im Gegensatz zu rein hydrodynamischen Lagern, bei dem Schmiermittel nur durch die Relativbewegung zweier Lagerelemente in den Schmierpalt hineingerissen wird, nutzt die Erfindung einen anderen Wirkungsmechanismus zur Herstellung eines Schmiermittelfilms, der trotz wechselnder Belastung und regelmä-
10 sigem Bewegungsstillstand an den Umkehrpunkten nicht abreißt. Durch entsprechende geometrische Gestaltung wird sichergestellt, dass das Schmiermittel nur über den Schmierpalt abfließen kann. Es wird daher aus der Schmiermittelzuführung in den Schmierpalt eingezwängt und fließt an der Peripherie der Lager-
15 fläche bzw. des Schmierpalts ab. Die Lager und ihre Gegenlager sind daher bevorzugt so gestaltet, dass der Abströmwiderstand für das Schmiermittel vom Mündungsbereich der Schmiermittelzuführung aus gesehen in alle Richtungen im Wesentlichen gleich ist. Bevorzugt liegt der Mündungsbereich so, dass auch unter Belastung eine weitgehend symmetrische Krafteinwirkung und damit Spaltdicken-
20 verteilung realisiert ist, d.h. auf der Achse des Pleuels. Das bevorzugt federbelastete Rückschlagventil verhindert den Rückfluss von Schmiermittel aus der Schmiermitteltasche in die Schmiermittelzuführung, wenn der Druck des Schmiermittels in der Schmiermitteltasche den Zuführungsdruck des Schmiermittels übersteigt, d.h. in den Phasen stärkerer Belastung eines Bewegungszyklus.
25 Hierdurch kann verhindert werden, dass die Dicke des Schmierpalts bis auf Null abnimmt und es wird sichergestellt, dass das Schmiermittel nur noch durch den Schmierpalt, nicht aber durch die Zuführung abfließt. Die Schmiermitteltasche dient als Reservoir für das Schmiermittel und erleichtert das bevorzugt sehr schnelle Wiederauffüllen des Schmierpalts bei nachlassender Belastung. Zu je-
30 dem Zeitpunkt des Bewegungszyklus besteht damit ein Schmierfilm im Schmierpalt, die Schmierung wird verbessert und damit die Lebensdauer der Lagerstellen sowie die Belastbarkeit erhöht. Unerwünschte Querkräfte zufolge mechani-

scher Reibung, auf Grund temporär fehlenden Schmierfilms, werden völlig vermieden.

Die erfindungsgemässe Schmiervorrichtung ist insbesondere für die Lagerstellen
5 eines Pleuels ausgelegt, der während eines Bewegungszyklus abwechselnd stärkerer und schwächerer Belastung auf Druck bzw. Zug, insbesondere in Richtung der Pleuelachse ausgesetzt ist. Gleichzeitig sind die Relativbewegungen zwischen den Lagerstellen am Pleuelkopf auf kleine Winkel beschränkt. Die Gestaltung der Lagerstellen mit einem Rückschlagventil in der Schmiermittelzuführung
10 sowie einer Schmiermitteltasche mit scharfkantigem Übertritt zur Vergrösserung des Abströmwiderstands ist jedoch grundsätzlich für alle gelenkartigen Anordnungen von zwei mit einem beschränkten Winkelbereich mit einem oder zwei Freiheitsgraden gegeneinander verschwenkbaren Elementen geeignet.

15 Besonders bevorzugt ist die Anwendung der Erfindung bei den Lagerstellen eines Pleuels und des dazugehörigen Lagers am antriebsseitigen Ende des Plungers. Die Phase stärkerer Belastung ist dabei beispielsweise die Phase, in der der Pleuel den Plunger in seine Führung hineindrückt und das Lager damit auf Druck belastet ist. Die Phase schwächerer Belastung ist entsprechend die Phase, in der
20 der Plunger wieder aus der Führung hinausgezogen wird.

Bevorzugt sind die die Strömungseigenschaften beeinflussenden geometrischen Merkmale des Schmierspalts bzw. der Schmiermitteltasche, die elastischen Eigenschaften des Schmiermittels, wie z.B. seine Viskosität und Kompressibilität,
25 und die tatsächliche Belastung der Lageranordnung und ihre zeitliche Verteilung innerhalb eines Bewegungszyklus so aufeinander abgestimmt, dass während der Phase stärkerer Belastung nicht das gesamte im Schmierspalt vorhandene Schmiermittel durch den sich verengenden Schmierspalt abläuft. Vorzugsweise ist somit die Dicke des Schmierspalts trotz durch den Schmierspalt abfließenden
30 Schmiermittels zu jedem Zeitpunkt des Bewegungszyklus grösser als eine vorbestimmte minimale Dicke. Diese liegt beispielsweise zwischen 0,001 und 0,01 mm und beträgt vorzugsweise 0,005 mm.

Die Abflussgeschwindigkeit des Schmiermittels wird unter anderem durch die, die Strömungseigenschaften beeinflussende Formgebung des Schmierspalt und der Schmiermitteltasche bestimmt. Um den Abströmwiderstand zu vergrößern, weist die Schmiermitteltasche im Grenzbereich zum Schmierspalt bevorzugt eine deutlich ausgebildete Übertrittskante (im Gegensatz zu einem glatten Übergang) auf.
5 Mit anderen Worten treffen die an die Schmiermitteltasche angrenzende Fläche des Schmierspalt und eine Seitenwandung der Schmiermitteltasche unter einem von Null verschiedenen Winkel β aufeinander, der bevorzugt etwa 80 bis 90° beträgt. Im Anwendungsfall strömt das Schmiermittel entlang der genannten Fläche
10 des Schmierspalt, so dass ein ausgesprochener Kontraktionseffekt bezüglich des in den Schmierspalt einströmenden Schmiermittels entsteht. Die Tasche bzw. ihre Seitenwandung befindet sich innerhalb der aktiven Lagerfläche, d.h. derjenigen Fläche innerhalb der Berührungsfläche des Lagers und seines Gegenlagers, die der Belastung ausgesetzt ist.

15

Zwecks Definition einer exakten Länge des Schmierspalt in Flussrichtung weist eines der Lagerelemente eine Abflussnute auf, die die Schmiermitteltasche in ihrer Umfangsrichtung umgibt und von dieser beabstandet ist. Die Nut kann sich in demjenigen Lagerelement befinden, in dem auch die Schmiermitteltasche ausgebildet ist, oder im anderen Lagerelement. Die Nut befindet sich insbesondere quer
20 zur Abströmrichtung des Schmiermittels.

Die Tiefe der Schmiermitteltasche ist bevorzugt so, dass eine klare Übertrittskante ausgebildet werden kann. Bevorzugt ist die Schmiermitteltasche jedoch nicht so
25 tief, dass ihr Volumen während der Phase der stärkeren Belastung das unter Druck komprimierte Schmiermittel komplett aufnimmt, so dass ein Abfluss durch den Schmierspalt unterdrückt würde.

In Abhängigkeit von der auf die Lagerelemente ausgeübten Kraft bestimmt der
30 Taschendurchmesser weitgehend den in der Tasche herrschenden Druck. Insbesondere bei der Anwendung bei Plungerpumpen ist das Verhältnis von Plungerdurchmesser zu Taschendurchmesser eine den möglichen Förderdruck bestimm-

mende Grösse. Das optimale Verhältnis zwischen Förderdruck und Taschendruck ist von verschiedenen Überlegungen abhängig, z.B. führt ein kleinerer Taschendurchmesser zwar zu einem grösseren Taschendruck, vermindert jedoch auch den Querschnitt beim Einströmen in den Schmierspalt und erhöht damit dessen Strömungswiderstand. Weitere Parameter sind z.B. die Kompressibilität des Schmiermittels.

Um die Lager und Gegenlager während der Phase schwächerer Belastung wieder in ihre ursprüngliche, insbesondere maximal beabstandete Lage, zu bringen und den Schmierspalt wieder zu vergrössern, ist der Zuführungsdruck des Schmiermittels bevorzugt so gewählt, dass die durch das Schmiermittel während der Phase schwächerer Belastung innerhalb dieses Bewegungszyklus auf die Lagerelemente wirkende hydraulische Kraft grösser ist als die Summe aller sonstigen Kräfte, die die Lager und Gegenlager während diese Phase gegeneinander drücken. Bevorzugt ist auch die Zulaufmenge des Schmiermittels so gewählt, dass die Dicke des Schmierspalts während der Phase der schwächeren Belastung wieder bis zu einer maximalen Dicke zunimmt.

Erfindungsgemäss führen die Lager und Gegenlager des Pleuels relativ zueinander eine pendelnde Bewegung mit einer beschränkten maximalen Auslenkung durch. Diese ist um ein Vielfaches kleiner als die umfangsmässige Ausdehnung der aktiven Lagerfläche.

Insbesondere bei Plungerpumpen mit Taumelscheibenantrieb und einer Kraftübertragung mittels Pleueln zwischen Taumelscheibe und Plungern gelingt dank der Erfindung eine deutliche Erhöhung des Drucks auf die Plunger bis auf 1000 bar und mehr. Bei solchen Vorrichtungen beträgt die maximale Auslenkung gegenüber der Mittelachse des Pleuels bevorzugt etwa +/- 2-5% des Hubs des Plungers. Der grundsätzliche Aufbau eines solchen Kompressors mit einem Antrieb der Plunger über eine Taumelscheibe und Pleuel ist beispielsweise aus der DE-A 44 20 680 bekannt; die Erzeugung hoher Drucke war mit einer solchen Vorrichtung jedoch wegen des bisher ungelösten Problems der oszillierend belaste-

ten Lager problematisch. Eine weitere bevorzugte Anwendung ist ein Exzenterantrieb und Kraftübertragung mittels Rolle und Hebelanordnung auf die Pleuel. Beide Varianten werden unten mit Bezug auf die Zeichnungen näher beschrieben.

- 5 Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass sie analog zum hydrostatischen Lagerkonzept eine Schmiermittelschicht mit einer gewissen Minstdicke sichert. Es kann mit geringem Schmiermitteldruck in der Grössenordnung von einigen bar gearbeitet und auf eine Hochdruckschmiermittelversorgung verzichtet werden. Schliesslich werden keine Drosselmodule zur Stabilisierung der Schmierpaltdi-
- 10 cke benötigt.

- Ein weiterer Vorteil von pleuelgetriebenen Plungerpumpen mit einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung liegt darin, dass die, durch die vom Pleuellager auf den Plunger übertragenen Reibungskräfte im Gegensatz zu konventionellen La-
- 15 gern vernachlässigbar gering sind, da diese, wie bereits beschrieben, in jedem Betriebszustand eine rein hydrodynamische Schmierung sicherstellen und somit zufolge der extrem geringen Gleitgeschwindigkeiten der Pleuellager lediglich ein vernachlässigbar kleines Reibungsmoment erzeugen. Bei klassischen Pleuellagern verhindern demgegenüber die völlig anderen Reibungsverhältnisse, dass
- 20 eine rein axialsymmetrische Kraftverteilung auf den Plungerfuss zustande kommen kann. Sind die aus der Querpendelbewegungen entstehenden hydraulischen Verdrängungskräfte zwischen dem Plunger und seiner Führung grösser als die auf den Plunger wirkenden Seitenkräfte, kann eine Berührung von Plunger und Führung vermieden werden. Die diesen Effekt beeinflussenden Parameter sind
- 25 Frequenz, Lieferdruckbereich und Viskosität des Fördermediums sowie die Spaltdicke.

- Durch die Erfindung kann vorteilhaft die an sich bekannte Antriebsart mit Taumelscheibe auch für Hochdruckpumpen genutzt werden. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet liegt bei Brennstoffeinspritzpumpen. Eine Taumelscheibenanordnung
- 30 macht die ansonsten benötigten Antriebssysteme mit Kurbeln und Kreuzköpfen entbehrlich. Eine solche Anordnung ist platzsparend und kann aufgrund der zy-

lindrischen Form direkt auf den Endflansch eines stehenden Antriebsmotors aufgesetzt werden.

Die Lagerhaltung ist vereinfacht, da pro Motorentyp eine einzige Pumpeneinheit
5 benötigt wird, die durch Änderung des Taumelscheibenanstellwinkels leicht an jede Zylinderzahl angepasst werden kann.

Beispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen rein schematisch:

10

Fig. 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemässen Lagers und Gegenlagers im Schnitt,

Fig. 2 ein Beispiel für eine Plungerpumpe mit einer Taumelscheibe und eines Pleuels zur Kraftübertragung im Schnitt,

15 Fig. 3 eine Detailansicht eines Pleuels mit einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung zur Verwendung bei einer Plungerpumpe gemäss Fig. 2,

Fig. 4 die Abhängigkeit der Dicke des Schmierpalts vom Drehwinkel der Taumelscheibe bei einer Vorrichtung gemäss Fig. 2,

20 Fig. 5 die Abhängigkeit der Querstabilität des Plungers vom Drehwinkel der Taumelscheibe bei einer Vorrichtung gemäss Fig. 2 im Vergleich zu konventionellen Lageranordnungen,

Fig. 6 ein Beispiel für eine Plungerpumpe mit in Boxeranordnung konstruierten Plungern und Exzenterantrieb, und

25 Fig. 7+8 Detailansichten eines Pleuels mit einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung zur Verwendung bei einer Plungerpumpe gemäss Fig. 6.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel für eine erfindungsgemässe Lageranordnung mit einem Lager 10 in Form einer Kugel mit Mittelpunkt M oder Kugelkalotte und einem Gegenlager 20 mit dazu komplementärer Form im Schnitt entlang einer Längsachse A des Pleuels. Die Lageranordnung ist im Wesentlichen rotationssymmetrisch zur Achse A, so dass eine Relativbewegung mit zwei Freiheitsgraden möglich ist. Die Lageranordnung ist in diesem Fall nach Art eines Kugelgelenks mit Verschwenkbarkeit um den Punkt M ausgebildet. Falls nur ein Freiheitsgrad ausreicht, kann die Darstellung auch als Schnitt durch zylindrische Lager bzw. Gegenlager angesehen werden, d.h. Lager und Gegenlager können nach Art eines Drehgelenks mit Verschwenkbarkeit um eine senkrecht zur Zeichnungsebene durch M verlaufende Achse angeordnet sein (vgl. Fig. 7+8). Bei einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung weisen beide Pleuelköpfe und ihre Gegenlager die in Fig. 1 gezeigte Form auf.

Lager und Gegenlager 10, 20 lassen sich im Wesentlichen passgenau, jedoch mit einem gewissen Spiel ineinander einsetzen und können relativ zueinander eine pendelnde Bewegung um den Mittelpunkt M ausführen (ein oder zwei Freiheitsgrade). Die maximale Auslenkung der Symmetrieachse A des Lagers 10 aus seiner Ruhelage um einen Winkel α von ca. $\pm 1^\circ$ ist gestrichelt dargestellt und mit A' bezeichnet. Die Richtung der Krafteinwirkung auf das Lager, z.B. gegeben durch die Ausrichtung eines mit dem Pleuel gekoppelten Plungers, ist mit B bezeichnet und stimmt in der Ruhelage mit der Richtung der Achse A überein. Um die Reibung zwischen den beiden einander benachbarten Oberflächen 12, 22 zu vermindern, ist in den zwischen ihnen aufgrund des Spiels gebildeten Schmierspalt 30 über eine Schmiermittelzuführung 32 ein Schmiermittel eingebracht. Zur Ausbildung eines Schmierfilms wird das Schmiermittel im Betrieb von der Mündungsstelle 32' der Schmiermittelzuführung 32 in den Schmierspalt 30 gedrückt und strömt aus diesem peripher in Strömungsrichtung S wieder aus. Der Schmierspalt 30 hat aufgrund der wechselnden Belastung eine variable Dicke d. Die Mündungsstelle 32' in die Schmiermitteltasche 34 befindet sich im Bereich der Symmetrieachse A.

Um zu verhindern, dass der Fluss des Schmierfilms bei Umkehr der Bewegung oder zu starker Belastung in Richtung der Achse A zum Stillstand kommt und abreisst – entsprechend zumindest lokal einer Dicke $d=0$ des Schmierpaltes – befindet sich im Bereich der Mündungsstelle 32' der Schmiermittelzuführung 32 ein

5 Rückschlagventil 40. Dieses verhindert ein Abfließen des Schmiermittels in die Schmiermittelzuführung 32 in Phasen stärkerer Belastung. Vorliegend hat das Rückschlagventil 40 einen kugelförmigen Ventilkörper 42, der mit einer am zweiten Lagerelement 20 verankerten oder abgestützten Feder 44 gegen einen als Ventilsitz 46 wirkenden konischen Bereich der Mündungsstelle 32' vorgespannt

10 ist. Der Ventilsitz 46 ist so geformt, dass die oben erwähnte oszillierende Bewegung der Lagerelemente 10, 20 möglich ist. Es ist aber auch möglich, dass das Rückschlagventil 40 ganz im ersten Lagerelement 20 verankert ist (vgl. Fig. 3, untere Lageranordnung).

15 Der Strömungswiderstand des Schmierpaltes 30 darf nicht zu gering sein, damit die Dicke des Schmiermittelfilms nicht zu klein wird. Um den Strömungswiderstand zu vergrössern, ist im Lager 10 durch eine Aussparung im Bereich um die Mündungsstelle 32' eine Schmiermitteltasche 34 ausgebildet, die am Übergang zum eigentlichen Schmierpalt 30 eine umlaufende Übertrittskante 36 aufweist.

20 Der Winkel β weist einen Wert von 80-90° auf.

In einem Winkel δ von ca. 45° von der Achse A befindet sich in der Oberfläche 12 des Lagers 10 eine umlaufende Nut 38. Diese definiert den äusseren Rand des Schmierpaltes 30 und die aktive, d.h. der Belastung ausgesetzte Lagerfläche.

25 Die Oberflächen 12, 22 sind jenseits der Nut nicht oder in geringerem Masse belastet. Das Schmiermittel kann u.a. durch die Nut 38 abfließen.

Fig. 2 zeigt eine Plungerpumpe 100 mit Taumelscheibenantrieb, insbesondere für eine Brennstoffpumpe. Die Drehbewegung einer Welle 114 überträgt sich auf die

30 schrägstehende Scheibe 108 und diese setzt damit die Taumelscheibe 109 in eine entsprechende auf- und abgehende Bewegung. Die Taumelscheibe 109 ihrerseits vermittelt über den Pleuel 106 dem Plunger 102, der in der zylindrischen

Führungsbüchse 104 gelagert ist, die Hubbewegungen. Die Achse A des Pleuels 106 stimmt im wesentlichen mit der Achse des Plungers 102 und damit der Achse B der Krafteinwirkung überein mit Ausnahme von kleinen pendelnden Querbewegungen des Pleuels 106 zum Ausgleich der unterschiedlichen radialen Lage in der oberen bzw. unteren Position der Taumelscheibe 109. Gerade diese pendelnden Bewegungen mit kleiner Amplitude und auch die zwischen Zug und Druck sehr stark schwankende Belastung stellen besondere Anforderungen an die Lagerstellen für die beiden Pleuelköpfe 110, 121 des Pleuels 106, die bisher die Erzeugung eines hohen Drucks mittels eines Taumelscheibenantriebs nicht zugelassen haben. Vorliegend wird zum Aufbau einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung für beide Lagerstellen jeweils eine Lageranordnung gemäss Fig. 3 mit einem Lager (Pleuelkopf) und dem entsprechenden Gegenlager mit Schmiermittelzuführungen 132, 133 und darin angeordneten Rückschlagventilen 140, 141 eingesetzt. Dieses ist in Fig. 3 näher dargestellt. Diese Schmiervorrichtung wird nachfolgend näher beschrieben. So kann der zu erzeugende Druck signifikant erhöht werden.

Fig. 3 zeigt ein Pleuel 106 mit zwei Pleuelköpfen 110, 121 und dazugehörigen plunger- und antriebsseitigen Gegenlagern 120, 111, die bis auf kleinere Details wie in Fig. 2 dargestellt aufgebaut sind. Unterschiede bestehen darin, dass die Schmiermitteltaschen 134, 135 und die umlaufenden Nuten 138, 139 in einem Fall an den Pleuelköpfen 110, 121 und im anderen Fall in den Gegenlagern 120, 111 angeordnet sind, da beide Varianten gleichwertige Lösungen darstellen.

Der plungerseitige Pleuelkopf 110 ist unter Ausbildung eines kugelflächenförmigen Schmierspalt 130 in einem mit dem Plunger 102 verbundenen Gegenlager 120 mit einer invers kugelförmigen Oberfläche (Mittelpunkt M) gelagert. Der grundsätzliche Aufbau entspricht Fig. 1 mit dem Unterschied, dass die Schmiermitteltasche 134 vorliegend nicht im Pleuelkopf 110, sondern im Gegenlager 120 ausgebildet ist. Ihre Form und Funktion ist jedoch so, wie oben mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben. Die Schmiermittelzuführung 133 verläuft im Inneren des Pleuels

106 entlang seiner Achse A. Im Mündungsbereich ist ein Rückschlagventil 140 angeordnet.

Der antriebsseitige untere Pleuelkopf 121 ist ebenfalls in einem an seine Form
5 angepassten Gegenlager 111 gelagert, wobei ebenfalls ein kugelflächenförmiger
Schmierspalt 131 (Mittelpunkt M') ausgebildet wird. Im unteren Gegenlager 111
befindet sich die Haupt-Schmiermittelzuführung 132, die über den Schmierspalt
131 auch die durch den Pleuel 106 verlaufende Schmiermittelzuführung 133
speist. Rücklauf in die Zuführung 132 wird mittels eines weiteren Rückschlagven-
10 tilis 141 verhindert.

Während der stärker belasteten Bewegungsphase (Druck auf den Plunger bzw.
Aufwärtsbewegung der Taumelscheibe) wird daher ein Rücklauf des Schmiermit-
tels aus dem Schmierspalt 130, 131 in die ihm zugeordnete Zuführung 132, 133
15 durch die Ventile 141, 140 verhindert. Des Weiteren wird ein zu schnelles Ab-
strömen durch die mit Bezug auf Fig. 1 näher erläuterte Form der Schmiermittel-
taschen 134, 135 verhindert.

Fig. 4 zeigt beispielhaft die Spaltdicke d in Abhängigkeit vom Drehwinkel der
20 Taumelscheibe bzw. der sie antreibenden Welle bei einer Pleuellageranordnung
gemäss Fig. 2 oder 3, d.h. in Abhängigkeit von der Belastung dieser Lager für
eine Ölviskosität von SEA20. Über einen Winkelbereich von 0 bis 180° – entspre-
chend der stärker belasteten Bewegungsphase dieses Lagers (Hubphase des
Plungers) – nimmt die Spaltdicke d von anfänglich ca. 0,06 mm erst sehr stark,
25 dann schwächer abfallend bis auf ca. 0,005 mm ab. Beim Umschalten von Hub-
auf Zugbewegung bei einem Winkel 180°, also bei Beginn des Saughubs, verän-
dert sich zunächst die Schmierspaltdicke nur unmerklich, da die Dekompression
des Schmierstoffes bis 225° andauert. Danach nimmt die Spaltdicke d sprunghaft
wieder auf ca. 0,06 mm zu und bleibt auf diesem Niveau während der restlichen
30 schwächer belasteten Bewegungsphase (225-360°). Die Zulaufmenge des
Schmiermittels ist vorzugsweise so gewählt, dass der Abstand der Oberflächen

der Lagerelemente auch der tatsächlichen Dicke des Schmiermittelfilms entspricht, d.h. dass keine Fremdstoffe wie Luft eingeschlossen werden.

Fig. 5 zeigt die Querstabilität des Plungers mit einer erfindungsgemässen
5 Schmiervorrichtung im Vergleich zu einem konventionellen Lager. Das Drehmoment bezogen auf das Zentrum des Plungers (fett dargestellte Kurve), das zufolge der praktisch fehlenden Reibungskräfte ausschliesslich durch die Pleuelauslenkung hervorgerufen ist, ändert sich sinusförmig und völlig symmetrisch bezogen auf die Zentralachse des Plungers über den gesamten Hubbereich mit dem
10 Drehwinkel der Antriebswelle. Der Plunger führt damit eine sanfte Pendelbewegung um seine Achse aus. Diese kann deshalb durch das Fördermedium, das zwischen dem Plunger und seiner Führung vorhanden ist, so stabilisiert werden, dass eine metallische Berührung von Kolben und Führungsfläche ausgeschlossen ist.

15 Bei einem konventionellen Pleuel herrscht in dessen Lagern Grenzschmierung, was zu substantiellen Reibungskräften führt. Damit kann, wie aus Fig. 5 ersichtlich, weder ein sinusförmiger noch ein zentralachssymmetrischer Momentenverlauf entstehen.

20 Bei einer Plungerpumpe nach Fig. 2 kann beispielsweise mit einem Pumpen-Ansaugdruck von 7 bar ein Druck von ca. 1000 bar aufgebaut werden. Als Zufuhrdruck des Schmiermittels, insbesondere Öls, genügt beispielsweise 10 bar. Eine Drehzahl der Pumpe von 1500 U/min kann erreicht werden, die jedoch nicht
25 unterschritten werden sollte, da ansonsten die minimal erforderliche Schmier-spaltdicke nicht mehr gesichert wäre.

Die seitlichen Relativbewegungen der Mittelpunkte von Lager und Gegenlager müssen klein sein; bevorzugt beträgt die maximale Verlagerung zwischen den
30 Mittelpunkten M, M' der Pleuelköpfe 110, 121 in Querrichtung nur +/- 1,5% bis 2% des Hubs des Plungers. Der Schmierpalt 130, 131 hat abhängig von der Viskosi-

tät eine minimale Dicke von z.B. 0,01 mm (für Öl gemäss SAE50) oder 0,005 mm (für Öl gemäss SAE20).

Fig. 6 zeigt eine weitere Plungerpumpe 200 im Schnitt, bei der die erfindungsgemässe Schmiervorrichtung zu einer deutlichen Verbesserung der Betriebssicherheit führt. Es handelt sich um eine Plungerpumpe mit Exzenterantrieb, bei der die Achsen A, B und C in Bezug auf ihre relevanten Abstände so gewählt sind, dass der Hub der Pleuel 206 auf den Sollwert vergrössert wird. Das vorliegende Konzept ist insbesondere geeignet als Wasserpumpe. Es liegen sich jeweils zwei Plunger 202 in einer Boxeranordnung gegenüber (Winkel 180°). Die Drehung einer Antriebswelle 214 wird mittels eines Exzenters 208 in eine synchrone Schwenkbewegung zweier Hebel 216 umgewandelt. Diese sind an verschiedenen Seiten des Exzenters 208 angeordnet und mit einer Feder 218 gegeneinander gespannt. Mittels eines Pleuels 206 sind jeweils die Hebel 216 mit den Plungern verbunden, so dass die Schwenkbewegung der Hebel 216 in eine axiale Bewegung der Plunger 202 in ihren zylindrischen Führungen 204 umgewandelt wird. Der Schwenkpunkt D des Hebels 216 muss dabei so positioniert sein, dass er bei Erreichen des halben Sollwerts des Plungerhubs die halbe Bogenhöhe seines Schwenkverlaufs erreicht hat. Auch hier bestehen daher wegen der reziprozierenden Bewegung besondere Anforderungen an die Pleuellager, die dazu geführt haben, dass Exzenterantriebe mit reziprozierend bewegten Pleueln bei Plungerpumpen bisher nicht eingesetzt wurden. Durch Verwendung der erfindungsgemässen Schmiervorrichtung gelingt es jedoch, die Schmierung so weit zu verbessern, dass diese Technik auch für Hochleistungspumpen anwendbar ist.

25

Die Form der Pleuel 206 und ihre Lagerung am Hebel 216 bzw. am Plunger ist im Detail in Fig. 7 und 8 in zwei verschiedenen Schnittansichten dargestellt. Der Pleuel 206 hat zwei zylindrische Pleuelköpfe 210, 221 mit ringförmiger Grundfläche. Diese fungieren als jeweils ein Lager und sind an einem zapfenartigen zylindrischen Gegenlager 220, 211 mit kreisförmiger Grundfläche gelagert. Diese sind mit dem Hebel 216 bzw. dem Plunger 202 fest verbunden. Es wird daher ein

30

zylindermantelförmiger Schmierspalt 230, 231 gebildet. Die Pleuelköpfe 210, 221 und ihre Gegenlager 220, 211 sind nach Art von Drehgelenken gekoppelt.

Über den Hebel 216 und das ihm zugeordnete Gegenlager 211 wird dem
5 Schmierspalt 230 über eine Schmiermittelzuführung 232 Schmiermittel zugeführt. Erfindungsgemäss ist in der Schmiermittelzuführung 232 wieder ein Rückschlagventil 240 angeordnet; ebenso ist eine Schmiermitteltasche 234 vorhanden – hier im Gegenlager 211, alternativ auch im Pleuelkopf 221. Aufbau und Funktion entsprechen im Grundsatz Fig. 1.

10

Analog zum Beispiel aus Fig. 2 wird das Schmiermittel über eine weitere Zuführung 233 zum plungerseitigen Schmierspalt 231 geleitet. Auch hier ist vor der Einmündung ein Rückschlagventil 241 angeordnet sowie eine Schmiermitteltasche 235 vorhanden.

15

Wie Fig. 7 zeigt, erfolgt der Abfluss des Schmiermittels aus den Schmierspalten 230, 231 über die Entlastungsnuten 238, 239.

20

Grundsätzlich steht in beiden Varianten der gesamte Saughub, d.h. die schwächer belastete Bewegungsphase, zur Verfügung, um den druckseitigen Schmierspalt der beiden Pleuellager zu füllen. Der hierzu notwendige Schmiermitteldruck wird am hierfür massgeblichen Zeitpunkt, d.h. das Ende des Saughubes, bestimmt, da dann die Summe aller die Lagerelemente belastenden Kräfte den höchsten Wert annimmt. Die Zulaufmenge des Schmiermittels ist durch die in dieser
25 Zeitspanne auftretenden Spaltverluste sowie das Spaltfüllvolumen geben.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Schmieren der Lagerstellen eines Pleuels (106, 206), umfassend ein an jeweils einem der Pleuelköpfe des Pleuels (106, 206) ausgebildetes Lager (10, 110, 210, 121, 221) und jeweils ein damit zusammenwirkendes Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211)), wobei das Lager (10, 110, 210, 121, 221) und das entsprechende Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) relativ zueinander oszillierend bewegbar und während eines Bewegungszyklus abwechselnd stärkerer und schwächerer Belastung ausgesetzt sind und wobei zwischen dem Lager (10, 110, 210, 121, 221) und dem entsprechenden Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) jeweils ein Schmierspalt (30, 130, 131, 230, 231) variabler Dicke (d) ausgebildet ist, in den eine Schmiermittelführung (32, 132, 133, 232, 233) mündet, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmierspalt (30, 130, 131, 230, 231) in oder gegenüber den Mündungsbereichen der Schmiermittelführung (32, 132, 133, 232, 233) jeweils eine Schmiermitteltasche (34, 134, 135, 234, 235) aufweisen und dass in den Schmiermittelführungen (32, 132, 133, 232, 233) jeder Lagerstelle jeweils ein Rückschlagventil (40, 140, 141, 240, 241) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Volumen und Ausströmungswiderstand der Schmiermitteltasche (34, 134, 135, 234, 235) so an die Belastung der Lagerstellen und die elastischen Eigenschaften des Schmiermittels angepasst sind, dass die Dicke (d) des Schmierspalt (30, 130, 131, 230, 231) trotz durch den Schmierspalt (30, 130, 131, 230, 231) abfliessenden Schmiermittels zu jedem Zeitpunkt des Bewegungszyklus grösser als eine vorbestimmte minimale Dicke ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die minimale Dicke des Schmierspalt (30, 130, 131, 230, 231) zwischen 0,001 und 0,01 mm liegt, vorzugsweise 0,005 mm beträgt.

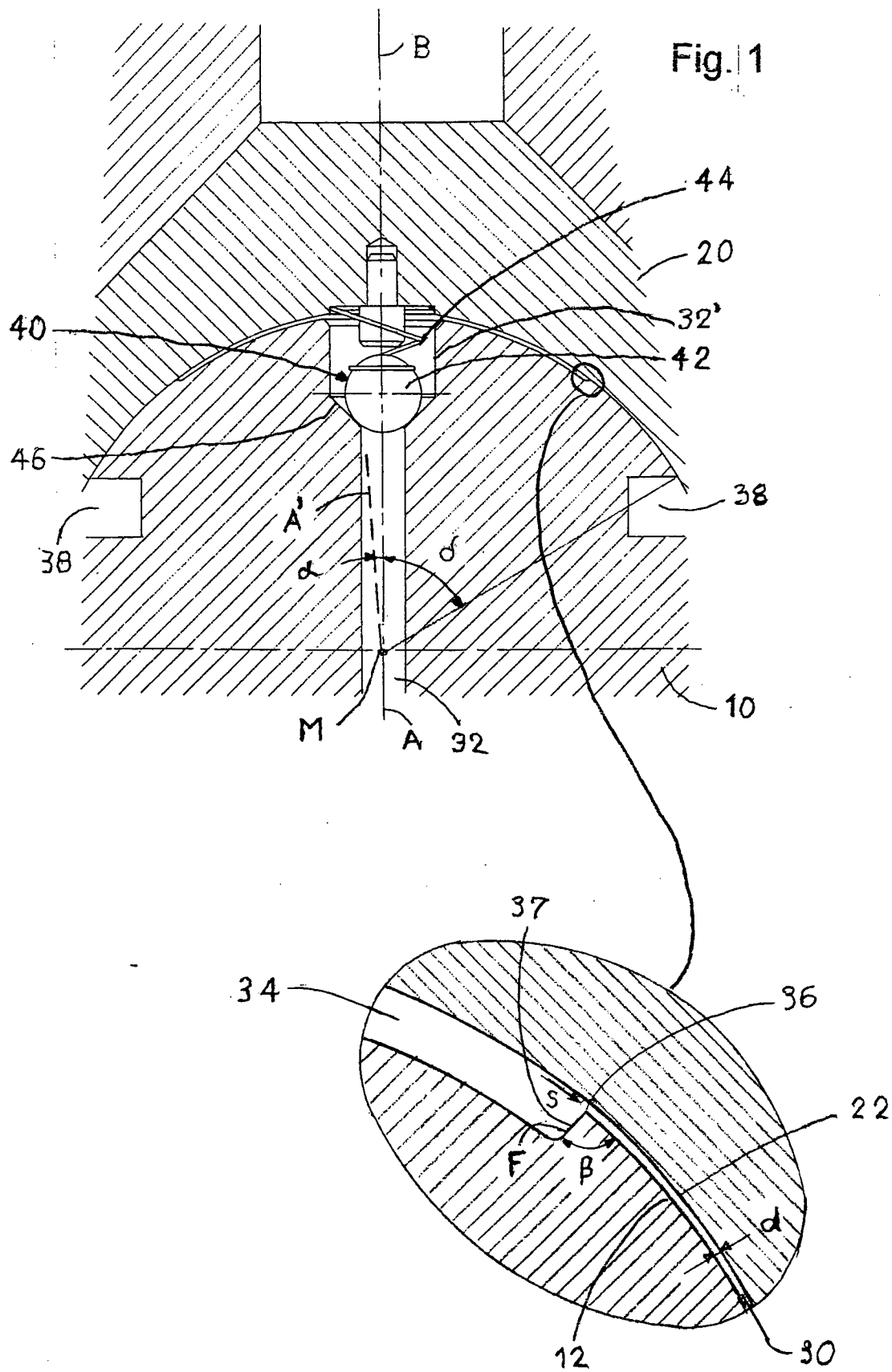
4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiermitteltasche (34, 134, 135, 234, 235) unter Bildung einer umlaufenden Übertrittskante (36) in den Schmierpalt (30, 130, 131, 230, 231) übergeht.
5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiermitteltasche (34, 134, 135, 234, 235) eine Seitenwandung (37) aufweist, deren Fläche (F) einen Winkel von minimal 80° , bevorzugt 90° , zur Strömungsrichtung (S) des Schmiermittels im Schmierpalt (30, 130, 131, 230, 231) hat.
6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager (10, 110, 210, 121, 221) und/oder das entsprechende Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) eine Nut (38, 138, 139, 238, 239) aufweist, die die Schmiermitteltasche (34, 134, 135, 234, 235) umgibt und von dieser beabstandet ist und die dem ungehinderten Abfluss des Schmiermittels aus dem Schmierpalt (30, 130, 131, 230, 231) dient.
7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückschlagventil (40, 140, 141, 240, 241) federbelastet ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager (10, 110, 121) und das entsprechende Gegenlager (20, 120, 111) kugelflächenförmige Oberflächen haben, zwischen denen der Schmierpalt ausgebildet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager (210, 221) und das entsprechende Gegenlager (220, 211) zylindermantelförmige Oberflächen haben, zwischen denen der Schmierpalt ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Pleuehköpfe (210, 221) eine zylindrische Aussparung aufweist, in die jeweils ein als Gegenlager (220, 211) wirkender zylindrischer Zapfen eingesetzt ist.
- 5 11. Plungerpumpe mit wenigstens einem innerhalb eines Führungszyllinders (104, 204) axial beweglichen Plunger (102, 202), einem Antrieb, einem Antrieb und Plunger verbindenden Pleuel (106, 206) und einer Vorrichtung zum Schmieren der Lagerstellen der Pleuehköpfe (110, 121; 210, 221) nach einem der Ansprüche 1-10 realisiert ist.
- 10 12. Plungerpumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Pleuel (106) antriebsseitig mit einer Taumelscheibe (109) wirkverbunden ist.
13. Plungerpumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Pleuel (206) antriebsseitig mit einem Exzenterantrieb wirkverbunden ist.
- 15 14. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-10 mit den folgenden Merkmalen:
- oszillierendes Bewegen des Lagers (10, 110, 210, 121, 221) relativ zum entsprechenden Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211), wobei Lager (10, 110, 210, 121, 221) und Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) während eines Bewegungszyklus abwechselnd stärkerer und schwächerer Belastung ausgesetzt ist;
 - Ausbilden eines Schmierpalts (30, 130, 131, 230, 231) variabler Dicke (d) zwischen dem Lager (10, 110, 210, 121, 221) und dem entsprechenden Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211);
 - Blockieren des Schmiermittelrücklaufs durch die Schmiermittelzuführung (32, 132, 133, 232, 233) während der Phase stärkerer Belastung innerhalb eines Bewegungszyklus durch ein in der Schmiermittelzuführung (32, 132, 133, 232, 233) angeordnetes Rückschlagventil (40, 140, 141, 240, 241).
- 20
- 25
- 30

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Zuführungsdruck des Schmiermittels so gewählt ist, dass die durch das Schmiermittel während der Phase schwächerer Belastung innerhalb eines Bewegungszyklus auf die Lager (10, 110, 210, 121, 221) und Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) wirkende hydraulische Kraft grösser ist als die Summe aller sonstigen Kräfte, die Lager (10, 110, 210, 121, 221) und Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) während diese Phase gegeneinander drücken.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulaufmenge des Schmiermittels so gewählt ist, dass die Dicke des Schmierpals während der schwächeren Belastung innerhalb eines Bewegungszyklus bis zu einer maximalen Dicke zunimmt, vorzugsweise noch vor dem Ende des Saughubs.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14-16, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer der Phase stärkerer Belastung kürzer ist als die Zeit, die benötigt würde, um die gesamte in der Phase schwächerer Belastung im Schmierpalt akkumulierte Schmiermittelmenge aus dem Schmierpalt (30, 130, 131, 230, 231) hinauszupressen.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14-17, dadurch gekennzeichnet, dass der maximale Pendelwinkel (α) der Pleuel (106, 206) relativ zur Mittelachse des Plungers in beiden Richtungen im wesentlichen gleich gross ist.
19. Lageranordnung mit einem Lager (10, 110, 210, 121, 221) und einem relativ dazu nach Art eines Kugel- oder Drehgelenks angeordneten, mit beschränktem Radius oszillierend und pendelnd bewegbaren Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211), wobei zwischen dem Lager (10, 110, 210, 121, 221) und dem Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) ein Schmierpalt (30, 130, 131, 230, 231) variabler Dicke (d) ausgebildet ist und wobei das Lager (10, 110, 210, 121, 221) und/oder Gegenlager (20, 120, 220, 111, 211) eine Schmiermitteltasche (34, 134, 135, 234, 235) sowie eine in diese mündende

Schmiermittelzuführung (32, 132, 133, 232, 233) aufweist, gekennzeichnet durch ein in der Schmiermittelzuführung (32, 132, 133, 232, 233) angeordnetes Rückschlagventil (40, 140, 141, 240, 241).

1/8



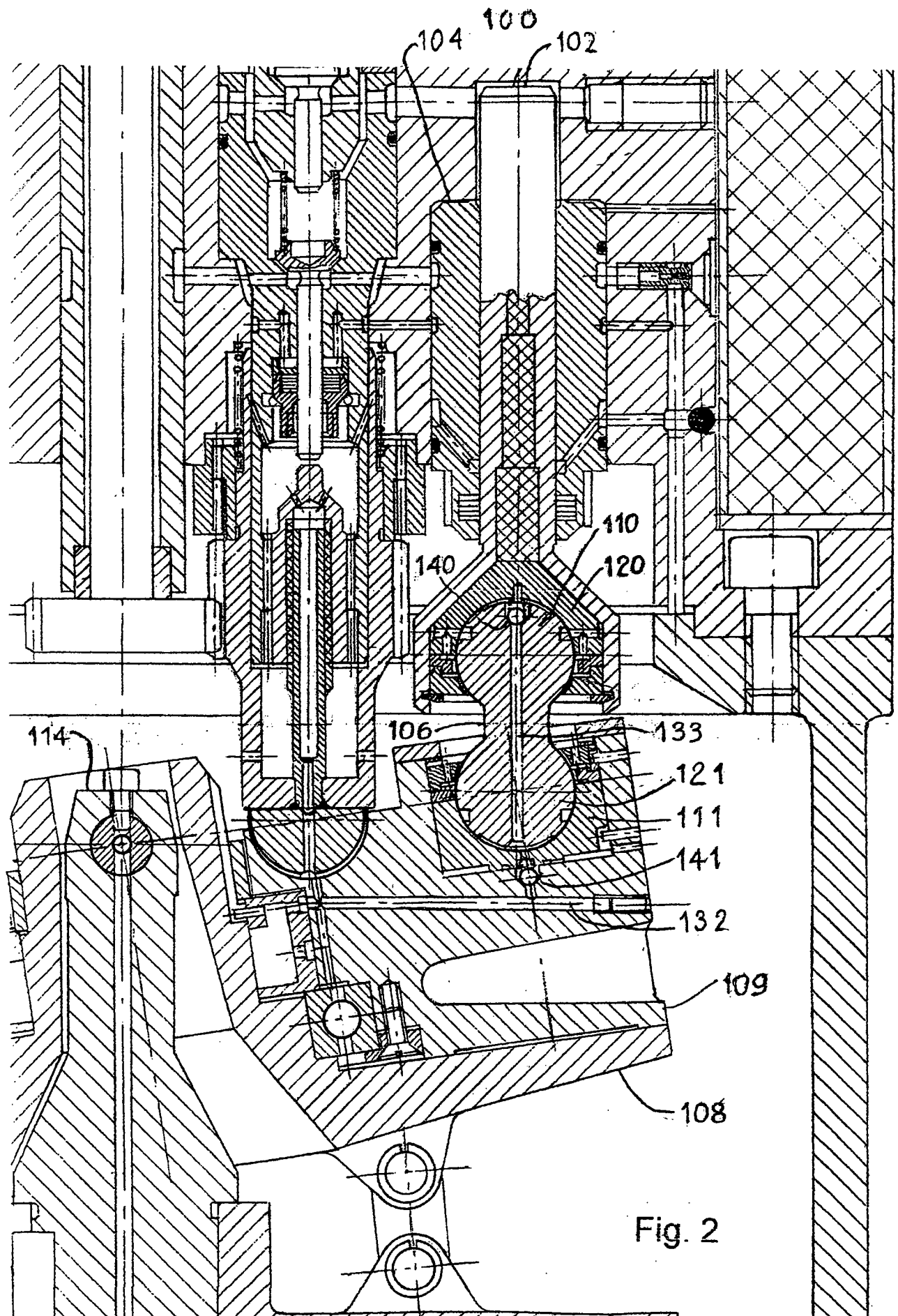
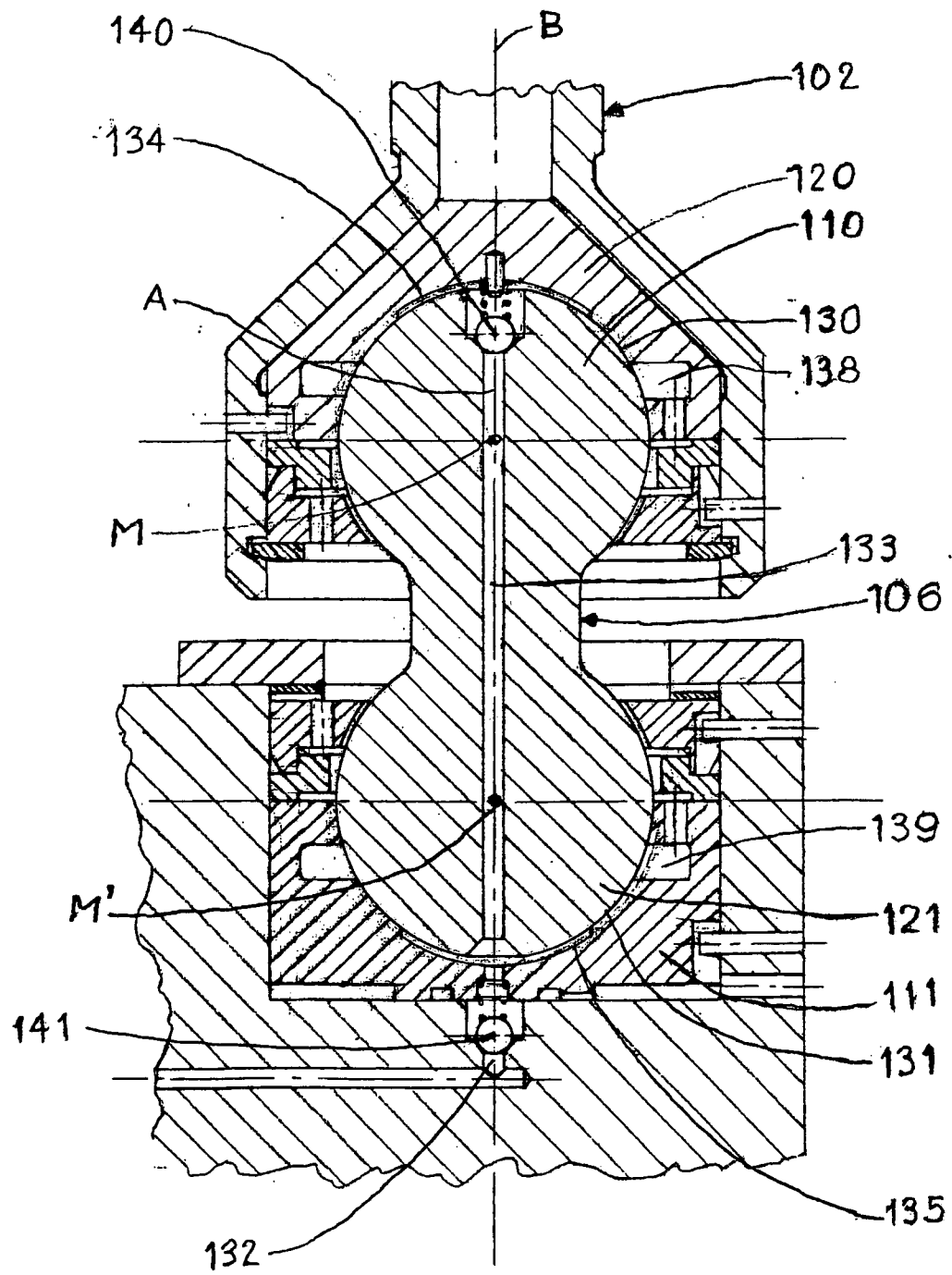


Fig. 2

3/8

Fig. 3



4/8

Schwimmlager Spaltverlauf
Variante entsprechend Ölviskosität von SAE20

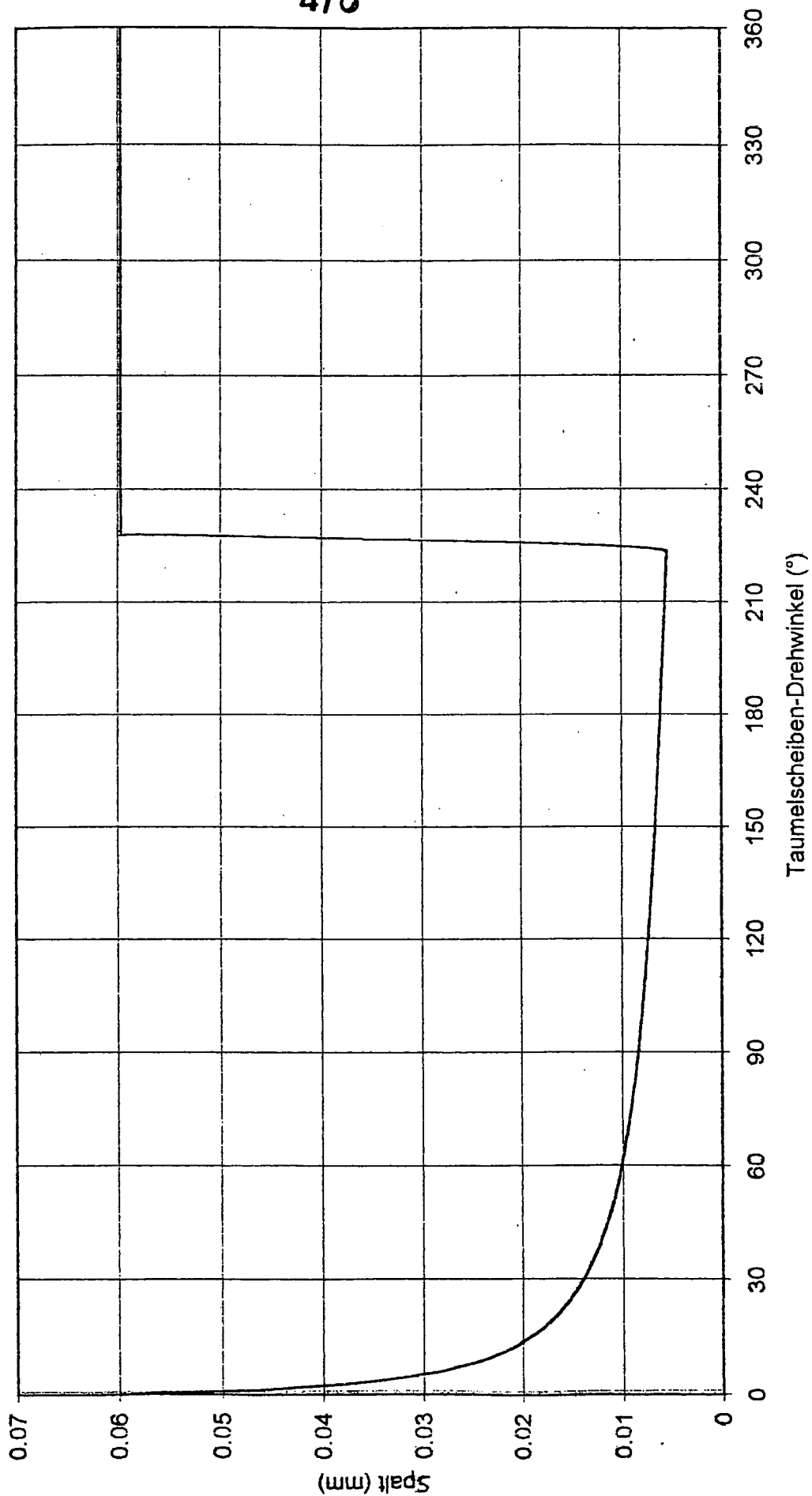


Fig. 4

5/8

Plunger Querstabilität mit und ohne Schwimmlager

— Schwimmlager — Reibung b. konvent. Lager Konvent. Lager gesamt

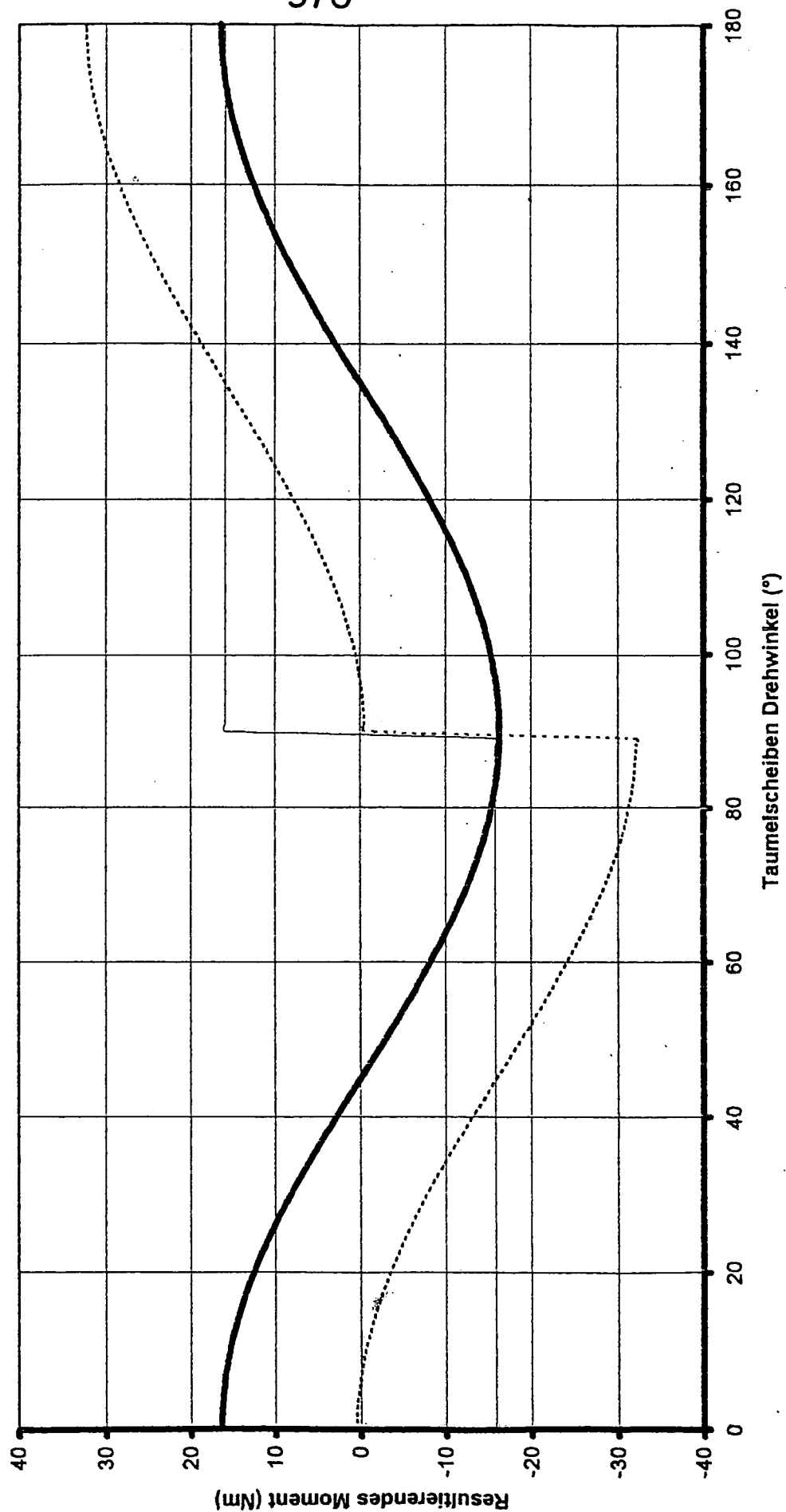
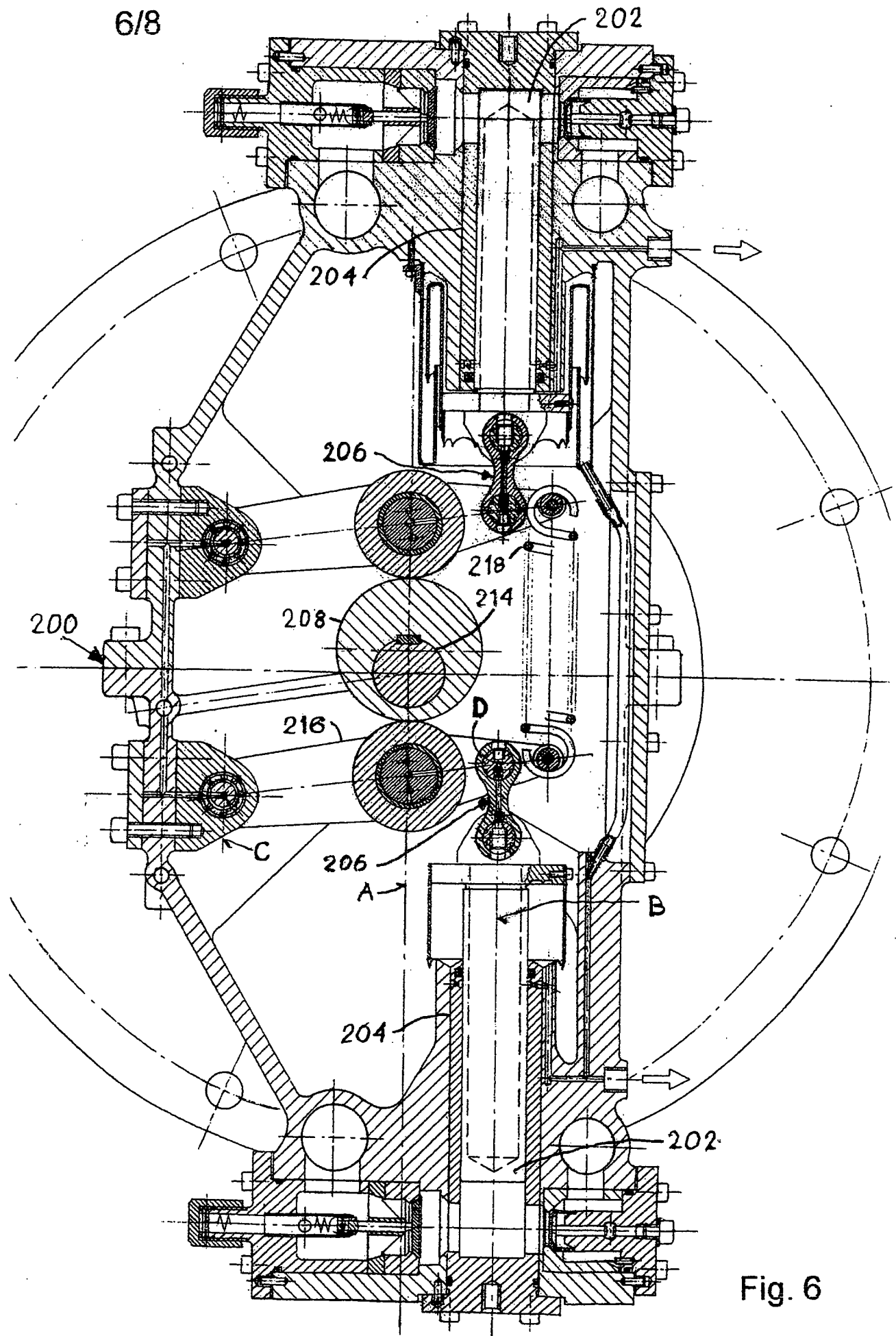


Fig. 5



718

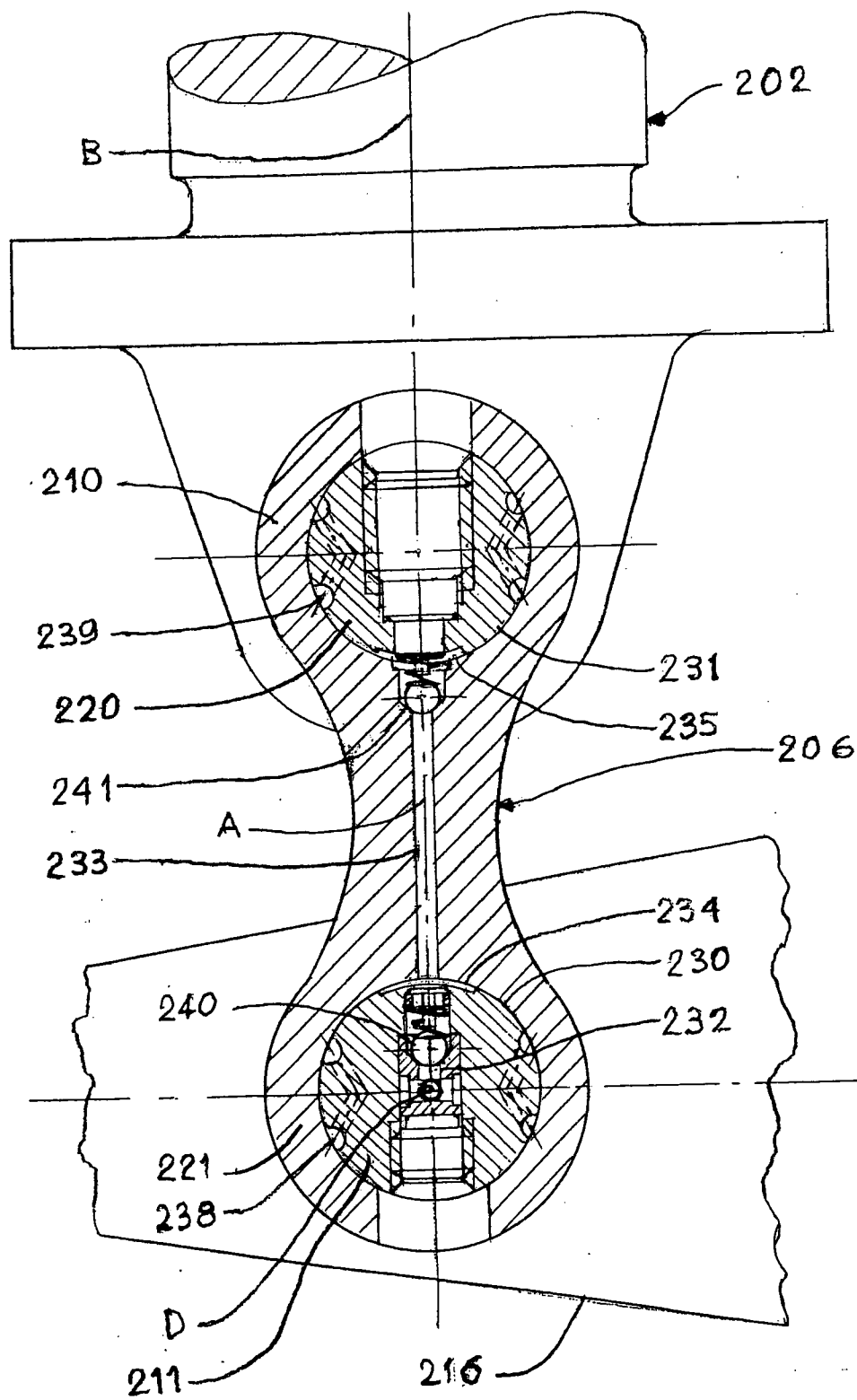


Fig. 7:

8/8

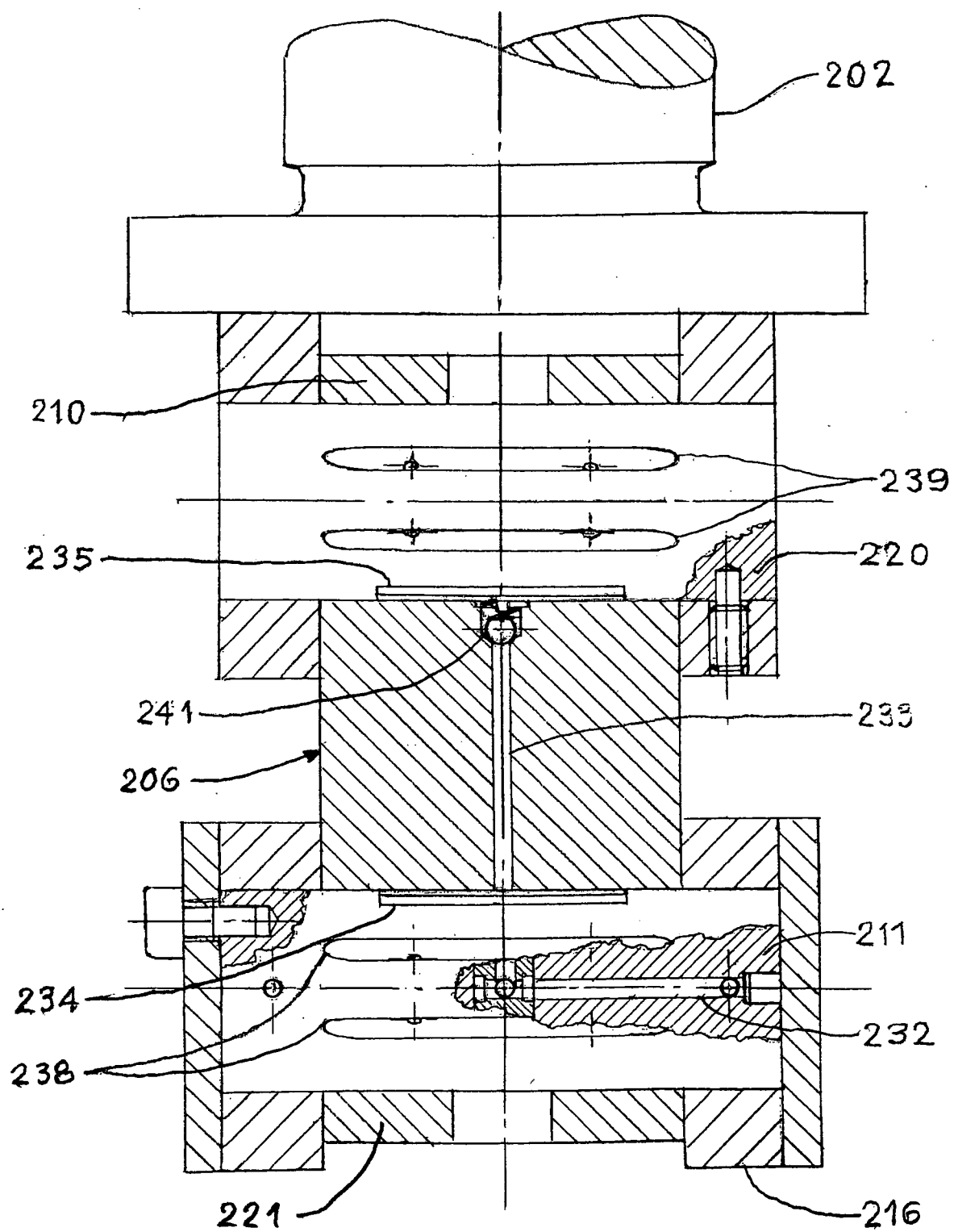


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CH2008/000420

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01B3/00 F04B1/12 F04B53/14 F16J1/08 F16J7/00

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)

F01M F04B F16J F01B

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96/10706 A (MELCHIOR JEAN F [FR]) 11 April 1996 (1996-04-11) page 3, lines 12-24 page 6, lines 26-33 page 10, lines 8-30 page 13, line 22 - page 14, line 8 page 15, lines 15-22 figures	1-19
X	EP 0 280 622 A (MELCHIOR JEAN F) 31 August 1988 (1988-08-31) column 9, line 31 - column 10, line 39 figures 13,14 ----- -/--	1,4-6,8, 14-16, 18,19

☒ 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 document 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

11 Februar 2009

Date of mailing of the international search report

18/02/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Matray, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/CH2008/000420

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 451 011 A (MELCHIOR JEAN F [FR]) 9 October 1991 (1991-10-09) column 4, lines 21-40 column 7, line 9 - column 8, line 5 figures -----	1,4,6,8, 14-16, 18,19
X	NL 273 108 A (GEBRÜDER SULZER AKTIENGESELLSCHAFT) 2 January 1962 (1962-01-02) page 3, lines 7-26 figure 1 -----	1,2,4-8, 14-19
X	FR 883 348 A (SCHLAFHORST & CO W) 1 July 1943 (1943-07-01) page 2, column 2, line 79 - page 3, column 2, line 1 figures 1,4 -----	1,2,4-8, 11,12,19
X	US 878 783 A (R.M. DOWNIE) 1 February 1908 (1908-02-01) -----	1
A		1-19
A	US 1 931 969 A (THOMA HANS [DE]) 24 October 1933 (1933-10-24) page 2, column 1, line 18 - column 2, line 2 figure 4 -----	1
A	CH 304 830 A (SCHLAFHORST & CO W [DE]) 31 January 1955 (1955-01-31) figures 2,5,6 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CH2008/000420

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9610706	A	11-04-1996	DE 69514778 D1 EP 0731886 A1 FR 2725264 A1 US 5743168 A	02-03-2000 18-09-1996 05-04-1996 28-04-1998
EP 0280622	A	31-08-1988	BR 8805489 A DE 3860674 D1 FR 2611232 A1 WO 8806250 A1 IN 168924 A1 JP 1502288 T US 4938121 A	15-08-1989 31-10-1990 26-08-1988 25-08-1988 13-07-1991 10-08-1989 03-07-1990
EP 0451011	A	09-10-1991	DE 69109728 D1 DE 69109728 T2 FR 2660698 A1 JP 4252845 A	22-06-1995 05-10-1995 11-10-1991 08-09-1992
NL 273108	A		NONE	
FR 883348	A	01-07-1943	NONE	
US 878783	A		NONE	
US 1931969	A	24-10-1933	BE 389229 A DE 617507 C FR 738603 A GB 402502 A GB 380578 A NL 36528 C	30-07-1932 20-08-1935 28-12-1932 07-12-1933 22-09-1932 15-10-1935
CH 304830	A	31-01-1955	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2008/000420

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F01B3/00 F04B1/12 F04B53/14 F16J1/08 F16J7/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F01M F04B F16J F01B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96/10706 A (MELCHIOR JEAN F [FR]) 11. April 1996 (1996-04-11) Seite 3, Zeilen 12-24 Seite 6, Zeilen 26-33 Seite 10, Zeilen 8-30 Seite 13, Zeile 22 - Seite 14, Zeile 8 Seite 15, Zeilen 15-22 Abbildungen	1-19
X	EP 0 280 622 A (MELCHIOR JEAN F) 31. August 1988 (1988-08-31) Spalte 9, Zeile 31 - Spalte 10, Zeile 39 Abbildungen 13,14 ----- -/--	1,4-6,8, 14-16, 18,19

☒ 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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Februar 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/02/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Matray, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2008/000420

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 451 011 A (MELCHIOR JEAN F [FR]) 9. Oktober 1991 (1991-10-09) Spalte 4, Zeilen 21-40 Spalte 7, Zeile 9 - Spalte 8, Zeile 5 Abbildungen	1,4,6,8, 14-16, 18,19
X	----- NL 273 108 A (GEBRÜDER SULZER AKTIENGESELLSCHAFT) 2. Januar 1962 (1962-01-02) Seite 3, Zeilen 7-26 Abbildung 1	1,2,4-8, 14-19
X	----- FR 883 348 A (SCHLAFHORST & CO W) 1. Juli 1943 (1943-07-01) Seite 2, Spalte 2, Zeile 79 - Seite 3, Spalte 2, Zeile 1 Abbildungen 1,4	1,2,4-8, 11,12,19
X	----- US 878 783 A (R.M. DOWNIE) 1. Februar 1908 (1908-02-01)	1
A		1-19
A	----- US 1 931 969 A (THOMA HANS [DE]) 24. Oktober 1933 (1933-10-24) Seite 2, Spalte 1, Zeile 18 - Spalte 2, Zeile 2 Abbildung 4	1
A	----- CH 304 830 A (SCHLAFHORST & CO W [DE]) 31. Januar 1955 (1955-01-31) Abbildungen 2,5,6	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2008/000420

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9610706	A	11-04-1996	DE 69514778 D1 02-03-2000
			EP 0731886 A1 18-09-1996
			FR 2725264 A1 05-04-1996
			US 5743168 A 28-04-1998
EP 0280622	A	31-08-1988	BR 8805489 A 15-08-1989
			DE 3860674 D1 31-10-1990
			FR 2611232 A1 26-08-1988
			WO 8806250 A1 25-08-1988
			IN 168924 A1 13-07-1991
			JP 1502288 T 10-08-1989
			US 4938121 A 03-07-1990
EP 0451011	A	09-10-1991	DE 69109728 D1 22-06-1995
			DE 69109728 T2 05-10-1995
			FR 2660698 A1 11-10-1991
			JP 4252845 A 08-09-1992
NL 273108	A	KEINE	
FR 883348	A	01-07-1943	KEINE
US 878783	A	KEINE	
US 1931969	A	24-10-1933	BE 389229 A 30-07-1932
			DE 617507 C 20-08-1935
			FR 738603 A 28-12-1932
			GB 402502 A 07-12-1933
			GB 380578 A 22-09-1932
			NL 36528 C 15-10-1935
CH 304830	A	31-01-1955	KEINE