



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2013 104 822.6

(51) Int Cl.: F01M 1/16 (2006.01)

(22) Anmelddatag: 10.05.2013

F01M 1/02 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 21.11.2013

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28.05.2015

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

201200344 15.05.2012 DK  
201200636 16.10.2012 DK

(72) Erfinder:

Meyer, Jørgen, Roskilde, DK; Larsen, Niels Skou,  
København, DK; Bredahl, Carsten, Taastrup, DK;  
Sørensen, Ole, Vallensbaek, DK

(73) Patentinhaber:

MAN DIESEL & TURBO, Filial AF MAN DIESEL &  
TURBO SE, Tyskland, Copenhagen, DK

(56) Ermittelter Stand der Technik:

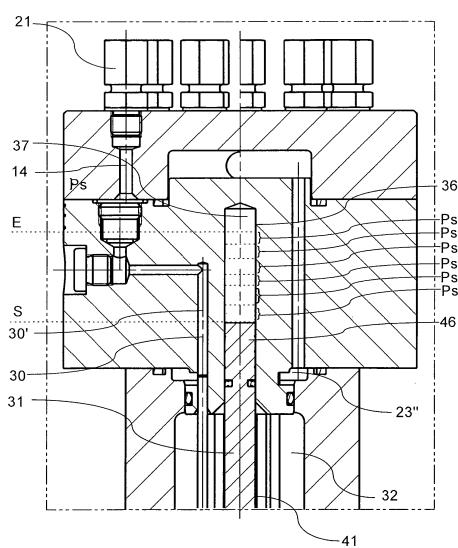
DE 197 43 955 A1  
DE 694 07 474 T2  
CH 673 506 A5

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft  
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209  
Bremen, DE

(54) Bezeichnung: ZYLINDER-SCHMIERVORRICHTUNG FÜR EINEN GROSSEN; LANGSAM LAUFENDEN  
ZWEITAKT-DIESELMOTOR UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN DES ZYLINDER-SCHMIERSYSTEMS

(57) Hauptanspruch: Zylinder-Schmiervorrichtung (1) für einen großen, langsam laufenden Zweitakt-Mehrzylinder-Dieselmotor, der in einem jeden Zylinder (110) einen hin- und hergehenden Kolben (120) mit Kolbenringen (121), die auf der Innenfläche von Zylinderlaufbuchsen (111) gleiten, hat, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung (1) dafür konfiguriert ist, die Innenfläche der Zylinderlaufbuchsen mit einer genau dosierten Menge an Zylinder-Schmierfluid im Verhältnis zu den Hin- und Herbewegungen des Kolbens (120) zu versehen, über mehrere Einspritzpunkte (112), die um den Umfang eines Zylinders (110) verteilt sind, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung (1) Folgendes umfasst:  
– mehrere Kolbenpumpen, wobei jede Kolbenpumpe einen Dosierungstauchkolben (30), der in einem Dosierungszylinder (20) gleitend zwischen einer Startposition (S) und einer Endposition (E) bewegt werden kann, hat,  
– einen gemeinsamen Antrieb (31), der einen linearen Stellantrieb (41, 46) einschließt, um alle Dosierungstauchkolben (30) simultan anzutreiben,  
– wobei die Dosierungstauchkolben (30) einen vorbestimmten vollständigen Hub zwischen der Startposition (S) und der Endposition (E) haben,  
– dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Dosierungszylinder und die Länge des vollständigen Hubes derart sind, dass die genau dosierte Menge durch das Bewegen der Dosierungstauchkolben (30) über einen Teil des vorbestimmten vollständigen Hubes zugeführt wird, so dass die Dosierungstauchkolben (30) in Teilhüben mehrere Male in der Richtung von der Startposition hin zu der Endposition bewegt werden können, bevor die Dosierungstauchkolben (30) zu der Startposition zurückgeführt werden müssen.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zylinder-Schmierzvorrichtung für einen großen, langsam laufenden Zweitakt-Diesel-motor und ein Verfahren zum Betreiben des Zylinder-Schmiersystems.

**[0002]** Insbesondere betrifft die Erfindung eine Zylinder-Schmierzvorrichtung für einen großen, langsam laufenden Zweitakt-Dieselmotor mit mehreren Kolbenpumpen, die simultan durch einen gemeinsamen Antrieb bewegt werden.

**[0003]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner einen hydraulisch aktivierte Zylinder-Schmierapparat und ein Betriebssteuerungsverfahren zum Dosieren von Zylinderöl entsprechend der Spezifikation des Motorkonstrukteurs und entsprechend den Betriebsbedingungen, der Last und dem Anwenderbedarf.

## ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

**[0004]** Auf dem Gebiet von großen, langsam laufenden Zweitakt-Dieselmotoren mit Kreuzköpfen, wie beispielsweise zur Verwendung in Kraftwerken oder als Antriebsmaschine in Wasserfahrzeugen, haben die Zylinder und Kolben des Motors einen Bedarf an einer besonders genauen und ausgedehnten Schmierung. Typischerweise laufen solche Motoren mit der billigsten verfügbaren Art von Kraftstoff, was häufig Schweröl ist. Schweröl leitet große Mengen an Teilchen, die für den Motor schädlich sind, in die Zylinder ein, wie beispielsweise Schwefel, der bei dem Verbrennungsvorgang Schwefelsäure bildet. Dies erzeugt die Notwendigkeit, die Zylinderwände vor dem Angriff durch die Schwefelsäure zu schützen, durch das Aufbringen von Zylinder-Schmieröl mit einem niedrigen pH-Wert auf die Innenfläche der Zylinderlaufbuchse, um die sauren Verbrennungsgas-Bestandteile auszugleichen. Das Zylinder-Schmieröl ist verhältnismäßig teuer, und das Zylinder-Schmieröl, das auf die Innenfläche der Zylinderlaufbuchse aufgebracht wird, wird während des Motorbetriebs verbraucht, d. h., es wird eine durchgehende frische Zufuhr während des Motorbetriebs benötigt. Der Verbrauch von Zylinder-Schmieröl ist ein bedeutender Faktor beim Betrieb eines großen, langsam laufenden Zweitakt-Dieselmotors mit Kreuzköpfen. Demzufolge besteht ein Bedarf an einer wirksamen und genauen Schmierung der Motorzylinder und -kolben, die einen richtigen Schutz der Letzteren und einen minimalen Verbrauch des teuren Zylinder-Schmieröls sicherstellt.

**[0005]** Der Zylinder-Schmierölverbrauch stellt einen großen Aufwand für einen Motor dar, der mit der nominellen Richt-Einspeisegeschwindigkeit arbeitet, und insbesondere für Motoren mit großer Bohrung (600–1200 cm Bohrung) stellt bereits eine winzige Verringerung bei der Dosierung je Einspritz-

zung von Schmieröl eine bedeutende Einsparung von Schmierölverbrauch bei der normalen Verwendung von großen Motoren dar. Die Einspritzung von Schmierfluid wird nach Motorlast und Motorzustand sowie nach den Kraftstoffeigenschaften dosiert. Die Kraftstoffeinspritzungen werden üblicherweise derart zeitgesteuert, dass Einspritzungen regelmäßig im Verhältnis zu den Umdrehungen des Motors und, wenn der Motorkolben die Schmierungszerstäuberdüsen passiert, vorgenommen werden. Die Schmierungszerstäuberdüsen sind gleichmäßig an dem Motorzylinderumfang und in einer Position verteilt, die der Motorkolbenposition in einer vordefinierten Phase des Motorzyklus entspricht, z. B. am Ende der Ausdehnung des Verbrennungsgases. Das Schmierfluid wird eingespritzt, wenn sich der Motorkolben auf dem Niveau der Zerstäuberdüsen befindet, weil dies die Gefahr, das teure Schmierfluid zu verbrennen (falls es oberhalb des Kolbens eingespritzt würde), und die Gefahr, das Schmierfluid abzuleiten (falls das Schmierfluid unterhalb des Kolbens landet) verringert.

**[0006]** Demzufolge ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Zylinder-Schmieröldosierung zu verringern, während eine befriedigende Kolben-/Laufbuchsen-Verschleißgeschwindigkeit beibehalten wird und die Zeit zwischen Motorüberholungen beibehalten oder verbessert wird. Ein verringelter Schmierölverbrauch hat ebenfalls eine positive Auswirkung auf die Umwelt, da die Emissionen niedriger sein werden.

**[0007]** DE 197 43 955 A1 offenbart eine Zylinder-Schmierzvorrichtung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Diese Zylinder-Schmierzvorrichtung macht einen einzigen Einspritzhub mit veränderlicher Länge, und danach kehren die Dosierungskolben wieder zu ihrer Zustandsstellung zurück. Der Hub mit veränderlicher Länge erreicht selten den vollständigen Hub, zu dem die Dosierungskolben in der Lage sind, und folglich ist der Verschleiß an den Komponenten, wie beispielsweise den Dosierungskolben, den Dosierungszylinern und dem Stellantrieb, auf den ersten Teil des Einspritzhubes konzentriert.

**[0008]** Typische Schmierzvorrichtungen beruhen auf dem Prinzip des Einspritzens eines spezifischen Volumens an Schmieröl in die Zylinder über eine Anzahl von Einspritzpunkten oder Zerstäuberdüsen für jede vierte (oder jede fünfte oder sechste usw.) Umdrehung des Motors. Dies wird häufig durch die minimale Zeit bestimmt, die es dauert, damit die herkömmlichen Schmierapparate bereitwerden, um sich nach einer Einspritzung dafür bereitzumachen, eine weitere Einspritzung von Schmiermittel durchzuführen. Bei pneumatischen Anlagen und herkömmlichen Hydraulikanlagen wird diese Zeit durch die Begrenzung in der Geschwindigkeit, mit der die Einspritzkammern vor einer Einspritzung nachgefüllt werden können,

und die Begrenzungen bei der Steuerung der Dosierungen und der Geschwindigkeit der Einspritzungen bestimmt. Daher wird die Dosierung mit einem gewissen Überschuss an Schmieröl vorgenommen, was einen gesteigerten Verbrauch von Schmieröl verursacht.

**[0009]** Falls andererseits ein niedrigerer Verbrauch gewünscht wird, muss das Zylinder-Schmieröl bei der genau richtigen Position und Zeit in den Zylinder eingespritzt werden, wo die Wirkung optimal ist. Dies ist mit den herkömmlichen Schmierapparaten von heute nicht immer möglich.

**[0010]** CH 673 506 A5 offenbart eine Einrichtung zum Schmieren der Zylinder einer Hubkolbenbrennkraftmaschine. Eine Kolbenpumpe zur Schmierung einer Zylinderlauffläche kann in einer Startstellung des Tauchkolbenverbinder durch einen Stellantrieb variiert werden.

**[0011]** DE 694 07 474 T2 offenbart ein Verfahren und eine Einrichtung zur Schmierung einer Verbrennungskraftmaschine. Die Verbrennungskraftmaschine umfasst eine durch einen Schrittmotor gesteuerte Schmiermittelpumpe.

#### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Schmiervorrichtung und einen Motor mit einer Schmiervorrichtung bereitzustellen, welche die Probleme des Standes der Technik überwinden oder wenigstens abschwächen. Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine alternative Schmiervorrichtung und einen alternativen Motor mit einer Schmiervorrichtung bereitzustellen.

**[0013]** Diese Aufgabe wird erfüllt durch das Bereitstellen einer Zylinder-Schmiervorrichtung für einen großen, langsam laufenden Zweitakt-Mehrzylinder-Dieselmotor, der in jedem Zylinder einen hin- und hergehenden Kolben mit Kolbenringen, die auf der Innenfläche der Zylinderlaufbuchsen gleiten, hat, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung die Innenfläche der Zylinderlaufbuchsen mit einer genau dosierten Menge an Zylinder-Schmierfluid je Hin- und Herbewegung oder je Anzahl von Hin- und Herbewegungen des Kolbens versieht, über mehrere Einspritzpunkte, die auf gleichem Niveau um den Umfang eines Zylinders verteilt sind, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung Folgendes umfasst: mehrere Kolbenpumpen, wobei jede Kolbenpumpe einen Dosierungstauchkolben hat, der in einem Dosierungszylinder gleitend zwischen einer Startposition (S) und einer Endposition (E) bewegt werden kann, einen gemeinsamen Antrieb, der einen linearen Stellantrieb einschließt, um alle Dosierungstauchkolben simultan anzutreiben, wobei die Dosierungstauchkolben einen vorbe-

stimmen vollständigen Hub zwischen der Startposition (S) und der Endposition (E) haben, wobei der Durchmesser der Dosierungszylinder und der vollständige Hub der Dosierungstauchkolben derart sind, dass die genau dosierte Menge durch das Bewegen der Dosierungstauchkolben über einen Teil des maximalen Hubes zugeführt wird, so dass die Dosierungstauchkolben in Teilhüben mehrere Male in der Richtung von der Startposition hin zu der Endposition bewegt werden können, bevor die Dosierungstauchkolben zu der Startposition zurückgeführt werden müssen.

**[0014]** Durch das Wählen des Dosierungstauchkolben d. h., des Verdrängungsvolumens, derart, dass ein Teil des vollständigen Hubes einer einzelnen Dosis entspricht, wird es möglich, die Zylindervorrichtung mit mehreren Teilhüben zu betreiben, bevor ein Rückführungs-/Nachfüllhub gemacht werden muss. Folglich werden die Dosierungstauchkolben immer einen vollständigen Hub in beiden Richtungen machen, und sei es, dass der vollständige Hub in der Einspritzrichtung durch mehrere Teilhübe erreicht wird. Folglich wird der Verschleiß an den Dosierungstauchkolben, der Verschleiß an den Dosierungszylindern und der Verschleiß an dem Stellantrieb und dem Antriebsmechanismus gleichmäßig über die volle Länge des Hubes verteilt wird, was folglich die Lebensdauer der Zylinder-Schmiervorrichtung steigert.

**[0015]** Bei einer Ausführungsform umfasst der gemeinsame Antrieb einen doppeltwirkenden hydraulischen oder elektrischen Stellantrieb, der einen ersten hydraulischen oder elektrischen Stellantrieb zum Bewirken einer Bewegung der Dosierungstauchkolben in der Richtung von der Startposition hin zu der Endposition umfasst und einen zweiten hydraulischen oder elektrischen Stellantrieb zum Bewirken einer Bewegung der Dosierungstauchkolben in der Richtung von der Endposition hin zu der Startposition einschließt.

**[0016]** Durch das Bereitstellen eines Stellantriebs für den Rückführungs-/Nachfüllhub kann der Rückführungshub schneller und zuverlässiger erreicht werden als mit den bei Zylinder-Schmiervorrichtungen des Standes der Technik verwendeten Schraubenfedern.

**[0017]** Bei einer Ausführungsform umfasst der gemeinsame Antrieb einen Tauchkolbenverbinder, der mit den Tauchkolben verbunden und dafür angeordnet ist, die Dosierungstauchkolben in den Dosierungszylindern simultan zu bewegen, einen doppeltwirkenden linearen Stellantrieb, der einen ersten hydraulischen linearen Stellantrieb zum Bewirken einer Bewegung der Dosierungstauchkolben in der Richtung von der Startposition hin zu der Endposition und einen zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb zum Bewirken einer Bewegung der Dosierungstauch-

kolben in der Richtung von der Endposition hin zu der Startposition umfasst.

**[0018]** Bei einer Ausführungsform umfasst die Zylinder-Schmiervorrichtung ferner ein elektronisches Steuergerät, das dafür konfiguriert ist, den ersten Stellantrieb zu aktivieren, um die Dosierungstauchkolben jedes Mal, wenn eine genaue Dosis von Zylinder-Schmieröl dem Zylinder zugeführt werden soll, über einen Teilhub mit veränderlicher Länge zu bewegen, und das elektronische Steuergerät ist dafür konfiguriert, den zweiten Stellantrieb zu aktivieren, um die Dosierungstauchkolben (30) zu ihren Startpositionen (S) zurückzuführen, wenn die Dosierungstauchkolben ihre Endpositionen (E) erreicht haben.

**[0019]** Bei einer Ausführungsform umfasst das elektronische Steuergerät ferner einen Positionssensor, der dafür angeordnet ist, die Position der Dosierungstauchkolben in den Dosierungszylinern zu erfassen, und mit dem elektronischen Steuergerät kommuniziert.

**[0020]** Bei einer Ausführungsform bestimmt das elektronische Steuergerät die gegenwärtig erforderliche Dosis von Schmieröl oder empfängt Informationen über die gegenwärtig erforderliche Dosis von Schmieröl, und das elektronische Steuergerät ist dafür konfiguriert, durch das dementsprechende Aktivieren des ersten Stellantriebs die Tauchkolben in einem Teilhub über eine Strecke zu bewegen, die der bestimmten oder empfangenen erforderlichen Dosis von Schmieröl entspricht.

**[0021]** Bei einer Ausführungsform ist das elektronische Steuergerät dafür konfiguriert, die Länge des Teilhubes der Dosierungstauchkolben auf der Grundlage von Motor-Betriebsbedingungen zu steuern, wobei es die Hublänge vorzugsweise für jedes Einspritzungsereignis an Motor-Betriebsbedingungen anpasst.

**[0022]** Bei einer Ausführungsform bestimmt das elektronische Steuergerät, auf der Grundlage der gemessenen Bewegung der Dosierungstauchkolben, wie weit sich die Dosierungstauchkolben bei dem letzten Teilhub bewegten, und das elektronische Steuergerät gleicht jegliche Abweichung von dem gewünschten Wert für den letzten Teilhub aus, wenn es die gewünschte Länge des folgenden Hubs der Dosierungstauchkolben festlegt.

**[0023]** Bei einer Ausführungsform umfasst die Zylinder-Schmiervorrichtung ferner ein Hydraulikventil, das mit dem ersten hydraulischen linearen Stellantrieb verbunden ist und mit dem zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb verbunden ist, und das Hydraulikventil ist dafür konfiguriert, selektiv den ersten hydraulischen linearen Stellantrieb mit einer Quelle von Hydraulikdruck zu verbinden, und dafür

konfiguriert, selektiv den zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb mit der Quelle von Hydraulikdruck zu verbinden.

**[0024]** Bei einer Ausführungsform ist das Hydraulikventil ein Schaltventil und das elektronische Steuergerät ist dafür konfiguriert, den Teilhub der Dosierungstauchkolben zu steuern durch das Steuern der Länge des Zeitraums, während dessen das Schaltventil den ersten hydraulischen linearen Stellantrieb mit der Quelle von Hydraulikdruck verbindet.

**[0025]** Bei einer Ausführungsform ist das elektronische Steuergerät dafür konfiguriert, das Schaltventil anzusegnen, den zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb mit der Quelle von Hydraulikdruck (P) zu verbinden, wenn die Dosierungstauchkolben ihre Endposition (E) erreicht haben, so dass die Dosierungstauchkolben durch die Wirkung des zweiten hydraulischen linearen Stellantriebs zu ihren Startpositionen (S) zurückgeführt werden.

**[0026]** Bei einer Ausführungsform ist das Schaltventil dafür konfiguriert, den zweiten Stellantrieb mit einem Tank (T) zu verbinden, während der erste hydraulische lineare Stellantrieb mit der Quelle von Hydraulikdruck verbunden ist und umgekehrt.

**[0027]** Bei einer Ausführungsform ist das Hydraulikventil ein Proportionalventil, und das elektronische Steuergerät ist dafür konfiguriert, die Profilform der Geschwindigkeit der Bewegung der Dosierungstauchkolben bei einem Teilhub einzustellen.

**[0028]** Bei einer Ausführungsform umfasst die Zylinder-Schmiervorrichtung ferner, dass das elektronische Steuergerät und die Zylinder-Schmiervorrichtung dafür konfiguriert sind, die Länge des Teilhubes und/oder die Geschwindigkeit der Dosierungstauchkolben auf der Grundlage von spezifischen Zylinder-Betriebsbedingungen zu steuern.

**[0029]** Die obige Aufgabe wird ebenfalls erfüllt durch das Bereitstellen eines großen, langsam laufenden Zweitakt-Mehrzylinder-Dieselmotors (100) mit Kreuzköpfen, der mehrere Zylinder, einen Kolben, der hin- und hergehend in jedem Zylinder bewegt werden kann, wobei jeder der Kolben wenigstens zwei Kolbenringe umfasst, und eine Zylinder-Schmiervorrichtung, wie hierin oben beschrieben, umfasst.

**[0030]** Bei einer Ausführungsform ist das elektronische Steuergerät sowohl ein Motorsteuerungssystem (ECS) als auch ein Steuerungssystem für die Zylinder-Schmiervorrichtung.

**[0031]** Die obige Aufgabe wird ebenfalls erfüllt durch das Bereitstellen eines Verfahrens zum Betreiben einer Zylinder-Schmiervorrichtung für einen großen, langsam laufenden Zweitakt-Mehrzylinder-Dieselm-

tor, der in jedem Zylinder einen hin- und hergehenden Kolben mit Kolbenringen, die auf der Innenfläche der Zylinderlaufbuchsen gleiten, hat, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung die Innenfläche der Zylinderlaufbuchsen mit einer genau dosierten Menge an Zylinder-Schmierfluid je Hin- und Herbewegung oder je Anzahl von Hin- und Herbewegungen des Kolbens versieht, über mehrere Einspritzpunkte, die auf gleichem Niveau um den Umfang eines Zylinders verteilt sind, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung Folgendes aufweist: mehrere Kolbenpumpen, wobei jede Kolbenpumpe einen Dosierungstauchkolben hat, der in einem Dosierungszylinder gleitend bewegt werden kann zwischen einer Startposition (S) und einer Endposition (E), wobei die Bewegung der Dosierungszyliner zwischen der Startposition (S) und der Endposition (E) einen vollständigen Hub bildet, und einen gemeinsamen Antrieb, der einen linearen Stellantrieb einschließt, um alle Dosierungstauchkolben simultan in beiden Richtungen zwischen der Startposition (S) und der Endposition (E) anzutreiben, wobei das Verfahren das simultane Bewegen der Dosierungstauchkolben mit Hilfe des linearen Stellantriebs in mehreren Teilhüben von der Startposition (S) zu der Endposition (E) umfasst, um mehrere Zylinderöl-Einspritzungssereignisse zu erzeugen, und wenn die Dosierungstauchkolben ihre Endposition (E) erreicht haben, das simultane Bewegen der Dosierungstauchkolben mit Hilfe des linearen Stellantriebs in einem vollständigen Hub von der Endposition (E) zurück zu der Startposition (S).

**[0032]** Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Bestimmen oder Erlangen der gegenwärtig erforderlichen Dosis von Schmieröl und das Anweisen des linearen Stellantriebs, die Dosierungstauchkolben in einem Teilhub über eine Strecke zu bewegen, die der bestimmten oder empfangenen erforderlichen Dosis von Schmieröl entspricht.

**[0033]** Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Messen der Bewegung der Dosierungstauchkolben bei dem letzten Teilhub und das Ausgleichen jeglicher Abweichung von dem gewünschten Wert für den letzten Teilhub, wenn der lineare Stellantrieb angewiesen wird, den nächsten Teilhub zu bewegen, insbesondere, wenn der letzte Teilhub auf Grund dessen, dass die Dosierungstauchkolben das Ende ihres Hubes erreichen, zu kurz blieb.

**[0034]** Bei einer Ausführungsform wird die durchschnittliche Geschwindigkeit der Dosierungstauchkolben während des letzten durchgeföhrten Hubes durch das Vergleichen der Aktivierungszeit des letzten Teilhubes mit der erreichten Teilhublänge bestimmt, und die Aktivierungszeit für den nächsten Teilhub beruht auf der bestimmten durchschnittlichen Geschwindigkeit der Dosierungstauchkolben während des letzten Teilhubes.

**[0035]** Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Einstellen der Länge eines Teilhubes der Dosierungstauchkolben als Reaktion auf Motor-Betriebsbedingungen.

**[0036]** Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Einstellen der Länge eines Teilhubes der Dosierungstauchkolben für jedes Einspritzungssereignis.

**[0037]** Bei einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Zylinder-Schmiervorrichtung ein Hydraulikventil, das mit dem ersten hydraulischen linearen Stellantrieb verbunden ist und mit dem zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb verbunden ist, und das Verfahren umfasst, selektiv den ersten hydraulischen linearen Stellantrieb mit einer Quelle von Hydraulikdruck zu verbinden, und ist dafür konfiguriert, selektiv den zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb mit der Quelle von Hydraulikdruck zu verbinden.

**[0038]** Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Unterdrucksetzen des ersten hydraulischen linearen Stellantriebs, um die Dosierungstauchkolben über einen Teil ihrer gesamten Hublänge zu bewegen, und das Unterdrucksetzen des zweiten hydraulischen linearen Stellantriebs, um die Tauchkolben nur dann zurückzuführen, wenn die Dosierungstauchkolben ihre Endposition (E) erreicht haben.

**[0039]** Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist das Hydraulikventil ein Schaltventil und das Verfahren umfasst, den Teilhub der Dosierungstauchkolben zu steuern durch das Steuern der Länge des Zeitraums, während dessen das Schaltventil den ersten hydraulischen linearen Stellantrieb mit der Quelle von Hydraulikdruck verbindet.

**[0040]** Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren das Steuern des Hydraulik-Schaltventils derart, dass sich die Tauchkolben mit Hüben mit einer kontinuierlich veränderlichen Länge bewegen, die für jedes Einspritzungssereignis an die Motor-Betriebsbedingungen angepasst sind, und das Bereitstellen eines Zeitimpulses für das Schaltventil, um das Schaltventil für eine vorbestimmte Zeit zu öffnen, die einer vorbestimmten Dosis von Schmierfluid entspricht.

**[0041]** Durch das Messen des letzten Einspritzhubes und das Ausgleichen, wenn der nächste Einspritzhub angewiesen wird, wird die Genauigkeit gesteigert, und der Verbrauch des wertvollen Zylinder-Schmieröls kann verringt werden.

**[0042]** Bei dem obigen Verfahren kann der gemeinsame Antrieb bei dem Nachfüllhub durch ein elastisches Element angetrieben werden.

**[0043]** Die Zylinder-Schmiervorrichtung mit einem beliebigen der Merkmale nach einer beliebigen der oben erwähnten Ausführungsformen des Motors angepasst werden. Ferner kann die Zylinder-Schmiervorrichtung eine beliebige der oben erwähnten Ausführungsformen des Verfahrens durchführen.

**[0044]** Weitere Aufgaben, Merkmale, Vorteile und Eigenschaften des Motors, der Zylinder-Schmiervorrichtung und des Verfahrens nach der Erfindung werden aus der ausführlichen Beschreibung offensichtlich werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0045]** In dem folgenden ausführlichen Abschnitt der vorliegenden Beschreibung wird die Erfindung ausführlicher erläutert werden, unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele, die in den Zeichnungen gezeigt werden, in denen:

**[0046]** **Fig. 1**, in einer perspektivischen Ansicht, eine Zylinder-Schmiervorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

**[0047]** **Fig. 2a** einen Schnitt durch die in **Fig. 1** gezeigte Zylinder-Schmiervorrichtung zeigt,

**[0048]** **Fig. 2b** einen Querschnitt durch die in **Fig. 1** gezeigte Zylinder-Schmiervorrichtung zeigt,

**[0049]** **Fig. 3** einen anderen Schnitt durch die in **Fig. 1** gezeigte Zylinder-Schmiervorrichtung zeigt, wobei der Schnitt senkrecht zu dem in **Fig. 2** gezeigten Schnitt ist,

**[0050]** **Fig. 4a** eine detaillierte Ansicht eines Abschnitts der in **Fig. 3** gezeigten Zylinder-Schmiervorrichtung mit den Dosierungstauchkolben in einer Zwischenposition zeigt,

**[0051]** **Fig. 4b** eine detaillierte Ansicht eines Abschnitts der in **Fig. 3** gezeigten Zylinder-Schmiervorrichtung mit den Dosierungstauchkolben in ihrer Startposition zeigt und unterbrochene Linien eine Anzahl von zufälligen Teilhüben zeigen,

**[0052]** **Fig. 4c** eine detaillierte Ansicht eines Abschnitts der in **Fig. 3** gezeigten Zylinder-Schmiervorrichtung mit den Dosierungstauchkolben in ihrer Endposition zeigt,

**[0053]** **Fig. 5**, in einer prinzipiellen Skizze, einen Schnitt durch eine Zylinder-Schmiervorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

**[0054]** **Fig. 6**, in einer schematischen Abbildung, einen Schnitt durch einen Zylinder eines großen Zweitakt-Dieselmotors mit Kreuzköpfen zeigt,

**[0055]** **Fig. 7** einen großen Zweitakt-Dieselmotor nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

**[0056]** **Fig. 8** ein anderes Beispiel der Zylinder-Schmiervorrichtung zeigt und

**[0057]** **Fig. 9** eine graphische Darstellung ist, welche die Beziehung zwischen Hublänge und Zeit für eine Reihe von Schmierfluideinspritzungen illustriert.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0058]** In der folgenden ausführlichen Beschreibung des Motors werden die Zylinder-Schmiervorrichtung und das Verfahren zum Steuern einer Schmierfluid einspritzung in einen Motorzylinder nach der Erfindung durch die Ausführungsbeispiele beschrieben werden.

**[0059]** Die Erfindung betrifft eine Zylinder-Schmiervorrichtung **1** für einen großen Zweitakt-Dieselmotor **100** des Kreuzkopftyps, der die Hauptantriebsanlage eines Schiffs oder einen stationären Elektroenergie erzeugenden Motor darstellen kann. Unter Bezugnahme auf **Fig. 6** und **Fig. 7** hat der Motor **100** mehrere Zylinder **110** (ein Schnitt eines Zylinders wird in **Fig. 6** gezeigt), typischerweise drei bis vierzehn Zylinder **110**, die in Reihe angeordnet sind, kann aber andere Auslegungen oder Anzahlen von Zylindern **110** haben. Jeder Zylinder **110** ist mit einer Zylinderlaufbuchse **111** versehen, die eine Innenfläche der Zylinder **110** bildet. Bei großen Zweitaktmotoren **100** liegt ein Innendurchmesser (die Bohrung) typischerweise in dem Intervall von 250 mm bis 1200 mm. Eine Hublänge eines hin- und hergehenden Kolbens **120**, der verschiebbar in der Zylinderlaufbuchse **111** angeordnet ist, liegt typischerweise in dem Bereich von 800 bis 3000 mm. Folglich kann die Oberfläche der Zylinderlaufbuchse **111**, die geschmiert werden muss, mehrere Quadratmeter betragen. Die Kolben **120** sind über eine Kolbenstange **126** mit einem Kreuzkopf **124** verbunden. Die Kreuzköpfe **124** sind über Pleuelstangen **128** mit der Kurbelwelle verbunden.

**[0060]** Der hin- und hergehende Kolben **120** ist typischerweise mit 3–5 Druck erhaltenden Kolbenringen **121** versehen, die auf der Innenfläche der Zylinderlaufbuchse **111** gleiten. In **Fig. 6** wird ein Kolben mit drei Kolbenringen **121** gezeigt. Es ist eine Aufgabe des Zylinder-Schmiersystems des Motors, einen Schmiermittelfilm auf der Innenfläche der Laufbuchse **111** bereitzustellen und aufrechtzuerhalten, um die Reibung zwischen den Kolbenringen **121** und der Innenfläche der Laufbuchse **111** zu mindern und um die Innenfläche der Zylinder-Laufbuchse vor chemisch aggressiven Substanzen in den Verbrennungsgasen zu schützen.

**[0061]** Ein Zylinder-Schmierfluid, wie beispielsweise ein Schmieröl mit basischen Zuschlagstoffen zum Neutralisieren der Schwefelsäure, die während der Verbrennung von Schweröl in der Verbrennungskammer der Zylinder **110** gebildet wird, wird über Zylinderlaufbuchsen-Schmierfluidpunkte oder Zerstäuberdüsen **112**, die durch die Zylinderlaufbuchse **111** geformt sind, aufgebracht. Die Zylinderlaufbuchsen-Schmierfluid-Zerstäuberdüsen oder Einspritzpunkte **112** können einfache Auslässe (Löcher) sein, oder sie können mit einer Düse oder Einspritzvorrichtung oder auf andere auf dem Gebiet bekannte Weisen geformt sein, und bei einer Ausführungsform sind die Zerstäuberdüsen **112** mit Rückschlagventilen versehen, die verhindern, dass Abgase in das Zylinder-Schmieröl eintreten. Typischerweise gibt es mehrere Zylinderlaufbuchsen-Schmierfluid-Zerstäuberdüsen **112**, die in einer Zylinderlaufbuchse **111** geformt sind, wie beispielsweise 4–12 oder 4–20, wobei die Zylinderlaufbuchsen-Schmierfluid-Zerstäuberdüsen **112** mit gleichem Abstand um die Laufbuchse **111** verteilt und auf gleicher Höhe angeordnet sind, um ein gleiches Aufbringen des Schmierfluids sicherzustellen.

**[0062]** Falls bestimmte Bereiche des Zylinders **110** mehr oder weniger anfällig für Verschleiß sind, kann die Konzentration der Zylinderlaufbuchsen-Schmierfluid-Zerstäuberdüsen **112**, die diesem Bereich entsprechen, jeweils gesteigert oder vermindert werden. Nach der Einspritzung wird das eingespritzte Schmierfluid durch die Kolbenringe **121** auf der Laufbuchse **111** verteilt.

**[0063]** Der Aufbau und die Funktionsweise eines großen Zweitakt-Dieselmotors mit Kreuzköpfen sind an sich gut bekannt und sollten in dem vorliegenden Zusammenhang keine weitere Erläuterung erfordern.

**[0064]** **Fig. 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Zylinder-Schmiervorrichtung **1**. Die Zylinder-Schmiervorrichtung **1** umfasst ein Gehäuse **10** und eine an das Gehäuse **10** gekoppelte Betätigungsseinrichtung **40**.

**[0065]** **Fig. 2a**, **Fig. 2b**, **Fig. 3**, **Fig. 4a** bis **Fig. 4c** zeigen, in Schnittansichten, Einzelheiten der Zylinder-Schmiervorrichtung **1** von **Fig. 1**. Eine Anzahl von identischen einfachwirkenden Kolbenpumpen ist in dem Gehäuse **10** angeordnet. Jede Kolbenpumpe schließt einen Dosierungszyllinder **29** ein, der in dem Gehäuse **10** geformt ist. In dem in **Fig. 2** gewählten Schnitt sind die Dosierungszyllinder **29** nicht zu sehen. In dem in **Fig. 3** und **Fig. 4** gewählten Schnitt ist ein Dosierungszyllinder **29** zu sehen. Einspritzkammern **20** sind vor den Dosierungsdruckkolben **30** geformt.

**[0066]** Die Kolbenpumpen sind vorzugsweise auf einem Kreis (zu sehen in einem Schnitt, senkrecht zu einer Längsachse der Dosierungszyllinder **29**) ange-

ordnet, aber dies ist nur eine bevorzugte Anordnung, und es können andere Anordnungen, wie beispielsweise entlang einer geraden oder gekrümmten Linie oder in einer rechteckigen Anordnung, genauso gut verwendet werden.

**[0067]** Bei der in **Fig. 1**, **Fig. 2a**, **Fig. 2b**, **Fig. 3**, **Fig. 4a** bis **Fig. 4c** gezeigten Ausführungsform gibt es zehn Kolbenpumpen, was in **Fig. 1** durch zehn Einspritzauslässe **21**, die an dem Oberteil des Gehäuses **10** geformt sind, zu erkennen ist. Bei einer bevorzugten Ausführungsform gibt es 10 Kolbenpumpen, es kann aber eine beliebige andere Anzahl, z. B. von 2 bis 12 oder noch mehr, geben.

**[0068]** Unter Bezugnahme nunmehr auf **Fig. 5**, die eine konzeptionelle Skizze der Zylinder-Schmiervorrichtung **1** zeigt, sind zwei Kolbenpumpen, jede mit einem Dosierungszyllinder **29**, sichtbar. In jedem Dosierungszyllinder wird verschiebbar ein Dosierungstauchkolben **30** aufgenommen. Der Dosierungstauchkolben **30** ist dafür konfiguriert, bei einem Einspritzungsergebnis in einen Motorzyllinder **110** ein Volumen eines Zylinder-Schmierfluids aus einer Einspritzkammer **20** auszustoßen und die Einspritzkammer **20** mit einem Volumen des Schmierfluids nachzufüllen. Folglich ist der Dosierungstauchkolben **30** dafür angeordnet, eine Dichtung (wenigstens an einem Tauchkolbenkopf **30'**) mit den Innenwänden des Dosierungszyllinders **29** zu bilden, und kann verschiebbar in dem Dosierungszyllinder **29** bewegt werden.

**[0069]** Alle Dosierungstauchkolben **30** sind an ihrem einen Ende mit einem Tauchkolbenverbinder **31** verbunden, der eine Druckplatte und einen Flansch mit Aussparungen, in denen die Enden der Dosierungstauchkolben **30** aufgenommen werden, einschließt, so dass der Tauchkolbenverbinder **31** einen Teil eines gemeinsamen Antriebs bildet, der sowohl die Dosierungstauchkolben **30** für einen Einspritzhub schieben als auch die Dosierungstauchkolben für einen Ansaughub ziehen kann. Der Tauchkolbenverbinder **31** ist in einer in dem Gehäuse **10** geformten Verbinderkammer **32** angeordnet, in Verlängerung der Dosierungszyllinder **20**. Ein Verschieben des Tauchkolbenverbinder **31** wird folglich bewirken, dass sich alle Tauchkolben **30** simultan innerhalb ihrer jeweiligen Dosierungszyllinder **29** verschieben.

**[0070]** Der Tauchkolbenverbinder **31** ist ebenfalls mit einem ersten Kolben **41** verbunden, der verschiebbar in einem Zylinder angeordnet ist, die zusammen eine erste Druckkammer **35** definieren, wodurch ein erster linearer Stellantrieb gebildet wird. Die erste Druckkammer **35** steht in Fluidverbindung mit einem Ventilmittel, das ein Hydraulik-Schaltventil **40** sein kann, durch einen ersten Aktivierungskanal **60** (siehe **Fig. 2**). Der erste Aktivierungskanal **60** hat ei-

ne Öffnung **60'** in die erste Druckkammer **35**, siehe **Fig. 5**

**[0071]** Eine Bewegung des ersten Kolbens **41** im Verhältnis zu dem Gehäuse **10** bewirkt folglich eine Bewegung des Tauchkolbenverbinder **31** in der Verbinderkammer **32**, die wiederum eine simultane Bewegung der Dosierungstauchkolben **30** in den Dosierungszylinern **29** bewirken wird.

**[0072]** Der Tauchkolbenverbinder **31** kann ein plattenförmiges Element sein, kann aber andere Konfigurationen, wie beispielsweise Arme (nicht gezeigt), die sich von dem ersten Kolben **41** aus erstrecken, haben.

**[0073]** Die Einspritzkammern **20** stehen in Fluidverbindung mit einem Einspritzauslass **21**, der an einer Außenwand des Gehäuses **10** geformt ist, durch Einspritzdurchgänge, die von den Einspritzkammern **20** zu den Einspritzauslässen **21** geformt sind.

**[0074]** Bei der in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsform haben diese Einspritzdurchgänge jeder einen ersten Kanal **11**, der einen Ausgang oder Austritt aus dem betreffenden Dosierungssylinder **20** bildet. Der erste Kanal **11** kann, wie gezeigt, in einer Stirnwand der Einspritzkammer **20** geformt sein, oder er kann in der Seitenwand der Einspritzkammer **20** an dem der Verbinderkammer **32** gegenüberliegenden Ende der Kammer geformt sein. Die ersten Kanäle **11** verbinden die Einspritzkammern **20** mit jeweiligen Zwischenkanälen **12**.

**[0075]** Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Zwischenkanäle **12** in dem Gehäuse **10** quer im Verhältnis zu der Längsachse der Einspritzkammern **20** ausgerichtet. Die Zwischenkanäle **12** (und die ersten Kanäle **11**) dienen dem doppelten Zweck, Schmieröl von und zu den Einspritzkammern **20** zu leiten, wie es unten beschrieben werden wird.

**[0076]** Zweite Kanäle **13** verbinden die jeweiligen Zwischenkanäle **12** mit jeweiligen Einspritzkanälen **14**, die Verbindungen zu jeweiligen Einspritzauslässen **21** bilden.

**[0077]** Einwegventile **22** sind in den Einspritzkanälen **14**, in den zweiten Kanälen **13** oder zwischen denselben angeordnet, um einen Rückfluss von Substanz aus den Zylindern des Motors zu verhindern. Folglich erlauben die Einwegventile **22** nur einen Durchfluss hin zu den Einspritzauslässen **21**.

**[0078]** Die Einwegventile **22** können in Kammern **22'** geformt sein, die zwischen den zweiten Kanälen **13** und den Einspritzkanälen **14** oder in den zweiten Kanälen **13** oder in den Einspritzkanälen **14** geformt sind.

**[0079]** Folglich umfasst jeder Einspritzdurchgang, bei der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform, einen ersten Kanal **11**, einen Zwischenkanal **12**, einen zweiten Kanal **13** und einen Einspritzkanal **14**.

**[0080]** In **Fig. 2** wird gezeigt, dass das Gehäuse **10** als eine einzige Einheit oder Komponente geformt ist, es kann aber durch mehrere Bestandteile gebildet werden. Die oben erwähnten Kammern, Durchgänge und Kanäle **11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20** können in dem Gehäuse als eingeformte Durchgänge oder als Bohrungen geformt sein. Sie können aber ebenfalls durch geeignete Röhren, Verrohrung, Zylinder oder dergleichen gebildet und eine Baugruppe aus denselben sein.

**[0081]** Die Einspritzauslässe **21** können durch eine geeignete Verrohrung (nicht gezeigt) mit den in den Zylinderlaufbuchsen **111** geformten Zylinderlaufbuchsen-Schmierfluidpunkten/Zerstäuberdüsen **112** verbunden werden.

**[0082]** Die Einspritzkammern **20** werden über Schmierfluid-Zufuhrdurchgänge mit Schmierfluid gespeist. Bei der in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsform beginnen diese Zufuhrdurchgänge für Schmierfluid mit einem Einlass **15**, der allen Einspritzkammern **20** gemeinsam und in dem Gehäuse **10** geformt ist. Der Einlass **15** öffnet sich in einen Einlasskanal **16**. Durch einen dritten Kanal **17** steht der Einlasskanal **16** in Fluidverbindung mit einem Einlasskanalring **18**.

**[0083]** Der Einlasskanalring **18** ist in dem Gehäuse **10** in einer Ebene quer zu den Längsachsen der Einspritzkammern **20**, geformt, und er ist ein ringförmiger Kanal.

**[0084]** Bei anderen Ausführungsformen (nicht gezeigt) kann es zwei bis vier Einlässe **15** und entsprechende Einlasskanäle **16**, die zu einem Einlasskanalring **18** führen, geben.

**[0085]** Vierte Kanäle **19** verbinden den Einlasskanalring **18** mit jedem der oben erwähnten Zwischenkanäle **12**, die wiederum durch die ersten Kanäle **11** mit jeweiligen Einspritzkammern **20** verbunden sind.

**[0086]** Einwegventile **23** sind in den Zufuhrdurchgängen zwischen den vierten Kanälen **19** und den Zwischenkanälen **12** angeordnet, um sicherzustellen, dass das Schmierfluid nicht von den Zwischenkanälen **12** zu dem Einlasskanalring **18** zurückströmt. Die Einwegventile **23** können in den vierten Kanälen **19** oder in Kammern **23'**, die zwischen den vierten Kanälen **19** und dem Einlasskanalring **18** geformt sind, geformt sein.

**[0087]** Folglich umfasst bei der gezeigten Ausführungsform jeder der Zufuhrdurchgänge einen ersten Kanal **11**, einen Zwischenkanal **12**, einen vierten Ka-

nal **19** und den gemeinsamen Einlasskanalring **18**, den gemeinsamen dritten Kanal **17**, den Einlasskanal **16** und den gemeinsamen Einlass **15**. Hier bedeutet gemeinsam für alle Zufuhrdurchgänge gemeinsam.

**[0088]** Wie ebenfalls oben erwähnt, dienen die Zwischenkanäle **12** und die ersten Kanäle **11** dem doppelten Zweck, Schmieröl von und zu den Einspritzkammern **20** zu leiten, und bilden folglich einen Teil sowohl der jeweiligen Zufuhrdurchgänge als auch der jeweiligen Einspritzdurchgänge. Dies wird weiter unten beschrieben werden.

**[0089]** Der Einlass **15** des Schmierfluid-Zufuhrdurchgangs ist mit einer unter Druck gesetzten Quelle von Schmierfluid, z. B. einem Schmieröltank, verbunden. Diese wird vorzugsweise durch ein Hochdruck-Verdrängungssystem unter Druck gesetzt, um eine gleiche Zufuhr von Schmierfluid zu jeder Einspritzkammer **20** zu gewährleisten und um einen Sicherheitsspielraum gegen eine Verstopfung der einzelnen Einspritzkammern **20** und der Zufuhrdurchgänge zu denselben zu gewährleisten.

**[0090]** Die in den Einspritzdurchgängen geformten Einwegventile **22** und die in den Zufuhrdurchgängen geformten Einwegventile **23** können von der Art eines Kugelventils sein. Alternativ können an Stelle der Einwegventile elektronisch oder hydraulisch gesteuerte Sperrventile oder Schaltventile verwendet werden.

**[0091]** Das Gehäuse **10** trägt das Hydraulik-Schaltventil **40**. Das Hydraulik-Schaltventil **40** ist dafür konfiguriert, die erste Druckkammer **5** mit einem Hydraulikfluid zu füllen, wodurch auf den ersten Kolben **41** eingewirkt wird. **Fig. 2a** illustriert, wie das Hydraulik-Steuerventil **40** mit einer Quelle von Hydraulikdruck P und mit einem Tank T verbunden ist.

**[0092]** Der Tauchkolbenverbinder **31** ist ebenfalls mit einem zweiten Kolben **46** verbunden, der verschiebbar in einem zweiten Zylinder **36** angeordnet ist, wodurch eine zweite Druckkammer **37** definiert wird, die folglich den zweiten linearen hydraulischen Stellantrieb bildet. Die zweite Druckkammer **37** steht durch einen zweiten Aktivierungskanal **61** (siehe **Fig. 2**) in Fluidverbindung mit dem Hydraulik-Schaltventil **40**. Der zweite Aktivierungskanal **61** hat eine Öffnung **61'** in die zweite Druckkammer **37**, siehe **Fig. 5**.

**[0093]** Eine Bewegung des ersten und des zweiten Kolbens **41, 46** im Verhältnis zu dem Gehäuse **10** verursacht eine Bewegung des Tauchkolbenverbinder **31** in der Verbinderkammer **32**, was wiederum eine simultane Bewegung der Tauchkolben **30** in den jeweiligen Einspritzkammern **20** verursachen wird. Die erste und die zweite Druckkammer **35, 36** sind auf gegenüberliegenden Seiten der Verbinderkammer **32** angeordnet. Ähnlich sind der erste und der zweite

Kolben **41, 46** auf gegenüberliegenden Seiten des Tauchkolbenverbinder **31** angeordnet. Sowohl der erste als auch der zweite Kolben **41, 46** dichten gegenüber den Innenwänden der ersten und der zweiten Druckkammer **35, 36** ab. Dadurch kann, durch das abwechselnde Unterdrucksetzen der ersten und der zweiten Druckkammer **35, 36** der Tauchkolbenverbinder **31** mit den Tauchkolben **30** in entgegengesetzten Richtungen im Verhältnis zu dem Gehäuse **10** bewegt werden. Diese Funktion der Zylinder-Schmiervorrichtung **1** wird im Folgenden ausführlicher beschrieben werden. Das Unterdrucksetzen der ersten Druckkammer, während die zweite Druckkammer mit dem Tank T verbunden wird, bewirkt, dass sich die Dosierungstauchkolben in der Einspritzrichtung bewegen, und das Unterdrucksetzen der zweiten Druckkammer, während die erste Druckkammer mit dem Tank verbunden wird, bewirkt, dass sich der Dosierungstauchkolben in der Rückführungs-/Nachfüllrichtung bewegt.

**[0094]** In einer Endstellung befinden sich die Dosierungstauchkolben **30** der Einspritzkammern in ihrer am weitesten ausgefahrenen Stellung, d. h., sie sind an ihrer unteren Stellung angeordnet derart, dass sich die Tauchkolbenköpfe **30'** der Tauchkolben **30** angrenzend an den ersten Kanal **11**, d. h., einen Einlas/Auslass der Einspritzkammer **20**, befinden.

**[0095]** Um die Einspritzkammern **20** mit Schmierfluid zu füllen, setzt das Hydraulikventil **40** die zweite Druckkammer **36** unter Druck und verbindet die erste Druckkammer **35** mit dem Tank, und dadurch werden die Tauchkolben **30** (über den Tauchkolbenverbinder **31**) in einer Richtung, weg von dem ersten Kanal **11**, d. h., nach unten in **Fig. 5**, bewegt. Dies wird eine Verringerung des Drucks in den Einspritzkammern **20** gewährleisten. Die Einwegventile **22** in dem Einspritzdurchgang werden verhindern, dass Schmierfluid (oder andere Materialien) aus dem Einspritzkanal **14** und den Einspritzauslässen in den Zwischenkanal **12** eintreten. Um die Druckverringerung in der Einspritzkammer **20** auszugleichen, wird Schmierfluid aus der unter Druck gesetzten Schmierfluidquelle beginnen, von dem Einlass **15** durch den Einlasskanal **16** und den dritten Kanal **17** zu strömen und in den Einlasskanalring **18** eintreten. Aus dem Einlasskanalring **18** wird das Schmierfluid durch die Einwegventile **23** in dem Zufuhrdurchgang und die vierten Kanäle **19** in die Zwischenkanäle **12** und die ersten Kanäle **11** in die Dosierungszyylinder **20** strömen.

**[0096]** Folglich dient der Einlasskanalring **18** dazu, das Schmierfluid aus einem einzigen Einlass **15** zu allen Einspritzkammern **20** zu verteilen.

**[0097]** Vorzugsweise ist die Länge der Verbinderkammer **32** so eingerichtet, dass sie der Länge der Einspritzkammern **20** entspricht derart, dass, wenn sich der Tauchkolbenverbinder **31** in seiner am wei-

testen eingezogenen Stellung befindet (wobei er an eine hintere Wand **33** der Verbinderkammer **32** anstößt), der Tauchkolbenkopf **30'** noch in der Einspritzkammer **20** angeordnet ist und eine dichte Abdichtung mit der Innenwand der Einspritzkammer **20** bildet.

**[0098]** Wenn die Dosierungstauchkolben **30** bis zu ihrer Startposition S eingezogen worden sind und die Einspritzkammer **20** ihr maximales Volumen erreicht hat, kann ein Einspritzungsereignis von Schmierfluid eingeleitet werden, durch das Betätigen des ersten Kolbens **41** (durch das Hydraulikventil, das die erste Druckkammer **35** mit einer Quelle von Druck P verbindet und die zweite Druckkammer **36** mit dem Tank verbindet), um eine Bewegung der Dosierungstauchkolben **30** hin zu den ersten Kanälen **11** zu beginnen, was folglich den Druck in den Einspritzkammern **20** aufbaut. Dies wird das in den Einspritzkammern **20** befindliche Schmierfluid ausstoßen. Folglich wird das Schmierfluid durch die ersten Kanäle **11** und die Zwischenkanäle **12** strömen.

**[0099]** Weil die Einwegventile **23** in den Zufuhrdurchgängen einen Durchfluss zu dem Einlasskanalring **18** und dem Einlass **15** verhindern, kann das Schmierfluid nur durch die zweiten Kanäle **13** durch die Einwegventile **22** in den Einspritzdurchgängen und durch die Einspritzkanäle **14** und hinaus durch die Einspritzauslässe **21** strömen. Von dort wird das Schmierfluid über eine geeignete Verrohrung zu den Zylinderlaufbuchsen-Schmierfluidpunkten/Zerstäuberdüsen **112** geleitet. Danach kann ein weiterer Zyklus des Füllens der Einspritzkammern **20** beginnen.

**[0100]** Das Hydraulikventil **40** kann mit einem elektronischen Steuergerät **50** verbunden werden. Dieses elektronische Steuergerät **50** kann bei einer Ausführungsform in die Zylinder-Schmiervorrichtung **1** integriert sein, entweder in dem Gehäuse **10** oder in der Betätigungsseinrichtung **40**. Das Steuergerät **50** kann entweder mit einem Satz von Sensoren oder mit einem anderen Steuerungs-/Sensorsystem des Motors **100** verbunden werden, die Informationen über die Position des Motorkolbens **120**, z. B. über ein Signal, das die Position der Kurbelwelle **130** anzeigt, und möglicherweise andere Motor-Betriebsbedingungen bereitstellen können.

**[0101]** Einige der Sensoren können innerhalb des Motorzylinders **110** angeordnet sein oder können die Position einer Kurbelwelle des Motors **100** registrieren.

**[0102]** Bei einer anderen Ausführungsform ist das elektronische Steuergerät **50** ein Motorsteuerungssystem (ECS). Motorsteuerungssystem sind bereits dafür eingerichtet, Informationen über die Position des Motorkolbens **120** und andere Motor-Betriebs-

bedingungen zu empfangen, und kann daher dafür aufgebaut sein, eine Zylinder-Schmiervorrichtung **1** in Übereinstimmung mit denselben, d. h., auf der Grundlage von Informationen über den oberen Toppunkt (OT) des Motorkolbens, die Kurbelwellenposition, die Motordrehzahl in U/min, die Motorlast oder andere Motor- oder Einzelzylinder-Betriebsbedingungen, wie beispielsweise den Schwefelgehalt des Schweröls an einem Kraftstoff-Einlassventil oder die Schwefelsäurekonzentration in dem Zylindern, den Verschleiß eines Zylinders (auf der Grundlage von Signalen von Sensoren in den Zylindern), die Temperatur der Zylinderlaufbuchse **111**, den Aufbau von Schmierfluid in einem Zylinder, den Aufbau einer basischen Ablagerung, Schmieröl-BM, Motorlast usw., zu steuern. Es ist eine Grundregel, dass die Zylinderöldosierung proportional zu dem Schwefelprozentsatz in dem Kraftstoff sein sollte und die Zylinderöldosierung proportional zu der Motorlast sein sollte. Da die Motorlast im Wesentlichen proportional zu der Menge an Kraftstoff ist, die in die Zylinder eintritt, ist, wird die eingespritzte Menge an Kraftstoff ebenfalls durch das elektronische Steuergerät **50** geregelt, und diese Informationen sind daher verfügbar, um die erforderliche Zylinderöldosierung zu bestimmen. Falls das elektronische Motor-Steuergeät das elektronische Zylinderschmierung-Steuergeät getrennte Einheiten sind, können die Informationen über die Motorlast, über die eingespritzte Menge an Kraftstoff oder sogar die erforderliche Zylinderöldosis von dem elektronischen Motor-Steuergeät zu dem elektronischen Zylinderschmierung-Steuergeät weitergeleitet werden.

**[0103]** Die Menge an Zylinder-Schmieröl, die je Umdrehung benötigt wird, hängt, wie angegeben, von der Motorlast und dem Schwefelgehalt des Kraftstoffs ab, ist aber für einen spezifischen Motor, eine spezifische Last und einen spezifischen Kraftstoff-Schwefelgehalt ziemlich genau bekannt. Diese Daten sind von Berechnungen und von Tests bekannt. Folglich ist die maximale Dosierung je Umdrehung bei der maximalen Last und dem höchsten Kraftstoff-Schwefelgehalt gut bekannt und kann dazu verwendet werden, die vollständige Hublänge und den Durchmesser der Dosierungstauchkolben **30** der Kolbenpumpen so zu bemessen, dass sogar unter diesen Bedingungen eines maximalen Zylinderölverbrauchs mehrere Teillübe Ps möglich sind, bevor der vollständige Hub der Dosierungstauchkolben **30** erreicht ist. Falls z. B. bei voller Motorlast und hohem Kraftstoff-Schwefelgehalt  $100 \text{ cm}^3$  Zylinder-Schmieröl je Hub verwendet werden, wäre es erforderlich, dass das Verdrängungsvolumen der Kolbenpumpen wenigstens 2- bis 3-mal mehr, d. h. wenigstens  $250 \text{ cm}^3$ , vorzugsweise wenigstens 5-mal mehr, d. h. wenigstens  $500 \text{ cm}^3$ , beträgt. Vorzugsweise wird der Durchmesser der Dosierungstauchkolben **30** derart gewählt, dass der sich ergebende vollständige Hub für einen genauen Be-

trieb mit dem linearen Stellantrieb geeignet ist, der angewendet wird.

**[0104]** Das elektronische Steuergerät **50** kann folglich mit den Zylinder-Schmiervorrichtungen **1** eines Teils oder aller der Zylinder **110** des Motors **100** verbunden und dafür konfiguriert sein, sie zu steuern.

**[0105]** Die Betätigungsseinrichtung **40** oder das Gehäuse **10** der Zylinder-Schmiervorrichtung **1** ist mit einem Positionssensor ausgestattet, der mit dem oben erwähnten elektronischen Steuergerät **50** verbunden ist, um das elektronische Steuergerät mit einem Signal **51** zu versorgen, das Informationen über die Position der Tauchkolben **30** in den Einspritzkammern **20** befördert, z. B. durch das Messen der Position der Tauchkolben **30** selbst, der Tauchkolbenköpfe **30'**, des ersten oder des zweiten Kolbens **41**, **46** oder des Tauchkolbenverbinder **31**. Diese Informationen werden dazu verwendet, die Genauigkeit der Einspritzungen zu verbessern, wobei das elektronische Steuergerät **50** in einem Regelungssystem mit dem Hydraulikventil **40** verbunden und dafür konfiguriert ist, Steuersignale **52** für Hydraulikventil **40** bereitzustellen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste Kolben **41** mit einer Verlängerung **42** versehen, wobei die Verlängerung **42** die Form einer Stange hat, die einen Durchmesser oder eine Querschnittsfläche hat, die kleiner sind als der Durchmesser oder die Querschnittsfläche des ersten Kolbens **41**. Die Verlängerung **42** erstreckt sich in eine Positionsmeesseinrichtung **70**, die einen Positions-sensor **44** einschließt. Dadurch werden die Positionen der Tauchkolben **30** in den Einspritzkammern **20** durch die Position der Verlängerung **42** in der Positonsmeesseinrichtung **70** gemessen.

**[0106]** Vorzugsweise beschickt eine Zylinder-Schmiervorrichtung **1** einen Zylinder des Motors, wobei die Anzahl der Einspritzkammern **20** an die Anzahl der Zylinderlaufbuchsen-Schmierfluidpunkte/Zerstäuberdüsen **112** angepasst ist und von der Größe der Zylinder abhängt. Alternativ kann ein einziger Zylinder durch mehr als eine Zylinder-Schmiervorrichtung **1** beschickt werden.

**[0107]** Das elektronische Steuergerät **50** ist dafür konfiguriert, wenigstens eine Einspritzung von Schmierfluid je Motorzyklus zu gewährleisten. Eine Einspritzung wird vorzugsweise zwischen zwei Kolbenringen **121** bereitgestellt, wenn der Motorkolben **120** die Zylinderlaufbuchsen-Zerstäuberdüsen/Schmierungspunkte **112** in wenigstens einer Richtung passiert. Bei einer Ausführungsform ist das elektronische Steuergerät **50** dafür konfiguriert, wenigstens eine Einspritzung von Schmierfluid zwischen jedem von zwei Paaren von Kolbenringen **121** bereitzustellen, wenn der Motorkolben **120** den Zylinderlaufbuchsen-Schmierungspunkt/die Zerstäuberdüse **112** in wenigstens einer Richtung passiert. Bei einer Aus-

führungsform ist das elektronische Steuergerät **50** dafür konfiguriert, wenigstens eine Einspritzung von Schmierfluid zwischen jedem der Paare von Kolbenringen **121** bereitzustellen, wenn der Motorkolben **120** den Zylinderlaufbuchsen-Schmierungspunkt **112** in wenigstens einer Richtung passiert. Bei einer auf eine beliebige der unmittelbar oben beschriebenen Ausführungsformen anwendbaren weiteren Ausführungsform ist das elektronische Steuergerät **50** dafür konfiguriert, wenigstens eine Einspritzung von Schmierfluid für jeden Durchgang des Kolbens des Motors (nach oben/nach unten) bereitzustellen. Dies ist anwendbar bei Ausführungsformen, bei denen der Zylinderlaufbuchsen-Schmierungspunkt/die Zerstäuberdüse **112** in der Zylinderlaufbuchse **111** an einer Position angeordnet ist, wo der Kolben des Motors den Zylinderlaufbuchsen-Schmierungspunkt/die Zerstäuberdüse **112** während einer Umdrehung des Verbrennungszyklus zweimal passiert.

**[0108]** Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Zylinderlaufbuchsen-Schmierungspunkt/die Zerstäuberdüse **112** derart in der Zylinderlaufbuchse angeordnet, dass der Zylinderlaufbuchsen-Schmierungspunkt **112** bündig mit einem Raum zwischen dem untersten und dem zweituntersten Kolbenring **121** (dem untersten Paar von Kolbenringen) ist, wenn sich der Kolben **120** am oberen Totpunkt befindet.

**[0109]** Oben ist eine bevorzugte Schmiervorrichtung **1** beschrieben worden. Es können jedoch ebenfalls andere Arten von Schmiervorrichtungen in Verbindung mit der Erfindung verwendet werden. Die Schmiervorrichtung muss im Allgemeinen wenigstens eine Einspritzkammer **20** mit einem Tauchkolben haben. Die Einspritzkammer muss ein bekanntes Volumen oder wenigstens einen bekannten Durchmesser (oder eine Querschnittsfläche) haben. Es müssen Mittel zum Bestimmen der Position des Tauchkolbens in der Einspritzkammer bereitgestellt werden.

**[0110]** Die Schmiervorrichtung **1** zur Motorzylinder-Schmierung umfasst vorzugsweise doppeltwirkende Hydraulikzylinder oder einen ersten und einen zweiten Zylinder, die einen Tauchkolbenverbinder **31** oder eine Druckplatte zum Aktivieren einer Anzahl von Schmiervorrichtungspumpen, wie beispielsweise der in den Einspritzkammern **20** bereitgestellten Tauchkolben **30**. Die Schmiervorrichtungspumpen sind dafür angeordnet, einzelnen Schmierungszerstäuberdüsen **112**, die in der Zylinderlaufbuchse **111** eines Motorzylinders **112** angebracht sind, Zylinderöl/Schmierfluid zuzuführen.

**[0111]** Die einzelnen Schmiervorrichtungspumpen bestehen aus einem Tauchkolben **30**, einem Zylinder **29**/einer Einspritzkammer **20**, einem Einlassventil oder einem Einlass-Schlitz und einem zweiten Rückschlagventil an der Abgabeöffnung der Pumpe.

**[0112]** Die in **Fig. 1**, **Fig. 2a**, **Fig. 2b**, **Fig. 3**, **Fig. 4a**, **Fig. 4b**, **Fig. 4c** gezeigte Zylinder-Schmiervorrichtung **1** unterscheidet sich von der in **Fig. 5** gezeigten in der Anordnung der Kanäle zum Füllen und Leeren (Einspritzen) des Schmierfluids in den Zylindern/Einspritzkammern **20**. Die Vorrichtung in **Fig. 1** bis **Fig. 4** hat ebenfalls eine gemeinsame Einlassöffnung (nicht gezeigt).

**[0113]** Die hydraulischen Stellantriebskolben (der erste und der zweite Kolben **41**, **46**) werden durch ein Steuerventil **40** durch Öl unter Druck angetrieben, was es ermöglicht, dass die Stellantriebskolben und der Tauchkolbenverbinder **31** (kann ebenfalls Druckplatte genannt werden) und die Tauchkolben in beiden Richtungen bewegt werden und an einer beliebigen Position im Verhältnis zu dem vollständigen Hub der Tauchkolben **30** positioniert oder angehalten werden.

**[0114]** Vorzugsweise entspricht der Druck zum Betätigen des ersten und des zweiten Kurbels **41**, **46** dem Druck der allgemeinen Hydraulikanlage des Motors. Die Größen der Stellantriebskolben (des ersten und des zweiten Kurbels **41**, **46**) werden dementsprechend angepasst.

**[0115]** Die Position der Stellantriebskolben (des ersten und des zweiten Kurbels **41**, **46**) und/oder der Tauchkolben **30** wird durch einen Positionssensor **44** gemessen.

**[0116]** Die Schmiervorrichtung **1** wird vorzugsweise durch ein Schaltventil **40** gesteuert, und das Schaltventil **40** wird durch ein elektronisches Steuergerät **50** (elektronisches Steuerungssystem/Steuerungssystem) gesteuert.

**[0117]** Das Steuergerät **50** aktiviert das Steuerventil **40** in der Zeitspanne (einer Anzahl von Millisekunden (ms)). Die Beziehung zwischen der Aktivierungszeit und der Hublänge ist monoton, d. h., eine längere Aktivierungszeit ergibt einen längeren Hub, aber die Beziehung ist nicht linear. Das bedeutet, dass ein Teilen eines Schmierungsimpulses in zwei Hälften in dem ms-Regime wird eine niedrigere Schmieröldosis ergeben als ein Impuls mit der Länge der zwei Hälften.

**[0118]** Wenn die Schmiervorrichtung **1** geeicht ist, wird die Schmiervorrichtung **1** mit Sollwertaktivierung mit einem Verlaufsformungsprofil entsprechend der Beschreibung unten gesteuert.

**[0119]** Das System und die Schmiervorrichtung **1** verwenden immer den vollständigen Hub oder nahezu den vollständigen Hub der Dosierungstauchkolben **30**, um die eingespritzte Zylinderölmenge genau zu messen, durch das Zählen der Anzahl von vollständigen Hüben über die Zeit. Jedoch wird der voll-

ständige Hub für jedes Zylinderöl-Zufuhrereignis in mehrere kleine Teilhübe Ps, d. h., Abschnitte des vollständigen Hubes, geteilt. Durch die Benutzung dieses Prinzips wird der Gesamtwirkungsgrad der Zylinder-Schmiervorrichtung gesteigert, und der Verschleiß wird besser verteilt. Das elektronische Steuergerät **50** berechnet die Anzahl der durchgeföhrten vollständigen Hübe, um die zugeführte Ölmenge über die Zeit zu summieren. Die Dosierungstauchkolben werden erst zu ihrer Startposition (der vollständig eingezogenen Position S) zurückgeführt, nachdem der vollständige oder nahezu der vollständige Hub durchgeföhr ist, d. h., wenn es notwendig ist. Bei einer Ausführungsform, bei der die Steuerung der Bewegung der Dosierungstauchkolben in einer genauen Regelung ausgeführt wird, kann der vollständige Hub der Dosierungstauchkolben benutzt werden, d. h., selbst wenn der verbleibende Hub, der bis zu der Endposition E verfügbar ist, kleiner ist als die erforderliche Länge des nächsten Teilhubes. Eine solche genaue Steuerung kann die Fehlmenge eines Teilhubes vollständig bis zu der Endposition (E) in einem nächsten Hub ausgleichen. Bei einer Ausführungsform mit einer weniger genauen Steuerung, d. h., einem Steuerungssystem, das auf einem Zeitimpuls zum Aktivieren eines Hydraulik-Schaltventils beruht, kann der letzte Abschnitt des vollständigen Hubes nicht verwendet werden, falls seine Länge geringer ist als die gewünschte Länge für den nächsten Teilhub. In einem solchen Fall wird das Steuergerät die Dosierungstauchkolben anweisen, zu der Startposition S zurückzukehren und den nächsten Teilhub von der Startposition aus einzuleiten.

**[0120]** Der vollständige Hub wird durch den Positionssensor **44** oder einen gesonderten Vollhubsensor **45** erfasst.

**[0121]** Dadurch, dass immer der vollständige (oder ein Großteil des vollständigen) Hub verwendet wird, wird der Verschleiß über die gesamte Lauffläche der Einspritzkammern **30** ausgeglichen, was folglich die Lebensdauer der Pumpen steigert.

**[0122]** Das Schmierfluid/Zylinderöl kann bei einem beliebigen gegebenen Kurbelwinkel eingespritzt werden, d. h., bei einem vorbestimmten Kurbelwinkel, entsprechend einem am Motor angebrachten Winkelsensor, aber vorzugsweise bei einem Kurbelwinkel, der dem entspricht, dass sich der betreffende Kolben **120** vor den Einspritzpunkten/Zerstäuberdüsen **112** befindet, so dass das Zylinder-Schmieröl zwischen den Kolbenringen **121** eingespritzt wird.

**[0123]** Das Einspritzungsvolumen für jede einzelne Einspritzung kann eingestellt werden, und der Einspritzungszeitraum (ms) kann für jede Einspritzung eingestellt werden.

**[0124]** Der Durchmesser der Dosierungszylinder **29** (und gleichfalls der Dosierungstauchkolben **30**) und die Länge des vollständigen Hubes werden vorzugsweise derart gewählt, dass eine vollständig gefüllte Einspritzkammer **20** genügend Schmierfluid/Zylinderöl für mehrere Teileinspritzungshübe zu dem Motorkolben **120** enthält. Die genaue Anzahl von abgedeckten Teileinspritzungshüben hängt von der Motorlast und dem Zylinderzustand ab. Eine neue Zylinderlaufbuchse erfordert während eines begrenzten Einlaufzeitraumes wesentlich mehr Schmieröl, verglichen mit den folgenden normalen Laufbedingungen, und daher wird das Volumen der Einspritzkammer entsprechend einer vollständigen Hublänge durch die Schmierungsanforderungen während des Einlaufens der Zylinder-Laufbuchse bestimmt, so dass selbst während des Einlaufens der Zylinder-Laufbuchse der vollständige Hub mehr als die notwendigen Teilhübe Ps enthalten kann.

**[0125]** Die Dosierungstauchkolben **30** werden nicht zu ihrer äußersten hinteren Position zurückgeführt (d. h., die Einspritzkammern **20** werden nicht gefüllt/nachgefüllt), bis die maximale Hublänge der Tauchkolben **30** zuzüglich der nächsten Dosis erreicht worden ist oder das Maximum überschreitet. Dadurch wird ebenfalls Energie gespart.

**[0126]** Im Allgemeinen arbeitet die Zylinder-Schmiervorrichtung **1** nach den oben beschriebenen Ausführungsformen nach dem folgenden Funktionsprinzip: Die Zylinder-Schmiervorrichtung **1** besteht aus einem doppeltwirkenden Hydraulikkolben oder Kolben **41, 46**, die einen Tauchkolbenverbinder **31** (eine Druckplatte) antreiben, der eine Anzahl von Kolbenpumpen aktiviert, welche die oben erwähnten Dosierungszylinder **29** mit Dosierungstauchkolben **30** umfassen, die Zylinderöl einzelnen Schmierungszerstäubungsdüsen **112** zuführen, die in der Zylinderlaufbuchse **111** angebracht sind. Die doppeltwirkenden linearen Hydraulik-Stellantriebe, der Tauchkolbenverbinder **31** und die Dosierungstauchkolben **30** sind durch Ineinandergreifen mechanisch gekoppelt.

**[0127]** Die einzelnen Kolbenpumpen umfassen einen Dosierungstauchkolben **30** einen Dosierungszylinder **29**, ein Einlassventil oder einen Einlass-Schlitz und ein Rückschlagventil an der Abgabeöffnung der Pumpe.

**[0128]** Die hydraulischen Stellantriebskolben oder Kolben **41, 46** werden durch ein oder mehrere Steuerventile durch Öl unter Druck angetrieben, was es ermöglicht, dass der Stellantriebskolben **41, 46**/der Tauchkolbenverbinder **31**/die Dosierungstauchkolben in beiden Richtungen bewegt werden und an einer beliebigen Position des vollständigen Hubes positioniert oder gehalten werden.

**[0129]** Der Stellantriebsdruck kann fest oder veränderlich sein, entsprechend der Spezifikation des Motorkonstrukteurs und den Motor-Betriebsbedingungen.

**[0130]** Die Position entweder des Stellantriebskolbens **41, 46** oder der Tauchkolben **30** wird durch einen Positionssensor **44** gemessen. Bei der in Fig. 1 bis Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ist der Sensor **44** an einer Verlängerung **42** des Stellantriebskolbens **41** angeordnet.

**[0131]** Die Zylinder-Schmiervorrichtung **1** wird durch ein adaptives zyklisches Regelungssystem gesteuert. Dieses System aktiviert das Steuerventil in der Zeitdomäne (einer Anzahl von Millisekunden (ms)) Eine Aktivierung des Stellantriebskolbens **41, 46** zwingt die Tauchkolben **30**, einen Hub durchzuführen. Der Hub wird gefolgt von einer Messung des tatsächlich durchgeföhrten Hubes, wenn der Stellantriebskolben **41, 46** seine Bewegung gehalten hat.

**[0132]** Auf der Grundlage der gemessenen Hublänge berechnet der Steuerungsmechanismus die nächste Aktivierungszeit-Impulslänge, wobei die Messung der Länge des/der vorhergehenden Teilhubes oder -hübe berücksichtigt wird. Der Steuerungsmechanismus berücksichtigt die Länge des nächsten Teilhubes, um festzustellen, ob es notwendig ist, zu der Startposition zurückzukehren.

**[0133]** Die Schmiervorrichtung **1** verwendet immer den vollständigen Hub des Kolbens **41, 46**/der Dosierungstauchkolben **30**, um die eingespritzte Zylinderölmenge genau zu messen, durch das Summieren der teilweisen und vollständigen Hublängen über die Zeit. Jedoch kann der vollständige Hub in mehrere kleine Abschnitte des vollständigen Hubes geteilt werden, um die Ölmenge je Aktivierung zu verringern. Alle Einspritzungen, sowohl die Haupt- (vollständige Hübe) als auch die Teilaktivierungen, werden entsprechend dem Kurbelwinkel des Motors zeitgesteuert. Das elektronische Steuergerät **50** summiert die Anzahl und die Länge der Teilhübe, um eine genau gemessene Schmierölmenge über die Zeit zu ergeben.

**[0134]** Die Stellantriebskolben **41, 46** werden zu ihrer Startposition zurückgeführt, nachdem der vollständige Hub durchgeföhrt ist.

**[0135]** Der vollständige Hub der Dosierungstauchkolben **30** in den Dosierungszylindern **29** wird durch den Positionssensor **44** oder einen gesonderten Vollhubsensor **45** erfasst.

**[0136]** Dadurch, dass immer so viel wie möglich von dem vollständigen Hub des Pumpenzylinders (der Tauchkolben **30** in den Zylindern **20**) verwendet wird, wird der Verschleiß der Kolbenpumpen über die ge-

samte Lauffläche der Zylinder **20** der Kolbenpumpen ausgeglichen. Dadurch wird die Lebensdauer der Kolbenpumpen gesteigert.

**[0137]** Das Zylinder-Schmieröl kann bei einem beliebigen gewünschten Kurbelwinkel eingespritzt werden, und die Zeitsteuerung der einzelnen Öleinspritzung kann kontinuierlich veränderlich entsprechend der Spezifikation des Motorkonstrukteurs und den Motor-Betriebsbedingungen eingestellt werden.

**[0138]** Die Zylinder-Schmiervorrichtung **1** folgt vorzugsweise dem folgenden Arbeitszyklus:  
Beim Hochfahren führt das System einen Eichungshub durch, um Maximal- und Minimalwerte von dem Positionssensor zu bestimmen, die den mechanischen Endanschlägen der Tauchkolben im Verhältnis zu dem Zylinder, in dem sie in einer Längsrichtung verschiebbar angeordnet sind, entsprechen.

**[0139]** Danach bewegt das Steuergerät **50** den Stellantriebskolben **41, 46** zu seiner Startposition.

**[0140]** Das elektronische Steuergerät **50** bestimmt die gewünschte Dosis/Menge von Zylinder-Schmieröl, die bei dem nächsten Einspritzungsereignis einzuspritzen ist, d. h., bestimmt die Länge des nächsten gewünschten Teilhubes der Dosierungstauchkolben **30**.

**[0141]** Das elektronische Steuergerät **50** ordnet einen Zeitimpuls oder eine Ventilaktivierungszeit an (z. B. durch das Berechnen der zu erwartenden Zeit, die das Steuerventil **40** offen sein muss, um die Dosierungstauchkolben **30** eine gewünschte Länge in den Dosierungszylindern **29** zu bewegen, die gleichwertig mit einem gewünschten Volumen von Zylinder-Schmieröl ist). Danach aktiviert das elektronische Steuergerät **50** das Steuerventil **40** bei dem vorbestimmten Kurbelwinkel, und der Stellantriebskolben **41, 46** bewegt sich einen Teilhub vorwärts hin zu dem vordersten mechanischen Anschlagsschub. Das elektronische Steuergerät **50** gleicht in einem folgenden Teilhub eine Fehlmenge bei der Länge eines Teilhubes aus.

**[0142]** Nachdem die Bewegung des Stellantriebskolbens angehalten ist, misst der Positionssensor **44** die tatsächliche Position des Stellantriebskolbens **41** (oder der Tauchkolben **30**).

**[0143]** Ein neuer Zeitimpuls wird auf der Grundlage der vorhergehenden Messung berechnet, d. h., jegliche Fehlmenge oder jeglicher Überschuss des letzten Teilhubes auf Grund von Veränderungen bei Drücken und Viskosität von einem oder beiden von dem Zylinder-Schmieröl und dem Hydrauliköl wird durch das elektronische Steuergerät **50** in dem folgenden Hub ausgeglichen.

**[0144]** Der neue Impuls aktiviert das Steuerventil **40** bei dem vorbestimmten Kurbelwinkel, und der Stellantriebskolben **41, 46** wird wieder für die Länge eines Teilhubes von seiner gegenwärtigen Position vorwärtsbewegt, gefolgt von einer weiteren Positionsmeßung.

**[0145]** Das elektronische Steuergerät **50** verfolgt die verbleibende verfügbare Hublänge der Tauchkolben **30** in den Dosierungszylindern **29** und ordnet an, dass der Stellantriebskolben **41, 46** zu seiner Startposition zurückkehrt, wenn bei dem nächsten Teilhub die verbleibende Hublänge, die bis zu der Endposition E verfügbar ist, geringer ist als die gewünschte Länge des nächsten Teilhubes.

**[0146]** In dem Fall, dass berechnet wird, dass der letzte Hub, vor dem Berühren des mechanischen Endanschlages, größer ist als der verbleibende mögliche Hub, wird die Einspritzkammer **20** gegen den mechanischen Anschlag entleert, und die zum Vervollständigen der Schmierung notwendige Ölmenge wird bei dem/der nächsten Teilhub/Einspritzung hinzugefügt.

**[0147]** Bei einer anderen Ausführungsform werden in dem Fall, dass berechnet wird, dass der nächste Teilhub größer ist als der verbleibende mögliche Hub, wird die Einspritzkammer **20** gegen den mechanischen Anschlag entleert, die Dosierungstauchkolben werden zu der Startposition zurückgeführt, und die zum Vervollständigen der Schmierung notwendige Ölmenge wird bei dem nächsten Teilhub hinzugefügt.

**[0148]** Die Dosierungstauchkolben **30** werden nicht zu ihrer äußersten hinteren Position zurückgeführt (d. h., die Einspritzkammern **20** werden nicht gefüllt/nachgefüllt), bis die maximale Hublänge der Tauchkolben **30** zuzüglich der nächsten Dosis erreicht worden ist oder das Maximum überschreitet. Dadurch wird ebenfalls Energie gespart.

**[0149]** Die zwei hydraulischen Stellantriebe oder der doppeltwirkende lineare Hydraulik-Stellantrieb werden durch das Steuerventil durch Öl unter Druck angetrieben, was es ermöglicht, dass der lineare Stellantrieb/die Druckplatte/die Dosierungstauchkolben in beiden Richtungen bewegt werden und an einer beliebigen Position des vollständigen Hubes positioniert oder gehalten werden.

**[0150]** Fig. 8 zeigt eine andere Ausführungsform von Zylinder-Schmiervorrichtung und -verfahren nach der Erfindung, die im Wesentlichen identisch mit der oben beschriebenen Ausführungsform ist, mit der Ausnahme, dass das Hydraulikventil ein 4/3-Wege-Proportionalventil **140** ist und das sich die Funktionsweise unterscheidet wie unten erläutert.

**[0151]** Das Schmierfluid/Zylinderöl kann entsprechend dem tatsächlichen Bedarf eingespritzt werden. Mit dem Hydraulik-Proportionalventil **140** kann der Betrieb Folgendes einschließen:

Verlaufsformung der Schmierfluid-/Zylinderöl-Einspritzungen in einem oder mehreren Teilen je Umdrehung des Motors oder intermittierend,

Das Einspritzungsvolumen für jede einzelne Einspritzung kann eingestellt werden, und der Einspritzungszeitraum (ms) kann für jede Einspritzung eingestellt werden.

**[0152]** Bei dieser Ausführungsform wird das Signal des Positionssensors in einem Regelkreis verwendet, und die Stellung des Hydraulik-Proportionalventils **140** wird dementsprechend durch das elektronische Steuergerät eingestellt, so dass die Geschwindigkeit und die Position des linearen Hydraulik-Stellantriebs kontinuierlich und genau mit einem Regelungsverfahren überwacht wird. Folglich können die Geschwindigkeit und die Dosierung des Zylinder-Schmieröls und die Menge der Dosis des Zylinder-Schmieröls genau und unverzüglich geregelt werden.

**[0153]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 9** wird dies ausführlicher erläutert werden. Für jede Hin- und Herbewegung des Kolbens **120** eines Zylinders **110** kann eine Reihe von Einspritzungen durchgeführt werden. Folglich beträgt das gewünschte einzuspritzende Volumen sD:

$$sD = s1 + s2 + \dots + sn.$$

**[0154]** Die Zeit t1, t2, t3, ..., tn einer einzelnen Einspritzung und die Zeiträume der einzelnen Einspritzungen bei einer Umdrehung sind veränderlich.

**[0155]** Folglich ist in **Fig. 7** die Steigung der graphischen Darstellung für das Einspritzungsprofil, das der Geschwindigkeit v in einer Einspritzung entspricht,  $v = ds/dt$ , veränderlich.

**[0156]** Das gewünschte Volumen  $sD = s1 + s2 + \dots + sn$ , z. B.  $s1 + s2$  (es werden zwei Einspritzungen während eines Durchgangs des Kolbens durchgeführt). Folglich ermöglicht die Ausführungsform mit dem Hydraulik-Proportionalventil, dass ein einziges Schmierungereignis in mehrere Teilereignisse geteilt wird, d. h., während eines Durchgangs des Kolbens können zwei oder mehr Schmieröl-Einspritzungen durchgeführt werden.

**[0157]** Nach einer anderen Ausführungsform (nicht gezeigt) ist der Stellantrieb, der den gemeinsamen Antrieb antreibt, ein doppeltwirkender linearer Stellantrieb, der durch einen elektrischen Antriebsmotor getrieben wird. Diese Ausführungsform kann einen linearen doppeltwirkenden elektrischen Antriebsmotor oder einen umkehrbaren sich drehenden elektrischen Antriebsmotor, der an einen Mechanismus gekoppelt

ist, der die Drehung des umkehrbaren sich drehenden elektrischen Antriebsmotors in eine lineare Bewegung umwandelt, verwenden.

**[0158]** Für alle Ausführungsformen oben gilt, dass ein Stellantrieb für den Rückführungshub verwendet wird, um so dazu in der Lage zu sein, die Dosierungstauchkolben verhältnismäßig schnell, d. h., schneller, als wenn elastische Mittel, wie beispielsweise eine Schraubenfeder, verwendet werden, zu ihrer Startposition S zurückzuführen.

**[0159]** Nach einer anderen Ausführungsform (nicht gezeigt) wird ein Verfahren zum Betreiben einer Zylinder-Schmierzvorrichtung für einen großen, langsam laufenden Zweitakt-Mehrzylinder-Dieselmotor offenbart, wobei die Dosierungstauchkolben nach jedem Hub mit veränderlicher Länge zu ihrer Startposition zurückkehren und ihre Pumpenkammer nachfüllen. Bei dieser Ausführungsform ist die Zylinder-Schmierzvorrichtung im Wesentlichen identisch mit der oben gezeigten Zylinder-Schmierzvorrichtung, mit der Ausnahme, dass die Länge des Hubes des Dosierungstauchkolbens und der Durchmesser des Dosierungstauchkolbens groß genug für mehrere Teilhübe sind, d. h., die maximale Verdrängung der Dosierungspumpe ist grob gleich der maximalen Einzeldosis, die für den betreffenden Motor erforderlich ist. Die Zylinder-Schmierzvorrichtung wird Folgendes aufweisen: mehrere Kolbenpumpen, wobei jede Kolbenpumpe einen Dosierungstauchkolben hat, der in dem Dosierungszylinder gleitend bewegt werden kann, einen gemeinsamen Antrieb, der einen linearen Stellantrieb einschließt, um alle Dosierungstauchkolben simultan anzutreiben, und einen Positionssensor **44**, der dafür angeordnet ist, die Position des gemeinsamen Antriebs oder der Dosierungstauchkolben **30** zu erfassen. Das Verfahren umfasst Folgendes: das Bestimmen einer gewünschten Länge des Einspritzhubes, das Anweisen des linearen Stellantriebs, die Dosierungstauchkolben (**30**) simultan über die gewünschte Länge des Einspritzhubes zu bewegen, danach das simultane Zurückbewegen der Dosierungstauchkolben in einem Nachfüllhub, das Feststellen der tatsächlichen Länge des durchgeführten Einspritzhubes mit den Informationen von dem Positionssensor und das Ausgleichen jeglicher Abweichung von dem gewünschten Wert für den vorhergehenden Einspritzhub, wenn die gewünschte Länge für den nächsten Einspritzhub bestimmt wird.

**[0160]** Obwohl die Ausführungsformen oben den ersten linearen Hydraulik-Stellantrieb als eine einzelne Zylinder-Kolben-Einheit illustrieren, versteht es sich, dass der erste Hydraulik-Stellantrieb stattdessen mehrere zusammenwirkende Zylinder-Kolben-Einheiten umfassen kann. Das Gleiche gilt für den zweiten linearen Hydraulik-Stellantrieb, er kann mehrere Zylinder-Kolben-Einheiten umfassen.

**[0161]** Für alle Ausführungsformen oben sollte die Kapazität der zusammengebauten Schmierapparate 1 dem Bedarf des Motors 100 entsprechen oder ihn übertreffen.

**[0162]** Demzufolge stellt die Erfindung eine große Vielfalt von möglichen Konstruktionen und eine Anpassung eines Schmiersystems bereit.

**[0163]** Die Lehre dieser Erfindung hat zahlreiche Vorteile. Unterschiedliche Ausführungsformen oder Umsetzungen können einen oder mehrere der folgenden Vorteile erbringen. Es sollte bemerkt werden, dass dies keine erschöpfende Liste ist und es andere Vorteile geben kann, die hierin nicht beschrieben werden. Ein Vorteil der Lehre dieser Anmeldung ist, dass sie eine große Flexibilität beim Entwerfen und Betreiben eines Motors mit einer Motor-Schmiervorrichtung gewährleistet.

**[0164]** Obwohl die Lehre dieser Anmeldung zum Zweck der Erläuterung ausführlich beschrieben worden ist, versteht es sich, dass solche Ausführlichkeit nur diesem Zweck dient und durch die Fachleute Veränderungen daran vorgenommen werden können, ohne von Rahmen der Lehre dieser Anmeldung abzuweichen.

**[0165]** Der Begriff "umfassend", wie er in den Ansprüchen verwendet wird, schließt andere Elemente oder Schritte nicht aus. Der Begriff "ein" oder "eine", wie er in den Ansprüchen verwendet wird, schließt eine Vielzahl nicht aus. Der einzelne Prozessor oder eine andere Einheit kann die Funktionen von mehreren in den Ansprüchen angegebenen Mitteln erfüllen.

### Patentansprüche

1. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) für einen großen, langsam laufenden Zweitakt-Mehrzylinder-Dieselmotor, der in einem jeden Zylinder (110) einen hin- und hergehenden Kolben (120) mit Kolbenringen (121), die auf der Innenfläche von Zylinderlaufbuchsen (111) gleiten, hat, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung (1) dafür konfiguriert ist, die Innenfläche der Zylinderlaufbuchsen mit einer genau dosierten Menge an Zylinder-Schmierfluid im Verhältnis zu den Hin- und Herbewegungen des Kolbens (120) zu versehen, über mehrere Einspritzpunkte (112), die um den Umfang eines Zylinders (110) verteilt sind, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung (1) Folgendes umfasst:  
– mehrere Kolbenpumpen, wobei jede Kolbenpumpe einen Dosierungstauchkolben (30), der in einem Dosierungszylinder (20) gleitend zwischen einer Startposition (S) und einer Endposition (E) bewegt werden kann, hat,  
– einen gemeinsamen Antrieb (31), der einen linearen Stellantrieb (41, 46) einschließt, um alle Dosierungstauchkolben (30) simultan anzutreiben,

– wobei die Dosierungstauchkolben (30) einen vorbestimmten vollständigen Hub zwischen der Startposition (S) und der Endposition (E) haben,

– dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Dosierungszylinder und die Länge des vollständigen Hubes derart sind, dass die genau dosierte Menge durch das Bewegen der Dosierungstauchkolben (30) über einen Teil des vorbestimmten vollständigen Hubes zugeführt wird, so dass die Dosierungstauchkolben (30) in Teilhüben mehrere Male in der Richtung von der Startposition hin zu der Endposition bewegt werden können, bevor die Dosierungstauchkolben (30) zu der Startposition zurückgeführt werden müssen.

2. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei der gemeinsame Antrieb (31) einen doppeltwirkenden hydraulischen oder elektrischen Stellantrieb umfasst, der einen ersten hydraulischen oder elektrischen Stellantrieb zum Bewirken einer Bewegung der Dosierungstauchkolben in der Richtung von der Startposition (S) hin zu der Endposition (E) umfasst und einen zweiten hydraulischen oder elektrischen Stellantrieb zum Bewirken einer Bewegung der Dosierungstauchkolben in der Richtung von der Endposition hin zu der Startposition einschließt.

3. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der gemeinsame Antrieb Folgendes umfasst:

– einen Tauchkolbenverbindler (31), der mit den Dosierungstauchkolben (30) verbunden und dafür angeordnet ist, die Dosierungstauchkolben (30) in den Dosierungszylindern (20) simultan zu bewegen,  
– einen doppeltwirkenden linearen Stellantrieb (41, 51, 36, 46), der Folgendes umfasst:  
• einen ersten hydraulischen linearen Stellantrieb (41, 51) zum Bewirken einer Bewegung der Dosierungstauchkolben (30) in der Richtung von der Startposition hin zu der Endposition und  
• einen zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb (36, 46) zum Bewirken einer Bewegung der Dosierungstauchkolben in der Richtung von der Endposition hin zu der Startposition umfasst.

4. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die ferner ein elektronisches Steuergerät (50) umfasst, das dafür konfiguriert ist, den ersten Stellantrieb (41, 51) zu aktivieren, um die Dosierungstauchkolben (30) jedes Mal, wenn eine genaue Dosis von Zylinder-Schmieröl dem Zylinder (110) zugeführt werden soll, über einen Teilhub mit veränderlicher Länge zu bewegen, und wobei das elektronische Steuergerät dafür konfiguriert ist, den zweiten Stellantrieb (36, 46) zu aktivieren, um die Dosierungstauchkolben (30) zu ihren Starpositionen (S) zurückzuführen, wenn die Dosierungstauchkolben (31) ihre Endpositionen (E) erreicht haben.

5. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 4, die ferner einen Positionssensor (44) umfasst, der dafür angeordnet ist, die Position der Dosierungstauchkolben (30) in den Dosierungszylindern (20) zu erfassen, und mit dem elektronischen Steuergerät (50) kommuniziert.

6. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 5, wobei das elektronische Steuergerät (50) eine gegenwärtig erforderliche Dosis von Zylinder-Schmieröl bestimmt oder Informationen über die gegenwärtig erforderliche Dosis von Zylinder-Schmieröl empfängt, und wobei das elektronische Steuergerät (50) dafür konfiguriert ist, durch das dementsprechende Aktivieren des ersten Stellantriebs die Dosierungstauchkolben (30) in einem Teilhub über eine Strecke zu bewegen, die der bestimmten oder empfangenen erforderlichen Dosis von Schmieröl entspricht.

7. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 6, wobei das elektronische Steuergerät (50) dafür konfiguriert ist, die Länge des Teilhubs der Dosierungstauchkolben (30) auf der Grundlage von Motor-Betriebsbedingungen zu steuern.

8. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 7, wobei das elektronische Steuergerät (50) auf der Grundlage einer gemessenen Bewegung der Dosierungstauchkolben (30) bestimmt, wie weit sich die Dosierungstauchkolben (30) bei dem letzten Teilhub bewegten, und wobei das elektronische Steuergerät (50) jegliche Abweichung von dem gewünschten Wert für den letzten Teilhub ausgleicht, wenn es die gewünschte Länge des folgenden Hubs der Dosierungstauchkolben (31) bestimmt.

9. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 8, die ferner ein Hydraulikventil (40, 140), das mit dem ersten hydraulischen linearen Stellantrieb (41, 51) verbunden ist und mit dem zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb (36, 46) verbunden ist, umfasst, und wobei das Hydraulikventil (40) dafür konfiguriert ist, selektiv den ersten hydraulischen linearen Stellantrieb (41, 51) mit einer Quelle von Hydraulikdruck zu verbinden, und dafür konfiguriert ist, selektiv den zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb (36, 46) mit der Quelle von Hydraulikdruck zu verbinden.

10. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 9, wobei das Hydraulikventil (40) ein Schaltventil ist und wobei das elektronische Steuergerät (50) dafür konfiguriert ist, den Teilhub der Dosierungstauchkolben (30) zu steuern durch das Steuern der Länge des Zeitraums, während dessen das Schaltventil (40) den ersten hydraulischen linearen Stellantrieb (41, 51) mit der Quelle von Hydraulikdruck verbindet.

11. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 10, wobei das elektronische Steuergerät (50) dafür konfiguriert ist, das Schaltventil (40) anzusehen, den zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb (36, 46) mit der Quelle von Hydraulikdruck (P) zu verbinden, wenn die Dosierungstauchkolben (30) ihre Endposition (E) erreicht haben, so dass die Dosierungstauchkolben (30) durch die Wirkung des zweiten hydraulischen linearen Stellantriebs (36, 46) zu ihren Startpositionen (S) zurückgeführt werden.

12. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach Anspruch 10 oder 11, wobei das Schaltventil dafür konfiguriert ist, den zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb mit einem Tank (T) zu verbinden, während der erste hydraulische lineare Stellantrieb (41, 51) mit der Quelle von Hydraulikdruck verbunden ist und umgekehrt.

13. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei das Hydraulikventil ein Proportionalventil (140) ist und wobei das elektronische Steuergerät (50) dafür konfiguriert ist, eine Profilform der Geschwindigkeit der Bewegung der Dosierungstauchkolben (30) bei einem Teilhub einzustellen.

14. Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das elektronische Steuergerät (50) und die Zylinder-Schmiervorrichtung (1) dafür konfiguriert sind, die Länge des Teilhubs und/oder die Geschwindigkeit der Dosierungstauchkolben (30) auf der Grundlage von spezifischen Zylinder-Betriebsbedingungen zu steuern.

15. Großer langsam laufender Zweitakt-Dieselmotor (100) mit Kreuzköpfen, der Folgendes umfasst:  
mehrere Zylinder (110),  
– einen Kolben (120), der hin- und hergehend in jedem Zylinder bewegt werden kann,  
– wobei jeder der Kolben (120) wenigstens zwei Kolbenringe (121) umfasst, und  
– eine Zylinder-Schmiervorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

16. Großer langsam laufender Zweitakt-Dieselmotor (100) mit Kreuzköpfen nach Anspruch 15, wobei ein elektronisches Steuergerät (50) sowohl ein Motorsteuerungssystem (ECS) als auch ein Steuerungssystem für die Zylinder-Schmiervorrichtung (1) ist.

17. Verfahren zum Betreiben einer Zylinder-Schmiervorrichtung (1) für einen großen, langsam laufenden Zweitakt-Mehrzylinder-Dieselmotor (100), der in einem jeden Zylinder (110) einen hin- und hergehenden Kolben (120) mit Kolbenringen (121), die auf der Innenfläche von Zylinderlaufbuchsen (111) gleiten, hat, wobei die Zylinder-Schmiervorrichtung (1) die Innenfläche der Zylinderlaufbuchsen mit einer genau dosierten Menge an Zylinder-Schmierfluid je

Hin- und Herbewegung oder je Anzahl von Hin- und Herbewegungen des Kolbens (120) versieht, über mehrere Einspritzpunkte, die auf gleichem Niveau um den Umfang eines Zylinders verteilt sind, wobei die Zylinder-Schmierzvorrichtung (1) Folgendes aufweist: mehrere Kolbenpumpen, wobei jede Kolbenpumpe einen Dosierungstauchkolben (30), der in einem Dosierungszylinder (20) gleitend zwischen einer Startposition (S) und einer Endposition (E) bewegt werden kann, hat, wobei die Bewegung der Dosierungstauchkolben (30) zwischen der Startposition (S) und der Endposition (E) einen vollständigen Hub bildet, und einen gemeinsamen Antrieb (31), der einen linearen Stellantrieb (36, 41, 46, 51) einschließt, um alle Dosierungstauchkolben (30) simultan in beiden Richtungen zwischen der Startposition (S) und der Endposition (E) anzutreiben, wobei das Verfahren das simultane Bewegen der Dosierungstauchkolben (30) mit Hilfe des linearen Stellantriebs (36, 41, 46, 51) in mehreren Teilhüben von der Startposition (S) zu der Endposition (E), um mehrere Zylinderöl-Einspritzungsereignisse zu erzeugen, und wenn die Dosierungstauchkolben ihre Endposition (E) erreicht haben, das simultane Bewegen der Dosierungstauchkolben (30) mit Hilfe des linearen Stellantriebs (36, 41, 46, 51) in einem vollständigen Hub von der Endposition (E) zurück zu der Startposition (S), umfasst.

18. Verfahren nach Anspruch 17, das ferner das Bestimmen oder Erlangen einer gegenwärtig erforderlichen Dosis von Schmieröl und das Anweisen des linearen Stellantriebs, die Dosierungstauchkolben (30) in einem Teilhub über eine Strecke zu bewegen, die der bestimmten oder empfangenen erforderlichen Dosis von Schmieröl entspricht, umfasst.

19. Verfahren nach Anspruch 18, das ferner das Messen der Bewegung der Dosierungstauchkolben (30) bei dem letzten Teilhub und das Ausgleichen jeglicher Abweichung von dem gewünschten Wert für den letzten Teilhub, wenn der lineare Stellantrieb (36, 41, 46, 51) angewiesen wird, den nächsten Teilhub zu bewegen, umfasst.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, das ferner das Einstellen der Länge eines Teilhubs der Dosierungstauchkolben (30) als Reaktion auf Motor-Betriebsbedingungen umfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 20, das ferner das Einstellen der Länge eines Teilhubs der Dosierungstauchkolben (30) für jedes Einspritzungseignis umfasst.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21, wobei die Zylinder-Schmierzvorrichtung (1) ein Hydraulikventil (40) umfasst, das mit dem ersten hydraulischen linearen Stellantrieb (41, 51) verbunden ist und mit dem zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb (36, 46) verbunden ist, und das Verfahren um-

fasst, selektiv den ersten hydraulischen linearen Stellantrieb (41, 51) mit einer Quelle von Hydraulikdruck zu verbinden, und dafür konfiguriert ist, selektiv den zweiten hydraulischen linearen Stellantrieb (36, 46) mit der Quelle von Hydraulikdruck zu verbinden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, das ferner das Unterdrucksetzen des ersten hydraulischen linearen Stellantriebs (41, 51), um die Dosierungstauchkolben (30) über einen Teil ihrer gesamten Hublänge zu bewegen, und das Unterdrucksetzen des zweiten hydraulischen linearen Stellantriebs (41, 51), um die Tauchkolben (30) nur dann zurückzuführen, wenn die Dosierungstauchkolben (30) ihre Endposition (E) erreicht haben, umfasst.

24. Verfahren nach Anspruch 22, wobei das Hydraulikventil (40) ein Schaltventil ist und das Verfahren umfasst, den Teilhub der Dosierungstauchkolben (30) zu steuern durch das Steuern der Länge des Zeitraums, während dessen das Schaltventil (40) den ersten hydraulischen linearen Stellantrieb (41, 51) mit der Quelle von Hydraulikdruck verbindet.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei das Verfahren das Steuern des Hydraulik-Schaltventils (40) derart, dass sich die Tauchkolben (30) mit Hüben mit einer kontinuierlich veränderlichen Länge bewegen, die für jedes Einspritzungseignis an die Motor-Betriebsbedingungen angepasst sind, und das Bereitstellen eines Zeitimpulses für das Schaltventil (40), um das Schaltventil (40) in einer vorbestimmten Zeit zu öffnen, die einer vorbestimmten Dosis von Zylinder-Schmierfluid entspricht, umfasst.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

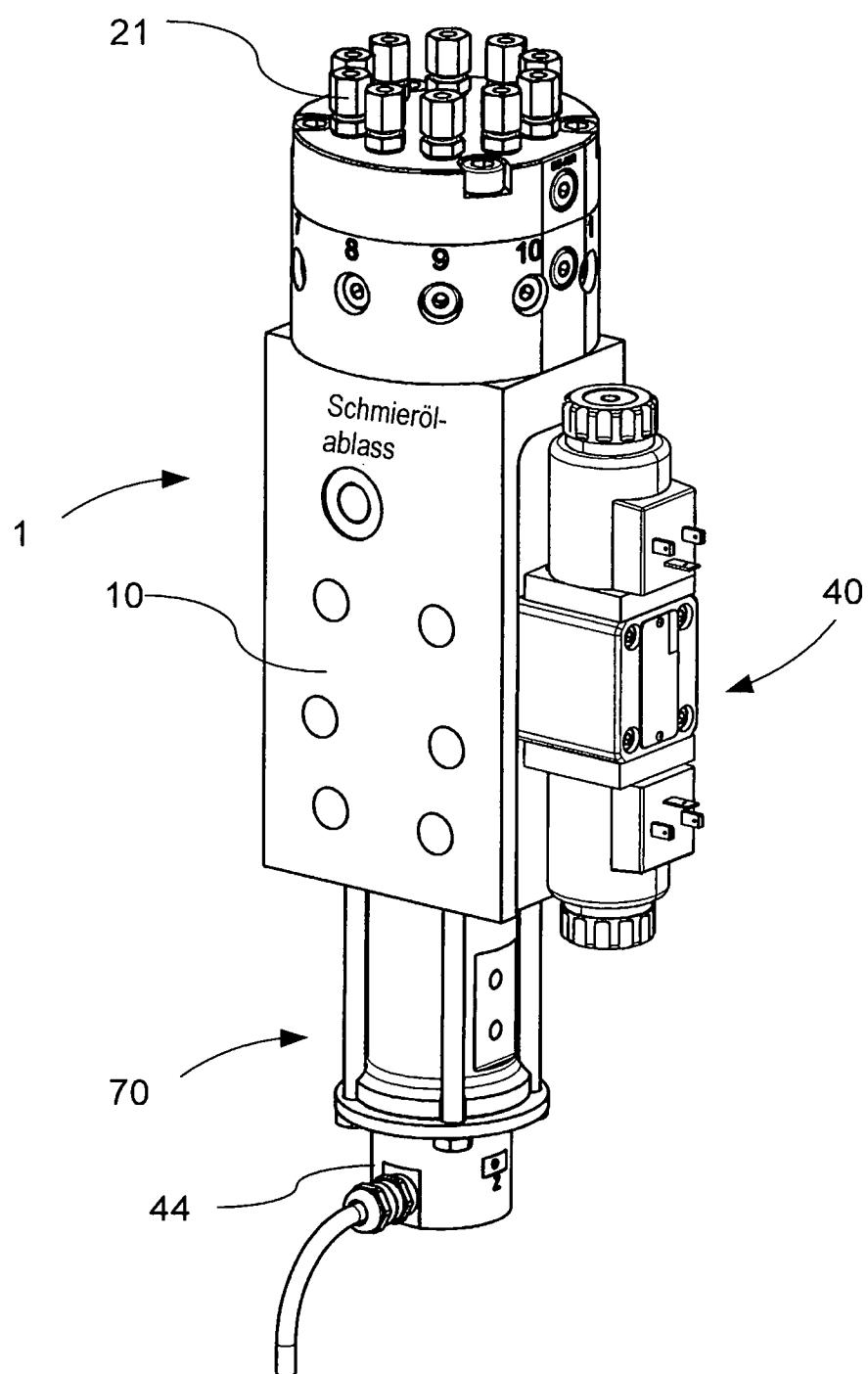


Fig. 1

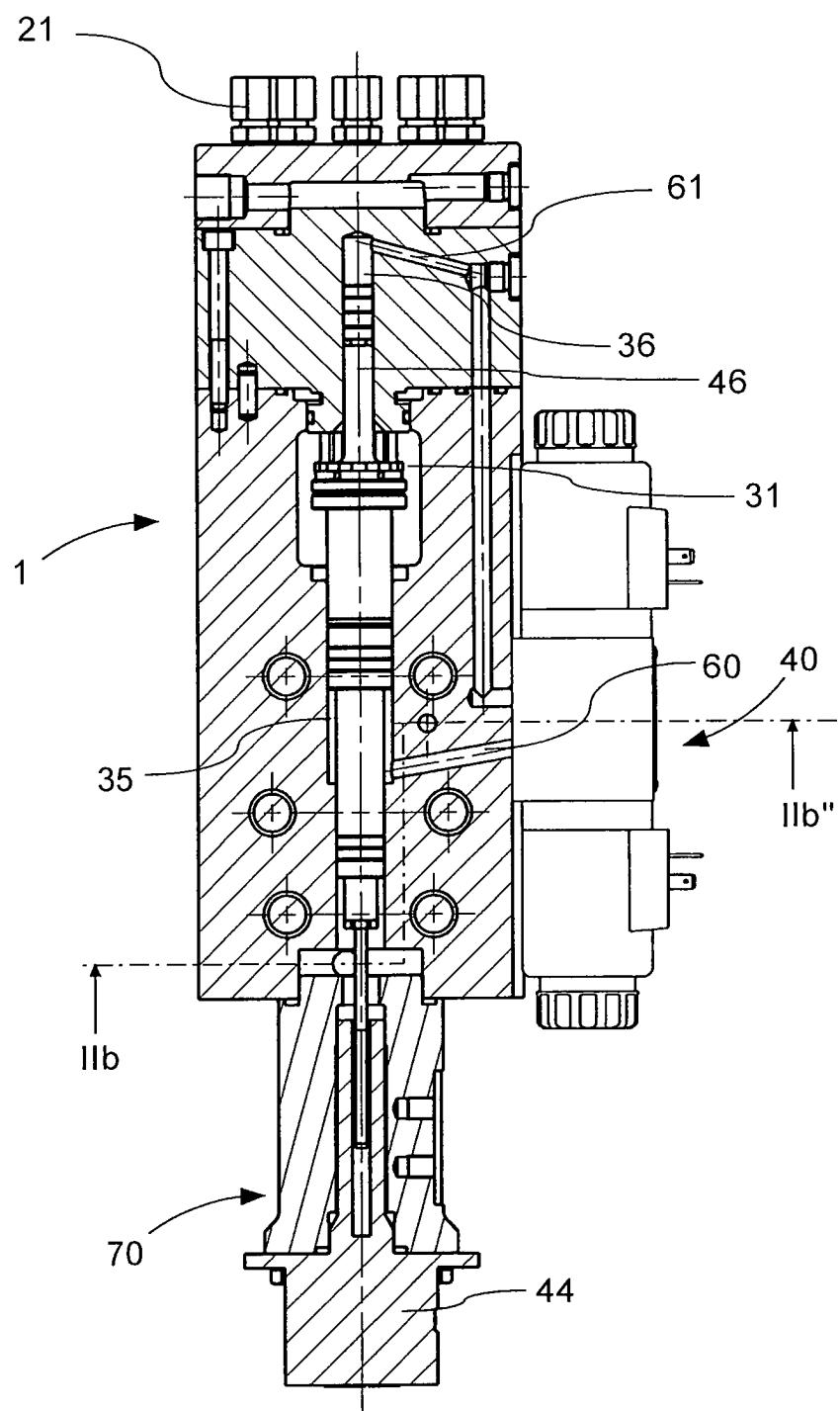
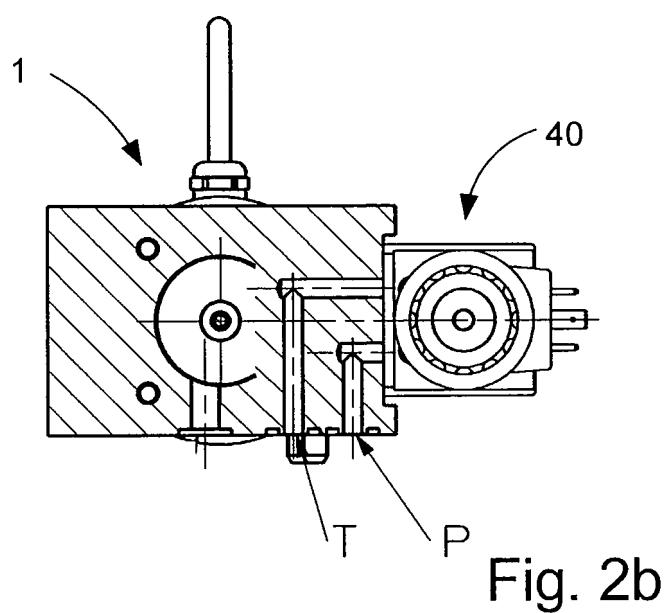


Fig. 2a



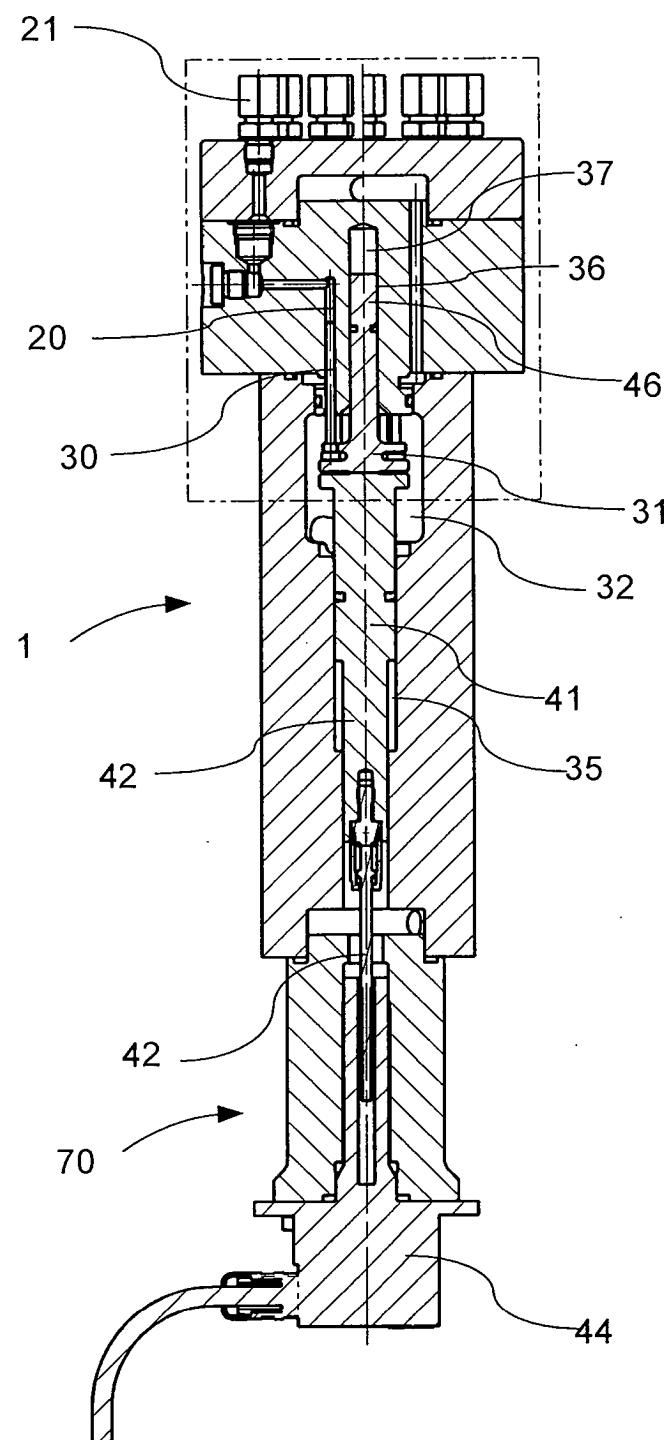


Fig. 3

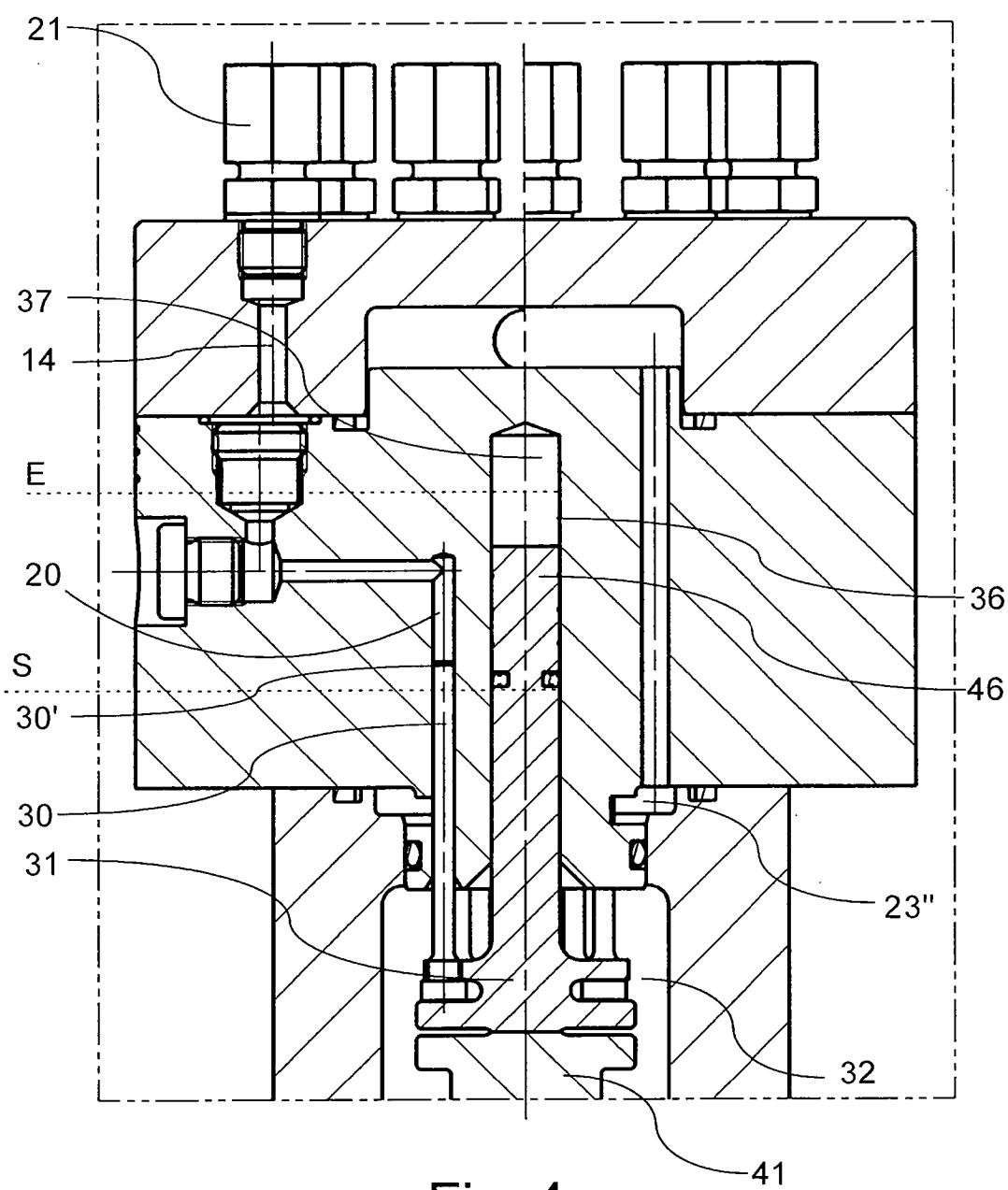
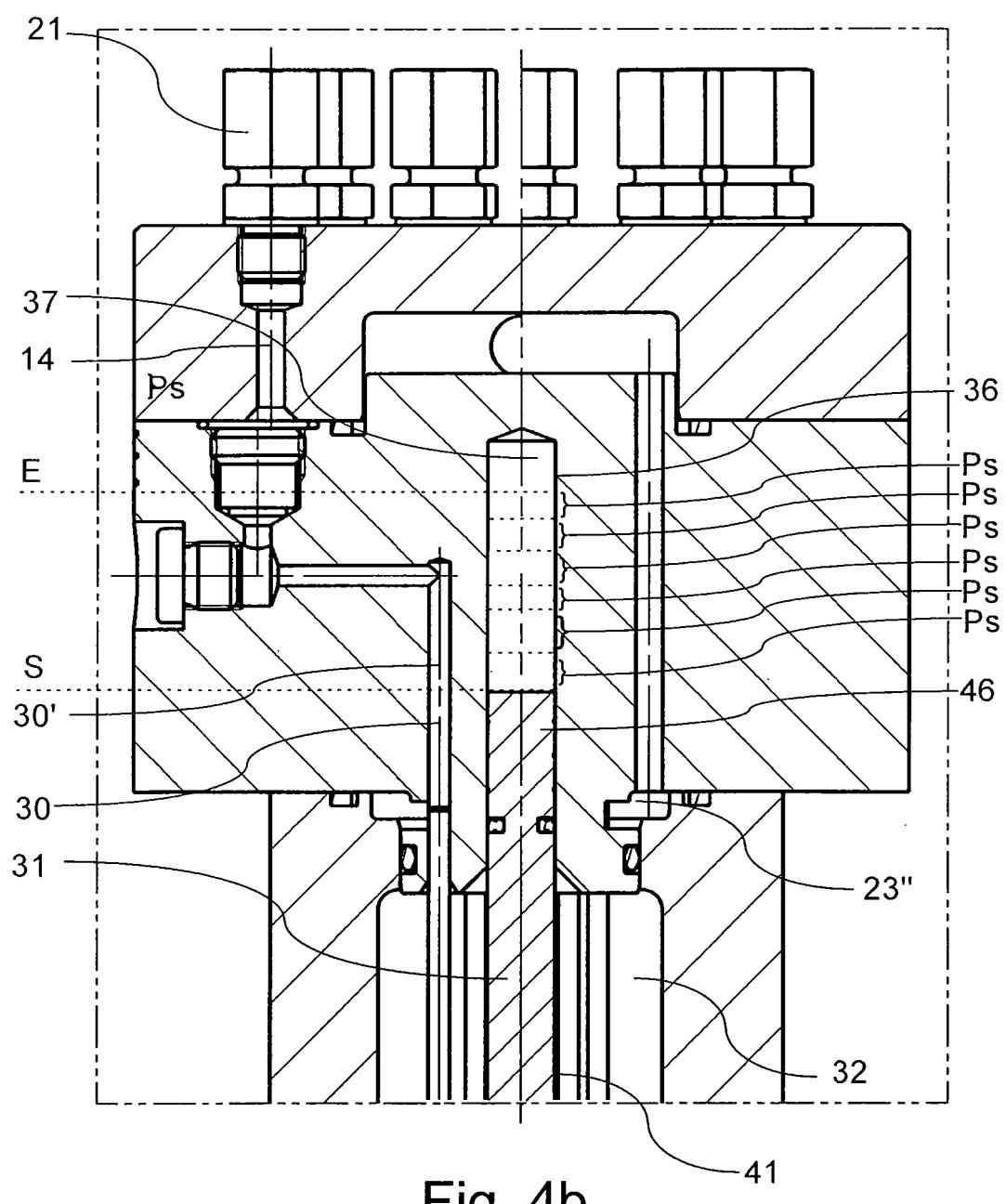


Fig. 4a



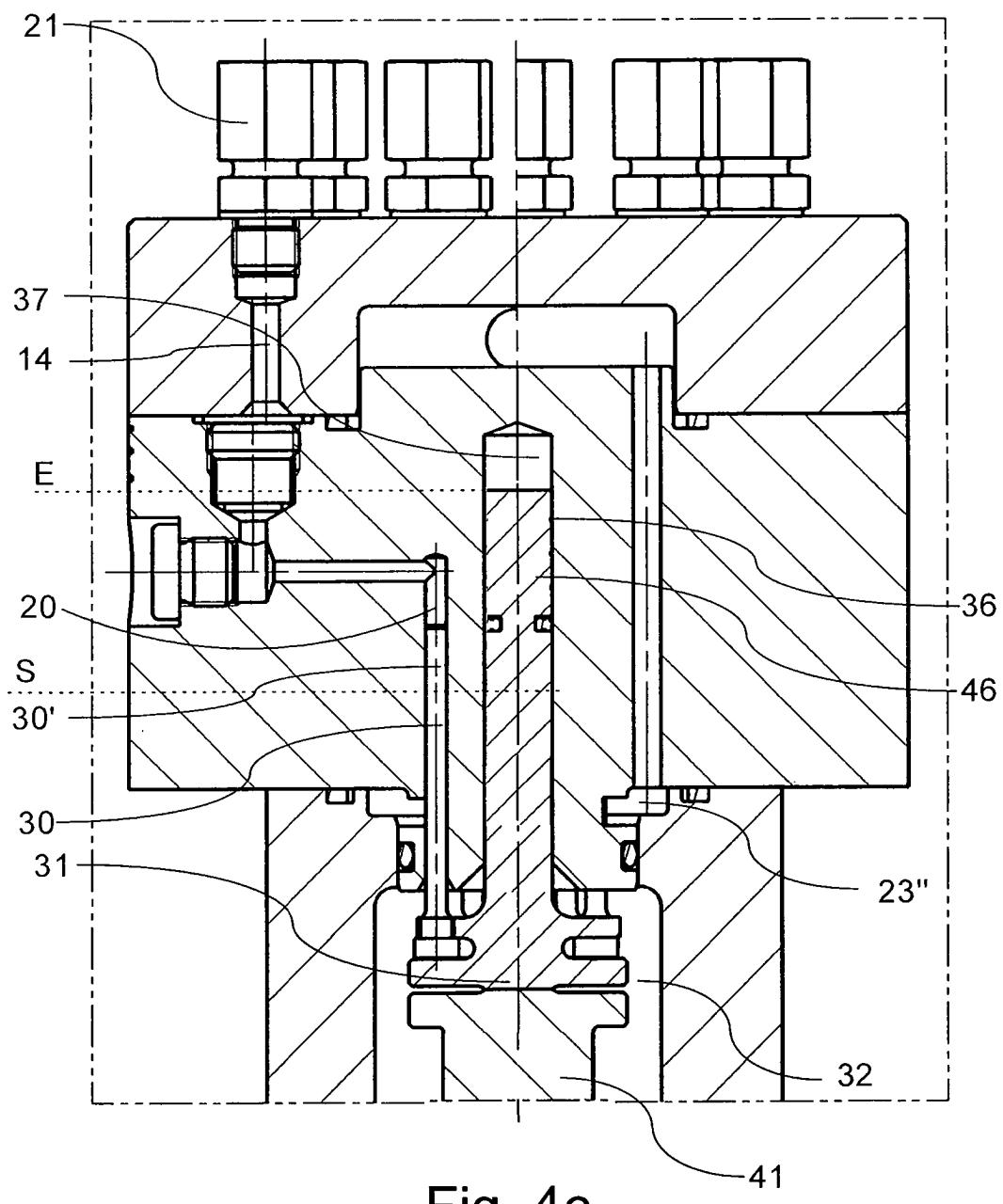


Fig. 4c

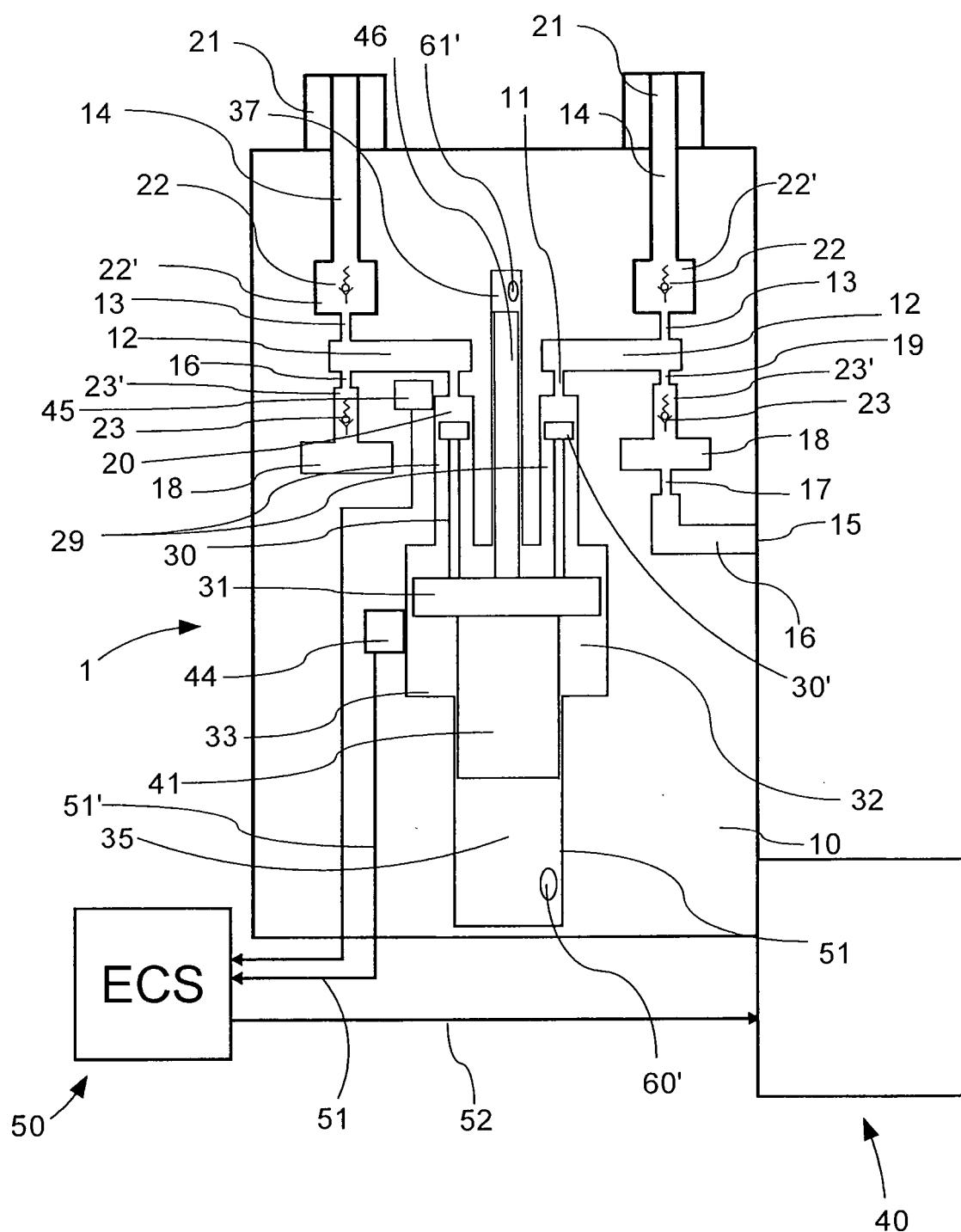


Fig. 5

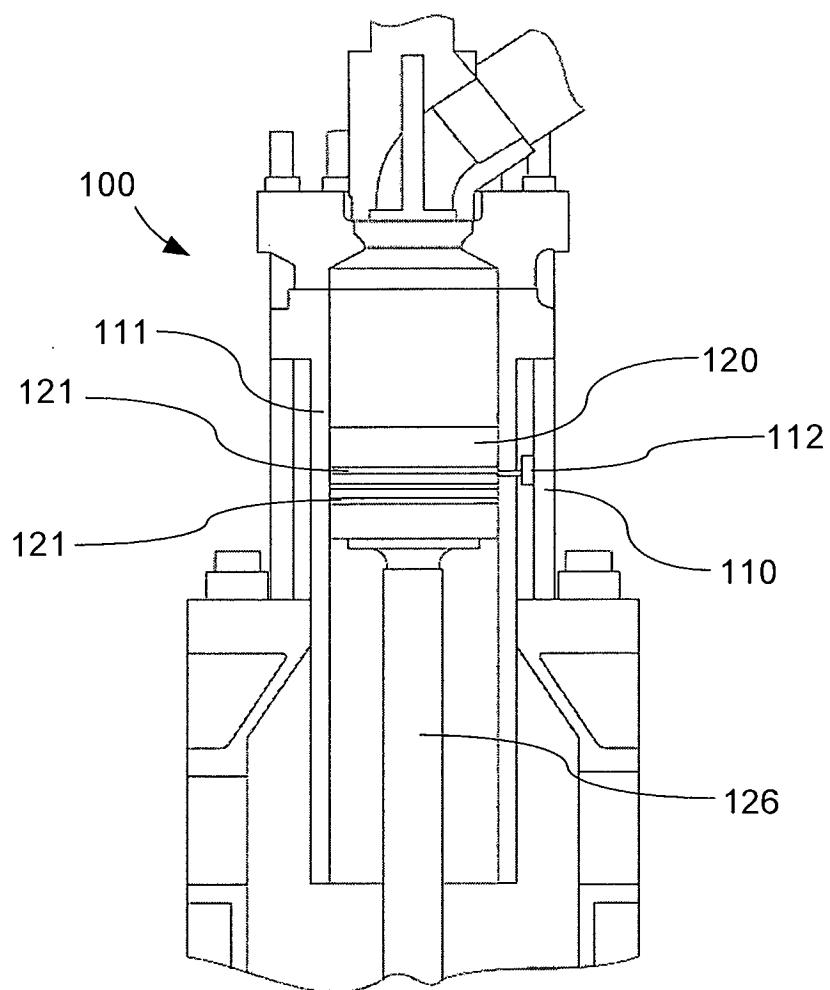


Fig. 6

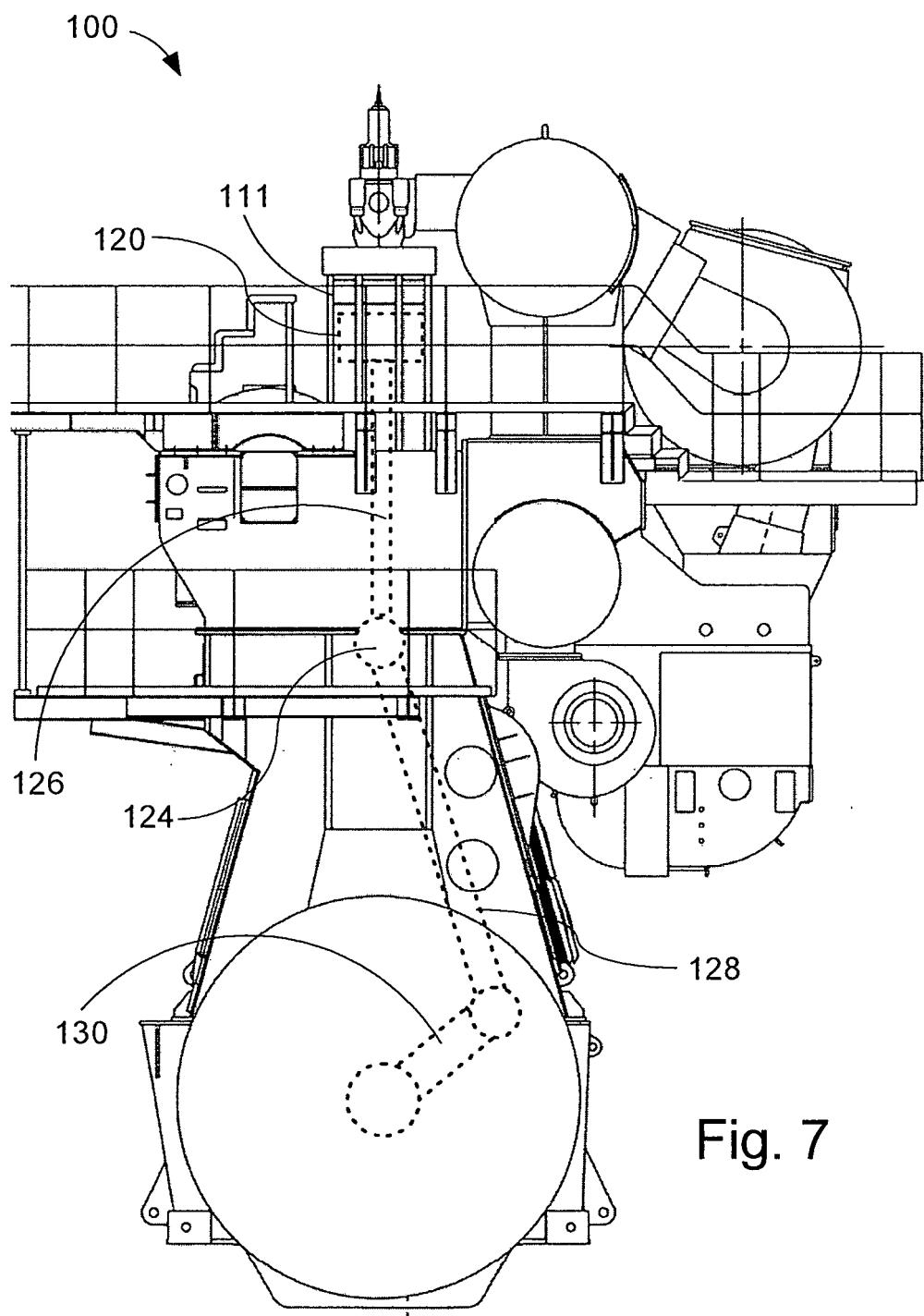


Fig. 7

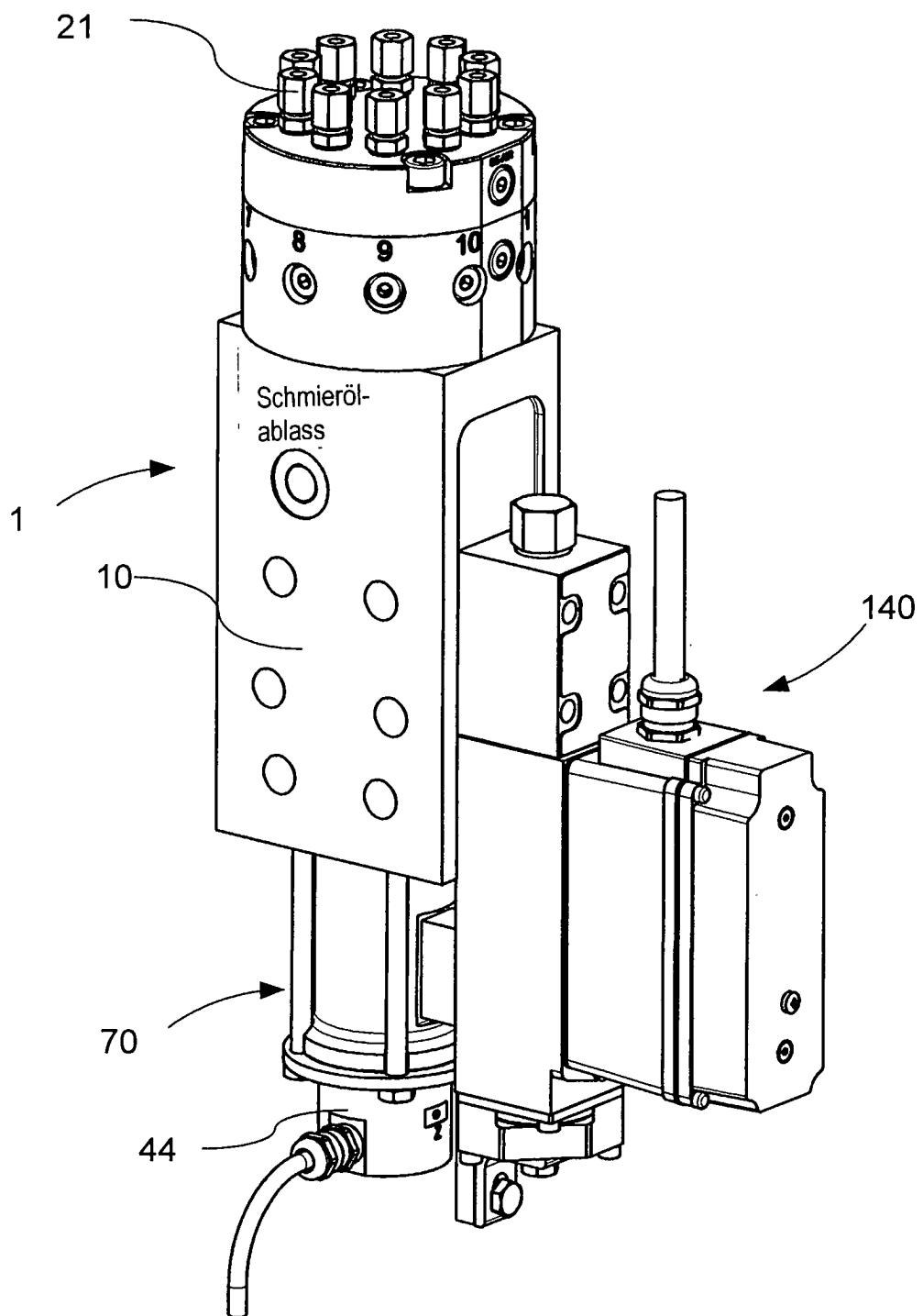


Fig. 8

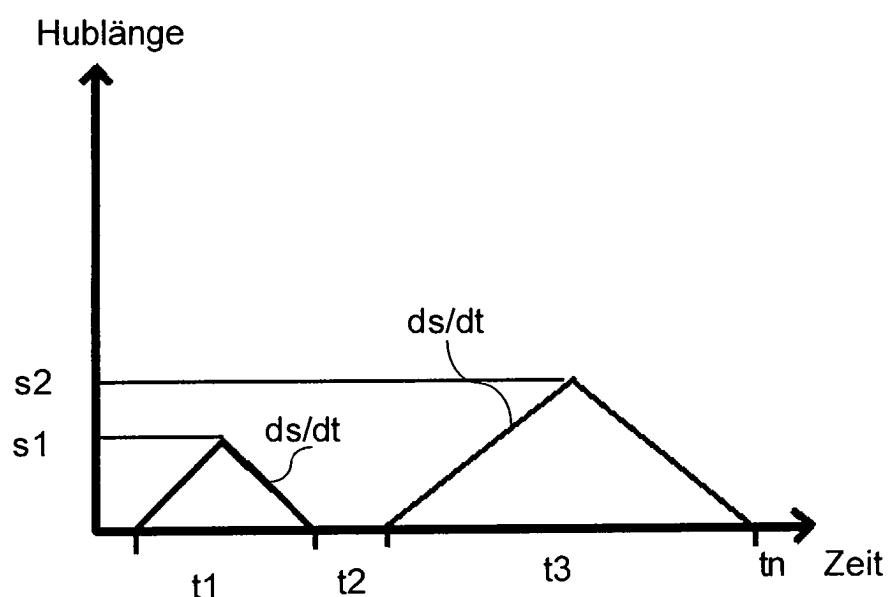


Fig. 9