

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 50497/2016	(51)	Int. Cl.:	F02B 75/04	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	31.05.2016			F16C 7/06	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.03.2018			F02D 15/02	(2006.01)
					F16H 25/08	(2006.01)
					F16H 25/24	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 2944789 A1
US 1784192 A
WO 2006115898 A1
US 5406911 A
GB 441666 A

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Melde-Tuczai Helmut Dipl.Ing.
8042 Graz (AT)
Lösch Siegfried
8713 St. Stefan ob Leoben (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.
1080 Wien (AT)

(54) **HUBKOLBENMASCHINE, INSBESONDERE BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine mit einer Kurbelwelle (19) mit zumindest einer längenverstellbaren Pleuelstange (1) mit zumindest einem ersten Stangenteil (2) und einem zweiten Stangenteil (4), welche beiden Stangenteile (2, 4) relativ zueinander in Richtung der Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) verschiebbar und über ein Schraubgetriebe (6) miteinander verbunden sind, wobei das Schraubgetriebe (6) zumindest eine Schraubgetriebeeinheit (6a, 6b) mit einem ersten Getriebeteil (7a, 7b) und einem mit dem ersten Getriebeteil (7a, 7b) im Gewindeeingriff stehenden achsgleichen zweiten Getriebeteil (8a, 8b) aufweist, wobei erster (7a, 7b) und zweiter Getriebeteil (8a, 8b) koaxial bezüglich einer gemeinsamen parallel zur Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) angeordneten Schraubachse (11a, 11b) ausgebildet sind, wobei das Schraubgetriebe (6) nicht selbsthemmend ausgebildet ist, und wobei ein erster Getriebeteil (7a, 7b) mit zumindest einer mittels zumindest einer Schalteinrichtung (30) schaltbaren Dreh Sperreinrichtung (20) verbindbar ist, welche in zumindest einer ersten Stellung (A; B) ein Verdrehen des ersten Getriebeteils (7a, 7b) in zumindest einer Drehrichtung verhindert und in zumindest einer zweiten Stellung (B; A) ermöglicht. Um auf möglichst einfache Weise eine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass die Dreh Sperreinrichtung (20) durch zumindest ein Keilelement (21) gebildet ist, welches vorzugsweise in einer Normalebene (ϵ) auf die Schraubachse (11a, 11b) verschiebbar im ersten Stangenteil (4) gelagert ist.

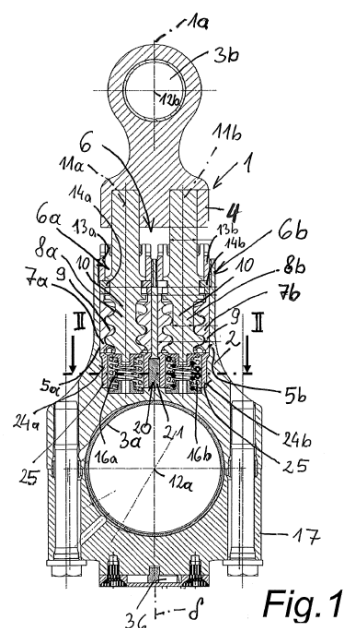


Fig. 1

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine mit einer Kurbelwelle (19) mit zumindest einer längenverstellbaren Pleuelstange (1) mit zumindest einem ersten Stangenteil (2) und einem zweiten Stangenteil (4), welche beiden Stangenteile (2, 4) relativ zueinander in Richtung der Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) verschiebbar und über ein Schraubgetriebe (6) miteinander verbunden sind, wobei das Schraubgetriebe (6) zumindest eine Schraubgetriebeeinheit (6a, 6b) mit einem ersten Getriebeteil (7a, 7b) und einem mit dem ersten Getriebeteil (7a, 7b) im Gewindeeingriff stehenden achsgleichen zweiten Getriebeteil (8a, 8b) aufweist, wobei erster (7a, 7b) und zweiter Getriebeteil (8a, 8b) koaxial bezüglich einer gemeinsamen parallel zur Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) angeordneten Schraubachse (11a, 11b) ausgebildet sind, wobei das Schraubgetriebe (6) nicht selbsthemmend ausgebildet ist, und wobei ein erster Getriebeteil (7a, 7b) mit zumindest einer mittels zumindest einer Schalteinrichtung (30) schaltbaren Dreh Sperreinrichtung (20) verbindbar ist, welche in zumindest einer ersten Stellung (A; B) ein Verdrehen des ersten Getriebeteils (7a, 7b) in zumindest einer Drehrichtung verhindert und in zumindest einer zweiten Stellung (B; A) ermöglicht.

Um auf möglichst einfache Weise eine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass die Dreh Sperreinrichtung (20) durch zumindest ein Keilelement (21) gebildet ist, welches vorzugsweise in einer Normalebene (ϵ) auf die Schraubachse (11a, 11b) verschiebbar im ersten Stangenteil (4) gelagert ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine, insbesondere Brennkraftmaschine, mit einer Kurbelwelle mit zumindest einer längenverstellbaren Pleuelstange mit zumindest einem ersten Stangenteil und einem zweiten Stangenteil, welche beiden Stangenteile relativ zueinander in Richtung der Längsachse der Pleuelstange verschiebbar und über ein Schraubgetriebe miteinander verbunden sind, wobei das Schraubgetriebe zumindest eine Schraubgetriebeeinheit mit einem ersten Getriebeteil und einem mit dem ersten Getriebeteil im Gewindeeingriff stehenden achsgleichen zweiten Getriebeteil aufweist, wobei der erste Getriebeteil als Spindelmutter bzw. Gewindespindel und der zweite Getriebeteil als Gewindespindel bzw. als Spindelmutter ausgebildet ist und erster und zweiter Getriebeteil koaxial bezüglich einer gemeinsamen parallel zur Längsachse der Pleuelstange angeordneten Schraubachse ausgebildet sind, wobei das Schraubgetriebe nicht selbsthemmend ausgebildet ist, und wobei ein erster Getriebeteil mit zumindest einer mittels zumindest einer Schalteinrichtung schaltbaren Drehsperreinrichtung verbindbar ist, welche in zumindest einer ersten Stellung ein Verdrehen des ersten Getriebeteils in zumindest einer Drehrichtung verhindert und in zumindest einer zweiten Stellung ermöglicht.

Hydraulisch betätigte längenverstellbare Pleuelstangen weisen den Nachteil auf, dass das Öl in gewissem Ausmaß kompressibel ist, wobei die Kompressibilität von physikalischen Parametern des Öls abhängt, wie zum Beispiel dem Gasgehalt, dem Kompressionsmodul und der Zähigkeit. Diese Kompressibilität des Öls kann zu Schwingungen führen, die zum frühzeitigen Verschleiß der ohnehin durch sehr hohen Druck belasteten Bauteile, wie der Dichtungen führen können. Diese Schwingungen führen zudem zu einer Erhöhung der Öltemperatur.

Aus den Druckschriften WO 06/115898 A1, US 5 406 911 A, GB 441 666 A ist es bekannt, die Länge von Pleuelstangen mechanisch durch Schraubgetriebe zu verstellen. Dabei wird jeweils der Kolben über sein verzahntes Kolbenhemd bzw. über ein Gewinde im Bereich des Kolbenhemdes verdreht, was neben Dichtheitsproblemen auch eine sehr aufwändige Fertigung mit sich bringt.

An längenverstellbare Pleuelstangen, welche mit einem selbsthemmenden Gewinde die Länge der Pleuelstange ändern, muss ein Drehmoment erzeugen, um die beiden Getriebeteile des Schraubgetriebes relativ zueinander zu verdrehen. Diese relative

Verdrehung kann mit Steilgewinde und/oder Schrägverzahnungen aufweisende weitere Schraubgetriebe oder mittels hydraulischen Drehschiebern erfolgen. Da die Verstellung nur in den sehr kurzen zeitlichen Abschnitten erfolgen kann, in welchen die Stange niedrig belastet oder lastfrei ist, muss die Selbsthemmung ausreichend sein, um die Verstellung nur in die gewünschte Richtung zu ermöglichen. Nachteilig ist, dass ein zusätzlicher Drehantrieb erforderlich ist, was erhöhten Platzbedarf und Fertigungsaufwand erfordert.

In der österreichischen Patentanmeldung A 50725/2015 der Anmelderin wird eine längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine mit einem nicht selbsthemmenden Schraubgetriebe mit einem ersten und einem zweiten Getriebeteil vorgeschlagen, wobei mit einer als Klinkenfreilauf ausgebildeten schaltbaren Drehsperreinrichtung ein Verdrehen des ersten Getriebeteils in einer Drehrichtung gesperrt und in der entgegengesetzten Drehrichtung frei gegeben wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise eine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Drehsperreinrichtung durch zumindest ein Keilelement gebildet ist, welches vorzugsweise in einer Normalebene auf die Schraubachse verschiebbar im ersten Stangenteil gelagert ist.

Unter einem Schraubgetriebe wird hier ein zur Änderung von Bewegungsgrößen dienendes Getriebe verstanden, bei dem eine translatorische Bewegung eines verschiebbaren Bauteils entlang einer Hubachse in eine rotatorische Bewegung eines verdrehbaren Bauteils um eine Drehachse bzw. eine rotatorische Bewegung eines verdrehbaren Bauteils in eine translatorische Bewegung eines verdrehbaren Bauteils geändert wird, wobei miteinander korrespondierende Wirkflächen der beiden koaxialen Bauteile aneinander entlang gleiten. Die Wirkflächen sind dabei von der gemeinsamen Dreh- bzw. Hubachse entfernt, einerseits im Bereich des äußeren Umfanges des einen – beispielsweise verschiebbaren - Bauteiles, und andererseits im Bereich des inneren Umfanges des anderen – beispielsweise verdrehbaren - Bauteils angeordnet. Die korrespondierenden Wirkflächen weisen eine definierte Steigung auf und können durch Gewinde oder durch Schrägverzahnungen der Bauteile gebildet werden. Somit ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass die Gewindespindel ein Außengewinde

bzw. eine Außenschrägverzahnung und die korrespondierende Spindelmutter ein Innengewinde bzw. eine Innenschrägverzahnung aufweist.

Die hier verwendeten Begriffe Gewinde, Gewindespindel und Spindelmutter sind somit keinesfalls auf schraubenförmige Gewindeformen einschränkend zu verstehen, sondern umfassen selbstverständlich Ausführungen, bei denen die Gewindeformen durch Schrägverzahnungen gebildet sind.

Von einer Selbsthemmung eines Schraubgetriebes wird im Allgemeinen dann gesprochen, wenn der Steigungswinkel der korrespondierenden Wirkflächen, also der Gewindeflanken des Gewindes oder der Schrägverzahnung, kleiner als der Arcus Tangens der Reibzahl (Haftreibzahl oder Gleitreibzahl) der Materialpaarung des ersten und des zweiten Getriebeteils ist. Eine Selbsthemmung wird somit verhindert, wenn der Steigungswinkel der Wirkflächen des Gewindes oder der Schrägverzahnung zumindest gleich oder größer als der Arcus Tangens der Reibzahl der Materialpaarung des ersten und des zweiten Getriebeteils ist.

Dadurch, dass eine Selbsthemmung des Schraubgetriebes verhindert wird, können die über relativ lange Zeit wirkenden Gas- und Massenkräfte zur Verstellung des Schraubgetriebes genutzt werden. Insbesondere ist es möglich mit der bei der Brennkraftmaschine auftretenden Gaskraft die Länge der Pleuelstange zu verkürzen und mit der vorhandenen Massenkraft zu verlängern. Diese Verstellkräfte verdrehen die Spindelmutter bzw. Gewindespindel über das nicht selbsthemmende Gewinde und wirken während jedes Arbeitszyklus ständig, mit Ausnahme einer kurzen Phase, in denen Lastfreiheit herrscht.

Die Drehsperreinrichtung hat die Aufgabe, das Verdrehen des durch eine Spindelmutter oder Gewindespindel gebildeten ersten Getriebeteils in einer Richtung zu sperren und in der entgegengesetzten Richtung freizugeben, um gezielt eine Verkürzung oder Verlängerung der Pleuelstange zu ermöglichen. Insbesondere soll die Verkürzung oder Verlängerung der Pleuelstange über eine definierte Zeitdauer aufrechterhalten werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird das Sperren der Verdrehung des ersten Getriebeteils in einer Verdrehrichtung und Freigeben in der anderen Drehrichtung durch ein Keilelement erreicht, welches quer zur Schraubachse verschiebbar im

ersten Stangenteil gelagert ist, wobei das Keilelement in zumindest einer Stellung in einen klemmenden Kontakt mit dem ersten Getriebeteil gebracht wird.

Vorzugsweise ist das Keilelement parallel zur Drehachse der Kurbelwelle verschiebbar ausgebildet. Somit kann durch Verschieben des Keilelementes quer zur Pleuelstange ein Verdrehen des ersten Getriebeteils in einer Drehrichtung gesperrt werden, während in der anderen Drehrichtung ein unbehindertes Verdrehen weiter möglich ist.

Günstigerweise weist zumindest ein erster Getriebeteil einen vorzugsweise zylindrischen konvexen Mantelbereich und das Keilelement zumindest einen vorzugsweise konkaven Keilabschnitt auf, welcher in zumindest einer Verschiebestellung des Elementes den Mantelbereich kontaktiert. Bei Verschiebung des Keilelementes wird der konkave Keilabschnitt reibschlüssig in einer Druckrichtung gegen den konvexen Mantelbereich des ersten Getriebeteils gedrückt. Dadurch, dass der Krümmungsradius des konkaven Keilabschnittes etwas größer ist als der Radius des entsprechenden konvexen Mantelbereichs und der Keilabschnitt in Bezug auf den Radius des Mantelbereichs exzentrisch am ersten Getriebeteil angreift wird der erste Getriebeteil in einer einziehenden Drehrichtung durch die Keilwirkung gesperrt und in einer entgegengesetzten ausstoßenden Drehrichtung freigegeben.

Als einziehende Drehrichtung wird hier jene Drehrichtung verstanden, bei der eine Umfangskomponente der Reibkraft des Mantelbereichs in der Druckrichtung auf das Keilelement einwirkt und somit die Anpresskraft des Keilabschnittes am Mantelbereich erhöht. Der Radius des Keilabschnittes kann dabei vorteilhafterweise so gewählt werden, dass in der einziehenden Drehrichtung eine selbsthemmende Wirkung eintritt. Als ausstoßende Drehrichtung wird hier jene Drehrichtung verstanden, bei der die Umfangskomponente der Reibkraft des Mantelbereichs entgegen der Druckrichtung auf das Keilelement einwirkt und somit die Anpresskraft des Keilabschnittes am Mantelbereich verringert.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass das Schraubgetriebe eine erste Schraubgetriebeeinheit mit einer ersten Schraubachse und eine zweite Schraubgetriebeeinheit mit einer zweiten Schraubachse aufweist, wobei die erste und die zweite Schraubenachsen parallel zueinander, vorzugsweise in einer Normalebene auf die Drehachse der Kurbelwelle, angeordnet sind. Die

Verwendung von zwei Schraubgetriebeeinheiten an Stelle von einer Schraubgetriebeeinheit gestattet eine schlankere Bauweise der Pleuelstange, in Richtung der Drehachse der Kurbelwelle betrachtet.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die erste Schraubgetriebeeinheit und die zweite Schraubgetriebeeinheit unterschiedlich drehende Gewindesteigungen aufweisen. Bei einer Verlängerung bzw. Verkürzung der Pleuelstange werden die ersten Getriebeteile in entgegengesetzten Richtungen verdreht. Dabei kann ein einziges Keilelement für beide ersten Getriebeteile – also sowohl des ersten Getriebeteils der ersten Schraubgetriebeeinheit, als auch für die erste Getriebeeinheit der zweiten Schraubgetriebeeinheit – verwendet werden, indem das Keilelement zwischen der ersten und der zweiten Schraubachse angeordnet ist. Dadurch, dass die erste Schraubgetriebeeinheit und die zweite Schraubgetriebeeinheit unterschiedlich drehende Gewindesteigungen aufweisen, wird das Keilelement durch die entgegengesetzt drehenden ersten Getriebeteile entweder von beiden ersten Getriebeteilen ausgestoßen oder eingezogen, wobei beim Einziehen des Keilelementes durch die selbsthemmende Wirkung der Keilabschnitte die weitere Verdrehung in dieser Richtung blockiert wird. Das Keilelement weist dabei vorteilhafterweise zwei einander abgewandte konkave Keilabschnitte auf, wobei ein erster konkaver Keilabschnitt einem ersten konvexen Mantelabschnitt der ersten Schraubgetriebeeinheit und ein zweiter konkaver Keilabschnitt einem zweiten konvexen Mantelabschnitt der zweiten Schraubgetriebeeinheit zugeordnet ist.

In einer einfachen und platzsparenden Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass das Schraubgetriebe eine einzige Schraubgetriebeeinheit mit einer Schraubachse aufweist, welche in einer Normalebene auf die Kurbelwelle der Pleuelstange angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Schraubgetriebeeinheit zwischen zwei Keilelementen angeordnet ist, welche gegengleich normal zur Normalebene verschiebbar sind. Die beiden Keilelemente können vorteilhafterweise baugleich ausgeführt sein.

Zum Schalten des Keilelementes wird dieses quer zur Pleuelstange verschoben. Dies kann am einfachsten erfolgen, wenn das Keilelement an zumindest einer Stirnseite eine Angriffsfläche für die Schalteinrichtung aufweist. In einer simplen Ausführungsvariante der Erfindung mit minimaler Anzahl an Teilen ist vorgesehen, dass das Keilelement einseitig durch die an der Angriffsfläche angreifende

Schalteinrichtung entgegen einer vorzugsweise durch eine Feder gebildeten Rückstellkraft auslenkbar ist. Somit braucht nur im Bereich einer Stirnseite des Keilelementes eine Schalteinrichtung vorgesehen werden. Das Keilelement wird somit durch Aktivierung der Schalteinrichtung in eine Schaltstellung entgegen der Rückstellkraft der Feder verschoben. Bei Deaktivierung der Schalteinrichtung wird das Keilelement durch die Rückstellkraft der Feder in die andere Stellung – die Ruhestellung – bewegt. Dadurch lässt sich auf einfache Weise ein ausfallsicheres System erreichen.

Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, dass das Keilelement in einer den ersten Stangenteil zwischen einer ersten Stirnfläche und einer zweiten Stirnfläche der Pleuelstange durchsetzenden Ausnehmung angeordnet ist und an einander abgewandten Stirnseiten des Keilelementes eine erste und eine zweite Angriffsfläche so angeordnet sind, dass das Keilelement beidseitig durch die an den Angriffsflächen angreifende Schalteinrichtung auslenkbar ist. Das Keilelement wird somit sowohl in die eine, als auch in die andere Verschiebestellung aktiv durch die Schalteinrichtung bewegt.

In einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schalteinrichtung zumindest einen im Bereich einer Stirnfläche der Pleuelstange angeordneten Ringschieber aufweist, welcher um die Pleuellagerachse drehbar am oder im ersten Stangenteil gelagert ist, wobei der Ringschieber an einer dem Keilelement zugewandten Schieberseite zumindest eine Rampenfläche aufweist, so dass in zumindest einer Schaltstellung der Schalteinrichtung die Rampenfläche an der Angriffsfläche des Keilelementes angreift und das Keilelement axial verschiebt. Eine einfache Betätigung des Ringschiebers lässt sich erzielen, wenn der Ringschieber - vorzugsweise im Bereich eines dem kleinen Pleuelauge abgewandten Endes der Pleuelstange - zumindest einen ersten Mitnehmer aufweist, wobei vorzugsweise ein im Pleuellagerdeckel der Pleuelstange verschiebbar oder verdrehbar gelagerter zweiter Mitnehmer über ein Umlenkelement mit dem ersten Mitnehmer kinematisch verbunden ist, und wobei zumindest ein in einem Kurbelraum der Hubkolbenmaschine angeordnetes Betätigungselement in zumindest einer Schaltstellung so am ersten oder zweiten Mitnehmer angreift, dass der Ringschieber zwischen zumindest zwei Stellungen verdrehbar ist. Das im Kurbelraum angeordnete Betätigungselement kann durch einen Schieber oder eine

Nocke gebildet und beispielsweise mechanisch, elektrisch oder hydraulisch betätigbar sein.

In einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schalteinrichtung zumindest einen Betätigungskolben aufweist, welcher in einer Kolbenführung verschiebbar gelagert ist, welche in einer der Pleuelstange benachbarten Kurbelwange – vorzugsweise parallel zur Drehachse der Kurbelwelle - angeordnet ist, wobei der Betätigungskolben eine der Angriffsfläche des Keilelementes zugewandte Kolbenstirnfläche aufweist, welche in zumindest einer Schaltstellung der Schalteinrichtung die Kolbenstirnfläche an der Angriffsfläche des Keilelementes angreift und das Keilelement axial verschiebt. Die Betätigung des Betätigungskolbens erfolgt über die Kurbelwelle, indem der Betätigungskolben aus der Kurbelwange in Richtung der Pleuelstange geschoben wird und dadurch das Keilelement an der Angriffsfläche kontaktiert. Um den Verschleiß und den Kraftaufwand zur Verstellung des Keilelementes zu verringern, ist es vorteilhaft, wenn zumindest eine Kolbenstirnfläche und/oder zumindest eine entsprechende Angriffsfläche geneigt zu einer Normalebene auf die Drehachse der Kurbelwelle angeordnet sind/ist.

Eine besonders einfach zu steuernde Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass zumindest ein Betätigungskolben im Bereich einer der Kolbenstirnfläche abgewandten Druckseite an einen mit Öl beaufschlagbaren Druckraum grenzt und entgegen der Kraft einer Rückstellfeder durch Druckerhöhung im Druckraum in Richtung des Keilelementes auslenkbar ist. Somit kann durch Druckänderung des Öldruckes, beispielsweise des Schmieröldruckes der Hubkolbenmaschine, der Betätigungskolben geschalten werden.

In weiterer Ausführung der Erfindung kann weiters vorgesehen sein, dass die Schalteinrichtung zumindest einen in einer ersten Kurbelwange angeordneten ersten Betätigungskolben und zumindest einen in einer zweiten Kurbelwange angeordneten zweiten Betätigungskolben aufweist, wobei die Pleuelstange zwischen der ersten und der zweiten Kurbelwange angeordnet ist, wobei eine erste Kolbenstirnfläche des ersten Betätigungskolbens der ersten Angriffsfläche und eine zweite Kolbenstirnfläche des zweiten Betätigungskolbens der zweiten Angriffsfläche des Keilelementes zugewandt ist, so dass in zumindest einer ersten Schaltstellung der Schalteinrichtung die erste Kolbenstirnfläche an der ersten Angriffsfläche des

Keilelementes angreift und das Keilelement axial in eine erste Verschiebestellung und in zumindest einer zweiten Schaltstellung der Schalteinrichtung die zweite Kolbenstirnfläche an der zweiten Angriffsfläche des Keilelementes angreift und das Keilelement axial in eine zweite Verschiebestellung verschiebt. Auf diese Weise lässt sich ein beidseitiges aktives Schalten des Keilelementes erzielen.

Auf Grund der in der Pleuelwelle vorgesehenen Schalteinrichtung können Steuervorrichtungen innerhalb der Pleuelstange völlig entfallen, was die Fertigung vereinfacht und eine hohe Betriebssicherheit ermöglicht.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der in den Figuren dargestellten, nicht einschränkenden Ausführungsbeispiele näher erläutert. Darin zeigen

Fig. 1 eine Pleuelstange einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine in einer ersten Ausführungsvariante in einem Schnitt gemäß der Linie I – I in Fig. 2 oder 3,

Fig. 2 diese Pleuelstange in einer ersten Schaltstellung in einem Schnitt gemäß der Linie II – II in Fig. 1,

Fig. 3 diese Pleuelstange in einer zweiten Schaltstellung in einem Schnitt gemäß der Linie II – II in Fig. 1,

Fig. 4 diese Pleuelstange in einer ersten Schaltstellung in einer Seitenansicht,

Fig. 5 diese Pleuelstange in einem Schnitt gemäß der Linie V – V in Fig. 4,

Fig. 6 diese Pleuelstange in einer zweiten Schaltstellung in einer Seitenansicht,

Fig. 7 diese Pleuelstange in einem Schnitt gemäß der Linie VII – VII in Fig. 6,

Fig. 8 eine Pleuelstange gemäß der ersten Ausführungsvariante der Erfindung samt Schalteinrichtung und Betätigungselement in einem Ausschnitt einer Seitenansicht,

Fig. 9 eine Schalteinrichtung dieser Pleuelstange samt Schaltelement in einer Schrägansicht,

Fig. 10 diese Schalteinrichtung in einer Ansicht quer zur Drehachse des Ringschiebers,

Fig. 11 diese Schalteinrichtung in einer Ansicht von unten,

Fig. 12 diese Schalteinrichtung in einer Ansicht von oben,

Fig. 13 eine Pleuelstange einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante in einem Schnitt gemäß der Linie XIII – XIII in Fig. 14,

Fig. 14 diese Pleuelstange in einem Schnitt gemäß der Linie XIV – XIV in Fig. 13 und

Fig. 15 diese Pleuelstange in einem Schnitt gemäß der Linie XV – XV in Fig. 14

Fig. 16 eine Pleuelstange einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine in einer dritten Ausführungsvariante in einem Schnitt gemäß der Linie XVI – XVI in Fig. 17,

Fig. 17 diese Pleuelstange in einem Schnitt gemäß der Linie XVII – XVII in Fig. 16

Fig. 18 eine Pleuelstange einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine in einer vierten Ausführungsvariante in einem Schnitt gemäß der Linie XVIII – XVIII in Fig. 19 und

Fig. 19 diese Pleuelstange in einem Schnitt gemäß der Linie XIX – XIX in Fig. 13.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsvarianten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Fig. 1 bis 7 zeigen eine längenverstellbare Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine, beispielsweise eine Brennkraftmaschine, in einer ersten Ausführungsvariante.

Die Pleuelstange 1 weist einen ersten Stangenteil 2 im Bereich eines großen Pleuelauges 3a und einen zweiten Stangenteil 4 im Bereich eines kleinen Pleuelauges 3b auf, wobei das große Pleuelauge 3a ein Kurbelzapfenlager zur

Verbindung mit einer in nicht weiter dargestellten Pleuelstange und das kleine Pleuelauge 3b ein Pleuelbolzenlager zur Verbindung mit einem in nicht weiter dargestellten Pleuellager ausbilden.

Die beiden Stangenteile 2, 4 können über ein Schraubgetriebe 6 relativ zueinander in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verschoben werden. Das in den Fig. 1 bis 7 gezeigte Schraubgetriebe 6 weist nebeneinander angeordnet eine erste Schraubgetriebeeinheit 6a und eine zweite Schraubgetriebeeinheit 6b auf. Jede Schraubgetriebeeinheit 6a, 6b ist mit einem ersten Getriebeteil 7a, 7b und einem mit dem ersten Getriebeteil 7a, 7b im Eingriff stehenden zweiten Getriebeteil 8a, 8b ausgebildet, wobei in diesem Ausführungsbeispiel die ersten Getriebeteile 7a, 7b als Spindelmutter 9 und die zweiten Getriebeteile 8a, 8b als Gewindespindeln 10 ausgebildet sind. Die Schraubachsen 11a, 11b der Schraubgetriebeeinheiten 6a, 6b sind parallel zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1, insbesondere in einer Normalebene ϵ angeordnet, welche normal auf die Drehachse 12a des durch das große Pleuelauge 3a gebildeten Pleuellagers bzw. normal auf die Drehachse 12b des hier durch das kleine Pleuelauge 3b definierten Pleuellagers (bzw. normal auf die Drehachse der Pleuelstange) ausgebildet ist.

Jede Spindelmutter 9 weist an ihrer Innenseite Wirkflächen mit einer Steigung auf, welche von der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 beabstandet sind und welche als Innenschraubengewinde mit einem Gewindegang oder mehreren Gewindegängen, oder als Innenschrägverzahnung ausgebildet sind. Korrespondierend dazu weist die jeweilige Gewindespindel 10 an ihrer Außenseite entsprechende Wirkflächen mit einer Steigung auf, welche von der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 beabstandet sind und welche als Außenschraubengewinde mit einem Gewindegang oder mehreren Gewindegängen, oder als Außenschrägverzahnung ausgebildet sind. Das Gewinde, insbesondere die Steigung des Gewindes, ist so ausgebildet, dass eine Selbsthemmung sicher vermieden wird. Eine Selbsthemmung kann meist vermieden werden, wenn der Steigungswinkel größer als 7° ist. Andererseits sollte zur Begrenzung des auftretenden Drehmomentes der Steigungswinkel nicht zu groß gestaltet werden. In einem Ausführungsbeispiel wurde ein optimaler Steigungswinkel bei etwa 8° gewählt.

Der Begriff „Gewinde“ (beispielsweise in Gewindespindel) wird hier generell sowohl für Schraubengewinde, als auch für Schrägverzahnungen verwendet und deckt somit beide Ausbildungen ab.

Jeder der durch die Spindelmutter 9 gebildeten ersten Getriebeteile 7a, 7b ist jeweils in einem durch den ersten Stangenteil 2 gebildeten, als Sacklochbohrung ausgeführten, Führungszylinder 5a, 5b drehbar, aber rein axial unverschiebbar gelagert. Die axiale Position jedes ersten Getriebeteils 7a, 7b wird in Richtung des kleinen Pleuelauges 3b durch eine das obere Ende des Führungszylinders 5a, ab abschließende Spannhülse 13a, 13b und einen beispielsweise zweiteiligen Distanzring 14a, 14b begrenzt. Mit Bezugszeichen 16a und 16b sind Federeinheiten bezeichnet, welche die zweiten Getriebeteile 6a, 6b gegenüber dem ersten Stangenteil 2 vorspannen.

Der erste Getriebeteil 7a, 7b jeder Schraubgetriebeeinheit 6a, 6b ist drehbar, aber rein axial unverschiebbar im ersten Stangenteil 2 gelagert. Der zweite Getriebeteil 8a, 8b jeder Schraubgetriebeeinheit 6a, 6b ist in Bezug auf den ersten Stangenteil 2 in Richtung der Längsachse 1a verschiebbar, aber drehfest ausgebildet und mit dem zweiten Stangenteil 4 fest verbunden oder integral mit diesem ausgeführt. Die ersten Getriebeteile 7a, 7b sind mit zumindest einer mittels zumindest einer Schalteinrichtung 30 schaltbaren Drehsperreinrichtung 20 verbindbar, welche in zumindest einer ersten Stellung ein Verdrehen der ersten Getriebeteile 7a, 7b in einer Drehrichtung verhindert und in zumindest einer zweiten Stellung ermöglicht.

Die Drehsperreinrichtung 20 ist dabei durch ein Keilelement 21 gebildet. Das Keilelement 21 ist quer zu den Schraubachsen 11a, 11b, insbesondere normal auf die Normalebene ε , also parallel zur Drehachse der Kurbelwelle, zwischen zumindest einer ersten und einer zweiten Stellung verschiebbar im ersten Stangenteil 2 gelagert. In den ersten und zweiten Ausführungsbeispielen weist das Keilelement 21 beidseitig Keilabschnitte 22, 23 auf, wobei ein erster Keilabschnitt 22 der ersten Schraubgetriebeeinheit 6a und ein zweiter Keilabschnitt 23 der zweiten Schraubgetriebeeinheit 6b zugeordnet ist.

Der erste Getriebeteil 7a, 7b jeder Schraubgetriebeeinheit 6a, 6b weist einen zylindrischen konvexen Mantelbereich 24a, 24b auf, welcher im in den Fig. 1 bis 7 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel beispielsweise jeweils durch eine fest mit der Spindelmutter 9 verbundene Hülse 25 gebildet ist. Die ersten 22 und zweiten

Keilabschnitte 23 sind konkav ausgebildet und weisen jeweils einen Krümmungsradius R auf, welcher größer ist als der Radius r des zylindrischen konvexen Mantelbereichs 24a, 24b. Die Keilabschnitte 22, 23 wirken mit den konvexen Mantelbereichen 24a, 24b derart zusammen, dass bei Verschieben des Keilelementes 21 in einer in Fig. 2 dargestellten ersten Stellung A ein erster Bereich 22a des ersten Keilabschnittes 22 und ein erster Bereich 23a des zweiten Keilabschnittes 23 und in einer in Fig. 3 dargestellten zweiten Stellung B des Keilelementes 21 ein zweiter Bereich 22b des ersten Keilabschnittes 22 und ein zweiter Bereich 23b des zweiten Keilabschnittes 23 an den Mantelbereichen 24a, 24b der ersten Getriebeteile 7a, 7b anliegt. Die jeweils anderen zweiten Bereiche 22b, 23b bzw. ersten Bereiche 22a, 23a liegen in der ersten Stellung A bzw. zweiten Stellung B nicht an den Mantelbereichen 24a, 24b an.

Die erste Schraubgetriebeeinheit 6a und die zweite Schraubgetriebeeinheit 6b weisen unterschiedlich drehende Gewindesteigungen auf. Dies bewirkt, dass bei einer Verschiebung des zweiten Stangenteils 4 in Richtung der Längsachse 1a relativ zum ersten Stangenteil 2 die durch im ersten Ausführungsbeispiel durch Spindelmuttern 9 gebildeten ersten Getriebeteile 7a, 7b der ersten und zweiten Getriebeeinheiten 6a, 6b in unterschiedlichen Richtungen, also ungleichsinnig, gedreht werden. Dies bewirkt weiters, dass die beiden gegensinnig rotierenden Hülsen – abhängig von der jeweiligen Schaltstellung A, B der Drehsperreinrichtung 20 und der Verstellbewegung des zweiten Stangenteils 4 relativ zum ersten Stangenteil 2 – das Keilelement 21 entweder zwischen den beiden Hülsen 25 einziehen („einziehende Drehrichtung“) oder ausstoßen („ausstoßende Drehrichtung“). In der einziehenden Drehrichtung der ersten Getriebeteile 7a, 7b kommt es zu einem Verklemmen und Sperren der ersten Getriebeteile 7a, 7b in Folge der Selbsthemmung der Keilabschnitte 22, 23 auf die konvexen Mantelbereiche 24a, 24b. Dadurch wird auch das Verstellen des zweiten Stangenteils 4 relativ zum ersten Stangenteil 2 in dieser einziehenden Drehrichtung der ersten Getriebeteile 7a, 7b zugeordneten Verschieberichtung verhindert. In der entgegengesetzten Verschieberichtung des zweiten Stangenteils 2, welche mit einer ausstoßenden Drehrichtung der Getriebeteile 7a, 7b korreliert, ist eine unbehinderte Verstellbewegung möglich, da das Keilelement 21 entgegen der Klemmrichtung bewegt – also „ausgestoßen“ wird.

In den Fig. 2 und 3 sind die „einziehenden“, also sperrenden Drehrichtungen mit den strichlierten Pfeilen S und die „aussoßenden“, also freigängigen Drehrichtungen der ersten Getriebeteile 7a, 7b mit den Pfeilen F bezeichnet.

Das Keilelement 21 wird über eine Schalteinrichtung 30 verstellt.

Bei dem in den Fig. 1 bis 7 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel weist das Keilelement 21 an einer ersten Stirnseite 26a eine Angriffsfläche 27a für die Schalteinrichtung 30 auf. Die Schalteinrichtung 30 weist einen im Bereich der Stirnfläche 15a der Pleuelstange 1 angeordneten Ringschieber 31 auf, welcher um die Drehachse 12a des Pleuellagers drehbar am oder im ersten Stangenteil 2 gelagert ist. An der dem Keilelement 21 zugewandten Schieberseite 32 ist eine Rampenfläche 33 in den Ringschieber 31 eingeformt. Im Bereich der der ersten Stirnseite 26a abgewandten zweiten Stirnseite 26b wirkt eine Rückstellfeder 28 auf das Keilelement 21 ein und übt eine Rückstellkraft in Richtung des Ringschiebers 31 auf das Keilelement 21 aus. Die Rampenfläche 33 ist so ausgebildet und angeordnet, dass in zumindest einer ersten Schaltstellung A der Schalteinrichtung 30 die Rampenfläche 33 an der Angriffsfläche 27a des Keilelementes 21 angreift und dieses axial entgegen der Rückstellkraft der Rückstellfeder 28 verschiebt.

Zur Begrenzung der Drehbewegung des Ringschiebers 31 sind Anschläge 34 vorgesehen, welche beispielsweise durch im ersten Stangenteil 2 eingesetzte und in Nuten 34a mit definierter Länge des Ringschiebers 31 laufende Stifte 34b gebildet sein können.

Die Fig. 4 und 5 zeigen den Ringschieber 31 bzw. das Keilelement 21 in einer ersten Stellung A und die Fig. 6 und 7 in einer zweiten Stellung B.

Zur Betätigung weist der Ringschiebers 31 einen beispielsweise gabelförmigen ersten Mitnehmer 35a auf, auf welchen ein erstes Betätigungselement 37a einer Betätigungseinrichtung 38, beispielsweise ein Betätigungsnocken oder eine Schaltkulisser, direkt angreift (siehe Fig. 8). Über das erste Betätigungselement 37a kann somit eine Verstellung des Ringschiebers 31 in einer ersten Verdrehrichtung bewirkt werden. Um eine Verstellung des Ringschiebers 31 in einer der ersten Drehrichtung entgegengesetzten zweiten Drehrichtung zu ermöglichen, ist am Fuß des Pleuellagerdeckels 17 der Pleuelstange 1 ein beispielsweise als zweiarmiger Hebel ausgebildetes Umlenkelement 36 und ein beispielsweise gabelförmiger

zweiter Mitnehmer 35b angeordnet, welcher durch ein zweites Betätigungselement 37b – beispielsweise ein Betätigungsnocken oder eine Schaltkulissee – auslenkbar ist. Der zweite Mitnehmer 35b ist quer zur durch die Längsachse 1a und die Drehachse 12a aufgespannten Längsebene δ verschiebbar am Pleuellagerdeckel 17 gelagert. Das als Hebel ausgebildete Umlenkelement 36 ist um eine parallel zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1 angeordnete Schwenkachse 36a schwenkbar gelagert. Die verstellbaren Betätigungselemente 37a, 37b sind im Kurbelraum der Hubkolbenmaschine knapp unterhalb des Pleuellagerdeckels 17 - im Bereich des unteren Totpunktes der Pleuelstange 1 betrachtet – so angeordnet, dass bei Drehung der Kurbelwelle – abhängig von dem jeweils aktivierten Betätigungselement 37a, 37b - der erste Mitnehmer 35a durch das erste Betätigungselement 37a oder der zweite Mitnehmer 35b durch das zweite Betätigungselement 37b kontaktiert und ausgelenkt wird. Die Auslenkbewegung des zweiten Mitnehmers 35b wird über das Umlenkelement 36 auf den ersten Mitnehmer 35a übertragen, sodass der Ringschieber 31 in die zweite Drehrichtung bewegbar ist. (Fig. 8 bis 12).

Die Fig. 13 bis 15 zeigen eine längenverstellbare Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante.

Analog zum ersten Ausführungsbeispiel weist die Pleuelstange 1 einen ersten Stangenteil 2 im Bereich eines großen Pleuelauges 3a und einen zweiten Stangenteil 4 im Bereich eines kleinen Pleuelauges 3b auf, wobei das große Pleuelauge 3a ein Kurbelzapfenlager zur Verbindung mit einer Kurbelwelle 19 (Fig. 15) und das kleine Pleuelauge 3b ein Kolbenbolzenlager zur Verbindung mit einem nicht weiter dargestellten Kolben ausbilden. Die beiden Stangenteile 2, 4 können auch hier über ein Schraubgetriebe 6 relativ zueinander in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verschoben werden, wobei zur Begrenzung der Längenverstellung eine durch einen in einer Längsnut 29a geführten Anschlagzapfen 29b gebildete Hubbegrenzung 29 vorgesehen ist. Das in den Fig. 13 bis 15 gezeigte Schraubgetriebe 6 weist nebeneinander angeordnet eine erste Schraubgetriebeeinheit 6a und eine zweite Schraubgetriebeeinheit 6b auf. Jede Schraubgetriebeeinheit 6a, 6b ist mit einem ersten Getriebeteil 7a, 7b und einem mit dem ersten Getriebeteil 7a, 7b im Eingriff stehenden zweiten Getriebeteil 8a, 8b ausgebildet. Die Schraubachsen 11a, 11b der Schraubgetriebeeinheiten 6a, 6b sind parallel zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1, insbesondere in einer Normalebene ε

angeordnet, welche normal auf die Drehachse 12a des durch das große Pleuellauge 3a gebildeten Pleuellagers bzw. normal auf die Drehachse 12b des hier durch das kleine Pleuellauge 3b definierten Kurbelzapfenlagers (bzw. normal auf die Drehachse 19a der Kurbelwelle 19) ausgebildet ist.

Im Unterschied zur ersten Ausführungsvariante sind die ersten Getriebeteile 7a, 7b der Schraubgetriebeeinheiten 6a, 6b durch Gewindespindeln 10 und die zweiten Getriebeteile 8a, 8b durch Spindelmutter 9 bzw. Innengewinde gebildet. Die Gewindespindeln 10 sind dabei über Axiallager 18 drehbar, aber axial unverschiebbar, im ersten Stangenteil 2 der Pleuelstange 1 gelagert. Die durch Innengewinde bzw. Spindelmutter 9 gebildeten zweiten Getriebeteile 8a, 8b jeder Schraubgetriebeeinheit 6a, 6b sind in Bezug auf den ersten Stangenteil 2 in Richtung der Längsachse 1a verschiebbar, aber drehfest ausgebildet und mit dem zweiten Stangenteil 4 fest verbunden oder integral mit diesem ausgeführt. Insbesondere können dabei die Spindelmutter 9 durch den mit Innengewinden versehenen zweiten Stangenteil 4 gebildet sein.

Wie beim ersten Ausführungsbeispiel sind die ersten Getriebeteile 7a, 7b mit zumindest einer mittels zumindest einer Schalteinrichtung 30 schaltbaren Dreh Sperreinrichtung 20 verbindbar, welche in zumindest einer ersten Stellung ein Verdrehen der ersten Getriebeteile 7a, 7b in einer Drehrichtung verhindert und in zumindest einer zweiten Stellung ermöglicht. Die Dreh Sperreinrichtung 20 ist dabei durch ein Keilelement 21 gebildet, welches in einer den ersten Stangenteil 2 zwischen einer ersten Stirnfläche 15a und einer zweiten Stirnfläche 15b der Pleuelstange 1 durchsetzenden Ausnehmung 15 angeordnet ist und an einander abgewandten Stirnseiten 26a, 26b des Keilelementes 21 eine erste 27a und eine zweite Angriffsfläche 27b so angeordnet sind, dass das Keilelement 21 abwechselnd auf der ersten Stirnseiten 26a oder der zweiten Stirnseite 26b durch die an den Angriffsflächen 27a, 27b angreifende Schalteinrichtung 30 ausgelenkt werden kann. Das Keilelement 21 ist dabei quer zu den Schraubachsen 11a, 11b, insbesondere normal auf die Normalebene ε , also parallel zur Drehachse 19a der Kurbelwelle 19, zwischen zumindest einer ersten und einer zweiten Stellung verschiebbar im ersten Stangenteil 2 gelagert. Wie beim ersten Ausführungsbeispiel weist auch hier das Keilelement 21 beidseitig Keilabschnitte 22, 23 auf, wobei ein erster Keilabschnitt 22 der ersten Schraubgetriebeeinheit 6a und ein zweiter Keilabschnitt 23 der zweiten Schraubgetriebeeinheit 6b zugeordnet ist.

Der erste Getriebeteil 7a, 7b jeder Schraubgetriebeeinheit 6a, 6b weist einen zylindrischen konvexen Mantelbereich 24a, 24b auf, welcher in den Fig. 13 bis 15 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel beispielsweise jeweils durch die Gewindespindel 10 gebildet ist. Es ist aber auch möglich, die konvexen Mantelbereich 24a, 24b durch separate, mit den Gewindespindeln 10 drehverbundene Schaftteile zu bilden. Wie beim ersten Ausführungsbeispiel sind die ersten 22 und zweiten Keilabschnitte 23 konkav ausgebildet und weisen jeweils einen Krümmungsradius R auf, welcher größer ist als der Radius r des zylindrischen konvexen Mantelbereichs 24a, 24b. Die Keilabschnitte 22, 23 wirken mit den konvexen Mantelbereichen 24a, 24b derart zusammen, dass bei Verschieben des Keilelementes 21 in der in Fig. 14 dargestellten ersten Stellung ein erster Bereich 22a des ersten Keilabschnittes 22 und ein erster Bereich 23a des zweiten Keilabschnittes 23 an den Mantelbereichen 24a, 24b der ersten Getriebeteile 7a, 7b anliegt. Die jeweils anderen zweiten Bereiche 22b, 23b sind in dieser ersten Stellung von den Mantelbereichen 24a, 24b beabstandet.

Die erste Schraubgetriebeeinheit 6a und die zweite Schraubgetriebeeinheit 6b können auch hier unterschiedlich drehende Gewindesteigungen aufweisen. Dies bewirkt, dass bei einer Verschiebung des zweiten Stangenteils 4 in Richtung der Längsachse 1a relativ zum ersten Stangenteil 2 die durch Gewindespindeln 10 gebildeten ersten Getriebeteile 7a, 7b der ersten und zweiten Getriebeeinheiten 6a, 6b in unterschiedlichen Richtungen, also ungleichsinnig, gedreht werden. Somit können die beiden gegensinnig rotierenden Mantelbereiche 24a, 24b – abhängig von der jeweiligen Schaltstellung der Dreh Sperreinrichtung 20 und der Verstellbewegung des zweiten Stangenteils 4 relativ zum ersten Stangenteil 2 – das Keilelement 21 entweder zwischen den beiden zylindrischen Mantelbereichen 24a, 24b einziehen („einziehende Drehrichtung“) oder ausstoßen („ausstoßende Drehrichtung“). In der einziehenden Drehrichtung der ersten Getriebeteile 7a, 7b kommt es zu einem Verklemmen und Sperren der ersten Getriebeteile 7a, 7b in Folge der Selbsthemmung der Keilabschnitte 22, 23 auf die konvexen Mantelbereiche 24a, 24b. Dadurch wird auch das Verstellen des zweiten Stangenteils 4 relativ zum ersten Stangenteil 2 in dieser einziehenden Drehrichtung der ersten Getriebeteile 7a, 7b zugeordneten Verschieberichtung verhindert. In der entgegengesetzten Verschieberichtung des zweiten Stangenteils 2, welche mit einer ausstoßenden Drehrichtung der Getriebeteile 7a, 7b korreliert, ist eine

unbehinderte Verstellbewegung möglich, da das Keilelement 21 entgegen der Klemmrichtung bewegt – also „ausgestoßen“ wird.

Bei dem in den Fig. 13 bis 15 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel weist das Keilelement 21 an einer ersten Stirnseite 26a eine erste Angriffsfläche 27a und an einer zweiten Stirnseite 26b eine zweite Angriffsfläche 27b für die Schalteinrichtung 30 auf, wobei die Angriffsflächen 27a, 27b in Bezug auf die jeweils benachbarte Stirnfläche 15a, 15b der Pleuelstange 1 zumindest teilweise vorstehend ausgebildet sind. Insbesondere können die Angriffsflächen 27a, 27b geneigt zu einer Normalebene ϵ auf die Drehachse 19a der Kurbelwelle 19 angeordnet sein, wie aus Fig. 14 deutlich hervorgeht.

Die Schalteinrichtung 30 weist im in den Fig. 13 bis 15 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel zwei Betätigungskolben 39a, 39b auf, welche jeweils in einer Kolbenführung 40a, 40b verschiebbar gelagert sind. Die Pleuelstange 1 ist zwischen der ersten 41a und der zweiten Kurbelwange 41b angeordnet, wobei eine erste Kolbenführung 40a in der ersten Kurbelwange 41a und eine zweite Kolbenführung 40b in der zweiten Kurbelwange 41b angeordnet ist. Jeder Betätigungskolben 39a, 39b grenzt an einen Druckraum 44a, 44b und ist durch Druckbeaufschlagung des Druckraumes über die Ölleitungen 45a, 45b entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 43a, 43b axial auslenkbar. Eine erste Kolbenstirnfläche 42a des ersten Betätigungskolbens 39a ist der ersten Angriffsfläche 27a und eine zweite Kolbenstirnfläche 42b des zweiten Betätigungskolbens 39b ist der zweiten Angriffsfläche 27b des Keilelementes 21 zugewandt, so dass in einer ersten Schaltstellung der Schalteinrichtung 30 die erste Kolbenstirnfläche 42a an der ersten Angriffsfläche 27a des Keilelementes 21 angreift. Dabei wird bei Drehung der Kurbelwelle 19 das Keilelement 21 axial in eine erste Verschiebestellung verschoben. In einer zweiten Schaltstellung der Schalteinrichtung 30 greift die zweite Kolbenstirnfläche 42b an der zweiten Angriffsfläche 27b des Keilelementes 21 an, wodurch das Keilelement 21 axial in eine zweite Verschiebestellung verschoben wird. Die Kolbenstirnflächen 42a, 42b sind im gleichen Sinne geneigt zur Normalebene ϵ auf die Drehachse 19a der Kurbelwelle 19 bzw. die Drehachsen 12a oder 12b ausgebildet wie die Angriffsflächen 27a, 27b.

Aus den Kurbelwangen 41a, 41b der Kurbelwelle 19 wird unter Verwendung zweier Druckniveaus in den Ölleitungen 45a, 45b wahlweise der erste 39a oder zweite

Betätigungskolben 39b ausgefahren, wobei das Keilelement 21 gegen die Mantelbereiche 24a, 24b gepresst wird. Durch die anschmiegende Kontaktierung des Keilelementes 21 an den Mantelbereichen 24a, 24b entsteht ein Sperreffekt in die eine Drehrichtung, während in der entgegengesetzten Drehrichtung weiterhin ein Verdrehen möglich ist. Damit ist es möglich, die ersten Getriebeteile 7a, 7b bei jedem Arbeitszyklus mit dem bei diesem Arbeitszyklus erreichten Verdrehwinkel festzuhalten. Gleichzeitig wird ein kontinuierlicher Freilauf in der entgegengesetzten Richtung ermöglicht. Durch das wechselseitige Klemmen der ersten Getriebeteile 7a, 7b kann somit auf einfache Weise ein Verlängern oder Verkürzen der Pleuelstange 1 mittels den im Betrieb der Hubkolbenmaschine auftretenden Kräfte durchgeführt werden.

Die Fig. 16 und 17 zeigen eine längenverstellbare Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine in einer dritten Ausführungsvariante.

Analog zum ersten Ausführungsbeispiel weist die Pleuelstange 1 einen ersten Stangenteil 2 im Bereich eines großen Pleuelauges 3a und einen zweiten Stangenteil 4 im Bereich eines kleinen Pleuelauges 3b auf. Die beiden Stangenteile 2, 4 können auch hier über ein Schraubgetriebe 6 relativ zueinander in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verschoben werden, wobei zur Begrenzung der Längenverstellung eine Hubbegrenzung 29 mit einem in einer Längsnut 29a geführten Anschlagzapfen 29b vorgesehen ist. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel weist das in den Fig. 16 und 17 gezeigte Schraubgetriebe 6 eine einzige Schraubgetriebeeinheit 6a auf, welche mit einem ersten Getriebeteil 7a und einem mit dem ersten Getriebeteil 7a im Eingriff stehenden zweiten Getriebeteil 8a ausgebildet ist. Die Schraubachse 11a der Schraubgetriebeeinheit 6a ist parallel bzw. achsgleich zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1, insbesondere in einer Normalebene ε angeordnet, welche normal auf die Drehachse 12a des durch das große Pleuellaug 3a gebildeten Pleuellagers bzw. normal auf die Drehachse 12b des hier durch das kleine Pleuellaug 3b definierten Kurbelzapfenlagers (bzw. normal auf die Drehachse 19a der Kurbelwelle 19) ausgebildet ist.

Der erste Getriebeteil 7a der Schraubgetriebeeinheit 6a wird durch eine Spindelmutter 9 bzw. Innengewinde und der zweite Getriebeteile 8a durch eine Gewindespindel 10 gebildet. Die Spindelmutter 9 weist an ihrer Innenseite

Wirkflächen mit einer Steigung auf, welche von der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 beabstandet sind und welche als Innenschraubengewinde mit einem Gewindegang oder mehreren Gewindegängen, oder als Innenschrägverzahnung ausgebildet sind. Korrespondierend dazu weist die jeweilige Gewindespindel 10 an ihrer Außenseite entsprechende Wirkflächen mit einer Steigung auf, welche Außenschraubengewinde mit einem Gewindegang oder mehreren Gewindegängen, oder als Außenschrägverzahnung ausgebildet sind. Das Gewinde, insbesondere die Steigung des Gewindes, ist so ausgebildet, dass eine Selbsthemmung sicher vermieden wird.

Der eine Spindelmutter 9 ausbildende erste Getriebeteil 7a ist in einem durch den ersten Stangenteil 2 gebildeten, als Sacklochbohrung ausgeführten, Führungszylinder 5a drehbar, aber rein axial unverschiebbar gelagert. Die axiale Position des ersten Getriebeteils 7a wird in Richtung des kleinen Pleuelauges 3b durch eine das obere Ende des Führungszylinders 5a abschließende Spannhülse 13a begrenzt.

Der erste Getriebeteil 7a der Schraubgetriebeeinheit 6a ist drehbar, aber rein axial unverschiebbar im ersten Stangenteil 2 gelagert. Der zweite Getriebeteil 8a der Schraubgetriebeeinheit 6a ist in Bezug auf den ersten Stangenteil 2 in Richtung der Längsachse 1a verschiebbar, aber drehfest ausgebildet und mit dem zweiten Stangenteil 4 fest verbunden oder integral mit diesem ausgeführt. Der erste Getriebeteil 7a ist analog zum ersten Ausführungsbeispiel mit zumindest einer mittels zumindest einer hier nicht dargestellten Schalteinrichtung schaltbaren Dreh Sperreinrichtung 20 verbindbar, welche in zumindest einer ersten Stellung ein Verdrehen der ersten Getriebeteile 7a in einer Drehrichtung verhindert und in zumindest einer zweiten Stellung ermöglicht.

Die Dreh Sperreinrichtung 20 ist dabei durch ein Keilelement 21 gebildet. Das Keilelement 21 ist quer zu der Schraubachse 11a, insbesondere normal auf die Normalebene ε , also parallel zur Drehachse der Kurbelwelle, zwischen zumindest einer ersten und einer zweiten Stellung verschiebbar im ersten Stangenteil 2 gelagert. Das Keilelement 21 weist an einer Seite einen Keilabschnitt 22 auf.

Der erste Getriebeteil 7a der Schraubgetriebeeinheit 6a weist einen zylindrischen konvexen Mantelbereich 24a auf, welcher im in den Fig. 16 und 17 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel beispielsweise jeweils durch eine fest mit der

Spindelmutter 9 verbundene Hülse 25 gebildet ist. Der Keilabschnitt 22 ist konkav ausgebildet und weist einen Krümmungsradius R auf, welcher größer ist als der Radius r des zylindrischen konvexen Mantelbereichs 24a. Der Keilabschnitt 22 wirkt mit dem konvexen Mantelbereich 24a derart zusammen, dass bei Verschieben des Keilelementes 21 in einer ersten Stellung ein erster Bereich 22a des ersten Keilabschnittes 22 und in einer in Fig. 17 dargestellten zweiten Stellung B des Keilelementes 21 ein zweiter Bereich 22b des Keilabschnittes 22 am Mantelbereich 24a des ersten Getriebeteiles 7a anliegt. Der jeweils andere zweite Bereiche 22b bzw. erste Bereich 22a liegt in der ersten Stellung A bzw. zweiten Stellung B nicht am Mantelbereich 24a an.

Die Fig. 18 und 19 zeigen eine längenverstellbare Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine in einer vierten Ausführungsvariante.

Die vierte Ausführungsvariante unterscheidet sich von der in den Fig. 16 und 17 gezeigten dritten Ausführungsvariante dadurch, dass die Drehsperreinrichtung 20 zwei Keilelemente 21 aufweist, welche quer zu der Schraubachse 11a, insbesondere normal auf die Normalebene ε , also parallel zur Drehachse der Pleuelstange, zwischen zumindest einer ersten und einer zweiten Stellung verschiebbar im ersten Stangenteil 2 gelagert sind. Die beiden baugleich ausgeführten Keilelemente 21 werden gegengleich, also in unterschiedlichen Richtungen und von unterschiedlichen Stirnseiten der Pleuelstange 1 aus, quer zur Normalebene ε betätigt, wobei der jeweilige Keilabschnitt 22 gegen den zylindrischen konvexen Mantelbereich 24a des ersten Getriebeteils 24a gepresst wird. In Fig. 19 ist die „einziehende“, also sperrende Drehrichtung mit dem strichlierten Pfeil S und die „ausstoßende“, also freigängige Drehrichtung des ersten Getriebeteiles 7a mit dem Pfeil F bezeichnet. In der einziehenden Drehrichtung der ersten Getriebeteile 7a kommt es zu einem Verklemmen und Sperren der ersten Getriebeteile 7a in Folge der Selbsthemmung des Keilabschnittes 22 auf den konvexen Mantelbereich 24a. Dadurch wird auch das Verstellen des zweiten Stangenteils 4 relativ zum ersten Stangenteil 2 in dieser einziehenden Drehrichtung des ersten Getriebeteiles 7a zugeordneten Verschieberichtung verhindert. In der entgegengesetzten Verschieberichtung des zweiten Stangenteils 2, welche mit einer ausstoßenden Drehrichtung des ersten Getriebeteiles 7a korreliert, ist eine unbehinderte Verstellbewegung möglich, da das Keilelement 21 entgegen der Klemmrichtung bewegt – also „ausgestoßen“ wird.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Hubkolbenmaschine, insbesondere Brennkraftmaschine, mit einer Kurbelwelle (19) mit zumindest einer längenverstellbaren Pleuelstange (1) mit zumindest einem ersten Stangenteil (2) und einem zweiten Stangenteil (4), welche beiden Stangenteile (2, 4) relativ zueinander in Richtung der Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) verschiebbar und über ein Schraubgetriebe (6) miteinander verbunden sind, wobei das Schraubgetriebe (6) zumindest eine Schraubgetriebeeinheit (6a, 6b) mit einem ersten Getriebeteil (7a, 7b) und einem mit dem ersten Getriebeteil (7a, 7b) im Gewindeeingriff stehenden achsgleichen zweiten Getriebeteil (8a, 8b) aufweist, wobei der erste Getriebeteil (7a, 7b) als Spindelmutter (9) bzw. Gewindespindel (10) und der zweite Getriebeteil (8a, 8b) als Gewindespindel (10) bzw. als Spindelmutter (9) ausgebildet ist und erster (7a, 7b) und zweiter Getriebeteil (8a, 8b) koaxial bezüglich einer gemeinsamen parallel zur Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) angeordneten Schraubachse (11a, 11b) ausgebildet sind, wobei das Schraubgetriebe (6) nicht selbsthemmend ausgebildet ist, und wobei ein erster Getriebeteil (7a, 7b) mit zumindest einer mittels zumindest einer Schalteinrichtung (30) schaltbaren Dreh Sperreinrichtung (20) verbindbar ist, welche in zumindest einer ersten Stellung (A; B) ein Verdrehen des ersten Getriebeteils (7a, 7b) in zumindest einer Drehrichtung verhindert und in zumindest einer zweiten Stellung (B; A) ermöglicht, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreh Sperreinrichtung (20) durch zumindest ein Keilelement (21) gebildet ist, welches vorzugsweise in einer Normalebene (ϵ) auf die Schraubachse (11a, 11b) verschiebbar im ersten Stangenteil (2) gelagert ist.
2. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Keilelement (21) parallel zur Drehachse (19a) der Kurbelwelle (19) verschiebbar ausgebildet ist.
3. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein erster Getriebeteil (7a, 7b) einen vorzugsweise zylindrischen konvexen Mantelbereich (24a, 24b) und das Keilelement (21) zumindest einen vorzugsweise konkaven Keilabschnitt (22, 23) aufweist,

welcher in zumindest einer Verschiebestellung des Keilelementes (21) den Mantelbereich (24a, 24b) kontaktiert.

4. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Krümmungsradius (R) des konkaven Keilabschnittes (22, 23) größer ist als der Radius (r) des entsprechenden konvexen Mantelbereichs (24a, 24b).
5. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schraubgetriebe (6) eine erste Schraubgetriebeeinheit (6a) mit einer ersten Schraubachse (11a) und eine zweite Schraubgetriebeeinheit (6b) mit einer zweiten Schraubachse (11b) aufweist, wobei die erste (11a) und die zweite Schraubenachsen (11b) parallel zueinander, vorzugsweise in einer Normalebene (ϵ) auf die Kurbelwelle (19) der Pleuelstange (1), angeordnet sind.
6. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Keilelement (21) zwischen der ersten (11a) und der zweiten Schraubachse (11b) angeordnet ist.
7. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schraubgetriebeeinheit (6a) und die zweite Schraubgetriebeeinheit (6b) unterschiedlich drehende Gewindesteigungen aufweisen.
8. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Keilelement (21) zwei einander abgewandte konkave Keilabschnitte (22, 23) aufweist, wobei ein erster konkaver Keilabschnitt (22) einem ersten konvexen Mantelabschnitt (24a) der ersten Schraubgetriebeeinheit (6a) und ein zweiter konkaver Keilabschnitt (23) einem zweiten konvexen Mantelabschnitt (24b) der zweiten Schraubgetriebeeinheit (6b) zugeordnet ist.
9. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Schraubgetriebe (6) eine einzige Schraubgetriebeeinheit (6a) mit einer Schraubachse (11a) aufweist, welche in einer Normalebene (ϵ) auf die Kurbelwelle (19) der Pleuelstange (1) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Schraubgetriebeeinheit (6a) zwischen

zwei Keilelementen (21) angeordnet ist, welche gegengleich normal zur Normalebene (ϵ) verschiebbar sind.

10. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Keilelement (21) an zumindest einer Stirnseite (26a, 26b) eine Angriffsfläche (27a, 27b) für die Schalteinrichtung (30) aufweist.
11. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Keilelement (21) einseitig durch die an der Angriffsfläche (27a) angreifende Schalteinrichtung (30) entgegen einer vorzugsweise durch eine Feder (28) gebildeten Rückstellkraft auslenkbar ist.
12. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Keilelement (21) in einer den ersten Stangenteil (2) zwischen einer ersten Stirnfläche (15a) und einer zweiten Stirnfläche (15b) der Pleuelstange (1) durchsetzenden Ausnehmung (15) angeordnet ist und an einander abgewandten Stirnseiten (26a, 26b) des Keilelementes (21) eine erste und eine zweite Angriffsfläche (27a, 27b) so angeordnet sind, dass das Keilelement (21) beidseitig durch die an den Angriffsflächen (27a, 27b) angreifende Schalteinrichtung (30) auslenkbar ist.
13. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinrichtung (30) zumindest einen im Bereich einer Stirnfläche (15a) der Pleuelstange (1) angeordneten Ringschieber (31) aufweist, welcher um die Drehachse (21a) des Pleuellagers der Pleuelstange (1) drehbar am oder im ersten Stangenteil (2) gelagert ist, wobei der Ringschieber (31) an einer dem Keilelement (21) zugewandten Schieberseite (32) zumindest eine Rampenfläche (33) aufweist, so dass in zumindest einer Schaltstellung der Schalteinrichtung (30) die Rampenfläche (33) an der Angriffsfläche (27a) des Keilelementes (21) angreift und das Keilelement (21) axial verschiebt.
14. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringschieber (31) - vorzugsweise im Bereich eines dem kleinen Pleuelauge (3b) abgewandten Endes der Pleuelstange (1) - zumindest einen ersten Mitnehmer (35a) aufweist, wobei vorzugsweise ein im Pleuellagerdeckel (17)

der Pleuelstange (1) verschiebbar oder verdrehbar gelagerter zweiter Mitnehmer (35b) über ein Umlenkelement (36) mit dem ersten Mitnehmer (35a) kinematisch verbunden ist, und wobei zumindest ein in einem Kurbelraum der Hubkolbenmaschine angeordnetes Betätigungselement (37a, 37b) in zumindest einer Schaltstellung so am ersten oder zweiten Mitnehmer (35a, 35b) angreift, dass der Ringschieber (31) zwischen zumindest zwei Stellungen verdrehbar ist.

15. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinrichtung (30) zumindest einen Betätigungskolben (39a, 39b) aufweist, welcher in einer Kolbenführung (40a, 40b) verschiebbar gelagert ist, welche in einer der Pleuelstange (1) benachbarten Kurbelwange (41a, 41b) – vorzugsweise parallel zur Drehachse (19a) der Kurbelwelle (19) - angeordnet ist, wobei der Betätigungskolben (39a, 39b) eine der Angriffsfläche (27a, 27b) des Keilelementes (21) zugewandte Kolbenstirnfläche (42a, 42b) aufweist, welche in zumindest einer Schaltstellung der Schalteinrichtung (30) an der Angriffsfläche (27a, 27b) des Keilelementes (21) angreift und das Keilelement (21) axial verschiebt.
16. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinrichtung (30) zumindest einen in einer ersten Kurbelwange (41a) angeordneten ersten Betätigungskolben (39a) und zumindest einen in einer zweiten Kurbelwange (41b) angeordneten zweiten Betätigungskolben (39b) aufweist, wobei die Pleuelstange (1) zwischen der ersten (41a) und der zweiten Kurbelwange (41b) angeordnet ist, wobei eine erste Kolbenstirnfläche (42a) des ersten Betätigungskolbens (39a) der ersten Angriffsfläche (27a) und eine zweite Kolbenstirnfläche (42b) des zweiten Betätigungskolbens (39b) der zweiten Angriffsfläche (27b) des Keilelementes (21) so zugewandt ist, dass in zumindest einer ersten Schaltstellung der Schalteinrichtung (30) die erste Kolbenstirnfläche (42a) an der ersten Angriffsfläche (27a) des Keilelementes (21) angreift und das Keilelement (21) axial in eine erste Stellung und in zumindest einer zweiten Schaltstellung der Schalteinrichtung (30) die zweite Kolbenstirnfläche (42b) an der zweiten Angriffsfläche (27b) des Keilelementes (21) angreift und das Keilelement (21) axial in eine zweite Stellung verschiebt.

17. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Kolbenstirnfläche (42a, 42b) und/oder zumindest eine entsprechende Angriffsfläche (27a, 27b) geneigt zu einer Normalebene (ϵ) auf die Drehachse (19a) der Kurbelwelle (19) angeordnet sind/ist.
18. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Betätigungskolben (39a, 39b) im Bereich einer der Kolbenstirnfläche (42a, 42b) abgewandten Druckseite an einen mit Öl beaufschlagbaren Druckraum (44a, 44b) grenzt und entgegen der Kraft einer Rückstellfeder (43a, 43b) durch Druckerhöhung im Druckraum (44a, 44b) in Richtung des Keilelements (21) auslenkbar ist.

2016 05 31

Fu

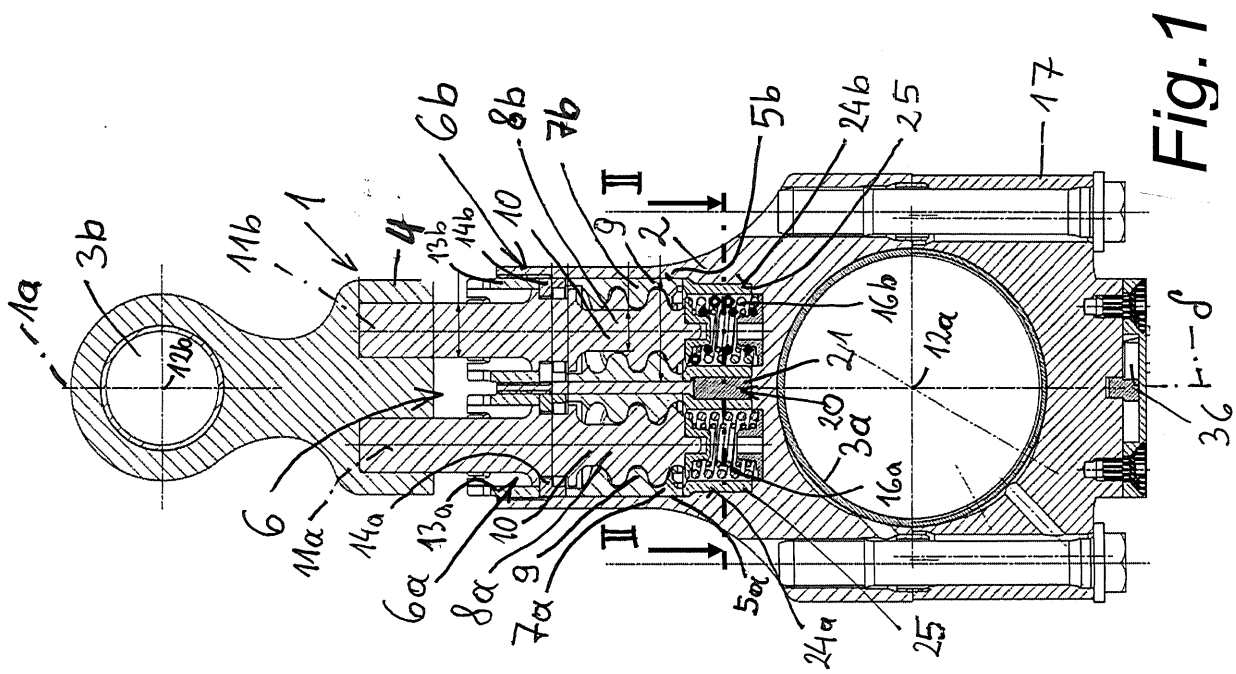


Fig. 1

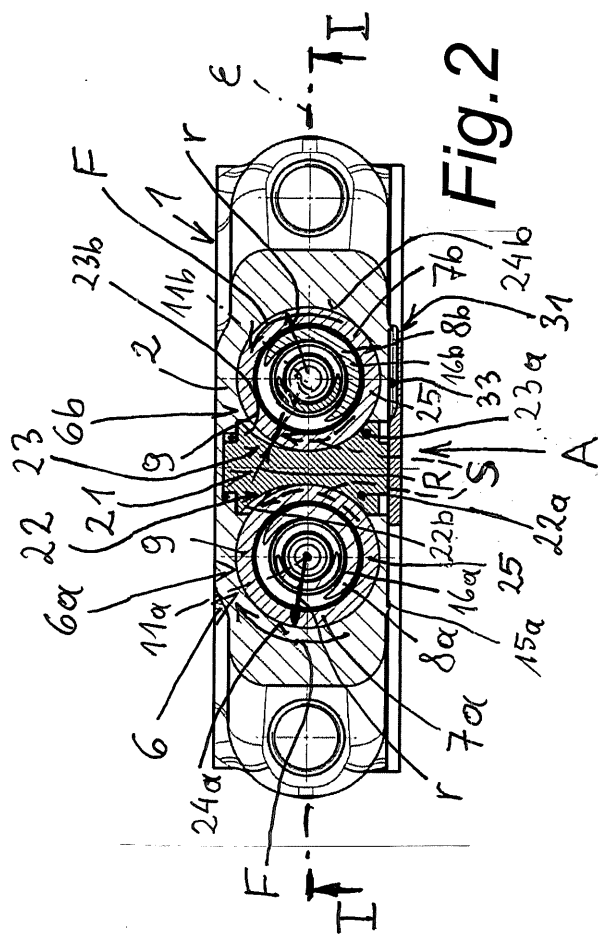


Fig. 2

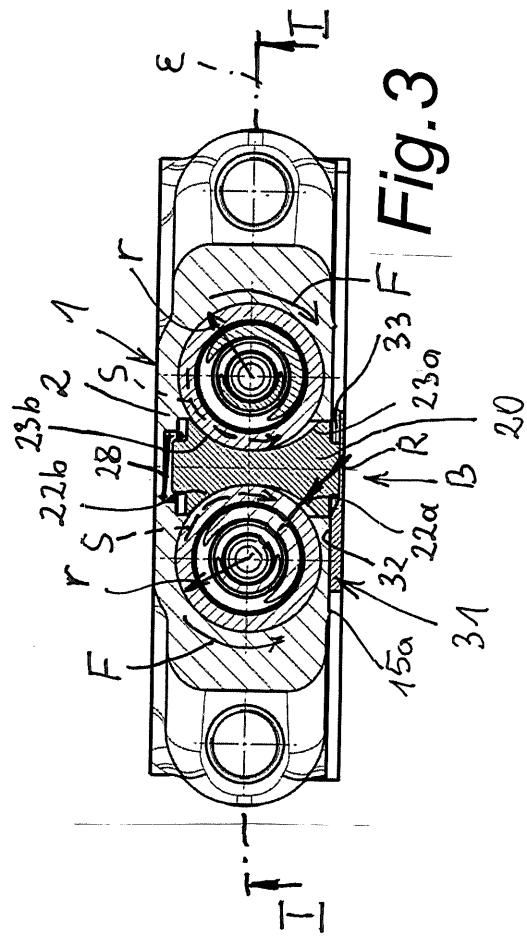
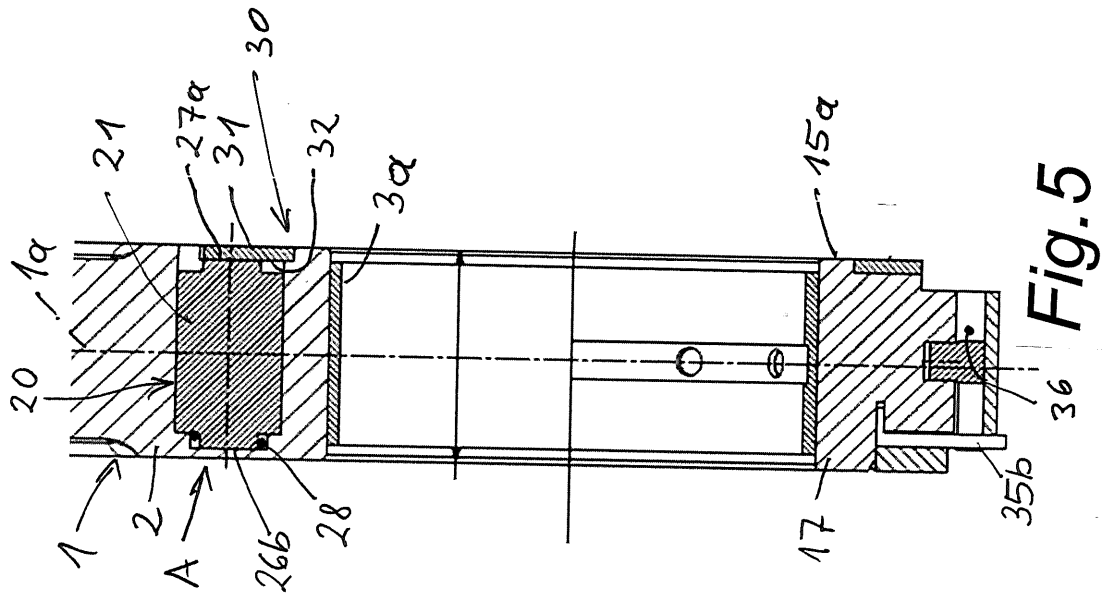
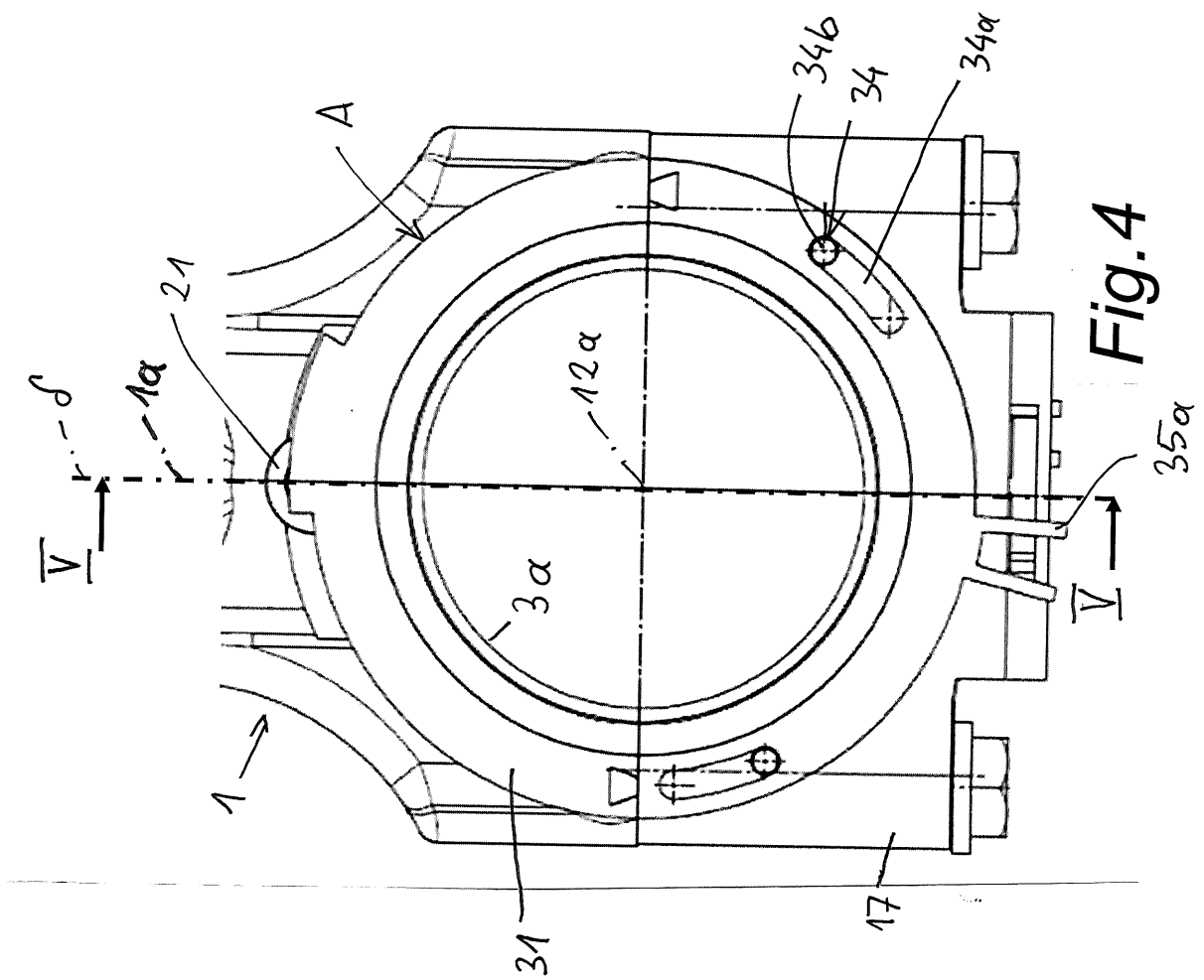
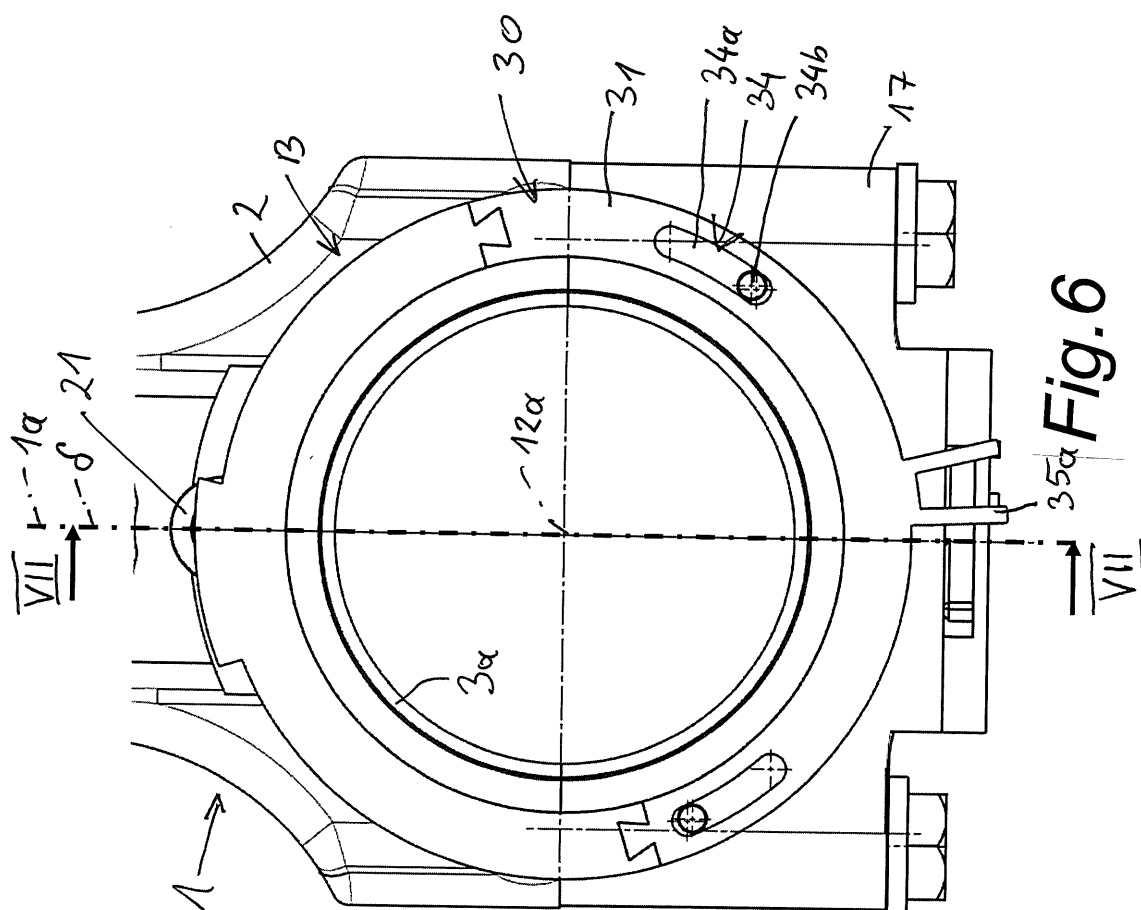
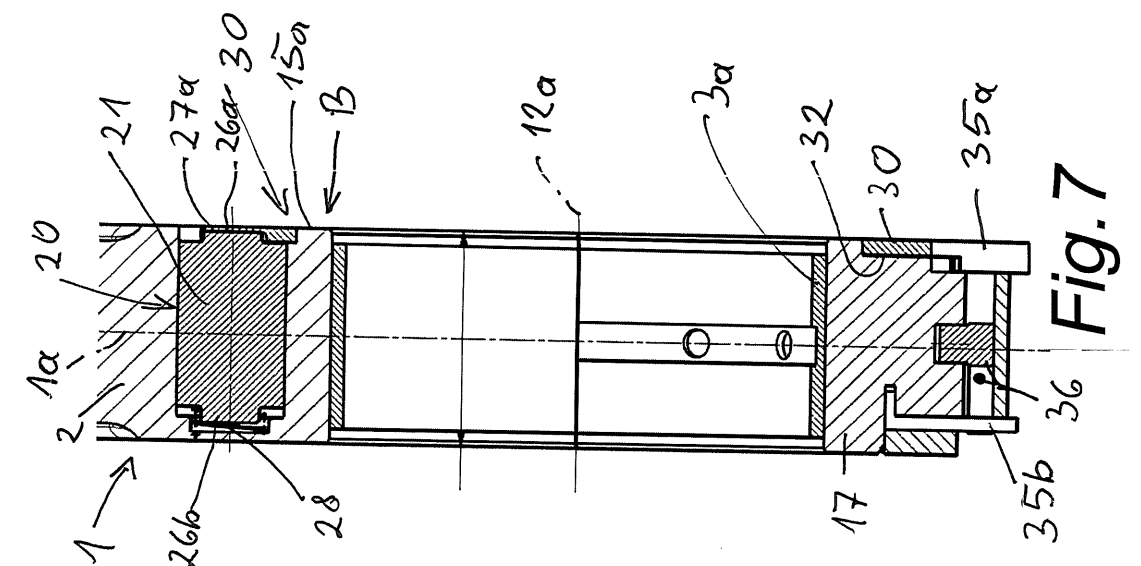


Fig. 3





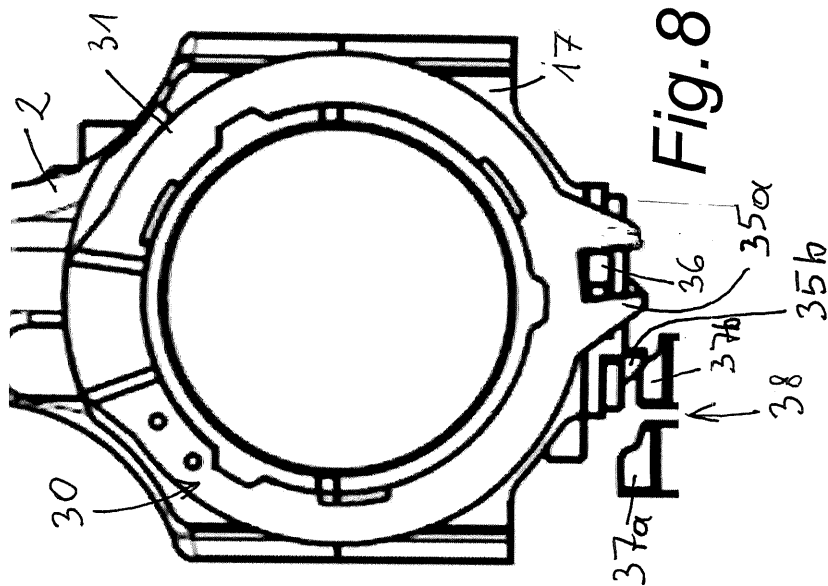


Fig. 8

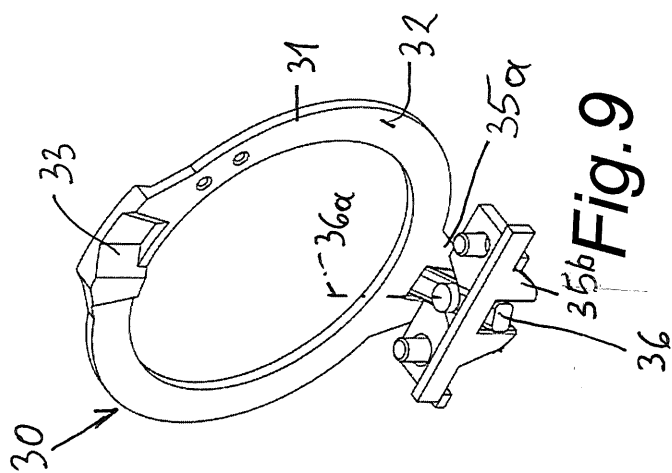


Fig. 9

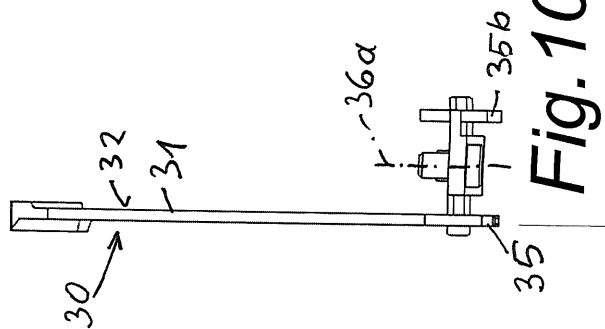


Fig. 10

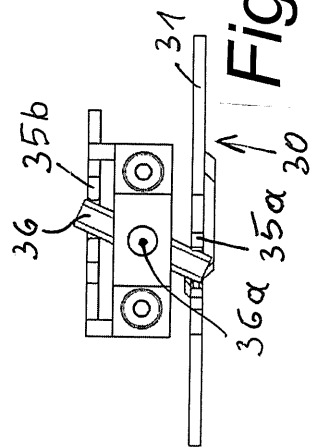


Fig. 11

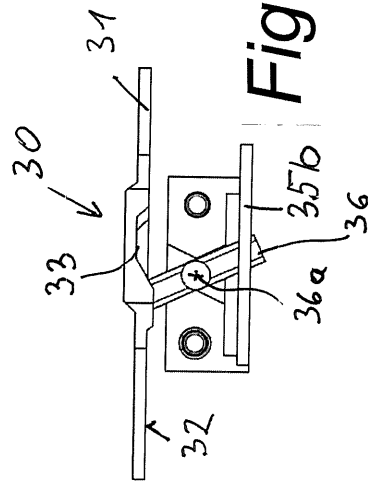
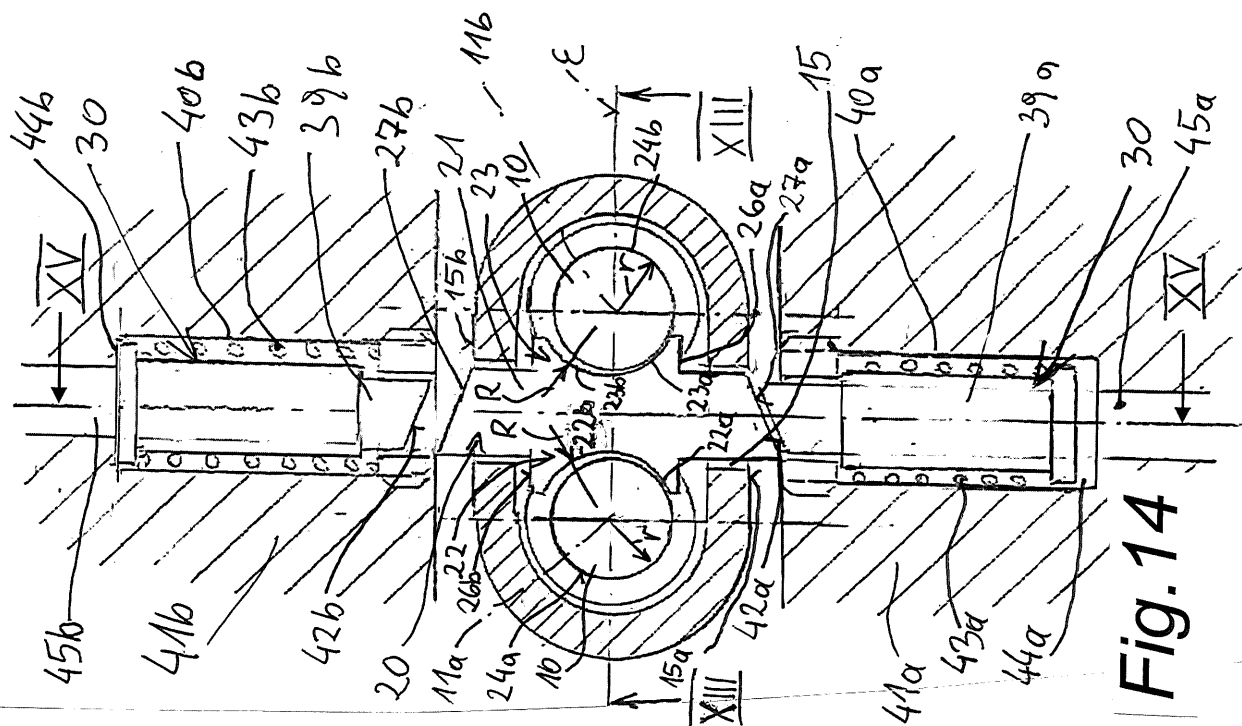
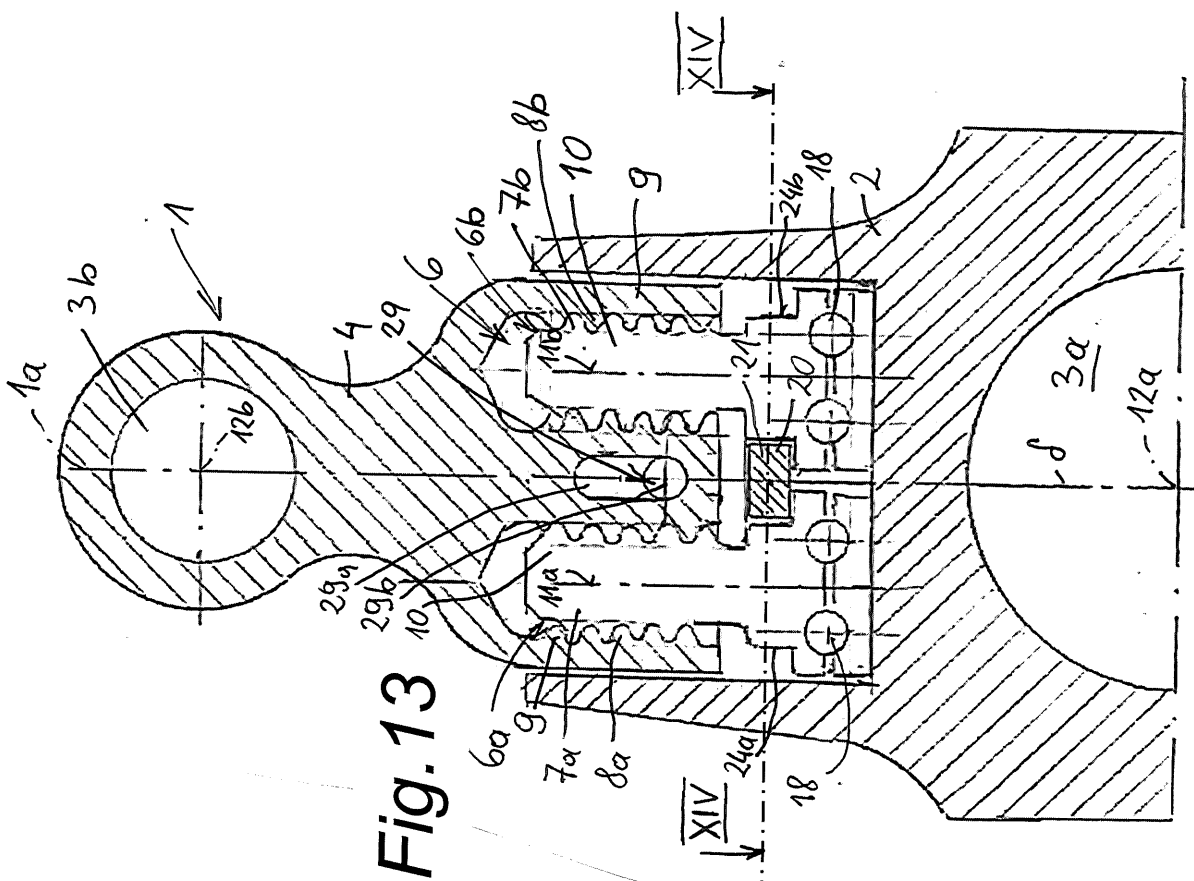
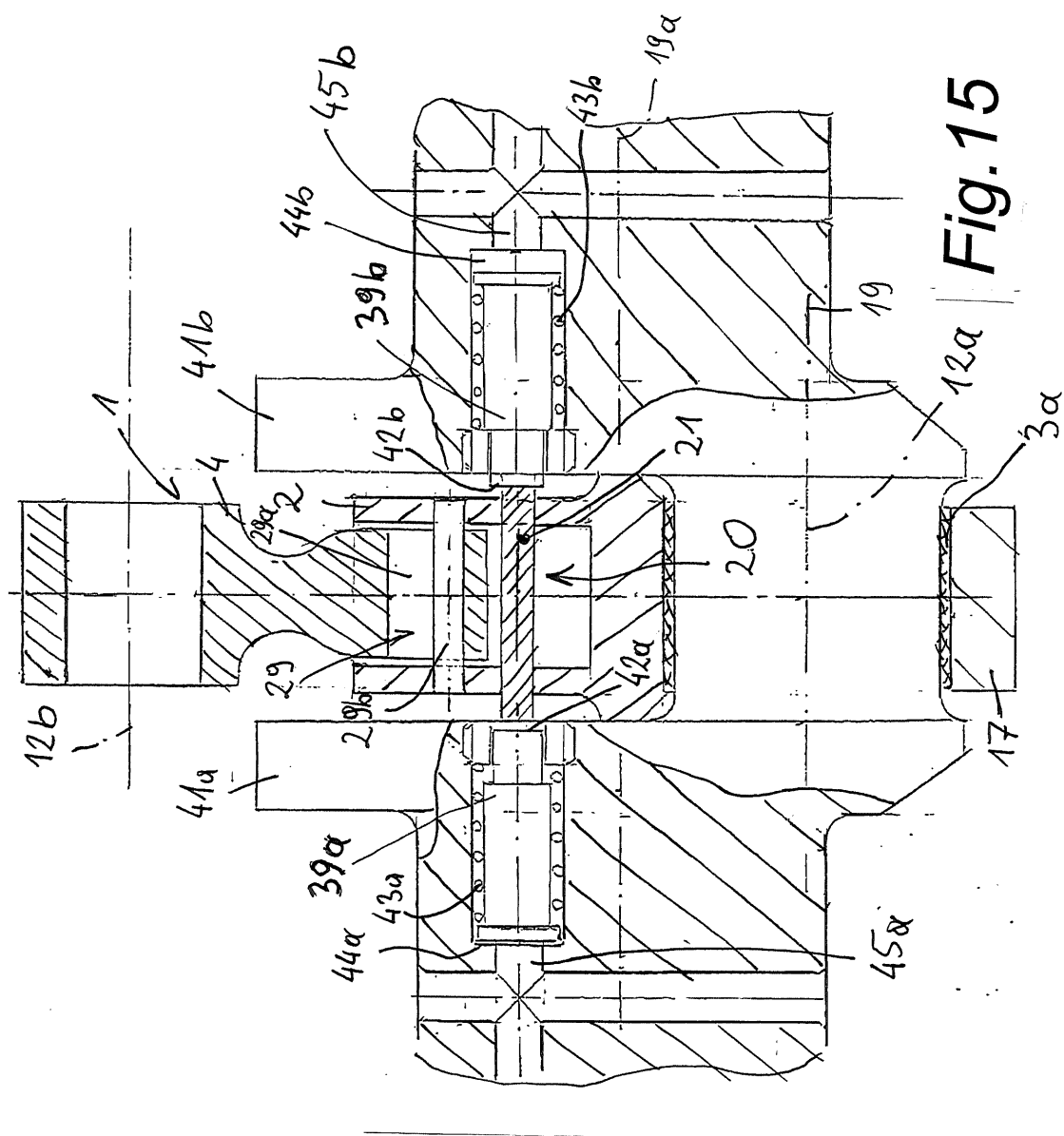
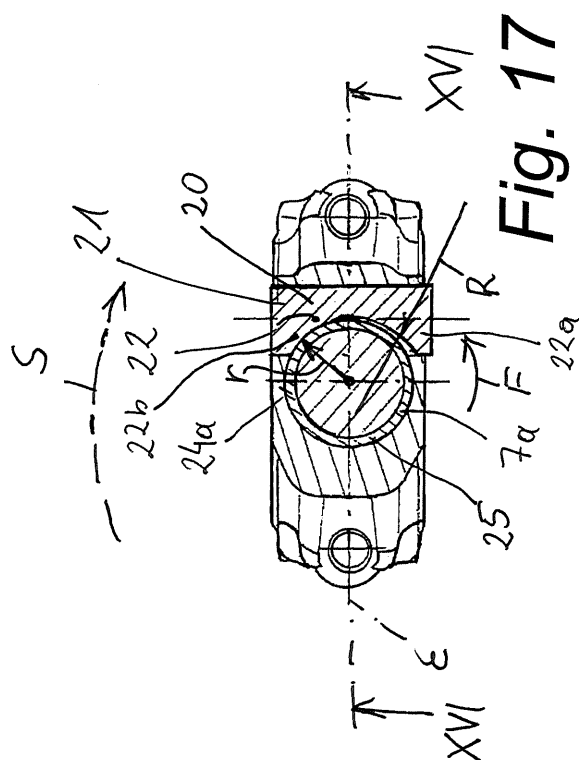
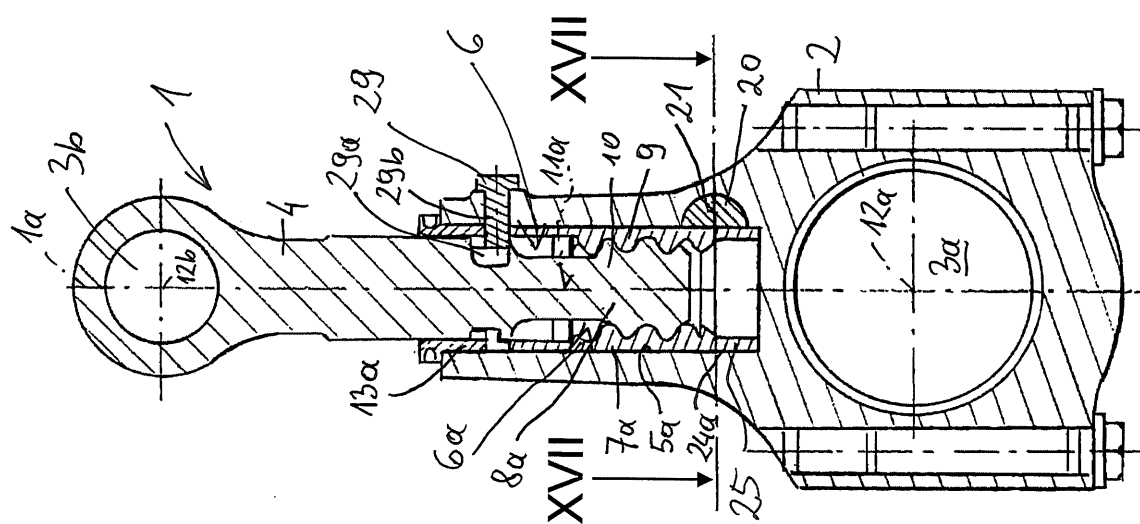


Fig. 12







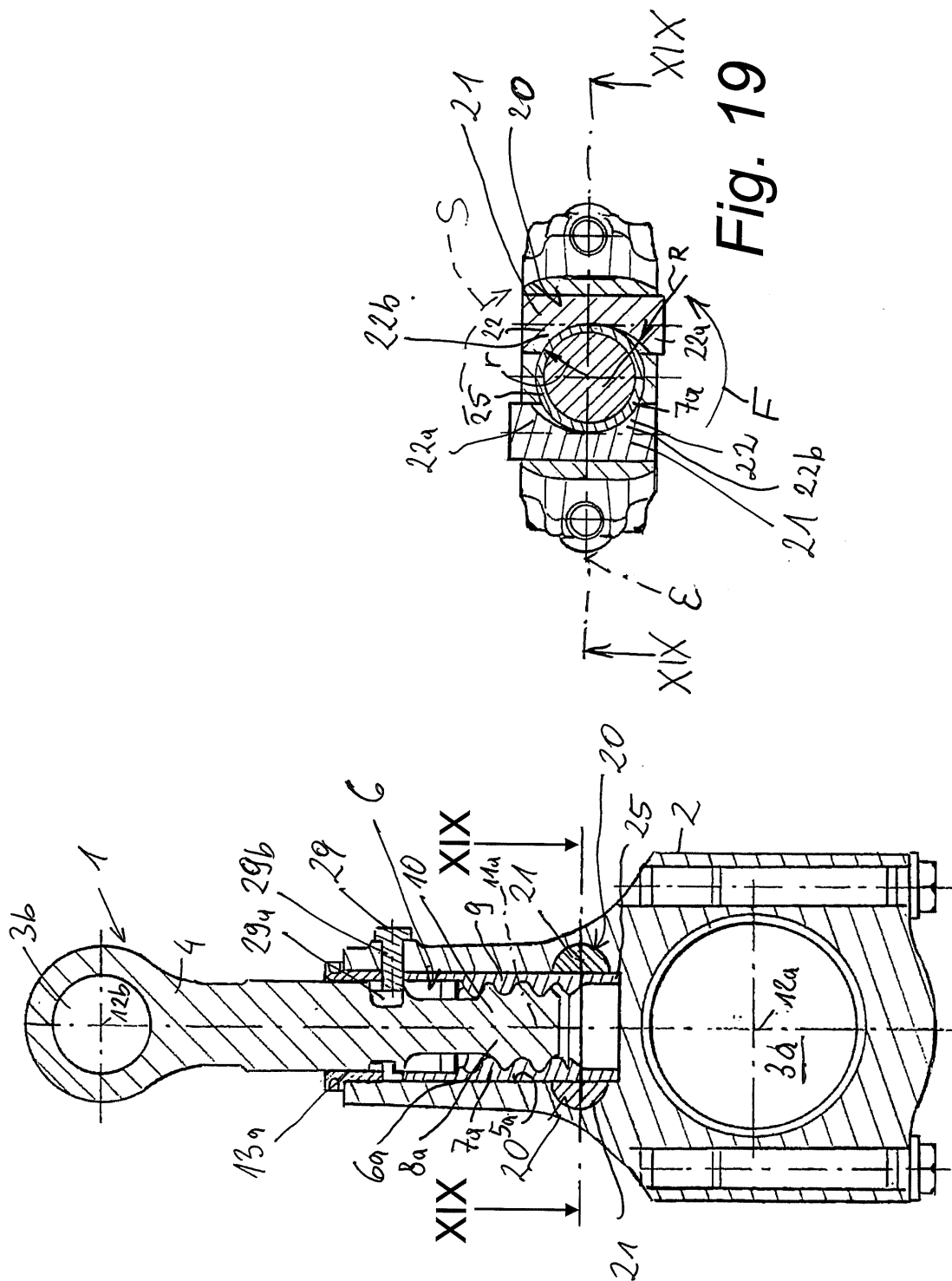


Fig. 18

Fig. 19