

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. September 2011 (09.09.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/107131 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02B 75/04 (2006.01) F02D 41/08 (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01) F02D 41/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/007364

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. Dezember 2010 (03.12.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 009 909.0 2. März 2010 (02.03.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RÖMHELD, Tilmann [DE/DE]; Bodo-Karcher-Strasse 6, 71332 Waiblingen (DE). WAGENPLAST, Michael [DE/DE]; Im Eselsberg 102, 74193 Schweigern (DE).

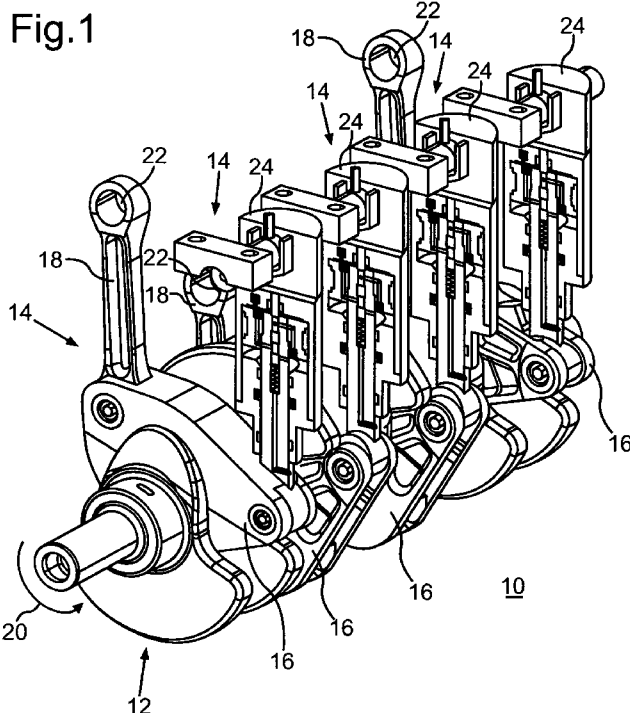
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,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

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RECIPROCATING-PISTON ENGINE

(54) Bezeichnung : HUBKOLBENMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a reciprocating-piston engine having a crankshaft (12) with at least one crankpin (14) on which is mounted a lever element (16) which is connected to a corresponding connecting rod (18), and having at least one actuating device (24) by means of which the lever element (16) can be adjusted between at least two rotational positions relative to the crankpin (14) in order to adjust the compression ratio of the reciprocating-piston engine, wherein the lever element (16) can be adjusted between the at least two rotational positions by means of an at least substantially translatory movement of the actuating device (24).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine mit einer Kurbelwelle (12) mit mindestens einem Hubzapfen (14), an welchem ein mit einem korrespondierenden Pleuel (18) verbundenes Hebelelement (16) gelagert ist, und mit zumindest einer Stelleinrichtung (24), mittels welcher das Hebelelement (16) zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem Hubzapfen (14) einstellbar ist, wobei das Hebelelement (16) durch eine zumindest im Wesentlichen translatorische Bewegung der Stelleinrichtung (24) zwischen den zumindest zwei Drehstellungen einstellbar ist.

WO 2011/107131 A1

Veröffentlicht:

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

Hubkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art sowie eine Hubkolbenmaschine der im Oberbegriff des Patentanspruchs 12 angegebenen Art.

Die WO 2007/092168 A2 offenbart einen Verbrennungsmotor mit einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis. Zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses ist eine Kurbelwelle des Verbrennungsmotors an einem exzentrischen Träger gelagert, wodurch die Position der Drehachse der Kurbelwelle in einem Kurbelgehäuse des Verbrennungsmotors eingestellt werden kann. Der exzentrische Träger ist dabei über eine Gabel von einem hydraulischen Aktuator betätigbar. Dieser Verbrennungsmotor weist weiteres Potenzial zur Darstellung eines effizienten Betriebs auf.

Aus der gattungsbildenden WO 02/12694 A1 ist eine Hubkolben-Brennkraftmaschine mit einem in einem Zylinder verschieblich angeordneten Kolben bekannt, der mit einem Pleuel gelenkig gekoppelt ist und dessen Bewegung auf eine Kurbel einer Kurbelwelle der Hubkolben-Brennkraftmaschine übertragbar ist. Zwischen dem Pleuel und der Kurbel ist ein Übertragungsglied vorgesehen, dessen Bewegung über einen Steuerhebel manipulierbar ist, mit dem Ziel, eine steuerbare Bewegung des Kolbens zu gewährleisten, insbesondere um eine Variierung des Verdichtungsverhältnisses zu ermöglichen. Auch diese Hubkolben-Brennkraftmaschine weist Potenzial zur Darstellung eines noch effizienteren Betriebs auf.

Weiterhin ist aus der DE 698 04 297 T2 eine Hubkolben-Brennkraftmaschine bekannt, die ebenfalls eine Vorrichtung zum Verstellen des Verdichtungsverhältnisses während des Betriebs aufweist. Diese Brennkraftmaschine weist als Verbindung zwischen dem Kolben und der Kurbelwelle eine Zahnstange auf, die mit ihrer Verzahnung auf einem Zahnrad

oder Zahnsegment abrollt, das seinerseits mit seiner Verzahnung auf einer Steuerzahnstange abrollt und auf einer auf der Kurbelwelle gelagerten Pleuelstange drehbar gelagert ist. Die Steuerzahnstange ist im Gehäuse der Brennkraftmaschine in ihrer Längsrichtung verschieblich gelagert, so dass durch das Verschieben der Steuerzahnstange in Längsrichtung das Verdichtungsverhältnis verändert werden kann. Die Verschiebung der Steuerzahnstange kann beispielsweise hydraulisch erwirkt werden. Die hohen Gas- und Massenkräfte der Hubkolben-Brennkraftmaschine erfordern eine überaus robuste Verzahnung und lassen eine starke Geräusentwicklung und mangelnde Dauerhaltbarkeit erwarten.

Die DE 601 29 392 T2 offenbart ebenfalls eine Hubkolbenmaschine mit variabler Verdichtung, bei der ein Hebelement zwischen Pleuelstange und Kurbelwelle angeordnet ist. Dieses Hebelement wird jedoch über ein auf einer Exzenterwelle gelagertes Steuerglied verstellt. Die Exzenterwelle ihrerseits wird durch einen gehäusefesten Aktuator verdreht.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Hubkolbenmaschine der eingangs genannten Art bereitzustellen, welche eine verbesserte Effizienz aufweist.

Diese Aufgabe wird durch eine Hubkolbenmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Hubkolbenmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen und nicht-trivialen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Eine solche Hubkolbenmaschine umfasst eine Kurbelwelle mit mindestens einem Hubzapfen, an welchem ein mit einem korrespondierenden Pleuel verbundenes Hebelement gelagert ist. Des Weiteren umfasst die Hubkolbenmaschine zumindest eine Stelleinrichtung, mittels welcher das Hebelement zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem Hubzapfen einstellbar ist wobei das Hebelement einerseits mit dem Pleuel und andererseits mit der Stelleinrichtung gelenkig verbunden ist. Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass das Hebelement durch eine zumindest im Wesentlichen translatorische Bewegung der Stelleinrichtung zwischen den zumindest zwei Drehstellungen einstellbar ist und dass die Stelleinrichtung zumindest mittelbar an

einem Kurbelgehäuse der Hubkolbenmaschine um eine Schwenkachse schwenkbar abgestützt ist.

Die erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine ermöglicht somit die Darstellung eines sehr effizienten Betriebs in Folge einer bedarfsgerechten Anpassung des Verdichtungsverhältnisses an einen vorliegenden Betriebspunkt der Hubkolbenmaschine. Dies geht einher mit einem äußerst geringen Kraftstoffverbrauch und damit mit geringen CO₂-Emissionen.

Des Weiteren ist durch die erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine ermöglicht, dass ein jeweiliges, zu dem Hubzapfen und dem Hebelement korrespondierendes Verdichtungsverhältnis eines entsprechenden Zylinders der Hubkolbenmaschine einstellbar ist, und zwar unabhängig von der etwaigen Einstellbarkeit und der Einstellung des Verdichtungsverhältnisses zumindest eines weiteren solchen und zu einem weiteren Hubzapfen und Hebelement der Hubkolbenmaschine korrespondierenden Zylinders. Dies bedeutet die Realisierung einer so genannten zylinderselektiven Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine, was den effizienten Betrieb derselbigen um ein weiteres verbessert.

Weiterhin ist dadurch eine Toleranzreduzierung geschaffen, da unterschiedliche Toleranzen ebenso zylinderselektiv ausgleichbar sind. Eine Klassifikation von Einzelteilen ist nicht nötig. Dies ist insbesondere im Vergleich zu Hubkolbenmaschinen besonders vorteilhaft, bei welchen eine gleichzeitige und abhängige Verstellung des Verdichtungsverhältnisses aller Zylinder erfolgt. Dabei kann auf zylinderindividuelle Toleranzen nicht eingegangen werden, was den effizienten Betrieb der Hubkolbenmaschine negativ beeinträchtigen würde. Dieses Problem ist bei der erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine zumindest deutlich reduziert.

Die Einstellbarkeit des Hebelements durch die zumindest im Wesentlichen translatorische Bewegung der Stelleinrichtung bedeutet weiterhin einen besonders geringen Bauraumbedarf der erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine, da das Hebelement direkt von der Stelleinrichtung betätigbar ist. Zusätzlicher Bauraumaufwand beispielsweise für eine zu rotierende Exzenterwelle, die über einen Hebel mit dem Hebelement verbunden ist, ist nicht vonnöten. Dies hält auch das Gewicht sowie die Teileanzahl der erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine gering, was einerseits dem effizienten Betrieb und damit dem geringen Kraftstoffverbrauch und andererseits geringen Kosten zuträglich ist.

Zur Betätigung des Hebelements mittels der Stelleinrichtung ist die Stelleinrichtung mit dem Hebelement insbesondere gelenkig verbunden, wobei die Stelleinrichtung beispielsweise eine translatorische Bewegung ausführbare Stange umfasst, die mit dem Hebelement verbunden ist. Das Hebelement ist weiterhin mit einem Pleuel gelenkig verbunden, dass wiederum mit einem entsprechenden Kolben gelenkig verbunden ist, der in einem bereits ausgeführten Zylinder der Hubkolbenmaschine verschieblich angeordnet ist. Der Kolben treibt dann infolge einer Gasexpansion durch eine Verbrennung von Kraftstoff und Luft in dem Zylinder über des Pleuel und den Hubzapfen die Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine an, wodurch also eine translatorische Bewegung des Kolbens in dem Zylinder in eine rotatorische Bewegung der Kurbelwelle umgesetzt wird.

Dabei führt der Kolben stets denselben Hub aus, wobei er also stets dieselbe Strecke von seinem unteren Totpunkt bis zu seinem oberen Totpunkt aus. Die Position des oberen Totpunkts sowie des unteren Totpunkts im Zylinder ist nun durch das Hebelement veränderbar. Wird das Hebelement mittels der Stelleinrichtung zwischen den zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem Hubzapfen verändert, so herrscht im oberen Totpunkt des Kolbens in einer der Drehstellungen ein größeres Endvolumen, welches auch als Kompressionsvolumen bezeichnet wird, in dem Zylinder, als bei der anderen der zumindest zwei Drehstellungen und umgekehrt. Eine Vergrößerung dieses Kompressionsvolumens bedeutet eine Verkleinerung des Verdichtungsverhältnisses, während eine Verkleinerung des Kompressionsvolumens eine Vergrößerung des Verdichtungsverhältnisses zur Folge hat.

Die Stelleinrichtung ist um eine Schwenkachse schwenkbar zumindest mittelbar an einem Kurbelgehäuse der Hubkolbenmaschine abgestützt. Dies gewährleistet eine Bewegung und damit einen Ausgleich der Stelleinrichtung infolge von Bewegungen der Hubkolbenmaschine und ihrer Komponenten, die über die ausgeführte Anordnung auf die Stelleinrichtung übertragen werden kann. Des Weiteren kann dadurch die mit dem Hebelement verbundene Stelleinrichtung Bewegungen des Hebelements in Folge der Rotation der Kurbelwelle und damit infolge von Bewegungen des Hubzapfens mit ausführen. Die ausgeführte Abstützung der Stelleinrichtung ist beispielsweise über eine relativ zum Kurbelgehäuse feste Welle oder einen Bolzen oder dergleichen realisiert, um welche die Stelleinrichtung relativ zu dieser schwenkbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Hebelement über eine Gewindespindel der Stelleinrichtung einstellbar ist. Durch die Gewindespindel ist eine rotatorische Bewegung, beispielsweise die eines elektrischen Motors, in eine translatorische Bewegung umwandelbar, wodurch das Hebelement betätigbar ist. Dazu ist beispielsweise die Gewindespindel, welche beispielsweise als Gewindestange vorliegt, unmittelbar mit dem Hebelement gelenkig verbunden. Dies stellt eine besonders kostengünstige Ausführungsform dar. Des Weiteren ist dadurch eine besonders präzise Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine ermöglicht. Die Genauigkeit dieser Einstellung kann dabei durch die Wahl der Steigung des Gewindes der Gewindespindel festgelegt werden. Eine hohe Steigung bedeutet, dass bei Drehungen der Gewindespindel um wenige Grad ein relativ großer translatorischer Weg darstellbar und zurücklegbar ist. Bei einer flachen Steigung des Gewindes der Gewindespindel legt die Gewindespindel bei Drehung derselben auch um viele Grad eine nur geringe, translatorische Strecke zurück. Begünstigt eine hohe Steigung die schnelle Einstellung des Hebelements, so begünstigt eine flache Steigung die Genauigkeit der Einstellung.

Außerdem kann vorgesehen sein, dass die Stelleinrichtung hydraulisch betätigbar ist. Eine solche hydraulische Betätigung hat den Vorteil inne, dass mit geringen Steuerkräften hohe Stellkräfte darstellbar sind, wodurch auch bei hohen Zylinderdrücken eine Einstellung des Hebelements und damit eine Einstellung und Verstellung des Kolbens im Zylinder durchführbar sind.

Die Stelleinrichtung umfasst dabei beispielsweise einen einen Arbeitsraum aufweisenden Zylinder, in welchem ein relativ zu dem Zylinder axial verschiebbarer und mit einer Schubstange verbundener Kolben angeordnet ist. Dies ermöglicht eine kostengünstige Darstellung der Einstellbarkeit des Hebelements bei gleichzeitiger Realisierung einer hohen Präzision dieser Einstellbarkeit.

Ist der Arbeitsraum durch den Kolben in zwei mit einem Arbeitsmedium beaufschlagbare und ein jeweiliges Volumen aufweisendes Steuerräume unterteilt, so birgt dies den Vorteil, dass dadurch ein doppelwirkender Kolben dargestellt ist, wodurch das Hebelement mittels der Stelleinrichtung sowohl von der einen der Drehstellungen in die andere der Drehstellung als auch in umgekehrter Richtung schnell, präzise und mit hohen Kräften einstellbar ist.

Vorteilhafterweise ist ein Steuerkolben der Stelleinrichtung vorgesehen, mittels welchem eine jeweilige Menge von Arbeitsmedium in den Steuerräumen einstellbar ist. Dazu weist der Steuerkolben beispielsweise Steuerkanten auf, die von dem Arbeitsmedium, welches insbesondere als Schmiermittel, beispielsweise Schmieröl, der Hubkolbenmaschine ausgebildet ist, zu durchströmende Kanäle der Stelleinrichtung freigeben und/oder verschließen können, um damit eine entsprechende Menge des Arbeitsmediums in die jeweiligen Steuerräume fließen zu lassen. Wird dementsprechend das Arbeitsmedium in einen der Steuerräume geleitet, so vergrößert sich dessen Volumen, während sich das Volumen des anderen Steuerraums verkleinert. Daraus resultieren die translatorische Bewegung der Stelleinrichtung und damit die Einstellung des Hebelements von einer der Drehstellung in die andere. Durch entsprechende Stellung des Steuerkolbens ist es möglich, das in den Steuerraum eingeleitete Arbeitsmedium aus diesem heraus fließen zu lassen und dem anderen Steuerraum eine entsprechende Menge von Arbeitsmedium zukommen zu lassen, woraus eine umgekehrte translatorische Bewegung der Stelleinrichtung resultiert.

Ein solches hydraulisches System birgt insbesondere den Vorteil, dass über die Verbindung über das Hebelement, das Pleuel und den Kolben ein Druckrückmelde-System geschaffen ist, wodurch also der Druck im Zylinder an dieses hydraulisches System rückgemeldet werden kann. Dadurch ist eine quasi selbstständige Anpassung an die Verbrennung und damit den Druck im Zylinder ermöglicht.

Darüber hinaus erfolgt die Verschiebung des Kolbens in dem Zylinder der Stelleinrichtung und damit die Verschiebung der Schubstange und damit die Einstellung des Hebelements durch an der Schubstange anliegende Wechselkräfte, also Zug- und/oder Druckkräfte, die aus der Bewegung des Kolbens im Zylinder der Hubkolbenmaschine sowie aus im Zylinder herrschenden Druckverhältnissen resultieren, also ob dieser sich in einem Ansaug-, Expansions-, Verdichtungs- oder Verdichtungstakt befindet. Dadurch sind zusätzliche Einrichtungen zur Druckförderung des Arbeitsmediums, also beispielsweise Pumpen, zum Betrieb der Stelleinrichtung nicht vonnöten oder können sehr gering in ihren Dimensionen und Leistungen ausgeführt sein, was den Energiebedarf der erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine und damit den Kraftstoffverbrauch gering hält. Es findet also ein quasi nahezu selbstständiges Pumpen des Arbeitsmediums in bzw. aus den Steuerräumen statt infolge der anliegenden Wechselkräfte.

Auch eine Betätigung der angeführten Gewindespindel mit diesen Wechselkräften ist möglich, womit alle in diesem Zusammenhang genannten Vorteile einhergehen. Alternativ oder zusätzlich kann die Gewindespindel auch mit einem elektrischen Motor betätigt werden.

Der ausgeführte Steuerkolben ist zum Beispiel rotatorisch und/oder translatorisch betätigbar, wobei eine translatorische Betätigung eine einfache und damit kostengünstige Ausgestaltung des Steuerkolbens ermöglicht sowie den Bauraumbedarf der Hubkolbenmaschine gering hält. Die translatorische Betätigung des Steuerkolbens erfolgt beispielsweise über ein relativ zu der Schwenkachse der Stelleinrichtung drehfestes Betätigungselement, wobei beispielsweise ein Stift die ausgeführte Welle bzw. den ausgeführten Bolzen durchdringt und schräg, insbesondere quer, zur Schwenkachse mittels eines Aktuators, beispielsweise magnetisch, betätigbar ist. Dabei drückt das Betätigungselement den Steuerkolben in eine Richtung, während eine Bewegung des Steuerkolbens in die dieser Richtung entgegengesetzte Richtung beispielsweise infolge einer Kraftbeaufschlagung durch ein Federelement realisiert ist, das einerseits am Kolben und andererseits an der Stelleinrichtung, insbesondere an der Schubstange der Stelleinrichtung, abgestützt ist. Eine Integration des Steuerkolbens in die Schubstange, bei welcher der Steuerkolben zumindest bereichsweise in der Schubstange aufgenommen ist, stellt eine hohe Bauteilintegration dar, die den Bauraumbedarf der erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine in reduzierender Art und Weise begünstigt.

Ist das Betätigungselement zum Betätigen des Steuerkolbens relativ zur Schwenkachse der Stelleinrichtung drehfest und ist die Stelleinrichtung mit dem Steuerkolben um diese Schwenkachse schwenkbar, so ist es äußerst vorteilhaft, wenn das Betätigungselement und der Steuerkolben über eine zumindest im Wesentlichen bogenförmige Fläche zusammenwirken, wobei der Mittelpunkt der bogenförmigen Fläche beispielsweise zumindest im Wesentlichen auf der Schwenkachse liegt. Dies gewährleistet eine gleichmäßige Betätigung und damit einen gleichmäßigen Hub des Steuerkolbens auch bei einer Bewegung, also bei einem Schwenken, der Stelleinrichtung und damit des Steuerkolbens um die Schwenkachse, was auch das eingestellte Verdichtungsverhältnis vorteilhafterweise konstant hält. Dies wirkt sich besonders positiv auf den effizienten Betrieb der Hubkolbenmaschine aus.

Ein weiterer Vorteil des Steuerkolbens ist, dass zur Einstellung des gewünschten Verdichtungsverhältnisses lediglich eine Soll-Position des Steuerkolbens, beispielsweise über das ausgeführte Betätigungselement, vorzugeben ist, wodurch die entsprechenden Kanäle durch die Steuerkante freigegeben bzw. verschlossen werden. Ist die entsprechende Menge von Arbeitsmedium in den gewünschten Steuerraum geflossen bzw. aus dem anderen Steuerraum hinaus geflossen, so bewegt sich die Schubstange relativ zu dem Steuerkolben und überstreicht wieder die entsprechenden Steuerkanten, wodurch die Kanäle verschlossen und das Fließen des Arbeitsmediums gestoppt wird. Eine weitere Betätigung des Steuerkolbens zum Stoppen der Einstellung des Verdichtungsverhältnisses ist nicht nötig.

Weiterhin hat dies den Vorteil, dass etwaige Leckagen durch Verschleiß infolge einer sehr hohen Lebensdauer selbstständig durch dieses hydraulische System ausgeglichen werden, was eine präzise Einstellung des Hebelements und damit des Verbrennungsluftverhältnisses auch über eine sehr hohe Lebensdauer der Hubkolbenmaschine hinweg gewährleistet. Dabei ist lediglich eine etwaige Anpassung der Vorgabe der Soll-Position vonnöten.

Zur Erfindung gehört auch eine Hubkolbenmaschine mit einer Pleuelwelle mit mindestens einem Pleuelzapfen, an welchem ein mit einem korrespondierenden Pleuel verbundenes Hebelement gelagert ist und mit einer Stelleinrichtung, mittels welcher das Hebelement zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem Pleuelzapfen einstellbar ist. Die Pleuelwelle weist dabei eine Mehrzahl von Pleuelzapfen auf, an welchen jeweils ein mit einem korrespondierenden Pleuel verbundenes Hebelement gelagert ist, wobei den Hebelementen jeweils eine Stelleinrichtung zugeordnet ist, mittels welcher das jeweilige Hebelement unabhängig von zumindest einem weiteren der Hebelemente zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem jeweiligen Pleuelzapfen einstellbar ist und dass die Stelleinrichtungen zumindest mittelbar an einem Pleuelgehäuse der Hubkolbenmaschine um eine Pleuelachse schwenkbar abgestützt sind. Vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der Erfindung und umgekehrt anzusehen. Die Hubkolbenmaschine des zweiten Aspekts der Erfindung ermöglicht somit eine Einstellung eines jeweiligen, zu jeweils einem Pleuelzapfen korrespondierenden Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine und

zwar unabhängig von der Einstellung zumindest eines weiteren, zu einem weiteren Hubzapfen korrespondierenden Verdichtungsverhältnisses. Somit sind zwei voneinander unterschiedliche Verdichtungsverhältnisse einstellbar. Damit geht der in diesem Zusammenhang bereits beschriebene Vorteil einher, dass durch eine solche, hubzapfen- bzw. zylinderselektive Einstellung des Verdichtungsverhältnisses eine Toleranzreduzierung ermöglicht ist, die geringen Kosten der Hubkolbenmaschinen zugute kommt. Zudem ist die Hubkolbenmaschine äußerst präzise an unterschiedlichste Betriebspunkte derselbigen anpassbar, woraus ein sehr effizienter Betrieb der Hubkolbenmaschine mit einem sehr geringen Kraftstoffverbrauch und mit geringen CO₂-Emissionen resultiert. Das zur Hubkolbenmaschine des ersten Aspekts der Erfindung Ausgeführte gilt für die Hubkolbenmaschine des zweiten Aspekts der Erfindung analog.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnungen. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Beschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 eine perspektivische und teilweise geschnittene Ansicht eines Kurbeltriebs einer Hubkolbenmaschine mit einer Kurbelwelle mit vier Hubzapfen, an welchen jeweils ein mit einem korrespondierenden Pleuel verbundenes Hebelement gelagert ist, wobei jedem der Hebelemente jeweils eine hydraulisch betätigbare und eine translatorische Bewegung ausführbare Stelleinrichtung zugeordnet ist, mittels welcher das jeweilige Hebelement zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem jeweiligen Hubzapfen einstellbar ist;

Fig. 2 eine perspektivische und teilweise geschnittene Ansicht eines mit einem Pleuel und einer zugeordneten Stelleinrichtung verbundenen Hebelements gemäß Fig. 1;

- Fig. 3 eine weitere perspektivische Ansicht des mit dem Pleuel und der Stelleinrichtung verbundenen Hebelements gemäß Fig. 2;
- Fig. 4 eine teilweise geschnittene Draufsicht des mit dem Pleuel und der Stelleinrichtung verbundenen Hebelements gemäß den Fig. 2 und 3;
- Fig. 5 eine Schnittansicht einer Stelleinrichtung gemäß den vorhergehenden Figuren; und
- Fig. 6 fünf Längsschnittansichten der Stelleinrichtung gemäß Fig. 5 in voneinander unterschiedlichen Stellungen zur Darstellung unterschiedlicher Drehstellungen des Hebelements und damit zur Darstellung unterschiedlicher Verdichtungsverhältnisse der Hubkolbenmaschine.

Die Fig. 1 zeigt einen Kurbeltrieb 10 einer Hubkolbenmaschine mit einer Kurbelwelle 12. Die Kurbelwelle 12 weist vier Hubzapfen 14 auf, an welchem jeweils ein Hebelement 16 gelagert ist, wobei sich also die Hebelemente 16 relativ zu den jeweiligen Hubzapfen 14 um diese drehen können. Die Hebelemente 16 sind jeweils mit einem Pleuel 18 gelenkig verbunden und als Querhebel ausgebildet, welche quer zur Rotationsachse der Kurbelwelle 12 verlaufen. Die Pleuel 18 weisen wiederum jeweils ein Pleuelauge 22 auf, über welche das jeweilige Pleuel 22 mit einem in einem Zylinder der Hubkolbenmaschine verschieblich angeordneten Kolben der Hubkolbenmaschine verbindbar ist. Wie bekannt ist, führen die Kolben der Hubkolbenmaschine infolge von Gasexpansionen durch Verbrennung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches in dem jeweiligen Zylinder translatorische Bewegungen durch, die über die Pleuel 18 und die Hebelemente 16 auf die Hubzapfen 14 und weiter auf die Kurbelwelle 12 übertragen und in eine rotatorische Bewegung der Kurbelwelle 12 umgewandelt werden, wodurch sich also die Kurbelwelle 12 gemäß einem Richtungspfeil 20 um ihre Rotationsachse dreht.

Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, legen dabei die Kolben und damit die Pleuel 22 stets den gleichen Hub, also die gleiche translatorische Aufwärts- und Abwärtsbewegung aus. Zur Darstellung eines einstellbaren Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine ist jedem Hebelement 16 eine Stelleinrichtung 24 zugeordnet, welche gelenkig mit dem jeweiligen Hebelement 16 verbunden ist. Mittels der Stelleinrichtungen 24 sind die Hebelemente 16 zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem jeweiligen

Hubzapfen 14 um diesen drehbar. Dies bewirkt eine Einstellung eines Endvolumens, welches auch als Kompressionsvolumen bezeichnet wird, in dem jeweiligen Zylinder im oberen Totpunkt des jeweiligen Kolbens, da die Drehstellung der Hebelemente 16 relativ zu dem jeweiligen Hubzapfen 14 die translatorische Position des unteren und oberen Totpunkts des Kolbens im Zylinder beeinflusst. Eine Vergrößerung des Kompressionsvolumens führt zu einer Verkleinerung des Verdichtungsverhältnisses und/oder umgekehrt. Zur Einstellung der Hebelement 16 und damit des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine führen die Stelleinrichtungen 24 eine translatorische Bewegung aus, die eine Drehung des jeweiligen Hebelements 16 relativ zu dem jeweiligen Hubzapfen 14 um diesen bewirkt.

Der Übersicht wegen ist die Funktion der Stelleinrichtungen 24 anhand einer Stelleinrichtung 24 erläutert, welche in den folgenden Figuren dargestellt ist. Die Fig. 2 bis 5 zeigen die Stelleinrichtung 24, die einen einen Arbeitsraum 26 aufweisenden Hydraulikzylinder 28 umfasst. In dem Hydraulikzylinder 28 bzw. dessen Arbeitsraum 26 ist ein verschiebbarer Kolben 30 angeordnet, welcher fest mit einer Schubstange 32 verbunden ist. Der Kolben 30 unterteilt den Arbeitsraum 28 in eine erste, in der Fig. 2 obere Steuerkammer 34 und eine in der Fig. 2 untere, zweite Steuerkammer 36, wobei die Steuerkammern 34 und 36 ein jeweiliges Volumen aufweisen, welche mit einem Arbeitsmedium in Form von Schmieröl der Hubkolbenmaschine beaufschlagbar sind. In der Fig. 2 befindet sich der Kolben 30 und damit die Schubstange 32 in einer ersten Endstellung, in welcher das Volumen der Steuerkammer 34 minimal und das Volumen der Steuerkammer 36 maximal ist. In diesem Falle ist das Volumen der Steuerkammer 36 mit dem Schmieröl gefüllt, während die Steuerkammer 34 zumindest nahezu kein Schmieröl beinhaltet.

In dieser in der Fig. 2 gezeigten Stellung des Kolbens 30 und damit der Stelleinrichtung 24 nimmt das Hebelement 16 eine erste Drehstellung relativ zu dem Hubzapfen 14 ein, in welchem ein geringes Verdichtungsverhältnis von beispielsweise $\varepsilon = 7$ vorliegt. Soll das Verdichtungsverhältnis erhöht werden, so muss der Kolben 30 und damit die Stelleinrichtung 24 von der in der Fig. 2 gezeigten ersten Endstellung herausbewegt und der Kolben 30 in Richtung einer Fläche 38 bewegt werden. Dies bedeutet also, dass das Volumen der Steuerkammer 36 verkleinert und das Volumen der Steuerkammer 34 vergrößert werden muss. Hierzu muss das Schmieröl aus der Steuerkammer 36 abgeführt und Schmieröl in die Steuerkammer 34 eingeleitet werden.

Um entsprechende und gewünschte Mengen von Schmieröl der jeweiligen Steuerkammer 34 und 36 zuzuteilen, sind Kanäle 40, 42, 44 und 46 vorgesehen, durch welche das Schmieröl fließen kann. Die Kanäle 40, 42 und 44 sind dabei durch entsprechende Steuerkanten 48, 50 und 52 eines bereichsweise in der Schubstange 32 aufgenommenen Steuerkolbens 54 freigebbar und verschließbar.

Zur Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses geben nun die entsprechenden Steuerkanten 48, 50 und 52 die Kanäle 40 und 42 frei, woraufhin das Schmieröl über den Kanal 40 aus dem Steuerraum 36 hinaus und über den Kanal 42 in den Steuerraum 34 hineinfließen kann. Zudem kann weiteres Schmieröl über den Kanal 46 in den Steuerraum 34 einfließen, welchem Schmieröl über eine Welle 62 zuführbar ist. Der Kanal 46 ist dabei mit einer Schmierölversorgung der Hubkolbenmaschine verbunden und gewährleistet die Versorgung der Stelleinrichtung 24 mit ausreichend Arbeitsmedium in Form des Schmieröls. Entsprechende Steuerventile in Form von Rückschlagventilen 56, 58 und 60 verhindern dabei einen unerwünschten Fluss von Schmieröl.

Die Stelleinrichtung 24 lässt insbesondere durch ein Einsatz der Rückschlagventile 56, 58 und 60 zusätzliche Einrichtungen zur Druckförderungen des Schmiermittels, also Pumpen, obsolet werden oder ermöglicht zumindest eine geringe Dimensionierung einer solchen Einrichtung bezüglich ihrer Dimensionen und Leistung, da die Stelleinrichtung 24 quasi selbstständig infolge von an der Schubstange 32 anliegenden Wechselkräften das Schmieröl in die bzw. aus den Steuerkammern 34 und 36 fördert und zwar entsprechend der durch die Steuerkanten 48, 50 und 52 freigegebenen bzw. verschlossenen Kanäle 40, 42 und 44. Die genannten Wechselkräfte resultieren dabei aus der genannten Verbrennung resultierenden Druck- und Gaskräften im Zylinder, die über den Kolben, das Pleuel 18 und das Hebelement 16 auf die Schubstange 32 und damit auf den Kolben 30 übertragen werden, der somit das Schmieröl in die oder aus den entsprechenden Steuerkammern 34 und/oder 36 pumpt.

Dies bedeutet einen äußerst niedrigen Energiebedarf zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses, was den Kraftstoffverbrauch und damit die CO₂-Emissionen der Hubkolbenmaschine in einem geringen Rahmen hält.

Dadurch, dass die Stelleinrichtung 24 eine translatorische Bewegung ausführt, birgt sie weiter den Vorteil, dass sie einen nur geringen Bauraumbedarf aufweist bei gleichzeitiger Realisierung einer sehr präzisen Einstellung des Verdichtungsverhältnisses, wodurch die

Hubkolbenmaschine sehr präzise an unterschiedliche Betriebspunkte angepasst werden kann und somit einen sehr effizienten Betrieb ermöglicht.

Wie in Zusammenschau mit Fig. 1 deutlich wird, weisen der Kurbeltrieb 10 und damit die Hubkolbenmaschine weiterhin den Vorteil auf, dass die Hebelemente 16 unabhängig voneinander durch die Stelleinrichtungen 24 einstellbar sind, wodurch auch das Verdichtungsverhältnis der einzelnen Zylinder selektiv einstellbar ist.

Damit die Stelleinrichtung 24 Bewegungen des Hebelements 16 sowie Bewegungen der Hubkolbenmaschine mit ausführen und gegebenenfalls ausgleichen kann, ist sie schwenkbar um die drehfest an einem Kurbelgehäuse der Hubkolbenmaschine abgestützte Welle 62 gehalten und somit schwenkbar und mittelbar am Kurbelgehäuse abgestützt. Die Welle 62 ist unter anderem durch Befestigungselemente 80 festgelegt.

Die Fig. 3 verdeutlicht die Betätigung des Steuerkolbens 54 zur Einstellung des Hebelements 16 und damit zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses. Zur Betätigung des Steuerkolbens 54 umfasst die Stelleinrichtung 24 einen Stift 64, welcher die drehfest am Kurbelgehäuse festgelegte Welle 62 durchdringt und mit einem im Wesentlichen U-förmigen Betätigungselement 66 verbunden ist. Der die Welle 62 über eine entsprechende Bohrung durchdringenden Stift 64 und das im Wesentlichen U-förmige Betätigungselement 66 sind einstückig miteinander ausgebildet und mittels eines nicht dargestellten Aktuators magnetisch translatorisch in Bewegungsrichtung der Schubstange 32 bewegbar. Wird das Betätigungselement 66 über den Stift 64 in Richtung der Schubstange 32 bewegt, so drückt das Betätigungselement 66 den Steuerkolben 54 entgegen einer Federkraft eines einerseits am Steuerkolben 54 und andererseits an der Schubstange 32 abgestützten Federelements 68 in die entsprechende Richtung, woraus eine Relativbewegung des Steuerkolbens 54 zur Schubstange 32 resultiert. Dadurch geben die Steuerkanten 48, 50 und 52 die Kanäle 40, 42 und 44 frei, wodurch das Schmieröl auf die ausgeführte Art und Weise in die Steuerkammern 34 und/oder 36 hinein oder hinaus fließen kann.

Aus diesem Fluss des Schmieröls resultiert eine Volumenvergrößerung bzw. eine Volumenverkleinerung der Steuerkammern 34 und 36, woraus wiederum eine Relativbewegung des Kolbens 30 und damit der Schubstange 32 zu dem Steuerkolben 54 resultiert. Diese Relativbewegung geschieht solange, bis die Kanäle 40, 42 und 44 die entsprechenden Steuerkanten 48, 50 und 52 des Steuerkolbens 54 überfahren und

wiederum verschlossen werden, wodurch der Fluss des Schmieröl gestoppt ist und der Kolben 30 und damit die Schubstange 32 und damit wiederum das Hebelement 16 eine vorgegebene Position einnehmen, wodurch ein gewünschtes Verdichtungsverhältnis der Hubkolbenmaschine eingestellt ist.

Eine umgekehrte Betätigung des Steuerkolbens 54 erfolgt beispielsweise dadurch, dass das Betätigungselement 66 und der Stift 64 kraftlos geschaltet werden, wodurch das Federelement 68 den Steuerkolben 54 in Richtung des Betätigungselements 66 drücken kann, woraufhin sich das Betätigungselement 66 und der Stift 64 von der Schubstange 32 wegbewegen. In diesem Falle geben die Steuerkanten 48, 50 und 52 die Kanäle 40, 42 und 44 frei und die Schubstange 32 bewegt sich analog in die andere Richtung.

Hieraus wird deutlich, dass zur Einstellung des Hebelements 16 und damit des Verdichtungsverhältnis der Hubkolbenmaschine lediglich eine Vorgabe einer Soll-Position des Steuerkolbens 54 über eine Vorgabe einer Soll-Position des Betätigungselements 66 und des Stifts 64 geschehen muss und sich die Stelleinrichtung 24 dann selbstständig einstellt, bis der Fluss des Schmieröls unterbrochen ist. Eine zusätzliche Betätigung des Steuerkolbens 54 zum Beenden der Einstellung der Stelleinrichtung 24 ist nicht vonnöten. Des Weiteren bedeutet dies, dass etwaige Leckagen infolge von Verschleiß, wie er über eine sehr hohe Lebensdauer hinweg vorkommen kann, quasi selbstständig durch die Stelleinrichtung 24 ausgeglichen wird. Es ist lediglich eine Anpassung der Vorgabe der Soll-Position des Steuerkolbens 54 bzw. des Betätigungselements 66 und des Stifts 64 vonnöten. Diese Anpassung kann gegebenenfalls über einen einfachen Abgleich von vorgegebenen Soll-Werten mit mittels Erfassungseinrichtungen erfassten Ist-Werten erfolgen. Dies gewährleistet eine sehr präzise Einstellung des Verdichtungsverhältnisses auch über eine sehr hohe Lebensdauer der Hubkolbenmaschine hinweg und damit die Darstellung eines sehr effizienten und kraftstoffverbrauchsarmen Betriebs derselbigen.

Wie der Fig. 3 weiterhin zu entnehmen ist, sind das Betätigungselements 66 und der Steuerkolben 54 nicht fest miteinander verbunden sondern wirken über eine bogenförmige Fläche 70 des Betätigungselements 66 zusammen. Der Mittelpunkt der bogenförmigen Fläche liegt dabei zumindest im Wesentlichen auf der Schwenkachse der Stelleinrichtung 24, die mit der Mittelsymmetrieachse der Welle 62 zusammenfällt. Die bogenförmige Fläche 70 gewährleistet einen konstanten Hub und damit eine konstante Bewegung des Steuerkolbens 54 auch bei einer Bewegung bzw. bei einem

Verschwenken der Verstelleinrichtung 24 um ihre Schwenkachse, wobei der Steuerkolben 54 diese Schwenkbewegung mit ausführt während das Betätigungselement 66 wie beschrieben drehfest ist. Zur Verbesserung der Kontaktbedingungen zwischen dem Steuerkolben 54 und der bogenförmigen Fläche 70 weist der Steuerkolben 54 einen abgerundeten Kopf auf, der an der bogenförmigen Fläche 70 anliegt und reibungsarm an ihr entlang gleiten kann.

Zur Darstellung der ausgeführten Relativbewegung des Zylinders 28 und damit des Steuerkolbens 54 zu dem Betätigungselement 66 weist der Zylinder 28 einen Schlitz auf, in welchem das Betätigungselement 66 angeordnet ist.

Zur Darstellung einer einfachen und kostengünstigen Montage umfasst der Zylinder 28 drei Teile 74, 76 und 78, wobei der Teil 74 mit dem Teil 76 verbunden ist. Der Teil 78 ist ebenso mit dem Teil 76 verbunden und ist bereichsweise in dem Teil 76 aufgenommen und begrenzt einerseits den Arbeitsraum 26.

Die Fig. 6 zeigt die Verstelleinrichtung 24 in fünf voneinander unterschiedlichen Stellungen zur Darstellung von fünf voneinander unterschiedlichen Drehstellungen des Hebelements 16 relativ zu dem jeweiligen Hubzapfen 14 und zur Darstellung von fünf voneinander unterschiedlichen Verdichtungsverhältnissen der Hubkolbenmaschine. Gemäß Darstellung A befindet sich die Verstelleinrichtung 24 in der in den Fig. 1 bis 5 gezeigten oberen Endstellungen, in welcher das geringste Verdichtungsverhältnis vorliegt, welches beispielsweise $\varepsilon = 7$ beträgt.

Gemäß Darstellung B befindet sich im Vergleich zu Darstellung A in der Steuerkammer 34 eine größere Menge von Schmieröl, während sich in der Steuerkammer 36 eine geringere Menge von Schmieröl befindet. Dementsprechend hat sich der Kolben 30 und damit die Schubstange 32 von der Welle 62 wegbewegt. Durch diese Bewegung verkleinert sich das Kompressionsvolumen im entsprechenden Zylinder der Hubkolbenmaschine, da die Schubstange 32 das Hebelement 16 in eine andere Drehstellung relativ zu dem Hubzapfen 14 drückt, wobei diese Drehbewegung über das Pleuel 18 in eine translatorische Bewegung des Kolbens im Zylinder umgesetzt wird. Gemäß Darstellung C ist ein Verdichtungsverhältnis von $\varepsilon = 9,5$ eingestellt. Im Vergleich dazu beträgt das Verdichtungsverhältnis bei der gemäß Darstellung D gezeigten Einstellung der Verstelleinrichtung 24 wieder etwas weniger, während das Verdichtungsverhältnis in der gemäß Darstellung E gezeigten Stellung der

Verstelleinrichtung 24 $\varepsilon = 14$ beträgt. Es ist zu erkennen, dass nun besonders viel Schmieröl in der Steuerkammer 34 aufgenommen ist, während die Steuerkammer 36 nahezu kein Schmieröl mehr beinhaltet. Der Übersicht wegen sind in der Fig. 6 die übrigen Bezugszeichen weggelassen, wobei das zu der Verstelleinrichtung 24 gemäß den vorhergehenden Figuren Ausgeführte analog auf die Verstelleinrichtung 24 gemäß Fig. 6 zutrifft.

Patentansprüche

1. Hubkolbenmaschine mit einer Kurbelwelle (12) mit mindestens einem Hubzapfen (14), an welchem ein mit einem korrespondierenden Pleuel (18) verbundenes Hebelement (16) gelagert ist, und mit zumindest einer Stelleinrichtung (24), mittels welcher das Hebelement (16) zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem Hubzapfen (14) einstellbar ist, wobei das Hebelement (16) einerseits mit dem Pleuel (18) und andererseits mit der Stelleinrichtung (24) gelenkig verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass
das Hebelement (16) durch eine zumindest im Wesentlichen translatorische Bewegung der Stelleinrichtung (24) zwischen den zumindest zwei Drehstellungen einstellbar ist und dass die Stelleinrichtung (24) zumindest mittelbar an einem Kurbelgehäuse der Hubkolbenmaschine um eine Schwenkachse schwenkbar abgestützt ist.
2. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Hebelement (16) über eine Gewindespindel der Stelleinrichtung (24) einstellbar ist.
3. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stelleinrichtung (24) hydraulisch betätigbar ist.
4. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stelleinrichtung (24) einen Arbeitsraum (26) aufweisenden Zylinder (28) umfasst, in welchem ein relativ zu dem Zylinder (28) axial verschiebbarer und mit einer Schubstange (32) verbundener Kolben (30) angeordnet ist.

5. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitsraum (26) durch den Kolben (30) in zwei mit einem Arbeitsmedium beaufschlagbare und ein jeweiliges Volumen aufweisende Steuerräume (34, 36) unterteilt ist.
6. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuerkolben (54) der Stelleinrichtung (24) vorgesehen ist, mittels welchem eine jeweilige Menge von Arbeitsmedium in den Steuerräumen (34, 36) einstellbar ist.
7. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkolben (54) rotatorisch und/oder translatorisch betätigbar ist.
8. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkolben (54) über ein relativ zu der Schwenkachse drehfestes Betätigungselement (66) betätigbar ist.
9. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (66) zumindest im Wesentlichen translatorisch bewegbar ist.
10. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (66) durch eine weitere Stelleinrichtung der Hubkolbenmaschine, insbesondere magnetisch, betätigbar ist.
11. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (66) und der Steuerkolben (54) über eine zumindest im Wesentlichen bogenförmige Fläche (70) zusammenwirken.

12. Hubkolbenmaschine mit einer Kurbelwelle (12) mit mindestens einem Hubzapfen (14), an welchem ein mit einem korrespondierenden Pleuel (18) verbundenes Hebeelement (16) gelagert ist, und mit einer Stelleinrichtung (24), mittels welcher das Hebeelement (16) zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem Hubzapfen (14) einstellbar ist, wobei das Hebeelement (16) einerseits mit dem Pleuel (18) und andererseits mit der Stelleinrichtung (24) gelenkig verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kurbelwelle (12) eine Mehrzahl von Hubzapfen (14) aufweist, an welchen jeweils ein mit einem korrespondierenden Pleuel (18) verbundenes Hebeelement (16) gelagert ist, wobei den Hebeelementen (16) jeweils eine Stelleinrichtung (24) zugeordnet ist, mittels welcher das jeweilige Hebeelement (16) unabhängig von den anderen Hebeelementen (16) oder dem anderen Hebeelement (16) zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine zwischen zumindest zwei Drehstellungen relativ zu dem jeweiligen Hubzapfen (14) einstellbar ist und dass die Stelleinrichtungen (24) zumindest mittelbar an einem Kurbelgehäuse der Hubkolbenmaschine um eine Schwenkachse schwenkbar abgestützt sind.
13. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebeelemente (16) jeweils über eine Gewindespindel der Stelleinrichtung (24) einstellbar sind.
14. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Stelleinrichtungen (24) hydraulisch betätigbar sind.
15. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stelleinrichtungen (24) jeweils einen Arbeitsraum (26) aufweisenden Zylinder (28) umfassen, in welchem ein relativ zu dem Zylinder (28) axial verschiebbarer und mit einer Schubstange (32) verbundener Kolben (30) angeordnet ist.
16. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass

der Arbeitsraum (26) durch den Kolben (30) in zwei mit einem Arbeitsmedium beaufschlagbare und ein jeweiliges Volumen aufweisende Steuerräume (34, 36) unterteilt ist.

17. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuerkolben (54) der Stelleinrichtung (24) vorgesehen ist, mittels welchem eine jeweilige Menge von Arbeitsmedium in den Steuerräumen (34, 36) einstellbar ist.
18. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkolben (54) rotatorisch und/oder translatorisch betätigbar ist.
19. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkolben (54) über ein relativ zu der Schwenkachse drehfestes Betätigungselement (66) betätigbar ist.
20. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (66) zumindest im Wesentlichen translatorisch bewegbar ist.
21. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (66) durch eine weitere Stelleinrichtung der Hubkolbenmaschine, insbesondere magnetisch, betätigbar ist.
22. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (66) und der Steuerkolben (54) über eine zumindest im Wesentlichen bogenförmige Fläche (70) zusammenwirken.

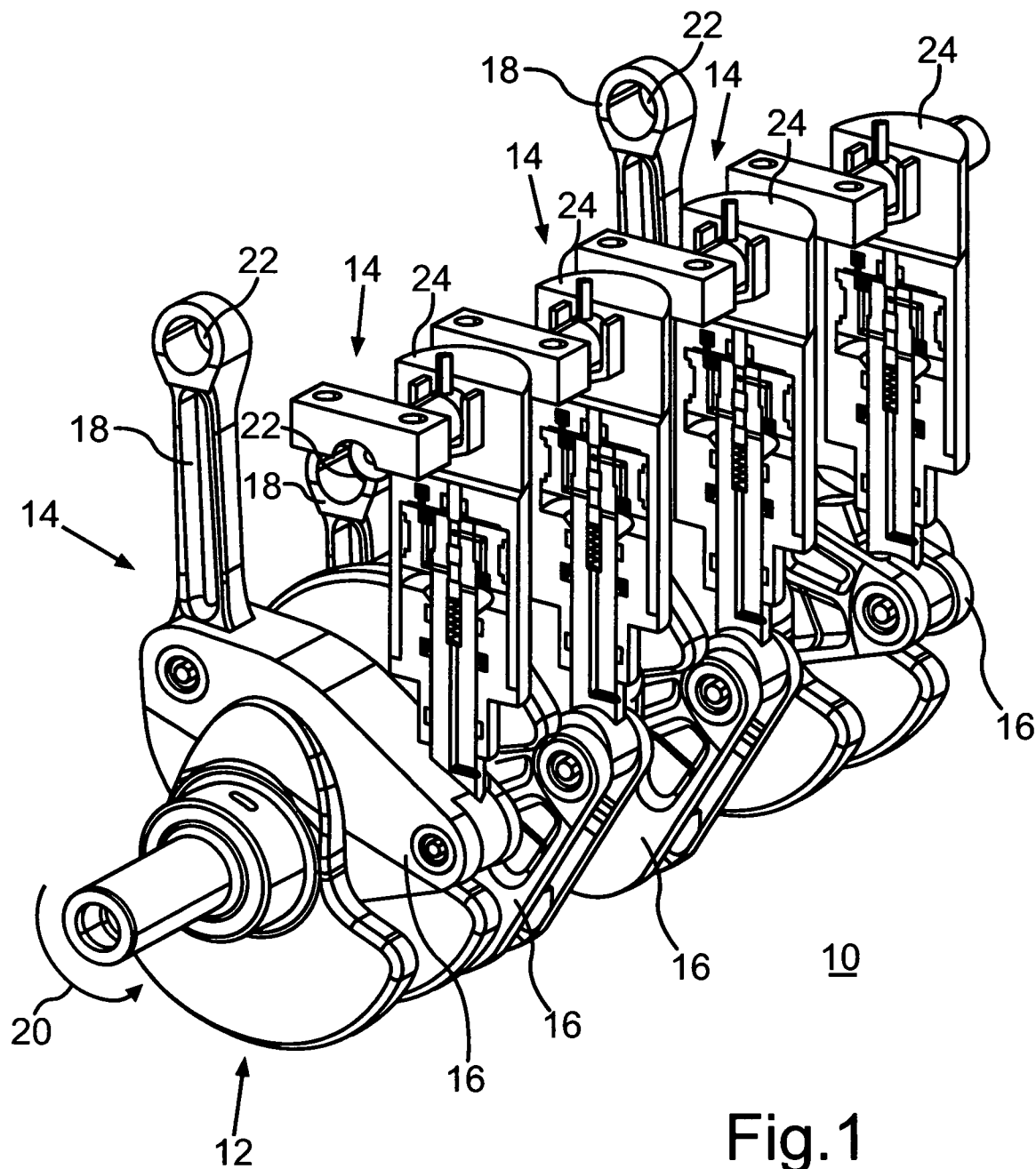


Fig.1

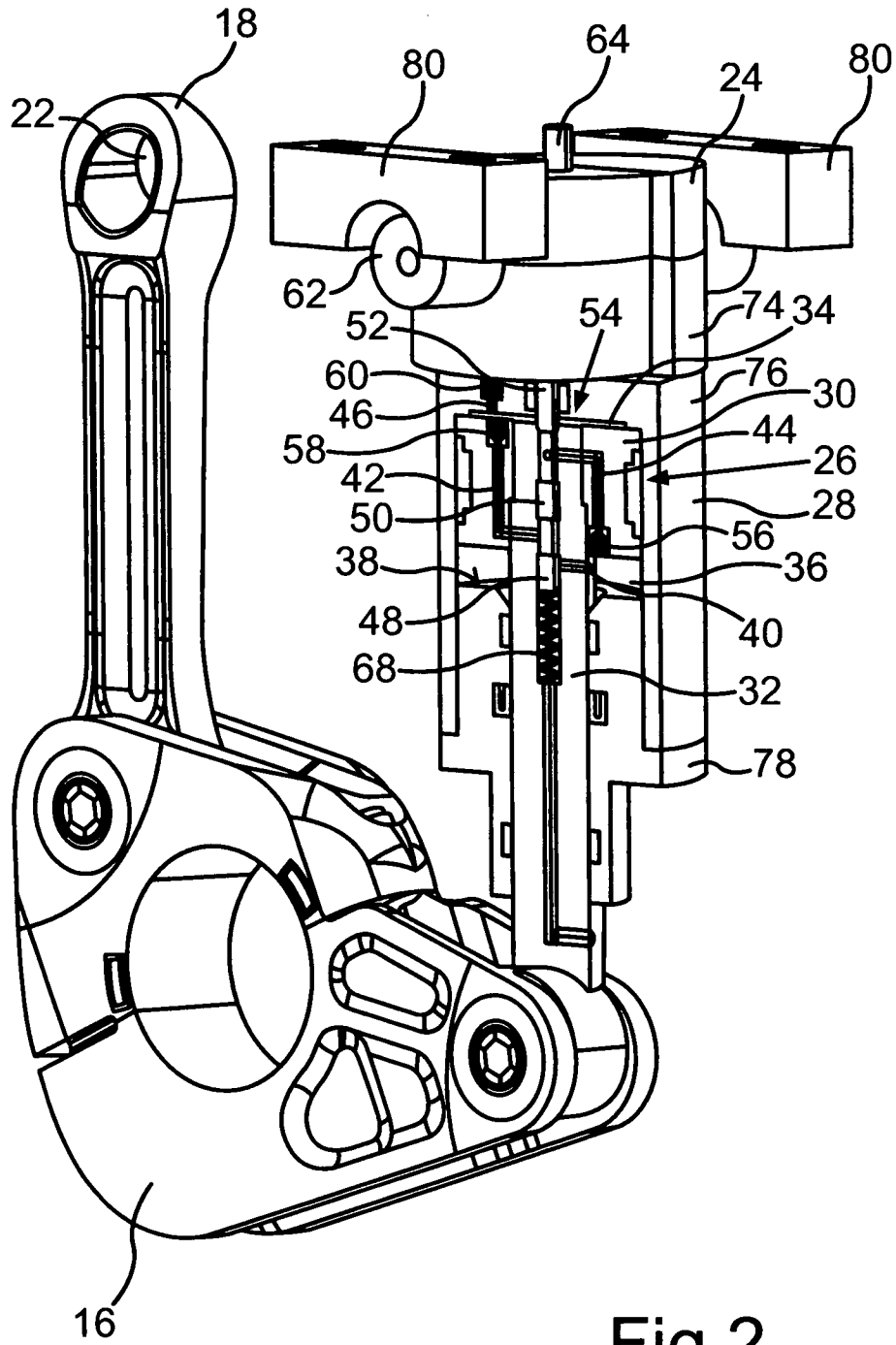


Fig.2

3/6

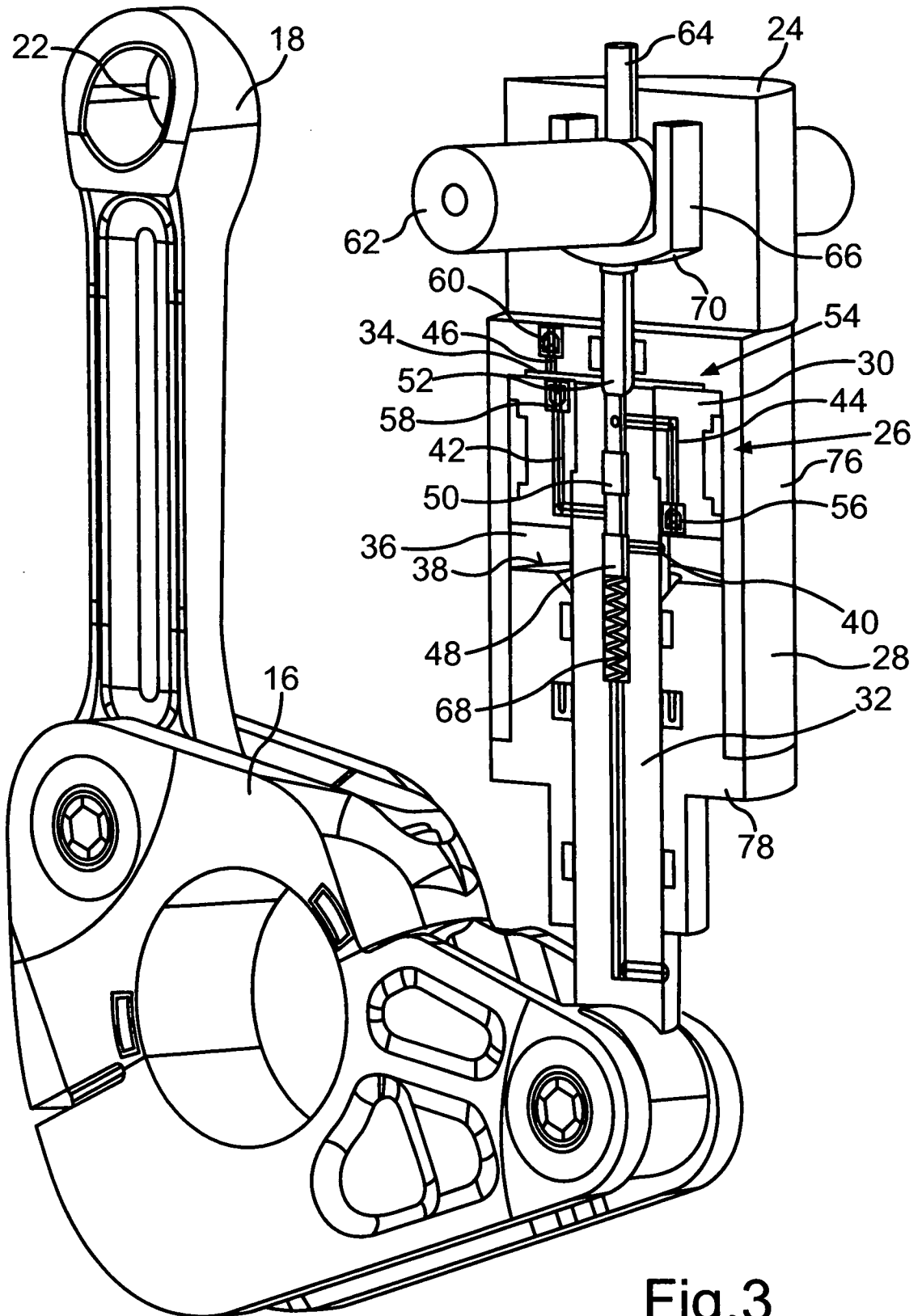


Fig. 3

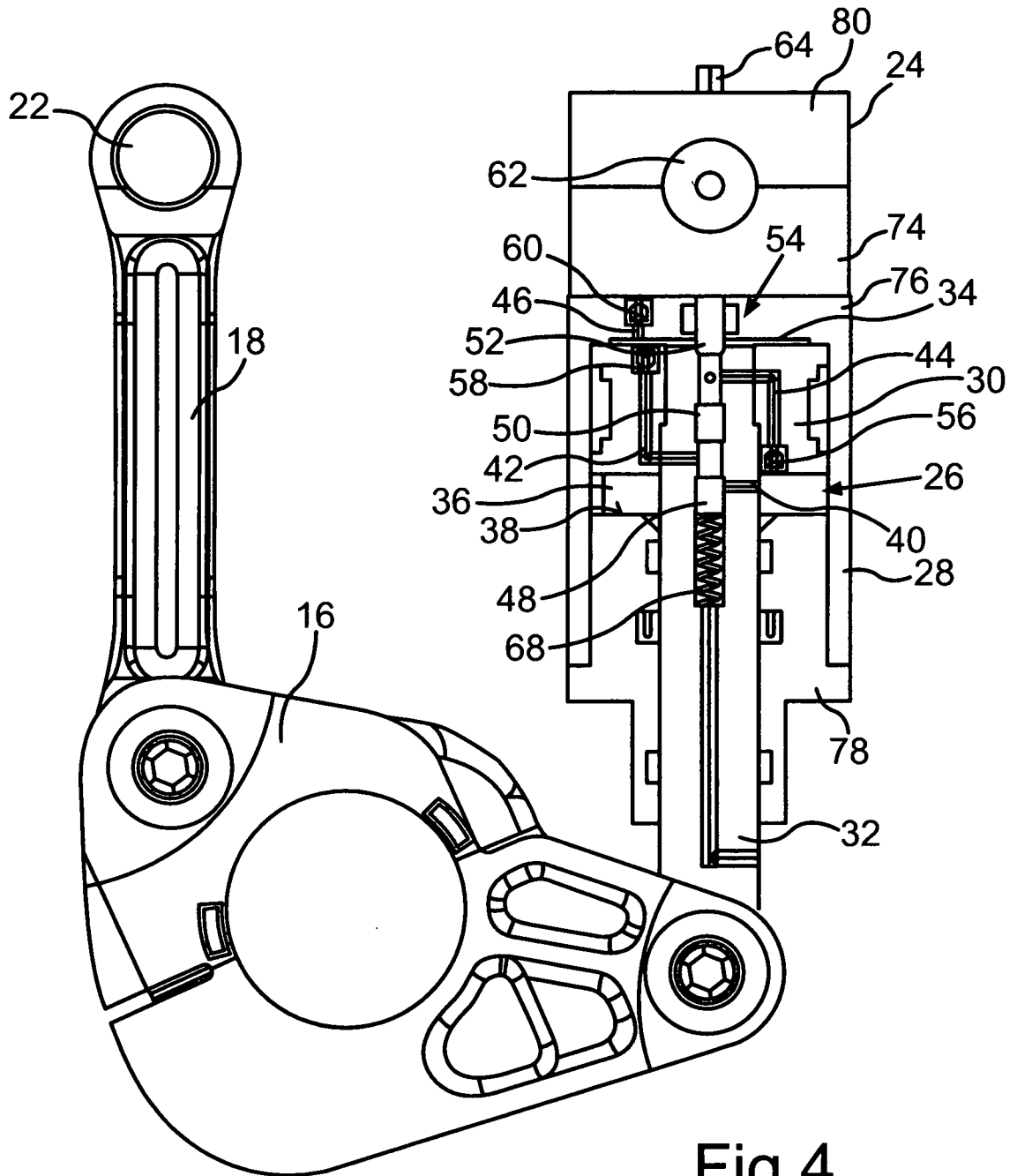


Fig.4

5/6

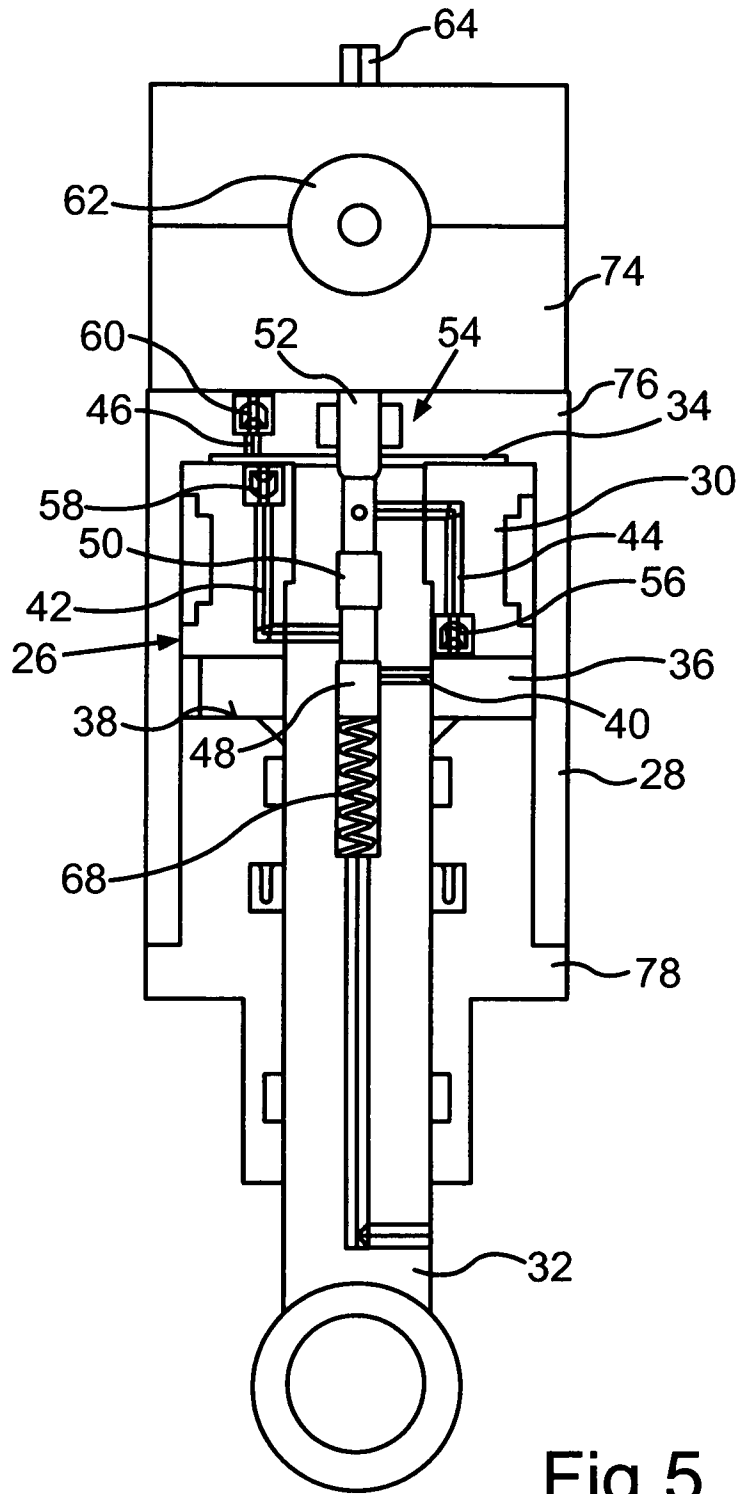


Fig.5

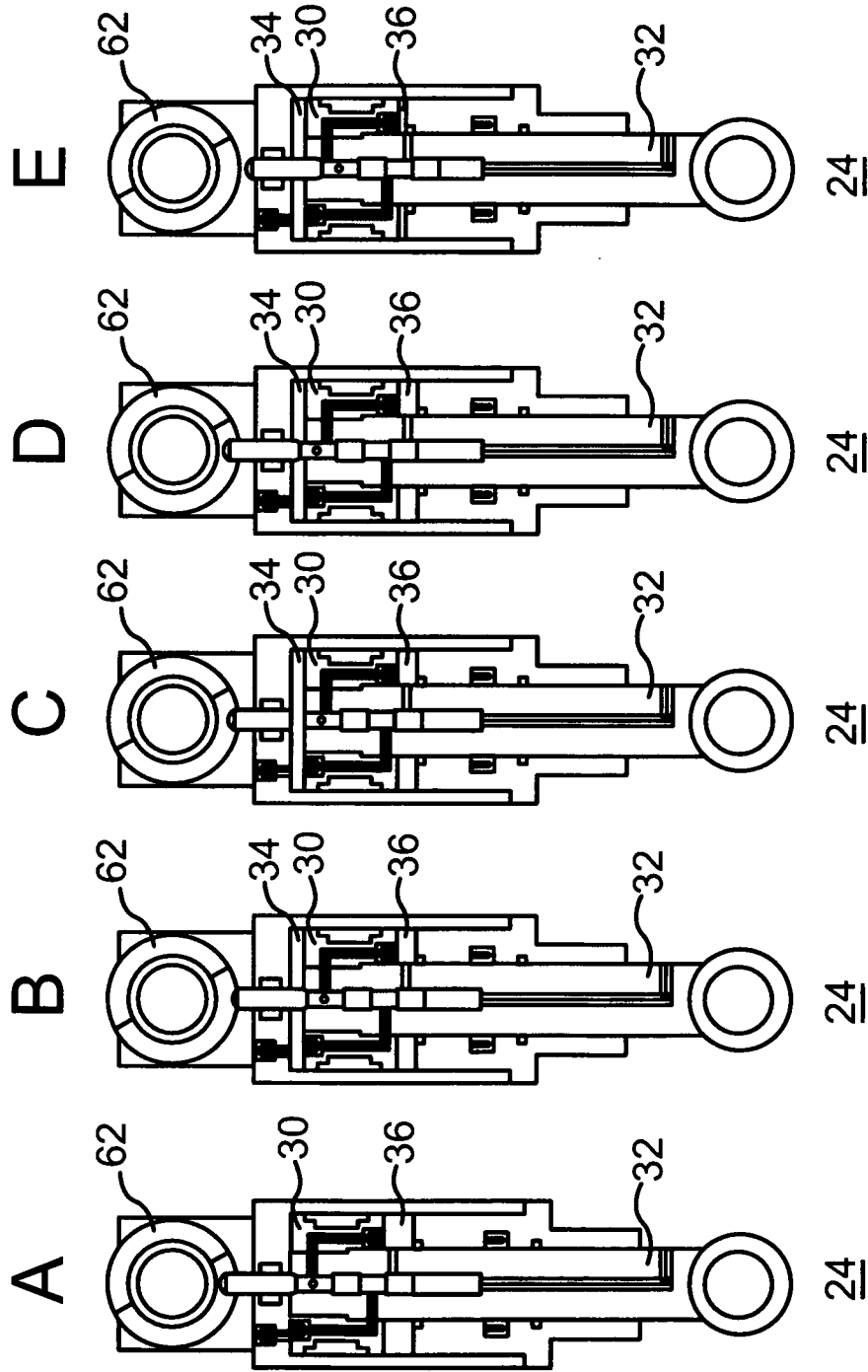


Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/007364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F02B75/04 F02D41/00
 ADD. F02D41/08 F02D41/12

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F02B F02D

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
 EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/092168 A2 (MENDLER EDWARD CHARLES [US]) 16 August 2007 (2007-08-16)	1-5
Y	page 11, paragraphs 1, 2 figure 5	6-10, 12-21
Y	----- JP 2003 322036 A (NISSAN MOTOR; MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 14 November 2003 (2003-11-14) figures	6-10, 12-21
Y	----- JP 2008 115830 A (NISSAN MOTOR) 22 May 2008 (2008-05-22) paragraph [0024]	12-21
A	----- EP 1 418 322 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 12 May 2004 (2004-05-12) pages -; figures	6-10, 17-21
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 17 March 2011	Date of mailing of the international search report 24/03/2011
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Matray, J
--	-------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/007364

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 520 970 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 6 April 2005 (2005-04-06) figure 1 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/007364

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007092168	A2	16-08-2007	NONE

JP 2003322036	A	14-11-2003	NONE

JP 2008115830	A	22-05-2008	NONE

EP 1418322	A2	12-05-2004	JP 4096700 B2 04-06-2008
			JP 2004156465 A 03-06-2004
			US 2004083992 A1 06-05-2004

EP 1520970	A1	06-04-2005	AT 326623 T 15-06-2006
			DE 602004000901 T2 30-11-2006
			ES 2264098 T3 16-12-2006
			FR 2860551 A1 08-04-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/007364

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02B75/04 F02D41/00
 ADD. F02D41/08 F02D41/12

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02B F02D

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/092168 A2 (MENDLER EDWARD CHARLES [US]) 16. August 2007 (2007-08-16)	1-5
Y	Seite 11, Absätze 1, 2 Abbildung 5	6-10, 12-21
Y	JP 2003 322036 A (NISSAN MOTOR; MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 14. November 2003 (2003-11-14) Abbildungen	6-10, 12-21
Y	JP 2008 115830 A (NISSAN MOTOR) 22. Mai 2008 (2008-05-22) Absatz [0024]	12-21
A	EP 1 418 322 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 12. Mai 2004 (2004-05-12) Seiten -; Abbildungen	6-10, 17-21
	-/-	

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
17. März 2011	24/03/2011

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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 520 970 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 6. April 2005 (2005-04-06) Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/007364

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007092168	A2	16-08-2007	KEINE

JP 2003322036	A	14-11-2003	KEINE

JP 2008115830	A	22-05-2008	KEINE

EP 1418322	A2	12-05-2004	JP 4096700 B2 04-06-2008
			JP 2004156465 A 03-06-2004
			US 2004083992 A1 06-05-2004

EP 1520970	A1	06-04-2005	AT 326623 T 15-06-2006
			DE 602004000901 T2 30-11-2006
			ES 2264098 T3 16-12-2006
			FR 2860551 A1 08-04-2005
