



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.11.2011 Patentblatt 2011/45

(51) Int Cl.:
F02M 39/02 (2006.01) F02M 39/00 (2006.01)
F02B 67/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11161250.3**

(22) Anmeldetag: **06.04.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Neugärtnner, Jörg**
93051, Regensburg (DE)
• **Scharlach, Albert**
85129, Oberdolling (DE)

(30) Priorität: **07.04.2010 DE 102010016356**

(74) Vertreter: **Cremer & Cremer**
Patentanwälte
St.-Barbara-Straße 16
89077 Ulm (DE)

(71) Anmelder: **A. T. Süd GmbH**
85101 Lenting (DE)

(54) **Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoffpumpe**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine, der eine Kraftstoffpumpe (63,65,67) zugeordnet ist. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Betriebsverfahren einer entsprechenden Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoffpumpe (63,65,67). Die Kurbelwelle (35) einer solchen Verbrennungskraftmaschine, genauer die Kurbelwellenwange

(37), treibt unmittelbar - ohne Zwischenelement - ein Antriebsglied (81) der Kraftstoffpumpe (63,65,67) an. Die in der Rotation der Kurbelwellenwange (37) vorhandene Antriebsenergie wird direkt auf die Kraftstoffpumpe (63,65,67) weitergegeben. Es gibt eine Berührungslinie zwischen Kurbelwelle (35) und Antriebsglied (81) der Kraftstoffpumpe (63,65,67).

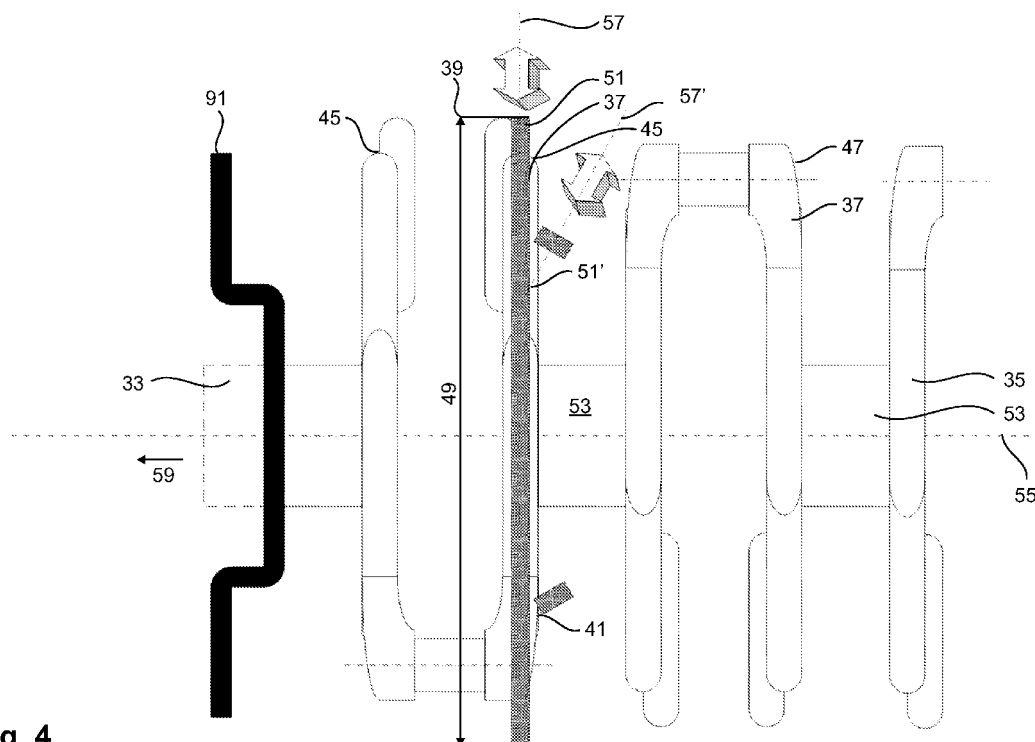


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine, der eine Kraftstoffpumpe zugeordnet ist. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Betriebsverfahren einer entsprechenden Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoffpumpe.

[0002] Verbrennungskraftmaschinen gibt es in zahlreichen Ausgestaltungen, so zum Beispiel als Hubkolbenmotoren. Bei den Hubkolbenmotoren wird ein in seinem Volumen anpassbarer Brennraum durch eine Hubbewegung wenigstens eines Kolbens während des Arbeits- und Verbrennungsvorgangs in Abhängigkeit der Betriebsphase zur Energieumwandlung verwendet. Die Hubbewegung des Kolbens in seinem Zylinder, in der Regel sind mehrere Zylinder mit mehreren Kolben vorhanden, wird auf eine Kurbelwelle, insbesondere mittels Pleuel, übertragen. Der Hubkolbenmotor ist in der Regel blockartig gestaltet. Der Motorblock setzt sich aus einem Kurbelwellengehäuse und weiteren Blöcken oder Deckeln, wie einem Zylinderkopf, zusammen. In dem Kurbelwellengehäuse lagert die Kurbelwelle, sofern der Hubkolbenmotor mit einer innenliegenden Kurbelwelle aufgebaut ist. Das Kurbelwellengehäuse bietet zur Lagerung der Kurbelwelle ein Kurbelwellengestühl. Die Kurbelwelle selbst ist normalerweise gekröpft ausgeführt, das bedeutet, dass die Kurbelwelle sich segmentartig aus einzelnen Kurbelwellenwangen, Kurbelwellenschäften und Hubzapfen zusammensetzt. Solche Kurbelwellen sind in vielen Fällen entweder geschmiedet, gebaut oder gegossen. Der Kurbelwellenschaft ist ein Stück Kurbelwelle, das von Kurbelwellenwangen begrenzt die eine Kurbelwellenwange mit der nächsten Kurbelwellenwange verbindet. Durch den Kurbelwellenschaft, der auch gelegentlich als Kurbelwellenzapfen bezeichnet wird, verläuft die Drehachse der Kurbelwelle. Seitlich hiervon versetzt wird als Verbindungsstück zwischen weiteren Kurbelwellenwangen ein Hubzapfen angeordnet, an dem die Pleuel für die einzelnen Hubkolben angebunden sein können. Im seitlichen Profil sieht eine Kurbelwelle häufig wie eine gestufte Plattenanordnung aus. Die plattenartigen, häufig seitlich ausladenden Teile der Kurbelwelle werden als Kurbelwellenwangen bezeichnet. Dazwischen sind einzelne Kurbelwellenschäfte und Kurbelwellenzapfen angeordnet, die einen geringeren Durchmesser haben als die Kurbelwellenwangen. Die Kurbelwellenwangen werden ungleichförmig in Form von Kreissegmenten gebildet, sodass die Kurbelwellenwangen gleichzeitig als Ausgleichsgewichte zur Verfügung stehen können.

[0003] In Abhängigkeit von der jeweiligen Stellung des Hubkolbens in seinem Zylinder muss ein Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Brennraum einbringbar sein. Somit erfolgt bei den meisten Hubkolbenmotoren eine gepulste Kraftstoffeinleitung in den Brennraum, die nur zu ausgewählten Zeitpunkten zu erfolgen hat. Das bedeutet, dass eine Synchronisierung zwischen der relativen Lage der Kurbelwelle, also einem gewissen Drehwinkel der Kur-

belwelle, und einer Kraftstoffförderung sichergestellt sein sollte. Die Kraftstoffförderung ist Teil einer Kraftstoffaufbereitungsanlage, die als Einspritzanlage ausgestaltet sein kann. Teile der Einspritzanlage sind eine Druckerzeugung wie eine Kraftstoffpumpe, ein entsprechendes Leitungssystem, häufig wenigstens eine Rücklaufleitung, in der Regel wenigstens ein Kraftstofffilter, wenigstens ein Einspritzventil und entsprechende Regelungen. Die Antriebsleistung der Kraftstoffpumpe kann aus vielen verschiedenen Quellen bezogen werden, z. B. kann eine elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe verwendet werden, die über ein Steuergerät angesteuert phasenweise, z. B. wenn das Kraftstoffdruckniveau in den Zuleitungen unter einen Mindestdruck absinkt, betrieben wird. Mechanisch betriebenen Kraftstoffpumpen wird jedoch im Kraftfahrzeugbau, sofern Verbrennungskraftmaschinen die Antriebsaggregate sind, der Vorzug gegeben.

Stand der Technik

[0004] Andere Konzepte, wie eine Kraftstoffpumpe einer Einspritzanlage angetrieben und synchronisiert werden kann, basieren darauf, dass die Kraftstoffpumpe mechanisch angetrieben durch ihren mechanischen Antrieb synchronisiert wird. So schlägt die DE 10 2007 056 418 A1 (Anmelderin: Continental Automotive GmbH; Anmeldetag: 23.11.2007) vor, eine Hochdruckpumpe mechanisch an die Turbinenwelle, die mit der Antriebswelle der Hochdruckpumpe in Verbindung steht, mechanisch anzukoppeln. Die Druckschrift beschreibt in prinzipiellen Darstellungen unterschiedliche Ausgestaltungen von Kraftstoffeinspritzsystemen, die eine Einzelzylindereinspritzung über einen Injektor pro Brennraum realisieren können. Die in der DE 10 2007 056 418 A1 dargestellten hydraulischen Anordnungen können zur Verdeutlichung dienen, welche Teile und Komponenten zu einer Einspritzanlage gehören. Der Offenbarungsumfang der DE 10 2007 056 418 A1 wird als Grundlage zur Erklärung eines Einspritzsystems herangezogen. In solchen Einspritzanlagen kann der Förderzeitpunkt der Hochdruckpumpe durch einen Nocken oder durch mehrere Nocken eingestellt werden, wie zum Beispiel in der DE 10 2008 008 438 A1 (Anmelderin: Continental Automotive GmbH; Anmeldetag: 11.02.2008) und der DE 10 2008 002 178 A1 (Anmelderin: Robert Bosch GmbH; Anmeldetag: 03.06.2008) dargestellt. Die Nockensteuerung kann dabei sowohl Teil einer Nockenwelle wie auch Teil eines Nebentriebs oder einer Nebentriebswelle, z. B. über einen Kettentrieb oder über eine Riementriebswelle, sein. Die Anzahl der Nocken ergibt sich aus der Drehgeschwindigkeit der Antriebswelle im Vergleich zur Kurbelwelle. Wird die Nockenwelle als Bezugswelle verwendet, so werden in der Regel zwei bis vier Nocken platziert, während bei einer Ausgleichswelle, die häufig mit doppelter Motorendrehzahl im Vergleich zur Kurbelwelle dreht, in der Regel nur ein bis zwei Nocken platziert werden. Wie bei solchen Anordnungen eine Kraftstoffpumpe

angebunden werden kann, kann der JP 2 042 170 A (Anmelderin: Honda Motor Co Ltd.; Anmeldetag: 01.08.1988) entnommen werden.

[0005] Es ist weithin verbreitet, die Steuerung der Kraftstoffpumpe, insbesondere einer Hochdruckpumpe, auf eine spezielle Welle, wie z. B. oben diskutiert eine Ausgleichswelle, zu beziehen. Hiervon abweichend schlägt die DE 10 2006 006 823 B3 (Patentinhaberin: Siemens AG; Anmeldetag: 14.02.2006) vor, eine unmittelbare Phasenlage zwischen Kurbelwelle der Verbrennungskraftmaschine und einer Antriebswelle der Hochdruckpumpe einzustellen. Das dort Gelehrte ist zudem deswegen nahegelegt, weil, siehe zum Beispiel die DE 10 2008 007 025 A1 (Anmelderin: Continental Automotive GmbH; Anmeldetag: 31.01.2008), die Antriebswelle der Kraftstoffpumpe in Fachkreisen häufig als im Kurbelraum angeordnet bezeichnet wird. Die Antriebswelle der Hochdruckpumpe kann dabei in einer Drehrichtung drehbar im Kurbelraum gelagert sein.

[0006] Konstruktive Vorschläge lassen sich der JP 2008 038 848 A (Anmelderin: Yanmar Co Ltd.; Anmeldetag: 09.08.2006), dargestellt in auskonstruierter Weise, oder der DE 10 2008 000 711 A1 (Anmelderin: Robert Bosch GmbH; Anmeldetag: 17.03.2008), dargestellt in prinzipieller Darstellung, entnehmen. Die DE 10 2008 000 711 A1 möchte zur Synchronisierung ein Übersetzungsgetriebe zwischen Kurbelwelle und Antriebswelle der Kraftstoffpumpe einsetzen. Hierbei dominiert vermutlich die Auffassung, dass die Hochdruckpumpe nicht unmittelbar auf die Kurbelwelle synchronisiert werden kann. Im Ergebnis stellt die DE 10 2008 000 711 A1 eine Lösung vor, bei der der Bauraum für das Steuergetriebe der Verbrennungskraftmaschine ein zweites Mal nachgebildet wird, nämlich durch gekapselt gezeichnete Übersetzungsgetriebe.

[0007] Eine unmittelbare stirnseitige Anbindung der Kraftstoffpumpe an die Kurbelwelle lässt sich den Figuren der drei japanischen Patentanmeldungen JP 63 277 853 A (Anmelderin: Mitsubishi Heavy Ind Ltd.; Anmeldetag: 11.05.1987), JP 63 109 243 A (Anmelderin: Mitsubishi Heavy Ind Ltd.; Anmeldetag: 28.10.1986) und JP 2 301 660 A (Anmelderin: Yamaha Motor Corp.; Anmeldetag: 17.05.1989) entnehmen.

[0008] Eine spezielle Steuernockenordnung am Umfang eines außenliegenden Grundkreises an der Kurbelwelle zur Ansteuerung der Pumpenkolben einer Einspritzpumpe mit magnetventilgesteuerter Förderung wird in der EP 0 590 362 A1 (Anmelderin: Steyr Nutzfahrzeuge AG; Anmeldetag: 08.09.1993) beschrieben. In der GB 361 641 A (Inhaberin: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG; Anmeldetag: 05. 12. 1930) wird die Kraftstoffpumpe eines Verbrennungsmotors über eine Laufrolle an einem Querarm zu einem Pumpenstößel mit Nocken, die mit gleichmäßigen Abstandshaltern am äußeren Umfang einer Kurbelwangenglieds befestigt sind, betätigt. Die Erzeugung eines Druckhubs durch direkte Stößelbetätigung einer im Kurbelwellenlagerstuhl radial zur Kurbelwelle montierten Ölpumpe mit einer Nocken-

kontur am äußeren Umfang einer Kurbelwange zeigt DE 40 29 428 A1 (Anmelderin: Volkswagen AG; Anmeldetag: 17.09.1990). Aus der US 3 106 168 (Inhaberin: General Motors Corp.; Anmeldetag: 17.09.1959) geht ein Kraftstoffpumpenantrieb mit einer Nockenordnung am Ende einer Welle und eine Anordnung zur Reduktion eines Hubwegs einer Kraftstoffpumpe für eine bedarfsreduzierte Förderung hervor.

10 Aufgabenstellung

[0009] Motorenentwickler von Kraftfahrzeugmotoren und Komponentenentwickler einzelner Komponenten für Kraftfahrzeugmotoren dürfen eine Tendenz bei den europäischen Automobilherstellern beobachten, dass diese gerne auf einen und den gleichen Motor einer bestimmten Zylinderanzahl als Ausgangsmotor zurückgreifen wollen und dann dieser Motor anschließend in den zur Verfügung stehenden Motorraum des ausgewählten Kraftfahrzeuges einzupassen ist. Hierbei wird häufig die Orientierung des Motors je nach Bedarf gedreht und somit auch die Aufhängungspunkte des Motors angepasst. Zwar darf der eigentliche Motorblock gleich bleiben, jedoch sind aufgrund des veränderten Motorraums sämtliche, außenliegende Aggregate, wie z. B. der Generator, anzupassen. Das Crashverhalten des Kraftfahrzeuges verändert sich, wenn die Aggregate neu arrangiert werden. Erst nach entsprechenden Versuchen wird festgestellt, dass mit dem Drehen des Motors und einer veränderten Aufhängung zahlreiche weitere Probleme in Kauf genommen worden sind. Obwohl dem Grunde nach alle Komponenten bekannt sind, verlängert sich die Entwicklungszeit. Es tauchen ungeahnte Probleme für die Entwicklungsingenieure während der Erprobungsphase auf.

Erfindungsbeschreibung

[0010] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch einen Hubkolbenmotor nach Anspruch 1 gelöst. Wie ein solcher Hubkolbenmotor betrieben werden kann, lässt sich Anspruch 11 entnehmen. Vorteilhafte Weiterbildungen lassen sich den abhängigen Ansprüchen entnehmen.

[0011] Der Hubkolbenmotor ist ein blockartiger Motor, der vorzugsweise mit mehreren Kolben in verschiedenen Zylindern ausgestattet ist. Im Inneren des Hubkolbenmotors ist eine Kurbelwelle angeordnet. Es handelt sich somit um einen Hubkolbenmotor mit innenliegender Kurbelwelle. Damit die Kurbelwelle innenliegend angeordnet sein kann, bietet der Hubkolbenmotor ein Kurbelwellengehäuse. Das Kurbelwellengehäuse befindet sich in der Regel in dem dem Boden zugewandten Bereich des Hubkolbenmotors, also unten. Mit anderen Worten, die Kurbelwelle befindet sich im Nahbereich des Motorsumpfes. Oberhalb einer solchen Kurbelwelle befinden sich die Zylinder mit ihren durch die einzelnen Hubkolben - zumindest zu einer Seite - begrenzten Brennräumen. In Abhängigkeit des Brennvorgangs im Brennraum verändert

der Hubkolben seine relative Lage im Zylinder. Der Hubkolben führt eine Abwärts- oder Aufwärtsbewegung durch. Der Hubkolben folgt somit einer Hubbewegung.

[0012] Die Kurbelwelle setzt sich aus einzelnen Segmenten oder Abschnitten zusammen. Ein Teil der Kurbelwelle ist die Kurbelwellenwange. Zwischen zwei Kurbelwellenwangen existieren Verbindungsstücke, zum Beispiel ein Kurbelwellenschaft. Bei Hubkolbenmotoren mit mehreren Zylindern hat die Kurbelwelle vorteilhafterweise ebenfalls mehrere Kurbelwellenwangen. Durch die Gewichtsverlagerungen innerhalb der Kurbelwellenwange können die Kurbelwellenwangen gleichzeitig Ausgleichsgewichte für den Hubkolbenmotor bieten.

[0013] Abgewandt von den Hubkolben, es kann auch gesagt werden, auf der gegenüberliegenden Seite des Brennraums, haben Verbrennungskraftmaschinen pro Zylinder in der Regel mehrere Gaswechselventile, die zur Kraftstoff-Luft-Gemisch-Aufbereitung in dem Brennraum oder in den Brennräumen des Hubkolbenmotors beitragen sollen. Ein oder mehrere Einspritzventile münden vor oder in dem Brennraum. Je nach verwendetem Kraftstoff, ob Dieselmotor oder Benzinmotor, wird auch von einem Dieselmotor oder von einem Otto-Motor gesprochen. Damit der Kraftstoff in dem richtigen Mischungsverhältnis in ausreichender Menge, jedoch nicht zu fett, zur Verfügung steht, ist dem Hubkolbenmotor eine Kraftstoffaufbereitungsvorrichtung zugeordnet. Ein Teil der Kraftstoffaufbereitungsvorrichtung ist eine Kraftstoffpumpe, die in der Regel aufgrund des herzustellenden Drucks auch als Hochdruckpumpe bezeichnet werden kann. Eine solche Kraftstoffpumpe sorgt dafür, dass der Kraftstoff unter Druck gesetzt werden kann. Es sind Drücke in einem Druckbereich von mehr als 1800 bar, z. B. im Bereich von 2200 bar, durchaus üblich. Bei Ottomotoren sind niedrigere Drücke üblich. Zur Regelung des Kraftstoffaufbereitungsvorgangs bietet die Kraftstoffaufbereitungsvorrichtung eine oder mehrere Zuleitungen und wenigstens eine Rückleitung für den Kraftstoff. Die Kurbelwellenwange kann als Antriebsfläche für ein Antriebselement der Kraftstoffpumpe, wie einen Rollenstößel oder einen Hubkolben der Kraftstoffpumpe, genutzt werden. Die Kurbelwellenwange ist daher ein Antriebselement für die Kraftstoffpumpe. Erfindungsgemäß erfolgt eine unmittelbare Übertragung der Antriebsenergie für die Kraftstoffpumpe von der Kurbelwellenwange auf die an ihr angelagerte Kraftstoffpumpe. Die Kraftstoffpumpe steht unmittelbar im Eingriff mit der Kurbelwellenwange. Es wird auf Übersetzungsgetriebe und Getriebeketten verzichtet. Der Hubkolbenmotor bewahrt in seinem Inneren die Kraftstoffpumpe, die ihre Antriebsleistung durch eine Anlage an der Kurbelwellenwange erfährt.

[0014] Die Kurbelwelle, genauer die Kurbelwellenwange, treibt unmittelbar - ohne Zwischenelement - ein Antriebsglied der Kraftstoffpumpe an. Die in der Rotation der Kurbelwellenwange vorhandene Antriebsenergie wird direkt auf die Kraftstoffpumpe weitergegeben. Es gibt eine Berührungslinie zwischen Kurbelwelle und An-

triebsglied der Kraftstoffpumpe. Kurbelwelle und Kraftstoffpumpe lagern gegeneinander, beide Teile, Kurbelwelle und Kraftstoffpumpe, sind im Bereich der Kurbelwellenwange in Berührung.

[0015] Die Lager der Kurbelwelle sind für die Leistungen, die der Hubkolbenmotor zur Verfügung stellen soll, ausgelegt. Der Hubkolbenmotor operiert vorzugsweise mit Kraftstoff, der unter hohen Druck gesetzt ist. Ungleichförmige Belastungen, die aufgrund von impulsartigen Fördervorgängen in der Kraftstoffpumpe hervorgerufen werden, haben bei einer Einleitung der Antriebsleistung mit Hilfe einer Kurbelwellenwange in der Form von mechanischen Belastungen für die Lager der Kurbelwelle nur einen sehr geringen Einfluss auf die Standzeiten des Hubkolbenmotors.

[0016] Ein entsprechender Hubkolbenmotor, wie zuvor beschrieben, zeichnet sich durch seine kompakte Gestaltung aus. Der Hubkolbenmotor kann dadurch betrieben werden, dass die Arbeitsenergie der Kurbelwelle vorteilhaft zum Teil für die Kraftstoffaufbereitung genutzt wird. Hierfür wird die Förderleistung von der Kurbelwellenwange abgegriffen. Der Hubkolbenmotor wandelt kalorische Energie unter Nutzung einer Kraftstoff-Luft-Verbrennung in Rotationsenergie einer Kurbelwelle. Für den Verbrennungsvorgang gibt es wenigstens einen Brennraum, der über einen Hubkolben Bewegungsenergie auf eine Kurbelwelle aufbringen kann. Die Kurbelwelle liegt im Inneren des Hubkolbenmotors. Die Kurbelwelle ist segmentartig gestaltet. Ein Segment umfasst die Kurbelwellenwange. Weiterhin gibt es wenigstens einen Kurbelwellenschaft. Die Förderleistung an der Kraftstoffpumpe dient dazu, einen Druck aufzubauen. Die Antriebsenergie muss nicht umständlich durch den gesamten Motor umgelenkt werden. Mit Hilfe der Gestaltung der Kurbelwellenwange oder einer Kontur auf oder an der Kurbelwellenwange kann rotationsgesteuert die Energie für die Kraftstoffförderung an die Kraftstoffpumpe abgegeben werden.

[0017] Die Kurbelwelle muss ausreichend gelagert sein. Hierfür bietet das Kurbelwellengehäuse ein Kurbelwellengestühl. An ausgewählten Stellen wird die Kurbelwelle durch das Kurbelwellengestühl gelagert. Die Kurbelwelle wird durch das Kurbelwellengestühl getragen. Dabei muss das Kurbelwellengestühl nicht vollständig massiv ausgestaltet sein. Das Kurbelwellengestühl muss ausreichend fest sein, um die Kräfte der Kurbelwelle aufnehmen zu können, das Kurbelwellengestühl kann jedoch auch einzelne Öffnungen haben.

[0018] Die Kurbelwelle wird wenigstens teilweise durch ein Kurbelwellengestühl getragen. Zumindest in einem Tragarm des Kurbelwellengestühls ist eine Öffnung eingelassen. Die Öffnung ist so dimensioniert, dass eine Kraftstoffpumpe durch das Kurbelwellengestühl durchgreifen kann und sich an der Kurbelwellenwange anlagern kann. Diese Anordnung trägt zur geschützten Lagerung der Kraftstoffpumpe bei. Das Lager der Kurbelwelle ist ausreichend stabil, obwohl das Kurbelwellengestühl eine Öffnung aufweist. Die vorgestellte Lö-

sung steigert den Integrationsgrad des Hubkolbenmotors.

[0019] Eine Antriebsebene der Kraftstoffpumpe läuft durch die Kurbelwellenwange. Somit kann eine Oberfläche der Kurbelwellenwange gleichzeitig als Antriebsebene bzw. als Antriebskreis für die Kraftstoffpumpe genutzt werden. Vorteilhaft ist die Verwendung einer Kontur an oder auf der Kurbelwellenwange, die als Antriebsebene dient.

[0020] Die Kurbelwelle dreht um eine Kurbelwellenachse. Die Kurbelwellenachse erstreckt sich in den Kurbelwellenschäften, sofern mehrere vorhanden sind. Die Kurbelwelle hat zumindest aber einen Schaft. Durch den Hubkolbenmotor können verschiedene Achsen durchgezogen werden. Eine solche Achse kann sich durch die Längserstreckung der Kurbelwelle erstrecken. Eine weitere Achsenorientierung kann als Radius der Kurbelwellenwange angesehen werden. Zu diesen unterschiedlichen Achsen abgewinkelt lässt sich die Kraftstoffpumpe anordnen, wobei die Kraftstoffpumpe von der Kurbelwellenwangenoberfläche startend in eine eigene Richtung sich erstreckt. Hierzu wird ein vorteilhafter Winkel wie z. B. 45° gewählt. Vibrationen und Erschütterungen wirken bei geschickter Wahl der Achse der Kraftstoffpumpe auf die Kraftstoffpumpe deutlich geringer ein als bei der Orientierung, wenn die Kraftstoffpumpe entlang einer Hauptachse des Hubkolbenmotors ausgerichtet wäre.

[0021] Vorteilhafte Weiterbildungen lassen sich den nachfolgenden Ausführungen entnehmen, die für sich allein gesehen, ebenfalls eigenständigen erfinderischen Beitrag zeigen können.

[0022] Die Hubkolben des Hubkolbenmotors stehen quer ab zu der Längserstreckung der Kurbelwelle. Die Hubkolben folgen ihrer Hubbewegung in einem Winkel zur Kurbelwelle. Die Anlagerung der Kraftstoffpumpe erfolgt seitlich zur Kurbelwellenachse. Der Berührungspunkt zwischen Kraftstoffpumpe und Kurbelwelle liegt somit nicht auf der Kurbelwellenachse. Etwas versetzt zur Kurbelwellenachse befindet sich die Antriebsstelle zur Kraftstoffpumpe innerhalb der Kurbelwelle, also an einer Oberfläche der Kurbelwelle. Die Antriebskraft, die wenigstens teilweise für die Kraftstoffpumpe genutzt werden kann, kann in unterschiedliche Kraftkomponenten aufgeteilt werden. Eine Antriebskraft für die Kraftstoffpumpe erstreckt sich im rechten Winkel zur Kurbelwellenachse. Die Rotationsbewegung der Kurbelwelle lässt sich hierdurch vorteilhaft für den Antrieb der Kraftstoffpumpe nutzen. Es können Oberflächenprofile in die Kurbelwellenwange eingearbeitet sein, sodass keine zusätzlichen Nocken an einem Ende der Kurbelwelle eingearbeitet sein müssen. Sondern ein mittleres Teil der Kurbelwelle selbst ist so gefertigt, dass es als Steuerrad für den Antrieb der Kraftstoffpumpe genutzt werden kann.

[0023] Zum Antrieb der Kraftstoffpumpe kann ein Umfang auf der Kurbelwellenwange genutzt werden. Vorteilhafterweise fallen Umfang und Oberfläche der Kurbelwellenwange zusammen. Der Abschnitt der Oberflä-

che, der als Umfang zum Antrieb der Kraftstoffpumpe genutzt wird, sollte einen gewissen (Mindest-)Durchmesser einfassen. Für eine besonders leichte Umsetzung der Erfindung kann der größte Durchmesser, also der breiteste Durchmesser, der Kurbelwellenwange benutzt werden. Wird ein Punkt auf der Kurbelwellenwange während der Rotationsbewegung der Kurbelwelle verfolgt, so beschreibt dieser Punkt einen Durchmesser durch seine kreisförmige Bewegung. Der äußere Umfang, der parallel zur Oberfläche des Kurbelwellenschafts verläuft, kann bei einer solchen Gestaltung zum Antrieb der Kraftstoffpumpe genutzt werden. Sollte die Kraftstoffpumpe einenockengetriebene bzw. nockengesteuerte Kraftstoffpumpe sein, so muss nur während des Schleifvorgangs der Kurbelwelle ein solcher Nocken in die seitliche Oberfläche der Kurbelwellenwange eingearbeitet sein.

[0024] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung ist die Kurbelwellenwange nicht über ihre gesamte Oberfläche hinweg gleichmäßig, z. B. gleichmäßig gerundet, sondern sie weist an einer Stelle wenigstens einen Überstand auf. Der Überstand kann als eingearbeitete Nocke oder als eingearbeitete Stufe gestaltet sein. Die Steuerungskontur lässt sich genauso mit Hilfe einer Vertiefung realisieren. Die Steuerungskontur kann sowohl als konvexe als auch als konkave Oberfläche gestaltet sein. Die Nocke ist so in die Kurbelwellenwange eingearbeitet, dass durch die Rotationsbewegung der Kurbelwelle bzw. durch die Rotationsbewegung der Kurbelwellenwange eine Hubbewegung auf die Kraftstoffpumpe ausgeübt werden kann. Dafür steht der Überstand ein wenig aus der restlichen Kurbelwellenwange heraus. Die Kurbelwelle wird standardmäßig bei der Herstellung geschliffen. Während des Schleifvorgangs kann im gleichen Bearbeitungsschritt die Stufe bzw. die Nocke eingearbeitet werden.

[0025] Als besonders geeignet haben sich Kraftstoffsteckpumpen erwiesen, solche Pumpen gibt es als Einkolbenhochdruckpumpen. Die Kraftstoffsteckpumpe hat einen sehr kleinen Durchmesser, z. B. 15 mm oder 17 mm, zumindest an dem Antriebselement der Kraftstoffpumpe. Das Kurbelwellengestühl ist bei vielen Motoren breiter. Somit kann die Kraftstoffsteckpumpe im Kurbelwellengestühl stecken. Das Kurbelwellengestühl bietet für die innenliegende Kraftstoffpumpe umschließendes Material, sodass auf der einen Seite die Kraftstoffpumpe vor den übrigen rotierenden Teilen geschützt ist und auf der anderen Seite keine unnötige Durchbiegung der Kurbelwelle aufgrund von zu schwachen Lagern droht. Typische Breiten der Lager für Kurbelwellen, die z. B. einen Durchmesser von 70 mm im Bereich ihrer Schäfte haben, sind z. B. 16 mm. Die Integration der Kraftstoffpumpe erfolgt bei einer solchen Ausgestaltung über ein Teilsegment im Umfang und nicht über die gesamte Breite des Lagers. Für die Integration einer Pumpe, die Kraftstoff mit einem Druck von 2200 bar liefern kann, hat sich ein Rollentassenstößel mit einer Rollenbreite von ca. 14 mm bis ca. 15 mm Breite als ausreichend dimensioniert erwiesen. Das bedeutet, die Kraftstoffpumpe lässt sich in

dem Lagerschild, dem Kurbelwellengestühl, integrieren, selbst bei so geringen Durchmessern wie 70 mm.

[0026] Die Kraftstoffpumpe kann mehrteilig aufgebaut sein. Der eigentliche Kern der Kraftstoffpumpe, sozusagen das Pumpenkerengehäuse, in dem sich der Hochdruckteil der Pumpe befindet, kann über einen Hebel an der Kurbelwellenwange angebunden sein. Der Hebel selbst sollte durch einzelne Federn vorgespannt sein. Mit Hilfe des Hebels kann die Antriebsleistung aus der Kurbelwellenwange umgelenkt an das Pumpenkerengehäuse herangeführt werden.

[0027] Der Hubkolbenmotor ist soweit integriert, dass die Kraftstoffpumpe bei einer besonders vorteilhaften Anordnung von außen nicht mehr unmittelbar zu sehen ist (außer natürlich die von außen heranzuführenden Kraftstoffanschlüsse wie Zuleitung und Ableitung). Sämtliche Teile der Kraftstoffpumpe befinden sich also in dem Motorblock des Hubkolbenmotors. Als Installationsort bzw. Montageort, der besonders vorteilhaft ist, kann eine Stelle in dem Kurbelwellengehäuse gewählt werden.

[0028] Die vorliegende Erfindung zeichnet sich in vieler Hinsicht positiv aus. So trägt die Integration der Kraftstoffpumpe in das Motorgehäuse dazu bei, dass die Bauteilanzahl und die Anzahl der Einzelteile reduziert werden. Einer oder mehrere zusätzliche Nocken sowie ein gesondertes Ketten-, Zahnrad- oder Riementriebsselement können entfallen. Dies trägt nicht nur zu Kostenreduktion, sondern auch zur Verbesserung der Gesamtdynamik des Motors bei. Sofern auf ein gesondertes Ketten-, Zahnrad- oder Riementriebsselement verzichtet werden kann, wird der Leistungsverlust, der aufgrund von Reibung aufzubringen ist, reduziert. Zusätzliche Antriebskräfte sind nicht mehr aufzubringen. Die Nockenwellen können im Vergleich zu Systemen, bei denen die Kraftstoffpumpe durch eine Nockenwelle synchronisiert wird, mit geringer dimensionierten Lagern ausgelegt werden. So wird je nach Auslegung der Kräfteverteilung der Raum dafür eröffnet, dass Gehäuse und Lager im Zylinderkopf sowie Deckel und Rahmen durchgehend in Kunststoff umgesetzt werden können. Die Auslegung als Kunststoffteile ist ein weiterer Beitrag zur Gewichtsreduktion. Als weitere Folge können zumindest teilweise die druckölversorgten Bauteile in ihrer Zahl reduziert werden, was wiederum zu einer Vereinfachung des Motors beiträgt. Je nach Gestaltung der Anordnung zwischen Kraftstoffpumpe und Kurbelwellenwange kann im Bereich des Ausgleichswellentriebs zusätzlicher Platz gewonnen werden, indem dieser für einen Kraftstoffpumpenantrieb nicht mehr zu beanspruchen ist. Die Übertragung des Hubes mittels Übertragungselementes auf die Pumpe kann eine bauraumoptimale Lösung sowie die Reduzierung bzw. Überbrückung filigraner Strukturen im Gehäuse des Motors ermöglichen. Eine Übersetzung bzw. Untersetzung ermöglicht eine Anpassung von Hub- und Flächenkräften bei der Übertragung der Antriebsleistung. Die Einbringung von weiteren Funktionselementen ist grundsätzlich möglich, z. B. können Schalttassen oder Kipphebelabschaltungen zusätzlich integriert wer-

den. Für einen besonders vorteilhaften Kraftstoffpumpenaufbau sollte die Pumpe selbst in die folgenden Baugruppen unterteilbar sein: Abtriebsselement wie Rollentassenstößel, Übertragungselement wie Pumpenstößel, Hochdruckpumpeneinheit und Hochdruckpumpenteil mit VCV und Druckraum.

[0029] Weiterhin ergeben sich auch Vorteile bei der Herstellung. So können die Herstellung, die Montage und damit Justage der Pumpeneinheiten vereinfacht werden. Die Bearbeitung des Kurbelgehäuses (insbesondere Lagerschalen und Kurbelwellenlagerung) kann während eines Bearbeitungsschrittes, also zeitgleich, mit der Bearbeitung des Pumpenabtriebes erfolgen. Die Bearbeitung kann mit sehr hoher (auch notwendiger) Präzision durchgeführt werden. Die Ölversorgung des Abtriebes für die Kraftstoffpumpe kann in einer Ausgestaltung direkt aus dem Lager bzw. Kurbelgehäuseschmierkreislauf erfolgen.

[0030] Vorteilhaft für die Kraftstoffversorgung ist ebenfalls die Ausgestaltung des Kurbelwellengestühls mit Öffnungen. Öffnungen ergeben weiterhin eine hohe Stabilität des Kurbelwellengestühls zur Aufnahme von vibronischen Kräften, die gegebenenfalls aus der Rotation der Kurbelwelle generiert werden. Öffnungen dienen zudem einer vorteilhaften Gewichtsreduktion. Schwingungskräfte, Querkkräfte oder radial zur Kurbelwelle wirkende Fliehkräfte können im laufenden Motorbetrieb entstehen. Kraftwirkungen sind entlang der Öffnungen insbesondere materialschonend abzuleiten. Vorzugsweise ist mindestens eine Öffnung zur Aufnahme einer Kraftstoffpumpe eingelassen. Eine weitere Öffnung kann Kraftstoffleitungen aufnehmen. Die Kräfte werden um die Kraftstoffpumpe herum abgeleitet, sodass die Kraftstoffpumpe bezüglich solchen Kräften, die keine Pumpenantriebskräfte sind, lastfrei bleibt, und sich so eine hohe Lebensdauer der Dichtungen der Kraftstoffpumpe ergibt. Die Größe der Öffnung ist an eine Abmessung der Kraftstoffpumpe angepasst. Ein maximaler Durchmesser der Öffnung ist größer als ein Kraftstoffpumpendurchmesser, insbesondere in einem Steckbereich der Kraftstoffpumpe. Die Öffnung umschließt einen Teilbereich eines Gehäuses einer eingesetzten Kraftstoffpumpe. Durch Einpassung eines Kraftstoffpumpengehäusesegments in die Öffnung werden insbesondere Hebelkräfte, die bei der Pumpenbetätigung auf das Pumpengehäuse wirken können, auf die Wandung der Öffnung und damit vorzugsweise auf das Kurbelwellengestühl abgeführt. Die Einfassung der Öffnung stellt ein Gegenlager zur Betätigung der Kraftstoffpumpe dar. Eine Durchgriffsöffnung kann entweder rundlich oder rechteckig ausgestaltet sein. Insbesondere eine konisch eingelassene Öffnung kann einen präzisen Sitz einer entsprechend gegengleich ausgeformten Kraftstoffpumpe ermöglichen. Eine Kraftstoffpumpe ist nach einem Aspekt auch bajonettartig oder in einem Gewindengang oder mit einem Klammermechanismus in einer Öffnung des Kurbelwellengestühls zu halten. Das Kurbelwellengestühl bildet ein Widerlager für die Kraftstoffpumpe.

[0031] Die Kurbelwelle weist mehrere Kurbelwellenwangen auf. Eine Öffnung im Kurbelwellengestühl kann zu einer Kurbelwellenwange gerichtet sein, die an einem Ende einer Kurbelwelle dem Kurbelwellengehäuse zugeordnet ist. Sehr bauraumgünstig sind aber auch Anordnungen mit Kraftstoffpumpen zum Antrieb an Kurbelwellenwangen, die von weiteren Kurbelwellenwangen zumindest zweiseitig umgeben sind, insbesondere an einer Kurbelwelle, die eine Mehrzahl von Lagerstellen im Kurbelwellengestühl bzw. eine Mehrzahl von Kurbelwellenwangen aufweist.

[0032] Die Kraftstoffpumpe ist als Modul, d. h. ohne stör anfälliges Zusammenfügen von Einzelteilen, schnell, betriebssicher und wartungsfreundlich installierbar. Druckbereichsoptimierte Kraftstoffpumpen kommen typenbezogen bei Hubkolbenmotoren zum Einsatz. Zur Installation in einem Dieselmotor werden vorzugsweise Kraftstoffpumpen verwendet, die Drücke von mehr als 1700 bar erzeugen können. Allerdings können zur Einhaltung von Partikel-Grenzwerten auch Drücke von mehr als 2200 bar, wie z.B. im Bereich von 2400 bar nützlich sein. Eine Kraftstoffaufladung in einem niedrigeren Druckbereich von weniger als 500 bar bietet bei einem Benzinmotor, wie einem Otto-Motor, günstige Betriebsbedingungen. Ein verbrauchsgünstiger Betrieb von Otto-Motoren ist bspw. ab 130 bar Kraftstoffdruck mit Kraftstoffpumpen zu erzielen. Niedrige Abgaswerte ergeben sich auch bei einer Kraftstoffaufladung im Bereich von 250 bar. Zur Erzeugung geeigneter Drücke können auch Kraftstoffpumpenmodule, die für eine angemessene Druckhöhe wie z. B. 350 bar ausgelegt sind, eingesetzt werden. Derartige Kraftstoffpumpen werden für leistungsstarke Hubkolbenmotoren auch über eine angemessene Kraftstoffförderleistung verfügen. Dabei können insbesondere in dem ausgewählten Druckbereich für den jeweiligen Hubkolbenmotor gültige Abgasgrenzwerte eingehalten werden. An einem Antriebselement der Kraftstoffpumpe kann ein reibungsmindernder Kugellkörper oder ein Walzenkörper oder ein Tonnenkörper als Auflager vorgesehen sein. Der reibungsmindernde, drehbare Körper bietet vorzugsweise eine Kontaktstreckung zu einer Ausformung der Kurbelwellenwange. Damit ergibt sich eine gute Verteilung von Oberflächenkräften bei geringer Kontaktreibung zwischen Kraftstoffpumpe und Kurbelwellenwange.

[0033] Eine Richtung der Öffnung für die Kraftstoffpumpe im Kurbelwellengestühl ist einer Wirkrichtung einer Nocke angepasst. Insbesondere ist eine zentrische Richtung der Öffnung derart angelegt, dass ein Durchgriff der Kraftstoffpumpe durch das Kurbelwellengestühl, vorzugsweise ein gerichteter Durchgriff unter einem Winkel, ermöglicht ist. Die Anwinkelung lässt sich günstig ausführen mit einer Winkelstellung, die von einer Radialrichtung der Kurbelwelle abweicht. Ein Winkel zwischen 15° und 75°, vorzugsweise zwischen 25° und 40° ist günstig für einen kompakten Aufbau. Allerdings ist auch eine Öffnung für einen rechtwinkligen Durchgriff vorteilhaft auszugestalten. Günstig ist bspw. auch eine Anordnung, bei

der die Durchgriffsöffnung ein Führungslager, wie ein Drehlager oder ein Gleitlager, eines Hebels aufnimmt. Ein Hebel, insbesondere ein zweiarmiger Wirkhebel, kann in Anlagerung, wie einer reibungsgeminderten Anlagerung, betätigbar sein. Vorzugsweise vermittelt der Hebel einen Kraftverstärkungsanschluss zwischen einer Nocke, einem Antriebselement und der Kraftstoffpumpe. Das Gehäuse der Kraftstoffpumpe ist am Kurbelwellengestühl gehalten. Der Hebel ist eine Art Druckstück. Die Lagerung des Hebels führt zu einer Reduktion von Transversalkräften, die in manchen Anordnungen auf die Kraftstoffpumpe wirken können. Der Hebel ist ein Betätigungsfortsatz der Kraftstoffpumpe. Der Hebel ist auch als Pumpenschwengel zu bezeichnen. Der Hebel ist vorzugsweise in einem Teilbereich der Öffnung des Kurbelwellengestühls gelagert, welcher der Kurbelwellenwange zugewandt ist. Mit dem Hebel greift die Kraftstoffpumpe durch die Öffnung des Kurbelwellengestühls an einem Überstand der Kurbelwellenwange an.

[0034] Der Überstand entspricht einer Kragenform an der Kurbelwellenwange. Diese erhebt sich vorzugsweise an einer Seitenfläche, insbesondere einer kreisartigen Fläche der Kurbelwellenwange. Die Kragenform läuft mit der Kurbelwellenwange rundartig um. Die kragenartige Struktur befindet sich zwischen einem ersten Radius und einem dazu größeren zweiten Radius an der Kurbelwellenwange. Der größere zweite Radius ist kleiner als ein äußerer Umfang der Kurbelwellenwange. Vorzugsweise ist der erste Radius größer als ein Radius des Kurbelwellenschafts. Eine Teilfläche des Überstands bildet eine Lauffläche. Die Lauffläche kann tassenartig eingeschalt sein, sodass darauf ein Stößel, wie ein Tonnenrollstößel, führbar ist. Der Überstand weist zu einer Achsenrichtung eine Auflageschräge auf. Die Auflageschräge bildet ein Lager, über das eine Betätigung der Kraftstoffpumpe von der Kurbelwellenwange, vorzugsweise über einen Rollentassenstößel oder einen Walzenrollstößel, vermittelt wird. Zudem wird durch den Kragen vorteilhaft die Masse an der Kurbelwellenwange erhöht, wodurch bei geringen Kosten und geringem Materialaufwand eine Laufdynamik des Motors verbessert wird.

[0035] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist der Überstand mindestens einen Höcker auf. Über den Höcker werden z. B. Kontaktkräfte beim Angriff der Kraftstoffpumpe, insbesondere an einer Rundung, die einem Antrieb der Kraftstoffpumpe zugeordnet ist, reibungsoptimiert eingeleitet. Ebenfalls fertigungstechnisch vorteilhaft montierbar ist ein Überstand, der durch mindestens eine Nut gebildet wird. Durch Einarbeitung einer Nut, insbesondere in eine Seite der Kurbelwellenwange, ist ein Überstand bei der Herstellung der Kurbelwelle, wie z. B. als Guss-Kurbelwelle oder als Schmiede-Kurbelwelle, realisierbar. Eine Nut kann bspw. als eine Auflageschräge aus einer Seitenkreisfläche der Kurbelwellenwange ausgenommen sein. Vorzugsweise entspricht ein Auflageschrägenwinkel einem Winkel einer Durchgriffsrichtung der Kraftstoffpumpe durch die Öffnung des Kurbelwellengestühls.

[0036] Allerdings kann die Kraftstoffpumpe auch direkt über einen Stößel, wie einen translatorischen Adapter, in welchem keine Rotationsübersetzung erfolgt, an dem Überstand angreifen. So hält in einer solchen Ausführungsform eine Seite der Öffnung des Kurbelwellengestühls eine Kraftstoffpumpe. Die mit der Kraftstoffpumpe verbundenen Kraftstoffzu- und -ableitungen, entsprechend einer Niederdruckseite in Verbindung zu einem Tank und einer Hochdruckseite in Verbindung zu einem Brennraum des Hubkolbenmotors, können bereichsweise im Kurbelwellengestühl verlaufen. Eine dazu gegenüberliegende Seite der Öffnung stellt einen Durchgriffsbereich dar, wobei insbesondere aus der Öffnung heraus die Kraftstoffpumpe mit dem Überstand, wie der Kurbelwellenwange, in Kraftschluss steht. Die Kurbelwellenwange leistet Arbeit an der Kraftstoffpumpe. Chemische Energie von Kraftstoff wird verlustarm in Kraftstoffdruck umgewandelt.

[0037] Es ist vorteilhaft, wenn der Überstand eine nockenartige Form besitzt, bspw. einen ovalförmigen oder einen ellipsoidalen Umfang. In weiteren Ausbildungen ist der Überstand als eine Kreisform gestaltet, die mit einem Mittelpunkt exzentrisch zu einer Kurbelwellenachse bzw. der Drehachse der Kurbelwelle verläuft. Ein nockenartiger Antrieb der Kraftstoffpumpe generiert insbesondere einen Hub an der Kraftstoffpumpe. Es können einer Kurbelwellendrehung zwei Hübe zugeordnet sein. Ein Hub kann auch an einer Ausformung an der Kurbelwellenwange, die einem Bogenabschnitt entspricht, der bspw. einem Spiralbogenabschnitt wie eine Schnecke umfasst, erzeugt werden. So sind Ausführungen möglich, bei denen ein Hub pro Kurbelwellenumdrehung, insbesondere mit einer großen Amplitude, erzeugt wird. Eine abgeleitete Struktur, die vorteilhaft eine Pumpleistung der Kraftstoffpumpe durch Erhöhung einer Pumpfrequenz gegenüber einer Drehfrequenz verbessert, ist eine kleeblattartige Umfangsgeometrie einer Lauffläche.

[0038] Der Überstand kann von einem äußeren Umfang der Kurbelwelle bzw. der Kurbelwellenwange eingeschlossen sein. Der äußere Umfang besitzt einen bezüglich eines äußersten Umfangskreises der Kurbelwelle kleineren Radius und ist insbesondere konzentrisch dazu angeordnet. Vorzugsweise ist der äußere Umfang von der Auflageschräge radial beabstandet. Ein Radius des äußeren Umfangs ist größer als ein Viertel des Radius des äußersten Umfangs der Kurbelwellenwange. Vorteilhaft zur Realisierung einer großen Pumpleistung ist ein Radius der ca. 95 % des Radius des äußersten Umfangs beträgt. Allerdings können auch kleinere Radien, wie z. B. 75 % des äußersten Umfangs der Kurbelwellenwange, zur Anpassung des Hubs für die Optimierung der Kraftstoffförderung nützlich sein. Weiterhin kann der Überstand so an der Kurbelwellenwange angeordnet sein, dass durch die von der Anordnung bedingte Änderung der Massenverteilung eine Auswuchtung von Kurbelwellensegmenten bewirkt wird. Der Überstand ergänzt die Masse von Gegengewichten zu einem rotatorischen Massenausgleich. Damit lassen

sich auch Schwingungseinträge von der Kurbelwelle in das Kurbelwellengestühl minimieren und eine Lagerlebensdauer verbessern.

5 Figurenkurzbeschreibung

[0039] Die Erfindung kann noch besser verstanden werden, wenn Bezug auf die beiliegenden Figuren genommen wird, wobei

10

Figur 1 zeigt einen Längsschnitt, also in längster Erstreckung, durch eine Verbrennungskraftmaschine, Figur 2 zeigt einen Querschnitt, also im rechten Winkel zum Längsschnitt nach Figur 1, durch eine ähnliche Verbrennungskraftmaschine wie nach Figur 1, Figur 3 zeigt eine Kraftstoffpumpe in schematischer Darstellung,

15

Figur 4 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel an einer Kurbelwelle in schematischer Darstellung, Figur 5 zeigt eine Nockensteuerung an einer Kurbelwelle,

20

Figur 6 zeigt eine Kurbelwelle mit Antriebselement für eine Pumpe in schematischer Darstellung,

25

Figur 7 zeigt eine Kurbelwelle mit einer Kraftstoffsteckpumpe in schematischer Darstellung,

30

Figur 8 zeigt eine Kurbelwelle mit einer Einkolbenhochdruckpumpe in schematischer Darstellung,

35

Figur 9 zeigt das Zusammenwirken eines Antriebselements an einem Nocken einer Kurbelwelle in schematischer Darstellung,

40

Figur 10 zeigt eine äquivalente Übertragung des erfindungsgemäßen Prinzips auf eine andere, geeignete Stelle der Kurbelwelle und

45

Figur 11 zeigt die Kraftstoffaufbereitungsanordnung einer Verbrennungskraftmaschine.

Figurenbeschreibung

50

[0040] Figur 1 zeigt einen Hubkolbenmotor 1. Der Hubkolbenmotor 1 ist eine Verbrennungskraftmaschine, die vier Hubkolben 3 in Reihe angeordnet hat. Genauso ist es vorstellbar, dass der Hubkolbenmotor eine andere Zylinderzahl hat, z. B. 3 oder 6 Zylinder. Auf der Oberseite der Hubkolben 3 befindet sich der Brennraum 5. Die Oberseite eines Hubkolbens 3 ist die von der Kurbelwelle 35 abgewandte Seite des Hubkolbens 3. Der Brennraum 5 kann in Bezug auf sein Volumen in Abhängigkeit der Stellung der Hubkolben 3 variiert werden. In dem Brennraum 5 findet eine Kraftstoff-Luft-Verbrennung 87 statt, damit aus kalorischer Energie 85 über ein Übertragungsglied mit Pleuel 11 und die Kurbelwelle 35 eine mechanische Energie 89 an der Abtriebswelle 33 des Hubkolbenmotors 1 zur Verfügung gestellt werden kann. Zur Beladung des Brennraums 5 und zum Ausströmen der verbrannten Gase aus dem Brennraum 5 weist der Hubkolbenmotor 1 Gaswechselventile 23 auf, die über eine Nockenwelle 21 gesteuert werden können. Die Nockenwelle 21 ist auf die relative Lage der Kurbelwelle 35 syn-

55

chronisiert. Die Nockenwelle 21 befindet sich im Bereich des Zylinderkopfes 17, der von dem Zylinderkopfdeckel 19 abgeschlossen ist. Die Hubkolben 3 können eine Hubbewegung 7, geführt durch die Pleuel 11, zurücklegen.

[0041] Ein weiteres wichtiges Teil für die Bildung des Motorblocks 9 ist das Kurbelwellengehäuse 25. Das Kurbelwellengehäuse 25 stellt das Kurbelwellengestühl 27 zur Verfügung, auf dem die Kurbelwelle 35 aufliegt. Die Kurbelwelle 35 ist auf der einen Seite durch das Riemenrad 31 und auf der anderen Seite durch den Anschluss 33 für das Schwungrad begrenzt. Die Kurbelwelle 35 hat somit eine Längserstreckung zwischen Riemenrad 31 und Anschluss 33 für das Schwungrad. Zu dem Motorblock 9 kann weiterhin die Ölwanne 13 gerechnet werden. In der Ölwanne 13 ist eine Ölpumpe 15 vorgesehen, die das Motoröl zur Kühlung durch den Motorblock 9 bis in den Bereich des Zylinderkopfes 17 pumpt. Die Kurbelwelle 35 hat einzelne Kurbelwellenwangen 37.

[0042] Die Erfindung zeichnet sich nach einem Aspekt dadurch aus, dass sich die Kraftstoffpumpe 63 (siehe z. B. Figur 3) in dem Motorblock 9 befindet, sich also in dem zwischen Zylinderkopfdeckel 19 und Ölwanne 13 begrenzten Raum befindet.

[0043] Figur 2 zeigt einen ähnlichen Hubkolbenmotor 1, wie er zuvor in Figur 1 beschrieben worden ist. Der Motorblock 9 mit seinen Komponenten, wie der Kurbelwelle 35, ist in der Darstellung nach Figur 2 quer - im Vergleich zum Längsschnitt nach Figur 1 - geschnitten worden. Der Brennraum 5 oberhalb des Hubkolbens 3 ist in einem sehr verdichteten Zustand dargestellt. Das Gaswechselventil 23 befindet sich in der geschlossenen Stellung. Es ist also der Zustand des Hubkolbens 5 gezeigt, bei dem der Brennraum nahezu vollständig verdichtet worden ist, z. B. knapp vor oder knapp nach dem Zündvorgang (selbstzündend wie bei einem Dieselmotor oder fremdzündend wie bei einem Ottomotor). Ansatzweise sind Teile der Kraftstoffaufbereitungs Vorrichtung 61 zu sehen, zum Beispiel eine Bohrung mit einem Schraubengewinde zur Befestigung eines Einspritzventils. Das Gaswechselventil 23 wird durch eine Nockenwelle 21 betätigt. Die Nockenwelle 21 und die Kurbelwelle 35 erstrecken sich in die gleiche Richtung, also in paralleler Anordnung. Der Hubkolben 3 führt seine mechanische Energie über die Pleuel(stange) 11 auf die Kurbelwelle 35. Die Kurbelwelle 35 mündet in einem Schwungrad 31. Wie durch die unterschiedlichen Kreise der Kurbelwelle 35 dargestellt, weist die Kurbelwelle 35 Kurbelwellenwangen 37 auf, die einen Umfang 39 haben. Das Kurbelwellengehäuse 25 trägt das Kurbelwellengestühl 27. An dem Kurbelwellengehäuse 25 schließt sich die Ölwanne 13 an. Das Pleuel 11 macht sowohl eine Hubbewegung 7 als auch eine Rotationsbewegung mit dem Rotationssinn der Kurbelwelle 35. Wie in Figur 2 dargestellt, trägt das Kurbelwellengehäuse 25 das Kurbelwellengestühl 27. Vorteilhafterweise trägt das Kurbelwellengehäuse 25 das Kurbelwellengestühl 27 oder idealer Weise ist das Kurbelwellengestühl 27 ein Teil des Kurbelwellengehäuses 25, weil die Kurbelwelle 35 durch

ihre Lager in Lagerschalen auf dem Kurbelwellengestühl 27 abgestützt ist.

[0044] Figur 3 zeigt eine geeignete Kraftstoffpumpe 63, die als eine der Komponenten der Kraftstoffaufbereitungs Vorrichtung 61 (siehe Figur 11) verwendet werden kann. Die Kraftstoffpumpe 63 hat ein Pumpenkerngehäuse 69, in dem die Druckaufladung des Kraftstoffes, der über den Pumpenanschluss 73 zu- und abgeleitet werden kann, stattfindet. Für eine präzise Einstellung des Kraftstoffdruckes auf ein Mindestdruckniveau wie z. B. 2200 bar bietet die Kraftstoffpumpe 63 ein Regelventil 71. Das Pumpenkerngehäuse hat außen einen Pumpenbefestigungsflansch 79. Aus dem Pumpenkerngehäuse 69 ragt der Pumpenkolben 77 heraus, zu dem eine Pumpenrückstellfeder 75 gehört. Die Pumpenrückstellfeder umschließt den Pumpenkolben 77. Eine solche Kraftstoffpumpe 63 ist erfindungsgemäß vorteilhaft in einem Hubkolbenmotor 1 nach den Figuren 1 und 2 integriert, wie in den nachfolgenden Figuren 4 bis 9 dargestellt.

[0045] Die Kurbelwelle 35, wie in Figur 4 dargestellt, hat eine Längserstreckung 59 entlang der Kurbelwellenachse 55. Einzelne Kurbelwellenwangen 37 werden durch Kurbelwellenschafte 53 miteinander verbunden. Die Kurbelwellenwangen 37 weisen jeweils eine Oberfläche 47 auf. Ausgewählte Bereiche der Oberfläche 47 sind mit Stufen 45 oder sonstigen Überständen 41 ausgestattet. Abweichend von der Längserstreckung 59 der Kurbelwelle 35 wird eine Achsenorientierung 57, 57' gewählt, in der die Anordnung einer Kraftstoffpumpe 63 (siehe Figur 3) vorgenommen wird. Die Kurbelwellenwange 37 erstreckt sich bis zu einem Umfang 39, der durch den Durchmesser 49 der Kurbelwellenwange 37 bestimmt wird. Auf der Abtriebswelle 33 der Kurbelwelle 35 sitzt, wie schematisch dargestellt, ein Abtriebsrad 91. Entlang der Kurbelwellenwange 37 können verschiedene Antriebsebenen 51, 51' für den Antrieb einer Kraftstoffpumpe 63 (siehe Figur 3) identifiziert werden. Eine Antriebsebene 51 bestimmt sich durch den Umfang 39 der Kurbelwelle 37. Einzelne Stufen 45 in der Oberfläche 47 der Kurbelwelle 35 lassen sich ebenfalls als Antriebsebene 51' nutzen, wenn eine entsprechende Achsenorientierung 57' für die Kraftstoffpumpe 63 (nach Figur 3) in Berührung mit der Kurbelwelle 35 gewählt wird. Einzelne Umfänge 39 auf der Kurbelwelle 35 dienen als Steuerscheiben für den Antrieb einer Kraftstoffpumpe 63 (siehe Figur 3). Die in Figur 4 dargestellten Pfeile symbolisieren den Steuerhub, der von der Kurbelwelle 35 an den Kurbelwellenwangen 37 abgreifbar ist, um eine Verdichtung des Kraftstoffes in der Kraftstoffpumpe 63 herbeizuführen. Ein Teil der Energie der Kurbelwelle 35 wird unmittelbar über die Kurbelwellenwangen 37, zumindest aber über eine Kurbelwellenwange 37, auf Aggregate wie die Kraftstoffpumpe 63, weitergeleitet. Hierzu sind in der Oberfläche 47 der Kurbelwelle 35 Stufen 45 und Überstände 41 eingearbeitet.

[0046] Figur 5 zeigt eine Kurbelwelle 35, in die ein Nocken 43 dadurch eingearbeitet worden ist, dass eine ovale Oberfläche aus der Kurbelwelle 35 heraussteht. Der Nok-

ken 43 ist Teil der Kurbelwellenwange 37. Der Nocken 43 ist als eingearbeitete Oberfläche 47 Teil der Kurbelwellenwange 37.

[0047] Figur 6 zeigt die Anlagerung eines Antriebselements 81 in einer Achsenorientierung 57' an einer Stufe 45 der Kurbelwellenwange 37 der Kurbelwelle 35. Die Kurbelwelle 35 wird durch das Kurbelwellengestühl 27 gehalten. Einzelne Kurbelwellenwangen 37 werden durch Kurbelwellenschafte 53 beabstandet. Die Orientierung der Achsenorientierung 57' geht in eine andere Richtung als die Kurbelwellenachse 55, die mit der Abtriebswelle 33 zusammenfällt. Wie dargestellt, weicht eine gute Winkelrichtung der Achsenorientierung 57' in einem Winkel von 45° von der Kurbelwellenachse 55 ab.

[0048] Ein Antriebselement 81 (nach Figur 6) ist in der Gestaltung nach Figur 7 an der Stufe 45 der Kurbelwellenwange 37 so angebracht, dass eine Kraftstoffsteckpumpe 65 durch eine Öffnung 29 - stilisiert durch die Durchbrechungen dargestellt - im Kurbelwellengestühl 27 durchgreift.

[0049] Sollte jedoch die maximale Breite der Öffnung 29 für eine Kraftstoffsteckpumpe 65 nach Figur 7 nicht ausreichend sein, so lässt sich eine Realisierung der Anordnung einer Einkolbenhochdruckpumpe 67 nach Figur 8 realisieren. Die Achsenorientierung 57 weist aufgrund des Hebels 83 von der Orientierung des Antriebselements 81 ab. Die Kurbelwelle 35 erstreckt sich entlang der Kurbelwellenachse 55, die durch die Kurbelwellenschafte 53 durchgeht. Die Kurbelwellenwange 37 steuert über ein Oberflächenprofil mit Hilfe eines Nockens 43 ein Antriebselement 81. Das Antriebselement 81 lagert unmittelbar an der Kurbelwellenwange 37 an. Hubbewegungen des Antriebselements 81 werden über den Hebel 83 auf die Einkolbenhochdruckpumpe 67 übersetzt. Der Hebel 83 hat einen Drehpunkt, der das Übersetzungsverhältnis des Hebels 83 bestimmt. Obwohl Kraftstoffsteckpumpen 65 (nach Figur 7) im Betrieb der Anmelderin entworfen worden sind, die eine Öffnung 29 von weniger als ca. 2 cm im Kurbelwellengestühl 27 benötigen, sind bei einigen Hubkolbenmotoren 1 (siehe Figur 1) solche Raumverhältnisse gegeben, dass ein kleineres Antriebselement 81 die Antriebsleistung für die Einkolbenhochdruckpumpe 67 über einen Hebel 83 von der Kurbelwellenwange 37 umlenken muss. Hierbei kann die Achsenorientierung 57 zusätzlich angepasst werden, so dass die Orientierung des Nockens 43 nicht mehr für die Achsenorientierung 57 der Einkolbenhochdruckpumpe 67 ausschlaggebend ist. Eine gute Anlagerung zwischen Antriebselement 81, Hebel 83 und Einkolbenhochdruckpumpe 67 wird durch Federn wie die Pumpenrückstellfeder 75 gewährleistet. So lässt sich die Einkolbenhochdruckpumpe 67 an einer Stelle im Hubkolbenmotor 1 anordnen, der sich jenseits des sich unmittelbar an der Kurbelwellenwange 37 anschließenden Kurbelwellengestühls 27 befindet.

[0050] Figur 9 zeigt im Querschnitt zur Kurbelwellenachse 55 eine Nockensteuerung mit Hilfe des Nockens 43, der kleiner ist als der Umfang 39 der Kurbelwelle 35.

Das Antriebselement 81 lagert unmittelbar auf der Kurbelwelle 35, genauer an der nockenartigen Oberfläche der Kurbelwelle 35. Die Kurbelwelle 35 wird durch das Kurbelwellengestühl 27 gehalten. Das Antriebselement 81, das vorteilhafter Weise ein Rollentassenstößel ist, ist beweglich auf der Kurbelwelle 35 gelagert, sodass eine Bewegung entlang der Achsenorientierung 57 in der Antriebsebene 51 möglich ist.

[0051] Figur 10 zeigt eine ähnliche Lösung, wie zuvor in den Figuren 3 bis 9 dargestellt, wobei anstelle der Kurbelwellenwange 37 ein Kurbelwellenschafte 53 als Betätigungsmittel für die Kraftstoffpumpe 63 benutzt wird. Die Kraftstoffpumpe 63 sitzt in einem spitzen Winkel, ausgeleitet aus der Senkrechten auf die Kurbelwelle 35, auf der Kurbelwelle 35. Die Kurbelwelle 35 lagert in dem Kurbelwellengestühl 27. Die Kraftstoffpumpe 63 ist eine über einen Rollentassenstößel angetriebene Hubkolbenpumpe, die Teil der Kraftstoffaufbereitungsvorrichtung ist.

[0052] Figur 11 zeigt einen Hubkolbenmotor 1, in dessen Zylinderkopf 17 die Gaswechselventile 23 liegen. Die Gaswechselventile 23 werden über Nockenwellen 21 gesteuert. Zwischen den Nockenwellen 21 ist die Kraftstoffaufbereitungsvorrichtung 61 so angeordnet, dass der Brennraum 5 mit einem Brennstoff-Luft-Gemisch versorgt werden kann.

[0053] Die zuvor dargestellten Einzelaspekte nach den Figuren 1 bis 11 können ebenfalls einen eigenständigen erfinderischen Beitrag leisten. So kann während des Schleifvorgangs der Kurbelwelle das entsprechende Oberflächenprofil in einen Teil der Kurbelwelle 35, wie z. B. in die Kurbelwellenwange 37 oder in einen Kurbelwellenschafte 53, eingearbeitet werden. Ein oder mehrere zusätzliche Bearbeitungs- oder Montageschritte, um das Steuerungsprofil für die Kraftstoffpumpe herzustellen, erübrigen sich.

Bezugszeichenliste

[0054]

Bezugszeichen	Bedeutung
1	Hubkolbenmotor
3	Hubkolben
5	Brennraum
7	Hubbewegung
9	Motorblock
11	Pleuel
13	Ölwanne
15	Ölpumpe

	19	EP 2 385 237 A2	20
17	Zylinderkopf	71	Regelventil
19	Zylinderkopfdeckel	73	Pumpenanschluss
21	Nockenwelle	5 75	Pumpenrückstellfeder
23	Gaswechselventile	77	Pumpenkolben
25	Kurbelwellengehäuse	79	Pumpenbefestigungsflansch
27	Kurbelwellengestühl	10 81	Antriebselement
29	Öffnung	83	Hebel
31	Riemenrad	15 85	kalorische Energie
33	Abtriebswelle	87	Kraftstoff-Luft-Verbrennung
35	Kurbelwelle	89	mechanische Energie
37	Kurbelwellenwange	20 91	Riemenscheibe
39	Umfang der Kurbelwellenwange	97	Zündkerze bzw. Zündkerzenöffnung oder Zündkerzenbohrung
41	Überstand	25	
43	Nocken bzw. Kontur		Patentansprüche
45	Stufe		1. Hubkolbenmotor (1) mit innenliegender Kurbelwelle
47	Oberfläche	30	(35) in einem Kurbelwellengehäuse (25) des Hubkolbenmotors (1),
49	Durchmesser, insbesondere der Kurbelwelle wie z. B. der Kurbelwellenwange	35	der einen durch einen Hubkolben (1) begrenzten Brennraum (5) hat,
51, 51'	Antriebsebene		wobei die Kurbelwelle (35) wenigstens eine Kurbelwellenwange (37) und wenigstens einen Kurbelwellenschaft (53) hat, vorzugsweise mehrere Kurbelwellenwangen (37) und mehrere die Kurbelwellenwangen (37) verbindende Kurbelwellenschaefte (53) hat, und mit einer Kraftstoffaufbereitungsvorrichtung (61), die eine Kraftstoffpumpe (63, 65, 67), insbesondere eine Hochdruckkraftstoffpumpe wie eine Dieselhochdruckpumpe oder eine Benzinhochdruckpumpe, umfasst,
53	Kurbelwellenschaft	40	bei dem eine Kurbelwellenwange (37) mit einem Antriebselement (81) der Kraftstoffpumpe (63, 65, 67) unmittelbar in Eingriff steht,
55	Kurbelwellenachse		dadurch gekennzeichnet, dass
57, 57'	Achsenorientierung, insbesondere des Antriebs	45	die Kurbelwelle (35) von einem Kurbelwellengestühl (27) getragen wird, in das eine Öffnung (29) eingelassen ist, durch die die Kraftstoffpumpe (63, 65, 67) in der Art hindurchgreift,
59	Längserstreckung		dass eine Antriebsebene (51, 51') der Kraftstoffpumpe (63, 65, 67) durch die Kurbelwellenwange (37) läuft und
61	Kraftstoffaufbereitungsvorrichtung		die Kraftstoffpumpe (63, 65, 67) in einer Achsenorientierung (57, 57') angeordnet ist, die von einer Kurbelwellenachse (55) und von der Richtung einer Längserstreckung (49) der Kurbelwellenwange (37)
63	Kraftstoffpumpe, insbesondere Hochdruckkraftstoffpumpe	50	
65	Kraftstoffsteckpumpe		
67	Einkolbenhochdruckpumpe	55	
69	Pumpenkerengehäuse		

abweicht.

2. Hubkolbenmotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Pleuellwelle (35) entlang der Pleuellwellenachse (55) erstreckt und zu der der Pleuellkolben (3) quer abgewinkelt einer Pleuellbewegung (7) folgt, wobei eine Anlagerung der Pleuellkraftstoffpumpe (63, 65, 67) seitlich zur Pleuellwellenachse (55) gegeben ist, sodass eine Pleuelltriebskraft vorteilhafter Weise im rechten Winkel zur Pleuellwellenachse (55) in die Pleuellkraftstoffpumpe (63, 65, 67) erfolgt. 5
3. Hubkolbenmotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** über einen Umfang (39) der Pleuellwellenwange (37), vorzugsweise an einer Oberfläche (47), die einen Durchmesser (49), insbesondere einen breitest möglichen Durchmesser (49), der Pleuellwellenwange (37) beschreibt, die Pleuelltriebskraft in die Pleuellkraftstoffpumpe (63, 65, 67) eingeleitet wird. 10
4. Hubkolbenmotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pleuellwellenwange (37) einen Überstand (41), wie einen eingearbeiteten Pleuellnocken (43) oder eine Pleuellstufe (45) hat, der auf die Pleuellkraftstoffpumpe (63, 65, 67) eine Pleuellbewegung (7) ausübt. 15
5. Hubkolbenmotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch einen Pleuellantrieb eine Pleuellpumpkraft auf einen Pleuellzylinder (77) der Pleuellkraftstoffpumpe (63, 65, 67) ausgeübt wird. 20
6. Hubkolbenmotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pleuellkraftstoffpumpe (63, 65, 67) eine Pleuellkraftstoffsteckpumpe (65), insbesondere eine Pleuellkolbenhochdruckpumpe (67), ist. 25
7. Hubkolbenmotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pleuellkraftstoffpumpe (63, 65, 67) einen PleuellHebel (83) umfasst, der zwischen einem Pleuellwellenwangengriff (41, 43, 45) und dem PleuellPumpenkerngehäuse (69) gelagert, insbesondere pleuellfedervorgespannt (75) gelagert, die PleuellAntriebsleistung aus der Pleuellwellenwange (37) von dieser weglenkend in das PleuellPumpenkerngehäuse (69) einleitet. 30
8. Hubkolbenmotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche Teile (69, 71, 73, 75, 77, 79) der Pleuellkraftstoffpumpe (63, 65, 67) von einem PleuellMotorblock (9) des PleuellHubkolbenmotors (1), insbesondere von dem PleuellPleuellwellengehäuse (25), eingeschlossen sind. 35

9. Betriebsverfahren eines PleuellHubkolbenmotors (1), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der pleuellkalorische Energie (85) mit Hilfe einer PleuellKraftstoff-Luftverbrennung (87) in einem PleuellBrennraum (5) über eine innenliegende PleuellPleuellwelle (35), die wenigstens eine PleuellPleuellwellenwange (37) hat und die wenigstens einen PleuellPleuellwellenschaft (53) hat, in eine pleuellmechanische Energie (89) umwandelt, und dessen PleuellKraftstoff druckaufgeladen (63, 65, 67) dem PleuellBrennraum (5) zur Verfügung (73) steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine PleuellKraftstoffpumpe (63, 65, 67), die ihre PleuellFörderleistung von der PleuellPleuellwellenwange (37) oder einer PleuellKontur (41, 43, 45, 47) auf der PleuellPleuellwellenwange (37) erhält, die PleuellDruckaufladung des PleuellKraftstoffs herstellt, wobei die PleuellPleuellwelle (35) von einem PleuellPleuellwellengestühl (27) getragen wird, in das eine PleuellÖffnung (29) eingelassen ist, durch die die PleuellKraftstoffpumpe (63, 65, 67) in der Art hindurchgreift, dass eine PleuellAntriebsebene (51, 51') der PleuellKraftstoffpumpe (63, 65, 67) durch die PleuellPleuellwellenwange (37) läuft und die PleuellKraftstoffpumpe (63, 65, 67) in einer PleuellAchsenorientierung (57, 57') angeordnet ist, die von einer PleuellPleuellwellenachse (55) und von der Richtung einer PleuellLängserstreckung (49) der PleuellPleuellwellenwange (37) abweicht. 40

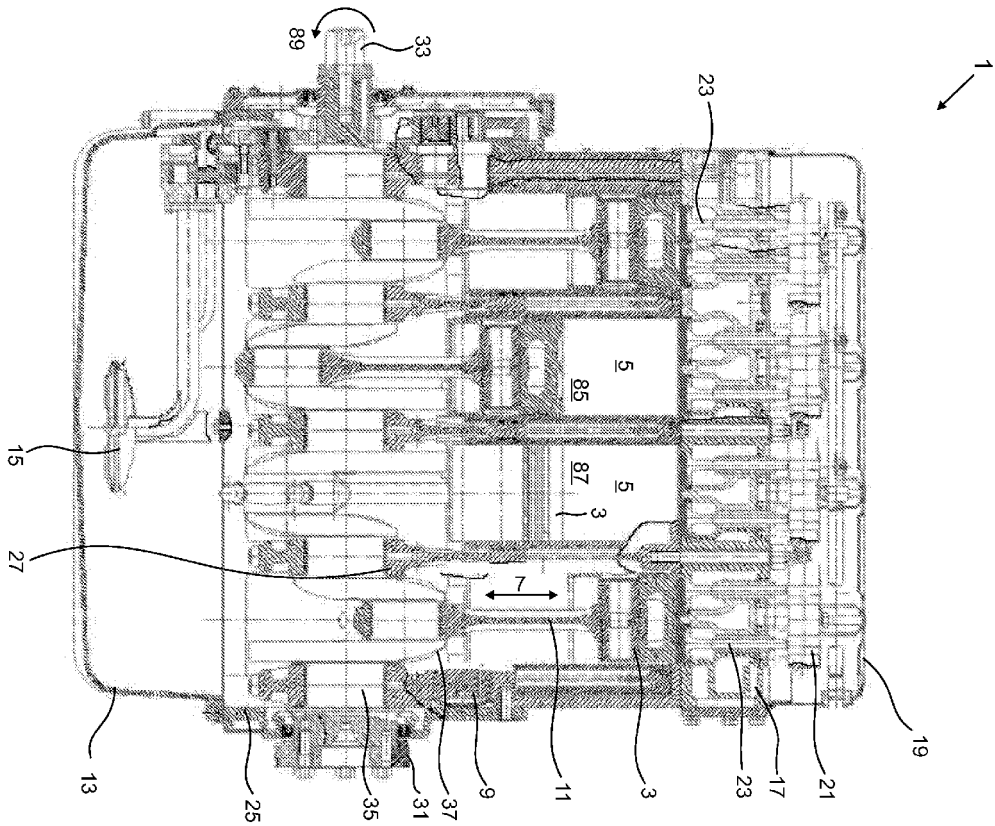


Fig. 1

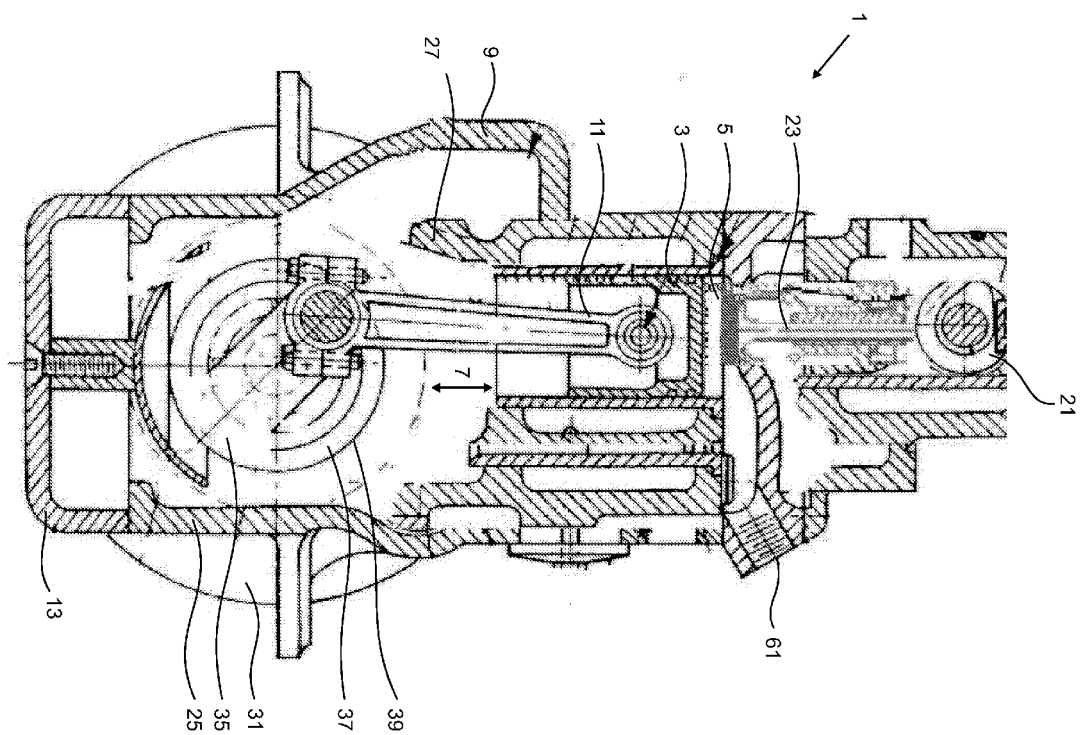
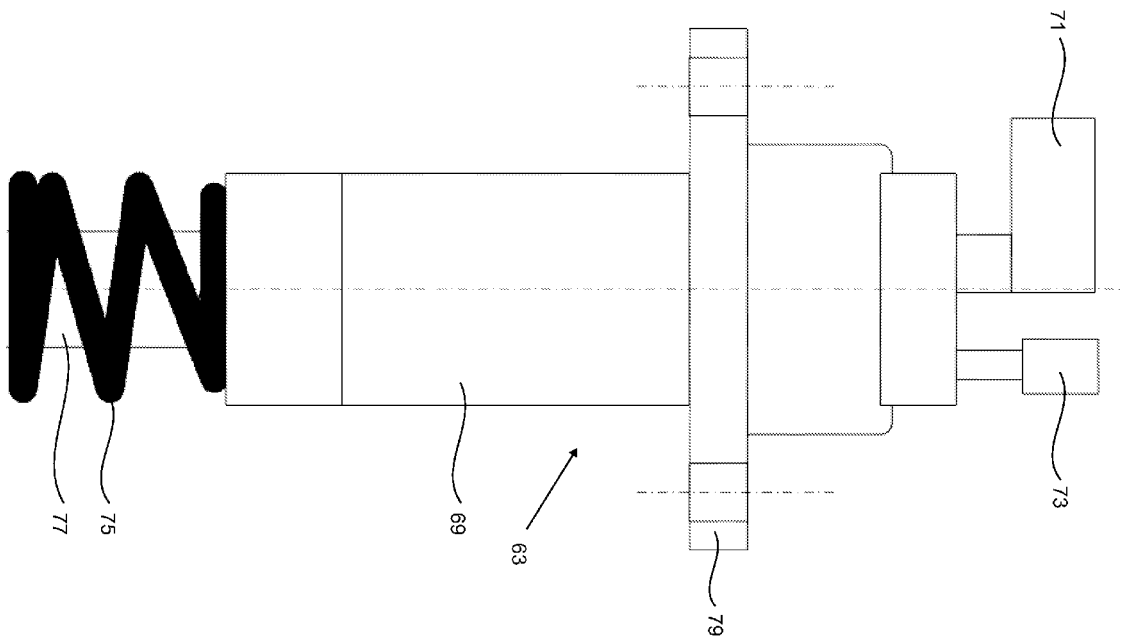


Fig. 2

Fig. 3



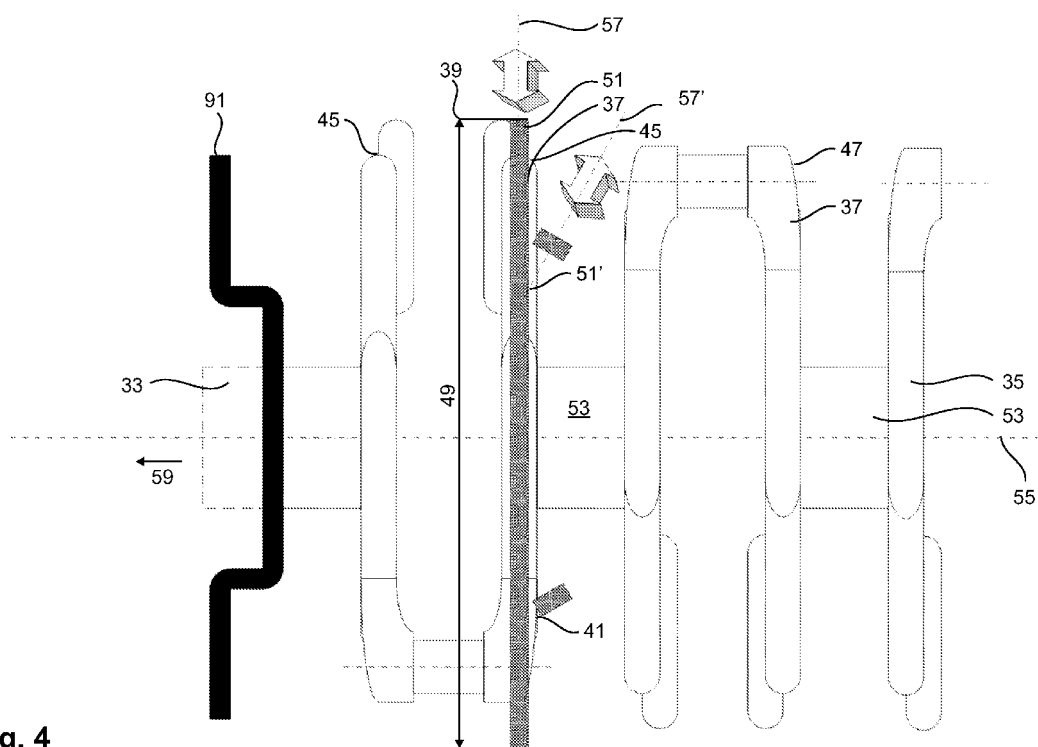


Fig. 4

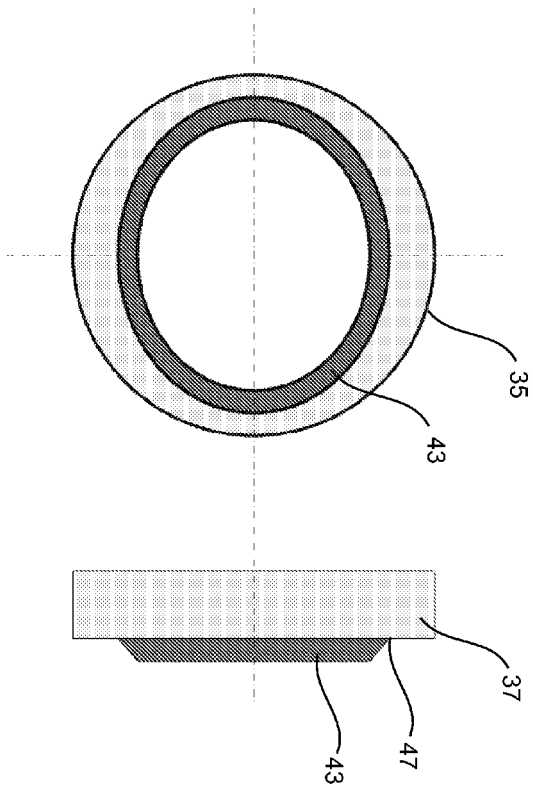


Fig. 5

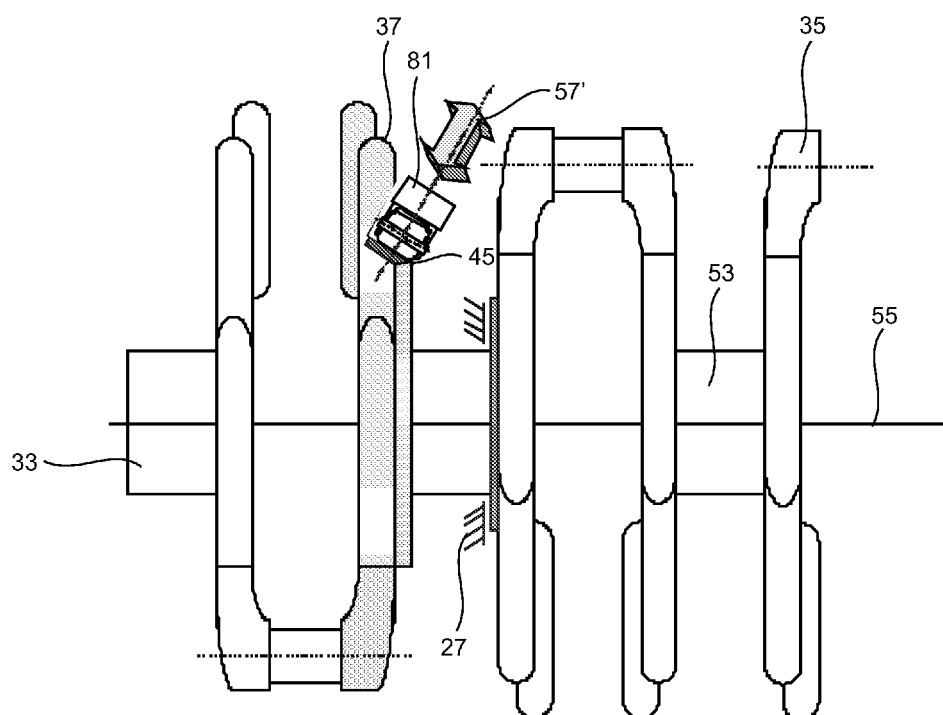


Fig. 6

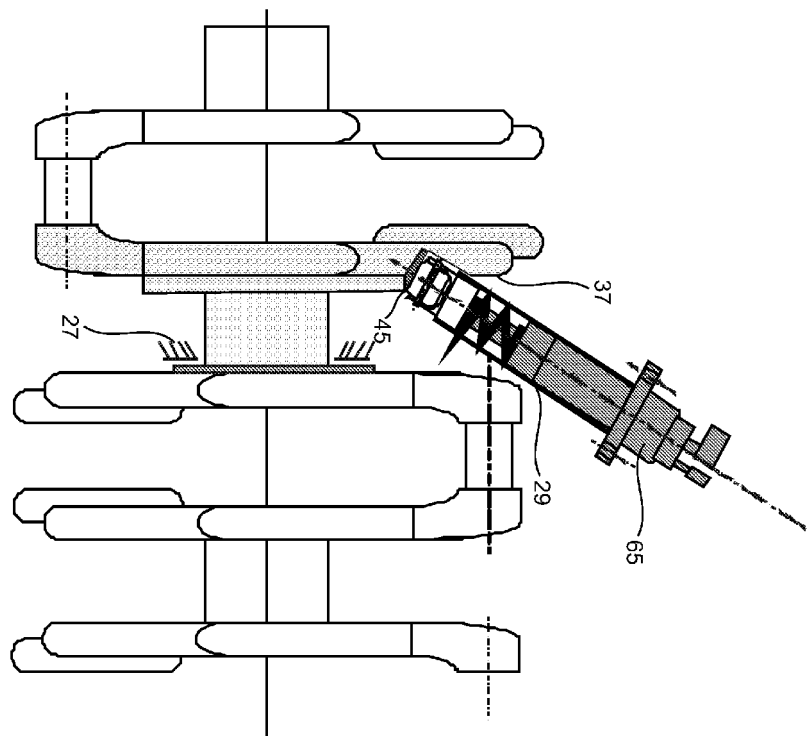


Fig. 7

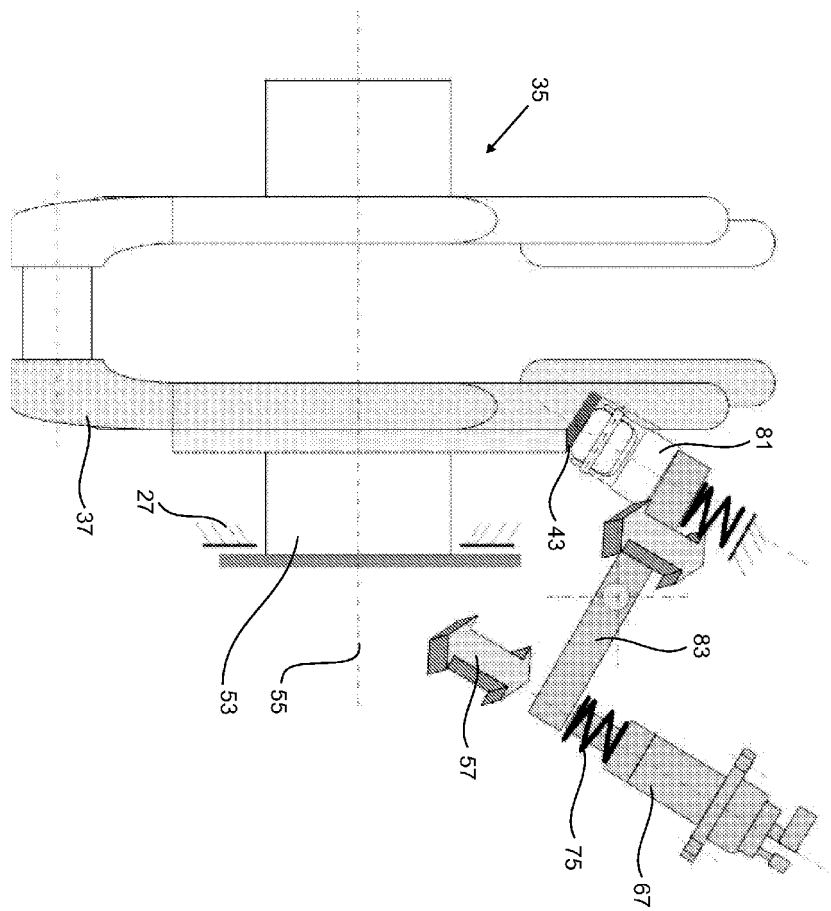


Fig. 8

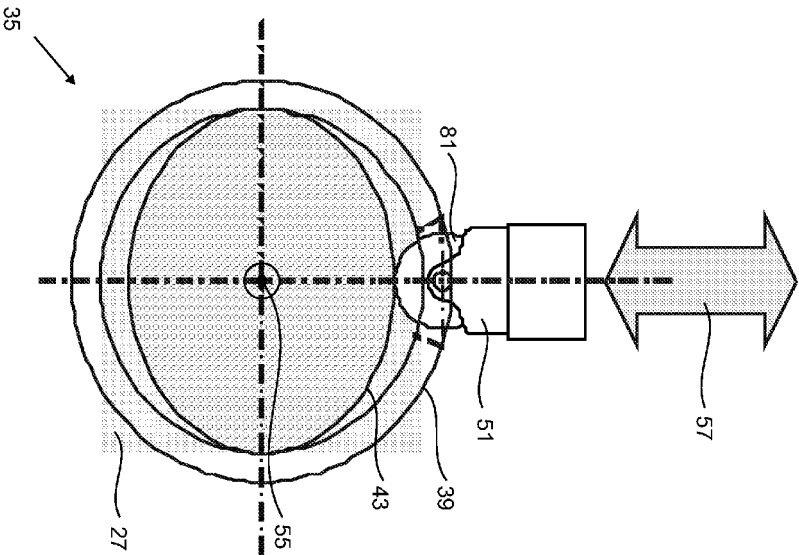


Fig. 9

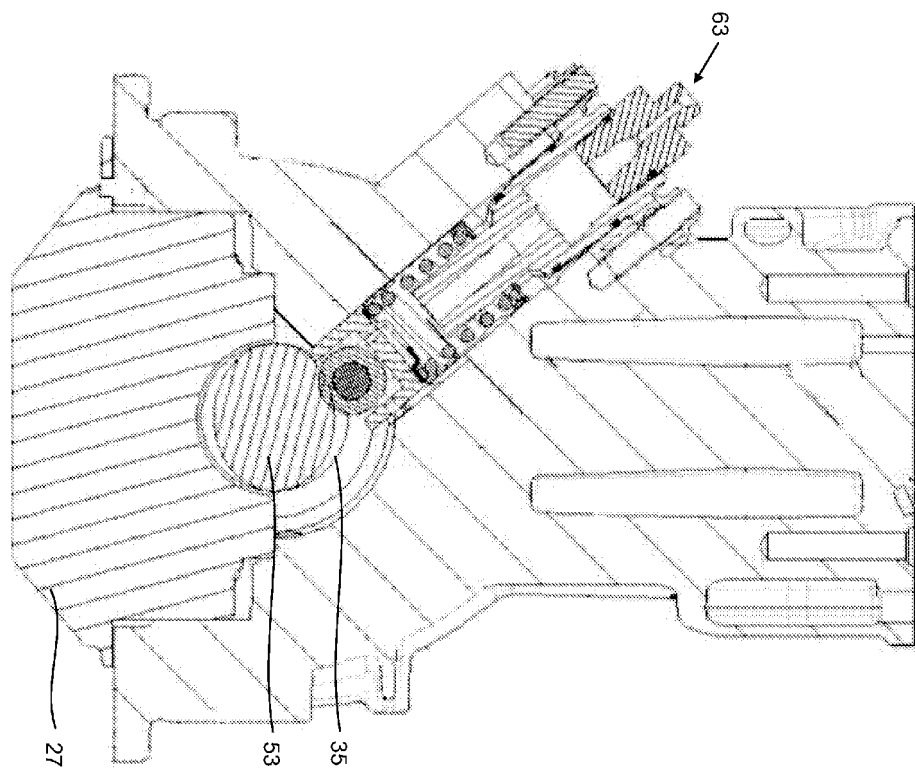


Fig. 10

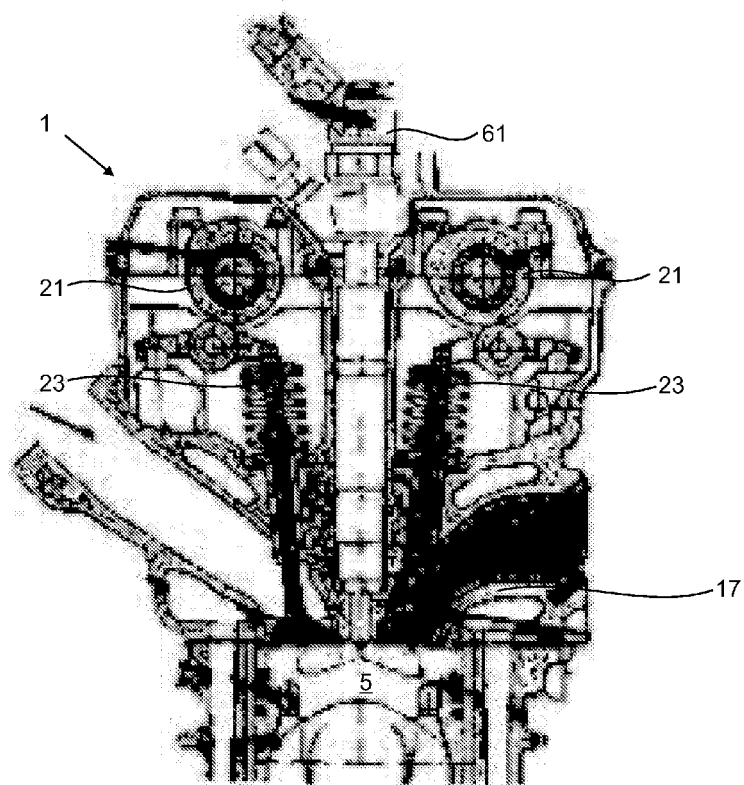


Fig. 11

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007056418 A1 [0004]
- DE 102008008438 A1 [0004]
- DE 102008002178 A1 [0004]
- JP 2042170 A [0004]
- DE 102006006823 B3 [0005]
- DE 102008007025 A1 [0005]
- JP 2008038848 A [0006]
- DE 102008000711 A1 [0006]
- JP 63277853 A [0007]
- JP 63109243 A [0007]
- JP 2301660 A [0007]
- EP 0590362 A1 [0008]
- GB 361641 A [0008]
- DE 4029428 A1 [0008]
- US 3106168 A [0008]