

(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
29. Juni 2023 (29.06.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/118533 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02F 3/02 (2006.01) F16J 1/14 (2006.01)
F16J 1/16 (2006.01)

[US/US]; 5150 North Davis Highway, Pensacola, 32503 (US).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/087653

(72) Erfinder: GESCHKE, Stephan; Seepark 10, 9422 Staad SG (CH).

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Dezember 2022 (22.12.2022)

(74) Anwalt: ULLRICH & NAUMANN; Schneidmühlstraße 21, 69115 Heidelberg (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 134 520.0

23. Dezember 2021 (23.12.2021) DE

(71) Anmelder: NEWGREEN AG [CH/CH]; Seepark 10, 9422 Staad SG (CH). NEWGREEN AMERICAN INC.

(54) Title: PISTON, CRANK DRIVE AND RECIPROCATING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KOLBEN, KURBELTRIEB SOWIE HUBKOLBEN-VERBRENNUNGSMOTOR

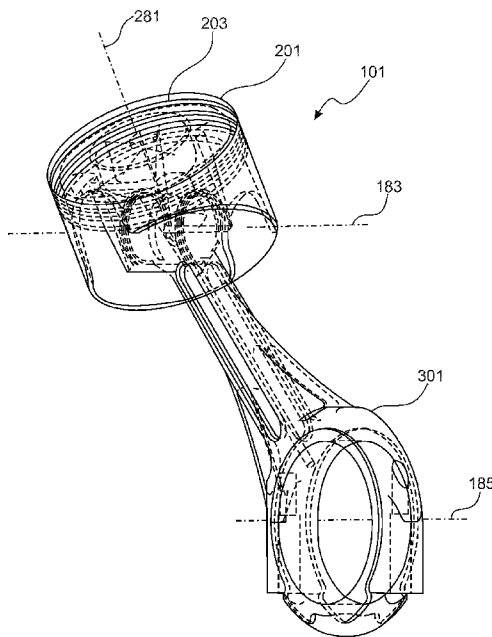


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a piston, in particular for an engine, having a top, a bottom, a circumferential surface extending along a circumference and an axis of movement extending substantially in parallel with a profile of the circumferential surface and through the top and through the bottom, wherein the circumferential surface is designed to guide the piston in a cylinder bore of a cylinder along the axis of movement, the top is designed to absorb compressive forces of a gas and the bottom has a connecting rod receptacle, wherein the connecting rod receptacle has one undercut or a plurality of undercuts in a tension and a compression direction so that the connecting rod receptacle is set up to form-fittingly receive a thickened portion of a connecting rod corresponding to the connecting rod receptacle so that said portion is pivotable about a pivot axis, wherein the piston has any number of radially arranged, substantially flat cross-sectional surfaces extending through the axis of movement. The invention further relates to a crank drive and to an internal combustion engine.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kolben, insbesondere für eine Kraftmaschine, mit einer Oberseite, einer Unterseite, einer entlang eines Umfangs verlaufenden Umfangsfläche und einer im Wesentlichen parallel zu einem Verlauf der Umfangsfläche und durch die Oberseite und durch die Unterseite verlaufende Bewegungsachse, wobei die Umfangsfläche zum Führen des Kolbens in einer Zylinderbohrung eines Zylinders entlang der Bewegungsachse ausgestaltet ist, die Oberseite zum Aufnehmen von Druckkräften eines Gases ausgestaltet ist und die Unterseite eine Pleuelstangenaufnahme aufweist, wobei die Pleuelstangenaufnahme in einer Zug- und einer Druckrichtung eine Hinterschneidung oder mehrere Hinterschneidungen aufweist, sodass die Pleuelstangenaufnahme zum formschlüssigen und um eine Schwenkachse schwenkbaren Aufnehmen einer zur Pleuelstangenaufnahme korrespondierenden



WO 2023/118533 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
-

Aufdickung einer Pleuelstange eingerichtet ist, wobei der Kolben eine beliebige Anzahl von durch die Bewegungsachse verlaufende, radial angeordnete im Wesentlichen ebene Querschnittsflächen aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung einen Kurbeltrieb sowie einen Verbrennungsmotor.

Kolben, Kurbeltrieb sowie Hubkolben-Verbrennungsmotor

[01] Die Erfindung betrifft einen Kolben, insbesondere für eine Kraftmaschine, mit einer Oberseite, einer Unterseite, einer entlang eines Umfangs verlaufenden Umfangsfläche und
5 einer im Wesentlichen parallel zu einem Verlauf der Umfangsfläche und durch die Oberseite und durch die Unterseite verlaufende Bewegungsachse, wobei die Umfangsfläche zum Führen des Kolbens in einer Zylinderbohrung entlang der Bewegungsachse ausgestaltet ist und die Oberseite zum Aufnehmen von Druckkräften eines Gases ausgestaltet ist und die
10 Unterseite eine Pleuelstangenaufnahme aufweist, wobei die Pleuelstangenaufnahme in einer Zug- und einer Druckrichtung eine Hinterschneidung oder mehrere Hinterschneidungen aufweist, sodass die Pleuelstangenaufnahme zum formschlüssigen und um eine Schwenkachse schwenkbaren Aufnehmen einer zur
15 Pleuelstangenaufnahme korrespondierenden Aufdickung einer Pleuelstange eingerichtet ist, wobei der Kolben eine beliebige Anzahl von durch die Bewegungsachse verlaufenden, radial angeordneten im Wesentlichen ebenen Querschnittsflächen aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung einen Kurbeltrieb mit einem Kolben und insbesondere einer Pleuelstange sowie einen Hubkolben-Verbrennungsmotor.

[02] Bisherige Kraftmaschinen, die nach dem Hubkolbenprinzip arbeiten, beispielsweise Dieselmotoren oder auch Otto-
25 motoren, weisen üblicherweise einen Kolben mit einer um eine Schwenkachse angeordneten Kolbenbohrung sowie ein dazugehöriges Pleuel beziehungsweise eine dazugehörige Pleuel-

stange mit einer korrespondierenden Bohrung auf, sodass der Kolben und die Pleuelstange mit einem sogenannten Kolbenbolzen miteinander schwenkbar verbunden werden. Damit ist bei einem Hubkolben-Verbrennungsmotor insbesondere im Bereich der bewegten Massen eine hohe Masse vorhanden, welches den Wirkungsgrad und damit auch den Schadstoffausstoß einer entsprechenden Kraftmaschine negativ beeinflusst beziehungsweise die Reduzierung des Schadstoffausstoßes verhindert.

10 [03] Sofern ein Kolben mit einer an der Unterseite angeordneten Pleuelstangenaufnahme und einer Pleuelstange mit einer Aufdickung, welche in die Pleuelstangenaufnahme eingehängt werden kann, ausgestattet ist, so ergibt sich insbesondere ein besserer Wärmefluss und ein Vorteil durch weniger bewegter Masse in einem Kurbeltrieb. Allerdings ist ein Wärmemanagement des Kolbens insbesondere im Bezug zum Verbrennungsprozess in der Kraftmaschine häufig schwierig. Weiterhin muss in jedem Falle und unabhängig von der Ausgestaltung des Kolbens ein temperaturabhängiges Geometrieverhalten des Kolbens, also eine Ausdehnung bei Erwärmung, berücksichtigt werden. Bekannte Kolben, insbesondere in modernen Dieselmotoren, müssen daher oval gefertigt werden, um im warmen Betriebszustand eine zweckmäßige, runde Geometrie anzunehmen.

20 [04] Aufgabe der Erfindung ist es, den Stand der Technik zu verbessern.

[05] Gelöst wird die Aufgabe durch einen Kolben, insbesondere für eine Kraftmaschine, mit einer Oberseite, einer Un-

terseite, einer entlang eines Umfangs verlaufenden Umfangsfläche und einer im Wesentlichen parallel zu einem Verlauf der Umfangsfläche und durch die Oberseite und durch die Unterseite verlaufende Bewegungsachse, wobei die Umfangsfläche zum Führen des Kolbens in einer Zylinderbohrung entlang der Bewegungsachse ausgestaltet ist, die Oberseite zum Aufnehmen von Druckkräften eines Gases ausgestaltet ist und die Unterseite eine Pleuelstangenaufnahme aufweist, wobei die Pleuelstangenaufnahme in einer Zug- und einer Druckrichtung eine Hinterschneidung oder mehrere Hinterschneidungen aufweist, sodass die Pleuelstangenaufnahme zum form-schlüssigen und um eine Schwenkachse schwenkbaren Aufnehmen einer zur Pleuelstange korrespondierenden Aufdickung einer Pleuelstange eingerichtet ist, wobei der Kolben eine beliebige Anzahl von durch die Bewegungsachse verlaufenden, radial angeordneten im Wesentlichen ebenen Querschnittsflächen aufweist, wobei der Kolben derart geformt ist, dass eine durch die Bewegungsachse verlaufende, radial angeordnete im Wesentlichen ebene erste Querschnittsfläche und eine durch die Bewegungsachse verlaufende, radial angeordnete im Wesentlichen ebene zweite Querschnittsfläche eine voneinander weniger als 10 % abweichende Größe aufweisen.

[06] Durch diese geometrische Ausgestaltung des Kolbens mittels insbesondere sehr ähnlich großer Querschnittsflächen, welche jeweils durch die Bewegungsachse verlaufen und radial zur Bewegungsachse angeordnet sind, ergibt sich ein um den Umfang des Kolbens gleichmäßiges Wärmeausdehnungsverhalten, wodurch der Kolben geometrisch sehr exakt an beispielsweise einen Durchmesser der Zylinderbohrung ange-

passt werden kann. Damit wird sowohl das Abdichtungsverhalten gegenüber einer Wandung des Zylinders verbessert, als auch die Fertigung des Kolbens stark vereinfacht, da beispielsweise eine gleichmäßige Umfangsgeometrie des Kolbens gewählt werden kann.

[07] In diesem Zusammenhang seien folgende Begriffe erläutert:

[08] Ein „Kolben“ ist ein bewegliches Bauteil, welches zusammen mit einem umgebenden Gehäuse, im Falle einer Kraftmaschine eines „Zylinders“, einen abgeschlossenen Hohlraum bildet, wobei ein Volumen des Hohlraums sich durch eine Bewegung des Kolbens im Zylinder verändert. Ein solches Prinzip kann in unterschiedlichen Bauformen verwirklicht werden, im Fall der vorliegenden Erfindung ist insbesondere ein auf und ab bewegbarer Hubkolben innerhalb eines prisma-

10 tisch ausgebildeten Zylinders bezeichnet.

15

[09] Eine „Oberseite“ eines solchen Kolbens ist beispielsweise das Kolbendach bezeichnete Bereich des Kolbens, welcher in einem Verbrennungsmotor beispielsweise dem Brennraum zugewandt ist. Diese Oberseite nimmt dann, am Beispiel des Verbrennungsmotors erläutert, die Druckkräfte durch das expandierende gezündete Gasgemisch auf und trägt damit die für den Betrieb des Kurbeltriebs notwendigen Kräfte an die Pleuelstange und damit an die Kurbelwelle.

20

[10] Eine „Unterseite“ ist die dem Pleuel oder der Pleuelstange zugewandte Seite des Kolbens, also insbesondere die Seite des Kolbens, welche die Pleuelstangenaufnahme aufweist.

25

[11] Eine „Umfangsfläche“ ist die Fläche des Kolbens, welche beispielsweise der Zylinderbohrung im Falle eines Verbrennungsmotors zugewandt ist. Die genannten beispielhaften Angaben beziehen sich auf die übliche Bauform eines zylinderförmigen Kolbens, welcher also ähnlich einer runden Scheibe ausgeführt ist, und der dazugehörigen im Wesentlichen runden Zylinderbohrung. Gleichfalls kann eine entsprechend andere Form von Kolben sowie andere Form von Zylinderbohrung, wenn technisch sinnvoll, auch realisiert sein.

5 Die Umfangsfläche kann dabei auch typischerweise als Begrenzungsfläche eines sogenannten Kolbenhemdes bezeichnet sein.

10

[12] Eine „Bewegungsachse“ beschreibt dabei die Achse, entlang derer der Kolben bei beispielsweise einer Rotation einer Kurbelwelle bewegt wird. Insbesondere verläuft diese Bewegungsachse parallel zu einer Mittenachse einer Zylinderbohrung des Zylinders, wobei jeweils keine mathematisch exakte Achse, sondern eine entsprechende Richtung mit technisch bedingten Abweichungen bezeichnet ist.

15

[13] Eine „Zylinderbohrung“ kann beispielsweise eine gegossene und/oder gebohrte und dann beispielsweise durch Honen weiter veredelte Kavität innerhalb eines Motorblocks eines Verbrennungsmotors sein. Weiterhin kann eine solche Zylinderbohrung jedoch auch eine runde oder im Wesentlichen runde nicht abgeschlossene Kavität einer Dampfmaschine, eines Expansionsantriebs oder einer anderen Form von Kraftmaschine sein. Der Kolben schließt dabei die Zylinderbohrung zu einer letzten offenen Seite hin ab, sodass Druckkräfte in-

20

25

nerhalb der Zylinderbohrung dann Kräfte auf den Kolben wirken lassen.

[14] Ein „Gas“, welches Druckkräfte ausübt, kann hierbei sowohl ein einfaches komprimiertes Gas, wie beispielsweise Druckluft, oder ein durch Phasenübergang entstehendes Gas, wie beispielsweise Heißdampf, oder auch ein Gasgemisch aus beispielsweise Umgebungsluft und Benzin oder Diesel oder einem anderen Brennstoff sein, welcher durch Zündung, beispielsweise in einem Otto- oder Dieselmotor, Druckkräfte ausübt.

[15] Dabei dient eine „Pleuelstangenaufnahme“ an der Unterseite des Kolbens dazu, eine Pleuelstange zugfest und schwenkbeweglich aufzunehmen, sodass der Kolben gemeinsam mit der Pleuelstange in einem sogenannten Kurbeltrieb, also beispielsweise bei einer auf einer Kurbelwelle aufgesetzten Pleuelstange, eine kraftschlüssige Verbindung des Kolbens mit der Kurbelwelle derart hergestellt ist, dass der Kolben kraftschlüssig an der Pleuelstangenaufnahme mit der Pleuelstange verbunden ist.

[16] Eine „Hinterschneidung“ bezeichnet eine solche Ausgestaltung einer Aufnahme oder eines Teils einer Aufnahme, bei welcher ein Bauteil oder ein Bereich oder Teilbereich in Kraftrichtung formschlüssig ein Herausziehen verhindert oder formschlüssig eine Übertragung von Kräften ermöglicht. Eine solche Hinterschneidung kann dabei die durch einen Vorsprung gebildete Fläche sein, welche dann von einem hinter dieser Hinterschneidung eingehängten oder angesetzten Bauteil zur Übertragung von Kräften genutzt wird. Die Pleu-

elstange ist damit gegenüber dem Kolben formschlüssig um eine „Schwenkachse“ schwenkbar.

[17] Eine „Aufdickung“ der Pleuelstange ist ein solcher Bereich, welcher einen größeren oder breiteren Querschnitt
5 oder einen größeren oder breiteren Durchmesser aufweist als ein davor liegender Teil der Pleuelstange. Insbesondere kann eine solche Aufdickung dazu dienen, gemeinsam mit der Hinterschneidung, insbesondere mit den durch die Hinterschneidung gebildeten Flächen eine formschlüssige zug- oder
10 druckfeste Verbindung auszubilden.

[18] Eine entsprechende „Querschnittsfläche“ bezeichnet dabei eine im Wesentlichen ebene Fläche, welche sich bei einem gedanklichen Schneiden des Kolbens mit einem Schnittverlauf entlang der Bewegungsachse ergibt. Diese Querschnittsfläche wird dabei als Flächenmaß angegeben, wobei
15 es im Kern der Erfindung darauf ankommt, dass eben diese Querschnittsfläche gleich oder ähnlich bezüglich einer weiteren, in einem Rotationswinkel um die Bewegungsachse gedrehten Querschnitt ist. Bezug bei diesem Vergleich ist dabei
20 vorliegend die jeweils kleinste Querschnittsfläche von zueinander verglichenen Querschnittsflächen, wobei alternativ auch eine mittlere Querschnittsfläche des Kolbens als Bezug dienen kann, die aus einer beliebigen Anzahl von Querschnittsflächen ermittelt ist.

[19] Um die thermischen Ausdehnungen weiter präziser beherrschen zu können, ist der Kolben derart geformt, dass eine durch die Bewegungsachse verlaufende, radial angeordnete im Wesentlichen ebene erste Querschnittsfläche und ei-

ne durch die Bewegungsachse verlaufende, radial angeordnete im Wesentlichen ebene zweite Querschnittsfläche eine voneinander weniger als 7 %, weniger als 5 % und/oder weniger als 2 % abweichende Größe aufweisen.

- 5 [20] In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass eine erste Querschnittsfläche und eine zweite Querschnittsfläche jeweils beliebige Querschnittsflächen bezeichnen, also beispielsweise in einem Fall zwei Querschnittsflächen in unterschiedlichen Bezugsachsen, beispielsweise senkrecht
10 aufeinanderstehend, gleich oder ähnlich ausgestaltet sind, sodass beispielsweise ein thermisches Verformungsverhalten des Kolbens in den zwei Hauptrichtungen beherrscht ist. Ebenso können die jeweiligen Querschnittsflächen in beliebigen Winkeln zueinander verlaufen, sodass insbesondere ein
15 Vergleich jedweder Querschnittsflächen um einen Umfang des Kolbens herum den entsprechend genannten Kriterien Stand hält.

- [21] In einer Ausführungsform ist an der Umfangsfläche ein von der Oberseite bis zur Unterseite und/oder über die Un-
20 terseite hinaus verlaufendes Kolbenhemd angeordnet, wobei das Kolbenhemd insbesondere eine radiale Dicke von weniger als 10 %, weniger als 5 % und/oder weniger als 2 % eines Durchmessers des Kolbens aufweist.

- [22] Ein solches „Kolbenhemd“, welches eine Tubus-artige
25 Verlängerung des Kolbens in Richtung der Unterseite, also in Richtung der Kurbelwelle, bezeichnet, ist dabei insbesondere besonders dünnwandig ausgeführt, sodass ein Ge-

wichtsvorteil entsteht und thermische Ausdehnung bestenfalls stark reduziert ist.

[23] Um einen Ausgleich bezüglich der jeweiligen Querschnittsflächen gegenüber beispielsweise notwendigen Aufdickungen und/oder notwendigen Teilen des Kolbens, beispielsweise Teilen der Hinterschneidung, darstellen zu können, ist an der Oberseite und/oder an der Unterseite ein Ausgleichsvolumen und/oder mehrere Ausgleichsvolumina angeordnet, wobei mittels des Ausgleichsvolumens und/oder der Ausgleichsvolumina ein Ausgleich für an der jeweiligen Querschnittsfläche ausgenommene Volumenabschnitte des Kolbens geschaffen ist.

[24] Folglich kann ein entsprechendes Ausgleichsvolumen oder können entsprechende Ausgleichsvolumina derart angeordnet werden, dass Material des Kolbens an einer Stelle, wo dies technisch nicht zwingend erforderlich ist, aufgetragen ist, sodass die Kriterien der Größe unterschiedlicher Querschnittsflächen zueinander erfüllt sind.

[25] In einer Ausführungsform kann demgegenüber oder auch ergänzend an der Oberseite und/oder an der Unterseite ein Abzugsvolumen und/oder mehrere Abzugsvolumina ausgenommen sein, wobei mittels des Abzugsvolumens und/oder der Abzugsvolumina ein Ausgleich für an der jeweiligen Querschnittsfläche angeordnete Volumenabschnitte des Kolbens geschaffen ist.

[26] Somit kann, auch im Zusammenspiel mit entsprechenden Ausgleichsvolumina, mit den Abzugsvolumina ein Ausgleich entsprechender Flächengrößen vorgenommen werden.

[27] Ein „Ausgleichsvolumen“ beschreibt dabei einen Volumenzuwachs, nämlich ein zusätzlich aufgebracht Material, wohingegen ein „Abzugsvolumen“ ein entsprechend nicht vorhandenes oder ausgenommenes Material bezeichnet. Beispielsweise kann beim Gießen eines Kolbens bezüglich eines entsprechenden Abzugsvolumens ein zusätzliches Volumen im Formwerkzeug vorgesehen sein, wobei bezüglich eines Ausgleichsvolumens entsprechendes Volumen aus dem Formwerkzeug herausgenommen ist. Wird der Kolben beispielsweise mittels eines spanabhebenden Verfahrens hergestellt, so können entsprechende Ausgleichsvolumina oder auch Abzugsvolumina direkt beispielsweise in einem CNC-Fräsprogramm vorgesehen werden.

[28] Um das Verformungsverhalten des Kolbens gleichmäßig beeinflussen zu können, sind mehrere Ausgleichsvolumina und/oder mehrere Abzugsvolumina symmetrisch zur Bewegungsachse angeordnet.

[29] In einer Ausführungsform weist der Kolben einen durch einen Mittelwert der Oberfläche der Umfangsfläche definierten mittleren Radius und eine beliebige Anzahl von durch die Bewegungsachse verlaufenden, radial zur Bewegungsachse angeordnete weitere Radien auf und der Kolben ist derart geformt, dass ein durch die Bewegungsachse verlaufender, radial zur Bewegungsachse angeordneter beliebiger Radius von einem mittleren Radius weniger als 1 %, weniger als 0,5 %, insbesondere weniger als 1 % abweicht.

[30] Im Ergebnis ist damit ein Kolben geschaffen, welcher eine besonders hohe Rundheit aufweist, wobei diese Rundheit

beispielsweise über entsprechende Radien definiert ist. Durch die Ausgestaltung der jeweiligen Querschnittsflächen in ähnlicher oder sogar gleicher Größe ist es nicht mehr erforderlich, dass ein Kolben, wie beispielsweise ein her-
5 kömmlicher Kolben mit Kolbenbolzen, oval gefertigt ist und damit thermische Ausdehnungen im Vorfeld berücksichtigt werden. Ein solcher Kolben, wie er erfindungsgemäß herstellbar ist, kann damit besonders rund und damit mit einfachen Fertigungsverfahren, beispielsweise auf einer Dreh-
10 bank, gefertigt werden. Ebenso, auch unter zusätzlicher Verwendung von Kolbenringen, dichtet ein solcher, besonders runder Kolben gut gegenüber der runden Zylinderbohrung ab, sodass insbesondere während des Kaltstarts eines Motors keine zusätzlichen Ölverluste, Blow-By-Verluste oder unge-
15 wünschter Verschleiß auftreten.

[31] Ein „Mittelwert der Oberfläche“ beschreibt dabei beispielsweise einen Mittelwert aus allen möglichen Vermessungspunkten einer Oberfläche oder allen rechnerischen Punkten einer Oberfläche der Umfangsfläche. Daraus definiert sich ein „mittlerer Radius“, welcher beispielsweise
20 als arithmetisches Mittel aus einer beliebigen Anzahl von Radien gebildet wird. Dieser mittlere Radius dient dabei dem Bezug zu weiteren Radien, welche entsprechende lokale Abweichungen der Radien und damit Abweichungen von der
25 Rundheit des Kolbens definieren.

[32] Um den Kolben besonders einfach und leicht fertigen zu können und dabei eine hohe Festigkeit zu erzeugen, weist der Kolben ein Aluminium, eine Aluminium-Gusslegierung, ei-

nen Stahl, eine Stahl-Gusslegierung und/oder ein [Frage an den Erfinder: Material, Legierung?] auf.

[33] In einem weiteren Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch einen Kurbeltrieb mit einem Kolben gemäß einer der vorig
5 bezeichneten Ausführungsformen und insbesondere einer Pleuelstange mit einer zur Pleuelstangenaufnahme des Kolbens korrespondierenden Aufdickung.

[34] Ein solcher Kurbeltrieb kann, beispielsweise in einer Vormontagetätigkeit, bereitgestellt werden, um einen Hub-
10 kolben-Verbrennungsmotor mit den Vorteilen der Erfindung herzustellen.

[35] In einem weiteren Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch einen Hubkolben-Verbrennungsmotor mit einem Kolben gemäß einer der vorig bezeichneten Ausführungsformen und/oder mit
15 einem Kurbeltrieb gemäß der vorig bezeichneten Ausführung.

[36] Ein solcher Hubkolben-Verbrennungsmotor weist alle Vorteile der Erfindung auf, so kann beispielsweise ein erfindungsgemäßer Kolben dazu genutzt werden, entsprechende Toleranzen zwischen Kolben und Zylinderbohrung besser zu
20 beherrschen, damit Verschleiß, Ölverbrauch bei Kaltstart und Emissionen zu verringern. Dies gilt insbesondere im Zusammenhang mit einem Kolben mit einem mittels der Ausdickung mit dem Kolben in der Hinterschneidung verbundenen Pleuelstange.

[37] Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen
25

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer Kurbeleinheit mit einem Kolben sowie einer Pleuelstange in einer isometrischen Ansicht,
- 5 Figur 2a den Kolben der Kurbeleinheit der Figur 1 in einer schematischen Seitenansicht,
- Figur 2b den Kolben in einer schematischen Ansicht von unten,
- Figur 2c den Kolben der Figur 2b in einer Schnittdarstellung A-A,
- 10 Figur 2d den Kolben in einer Unteransicht mit unterschiedlichen Schnittebenen,
- Figur 3a die Pleuelstange der Figur 1 in einer schematischen Seitenansicht,
- 15 Figur 3b die Pleuelstange in einer isometrischen Darstellung,
- Figur 4 in einer Seitenansicht, teilweise geschnitten, ein Ausführungsbeispiel eines Kurbeltriebs mit einem erfindungsgemäßen Kolben und
- 20 Figur 5 in einer perspektivischen Darstellung, teilweise geschnitten, ein Ausführungsbeispiel eines Hubkolben-Verbrennungsmotors mit einem erfindungsgemäßen Kolben.
- 25

[38] Eine Kurbeleinheit 101 weist einen Kolben 201 sowie eine Pleuelstange 301 auf. Die Kurbeleinheit 101 ist Teil eines Dieselmotors (nicht dargestellt), wobei der entsprechende Dieselmotor beispielsweise vier, sechs oder auch acht dieser Kurbeleinheiten aufweisen kann, wobei die jeweiligen Kolben 201 entlang einer Bewegungsachse 281 innerhalb entsprechender Zylinder beweglich aufgenommen sind. Die Pleuelstange 301 ist dabei um eine Kurbelachse 185 auf jeweiligen Kurbelzapfen einer entsprechend der Zylinderanzahl ausgelegten Kurbelwelle aufgenommen. Dabei ist der Dieselmotor beispielsweise als Reihen-Vierzylinder, Reihen-Sechszylinder oder V-Acht-Motor ausgebildet. Es handelt sich dabei jeweils um einen Dieselmotor mit Hochdruck-Einspritzung für Dieselkraftstoff und einer Turbo- und/oder Kompressor-Aufladung, wodurch hohe Verbrennungstemperaturen im jeweiligen Zylinder entstehen. Andere Bauformen sind selbstverständlich ebenso mittels der Kurbeleinheit 101 in entsprechender Anzahl darstellbar. Der Kolben 101 ist aus einer Aluminiumlegierung gebildet.

[39] Die jeweilige Pleuelstange 301 ist aus Stahl geschmiedet und spanend nachbearbeitet sowie um eine Schwenkachse 183 gegenüber dem Kolben 201 schwenkbar angeordnet, sodass bei einer vollständigen Rotation der Kurbelwelle (nicht dargestellt) die Kurbelachse 185 auf einer Kreisbewegung geführt ist, der Kolben 201 mittels der Pleuelstange 301 im Zylinder auf und ab bewegt wird und damit eine vollständige Umdrehung der Kurbelwelle ohne mechanische Hindernisse vollführt wird. An einer Oberseite 203 des Kolbens 201

durch die Verbrennung von beispielsweise eingespritztem Diesel erzeugter Gasdruck treibt dabei den Kolben 201 an, sodass insgesamt der Motor nach dem Dieselprinzip betrieben wird. Das Zünden des eingespritzten Dieselkraftstoffs erfolgt dabei durch die Kompression von angesaugter Luft im Zylinder, die Verdichtungstemperatur liegt dabei bei über 700 °C, die daraus sich ergebende Verbrennungstemperatur bei über 1.200 °C. Entsprechend hoch sind die thermischen Einflüsse auf den Kolben 201.

10 [40] Der Kolben 201 weist neben der in Richtung des Brennraums im Zylinder gerichteten Oberfläche 203 eine Umfangsfläche 205 sowie eine Unterseite 207 auf. Innerhalb der Oberseite ist konzentrisch zur Bewegungsachse 281 ein Brennraum 241 mit einer kegelartigen Kalotte 243 angeordnet, der den Brennraum des Zylinders im Kolben 201 erweitert.

[41] Ein überwiegender Bestandteil der Umfangsfläche 205 formt ein Kolbenhemd, welches in Richtung der Unterseite 207 zylindrisch verläuft und dünnwandig ausgebildet ist.

20 Von der Oberseite 203 ausgehend weist der Kolben 201 einen schmalen Umfangskragen 221 auf, welcher einen Abstand von der Oberseite 203 zu einer ersten Ringnut 223 bildet. Innerhalb dieser ersten Ringnut 223 ist ein Kolbenring zum Abdichten gegenüber dem Zylinder angeordnet. Weiter in

25 Richtung der Unterseite 207 sind eine Ringnut 225 sowie eine Ringnut 227 angeordnet, wobei in der Ringnut 225 ein weiterer Kolbenring als Dichtring eingelegt ist, in der Ringnut 227 ein Kolbenring in der Funktion als Ölabstreifring (Kolbenringe jeweils nicht dargestellt). An der

Ringnut 227 sind zusätzlich Bohrungen 229 angeordnet, welche ein Abfließen von Motoröl begünstigen.

[42] Der Umfangskragen 221 ist bei Dieselmotoren nach dem Stand der Technik als sogenannter „Feuersteg“ bekannt und
5 bei diesen Motoren im Stand der Technik mit einem deutlich geringeren Durchmesser ausgeführt, als die Umfangsfläche eines Kolbens. Der Umfangskragen 221 hingegen weist einen Radius 282 auf, wobei dieser Radius 282 innerhalb technischer Toleranzen identisch zu einem Radius 284 der Umfangs-
10 fläche 205 ist. Der Kolben 201 kann damit bezüglich seiner zylindrischen Form in einer einzigen Aufspannung und mit einer einzigen Einstellung auf einer Drehbank gefertigt werden.

[43] Der Umfangskragen 221 kann in dieser Form ausgeführt
15 sein, da die übliche Funktion eines „Feuersteges“ des Standes der Technik, nämlich eine zusätzliche Wärmeabfuhr über diesen Feuersteg durch einen dünneren Durchmesser und damit Zugang für die Verbrennungsgase beim Kolben 201 entfallen kann. Nähere Erläuterungen hierzu werden untenstehend auf-
20 geführt.

[44] An der Unterseite 207 weist der Kolben 201 eine Aufnahme 210 für die Pleuelstange 301 auf. Die Aufnahme 210 ist dabei im Wesentlichen durch eine Hinterschneidung 211 gebildet, welche eine konzentrisch um die Schwenkachse 183
25 angeordnete Innenfläche 213 aufweist und durch eine jeweilige Kante 217 begrenzt ist. Um die Hinterschneidung 211 entlang der Schwenkachse 183 zugänglich zu halten und ein Fertigen der Hinterschneidung 211 mit der Innenfläche 213

zu ermöglichen, weist das Kolbenhemd 219 zu beiden Seiten entlang der Schwenkachse 183 einen Ausschnitt 220 auf. Durch diesen Ausschnitt 220 kann sowohl die Pleuelstange 301 in den Kolben 201 eingeschoben werden, als auch während
5 der vorigen Fertigung des Kolbens 201 ein entsprechendes Werkzeug zur Feinbearbeitung der Innenfläche 213 hindernisfrei eingeführt werden.

[45] Von einer Unterseite des Kolbens 201 erkennbar (vergleiche auch Figur 2b) weist der Kolben 201 unterschiedliche Volumina auf. Neben den direkt technisch bedingten Volumina des Kolbens 201, nämlich dem Volumen zum Bilden der Aufnahme 210 mit der Hinterschneidung 211, dem Volumen für das Kolbenhemd 219 sowie entsprechenden Volumina zum Schaffen von weichen geometrischen Übergängen, weist der Kolben
10 201 eine jeweilige symmetrisch zur Bewegungsachse 281 angeordnete Aufdickungen 231, ebenfalls symmetrisch zur Bewegungsachse 281 angeordnete Taschen 233 sowie zusätzliche, symmetrisch zur Bewegungsachse 281 und in Richtung der Schwenkachse 183 angeordnete Aufdickungen 235 auf. Die entsprechenden Volumina der Aufdickungen 231, der Tasche 233 sowie der Aufdickungen 235 sind dabei so gewählt, dass beliebige Schnittflächen durch die Bewegungsachse 281, nämlich beispielsweise solche entlang einer Schnittebene 271, einer Schnittebene 273 oder einer Schnittebene 275 gebildete
15 20 Schnittflächen (vergleiche auch Figur 2d), jeweils flächengleich mit einer Toleranz von beispielsweise 2 % in Bezug zu einer jeweils kleinsten der verglichenen Schnittflächen sind. Mit dieser geometrischen Ausgestaltung ist sichergestellt, dass das thermische Ausdehnungsverhalten des Kol-

bens 201 in unterschiedlichen polaren Positionen um die Bewegungsachse 281 nahezu identisch oder sogar identisch ist. Dazu ist bei der Aufdickung 231 Material aufgetragen, bei der Tasche 233 Material abgezogen sowie bei der Aufdickung 235 Material aufgetragen. Somit werden beispielsweise technisch bedingte Volumina, wie für die Aufnahme 210, in den jeweiligen Schnittebenen entsprechend ausgeglichen. Ebenso dient beispielsweise eine jeweilige Aufdickung 235 dazu, zumindest teilweise das am Ausschnitt 220 fehlende Material im Kolbenhemd 219 zu entsprechenden Querschnittsflächen wiederum auszugleichen. Entsprechend andere Bauteile werden analog dazu durch Abzug oder Hinzufügen entsprechender Volumina des Materials des Kolbens 201 ausgeglichen.

[46] Innerhalb der Innenfläche 213 der Hinterschneidung 211 sind entlang der Schwenkachse 183 zu beiden Seiten symmetrisch zur Bewegungsachse 281 Ringnuten 215 eingebracht, wobei diese Ringnuten aufgrund der Ausformung der Hinterschneidung 211 als Teil-Ringnuten 215 ausgebildet sind. Die jeweilige Ringnut 215 weist einen von einem Durchmesser 216 der Innenfläche 213 ausgehenden Querschnitt bis hin zu einem Durchmesser 218 auf.

[47] Die Pleuelstange 301 weist einen Pleuelkopf 303, einen Mittelbereich 305 sowie einen Kurbelwellenanschluss 307 auf. Der Pleuelkopf ist als Aufdickung mit einer zylindrischen Außenfläche 311 ausgebildet. Die Außenfläche 311 entspricht dabei unter Berücksichtigung notwendiger Toleranzen dem Durchmesser 216 der Innenfläche 213 des Kolbens 201. Weiterhin sind an Endbereichen der Aufdickung in Richtung der Schwenkachse 183 Fasen 312 angeordnet. Somit kann der

Pleuelkopf 303 entlang der Schwenkachse 183 in den Kolben 201 eingeschoben werden, sodass ein Schwenkgelenk mit Bewegungsfreiheit um die Schwenkachse 183 gebildet ist.

5 [48] Der Mittelbereich 305 verbindet den Pleuelkopf 303 mit dem Kurbelwellenanschluss 307 und weist entlang seiner Ausdehnung zwischen dem Pleuelkopf 303 und dem Kurbelwellenanschluss 307 eine beidseitige Vertiefung 306 auf, sodass insgesamt ein biegesteifer Querschnitt des Mittelbereichs 305 gemäß eines Doppel-T-Trägers gebildet ist. Zusätzlich
10 sind Stege 315 mit gegenüber dem Mittelbereich 305 gebildeten Ausnehmungen 316 derart angeordnet, dass der Mittelbereich 305 gegenüber dem Kurbelwellenanschluss 307 zusätzlich biegesteif und dennoch möglichst leicht verbunden ist.

[49] Der Kurbelwellenanschluss 307 ist etwa zur Hälfte aus
15 einem Teil der Pleuelstange 301 sowie einem sogenannten Deckel 308 gebildet, wobei zusammen das Kurbelwellenauge 309 gebildet ist, welches konzentrisch um die Kurbelachse 185 angeordnet ist. Um einen reibungsarmen, verschleißfesten und notlauffähigen Anschluss zur Kurbelwelle herzustellen,
20 ist das Kurbelwellenauge 309 mit einer Lagerschale 321 versehen. Die Lagerschale ist verdrehsicher im Kurbelwellenauge 309 angeordnet, sodass die Position der Lagerschale 321 in Bezug zur Pleuelstange 301 rotationsfest ist.

[50] Weiterhin weist die Pleuelstange 301 an der Außenfläche 311 des Pleuelstangenkopfes 303 eine Ventilnut 341 auf,
25 welche mit einer Austrittsöffnung 343 verbunden ist. Die Austrittsöffnung 343 ist Teil eines Ölkanals 345, welcher zwischen der Austrittsöffnung 343 und einer innerhalb des

Kurbelwellenauges 309 angeordneten Eintrittsöffnung 347 verläuft. Der Ölkanal 345 ist dabei in der neutralen Faser des Mittelbereichs 305 angeordnet, sodass durch den Ölkanal 345 eine möglichst geringe Schwächung des Mittelbereichs 305, insbesondere gegen Biegung, erfolgt.

[51] Zum Montieren der Pleuelstange 301 mit dem Kolben 201 wird der Pleuelkopf 303 entlang der Schwenkachse 183 in die Hinterschneidung 211 eingeschoben. Innerhalb der Ringnut 215 ist jeweils ein elastischer Sicherungsring mit rundem Drahtquerschnitt eingelegt, und zwar so, dass ein Teil des Sicherungsringes (nicht dargestellt) in den Querschnitt der durch die Innenfläche 213 gebildeten Hinterschneidung 211 hineinreicht. Dieser Sicherungsring wird sodann mittels der Fase 312 am Pleuelkopf 303 in die Ringnut zurückgedrängt, wobei der Querschnitt des Sicherungsringes so gewählt ist, dass dieser vollständig zwischen dem Durchmesser 216 und dem Durchmesser 218 positioniert werden kann.

[52] Die Fase 312 erleichtert damit das Einschieben des Pleuelkopfes 303 in den Kolben 201. Ist der Pleuelkopf 303 vollständig symmetrisch eingeschoben, so federt ein entsprechender Sicherungsring zurück in seine Ausgangsposition und sichert die Pleuelstange 301 am Pleuelkopf 303 gegen unbeabsichtigtes Herausnehmen entlang der Schwenkachse 183.

[53] Die Funktion der Kurbeleinheit 101 bezüglich der Schmierung der Verbindung zwischen Pleuelkopf und Kolben 201 im Hinterschneidung 211 sei wie folgt erläutert:

[54] Innerhalb der nicht dargestellten Kurbelwelle ist zum Schmieren entsprechender Lagerstellen der Kurbelwelle ein

innerhalb der Kurbelwelle verlaufender Ölkanal mit entsprechenden Austrittsbohrungen an den Lagerstellen vorgesehen. Ebenso weist die Kurbelwelle an den Kurbelzapfen, welche die jeweilige Pleuelstange 301 um die Kurbelachse 185 aufnehmen, entsprechende Austrittsbohrungen für unter Druck stehendes Motoröl vorgesehen. Das Motoröl wird dann in einer umlaufenden Ringnut auf der Kurbelwelle vorgehalten und drängt durch die Eintrittsöffnung 347 in den Ölkanal 345 in zur Austrittsöffnung 343. Mit der Austrittsöffnung 343 sowie der Ventilnut 341 ist ein Ölreservoir geschaffen, in dem unter Druck stehendes Motoröl für die Schmierung der Hinterschneidung 311 zur Verfügung steht.

[55] Weiterhin dient die Ventilnut 341 dem Steuern des Ölflusses abhängig von einer Stellung der Kurbelwelle und einer daraus folgenden Stellung der Pleuelstange 301 und des Kolbens 201. Ist der Kolben 201 an einem oberen Totpunkt oder an einem unteren Totpunkt angelangt, so steht die Pleuelstange 301 im Wesentlichen senkrecht innerhalb der Zylinderbohrung entlang der Bewegungsachse 281. In diesem Zustand ist die Ventilnut 341 vollständig von der Innenfläche 213 der Hinterschneidung 211 umgeben, sodass kein Öl durch die Ventilnut 341 austreten kann. In diesem Moment, beispielsweise wenn eine Zündung des Kraftstoffs im Zylinder erfolgt, ist damit eine sichere Schmierung und ein idealer Wärmeübergang zwischen Kolben 201 und Pleuelstange 301 sichergestellt. Ebenso verhindert das vorgehaltene Ölpolster im Ölreservoir zusätzlich einen direkten Materialkontakt.

[56] Wird nun der Kolben 201 durch die Verbrennungsgase beschleunigt, so schwenkt die Kurbelwelle zunächst um circa 90° , die Pleuelstange 301 wird ausgelenkt. Die Ventilnut 341 ist so bemessen, dass nun ein Teil der Ventilnut 341 an einer Kante 217 der Hinterschneidung 211 freigegeben wird. In diesem Moment kann durch den Ölkanal 345 geführtes unter Druck stehendes Motoröl austreten und damit auch Wärme aus dem Bereich der Hinterschneidung 311 abtransportieren. In diesem Zustand ist die Verbindung zwischen Pleuelkopf 303 und Hinterschneidung 211 relativ gering belastet, sodass ein Austritt des Motoröls hier vorteilhaft genutzt werden kann, auch wenn dadurch weniger Öl zur Schmierung bereitsteht.

[57] Erreicht die Kurbelwelle dann eine untere Totstellung (180°), so verschließt die Hinterschneidung 311 die Ventilnut 341, in diesem Moment können daher Massekräfte des Kolbens 201 wieder mit vollem Öldruck aufgenommen werden. Ebenso kommt es an dieser Stelle zu einer weiteren Wärmeübertragung in das Motoröl, bei einer Kurbelwellenstellung von 270° wird mittels des Öldrucks dann wieder Wärme aus der geöffneten und von der Kante 217 freigegebenen Ventilnut 341 abgeführt. Bis zu einer Kurbelwellenstellen von 360° (Vollwinkel, entspricht 0°) wiederholt sich dann ein Schließen der Ventilnut 341 mittels der Kante 217, sodass im oberen Totpunkt wieder voller Öldruck in der Verbindungsstelle und die Möglichkeit zur erneuten Wärmeabfuhr erreicht ist. Dieser Zyklus wiederholt sich selbstverständlich mit jeder Kurbelwellenumdrehung, sodass im Ergebnis eine ausreichende Schmierung der Bewegung um die Schwenk-

achse 183 sowie zusätzlich eine optimierte Wärmeabfuhr aus dem Kolben 201 ergibt.

[58] Figur 4 zeigt in einer Seitenansicht, teilweise geschnitten, ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kurbeltriebs, wobei der Kurbeltrieb einen Kolben 201 gemäß einem der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele sowie eine entsprechende Pleuelstange 301 – also eine Kurbeleinheit 101 – und eine Kurbelwelle 401 umfasst. Die Pleuelstange 301 ist mit der Kurbelwelle 401 in üblicher Weise gekoppelt. Der Kolben 201 ist in einer Zylinderanordnung 501 entlang einer Bewegungsachse 281 bewegbar.

[59] Figur 5 zeigt in einer perspektivischen und teilweise geschnittenen Ansicht – in einem Ausschnitt – ein Ausführungsbeispiel eines Hubkolben-Verbrennungsmotors 601 mit einer Zylinderanordnung 501 mit vier Zylindern zur Bildung eines Reihen-Vierzylindermotors und mit Kolben 201 und Pleuelstangen 301 gemäß einem der obigen Ausführungsbeispiele. Dabei bildet jeweils ein Kolben 201 und eine Pleuelstange 301 eine Kurbeleinheit 101. Die Pleuelstange 301 ist mit einer Kurbelwelle 401 gekoppelt.

[60] Bei den in den Figuren 4 und 5 gezeigten Ausführungsbeispielen ist das „Innenleben“ des Kolbens 201 sowie der Pleuelstange 301 der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigt.

[61] In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass bei sämtlichen Ausführungsbeispielen die geometrische Ausgestaltung des Kolbens 201 wie oben dargelegt zusätzlich die Wärmeabfuhr optimiert. Der zentrale Anschluss der Pleu-

elstange 301 in der Aufnahme 210 des Kolbens 201 ermöglicht eine gute Wärmeleitung, sodass damit auch der aus dem Stand der Technik bekannte „Feuersteg“ entfallen kann. Zusammen mit der einfachen Geometrie und gleichmäßigen Rundheit des Kolbens 201 kann so ein einfach herzustellender und zudem sehr effizienter Dieselmotor bereitgestellt werden.

[62] Im Ergebnis kann der Dieselmotor mit hohen Verbrennungstemperaturen und damit einer schadstoffarmen und effizienten Verbrennung betrieben werden, da mittels der Geometrie des Kolbens 201, der kompakten Bauform und zentralen Abfuhr von Wärme in die Pleuelstange 301 und mittels des gesteuerten Ölflusses des Motoröls ein gutes Wärmemanagement sichergestellt ist. Insgesamt weist die erfindungsgemäße Kombination aus Kolben 201 und Pleuelstange 301 damit ein sehr geringes Gewicht und damit reduzierte bewegte Massen auf. Es sei darauf hingewiesen, dass diese Art von Kolben 201 sowie Pleuelstange 301 zwar im vorliegenden Beispiel für einen Dieselmotor mit Hochdruck-Einspritzung und einer Aufladung dargestellt wurde, sich die entsprechende Anordnung aus Kolben 201 und Pleuelstange 301 allerdings auch für andere Hubkolben-Maschinen eignet, beispielsweise Ottomotoren, Kompressoren oder Dies-Otto-Motoren.

Bezugszeichenliste

	101	Kurbeleinheit
	183	Schwenkachse
	185	Kurbelachse
5	201	Kolben
	203	Oberseite
	205	Umfangsfläche
	207	Unterseite
	210	Aufnahme
10	211	Hinterschneidung
	213	Innenfläche
	215	Ringnut
	216	Durchmesser
	217	Kante
15	218	Durchmesser
	219	Kolbenhemd
	220	Ausschnitt
	221	Umfangskragen
	223	Ringnut
20	225	Ringnut
	227	Ringnut
	229	Bohrung
	231	Aufdickung
	233	Tasche
25	235	Aufdickung
	241	Brennraum
	243	Kalotte
	261	Breite

	271	Schnittebene
	273	Schnittebene
	275	Schnittebene
	281	Bewegungsachse
5	282	Radius
	284	Radius
	301	Pleuelstange
	303	Pleuelkopf
	305	Mittelbereich
10	306	Vertiefung
	307	Kurbelwellenanschluss
	308	Deckel
	309	Kurbelwellenaug
	311	Außenfläche
15	312	Fase
	315	Steg
	316	Ausnehmung
	321	Lagerschale
	341	Ventilnut
20	343	Austrittsöffnung
	345	Ölkanal
	347	Eintrittsöffnung
	401	Kurbelwelle
	501	Zylinderanordnung
25	601	Hubkolben-Verbrennungsmotor

Patentansprüche:

1. Kolben (201), insbesondere für eine Kraftmaschine, mit einer Oberseite (203), einer Unterseite (207), einer entlang eines Umfangs verlaufenden Umfangsfläche (205) und einer im Wesentlichen parallel zu einem Verlauf der Umfangsfläche (205) und durch die Oberseite (203) und durch die Unterseite (207) verlaufende Bewegungsachse (281), wobei die Umfangsfläche (205) zum Führen des Kolbens (201) in einer Zylinderbohrung eines Zylinders entlang der Bewegungsachse (281) ausgestaltet ist, die Oberseite (203) zum Aufnehmen von Druckkräften eines Gases ausgestaltet ist und die Unterseite (207) eine Pleuelstangenaufnahme (210) aufweist, wobei die Pleuelstangenaufnahme (210) in einer Zug- und einer Druckrichtung eine Hinterschneidung (211) oder mehrere Hinterschneidungen aufweist, sodass die Pleuelstangenaufnahme (210) zum form-schlüssigen und um eine Schwenkachse (183) schwenkbaren Aufnehmen einer zur Pleuelstangenaufnahme (210) korrespondierenden Aufdickung (303) einer Pleuelstange (301) eingerichtet ist, wobei der Kolben (201) eine beliebige Anzahl von durch die Bewegungsachse (281) verlaufende, radial angeordnete im Wesentlichen ebene Querschnittsflächen (271, 273, 275) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (201) derart geformt ist, dass eine durch die Bewegungsachse (281) verlaufende, radial angeordnete im Wesentlichen ebene erste Querschnittsfläche (271, 273, 275) und eine durch die Bewegungsachse (281) verlaufende radial angeordnete im Wesentlichen ebene zweite Querschnittsfläche (271, 273, 275) eine voneinander weniger als 10% abweichende Größe aufweisen.
2. Kolben gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (201) derart geformt ist, dass eine durch die Bewegungsachse (281) verlaufende, radial angeordnete im We-

sentlichen ebene erste Querschnittsfläche (271, 273, 275) und eine durch die Bewegungsachse (281) verlaufende radial angeordnete im Wesentlichen ebene zweite Querschnittsfläche (271, 273, 275) eine voneinander weniger als 7%, weniger als 5% und/oder weniger als 2% abweichende Größe aufweisen.

3. Kolben gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Umfangsfläche (205) ein von der Oberseite (203) bis zur Unterseite (207) und/oder über die Unterseite (207) hinaus verlaufendes Kolbenhemd (219) angeordnet ist, wobei das Kolbenhemd (219) insbesondere eine radiale Dicke von weniger als 10%, weniger als 5% und/oder weniger als 2% eines Durchmessers (284) des Kolbens (201) aufweist.
4. Kolben gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Oberseite (203) und/oder an der Unterseite (207) ein Ausgleichsvolumen (231, 235) und/oder mehrere Ausgleichsvolumina (231, 235) angeordnet sind, wobei mittels des Ausgleichsvolumens (231, 235) und/oder mittels der Ausgleichsvolumina (231, 235) ein Ausgleich für an der jeweiligen Querschnittsfläche (271, 273, 275) ausgenommene Volumenabschnitte des Kolbens (201) geschaffen ist.
5. Kolben gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Oberseite (203) und/oder an der Unterseite (207) ein Abzugsvolumen (233) und/oder mehrere Abzugsvolumina (233) ausgenommen sind, wobei mittels des Abzugsvolumens (233) und/oder mittels der Abzugsvolumina (233) ein Ausgleich für an der jeweiligen Querschnittsfläche (271, 273, 275) angeordnete Volumenabschnitte des Kolbens (201) geschaffen ist.
6. Kolben gemäß Anspruch 4 und/oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Ausgleichsvolumina (231, 253) und/oder

mehrere Abzugsvolumina (233) symmetrisch zur Bewegungsachse (281) angeordnet sind.

7. Kolben gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (201) einen durch einen Mittelwert der Oberfläche der Umfangsfläche definierten mittleren Radius und eine beliebige Anzahl von durch die Bewegungsachse (281) verlaufende, radial zur Bewegungsachse angeordnete weiteren Radien (284) aufweist und der Kolben (201) derart geformt ist, dass ein durch die Bewegungsachse (281) verlaufender, radial zur Bewegungsachse (281) angeordneter beliebiger Radius (284) von dem mittleren Radius weniger als 1%, weniger als 0,5%, insbesondere weniger als 1% abweicht.
8. Kolben gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (201) ein Aluminium, eine Aluminium-Gusslegierung, einen Stahl, eine Stahlgusslegierung und/oder ein Metall aufweist.
9. Kurbeltrieb (101) mit einem Kolben (201) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 und insbesondere einer Pleuelstange (301) mit einer zur Pleuelstangenaufnahme (210) des Kolbens (201) korrespondierenden Aufdickung (303).
10. Hubkolben-Verbrennungsmotor mit einem Kolben (201) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 und/oder mit einem Kurbeltrieb (101) gemäß Anspruch 9.

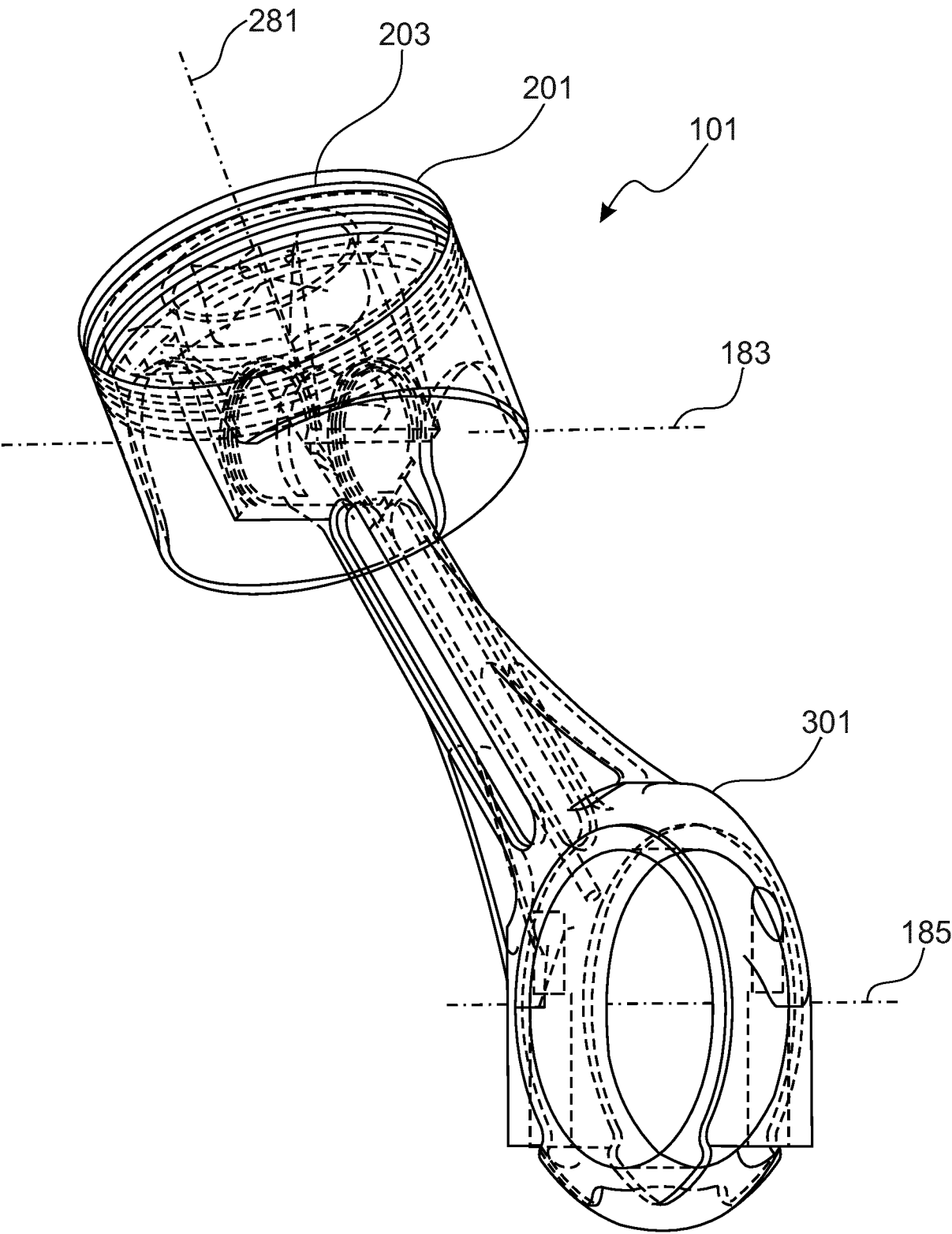


Fig. 1

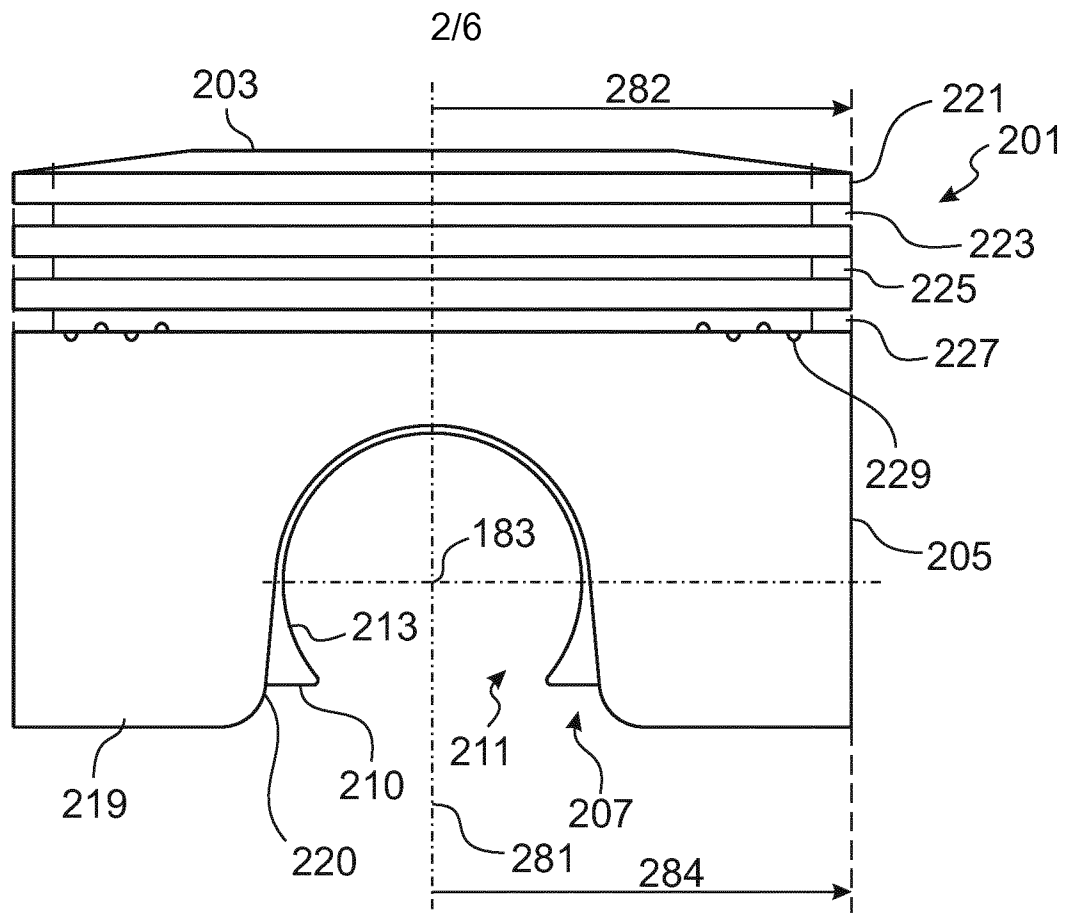


Fig. 2a

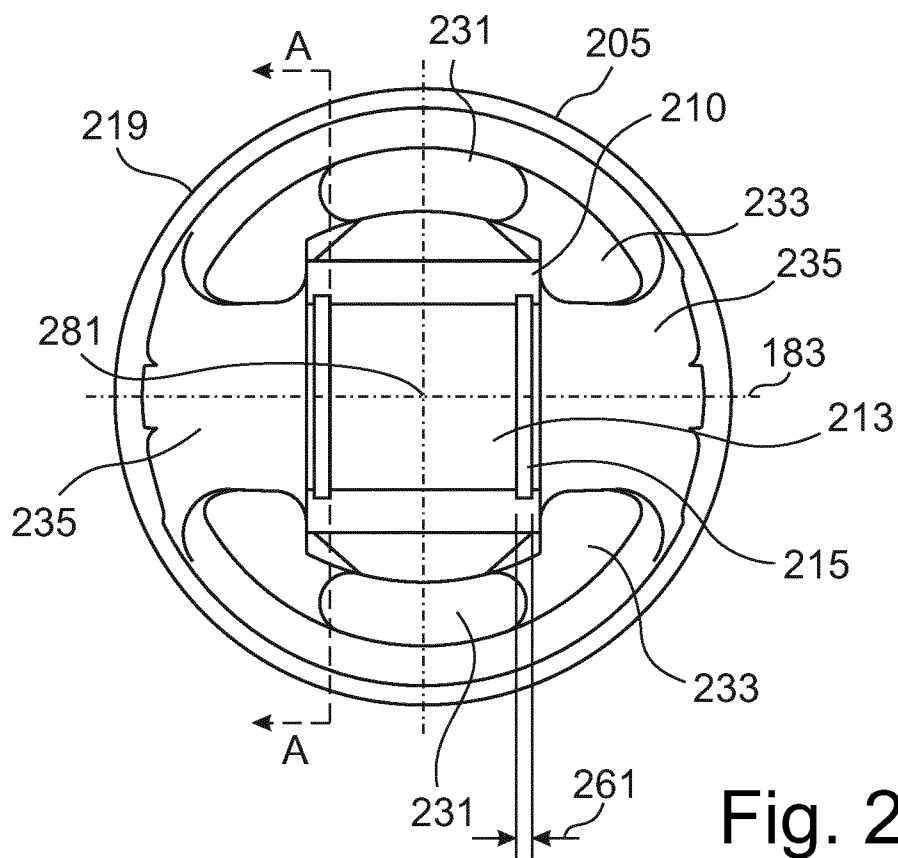


Fig. 2b

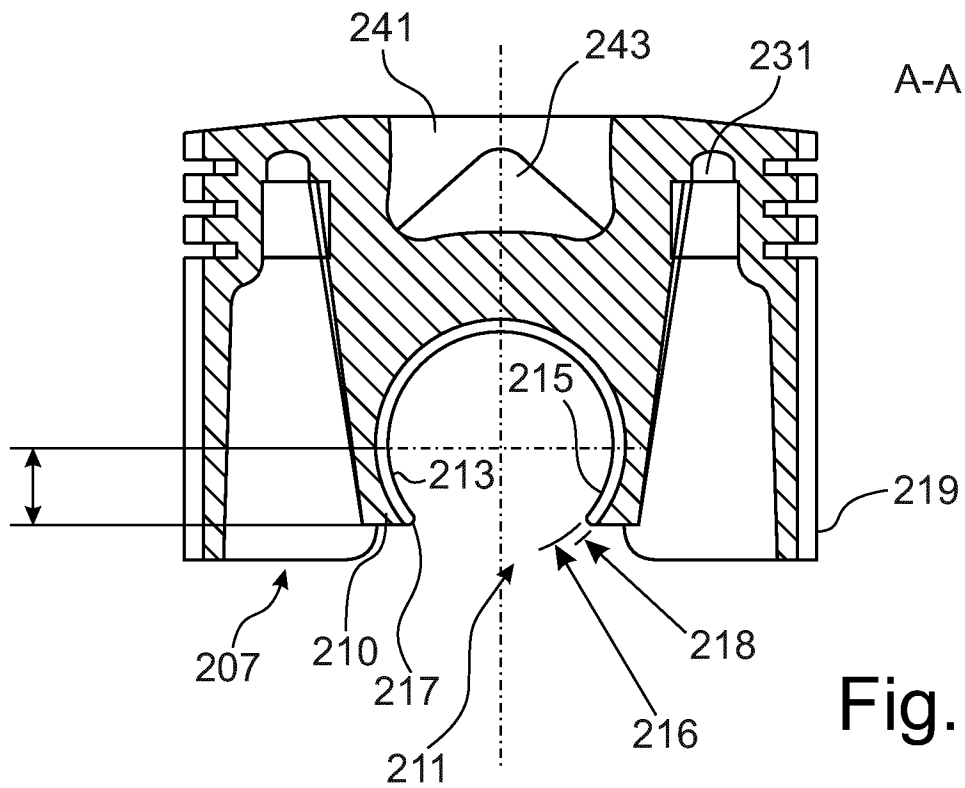


Fig. 2c

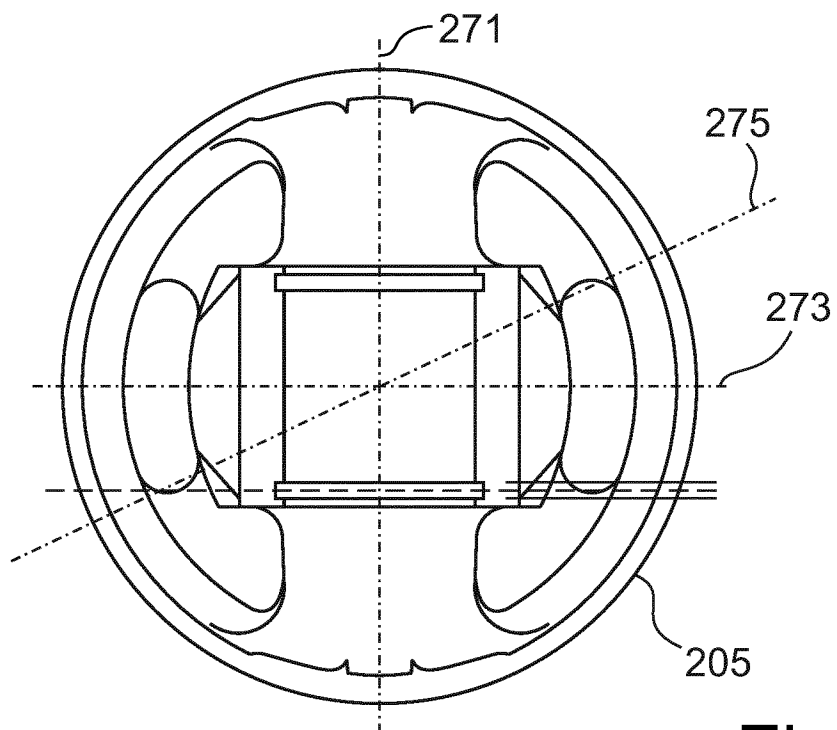
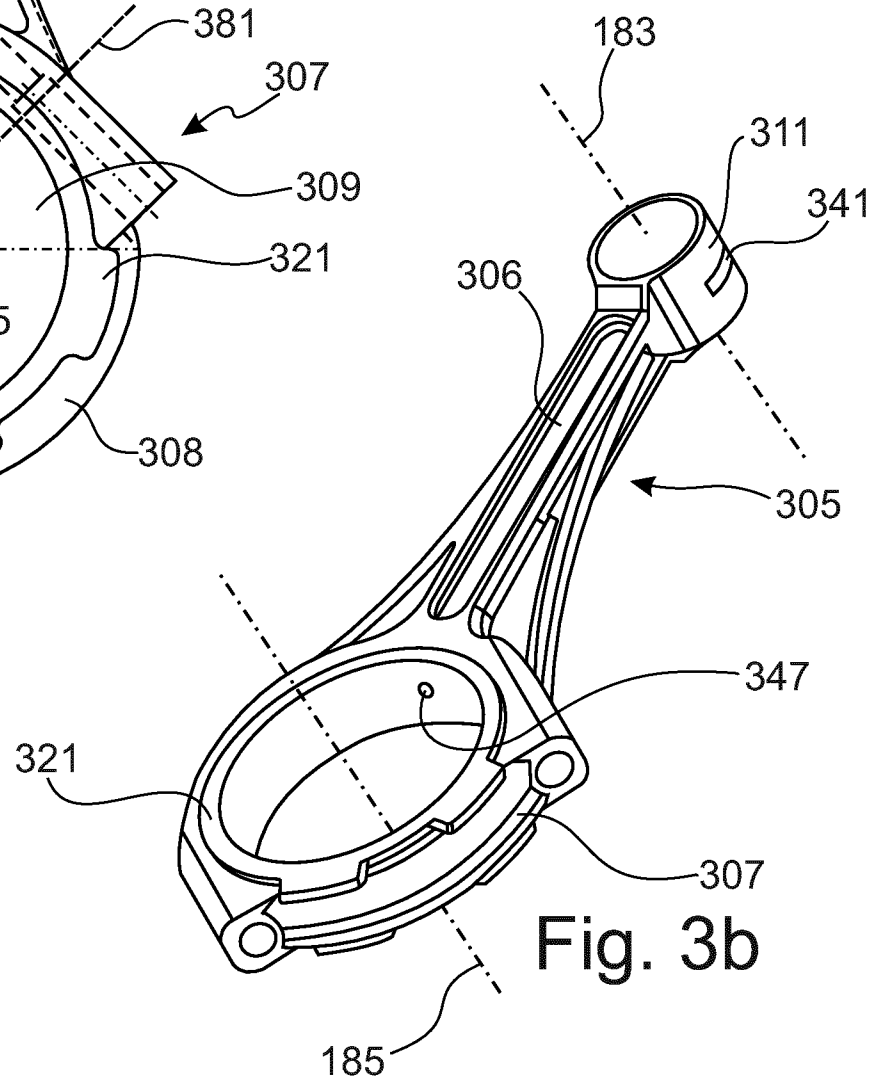
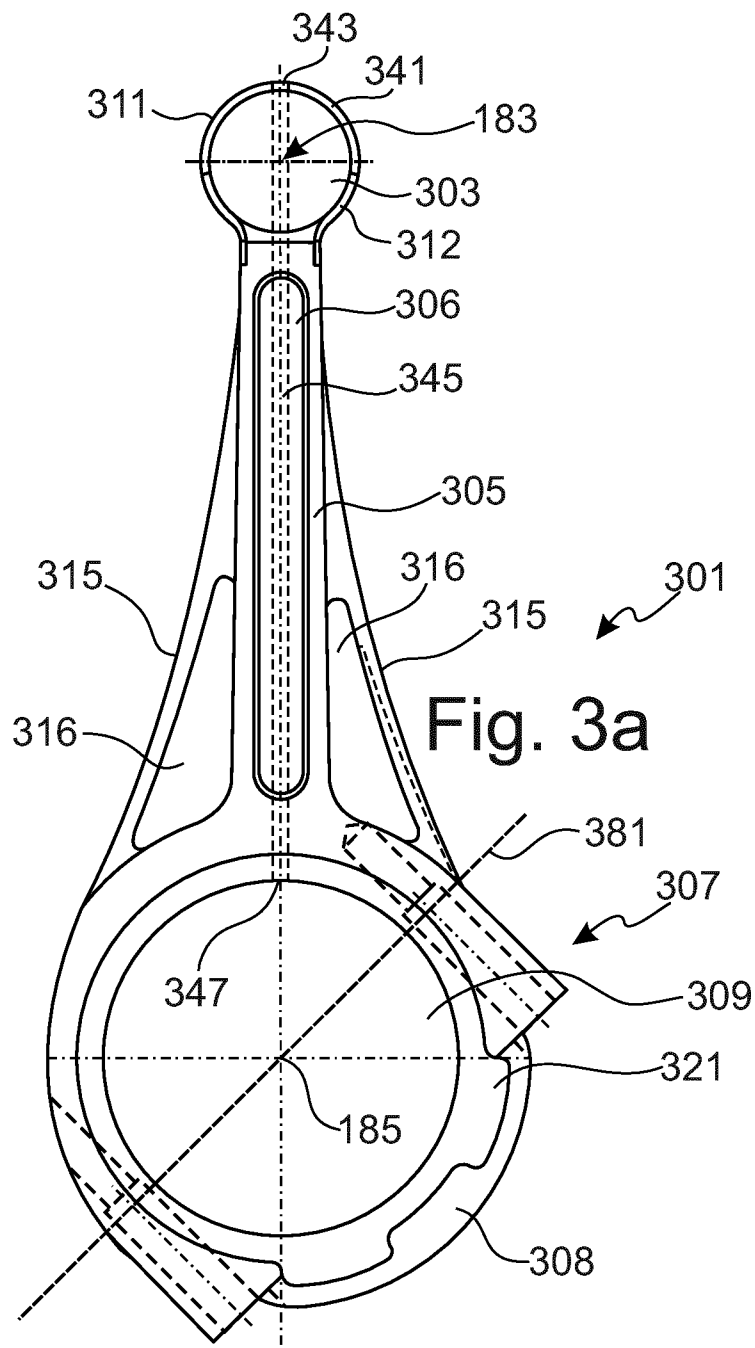


Fig. 2d



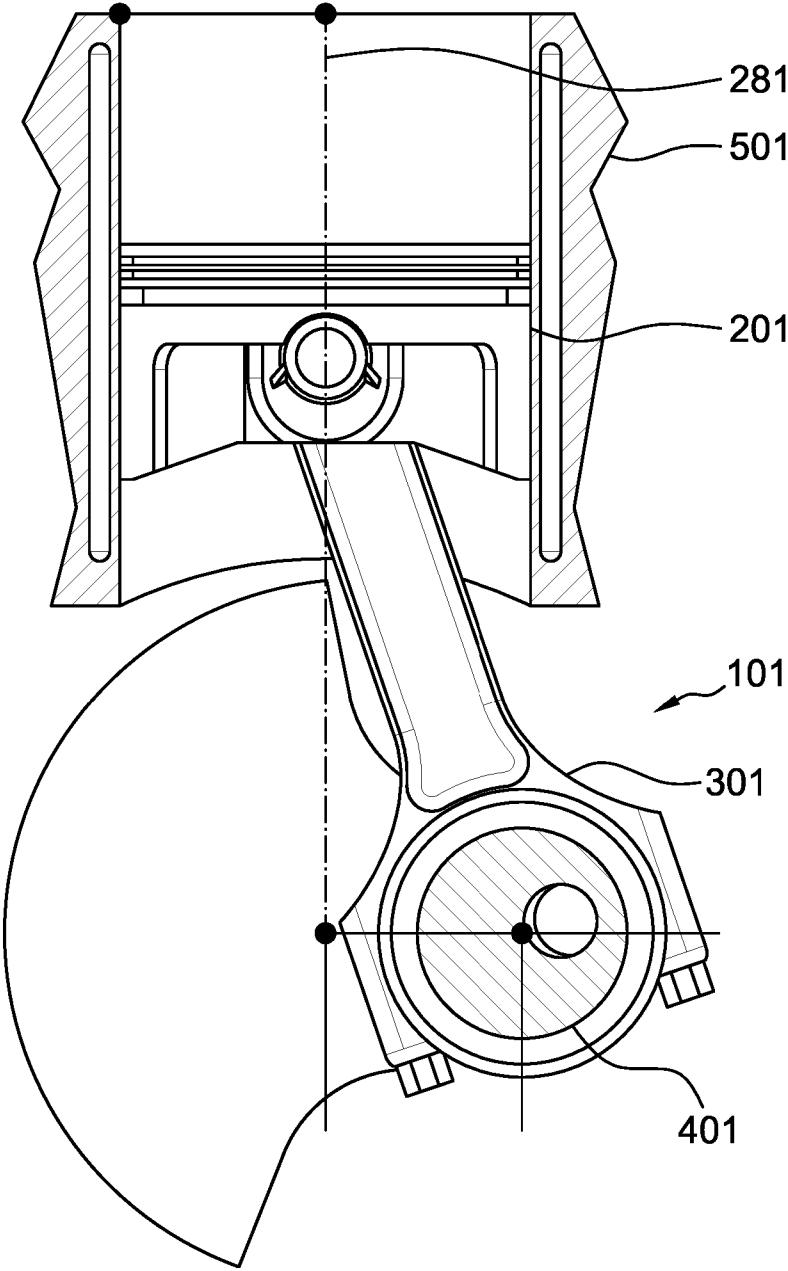


Fig. 4

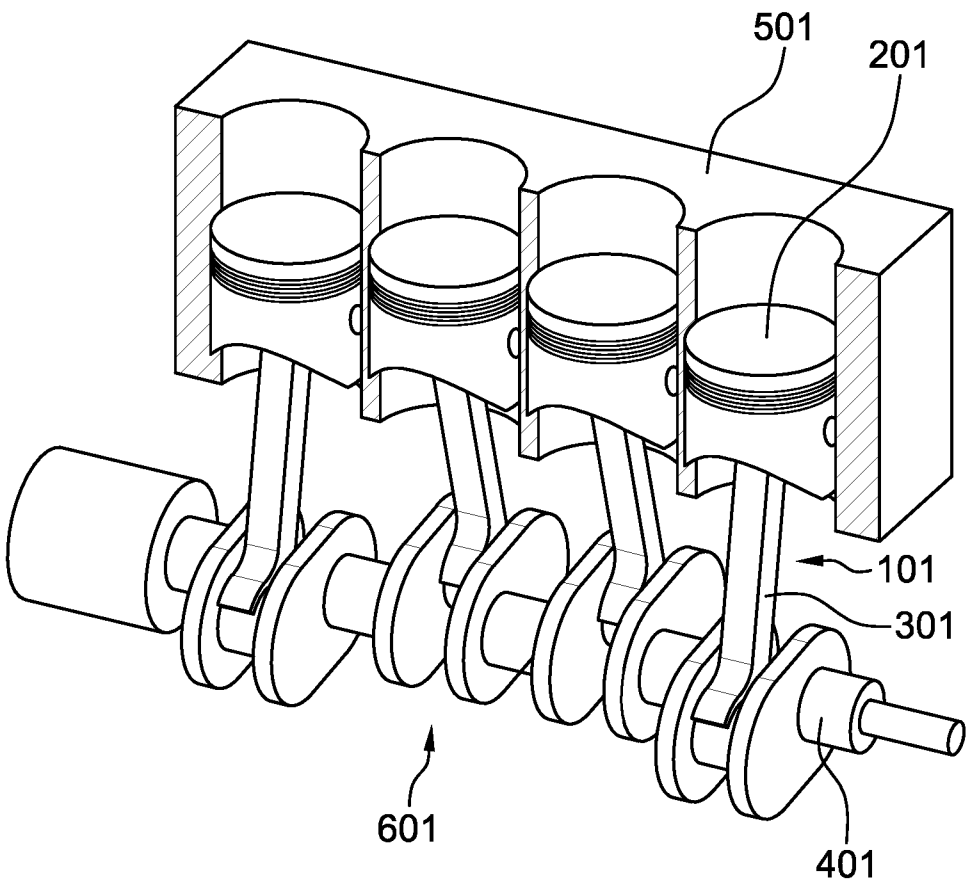


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/087653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02F 3/02**(2006.01)i; **F16J 1/16**(2006.01)i; **F16J 1/14**(2006.01)i

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)

F02F; F16J

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009084260 A1 (CHRISTOPHER BARTHOLOMEW [US]) 02 April 2009 (2009-04-02) paragraphs [0027], [0030] figures 3-5	1-10
X	WO 2015039080 A1 (FEDERAL MOGUL CORP [US]) 19 March 2015 (2015-03-19) figures 4-8	1-10
X	DE 19734654 C1 (AE GOETZE GMBH [DE]) 27 August 1998 (1998-08-27) drawings	1-10



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 application or patent 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

28 March 2023

Date of mailing of the international search report

05 April 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Matray, J

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/087653

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2009084260	A1	02 April 2009	NONE			
WO	2015039080	A1	19 March 2015	CN	105849443	A	10 August 2016
				JP	6412139	B2	24 October 2018
				JP	2016538510	A	08 December 2016
				KR	20160085746	A	18 July 2016
				US	2015075456	A1	19 March 2015
				WO	2015039080	A1	19 March 2015
DE	19734654	C1	27 August 1998	DE	19734654	C1	27 August 1998
				EP	0897058	A2	17 February 1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02F3/02 F16J1/16 F16J1/14 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02F F16J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2009/084260 A1 (CHRISTOPHER BARTHOLOMEW [US]) 2. April 2009 (2009-04-02) Absätze [0027], [0030] Abbildungen 3-5 -----	1-10
X	WO 2015/039080 A1 (FEDERAL MOGUL CORP [US]) 19. März 2015 (2015-03-19) Abbildungen 4-8 -----	1-10
X	DE 197 34 654 C1 (AE GOETZE GMBH [DE]) 27. August 1998 (1998-08-27) Abbildungen -----	1-10
☐ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. März 2023		05/04/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Matray, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/087653

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009084260 A1	02-04-2009	KEINE	
WO 2015039080 A1	19-03-2015	CN 105849443 A	10-08-2016
		JP 6412139 B2	24-10-2018
		JP 2016538510 A	08-12-2016
		KR 20160085746 A	18-07-2016
		US 2015075456 A1	19-03-2015
		WO 2015039080 A1	19-03-2015
DE 19734654 C1	27-08-1998	DE 19734654 C1	27-08-1998
		EP 0897058 A2	17-02-1999