



(10) **DE 10 2021 134 520 A1** 2023.06.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 134 520.0**

(22) Anmeldetag: **23.12.2021**

(43) Offenlegungstag: **29.06.2023**

(51) Int Cl.: **F02F 3/00** (2006.01)

F16J 1/00 (2006.01)

F16J 1/14 (2006.01)

F16C 7/00 (2006.01)

F04B 53/14 (2006.01)

(71) Anmelder:
**NEWGREEN AG, Staad, CH; NEWGREEN
American Inc., Pensacola, FL, US**

(72) Erfinder:
Geschke, Stephan, Staad, CH

(74) Vertreter:
**ULLRICH & NAUMANN Patent- und
Rechtsanwälte, zugelassene Vertreter vor dem
europäischen Patentamt PartG mbB, 69115
Heidelberg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

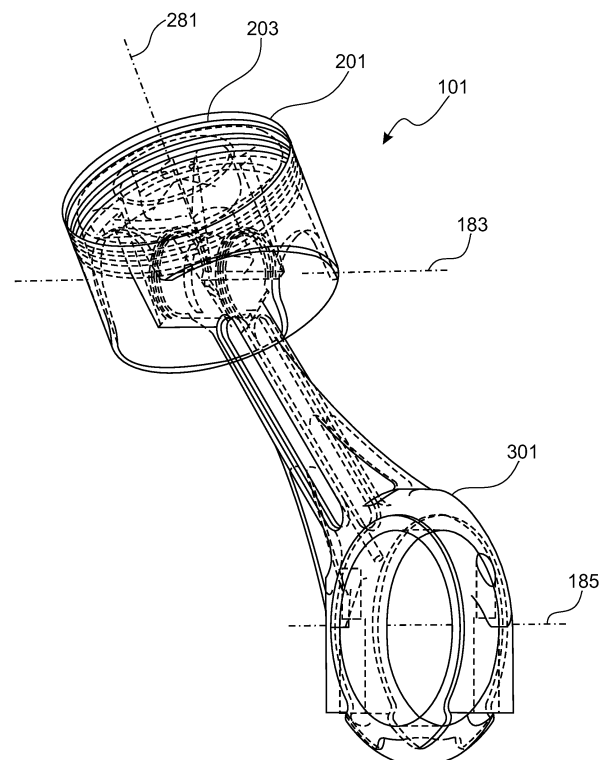
DE	38 43 761	A1
DE	195 19 730	A1
DE	198 48 649	A1
GB	863 484	A
US	2013 / 0 333 557	A1
US	2014 / 0 202 404	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Kolben, Kurbeltrieb sowie Hubkolben-Verbrennungsmotor**

(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 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.



Beschreibung

[0001] 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 entlang der Bewegungsachse ausgestaltet ist und 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 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.

[0002] Bisherige Kraftmaschinen, die nach dem Hubkolbenprinzip arbeiten, beispielsweise Dieselmotoren oder auch Ottomotoren, weisen üblicherweise einen Kolben mit einer um eine Schwenkachse angeordneten Kolbenbohrung sowie ein dazugehöriges Pleuel beziehungsweise eine dazugehörige Pleuelstange 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.

[0003] 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 Kol-

ben, insbesondere in modernen Dieselmotoren, müssen daher oval gefertigt werden, um im warmen Betriebszustand eine zweckmäßige, runde Geometrie anzunehmen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, den Stand der Technik zu verbessern.

[0005] Gelöst wird die Aufgabe durch 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 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 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.

[0006] 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 angepasst 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.

[0007] In diesem Zusammenhang seien folgende Begriffe erläutert:

[0008] 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 prismatisch ausgebildeten Zylinders bezeichnet.

[0009] 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.

[0010] Eine „Unterseite“ ist die dem Pleuel oder der Pleuelstange zugewandte Seite des Kolbens, also insbesondere die Seite des Kolbens, welche die Pleuelstangenaufnahme aufweist.

[0011] 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. Die Umfangsfläche kann dabei auch typischerweise als Begrenzungsfläche eines sogenannten Kolbenhemdes bezeichnet sein.

[0012] 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.

[0013] 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 innerhalb

der Zylinderbohrung dann Kräfte auf den Kolben wirken lassen.

[0014] 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.

[0015] 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 herstellt, dass der Kolben kraftschlüssig an der Pleuelstangenaufnahme mit der Pleuelstange verbunden ist.

[0016] 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 Pleuelstange ist damit gegenüber dem Kolben formschlüssig um eine „Schwenkachse“ schwenkbar.

[0017] Eine „Aufdickung“ der Pleuelstange ist ein solcher Bereich, welcher einen größeren oder breiteren Querschnitt 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 druckfeste Verbindung auszubilden.

[0018] 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 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 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.

[0019] 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 eine 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.

[0020] 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 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 Vergleich jedweder Querschnittsflächen um einen Umfang des Kolbens herum den entsprechend genannten Kriterien Stand hält.

[0021] In einer Ausführungsform ist an der Umfangsfläche ein von der Oberseite bis zur Unterseite und/oder über die Unterseite 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.

[0022] Ein solches „Kolbenhemd“, welches eine Tubus-artige Verlängerung des Kolbens in Richtung der Unterseite, also in Richtung der Kurbelwelle, bezeichnet, ist dabei insbesondere besonders dünnwandig ausgeführt, sodass ein Gewichtsvorteil entsteht und thermische Ausdehnung bestenfalls stark reduziert ist.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] Somit kann, auch im Zusammenspiel mit entsprechenden Ausgleichsvolumina, mit den Abzugsvolumina ein Ausgleich entsprechender Flächengrößen vorgenommen werden.

[0027] Ein „Ausgleichsvolumen“ beschreibt dabei einen Volumenzuwachs, nämlich ein zusätzlich aufgebrachtes 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.

[0028] Um das Verformungsverhalten des Kolbens gleichmäßig beeinflussen zu können, sind mehrere Ausgleichsvolumina und/oder mehrere Abzugsvolumina symmetrisch zur Bewegungsachse angeordnet.

[0029] 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 weiteren 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.

[0030] 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 herkömmlicher 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 Drehbank, 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 ungewünschter Verschleiß auftreten.

[0031] 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 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 Rundheit des Kolbens definieren.

[0032] 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, einen Stahl, eine Stahl-Gusslegierung und/oder ein [Frage an den Erfinder: Material, Legierung?] auf.

[0033] In einem weiteren Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch einen Kurbeltrieb mit einem Kolben gemäß einer der vorig bezeichneten Ausführungsformen und insbesondere einer Pleuelstange mit einer zur Pleuelstangenaufnahme des Kolbens korrespondierenden Aufdickung.

[0034] Ein solcher Kurbeltrieb kann, beispielsweise in einer Vormontagetätigkeit, bereitgestellt werden, um einen Hubkolben-Verbrennungsmotor mit den Vorteilen der Erfindung herzustellen.

[0035] In einem weiteren Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch einen Hubkolben-Verbrennungsmotor mit einem Kolben gemäß einer der vorig bezeichneten Ausführungsformen und/oder mit einem Kurbeltrieb gemäß der vorig bezeichneten Ausführung.

[0036] Ein solcher Hubkolben-Verbrennungsmotor weist alle Vorteile der Erfindung auf, so kann bei-

spielsweise ein erfindungsgemäßer Kolben dazu genutzt werden, entsprechende Toleranzen zwischen Kolben und Zylinderbohrung besser zu 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.

[0037] Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Kurbeleinheit mit einem Kolben sowie einer Pleuelstange in einer isometrischen Ansicht,

Fig. 2a den Kolben der Kurbeleinheit der **Fig. 1** in einer schematischen Seitenansicht,

Fig. 2b den Kolben in einer schematischen Ansicht von unten,

Fig. 2c den Kolben der **Fig. 2b** in einer Schnittdarstellung A-A,

Fig. 2d den Kolben in einer Unteransicht mit unterschiedlichen Schnittebenen,

Fig. 3a die Pleuelstange der **Fig. 1** in einer schematischen Seitenansicht, sowie

Fig. 3b die Pleuelstange in einer isometrischen Darstellung.

[0038] 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.

[0039] 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 Dieselp Prinzip betrieben wird. Das Zünden des eingespritzten Diesels erfolgt dabei durch die Kompression von angesaugter Luft im Zylinder, die Verdichtungs-temperatur liegt dabei bei über 700 °C, die daraus sich ergebende Verbrennungs-temperatur bei über 1.200 °C. Entsprechend hoch sind die thermischen Einflüsse auf den Kolben 201.

[0040] 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.

[0041] Ein überwiegender Bestandteil der Umfangsfläche 205 formt ein Kolbenhemd, welches in Richtung der Unterseite 207 zylindrisch verläuft und dünnwandig ausgebildet ist. 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 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.

[0042] Der Umfangskragen 221 ist bei Dieselmotoren nach dem Stand der Technik als sogenannter „Feuersteg“ bekannt und 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 Umfangsfläche 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.

[0043] Der Umfangskragen 221 kann in dieser Form ausgeführt 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 aufgeführt.

[0044] 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 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 der vorigen Fertigung des Kolbens 201 ein entsprechendes Werkzeug zur Feinbearbeitung der Innenfläche 213 hindernisfrei eingeführt werden.

[0045] Von einer Unterseite des Kolbens 201 erkennbar (vergleiche auch **Fig. 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 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 Schnittflächen (vergleiche auch **Fig. 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 Kolbens 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.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 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 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.

[0049] Der Kurbelwellenanschluss 307 ist etwa zur Hälfte aus 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, 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.

[0050] Weiterhin weist die Pleuelstange 301 an der Außenfläche 311 des Pleuelstangenkopfes 303 eine Ventilmutter 341 auf, 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.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] Die Funktion der Kurbeleinheit 101 bezüglich der Schmierung der Verbindung zwischen Pleuelkopf und Kolben 201 im Hinterschneidung 211 sei wie folgt erläutert:

[0054] 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 Ventilmutter 341 ist ein Ölreservoir geschaffen, in dem unter Druck stehendes Motoröl für die Schmierung der Hinterschneidung 311 zur Verfügung steht.

[0055] Weiterhin dient die Ventilmutter 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 Ventildut 341 vollständig von der Innenfläche 213 der Hinterschneidung 211 umgeben, sodass kein Öl durch die Ventildut 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.

[0056] Wird nun der Kolben 201 durch die Verbrennungsgase beschleunigt, so schwenkt die Pleuelstange 301 zunächst um circa 90°, die Pleuelstange 301 wird ausgelenkt. Die Ventildut 341 ist so bemessen, dass nun ein Teil der Ventildut 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.

[0057] Erreicht die Pleuelstange 301 eine untere Totstellung (180°), so verschließt die Hinterschneidung 311 die Ventildut 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 Pleuelwellenstellung von 270° wird mittels des Öldrucks dann wieder Wärme aus der geöffneten und von der Kante 217 freigegebenen Ventildut 341 abgeführt. Bis zu einer Pleuelwellenstellung von 360° (Vollwinkel, entspricht 0°) wiederholt sich dann ein Schließen der Ventildut 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 Pleuelwellenumdrehung, sodass im Ergebnis eine ausreichende Schmierung der Bewegung um die Pleuelstange 183 sowie zusätzlich eine optimierte Wärmeabfuhr aus dem Kolben 201 ergibt.

[0058] In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die geometrische Ausgestaltung des Kolbens 201 wie oben dargelegt zusätzlich die Wärmeabfuhr optimiert. Der zentrale Anschluss der Pleuelstange 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.

[0059] 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 Hubkolbenmaschinen eignet, beispielsweise Ottomotoren, Kompressoren oder Dies-Otto-Motoren.

Bezugszeichenliste

101	Kurbeleinheit
183	Schwenkachse
185	Kurbelachse
201	Kolben
203	Oberseite
205	Umfangsfläche
207	Unterseite
210	Aufnahme
211	Hinterschneidung
213	Innenfläche
215	Ringnut
216	Durchmesser
217	Kante
218	Durchmesser
219	Kolbenhemd
220	Ausschnitt
221	Umfangskragen
223	Ringnut
225	Ringnut
227	Ringnut
229	Bohrung

231	Aufdickung
233	Tasche
235	Aufdickung
241	Brennraum
243	Kalotte
261	Breite
271	Schnittebene
273	Schnittebene
275	Schnittebene
281	Bewegungsachse
282	Radius
284	Radius
301	Pleuelstange
303	Pleuelkopf
305	Mittelbereich
306	Vertiefung
307	Kurbelwellenanschluss
308	Deckel
309	Kurbelwellenauge
311	Außenfläche
312	Fase
315	Steg
316	Ausnehmung
321	Lagerschale
341	Ventilnut
343	Austrittsöffnung
345	Ölkanal
347	Eintrittsöffnung

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 Hinterschnei-

dungen aufweist, sodass die Pleuelstangenaufnahme (210) zum formschlüssigen 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 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 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) ausgesommene 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) ausgesommen sind, wobei mittels des Abzugsvolumens (233) und/oder mittels der Abzugsvolumina (233) ein Ausgleich für an der jeweiligen Querschnittsfläche (271, 273, 275) ange-

ordnete 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 [Material, Legierung?] 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.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

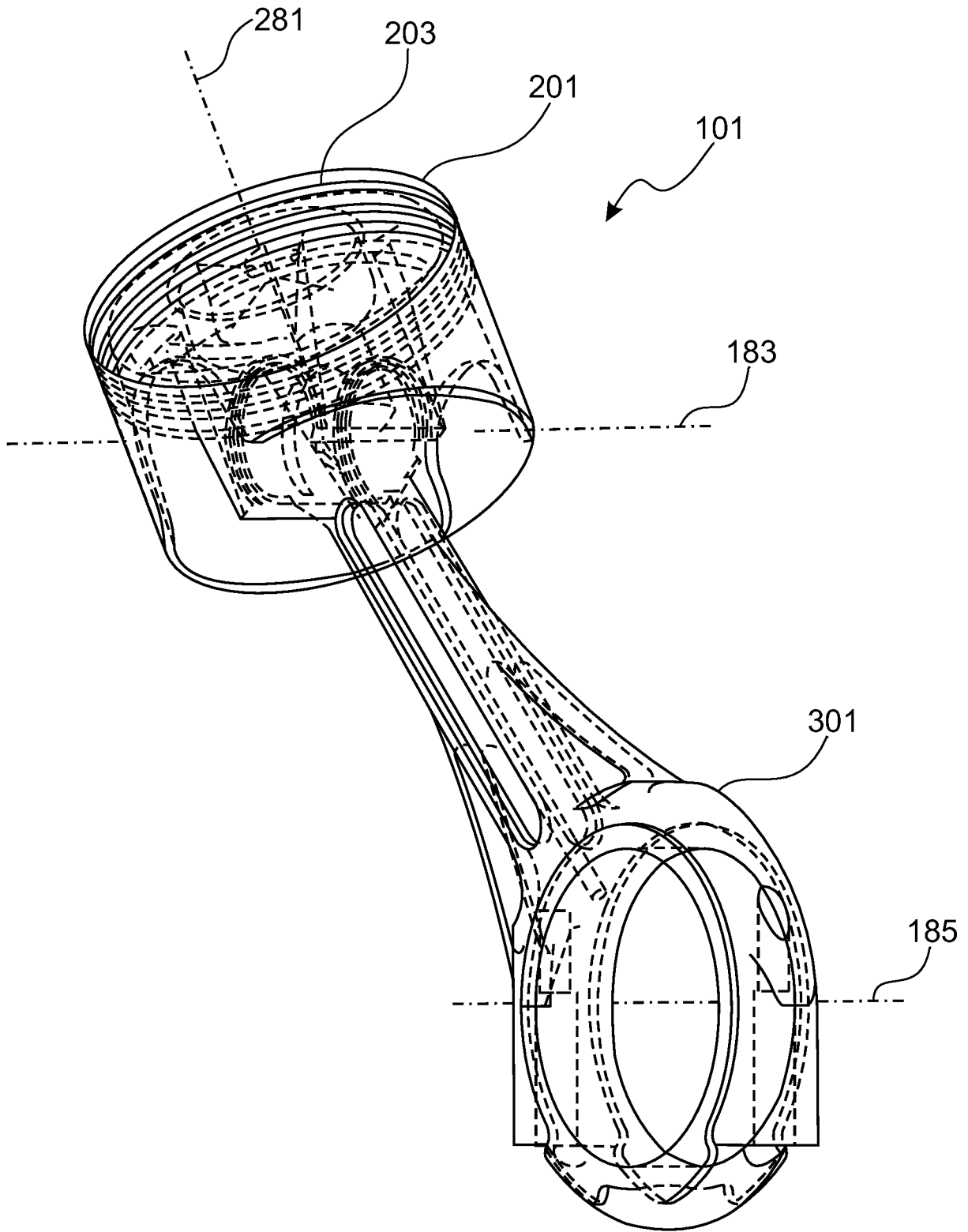


Fig. 1

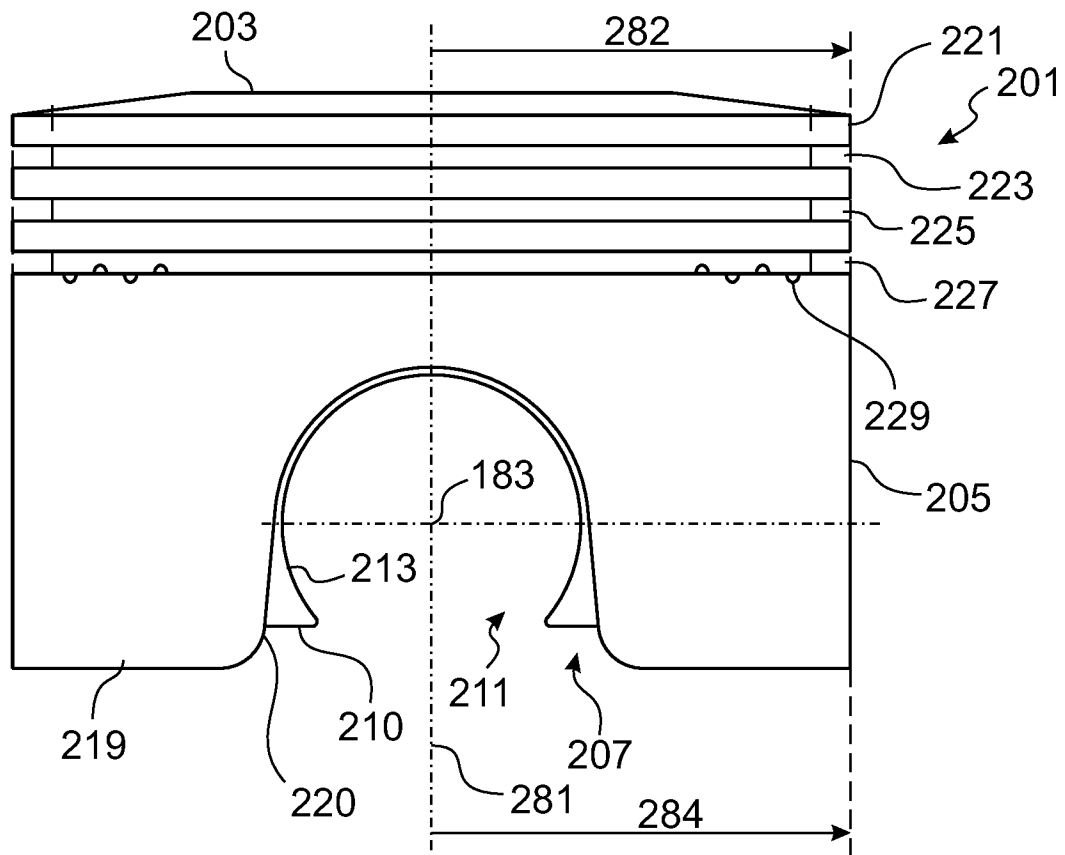


Fig. 2a

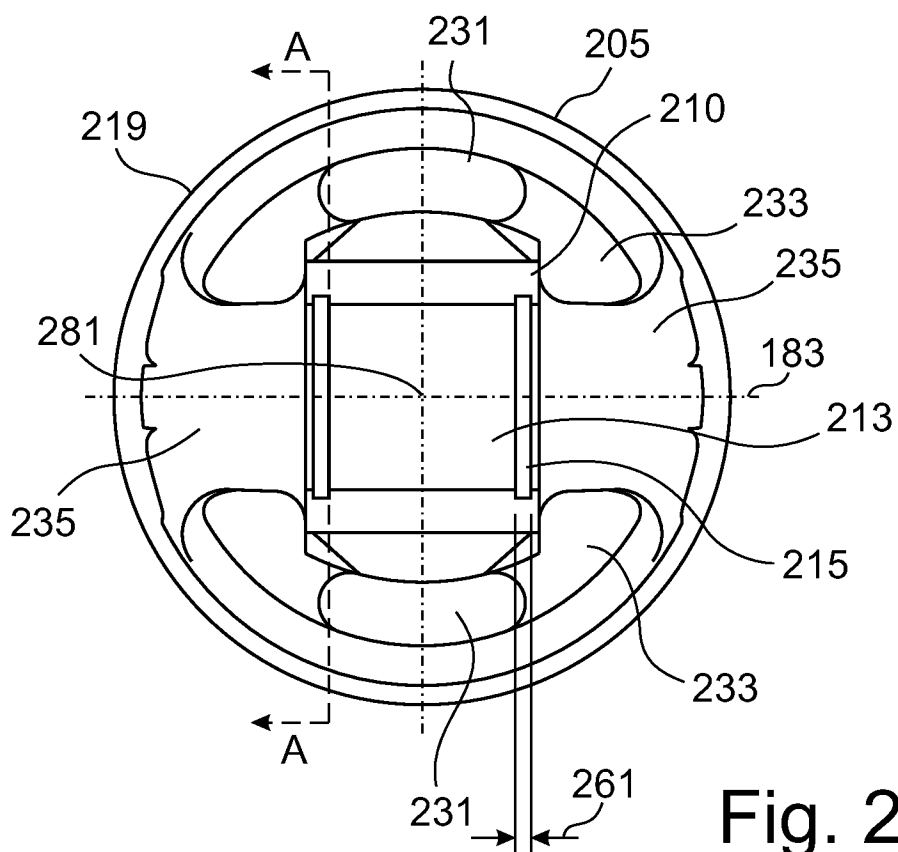


Fig. 2b

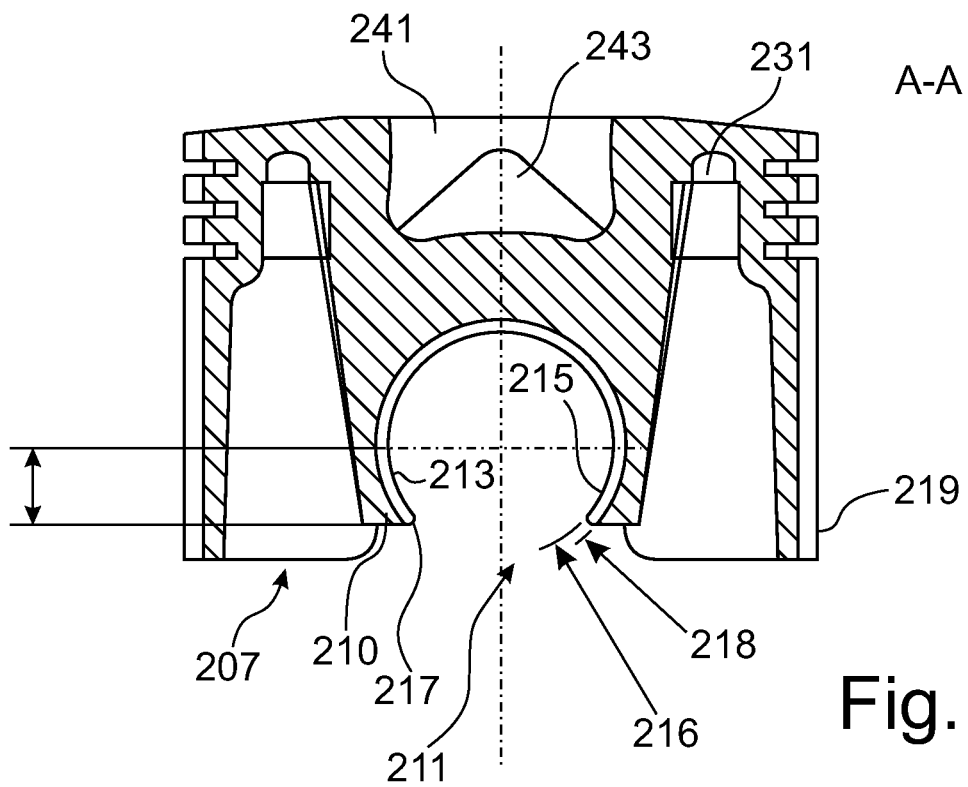


Fig. 2c

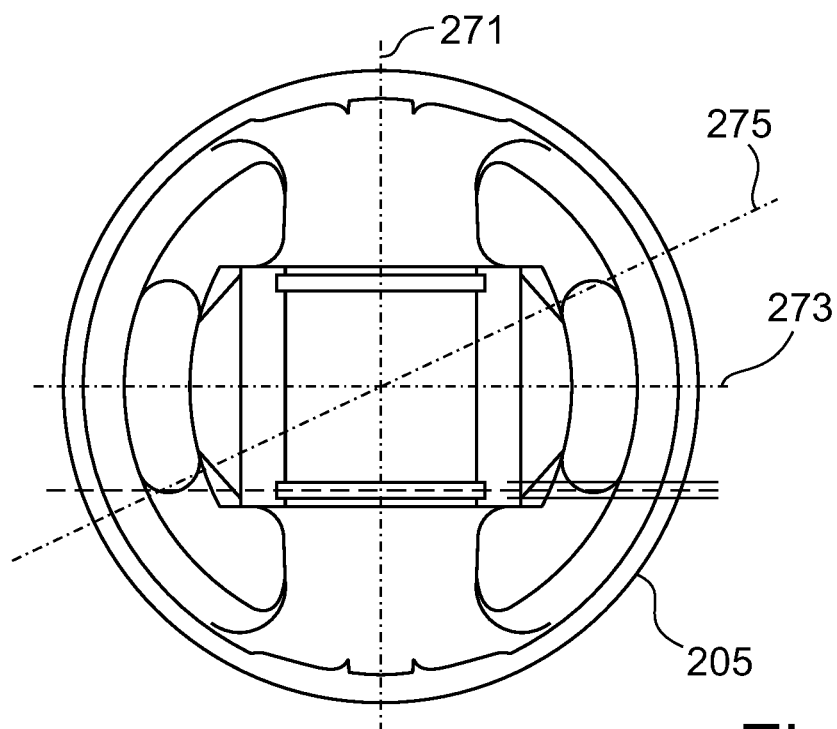


Fig. 2d

