

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 9149/2013 (51) Int. Cl.: **F02B 23/06** (2006.01)
(86) PCT-Anmeldenummer: PCT/EP13001075 **F02B 23/08** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 12.04.2013 **F02F 3/26** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2016

(30) Priorität:
13.04.2012 DE 102012103195.9 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2010112347 A
WO 2010142389 A1
DE 102005037562 A1
EP 0969191 A2
FR 2927121 A1
JP H0726959 A
JP S6275019 A
GB 546500 A

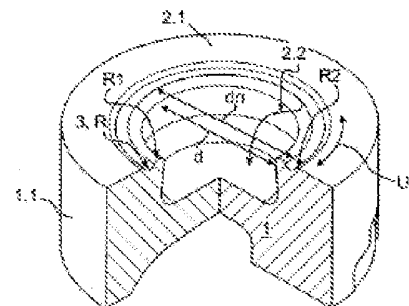
(73) Patentinhaber:
CATERPILLAR ENERGY SOLUTIONS GMBH
68167 Mannheim (DE)

(74) Vertreter:
Sonn & Partner Patentanwälte
WIEN

(54) Kolben einer Brennkraftmaschine

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Kolben (1) einer Brennkraftmaschine mit einem eine Mittelachse M aufweisenden Kolbenmantel (1.1) und einem den Kolbenmantel (1.1) nach oben begrenzenden Kolbenboden (2) mit einem Durchmesser D. Der Kolbenboden (2) ist gebildet aus einem Kolbenbodenrand (2.1) einer Breite b und einer Kolbenbodenmulde (2.2) mit einer Tiefe t. Die Kolbenbodenmulde (2.2) kann eine Kolbenmuldenwand (4) mit einem Öffnungsquerschnitt mit einem Durchmesser (d) aufweisen. Innerhalb des Kolbenbodenrandes (2.1) kann mindestens eine in Umfangsrichtung U zur Mittelachse M verlaufende Nut (3) mit einem Innendurchmesser d_n vorgesehen und der Innendurchmesser d_n größer als der Durchmesser d sein, wobei die Nut (3) eine Symmetrieachse S aufweist, die exzentrisch zur Mittelachse M angeordnet ist, und/oder eine Grundgeometrie G aufweist, die oval ausgebildet ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Kolben einer Brennkraftmaschine wie einen Otto-Motor mit externer Gemischbildung, insbesondere betrifft die Erfindung einen Kolben, der einen eine Mittelachse M aufweisenden Kolbenmantel und einem den Kolbenmantel nach oben begrenzenden Kolbenboden mit einem Durchmesser D haben kann. Der Kolbenboden kann aus einem Kolbenbodenrand einer Breite b und einer Kolbenbodenmulde mit einer Tiefe t gebildet sein. Weiters kann die Kolbenbodenmulde eine Kolbenmuldenwand mit einem Öffnungsquerschnitt mit einem Durchmesser d aufweisen.

[0002] Die Erfindung bezieht sich ferner auf einen Diesel-Motor oder Otto-Motor oder Otto-Gasmotor mit einem darin geführten Kolben. Insbesondere kann der darin geführte Kolben von der vorgehend beschriebenen Art sein. Bei dem Otto-Motor bzw. dem Otto-Gasmotor kann es sich um einen Motor mit externer oder interner Gemischbildung handeln.

[0003] Beim Otto-Gasmotor werden Kolben mit verschiedenen Kolbenmuldenformen eingesetzt. In der Regel wird zwischen den folgenden üblichen Varianten unterschieden:

- [0004]**
- Kolben mit dachförmigem Kolbenboden. Der Kolbenboden ist für Brennverfahren mit gasgespülter Vorkammer so gestaltet, dass die Fackelstrahlen möglichst spät auf die Brennraumwände treffen.
 - Kolben mit wannenförmigem Kolbenboden. Der Kolbenboden ist so gestaltet, dass eine einlassseitig generierte Tumbleströmung erhalten bleibt.
 - Kolben mit Omega-Kolbenbodenmulde. Der Kolbenboden ist für den Dieselmotor für optimale Direkteinspritzung ausgelegt und wird unverändert aus Kostengründen und der Einfachheit halber h beim Gas-Ottomotor eingesetzt. Letzteres jedoch ungeachtet eines wohlmöglich schlechteren Verbrennungsverlaufs.
 - Kolben mit Topf-Kolbenbodenmulde. Der Kolbenboden ist so gestaltet, dass zwischen Kolbenrand und Zylinderkopf eine Quetschströmung (Squish-Strömung) in radialer Richtung entsteht. Außerdem wird die Drallströmung in der zylindrischen Topf-Kolbenmulde verstärkt.

[0005] Aus der DE 10 2010 018 930 A1 ist ein Kolben für eine Brennkraftmaschine bekannt, der innerhalb des Kolbenbodens vier Ventiltaschen aufweist, die einen Freigang der Aus- und Einlassventile gewährleistet.

[0006] Aus WO 2010142389 A1, DE 10200503756 A1 und EP 0969191 A2 sind Brennkraftmaschinen mit einem Kolben bekannt, in dessen Kolbenboden eine umlaufende Nut vorgesehen ist, die jeweils kreisförmig und koaxial zur Mittelachse des Kolbens angeordnet ist. Derartige kreisförmigen Nuten im Kolbenbodenrand dienen unter anderem als Luftspeicher für die Nachverbrennung von Rußpartikeln.

[0007] Aus JP H07026959 A, JP 2010112347 A, FR 2927121 A1 und JP S62075019 A sind weiters Kolben bekannt, die eine radial umlaufende Nut im Kolbenboden-Randbereich aufweisen.

[0008] Für Motoren mit Drall-Einlasskanälen und Kammerkerzen sind Kolben mit Topf-Kolbenbodenmulden sehr gut geeignet. Während des Kompressionstaktes wird das Gemisch über dem Kolbenbodenrand (Squish-Rand) des Kolbens in die Topf-Kolbenbodenmulde verdrängt. Während des Expansionstaktes wird das Gemisch wieder aus der Topf-Kolbenbodenmulde gesaugt. Dieser Vorgang führt insbesondere in der Nähe des oberen Totpunkts zu starken Quetsch-Strömungen (Squish-Strömungen).

[0009] Ergänzend zu der Quetsch-Strömung führt die Topf-Kolbenbodenmulde auch zu einer Beschleunigung der einlassseitig generierten Drallströmung. Aufgrund der Drehimpulserhaltung erhöht sich die Rotationsgeschwindigkeit der Drallströmung, wenn das Gemisch nach innen in die Topf-Kolbenbodenmulde verdrängt wird.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Kolbenboden des Kolbens für eine Brennkraftmaschine wie eingangs angegeben derart auszubilden, dass eine verbesserte Verbrennung gewährleistet ist.

[0011] Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung einen Kolben wie in Anspruch 1 angegeben vor. Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0012] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass innerhalb des Kolbenbodenrandes mindestens eine in Umfangsrichtung U zur Mittelachse M verlaufende Nut mit einem Innendurchmesser d_n vorgesehen ist, wobei der Innendurchmesser d_n größer ist als der Durchmesser d des Öffnungsquerschnitts der Kolbenmulde, wobei die Nut eine Symmetrieachse S aufweist, die exzentrisch zur Mittelachse M angeordnet ist, und/oder eine Grundgeometrie G aufweist, die oval ausgebildet ist.

[0013] Ein Kolben wie vorstehend angegeben kann eine verbesserte Verbrennung erreichen. Insbesondere wirken sich die Erzeugung einer Quetsch-Strömung und die Verstärkung einer Drallströmung positiv auf die Verbrennung aus. Zuzufolge der angeführten Kolbenausbildung ist es möglich, diese gerichteten Strömungen gezielt in Turbulenzen umzuwandeln, was die Verbrennung noch weiter verbessern kann.

[0014] Weiters ist es vorteilhaft, wenn der Innendurchmesser die folgende Forderung erfüllt: $d_n \geq 1,1 \cdot d$, also mindestens 10% größer als den Durchmesser d , das ist der Durchmesser des Öffnungsquerschnitts. Aufgrund der zumindest einen Nut mit dem Innendurchmesser d_n , die als Turbulenzeindrehung bezeichnet werden kann, kann die oberhalb des Kolbenbodenrandes vorherrschende Squish-Strömung aufgebrochen und ein turbulenter Strömungsanteil begründet werden. Durch den turbulenten Strömungsanteil wird die Verbrennung wahrscheinlich optimiert. Die Squish-Strömung kann durch die Nut oder die Nuten auf dem Kolbenbodenrand in eine Richtung rechtwinklig zur Squish-Strömung gebrochen und in Turbulenz umgewandelt werden.

[0015] Zudem ist es günstig, wenn die mindestens eine Turbulenz-Nut beispielsweise in der Nähe der Kolbenbodenmulde, in der Mitte des Kolbenbodenrandes und/oder am äußeren Durchmesser im Bereich des Kolbenmantels bzw. der Zylinderwand positioniert ist. Letzteres kann zusätzlich zu einer Absenkung des Feuersteg-Schadraumvolumens führen. In diesem Fall kann ein Außendurchmesser der Nut dem Durchmesser D des Kolbens entsprechen.

[0016] Es wäre es auch von Vorteil, die Nut an die Innenseite des Kolbenbodenrandes zur Kolbenmuldenwand hin zu verlagern, sodass der Innendurchmesser d_n so groß wäre wie der Durchmesser d des Öffnungsquerschnitts der Kolbenmulde. Der damit erreichbare Effekt käme aber einer vergrößerten Kolbenmulde gleich und wäre vielleicht zu vernachlässigen.

[0017] Weiters ist es günstig, wenn die Nut im Übergangsbereich zum Kolbenbodenrand einen Radius R_1 , R_2 aufweist, wobei sowohl der innere Radius R_1 als auch der äußere Radius R_2 zwischen 1 mm und 5 mm, vorzugsweise 2 mm bis 3 mm groß sein können. Die Radien dürfen nicht zu klein werden, damit die Kanten nicht zu heiß werden. Die Radien dürfen auch nicht zu groß werden, da die Unstetigkeit der Geometrie und damit der erreichbare Turbulenzeintrag vermindert werden. Die vorstehend beschriebene Maßnahme kann die Turbulenz im Brennraum erhöhen. Die erhöhte Turbulenz kann zu einer beschleunigten Verbrennung und zu einem schnelleren und besseren Ausbrand im Zylinder führen. Dadurch könnten sich der Wirkungsgrad und der Klopfabstand des Motors erhöhen. In diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung kann der Durchmesser D des Kolbenbodens dem Kolbendurchmesser entsprechen. Der Durchmesser d des Öffnungsquerschnitts der Kolbenbodenmulde zuzüglich der zweifachen Breite b des Kolbenbodenrandes kann den Kolbendurchmesser ergeben. Das Verhältnis d/D von dem Durchmesser d des Öffnungsquerschnitts bzw. dem Muldendurchmesser zu dem Durchmesser D des Kolbenbodens bzw. dem Kolbendurchmesser beträgt zwischen 0,4 und 0,6. Das Verhältnis t/D von der Tiefe t der Kolbenbodenmulde zu dem Durchmesser D des Kolbenbodens bzw. dem Kolbendurchmesser kann zwischen 0,15 und 0,35 betragen.

[0018] Vorzugsweise weist die Nut mit Bezug zur Mittelachse M eine radiale Ausdehnung r auf und ist $1 \text{ mm} \leq r \leq 0,5 b$. Der Turbulenzeffekt kann abhängig von der radialen Ausdehnung r der Nut sein. Für die radiale Ausdehnung r ist ein Mindestmaß von ca. 1 mm bis 2 mm anzunehmen, damit der erreichbare Turbulenzeintrag effektiv ist. Je kleiner die radiale Ausdehnung r ist, desto mehr Nuten können auf dem Kolbenbodenrand vorgesehen werden.

[0019] Zudem kann es gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung vorteilhaft sein, wenn die Nut mit Bezug zur axialen Richtung der Mittelachse M eine Höhe h aufweist, mit $1 \text{ mm} \leq h \leq 0,2 t$. Für die Höhe h der Nut gilt Entsprechendes. Die Höhe h der Nut sollte ein Mindestmaß von ca. 1 mm bis 2 mm nicht unterschreiten, damit die erreichbare Turbulenzwirkung effektiv ist.

[0020] Vorzugsweise sind über die Breite b des Kolbenbodenrandes verteilt zwei, drei, vier oder mehr Nuten vorgesehen. Mit der Ausbildung mehrerer Nuten kann der Turbulenzeintrag verstärkt werden. Welche Kombination der Parameter radiale Ausdehnung r, Höhe h und Anzahl den größten Turbulenzeintrag gewährleistet, kann abhängig von den jeweiligen Brennraumverhältnissen sein.

[0021] Außerdem kann es vorteilhaft sein, wenn sich die Nut über den gesamten Umfang U erstreckt. Symmetrische Bauraumverhältnisse können mitunter vorteilhaft sein, wobei auch Abweichungen hiervon vorgesehen sein können. Die Erstreckung der Nut in Umfangsrichtung U kann den jeweils vorliegenden Strömungsverhältnisse angepasst sein. Die Nut kann aber anstatt über den gesamten Umfang U auch nur in Form von Teilsegmenten über einen Teil des Umfangs U vorgesehen sein, letzteres insbesondere im Bereich der Einlassventile.

[0022] Weiters ist es günstig, wenn mindestens zwei Nuten vorgesehen sind, wobei die Nuten die gleiche oder verschiedene Grundformen G, G' aufweisen. Eine Kombination verschiedener Nutgeometrien gewährleistet eine optimale Anpassung an die gegebenen Bauraum- und Strömungsverhältnisse.

[0023] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn die Nut eine Symmetrieachse S aufweist, die koaxial oder exzentrisch zur Mittelachse M angeordnet ist. Symmetrische Bauraumverhältnisse sind mitunter vorteilhaft, wobei auch Abweichungen hiervon vorgesehen sein können, wie z.B. im Fall einer ovalen Kolbenmulde mit exzentrisch zur Mittelachse M angeordneten Symmetrieachsen S, S'. Mit einer exzentrischen Anordnung können für die Bereiche der Ein- und der Auslassventile verschiedene Strömungsverhältnisse gewährleistet werden.

[0024] Zudem kann es günstig sein, wenn die Nut eine Grundgeometrie G aufweist, wobei die Grundgeometrie G kreisförmig oder oval ausgebildet ist. Mit der Abweichung von der Kreisform können trotz der zur Mittelachse M symmetrischen Anordnung der Nut verschiedene Strömungsverhältnisse über den Umfang gewährleistet werden.

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen noch weiter erläutert. In den Figuren zeigen

[0026] Fig 1 eine perspektivische, aufgebrochene Ansicht eines Kolbens;

[0027] Fig 2a-2b verschiedene Grundformen einer Nut;

[0028] Fig 3 eine Schnittdarstellung des Kolbens mit Mulde;

[0029] Fig 4 schematisch einen Motor mit mehreren Kolben.

[0030] Der in Fig. 1 dargestellte Kolben 1 hat einen Kolbenmantel 1.1 mit einer Mittelachse M und einem Durchmesser D sowie einen den Kolbenmantel 1.1 nach oben begrenzenden Kolbenboden 2 mit entsprechend gleichem Durchmesser D. Der Kolbenboden 2 selbst ist gebildet aus einem Kolbenbodenrand 2.1 der Breite b und einer koaxial zu einer Mittelachse M des Kolbens 1 angeordneten Kolbenbodenmulde 2.2. Die Kolbenbodenmulde 2.2 weist einen Öffnungsquerschnitt auf, der ungefähr einem maximalen Innendurchmesser d_n entspricht, weil die Kolbenbodenmulde 2.2 fast zylindrisch ausgebildet ist. Die Kolbenmulde 2.2 weist eine Tiefe T auf und ist nach unten begrenzt durch einen Kolbenmuldenboden 5 und eine an den Kolbenmuldenboden 5 anschließende Kolbenmuldenwand 4.

[0031] Innerhalb des Kolbenbodenrandes 2.1 ist eine umlaufende Nut 3 mit einem Radius R von etwa 2 mm vorgesehen. Die Nut 3 weist einen Innendurchmesser d_n auf, der etwa 15 % größer ist als der Durchmesser d des Öffnungsquerschnitts der Kolbenmulde 2.2. Die Nut 3 weist im Übergangsbereich zum Kolbenbodenrand 2.1 einen Radius R1, R2 auf, wobei der innere Radius R1 etwa 2,5 mm groß ist und der äußere Radius R2 etwa 2 mm groß ist.

[0032] Gemäß Fig. 2a sind zwei Nuten 3, 3' vorgesehen. Jede Nut 3, 3' weist eine kreisförmige Grundform G, G' auf und ist, wie auch in Fig. 1 dargestellt, mit Bezug zu einer Symmetrieachse S der Nut 3, 3' koaxial zur Mittelachse M angeordnet.

[0033] Gemäß Fig. 2b weist die Nut 3 eine ovale Grundform G auf und sie ist symmetrisch zur Mittelachse M angeordnet. Dabei sind die beiden Symmetrieachsen S, S' der Nut 3 exzentrisch zur Mittelachse M angeordnet.

[0034] Gemäß Fig. 3, linke Teilhälfte, weist die Nut 3 eine Höhe h von etwa 12 % der Tiefe t der Kolbenmulde 2.2 auf. Ferner weist die Nut 3 eine radiale Ausdehnung r von etwa 20 % der Breite b des Kolbenbodenrandes 2.1 auf.

[0035] Gemäß Fig. 3, rechte Bildhälfte, sind zwei Nuten 3, 3' innerhalb des Kolbenbodenrandes 2.1 vorgesehen. Beide Nuten sind im Bezug zu einer Symmetrieachse S der jeweiligen Nut 3, 3' koaxial zur Mittelachse M angeordnet.

[0036] Innerhalb des Kolbens 1 kann zudem ein Kühlkanal (nicht dargestellt) vorgesehen sein, der ebenfalls koaxial zur Mittelachse M angeordnet ist.

[0037] Nach Fig. 4 weist ein Motor 6 sechs Kolben 1, 1' der vorgehend beschriebenen Art auf.

Patentansprüche

1. Kolben (1) einer Brennkraftmaschine mit einem eine Mittelachse M aufweisenden Kolbenmantel (1.1) und einem den Kolbenmantel (1.1) nach oben begrenzenden Kolbenboden (2) mit einem Durchmesser D, wobei der Kolbenboden (2) gebildet ist aus einem Kolbenbodenrand (2.1) einer Breite b und einer Kolbenbodenmulde (2.2) mit einer Tiefe t, wobei die Kolbenbodenmulde (2.2) eine Kolbenmuldenwand (4) mit einem Öffnungsquerschnitt mit einem Durchmesser d aufweist, wobei innerhalb des Kolbenbodenrandes (2.1) mindestens eine in Umfangsrichtung U zur Mittelachse M verlaufende Nut (3) mit einem Innendurchmesser d_n vorgesehen ist, wobei der Innendurchmesser d_n größer ist als der Durchmesser d des Öffnungsquerschnitts der Kolbenbodenmulde (2.2), wobei die Nut (3) eine Symmetrieachse S aufweist, die exzentrisch zur Mittelachse M angeordnet ist, und/oder eine Grundgeometrie G aufweist, die oval ausgebildet ist.
2. Kolben (1) nach Anspruch 1, wobei die Nut (3) mit Bezug zur Mittelachse M eine radiale Ausdehnung r aufweist und $1\text{ mm} \leq r \leq 0,5 b$ ist.
3. Kolben (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Nut (3) mit Bezug zur axialen Richtung der Mittelachse M eine Höhe h aufweist, mit $1\text{ mm} \leq h \leq 0,2 t$.
4. Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei über die Breite b des Kolbenbodenrandes (2.1) verteilt zwei, drei, vier oder mehr Nuten (3,3') vorgesehen sind.
5. Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die Nut (3) über den gesamten Umfang U erstreckt.
6. Kolben (1) nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei Nuten (3, 3') vorgesehen sind, wobei die Nuten die gleiche oder verschiedene Grundformen (G, G') aufweisen.
7. Diesel-Motor (6) oder Otto-Motor (6) oder Otto-Gasmotor (6) mit einem darin geführten Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

1/1

Fig. 1

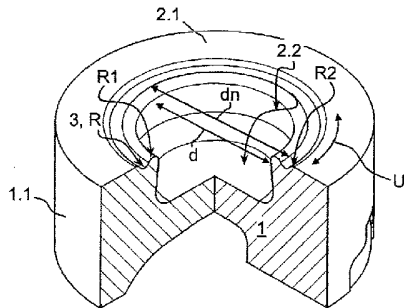


Fig. 2a

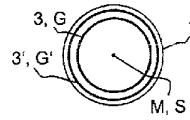


Fig. 2b

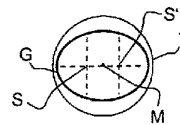


Fig. 3

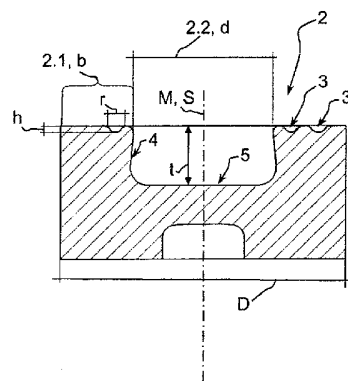


Fig. 4

