

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 9148/2013 (51) Int. Cl.: **F02B 23/08** (2006.01)
(86) PCT-Anmeldenummer: PCT/EP13001088
(22) Anmeldetag: 12.04.2013
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2015

(30) Priorität:
13.04.2012 DE 102012103193.2 beansprucht.

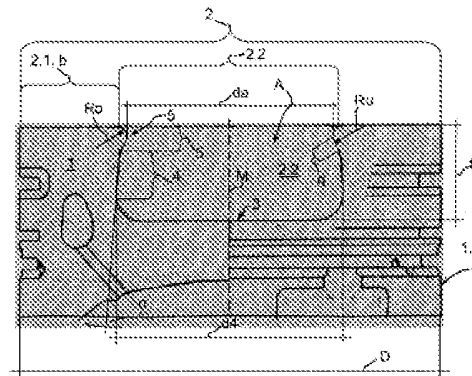
(71) Patentanmelder:
CATERPILLAR ENERGY SOLUTIONS GMBH
68167 Mannheim (DE)

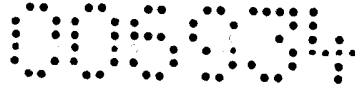
(74) Vertreter:
SONN & PARTNER PATENTANWÄLTE
WIEN

(54) **Kolben einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Kolben (1) einer Brennkraftmaschine und eine Verwendung desselben für einen Otto- Motor mit externer Gemischbildung. Ein Kolbenmantel (1.1) kann eine Mittelachse M aufweisend und einen den Kolbenmantel (1.1) nach oben begrenzenden Kolbenboden (2) mit einem Durchmesser D. Der Kolbenboden (2) kann aus einem Kolbenbodenrand (2.1) der Breite b und einer Kolbenmulde (2.2) mit einer Tiefe t gebildet sein. Die Kolbenmulde (2.2) kann als Topfmulde ausgebildet sein und hat einen Kolbenmuldenboden (3) sowie eine daran angrenzende Kolbenmuldenwand (4) mit einem maximalen Durchmesser d4. Die Kolbenmulde (2.2) kann einen symmetrisch zur Mittelachse M ausgerichteten Öffnungsquerschnitt A mit einem minimalen Durchmesser da aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser d4. Durch den verkleinerten Durchmesser da kann eine als Nase ausgebildete Stromungsabriss-Kante (5) im Bereich des Öffnungsquerschnitts A gebildet sein. Die Nase (5) kann in radialer Richtung über die Kolbenmuldenwand (4) nach innen vorstehen.

Fig. 1





Zusammenfassung:

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kolben (1) einer Brennkraftmaschine und eine Verwendung desselben für einen Otto-Motor mit externer Gemischbildung. Ein Kolbenmantel (1.1) kann eine Mittelachse M aufweisend und einen den Kolbenmantel (1.1) nach oben begrenzenden Kolbenboden (2) mit einem Durchmesser D. Der Kolbenboden (2) kann aus einem Kolbenbodenrand (2.1) der Breite b und einer Kolbenmulde (2.2) mit einer Tiefe t gebildet sein. Die Kolbenmulde (2.2) kann als Topfmulde ausgebildet sein und hat einen Kolbenmuldenboden (3) sowie eine daran angrenzende Kolbenmuldenwand (4) mit einem maximalen Durchmesser d_4 . Die Kolbenmulde (2.2) kann einen symmetrisch zur Mittelachse M ausgerichteten Öffnungsquerschnitt A mit einem minimalen Durchmesser d_a aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser d_4 . Durch den verkleinerten Durchmesser d_a kann eine als Nase ausgebildete Stromungsabriss-Kante (5) im Bereich des Öffnungsquerschnitts A gebildet sein. Die Nase (5) kann in radialer Richtung über die Kolbenmuldenwand (4) nach innen vorstehen.

(Fig. 1)

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kolben einer Brennkraftmaschine mit einem eine Mittelachse M aufweisenden Kolbenmantel und einem den Kolbenmantel nach oben begrenzenden Kolbenboden mit einem Durchmesser D, wobei der Kolbenboden gebildet ist aus einem Kolbenbodenrand der Breite b und einer Kolbenmulde mit einer Tiefe t, wobei die Kolbenmulde als Topfmulde ausgebildet ist und einen Kolbenmuldenboden sowie eine daran angrenzende Kolbenmuldenwand mit einem Durchmesser d_4 aufweist und die Kolbenmulde einen symmetrisch zur Mittelachse M ausgerichteten Öffnungsquerschnitt A mit einem Durchmesser d_a aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser d_4 und durch den verkleinerten Durchmesser d_a eine als Nase ausgebildete Strömungsabriss-Kante im Bereich des Öffnungsquerschnitts A gebildet ist, wobei die Nase in radialer Richtung über die Kolbenmuldenwand nach innen vorsteht.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Verwendung eines Kolbens mit einer Mittelachse M und einem Kolbenboden, der gebildet ist aus einem Kolbenbodenrand und einer Kolbenmulde, wobei die Kolbenmulde als Topfmulde ausgebildet ist und eine an einen Kolbenmuldenboden angrenzende Kolbenmuldenwand mit einem maximalen Durchmesser d_4 aufweist.

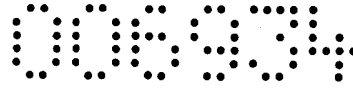
Hintergrund

Aus der DE 33 02 427 C2 ist ein Kolben für einen Dieselmotor mit einer topfförmigen Kolbenmulde bekannt. Im Übergangsbereich zwischen dem Öffnungsquerschnitt und der weiteren Kolbenmuldenwand ist eine scharfe Kante vorgesehen.

Eine ähnliche Ausbildung ist aus der DE 31 15 933 A1 auch für Dieselmotoren bekannt, wobei der die Kante aufweisende Bundsteg ein Verwirbeln innerhalb der Kolbenmulde hervorruft, das dem an der Wand aufsteigenden Kraftstoff entgegenwirkt.

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

A) Kolben mit dachförmigem Kolbenboden. Der Kolbenboden ist für Brennverfahren mit gasgespülter Vorkammer so gestaltet, dass die Fackelstrahlen möglichst spät auf die Brennraumwände treffen.



B) Kolben mit wannenförmigem Kolbenboden. Der Kolbenboden ist so gestaltet, dass eine einlassseitig generierte Tumbleströmung erhalten bleibt.

C) Kolben mit Omega-Kolbenmulde. Der Kolbenboden ist für den Dieselmotor für optimale Direkteinspritzung ausgelegt und wird unverändert auch beim Gas-Ottomotor eingesetzt. Letzteres aus Kostengründen und der Einfachheit halber, jedoch ungeachtet eines wohlmöglich schlechteren Verbrennungsverlaufs.

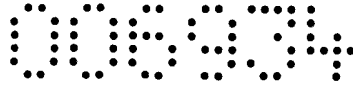
D) Kolben mit Topf-Kolbenmulde und geraden Kolbenmuldenwänden. Der Kolbenboden ist so gestaltet, dass zwischen Kolbenrand und Zylinderkopf eine Quetschströmung (Squish-Strömung) in radialer Richtung entsteht. Außerdem wird die Drallströmung in der zylindrischen Topf-Kolbenmulde verstärkt.

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

Ergänzend zu der Quetsch-Strömung führt die Topf-Kolbenmulde 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-Kolbenmulde verdrängt wird.

Damit eine starke Quetsch-Strömung erzeugt werden kann, sollte der Öffnungsquerschnitt A der Kolbenbodenmulde möglichst gering sein. Diese Forderung führt jedoch zu tiefen Mulden, die aus Festigkeits- und Platzgründen nur schwer realisiert werden können.

Ein Kolbenboden kann derart ausgebildet werden, dass eine Quetsch-Strömung zu einem möglichst hohen Anteil in Turbulenz umgewandelt wird. Bei Gasmotoren mit externer Gemischbildung waren die Einflussfaktoren hierzu aber nicht bekannt. Die im Stand der Technik bekannten Kanten am Rand der Kolbenmulde stehen aber zu weit hervor. Daher werden sie relativ heiß, was insbesondere bei Gasmotoren zu Frühzündungen führen kann. Ein kontinuierlicher Pfad von der Fläche der Strömungsabriss-Kante kann dadurch



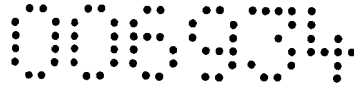
vorgesehen werden, was eine adäquate Kühlung hievon sicherstellt.

Die vorliegende Offenbarung ist zumindest teilweise darauf gerichtet, einen oder mehrere Aspekte der früheren Systeme zu verbessern und zu überwinden.

Zusammenfassung der Offenbarung

In einem Aspekt ist die vorliegende Offenbarung auf einen Kolben einer Brennkraftmaschine gerichtet. Der Kolben kann einen Kolbenmantel mit einer Mittelachse M und einem Kolben oben mit einem Durchmesser D aufweisen, der den Kolbenmantel an der Oberseite begrenzt. Der Kolbenboden kann von einem Kolbenbodenrand mit einer Breite b und einer Kolbenmulde mit einer Tiefe t gebildet sein. Die Kolbenmulde kann als Topfmulde ausgebildet sein und einen Kolbenmuldenboden sowie eine Kolbenmuldenwand mit einem Durchmesser d_4 , der daran anschließt, aufweisen. Die Kolbenmulde 2.2 kann einen Öffnungsquerschnitt A aufweisen, der symmetrisch relativ zur Mittelachse M ausgerichtet ist und einen Durchmesser d_A hat, der kleiner als der Durchmesser d_4 sein kann. Zur Folge des reduzierten Durchmessers d_A kann eine Strömungsabriss-Kante, die als Nase ausgebildet ist, im Bereich des Öffnungsquerschnitts A gebildet sein. Die Nase kann einwärts radial über die Kolbenmuldenwand 4 vorstehen. Ein Übergang zwischen dem Kolbenbodenrand und der Strömungsabriss-Kante 5 kann durch einen Radius R_0 gebildet sein, und die Strömungsabriss-Kante kann innen eine Grenzzone g zwischen der Nase und der Kolbenmuldenwand mit einem Radius R_u haben. Ein tangentialer Übergang kann zwischen dem Radius R_0 und dem Radius R_u vorgesehen sein.

Gemäß einem anderen Aspekt ist die vorliegende Offenbarung auf eine Verwendung eines Kolbens für einen Otto-Motor gerichtet, welcher beispielsweise eine externe Gemischbildung aufweist. Der verwendete Kolben kann einen Kolbenmantel mit einer Mittelachse M und einem Kolbenboden mit einem Durchmesser D aufweisen, der den Kolbenmantel nach oben begrenzt. Der Kolbenboden kann von einem Kolbenbodenrand mit der Breite b gebildet sein. Die Kolbenmulde kann als Topfmulde ausgebildete sein, und sie kann einen Kolbenmuldenboden sowie eine Kolbenmuldenwand mit einem Durchmesser d_4 , der daran anschließt, aufweisen. Die Kolbenmulde



kann einen Öffnungsquerschnitt A haben, der symmetrisch relativ zur Mittelachse M ausgerichtet ist, und einen Durchmesser d_A , welcher kleiner als der Durchmesser d_4 ist. Und zur Folge des reduzierten Durchmessers d_A kann eine Strömungsabriss-Kante, die als Nase ausgebildet ist, im Bereich des Öffnungsquerschnitts A gebildet sein. Die Nase kann einwärts radial über die Kolbenmuldenwand vorstehen.

Andere Merkmale und Aspekte dieser Offenbarung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 eine Teilschnittdarstellung des Kolbens mit Kolbenmulde;

Figur 2 eine Schnittdarstellung einer alternativen Ausführungsform;

Figur 3 eine Prinzipskizze eines Motorblocks.

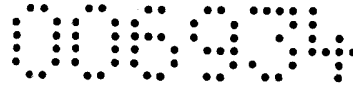
Detaillierte Beschreibung

Ein in Fig. 1 dargestellter Kolben 1 weist einen Kolbenmantel 1.1 und einen den Kolbenmantel 1.1 nach oben begrenzenden Kolbenboden 2 mit einem Kolbendurchmesser D auf, wobei der Kolbenboden 2 gebildet ist aus einem Kolbenbodenrand 2.1 und einer an den Kolbenbodenrand 2.1 nach innen anschließenden Kolbenmulde 2.2. Sowohl die Kolbenmulde 2.2 als auch der Kolbenbodenrand 2.1 sind coaxial zu einer Mittelachse M des Kolbens 1 ausgerichtet.

Die Kolbenmulde 2.2 weist eine Tiefe t und einen Öffnungsquerschnitt A mit einem Durchmesser d_A auf. Die Kolbenmulde 2.2 bzw. eine Kolbenmuldenwand 4 weist einen etwas vergrößerten Durchmesser d_4 auf, sodass, ausgehend vom Öffnungsquerschnitt A, eine umlaufende Strömungsabriss-Kante 5 gebildet ist.

Die Kolbenmulde 2.2 ist somit gebildet aus der Strömungsabriss-Kante 5, der an die Strömungsabriss-Kante 5 angrenzenden Kolbenmuldenwand 4 sowie dem an die Kolbenmuldenwand 4 angrenzenden Kolbenmuldenboden 3.

Die Strömungsabriss-Kante 5 weist im Übergangsbereich zum Kolbenbodenrand 2.1 einen oberen Radius R_0 von 3 mm auf. Nach unten



hin, innerhalb einer Grenzzone g zwischen der Strömungsabriss-Kante 5 und der Kolbenmuldenwand 4 wird die Strömungsabriss-Kante 5 begrenzt durch einen unteren Radius R_u von etwa 10 mm.

Die Kolbenmuldenwand 4 ist mit Bezug zur Mittelachse M um einen Winkel α von etwa 5 Grad geneigt. Die Kolbenmuldenwand 4 bzw. deren Durchmesser d_4 nimmt, ausgehend vom Öffnungsquerschnitt A , nach unten hin stetig zu und besitzt am unteren Ende des genannten Durchmesser d_4 .

Das Verhältnis von R_o zu D beträgt etwa 0,02. Das Verhältnis von R_u zu D beträgt etwa 0,1. Das Verhältnis von d_a zu d_4 beträgt etwa 0,9.

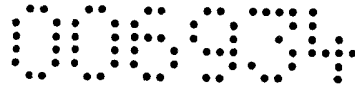
Gemäß dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 ist die Anstellung der Kolbenmuldenwand 4 positiv, d.h. die Kolbenmuldenwand 4 bzw. deren Durchmesser d_4 verjüngt sich, ausgehend vom Öffnungsquerschnitt A . Der Winkel α zwischen der Kolbenmuldenwand 4 und der Mittelachse M ist auch wesentlich größer und beträgt etwa 15 Grad.

Durch die Ausbildung der vorstehend beschriebenen Strömungsabriss-Kante 5 ist eine Breite b des Kolbenrandes 2.1 etwas größer ausgebildet als im Falle des Nichtvorliegens einer solchen Strömungsabriss-Kante 5. Dies wiederum begründet eine etwas erhöhte Quetschströmung zwischen dem Bereich oberhalb des Kolbenbodenrandes 2.1 und der Kolbenmulde 2.2 bei der Auf- und Abbewegung des Kolbens 1 im Zylinder. Die Quetschströmung wird gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 durch Ventiltaschen 2.3, 2.3' im Kolbenbodenrand 2.1 leicht beeinflusst.

Fig. 3 zeigt im Prinzip einen Motorblock 6 mit mehreren darin enthaltenen Kolben 1, 1' gemäß einer der Ausführungsformen nach Fig. 1 und 2.

Gewerbliche Anwendbarkeit

Ein Kolben gemäß der vorliegenden Offenbarung kann mit einem spezifisch ausgebildeten Kolbenboden für einen Motor versehen sein, sodass eine verbesserte Verbrennung erreicht werden kann. Insbesondere im Fall eines Otto-Motors oder eines Otto-Gasmotors kann eine Frühzeitige Zündung zur Folge einer zu heißen Strömungsabriss-Kante und demgemäß ein Klopfen des Motors verhindert werden.

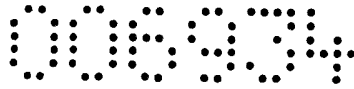


An der Abrisskante des vorliegenden Kolbens ergibt sich ein definierter Strömungsabriss, was die Verwirbelung in der Drehkammer erhöhen kann. Die erhöhte Turbulenz führt zu einer beschleunigten Verbrennung und zu einem schnelleren und besseren Ausbrand in der Kolbenmulde. Dadurch erhöhen sich der Wirkungsgrad und der Klopfabstand des Motors. Zudem geht mit der Ausbildung der Abrisskante ein vergrößerter Durchmesser d_m der Kolbenmulde bei gleichbleibender Breite b des Kolbenbodenrandes einher, sodass bei konstantem Volumen der Kolbenmulde die Tiefe t der Kolbenmulde reduziert werden kann. Der Durchmesser D des Kolbenbodens entspricht dabei dem Kolbendurchmesser. Der Kolbendurchmesser kann auch dem Durchmesser d_a des Öffnungsquerschnitts A der Kolbenmulde zuzüglich der zweifachen Breite b des Kolbenbodenrandes entsprechen.

Das Verhältnis von dem Durchmesser d_a des Öffnungsquerschnitts A zu dem Durchmesser D des Kolbenbodens bzw. des Kolbendurchmessers erfüllt gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung folgende Bedingung: $d/D = 0,4 - 0,6$.

Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung erfüllt das Verhältnis von der Tiefe t der Kolbenmulde zu dem Durchmesser D des Kolbenbodens bzw. des Kolbendurchmessers folgende Bedingung: $t/D = 0,15 - 0,35$.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung kann die Kolbenmulde einen symmetrisch oder koaxial zur Mittelachse M ausgerichteten Öffnungsquerschnitt A mit einem Durchmesser d_a aufweisen, der kleiner ist als der Durchmesser d_4 und wofür durch den verkleinerten Durchmesser d_a eine als Nase ausgebildete Strömungsabriss-Kante im Bereich des Öffnungsquerschnitts A gebildet ist, wobei die Nase in radialer Richtung über die Kolbenmuldenwand nach innen vorsteht für einen Otto-Motor mit externer Gemischbildung. Nach dem Stand der Technik war die Strömungsabriss-Kante vorgesehen, um das Mischen des eingespritzten Diesels mit der Verbrennungsluft zu verbessern. Im Falle eines Gasmotors mit externer Gemischbildung ist dieses Mischen von Kraftstoff und Verbrennungsluft nicht mehr notwendig. Eine Strömungsabriss-Kante, wie sie im Stand der Technik für Dieselmotoren beschrieben wird, ist also für einen Gasmotor mit externer Gemischbildung nicht notwendig.



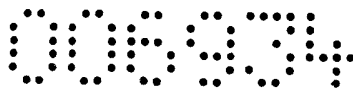
Bei der Verwendung eines solchen Kolbens für einen Gasmotor mit externer Gemischbildung kann es ebenfalls vorteilhaft sein, wenn ein Übergang zwischen dem Kolbenbodenrand und der Strömungsabriss-Kante durch einen Radius R_o gebildet ist und die Strömungsabriss-Kante innerhalb einer Grenzzone g zwischen der Nase und der Kolbenmuldenwand einen Radius R_u aufweist, wobei zwischen dem Radius R_o und dem Radius R_u ein tangentialer Übergang vorgesehen ist.

Vorteilhaft kann es beim Motor, wie auch bei der Verwendung sein, wenn die Kolbenmuldenwand mit der Mittelachse M einen Winkel α einschließt, wobei der Winkel α über mindestens 50 % der Tiefe t der Kolbenmulde

- a) für eine sich zum Kolbenmuldenboden hin aufweitende Kolbenmulde nicht größer als 4° bis 7° ist oder
- b) für eine sich zum Kolbenmuldenboden (3) hin verjüngende Kolbenmulde nicht kleiner als 13° bis 17° ist. Die Kolbenmulde ist topfähnlich, d.h. mit einer relativ steilen Kolbenmuldenwand ausgestaltet, sodass zwar die gewünschten Turbulenzen erreicht werden. Einer Tumbleströmung, wie sie durch flache Kolbenmulden begünstigt wird, soll aber gerade entgegengewirkt werden. Zudem ist auch keine flachere Anstellung der Kolbenmuldenwand aufgrund von einer Kraftstoffstrahleinspritzrichtung notwendig, weil der Kolben für einen Otto-Motor mit externer Gemischbildung ausgestaltet ist.

Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn das Verhältnis von dem Radius R_u zu dem Durchmesser D folgende Bedingung erfüllt: $W_1 \leq R_u/D \leq W_2$, mit $0,04 \leq W_1 \leq 0,06$ oder $W_1 = 0,05$ und $0,19 \leq W_2 \leq 0,21$ oder $W_2 = 0,2$. Der Radius R_u sollte nicht zu groß sein, damit ein definierter Strömungsabriss entsteht. Der Radius R_u sollte auch nicht zu klein sein, damit die Strömungsabriss-Kante nicht zu heiß wird.

Vorteilhaft kann es auch sein, wenn im Bereich der Kolbenmuldenwand zwischen 3 mm bis 10 mm bzw. zwischen $0,02 D$ und $0,05 D$ unterhalb des Radius d_4 der Durchmesser d_4 um ein Maß M_1 größer ist als der Durchmesser d_a , mit $2 \text{ mm} \leq M_1 \leq 6 \text{ mm}$ bzw. $0,01 D \leq M_1 \leq 0,05 D$. Dies gewährleistet wiederum einen ausreichend großen Gradienten für die Strömungsablenkung zwecks Einbringung eines ausreichenden Maßes an Turbulenz.

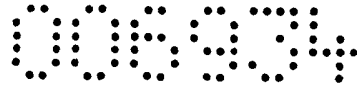


Von Bedeutung kann für die vorliegende Erfindung auch sein, wenn das Verhältnis von dem Radius R_0 zu dem Durchmesser D folgende Bedingung erfüllt: $W_3 \leq R_0/D \leq W_4$, mit $0,005 \leq W_3 \leq 0,015$ oder $W_3 = 0,01$ und $0,02 \leq W_4 \leq 0,04$ oder $W_4 = 0,03$. Der Radius R_0 sollte die zwischen der Kolbenmulde und dem Kolbenbodenrand wechselnde Quetsch-Strömung ausreichend unterstützen. Der Radius R_0 sollte nicht zu groß sein, damit ein definierter Strömungsabriss entsteht. Der Radius R_0 sollte auch nicht zu klein sein, damit die Strömungsabriss-Kante nicht zu heiß wird.

Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Ausbildung und Anordnung kann es von Vorteil sein, wenn das Verhältnis von dem Durchmesser d_a zu dem Durchmesser d_4 folgende Bedingung erfüllt: $W_5 \leq d_a/d_4 \leq W_6$, mit $0,7 \leq W_5 \leq 0,9$ oder $W_5 = 0,8$ und $0,9 \leq W_6 \leq 1,0$ oder $W_6 = 0,98$.

Die Verjüngung der Öffnung der Kolbenmulde sollte ausreichend groß sein, damit ein ausreichend großer Gradient für die Strömungsablenkung gewährleistet ist.

Gelöst wird die Aufgabe auch durch einen Motorblock eines Otto-Motors mit interner oder externer Gemischbildung mit einem darin geführten Kolben, wie vorstehend beschrieben. Das Klopfen des Otto-Motors wird durch die Vermeidung einer zu heißen Strömungsabriss-Kante verhindert.



Patentansprüche

1. Kolben (1) einer Brennkraftmaschine mit einer 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) der Breite b und einer Kolbenmulde (2.2) mit einer Tiefe t, wobei die Kolbenmulde (2.2) als Topfmulde ausgebildet ist und einen Kolbenmuldenboden (3) sowie eine daran angrenzende Kolbenmuldenwand (4) mit einem Durchmesser d_4 aufweist; die Kolbenmulde (2.2) einen symmetrisch zur Mittelachse M ausgerichteten Öffnungsquerschnitt A mit einem Durchmesser d_a aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser d_4 ; durch den verkleinerten Durchmesser d_a eine als Nase ausgebildete Strömungsabriss-Kante (5) im Bereich des Öffnungsquerschnitts A gebildet ist, wobei die Nase (5) in radialer Richtung über die Kolbenmuldenwand (4) nach innen hervorsteht, und wobei ein Übergang zwischen dem Kolbenbodenrand (2.1) und der Strömungsabriss-Kante (5) durch einen Radius R_o gebildet ist und die Strömungsabriss-Kante (5) innerhalb einer Grenzzone g zwischen der Nase (5) und der Kolbenmuldenwand (4) ein Radius R_u aufweist, wobei zwischen dem Radius R_o und dem Radius R_u ein tangentialer Übergang vorgesehen ist.

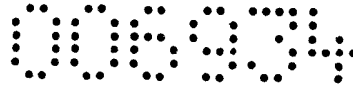
2. Kolben (1) nach Anspruch 1, wobei die Kolbenmuldenwand (4) mit der Mittelachse M einen Winkel α einschließt, wobei der Winkel α über mindestens 50 % der Tiefe t der Kolbenmulde (2.2)

a) für eine sich zum Kolbenmuldenboden (3) hin aufweitende Kolbenmulde (2.2) nicht größer als 4° bis 7° ist oder

b) für eine sich zum Kolbenmuldenboden (3) hin verjüngende Kolbenmulde (2.2) nicht kleiner als 13° bis 17° ist.

3. Kolben (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Verhältnis von dem Radius R_u zu dem Durchmesser D folgende Bedingung erfüllt:
 $W_1 \leq R_u/D \leq W_2$, mit $0,04 \leq W_1 \leq 0,06$ oder $W_1 = 0,05$ und $0,19 \leq W_2 \leq 0,21$ oder $W_2 = 0,2$.

4. Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im



Bereich der Kolbenmuldenwand (4) zwischen $0,02 D$ und $0,05 D$ unterhalb des Radius da der Durchmesser $d4$ um ein Maß $M1$ größer ist als der Durchmesser da , mit $0,01 D \leq M1 \leq 0,05 D$.

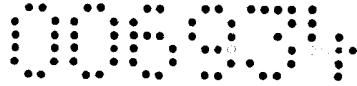
5. Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verhältnis von dem Radius R_0 zu dem Durchmesser D folgende Bedingung erfüllt: $W3 \leq R_0/D \leq W4$, mit $0,005 \leq W3 \leq 0,015$ oder $W3 = 0,01$ und $0,02 \leq W4 \leq 0,04$ oder $W4 = 0,03$.

6. Kolben (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Verhältnis von dem Durchmesser da zu dem Durchmesser $d4$ folgende Bedingung erfüllt:

$W5 \leq da/d4 \leq W6$, mit $0,7 \leq W5 \leq 0,9$ oder $W5 = 0,8$ und $0,9 \leq W6 \leq 1,0$ oder $W6 = 0,98$.

7. Otto-Motor (6) mit interner oder externer Gemischbildung mit einem darin geführten Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

8. Verwendung eines Kolbens (1) für einen Otto-Motor (6) mit externer Gemischbildung, wobei der Kolben einen eine Mittelachse M aufweisenden Kolbenmantel (1.1) und einen den Kolbenmantel (1.1) nach oben begrenzenden Kolbenboden (2) mit einem Durchmesser D hat, wobei der Kolbenboden (2) gebildet ist aus einem Kolbenbodenrand (2.1) der Breite b und einer Kolbenmulde (2.2) mit einer Tiefe t , wobei die Kolbenmulde (2.2) als Topfmulde ausgebildet ist und einen Kolbenmuldenboden (3) sowie eine daran angrenzende Kolbenmuldenwand (4) mit einem Durchmesser $d4$ aufweist, und die Kolbenmulde (2.2) einen symmetrisch zur Mittelachse M ausgerichteten Öffnungsquerschnitt A mit einem Durchmesser da aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser $d4$, und durch den verkleinerten Durchmesser da eine als Nase ausgebildete Strömungsabriss-Kante (5) im Bereich des Öffnungsquerschnitts A gebildet ist, wobei die Nase (5) in radialer Richtung über die Kolbenmuldenwand (4) nach innen vorsteht.



9. Verwendung nach Anspruch 8, wobei ein Übergang zwischen dem Kolbenbodenrand (2.1) und der Strömungsabriss-Kante (5) durch einen Radius R_0 gebildet ist und die Strömungsabriss-Kante (5) innerhalb einer Grenzzone g zwischen der Nase (5) und der Kolbenmuldenwand (4) einen Radius R_u aufweist, wobei zwischen dem Radius R_0 und dem Radius R_u ein tangentialer Übergang vorgesehen ist.

10. Verwendung nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Kolbenmuldenwand (4) mit der Mittelachse M einen Winkel α über mindestens 50% der Tiefe t der Kolbenmulde (2.2)

c) für eine sich zum Kolbenmuldenboden (3) hin aufweitende Kolbenmulde (2.2) nicht größer als 4° bis 7° ist oder

d) für eine sich zum Kolbenmuldenboden (3) hin verjüngende Kolbenmulde (2.2) nicht kleiner als 13° bis 17° ist.

11. Verwendung nach Anspruch 8, 9 oder 10, wobei das Verhältnis von dem Radius R_u zu dem Durchmesser D folgenden Bedingungen erfüllt:

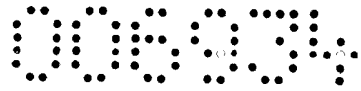
$W_1 \leq R_u/D \leq W_2$, mit $0,04 \leq W_1 \leq 0,06$ oder $W_1 = 0,05$ und $0,19 \leq W_2 \leq 0,21$ oder $W_2 = 0,2$.

12. Verwendung nach Anspruch 8, 9 oder 10, wobei das Verhältnis von dem Radius R_u zu dem Durchmesser D folgenden Bedingungen erfüllt:

$W_1 \leq R_u/D \leq W_2$, mit $0,04 \leq W_1 \leq 0,06$ oder $W_1 = 0,05$ und $0,19 \leq W_2 \leq 0,21$ oder $W_2 = 0,2$.

13. Verwendung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei im Bereich der Kolbenmuldenwand (4) zwischen $0,02 D$ und $0,05 D$ unterhalb des Radius d_a der Durchmesser d_4 um ein Maß M_1 größer ist als der Durchmesser d_a , mit $0,01 D \leq M_1 \leq 0,05 D$.

14. Verwendung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei das Verhältnis von dem Radius R_0 zu dem Durchmesser D folgende Bedingung erfüllt:



$W3 \leq R_o/D \leq W4$, mit $0,005 \leq W3 \leq 0,015$ oder $W3 = 0,01$ und $0,02 \leq W4 \leq 0,04$ oder $W4 = 0,03$.

15. Verwendung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, wobei das Verhältnis von dem Durchmesser d_a zu dem Durchmesser d_4 folgende Bedingung erfüllt:

$W5 \leq d_a/d_4 \leq W6$, mit $0,7 \leq W5 \leq 0,9$ oder $W5 = 0,8$ und $0,9 \leq W6 \leq 1,0$ oder $W6 = 0,98$.

Fig. 1

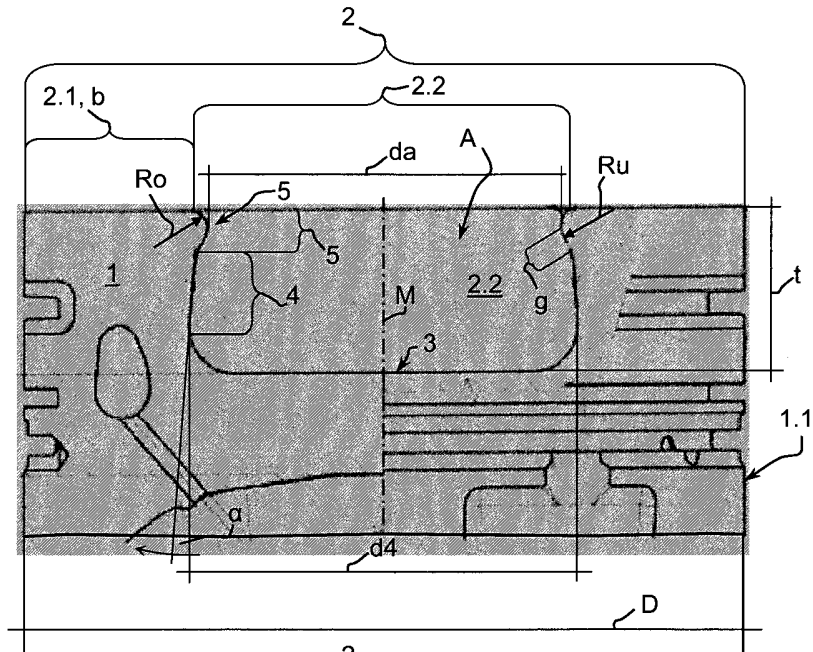


Fig. 2

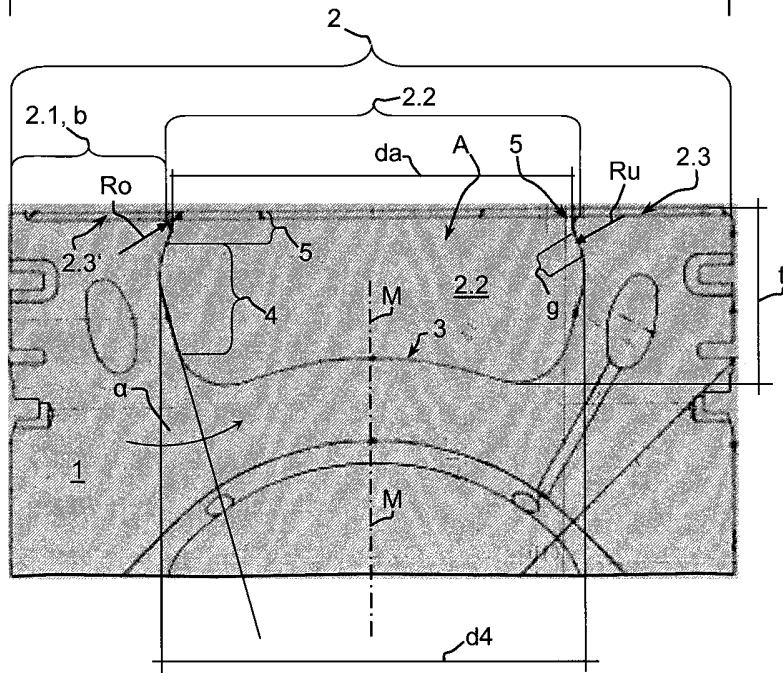


Fig. 3

