



(10) **DE 10 2012 103 206 B4** 2017.08.03

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 103 206.8**
(22) Anmeldetag: **13.04.2012**
(43) Offenlegungstag: **17.10.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **03.08.2017**

(51) Int Cl.: **F02F 3/26 (2006.01)**
F16J 1/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Caterpillar Energy Solutions GmbH, 68167
Mannheim, DE**

(74) Vertreter:
**Kramer Barske Schmidtchen Patentanwälte PartG
mbB, 80687 München, DE**

(72) Erfinder:
**Böwing, Robert, Dr., 67227 Frankenthal, DE;
Drehobl, Enrico, 68799 Reilingen, DE; Drexel,
Christian, 67245 Lamsheim, DE; Rapp, Manfred,
76698 Ubstadt-Weiher, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

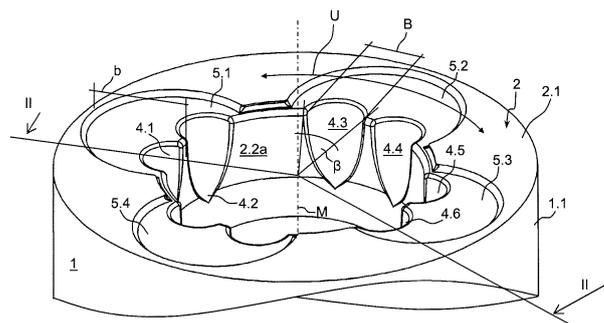
DE	29 45 490	A1
DE	102 61 185	A1
DE	10 2010 027 637	A1
DE	10 29 613	A
US	4 635 597	A
JP	S59- 158 317	A

(54) Bezeichnung: **Kolben einer Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Kolben (1) für eine 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 sich in Umfangsrichtung U erstreckenden Kolbenbodenrand (2.1) und einer Kolbenmulde (2.2) mit einer Tiefe t, wobei die Kolbenmulde (2.2) eine Kolbenmuldenwand (2.2a) mit einem Grunddurchmesser d aufweist, innerhalb der Kolbenmuldenwand (2.2a) mindestens eine Ausnehmung (4.1) mit einer Höhe h vorgesehen ist, wobei die Höhe h mit Bezug zur Richtung der Mittelachse M folgende Bedingung erfüllt:

$$0,2t \leq h \leq t,$$

dadurch gekennzeichnet,
dass im Kolbenbodenrand (2.2a) mindestens eine Ventiltasche (5.1) eingelassen ist und die mindestens eine Ausnehmung (4.1.) ausschließlich im Bereich der mindestens einen Ventiltasche (5) vorgesehen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Kolben einer Brennkraftmaschine, wie eines Otto-Motors mit externer Gemischbildung 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 sich in Umfangsrichtung U erstreckenden Kolbenbodenrand der Breite b und einer Kolbenmulde mit einer Tiefe t, wobei die Kolbenmulde eine Kolbenmuldenwand mit einem Grunddurchmesser d aufweist. Die Kolbenmulde ist der Grundform nach meistens zylindrisch.

[0002] Ferner bezieht sich die Erfindung auf einen Motor mit einem solchen Kolben.

[0003] Aus der DE 10 29 613 A sind verschiedene Kolbenbodenformen für selbstzündende Motoren bekannt, die eine geräuscharme Verbrennung durch optimale Zufuhr und Einmischung des eingespritzten Brennstoffs möglich machen sollen. Hierzu wird beschrieben, die Kolbenmuldenwand mit achsparallelen oder spiralförmigen Ablösekanten zu versehen, damit der Brennstoff in die mittig vorherrschende, günstige Drallströmung geführt wird.

[0004] Aus der DE 10 2010 027 637 A1 ist ein Kolben für eine Brennkraftmaschine bekannt, dessen Kolbenboden als Omega-Mulde ausgebildet ist. Die Brennmulde besitzt radiale Auskerbungen, die in Umfangsrichtung beabstandet zueinander liegen. Zwischen den radialen Auskerbungen sind Stegbereiche angeordnet. Auf diese Stegbereiche treffen beim Einspritzen von Kraftstoff die Einspritzstrahlen, so dass der eingespritzte Kraftstoff in der Brennraummulde verteilt werden kann.

[0005] Beim Otto-Gasmotor werden Kolben mit verschiedenen Kolbenmuldenformen eingesetzt. In der Regel wird zwischen den folgenden, üblichen Varianten unterschieden:

- Kolben mit dachförmigem Kolbenboden. Der Kolbenboden ist für Brennverfahren mit gasespülter 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-Kolbenmulde. Der Kolbenboden ist für den Dieselbetrieb für optimale Direkt einspritzung ausgelegt und wird aus Kostengründen und der Einfachheit halber auch beim Gas-Ottomotor eingesetzt. Letzteres jedoch ungeachtet eines womöglich schlechteren Verbrennungsverlaufs.
- Kolben mit Topf-Kolbenmulde. Der Kolbenboden ist so gestaltet, dass zwischen Kolben-

rand und Zylinderkopf eine Quetsch-Strömung (Squish-Strömung) in radialer Richtung entsteht. Außerdem wird die Drallströmung in der Topf-Kolbenmulde verstärkt.

[0006] 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 Expansionsstaktes wird das Gemisch wieder aus der Topf-Kolbenmulde gesaugt. Dieser Vorgang führt, insbesondere in der Nähe des oberen Totpunkts zu starken Quetsch-Strömungen.

[0007] 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.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kolben einer Brennkraftmaschine derart auszubilden und anzuordnen, dass eine verbesserte Verbrennung gewährleistet ist.

[0009] Die Erzeugung der Quetsch-Strömung und die Verstärkung der Drallströmung wirken sich positiv auf die Verbrennung aus. Noch positiver wäre es allerdings, wenn diese gerichteten Strömungen gezielt in Turbulenz umgewandelt werden könnten, da dies die Verbrennung noch weiter verbessern würde.

[0010] Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 7

[0011] Als Ausnehmung ist anzusehen, wenn der Grunddurchmesser d der Kolbenmuldenwand bzw. die Kolbenmuldenwand eine Kavität aufweist, die in radialer Richtung zur Mittelachse M mindestens 2 mm tief ist. D. h. mit Bezug zur radialen Richtung zur Mittelachse M bildet die Ausnehmung eine Vertiefung innerhalb der Kolbenmuldenwand. Die Ausnehmung beginnt vorzugsweise am oberen Rand der Kolbenmuldenwand, also am Kolbenbodenrand und erstreckt sich nach unten zum Kolbenmuldenboden hin. Die Breite b des Kolbenbodenrandes wird hierdurch im Bereich der Ausnehmung entsprechend reduziert. Aufgrund der Ausnehmung wird die in der Kolbenmulde vorherrschende Drallströmung zumindest im Bereich der Kolbenmuldenwand aufgebrochen, sodass insbesondere an den Kanten der Ausnehmung Verwirbelungen entstehen, die einen turbulenten Strömungsanteil begründen. Die Verwirbelungen entstehen über die Höhe h, sodass mit erhöhter Höhe h mehr Turbulenz erzeugt werden kann. Die erhöhte Turbulenz führt zu einer beschleunigten Verbrennung und zu einem schnelleren und besseren

Ausbrand im Zylinder. Dadurch erhöhen sich der Wirkungsgrad und der Klopfabstand des Motors.

[0012] Der Durchmesser D des Kolbenbodens entspricht dabei dem Kolbendurchmesser. Der Kolbendurchmesser entspricht ebenfalls dem Durchmesser d des Öffnungsquerschnitts der Kolbenmulde zuzüglich der zweifachen Breite b des Kolbenbodenrandes.

[0013] Das Verhältnis von dem Durchmesser d des Öffnungsquerschnitts bzw. dem Muldendurchmesser zu dem Durchmesser D des Kolbenbodens bzw. des Kolbendurchmessers erfüllt vorzugsweise folgende Bedingung: $d/D = 0,4 - 0,6$.

[0014] Das Verhältnis von der Tiefe t der Kolbenmulde zu dem Durchmesser D des Kolbenbodens bzw. des Kolbendurchmessers erfüllt vorzugsweise folgende Bedingung: $t/D = 0,15 - 0,35$.

[0015] Vorteilhaft kann es hierzu auch sein, wenn sich die Ausnehmung mit Bezug zur Umfangsrichtung U an der maximalen Breite B über einen Winkel β erstreckt, mit $\beta \leq 180^\circ$ oder $3^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$ oder $5^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$ oder $10^\circ \leq \beta \leq 40^\circ$. Aufgrund der Ausnehmung wird die in der Kolbenmulde vorherrschende Drallströmung im Bereich der Kolbenmuldenwand aufgebrochen, sodass insbesondere an den Kanten der Ausnehmung Verwirbelungen entstehen, die einen turbulenten Strömungsanteil begründen. Die Art und die Intensität der Verwirbelung hängt von der Ausdehnung der Ausnehmung in Umfangsrichtung, mithin dem Winkel β und der maximalen Breite B der Ausnehmung im Bereich der Kolbenmuldenwand ab. Wenn diese zu klein wird, reduziert sich der turbulenzeintragende Effekt. Wenn sie zu breit wird, lassen sich nur eine sehr begrenzte Anzahl an Vertiefungen realisieren.

[0016] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn mehrere über den Umfang U verteilt angeordnete Ausnehmungen vorgesehen sind. Wie oben bereits ausgeführt muss die Ausnehmung eine gewisse Größe haben, damit sie die gewünschte Wirkung, also ein wirkungsvolles Aufbrechen der in der Kolbenmulde vorherrschenden Drallströmung bewirkt. Mehrere solcher Ausnehmungen, die über den Umfang U verteilt angeordnet sind, erhöhen diese Wirkung.

[0017] Zudem kann es vorteilhaft sein, wenn die Ausnehmung mit Bezug zur Mittelachse M eine radiale Ausdehnung r über den Grunddurchmesser d der Kolbenmulde hinaus aufweist, wobei die radiale Ausdehnung r über mindestens 50% der Höhe h mindestens 0,5 mm bis 2 mm groß ist. Der Grad der eintragbaren Turbulenz ist zum Teil abhängig von dem Maß der radialen Ausdehnung. Ein Mindestmaß an radialer Ausdehnung r ist notwendig, um effektiv Turbulenz eintragen zu können. Dieses Mindestmaß ist gegeben, wenn die radiale Ausdehnung r über min-

destens 50% der Höhe h der Ausnehmung vorgesehen ist und die folgende Bedingung erfüllt: $0,02 \leq r/D \leq 0,1$. Die radiale Ausdehnung r muss jedoch mindestens 2 mm groß bzw. tief sein, um einen nachhaltigen Effekt auf den Turbulenzeintrag zu begründen.

[0018] Vorteilhaft kann es auch sein, wenn die Ausnehmung eine Symmetrieachse S aufweist, wobei die Symmetrieachse S gegenüber der Mittelachse M in einem Winkel α angestellt ist, mit $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ oder $50^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$. Mit der Anstellung der Symmetrieachse S zur Mittelachse M hin wird eine Verjüngung der Ausnehmung nach unten hin erreicht. Durch das Verjüngen der Ausnehmungen zum Kolbenmuldenboden hin, wird die Festigkeit des Kolbens in diesem Bereich nur geringfügig beeinflusst. Die Symmetrieachse S kann sich dabei auch nur auf einen wesentlichen Teil der Ausnehmung beziehen. Sofern sich die Symmetrieachse S stetig ändert, wie bspw. bei einer parabelförmigen Ausnehmung, ist auf eine mittlere bzw. gemittelte Symmetrieachse S abzustellen.

[0019] Von Bedeutung kann für die vorliegende Erfindung auch sein, wenn im Kolbenbodenrand mindestens eine Ventiltasche eingelassen ist und die Ausnehmungen ausschließlich oder zumindest teilweise im Bereich mindestens einer Ventiltasche vorgesehen sind. Unter Umständen weist der Kolben, der mit den Ausnehmungen versehen wird, Ventiltaschen auf, die für sich eine Aussparung innerhalb der Kolbenmuldenwand mit geringer Höhe h bilden. Wenn die Ausnehmung mit Bezug zur Umfangsrichtung U auf der Höhe der Ventiltaschen angebracht ist, bleibt die Squish-Strömung in den Bereichen zwischen den Ventiltaschen unbeeinflusst. Lediglich dort wo ohnehin Ventiltaschen vorgesehen sind, wo also die Squish-Strömung schon beeinflusst wird, kommt es aufgrund der Ausnehmung zu einer weiterführenden Abnahme der Squish-Strömung zu Gunsten der generierbaren Turbulenz.

[0020] Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Ausbildung und Anordnung kann es von Vorteil sein, wenn pro Ventiltasche eine, zwei, drei, vier oder mehr Ausnehmungen vorgesehen sind. Die Anzahl der Ausnehmungen richtet sich zum einen nach dem Verhältnis ihrer Größe zur Größe der jeweiligen Ventiltasche. Zum anderen wird die Anzahl der damit jeweils erreichbaren Wirkung auf die Drallströmung nach bestimmt.

[0021] Vorteilhaft kann es auch sein, wenn die Ausnehmungen symmetrisch über den Umfang U verteilt angeordnet sind. Die Verteilung kann dabei symmetrisch oder aber, den jeweils vorliegenden Strömungsverhältnissen nach, asymmetrisch sein. Grundsätzlich ist auch eine unregelmäßige Verteilung der Ventiltaschen über den Umfang denkbar. erfolgen. Es kann von Vorteil sein, nur im Bereich einer Umfangszone Turbulenz zu erzeugen, während

in einer anderen Umfangszone ausreichend Turbulenz durch die vorherrschenden Strömungsverhältnisse gegeben ist. In dieser Zone wird dann die Quetsch-Strömung nicht durch Turbulenztaschen beeinflusst.

[0022] Die Erfindung bezieht sich ferner auf einen Diesel-Motor oder Otto-Motor oder Otto-Gasmotor mit einem darin geführten Kolben der vorgehend beschriebenen Art. Bei dem Otto-Motor bzw. dem Otto-Gasmotor kann es sich um einen Motor mit externer oder interner Gemischbildung handeln.

[0023] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Es zeigen:

[0024] Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Kolbens mit Ausnehmungen;

[0025] Fig. 2 eine Schnittdarstellung des Kolbens nach Fig. 1;

[0026] Fig. 3 eine Prinzipskizze eines Motors.

[0027] Ein in Fig. 1 dargestellter Kolben 1 weist einen eine Mittelachse M aufweisenden Kolbenmantel 1.1 und einen den Kolbenmantel 1.1 nach oben begrenzten Kolbenboden 2 mit einem Durchmesser D auf. Der Kolbenboden 2 ist gebildet aus einem Kolbenbodenrand 2.1 der Breite b und einer zentral und koaxial zur Mittelachse M angeordneten Kolbenmulde 2.2. Die Kolbenmulde 2.2 weist eine im Wesentlichen zylinderförmige Kolbenmuldenwand 2.2a mit einem Grunddurchmesser d und einen Kolbenmuldenboden 2.2b auf.

[0028] Innerhalb des Kolbenbodenrandes 2.1 sind vier über den Umfang U verteilt angeordnete Ventiltaschen 5.1–5.4 vorgesehen. Die Ventiltaschen 5.1–5.4 dienen einem ausreichenden Freigang der Ein- bzw. Auslassventile während des Betriebs des dargestellten Kolbens 1.

[0029] Zudem sind innerhalb der Kolbenmuldenwand 2.2a mehrere über den Umfang U verteilt angeordnete Ausnehmungen 4.1–4.6 vorgesehen. Die jeweilige Ausnehmung 4.1–4.6 erstreckt sich dabei über eine Höhe h, die etwa 75% einer Tiefe t der Kolbenmulde 2.2 entspricht. Ferner weist die jeweilige Ausnehmung 4.1–4.6 eine maximale Breite B auf, die mit Bezug auf eine Umfangsrichtung U, eine Erstreckung der jeweiligen Ausnehmung 4.1–4.6 um einen Winkel β etwa 40 Grad ergibt. Die jeweilige Ausnehmung 4.1–4.6 weist eine Symmetrieachse S auf, die einen Winkel α von etwa 22 Grad mit der Mittelachse M einschließt. Somit ergibt sich mit Bezug zur Mittelachse M eine radiale Ausdehnung r der Ausnehmung 4.1–4.6, die mit der Höhe h der Ausnehmung 4.1–4.6

variiert. Die radiale Ausdehnung r ist im Bereich des Kolbenbodenrandes 2.1 maximal und verjüngt sich über die Höhe h bis auf 0. Ein Mindestmaß an radialer Ausdehnung r ist notwendig, um effektiv Turbulenz eintragen zu können. Die radiale Ausdehnung r ist aufgrund der teilzylindrischen Form der Ausnehmung 4.1–4.6 einerseits und der Anstellung im Winkel α andererseits über mehr als 95% der Höhe h größer als 0,5 mm.

[0030] Gemäß Fig. 2 ist die Schnittdarstellung des Schnittes II-II zu sehen, der sich, ausgehend von der Ausnehmung 4.1, über die Mittelachse M hin zur Ausnehmung 4.6 erstreckt. Dadurch kommt es betreffend die Darstellung der Ausnehmung 4.3, 4.4 zu einer Überschneidung gemäß Fig. 2. Aufgrund der Anstellung der Symmetrieachse S im Winkel α zur Mittelachse M, wird eine ausreichende Wandstärke zwischen der Kolbenmulde 2.2 und dem Kühlkanal 7 gewährleistet.

[0031] Nach Ausführungsform Fig. 1 sind pro Ventiltasche 5.1–5.4 jeweils zwei Ausnehmungen 4.1–4.6 im Bereich der jeweiligen Ventiltasche 5.1–5.4 vorgesehen. Die während des Auf- und Abbewegens des Kolbens 1 entstehende Quetsch-Strömung in die Kolbenmulde 2.2 und aus der Kolbenmulde 2.2 heraus ist in diesem Bereich aufgrund der Ventiltasche 5.1–5.4 ohnehin etwas gestört. Durch die Anordnung der jeweiligen Ausnehmungen 4.1–4.6, insbesondere im Bereich der jeweiligen Ventiltasche 5.1–5.4, wird die ohnehin schon beeinflusste Quetsch-Strömung weiter beeinflusst. Dem gegenüber verbleibt es aber in den Bereichen zwischen den Ventiltaschen 5.1–5.4 bei einer Ausbildung einer vollständigen Quetsch-Strömung zwischen dem Kolbenbodenrand 2.1 und der Kolbenmulde 2.2.

[0032] Aufgrund der Ausnehmungen 4.1–4.6 wird, insbesondere im Bereich der Kolbenmuldenwand 2.2a, die innerhalb der Kolbenmulde 2.2 entstehende Drallströmung, insbesondere im Bereich der jeweiligen Kante der jeweiligen Ausnehmungen 4.1–4.6, verwirbelt, sodass insgesamt ein erhöhter Turbulenzeintrag erreicht wird.

[0033] Nach Ausführungsform Fig. 3 findet ein Kolben 1, 1' wie nach Fig. 1 und Fig. 2 beschrieben, auch Anwendung innerhalb eines Motors bzw. Motorblocks 6 eines Otto-Motors mit externer Gemischbildung.

[0034] In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Anwendung von Ausnehmungen auf einen Kolben ohne Ventiltaschen vorgesehen.

Bezugszeichenliste

1	Kolben
1'	Kolben
1.1	Kolbenmantel
2	Kolbenboden
2.1	Kolbenbodenrand
2.2	Kolbenmulde
2.2a	Kolbenmuldenwand
2.2b	Kolbenmuldenboden
4.1	Ausnehmung
4.2	Ausnehmung
4.3	Ausnehmung
4.4	Ausnehmung
4.5	Ausnehmung
4.6	Ausnehmung
5.1	Ventiltasche
5.2	Ventiltasche
5.3	Ventiltasche
5.4	Ventiltasche
6	Motorblock
7	Kühlkanal
B	maximale Breite
b	Breite
d	Grunddurchmesser
D	Durchmesser von 1
h	Höhe
M	Mittelachse
r	radiale Ausdehnung
S	Symmetrieachse
t	Tiefe
U	Umfangsrichtung, Umfang
α	Winkel
β	Winkel

Patentansprüche

1. Kolben (**1**) für eine Bremskraftmaschine 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 sich in Umfangsrichtung U erstreckenden Kolbenbodenrand (**2.1**) und einer Kolbenmulde (**2.2**) mit einer Tiefe t, wobei die Kolbenmulde (**2.2**) eine Kolbenmuldenwand (**2.2a**) mit einem Grunddurchmesser d aufweist, innerhalb der Kolbenmuldenwand (**2.2a**) mindestens eine Ausnehmung (**4.1**) mit einer Höhe h vorgesehen ist, wobei die Höhe h mit Bezug zur Richtung der Mittelachse M folgende Bedingung erfüllt:

$$0,2t \leq h \leq t,$$

dadurch gekennzeichnet, dass im Kolbenbodenrand (**2.2a**) mindestens eine Ventiltasche (**5.1**) eingelassen ist und die mindestens eine Ausnehmung (**4.1**) ausschließlich im Bereich der mindestens einen Ventiltasche (**5**) vorgesehen ist.

2. Kolben (**1**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Ausnehmung (**4.1**) mit Bezug zur Umfangsrichtung U über einen Winkel β erstreckt, mit

$$\beta \leq 180^\circ \text{ oder } 3^\circ \leq \beta \leq 90^\circ.$$

3. Kolben (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmung (**4.1**) mit Bezug zur Mittelachse M eine radiale Ausdehnung r über den Grunddurchmesser d der Kolbenmulde (**2.2**) hinaus aufweist, wobei die radiale Ausdehnung r über mindestens 50% der Höhe h vorgesehen ist und die folgende Bedingung erfüllt:

$$0,02 \leq r/D \leq 0,1.$$

4. Kolben (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere über den Umfang U verteilt angeordnete Ausnehmungen (**4.1**, **4.2**, **4.3**) vorgesehen sind.

5. Kolben (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmung (**4.1**) eine Symmetrieachse S aufweist, wobei die Symmetrieachse S gegenüber der Mittelachse M in einem Winkel α angestellt ist, mit $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ oder $5^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$.

6. Kolben (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass pro Ventiltasche (**5.1**, **5.2**, **5.3**) eine, zwei, drei, vier oder mehr Ausnehmungen (**4.1**) vorgesehen sind.

7. Diesel-Motor (**6**) oder Otto-Motor (**6**) oder Otto-Gasmotor (**6**) mit einem darin geführten Kolben (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

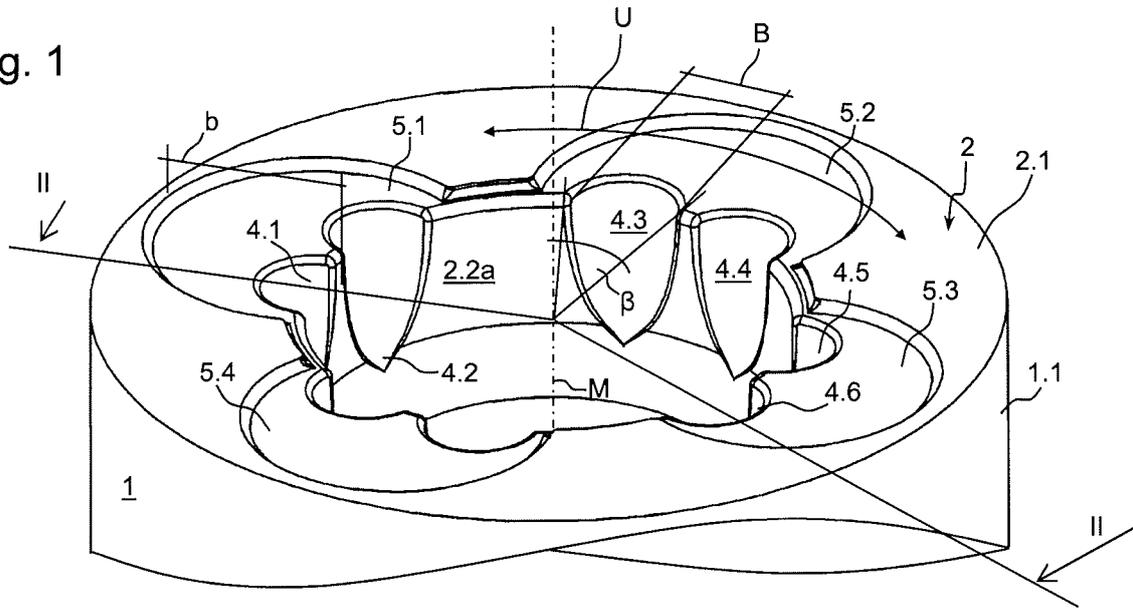


Fig. 2
II

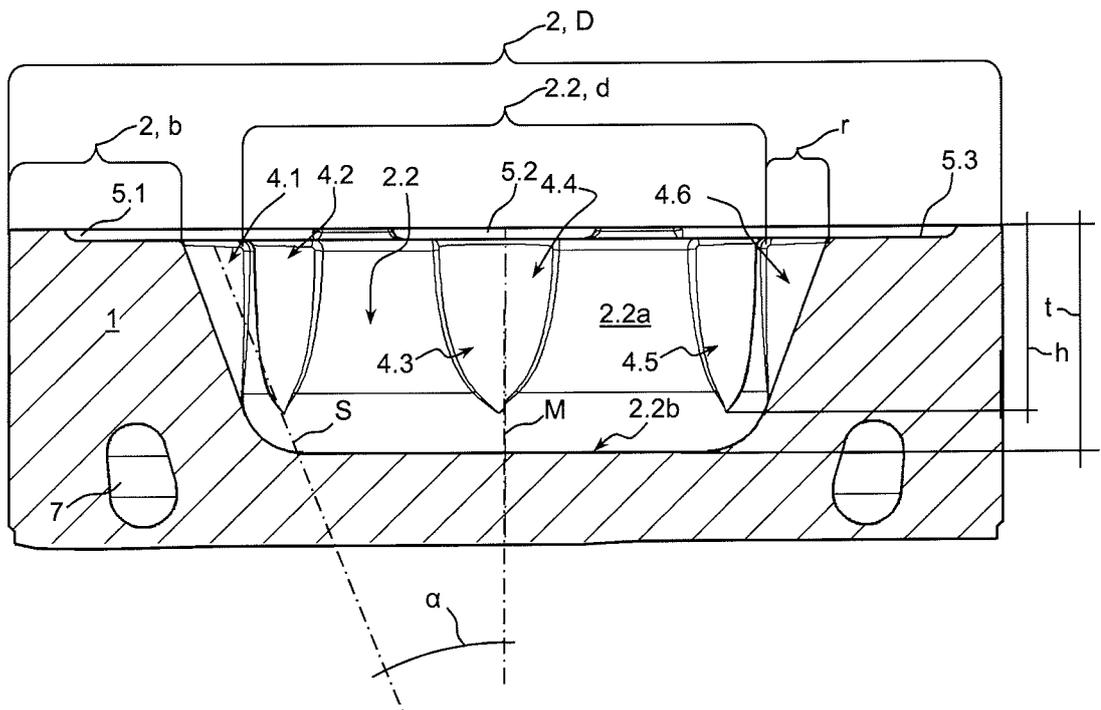


Fig. 3

