



(11)

EP 4 273 378 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.11.2023 Patentblatt 2023/45

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F02B 25/18 ^(2006.01) **F01B 7/02** ^(2006.01)
F02B 75/28 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23171607.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02B 25/18; F01B 7/02; F02B 75/28

(22) Anmeldetag: **04.05.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Brieschenk, Stefan**
86672 Thierhaupten (DE)

(72) Erfinder: **Brieschenk, Stefan**
86672 Thierhaupten (DE)

(74) Vertreter: **Charrier Rapp & Liebau**
Patentanwälte PartG mbB
Fuggerstraße 20
86150 Augsburg (DE)

(30) Priorität: **06.05.2022 DE 102022111333**

(54) **VERBRENNUNGSMOTOR NACH DEM HUBKOLBENPRINZIP**

(57) Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor nach dem Hubkolbenprinzip, mit mindestens einem Zylinder, in welchem ein Kolben (1) mit einem Kolbenboden (11) oszillierend angeordnet ist, wobei der dem Kolbenboden (11) gegenüberliegende Zylinderkopf (4) mit der Wandung des Zylinders und dem Kolbenboden (11) des an seinem oberen Totpunkt befindlichen Kolbens (1) einen Brennraum definiert, wobei der Kolben (1) mit einer sich von dem Kolbenboden (11) in Richtung des Zylinderkopfes (4) erstreckenden Trennwand versehen ist, und der Zylinderkopf eine Tasche (9) aufweist, in welche die Trennwand (2) während der oszillierenden Bewegung des Kolbens (1) eindringen kann. Bekannte derartige Verbrennungsmotoren weisen den Nachteil auf, dass eine Durchmischung der Einlassströmungen mit den Auslassströmungen stattfindet.

Die Aufgabe, einen Verbrennungsmotor derart weiterzubilden, dass die Einlassströmungen bestmöglich von den Auslassströmungen getrennt werden wird dadurch gelöst, dass die Trennwand (2) entlang ihrer Hochachse gewölbt ausgebildet ist.

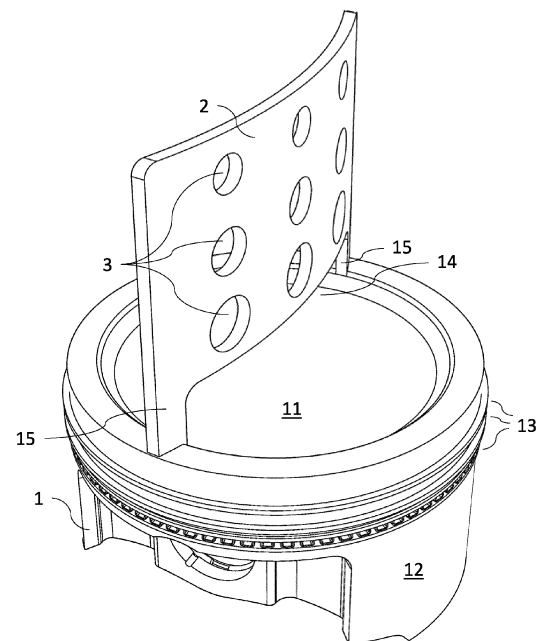


Fig.1

EP 4 273 378 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor nach dem Hubkolbenprinzip nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 oder 2.

[0002] Bei einem Verbrennungsmotor nach dem Hubkolbenprinzip handelt es sich beispielsweise um einen Ottomotor oder einen Dieselmotor. Hierbei dehnt sich ein Gas in einem Zylinder aus, wobei es sich bei einem Ottomotor oder einen Dieselmotor um ein in den Brennraum eingespritztes Kraftstoff-Luft-Gemisch handelt, welches entweder durch eine Zündkerze oder durch Selbstzündung zur Verbrennung gelangt. Infolge der Ausdehnung dieses Gases wird ein Kolben innerhalb eines Zylinders verdrängt, dessen Bewegung über eine Pleuelstange auf eine Kurbelwelle übertragen wird, die auf diese Weise in Drehbewegung versetzt wird.

[0003] Man unterscheidet Zweitakt- und Viertakt-Motoren, wobei ein Viertakt-Motor im Zylinderkopf mindestens jeweils ein Einlass- und ein Auslassventil aufweist und bei einem Zweitakt-Motor entweder Ventile im Zylinderkopf oder Schieberöffnungen oder eine Kombination in der Zylinderwand vorhanden sein können, um das zündfähige Gemisch in den Brennraum einbringen und die Auspuffgase aus dem Hubraum ausstoßen zu können.

[0004] Für die vorliegende Beschreibung bedeutet der Begriff "oben", dass sich der Kolben im Bereich des Zylinderkopfes an seinem oberen Totpunkt befindet und der Begriff "unten", dass sich der Kolben im Bereich seines unteren Totpunkts befindet.

[0005] In der vorliegenden Beschreibung ist von einem zündfähigen Gemisch die Rede, welches eingesaugt wird. Damit abgedeckt ist jedoch auch die Einsaugung von Luft im Falle eines Motors mit Direkteinspritzung. In diesem Falle wird unmittelbar nur Luft angesaugt und der Kraftstoff direkt eingespritzt. Auch diese Kombination von Luft und Kraftstoff soll im Folgenden unter "Gemisch" verstanden werden.

[0006] Bei einem klassischen Viertakt-Motor bewegt sich der Kolben während des Ansaugtakts von oben nach unten, während das Einlassventil innerhalb des Zylinderkopfes geöffnet ist. Hierdurch wird zündfähiges Gemisch in den Hubraum eingesogen. Im darauffolgenden Verdichtungstakt bewegt sich der Kolben nach oben und komprimiert das zündfähige Gemisch in den Brennraum. Anschließend erfolgt die Zündung des Gemisches durch eine Zündkerze oder durch Selbstzündung, wodurch das Gemisch expandiert und den Kolben wieder nach unten treibt. Hierbei handelt es sich um den Arbeitstakt. Im letzten Auspufftakt bewegt sich der Kolben nach oben, während das Auslassventil geöffnet ist und wodurch die Auspuffgase über den daran angeschlossenen Auspuff ausgestoßen werden.

[0007] Alternative Betriebsweisen eines solchen Motors bestehen beispielsweise darin, dass man die Nockenwelle, welche die Ventile öffnet und schließt, mit der doppelten Geschwindigkeit rotieren lässt, wodurch aus

dem ursprünglichen Viertakt-Motor ein Quasi-Zweitakt-Motor wird, und Ein- und Auslassventile teilweise zeitgleich geöffnet sind. Insbesondere in einer solchen Betriebsweise, jedoch auch während des klassischen Betriebs eines Viertakt-Motors ergeben sich unerwünschte Durchmischungen von Einlass- und Auslassgasen. Die Dynamik dieser Gasverteilung im Hubraum und im Brennraum, wirkt sich negativ auf Leistung und Effizienz des Motors aus. Zudem verringert sich die Klopffestigkeit durch den Einschluss von Abgasen im Hubraum nach dem Schließen des Auslassventils.

[0008] Es besteht somit die Aufgabe, einen Verbrennungsmotor derart weiterzubilden, dass die Einlassströmungen bestmöglich von den Auslassströmungen getrennt werden, um Leistung, Effizienz und Klopffestigkeit des Verbrennungsmotors zu erhöhen.

[0009] Die US 2,979,045 A zeigt einen Verbrennungsmotor nach dem Hubkolbenprinzip mit einem Zylinder, in welchem ein Kolben oszillierend angeordnet, wobei der Zylinderkopf eine Tasche aufweist, in welche eine an dem Kolbenboden befestigte Trennwand während der oszillierenden Bewegung des Kolbens eindringen kann.

[0010] Die WO 2012/158756 A1 zeigt einen Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip mit mindestens einem Zylinder, in welchem ein erster Kolben mit einem ersten Kolbenboden und ein zweiter Kolben mit einem zweiten Kolbenboden gegenläufig oszillierend angeordnet sind, wobei der dem ersten Kolbenboden gegenüberliegende zweite Kolbenboden mit der Wandung des Zylinders bei an ihren zugewandten Totpunkten befindlichen Kolben einen Brennraum definiert.

[0011] Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bei einem Verbrennungsmotor nach dem Hubkolbenprinzip bzw. des Anspruchs 2 bei einem Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind jeweils den Unteransprüchen entnehmbar.

[0012] Gegenstand der Erfindung ist demnach ein Verbrennungsmotor nach dem Hubkolbenprinzip, bei welchem der Kolben 1 mit einer sich von dem Kolbenboden 11 in Richtung des Zylinderkopfes 4 erstreckenden Trennwand versehen ist, und der Zylinderkopf eine Tasche 9 aufweist, in welche die Trennwand 2 während der oszillierenden Bewegung des Kolbens 1 eindringen kann, wobei die Trennwand 2 entlang ihrer Hochachse gewölbt ausgebildet ist.

[0013] In einer alternativen Ausführungsform kann es sich auch um einen Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip handeln, bei welchem ein erster Kolben und ein zweiter Kolben gegenläufig oszillierend angeordnet sind, wobei der dem ersten Kolbenboden gegenüberliegende zweite Kolbenboden mit der Wandung des Zylinders bei an ihren einander zugewandten Totpunkten befindlichen Kolben einen Brennraum definiert, wobei die Trennwand 2 entlang ihrer Hochachse gewölbt ausgebildet ist.

[0014] Die Trennwand kann z.B. entlang der Hochachse eine Drehung aufweisen oder gewölbt sein, um sich

einem bestimmten Zylinder bzw. einer bestimmten Zylinderkopfgeometrie anzupassen. Die Hochachse ist hier die Symmetrieachse des Kolbens, auf den sich die Trennwand bezieht. Selbstverständlich ist die Wölbung derart, dass die Trennwand mit Bewegung des Kolbens in die gegenüberliegende Tasche gleiten kann.

[0015] In einer ersten Ausführungsform kann die Trennwand gasundurchlässig sein. In anderen Ausführungsformen kann die Trennwand jedoch auch eine oder mehrere Öffnungen aufweisen, insbesondere solche, die sich im Bereich des Kolbenbodens befinden und/oder Öffnungen, welche über die Fläche der Trennwand verteilt angeordnet sind.

[0016] Bevorzugt ist die Trennwand als separates, mit dem Kolbenboden verbundenes Element ausgebildet.

[0017] Die Trennwand kann in einer alternativen Ausgestaltung jedoch auch als integraler Bestandteil des Kolbens und fest verbunden mit dem Kolbenboden ausgebildet sein.

[0018] Vorzugsweise ist die Trennwand ein flexibles verformbares Element.

[0019] In einer anderen Ausführungsform ist die Trennwand ein starres Element.

[0020] Die Trennwand kann in einer bevorzugten Ausführungsform berührungslos in die Tasche eindringen.

[0021] In einer alternativen Ausführungsform kann die Trennwand innerhalb der Tasche gleiten, wobei Dichtungen am Einlass der Tasche angeordnet sind.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform befindet sich innerhalb der Tasche ein Ölaustritt für die Schmierung der bewegenden Trennwand innerhalb der Tasche.

[0023] Vorteilhaft besteht die Trennwand aus Metall oder einer metallischen Legierung oder einem keramischen Verbundwerkstoff.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform können die Ventile pneumatisch betätigt werden. Hierbei spielt es keine Rolle, ob nur ein Einlassventil und nur ein Auslassventil oder mehrere Ein- und/oder Auslassventile vorhanden sind. Durch die pneumatische Betätigung können die Ventile unabhängig von der Umdrehung der Kurbelwelle individuell betätigt werden und der Motor ist sowohl im Zweitakt- als auch im Viertaktprinzip betreibbar. Eine Umschaltung beider Betriebsarten während des Betriebs ist möglich.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform oszilliert der oder jeder Kolben auf linearem Wege in dem Zylinder.

[0026] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 Eine perspektivische Darstellung eines Kolbens für einen erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor;

Fig. 2 Eine Draufsicht auf den in Fig. 1 dargestellten Kolben;

Fig. 3 eine perspektivische und teilweise aufge-

schnittene Darstellung eines Zylinderkopfes mit einem sich daran annähernden Kolben;

Fig. 4 einen der Wölbung der Trennwand folgenden Schnitt aus Fig. 2;

Fig. 5 einen Schnitt senkrecht zu dem Schnitt gemäß Fig. 4 mit dem Kolben im Bereich des oberen Totpunkts;

Fig. 6 eine Darstellung gemäß Fig. 4 mit versetzter Schnittebene mit dem Kolben im Bereich des unteren Totpunkts, geöffneten Ventilen und Darstellung der Strömung.

[0027] Die Figur 1 zeigt den Kolben 1 für einen erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 und 2. Der Kolben 1 weist in an sich bekannter Weise einen im Wesentlichen zylindrischen Kolbenmantel 12 und einen Kolbenboden 11 auf. Ferner sind in Figur 1 verschiedene Kolbenringe 13 dargestellt, von denen einer als Ölabstreifring dient. Nicht weiter eingegangen wird auf die Merkmale unterhalb des Kolbenbodens 11, also die Lagerung für die Pleuelstange, die in an sich bekannter Weise ausgeführt sein kann.

[0028] Ausgehend von dem Kolbenboden 11 erstreckt sich eine Trennwand 2 nach oben, also in Richtung des in den folgenden Figuren näher dargestellten Zylinderkopfes 4. Diese Trennwand 2 ist entlang ihrer Hochachse, also der Achse, entlang der Kolben 1 bewegt, gewölbt ausgebildet. Sie erstreckt sich also nicht genau diagonal über dem Kolbenboden 11, sondern weicht von einer exakten Diagonalen durch eine Krümmung entlang der Hochachse ab. Die Trennwand 2 ist von dem Kolbenboden 11 durch einen Durchströmbereich 14 getrennt, und zwar dadurch, dass die Trennwand 2 mit Verbindungselementen 15 am Rande des Kolbenbodens 11 befestigt ist. Diese Verbindungselemente 15 können gemeinsam mit der Trennwand 2 ein einstückiges Teil bilden, ggf. auch gemeinsam mit dem Kolbenboden 11. Alternativ hierzu kann die Trennwand 2 mit den Verbindungsstücken 15 einstückig gearbeitet sein und letztere durch Schweißen oder andere Verbindungstechniken mit dem Kolbenboden 11 verbunden sein.

[0029] Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, weist die Trennwand 2 neben dem Durchströmbereich 14 eine Vielzahl von Öffnungen 3 auf, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel weiter unten, also in Richtung des Kolbenbodens 11, einen größeren Durchmesser und weiter oben, also in Richtung des Zylinderkopfes 4, einen geringeren Durchmesser aufweisen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um insgesamt neun Öffnungen 3.

[0030] Die Trennwand 2 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein starres Element, welches aus dem gleichen Material wie der Kolben 1 und der Kolbenboden 11 gefertigt sein kann. Alternativ hierzu besteht die Möglichkeit, dass die Trennwand 2 ein flexibel verformbares Ele-

ment ist.

[0031] Die Trennwand 2 besteht beispielsweise aus Metall oder einer metallischen Legierung oder einem keramischen Verbundwerkstoff, einem Kunststoff oder einer Kombination dieser Materialien.

[0032] Die Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf den Kolbenboden 11 mit der Trennwand 2. Hier wird das Ausmaß der Krümmung der Trennwand 2 entlang der Hochachse, welche senkrecht zu dem Kolbenboden 11 verläuft, besonders deutlich.

[0033] Ein Zylinderkopf 4, wie er sich zum Zusammenwirken mit dem in Figur 1 dargestellten und beschriebenen Kolben 1 eignet, ist in Figur 3 dargestellt. Von dem Kolben 1 ist hier ein Teil des Mantels 12 ersichtlich. Der Zylinderkopf 4 weist zwei Einlassventile 6 und zwei Auslassventile 8 auf, wobei zu den Auslassventilen 8 auch der Auslasskanal 7 dargestellt ist. Von dem Kolben 1 ist nur der Mantel 12 dargestellt. Um die Trennwand 2 des Kolbens 1 aufzunehmen muss der Zylinderkopf 4 über eine Tasche 9 verfügen, welche als Schlitz innerhalb eines mit dem Zylinderkopf 4 gegossenen Vollmaterials ausgebildet ist und in der Größe so bemessen ist, dass diese Tasche 9 die Trennwand 2 vollständig in sich aufnehmen kann, wenn sich der Kolben 1 im Bereich seines oberen Totpunkts befindet. Die in den Zeichnungen oben offen dargestellte Tasche 9 ist selbstverständlich tatsächlich oben abgedichtet ausgebildet. Die Tasche 9 ist in gleicher Weise gekrümmt bzw. gewölbt ausgebildet wie die Trennwand 2, sodass sie die Trennwand 2 vollständig aufnehmen kann.

[0034] Figur 4 stellt einen entlang der Wölbung der Trennwand 2 folgenden Schnitt aus Figur 2 dar. Aus dieser Figur ist ersichtlich, wie sich die Trennwand 2 innerhalb der Tasche 9 des Zylinderkopfs 4 befindet, wenn sich der Kolben 1 im Bereich seines oberen Totpunkts befindet und in dieser Stellung zusammen mit der Wandung des (nicht dargestellten) Zylinders und dem Zylinderkopf 4 sowie dem Kolbenboden 11 einen Brennraum definiert. Ebenfalls nicht dargestellt sind die Zünd- oder Glühvorrichtungen zum Zünden des explosionsfähigen Gemisches.

[0035] Figur 4 ist zu entnehmen, dass die Trennwand 2 in der Tasche 9 aufgenommen werden kann und bei oszillierender Bewegung des Kolbens 1 innerhalb des (nicht dargestellten) Zylinders auch die Trennwand 2 innerhalb der Tasche 9 in gleicher Weise oszilliert.

[0036] Figur 5 zeigt einen Schnitt senkrecht zu dem Schnitt aus Figur 4. Die Darstellung ist hier also um 90° versetzt. Gut erkennbar sind in Figur 5 der Zylinderkopf 4 mit einem Einlassventil 6, dem Einlasskanal 5, einem Auslassventil 8 und dem Auslasskanal 7. Ebenfalls dargestellt ist die Trennwand 2 innerhalb der Tasche 9 des Zylinderkopfs 4. In der dargestellten Position sind beide Ventile, also das Einlassventil 6 und das Auslassventil 8 in geschlossener Position.

[0037] Schließlich zeigt Figur 6 eine Darstellung ähnlich Figur 5, jedoch in einer versetzten Parallelebene, bei der sich der Kolben 1 allerdings im Bereich seines unteren

Totpunkts befindet, die Trennwand 2 also weitgehend aus der Tasche 9 herausgezogen ist und nur noch mit ihrem oberen Bereich sich innerhalb der Tasche 9 befindet.

[0038] Darüber hinaus ist in Figur 6 die Strömung 10 der Gase dargestellt, und zwar in einer Stellung der Ventile, wie sie nur vorkommt, wenn ein Viertaktmotor nach dem Zweitaktprinzip gefahren wird, also mit doppelter Drehzahl der Nockenwelle. In diesem Falle können Einlassventile 6 und Auslassventile 8 gleichzeitig geöffnet sein und es ergibt sich eine Strömung 10 von den Einlassventilen 6 in Richtung des Kolbenbodens 11, durch den Durchströmbereich 14 zwischen dem Kolbenboden 11 und der Trennwand 2 sowie durch die Öffnungen 3 in der Trennwand 2 hinein in den Auslassbereich und anschließend durch die Auslassventile 8 in den Auslasskanal 7.

[0039] Ein erfindungsgemäßer Verbrennungsmotor kann entweder nach dem Hubkolbenprinzip gemäß Anspruch 1 oder nach dem Gegenkolbenprinzip gemäß Anspruch 2 fungieren, wobei sowohl ein Otto- auch als ein Dieselmotor möglich sind. Die Ventilsteuerung kann in an sich bekannter Weise über Nockenwellen und Ventildfedern erfolgen oder über eine Zwangsführung, z.B. nach dem desmodromischen Prinzip oder aber mittels aktiver Steuerung durch Aktoren. Der Motor kann entweder nach dem Viertaktprinzip betrieben werden, wie es in der Beschreibungseinleitung beschrieben ist oder nach einem modifizierten Zweitaktprinzip, wobei in diesem Falle die die Ventile steuernde Nockenwelle (falls eine solche vorhanden ist) mit doppelter Drehzahl betrieben wird. In diesem Falle ist es auch vorteilhaft, die Ventile ohne Nockenwellen mit Hilfe von Aktoren zu steuern.

[0040] Der mit einem derartigen Kolben ausgestattete erfindungsgemäße Verbrennungsmotor kann als Einzylinder- oder Mehrzylindermotor in beliebiger Bauart, z.B. als Reihenmotor, V-Motor oder W-Motor oder als Boxermotor oder, wie oben beschrieben und beansprucht, als Gegenkolbenmotor ausgebildet sein.

[0041] Nicht beschrieben wurde die Schmierung der Trennwand 2 innerhalb der Tasche 9. Die Wechselwirkung zwischen diesen beiden Elementen kann so ausgestaltet sein, dass keine Berührung stattfindet, wodurch auch keine Schmierung nötig ist. Sie kann jedoch auch so ausgestaltet sein, dass innerhalb der Tasche 9 ein Ölaustritt vorhanden ist, um das Gleiten der Trennwand 2 in der Tasche 9 zu schmieren. Am Eintritt der Tasche 9 können auch Dichtlippen angeordnet sein.

[0042] In alternativen Ausgestaltungen der Erfindung können mehrere Hubraumtrennwände vorhanden sein, die entweder parallel oder in einem Winkel zueinander auf dem Kolbenboden angeordnet sind. Einstömende Gase oder Gemische aus Gasen, Flüssigkeiten oder Feststoffen werden so weitgehend von den vollständig verbrannten ausströmenden Abgasen getrennt, wobei gleichzeitig eine hohe Durchlässigkeit während des Verbrennungsvorgangs und der Flammenausbreitung gewährleistet wird, jedoch eine niedrige Durchlässigkeit

während der Ein- und Ausströmzeiten vorliegt. Die Ventilsteuerung kann auch dadurch erfolgen, dass gasdynamische Ventile oder mechanische Ventile eingesetzt werden, beispielsweise Tellerventile, Drehventile oder Schieberventile oder sogenannte "spherical valves", also rotierende Ventile die als Kugel oder in der Grundform als Rotationskörper ausgestaltet sind. Die einzelnen Öffnungen 3 in der Trennwand 2 sind so angeordnet, dass ein Durchlässigkeitsprofil für optimale Spülung, Verbrennung und Effizienz entsteht.

[0043] Die Oberflächen des Brennraums, also auch der Kolbenboden 10 und die weiteren Wandungen des Brennraums können in einer vorteilhaften Ausgestaltung mit einer Wärmedämmschicht versehen sein. Damit geht weniger Wärme verloren und das heiße, verbrannte Gemisch kann seine Wärme nicht an die kalten Wände abgeben. Auf diese Weise kann der Wirkungsgrad erhöht werden.

[0044] Die Ventile können entweder klassisch betrieben werden, also durch eine Nockenwelle, welche von einer Kurbelwelle angetrieben wird, oder aber durch Aktoren oder pneumatisch oder elektropneumatisch. Bei einer Betätigung durch Aktoren oder bei pneumatischer Betätigung ergibt sich der Vorteil, dass der Verbrennungsmotor sowohl im Zweitakt- als auch im Viertaktprinzip betreibbar ist und während des Betriebs zwischen diesen beiden Betriebsarten umgeschaltet werden kann.

[0045] Die Erfindung wurde vorstehend anhand einer geradlinig oszillierenden Bewegung der Kolben erläutert. Es ist jedoch auch möglich, dass sich die Kolben auf gekrümmten Bahnen innerhalb eines gekrümmten Zylinders bewegen, also auf einer Kreisbahn.

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor nach dem Hubkolbenprinzip, mit mindestens einem Zylinder, in welchem ein Kolben (1) mit einem Kolbenboden (11) oszillierend angeordnet ist, wobei der dem Kolbenboden (11) gegenüberliegende Zylinderkopf (4) mit der Wandung des Zylinders und dem Kolbenboden (11) des an seinem oberen Totpunkt befindlichen Kolbens (1) einen Brennraum definiert, wobei der Kolben (1) mit einer sich von dem Kolbenboden (11) in Richtung des Zylinderkopfes (4) erstreckenden Trennwand versehen ist, und der Zylinderkopf eine Tasche (9) aufweist, in welche die Trennwand (2) während der oszillierenden Bewegung des Kolbens (1) eindringen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) entlang ihrer Hochachse gewölbt ausgebildet ist.
2. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, mit mindestens einem Zylinder, in welchem ein erster Kolben mit einem ersten Kolbenboden und zweiter Kolben mit einem zweiten Kolbenboden gegenläufig oszillierend angeordnet sind, wobei der den

ersten Kolbenboden gegenüberliegende zweite Kolbenboden mit der Wandung des Zylinders bei an ihren einander zugewandten Totpunkten befindlichen Kolben einen Brennraum definiert, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kolben mit einer sich von dem ersten Kolbenboden in Richtung des zweiten Kolbenbodens erstreckenden Trennwand versehen ist und der zweite Kolbenboden eine Tasche aufweist, in welche die Trennwand während der oszillierenden Bewegung der Kolben eindringen kann, wobei die Trennwand (2) entlang ihrer Hochachse gewölbt ausgebildet ist.

3. Verbrennungsmotor nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) gasundurchlässig ist.
4. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) eine oder mehrere Öffnungen (3) aufweist.
5. Verbrennungsmotor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Öffnung sich im Bereich des Kolbenbodens (11) befindet und/oder mehrere Öffnungen (3) über die Fläche der Trennwand (2) verteilt angeordnet sind.
6. Verbrennungsmotor nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) als separates, mit dem Kolbenboden (11) verbundenes Element ausgebildet ist.
7. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) als integraler Bestandteil des Kolbens (1) und fest verbunden mit dem Kolbenboden (11) ausgebildet ist.
8. Verbrennungsmotor nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand ein flexibles, verformbares Element ist.
9. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) ein starres Element ist.
10. Verbrennungsmotor nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) berührungslos in die Tasche (9) eindringt.
11. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) innerhalb der Tasche (9) gleitet und Dichtungen am Einlass der Tasche (9) angeordnet sind.
12. Verbrennungsmotor nach einem der voranstehen-

den Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Tasche (9) ein Ölaustritt für die Schmierung der Bewegung der Trennwand (2) innerhalb der Tasche (9) vorgesehen ist.

5

13. Verbrennungsmotor nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (2) aus Metall oder einer metallischen Legierung oder einem keramischen Verbundwerkstoff besteht.

10

14. Verbrennungsmotor nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächen des Brennraums ganz oder teilweise mit einer Wärmedämmschicht versehen sind.

15

15. Verbrennungsmotor nach einer der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinderkopf (4) mindestens ein Einlassventil (6) und mindestens ein Auslassventil (8) aufweist, wobei diese Ventile pneumatisch betätigbar sind.

20

16. Verbrennungsmotor nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder jeder Kolben (1) linear innerhalb des zugehörigen Zylinders oszilliert.

25

30

35

40

45

50

55

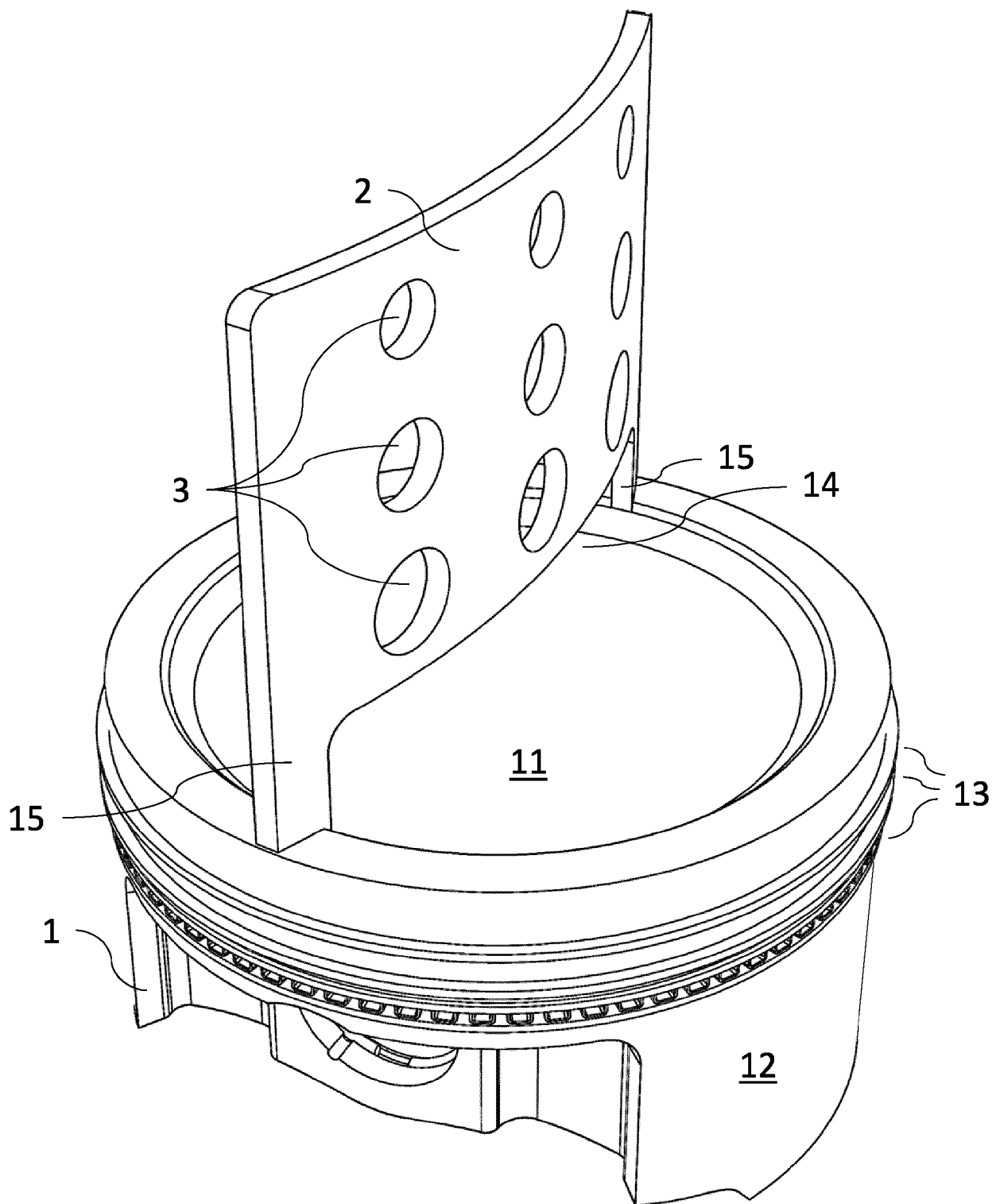


Fig.1

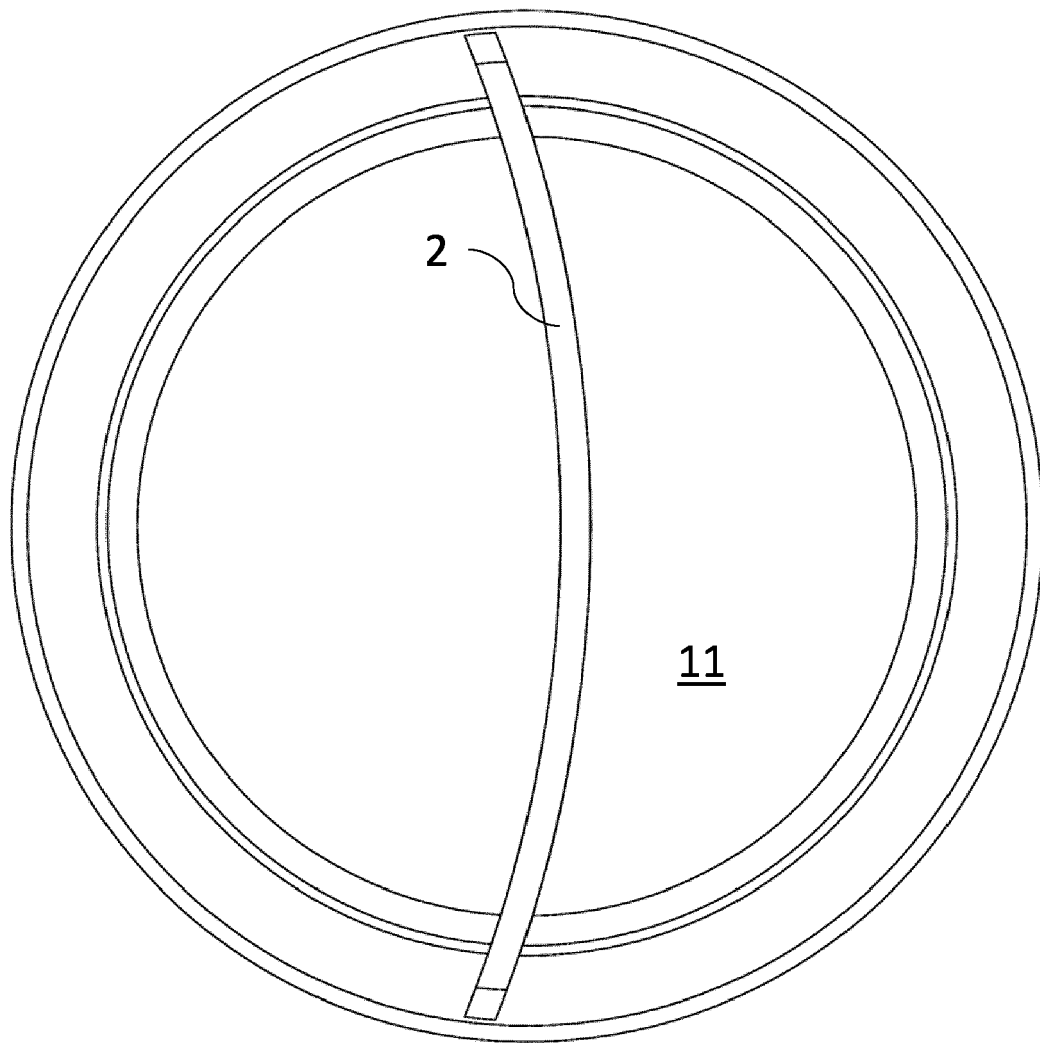


Fig.2

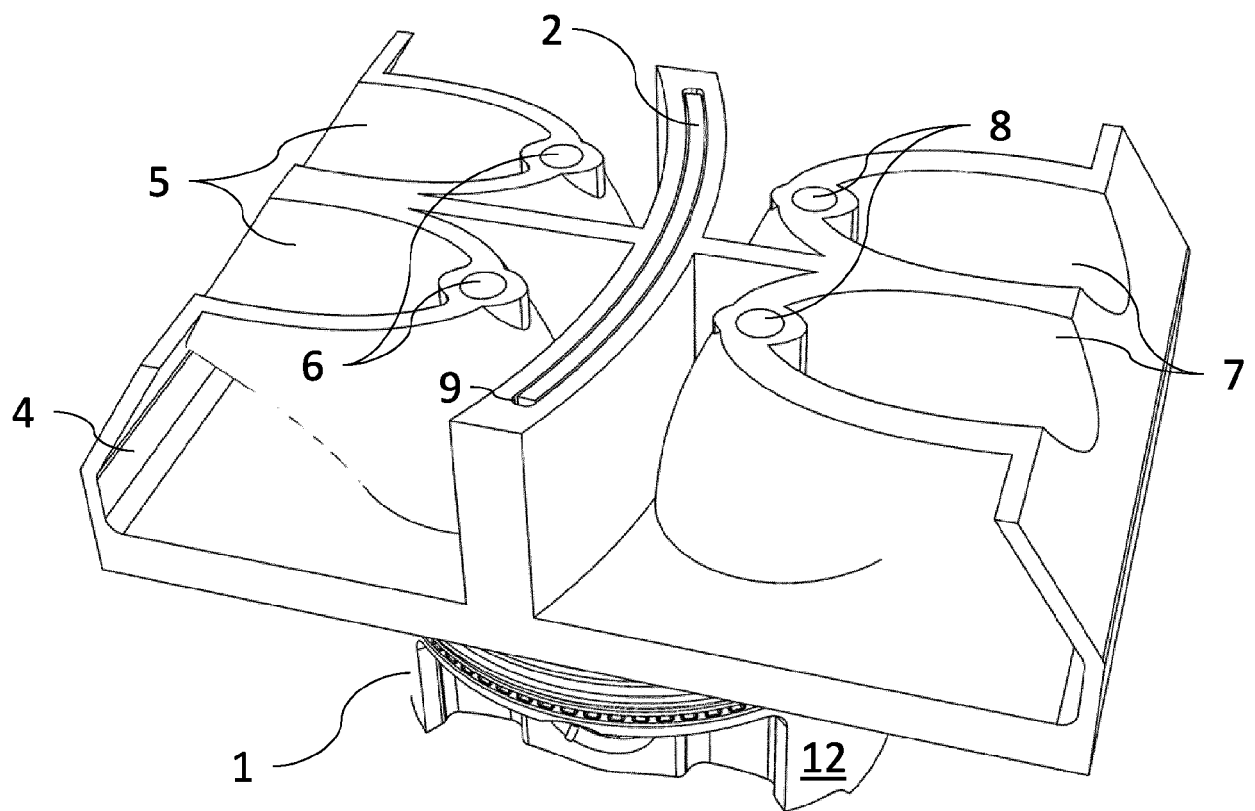
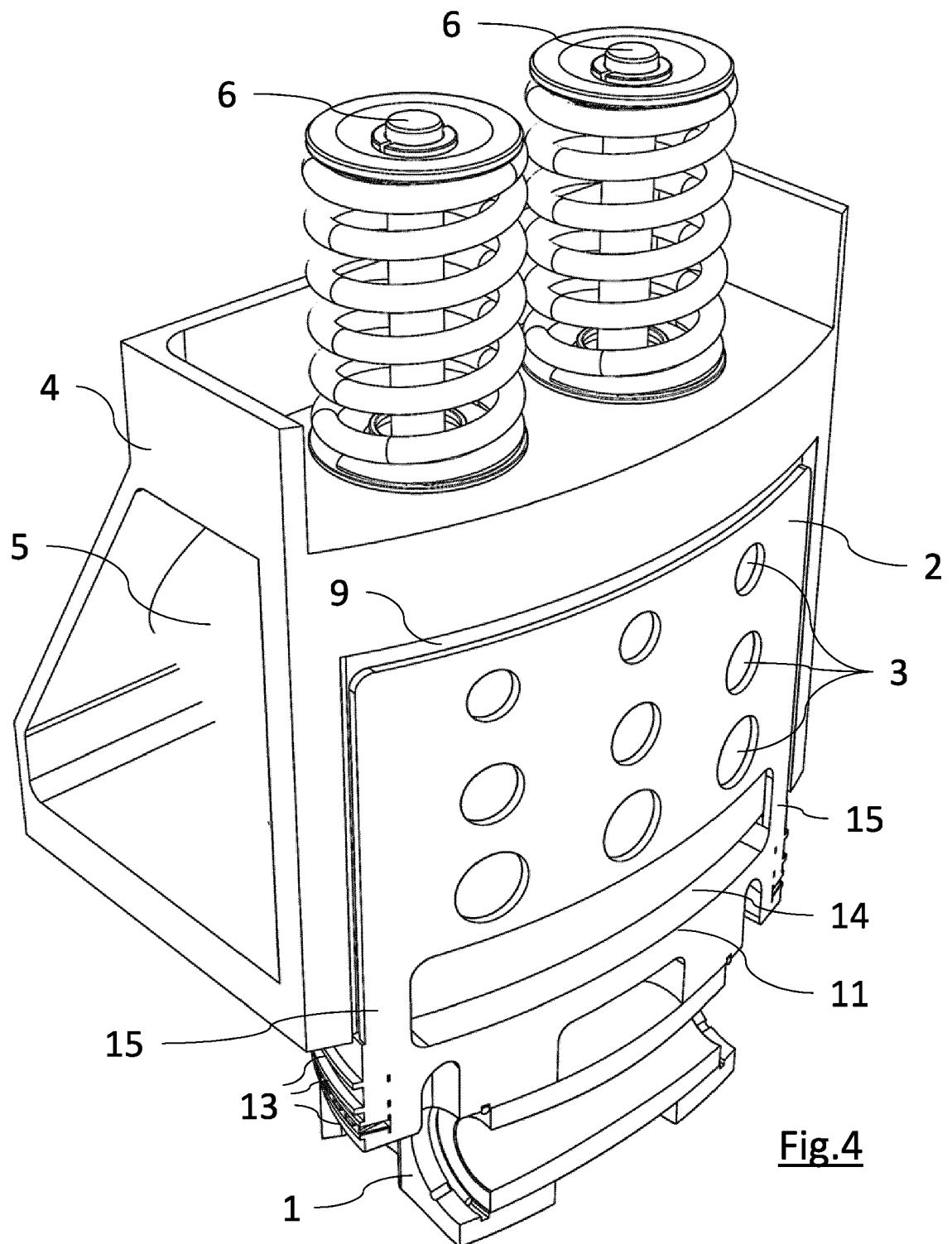
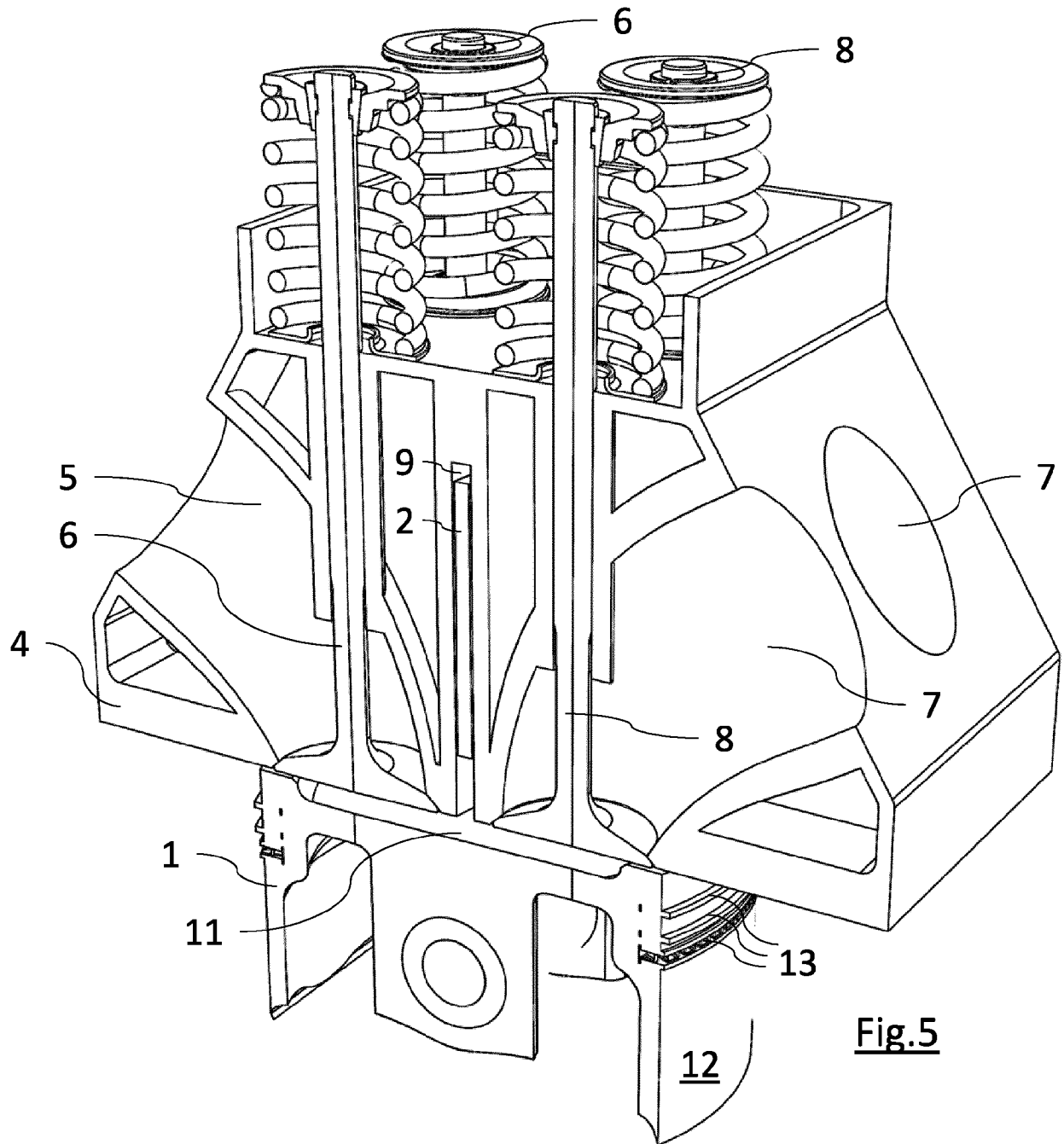


Fig.3





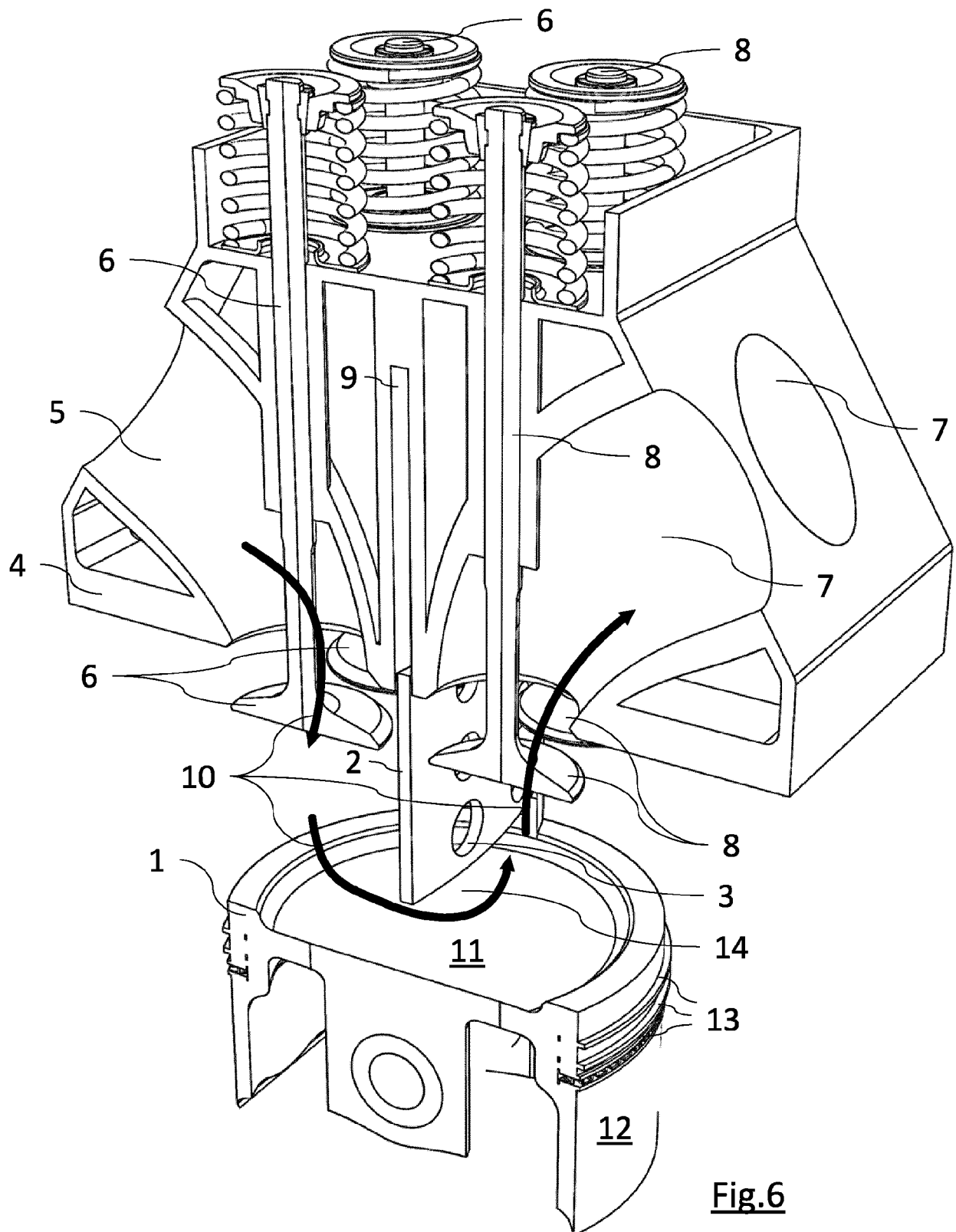


Fig.6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 17 1607

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X, D	US 2 979 045 A (BUSCH FRANK R) 11. April 1961 (1961-04-11) * Spalte 4, Zeile 10 - Zeile 33; Abbildungen 1, 3, 5 *	1, 3-11, 13-16	INV. F02B25/18 ADD. F01B7/02 F02B75/28
X, D	WO 2012/158756 A1 (ACHATES POWER INC [US]; BURTON TRISTAN M [US]; REDON FABIEN G [US]) 22. November 2012 (2012-11-22) * Absatz [0039] - Absatz [0042]; Abbildungen 8-10 *	2, 3, 7, 9-11, 13-16	
X	US 4 359 027 A (SCHARPF OTTO H) 16. November 1982 (1982-11-16) * Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 4, Zeile 41; Abbildungen 1-5 *	1, 3, 7, 9-11, 13-16	
X	US 3 494 335 A (MEIER HERMAN R E) 10. Februar 1970 (1970-02-10) * Abbildungen 1-4, 6-9 *	1, 3, 7, 9-11, 13-16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	DE 20 2004 014582 U1 (SCHRADIN MICHAEL [DE]) 27. Januar 2005 (2005-01-27) * das ganze Dokument *	1-16	F02B F01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Juli 2023	Prüfer Tietje, Kai
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 17 1607

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2979045 A	11-04-1961	KEINE	
WO 2012158756 A1	22-11-2012	CN 103562515 A	05-02-2014
		EP 2712394 A1	02-04-2014
		JP 6085294 B2	22-02-2017
		JP 2014517195 A	17-07-2014
		US 2014083396 A1	27-03-2014
		WO 2012158756 A1	22-11-2012
US 4359027 A	16-11-1982	CA 1179273 A	11-12-1984
		JP H0131007 B2	22-06-1989
		JP S5786520 A	29-05-1982
		US 4359027 A	16-11-1982
US 3494335 A	10-02-1970	AT 326417 B	10-12-1975
		BE 728074 A	07-08-1969
		DE 1906558 A1	11-02-1971
		ES 363739 A1	16-12-1970
		FR 2007725 A1	09-01-1970
		GB 1226921 A	31-03-1971
		JP S4835887 B1	31-10-1973
		NL 6901943 A	05-11-1969
		SE 342864 B	21-02-1972
		US 3494335 A	10-02-1970
DE 202004014582 U1	27-01-2005	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2979045 A [0009]
- WO 2012158756 A1 [0010]