



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2011 Patentblatt 2011/10

(51) Int Cl.:
F01C 1/12 (2006.01) F01C 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10166901.8**

(22) Anmeldetag: **22.06.2010**

(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 MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(30) Priorität: **17.07.2009 DE 102009033672**

(71) Anmelder: **Talhoff, Wilhelm**
86167 Augsburg (DE)

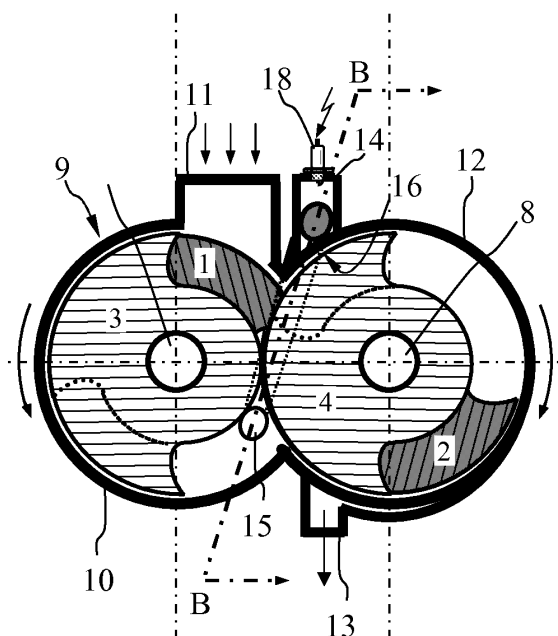
(72) Erfinder: **Talhoff, Wilhelm**
86167 Augsburg (DE)

(74) Vertreter: **Charrier, Rapp & Liebau**
Patentanwälte
Fuggerstrasse 20
86150 Augsburg (DE)

(54) **Drehkolben-Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Drehkolben-Brennkraftmaschine und ermöglicht deren kompakten, leistungsfähigen und einfach abzudichtenden Aufbau und energiesparenden Betrieb unter anderem mit mindestens vier runden Scheiben (1,2,3,4) mit jeweils einem Kolbenbereich und einem Zwischenbereich, wobei auf einer ersten Welle (7) eine erste Scheibe (1) und eine hierzu um einen Steuerwinkel (α) verdrehte dritte Scheibe (3) und auf einer zu dieser parallelen Abtriebswelle (8) eine zweite Scheibe (2) und eine hierzu um den Steuerwinkel (α) verdrehte vierte Scheibe (4) jeweils mit Stirnflächen abdichtend aneinander anliegen. Die erste und dritte Scheibe (1, 3) der ersten Welle (7) sind von einem Kompressionszylinder (10) und die zweite und vierte Scheibe (2, 4) der Abtriebswelle (8) von einem Expansionszylinder (12) abdichtend umgeben, welche an einer Übergangsöffnung miteinander verbunden sind, in der die einander zugeordneten Scheiben (1,2,3,4) aufeinander abrollen. Auf der Längsseite des Kompressionszylinders (10) ist ein Einlass (11) für ein Brennstoff Luft-Gemisch und auf einer hinter dem Einlass (11) liegenden Stirnseite des Kompressionszylinders (10) ein Verbindungskanaleingang (15) vorgesehen. Der Einlass (11) ist durch die Mantelflächen der Kolbenbereiche der ersten und dritten Scheibe (1, 3) sukzessive verschließbar, wobei vom Verbindungskanaleingang (15) ein Verbindungskanal (14) mit mindestens einer Zündvorrichtung (17, 18) zu einem Verbindungskanalausgang (16) im Expansionszylinder (12) verläuft, der in Drehrichtung der Abtriebswelle (8) vor einem durch die Mantelfläche der zweiten Scheibe (2) verschließbaren Auslass (13) aus dem Expansionszylinders (12) liegt.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Drehkolben-Brennkraftmaschine.

[0002] Drehkolben-Brennkraftmaschinen sind in zahlreichen Ausführungen bekannt. So offenbart die DE 2 218 132 A1 eine Drehkolben-Brennkraftmaschine, bei der mehrere einzelne Einheiten in Tandem-Bauart zusammengefügt sind. Jede der Einheiten besteht aus zwei kreisförmigen, auf parallelen Wellen befestigten Drehkolben, von denen jeder über einen Teil seines Umfangs mit einer Ausnehmung in Form eines Kreisringabschnitts versehen ist, die in Folge Kämmeingriffs bei einem Kolben einer Einheit als Kompressionsraum und beim anderen Kolben der selben Einheit als Expansions- oder Arbeitsraum dient. Hierbei ist jede Einheit von zwei kreisförmigen Drehkolben von einem Gehäuse umschlossen, dass aus zwei Seitenwänden und einem Mantel besteht, der im Achsnormalschnitt die Form zweier sich überschneidender Kreise hat. Um eine Drehkolben-Brennkraftmaschine mit mehreren Einheiten vorzusehen, beispielsweise mit vier Zylindern, müssen die einzelnen Gehäuse der einzelnen Einheiten nebeneinander angeordnet werden. Zwischen dem Kompressionsraum einer Einheit und dem Expansionsraum einer neben dieser Einheit angeordneten zweiten Einheit ist eine Verbindungsleitung vorgesehen, um das in dem einen Kompressionsraum erzeugte und verdichtete Brennstoff-Luft-Gemisch über die Verbindungsleitung in den Expansionsraum der benachbarten Einheit bewegen zu können. Diese Ausbildung weist den Nachteil auf, dass die Verbindung mehrerer Einheiten zu einer mehrzylindrigen Drehkolben-Brennkraftmaschine in axialer Richtung viel Raum beansprucht, so dass eine mehrzylindrige Drehkolben-Brennkraftmaschine relativ breit in axialer Richtung baut. Auch müssen jeweils die Gehäuse der einzelnen Einheiten abgedichtet werden, was einen erheblichen Aufwand bedeutet.

[0003] So offenbart die US 4,236,496 A eine Rotationsmaschine mit voneinander getrennten Kolbenscheiben, welche an Trennwänden von separaten Kammern reiben. Diese Rotationsmaschine geht auf Entwicklungen von Pappenheim von 1636, Jones von 1848, dem Root's Gebläse von 1866 und Behrens von 1867 zurück. Dort ergeben sich nachteilig große Gleitflächen und eine starke Belastung der Zahnräder. Auch weist die dortige Rotationsmaschine keinen Verbindungskanal mit Zündvorrichtung, Verbindungskanaleingang und Verbindungskanalausgang auf, wobei letztere im Bereich der Mantelflächen der Kolbenscheiben münden und sukzessive verschließbar sind.

[0004] DE 36 27 962 A1 offenbart eine zur US 4,236,496 A ähnliche Rotationsmaschine, bei der sich zwischen einzelnen Drehkolben Zwischenplatten befinden. Dies führt wie bei der Rotationsmaschine nach US 4,236,496 A zu großen Gleitflächen zwischen Drehkolben und Zwischenplatten, was zu großen Verlusten an Verdichtung und Leistung führt. Zudem ergibt sich dann eine starke Belastung der Zahnräder, und die Konstruktion ist dort sehr aufwändig und benötigt viel Platz.

[0005] DE 43 23 345 C2 offenbart eine Drehkolben-Brennkraftmaschinen mit zwei im wesentlichen gleichen, runden, senkrecht zueinander angeordneten Scheiben, welche um aufeinander senkrechten Drehachsen rotieren. Hierdurch ergeben sich nachteilig hohe Axialkräfte.

[0006] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Drehkolben-Brennkraftmaschine bereit zu stellen, welche die oben genannten Nachteile überwindet und insbesondere einen kompakten, leistungsfähigen und einfach abzudichtenden Aufbau und einen energiesparenden Betrieb ermöglicht.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen und bevorzugte Weiterbildungen können den Unteransprüchen entnommen werden.

[0008] Weitere Besonderheiten und Vorzüge der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der beiliegenden Zeichnungen. Diese zeigen:

Fig. 1: eine schematische Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel einer Drehkolben-Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung mit aufgeschnittenem Gehäuse von oben;

Fig. 2: eine schematische Seitenansicht auf die Drehkolben-Brennkraftmaschine aus Fig. 1 entlang der Schnittlinie A-A;

Fig. 3: eine schematische Seitenansicht auf die Drehkolben-Brennkraftmaschine aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie B-B;

Fig. 4 a-f: schematische Darstellungen unterschiedlicher Betriebszustände während eines Arbeitszyklus der Drehkolben-Brennkraftmaschine entsprechend der Ansicht in Fig. 2;

Fig. 5 a-c: eine schematische Seitenansicht der Drehkolben-Brennkraftmaschine nach Fig. 2 für unterschiedliche Steuerwinkel;

Fig. 6: eine schematische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Drehkolben- Brennkraftmaschine in axialer Richtung;

Fig. 7: eine schematische Draufsicht auf die Drehkolben-Brennkraftmaschine aus Fig. 6 entlang der Schnittrlinie C-C;

Fig. 8: eine schematische Schnittansicht entsprechend Fig. 2 durch eine Weiterbildung der Drehkolben-Brennkraftmaschine des ersten Ausführungsbeispiels;

Fig. 9: eine schematische Seitenansicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel einer Drehkolben-Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung mit

Fig. 10: eine schematische Seitenansicht auf die Drehkolben-Brennkraftmaschine aus Fig. 9 entlang der Schnittrlinie D-D.

[0009] Eine in Fig. 1 bis 3 schematisch dargestellte Drehkolben-Brennkraftmaschine weist als wesentliche Bestandteile sechs im Wesentlichen gleiche Scheiben 1 bis 6 auf. Die Scheiben 1 und 5 werden auch als einlassseitige äußere Scheiben bezeichnet, während die Scheiben 2 und 6 auch als abtriebsseitige äußere Scheiben bezeichnet werden. Die Scheiben 3 bzw. 4 werden auch als mittlere, einlass- bzw. abtriebsseitige Scheiben bezeichnet. Die Scheiben 1 bis 6 bestehen grundsätzlich aus Kreisscheiben, welche einen Kolbenbereich größeren Durchmessers und einen Zwischenbereich kleineren Durchmessers aufweisen, wie aus Fig. 2 hervorgeht. Die beiden Bereiche nehmen jeweils etwa die Hälfte der Scheiben 1 bis 6 ein.

[0010] Die Scheiben 1, 3 und 5 sind auf einer Welle 7 befestigt, während die Scheiben 2, 4 und 6 auf einer Abtriebswelle 8 angeordnet sind. Beide Wellen 7, 8 drehen im motorischen Betrieb gegensinnig in die in Fig. 2 gezeigten Richtungen, die Welle 7 also im Gegenuhrzeigersinn und die Abtriebswelle 8 im Uhrzeigersinn. Um einen synchronen Lauf der Wellen 7, 8 sicherzustellen, weisen diese in Fig. 1 bis 3 nicht gezeigte, ineinander kämmende Zahnräder auf, welche eine Kopplung im Umdrehungsverhältnis 1:1 sicherstellen.

[0011] Wie insbesondere aus Fig. 1 hervorgeht, bilden die Scheiben 1 und 2, 3 und 4 sowie 5 und 6 jeweils einander zugeordnete Scheibenpaare. Die Zwischenbereiche und Kolbenbereiche der einander zugeordneten Scheibenpaare sind so auf der Welle 7 bzw. der Abtriebswelle 8 angeordnet, dass sie miteinander kämmend in Eingriff gelangen. Anhand der in Fig. 2 vollständig sichtbaren inneren Scheiben 3 und 4 ist leicht erkennbar, dass während ungefähr einer halben gegensinnigen Umdrehung der beiden Scheiben 3 und 4 der innere Umfang des Zwischenbereichs der einlassseitigen Scheibe 3 auf dem äußeren Umfang des Kolbenbereichs der abtriebsseitigen Scheibe 4 abrollt (in Fig. 1-3 und 4a, b und f dargestellt). Während der anderen halben gegensinnigen Umdrehung hingegen rollt der innere Umfang des Zwischenbereichs der abtriebsseitigen Scheibe 4 auf dem äußeren Umfang des Kolbenbereichs der einlassseitigen Scheibe 3 ab (in Fig. 4 c-e dargestellt).

[0012] Das in Fig. 2 hinter dem Scheibenpaar 3, 4 liegende äußere Scheibenpaar 1, 2 wie auch das in Fig. 2 nicht sichtbare Scheibenpaar 5, 6 sind gegenüber dem Scheibenpaar 3, 4 um einen Steuerwinkel α auf den Welle 7 bzw. 8 verdreht angeordnet. Wie später noch beschrieben wird, kann dieser Verdrehwinkel zur Einstellung der Verdichtung geändert werden.

[0013] Die Scheiben 1 bis 6 sind von einem Gehäuse 9 umgeben, welches im Wesentlichen aus zwei an ihren Längsseiten miteinander verbundenen Teilzylindern besteht. In dem in Fig. 2 linken, als Kompressionszylinder 10 bezeichneten Teilzylinder befindet sich oben eine über alle Scheiben 1, 3, 5 reichende Einlassöffnung 11 für ein Brennstoff-Luft-Gemisch. In dem in Fig. 2 rechten, als Expansionszylinder 12 bezeichneten Teilzylinder befindet sich unten eine nur im Bereich der äußeren Scheiben 2, 6 verlaufende Auslassöffnung 13 für das verbrannte Brennstoff-Luft-Gemisch, im Bereich der mittleren Scheibe 4 läuft diese abdichtend auf dem Expansionszylinder 12 ab.

[0014] Die Umfangsseiten und Seitenflanken der Scheiben 1-6 laufen abdichtend an den Wänden des Kompressions- bzw. Expansionszylinders 10, 12 sowie den Umfangsseiten bzw. Seitenflanken der benachbarten Scheiben 1-6 um. Das im Kompressionszylinder 10 befindliche Brennstoff-Luft-Gemisch kann somit nur über einen Verbindungskanal 14 aus dem Kompressionszylinder 10 in den Expansionszylinder 12 gelangen. Wie insbesondere aus Fig. 3 hervorgeht, befinden sich Verbindungskanaleingänge 15 unten auf den stirnseitigen Außenseiten des Kompressionszylinders 10, während ein Verbindungskanalausgang 16 im Umlaufbereich der expansionsseitigen mittleren Scheibe 4 in den Expansionszylinder 12 reicht. Die Verbindungskanaleingänge 15 werden auch mit VKE bezeichnet, der Verbindungskanalausgang 16 auch mit VKA.

[0015] Um das Brennstoff-Luft-Gemisch, welches im Kompressionszylinder 10 und dem Verbindungskanal 14 komprimiert wird, zünden zu können, sind im Bereich der Verbindungskanaleingänge 14 Zündkerzen 17 und im Bereich des Verbindungskanalausgangs 16 eine Zündkerze 18 vorgesehen.

[0016] Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Drehkolben-Brennkraftmaschine wird nun anhand eines Arbeitszyklus in Fig. 4 a) bis f) sowie der am Ende der Beschreibung beigefügten Tabelle detailliert erläutert.

[0017] Fig. 4 a) zeigt die Stellung der Scheiben 1-4 zu Beginn eines Arbeitszyklus. Die Einlassöffnung 11 ist dabei im Bereich der Scheiben 1 und 5 geschlossen, während sie im Bereich der mittleren einlassseitigen Scheibe 4 zum Ansaugen

von Brennstoff-Luft-Gemisch geöffnet ist.

[0018] Im unteren Bereich des Kompressionszylinders 10 sind die Verbindungskanaleingänge 15 geöffnet, während der Verbindungskanalausgang 16 durch die expansionsseitige mittlere Scheibe 4 verschlossen ist. Somit wird im unteren Bereich des Kompressionszylinders 10 befindliches Brennstoff-Luft-Gemisch durch alle drei Scheiben 1, 3 und 5 in deren Zwischenbereich und im Verbindungskanal komprimiert.

[0019] Im Expansionszylinder 12 endet die Expansionsphase im Bereich der äußeren Scheiben 2 und 6, wobei diese den Auslass 13 noch verschließen. Die verbrannten Abgase im Bereich des Zwischenbereichs der mittleren Scheibe 4 werden in Richtung des Auslass 13 gleitend und somit gedrosselt zum Auslass 13 verschoben.

[0020] Anschließend wird vom Zustand in Fig. 4 a) ausgehend zunächst weiterhin im Bereich der mittleren Scheibe 3 des Kompressionszylinders 10 oben Brennstoff-Luft-Gemisch angesaugt, wobei sich dann sukzessive Scheiben 1, 5 des Kompressionszylinders 10 mit ihren Zwischenbereichen zur Einlassöffnung 11 hin öffnen. Hierdurch wird verstärkt Brennstoff-Luft-Gemisch in den freiwerdenden Zwischenraum zwischen Kompressionszylinder 10, den Scheibenumfängen der Scheiben 1, 3, 5 und 2, 4, 6 angesaugt.

[0021] Im unteren Bereich des Kompressionszylinders 10 wird das Brennstoff-Luft-Gemisch zwischen Kompressionszylinder 10, den Scheibenumfängen der Scheiben 1, 3, 5 und 2, 4, 6 weiter komprimiert, wobei der Verbindungskanalausgang 16 nach wie vor durch die mittlere Scheibe 4 des Expansionszylinders 12 verschlossen ist.

[0022] Währenddessen wird im Expansionszylinder 12 der Auslass 13 durch die Scheiben 2 und 6 zunehmen geöffnet, die Abgase im Bereich der Scheiben 2, 4 6 werden gedrosselt zum Auslass 13 geführt und dort abgegeben.

[0023] In Fig. 4 b) wird nach wie vor im Bereich der Scheiben 1, 3, 5 oben angesaugt, während im Bereich der mittleren Scheibe 3 unten die Komprimierung beendet wird. Die Komprimierung im Bereich der äußeren Scheiben 1, 5 unten wird jedoch fortgesetzt, wobei das dort befindliche Brennstoff-Luft-Gemisch nachfolgend weiter in den Verbindungskanal 14 gedrückt wird. Im Expansionszylinder 12 wird nach wie vor Abgas aus dem Bereich der mittleren Scheibe 4 ausgestoßen, wie auch aus den Bereichen der äußeren Scheibe 2 und 6.

[0024] Dieser Vorgang wird nach Fig. 4 b) bei nach wie vor geöffneten Verbindungskanaleingängen 15 und geschlossenem Verbindungskanalausgang 16 fortgesetzt, bis der in Fig. 4 c) gezeigte Zustand erreicht wird. Im oberen Bereich des Kompressionszylinders 10 wird Brennstoff-Luft-Gemisch durch die Einlassöffnung 11 im Bereich aller drei Scheiben 1, 3 und 5 angesaugt.

[0025] Die Verbindungskanaleingänge 15 werden - beginnend mit Fig. 4 c) - dann durch die äußeren Scheiben 1 und 5 verschlossen, sodass der Komprimierungsvorgang auch durch die Scheiben 1 und 5 beendet ist. Gleichzeitig wird der Verbindungskanalausgang 16 im Expansionszylinder 12 durch die mittlere Scheibe 4 freigegeben, sodass das komprimierte Brennstoff-Luft-Gemisch in den Expansionszylinder 12 gelangen kann. Anschließend wird das noch im Verbindungskanal 14 befindliche komprimierte Brennstoff-Luft-Gemisch durch die Zündkerzen 17 und 18 gezündet, sodass zunächst nur eine Verbrennung im Bereich des Verbindungskanals 14 und des Zwischenbereichs der mittleren Scheibe 4 stattfindet und somit nur diese angetrieben wird.

[0026] Ausgehend von Fig. 4 c) werden nach wie vor Abgase im Bereich der Scheibe 4 wie auch im Bereich der Scheiben 2 und 6 durch die Auslassöffnung 13 ausgestoßen. Der Ansaugvorgang im Bereich der mittleren Scheibe 3 wird in dem Moment beendet wird, in dem die in Umdrehungsrichtung vordere Kante des Kolbenbereichs der Scheibe 3 den Einlass 11 überstreicht. Im Bereich der äußeren Scheiben 1 und 5 wird oben nach wie vor weiterhin Brennstoff-Luft-Gemisch angesaugt. Eine Komprimierung findet im Kompressionszylinder 10 nicht mehr statt.

[0027] Mit Erreichen der in Fig. 4 d) dargestellten Stellung ist das Ansaugen im Bereich der mittleren Scheibe 3 beendet, wobei das im Bereich der Scheibe 3 befindliche Brennstoff-Luft-Gemisch nach unten verschoben wird. Ebenso wird weiterhin im Bereich der Scheiben 1 und 5 Brennstoff-Luft-Gemisch angesaugt. Zu diesem Zeitpunkt werden dann auch die Bereiche der Scheiben 2 und 6 vollkommen zum Verbindungskanalausgang 16 hin geöffnet, sodass in den Bereichen der Scheiben 2, 4 und 6 Brennstoff-Luft-Gemisch verbrannt wird und Expansion stattfindet. Die Scheibe 2 und 6 dienen somit auch als Nachbrennkammern. Der Ausstoß im Bereich der mittleren Scheibe 4 ist vollständig beendet ist, während die Abgase im Bereich der Scheiben 2 und 6 weiter ausgestoßen werden.

[0028] Anschließend wird dann bei der in Fig. 4 e) gezeigten Stellung das Ansaugen des Brennstoff-Luft-Gemischs im Kompressionszylinder 10 vollständig durch Verschließen des Einlass 11 mittels der äußeren Scheiben 1 und 5 beendet. Die Verbindungskanaleingänge 15 sind nach wie vor verschlossen, während der Verbindungskanalausgang 16 nach wie vor geöffnet ist. Ebenso werden die Abgase im Expansionszylinder 12 unten im Bereich der Scheiben 2 und 6 weiter ausgestoßen, bis die in Fig. 4 f) gezeigte Stellung erreicht ist. Dann wird der Auslass 13 durch die äußeren Scheiben 2, 6 verschlossen. Im oberen Bereich des Expansionszylinder 12 findet nach wie vor die Verbrennung und Expansion im Bereich der Scheiben 2, 4, 6 statt.

[0029] Mit dem Ende des Ansaugens des Brennstoff-Luft-Gemischs im Kompressionszylinder 10 in Fig. 4 e) beginnt nun im Kompressionszylinder 10 der Komprimierungsvorgang des im unteren Bereich des Kompressionszylinders 10 befindlichen Brennstoff-Luft-Gemischs bei noch verschlossenen Verbindungskanaleingängen 15 und wird bis zur in Fig. 4 f) gezeigten Stellung fortgesetzt.

[0030] Nachfolgend beginnt dann in Fig. 4 f) das Ansaugen im Bereich der mittleren Scheibe 3 oben. Durch die

führende Kante der mittleren Scheibe 4 wird der Verbindungskanalausgang 16 verschlossen. Erst danach werden dann durch Wegrotieren des in Drehrichtung hinteren Endes des Kolbenbereichs der äußeren Scheiben 1, 5 die Verbindungskanaleingänge 15 freigegeben, so dass das komprimierte Brennstoff-Luft-Gemisch in den Verbindungskanal 14 eingeleitet werden kann. In dem in Fig. 4 f) gezeigten Zustand ist dann auch das Ausstoßen der Abgase in den Auslass 13 beendet, sobald die in Drehrichtung führenden Kanten der äußeren Scheiben 2, 6 die in Fig. 4 f) gezeigte Stellung erreicht haben.

[0031] Damit ist ein Arbeitszyklus beendet und ein neuer Arbeitszyklus beginnt.

[0032] Die Steuerung der Drehkolben-Brennkraftmaschine kann u.a durch Steuerung der Brennstoffzufuhr, Steuerung der Zündzeitpunkte sowie Steuerung der Verdichtung erfolgen.

[0033] In Fig. 5 a) bis 5 c) ist gezeigt, wie durch einen unterschiedlichen Steuerwinkel α zum Zündzeitpunkt eine unterschiedliche Verdichtung eingestellt werden kann. Der verstellbare Zündwinkel α wird dadurch erreicht, dass das mittlere Scheibenpaar 3, 4 gegenüber den äußeren Scheibenpaaren 1, 5 und 2, 6 verdreht wird. So ist in Fig. 5 a) ein kleiner Zündwinkel α gezeigt, bei dem der Brennstoff weniger stark verdichtet wird, als beispielsweise in Fig. 5 b) oder Fig. 5 c). Die in Fig. 5 a) gezeigte Stellung ist für leichte Brennstoffe wie Alkohol, Gase etc. geeignet. Für mittelschwere Brennstoffe wie beispielsweise Benzin mit niedriger Oktanzahl ist der Steuerwinkel α nach Fig. 5 b) geeignet, während für schwere Brennstoffe wie Benzin mit hoher Oktanzahl der in Fig. 5 c) geeignete Steuerwinkel α sinnvoll ist.

[0034] Die Einstellung des Zündwinkels α anhand der Winkelverstellung der mittleren Scheiben 3, 4 wird nun anhand von Fig. 6 und 7 erläutert. Soweit dort gleiche Elemente wie in Fig. 1 bis 5 dargestellt sind, werden wieder die gleichen Bezeichnungen und Bezugszeichen verwendet.

[0035] In Fig. 6 ist lediglich der Aufbau des Expansionszylinders 12 dargestellt, der Kompressionszylinder ist entsprechend ausgebildet. An die in Fig. 6 linke Stirnseite des Expansionszylinders 12 ist ein Steuerblock 19 angebracht. Die Abtriebswelle 8 reicht sowohl durch den Expansionszylinder 12 als auch den Steuerblock 19 und ist dort jeweils über Kugellager 20, 21 drehbar gelagert.

[0036] Im Steuerblock 19 ist ein Zahnrad 22 fest mit der Abtriebswelle 8 verbunden, wobei das Zahnrad 22 in ein entsprechendes Zahnrad auf der Welle 7 eingreift und somit den synchronen Lauf der Wellen 7, 8 sicherstellt. Das Zahnrad 22 kann über Schraubverbindungen 23 fest mit einem zweiten, gleichermaßen ausgebildeten Zahnrad 24 verbunden werden. Das zweite Zahnrad 24 ist fest mit einer Steuerhülse 25 verbunden.

[0037] Die Steuerhülse 25 weist den in Fig. 6 gezeigten Querschnitt auf und ist gegenüber der Abtriebswelle 8 drehbar gelagert mittels Kugellagern 26, 27 am Expansionszylinder 12 bzw. dessen Gehäuse gelagert. Auf der Steuerhülse 25 wiederum sind die äußeren Scheibe 2 und 6 befestigt. Hierbei weist die Steuerhülse 25 im Bereich der Scheibe 2 eine hohlzylindrische Ausnehmung 28 auf, in die eine auf der Abtriebswelle 8 befestigte entsprechende kreisringförmige Steuerscheibe 29 reicht. Von der Steuerscheibe 29 reichen Steuerbolzen 30 durch in Fig. 7 erkennbar bohnenförmige, längliche Öffnungen 31 in der einen Seitenwand der hohlzylindrischen Ausnehmung 28 der Steuerhülse 25. Die Steuerbolzen 30 reichen in entsprechende Bohrungen in der mittleren Scheibe 4.

[0038] Sind die Zahnräder 22, 24 nicht über die Verbindungsschrauben 23 miteinander verbunden, so kann die Abtriebswelle 8 gegenüber der Steuerhülse 25 um den Steuerwinkel α verdreht werden, der durch die Länge der Öffnungen 31 begrenzt wird. Zur Einstellung des Steuerwinkels α muss lediglich die Verbindung zwischen den Zahnrädern 22 und 24 gelöst, dann der Steuerwinkels α eingestellt und anschließend die Zahnräder 22 und 24 wieder fest verbunden werden. Hierzu können über den Umfang des Zahnrads 24 verteilt zahlreiche Gewindebohrungen angeordnet sein, in welche die Verbindungsschrauben 23 des Zahnrads 22 unterschiedlich eingesetzt werden können. Somit kann auf schnelle Weise der Steuerwinkel α zwischen dem mittleren Scheibenpaar 3, 4 und den äußeren Scheibenpaaren 1, 2 und 5, 6 verändert werden.

[0039] Anstelle des Zahnrads 24 und des entsprechenden Zahnrads auf der Welle 7 können diese Zahnräder auch durch Scheiben ersetzt werden, welche nicht miteinander in Verbindung stehen. Die Synchronisation der Wellen 7, 8 erfolgt dann über das Zahnrad 22 und das mit diesem kämmenden Zahnrad auf der Welle 7.

[0040] Alternative Einstellungsmöglichkeiten des Steuerwinkels bestehen, indem beispielsweise an Stelle der festen Verbindung zwischen den beiden Zahnrädern 22 und 24 nach Fig. 7 eine von außen steuerbare Winkelverstellung der Scheibenpaare 1, 2, 5, 6 und 3, 4 ermöglicht wird. Dies könnte beispielsweise hydraulisch, elektromagnetisch oder mit Fliehkraftsteuerung erfolgen.

[0041] Um die Leistung des Motors noch weiter zu erhöhen, kann in einer Weiterbildung der Erfindung nach Fig. 8 noch ein zusätzlicher Einlass 32 im Expansionsbereich des Expansionszylinders 12 vorgesehen werden, durch den eine bestimmte Menge von Wasser in den Expansionsbereich eingeleitet werden kann. Durch die Verbrennung des Brennstoff-Luft-Gemischs im Expansionszylinder 12 wird das eingesprühete Wasser verdampft, wodurch die Expansion und der Expansionsdruck im Expansionszylinder 12 noch verstärkt werden (Boost-Effekt).

[0042] In Fig. 9 und 10 ist eine alternative Ausführung der Drehkolben-Brennkraftmaschine gezeigt. Diese unterscheidet sich von dem in Fig. 1 bis 7 gezeigten Ausführungsbeispiel dadurch, dass anstelle von drei Scheibenpaaren 1, 2, 3, 4 und 5, 6 lediglich zwei Scheibenpaare 1, 2 und 3, 4 verwendet werden, das Scheibenpaar 5, 6 aus Fig. 1 weggelassen wurde. Ansonsten entsprechen der Aufbau und die Funktionsweise der in Fig. 9 und 10 gezeigten Drehkolben-Brenn-

kraftmaschine der der Drehkolben-Brennkraftmaschine mit drei Scheibenpaaren in Fig. 1 bis 7. Gegenüber der grundsätzlich funktionsfähigen Ausführung mit zwei Scheibenpaaren 1,2 und 3,4 weist die Ausführung mit drei Scheibenpaaren 1,2, 3,4 und 5,6 den Vorteil auf, dass durch die symmetrische Ausbildung mit zwei äußeren Scheibenpaaren 2, 1 und 5, 6 eine asymmetrische Lastverteilung wie bei der Ausführung in Fig. 9 und 10 vermieden wird. Somit können bei der Ausführung nach Fig. 9 und 10 entstehende pulsierende Axialkräfte, welche zu deutlich höheren Reibungen der Seitenflächen der Scheiben aneinander und am Gehäuse führen, vermieden werden.

[0043] Die Drehkolben-Brennkraftmaschine wird vorzugsweise aus feuerfesten Materialien, beispielsweise Keramiken hergestellt. Insbesondere gilt dies für die die Scheiben 1-6 sowie die Innenwandungen der Kompressions- und Expansionszylinder 10, 12. Bei Verwendung derartiger feuerfester Materialien können sehr hohe Temperaturen im Expansionsraum erreicht werden, wobei die Drehkolben-Brennkraftmaschine dann auch im Betrieb weitgehend ohne zusätzliche Kühlung auskommen kann. Alternativ oder auch in Kombination können aber auch herkömmliche im Motorenbau verwendete Materialien eingesetzt werden.

[0044] Vorteile der erfindungsgemäßen Drehkolben-Brennkraftmaschine sind, dass die erzeugten Expansionskräfte vollständig auf die Arbeitswelle 8 übertragen werden. Darüber hinaus läuft die erfindungsgemäße Drehkolben-Brennkraftmaschine verschleißfrei, eine Schmierung ist nicht notwendig, wodurch alle Probleme, die bei herkömmlichen Motoren mit der Ölversorgung, Öldruck und Öltemperaturkontrolle verbunden sind, entfallen. Darüber hinaus, weist die erfindungsgemäße Drehkolben-Brennkraftmaschine keine Ventile, Nockenwellen, Zahnriemen, Zahnketten, Umlenkrollen, Ölwanne oder Zwischenwände auf. Zudem wird das größte Drehmoment bei der Zündung erzeugt. Auch kann die Zündung der Zündkerzen 17, 18 am Verbindungskanaleingang 15 bzw. Verbindungskanalausgang 16 unterschiedlich angesteuert werden, um beispielsweise eine richtungsgesteuerte Verbrennung von den Verbindungskanaleingängen 15 zum Verbindungskanalausgang 16 zu erreichen.

Bezugszeichen

[0045]

- 1 äußere Scheibe (einlassseitig)
- 2 äußere Scheibe (abtriebsseitig)
- 3 innere Scheibe (einlassseitig)
- 4 innere Scheibe (abtriebsseitig)
- 5 äußere Scheibe (einlassseitig)
- 6 äußere Scheibe (abtriebsseitig)
- 7 Welle
- 8 Abtriebswelle
- 9 Gehäuse
- 10 Kompressionszylinder
- 11 Einlass
- 12 Expansionszylinder
- 13 Auslass
- 14 Verbindungskanal (VK)
- 15 Verbindungskanaleingang (VKE)
- 16 Verbindungskanalausgang (VKA)
- 17 Zündkerzen VKE
- 18 Zündkerze VKA
- 19 Steuerblock
- 20 Kugellager Abtriebswelle
- 21 Kugellager Abtriebswelle
- 22 Zahnrad wellenseitig
- 23 Verbindungsschrauben
- 24 Zahnrad hülsenseitig
- 25 Steuerhülse
- 26 Kugellager Steuerhülse
- 27 Kugellager Steuerhülse
- 28 hohlzylindrische Ausnehmung
- 29 Steuerscheibe
- 30 Steuerbolzen
- 31 bohnenförmige, längliche Öffnungen
- 32 Boost-Eingang

	Linke Kammer (Ansaugen-Kompression)						Verbindungskanal		Rechte Kammer (Expansion-Ausstoß)								
Fig. 4	Beschreibung Ansaugen - Verdichtung	Ansaugen oben 1 3 5			Komp. unten 1 3 5			VKE unten 1-4 5-4	VKA oben 1-4 5-4	Expansion oben 2 4 6			Ausstoß unten 2 4 6			Beschreibung Expansion - Ausstoß	FIG. 4
a)	Ansaugen Scheibe 3 oben Zufuhr zu Scheiben 1, 5 geschlossen Komprimierung Scheiben 1, 3, 5 Unten	X	X	X	X	X	X	Auf	Zu	X		X		X		Ende der Expansion 2, 6 Abgase Scheibe 4 Verlagerung der Abgase gleitend zum Ausgang (gedrosselt)	a)
↓	Ansaugen Scheibe 3 oben Öffnung Zufuhr Scheiben 1, 5 oben Komprimierung Scheiben 1, 3, 5 unten		X		X	X	X	Auf	Zu				X	X	X	Scheibe 4 Abgase weiter geleitet.zum Ausgang. Scheibe 2 ; 6 Abgase gedrosselt zum Ausgang	↓
b)	Ansaugen Scheibe 1,3,5 oben Ende Komprimierung Scheibe 3 unten Komprimierung Scheiben1, 5 unten + Verschiebung	X	X	X	X		X	Auf	Zu				X	X	X	Ausstoß der Abgase Scheibe 4 Scheiben 2-6 (gedrosselt)	b)
↓	Ende der Verdichtung Scheibe 3 unten Komprimierung Scheiben1, 5 unten	X	X	X	X		X	Auf	Zu				X	X	X	Ausstoß der Abgase Scheibe 4 Scheiben 2-6 (gedrosselt)	↓
c)	Ansaugen Scheibe 1, 3, 5 Ende des Komprimierung Scheibe 1 , 5 unten	X	X	X				Zu	Auf		X		X	X	X	Anfang der Expansion Scheibe 4	c)
↓	Ende Ansaugen Scheibe 3 oben. Ansaugen Scheibe 1,5 oben. Ende Komprimierung Scheibe 1 ; 5 unten. In den Verbindungskanal VKE 1-4 ; 5-4	X		X	X		X	Zu	Auf	X	X	X	X	X	X	Ausstoß der Abgase Scheibe 4 danach Ausstoß der Abgase 2; 6 (gedrosselt) ggf. Injektion von H2O in Expansionszylinder.	↓

	Linke Kammer (Ansaugen-Kompression)						Verbindungskanal		Rechte Kammer (Expansion-Ausstoß)								
Fig. 4	Beschreibung Ansaugen - Verdichtung	Ansaugen oben 1 3 5			Komp. unten 1 3 5			VKE unten 1-4 5-4	VKA oben 1-4 5-4	Expansion oben 2 4 6			Ausstoß unten 2 4 6			Beschreibung Expansion - Ausstoß	FIG. 4
d)	EndeAnsaugen, Scheibe3 Medium wird verschoben nach unten, und Ende des Ansaugen Scheibe 1, 5	X		X				Zu	Auf	X	X	X	X	X	X	Ausstoß der Abgase Scheibe 4 ,2,6 Expansion 4, 2, 6 Oben Nachbrennen Scheiben 2,6	d)
↓	Ansaugen Scheibe 1, 5 oben.	X		X				Zu	Auf	X	X	X	X	X	X	Ausstoß der Abgase Scheiben 2, 6 Expansion 4, und 2; 6	↓
e)	Ende Ansaugen Scheibe 1,5 Kompression Scheibe 1, 3 und 5				X	X	X	Zu	Auf	X	X	X	X		X	Abgase Ausstoß Scheibe 2 , 6 Ausstoß Scheibe 4 Ende	e)
↓	Ansaugen Scheibe 3 oben		X			X		Zu	Auf	X	X	X	X		X	Expansion Scheibe 2, 6	↓
f)	Ansaugen Scheibe 3 oben Komprimierung 1, 3, 5		X		X	X	X	Zu	Zu	X		X	X		X	Schließen VKA durch Scheibe 4 Ende Ausstoß der Abgase Scheibe 2, 6	f)

Patentansprüche

- 5 1. Drehkolben-Brennkraftmaschine mit mindestens vier im wesentlichen gleich ausgebildeten runden Scheiben (1,2,3,4), die jeweils einen Kolbenbereich größeren Durchmessers und einen Zwischenbereich kleineren Durchmessers aufweisen, wobei auf einer ersten Welle (7) eine erste Scheibe (1) und eine hierzu um einen Steuerwinkel (α) in Drehrichtung der ersten Welle (1) verdrehte dritte Scheibe (3) und auf einer zu dieser parallelen Abtriebswelle (8) eine zweite Scheibe (2) und eine hierzu um den Steuerwinkel (α) in Drehrichtung der Abtriebswelle (8) verdrehte vierte Scheibe (4) jeweils mit ihren Stirnflächen abdichtend aneinander anliegen, die erste Welle (7) und die Abtriebswelle (8) sind zum synchronisierten gegensinnigen Drehen miteinander gekoppelt, wobei die erste Scheibe (1) der zweiten Scheibe (2) bzw. die dritte Scheibe (3) der vierten Scheibe (4) zugeordnet und so auf der ersten Welle (7) bzw. der Abtriebswelle (8) angeordnet sind, dass jeweils die Mantelfläche des Kolbenbereichs der einen Scheibe (1, 3) während eines Teils der gegensinnigen Umdrehung der Scheiben auf der Mantelfläche des Zwischenbereichs der ihr jeweils zugeordneten Scheibe (2, 4) abdichtend abrollt und während des anderen Teils der Umdrehung die Mantelfläche des Zwischenbereichs der einen Scheibe (1, 3) auf der Mantelfläche des Kolbenbereichs der ihr zugeordneten anderen Scheibe (2, 4) abdichtend abrollt, wobei die erste Scheibe (1) und dritte Scheibe (1) der ersten Welle (7) abdichtend von einem Kompressionszylinder (10) und die zweite Scheibe (2) und vierte Scheibe (4) der Abtriebswelle (8) abdichtend von einem Expansionszylinder (12) umgeben sind, der Kompressionszylinder (10) und der Expansionszylinder (12) sind an einer zueinander gewandten längsseitigen Übergangsöffnung miteinander verbunden, in der die einander zugeordneten Scheiben (1,2,3,4) aufeinander abrollen, wobei auf der Längsseite des Kompressionszylinder (10) ein Einlass (11) für ein Brennstoff-Luft-Gemisch und auf einer in Drehrichtung der ersten Welle (7) hinter dem Einlass (11) liegenden Stirnseite des Kompressionszylinder (10) ein Verbindungskanaleingang (15) liegt, der vom Zwischenbereich der ersten Scheibe (1) nicht bedeckt wird und durch den Kolbenbereich der ersten Scheibe (1) verschließbar ist, wobei der Einlass (11) durch die Mantelflächen der Kolbenbereiche der ersten Scheibe (1) und dritten Scheibe (3) sukzessive verschließbar ist, wobei vom Verbindungskanaleingang (15) ein Verbindungskanal (14) zu einem im Bereich der Mantelfläche der vierten Scheibe (4) mündenden Verbindungskanalausgang (16) im Expansionszylinder (12) verläuft, wobei der Verbindungskanalausgang (16) in Drehrichtung der Abtriebswelle (8) vor einem im Bereich der zweiten Scheibe (2) mündenden Auslass (13) des Expansionszylinders (12) liegt, wobei der Auslass (13) durch die Mantelfläche des Kolbenbereichs der zweiten Scheibe (2) verschließbar ist, und wobei im Verbindungskanal (14) mindestens eine Zündvorrichtung (17, 18) zum Zünden von im Verbindungskanal (14) befindlichen Brennstoff-Luftgemisch vorgesehen ist.
- 35 2. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der der ersten Scheibe (1) und zweiten Scheibe (2) abgewandten Seite der dritten Scheibe (3) und vierten Scheibe (4) eine fünfte Scheibe (5) bzw. sechste Scheibe (6) auf der ersten Welle (7) bzw. der Abtriebswelle (8) angeordnet ist, welche in gleicher Weise wie die erste Scheibe (1) bzw. zweite Scheibe (2) auf den Wellen (7, 8) angeordnet sind, wobei auf der der fünften Scheibe (5) zugewandten Stirnseite des Kompressionszylinder (10) ein weiterer zum Verbindungskanal (14) gehöriger Verbindungskanaleingang (15) liegt, der vom Zwischenbereich der fünften Scheibe (5) nicht bedeckt wird und durch den Kolbenbereich der fünften Scheibe (5) verschließbar ist.
- 40 3. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das der Einlass (11) durch die Mantelflächen der Kolbenbereiche der ersten Scheibe (1), dritten Scheibe (3) und fünften Scheibe (5) sukzessive verschließbar ist.
- 45 4. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das der Auslass (13) auch durch die Mantelfläche des Kolbenbereichs der sechsten Scheibe (6) verschließbar ist.
- 50 5. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das der Steuerwinkel (α) zwischen dritter Scheibe (3) bzw. vierter Scheibe (4) und den anderen Scheiben (1,5; 2, 6) der ersten Welle (7) bzw. der Abtriebswelle (8) gemeinsam verstellbar ist.
6. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlass (11) in Drehrichtung der ersten Welle (7) hinter den Berührungspunkten der aufeinander abrollenden Scheiben (1,2; 3, 4; 5, 6) benachbart der Übergangsöffnung liegt.
- 55 7. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Verbindungskanaleingänge (15) in Drehrichtung der ersten Welle (7) vor den Berührungspunkten der aufeinander abrollenden Scheiben (1,2; 3, 4; 5, 6) benachbart der Übergangsöffnung liegt.

EP 2 292 896 A2

8. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungskanalausgang (16) in Drehrichtung der Abtriebswelle (8) hinter den Berührungspunkten der aufeinander abrollenden Scheiben (1,2; 3, 4; 5, 6) benachbart der Übergangsöffnung liegt.

5 9. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auslass (11) in Drehrichtung der Abtriebswelle (8) vor den Berührungspunkten der aufeinander abrollenden Scheiben (1,2; 3, 4; 5, 6) benachbart der Übergangsöffnung liegt.

10 10. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheiben (1-6) aus einem hitzebeständigen Material, insbesondere einem Keramikmaterial, hergestellt sind.

15 11. Drehkolben-Brennkraftmaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem im Expansionszylinder (12) in Drehrichtung der Abtriebswelle (8) hinter dem Verbindungskanalausgang (16) und vor dem Auslass (13) liegenden Bereich ein zusätzlicher Boost-Einlass (32) zur Einleitung von Wasser in den Expansionszylinder (12) vorgesehen ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 2

Fig. 3

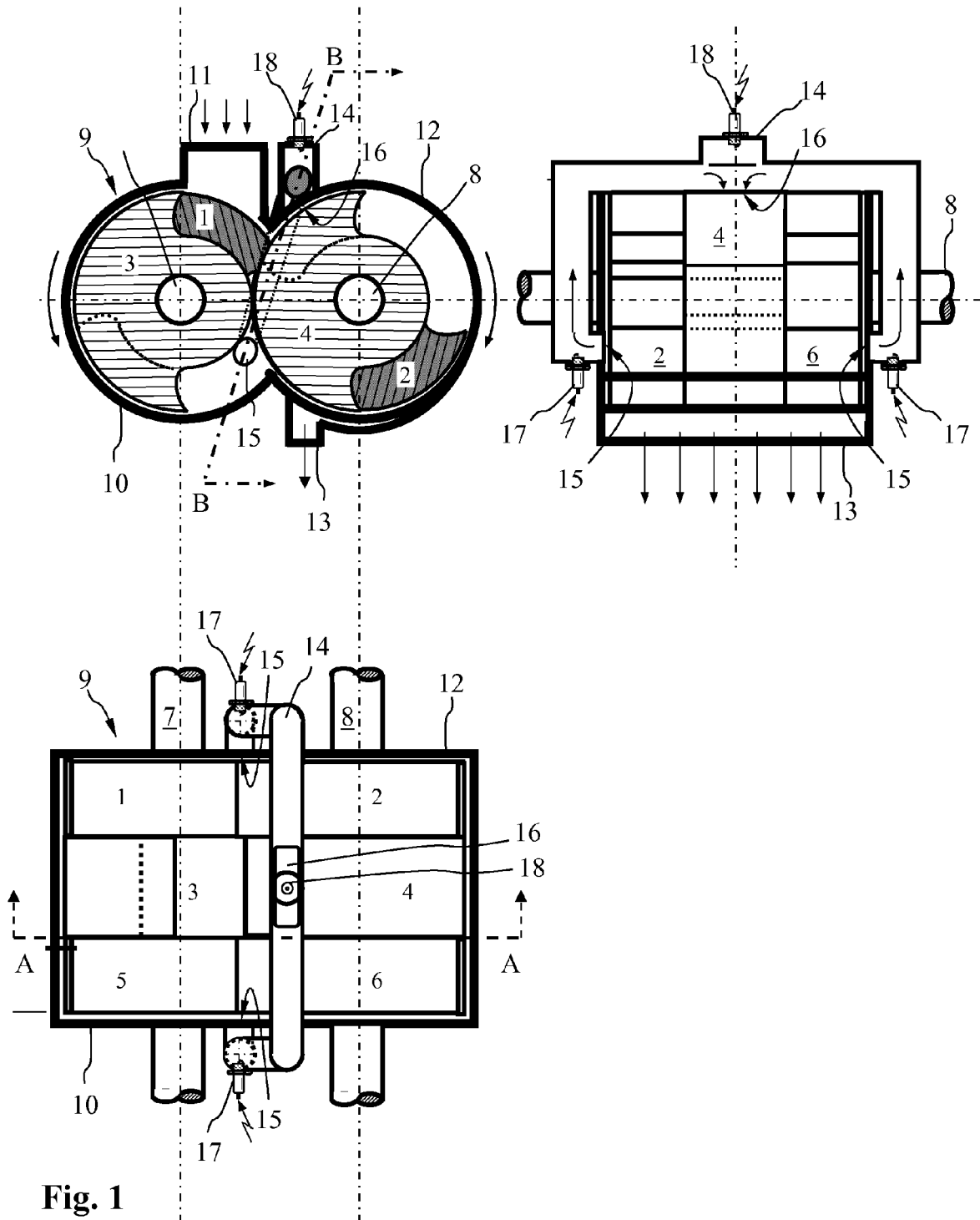


Fig. 4

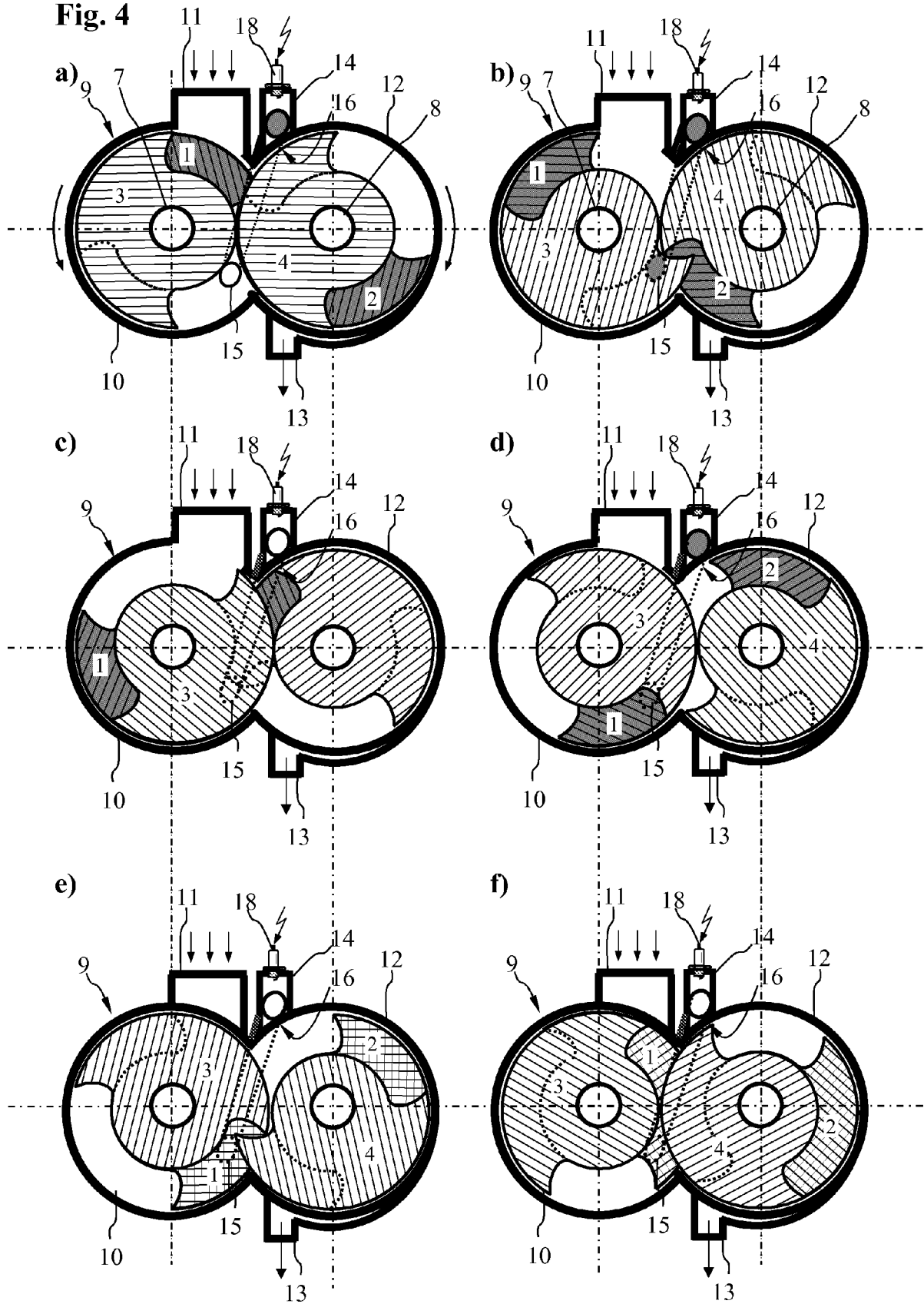


Fig. 5 a)

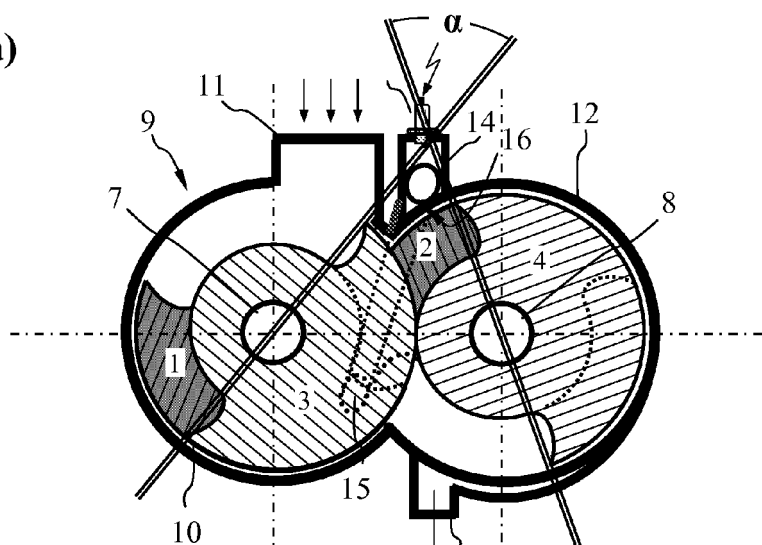


Fig. 5 b)

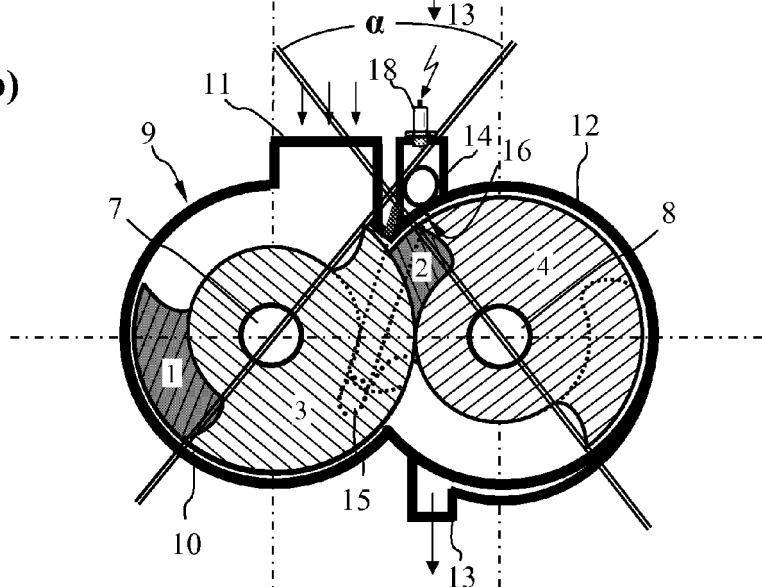


Fig. 5 c)

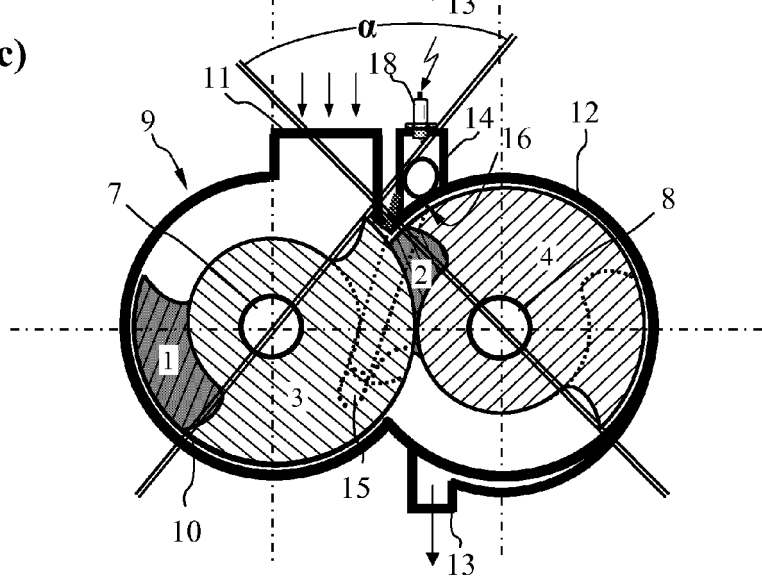


Fig. 7

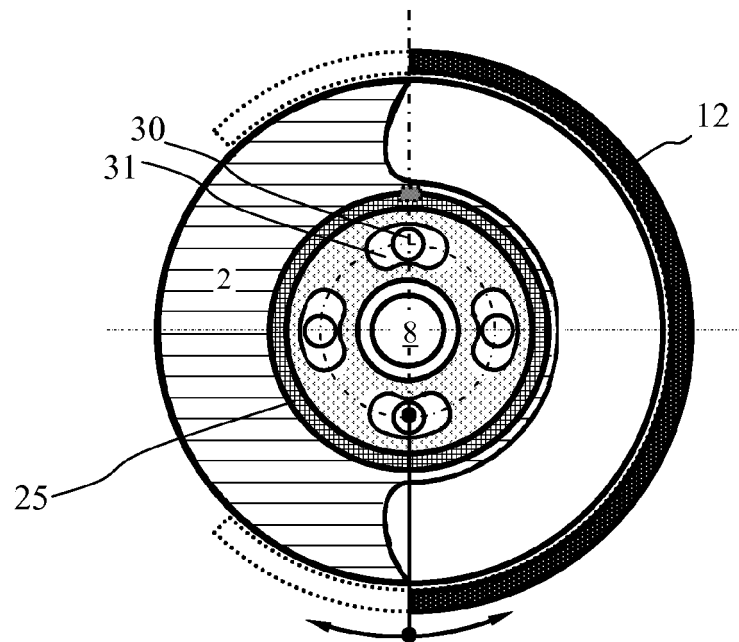


Fig. 6

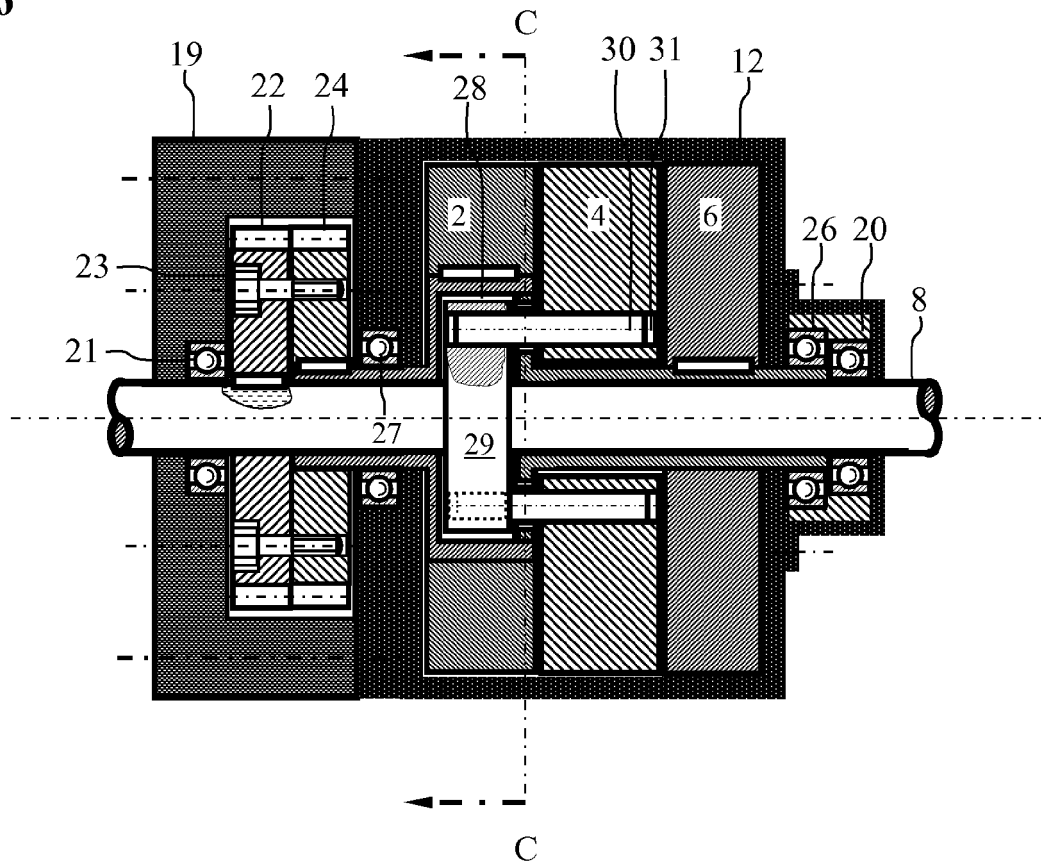


Fig. 8

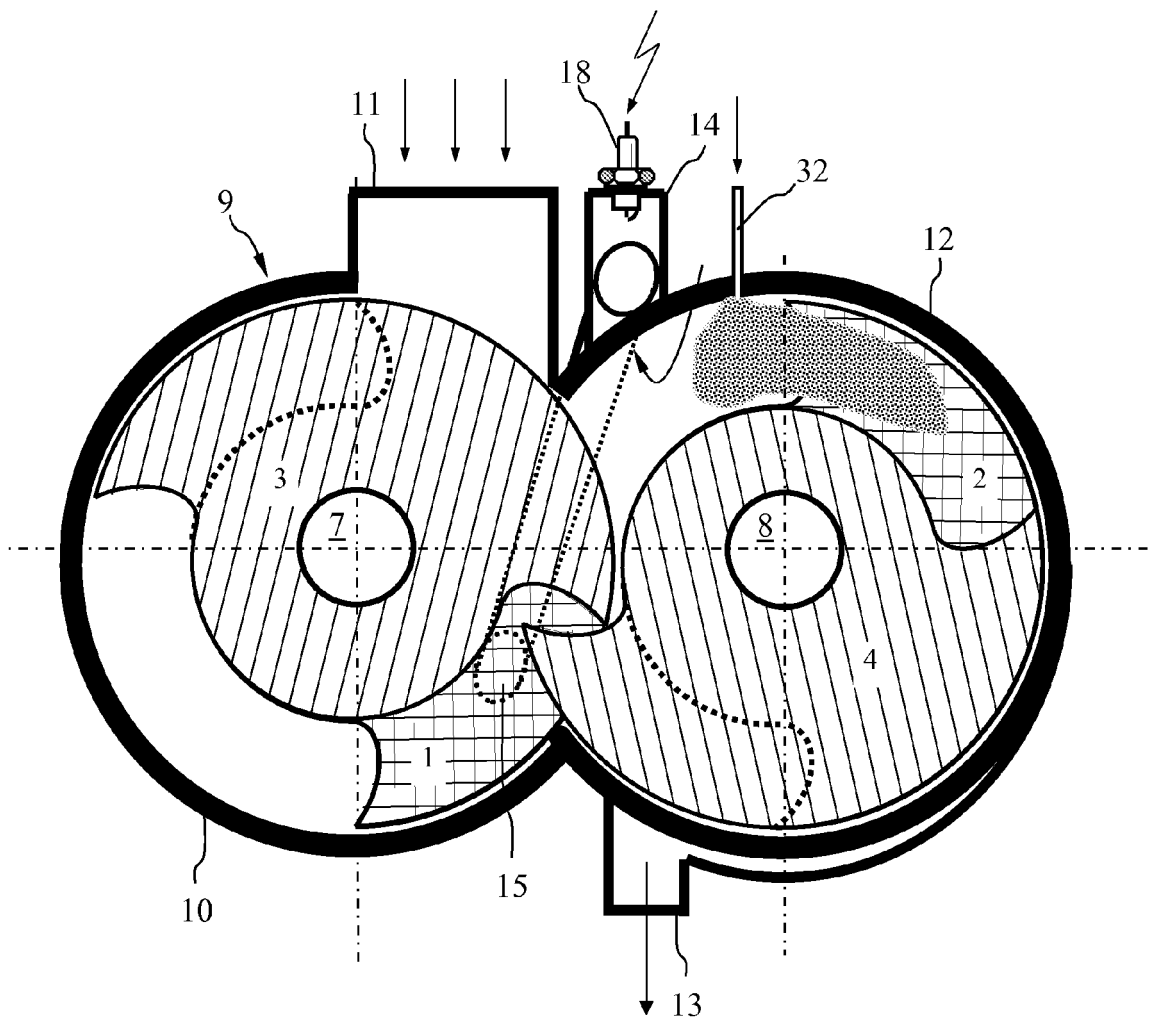


Fig. 9

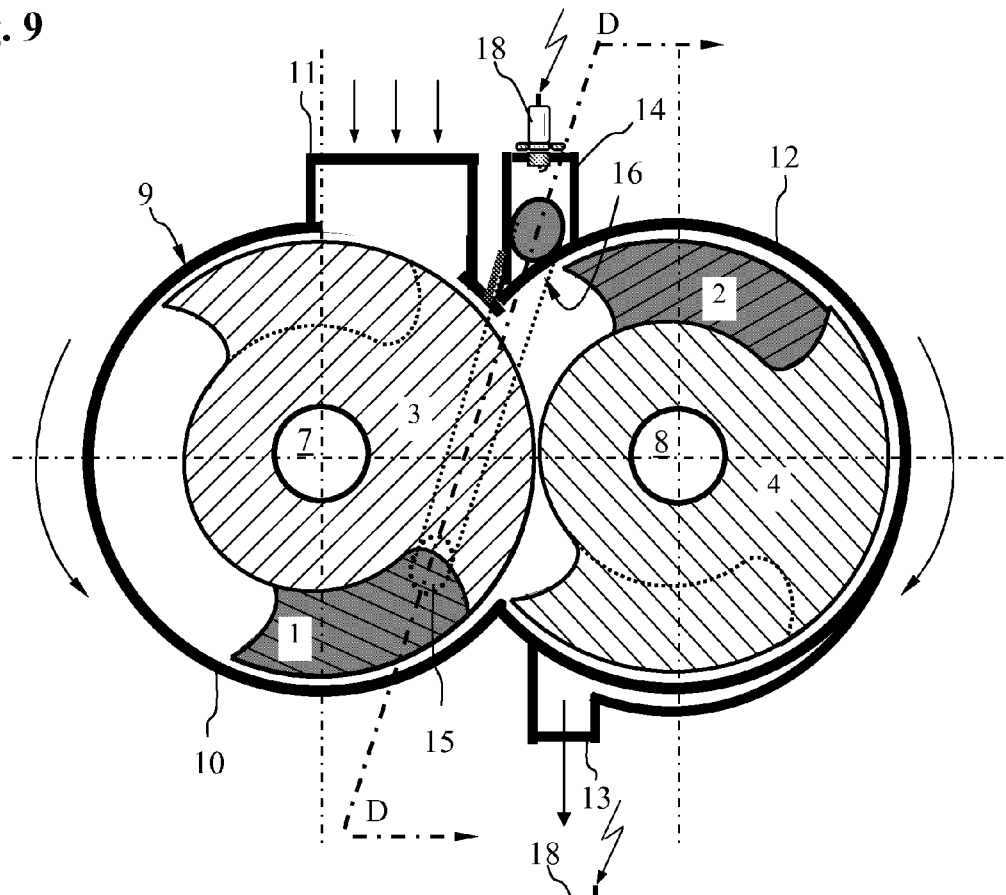
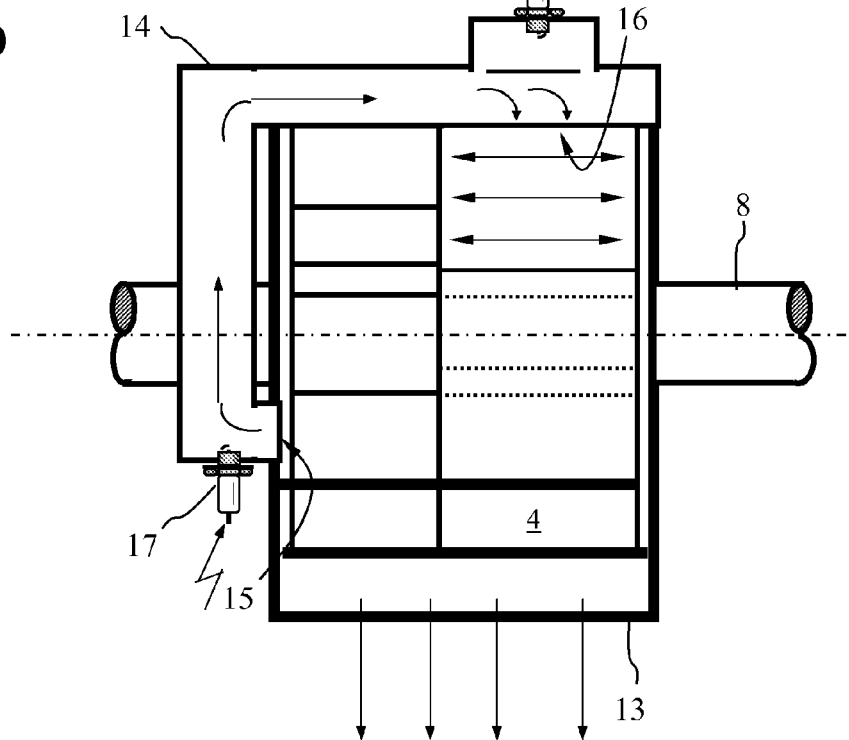


Fig. 10



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

- DE 2218132 A1 [0002]
- US 4236496 A [0003] [0004]
- DE 3627962 A1 [0004]
- DE 4323345 C2 [0005]