

(19)



(11)

EP 3 458 694 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2023 Patentblatt 2023/42

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F02B 71/00 ^(2006.01) **F02B 71/04** ^(2006.01)
F02B 75/28 ^(2006.01) **F02B 75/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17726216.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02B 71/00; F02B 71/04; F02B 75/282;
F02B 2075/025

(22) Anmeldetag: **12.05.2017**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/061495

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/198569 (23.11.2017 Gazette 2017/47)

(54) **FREIKOLBENVORRICHTUNG**

FREE PISTON DEVICE

DISPOSITIF À PISTON LIBRE

(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 RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **17.05.2016 DE 102016109038**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.03.2019 Patentblatt 2019/13

(73) Patentinhaber: **Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e.V.**
51147 Köln (DE)

(72) Erfinder: **SCHNEIDER, Stephan**
70176 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **DTS Patent- und Rechtsanwälte
Schnekenbühl und Partner mbB**
Brienner Straße 1
80333 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-98/13593 WO-A1-2007/010186
DE-A1- 3 111 419 DE-A1- 3 438 219
DE-B3-102012 111 067 US-A1- 2003 094 164
US-A1- 2005 274 332 US-A1- 2012 186 561
US-A1- 2012 266 851 US-A1- 2015 300 241

EP 3 458 694 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Freikolbenvorrichtung, umfassend eine Kolbenaufnahme, in der mindestens eine Kolbeneinrichtung mit einem Kolben längs einer Achse hin- und herbeweglich angeordnet ist, wobei die Kolbenaufnahme einen von einer Wandung begrenzten Brennraum umfasst oder bildet, in der mindestens eine Einlassöffnung für die Zufuhr von Frischgas und, in axialer Richtung davon beabstandet, mindestens eine Auslassöffnung für die Abfuhr von Abgas gebildet sind, wobei über eine Zufuhrleitung Frischgas zuführbar ist, wobei die Freikolbenvorrichtung ein in Strömungsrichtung des zuströmenden Frischgases an die Zufuhrleitung angeschlossenes Gehäuse für Frischgas umfasst, das einen die Kolbenaufnahme im Bereich der mindestens einen Einlassöffnung in Umfangsrichtung der Achse zumindest abschnittsweise umgebenden Beruhigungsraum für Frischgas ausbildet, der über die mindestens eine Einlassöffnung in den Brennraum mündet.

[0002] Bei einer derartigen, üblicherweise im Zweitaktverfahren betriebenen, Freikolbenvorrichtung oszilliert die Kolbeneinrichtung in der Kolbenaufnahme hin und her. Bei der Verbrennung eines Gas-Brennstoff-Gemisches im Brennraum wird der Kolben von einem oberen Totpunkt zu einem unteren Totpunkt bewegt. Bei Einnahme des unteren Totpunktes sind die mindestens eine Einlassöffnung und die mindestens eine Auslassöffnung geöffnet, und über die Zufuhrleitung zugeführtes Frischgas kann in den Brennraum einströmen. Abgas kann aus dem Brennraum abgeführt werden, über mindestens eine an die Auslassöffnung angeschlossene Abfuhrleitung. Der Kolben kann als Ventilkörper wirken, mit dem die mindestens eine Einlassöffnung bei Einnahme des unteren Totpunktes zumindest teilweise freigegeben wird und bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens wieder versperrt wird. Die Aufwärtsbewegung des Kolbens erfolgt unter der Wirkung einer Rückfedereinrichtung der Freikolbenvorrichtung für die Kolbeneinrichtung. Die Rückfedereinrichtung umfasst beispielsweise eine Gasfeder mit einem über die Kolbeneinrichtung komprimierbaren Gas. Bei einer Expansion des Gases wird die Kolbeneinrichtung in Gegenrichtung für die Aufwärtsbewegung des Kolbens bewegt. Alternativ oder ergänzend kann eine mechanische Rückfedereinrichtung vorgesehen sein.

[0003] Unter "Frischgas" wird vorliegend ein Gas oder Gasgemisch (insbesondere Luft) für die innere Verbrennung im Brennraum verstanden, wobei dem Gas auch ein Brennstoff beigemischt sein kann. "Frischgas" kann vorliegend daher auch ein Gas-Brennstoff-Gemisch bezeichnen, das über die mindestens eine Eintrittsöffnung in den Brennraum einströmen kann. "Abgas" bezeichnet vorliegend ein Verbrennungsprodukt der inneren Verbrennung.

[0004] Eine gattungsgemäße Freikolbenvorrichtung ist in der DE 31 11 419 A1 beschrieben.

[0005] Weitere Ausführungsformen von Freikolben-

vorrichtungen sind in der DE 34 38 219 A1, der DE 10 2012 111 067 B3, der US 2003/0094164 A1 und in der US 2012/0186561 A1 beschrieben.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Freikolbenvorrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei der die Zufuhr von Frischgas im Hinblick auf eine optimierte Verbrennung verbessert ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Freikolbenvorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

[0008] Über die Zufuhrleitung zuströmendes Frischgas gelangt vor Eintritt in den Brennraum zunächst in den Beruhigungsraum, der vom Gehäuse gebildet ist. Im Beruhigungsraum kann die Strömung des Frischgases beruhigt werden. Insbesondere können etwaige Pulsationen und Verwirbelungen gedämpft werden. Erst nach Beruhigung tritt das Frischgas in den Brennraum ein, wodurch das Strömungsverhältnis im Brennraum zum Zwecke der optimierten Verbrennung verbessert eingestellt werden kann. Zum Beispiel können eine Drallbewegung oder eine Tumblebewegung des Frischgases auf bessere Weise umgesetzt werden. Zu diesem Zweck ist es insbesondere auch möglich, die Geometrie der mindestens einen Einlassöffnung, vorzugsweise auch einer Mehrzahl von Einlassöffnungen, für eine im Hinblick auf die Verbrennung optimierte Einstromung von Frischgas in den Brennraum frei anzupassen.

[0009] Vorzugsweise ist das Gehäuse derart ausgestaltet, dass der Beruhigungsraum die Kolbenaufnahme in Umfangsrichtung der Achse vollständig umgibt. Auf diese Weise wird ein möglichst großer Beruhigungsraum zur Verfügung gestellt, um das Frischgas vor Eintritt in den Brennraum zu beruhigen. Selbst bei einer Mehrzahl oder Vielzahl von Einlassöffnungen in der Wandung kann das durch diese jeweils eintretende Frischgas zuvor beruhigt werden. Das Gehäuse umfasst zum Beispiel eine die Kolbenaufnahme in Umfangsrichtung der Achse umlaufende Wand.

[0010] Insbesondere in Kombination mit der zuletzt erwähnten vorteilhaften Ausführungsform ist es günstig, wenn das Gehäuse Durchgangsöffnungen aufweist, durch die hindurch die Kolbenaufnahme das Gehäuse axial durchsetzt. Beispielsweise sind in axialen Stirnwänden Durchgangsöffnungen für das Gehäuse vorgesehen, und eine umlaufende (Seiten-)Wand verbindet die Stirnwände miteinander. Axial zwischen den Stirnwänden ist die mindestens eine Einlassöffnung in der Wandung angeordnet. Die Stirnwände können die Wandung seitlich neben der mindestens einen Einlassöffnung kontaktieren. Es kann ein Dichtelement an einer jeweiligen Durchgangsöffnung vorgesehen sein, das zwischen der Wandung und dem Gehäuse dichtet.

[0011] Bei einer vorteilhaften Umsetzung der Freikolbenvorrichtung in der Praxis ist es günstig, wenn das Gehäuse quaderförmig oder torusförmig ausgestaltet ist. Ein quaderförmiges Gehäuse weist beispielsweise einen bezüglich der Achse quadratischen oder im Wesentlichen quadratischen Querschnitt auf.

[0012] Günstigerweise ist das Gehäuse derart ausgestaltet, dass der Beruhigungsraum ringförmig ausgestaltet ist. Hierunter kann vorliegend insbesondere verstanden werden, dass der Beruhigungsraum die Wandung in Umfangsrichtung der Achse vollständig umgibt.

[0013] Als vorteilhaft erweist es sich, wenn das Gehäuse koaxial zur Kolbenaufnahme ausgerichtet ist. Dies ist insbesondere bei einem die Kolbenaufnahme vollständig umgebenden Gehäuse günstig. Der Beruhigungsraum erstreckt sich um die gesamte Wandung der Kolbenaufnahme herum. Dies gibt die Möglichkeit, Einlassöffnungen in Umfangsrichtung der Achse beliebig zu positionieren und zu verteilen, um die Einströmung von Frischgas in den Brennraum für eine vorteilhafte Verbrennung zu optimieren.

[0014] Insbesondere in Kombination mit der zuletzt erwähnten vorteilhaften Ausführungsform ist es von Vorteil, wenn das Gehäuse derart ausgestaltet ist, dass der Beruhigungsraum in sich punktsymmetrisch bezüglich der Achse ausgebildet ist und/oder spiegelsymmetrisch bezüglich zumindest einer die Achse enthaltenden Symmetrieebene.

[0015] Günstigerweise ist die Zufuhrleitung an das Gehäuse quer zur Bewegungsrichtung der Kolbeneinrichtung angeschlossen. Unter "quer" kann in diesem Zusammenhang verstanden werden, dass eine durch den Anschluss der Zufuhrleitung definierte Achse windschief bezüglich der Achse der Kolbeneinrichtung ausgerichtet ist, eine senkrecht zur Achse der Kolbeneinrichtung ausgerichtete Ebene jedoch die von der Richtung des Anschlusses der Zufuhrleitung definierte Achse enthält.

[0016] Besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn die Zufuhrleitung radial bezüglich der Achse der Kolbeneinrichtung an das Gehäuse angeschlossen ist.

[0017] Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von Einlassöffnungen vorgesehen, wobei der Beruhigungsraum alle Einlassöffnungen umgibt und über diese in den Brennraum mündet. Frischgas, das über jede der Einlassöffnungen in den Brennraum eintritt, wird zuvor im Beruhigungsraum beruhigt.

[0018] Als günstig erweist es sich, wenn die Erstreckung des Beruhigungsraumes im Gehäuse in axialer Richtung geringer ist als die Erstreckung des Beruhigungsraumes im Gehäuse in einer quer zur Achse ausgerichteten Richtung. Darunter kann vorliegend insbesondere verstanden werden, dass ein lichtetes Maß des Gehäuses in axialer Richtung geringer ist als ein lichtetes Maß des Gehäuses in einer Ebene quer zur Achse. Dies wird zum Beispiel durch Vorsehen eines Flachgehäuses erzielt, das zum Beispiel quaderförmig ausgestaltet ist und bevorzugt einen bezüglich der Achse quadratischen oder im Wesentlichen quadratischen Querschnitt aufweist.

[0019] Es kann vorgesehen sein, dass die Erstreckung der mindestens einen Einlassöffnung in axialer Richtung ungefähr ein Viertel der Erstreckung des Beruhigungsraumes im Gehäuse in axialer Richtung beträgt, vorzugsweise mindestens ein Drittel der Erstreckung des Beru-

higungsraumes. Bei einer vorteilhaften Umsetzung beträgt die Erstreckung der Einlassöffnung ungefähr 40% der Erstreckung des Beruhigungsraumes und insbesondere des lichten Maßes des Gehäuses in axialer Richtung.

[0020] Günstig ist es, dass die Freikolbenvorrichtung eine mit der Kolbeneinrichtung gekoppelte Energiekopplungseinrichtung umfasst, über die Energie der Kolbeneinrichtung auskoppelbar oder über die Energie an die Kolbeneinrichtung einkoppelbar ist. Insbesondere besteht die Möglichkeit, die Bewegung der Kolbeneinrichtung mittels der Energiekopplungseinrichtung zu steuern. "Steuern" ist vorliegend dahingehend auszulegen, dass damit alternativ oder ergänzend auch "regeln" gemeint ist. "Steuerung" kann vorliegend daher als "Steuerung und/oder Regelung" aufgefasst werden. Durch die Ansteuerung der Energiekopplungseinrichtung, die von einer Steuereinrichtung der Freikolbenvorrichtung vorgenommen werden kann, kann der Betriebspunkt der Freikolbenvorrichtung im Betrieb eingestellt werden. Zu diesem Zweck kann bei Bedarf Energie von der Energiekopplungseinrichtung an die Kolbeneinrichtung übertragen werden oder Energie der Kolbeneinrichtung über die Energiekopplungseinrichtung entnommen werden.

[0021] Die Energiekopplungseinrichtung umfasst vorteilhafterweise mindestens einen Lineargenerator. Der Lineargenerator weist beispielsweise eine an der Kolbeneinrichtung festgelegte Läuferanordnung auf und eine an der Kolbenaufnahme oder andersartig festgelegte Statoranordnung. Läuferanordnung und Statoranordnung sind oder umfassen insbesondere Magnete bzw. Spulen.

[0022] Der Kolbeneinrichtung können zwei Lineargeneratoren zugeordnet sein mit einer jeweiligen Läuferanordnung und einer jeweiligen Statoranordnung. Ein jeweiliger Lineargenerator kann zum Beispiel seitlich neben der Kolbenaufnahme positioniert sein und eine der nachfolgend erwähnten Einheiten der Energiekopplungseinrichtung ausbilden.

[0023] Die Energiekopplungseinrichtung ist vorzugsweise seitlich neben der Kolbenaufnahme und dem Gehäuse positioniert. Dadurch kann eine kompakte Bauform der Freikolbenvorrichtung erzielt werden. Die Länge der Kolbenaufnahme vom Brennraum über eine Kolbenstange der Kolbeneinrichtung bis zu einer etwaigen Rückfedereinrichtung kann relativ kurz gehalten werden. Die Energiekopplungseinrichtung wird seitlich neben der Kolbenaufnahme und dem Gehäuse für Frischgas positioniert und die Freikolbenvorrichtung dadurch kompakt gebaut.

[0024] Bei einer vorteilhaften Umsetzung der Freikolbenvorrichtung ist es günstig, wenn die Energiekopplungseinrichtung eine erste Einheit und eine zweite Einheit umfasst, die jeweils seitlich neben der Kolbenaufnahme und dem Gehäuse positioniert sind, wobei die Kolbenaufnahme und das Gehäuse zwischen den Einheiten der Energiekopplungseinrichtung angeordnet sind. Zum Ausgleich der bewegten Massen und Momen-

te ist es günstig, wenn die Energiekopplungseinrichtung zwei Einheiten umfasst, deren jede beispielsweise wie vorstehend erwähnt durch einen Lineargenerator gebildet ist. Zwischen den Einheiten sind die Kolbenaufnahme und das Gehäuse positioniert. Für das Gehäuse wird dadurch nur verhältnismäßig wenig Bauraum beansprucht, weil ein ohnehin erforderlicher Raum zwischen den Einheiten ausgenutzt werden kann. Die Freikolbenvorrichtung kann kompakt gebaut werden.

[0025] Insbesondere in Kombination mit der zuletzt erwähnten vorteilhaften Ausführungsform ist es günstig, dass das Gehäuse vollständig innerhalb einer Außenkontur eines die Energiekopplungseinrichtung aufnehmenden Gehäuses der Freikolbenvorrichtung angeordnet ist. Vorzugsweise ist auch die Kolbenaufnahme innerhalb der Außenkontur positioniert. Beispielsweise nimmt das Gehäuse der Freikolbenvorrichtung die Energiekopplungseinrichtung auf, die zumindest an einer Seite seitlich neben der Kolbenaufnahme und dem Gehäuse für Frischgas angeordnet ist. Quer dazu, sowie quer zur Achse, kann das Gehäuse für Frischgas innerhalb der Außenkontur des Gehäuses der Freikolbenvorrichtung angeordnet sein, vorzugsweise auch die Kolbenaufnahme. Das Gehäuse für Frischgas ragt günstigerweise in keiner Raumrichtung über die Außenkontur des Gehäuses der Freikolbenvorrichtung hinaus, oder nur unwesentlich, beispielsweise mit einem Anschlusselement für die Zufuhrleitung.

[0026] Quer zur Achse und quer zur Richtung, in der die Energiekopplungseinrichtung, besonders deren Einheiten, seitlich neben der Kolbenaufnahme und dem Gehäuse für Frischgas angeordnet ist/sind, kann das Gehäuse für Frischgas den Bauraum der Freikolbenvorrichtung vorzugsweise vollständig oder im Wesentlichen vollständig ausnutzen. Das Gehäuse für Frischgas ragt bevorzugt nicht über die Außenkontur des Gehäuses der Freikolbenvorrichtung hinaus, nutzt aber den Bauraum innerhalb der Außenkontur vorteilhafterweise so weit wie möglich aus. Bei kompakter Bauform der Freikolbenvorrichtung kann ein möglichst großer Raum innerhalb der Außenkontur als Beruhigungsraum für das Frischgas genutzt werden.

[0027] Das Gehäuse der Freikolbenvorrichtung kann eine obere Wand, eine untere Wand und eine umlaufende Seitenwand umfassen und vorzugsweise als Flachgehäuse ausgestaltet sein.

[0028] Die Kolbenaufnahme kann ein Gehäuse umfassen und eine Kolbenlaufbuchse, die in das Gehäuse eingesetzt ist und die die Wandung umfasst oder bildet. Der Kolben kann in der Kolbenlaufbuchse hin- und herbewegbar sein, und die mindestens eine Einlassöffnung und vorzugsweise die mindestens eine Auslassöffnung kann/können in der Kolbenlaufbuchse gebildet sein. Die Kolbenlaufbuchse ist insbesondere eine Zylinderlaufbuchse.

[0029] Günstigerweise ist der Kolben zumindest teilweise über die mindestens eine Einlassöffnung bewegbar, wobei diese bei Einnahme des unteren Totpunktes

durch den Kolben zumindest teilweise freigebbar ist. Der Kolben kann auf diese Weise einen Ventilkörper für die mindestens eine Einlassöffnung bilden. Ein gesondertes Ventil kann eingespart werden. Im unteren Totpunkt des Kolbens kann Frischgas aus dem Beruhigungsraum durch die mindestens eine Einlassöffnung zum Spülen des Brennraums einströmen.

[0030] Die Freikolbenvorrichtung umfasst vorzugsweise eine weitere Kolbeneinrichtung mit einem Kolben, wobei die Kolben beider Kolbeneinrichtungen in Gegenkolbenanordnung positioniert sind, wobei der Brennraum zwischen den Kolben gebildet ist. Durch die Gegenkolbenanordnung kann vorzugsweise ein Ausgleich der bewegten Massen und Momente erzielt werden. Die Kolbeneinrichtungen oszillieren dabei entgegengesetzt zueinander in der Kolbenaufnahme. Der Brennraum ist in Folge der gegenläufigen Bewegung der Kolbeneinrichtungen größenveränderlich zwischen den Kolben gebildet.

[0031] Die Freikolbenvorrichtung kann eine weitere Rückfedereinrichtung umfassen, die der weiteren Kolbeneinrichtung zugeordnet ist. Die Rückfedereinrichtung kann eine Gasfeder umfassen und/oder mechanisch ausgestaltet sein.

[0032] Der weiteren Kolbeneinrichtung kann ebenfalls eine Energiekopplungseinrichtung zugeordnet sein, die vorzugsweise seitlich neben der Kolbenaufnahme positioniert ist. Die Energiekopplungseinrichtung kann einen Lineargenerator umfassen. Beispielsweise sind zwei jeweils seitlich neben der Kolbenaufnahme positionierte Einheiten der weiteren Energiekopplungseinrichtung vorgesehen. Jede Einheit kann durch einen Lineargenerator gebildet sein.

[0033] Der Kolben der weiteren Kolbeneinrichtung ist bevorzugt zumindest teilweise über die mindestens eine Auslassöffnung bewegbar, wobei diese bei Einnahme des unteren Totpunktes durch den Kolben zumindest teilweise freigebbar ist. Dadurch kann der Kolben einen Ventilkörper für die mindestens eine Auslassöffnung bilden. Ein gesondertes Ventil kann eingespart werden. Im unteren Totpunkt des Kolbens kann Abgas durch die mindestens eine Auslassöffnung aus dem Brennraum strömen.

[0034] Bei einer andersartigen Ausführungsform der Freikolbenvorrichtung kann (genau) eine Kolbeneinrichtung vorgesehen sein. An der mindestens einen Auslassöffnung ist vorzugsweise mindestens ein von einer Steuereinrichtung der Freikolbenvorrichtung ansteuerbares Ventil zum Freigeben oder Sperren der mindestens einen Auslassöffnung angeordnet. Über das mindestens eine Ventil kann die Steuereinrichtung die mindestens eine Auslassöffnung freigeben und dadurch den Ladungswechsel durchführen. Die mindestens eine Auslassöffnung ist zum Beispiel stirnseitig an der Wandung des Brennraumes angeordnet und liegt einer Kolbenfläche des Kolbens gegenüber.

[0035] Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusam-

menhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

- Figur 1: eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Freikolbenvorrichtung;
 Figur 2: eine Seitenansicht der Freikolbenvorrichtung aus Figur 1;
 Figur 3: eine Schnittansicht längs der Linie 3-3 in Figur 2;
 Figur 4: eine Schnittansicht längs der Linie 4-4 in Figur 2; und
 Figur 5: eine vergrößerte Darstellung von Detail A in Figur 4.

[0036] Die Zeichnung zeigt eine mit dem Bezugszeichen 10 belegte vorteilhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Freikolbenvorrichtung, die einen Freikolbenmotor 12 ausbildet.

[0037] Die Freikolbenvorrichtung 10 umfasst ein äußeres Gehäuse 14, das vorliegend quaderförmig ist und als Flachgehäuse ausgestaltet ist. Das Gehäuse 14 umfasst eine obere Wand 141, eine untere Wand 143 und eine umlaufende Seitenwand 145 und definiert eine Außenkontur der Freikolbenvorrichtung 10. Die Wände 141, 143 und 145 schließen einen Aufnahmeraum 147 ein.

[0038] Im Aufnahmeraum 147 ist eine Kolbenaufnahme 16 angeordnet. Die Kolbenaufnahme 16 ist längserstreckt und definiert eine Achse 18 der Freikolbenvorrichtung 10. Die Kolbenaufnahme 16 weist ein in einzelne Abschnitte unterteiltes Gehäuse 20 von ungefähr hohlzylindrischer Gestalt auf. In dem Gehäuse 20 ist eine Kolbenlaufbuchse 22 der Kolbenaufnahme 16 angeordnet. Die Kolbenlaufbuchse 22 ist im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgestaltet und in einen mittleren Abschnitt des Gehäuses 20 eingesetzt (Figuren 3 bis 5).

[0039] In einer Wandung 24 der Kolbenlaufbuchse 22 und damit der Kolbenaufnahme 16 sind Öffnungen gebildet. Die Öffnungen umfassen zum einen Einlassöffnungen 26 und zum anderen Auslassöffnungen 28. Vorliegend sind jeweils sieben Einlassöffnungen 26 und Auslassöffnungen 28 vorhanden, wobei deren jeweilige Anzahl auch unterschiedlich sein könnte.

[0040] Die Einlassöffnungen 26 sind von den Auslassöffnungen 28 axial beabstandet. "Axial" und "radial" bezieht sich vorliegend auf die Achse 18.

[0041] Die jeweiligen Einlassöffnungen 26 sind in Umfangsrichtung der Achse 18 im Wesentlichen an derselben Position in der Wandung 24 gebildet. Entsprechendes gilt für die Auslassöffnungen 28. Die Einlassöffnungen 26 und die Auslassöffnungen 28 sind beispielsweise schlitzförmig oder schachtförmig ausgestaltet.

[0042] Die Freikolbenvorrichtung 10 umfasst zwei Kolbeneinrichtungen 30, 32. Die Kolbeneinrichtungen 30, 32 sind axial hin- und herbeweglich in der Kolbenaufnahme 16 angeordnet. Jede Kolbeneinrichtung 30, 32 weist einen (Verbrennungs-)Kolben 34 auf, eine Kolbenstange 36 und einen Gegenkolben 38. Die Kolben 34 umfassen jeweils eine Kolbenfläche 40 und sind in Gegenkolben-

anordnung positioniert, wobei die Kolbenflächen 40 einander zuweisen.

[0043] Die Kolbenaufnahme 16 umfasst einen von der Wandung 24 begrenzten Brennraum 42. Der Brennraum 42 ist in Folge der gegenläufigen Bewegung der Kolbeneinrichtungen 30, 32 größenveränderlich und zwischen den Kolbenflächen 40 gebildet.

[0044] Die Kolbenstange 36 verbindet den Kolben 34 mit dem Gegenkolben 38, wobei vorliegend beide Kolben 34, 38 kippbeweglich an der Kolbenstange 36 gehalten sind. Jedoch ist auch eine starre Verbindung denkbar. Quer zur Achse 18 stehen von der Kolbenstange 36 Vorsprünge 44 auf einander gegenüber liegenden Seiten ab. Die Vorsprünge 44 treten aus dem Gehäuse 20 aus. Die Kolbenstange 36 weist dadurch eine ungefähr kreuzförmige Gestalt auf (Figur 4).

[0045] Die Freikolbenvorrichtung 10 umfasst jeder Kolbeneinrichtung 30, 32 zugeordnet eine Rückfedereinrichtung 46. Die Rückfedereinrichtung 46 umfasst vorliegend eine Gasfeder 48 mit einem Rückfederraum. Der Rückfederraum ist vom Gehäuse 20 gebildet und endseitig an diesem angeordnet.

[0046] Bewegen sich die Kolbeneinrichtungen 30, 32 in Folge der Verbrennung im Brennraum 42 vom oberen Totpunkt zum unteren Totpunkt, wird ein Gas im Rückfederraum durch den Gegenkolben 38 komprimiert, bis der Kolben 34 seinen unteren Totpunkt einnimmt (in Figur 4 dargestellt). Bei der Expansion des Gases im Rückfederraum wird die jeweilige Kolbeneinrichtung 30, 32 wieder in die Gegenrichtung verschoben.

[0047] Die Freikolbenvorrichtung 10 weist zwei Energiekopplungseinrichtungen 52 auf, wobei jeder Kolbeneinrichtung 30, 32 eine Energiekopplungseinrichtung 52 zugeordnet ist. Die Energiekopplungseinrichtungen 52 sind im Aufnahmeraum 147 angeordnet. Jede Energiekopplungseinrichtung 52 umfasst eine erste Einheit 54 und eine zweite Einheit 56. Die Einheiten 54, 56 sind jeweils seitlich neben der Kolbenaufnahme 16 positioniert, jedoch auf einander gegenüberliegenden Seiten derselben. Beide Einheiten 54, 56 definieren eine gemeinsame Ebene, in der die Kolbenaufnahme 16 angeordnet ist.

[0048] Jede Einheit 54, 56 ist durch einen Lineargenerator 58 mit einer Läuferanordnung 60 und einer Statoranordnung 62 gebildet. Die Läuferanordnung 60 ist über den Vorsprung 44 mit der Kolbenstange 36 verbunden und im Gehäuse 14 parallel zur Achse 18 verschiebbar geführt. Die Läuferanordnung 60 umfasst Magnete. Die Statoranordnung 62 umfasst in der Zeichnung nicht einzeln dargestellte Spulen, die oberhalb und unterhalb der Läuferanordnung 60 angeordnet sind.

[0049] Figur 3 zeigt die Konturen der Läuferanordnungen 60 und der Statoranordnungen 62 zweier Einheiten 54, 56. Da der Kolben 34 in der Zeichnung den unteren Totpunkt einnimmt, verläuft die Schnittansicht vorliegend nicht durch die Läuferanordnungen 60, die erst bei (gedachter) Aufwärtsbewegung des Kolbens 34 verschoben werden und die Schnittebene durchqueren.

[0050] Über die Energiekopplungseinrichtung 52 besteht die Möglichkeit, Energie in die Kolbeneinrichtung 30 oder 32 einzukoppeln bzw. dieser Energie zu entziehen. Dies erlaubt es, die Bewegung der Kolbeneinrichtung 30 oder 32 im Betrieb der Freikolbenvorrichtung 10 zu steuern. Die Energiekopplungseinrichtungen 52 sind zu diesem Zweck von einer Steuereinrichtung 64 (Figur 4) der Freikolbenvorrichtung 10 ansteuerbar.

[0051] Die Freikolbenvorrichtung 10 arbeitet vorliegend nach dem Zweitaktverfahren. Eine Verbrennung im Brennraum 42 treibt die Kolben 34 ausgehend vom oberen Totpunkt auseinander, so dass diese in der Kolbenlaufbuchse 22 axial verschoben werden. Die Verschiebung erfolgt bis zu einem jeweiligen unteren Totpunkt der Kolben 34. Nehmen die Kolben 34 den unteren Totpunkt ein, sind die Einlassöffnungen 26 vom Kolben 34 der Kolbeneinrichtung 30 freigegeben, und die Auslassöffnungen 28 sind vom Kolben 34 der Kolbeneinrichtung 32 freigegeben. Dies ist in den Figuren 4 und 5 dargestellt.

[0052] Beim Ladungswechsel, wenn die Einlassöffnungen 26 und die Auslassöffnungen 28 freigegeben sind, wird der Brennraum 42 gespült. Frischgas strömt über die Einlassöffnungen 26 in den Brennraum 42. Abgas kann über die Auslassöffnungen 28 aus dem Brennraum 42 abgeführt werden. Es wird eine Längsspülung des Brennraumes 42 über die axial voneinander beabstandeten Öffnungen 26, 28 vorgenommen.

[0053] "Frischgas" ist vorliegend ein Gas oder ein Gasgemisch (insbesondere Luft) für die innere Verbrennung. Dem zugeführten Frischgas kann ein Brennstoff beige mischt sein. Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass dem in den Brennraum 42 eingeströmten Frischgas über eine Einspritzeinrichtung ein Brennstoff beige mischt wird. Die Zündung der Ladung kann mittels einer Zündeinrichtung erfolgen, die von der Steuereinrichtung 64 ansteuerbar ist. Denkbar ist auch eine Selbstzündung, je nach dem Mischungsverhältnis von Frischgas und Abgas.

[0054] Bei der erfindungsgemäßen Freikolbenvorrichtung 10 erfolgt die Zufuhr von Frischgas über eine Zufuhrleitung 66, die in der Zeichnung ansatzweise gezeigt ist. In Strömungsrichtung des Frischgases nachgeordnet weist die Freikolbenvorrichtung 10 ein Gehäuse 68 für Frischgas auf. Die Zufuhrleitung 66 ist eingangsseitig an das Gehäuse 68 angeschlossen.

[0055] Das Gehäuse 68 ist vorliegend kastenförmig mit axialen Stirnwänden 70, 72 und einer in Umfangsrichtung der Achse 18 verlaufenden Seitenwand 74. Dabei hat das Gehäuse 68 eine ungefähr quaderförmige Gestalt. Ein Querschnitt des Gehäuses 68 senkrecht zur Achse 18 ist im Wesentlichen quadratisch (Figur 3). Das Gehäuse 68 ist coaxial zur Kolbenaufnahme 16 und insbesondere deren Kolbenlaufbuchse 22 ausgerichtet.

[0056] Die Kolbenaufnahme 16, mittels der Kolbenlaufbuchse 22, durchsetzt das Gehäuse 68 in axialer Richtung durch in den Stirnwänden 70, 72 gebildete Durchgangsöffnungen hindurch. Das Gehäuse 68 um-

gibt die Kolbenlaufbuchse 22 im Bereich der Einlassöffnungen 26 dadurch in Umfangsrichtung der Achse 18 vollständig. Die Stirnwände 70, 72 kontaktieren die Wandung 24.

[0057] Das Gehäuse 68 definiert einen Beruhigungsraum 76 für Frischgas, der die Kolbenlaufbuchse 22 in Umfangsrichtung der Achse 18 vollständig umgibt und über die Einlassöffnungen 26 in den Brennraum 42 mündet (Figuren 3 und 5). Bezüglich der Achse 18 weisen das Gehäuse 68 und der Beruhigungsraum 76 eine Punktsymmetrie auf. Eine Spiegelsymmetrie des Gehäuses 68 und des Beruhigungsraumes 76 bezüglich vier die Achse 18 enthaltenden Symmetrieebenen liegt ebenfalls vor.

[0058] Frischgas, das über die Zufuhrleitung 66 in das Gehäuse 68 eintritt, kann im Beruhigungsraum 76 entspannen. Pulsationen und Verwirbelungen werden gedämpft. Es zeigt sich, dass durch das Vorsehen des Gehäuses 68 mit dem Beruhigungsraum 76 die Einstromung von Frischgas durch die Einlassöffnungen 26 hindurch im Hinblick auf eine Verbrennung im Brennraum 42 optimiert ist.

[0059] Zu diesem Zweck ist es von besonderem Vorteil, dass das Gehäuse 68 und der Beruhigungsraum 76 die Kolbenlaufbuchse 22 vollständig umgeben. Die Einlassöffnungen 26 können in ihrer Geometrie für eine optimale Einleitung von Frischgas in den Brennraum 42 gebildet werden. Frischgas kann die Kolbenlaufbuchse 22 im Beruhigungsraum 76 vollständig umströmen und dennoch dabei beruhigt werden.

[0060] Das Gehäuse 68 ist ein Flachgehäuse, wobei die Erstreckung des Beruhigungsraumes 76 in axialer Richtung deutlich geringer ist als die Erstreckung in einer Ebene quer zur Achse 18. Günstig ist auch, dass die axiale Erstreckung der Einlassöffnungen 26 im Verhältnis zur axialen Erstreckung des Beruhigungsraumes 76 eine nicht unbeträchtliche Größe aufweist. Vorliegend beträgt dieses Verhältnis ungefähr 40%. Einstömendes Frischgas bildet daher im Wesentlichen keine Verwirbelungen mit Bewegungen in axialer Richtung, sondern wird zusätzlich zur Beruhigung seitlich an der Kolbenlaufbuchse 22 vorbei den Einlassöffnungen 26 zielgerichtet zugeführt.

[0061] Hierfür ist es auch von Vorteil, dass die Zufuhrleitung 66 in radialer Richtung an das Gehäuse 68 angeschlossen ist. Hierdurch kann der Strom an Frischgas in zwei Teilströme unterteilt werden, die die Kolbenlaufbuchse 22 in entgegengesetzter Richtung umströmen (Figur 3).

[0062] Die Freikolbenvorrichtung 10 weist eine kompakte Bauform auf. Das Gehäuse 68 ist ebenso wie die Kolbenaufnahme 16 quer zur Achse 18 zwischen den Einheiten 54, 56 der Energiekopplungseinrichtung 52 positioniert (Figuren 3 und 4). Der ohnehin erforderliche Bauraum zwischen den Einheiten 54, 56 wird dadurch ideal genutzt.

[0063] Das Gehäuse 68 ist außerdem abgesehen vom Anschluss der Zufuhrleitung 66 vollständig innerhalb der

Außenkontur des Gehäuses 14 der Freikolbenvorrichtung 10 angeordnet (Figuren 1 und 3). Seitlich neben dem Gehäuse 68 sind die Einheiten 54, 56 positioniert, und in einer Querrichtung dazu und quer zur Achse 18 bleibt das Gehäuse 68 innerhalb der vom Gehäuse 14 definierten Außenkontur zurück, in welchem auch die Einheiten 54, 56 aufgenommen sind.

[0064] Umgekehrt ragt das Gehäuse 68 bis zu der oberen Wand 141 und der unteren Wand 143 und damit nahezu bis zur Außenkontur des Gehäuses 14. Die Höhe des Gehäuses 14 wird dadurch so weit wie möglich für das Gehäuse 68 genutzt, um einen möglichst großen Beruhigungsraum 76 für das Frischgas zu nutzen.

Bezugszeichen

[0065]

10	Freikolbenvorrichtung
12	Freikolbenmotor
14	Gehäuse
16	Kolbenaufnahme
18	Achse
20	Gehäuse
22	Kolbenlaufbuchse
24	Wandung
26	Einlassöffnung
28	Auslassöffnung
30	Kolbeneinrichtung
32	Kolbeneinrichtung
34	Kolben
36	Kolbenstange
38	Gegenkolben
40	Kolbenfläche
42	Brennraum
44	Vorsprung
46	Rückfedereinrichtung
48	Gasfeder
52	Energiekopplungseinrichtung
54	Einheit
56	Einheit
58	Lineargenerator
60	Läuferanordnung
62	Statoranordnung
64	Steuereinrichtung
66	Zufuhrleitung
68	Gehäuse
70	Stirnwand
72	Stirnwand
74	Seitenwand
76	Beruhigungsraum
141	obere Wand
143	untere Wand
145	Seitenwand
147	Aufnahmeraum

Patentansprüche

1. Freikolbenvorrichtung, umfassend:

- 5 - ein äußeres Gehäuse (14) der Freikolbenvorrichtung mit einer Außenkontur,
- eine Kolbenaufnahme (16), die einen von einer Wandung (24) begrenzten Brennraum (42) umfasst oder bildet, in der mindestens eine Einlassöffnung (26) für die Zufuhr von Frischgas und, in axialer Richtung davon beabstandet, mindestens eine Auslassöffnung (28) für die Abfuhr von Abgas gebildet sind, wobei über eine Zufuhrleitung (66) Frischgas zuführbar ist,
- 10 - mindestens eine Kolbeneinrichtung (30) mit einem Kolben (34), die in der Kolbenaufnahme längs einer Achse (18) hin- und herbeweglich angeordnet ist, und
- 20 - ein in Strömungsrichtung des zuströmenden Frischgases an die Zufuhrleitung (66) angeschlossenes Gehäuse (68) für Frischgas,

dadurch gekennzeichnet,

- 25 **dass** die Freikolbenvorrichtung (10) eine mit der Kolbeneinrichtung (30) gekoppelte Energiekopplungseinrichtung (52) umfasst, über die Energie aus der Kolbeneinrichtung (30) auskoppelbar oder über die Energie in die Kolbeneinrichtung (30) einkoppelbar ist,
- 30 und **dass** das Gehäuse (68) für Frischgas einen die Kolbenaufnahme (16) im Bereich der mindestens einen Einlassöffnung (26) in Umfangsrichtung der Achse (18) zumindest abschnittsweise umgebenden Beruhigungsraum (76) für Frischgas ausbildet, der über die mindestens eine Einlassöffnung (26) in den Brennraum (42) mündet,
- 35 wobei das Gehäuse (68) für Frischgas vollständig innerhalb der Außenkontur angeordnet ist.

2. Freikolbenvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (68) für Frischgas derart ausgestaltet ist, dass der Beruhigungsraum (76) die Kolbenaufnahme (16) in Umfangsrichtung der Achse (18) vollständig umgibt, und/oder dass das Gehäuse (68) für Frischgas Durchgangsöffnungen aufweist, durch die hindurch die Kolbenaufnahme (16) das Gehäuse (68) für Frischgas axial durchsetzt.

3. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (68) für Frischgas quaderförmig oder torusförmig ausgestaltet ist und/oder dass das Gehäuse (68) für Frischgas derart ausgestaltet ist, dass der Beruhigungsraum (76) ringförmig ausgestaltet ist.

4. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (68) für Frischgas koaxial zur Kolbenaufnahme (16) ausgerichtet ist.
5. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (68) für Frischgas derart ausgestaltet ist, dass der Beruhigungsraum (76) in sich punktsymmetrisch bezüglich der Achse (18) ausgebildet ist und/oder spiegelsymmetrisch bezüglich zumindest einer die Achse (18) enthaltenden Symmetrieebene.
6. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zufuhrleitung (66) an das Gehäuse (68) für Frischgas quer zur Bewegungsrichtung der Kolbeneinrichtung (30) angeschlossen ist, insbesondere dass die Zufuhrleitung (66) radial bezüglich der Achse (18) an das Gehäuse (68) für Frischgas angeschlossen ist, und/oder dass eine Mehrzahl von Einlassöffnungen (26) vorgesehen ist und dass der Beruhigungsraum (76) alle Einlassöffnungen (26) umgibt und über diese in den Brennraum (42) mündet.
7. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erstreckung des Beruhigungsraumes (76) im Gehäuse (68) für Frischgas in axialer Richtung geringer ist als die Erstreckung des Beruhigungsraumes (76) im Gehäuse (68) für Frischgas in einer quer zur Achse (18) ausgerichteten Richtung und/oder dass die Erstreckung der mindestens einen Einlassöffnung (26) in axialer Richtung ungefähr ein Viertel der Erstreckung des Beruhigungsraumes (76) im Gehäuse (68) für Frischgas in axialer Richtung beträgt, vorzugsweise mindestens ein Drittel der Erstreckung des Beruhigungsraumes (76).
8. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiekopplungseinrichtung (52) mindestens einen Lineargenerator (58) umfasst.
9. Freikolbenvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiekopplungseinrichtung (52) seitlich neben der Kolbenaufnahme (16) und dem Gehäuse (68) für Frischgas positioniert ist.
10. Freikolbenvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiekopplungseinrichtung (52) eine erste Einheit (54) und eine zweite Einheit (56) umfasst, die jeweils seitlich neben der Kolbenaufnahme (16) und dem Gehäuse (68) für Frischgas positioniert sind, wobei die Kolbenaufnahme (16) und das Gehäuse (68) für Frisch-

gas zwischen den Einheiten (54, 56) der Energiekopplungseinrichtung (52) angeordnet sind.

11. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch die Kolbenaufnahme (16) innerhalb der Außenkontur positioniert ist.
12. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenaufnahme (16) ein Gehäuse (20) umfasst und eine Kolbenlaufbuchse (22), die in das Gehäuse (20) eingesetzt ist und die Wandung (24) umfasst oder bildet, wobei der Kolben (34) in der Kolbenlaufbuchse (22) hin- und herbewegbar ist und die mindestens eine Einlassöffnung (26) in der Kolbenlaufbuchse (22) gebildet ist.
13. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (34) zumindest teilweise über die mindestens eine Einlassöffnung (26) bewegbar ist und dass diese bei Einnahme des unteren Totpunktes durch den Kolben (34) zumindest teilweise freigebbar ist.
14. Freikolbenvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Freikolbenvorrichtung (10) eine weitere Kolbeneinrichtung (32) mit einem Kolben (34) umfasst, wobei die Kolben (34) beider Kolbeneinrichtungen (30, 32) in Gegenkolbenanordnung positioniert sind, wobei der Brennraum (42) zwischen den Kolben (34) gebildet ist, vorzugsweise dass der Kolben (34) der weiteren Kolbeneinrichtung (32) zumindest teilweise über die mindestens eine Auslassöffnung (28) bewegbar ist und dass diese bei Einnahme des unteren Totpunktes durch den Kolben (34) zumindest teilweise freigebbar ist.
15. Freikolbenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kolbeneinrichtung vorgesehen ist, wobei an der mindestens einen Auslassöffnung mindestens ein von einer Steuereinrichtung der Freikolbenvorrichtung ansteuerbares Ventil zum Freigeben oder Sperren der mindestens einen Auslassöffnung angeordnet ist.

Claims

1. Free piston apparatus, comprising:
 - an outer housing (14) of the free piston apparatus having an outer contour,
 - a piston receptacle (16) which comprises or forms a combustion chamber (42) delimited by

a wall arrangement (24) in which at least one inlet opening (26) for the supply of fresh gas and, spaced apart therefrom in axial direction, at least one outlet opening (28) for the removal of exhaust gas are formed, wherein fresh gas is supplyable via a supply conduit (66),
 - at least one piston device (30) having a piston (34) which piston device (30) is arranged in the piston receptacle so as to be reciprocable along an axis (18), and
 - a housing (68) for fresh gas which is connected to the supply conduit (66) in flow direction of the fresh gas being supplied,

characterized in that

- the free piston apparatus (10) comprises an energy coupling device (52) which is coupled to the piston device (30) and by way of which energy is able to be decoupled from the piston device (30) or by way of which energy is able to be coupled into the piston device (30), and **in that** the housing (68) for fresh gas forms a settling chamber (76) for fresh gas which surrounds at least in sections the piston receptacle (16) in the region of the at least one inlet opening (26) in circumferential direction of the axis (18), which settling chamber (76) opens into the combustion chamber (42) via the at least one inlet opening (26), wherein the housing (68) for fresh gas is positioned completely within the outer contour.
2. Free piston apparatus in accordance with Claim 1, **characterized in that** the housing (68) for fresh gas is configured such that the settling chamber (76) entirely surrounds the piston receptacle (16) in circumferential direction of the axis (18), and/or **in that** the housing (68) for fresh gas has through-openings through which the piston receptacle (16) axially passes through the housing (68) for fresh gas.
 3. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the housing (68) for fresh gas is of cuboidal or toroidal configuration and/or **in that** the housing (68) for fresh gas is configured such that the settling chamber (76) is of annular configuration.
 4. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the housing (68) for fresh gas is aligned coaxial to the piston receptacle (16).
 5. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the housing (68) for fresh gas is configured such that the settling chamber (76) is formed point-symmetrical in

itself with respect to the axis (18) and/or mirror-symmetrical with respect to at least one plane of symmetry containing the axis (18).

6. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the supply conduit (66) is connected to the housing (68) for fresh gas transverse to the movement direction of the piston device (30), in particular **in that** the supply conduit (66) is connected to the housing (68) for fresh gas radially with respect to the axis (18) and/or **in that** a plurality of inlet openings (26) is provided and **in that** the settling chamber (76) surrounds all inlet openings (26) and opens into the combustion chamber (42) via the same.
7. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the extension of the settling chamber (76) in the housing (68) for fresh gas in axial direction is smaller than the extension of the settling chamber (76) in the housing (68) for fresh gas in a direction aligned transverse to the axis (18) and/or **in that** the extension of the at least one inlet opening (26) in axial direction is about a fourth of the extension of the settling chamber (76) in the housing (68) for fresh gas in axial direction, preferably at least a third of the extension of the settling chamber (76).
8. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the energy coupling device (52) comprises at least one linear generator (58).
9. Free piston apparatus in accordance with Claim 8, **characterized in that** the energy coupling device (52) is positioned laterally next to the piston receptacle (16) and the housing (68) for fresh gas.
10. Free piston apparatus in accordance with Claim 8 or 9, **characterized in that** the energy coupling device (52) comprises a first unit (54) and a second unit (56) which each are positioned laterally next to the piston receptacle (16) and the housing (68) for fresh gas, wherein the piston receptacle (16) and the housing (68) for fresh gas are arranged between the units (54, 56) of the energy coupling device (52).
11. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the piston receptacle (16) is preferably also positioned within the outer contour.
12. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the piston receptacle (16) comprises a housing (20) and a piston bushing (22) which is inserted into the housing (20) and comprises or forms the wall arrange-

ment (24), wherein the piston (34) is reciprocable in the piston bushing (22) and the at least one inlet opening (26) is formed in the piston bushing (22).

13. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the piston (34) is movable at least partially over the at least one inlet opening (26) and **in that** the latter is at least partially unblockable upon the piston (34) adopting the bottom dead center. 5 10
14. Free piston apparatus in accordance with any one of the preceding Claims, **characterized in that** the free piston apparatus (10) comprises a further piston device (32) having a piston (34), wherein the pistons (34) of both piston devices (30, 32) are positioned in opposed piston arrangement, wherein the combustion chamber (42) is formed between the pistons (34), preferably **in that** the piston (34) of the further piston device (32) is movable at least partially over the at least one outlet opening (28) and **in that** the latter is at least partially unblockable upon the piston (34) adopting the bottom dead center. 15 20
15. Free piston apparatus in accordance with any one of Claims 1 to 13, **characterized in that** one piston device is provided, wherein at the at least one outlet opening is arranged at least one valve which is controllable by a control device of the free piston apparatus for or blocking the at least one outlet opening. 25 30

Revendications

1. Dispositif à piston libre comprenant : 35
 - un boîtier externe (14) du dispositif à piston libre avec un contour externe,
 - un logement de piston (16), qui comprend ou forme une chambre de combustion (42) délimitée par une paroi (24), dans laquelle sont formées au moins une ouverture d'entrée (26) pour l'alimentation en gaz frais et, distante de celle-ci dans la direction axiale, au moins une ouverture de sortie (28) pour l'évacuation du gaz d'échappement, dans lequel du gaz frais peut être introduit par l'intermédiaire d'une conduite d'alimentation (66),
 - au moins un dispositif à piston (30) avec un piston (34) qui est disposé dans le logement de piston de manière mobile avec un mouvement de va-et-vient le long d'un axe (18) et
 - un boîtier (68) raccordé, dans la direction d'écoulement du gaz frais, à la conduite d'alimentation (66), pour le gaz frais, 40 45 50 55

caractérisé en ce que

le dispositif à piston libre (10) comprend un dispositif de couplage d'énergie (52), couplé avec le dispositif à piston (30), par l'intermédiaire duquel l'énergie peut être extraite du dispositif à piston (30) et par l'intermédiaire duquel l'énergie peut être introduite dans le dispositif à piston (30),

et le boîtier (68) pour le gaz frais forme une chambre de stabilisation (76), entourant au moins à certains endroits le logement de piston (16) au niveau de l'au moins une ouverture d'entrée (26) dans la direction périphérique de l'axe (18), pour le gaz frais, qui débouche, par l'intermédiaire de l'au moins une ouverture d'entrée (26), dans la chambre de combustion (42), dans lequel le boîtier (68) pour le gaz frais est disposé entièrement à l'intérieur du contour externe.

2. Dispositif à piston libre selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le boîtier (68) pour le gaz frais est conçu de sorte que la chambre de stabilisation (76) entoure entièrement le logement de piston (16) dans la direction périphérique de l'axe (18) et/ou **en ce que** le boîtier (68) pour le gaz frais présente des ouvertures de passage à travers lesquelles le logement de piston (16) traverse axialement le boîtier (68) pour le gaz frais.
3. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier (68) pour le gaz frais présente une forme parallélépipédique ou torique et/ou **en ce que** le boîtier (68) pour le gaz frais est conçu de sorte que la chambre de stabilisation (76) présente une forme annulaire.
4. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier (68) pour le gaz frais est orienté de manière coaxiale par rapport au logement de piston (16).
5. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier (68) pour le gaz frais est conçu de sorte que la chambre de stabilisation (76) est réalisée avec une symétrie ponctuelle par rapport à l'axe (18) et/ou avec une symétrie en miroir par rapport à au moins un plan de symétrie contenant l'axe (18).
6. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la conduite d'alimentation (66) est raccordée au boîtier (68) pour le gaz frais transversalement par rapport à la direction du déplacement du dispositif à piston (30), plus particulièrement **en ce que** la conduite d'alimentation (66) est raccordée, de manière radiale par rapport à l'axe (18), au boîtier (68) pour le gaz frais et/ou **en ce qu'**une pluralité d'ouverture d'entrée (26)

sont prévues et **en ce que** la chambre de stabilisation (76) entoure toutes les ouvertures d'entrée (26) et débouche, par l'intermédiaire de celles-ci, dans la chambre de combustion (42).

7. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'extension de la chambre de stabilisation (76) dans le boîtier (68) pour le gaz frais dans la direction axiale est plus petite que l'extension de la chambre de stabilisation (76) dans le boîtier (68) pour le gaz frais dans une direction orientée transversalement par rapport à l'axe (18) et/ou **en ce que** l'extension de l'au moins une ouverture d'entrée (26) dans la direction axiale représente approximativement un quart de l'extension de la chambre de stabilisation (76) dans le boîtier (68) pour le gaz frais dans la direction axiale, de préférence au moins un tiers de l'extension de la chambre de stabilisation (76).
8. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de couplage d'énergie (52) comprend au moins un générateur linéaire (58).
9. Dispositif à piston libre selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de couplage d'énergie (52) est positionné latéralement à côté du logement de piston (16) et du boîtier (68) pour le gaz frais.
10. Dispositif à piston libre selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le dispositif de couplage d'énergie (52) comprend une première unité (54) et une deuxième unité (56), qui sont positionnées chacune latéralement à côté du logement de piston (16) et du boîtier (68) pour le gaz frais, dans lequel le logement de piston (16) et le boîtier (68) pour gaz frais sont disposés entre les unités (54, 56) du dispositif de couplage d'énergie (52).
11. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le logement de piston (16) est également positionné à l'intérieur du contour externe.
12. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le logement de piston (16) comprend un boîtier (20) et une chemise de piston (22) qui est insérée dans le boîtier (20) et qui comprend ou forme la paroi (24), dans lequel le piston (34) peut se déplacer avec un mouvement de va-et-vient dans la chemise de piston (22) et l'au moins une ouverture d'entrée (26) est réalisée dans la chemise de piston (22).
13. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston (34) peut se déplacer au moins partiellement au-des-

sus de l'au moins une ouverture d'entrée (26) et **en ce que** celle-ci peut être dégagée au moins partiellement lorsque le piston (34) se trouve au point mort inférieur.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

14. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif à piston libre (10) comprend un autre dispositif à piston (32) avec un piston (34), dans lequel les pistons (34) des deux dispositifs à pistons (30, 32) sont positionnés dans une disposition de contre-pistons, dans lequel la chambre de combustion (42) est réalisée entre les pistons (34), de préférence le piston (34) de l'autre dispositif à piston (32) peut se déplacer au moins partiellement au-dessus de l'au moins une ouverture de sortie (28) et **en ce que** celle-ci peut être dégagée au moins partiellement lorsque le piston (34) se trouve au point mort inférieur.
15. Dispositif à piston libre selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'un** dispositif à piston est prévu, dans lequel, au niveau de l'au moins une ouverture de sortie, est disposée au moins une soupape, pouvant être contrôlée par un dispositif de commande du dispositif à piston libre, pour le dégagement ou le blocage de l'au moins une ouverture de sortie.

FIG.1

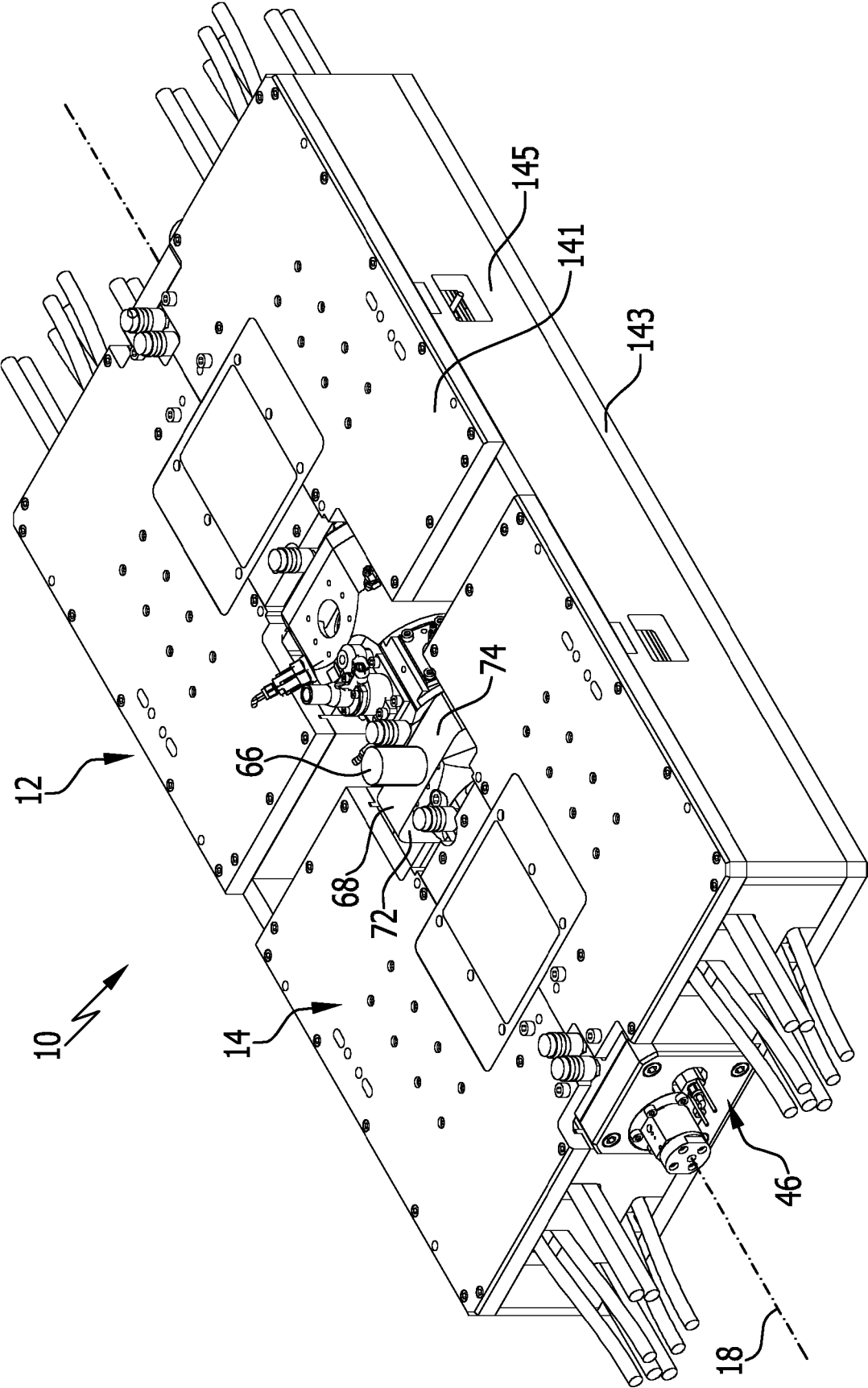


FIG.2

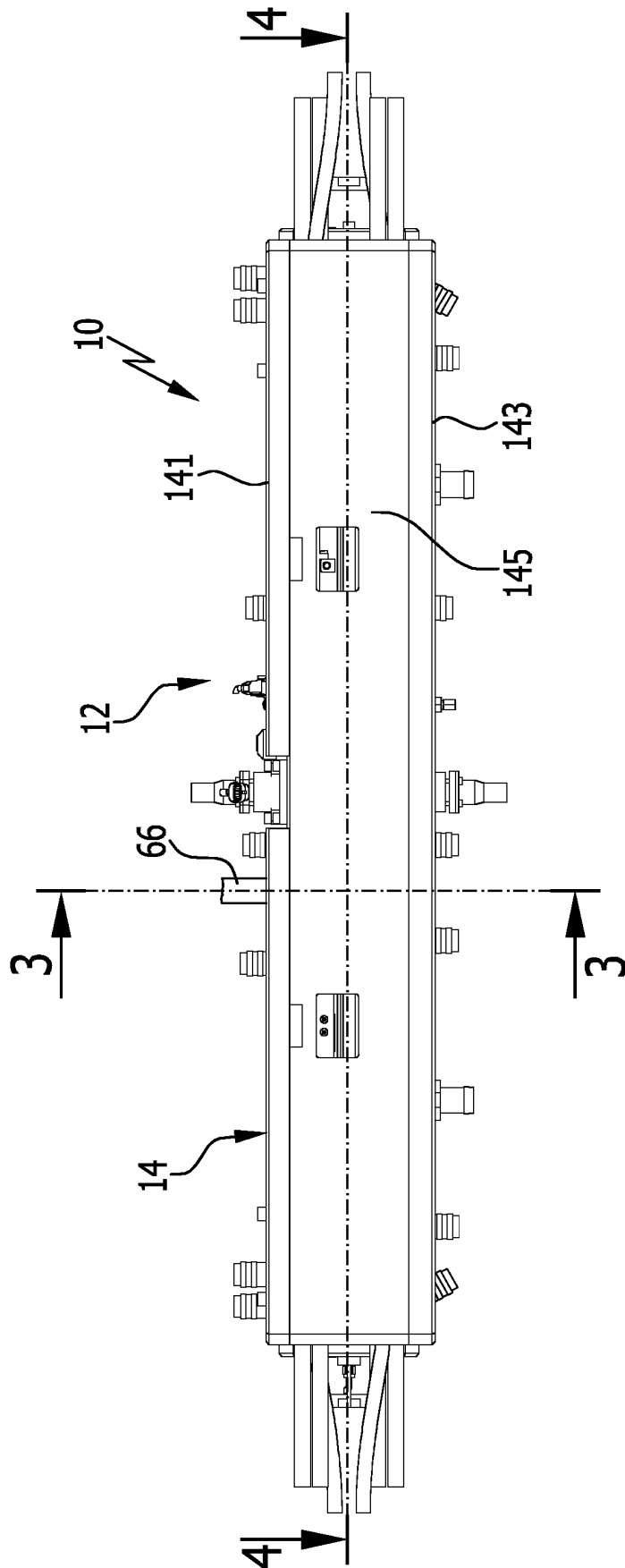


FIG.3

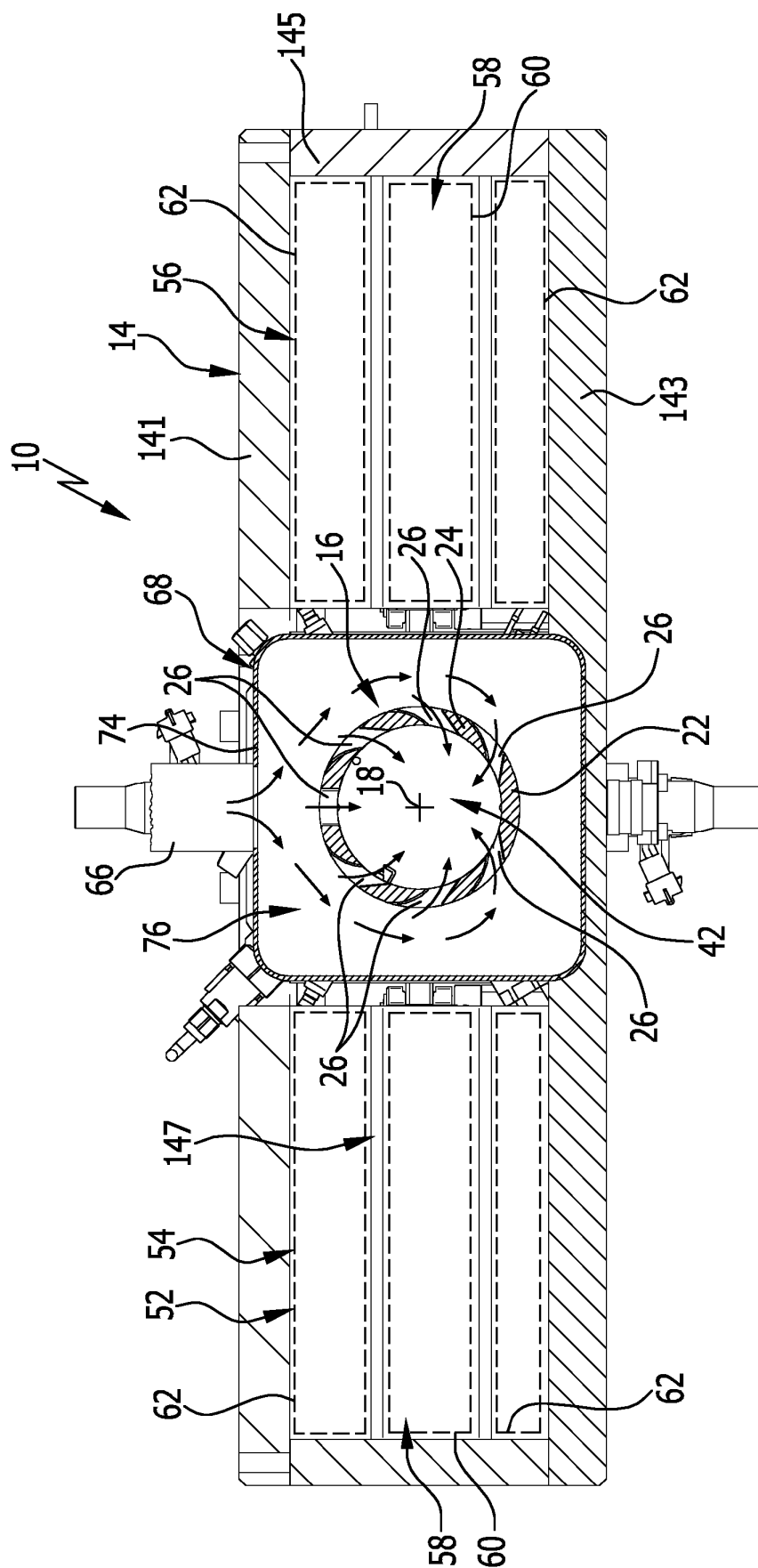


FIG.4

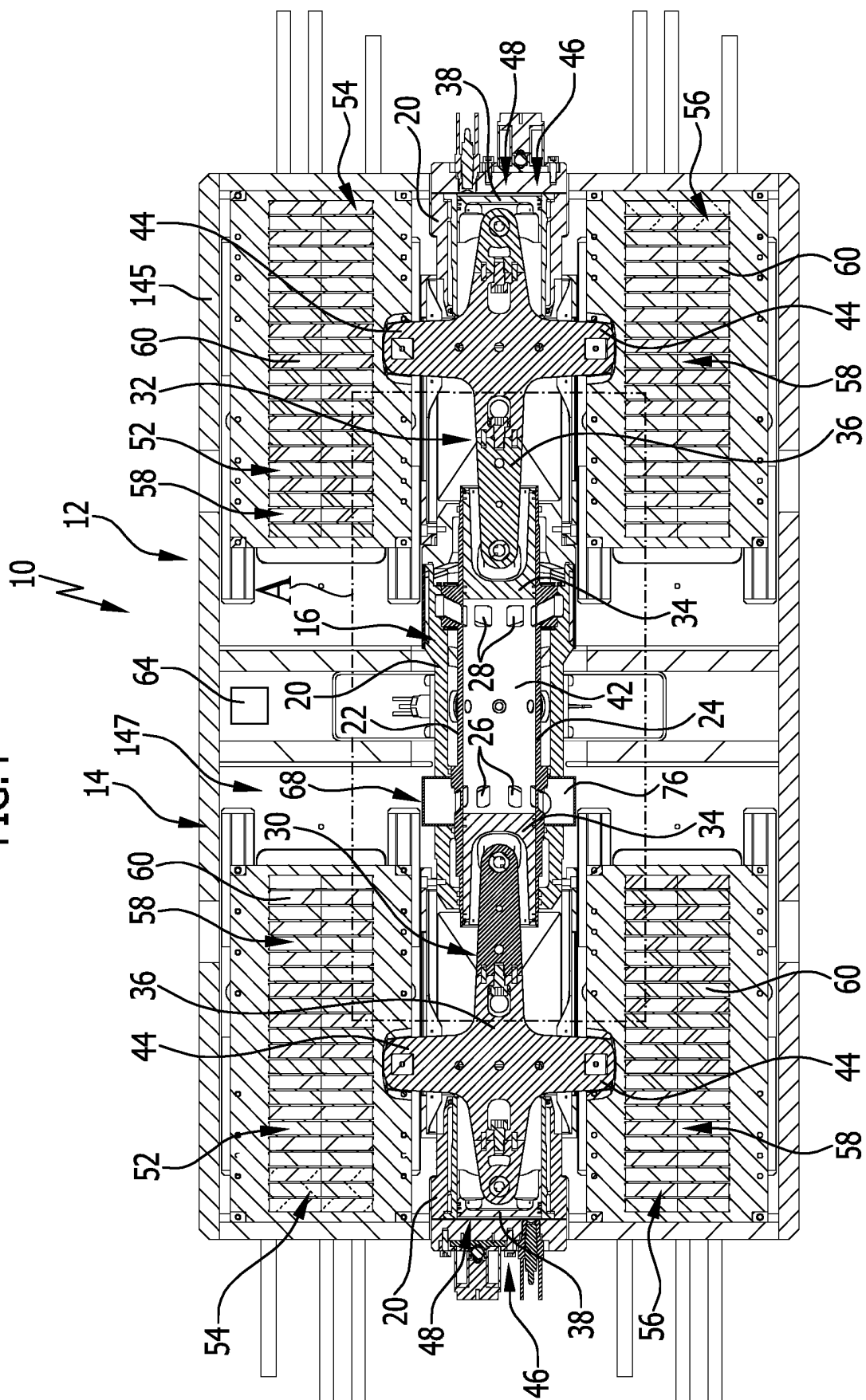
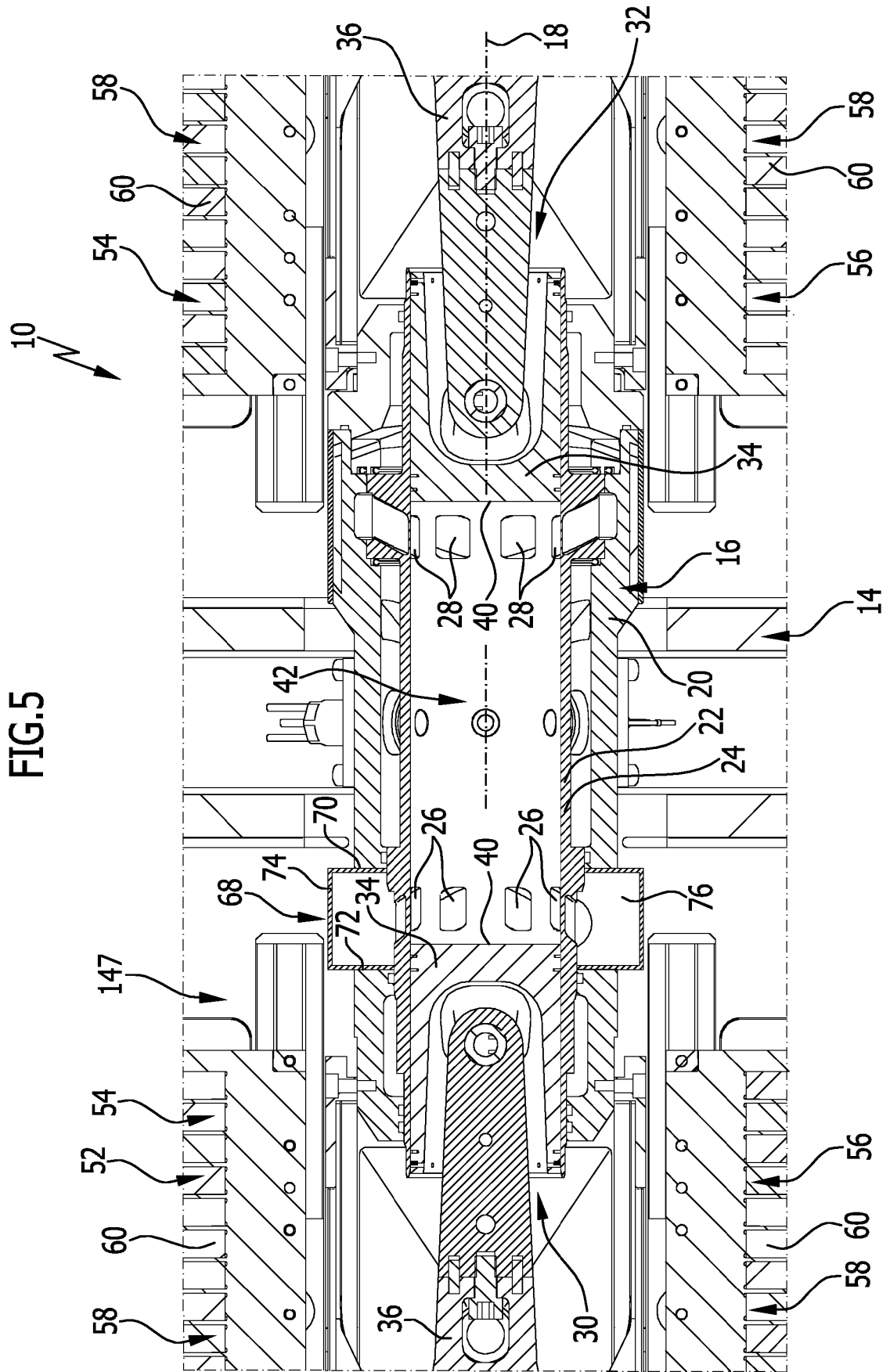


FIG.5



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 3111419 A1 [0004]
- DE 3438219 A1 [0005]
- DE 102012111067 B3 [0005]
- US 20030094164 A1 [0005]
- US 20120186561 A1 [0005]