



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.04.2011 Patentblatt 2011/17

(51) Int Cl.:
F02G 1/043 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10186668.9**

(22) Anmeldetag: **06.10.2010**

(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 RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **22.10.2009 DE 102009044313**

(71) Anmelder: **Fachhochschule Regensburg
93049 Regensburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Wagner, Andreas
93342 Saal (DE)**
• **Elsner, Michael
82205 Gilching (DE)**

(74) Vertreter: **Reichert, Werner Franz
Reichert & Kollegen
Bismarckplatz 8
93047 Regensburg (DE)**

(54) **Vorrichtung zum Verkleinern oder Vergrössern eines Gasvolumens durch Zwangsverdrängung**

(57) Es ist eine Vorrichtung zum Verkleinern oder Vergrößern eines Gasvolumens durch Zwangsverdrängung (1) offenbart. Die Vorrichtung (1) beinhaltet einen ersten Zylinder (3) mit einem ersten Kolben (13) und einen zweiten Zylinder (5) mit einem zweiten Kolben (15). Der erste und der zweite Zylinder (3, 5) weisen jeweils

einen Durchbruch (17, 19) auf, der sich vom Innenraum des jeweiligen Zylinders (3, 5) durch die Zylinderaußenwand erstreckt. Die Zylinder (3, 5) sind derart angeordnet, dass mittel der Durchbrüche (17, 19) ein Strömungskanal zur direkten Weiterleitung eines Arbeitsmediums ausgebildet ist.

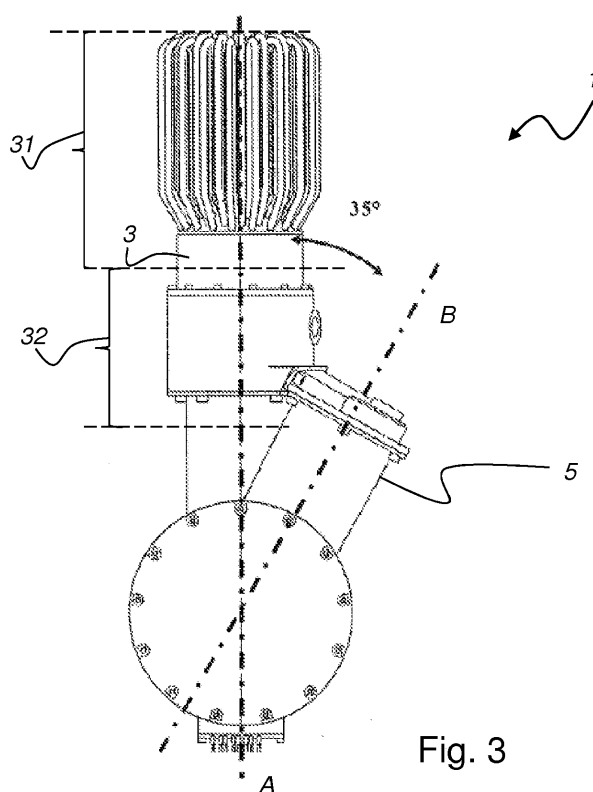


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verkleinern oder Vergrößern eines Gasvolumens durch Zwangsverdrängung, mit einem ersten und einem zweiten Zylinder. Der erste und der zweite Zylinder weisen jeweils einen Durchbruch auf, der sich vom Innenraum des jeweiligen Zylinders durch die Zylinderaußenwand erstreckt. Die Durchbrüche bilden in der vorliegenden Erfindung einen Strömungskanal zur direkten Weiterleitung eines Arbeitsmediums zwischen dem ersten und dem zweiten Zylinder aus.

[0002] Derartige Vorrichtungen, die beispielsweise als Stirlingmotoren ausgebildet sein können, sind Arbeitsmaschinen, die häufig zur Bereitstellung von elektrischer Energie dienen. Große Vorteile dieser Maschinen sind in erster Linie ein relativ hoher Wirkungsgrad des theoretischen Kreisprozesses und die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten bei der Zufuhr von thermischer Energie. Bei Stirlingmaschinen kann die Wärmezufuhr sowohl durch Verbrennung fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe erfolgen als auch mittels konzentrierter Solarstrahlung. Damit bietet dieses Antriebsprinzip vielfältige Einsatzmöglichkeiten und kann bei entsprechender Brennstoffauswahl (beispielsweise Biomasse), verbunden mit einem hohen Wirkungsgrad, auch wesentlich zur Reduzierung des klimaschädlichen Treibhausgases CO₂ bei der Erzeugung und Umwandlung von Energie beitragen.

[0003] Hinsichtlich ihrer Ausführungsform können Stirlingmotoren in einen sog. Alpha-Typ, einen Beta-Typ und einen Gamma-Typ eingeteilt werden. Während der Alpha-Typ zweizylindrig ausgebildet ist, beinhaltet der Beta-Typ lediglich einen Zylinder mit einer Kaltzone und einer Heißzone. Eine Mischform aus Alpha- und Beta-Typ bildet der sog. Gamma-Typ, der einen Verdrängerzylinder mit einer heißen und einer kalten Zone aufweist und zudem einen, hinsichtlich seines Volumens zumeist kleiner ausgebildeten Arbeitszylinder.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind bereits Vorrichtungen zum Verkleinern oder Vergrößern eines Gasvolumens bekannt. Beispielsweise wird in der US 57 82 084 A eine Wärmekraftmaschine offenbart, die nach dem Stirling-Prinzip arbeitet. Die Wärmekraftmaschine umfasst zwei Zylinder, die über ein Rohr zum Austausch eines Arbeitsmediums miteinander verbunden sind. Durch die Rohrverbindung wird ein Totraum ausgebildet. Dieser hat negative Auswirkungen auf den Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine.

[0005] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Vorrichtung zum Verkleinern oder Vergrößern eines Gasvolumens bereit zu stellen, die einen möglichst hohen Wirkungsgrad aufweist. Weiter soll die Vorrichtung hinsichtlich ihrer Bauform einfach ausgebildet sein und kostengünstig realisierbar sein.

[0006] Die obige Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gelöst, welche die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst. Merkmale vorteilhafter Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0007] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann insbesondere als Stirlingmotor ausgebildet sein und umfasst einen ersten Zylinder mit einem ersten Kolben und einen zweiten Zylinder mit einem zweiten Kolben. Der Stirlingmotor der vorliegenden Erfindung kann in der sog. Alpha-Konfiguration ausgebildet sein. Vorzugsweise jedoch ist der Stirlingmotor in der Gamma-Konfiguration ausgebildet. Die beiden kommunizierenden Zylinder der vorliegenden Erfindung können hinsichtlich ihres Volumens unterschiedlich ausgebildet sein. Beispielsweise kann der erste Zylinder ein größeres Volumen aufweisen als der zweite Zylinder. Besonders in der Gamma-Konfiguration kann es von Vorteil sein, das Volumen des ersten Zylinders größer zu wählen als das Volumen des zweiten Zylinders, wenn der erste Zylinder als Verdrängerzylinder und der zweite Zylinder als Arbeitszylinder ausgebildet ist.

[0008] Weiter können der erste und/oder der zweite Kolben als Regenerator ausgebildet sein. Dies kann dadurch erfolgen, indem zur Ausgestaltung des jeweiligen Kolbens Materialien mit hoher Wärmekapazität und geringer Wärmeausdehnung gewählt werden. Beispielsweise kommen zur Ausgestaltung des Kolbens Materialien auf Kupferbasis in Frage. Zudem sind beispielsweise eine Vielzahl von Legierungen geeignet, die dem Fachmann bekannt sind und daher nicht explizit erwähnt werden. Ist ein Kolben als Regenerator ausgebildet, so kann der Stirlingmotor mit höheren Temperaturen betrieben werden, woraus ein zusätzlicher verbesserter Wirkungsgrad resultiert.

[0009] Der erste Zylinder und der zweite Zylinder weisen jeweils einen Durchbruch auf, der sich vom Innenraum des jeweiligen Zylinders durch die Zylinderaußenwand erstreckt. Der Verlauf des Durchbruchs durch die Zylinderaußenwand kann homogen oder inhomogen ausgebildet sein. Beispielsweise kann der Verlauf des jeweiligen Durchbruchs geradlinig und/oder kurvenartig ausgebildet sein. Der Durchmesser der Durchbrüche kann im Rahmen seines Verlaufes variieren. Der mittlere Durchmesser des Durchbruchs durch die erste Zylinderaußenwand und der mittlere Durchmesser des Durchbruchs durch die zweite Zylinderaußenwand können unterschiedlich ausgebildet sein.

[0010] Mittels der Durchbrüche wird ein Strömungskanal zur direkten Weiterleitung eines Arbeitsmediums zwischen dem ersten und dem zweiten Zylinder ausgebildet. Dies kann dadurch erfolgen, indem der Durchbruch durch die erste Zylinderaußenwand am Durchbruch durch die zweite Zylinderaußenwand angeordnet wird. Auf einen zusätzlichen Strömungskanal, wie bei herkömmlichen Stirlingmotoren der Alpha- oder Gamma-Konfiguration vorhanden, kann hierdurch verzichtet werden. Die Weiterleitung des Arbeitsmediums erfolgt demnach direkt.

[0011] Auch können zwischen den beiden Durchbrüchen Dichtmittel vorhanden sein, um einen Austritt des Arbeitsmediums während der Weiterleitung zu unterbinden.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine erste Achse A vorhanden, die durch

den ersten Zylinder und parallel zur Zylinderaußenwand des ersten Zylinders verläuft und eine zweite Achse B, die durch den zweiten Zylinder und parallel zur Zylinderaußenwand des zweiten Zylinders verläuft, wobei die Achse A und die Achse B einen Winkel α einschließen für den gilt: $\alpha < 90^\circ$. Durch diese Anordnung ergeben sich weitere Vorteile, wie beispielsweise die Möglichkeit den Phasenwinkel innerhalb bestimmter Grenzen zu variieren und so im Vergleich zu herkömmlichen Stirlingmotoren einen deutlich höheren Wirkungsgrad zu erreichen. In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beträgt der Winkel α zumindest annäherungsweise 35° .

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Stirlingmotors liegen die durch den ersten Zylinder verlaufende erste Achse und die durch den zweiten Zylinder verlaufende zweite Achse windschief zueinander, wodurch die beiden Zylinder näher zueinander rücken können, wodurch wiederum der zwischen den beiden Zylindern verlaufende Strömungskanal kürzer ausgebildet sein kann. Der Abstand der beiden Achsen kann vorzugsweise wenigstens 20% eines Durchmessers eines der beiden Zylinder entsprechen. Wäre der Abstand geringer, kann durch den Versatz kein nennenswerter Raumgewinn erzielt werden, der die Zylinder näher zueinander rücken lassen würde. Der Abstand kann sinnvoller Weise auch größer sein, ist jedoch zweckmäßigerweise immer im Zusammenhang mit der Neigung der beiden Achsen der Zylinder gegeneinander zu wählen, da nur bei einer abgestimmten Konstruktion der maximale Effekt aufgrund der bestmöglichen Kompaktheit der Bauform erzielt werden kann.

[0014] Der erste Zylinder oder der zweite Zylinder können als Verdrängerzylinder ausgebildet sein. Der Verdrängerzylinder kann in einen ersten und in einen zweiten Bereich unterteilt sein. Dem ersten Bereich kann eine Heizvorrichtung zugeordnet sein. Weiter ist es möglich dem zweiten Bereich eine Kühlvorrichtung zuzuordnen. In dieser Ausführungsform kann der zweite Zylinder als Arbeitszylinder ausgebildet sein. Das Volumen des ersten Zylinders kann hierbei größer gewählt werden als das Volumen des zweiten Zylinders. Grundsätzlich gilt bei allen Konfigurationen, dass mit zunehmender Temperaturabsenkung mittels der Kühlvorrichtung der Wirkungsgrad des Stirlingmotors gesteigert werden kann.

[0015] Weiter können Mittel am ersten und/oder am zweiten Bereich angeordnet sein, so dass der erste Bereich vom zweiten Bereich thermisch isoliert ist. Zur Isolation kommen beispielsweise Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit in Betracht.

[0016] Zudem ist in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung am ersten und am zweiten Zylinder jeweils mindestens eine Pleuelstange angeordnet. Die Pleuelstangen sind gelenkig mit einem Kurbeltrieb verbunden. Der Kurbeltrieb kann über eine Welle verfügen, die mit weiteren Vorrichtungen, beispielsweise zum Erzeugen von Elektrizität, verbunden sein kann.

[0017] Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigelegten Figuren näher erläutern. Weitere Merkmale, Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung gehen aus der nun folgenden detaillierten Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung hervor, die als nicht einschränkendes Beispiel dient und auf die beigelegten Zeichnungen Bezug nimmt.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform eines Stirlingmotors mit Gamma-Konfiguration gemäß bekanntem Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch eine Ausführungsform eines Stirlingmotors der erfindungsgemäßen Art.

Fig. 3 zeigt eine weitere schematische Ansicht des Stirlingmotors.

Fig. 4 zeigt anhand einer perspektivischen Ansicht des Stirlingmotors den Aufbau und die räumliche Zuordnung der beiden Zylinder zueinander.

Fig. 5 zeigt eine Detailansicht des Stirlingmotors gemäß Fig. 4.

[0018] Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen verwendet. Ferner werden der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur erforderlich sind. Die dargestellten Ausführungsformen stellen lediglich Beispiele da, wie die erfindungsgemäße Vorrichtung ausgestaltet sein kann und stellen keine abschließende Begrenzung dar.

[0019] Die schematische Ansicht der Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform eines Stirlingmotors 1 in einer sog. Gamma-Konfiguration, wie sie aus dem Stand der Technik bereits bekannt ist. Der Stirlingmotor 1 besitzt einen ersten Zylinder 3, der als Verdrängerzylinder fungiert, mit einem ersten Kolben 13 und einen zweiten Zylinder 5, der als Arbeitszylinder fungiert, mit einem zweiten Kolben 15. Der erste Zylinder 3 und der zweite Zylinder 5 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel um 90° versetzt angeordnet. Am ersten Kolben 13 und am zweiten Kolben 15 ist jeweils eine Pleuelstange 9 angeordnet, die mit einem freien Ende gelenkig mit dem Kurbeltrieb 11 verbunden ist. Zum Austausch eines Arbeitsmediums sind der erste Zylinder 3 und der zweite Zylinder 5 mit einem Überströmröhr 7 in geeigneter Weise verbunden.

[0020] Die Querschnittsdarstellung der Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform eines Stirlingmotors 1 der erfindungsgemäßen

Art. Der erste Zylinder 3 weist in einer Zylinderaußenwand 3a einen Durchbruch 17 auf, der sich vom Innenraum 3i des ersten Zylinders 3 durch die Zylinderaußenwand 3a erstreckt. Ebenso weist der zweite Zylinder 5 in seiner Zylinderaußenwand 5a einen Durchbruch 19 auf, der sich vom Innenraum 5i des zweiten Zylinders 5 durch die Zylinderaußenwand 5a erstreckt. Der erste Zylinder 3 und der zweite Zylinder 5 sind derart räumlich zueinander angeordnet, dass der Durchbruch 17 und der Durchbruch 19 miteinander kommunizieren und einen Strömungskanal bilden, der zur direkten Weiterleitung eines Arbeitsmediums vom ersten Zylinder 3 zum zweiten Zylinder 5 dient. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der erste Zylinder 3 am zweiten Zylinder 5 angeordnet. Somit ist der Weg des Arbeitsmediums vom ersten Zylinder 3 zum zweiten Zylinder 5 von der Länge her optimiert.

[0021] Schließlich zeigt die Fig. 3 eine schematische Ansicht des erfindungsgemäßen Stirlingmotors 1. Angedeutet ist eine erste Achse A, die durch den ersten Zylinder 3 und parallel zur Zylinderaußenwand 3a des ersten Zylinders 3 verläuft. Weiter ist eine zweite Achse B angedeutet, die durch den zweiten Zylinder 5 und parallel zur Zylinderaußenwand 5a des zweiten Zylinders 5 verläuft. Die Achse A und die Achse B schließen einen Winkel ein, der im gezeigten Ausführungsbeispiel 35° beträgt.

[0022] Die Fig. 4 zeigt anhand einer perspektivischen Ansicht des Stirlingmotors den Aufbau und die räumliche Zuordnung der beiden Zylinder 3 und 5 zueinander. Die Fig. 5 zeigt eine Detailansicht des Stirlingmotors gemäß Fig. 4. Wie anhand der Figuren 4 und 5 verdeutlicht wird, müssen die Achsen A und B der beiden Zylinder 3 und 5 keineswegs innerhalb einer gemeinsamen Ebene liegen. So liegen bei dem gezeigten Stirlingmotor 1 die durch den ersten Zylinder 3 verlaufende erste Achse A und die durch den zweiten Zylinder 5 verlaufende zweite Achse B windschief zueinander, wodurch die beiden Zylinder 3 und 5 einen relativ kleinen Zylinderwinkel (z.B. 35° oder kleiner; vgl. Fig. 3) aufweisen und dennoch relativ nahe zueinander rücken können. Der zwischen den beiden Zylindern 3 und 5 verlaufende Strömungskanal 7 kann dadurch sehr kurz ausfallen, was Vorteile für den mit dem Stirlingmotor 1 zu erreichenden Wirkungsgrad hat. Der Abstand der beiden Achsen A und B kann vorzugsweise wenigstens 20% des Durchmessers eines der beiden Zylinder 3 oder 5 entsprechen, wie dies in den Figuren 4 und 5 angedeutet ist. Der Abstand kann auch größer gewählt werden, wodurch sich ggf. ein noch geringerer Neigungswinkel zwischen den Achsen A und B erzielen lässt. Der Abstand ist zweckmäßigerweise immer im Zusammenhang mit der Neigung der beiden Achsen A und B der Zylinder 3 und 5 gegeneinander zu wählen, da nur bei einer abgestimmten Konstruktion der maximale Effekt aufgrund der bestmöglichen Kompaktheit der Bauform erzielt werden kann.

[0023] Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch für einen Fachmann vorstellbar, dass Abwandlungen oder Änderungen der Erfindung gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

[0024]

	1	Stirlingmotor
	3	erster Zylinder (Verdrängerzylinder)
5	3a	Zylinderaußenwand erster Zylinder
	3i	Innenraum erster Zylinder
	5	zweiter Zylinder (Arbeitszylinder)
10	5a	Zylinderaußenwand zweiter Zylinder
	5i	Innenraum zweiter Zylinder
	7	Überströmrohr
15	9	Pleuelstangen
	11	Kurbeltrieb
	13	Erster Kolben
20	15	Zweiter Kolben
	17	Durchbruch erster Zylinder
	19	Durchbruch zweiter Zylinder
25	31	erster Bereich
	32	zweiter Bereich
	A	Erste Achse
30	B	Zweite Achse

Patentansprüche

- 35
1. Vorrichtung zum Verkleinern oder Vergrößern eines Gasvolumens durch Zwangsverdrängung (1), insbesondere Stirlingmotor, mit
- 40
- einem ersten Zylinder (3) und einem darin oszillierenden ersten Kolben (13) und
 - einem zweiten Zylinder (5) und einem darin oszillierenden zweiten Kolben (15),
 - wobei am ersten und am zweiten Kolben (13, 15) jeweils mindestens eine Pleuelstange (9) angeordnet sind, die jeweils gelenkig mit einem Kurbeltrieb (11) verbunden sind, und
 - wobei der erste Zylinder (3) einen Durchbruch (17) und der zweite Zylinder (5) einen Durchbruch (19) aufweist, die sich vom jeweiligen Innenraum (3i, 5i) des jeweiligen Zylinders (3, 5) durch eine jeweilige Zylinderaußenwand (3a, 5a) erstreckt,
- 45
- dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Zylinder (3) und der zweite Zylinder (5) derart angeordnet sind, dass mittels der Durchbrüche (17, 19) ein Strömungskanal zur direkten Weiterleitung eines Arbeitsmediums zwischen dem ersten und dem zweiten Zylindern (3, 5) ausgebildet ist.
- 50
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, mit einer durch den ersten Zylinder (3) verlaufenden ersten Achse (A) und mit einer durch den zweiten Zylinder (5) verlaufenden zweiten Achse (B), wobei die erste Achse (A) und die zweite Achse (B) einen Winkel (α) einschließen, der kleiner als 90° ist.
- 55
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Winkel (α) ungefähr 35° beträgt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die durch den ersten Zylinder (3) verlaufende erste Achse (A) und die durch den zweiten Zylinder (5) verlaufende zweite Achse (B) windschief zueinander liegen.

EP 2 314 853 A2

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der die beiden Achsen (A) und (B) einen Abstand voneinander aufweisen, der wenigstens 20% eines Durchmessers eines der beiden Zylinder (3; 5) entspricht.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Zylinder (3) ein Verdrängerzylinder ist, der in einen ersten Bereich (31) und in einen zweiten Bereich (32) unterteilt ist, wobei dem ersten Bereich (31) eine Heizvorrichtung und/oder dem zweiten Bereich (32) eine Kühlvorrichtung zugeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

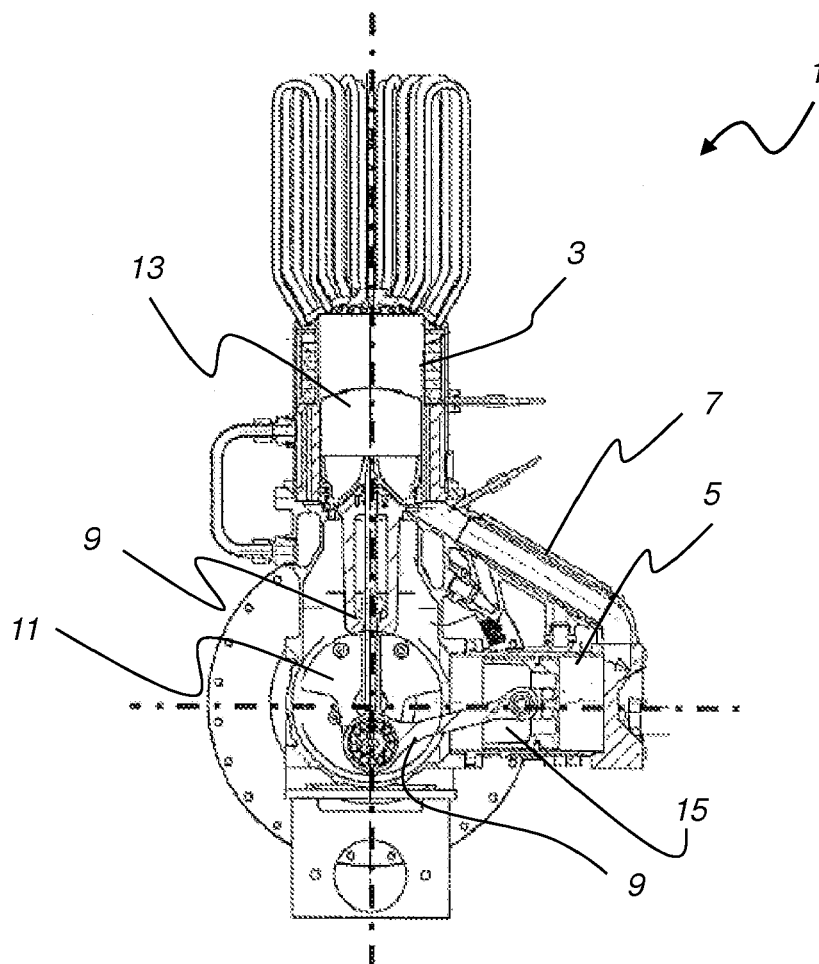


Fig. 1

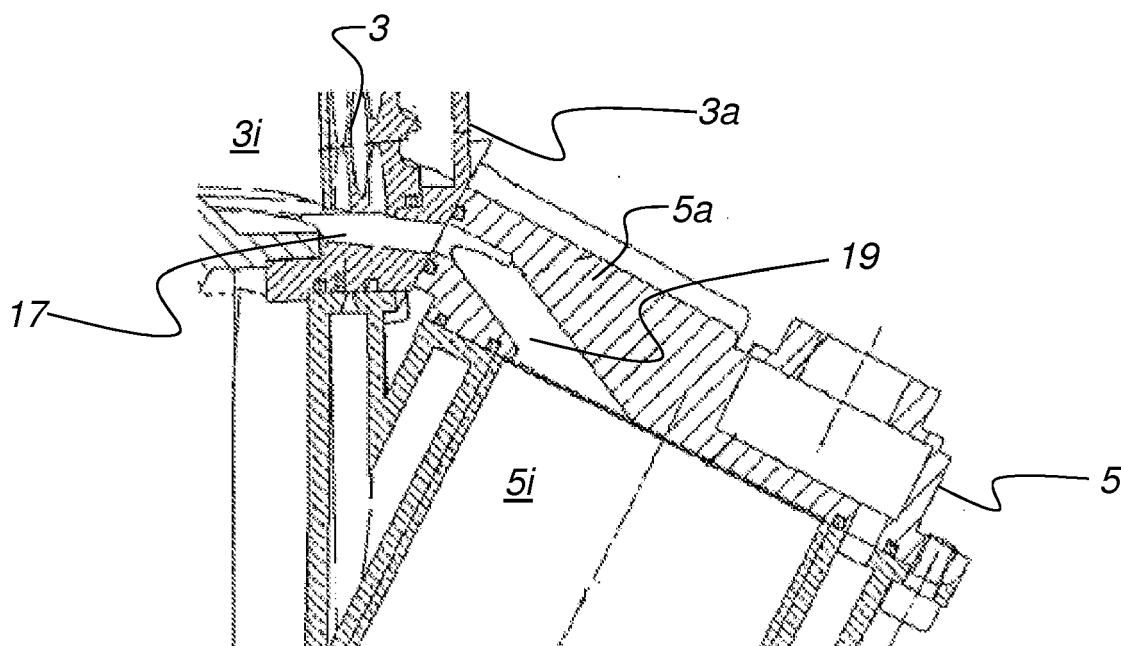


Fig. 2

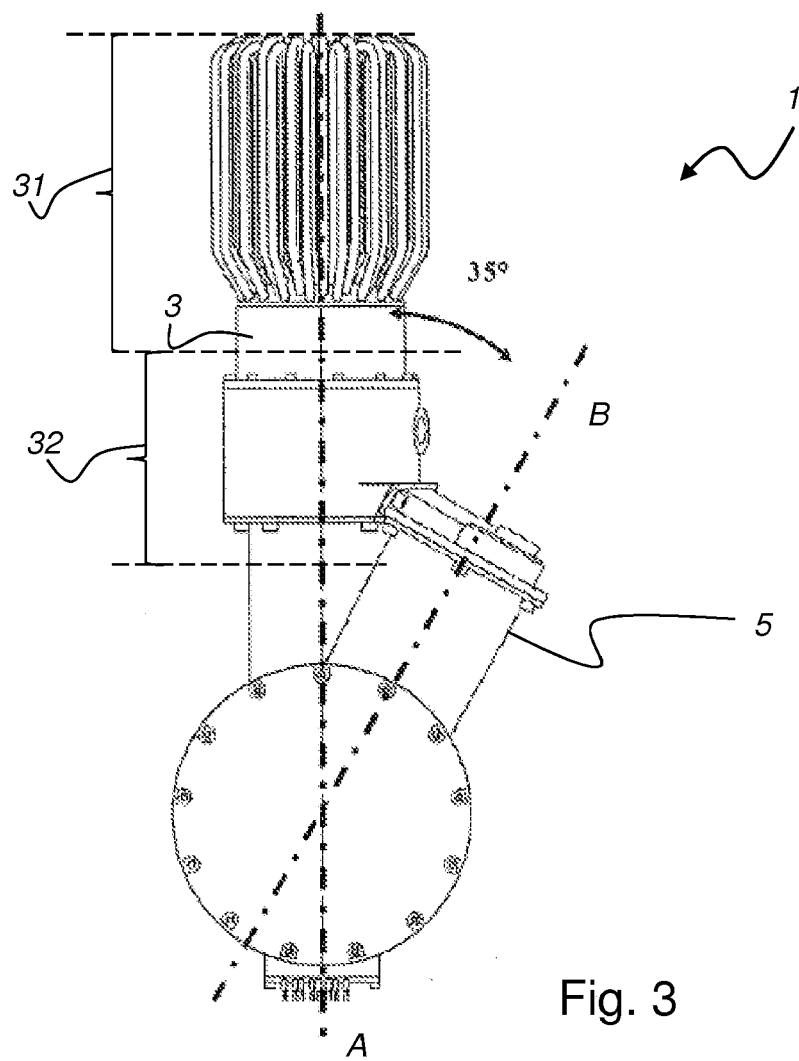


Fig. 3

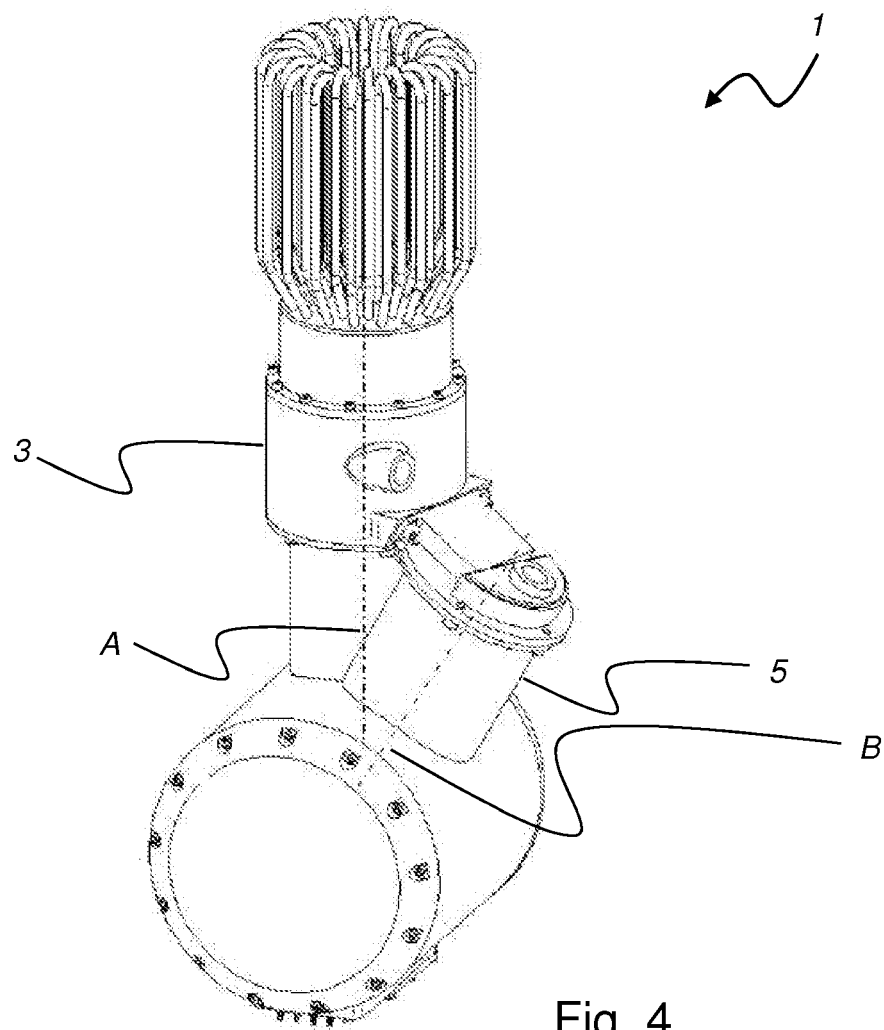


Fig. 4

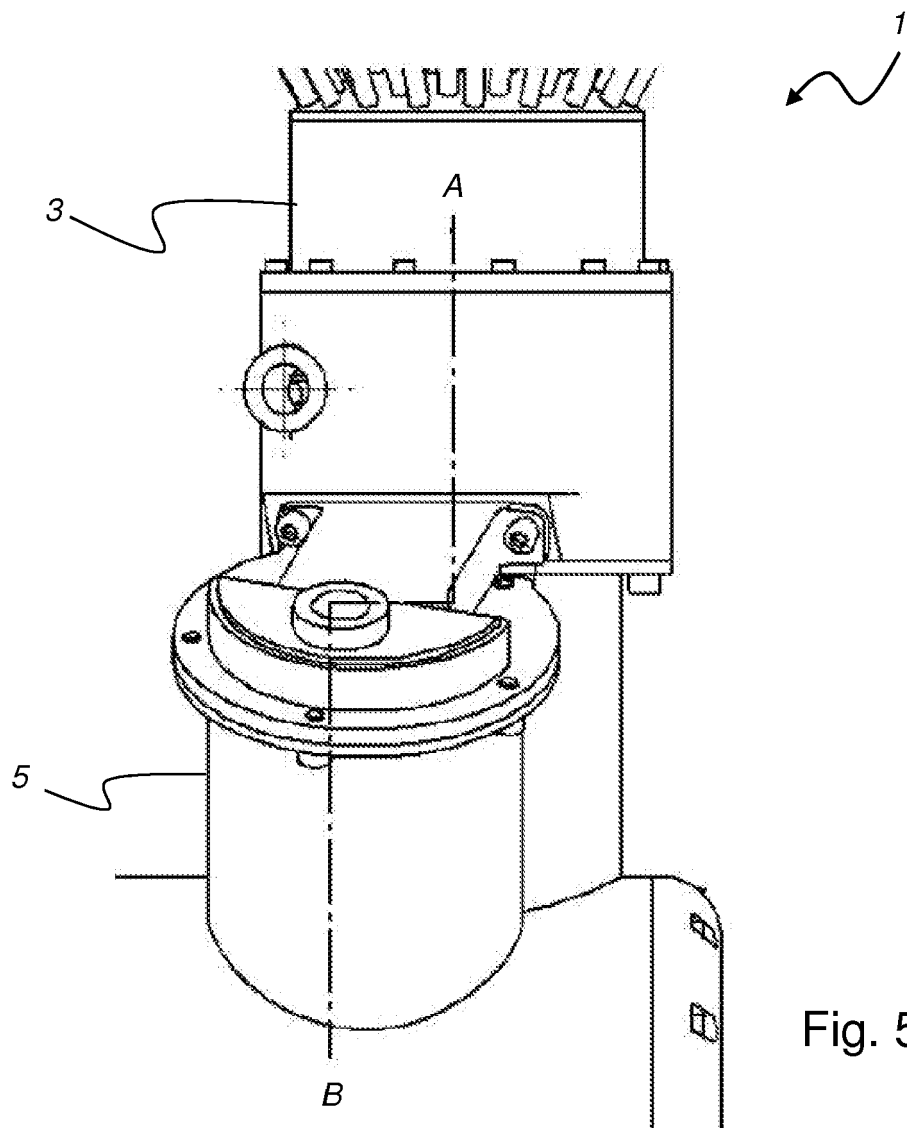


Fig. 5

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

- US 5782084 A [0004]