

PCT

 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

 Internationales Büro

 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE

 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B63H 11/14, F02B 75/36, F01B 19/02, F03B 3/00, F01P 9/00	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/44886 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. September 1999 (10.09.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT99/00052 (22) Internationales Anmeldedatum: 1. März 1999 (01.03.99) (30) Prioritätsdaten: A 361/98 2. März 1998 (02.03.98) AT A 910/98 27. Mai 1998 (27.05.98) AT (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HMS ARTIST SCHEIER OEG [AT/AT]; Reichsstrasse 82, A-6800 Feldkirch (AT). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NAGEL, Edmund, Ferdinand [AT/AT]; Reichsstrasse 82, A-6800 Feldkirch (AT). (74) Anwälte: TORGLER, Paul usw.; Wilhelm-Greilstrasse 16, A-6020 Innsbruck (AT).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE

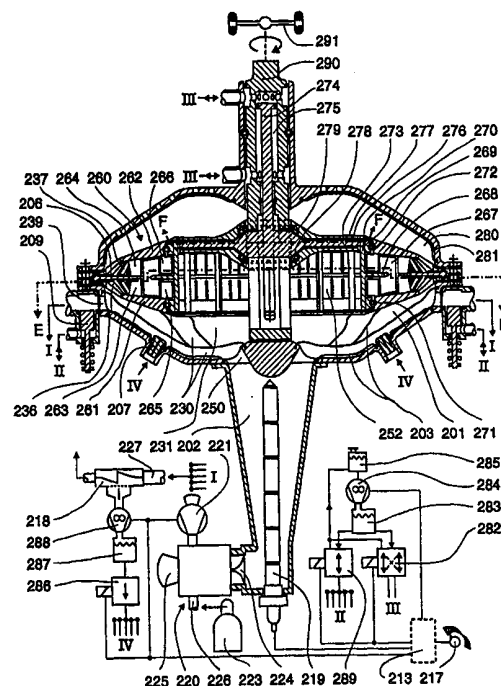
(54) Bezeichnung: VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE

(57) Abstract

The invention relates to an internal combustion engine with a combustion chamber (2,202) where fuel is combusted in an explosion cycle and a pump chamber connected thereto. Said pump chamber can be filled with fluid via an inlet. The pump fluid can be ejected from the chamber using the combustion gas formed during the explosion cycle. The pump chamber (1,201) is subdivided into a gas area (30, 230) and a fluid area (31,231) by means of a flexible diaphragm (3,203). In another embodiment of the combustion engine, a circuit is provided for the pump fluid and a turbine (134,260) driven by the pump fluid is arranged therein. An intermediate storage facility (130,280) is also provided and connected to the exit of the turbine (149, 265, 266). The intermediate storage facility (130,280) can be filled with liquid during the explosion cycle and can be emptied during the implosion cycle.

(57) Zusammenfassung

Bei einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Brennkammer (2, 202) zum Verbrennen eines Kraftstoffes in einem Explosionstakt und einer mit der Brennkammer in Verbindung stehenden Pumpkammer (1, 201), die über eine Flüssigkeits-Einlassöffnung mit einer Pumpflüssigkeit befüllbar ist und aus deren Flüssigkeits-Auslassöffnung die Pumpflüssigkeit unter Einwirkung des im Explosionstakt gebildeten Verbrennungsgases ausstossbar ist, ist die Pumpkammer (1, 201) durch eine flexible Membran (3, 203) in einen Gasraum (30, 230) und einen Flüssigkeitsraum (31, 231) unterteilt. Bei einer weiteren, ähnlich Verbrennungskraftmaschine ist ein Kreislauf für die Pumpflüssigkeit angetriebene Turbine (143, 260) angeordnet ist, wobei ein Zwischenspeicher (130, 280) vorgesehen ist, der mit dem Turbinenausgang (149, 265, 266) in Verbindung steht. Der Zwischenspeicher (130, 280) ist im Explosionstakt mit Pumpflüssigkeit befüllbar und im Implosionstakt entleerbar.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verbrennungskraftmaschine

- Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Brennkammer zum Verbrennen eines Kraftstoffes in einem Explosionstakt und einer mit der Brennkammer
- 5 in Verbindung stehenden Pumpkammer, die über eine Flüssigkeits-Einlaßöffnung mit einer Pumpflüssigkeit befüllbar ist und aus deren Flüssigkeits-Auslaßöffnung die Pumpflüssigkeit unter Einwirkung des im Explosionstakt gebildeten Verbrennungsgases ausstoßbar ist.
- 10 Eine derartige Verbrennungskraftmaschine ist beispielsweise aus der WO 98/01338 bekannt. Bei dieser ist einer einzelnen Brennkammer eine Mehrzahl von Pumpkammern zugeordnet, aus denen die Pumpflüssigkeit unter direkter Einwirkung des einströmenden Verbrennungsgases ausgetrieben wird.
- 15 Aufgabe der Erfindung ist es, den Wirkungsgrad einer Verbrennungskraftmaschine der eingangs genannten Art weiter zu verbessern und erfindungsgemäß gelingt dies dadurch, daß die Pumpkammer durch eine flexible Membran in einen Gasraum und einen Flüssigkeitsraum unterteilt ist.
- 20 Aufgrund der Unterteilung der Pumpkammer mittels einer flexiblen Membran in einen Gasraum und einen Flüssigkeitsraum kann es zu keiner wirkungsgradmindernden Vermischung zwischen Verbrennungsgas und Pumpflüssigkeit kommen, und auch eine Aufteilung des Verbrennungsgases auf mehrere Pumpkammern entfällt, wodurch der gesamte Aufbau vereinfacht werden kann.
- 25 Unter Einwirkung des aus der Brennkammer ausströmenden Verbrennungsgases wird die Membran aus ihrer ersten Arbeitsstellung, in der der Flüssigkeitsraum im wesentlichen das gesamte Volumen der Pumpkammer einnimmt, in ihre zweite Arbeitsstellung verschoben, in der der Gasraum im wesentlichen das gesamte Volumen der Pump-
- 30 kammer einnimmt, wobei die Pumpflüssigkeit aus der Auslaßöffnung der Brennkammer gedrückt wird. In einem anschließenden Implosionsstakt kann mittels einer Sprüheinrichtung eine Kühlflüssigkeit in den Gasraum der Pumpkammer eingesprüht werden, wodurch aufgrund der Abkühlung des heißen Verbrennungsgases ein Unterdruck

in der Pumpkammer gebildet wird, durch den die Membran in Richtung ihrer ersten Arbeitsstellung verschoben wird, wobei eine neue Ladung von Pumpflüssigkeit in den Flüssigkeitsraum der Pumpkammer gefördert wird. Durch das Einsprühen von Kühlflüssigkeit in die Pumpkammer kann günstigerweise weiters die den Gasraum zugewandte Oberfläche der Membran mit Kühlflüssigkeit benetzt und ein Schutzfilm gegen die hohe Temperatur des Verbrennungsgases gebildet werden.

Die Unterteilung in den Gasraum und Flüssigkeitsraum kann durch eine einzelne oder mehrere elastische Membranen, die beispielsweise schlauchförmig ausgebildet sind, erfolgen.

Vorteilhafterweise ist die Brennkammer in einem Flüssigkeitskreislauf für die Pumpflüssigkeit angeordnet, welcher eine Turbine aufweist. In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist diese Turbine eine Radialturbine.

Mit dem Turbinenausgang steht vorteilhafterweise ein im Explosionstakt mit Pumpflüssigkeit befüllbarer und im Implosionstakt entleerbarer Zwischenspeicher in Verbindung. Durch die Verwendung eines derartigen Zwischenspeichers, der getaktet mit Flüssigkeit befüllt bzw. von dieser entleert wird, kann das insgesamt an Pumpflüssigkeit vorhandene Volumen im Gegensatz zum bekannten Flüssigkeitsschwungkreislauf der WO 98/01338 wesentlich verringert werden und somit eine wesentlich kleinere, leichtere und schneller reagierende Verbrennungskraftmaschine bereitgestellt werden.

Günstigerweise werden die Flüssigkeitsströme nicht nur in der Turbine sondern auch in der Pumpkammer und/oder im Zwischenspeicher im wesentlichen radial geführt, wodurch sich eine insgesamt geringe Bauhöhe und somit eine hohe maximal erreichbare Taktzahl des Motors ergibt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand der beiliegenden Zeichnung erläutert. In dieser zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine;
- Fig. 2 einen Querschnitt durch die Pumpkammer entlang der Linie A-A von Fig. 1;
- Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt eines Teiles der Fig. 1;
- 5 Fig. 4 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine als Bootsantrieb;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine, bei dem ein geschlossener Kreislauf vorgesehen ist, während des Explosionstaktes im Schnitt entlang der Linie C-C
- 10 von Fig. 9;
- Fig. 6 die Verbrennungskraftmaschine von Fig. 5 während des Implosionstaktes;
- Fig. 7 die Verbrennungskraftmaschine von Fig. 5 im Leerlauf;
- Fig. 8 die Verbrennungskraftmaschine von Fig. 5 bei der Verwendung als Motorbremse;
- 15 Fig. 9 einen Schnitt entlang der Linie B-B von Fig. 5;
- Fig. 10 einen schematischen Längsschnitt durch die Längsmittelachse eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine entsprechend der Linie D-D von Fig. 11;
- Fig. 11 einen Querschnitt entlang der Linie E-E von Fig. 10;
- 20 Fig. 12 einen Querschnitt entlang der Linie F-F von Fig. 10;
- Fig. 13 den Zustand der Verbrennungskraftmaschine während des Explosionstaktes, und
- Fig. 14 den Zustand der Verbrennungskraftmaschine während des Implosionstaktes.
- 25 Zum Starten der in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Verbrennungskraftmaschine wird die Brennkammer 2 mit einem in einem Vergaser 20 gebildeten Arbeitsgas gefüllt, das in der Brennkammer unter atmosphärischem Druck steht. Dazu werden eine nur in der Startphase der Verbrennungskraftmaschine aktivierte Startluftpumpe 21 und eine eventuell vorgesehene Treibstoffpumpe 22, welche Treibstoff aus einem Treibstofftank
- 30 23 pumpt, in Betrieb genommen. Bei vielen Vergasern kann die Treibstoffpumpe entfallen und der Treibstoff wird durch den Unterdruck im Vergaser gefördert.

Das Arbeitsgas wird über eine Zündstange 19, welche entlang ihrer Länge mehrere Zündpunkte aufweist, gezündet und ein Explosionstakt der Verbrennungskraftmaschine wird initiiert. Eine derartige Zündstange ist in der WO 98/01338 beschrieben. Das durch die Explosion gebildete, unter einem anfänglichen Überdruck von theoretisch maximal 9 bar stehende Verbrennungsgas schließt das Rückschlagventil 24 und strömt in die Pumpkammer 1 ein. Es trifft dort auf die flexible Membran 3, welche sich zu Beginn des Explosionstaktes in der in Fig. 1 durchgezogen gezeichneten ersten Arbeitsstellung befindet. Diese Membran 3 unterteilt den Innenraum der Pumpkammer in einem mit der Brennkammer in Verbindung stehenden Gasraum 30 und einen Flüssigkeitsraum 31 (das Bezugszeichen 30 in Fig. 1 für den Gasraum bezieht sich dabei auf die strichliert dargestellte Stellung der Membran 3). Die Membran 3 ist in der in Fig. 1 durchgezogen gezeichneten ersten Arbeitsstellung, in der der Flüssigkeitsraum 31 im wesentlichen das gesamte Volumen der Pumpkammer 1 einnimmt, vorgespannt. Durch das unter Druck stehende Verbrennungsgas wird die Membran 3 gedehnt und ballonartig aufgeblasen, wobei sie in die in Fig. 1 gestrichelt gezeichnete zweite Arbeitsstellung verschoben wird, in der der Gasraum 30 den Großteil des Volumens der Pumpkammer einnimmt. Beim Verschieben der Membran 3 von der ersten in die zweite Arbeitsstellung wird die den Flüssigkeitsraum 31 der Pumpkammer ausfüllende Pumpflüssigkeit aus der Flüssigkeits-Auslaßöffnung 36 gedrückt, wobei das in der Flüssigkeits-Auslaßöffnung angeordnete Rückschlagventil 6 geöffnet ist und das in der Flüssigkeits-Einlaßöffnung 38 angeordnete Rückschlagventil 8 geschlossen ist.

Günstigerweise sind die Volumina der Brennkammer und der Pumpkammer so dimensioniert, daß sich das Verbrennungsgas, wenn es die Membran 3 in die zweite Arbeitsstellung verschoben hat, auf annähernd Atmosphärendruck entspannt hat. Der mittlere Druck über die Dauer des Explosionstaktes beträgt beispielsweise 2 bar.

Es folgt der Implosionstakt. Dazu wird die von der Pumpe 16 beaufschlagte Sprüheinrichtung 37 von der Steuereinrichtung 13 aktiviert, wodurch aus den Sprühdüsen 7 eine vorgegebene Kühlflüssigkeit in den Gasraum 30 der Pumpkammer 1 gesprüht wird. Infolge des Einsprühens der Kühlflüssigkeit verringern sich Temperatur und somit Druck des Verbrennungsgases schlagartig, und im Gasraum 30 bildet sich ein Unterdruck (der mittlere Druck im Implosionstakt liegt bei ca. 0,6 bar, d.h. 0,4 bar Unter-

druck liegen im Mittel vor). Diese Druckdifferenz bewirkt zwei Vorgänge: Einerseits wird die Brennkammer 2 mit frischem Arbeitsgas gefüllt, wobei durch die längliche Form der Brennkammer 2 eine sehr gute Spülung des verbrauchten Verbrennungsgases erreicht wird. Andererseits wird auf die Membran 3 eine Kraft ausgeübt, durch die sie aus der zweiten Arbeitsstellung in Richtung ihrer ersten Arbeitsstellung 1 bewegt wird, wobei sich das in der Flüssigkeits-Einlaßöffnung 38 angeordnete Rückschlagventil (8) öffnet und Pumpflüssigkeit in den sich vergrößernden Flüssigkeitsraum 31 der Pumpkammer 1 befördert wird. Während sich die Membran 3 von ihrer zweiten Arbeitsstellung in Richtung ihrer ersten Arbeitsstellung bewegt, nimmt der Druck im Gasraum 30 zu, bis er wiederum etwa Atmosphärendruck erreicht. Da das Absperrventil 9 am Ende des Explosionstaktes geöffnet wurde, öffnet das Rücksperrventil 49, sobald der Druck im Gasraum 30 Atmosphärendruck übersteigt, und Verbrennungsgas zusammen mit Kühlflüssigkeit können in die Auspuffleitung 25 ausströmen. Die Verschiebung der Membran 3 um die noch verbleibende Wegstrecke bis zur ersten Arbeitsstellung erfolgt zum einen durch die bereits gewonnene kinetische Energie der einströmenden Pumpflüssigkeit, zum anderen durch die inhärente Vorspannung der Membran 3, wobei das restliche Verbrennungsgas sowie Kühlflüssigkeit in die Auspuffleitung 25 befördert werden. In der Auspuffleitung 25 ist ein Kühler 18 vorgesehen, der auch als Abscheider für die Kühlflüssigkeit wirkt, welche sich im am Kühlerboden angebrachten Vorratstank 15 sammelt, während das Verbrennungsgas aus dem Auspuff 35 strömt.

In der Folge wird das Absperrventil 9 über eine Hydraulikleitung 34 von der Steuereinrichtung 13 geschlossen und von der Steuereinrichtung 13 wird ein Zündimpuls an die Zündstange 19 für einen weiteren Explosionstakt ausgegeben. Anstelle der hydraulischen Steuerung des Absperrventils 9 kann diese auch auf andere Weise, beispielsweise pneumatisch erfolgen.

Das Rückschlagventil 8 in der Flüssigkeits-Einlaßöffnung 38 wird von einer Reihe von sich schindelartig überlappenden, quer über die Einlaßöffnung gespannten, gummiartigen flexiblen Bändern 11 gebildet, die an ihren seitlichen Schmalenden fest mit der Pumpkammer 1 verbunden sind. Im Explosionstakt werden die Bänder 11 gegeneinander und gegen das außenliegende Fanggitter 12 gepreßt, während sie sich im Im-

plosionstakt, wie strichliert in Fig. 3 dargestellt, schuppenartig in Richtung des Pumpkammerinneren aufrichten und dadurch die Flüssigkeits-Einlaßöffnung 38 freigeben. Über ihre elastischen Eigenschaften sind die Bänder 11 in der geschlossenen Stellung des Rückschlagventils 8 vorgespannt.

5

Auf analoger Weise ist das Rückschlagventil 6 in der Flüssigkeits-Auslaßöffnung 36 aufgebaut, wobei das Fanggitter 46 in diesem Fall innenliegend angeordnet ist und sich die flexiblen Bänder beim Öffnen des Ventils in Richtung der Außenseite der Pumpkammer aufrichten.

10

Aufgrund der keilförmigen Ausbildung der Pumpkammer, welche sich von dem Bereich, an dem die Brennkammer 2 angeordnet ist, bis zur Auslaßöffnung 6 vergrößert, wird die Pumpflüssigkeit walkartig von der Keilspitze her beginnend unter Vermeidung von Flüssigkeitseinschlüssen aus dem Flüssigkeitsraum 31 durch die Auslaßöffnung 36 verdrängt. Ebenso werden im Implosionstakt Gaseinschlüsse im Gasraum 30 der Pumpkammer 1 aufgrund eines analogen Walkens von der Keilspitze her vermieden.

15

Die Membran 3 besteht aus einem gummielastischen Material mit ausreichender Beständigkeit gegen mechanische und thermische Belastung. Beispielsweise eignen sich dazu temperaturbeständige Silikonmischungen. Die im Implosionstakt eingesprühete Kühlflüssigkeit besprüht bevorzugterweise möglichst die gesamte dem Gasraum zugewandte Oberfläche der Membran. Dadurch bildet sich ein Feuchtigkeits-Schutzfilm gegen die hohe Temperatur des im nächsten Explosionstakt einströmenden Verbrennungsgases.

20

25

Der Brennerfluß 15 besteht aus einem nur schlecht wärmeleitenden Material und die Wände der Brennkammer 2 werden nur soweit durch Wärmeabgabe an die Umgebung gekühlt, daß die Selbstentzündungstemperatur des Arbeitsgases in der Brennkammer 2 nicht erreicht wird. Durch diese erhöhte Temperatur der Brennkammerwände wird der CO-Ausstoß der Verbrennungskraftmaschine verringert.

30

Als Treibstoffe kommen beispielsweise Wasserstoff, Methanol, Ethanol, Benzin (wobei Antiklopffzusätze wie Oktan usw. entfallen) andere brennbare Gase und grundsätzlich

auch Diesel (der vorgeheizt wird) in Frage. Die Steuereinrichtung 13 umfaßt eine Zündspule und einen Unterbrecher, die den Zündtakt vorgeben, der durch den Leistungsregler 17 einstellbar ist. Beispielsweise kann eine Taktzahl von 50 Takten/Sekunde oder 100 Takten/Sekunde vorgegeben werden.

5

In Fig. 4 ist schematisch der Anbau einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine an einem Boot 44 als Bootsantrieb dargestellt. Als Pumpflüssigkeit und Kühlflüssigkeit werden in diesem Fall Wasser verwendet, wobei der Kühlflüssigkeitskühler und der Kühlflüssigkeitsabscheider in der Auspuffleitung sowie der Kühlflüssigkeitsvorratsbehälter entfallen können. Die Verbrennungskraftmaschine wird derart am Boot angeordnet, daß die Flüssigkeits-Einlaßöffnung 38 in die Pumpkammer einen Winkel 45 von ca. 90° zum vorbeiströmenden Wasser 43 einschließt, wodurch sich kein für den Wirkungsgrad schädlicher Staudruck an der Flüssigkeits-Einlaßöffnung ausbilden kann. Günstigerweise wird der Verbrennungskraftmaschine eine in Fig. 4 nicht dargestellte Injektorpumpe nachgeschaltet, um die Geschwindigkeit des aus der Auslaßöffnung strömenden Wassers in Antriebsdruck umzusetzen. Eine derartige Injektorpumpe ist beispielsweise in der WO 98/01338 beschrieben.

In den Fig. 5 bis 9 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine dargestellt, wobei gleichbleibende Teile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Pumpkammer 1 in einem geschlossenen Flüssigkeitskreislauf angeordnet, der eine mehrstufige Turbine 134, welche die Rotoren 135 und Statoren 136 umfaßt, antreibt. Die im Turbinengehäuse 145 angeordnete Turbine 134 ist starr mit einer Welle 137 verbunden, an der ein Drehmoment abnehmbar ist. Über eine Verstellwelle 138 und eine Verstelleinrichtung 139 kann der Anstellwinkel der Turbine in bekannter Weise verändert werden.

Der Unterschied der Pumpkammer 1 zu der in den Fig. 1 bis 4 gezeigten ist, daß in der Flüssigkeits-Einlaßöffnung nicht ein Rückschlagventil sondern ein steuerbares Einlaßventil 108 angeordnet ist. Dieses wird von der Steuereinrichtung 13 wie nachfolgend beschrieben angesteuert.

Fig. 5 zeigt den Zustand der Verbrennungskraftmaschine, wie er gegen Ende des Explosionstaktes vorliegt, wobei der Strom der Pumpflüssigkeit durch Pfeile 151 dargestellt ist. Zu Beginn des Explosionstaktes wird das steuerbare Einlaßventil 108 von der Steuereinrichtung 13 geschlossen. Das aus der Brennkammer 2 ausströmende Verbrennungsgas trifft auf die Membran 3 und verschiebt diese von ihrer ersten Arbeitsstellung in Richtung ihrer zweiten Arbeitsstellung, wobei Pumpflüssigkeit aus dem Rückschlagventil 6 in der Flüssigkeits-Auslaßöffnung der Pumpkammer 1 gedrückt wird. Die Pumpflüssigkeit gelangt durch den Turbineneingang 150 in die Turbine 134, welche sie antreibt und aus der sie durch den Turbinenausgang 149 austritt.

10

Das Einlaßventil 131 des Zwischenspeichers 130 des Zwischenspeichers 130 wird zu Beginn des Explosionstaktes von der Steuereinrichtung 13 geöffnet, sodaß die durch die Turbine 134 durchgetretene Pumpflüssigkeit in den Zwischenspeicher 130 einströmen kann. Da der zu Beginn des Explosionstaktes weitgehend leere Zwischenspeicher 130 ebenfalls flexible Wände 148 aufweist, vergrößert sich dadurch dessen Volumen, wobei das Rückschlagventil 132 am Ausgang des Zwischenspeichers durch den Druck der aus der Pumpkammer 1 ausströmenden Flüssigkeit geschlossen bleibt. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Zustand hat sich der Zwischenspeicher 30 bereits auf annähernd sein maximales Volumen ausgedehnt, welches am Ende des Explosionstaktes erreicht wird.

20

Am Ende des Explosionstaktes, wenn die Membran 3 ihre zweite Arbeitsstellung, in der der Gasraum 30 im wesentlichen das gesamte Volumen der Pumpkammer ausfüllt, erreicht hat, wird das Einlaßventil 131 des Zwischenspeichers 30 geschlossen und das Einlaßventil 108 der Pumpkammer geöffnet. Über die Sprüheinrichtung 37 wird Kühlflüssigkeit in den Gasraum 30 eingesprüht, wodurch der Implosionstakt initiiert wird. Durch den in der Pumpkammer 1 sich bildenden Unterdruck wird zunächst das Rückschlagventil 6 in der Flüssigkeits-Auslaßöffnung der Pumpkammer geschlossen. Weiters öffnet sich das Rückschlagventil 132 im Ausgang des Zwischenspeichers 130 und die im Zwischenspeicher 130 gespeicherte Pumpflüssigkeit kann aus diesem, vorzugsweise vollständig, ausströmen und gelangt über den Turbineneingang 150, die Turbine 134, den Turbinenausgang 149, die Turbinenabströmkammer 140 und das Einlaßventil 108 in den Flüssigkeitsraum 31 der Pumpkammer 1.

30

In Fig. 6 ist der Zustand der Verbrennungskraftmaschine gegen Ende des Implosionstaktes dargestellt. Der Zwischenspeicher 130 hat sich bereits weitgehend geleert und die Membran 3 ist bereits einen guten Teil in Richtung ihrer ersten Arbeitsstellung zurückverschoben. Wenn sich der Druck im Gasraum 30 über Atmosphärendruck erhöht, öffnet das Rückschlagventil 47 und das restliche Verbrennungsgas kann aus dem Gasraum 30 der Pumpkammer 1 abströmen (das Absperrventil 9 ist seit Beginn des Implosionstaktes geöffnet).

- 10 Da die mittlere Druckdifferenz aufgrund des Explosionsdruckes in der Explosionsphase größer ist als die Druckdifferenz aufgrund des Implosionsdruckes in der Implosionsphase (beispielsweise 2,5 bar mittleren Überdruck in der Explosionsphase, 0,4 bar mittlerer Unterdruck in der Implosionsphase), ist die Flüssigkeits-Auslaßöffnung der Pumpkammer größer, beim genannten Druckverhältnis vorzugsweise etwa doppelt
15 so groß wie die Auslaßöffnung des Zwischenspeichers, wodurch die Ausströmgeschwindigkeiten aufeinander abgestimmt werden.

In Fig. 7 ist der Leerlaufzustand der Verbrennungskraftmaschine dargestellt. Dieser wird angenommen, wenn am Ende des Implosionstaktes kein weiterer Explosionstakt erfolgt, wobei das Einlaßventil 108 geöffnet und das Einlaßventil 131 geschlossen
20 bleibt. Das Rückschlagventil 106 öffnet sich und die Pumpflüssigkeit fließt quasi im Kurzschluß durch die Turbine 134 und die Pumpkammer 1.

Es ist weiters vorgesehen, daß der Anstellwinkel der Turbine 134 so weit verändert werden kann, daß sich die Drehrichtung der Turbine 134 bei gleicher Strömungsrichtung der Flüssigkeit umkehrt. Auf diese Weise kann ohne zusätzliches Getriebe ein Rückwärtsgang realisiert werden.
25

Um eine Motorbremse vorzusehen, deren Funktion anhand von Fig. 8 erklärt wird, weist der Flüssigkeitskreislaufs einen weiteren Zweig 143 auf, der den Turbinenausgang 149 mit dem Turbineneingang 150 verbindet und parallel zu dem Zweig liegt, in dem die Pumpkammer 1 angeordnet ist. Zur Inbetriebnahme der Motorbremse werden die Einlaßventile 131 und 108 geschlossen. Die Pumpflüssigkeit strömt vom Turbinen-
30

ausgang 149 zum Rückschlagventil 141 und wird in der Drossel 142 gedrosselt, wobei sie sich erwärmt. Über den Kühler 144 gelangt sie zurück in den Hauptkreislauf und zum Turbineneingang 150. Anstelle oder zusätzlich zur Drossel 142 könnte auch ein Generator zur Erzeugung elektrischer Energie vorgesehen sein.

5

Aus der Schnittdarstellung von Fig. 9 ist ersichtlich, daß beim gezeigten Ausführungsbeispiel mehrere Pumpkammern und mehrere Zwischenspeicher parallel geschaltet sind, wobei die Explosions- und Implosionszyklen der Pumpkammern sowie die Einlaßventile der Pumpkammern bzw. der Zwischenspeicher synchron getaktet sind.

10

Bei einer praktischen Realisierung der Erfindung konnten bei einem Pumpkammervolumen von 1 l eine Leistung von 30 PS erreicht werden, wobei der reale Wirkungsgrad $\eta\text{-eff}$ 0.46 betrug.

15 Ein zweites besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel ist in den Fig. 10 bis 14 dargestellt.

Zum Starten dieser Verbrennungskraftmaschine wird wiederum die Brennkammer 202 mit einem in einem Vergaser 220 gebildeten Arbeitsgas gefüllt, das in der Brennkammer unter einem im wesentlichen atmosphärischen Druck steht. Dazu wird eine nur in der Startphase der Verbrennungskraftmaschine aktivierte Startluftpumpe 221 in Betrieb genommen. Für die meisten Kraftstoffe ist eine eigene Kraftstoffpumpe zum Fördern des im Treibstofftank 223 enthaltenen Kraftstoffes nicht erforderlich. Entweder handelt es sich um einen ohnehin unter einem Überdruck stehenden gasförmigen Kraftstoff oder der Kraftstoff wird durch einen Unterdruck im Vergaser 220 gefördert.

25

Das Arbeitsgas wird über eine Zündstange 219, welche entlang ihrer Länge mehrere Zündpunkte aufweist, gezündet und ein Explosionstakt der Verbrennungskraftmaschine wird initiiert. Eine derartige Zündstange ist in der WO 98/01338 beschrieben.

30 Das durch die Explosion gebildete unter Überdruck stehende Verbrennungsgas schließt das Rückschlagventil 224 und strömt in die Pumpkammer 201 ein.

Die Pumpkammer 201 weist eine im wesentlichen rotationssymmetrische Form auf und die ebenfalls rotationssymmetrisch ausgebildete Brennkammer 202 ist zentral und mit ihrer Längsachse deckungsgleich zur Längsachse der Pumpkammer an der Pumpkammer 201 angeordnet und mit der Pumpkammer 201 über mehrere Verbrennungsgas-Einlaßöffnungen 250 der Pumpkammer 201 verbunden.

In der Pumpkammer 201 sind mehrere flexible, elastische Membrane 203 vorgesehen, welche schlauchförmig ausgebildet sind, wobei die von den Membranen gebildeten Schläuche jeweils eine Verbrennungsgas-Einlaßöffnung 250 mit einer der Verbrennungsgas-Auslaßöffnungen 239 verbinden. Die von den Membranen 203 gebildeten Schläuche sind in der Pumpkammer radial, "speichenförmig" angeordnet und unterteilen die Pumpkammer 201 in einen Flüssigkeitsraum 230 und einen Gasraum 231, der von den Innenräumen der Schläuche gebildet wird.

Zu Beginn des Explosionstaktes sind die Verbrennungsgas-Auslaßventile 209 geschlossen und der Ventilteller 273 befindet sich in seiner unteren Endstellung, in der er die Flüssigkeits-Einlaßöffnung 252 in die Pumpkammer 201 verschließt, wie dies in Fig. 13 dargestellt ist. Weiters sind zu Beginn des Explosionstaktes die von den elastischen Membranen 203 gebildeten Schläuche geleert und der mit Pumpflüssigkeit gefüllte Flüssigkeitsraum 231 nimmt im wesentlichen das gesamte Volumen der Pumpkammer 201 ein.

Das aus der Brennkammer 202 expandierte Verbrennungsgas füllt die durch die elastischen Membrane 203 gebildeten Schläuche in der Pumpkammer 201 und drückt dadurch Pumpflüssigkeit aus dem Flüssigkeitsraum 231 durch die Flüssigkeits-Auslaßöffnungen 236 der Pumpkammer 201, die gleichzeitig Flüssigkeits-Einlaßöffnungen 236 der Turbine 260 bilden. Durch den Druck der einströmenden Flüssigkeit wird die Lippe 206 nach oben gedrückt und verschließt dadurch die Flüssigkeits-Auslaßöffnungen 237 aus dem Zwischenspeicher 280, welche gleichzeitig weitere Flüssigkeits-Einlaßöffnungen in die Turbine 260 bilden.

Die Turbine 260 ist eine Radialturbine (nach Art einer Francis-Turbine), bei der die Flüssigkeit radial durch den Turbinenläufer strömt. Das Turbinengehäuse weist schei-

benförmige, nach außen gewölbte Gehäuseunter- sowie Gehäuseoberteile 261, 262 auf. Radial von außen nach innen gesehen weisen die Gehäuseunter- und Gehäuseoberteile 261, 262 jeweils einen Kranz von Einlaßöffnungen 236, 237, einen Einlaß-Leitschaufelkranz 263, 264, einen Freiraum für den Turbinenläufer, einen Auslaß-Leitschaufelkranz 265, 266 und eine zentrale Öffnung auf. Der Turbinenläufer wird von
5 einem Turbinenschaufelkranz 267 gebildet, der an einer axial zentrierten Scheibe 268 befestigt ist, welche mit einem Läuferkäfig 269 starr verbunden ist. Der Läuferkäfig 269 weist eine Vielzahl von axial ausgerichteten, kreisringförmig um die Maschinenlängsachse angeordneten Stäben 270 auf und ist an den Gehäuseober- und Gehäuseunterteilen 261, 262 in Radiallagern 271, 272 drehbar gelagert. Innerhalb des Läuferkäfigs 269 ist ein Ventilteller 273 angeordnet, der an seinem Rand die Stäbe 270 in Einkerbungen 274 (vgl. Fig. 12) aufnimmt. Dadurch ist der Ventilteller 273 dreh-
10 schlüssig mit dem Läuferkäfig 269 verbunden, aber axial gegenüber dem Läuferkäfig 269 verschiebbar. In der unteren Endstellung im Läuferkäfig verschließt der Ventilteller 273 die zentrale Öffnung im Gehäuseunterteil 261 der Turbine und somit die Flüssigkeits-Einlaßöffnung 252 in die Pumpkammer. In der oberen Endstellung des Ventiltellers 273 im Läuferkäfig verschließt der Ventilteller 273 die zentrale Öffnung im Gehäuseoberteil 262 der Turbine und damit die Flüssigkeits-Einlaßöffnung 253 (siehe Fig. 13) in den
15 Zwischenspeicher 280.

20

Der Ventilteller 273 ist weiters dreh Schlüssig mit einer Antriebswelle 290 verbunden, deren Rotation beispielsweise auf die Hinterachse 291 eines Kraftfahrzeuges übertragbar ist. Die Rotation des Leitschaufelkranzes 267 wird somit über die Scheibe 268, den Läuferkäfig 269 und den Ventilteller 273 kraftschlüssig auf die Antriebsachse 290
25 übertragen. Um eine Verstellung des Ventiltellers 273 zwischen der ersten unteren Endstellung und der zweiten oberen Endstellung im Läuferkäfig zu ermöglichen, ist der Ventilteller 273 axial verschiebbar mit der Antriebswelle 290 verbunden, wobei die axiale Verschiebung über einen Betätigungskolben 274, der in einer zylindrischen Ausnehmung 275 in der Antriebswelle 290 angeordnet ist, ermöglicht wird.

30

Die aus der Pumpkammer 201 in die Turbine strömende Pumpflüssigkeit wird von den Einlaß-Leitschaufelkränzen 263, 264 auf den Turbinenschaufelkranz 267 gerichtet, anschließend von den Auslaß-Leitschaufelkränzen 265, 266 radial gerichtet, und

strömt durch die Flüssigkeits-Einlaßöffnung 253 in den Zwischenspeicher 280. Dessen Volumen ist über eine flexible Membran bzw. Wandung 281 veränderbar, wobei die einströmende Flüssigkeit die Wandung 281, wie in Fig. 13 gezeigt, nach oben drückt (innen beginnend und nach außen fortlaufend) und dadurch das Volumen des Zwischen-
5 schenspeichers 280 vergrößert.

Um eine Berührung des Ventiltellers 273 mit der flexiblen Wandung 281 des Zwischen-
speichers 280 bzw. den Membranen 203 der Pumpkammer 201 zu vermeiden,
sind Abdeckscheiben 276, 277 oberhalb und unterhalb des Ventiltellers 273 vorgese-
10 hen, welche gegenüber dem Ventilteller 273 über Lager 278, 279 drehbar gelagert
sind.

Der Explosionstakt endet, wenn im wesentlichen alle Pumpflüssigkeit aus der Pump-
kammer verdrängt worden ist, die von den Membranen 203 gebildeten Schläuche dicht
15 aneinander anliegen und der Gasraum 230 der Pumpkammer im wesentlichen das
gesamte Volumen der Pumpkammer einnimmt. Um möglichst die gesamte Druckener-
gie des Verbrennungsgases auszunutzen, hat sich zu diesem Zeitpunkt das Verbren-
nungsgas auf annähernd Atmosphärendruck entspannt. Dies wird dadurch erreicht,
daß das Verhältnis der Volumina von Brennkammer und Pumpkammer entsprechend
20 dem verwendeten Kraftstoff und der Brennerladung, welche immer konstant bleibt,
gewählt wird, wobei das Volumen der Pumpkammer wesentlich größer, beispielsweise
etwa fünfmal größer, als das Volumen der Brennkammer ist. Bei gleichbleibenden
Brennerladungen ist auch die Zeit, die für einen Explosionstakt benötigt wird, konstant
und die Steuereinrichtung 213 verschiebt nach Ablauf dieser Zeit den Ventilteller 273
25 von seiner unteren Endstellung in die obere Endstellung. Zu diesem Zweck sind ein
Hydraulikflüssigkeit-Druckspeicher 283, der aus einem Speicher 285 über eine Pumpe
284 mit Druck beaufschlagt wird, sowie ein von der Steuereinrichtung 213 ansteuerba-
res Ventil 282 vorgesehen, über welches der Kolben 274 entsprechend beaufschlagt
wird.

30

Weiters wird zu Ende des Explosionstaktes zum Initiieren des Implosionstaktes ein
Kühlmedium, vorzugsweise eine Kühlflüssigkeit, über Sprühdüsen 207 in den Gas-
raum 230 der Pumpkammer 201 gesprüht. Dazu wird von der Steuereinrichtung 213

ein Ventil 286 geöffnet, welches einen von einer Pumpe 288 beaufschlagten Kühlflüssigkeit-Druckspeicher mit den Sprühdüsen verbindet. Durch das Einsprühen der Kühlflüssigkeit verringert sich das Volumen des heißen Verbrennungsgases schlagartig und ein Unterdruck im Gasraum 230 der Pumpkammer 201 bildet sich aus. Dieser

5 Unterdruck bewirkt zweierlei: Zum einen saugt er das verbrauchte Verbrennungsgas aus der Brennkammer 202 (welches dabei ebenfalls implodiert), sodaß sich das Ventil 224 öffnet und über den Lufteinlaß 225 sowie über die Treibstoffleitung 226 neues Gemisch in die Brennkammer 202 gefördert wird. Die Einströmgeschwindigkeit des Gemisches wird dabei durch in den Figuren nicht dargestellte Drosseln eingestellt.

10 Weiters wird durch den Unterdruck im Gasraum 230 der Pumpkammer 201 Pumpflüssigkeit aus dem Zwischenspeicher 280 durch die Turbine 260 angesaugt. Die Pumpflüssigkeit strömt dabei durch die Flüssigkeits-Auslaßöffnungen 237 des Zwischenspeichers 280, welche gleichzeitig Flüssigkeits-Einlaßöffnungen 237 in die Turbine bilden, durch die Einlaß-Leitschaufelkränze 263, 264 auf den Turbinenschaufelkranz

15 267, durch die Auslaß-Leitschaufelkränze 265, 266 und die Turbinenauslaßöffnung 252, welche gleichzeitig die Flüssigkeits-Einlaßöffnung in die Pumpkammer 201 bildet. Auf diese Weise wird auch die thermische Energie des Verbrennungsgases zum Antrieb der Turbine 260 genutzt. Die in den Flüssigkeitsraum 231 der Pumpkammer 201 einströmende Pumpflüssigkeit wälzt die von den Membranen 203 gebildeten Schläuche von innen nach außen aus (d. h. verringert deren Volumen von innen beginnend

20 und nach außen fortlaufend) und verschließt dabei zunächst die Auslaßöffnungen 250 aus der Brennkammer, wobei sich das Rückschlagventil 224 schließt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Spülvorgang der Brennkammer gerade abgeschlossen.

25 Kurze Zeit später hat sich das Volumen des Gasraumes 230 der Pumpkammer 201 so weit verringert, daß das Verbrennungsgas im Gasraum 230 etwa Atmosphärendruck erreicht hat. Etwa zu diesem Zeitpunkt, der wiederum eine bestimmte konstante Zeitdauer nach der Zündung liegt, öffnet die Steuereinrichtung 213 durch Betätigung des Ventils 289 die Verbrennungsgas-Auslaßventile 209. Das restliche Verbrennungsgas

30 wird nunmehr durch die kinetische Energie der aus dem Zwischenspeicher 280 nachströmenden Flüssigkeit unter weiterer Verringerung des Volumens des Gasraumes 230 der Pumpkammer 201 aus den Verbrennungsgas-Auslaßöffnungen 239 in die Auspuffleitung 227 gedrückt. Zusammen mit dem Verbrennungsgas wird auch die

Kühlfüssigkeit aus dem Gasraum 230 in die Auspuffleitung 227 verdrängt und in dieser im Kühler 218 abgeschieden und von der Pumpe 288 wiederum in den Druckspeicher 287 gefördert.

- 5 Der Implosionstakt ist damit beendet und die Steuereinrichtung 213 schließt die Verbrennungsgas-Auslaßventile 209 und verschiebt den Ventilteller 273 in seine untere Endposition. Durch Zündung des Arbeitsgases in der Brennkammer 202 wird ein neuer Explosionstakt initiiert.
- 10 Wie bereits erwähnt, wird die am Stellglied 217 einstellbare Leistung des Verbrennungsmotors nicht durch unterschiedliche Beladungen des Brennraumes 202 gesteuert sondern dadurch, daß einzelne Takte ausgelassen werden, wenn keine Leistung benötigt wird, d.h. es erfolgt keine Zündung des Arbeitsgases im Brennraum, die Ventile 209 bleiben geschlossen und der Ventilteller 273 in seiner oberen Endstellung.
- 15 Wie beschrieben, ist die verwendete Turbine 260 eine Radialturbine nach Art einer Francisturbine und arbeitet mit Schlupf zur durchströmenden Flüssigkeit. Ein hoher Flüssigkeitsschlupf in der Turbine bedeutet bei der Anwendung im gegenständlichen geschlossenen System aber keine insgesamt Verschlechterung des Wirkungsgrades, da im Turbinendurchlauf nicht umgesetzte Kinetik bzw. Druck der Pumpflüssigkeit erneut dem Turbineneinlaß zugeführt wird, d.h. von der Turbine im Primärdurchlauf nicht gewandelte Kinetik der Pumpflüssigkeit wird im geschlossenen Kreislauf als hydraulische Schwungkreiskinetik eingelagert. Auf eine Verstellbarkeit der Turbinenschaufeln und/oder Leitflügel kann somit verzichtet werden, die Drehzahl und das Drehmoment regeln sich lastdynamisch selbständig durch erhöhten oder verringerten Schlupf der
- 20 Pumpflüssigkeit in der Turbine. Die Geschwindigkeit des Pumpflüssigkeitsumlaufes wird wiederum durch die Brennerleistung bestimmt, welche sich aus der Häufigkeit der durchgeführten Zündungen ergibt.
- 25

- Um innere Strömungsverluste (Reibung und Turbulenzen) möglichst gering zu halten,
- 30 wurde die Pumpflüssigkeits-Fließstrecke so gestaltet, daß deren Querschnitt möglichst konstant bleibt. Das Umschalten der Pumpflüssigkeit von der Pumpkammer in den Zwischenspeicher und umgekehrt findet dabei ohne ein Aufeinandertreffen von gegenläufigen Strömungen statt (staustoßfreies hydraulisches Umschalten).

Durch den beschriebenen Motor werden Taktzahlen von über 100 pro Sekunde ermöglicht und es kann ein Motor mit 50 PS Leistung bereitgestellt werden, der ein Volumen von etwa 5 Litern bei einem Gewicht von etwa 10 kg aufweist. Innerhalb des
5 Motors befinden sich etwa 3 Liter Pumpflüssigkeit im Umlauf.

Zur Verringerung des Schadstoffausstoßes können die Brennkammerwände eine relativ hohe Temperatur annehmen. Dazu besteht der Brenner aus keramischen Werkstoffen und weist zur Temperaturregelung in seinen Wandungen Kühlflüssigkeitslei-
10 tungen auf.

Patentansprüche:

1. Verbrennungskraftmaschine mit einer Brennkammer zum Verbrennen eines Kraftstoffes in einem Explosionstakt und einer mit der Brennkammer in
5 Verbindung stehenden Pumpkammer, die über eine Flüssigkeits-Einlaßöffnung mit einer Pumpflüssigkeit befüllbar ist und aus deren Flüssigkeits-Auslaßöffnung die Pumpflüssigkeit unter Einwirkung des im Explosionstakt gebildeten Verbrennungsgases ausstoßbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpkammer (1, 201) durch eine flexible Membran (3, 203) in einen Gasraum
10 (30, 230) und einen Flüssigkeitsraum (31, 231) unterteilt ist.
2. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Membranen vorgesehen sind, die vorzugsweise jeweils schlauchförmig ausgebildet sind und jeweils eine Verbrennungsgas-Einlaßöffnung (250) mit einer
15 Verbrennungsgas-Auslaßöffnung (239) verbinden, wobei der Gasraum durch die Schlauchinnenräume gebildet wird.
3. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flexible Membran (3, 203) eine erste Arbeitsstellung, in der der Flüssigkeitsraum
20 (31, 231) einen Großteil des Volumens, vorzugsweise im wesentlichen das gesamte Volumen der Pumpkammer (1, 201) einnimmt, und eine zweite Arbeitsstellung, in der der Gasraum (30, 230) einen Großteil des Volumens, vorzugsweise im wesentlichen das gesamte Volumen der Pumpkammer (1, 201) einnimmt, aufweist.
25
4. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3, 203) aus einem gummielastischen dehnbaren Material besteht.
- 30 5. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das in der Brennkammer (2, 202) zu Beginn des Explosionstaktes vorliegende Arbeitsgas unter atmosphärischem Druck steht.

6. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeits-Einlaßöffnung (38) in die Pumpkammer (1) als ein das Zurückströmen von Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsraum (31) der Pumpkammer (1) verhinderndes Rückschlagventil (8) ausgebildet ist, welches
5 vorzugsweise in der Schließstellung vorgespannt ist.
7. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeits-Auslaßöffnung (36, 236) aus der Pumpkammer (1, 201) als ein das Zurückströmen von Flüssigkeit in den
10 Flüssigkeitsraum (31, 231) der Pumpkammer (1, 201) verhinderndes Rückschlagventil (6, 206) ausgebildet ist, welches vorzugsweise in der Schließstellung vorgespannt ist.
8. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpkammer (1, 201) eine Sprüheinrichtung (37, 207) zum Einsprühen eines Kühlmediums, vorzugsweise einer Kühlflüssigkeit, in den Gasraum (30, 230) der Pumpkammer (1, 201) aufweist.
15
9. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Sprüheinrichtung (37, 207) zum Besprühen der dem Gasraum (30, 230) zugewandten, vorzugsweise im wesentlichen gesamten, Oberfläche der Membran (3, 203) ausgebildet ist.
20
10. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsgas-Auslaßöffnung (239) über ein steuerbares Absperrventil (9, 209) absperrbar ist.
25
11. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in der mit der Verbrennungsgas-Auslaßöffnung (39, 239) des Gasraumes (30, 230) der Pumpkammer (1, 201) verbundenen Auspuffleitung (25, 227) ein Flüssigkeitsabscheider (14, 218) zum Abscheiden der Kühlflüssigkeit vorgesehen ist.
30

12. Verbrennungskraftmaschine mit einer Brennkammer zum Verbrennen eines Kraftstoffes in einem Explosionstakt und einer mit der Brennkammer in Verbindung stehenden Pumpkammer, die über eine Flüssigkeits-Einlaßöffnung mit einer Pumpflüssigkeit befüllbar ist und aus deren Flüssigkeits-Auslaßöffnung
5 die Pumpflüssigkeit unter Einwirkung des im Explosionstakt gebildeten Verbrennungsgases ausstoßbar ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei ein Kreislauf für die Pumpflüssigkeit vorgesehen ist, in dem eine von der Pumpflüssigkeit angetriebene Turbine angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit dem Turbinenausgang in Verbindung stehender, im
10 Explosionstakt mit Pumpflüssigkeit befüllbarer und im Implosionstakt entleerbarer Zwischenspeicher (130, 280) vorgesehen ist.
13. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen des Zwischenspeichers (130, 280), vorzugsweise über Wände (148,
15 281) aus einem flexiblen Material, entsprechend der Menge der aufgenommenen Pumpflüssigkeit veränderbar ist.
14. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (130, 280) eine mit dem Turbinenausgang verbundene
20 Einlaßöffnung aufweist, die über ein steuerbares Einlaßventil (131, 273) verschließbar ist.
15. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (130, 280) eine Auslaßöffnung
25 aufweist, die von einem ein Zurückströmen von Pumpflüssigkeit in den Zwischenspeicher (130, 280) verhindernden Rückschlagventil (132, 206) verschließbar ist.
16. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeits-Einlaßöffnung in die Pumpkammer (1) von
30 einem steuerbaren Einlaßventil (108, 273) verschließbar ist.

17. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslaßöffnung des Zwischenspeichers (130, 280) mit dem Turbineneingang verbunden ist.
- 5 18. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (130) in einem Zweig des Flüssigkeitskreislaufs liegt, der parallel zum Zweig ist, in dem die Pumpkammer (1) angeordnet ist.
- 10 19. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbine eine Radialturbine (260) mit einem von der Pumpflüssigkeit im wesentlichen radial durchströmten Turbinenläufer ist.
- 15 20. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (280) eine im wesentlichen rotationssymmetrische Form aufweist und vorzugsweise im wesentlichen spiegelbildlich zur Pumpkammer (201) ausgebildet ist.
- 20 21. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung einer im wesentlichen radialen Strömung der Pumpflüssigkeit in der Pumpkammer die Flüssigkeits-Einlaßöffnung (252) in die Pumpkammer im zentralen Bereich der Pumpkammer und die Flüssigkeits-Auslaßöffnungen (236) im Bereich des äußeren Randes der Pumpkammer angeordnet sind.
- 25 22. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung einer im wesentlichen radialen Strömung des Verbrennungsgases in der Pumpkammer (201) die Verbrennungsgas-Einlaßöffnung(en) (250) in die Pumpkammer (201) im zentralen Bereich der Pumpkammer (201) und die Verbrennungsgas-Auslaßöffnung(en) im Bereich des
30 äußeren Randes der Pumpkammer (201) angeordnet sind.
23. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung einer im wesentlichen radialen Strömung der

Pumpflüssigkeit im Zwischenspeicher (280) die Flüssigkeits-Einlaßöffnung (253) in den Zwischenspeicher (280) im zentralen Bereich des Zwischenspeichers (280) und die Flüssigkeits-Auslaßöffnungen (237) im Bereich des äußeren Randes des Zwischenspeichers (280) angeordnet sind.

5

24. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbine (260) scheibenförmige, vorzugsweise nach außen gewölbte Gehäuseober- sowie Gehäuseunterteile (262, 261) aufweist, welche jeweils im Bereich ihres äußeren Randes Flüssigkeits-Einlaßöffnungen (236, 237) sowie zentrale Öffnungen aufweisen.

10

25. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Turbinengehäuse radial innerhalb der Flüssigkeits-Einlaßöffnungen (236) einen Einlaß-Leitschaufelkranz (263, 264), innerhalb dessen einen Freiraum für den Turbinenläufer und innerhalb dessen einen Auslaß-Leitschaufelkranz (265, 266) zur Fließrichtungszentrierung aufweist.

15

26. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Turbinenläufer einen Turbinenschaufelkranz (267) aufweist, der an einer axial zentrierten Scheibe (268) angeordnet ist, welche mit einem Läuferkäfig (269, 270) verbunden ist.

20

27. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß im Läuferkäfig (269, 270) ein drehschlüssig mit dem Läuferkäfig (269, 270) verbundener, aber axial im Läuferkäfig verschiebbarer Ventilteller (273) angeordnet ist, der in einer ersten Endstellung im Läuferkäfig die Flüssigkeits-Einlaßöffnung (252) in die Pumpkammer (201) und in einer zweiten Endstellung im Läuferkäfig die Flüssigkeits-Einlaßöffnung (253) in den Zwischenspeicher (280) verschließt.

25

30

28. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilteller (273) drehschlüssig mit der Antriebswelle (290) verbunden ist und über

einen in einer zylindrischen Ausnehmung (275) in der Antriebswelle angeordneten Betätigungskolben (274) axial zu diesem verschiebbar ist.

29. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 19 bis 28, dadurch
5 gekennzeichnet, daß die Turbine (260) zwischen der Pumpkammer (201) und dem Zwischenspeicher (280) angeordnet ist, wobei die scheibenförmigen Gehäuseober- und Gehäuseunterteile (262, 261) der Turbine (260) Gehäusewandungen der Pumpkammer (201) und des Zwischenspeichers (280) bilden.
- 10 30. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der Fließstrecke der Pumpflüssigkeit im gesamten Kreislauf der Pumpflüssigkeit im wesentlichen konstant ist.
- 15 31. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstellwinkel der Turbine veränderbar ist.

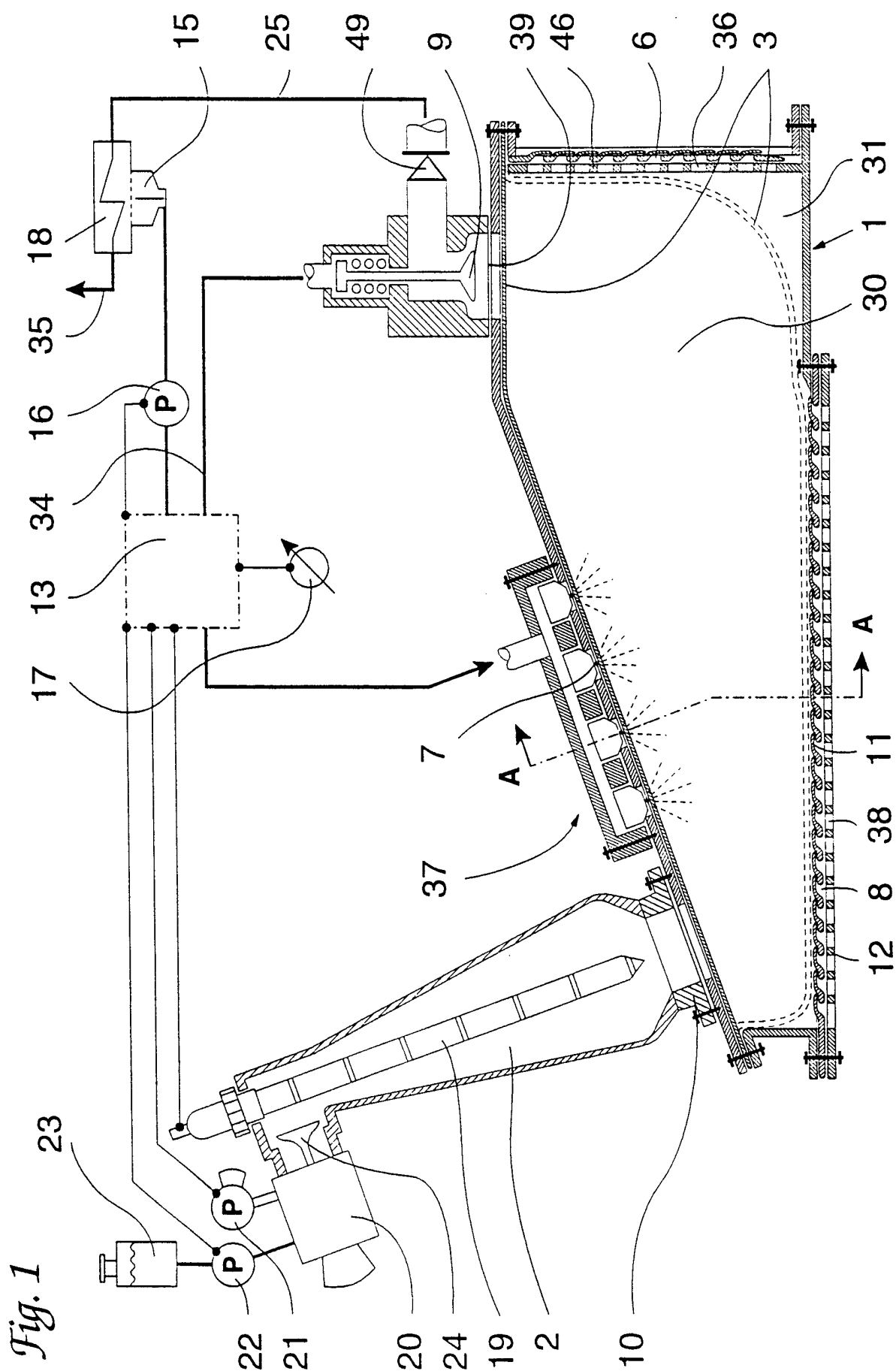


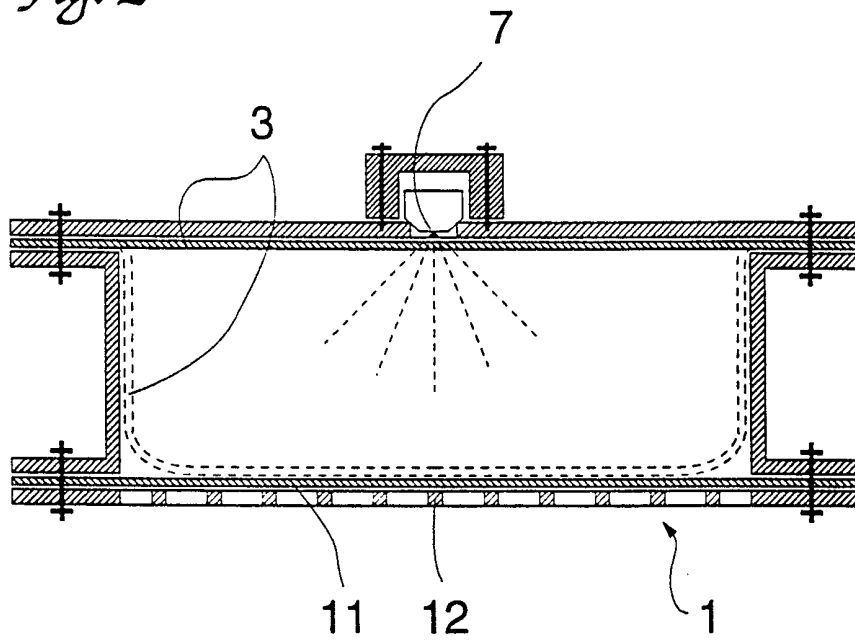
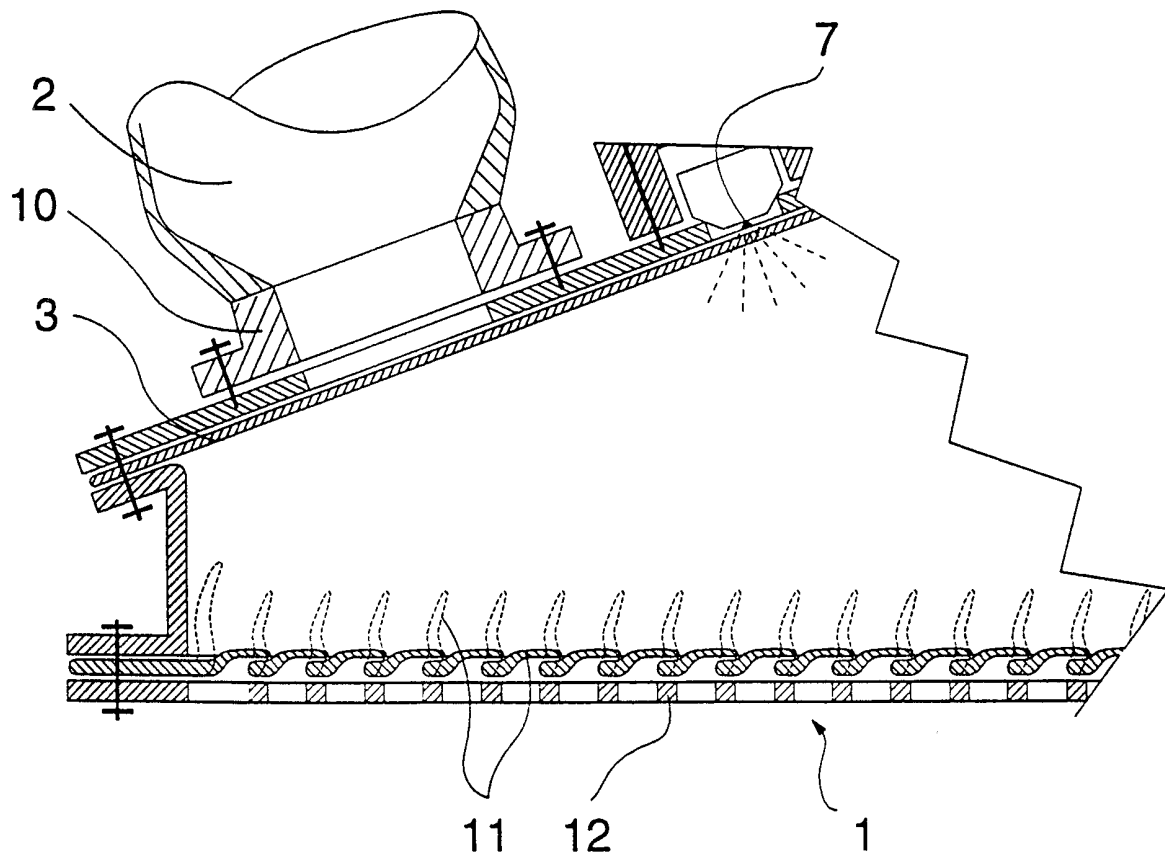
Fig. 2*Fig. 3*

Fig. 4

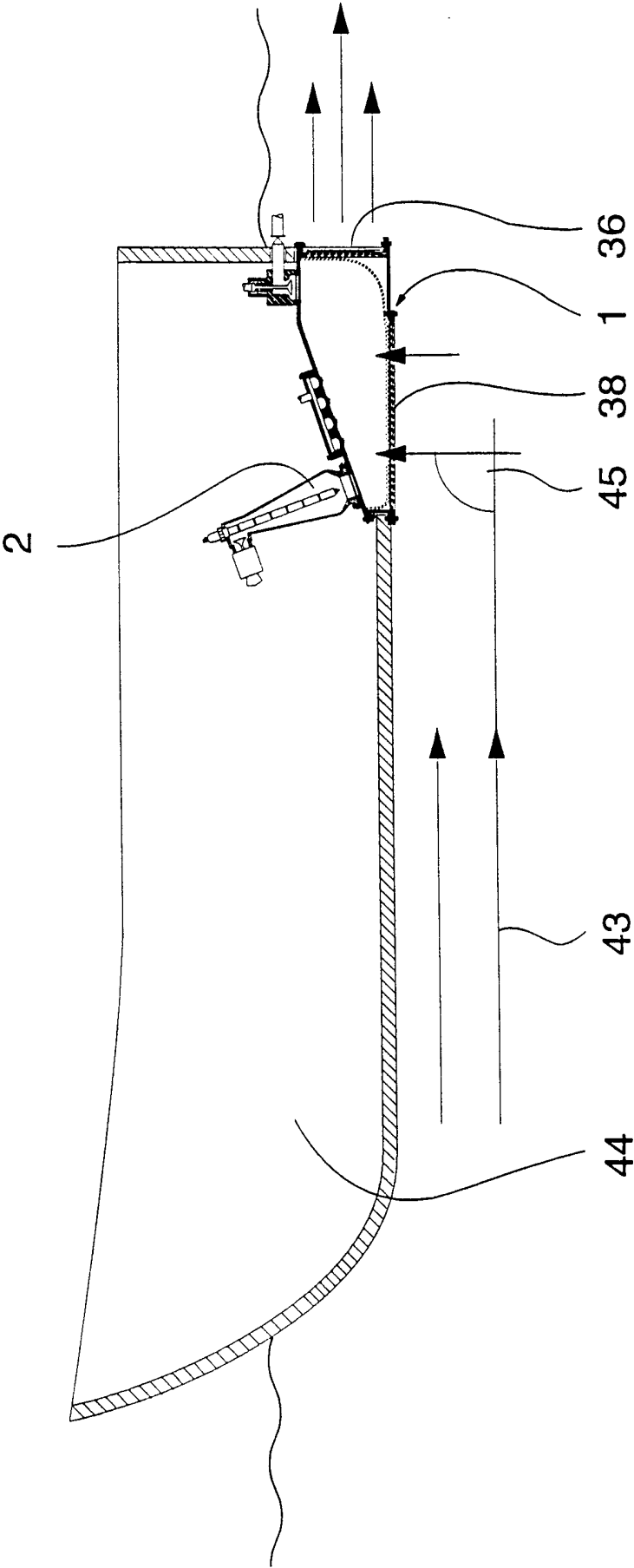


Fig. 5

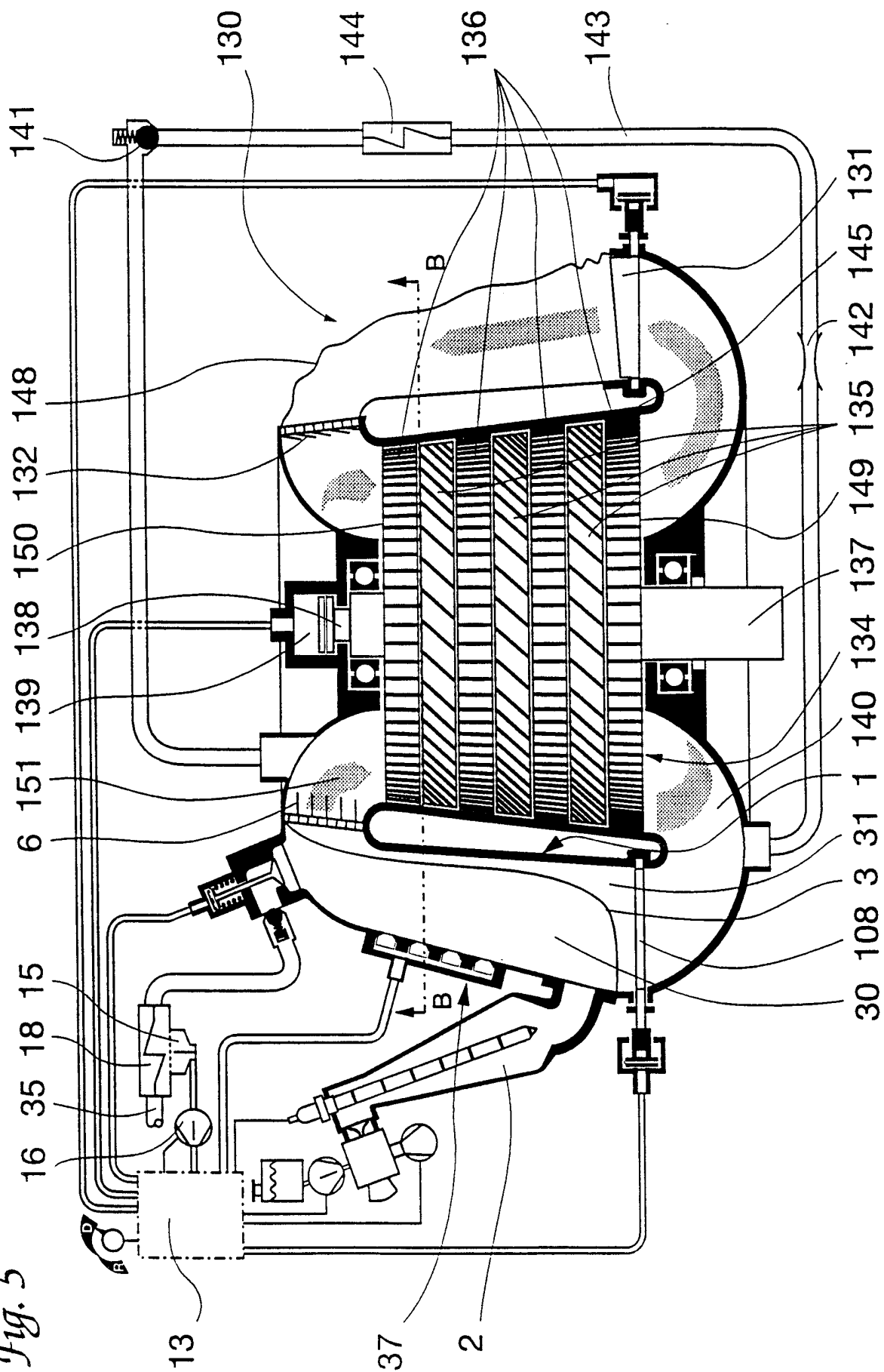


Fig. 6

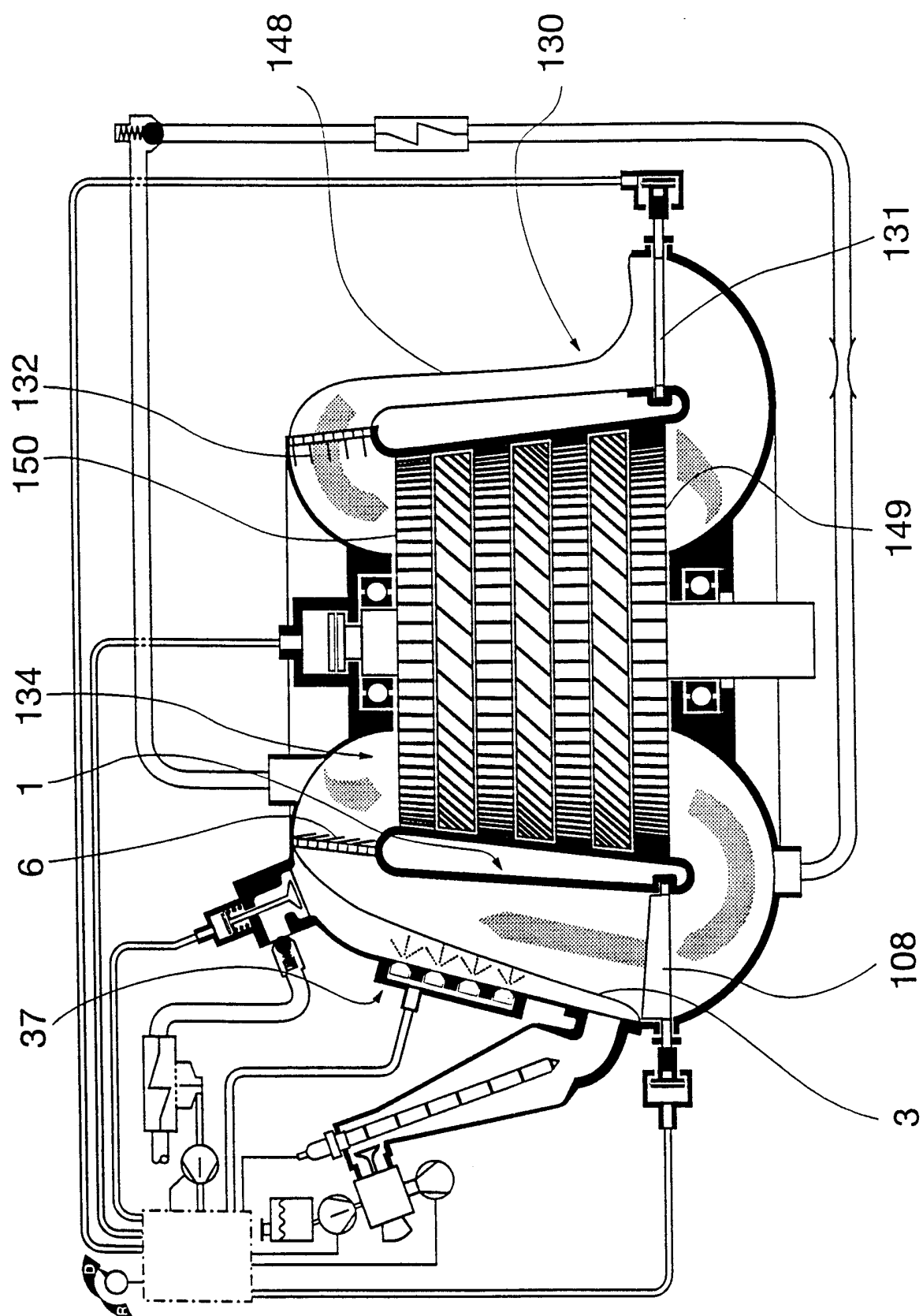
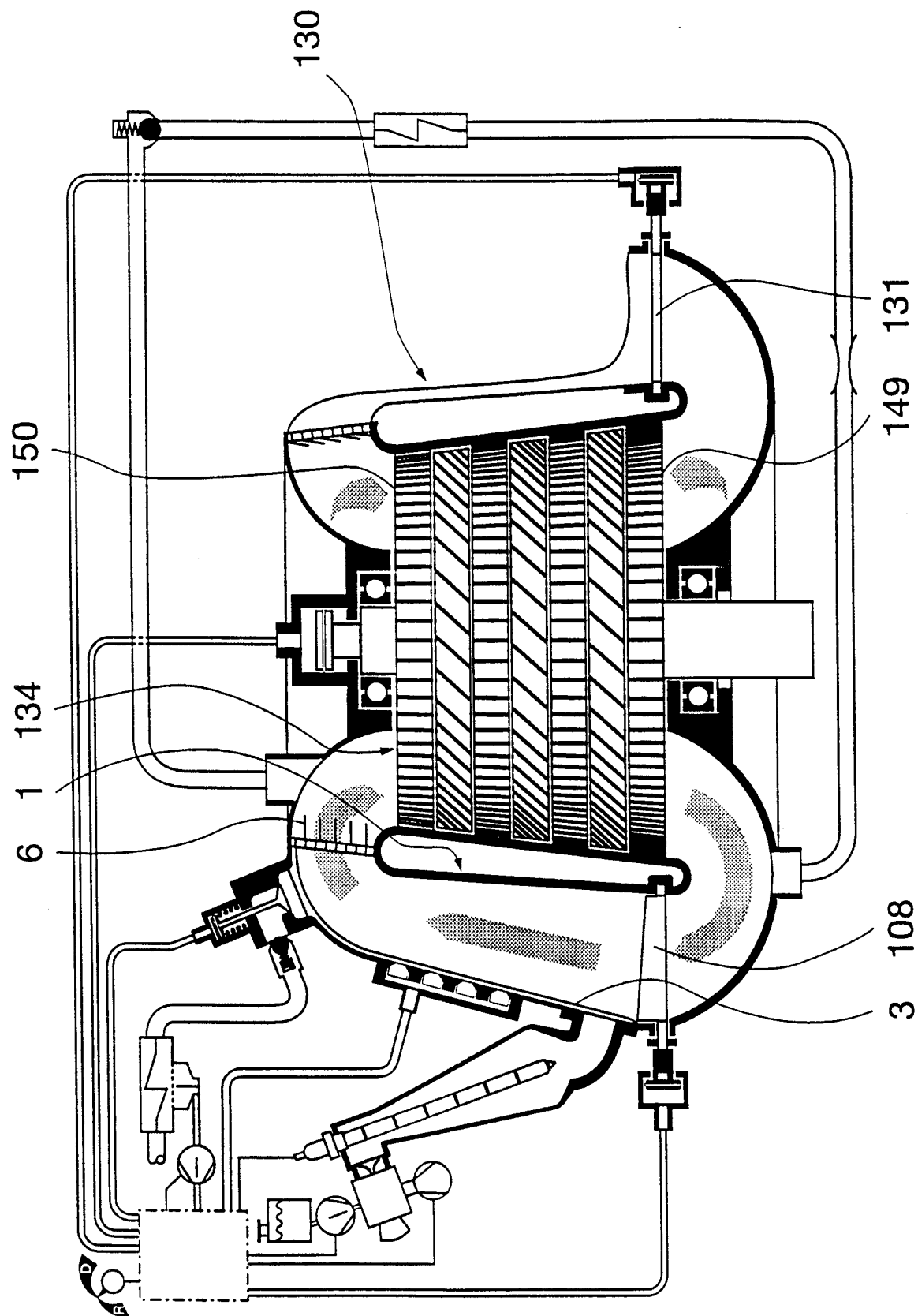


Fig. 7



7/13

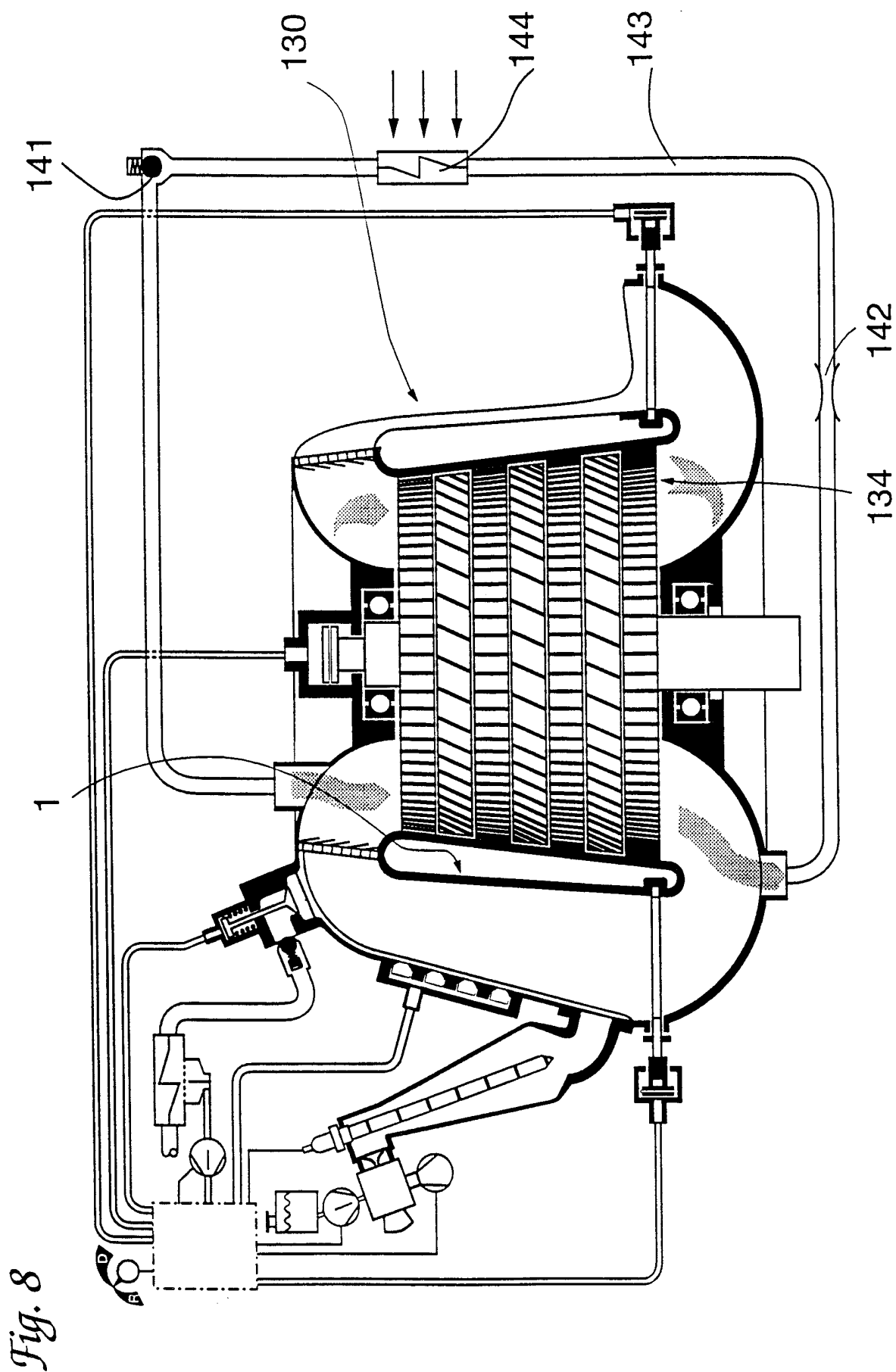


Fig. 8

9/13

Fig. 10

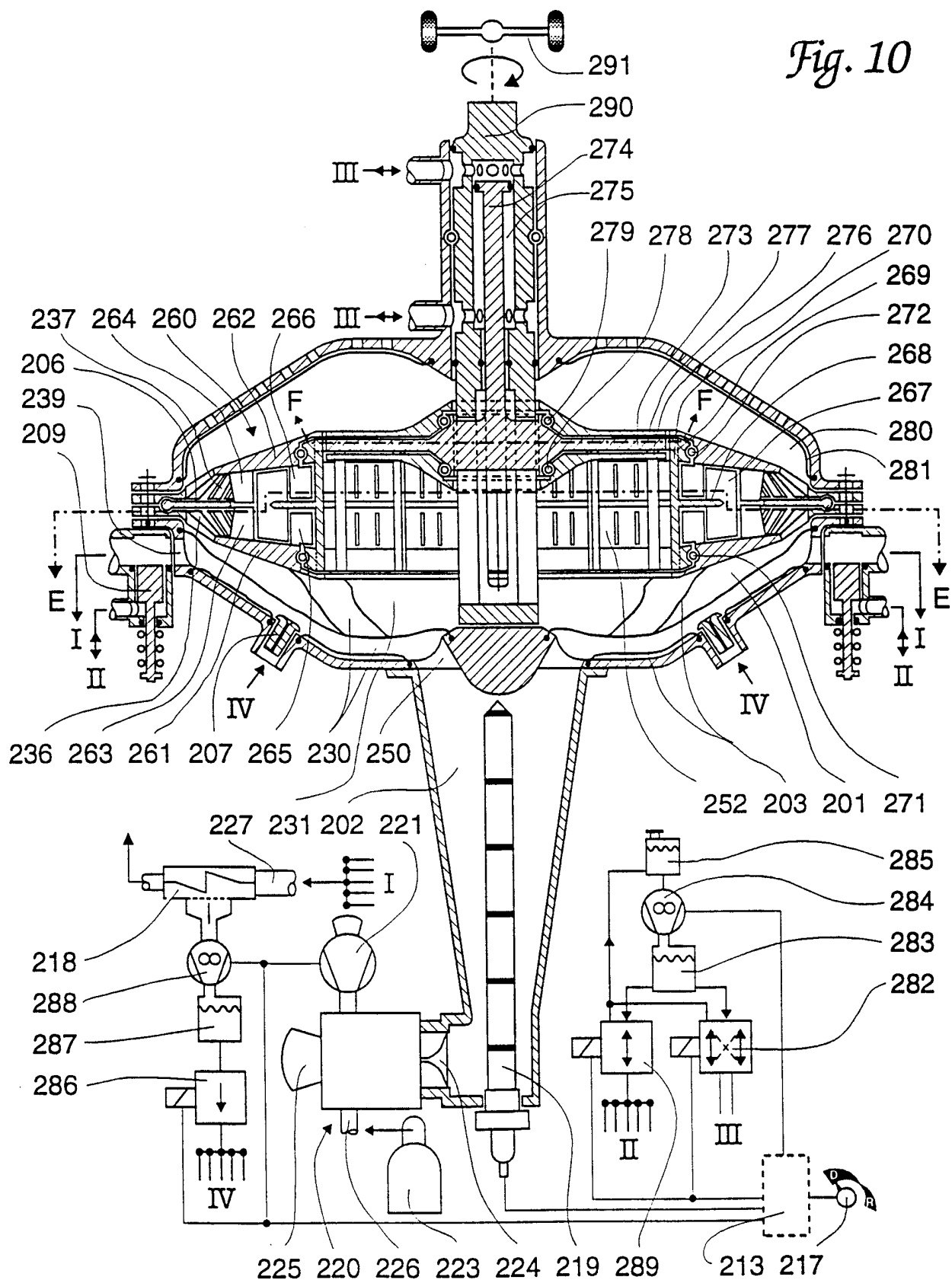


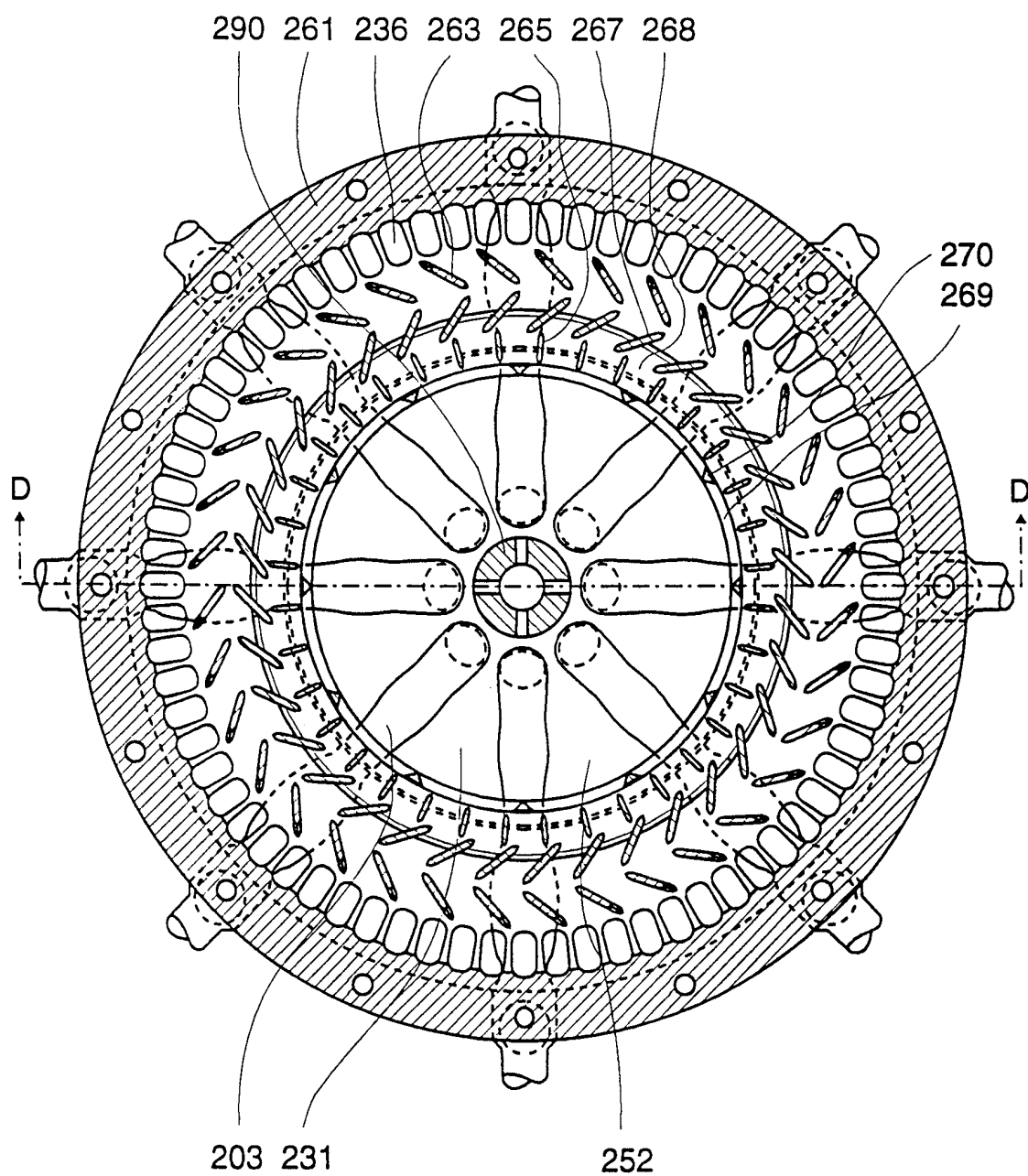
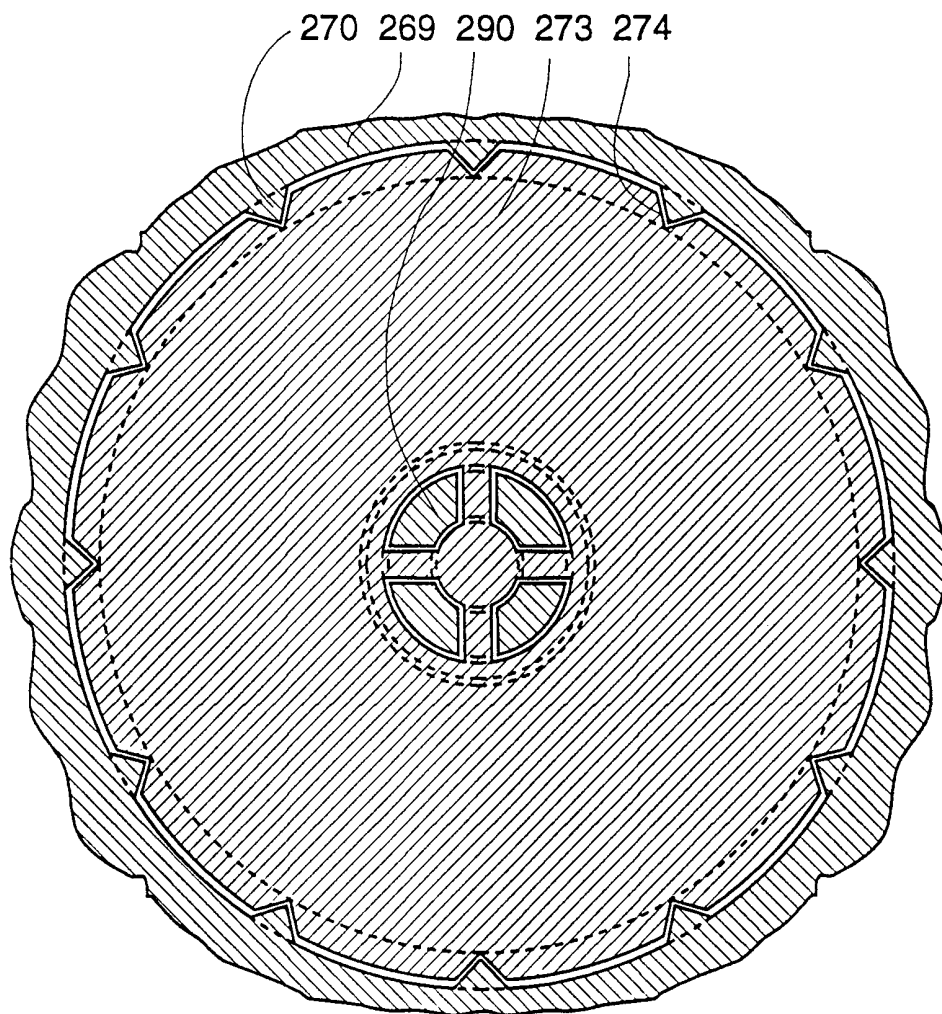
Fig. 11

Fig. 12



12/13

Fig. 13

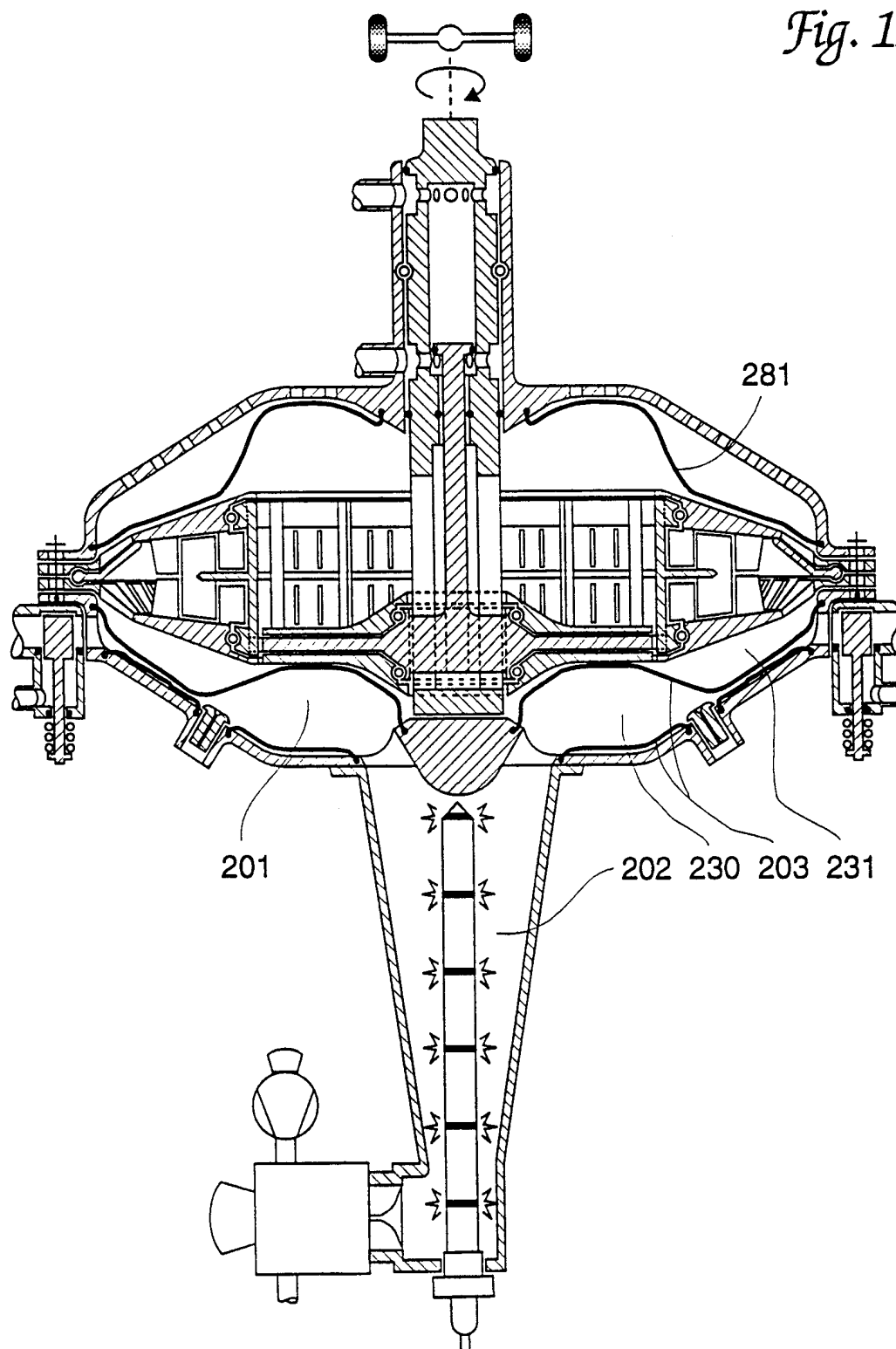


Fig. 14