



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 516 258 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92250130.9**

51 Int. Cl.⁵: **F02G 1/00**

22 Anmeldetag: **26.05.92**

30 Priorität: **31.05.91 DE 4118350**
02.08.91 DE 4126067
04.02.92 DE 4203465

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.92 Patentblatt 92/49

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU MC
NL PT SE

71 Anmelder: **Boinet, Jean-Luc**
Kamminer Strasse 7
W-1000 Berlin 10(DE)

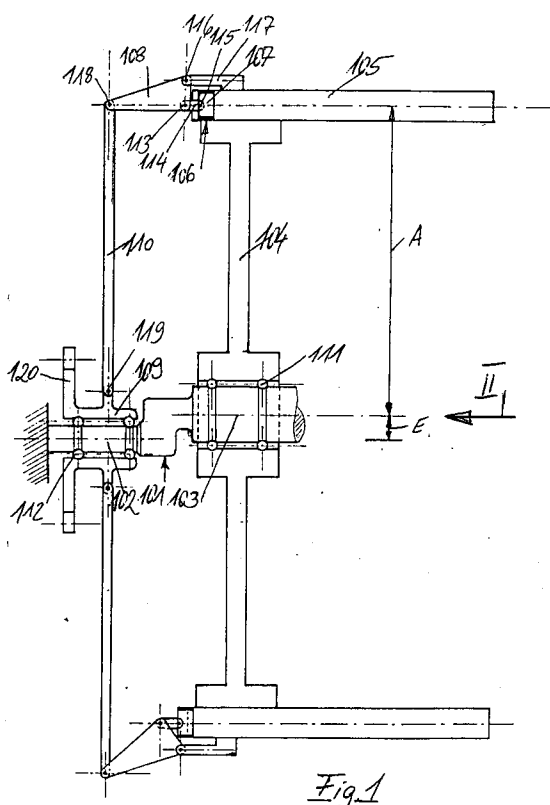
72 Erfinder: **Boinet, Jean-Luc**
Kamminer Strasse 7
W-1000 Berlin 10(DE)

74 Vertreter: **Lüke, Dierck-Wilm, Dipl.-Ing.**
Gelfertstrasse 56
W-1000 Berlin 33(DE)

54 **Wärme kraftmaschine.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärme kraftmaschine aus mindestens einem Zylinder 105 mit einem Kolbenelement 106, aus Einrichtungen 121,122 zum aufeinanderfolgenden Erwärmen und Abkühlen des im Zylinder 105 eingeschlossenen Mediums und aus einem Abtriebsgestänge 110.

Um einen hohen Wirkungsgrad beim kontinuierlichen Abtrieb der Wärme kraftmaschine zu erzielen, ist eine Vielzahl von Zylindern 105 an einem um eine drehfeste Exzenterwelle 101 drehbaren Rahmen 104 angeordnet, wobei die Einrichtungen 121,122 im Drehbereich der Zylinder 105 diametral gegenüberliegend angeordnet und die Abtriebsgestänge 110 der Vielzahl von Kolbenelementen 106 an einem auf der Exzenterwelle 101 drehbaren Lagerring 109 abgestützt sind und wobei der drehbare Rahmen 104 und der Lagerring 109 auf unterschiedlichen Bereichen der drehfesten Exzenterwelle 101 gelagert sind.



EP 0 516 258 A2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärmekraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Wärmekraftmaschinen der gattungsgemäßen Art sind als Stirlingmaschinen aus dem Fachbuch von Walter Kufner bekannt. Hierbei sind an den beiden Enden des Zylinders Einrichtung zum Erwärmen und Abkühlen des eingeschlossenen Mediums, insbesondere Luft, angeordnet, wobei ein im Durchmesser etwas kleiner als der Innendurchmesser des Zylinders ausgebildeter Verdrängerkolben vorgesehen ist, um das Medium aus dem Erwärmungs-Bereich in den Abkühlungs-Bereich zu transportieren und umgekehrt. Von dem im Zylinder hin- und herbewegten, als Hubkolben ausgebildeten Kolbenelement wird über ein Abtriebsgestänge ein Schwungrad angetrieben.

Bei einer moderneren Ausführung der Stirlingmaschine nach Kolin ist der Verdrängerkolben als Platte ausgebildet, welche die in der Arbeitskammer eingeschlossene Luft von der warmen Seite zur kalten Seite der Platte und umgekehrt verdrängt. Die Bewegung der Platte wird über Anschläge einer Verdrängerschubstange bewirkt, die über Dämpfungsfedern an eine Verdrängerkurbel angelenkt ist, die mit dem Schwungrad verbunden ist.

Die bekannten Stirling-Wärmekraftmaschinen weisen den Nachteil auf, daß im Zylinder der zusätzliche Verdrängerkolben mit zugehörigem Abtriebsgestänge erforderlich ist, wodurch der Wirkungsgrad der diskontinuierlich arbeitenden Stirling-Wärmekraftmaschinen relativ schlecht ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Wärmekraftmaschine dahingehend zu verbessern, daß bei kontinuierlichem Antrieb ein großer Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Wärme in rotierende Antriebsleistung erreichbar ist.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1. Erfindungsgemäß bewirken die den Bereich der Erwärmungs-Einrichtung durchlaufenden, geschlossene Kammern bildenden Zylinder eine Ausdehnung des darin eingeschlossenen Mediums und damit einen Arbeitshub des jeweiligen Kolbenelementes, der über das zugehörige Abtriebsgestänge auf den Lagerring übertragen wird. Die am Rahmen befestigten Zylinder gelangen anschließend in den Bereich der Abkühlungs-Einrichtung, wobei auf die Kolbenelemente ein nach innen gerichteter Arbeitshub ausgeübt wird, durch den diese in ihre Anfangsstellung zurückgeführt werden. Beim Wiedereintauchen der Zylinder in den Bereich der Erwärmungs-Einrichtung erfolgt wiederum ein Arbeitshub zur Betätigung des Abtriebsgestänges. Da der die Zylinder aufnehmende drehbare Rahmen und der Lagerring auf unterschiedlichen Bereichen der drehfesten Exzenterwelle gelagert sind, wird auf den die Zylinder tragenden Rahmen ein Dreh-

moment ausgeübt, das zu einer Rotation des Rahmens und gleichzeitig auch des das Abtriebsgestänge tragenden Lagerrings führt. Diese Rotationsbewegung bzw. das durch diese erzeugte Drehmoment kann sowohl vom Lagerring als auch vom Rahmen abgenommen und als Antriebsenergie bzw. Antriebsdrehmoment verwendet werden.

In der Ausführungsform nach Anspruch 2 wird der Arbeitshub jedes Kolbenelementes mittels der Dreieckslenker über das Abtriebsgestänge auf den Lagerring übertragen, wobei auf das Abtriebsgestänge eine vom Lagerring weggerichtete Zugkraft ausgeübt wird. In der Ausführungsform nach Anspruch 3 erfolgt beim Arbeitshub der Kolbenelemente eine Druckkraft auf die Abtriebsgestänge. Die Zug- und die Druckkräfte versetzen den die Zylinder tragenden Rahmen in Drehung.

Wesentlich für die Erfindung ist, daß der die Zylinder tragende drehbare Rahmen und der über die Abtriebsgestänge mit den Kolbenelementen verbundene Lagerring auf unterschiedlichen Bereichen der drehfesten Exzenterwelle gelagert sind, d.h. einerseits auf der Zentralachse und andererseits auf dem Exzenter. Wesentlich ist ferner, daß die einzelnen Gelenke des Abtriebsgestänges als Kardangelenke ausgebildet sind, um so die von den Kolbenelementen am Abtriebsgestänge erzeugten Zug- und/oder Druckkräfte ohne Klemmungen in eine rotierende Bewegung des Rahmens umsetzen können.

Das in den Zylindern eingeschlossene Medium ist gasförmig, z.B. Stickstoff. Das Medium kann auch flüssig sein, z.B. Alkohol. Außerdem können die Kolbenelemente als die Zylinder dichtend abschließende Membranen ausgebildet sein.

Um die isochore Zustandsänderung des in der Kammer eingeschlossenen Mediums möglichst rasch auszuführen, um so eine weitere Erhöhung des Wirkungsgrades zu erreichen, ist vorgesehen, daß sich innerhalb jeder Kammer ein Verdrängungselement befindet, das das in der Kammer befindliche Arbeitsmedium von der heißen Seite zur kalten Seite bzw. umgekehrt verschiebt. Die Verschiebung des Arbeitsmediums erfolgt schlagartig, d.h. zumindestens relativ schnell, so daß die isochore Zustandsänderung schnell erfolgt. Dadurch wird die Fläche zwischen den am Prozeß beteiligten Isochoren und Isothermen besser ausgenutzt, so daß sich ein höherer Wirkungsgrad ergibt. Auch sind die Temperaturen der benutzten Medien innerhalb und außerhalb des zylinderförmigen Rahmens verschieden. Die in dem Rahmen befindlichen Kammern werden von der Innenseite des Rahmens her gekühlt und von der Außenseite mit Wärme versorgt oder umgekehrt. Die Verdrängerelemente sorgen dafür, daß das in den Kammern befindliche Arbeitsmedium entweder mit der heißen Seite oder mit der kalten Seite in Berührung

kommt. Die durch die Expansion bzw. Kompression des Arbeitsmediums auftretenden Kräfte werden auf die Exzentereinheit geleitet, die relativ zu dem Rahmen drehbar angeordnet ist. Die Exzentereinheit kann fest verankert und der Rahmen drehbar sein oder umgekehrt.

Der Rahmen ist geschlossen, so daß in einer weiteren Ausführungsform das Innere des Rahmens vollständig zur Kühlung durch Kühlmittel, z.B. Wasser, Öl oder Luft, ausgenutzt wird. Die Kammern haben ovale Zylinderform und sind in axialer Richtung in den Rahmenmantel eingelassen. Somit ist die eine Seite dem kalten und die andere dem heißen Medium ausgesetzt.

In der einfachsten Ausführungsform ist der drehbare Rahmen horizontal um eine als Achse ausgebildete drehfeste Exzentereinheit gelagert. Eine Zuführung der Wärme von außen und eine Kühlung im Innern des Rahmens bewirken eine Drehung des Rahmens um die Exzentereinheit, wobei die Bewegung der Verdrängungselemente nur durch die Gravitation hervorgerufen wird. Wenn sich eine Kammer in der oberen Stellung befindet, so ist das Verdrängungselement im unteren Teil des Ovals und das Arbeitsmedium wird in diesem Falle erhitzt und dehnt sich aus. Ein Weiterdrehen des Rahmens bewirkt, daß das Verdrängungselement in der Kammer in der waagrechten Stellung von innen nach außen rollt. Das Arbeitsmedium wird plötzlich von der heißen Seite zur kalten Seite der Kammer verlagert. Es ist vorteilhaft, daß diese einfache Ausführungsform keine besonderen Bewegungselemente für die Verdrängungselemente benötigt.

Wenn die Drehzahl des Rahmens so groß ist, daß Fliehkrafteffekte auftreten, müssen die Verdrängungselemente durch Bewegungseinrichtungen bewegt werden. Diese können mechanischer Bauart sein oder aus steuerbaren Magneten bestehen. Notwendig sind derartige Bewegungseinrichtungen auch für jeden von der Horizontalen abweichenden Betrieb oder falls der Rahmen drehfest zum Abtriebsselement angeordnet ist. Die Anordnung der Bewegungseinrichtungen kann innerhalb und/ oder außerhalb des zylinderförmigen Rahmens vorgenommen sein.

Bei dieser Ausführungsform kann entweder die Exzentereinheit oder der Rahmen rotieren. Besonders vorteilhaft ist der völlig freie Innenraum des zylindrischen Rahmens, so daß die Wärmezufuhr mittels einer Flamme erfolgen kann. Zur besseren Wärmeübertragung können die in das Innere des Rahmens hineinragende Kammerteile mit Wärmeleiteinrichtungen versehen sein.

Bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen gelangen die magnetischen Elemente mit der Bewegung der Verdrängungselemente in den Bereich des heißen Mediums, wobei die Wirkung der

Magnetfelder bei höheren Temperaturen des Arbeitsmediums, ca. ab 250° C, nachläßt und somit den Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine verschlechtert. Die Rollbewegung der Verdrängungselemente ist mit einer relativ hohen Reibung verbunden, so daß eine gewisse Verzögerung der Verdrängung des Arbeitsmediums von einer Kammerseite zur anderen erfolgt.

Um die Wärmekraftmaschine weiterhin zu verbessern, so daß die Wirkung des Magnetfeldes auch bei höheren Temperaturen des Arbeitsmediums erhalten bleibt und ein hoher Wirkungsgrad durch verminderte Reibungsverluste sowie durch eine bessere Ausnutzung des Temperaturgefälles erzielt wird, ist vorgesehen, daß das Verdrängungselement, das das in der Kammer befindliche Arbeitsmedium von der heißen zur kalten Seite bzw. umgekehrt verschiebt, mit Rippen ausgebildet ist, um seine Oberfläche zu vergrößern und den Wärmeaustausch zu verbessern, der für den Wirkungsgrad von entscheidender Bedeutung ist. Die trapezförmige Grundform des Verdrängungselementes umschließt ein Vakuum, wobei in der Segmenthälfte, die dem kalten Umgebungsmedium zugewandt ist, die Magnelemente angeordnet sind, so daß durch die bessere Isolierung keine negative Wärmebeeinflussung des Magnetfeldes erfolgen kann. Das Vakuum in den Verdrängungselementen bewirkt eine gute thermische Isolierung des heißen Umgebungsmediums vom kalten Umgebungsmedium.

Die Erfindung ist anhand mehrerer in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele von Wärmekraftmaschinen näher erläutert. Es zeigen:

- | | |
|--------|--|
| Fig. 1 | die erste Ausführungsform im Schnitt gemäß der Linie I-I in Fig.2, |
| Fig. 2 | eine Ansicht gemäß Pfeil II in Figur 1, |
| Fig. 3 | die zweite Ausführungsform im Schnitt, |
| Fig. 4 | eine Ansicht der dritten Ausführungsform, |
| Fig. 5 | einen Schnitt gemäß der Linie V-V in Figur 4, |
| Fig. 6 | einen axialen Querschnitt der vierten Ausführungsform längs der Linie VI-VI in Fig.7, |
| Fig. 7 | einen radialen Querschnitt der vierten Ausführungsform längs der Linie VII-VII in Fig. 6 |
| Fig. 8 | eine perspektivische Darstellung der vierten Ausführungsform, |
| Fig. 9 | einen axialen Schnitt längs der Linie IX-IX in Fig. 10 durch die fünfte Ausführungs- |

- form,
 Fig.10 einen radialen Schnitt durch die fünfte Ausführungsform längs der Linie X-X in Fig. 9,
 Fig.11 eine perspektivische Darstellung des Verdrängungselementes der sechsten Ausführungsform,
 Fig.12 und 13 Querschnitte des Verdrängungselementes nach Fig. 11 in zwei Arbeitslagen,
 Fig.14 einen axialen Querschnitt der sechsten Ausführungsform längs der Linie B-B in Fig.15,
 Fig.15 einen radialen Querschnitt der sechsten Ausführungsform längs der Linie XV-XV in Fig.14,
 Fig.16 eine perspektivische Darstellung der sechsten Ausführungsform,
 Fig.17 einen Axialschnitt längs der Linie XVII-XVII der siebten Ausführungsform nach Fig.18,
 Fig.18 einen Radialschnitt der siebten Ausführungsform längs der Linie XVIII-XVIII in Fig.17 und
 Fig.19 einen Axialschnitt durch die achte Ausführungsform.

Die Wärmekraftmaschine in der in Fig. 1 und 2 dargestellten ersten Ausführungsform umfaßt eine drehfeste Exzenterwelle 101 mit der Zentralachse 102 und dem Exzenter 103, einen auf diesem drehbaren Rahmen 104 mit insgesamt 24 im Abstand von und parallel zum Exzenter 103 angeordneten, geschlossene Kammern bildenden Zylindern 105 mit als Kolben 107 ausgebildeten Kolbenelementen 106 und mit an den Kolben 107 angelenkten Dreieckslenkern 108, einen auf der Zentralachse 102 drehbar gelagerten Lagerring 109 und ferner jedem Zylinder 105 zugeordnete Abtriebsgestänge 110, die zwischen dem jeweiligen Dreieckslenker 108 und dem Lagerring 109 angelenkt sind. Der Rahmen 104 und der Lagerring 109 sind über Wälzlager 111, 112 am Exzenter 103 bzw. an der Zentralachse 102 gelagert. Die Dreieckslenker 108 sind mit einem Gelenk 113 über einen zweiarmigen Hebel 114 mit einem am Kolben 107 angebrachten Gelenk 115 verbunden. Ein weiteres Gelenk 116 jedes Dreieckslenkers 108 ist an einem Kragarm 117 angelenkt, der dem jeweiligen Kolben 107 zugeordnet und am Rahmen 104 befestigt ist. Das dritte Gelenk 118 jedes Dreieckslenkers 108 ist mit dem Abtriebsgestänge 110 verbunden, das wiederum über ein weiteres Gelenk 119 mit dem Lagerring 109 gelenkig verbunden ist. Die an den Dreieckslenkern 108 und die am Lagerring 109 angrei-

fenden Gelenke 118 bzw. 119 sind als Kardangelenke ausgebildet.

Auf der dem Rahmen 104 abgelegenen Seite des Lagerrings 109 ist ein Abtriebszahnrad 120 ausgebildet, das drehfest bzw. einstückig mit dem Lagerring 109 ausgebildet ist. Die Exzentrizität zwischen der Zentralachse 102 und der Achse des Exzentes 103 ist mit E bezeichnet. Der Abstand zwischen der Achse des Exzentes 103 und der Achse eines jeden Zylinders 105 ist mit A bezeichnet. Anstelle der in den Zylindern 105 beweglichen, in bekannter Weise abgedichteten Kolben 107 können auch an diesen druckdicht angebrachte Membranen vorgesehen sein. Die geschlossene Kammern bildenden Zylinder 105 sind mit einem gasförmigen Medium, insbesondere Stickstoff, gefüllt.

Wie es Fig.2 zeigt, befinden sich auf der Oberseite der Wärmekraftmaschine eine Einrichtung 121 zum Erwärmen und auf der Unterseite der Wärmekraftmaschine eine Einrichtung 122 zum Abkühlen des in den Zylindern 105 eingeschlossenen Mediums. Die Einrichtung 121 zum Erwärmen ist aus einem die Oberseite der Wärmekraftmaschine umgebenden Rahmen 123 gebildet, dem Warmluft, z.B. durch Sonnenenergie, zugeführt wird. Die auf der Unterseite der Wärmekraftmaschine befindliche Einrichtung 122 zum Abkühlen des in den Zylindern 105 befindlichen Mediums ist aus einer Wanne 124 für Kaltluft oder Kaltwasser mit dem Niveau 125 gebildet, das mit Zu- und Abflüssen 126,127 versehen ist. Die jeweils auf der Unterseite des Rahmens 104 befindlichen Zylinder 105, im Ausführungsbeispiel neun Zylinder 105, tauchen regelmäßig in die Einrichtung 122 zum Abkühlen des in den Zylindern 105 befindlichen Mediums ein, wohingegen regelmäßig sieben auf der Oberseite des Rahmens 104 befindliche Zylinder 105 in die Einrichtung 121 zum Erwärmen eintauchen. Die Einrichtungen 121, 122 zum aufeinanderfolgenden Erwärmen bzw. Abkühlen des in den Zylindern 105 eingeschlossenen Mediums befinden sich somit im Drehbereich des Rahmens 104 bzw. der Zylinder 105 und sind diametral gegenüberliegend, d.h. auf den entgegengesetzten Ober- bzw. Unterseiten der Wärmekraftmaschine angeordnet.

Wie es Fig. 2 ferner zeigt, sind die Achse des Exzentes 103 und die Zentralachse 102 unter etwa 45° zur Horizontalen schräggestellt, wobei eine durch die beiden Achsen 102,103 gelegte ideelle Ebene den in Fig. 2 links gelegenen Anfangsbereich der Einrichtung 121 zum Erwärmen des in den Zylindern 105 befindlichen Mediums schneidet. Die mit dieser Anordnung der Achsen 102,103 bewirkte Drehbewegung des Rahmens 104 ist mit den Pfeilen 128 in Fig. 2 gezeigt.

Die in Fig. 1 und 2 dargestellte erste Ausführungsform der Wärmekraftmaschine arbeitet wie folgt:

Das in den Zylindern 105, die in der auf der Oberseite der Wärmekraftmaschine befindlichen Einrichtung 121 zum Erwärmen angeordnet sind, befindliche Medium wird erwärmt, so daß der von der Wärme abhängige Druck des im Zylinders 105 befindlichen Mediums den jeweiligen Kolben 107 nach außen drückt. Über den Dreieckslenker 108 wird dabei eine Zugkraft auf das Abtriebsgestänge 110 ausgeübt, das am Lagerring 109 angelenkt ist, der drehbar auf der Zentralachse 102 der Exzenterwelle 101 gelagert ist. Da das Abtriebsgestänge 110 jedoch starr ist, wirkt die resultierende Druckkraft des Kolbens 107 in Richtung senkrecht zur Zeichenebene in Fig. 1 auf den Zylinder 105 derart ein, daß dieser in Richtung senkrecht zur Zeichenebene in Figur 101 verschoben wird, da nunmehr der Abstand $A + E$ der Achse des Kolbens 107 zur Zentralachse 102 infolge der nunmehr kleiner werdenden Exzentrizität E abnimmt. Auf diese Weise wird die vom Kolben 107 erzeugte Druckkraft bzw. die daraus resultierende, in dem Abtriebsgestänge 110 wirkende Kraft Z in eine Radialkraft R und eine Tangentialkraft T zerlegt, die in ein tangential wirkendes Drehmoment umgesetzt wird, das die Drehbewegung des Rahmens 104 mit den daran befindlichen Zylindern 105 in Richtung des Pfeiles 128 hervorruft. Eine entsprechend umgekehrte Wirkung tritt ein, wenn die Zylinder 105 mit dem erwärmten Medium in die Einrichtung 122 zum Abkühlen des Mediums eintauchen, wobei die Kolben 107 aufgrund des sich abkühlenden Mediums im Innern der Zylinder 105 eine nach innen wirkende Kraft erhalten, die den Dreieckslenker 108 eines jeden Zylinders 105 wieder in die in Fig. 1 oben dargestellte Ausgangslage zurückführt. Eine konstruktive Voraussetzung für die Funktion dieser Wärmekraftmaschine ist, daß die Gelenke 118,119 als Kardangelenke ausgebildet sind, die ein seitliches Wegdrücken der Zylinder 105 aufgrund der Kraft der Kolben 107 ermöglichen. Das resultierende Drehmoment wird vom Abtriebszahnrad 120 abgenommen.

Obwohl eine gerade Anzahl von 24 Kolben 107 mit Zylindern 105 vorgesehen ist, wird bevorzugt eine ungerade Anzahl von Kolben 107, z.B. nur fünf Kolben 105 mit Zylindern 107, verwendet.

In der in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsform sind nur die Einrichtungen 221 und 222 zum Erwärmen bzw. Abkühlen des in den Zylindern 205 befindlichen Mediums anders ausgebildet. So ist für die Einrichtungen 221,222 ein geschlossenes Gehäuse 229 vorgesehen, das im unteren Bereich der Wärmekraftmaschine die Wanne 224 der Einrichtung 222 zum Abkühlen und im oberen Bereich eine Abgasführung 230 als Einrichtung 221 zum Erwärmen des in den Zylindern 205 befindlichen Mediums aufweist. Diese Abgasführung führt das von einem Heizkessel einer stationä-

ren Wärmekraftanlage kommende heiße Abgas in einen nicht näher dargestellten Schornstein.

Bei der in Fig. 4 und 5 dargestellten dritten Ausführungsform der Wärmekraftmaschine ist der Rahmen 304 auf der Zentralachse 302 der Exzenterwelle 301 gelagert. Die Zylinder 305 sind radial zur Exzenterwelle 301 am Rahmen 304 angeordnet. Die Abtriebsgestänge 310 sind mit ihrem äußeren Gelenk 318 an den Kolbenelementen 306 und mit ihrem inneren Gelenk 319 an dem am Exzenter 303 gelagerten Lagerring 309 angelenkt, wobei die Gelenke 318,319 als Kardangelenke ausgebildet sind. Bei dieser Ausführungsform sind 18 Zylinder 305 radial zum Rahmen 304 angebracht. Die Einrichtung 321 zum Erwärmen der Zylinder 305 besteht aus einem nierenförmigen Warmluftkanal 330, der die jeweils im oberen Bereich der Wärmekraftmaschine befindlichen acht Zylinder 305 aufnimmt. Die Einrichtung 322 zum Abkühlen der Zylinder 305 besteht aus einer Wanne 302 zum Eintauchen von jeweils sieben radial angeordneten Zylindern 305 und ist mit Zu- und Abflüssen 326,327 versehen. Diese Ausführungsform der Wärmekraftmaschine arbeitet entsprechend den in Fig. 1 bis 3 dargestellten ersten Ausführungsformen derart, daß die Druckkraft der Kolben 307, die über das Abtriebsgestänge 310 auf den Lagerring 309 ausgeübt wird, infolge der Exzentrizität E zwischen Zentralachse 302 und Achse des Exzcenters 303 in ein Drehmoment des Rahmens 304 umgesetzt wird. Dieser ist mit einem Abtriebsritzel 320 versehen.

Die in Fig. 6 bis 8 dargestellte vierte Ausführungsform zeigt einen Zylindrischen Rahmen 401, der aus einem Mantel 402, einer Frontplatte 403 und einer Endplatte 404 gebildet ist. In dem Mantel 402 des zylindrischen Rahmens 401 sind Kammern 405, vorzugsweise in ungerader Anzahl, eingelagert, die eine ovale Zylinderform haben. Die Kammern 405 sind derart in den Rahmen 401 eingelassen, daß der eine Teil nach außen und der andere Teil in das Innere des durch den Rahmen gebildeten Hohlraumes zeigt. Zur besseren Wärmeübertragung sind die Wandstärken der Kammern 405 entsprechend dünn gehalten. Im Innern jeder Kammer 405 befindet sich ein Verdrängungselement 406, das einen metallischen, magnetisierbaren Kern 407 aufweist. Das Verdrängungselement 406 hat einen kreisförmigen Querschnitt und ist, abgesehen von seinem Kern 407, aus einem wärmeisolierenden Material gefertigt. Die Länge eines Verdrängungselementes 406 stimmt mit der Länge der zylindrischen Kammer 405 überein. Jedes Verdrängungselement 406 weist eine radial umlaufende Nut 408 auf, so daß das in der Kammer 405 befindliche gasförmige Arbeitsmedium durch die Bewegung des Verdrängungselementes 406 von einer Seite der Kammer 405 zu der anderen ver-

drängt werden kann. Jede Kammer 405 ist mit einem Kolbenelement 409 versehen, welches einen Kolben 410 aufweist. Der Kolben 410 ist über ein erstes Gelenk 411, ein Abtriebsgestänge 412 und ein zweites Gelenk 413 mit einer Abtriebsscheibe 414 verbunden. Die Abtriebsscheibe 414 ist mittels zweier Kugellager 415 auf dem Exzenter 417 der Exzenterereinheit 416, welche aus einem Exzenter 417 und einer damit verbundenen Zentralachse 418 besteht, gelagert. Die Frontplatte 403 des zylindrischen Rahmens 401 weist eine Lagerbuchse 420 auf, mittels derer der gesamte Rahmen 401 mit seiner Vielzahl von Kammern 405 mittels Lagern 419 auf der Zentralachse 418 gelagert ist. Es kann nun entweder die Exzenterereinheit 416 ortsfest gelagert und der Rahmen 401 drehbar sein oder umgekehrt. Sollte der Rahmen 401 drehbar um die drehfeste Zentralachse 418 gelagert sein, so kann der Rahmen 401 einen Zahnkranz 425 aufweisen, über den mittels eines Ritzels 426 das Drehmoment abgenommen wird. Bei der hier dargestellten Ausführungsform ist die Zentralachse 418 horizontal gelagert. Unterhalb der Kammern 405 sind halbkreisförmig steuerbare Magnete 421 mit einer Stromversorgung 422 angeordnet. Diese dienen dazu, die Verdrängungselemente 406 in die radial gesehen untere Stellung zu bewegen. Die Wärme wird von außen durch das den Rahmen 401 umgebende Medium den Kammern 405 zugeführt. Die Kühlung der Kammern 405 erfolgt über das Innere des Rahmens 401, wobei das Kühlmedium durch den Kühleinlaß 423 und den Auslaß 424 geleitet wird. Als Kühlmedium kann Luft, Öl, Wasser o. dgl. benutzt werden.

Die Fig. 7 zeigt einen Querschnitt in radialer Richtung längs der Linie VII-VII in Fig. 6. Dargestellt ist der äußere Rahmen 401, der den Rahmenmantel 402 enthält. In dem Rahmenmantel 402 sind eine Vielzahl von Kammern 405 eingelassen, deren Wandungen zur besseren Wärmeübertragung dünner sind als der Mantel 401. Jede Kammer 405 enthält ein Verdrängungselement 406 mit kreisförmigem Querschnitt. Der ovale Querschnitt einer Kammer 405 wird durch einen oberen Halbkreis 438 und einen unteren Halbkreis 439 gebildet, die mittels zweier paralleler Stege 440 und 441 verbunden sind. Der Radius eines Verdrängungselementes 406 entspricht abzüglich einer gewissen Toleranz den Halbkreisradien der Halbkreise 438 bzw. 439. Somit ist eine einfache Bewegung der Verdrängungselemente 406 innerhalb der Kammern 405 durch eine Rollbewegung möglich. Jede Kammer 405 weist ein Kolbenelement 409 auf, welches über ein Abtriebsgestänge 412 und ein Gelenk 413 mit der Abtriebsscheibe 414 verbunden ist. Die Abtriebsscheibe 414 ist mittels eines Lagers 415 auf dem Exzenter 417 gelagert.

Zur Erläuterung der Wirkungsweise der in Fig.

6 und 7 dargestellten vierten Ausführungsform sei festgelegt, daß die linke, äußere Kammer 405 in Fig. 7 mit der Zentralachse einen Winkel von 0° bildet, während die im Uhrzeigersinn darauffolgende Kammer 405 unter einem Winkel von 30° steht. Die Drehrichtung des äußeren Rahmens 401 sei im Uhrzeigersinn. Bei einem Winkel von 0° befindet sich das Verdrängungselement 406 in der radial äußeren Position, d.h. die Kammer 405 wird von innen gekühlt. Bedingt durch die Gravitation oder, falls die Fliehkräfte zu groß sind, durch steuerbare Magnete 421, befindet sich das Verdrängungselement 406 bei der 30° Position in der radialen unteren Stellung. Folglich wird das in der Kammer 405 befindliche Arbeitsmedium erhitzt, dehnt sich aus und bewegt den Kolben 410 nach unten. Durchläuft eine Kammer 405 die 180° Stellung, so wird durch die Gravitation bzw. die Fliehkraft und durch das Abschalten bzw. nicht mehr Vorhandensein der steuerbaren Magnete 421 das Verdrängungselement 406 nach außen bewegt. In der radialen äußeren Stellung des Verdrängungselementes 406 erfolgt eine Kühlung des in der Kammer 405 eingeschlossenen Arbeitsmediums von innen. Das Arbeitsmedium komprimiert und zieht den Kolben 410 nach innen. Dies erfolgt solange, bis die Kammer 405 wieder die 0° Position durchläuft. Der radiale Positionswechsel des Verdrängungselementes 406 in der Position 0° und 180° erfolgt durch die Rollbewegung schlagartig, d.h. schnell.

In der Ausführungsform nach Fig. 7 sind die steuerbaren Magnete 421 halbkreisförmig zwischen der Position 0° und 180° drehfest im Innern des Rahmens 405 angebracht. Es ist möglich, unter jeder Kammer 405 einen steuerbaren Magneten 421 anzubringen, der ortsfest mit dem Rahmen 405 rotiert. Dabei werden die Magnete 421 entsprechend des aktuellen Positionswinkels angesteuert bzw. abgeschaltet. Die Steuerung der Bewegung der Verdrängungselemente 406 kann auch auf andere Weise erfolgen, insbesondere können die Magnete 421 außerhalb des Rahmens 401 bzw. inner- und außerhalb des Rahmens 401 angebracht sein.

Der zylindrische Rahmen 401 umfaßt gemäß Fig. 8 einen Mantel 402, in dem eine Vielzahl von zylindrischen Kammern 405 eingelassen sind. Dabei befindet sich der eine Teil einer Kammer 405 außerhalb des Mantels 402, während der andere Teil in das Innere des Mantels 402 zeigt. Im Innern einer Kammer 405 befinden sich Verdrängungselemente 406 zum Verdrängen des in den Kammern 405 eingeschlossenen Arbeitsmediums. Jede Kammer 405 enthält ein Kolbenelement 409 und einen Kolben 410, der über ein Gelenk 411, ein Abtriebsgestänge 412 und ein weiteres Gelenk 413 mit der Abtriebsscheibe 414 verbunden ist, die auf einem mit der Zentralachse 418 verbundenen Exzenter 417 gelagert ist.

Die Fig. 9 und 10 zeigen die fünfte Ausführungsform. In den Mantel 502 des zylindrischen Rahmens 501 sind eine Vielzahl von Kammern 505 eingelassen, in denen sich Verdrängungselemente 506 befinden. An den jeweiligen Enden des aus einem isolierenden Material gefertigten Verdrängungselementes 506 befinden sich Magnete 542 und 543. Der zylindrische Rahmen 501 ist von einer äußeren Exzentereinheit 527 in Form eines zylindrischen Gehäuses umgeben. Die Exzentereinheit 527 umfaßt einen zylindrischen Außenmantel 528, der an den beiden Enden durch die Außenplatten 529 und 530 abgeschlossen ist. Die Exzentereinheit 527 ist durch die Außenplatten 529 und 530, die axiale Öffnungen aufweisen, auf dem zylindrischen Mantel 502 des Rahmens 501 außerhalb der Bereiche der Kammern 505 durch die Lager 531 und 532 gelagert. Im Innern der Exzentereinheit 527 befinden sich an den beiden Stirnseiten steuerbare Magnete 544 und 545, die sich über den entsprechenden Magneten 542 und 543 der Verdrängungselemente 506 befinden und mit diesen die Verdrängungselemente 506 bewegen. Dabei kann durch ein Umpolen der steuerbaren Magnete 544 und 545 ein Abstoßen oder ein Anziehen der Verdrängungselemente 506 bewirkt werden. Jede der Kammern 505 weist in der Mitte ein nach außen zeigendes Kolbenelement 509 auf, in dem sich ein Kolben 510 befindet, der über ein Gelenk 511, ein Abtriebsgestänge 512 und ein weiteres Gelenk 513 mit einem Abtriebsring 533 verbunden ist. Der Abtriebsring 533 ist mittels eines ringförmigen Abtriebsringlagers 534 auf einem Exzentersteg 535 angeordnet, der mit dem Außenmantel 528 der Exzentereinheit 527 fest verbunden ist.

Die Fig. 10 zeigt einen radialen Querschnitt längs der Linie C-C der Fig. 9. Die in den Mantel 502 des Rahmens 501 eingelassenen Kammern 505 weisen Verdrängungselemente 506 auf, deren Kolbenelemente 509 mittels Abtriebsstangen 512 und Gelenken 513 mit dem Abtriebsring 533 verbunden sind. Der Abtriebsring 533 ist über ein Lager 534 auf dem Exzentersteg 35 angeordnet. Der Exzentersteg 535 ist mit dem Außenmantel 528 der Exzentereinheit 527 fest verbunden. Dabei haben der Mantel 528 der Exzentereinheit 527 und der Rahmen 501 den gemeinsamen zentralen Achsenpunkt 536, während der Mittelpunkt des Exzentersteges 535 durch den exzentrischen Achsenpunkt 537 gebildet wird. Der Rahmen 501 weist im Innern einen offenen Raum auf, der z.B. durch eine Flamme erwärmt werden kann. Die Kühlung der Kammern 505 wird innerhalb der von der Exzentereinheit 527 und dem Mantel 502 des Rahmens 501 gebildeten Hohlraum vorgenommen. Die Kompression durch Abkühlung bzw. Expansion durch Erhitzung des in den Kammern 505 eingeschlossenen Arbeitsmediums kann je nach Anwendungsge-

biet entweder ein Rotieren des Rahmens 501 oder der Exzentereinheit 527 bewirken.

Die sechste Ausführungsform nach Fig. 11 zeigt in perspektivischer Darstellung das Verdrängungselement 601, bestehend aus dem trapezförmigen langgestreckten Grundkörper 605 mit den Ritzeln 611 zum Eingriff in die Zahnradsegmente 612 (Fig. 12 u. 13). Der trapezförmige Querschnitt des Grundkörpers 605 ist an der Stirnseite 606 und an der Basisseite 607 jeweils durch einen Kreisbogen begrenzt, deren Radien dem Radius der Rippen 608 entspricht. Die Rippen 608 sind in regelmäßigen Abständen von der Basisseite 607 des Grundkörpers 605 aus als Kreisscheiben ausgebildet. Der Mittelpunkt der Rippen 608 ist der geometrische Mittelpunkt des Grundkörpers 605. Die Länge des Verdrängungselementes 601 entspricht der Länge der zylindrischen Kammer 602 (Figur 14 u. 16).

Die Fig. 12 und 13 zeigen den Querschnitt des Verdrängungselementes 601 mit der Trennwand 609, die mit den Kreisbogenbegrenzungen an der Stirnseite 606 und der Basisseite 607 des Grundkörpers 605 verbunden ist, so daß sich die Form eines Ankers ergibt. Die Trennwand 609 unterteilt den Innenraum des Grundkörpers 605 in zwei Segmente 610, die ein Vakuum umschließen. In einem der Segmente 610 sind jeweils die magnetischen Elemente 604 (Permanentmagnete) angeordnet. Das Segment 610 befindet sich immer im kalten Bereich des Arbeitsmediums. Dadurch wird eine Beeinflussung der Magnetfeldwirkung durch Wärme ausgeschlossen. Der Grundkörper 605 des Verdrängungselementes 601 weist an seiner Basisseite 607 die Ritzel 611 auf, die so in die Zahnradsegmente 612 eingreifen, daß eine feste, aber nur mit geringer Reibung behaftete Verbindung entsteht. Das Verdrängungselement 601 wird dadurch in zwei Pendellagen zwangsgeführt. Die Zahnradsegmente 612 sind Bestandteil des Mantels 614 (Fig. 12 u. 13). Das Verdrängungselement 601 bewegt sich während der Arbeitsphase so, daß es jeweils die Innenflächen der Kammern 602 eng ausfüllt und das Arbeitsmedium über die Verdrängungskanäle 627 und den Regenerator 626 in die jeweils andere Kammerhälfte verdrängt.

Die Rippen 608 des Verdrängungselementes 601 greifen während dieser Pendelbewegung in die Zwischenräume der zu den Rippen 608 intermittierend angeordneten Rippen 625 der Kammer 602 ein. Der Regenerator 626 ist als Wärmeaustauscher ausgebildet und enthält z.B. verdichtete Metallwolle. Die Betriebslage des Verdrängungselementes 601 ist immer so, daß die Ritzel 611 im unteren Teil der Kammer 602 liegen. Eine Betriebsvoraussetzung für die Wärmekraftmaschine ist daher ein feststehendes inneres Gehäuse und eine drehbare Exzenterwelle 617 (Fig. 14 bis 16). Die

Kammern 602 stehen demzufolge im Stator örtlich fest und das Zentrum (Exzenterwelle) bewegt sich.

Die Fig. 14 zeigt die Ausführungsform mit einem zylindrischen Rahmen 613, der aus einem Mantel 614, einer Frontplatte 640 und einer Endplatte 641 gebildet ist. In dem Mantel 614 des zylindrischen Rahmens 613 sind die Kammern 602 eingelagert, die eine ovale Zylinderform haben. Die Kammern 602 sind derart in den Rahmen 613 eingelassen, daß der eine Teil nach außen und der andere Teil in das Innere des durch den Rahmen 613 gebildeten Hohlraumes zeigt. Zur besseren Wärmeübertragung sind die Wandstärken der Kammern 602 entsprechend dünn gehalten. Im Innern jeder Kammer 602 befindet sich das Verdrängungselement 601, mit dem zweigeteilten, ein Vakuum umschließenden Innenraum 610 (Fig.12 u.13). Das Verdrängungselement 601 ist aus einem wärmeisolierenden Material, z.B. Porzellan, gefertigt. Die Länge des Verdrängungselementes 601 stimmt mit der Länge der zylindrischen Kammer 602 überein. Jedes Verdrängungselement 601 weist kreisscheibenförmige Rippen 608 auf, die in die Zwischenräume der intermittierend angeordneten Rippen 625 der Kammer 602 eingreifen. Über die Verdrängungskanäle 627 wird das in der Kammer 602 befindliche gasförmige Arbeitsmedium durch die Bewegung des Verdrängungselementes 601 von einer Seite der Kammer 602 zu der anderen verdrängt. Jede Kammer 602 ist mit einem Kolbenelement 603 versehen, das einen z.B. als Membran ausgebildeten Kolben 615 aufweist

Der Kolben 615 ist über ein erstes Gelenk 616, ein Abtriebsgestänge 619 und ein zweites Gelenk 620 mit einer Abtriebsscheibe 621 verbunden. Die Abtriebsscheibe 621 ist mittels zweier Kugellager 642 auf dem Exzenter 617 der Exzenterereinheit 622, die aus dem Exzenter 617 und der damit verbundenen Zentralachse 618 besteht, gelagert. Die Frontplatte 640 des zylindrischen Rahmens 613 weist eine Lagerbuchse 643 auf, mit welcher der gesamte Rahmen 613 mit seiner Vielzahl von Kammern 602 mittels Lagern 646 auf der Zentralachse 618 gelagert ist. Es wird nun die Exzenterereinheit 622 drehbar und der Rahmen 613 festgelagert. Bei dieser Ausführungsform ist die Zentralachse 618 horizontal gelagert. Unterhalb der Kammern 602 sind halbkreisförmig Magnete 647 angeordnet. Diese dienen dazu, die Verdrängungselemente 601 in die jeweilige Pendellage (Fig.12 u. 13) zu bewegen. Dabei wird die Wärme von außen durch das den Rahmen 613 umgebende Medium den Kammern 602 zugeführt. Die Kühlung der Kammern 602 erfolgt über das Innere des Rahmens 613, wobei das Kühlmedium durch den Kühleinlaß 648 und Auslaß 649 geleitet wird. Als Kühlmedium kann Luft, Öl, Wasser o.dgl benutzt werden.

Die Fig.15 zeigt einen Querschnitt in radialer Richtung längs der Linie XV-XV in Fig. 14. Dargestellt ist der äußere Rahmen 613, der den Rahmenmantel 614 enthält. In dem Rahmenmantel 614 sind eine Vielzahl von Kammern 602 eingelassen, deren Wandungen zur besseren Wärmeübertragung dünner sind als der Mantel 614. Jede Kammer 602 enthält ein Verdrängungselement 601 mit trapezförmigem Querschnitt. Der ovale Querschnitt einer Kammer 602 wird durch einen oberen Halbkreis 650 und einen unteren Halbkreis 651 gebildet, die mittels zweier paralleler Stege 652 und 653 verbunden sind. Der Radius eines Verdrängungselementes 601 entspricht abzüglich einer gewissen Toleranz den Halbkreisradien der Halbkreise 650 bzw. 651. Somit ist eine einfache Bewegung der Verdrängungselemente 601 innerhalb der Kammern 602 durch eine Pendelbewegung möglich. Jede Kammer 602 weist ein Kolbenelement 603 auf, das über ein Abtriebsgestänge 619 und ein Gelenk 620 mit der Abtriebsscheibe 621 verbunden ist. Die Abtriebsscheibe 621 ist mittels eines Lagers 642 auf dem Exzenter 617 gelagert. Die Verdrängungselemente 601 sind in den Kammern 602 durch die Ritzel 611 am Grundkörper 605 und die Zahnradsegmente 612 am Mantel 614 (Fig.12 u.13) so festgelegt, daß sie in den Kammern der rechten Seite (Kammer 1 bis 7) mit der Basisseite 607 in Uhrzeigerrichtung zeigen und in den Kammern der linken Seite (Kammern 8 bis 12) mit der Basisseite 607 entgegengesetzt zur Uhrzeigerrichtung zeigen (Fig.5). Das Arbeitsmedium komprimiert und expandiert im Rhythmus der Pendelbewegung des Verdrängungselementes 601. Die Pendelbewegung erfolgt durch den sehr guten Wärmeaustausch über die Rippen 608 des Verdrängungselementes 601 und die Rippen 625 der Kammer 602 sowie infolge der reibungsarmen Lagerung des Verdrängungselementes 601 über das Ritzel 611 und die Zahnradsegmente 612 nahezu schlagartig. Die Pendelbewegung wird durch die im Verdrängungselement 601 an der unteren, kalten Mediumseite angeordneten magnetischen Elemente 604 sowie die äußeren Magnete 647 unterstützt. Die Magnetfeldwirkung bleibt durch diese Anordnung auch bei höheren Temperaturen des Arbeitsmediums erhalten.

Die Fig.16 zeigt die sechste Ausführungsform in perspektivischer Ansicht. Der zylindrische Rahmen 613 umfaßt den Mantel 614, in dem eine Vielzahl von zylindrischen Kammern 602 eingelassen sind. Dabei befindet sich der eine Teil einer Kammer 102 außerhalb des Mantels 614, während der andere Teil in das Innere des Mantels 614 zeigt. Im Innern jeder Kammer 602 befinden sich Verdrängungselemente 601 zum Verdrängen des in den Kammern 602 eingeschlossenen Arbeitsmediums. Jede Kammer 602 enthält ein Kolbenele-

ment 603 und einen Kolben 615, der über ein Gelenk 616, ein Abtriebsgestänge 619 und ein weiteres Gelenk 620 mit der Abtriebscheibe 621 verbunden ist, die auf einem Exzenter 617 gelagert ist, der mit der Zentralachse 618 verbunden ist. Diese Ausführungsform ist besonders im Solarbereich anwendbar, indem der Motor im Brennpunkt eines Hohlspiegels angeordnet wird. Über die reflektierten Sonnenstrahlen wird eine gleichmäßige Erwärmung der äußeren Zone der Kammern 602 erzielt.

Die Fig. 17 zeigt die siebente Ausführungsform. In den Mantel 714 des zylindrischen Rahmens 713 sind eine Vielzahl von Kammern 702 eingelassen, in denen sich Verdrängungselemente 701 befinden. An der jeweils einen Seite des aus einem isolierenden Material gefertigten Verdrängungselementes 701 befindet sich das magnetische Element 704. Der zylindrische Rahmen 713 ist von einer äußeren Exzentereinheit 728 in Form eines zylindrischen Gehäuses umgeben. Die Exzentereinheit 728 umfaßt einen Zylindrischen Außenmantel 729, der an den beiden Enden durch die Außenplatten 730,731 abgeschlossen ist. Die Exzentereinheit 728 ist durch die Außenplatten 730,731, die axiale Öffnungen aufweisen, auf dem zylindrischen Mantel 714 des Rahmens 713 außerhalb der Bereiche der Kammern 702 durch die Lager 732,733 gelagert. Im Inneren der Exzentereinheit 728 befinden sich an den beiden Stirnseiten Magnete 744,745, die sich über den entsprechenden Magneten 704 der Verdrängungselemente 701 befinden und mit diesen die Verdrängungselemente 701 bewegen. Jede Kammer 702 weist in der Mitte ein nach außen zeigendes Kolbenelement 703 auf. In dem Kolbenelement 703 befindet sich ein Kolben 715, der über ein Gelenk 716, ein Abtriebsgestänge 719 und ein weiteres Gelenk 735 mit einem Abtriebsring 734 verbunden ist, der mittels eines ringförmigen Abtriebsringlagers 736 auf einem Exzentersteg 737 angeordnet ist, der mit dem Außenmantel 729 der Exzentereinheit 728 fest verbunden ist.

Die Fig. 18 zeigt den radialen Querschnitt längs der Linie XVII XVIII in Fig. 17. Die in den Mantel 714 des Rahmens 713 eingelassenen Kammern 702 weisen Verdrängungselemente 701 auf, deren Kolbenelemente 703 mittels Abtriebsstangen 719 und Gelenken 735 mit dem Abtriebsring 734 verbunden sind. Der Abtriebsring 734 ist über ein Lager 736 auf dem Exzentersteg 737 angeordnet. Der Exzentersteg 737 ist mit dem Außenmantel 723 der Exzentereinheit 728 fest verbunden. Dabei haben der Mantel 723 der Exzentereinheit 728 und der Rahmen 713 den gemeinsamen zentralen Achsenpunkt 738, während der Mittelpunkt des Exzentersteges 737 durch den exzentrischen Achsenpunkt 739 gebildet wird. Die Ausführungsform nach Fig. 17 und Fig. 18 weist im Innern einen offenen

Raum auf, der z.B. durch eine Flamme mit Wärme beschickt werden kann. Die Kühlung der Kammern 702 wird innerhalb des von der Exzentereinheit 728 und dem Mantel 714 des Rahmens 713 gebildeten Hohlraumes vorgenommen. Die Kompression durch Abkühlung bzw. Expansion durch Erhitzung des in den Kammern 702 eingeschlossenen Arbeitsmediums wird durch ein Rotieren der Exzentereinheit 728 bewirkt. Diese Ausführungsform ist bevorzugt zur Anwendung in Verbrennungsanlagen geeignet.

Die Fig. 19 zeigt einen axialen Längsschnitt durch die achte Ausführungsform. Hierbei ist in dem auf der Zentralachse 818 drehbaren Rahmen 801 in mehreren, am Umfang verteilt angeordneten Reihen je eine Mehrzahl von radial ausgerichteten zylindrischen Kammern 802 angebracht, in denen je ein mit einem Regenerator 826 versehener freibeweglicher Verdrängerkolben 803 radial-beweglich angeordnet ist. Die auf der Innenseite des Rahmens 801 durch Membranen 824 abgeschlossenen Kammern 802 jeder Reihe sind mit langgestreckten Trägern 860 verbunden, die auf der Innenseite Träger 861 mit Rollen 862 tragen. Zwischen den Kammern 802 sind auf der Innenseite des Rahmens 801 ebenfalls Träger 863 mit Rollen 864 angebracht. Auf dem Exzenter 817 ist ein mit äußeren Rollen 866 versehener Führungsring 865 gelagert. Jeder Reihe von Kammern 802 ist ein Kabel 867 zugeordnet, das gemäß Fig. 19 von einem Festpunkt 868 auf der Innenseite des Rahmens 802 zick-zack-förmig um die Rollen 862, 864 und 866 zu einem anderen Festpunkt 869 am anderen Ende des Rahmens 802 geführt ist. Auf der heißen Seite des Rahmens 802 (in Fig.19,oben) werden die Kolben 803 nach innen geführt. Bei der Drehung des Rahmens 803 zur kalten Seite (in Fig.19,unten) werden die Kolben 803 nach außen geführt. Dabei wirken unterschiedlich große Zugkräfte z, Z auf das Kabel 867 ein, die in Fig. 19 mit kleinen und großen Pfeilen gezeigt sind und die eine Rotation des Rahmens 802 um die Zentralachse 818 bewirken.

Patentansprüche

1. Wärmekraftmaschine aus mindestens einem Zylinder mit einem Kolbenelement, aus Einrichtungen zum aufeinanderfolgenden Erwärmen und Abkühlen des im Zylinder eingeschlossenen Mediums und aus einem Abtriebsgestänge,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Vielzahl von Zylindern (105) an einem um eine drehfeste Exzenterwelle (101) drehbaren Rahmen (104) angeordnet ist, daß die Einrichtungen (121,122) im Drehbereich der Zylinder (105) diametral gegenüberliegend angeordnet sind und daß die Abtriebsgestänge (110)

- der Vielzahl von Kolbenelementen (106) an einem auf der Exzenterwelle (101) drehbaren Lagerring (110) abgestützt sind, wobei der drehbare Rahmen (104) und der Lagerring (10) auf unterschiedlichen Bereichen der drehfesten Exzenterwelle (101) gelagert sind. 5
2. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (104) auf dem Exzenter (103) der Exzenterwelle (101) drehbar gelagert ist, daß die Zylinder (105) im Abstand von und parallel zum Exzenter (103) der Exzenterwelle (101) am Rahmen (104) angeordnet sind und daß die Abtriebsgestänge (110) mit ihrem äußeren Gelenk (118) über Dreieckslenker (108) am Kolbenelement (106) und am Rahmen (104) und mit ihrem inneren Gelenk (119) an dem um die Zentralachse (102) der Exzenterwelle (101) drehbaren Lagerring (109) angelenkt sind. 10 15 20
3. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (104) auf der Zentralachse (102) der Exzenterwelle (101) gelagert ist, daß die Zylinder (105) radial zur Exzenterwelle (101) am Rahmen (104) angeordnet sind und daß die Abtriebsgestänge (110) mit ihrem äußeren Gelenk (118) an den Kolbenelementen (106) und mit ihrem inneren Gelenk (119) an dem am Exzenter (103) gelagerten Lagerring (109) angelenkt sind. 25 30
4. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenelemente (106) als die Zylinder (105) dichtend abschließende Membranen ausgebildet sind. 35
5. Wärmekraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenke (118,119) zwischen dem Dreieckslenker (108) und dem Abtriebsgestänge (110) bzw. zwischen dem Kolben (107) und dem Lagerring (109) als Kardangelenke ausgebildet sind. 40 45
6. Wärmekraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Medien innerhalb und außerhalb des insbesondere geschlossenen Rahmens (401) unterschiedliche Temperaturen aufweisen und daß sich innerhalb der Kammern (405) ein Verdrängungselement (406) zur Verschiebung des Arbeitsmediums befindet. 50
7. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern (405) Zylinderform aufweisen und in axialer Richtung in den Rahmen (401) eingelassen sind. 55
8. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern (405) einen ovalen Querschnitt aufweisen und sich aus zwei Halbkreisen (438,439) mit gleichen Radien, verbunden durch zwei parallele Strecken (440,441), zusammensetzen, daß das Verdrängungselement (406) einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, dessen Radius dem Radius der Halbkreise entspricht, und daß das Verdrängungselement (406) eine radiale Nut (408) zum Verschieben des Arbeitsmediums enthält.
9. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rahmenachse waagrecht gelagert ist und daß die Bewegung der Verdrängungselemente (406) durch die Gravitation hervorgerufen wird.
10. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bewegung der Verdrängungselemente (406,506) Bewegungseinrichtungen aus steuerbaren Magnetelementen (421,544,545) vorgesehen sind.
11. Wärmekraftmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Exzentereinheit (416) aus einer Zentralachse (418) und einem damit verbundenen Exzenter (417) ausgebildet ist, wobei die Zentralachse (418) drehfest und der Rahmen (401) gegenüber dieser drehbar ist oder der Rahmen (401) drehfest und die Zentralachse (418) drehbar gegenüber dem Rahmen (401) angeordnet ist.
12. Wärmekraftmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Exzentereinheit (527) als zylindrischer Körper den Rahmen (501) von außen umfaßt und die Kolbenelemente (509) nach außen zeigend mit diesem verbunden sind und die äußere Exzentereinheit (527) auf dem Rahmen (501) gelagert ist.
13. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenelemente (509) mittig an die Kammern (505) angesetzt sind und auf einen exzentrisch gelagerten Abtriebsring (533) wirken.
14. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die steuerbaren Magnete (544,545) innerhalb des Außenmantels (528) der Exzentereinheit (527) jeweils an den beiden Stirnseiten kreisförmig über den Kammern (505) angeordnet sind und die Verdrängungselemente (509) mit magnetischen

Elementen (542,543) versehen sind.

15. Wärmekraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdrängungselement (601) aus einem langgestreckten Grundkörper (605) mit trapezförmigem Querschnitt gebildet ist, dessen Stirn- und Basisseite (606,607) durch Kreisbogen begrenzt sind, und daß auf dem Grundkörper (605) in regelmäßigen Abständen, intermittierend mit Leerräumen, Rippen (608) ausgebildet sind, die den trapezförmigen Querschnitt des Grundkörpers (605) zu einem Vollkreis ergänzen, und daß der Grundkörper (605) in seinem Inneren zwei durch eine Trennwand (609) gebildete Segmente (610) aufweist.

5
10
15
16. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdrängungselement (601) an seiner Basisseite (607) in definierten Abständen Ritzel (611) zum Eingriff in ein Zahnradelement (612) des Mantels (614) aufweist.

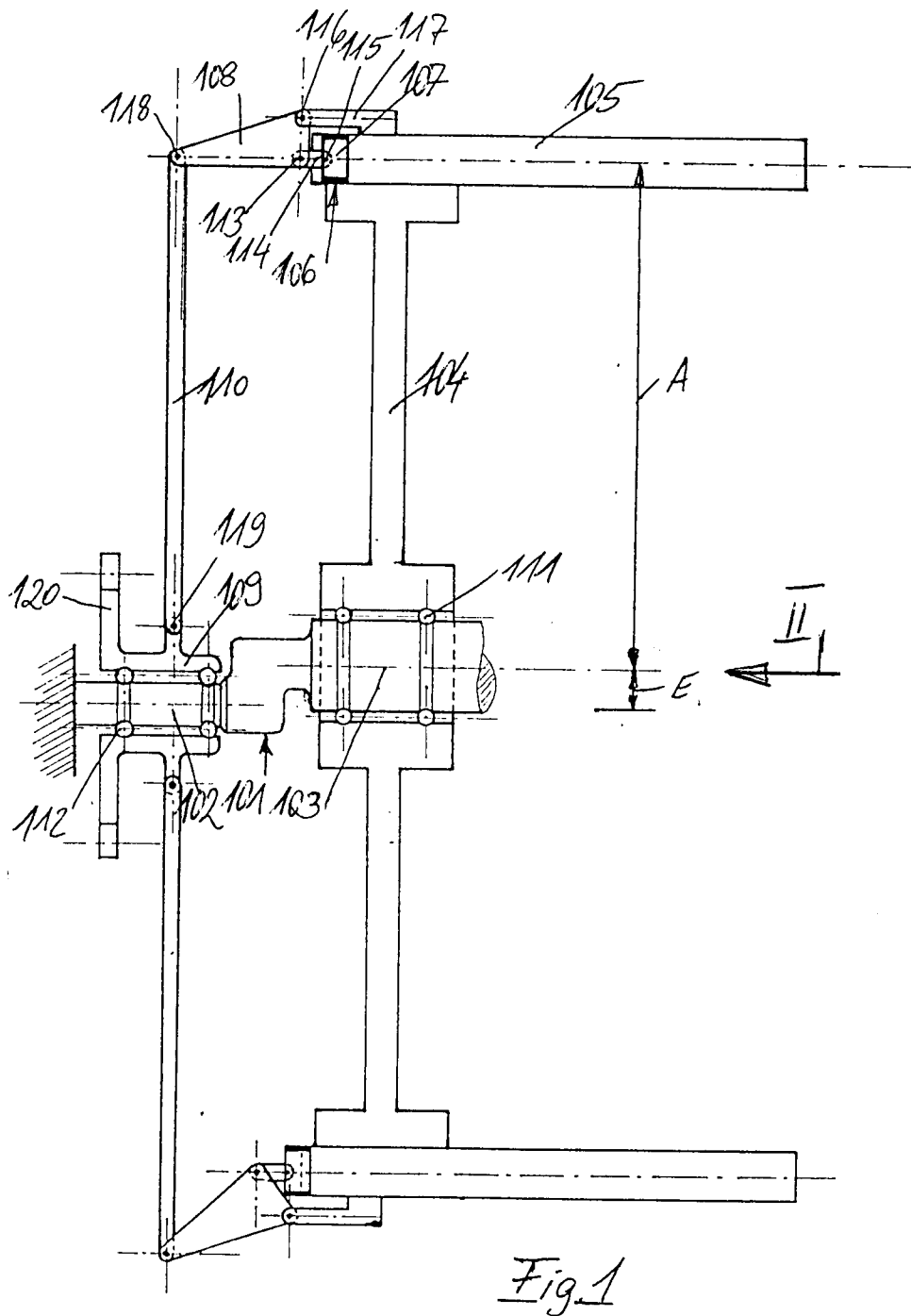
20
17. Wärmekraftmaschine nach den Ansprüchen 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente (610) im Inneren des Grundkörpers (605) ein thermisch isolierendes Medium umschließen.

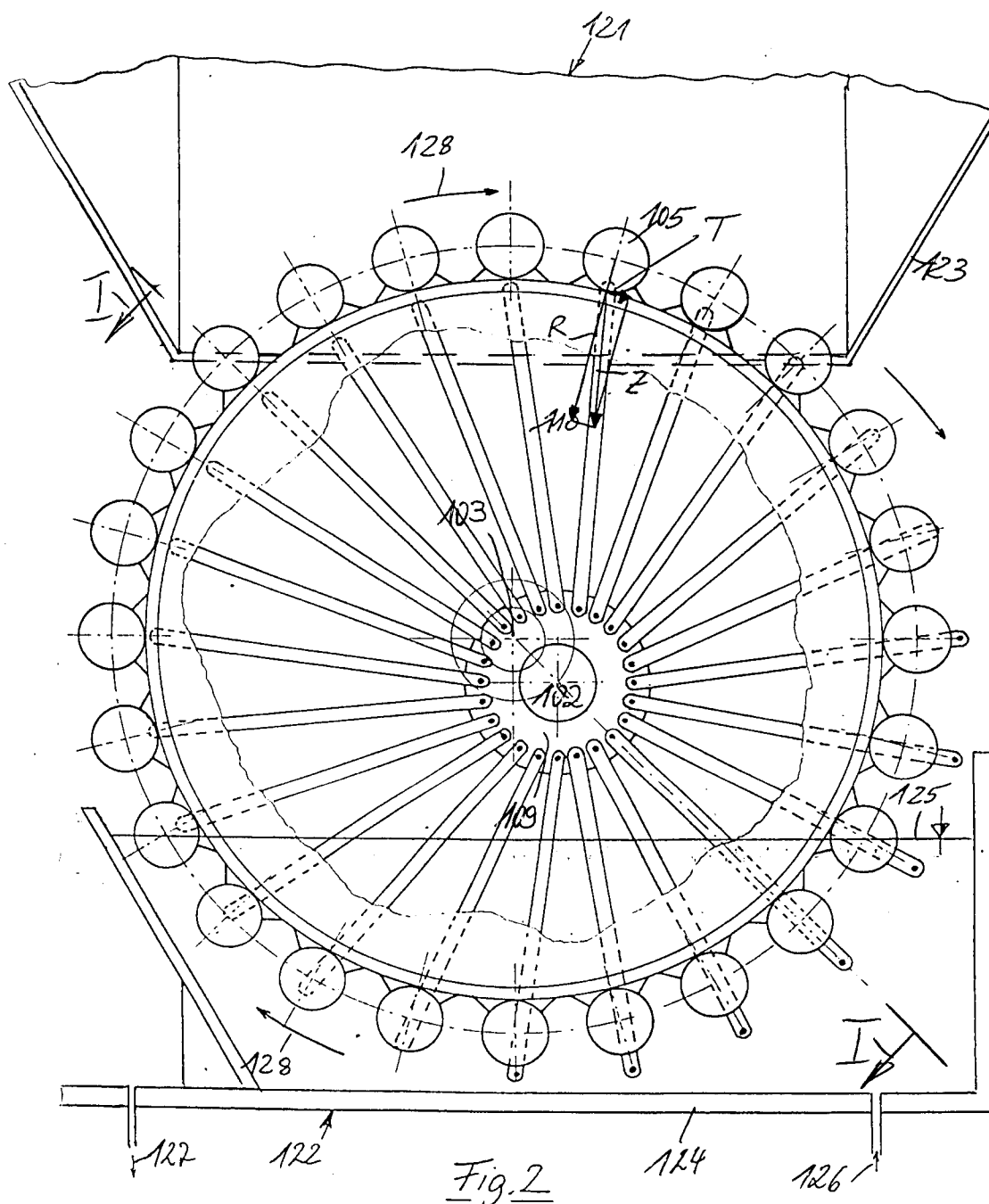
25
30
18. Wärmekraftmaschine nach den Ansprüchen 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß in einem der Segmente (610) im Inneren des Grundkörpers (605) das magnetische Element (604) angeordnet ist.

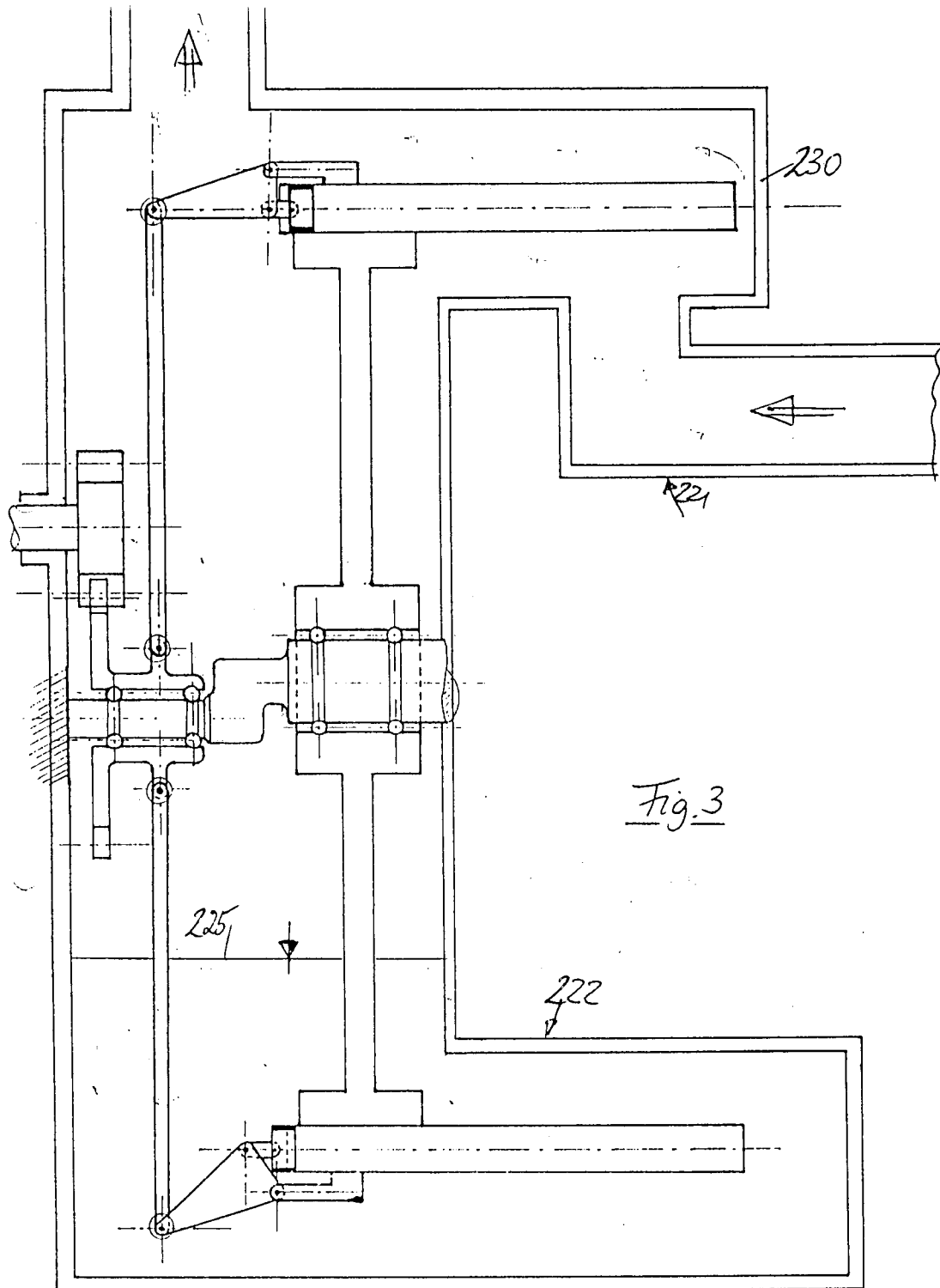
35
19. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Segment (610) mit dem magnetischen Element (604) im kalten Umgebungsmedium angeordnet ist.

40
20. Wärmekraftmaschine nach den Ansprüchen 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (608) des Verdrängungselementes (601) in die Zwischenräume der auf der Innenwand der Kammern (602) intermittierend zu den Rippen (608) des Verdrängungskörpers (601) angebrachten Rippen (625) eingreifen.

45
50
55







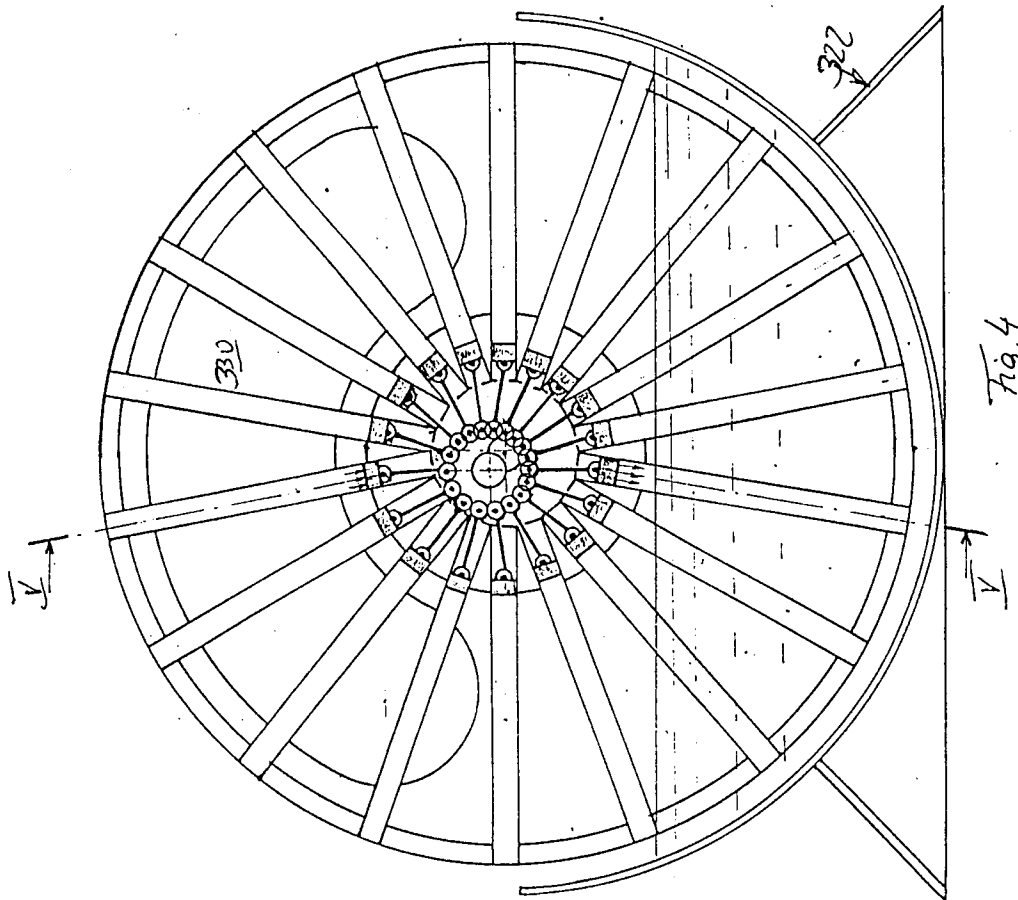


Fig. 4

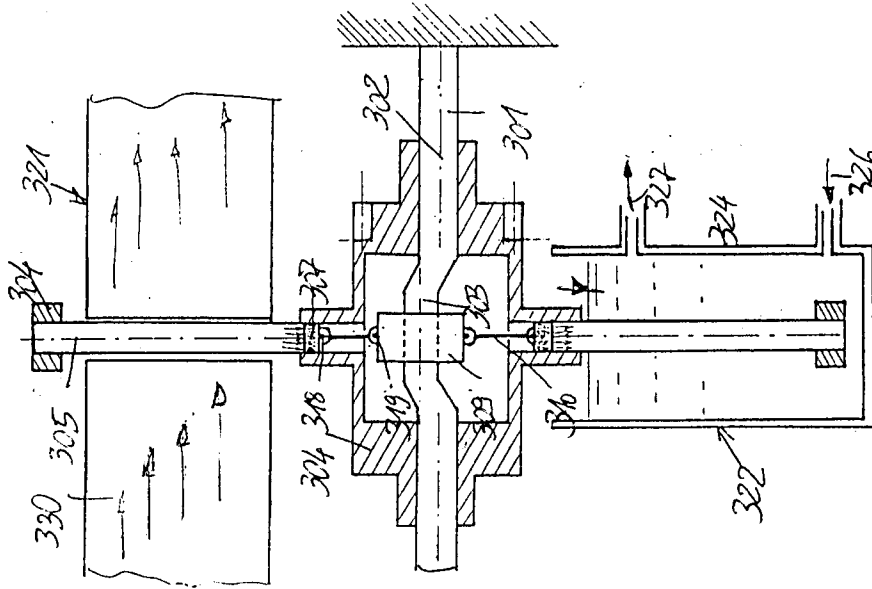


Fig. 5

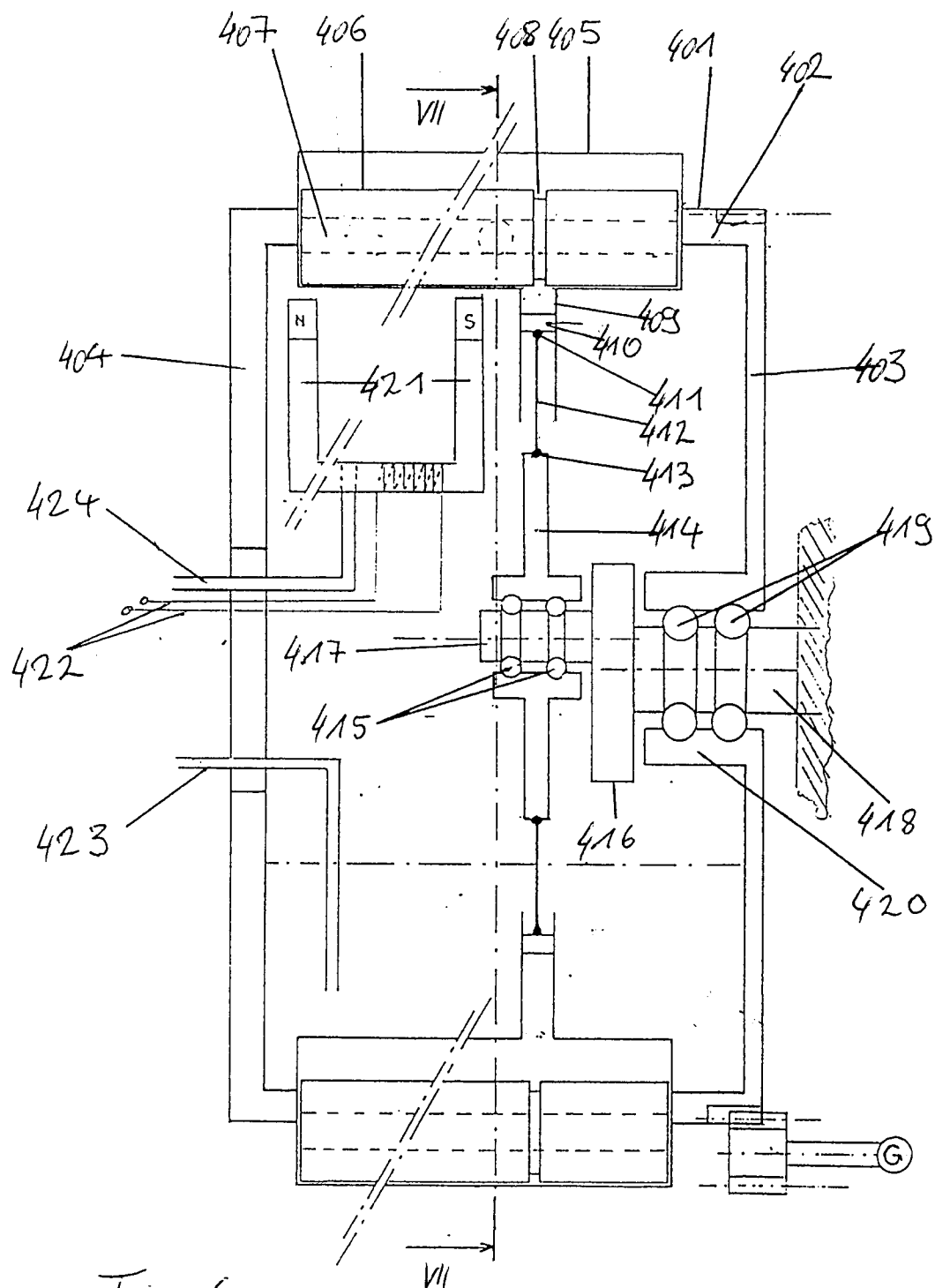


Fig. 6

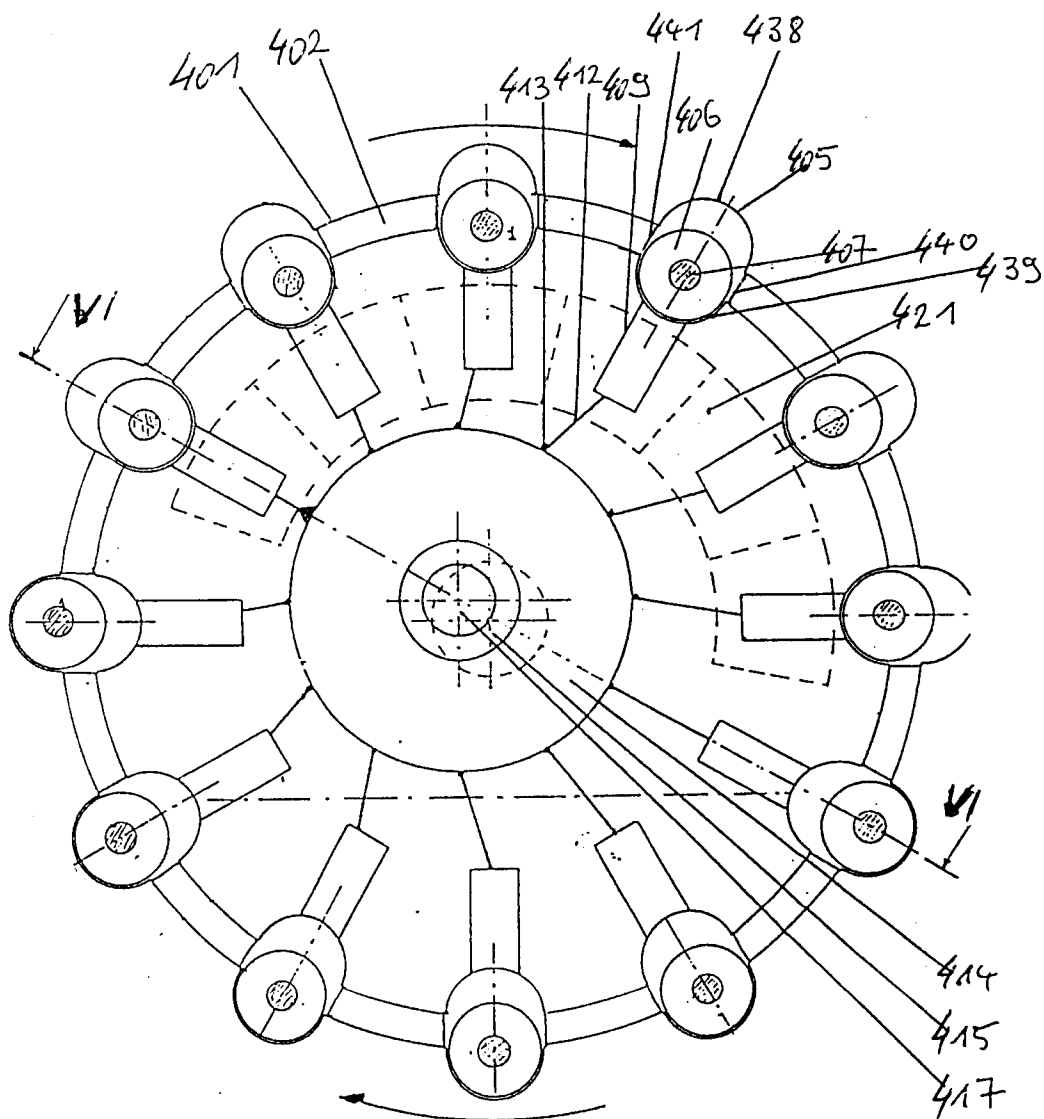
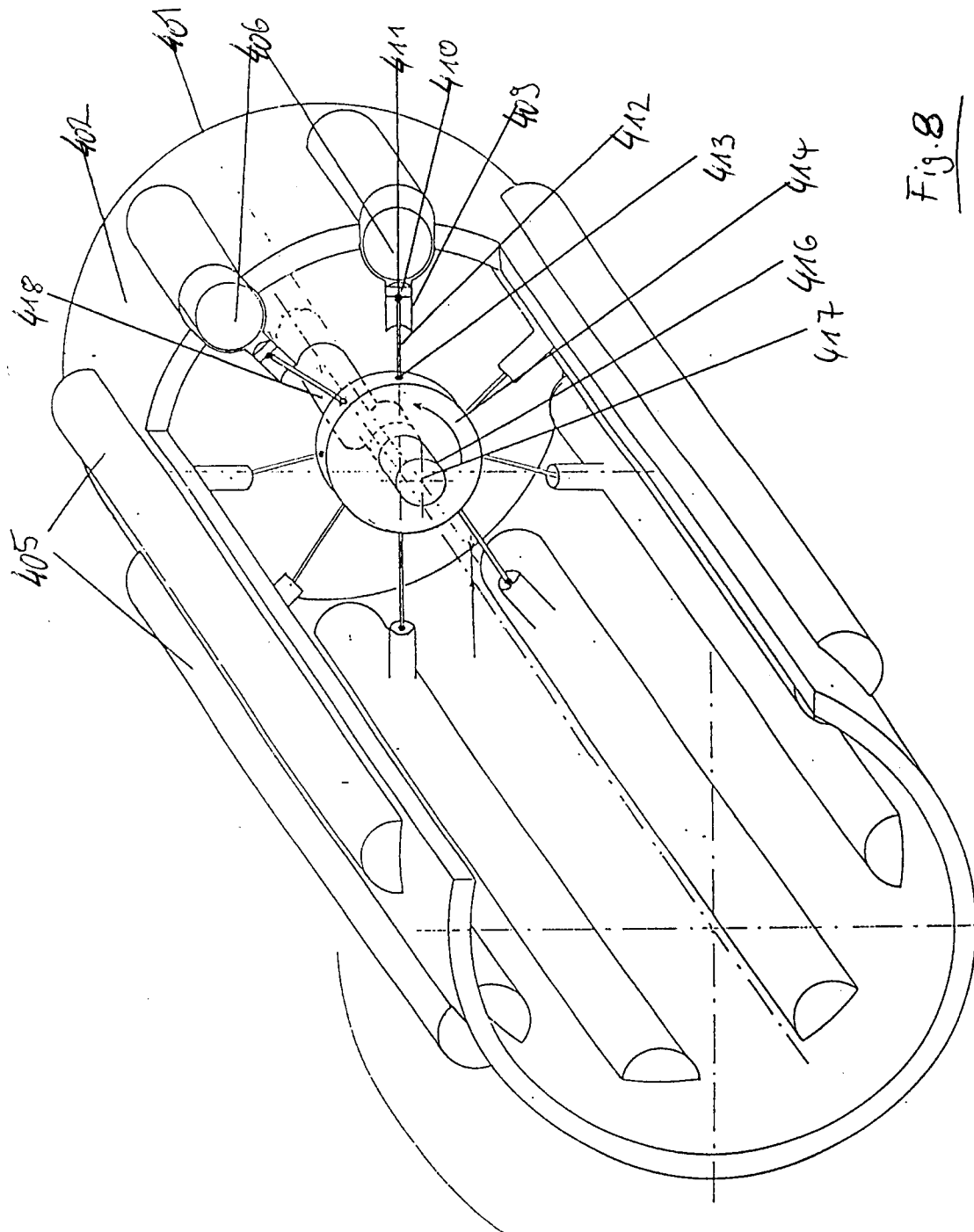


Fig. 7



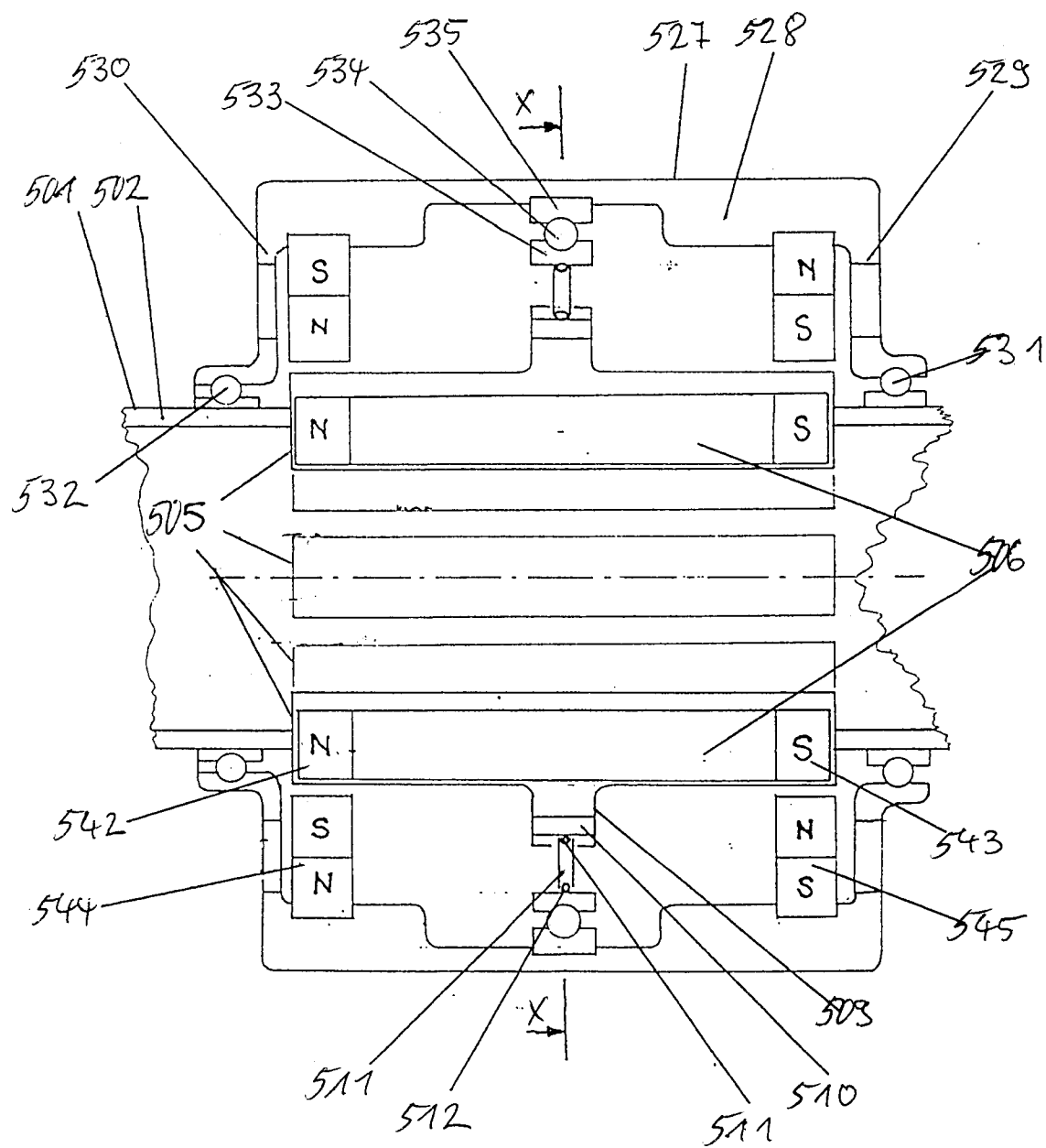


Fig. 9

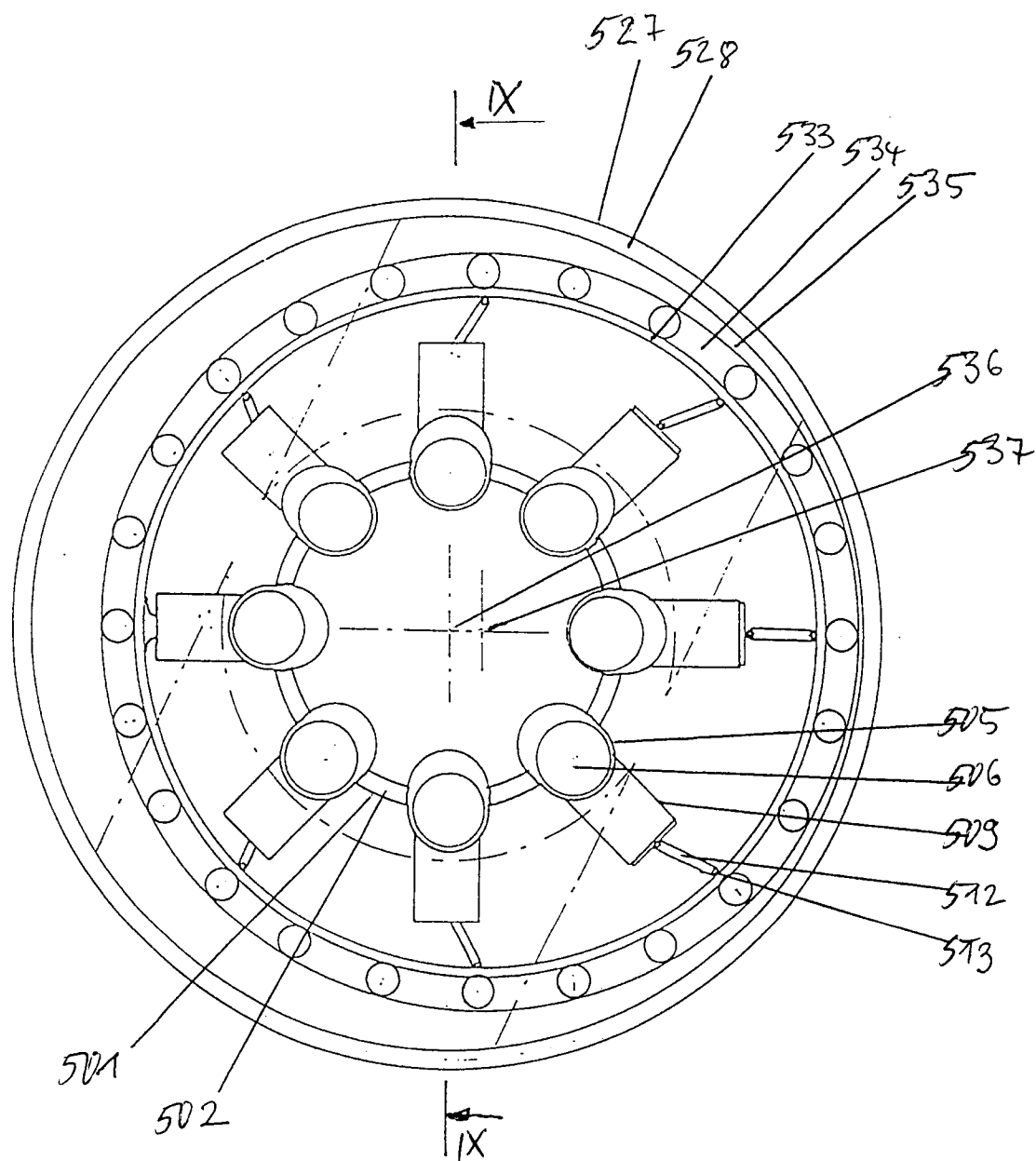


Fig. 10

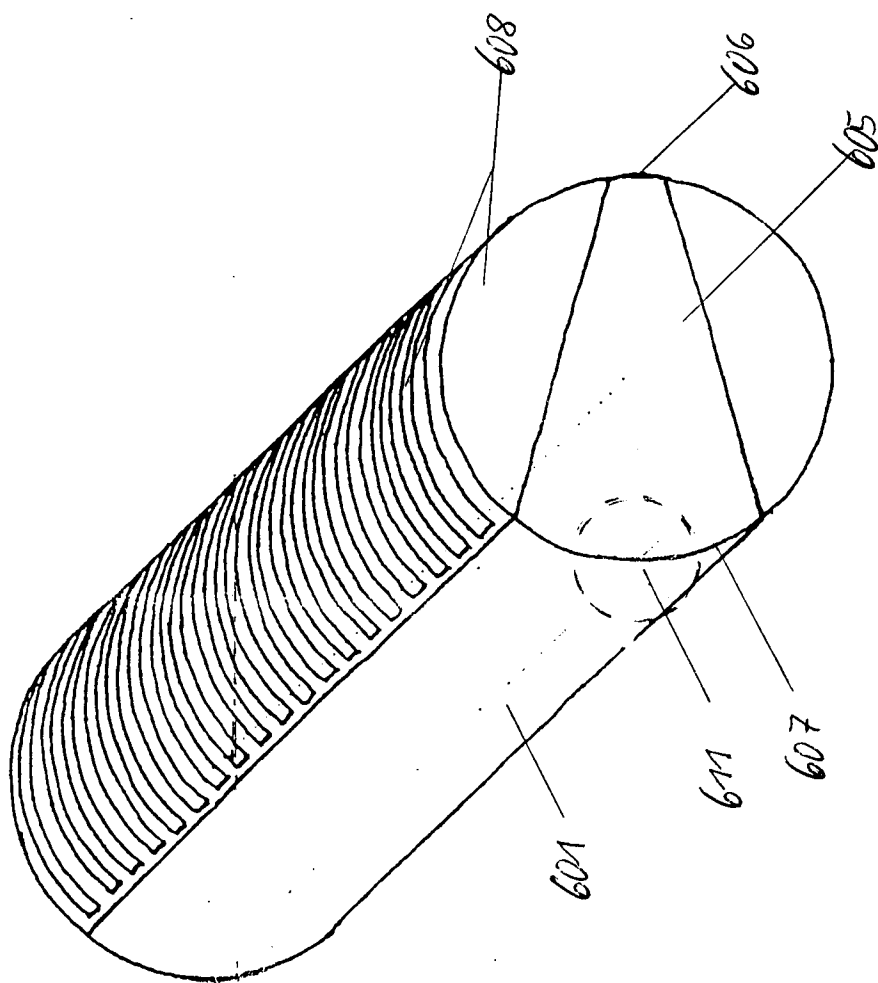
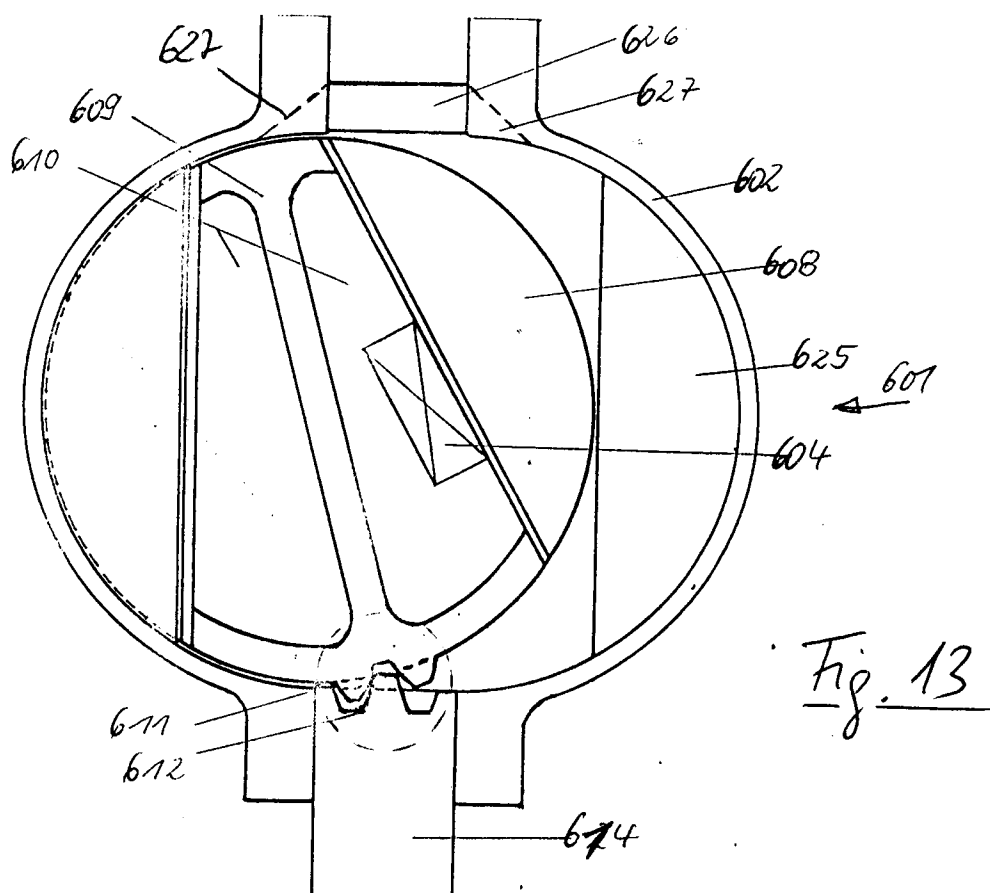
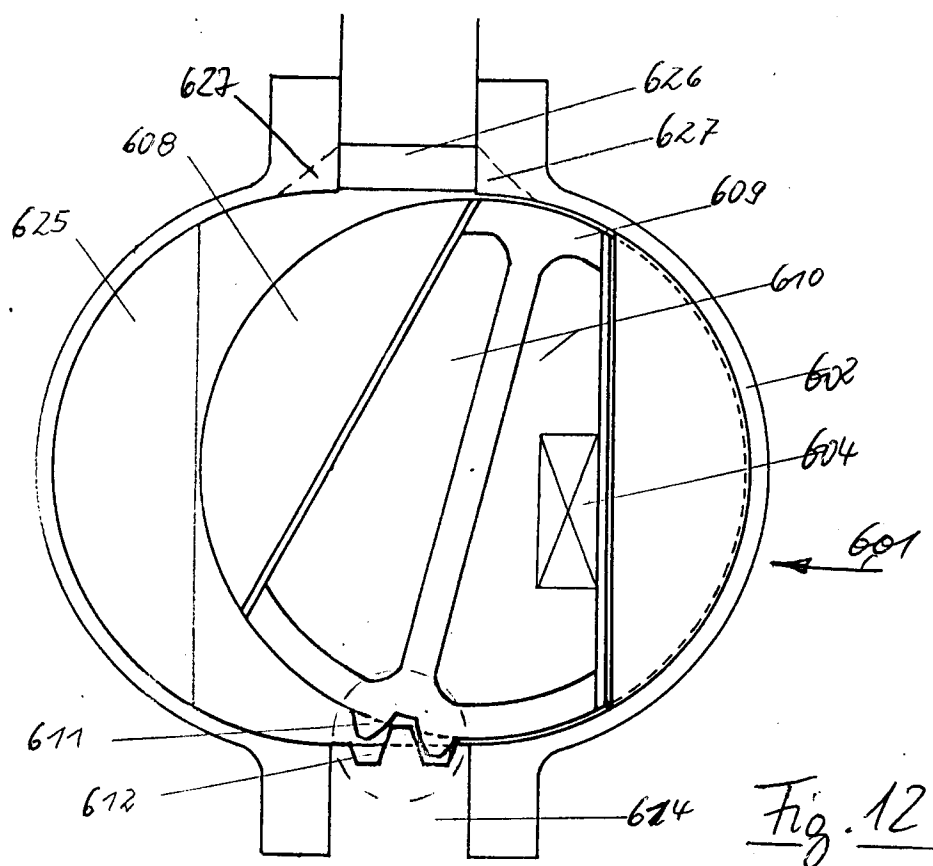


Fig. 11



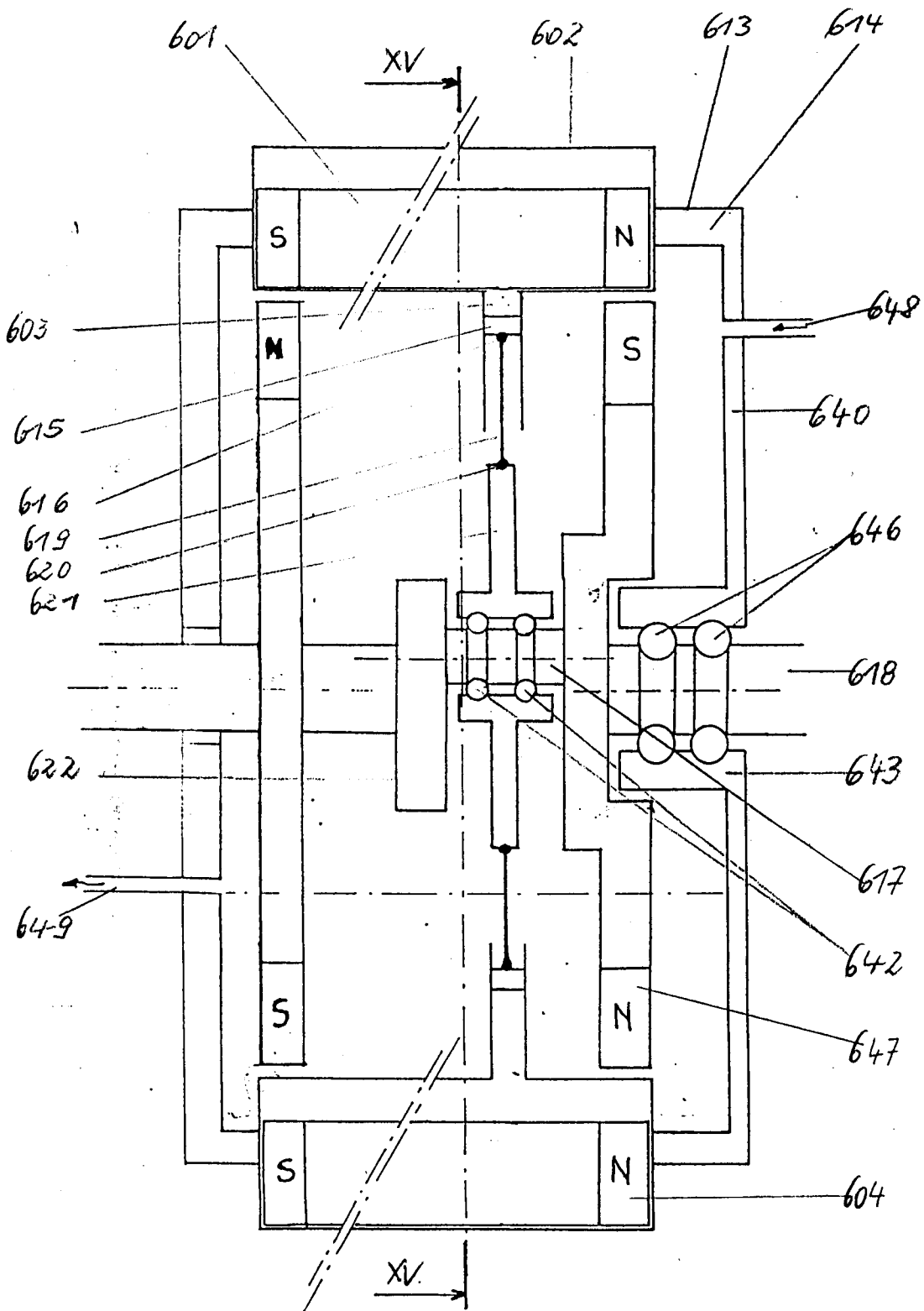


Fig. 14

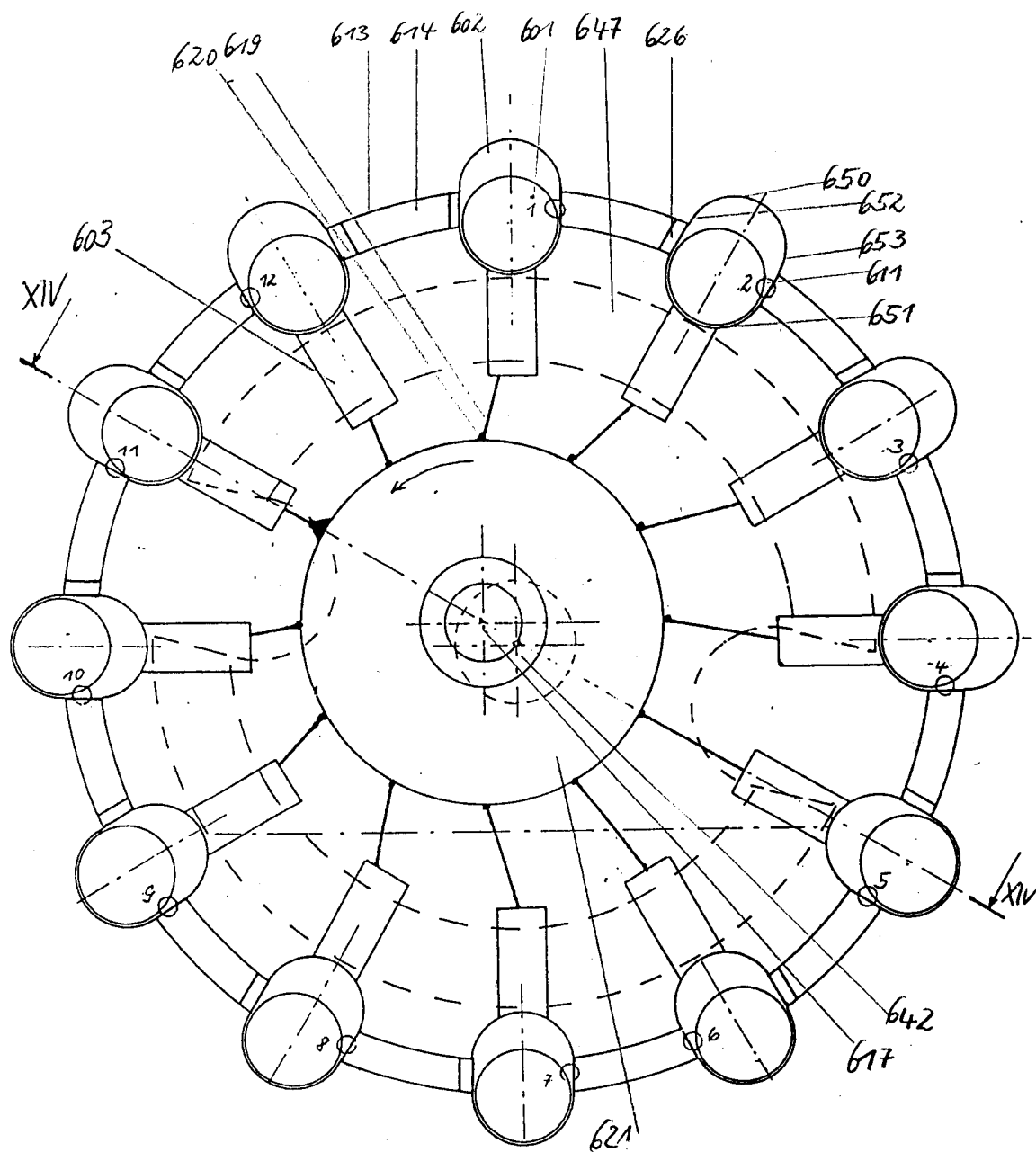
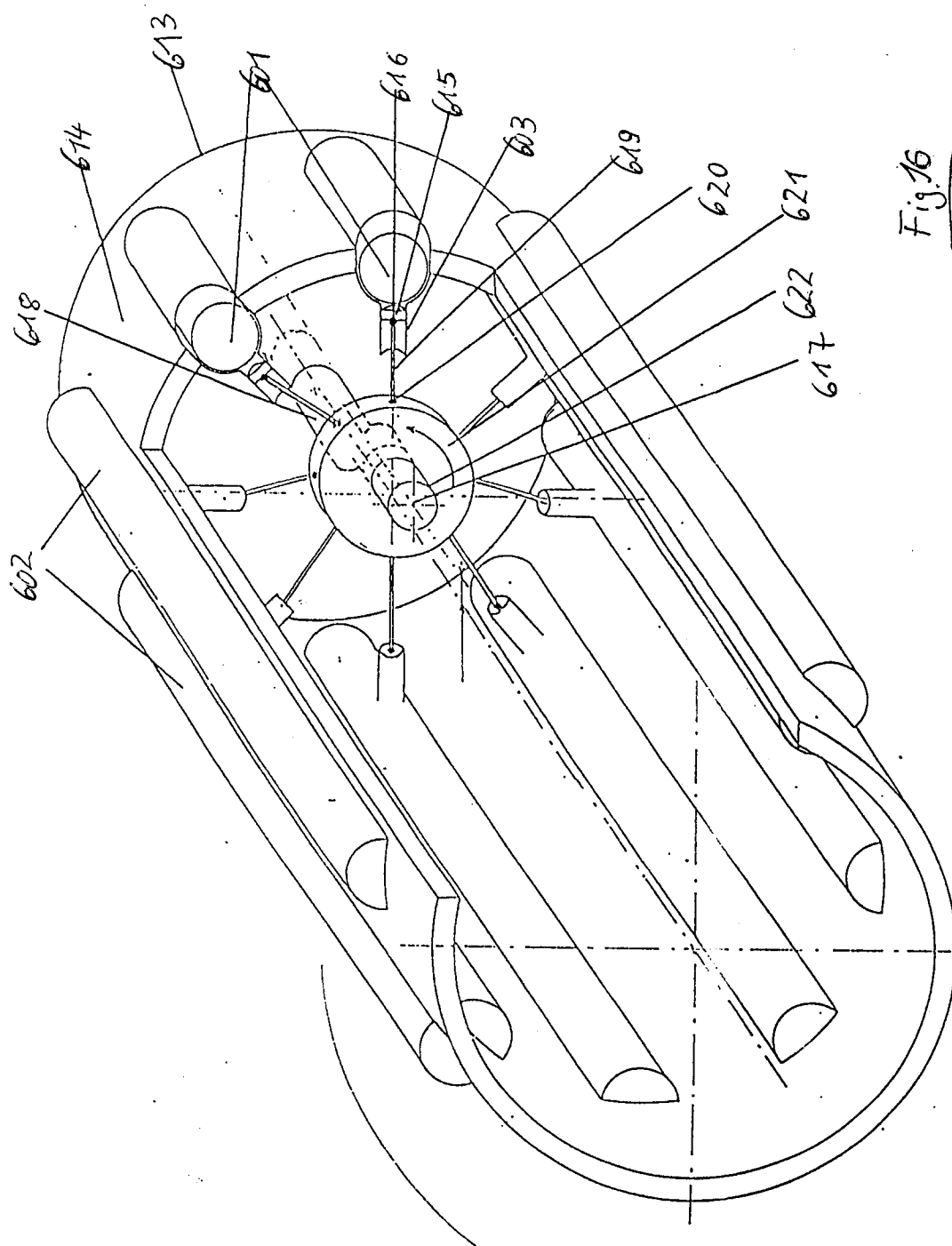


Fig. 15



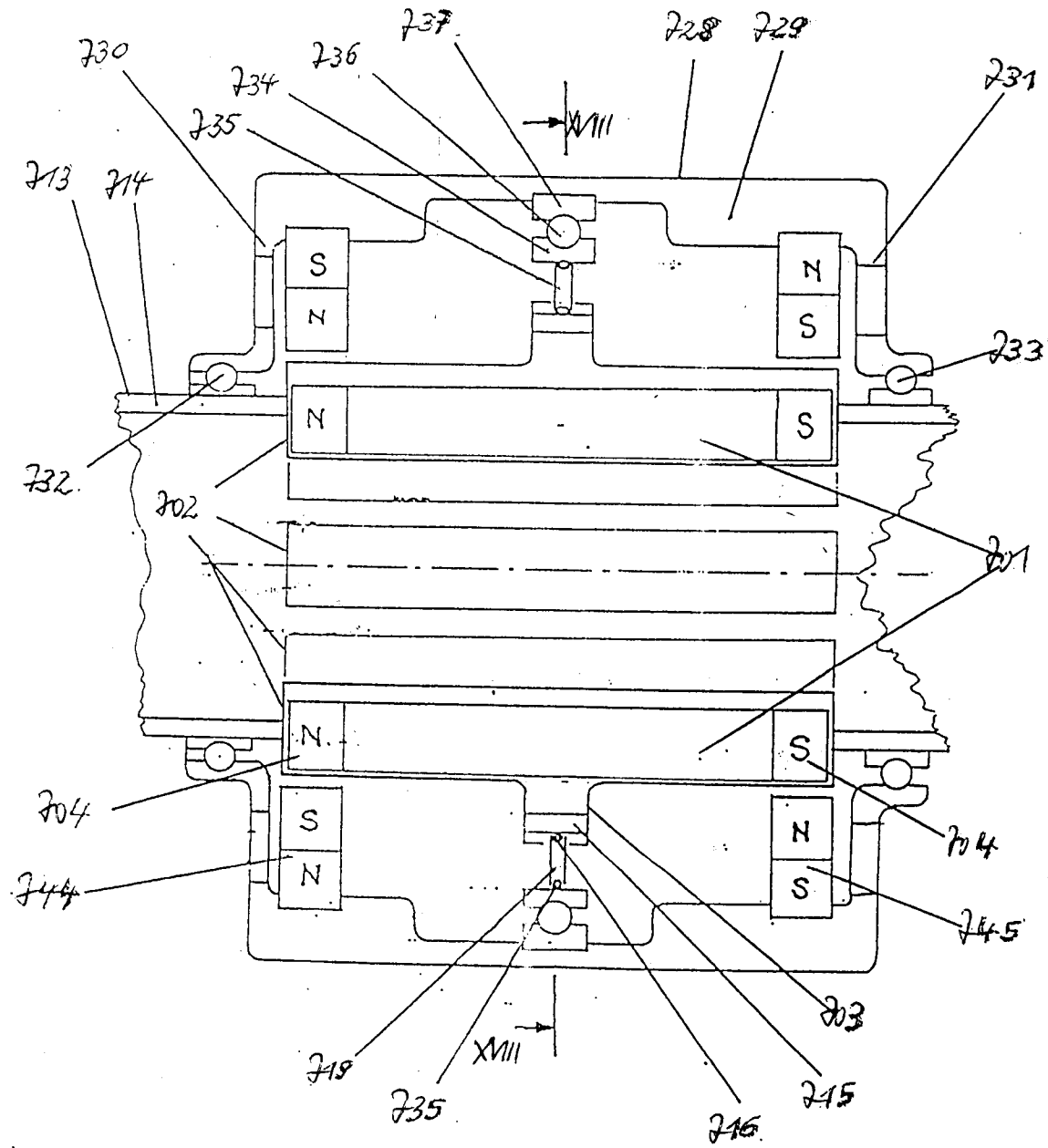


Fig 17

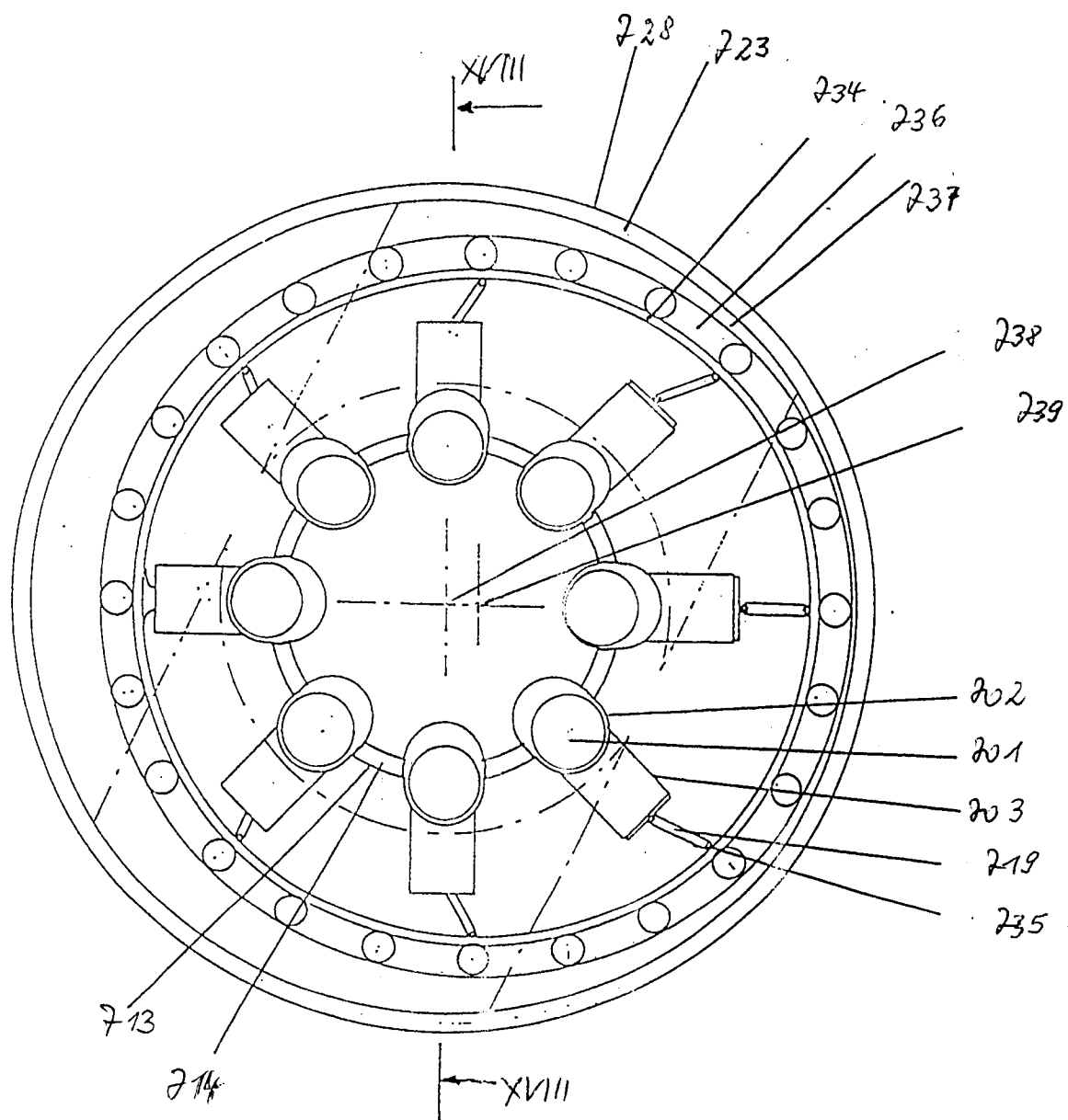


Fig. 18

