



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(19)

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 080 070
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 82109949.6

(51) Int. Cl.³: **F 01 C 1/356, F 01 C 11/00**

(22) Anmeldetag: 28.10.82

(30) Priorität: 19.11.81 DE 3145783

(71) Anmelder: Zettner, Michael, Erlenstrasse 1,
D-8510 Fürth/Bay (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 01.06.83
Patentblatt 83/22

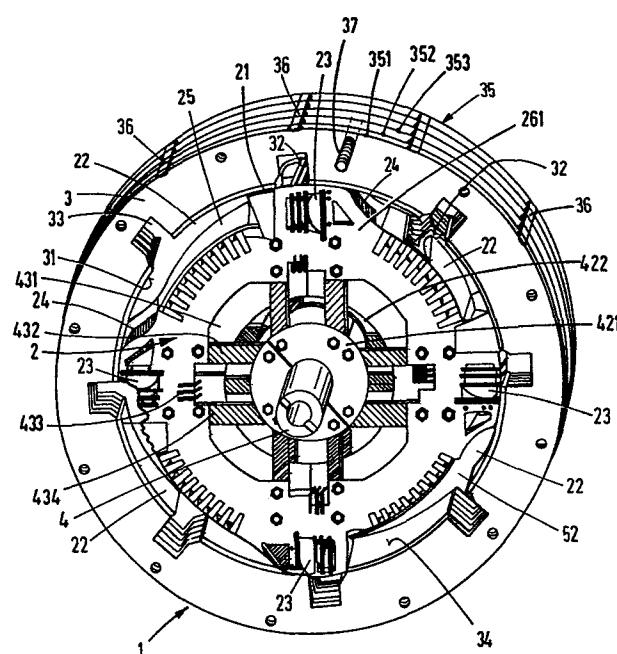
(72) Erfinder: Zettner, Michael, Erlenstrasse 1,
D-8510 Fürth/Bay (DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI NL
SE

(74) Vertreter: Brose, Manfred, Dr., Pelliengasse 45,
D-8500 Nürnberg 50 (DE)

(54) Verbrennungsmotor.

(57) Ein Verbrennungsmotor mit einem im Querschnitt kreisförmigen Rotor (2) und einen den Rotor (2) umgebenen kreisringförmigen Stator (3) (Innenläufer) wird so ausgebildet, daß in der Umfangsfläche (21) des Rotors (2) kreisabschnittsförmige Ausnehmungen (22) als Expansionsräume vorhanden sind, an deren einem Ende eine Brennkammer (23) angeordnet ist und deren anderes Ende in eine Rampe (24) ausläuft. An der Innenseite (31) des Stators (3) sind Klappen (32) schwenkbar gelagert, die in die Ausnehmungen (22) des Rotors (2) zur Aufnahme der Kräfte der expandierenden Verbrennungsgase hineinklapptbar und durch die Rampe (24) in den Stator (3) rückklappbar sind.



0080070

DR. MANFRED BROSE

DIPLOM-PHYSIKER
PATENTANWALT
ZUGELASSENER VERTRETER BEIM
EUROPAESCHEN PATENTAMT

DR. M. BROSE, PELLERGASSE 45, 8500 NURNBERG 50

8500 NURNBERG 50, DEN 5. Nov. 1982
PELLERGASSE 45
(FISCHBACH)
FERNSPRECHER (0911) 8315 88

POSTSCHEICKONTO NURNBERG 870-857
(BLZ 760100 85)

P 3105-EU
MEIN ZEICHEN :

IHR ZEICHEN :

IHR DATUM :

1

Michael Zettner, Erlenstr. 1, 8510 Fürth/Bay.

Verbrennungsmotor

Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor mit einem im Querschnitt kreisförmigen Rotor und einem den Rotor umgebenden kreisringförmigen Stator.

5 Es sind schon zahlreiche Kreiskolbenmotore in den unterschiedlichsten Konstruktionen bekannt geworden, denen es bisher nicht gelungen ist, ihre "Kinderkrankheiten" abzulegen und sich gegen herkömmliche Motoren durchzusetzen. Am weitesten auf diesem Gebiet ist der als Wankelmotor bekannte Kreiskolbenmotor entwickelt worden,
10 der jedoch wegen unüberwindbarer Materialprobleme gleichfalls keinen endgültigen Durchbruch bisher geschafft hat. Trotzdem behält der grundlegende Gedanke aller dieser Überlegungen, vom "Dampfmaschinenprinzip"
15 abzugehen und die Expansionskräfte von Verbrennungsgasen sogleich in eine Drehbewegung umzusetzen, seine Gültigkeit. Dieser Gedanke hat auch zur Entwicklung der Turbine geführt. Die hohe Drehzahl der Turbine setzt ihrer Anwendung jedoch in vielen Fällen Grenzen, da durch die

BAD ORIGINAL



hohe Drehzahl auch ihre Leistung nach unten begrenzt ist. Andererseits ist der Kolbenmotor in seiner Leistung praktisch nach oben begrenzt, da er sonst raum- und gewichtsmäßig zu groß wird.

5

Neuerdings ist bei dem Versuch der Umstellung von herkömmlichen Kolbenmotoren auf Wasserstoff als Brennstoffgas ein weiteres Problem aufgetreten, das man als das Problem der Detonation bezeichnen kann. Ein Wasserstoffgas-Luft-Gemisch entzündet sich sehr leicht von selbst. In der Kompressionsphase eines Kolbenmotors kann es zu einer frühzeitigen Zündung kommen, die eine erhebliche Motorbeschädigung zur Folge haben kann oder bestenfalls zur Ineffektivität führt. Arbeitet man mit flüssigem Wasserstoff, so ist diese Gefahr zwar kleiner, bestätigt ist sie jedoch nicht, da sich ein Teil des Flüssig-Wasserstoff-Gemisches in ein Gasförmig-Wasserstoff-Luft-Gemisch verwandeln kann. Die hohe Betriebstemperatur begünstigt diesen Vorgang. Hierbei auftretende Nebenprobleme sind die Betankung und Zuleitung, für die besondere wärme- und gleichzeitig kältebeständige Materialien und Verfahren benötigt werden. Die enormen Energieaufwendungen, die zur Verflüssigung des Wasserstoffs notwendig sind, stellen die Wirtschaftlichkeit eines solchen Motors in Frage.

Aus der DE-OS 24 29 553 ist ein Kreiskolbenmotor bekannt, mit einem in Querschnitt kreisförmigen Rotor und einem den Rotorumgebenden kreisringförmigen Stator, wobei 30 an der Innenseite des Stators eine Klappe schwenkbar gelagert ist, die durch einen am Rotor befindlichen Arbeitsnocken in den Stator rückklappbar ist. Diesem nach dem Expansionsprinzip arbeitenden Motor haftet der



- 2 a -

bekannte Nachteil an, daß der Rotor gegenüber dem Stator durch eine dem Verschleiß stark unterliegende Dichtleiste abgedichtet ist. Außerdem hat der Motor einen Totpunkt, der dadurch gegeben ist, daß die Austrittsöffnung für das Gas im Rotor und die Auslaßöffnung im Stator in einer bestimmten Stellung miteinander korrespondieren. Schließlich haftet auch diesem Motor der grundsätzliche Nachteil aller bekannten Kreiskolbenmotoren an, im unteren Drehzahlbereich praktisch kein Drehmoment zu besitzen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Motor zu schaffen, der die Nachteile bekannter Motoren vermeidet, der insbesondere als Rotationsmotor arbeitet und der gleichzeitig in der Lage ist, alternative Kraftstoffe, insbesondere gasförmigen Wasserstoff, problemlos und möglichst umweltfreundlich zu verarbeiten.



- Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung von einem Verbrennungsmotor mit einem im Querschnitt kreisförmigen Rotor und einem den Rotor umgebenden kreisringförmigen Stator (Innenläufer) aus. Die Erfindung besteht
- 5 darin, daß in der Umfangsfläche des Rotors kreisabschnittsförmige Ausnehmungen als Expansionsräume vorhanden sind, an deren einem Ende eine Brennkammer angeordnet ist und deren anderes Ende in eine Rampe aussläuft, und daß an der Innenseite des Stators Klappen
- 10 schwenkbar gelagert sind, die in die Ausnehmungen des Rotors zur Aufnahme der Kräfte der expandierenden Verbrennungsgase hineinklapptbar und durch die Rampe in den Stator rückklappbar sind. Dieser Motor zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: Er kann mit
- 15 einfachem Wasserstoffgas betrieben werden, das mit dem Sauerstoff der Luft oxidiert wird. Eine verfrühte Zündung kann nicht erfolgen, da Wasserstoff und Luft erst unmittelbar vor der Zündung in einer Brennkammer zusammengebracht werden. Eine Kompressionsphase gibt es
- 20 nicht. Eine nachträgliche Detonation unverbrannter Gasreste hat keine nachteilige Wirkung auf den Motor bzw. dessen Lauf, sondern wird in zusätzliche Antriebsenergie umgesetzt.
- 25 In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wiedergegeben. Es zeigen:

Fig. 1 die äußere Ansicht eines aus vier Motoreinheiten bestehenden Motors, wobei jedoch nachfolgend für die Motoreinheit der Begriff "Motor" verwendet wird,

Fig. 2 eine Ansicht des geöffneten Innenraumes eines Motors,

0080070

- 4 -

Fig. 3 eine Ansicht des Motors mit teilweise ge-
schlossenem Innenraum,

Fig. 4 eine Ansicht des zusammengebauten Motors,

5

Fig. 5a eine Ansicht der aus einzelnen Elementen zu-
sammengesetzten Motorwelle,

Fig. 5b, ein einzelnes Element der Motorwelle in Sei-

10 5c tenansicht und in perspektivischer Ansicht,

Fig. 5d eine Draufsicht auf die zusammengebaute Motor-
welle,

15 Fig. 5e eine Ansicht der Motorwelle aus Richtung des
Pfeiles V von Fig. 5a,

Fig. 6a eine Vorderansicht, ein Querschnitt und eine
rückwärtige Ansicht einer Brennkammer,

20

Fig. 6b ein Motorausschnitt mit einer Brennkammer und
einer Klappe,

25 Fig. 6c ein Motorausschnitt mit der Klappe in zwei
verschiedenen Stellungen,

Fig. 7 eine Klappe in vergrößertem Maßstab,

Fig. 8a, zwei Schnitte durch die innere Begrenzung und

30 8b die Klappe nach den Schnittlinien VIIa -
VIIIA, VIIIB - VIIIB von Fig. 6c,

Fig. 9a einen Schnitt nach der Linie IXa - IXa von
9b,

Fig. 9b eine Ansicht des Motors mit weggelassenem Außenring,

Fig. 10 einen Längsschnitt durch den Brennstoffkom-
5 pressor und

Fig. 11 einen Längsschnitt durch den Oxidationskom-
pressor.

10 Figur 1 zeigt die äußere Ansicht eines beispielsweise aus vier Motoreinheiten I, II, III und IV bestehenden Motors nach der Erfindung. Es besteht durchaus die Möglichkeit, den Motor aus mehr oder aber auch aus weniger Einheiten aufzubauen. Die vom Motor abgegebene Leistung
15 wird von einer Zapfwelle Z abgenommen, die in dem in Figur 1 wiedergegebenen Beispiel in bezug auf die Motor- einheiten in der Mitte des Motors angeordnet ist und die über ein Kegelgetriebe in an sich bekannter Weise von der Motorwelle angetrieben wird. Auf der einen Sei-
20 te des Motors befindet sich ein Kompressor BK, der die Brennstoffgase, vorzugsweise Wasserstoff, dem Motor zu- führt, während auf der anderen Motorseite ein zweiter Kompressor LK vom Motor mit angetrieben wird, der dem Motor den zur Verbrennung notwendigen Oxidator in Form
25 von Luft oder aber auch als reinen Sauerstoff zuführt.

Es versteht sich, daß alle Motoreinheiten I, II, III und IV identischen Aufbau haben. Nachfolgend wird daher nur der Aufbau einer Motoreinheit beschrieben. Wenn in
30 der nachfolgenden Beschreibung der Begriff "Motor" ver- wandt wird, so bezieht sich dieser Begriff "Motor" nur auf eine Motoreinheit.

Figur 2 zeigt die axiale Ansicht des Motors 1 mit geöffnetem Innenraum, wobei die Blickrichtung mit der Motorachse 4 einen kleinen Winkel bildet. Die Ansicht läßt die beiden Hauptteile des Motors 1 erkennen, nämlich den Rotor 2 und den Stator 3, woraus zu erkennen ist, daß in diesem Ausführungsbeispiel der Motor 1 als Innenläufer ausgebildet ist. Der Rotor 2 besitzt in seiner Umfangsfläche 21 kreisabschnittsförmige Ausnehmungen 22 als Expansionsräume für die Verbrennungsgase. An einem Ende des Expansionsraumes 22 ist eine Brennkammer 23 angeordnet, während das andere Ende in eine Rampe 24 ausläuft. Andererseits sind an der Innenseite 31 des Stators 3 Klappen 32 schwenkbar gelagert, die in die Ausnehmungen 22 des Rotors 2 zur Aufnahme der Kräfte der expandierenden Verbrennungsgase hineinklappt und durch die Rampe 24 in den Stator 3 rückklappbar sind. Wie später noch näher erläutert werden wird, handelt es sich hierbei um die Konvex-Version des Verbrennungsmotors 1 bezüglich der Brennkammern 23. In dem in Figur 2 wiedergegebenen Ausführungsbeispiel des Motors 1 hat dieser vier Antriebsaggregate, bestehend aus jeweils vier Expansionsräumen 22 mit acht Klappen 32 und vier Brennkammern 23. Es versteht sich jedoch, daß dieses lediglich ein Beispiel ist und daß es ohne weiteres möglich ist, 2, 3, 5, 7, 8 oder auch mehr Antriebsaggregate vorzusehen. Auch die Anzahl der Klappen ist beliebig.

Die Brennkammern 23 sind mit Armen 43, im Ausführungsbeispiel mit jeweils vier Armen 431, 432, 433 und 434 an den Armträgern 42, im Beispiel den beiden Armträgern 421, 422 befestigt. Am äußeren Ende der Arme 43 befinden sich zwei Innenringe 261, 262, von denen jedoch nur der auf der Ansichtsseite liegende Innenring 261 sichtbar ist. Zwischen jeweils zwei Brennkammern erstreckt sich

der Expansionsraum 22, der zur Rotorachse 4 hin durch ein äußeres Begrenzungsteil 34 und in axialer Richtung auf beiden Seiten durch jeweils einen Außenring 51, 52 begrenzt ist. In Figur 3 ist der auf einer Seite befindliche Außenring 51 wiedergegeben. Ein gleicher Ring 52 befindet sich axial gesehen auf der gegenüberliegenden Motorseite. Der Rotor 2 ist durch zwei Außenringträger 61, 62 im Stator 3 fixiert und gelagert. In Figur 4 ist ein Außenringträger 61 wiedergegeben, während sich der zweite Außenringträger 62 axial gesehen auf der anderen Motorseite befindet. Die Rotorachse 4 ist in an sich bekannter Weise mit einem Kugellager 63 in den Außenringträgern 61, 62 gelagert.

15 Der Stator 3 besteht aus kreisringförmigen Lamellen 35, von denen in Figur 2 beispielsweise die Lamellen 351, 352, 353 bezeichnet sind. Zwischen den Lamellen 35 befinden sich Distanzteile 36. Der aus Lamellen 35 und Distanzteilen 36 bestehende Statorblock wird durch den 20 Stator durchsetzende Verbindungsbolzen 37 zusammengehalten. In den Figuren 1 und 2 ist einer der Verbindungsbolzen 37 wiedergegeben.

In einer zweiten Ausführungsform des Stators 3 besteht 25 dieser aus kreisabschnittsförmigen, durch Fixierungen zusammengehaltenen Segmenten. Diese Segmente können vorzugsweise aus geeigneten und im Motorbau üblichen Leichtmetallen bzw. -legierungen bestehen.

30 Auf seiner Innenseite 31 weist der Stator 3 Ausnehmungen 33 für die Aufnahme der Klappen 32 auf. Diese Ausnehmungen 33 sind vorzugsweise komplementär zur Form der Klappen 32 bzw. formschlüssig mit diesen. Sehr vorteilhaft ist es, den Klappen 32 zum Expansionsraum 22 hin die

Form eines Spoilers zu geben. Die Spoilerform bewirkt, daß die die Klappen 32 anströmenden Verbrennungsgase die Klappe 32 in den Expansionsraum 22 hineinzieht, so wie dieses durch den Pfeil P 3 in Figur 6b zeigt.

5

In den Figuren 5a bis 5e ist die Motor- bzw. Rotorachse 4 dargestellt. Die Rotorachse 4 besteht aus einzelnen durchbohrten Achselementen 41, wobei in Figur 5a beispielweise eine Achse, bestehend aus vier Elementen, 10 dargestellt ist. Figur 5b ist eine Seitenansicht eines Achselementes 41 und Figur 5c eine perspektivische Ansicht. Wie besonders aus Figur 5c zu entnehmen ist, besitzt jedes Achselement 41 eine axiale Bohrung 43. In den Stirnflächen jedes Achselementes 41 hat dieses im 15 Querschnitt halbkreisförmige Ausnehmungen 441, die zusammen mit den entsprechenden Ausnehmungen des nächsten Achselementes 41 eine radiale Bohrung 44 bilden, so wie dieses aus Figur 5a zu ersehen ist. Da die einzelnen Achselemente 41 axial durchbohrt sind, ist auch die aus 20 den einzelnen Achselementen 41 zusammengesetzte Rotorachse 4 mit einer axialen Bohrung versehen. Die axial durchbohrte Achse 4 wird dazu benötigt, um durch die axiale Bohrung 43 und die radialen Bohrungen 44 hindurch den Brennkammern 23 die beiden Reaktionsgase, vor- 25 zugsweise Wasserstoff und Luft, zuzuführen.

Figur 5d zeigt die Rotorachse 4 im zusammengeflanschten Zustand, indem die einzelnen Achselemente 41 durch jeweils zwei, durch Schrauben zusammengezogene Halbschalen 451, 452 und halbringförmigen Armträgern 461, 462 zusammengeflanscht werden und so eine starre Motor- bzw. Rotorachse 4 bilden.

In Figur 6a ist eine Vorderansicht, ein Schnitt und eine Hinteransicht der Brennkammer 23 in vergrößertem Maßstab wiedergegeben. Die Brennkammer 23 besteht aus der Austrittsdüse 232, dem Brennraum 231, zwei Eintritts-

5 düsen 233, 234 für die beiden Reaktionsgase bzw. Brennstoffgase und einer Zündsonde 235. Als Brenngase werden vorzugsweise Wasserstoff und Luft verwandt. Zwei Brennstoffgase, die unter bestimmten Druckverhältnissen in der Brennkammer 23 zusammengebracht werden, werden durch

10 die Zündsonde 235, die in die Brennkammer 23 hineinragt, entzündet. Die Menge der einzelnen Gase und deren Druck lässt sich durch die weiter unten beschriebenen Kompressoren BK, LK genau regeln und einstellen. Durch die Zündsonde 235 ist es auch möglich, die für die jeweili-

15 gen Gase entsprechende Zündung, d. h. Zündtemperatur und Zündmoment, genau einzustellen. Bei den zu verwendenden Gasen sind die üblichen stöchiometrischen Mengenverhältnisse zu beachten, sowie die Auswirkungen auf das Material, aus dem die Brennkammer 23 besteht. Eine

20 Kompression des Gases findet in der Brennkammer 23 nicht statt. Eine Früh- bzw. Spätzündung kann nicht mehr eintreten. Das Problem der Selbstzündung bei bestimmten Gasen, wie z. B. Wasserstoff, stellt sich daher überhaupt nicht. Außerdem wäre Früh- oder Spätzündung für

25 die Funktion des Motors 1 unerheblich, im Gegensatz zu den Verhältnissen bei einem Kolbenmotor, bei dem der höchste Bewegungspunkt des Kolbens bereits überschritten sein muß, wenn gezündet wird, damit die Bewegung im richtigen Drehsinn an die Kurbelwelle weitergibt.

30

Die gegenseitige Stellung von Brennkammer 23 und Rampe 24 ist in Figur 6b und Figur 6c dargestellt. Wegen des kleineren Maßstabes dieser Darstellungen ist die Krüm-

mung von Rotor 2 und Stator 3 nicht erkennbar. Der Pfeil P1 gibt die Drehrichtung des Rotors 2 an. Mit dem Rotor 2 und der Brennkammer 23 bewegt sich auch die Rampe 24 in diese Drehrichtung. Bei dieser Bewegung

5 läuft die Klappe 32 mit ihrer Vorderkante 321 auf die Rampe 24 auf. Die Klappe 32 ist an einem Klappengestänge 322, 323 schwenkbar gelagert. Bei dem in den Figuren 6b, 6c wiedergegebenen Klappengestänge besteht dieses aus mindestens einem geraden Hebel 322 und zwei Knie-

10 hebel 323. In den Figuren 6b, 6c liegen die beiden Kniehebel 323 auf beiden Seiten der Klappe 32 hintereinander, so daß in den Figuren nur einer sichtbar ist. Andererseits ist es aber auch möglich, daß das Klappengestänge aus zwei geraden und einem Kniehebel besteht,

15 wobei in diesem Fall jeweils ein gerader Hebel auf jeder Seite der Klappe 32 liegt.

Die Schwenkbewegung der Klappe 32 in den Expansionsraum 22 hinein ist durch eine an den Kniehebel 323 angeformte und in der abgesenkten Stellung an die Klappe 32 anschlagende Anschlagsnase 324 begrenzt. Durch diese Anschlagsnase 324 wird die Absenkbewegung der Klappe 32 derart begrenzt, daß die Unterseite der Klappe 32 nur noch einen sehr geringen Abstand von der inneren Begrenzung 25 des Expansionsraumes 22 besitzt. Dieser Abstand beträgt nur noch etwa 5/1000 mm.

In einer weiteren Ausführungsform kann die Klappe 32 durch ein Klappengestänge und einen schwenkbar ausgebildeten Teil der äußeren Begrenzung 34 schwenkbar gelagert sein. Ebenfalls wäre es möglich, die Klappe 32 in einer Schiene ohne Gestänge, ähnlich wie einen Fahrradstuhl, in den Expansionsraum 22 hinein- oder herausziehbar anzuordnen.

Bei der Drehung des Rotors 2 befinden sich die Klappen 32 des Motors 1 in dem Expansionsraum 22 und nehmen die Kräfte der expandierenden Verbrennungsgase auf. Hierdurch führt der Rotor 2 eine Drehbewegung gegenüber dem 5 Stator 3 aus, was zur Folge hat, daß, wie in Figur 6c wiedergegeben ist, die Vorderkante 321 der Klappe 32 gegen die Rampe 24 anstößt und eine Rückklappbewegung einleitet. In Figur 6c ist die Klappe 32 in zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Zeitpunkten wiedergegeben. Die 10 Rückklappbewegung der Klappe 32 in den Stator 3 erfolgt durch zwei in der Vorderkante 321 der Klappe 32 befindliche, auf der Rampe 24 gleitende Gleitstifte 325a, 325b (Fig.7).

In Figur 7 ist die Klappe 32 in vergrößerter Darstellung 15 wiedergegeben. Die Klappe 32 ist vorzugsweise aus einem im Motorenbau üblichen Leichtmetall gegossen. In der Vorderkante 321 befinden sich beispielsweise zwei Gleitstifte 325a, 325b. Während der in Figur 8a dargestellten freien Bewegung im Expansionsraum 22 berühren die 20 Gleitstifte 325a, b die innere Begrenzung 25 nicht. Erst beim Auflaufen der Klappe 32 auf die Rampe 24 bekommen die Gleitstifte 325a, 325 b Berührungs kontakt mit der inneren Begrenzung, wie dieses aus Figur 8b zu ersehen ist und gleiten auf der Kante des Innenrings 261 entlang. Durch diese nur sehr kurzfristige Berührung der 25 Stifte 325a, b mit dem Innenring 261, 262 werden die Gleitstifte nur sehr wenig beansprucht und haben daher eine sehr große Lebensdauer.

30 Da die Klappe 32 am Stator 3 gelagert ist, können im Falle eines zu starken Abriebs die Stifte 325a, b sehr leicht nachgestellt bzw. nachjustiert werden. Bei einer zweiten Ausführungsform der Klappen 32 sind in der Vorderkante 321 auf der Rampe 24 abrollende Rädchen gela-

- gert. Ebenfalls können auf der gegenüberliegenden Kante 327 abrollende Rädchen angebracht sein, die beim Vorbeidrehen der Brennkammer 23 bis zum Fall die Gleitreibung der Klappe 32 in Rollreibung umwandeln und so 5 das Klappenmaterial schonen. Gemäß einer dritten Variante ist in der Rampe 24 ein Laufrollenlager angeordnet, auf dem die Vorderkante 321 der Klappe 32 direkt abrollen kann.
- 10 Die Figuren 9a, 9b zeigen die wesentlichen Dichtungselemente des Motors 1. Die Dichtungselemente müssen einerseits den Expansionsraum 22 gegenüber dem Stator 3 und die Klappen 32 gegenüber den Rotor 2 abdichten. Figur 9a stellt einen Schnitt durch die Brennkammer 23 15 sowie den Expansionsraum 22 nach der Linie IXa - IXa von Figur 9b dar. Unterhalb der inneren Begrenzung 25 liegt die Dichtung 611 und zu beiden Seiten neben der Vorderkante der Brennkammer 23 jeweils eine Dichtleiste 612a, 612b und dichten den Expansionsraum 22 gegenüber 20 den Außenringen 51, 52 ab. Andererseits ist aber auch die Klappe 32 durch Dichtleisten 326a, 326b bei ihrer Schwenkbewegung gegenüber den Außenringen 51, 52 abgedichtet. Es besteht bei dem Motor aber auch die Möglichkeit, durch eine höhere Paßgenauigkeit von innerer Begrenzung 25, Brennkammer 23, Brennkammerblende 236 und 25 Klappe 32 auf die Dichtungen 611, 612a, b und 326a, b ganz zu verzichten. Eine weitere Möglichkeit ist die, das innere Begrenzungsteil 25 und/oder die Klappe 32 aus selbstdichtendem Material herzustellen.
- 30 Die bisher beschriebene Motorversion kann man in bezug auf die Brennkammern 23 als die Konvex-Version des Motors 1 bezeichnen. Es ist aber auch möglich, die Brennkammern 23 am Stator 3 und die Klappen 32 am Rotor 2 zu

lagern. Einen derartigen Motor kann man als die Konkav-Version des Motors 1 bezüglich der Brennkammern 23 bezeichnen. Ferner ist ein Motor denkbar, bei dem der Rotor 2 stationär und der Stator 3 die Drehbewegung ausführt. Man kann hier von einer Umkehr der Rotor-Stator-Eigenschaft sprechen. Schließlich ist es auch denkbar, den Motor 1 so zu gestalten, daß Stator 3 und Rotor 2 als koäxiale Scheiben ausgebildet sind.

- 10 Wie aus Figur 1 zu entnehmen ist, befindet sich auf der einen Motorseite ein Kompressor BK, der die Brennstoffgase, vorzugsweise Wasserstoff, den Brennkammern 23 zuführt und auf der anderen Motorseite ein Kompressor LK, der den Brennkammern 23 den zur Verbrennung notwendigen
- 15 Oxidator zum Beispiel in Form von Luft oder auch als reinen Sauerstoff zuführt.

- Figur 10 zeigt einen Längsschnitt durch den Brennstoffkompressor BK, der jetzt das Bezugssymbol 7 erhält.
- 20 Der Kompressor 7 besteht hauptsächlich aus den zwei Gehäuseteilen 71 und 72 und der Turbinenachse 73. Das Gehäuseteil 71 ist fest mit der Rotorachse 4 verschraubt, wohingegen der Gehäuseteil 72 am Stator 3 gelagert ist. Das Gehäuseteil 71 dreht sich daher mit der Motordrehzahl. In der Brennstoffkammer 74 befindet sich das Brennstoffgas, das diesem Raum über die Leitung 75 zugeführt wird. Am Gehäuseteil 71 starr befestigt und in der Brennstoffkammer sich drehend, befinden sich Ladeschaufln 711. Diese Schaufeln 711 können, da sie gegenüber
 - 25 dem Rotor 2 keine Relativdrehung ausführen, diesem auch das Brennstoffgas nicht unter Druck zuführen. Sie versetzen jedoch das Gas in der Kammer 74 in eine Drehbewegung und erzeugen einen Sog in der Brennstoffkammer.
 - 30

Anschließend wird das Brenngas den sowohl gegenüber dem Rotor 2 als auch dem Stator 3 gegenüber eine Relativdrehung ausführenden Kompressorschaufeln 76 zugeführt. Die Kompressorschaufeln 76 sind auf der Turbinenachse 73 fixiert. In Figur 1 ist angegeben, wie die Kompressorachse 73 über ein Getriebe Gt1 vom Motor 1 bzw. Rotor 2 angetrieben wird. Das Getriebe Gt1 ist vorzugsweise ein Untersetzergetriebe, so daß die Drehzahl der Kompressorschaufeln 76 zwischen "Null", der Drehzahl des Stators 3, und der Drehzahl des Rotors 2 liegt. Es ist aber durchaus möglich, das Getriebe Gt1 so auszubilden, daß die Drehzahl der Turbinenachse 73 über der Motordrehzahl liegt. Dieses kann beispielsweise dann notwendig sein, wenn es sich um einen sehr niedertourigen Motor handelt.

Von besonderer erfindungswesentlicher Bedeutung ist die Abdichtung der Brennstoffkammer 74 gegenüber dem sich drehenden Gehäuseteil 71 und gegenüber der Kompressorachse 73 durch kreisringförmige Labyrinthdichtungen 771, 772, 773. Die Labyrinthdichtungen bestehen jeweils aus den stationären kreisringförmigen Scheiben 771, 773, zwischen denen sich die sich mit der Motorwelle 4 drehende kreisringförmige Scheibe 772 befindet. Zwischen den drei Scheiben ist außerdem ein Gleitmittel gegeben, dessen Viskosität mit der Drehzahlzunahme zwar erhöht wird, jedoch durch die Zunahme der Dichte, bedingt durch die gleichzeitige Zunahme der Zentrifugalkraft, ausgeglichen wird. Durch diese Erhöhung der Dichte bei größerer Viskosität wird die Dichtwirkung der Labyrinthdichtung erhöht, was besonders bei einer Verwendung von Wasserstoff als Brennstoffgas von großer Bedeutung ist. Es ist auch nötig, die Scheiben 771, 773 aus ausdehnungskompensiertem Bimaterial herzustellen, so daß in axialer

Richtung automatisch eine Anpassung an die Kompressor-gehäuseausdehnung erfolgt.

Figur 11 ist ein Querschnitt durch den Oxidatorkompressor LK, der jetzt das Bezugszeichen 8 erhält. Der Kompressor 8 ist so aufgebaut, daß er den Brennkammern 23 Luft zuführt. Aus diesem Grund entfällt die bei dem Brenngaskompressor 7 notwendige doppelte Abdichtung. Der Kompressor 8 besteht aus den beiden Gehäuseteilen 81, 82. Das Gehäuseteil 81 ist fest mit der Rotorachse 4 verschraubt, wohingegen das Gehäuseteil 82 am Stator 3 gelagert ist. Die Luft wird durch den Luftfilter 84 hindurch von den Turbinenschaufeln 86 angesaugt. Die Kompressorschaufeln 86 sind auf der Turbinenachse 83 fixiert. In Figur 1 ist wiederum angegeben, wie die Kompressorachse 83 über ein Getriebe Gt2 vom Motor 1 bzw. Rotor 2 angetrieben wird. Das vorstehend in bezug auf das Getriebe Gt1 gesagt worden ist, gilt auch für das Getriebe Gt2. Es besteht noch die Möglichkeit, an mehreren Stellen im Luftstrom im Kompressor 8 eine Drosselklappe anzubringen, um hierdurch eine weitere Steuerungsmöglichkeit für die zu den Brennkammern 23 geförderte Luftmenge zu haben, um so das Verhältnis H_2 : Luft während des Motorbetriebs zu ändern.

25

Die Erfindung wurde zwar vorstehend unter Bezugnahme auf ein bestimmtes Ausführungsbeispiel des Motors 1 beschrieben, jedoch können selbstverständlich durchaus noch eine Reihe von Änderungen und Abwandlungen vorgenommen werden, ohne daß hierdurch der Rahmen der Erfindung überschritten wird.

Patentansprüche

- Verbrennungsmotor mit einem im Querschnitt kreisförmigen Rotor und einem den Rotor umgebenden kreisringförmigen 5 Stator (Innenläufer), wobei an der Innenseite des Stators eine Klappe schwenkbar gelagert ist, die durch einen am Rotor befindlichen Arbeitsnocken in den Stator rückklappbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß in der Umfangsfläche (21) des Rotors (2) kreisabschnittsförmige 10 Ausnehmungen (22) als Expansionsräume vorhanden sind, an deren einem Ende eine Brennkammer (23) angeordnet ist und deren anderes Ende in eine Rampe (24) ausläuft und daß Klappen (32) in die Ausnehmungen (22) des Rotors (2) zur Aufnahme der Kräfte der expandierenden Verbrennungsgase hineinklappbar und durch eine Rampe (24) in 15 den Stator (3) rückklappbar sind (Konvex-Version des Motors bezüglich der Brennkammern).
2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorachse (4) hohl ausgebildet ist und aus mehreren Achsteilen (41) besteht, die durch Schalenelemente (451, 452) miteinander verbunden sind. 20
3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffgase durch die hohle Rotorachse (4) hindurch den Brennkammern (23) zugeführt werden. 25
4. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkammer (23) mit Armen (43) an den Armträgern (42) befestigt ist. 30
5. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen jeweils zwei Brenn-

kammern der Expansionsraum (22) erstreckt, der zur Rotorachse (4) hin durch ein inneres Begrenzungsteil (25), in axialer Richtung durch zwei Außenringe (51, 52) und zum Stator (3) hin durch ein äußeres Begrenzungsteil (34) begrenzt ist.

- 5 6. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) jeweils durch zwei Außenringträger (61, 62) im Stator (3) fixiert und gelagert ist.
- 10 7. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem inneren Begrenzungsteil (25) und den Brennkammern (23) einerseits und den Außenringen (51, 52) andererseits Dichtungen (611, 612) und zwischen der Klappe (32) einerseits und den Außenringen (51, 52) andererseits Dichtungen (326 a, 326 b) angeordnet sind.
- 15 20 8. Verbrennungsmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungen aus ausdehnungskomponiertem Bimaterial bestehen.
- 20 25 9. Verbrennungsmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das innere Begrenzungsteil (25) und/oder die Klappe (32) aus selbstdichtendem Material bestehen.
- 30 10. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (3) bzw. Klappenträger aus Lamellen (35), Distanzteilen (36) zwischen den Lamellen (35) und den Stator (3) durchsetzenden Verbindungsbolzen (37) besteht.

11. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (3) bzw. Klappenträger aus kreisabschnittsförmigen, durch Fixierungen zusammengehaltenen Segmenten besteht.
5
12. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator bzw. Klappenträger (3) auf seiner Innenseite 31 Ausnehmungen (33), vorzugsweise formschlüssige Ausnehmungen für die Aufnahme der Klappen (32) aufweist.
10
13. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappen (32) zum Expansionsraum (22) hin die Form eines Spoilers haben.
15
14. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß jede Klappe (32) an einem Klappengestänge (322, 323) schwenkbar gelagert ist.
20
15. Verbrennungsmotor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Klappengestänge (322, 323) aus mindestens einem geraden Hebel (322) und zwei Kniehebeln (323) oder zwei geraden und einem Kniehebel besteht.
25
16. Verbrennungsmotor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkbewegung der Klappe (32) in den Expansionsraum (22) hinein durch eine an den Kniehebel (323) angeformte und an die Klappe (32) in der abgesenkten Stellung anschlagende Anschlagnase (324) begrenzt ist.
30

17. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß jede Klappe (32) durch ein Klappengestänge und einen schwenkbar ausgebildeten Teil der äußeren Begrenzung (34) schwenkbar gelagert ist.
5
18. Verbrennungsmotor nach Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappen (32) an einer in radialer Richtung verlaufenden Einrichtung in den Expansionsraum (22) hinein- und herausschiebbar ist.
10
19. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappen (32) an einem Schwenkhebel gelagert sind.
15
20. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückklappbewegung der Klappe (32) in den Stator (3) durch zwei in der Vorderkante (321) der Klappe (32) befindliche und auf der Rampe (24) gleitende Gleitstifte (325a, 325b) erfolgt.
20
21. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückklappbewegung der Klappe (32) in den Stator (3) durch zwei in der Vorderkante (321) der Klappe (32) gelagerte und auf der Rampe (24) abrollende Rädchen erfolgt.
25
22. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß in der Rampe (24) ein Laufrollenlager angeordnet ist, auf dem die Vorderkante (321) der Klappe (32) direkt abrollt.
30

- 20 -

23. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 22, da-
durch gekennzeichnet, daß die Brennkammer (23) am
Stator (3) und die Klappen (32) am Rotor (2) gela-
gert sind (Konkav-Version des Motors bezüglich der
Brennkammern).
5
24. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 23,
dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) stationär
und der Stator (3) die Drehbewegung ausführt (Um-
kehr der Stator-Rotor-Eigenschaft).
10
25. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 22 und
23, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (3) und
der Rotor (2) als koaxiale Scheiben ausgebildet
15 sind.
15
26. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 25,
dadurch gekennzeichnet, daß auf der Rotorachse (4)
mindestens ein Kompressor (7) mit einer relativen
Drehgeschwindigkeit der Schaufeln (76) sowohl ge-
genüber dem Stator (3) als auch gegenüber dem Rotor
20 (2) gelagert ist.
20
27. Verbrennungsmotor nach Anspruch 26, dadurch gekenn-
zeichnet, daß Ladeschaufeln (711), die an dem mit
der Rotorgeschwindigkeit sich drehenden Kompressor-
teil (71) befestigt sind, aus der am Stator (3) be-
festigten Brennstoffkammer (74) heraus eine Vorla-
dung des Brenngases bewirkt.
25
-
28. Verbrennungsmotor nach Anspruch 27, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Brenngase durch die Ladeschaufeln
(711) den sowohl gegenüber dem Rotor (2) als auch
dem Stator (3) gegenüber eine Relativbewegung aus-
30

führenden Kompressorschaufeln (76) zugeführt werden.

29. Verbrennungsmotor nach Anspruch 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbinenachse (73) durch ein
5 Über- oder Untersetzungsgetriebe (GT1) vom Rotor (2) angetrieben wird (Fig. 1,10).
30. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffkammer (74) 10 durch kreisringförmige Labyrinthdichtungen (771, 772, 773), zwischen denen sich ein Gleitmittel befindet, gegenüber den sich drehenden Kompressorsteilen (71, 76) abgedichtet ist.
- 15 31. Verbrennungsmotor nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Labyrinthdichtungen (771, 772, 773) aus ausdehnungskompensiertem Bimaterial bestehen, wodurch in axialer Richtung eine Anpassung an die Kompressorgehäuseausdehnung erfolgt.
20
32. Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 22 und 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (3) und der Rotor (2) linear ausgebildet sind (Linearmotor).

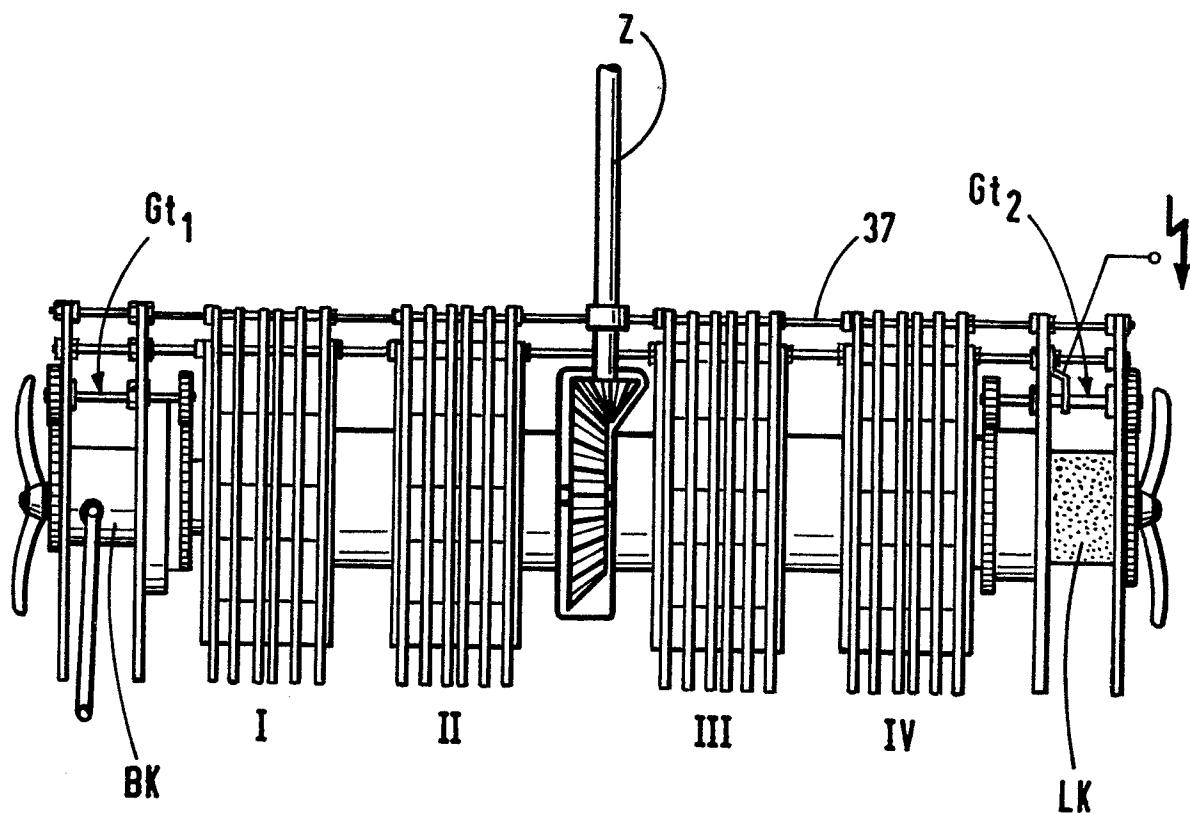


Fig.1

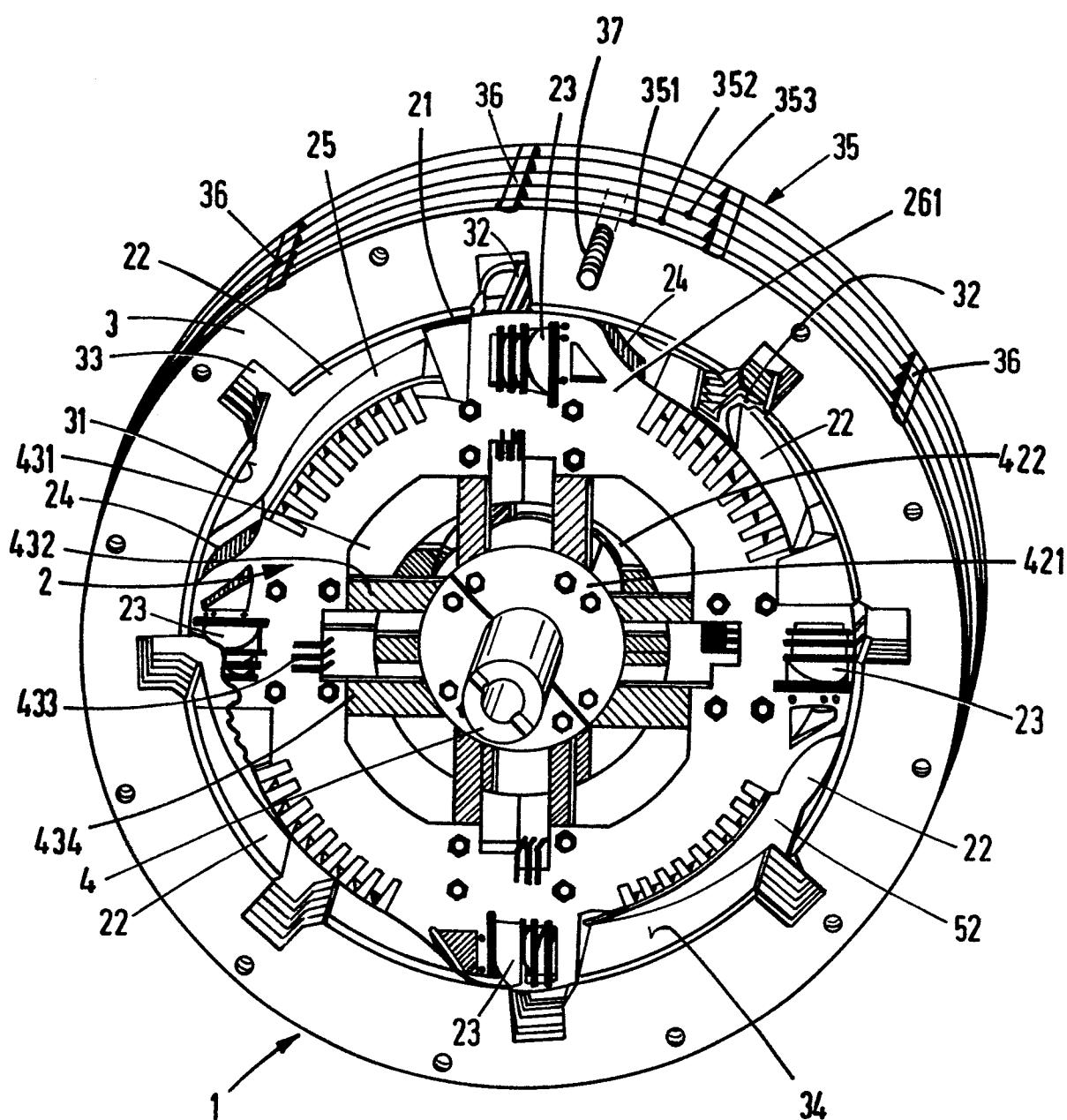


Fig. 2

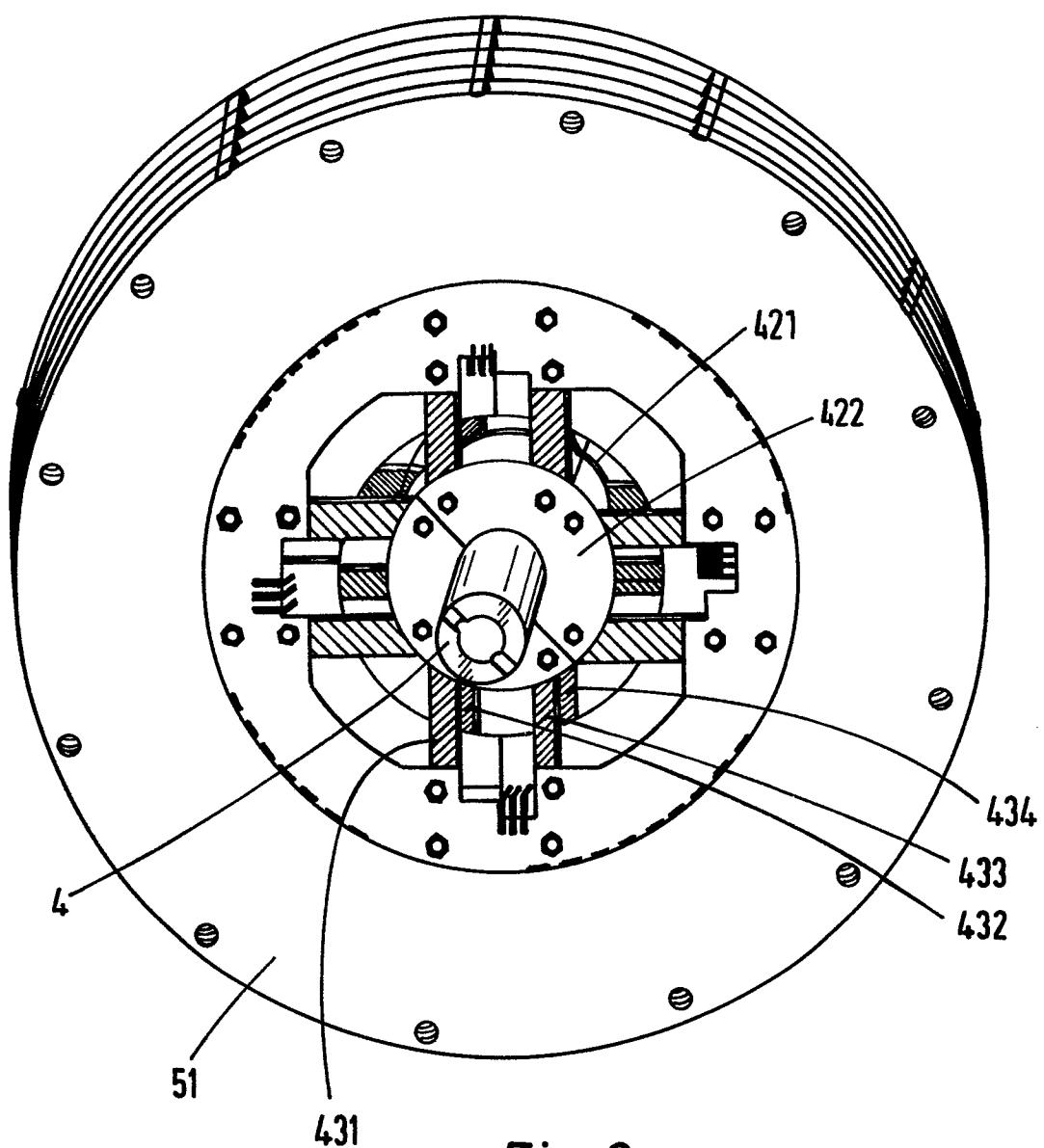


Fig. 3

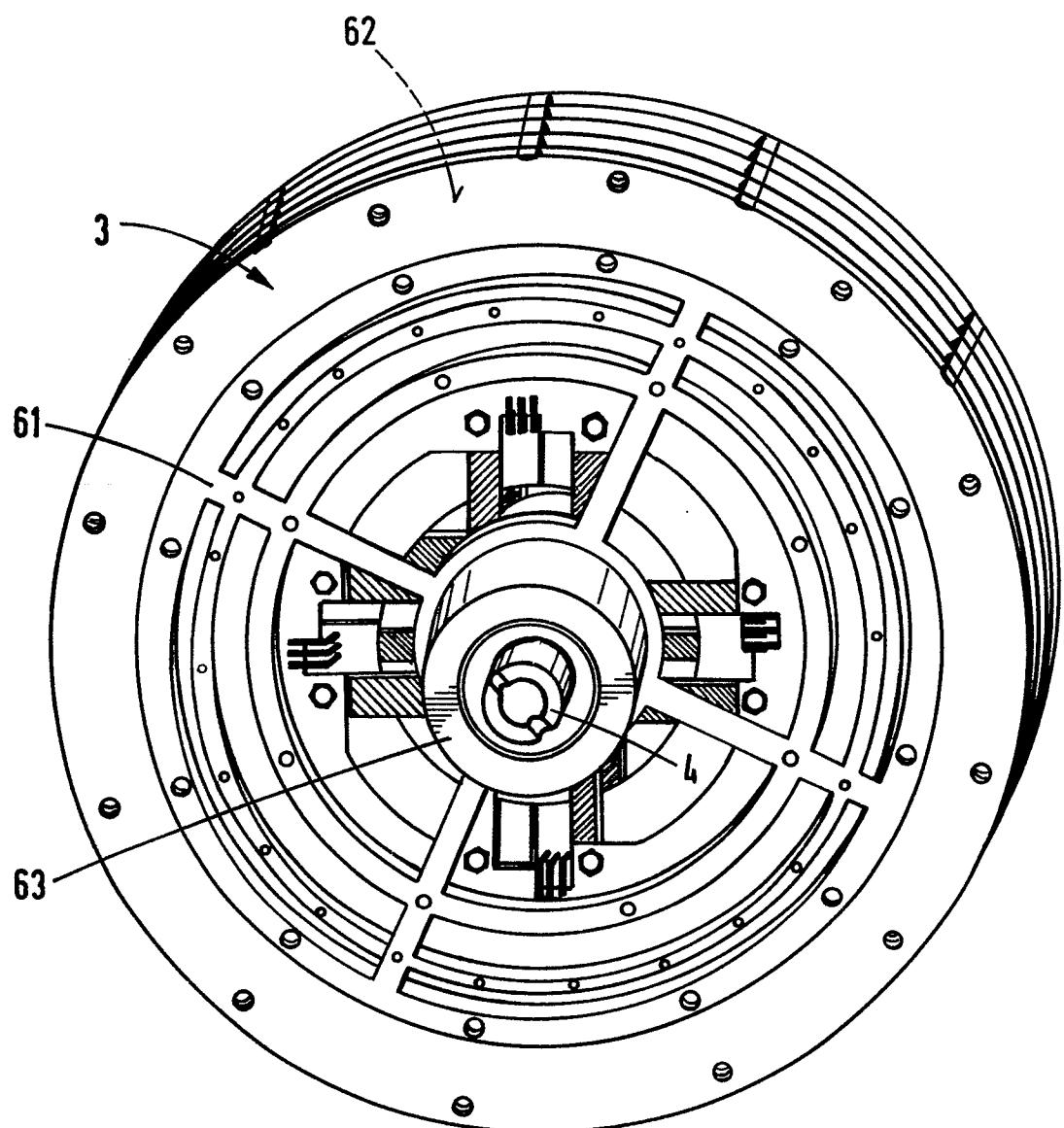
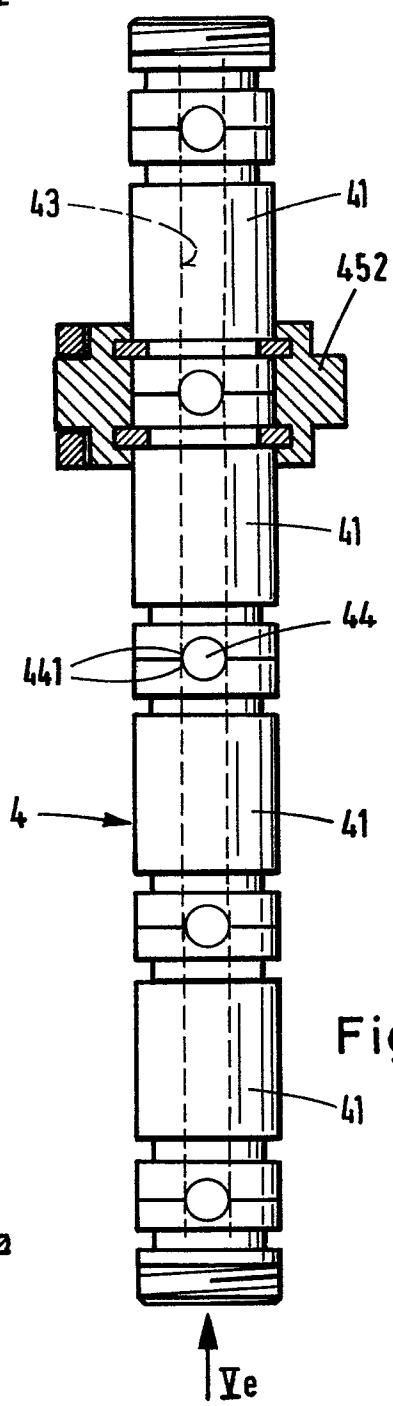
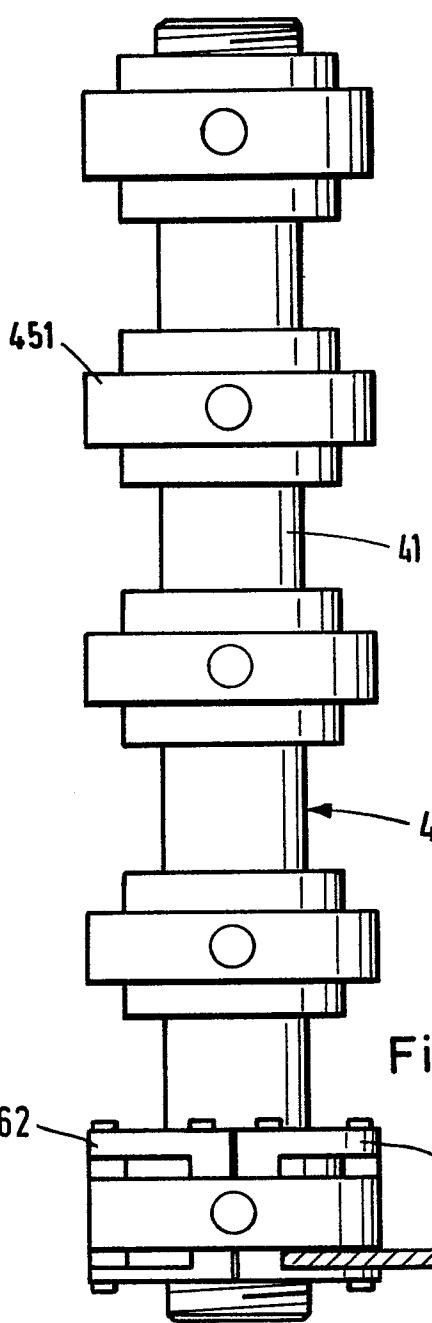
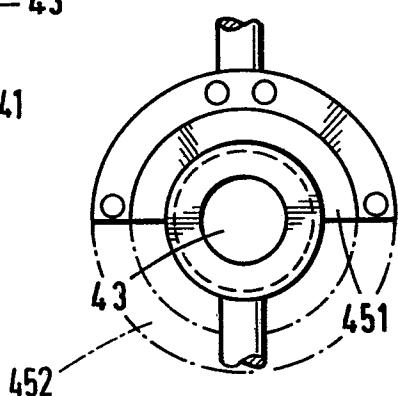
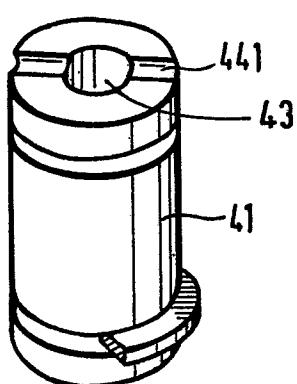
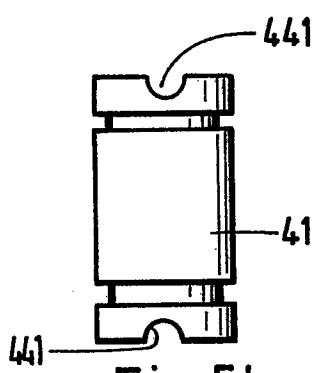


Fig. 4



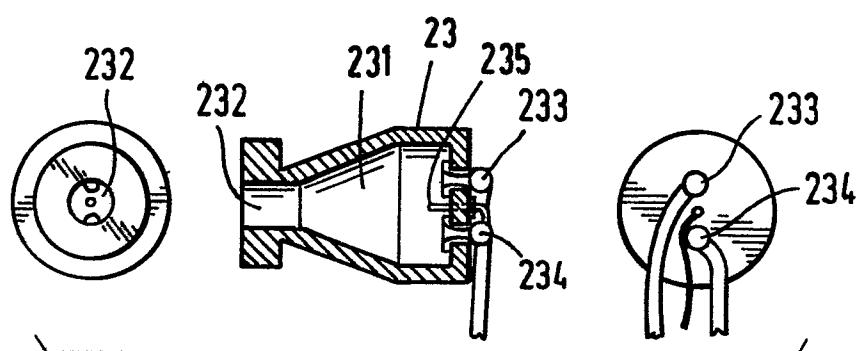


Fig. 6a

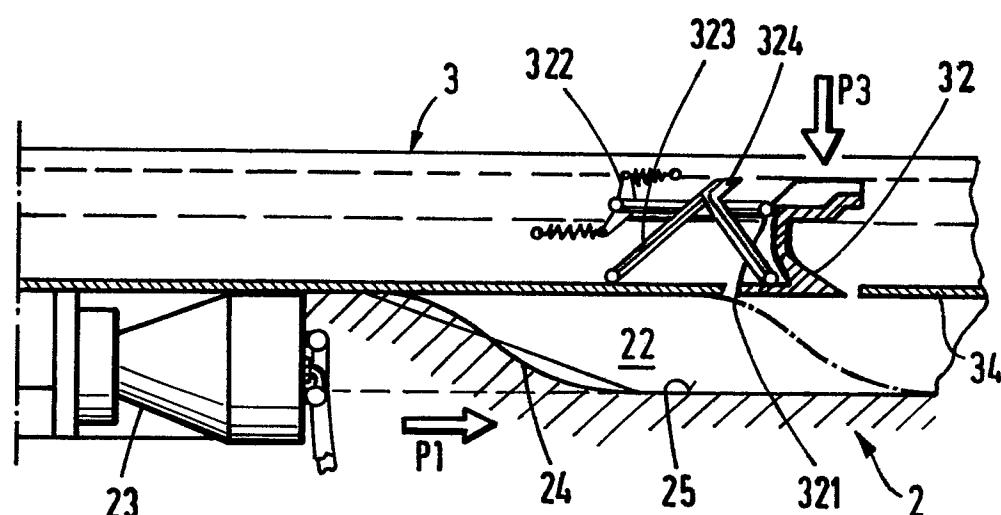


Fig. 6b

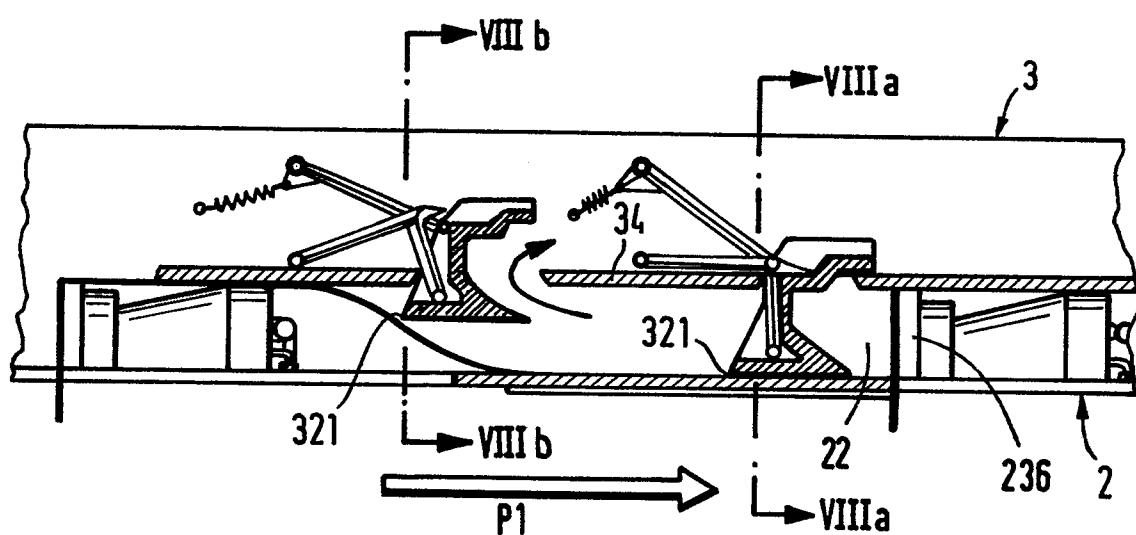


Fig. 6c

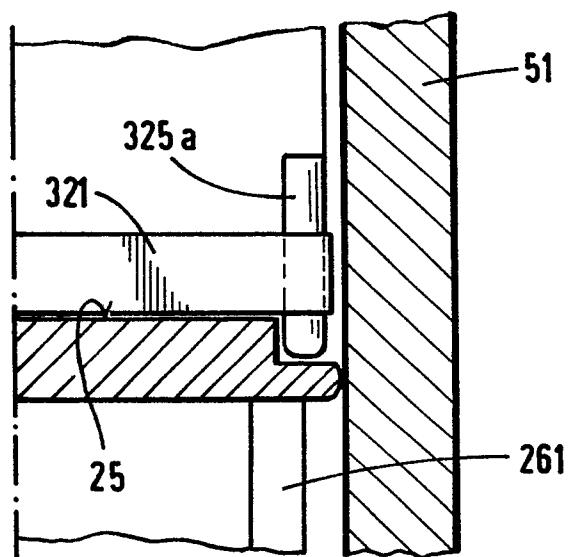
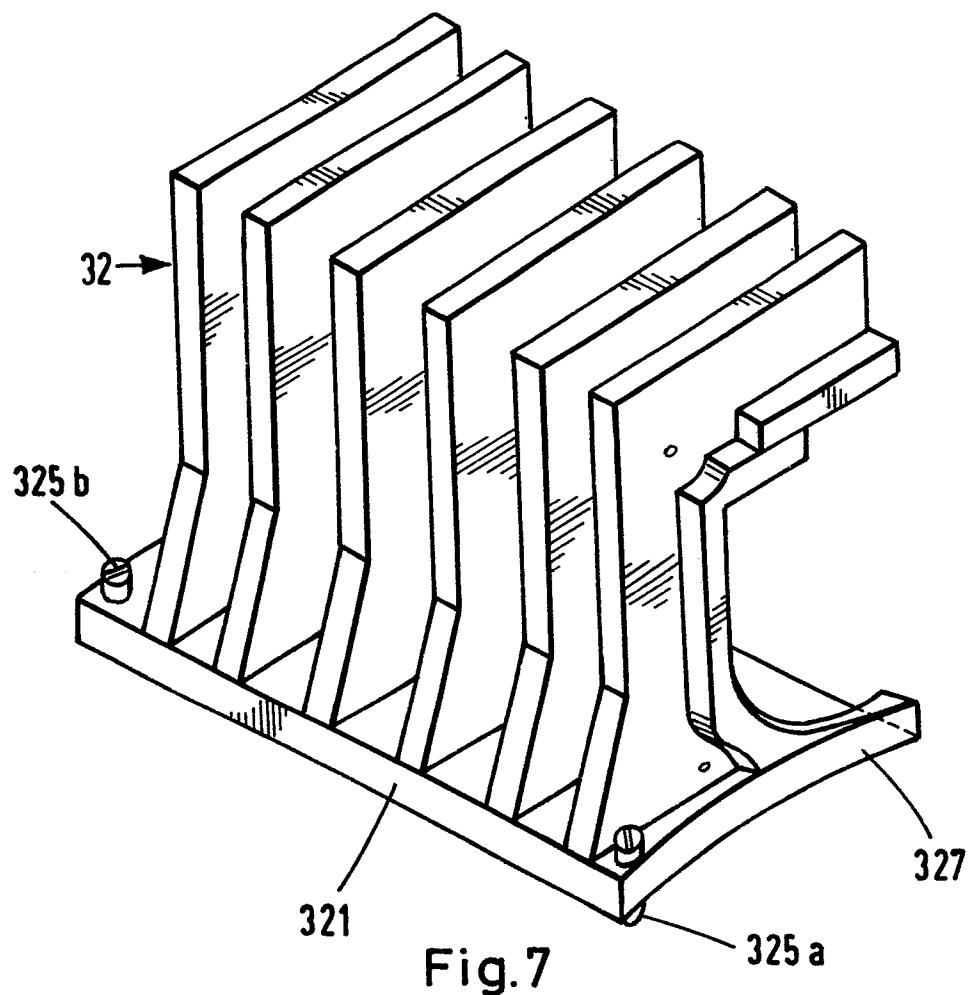


Fig. 8a

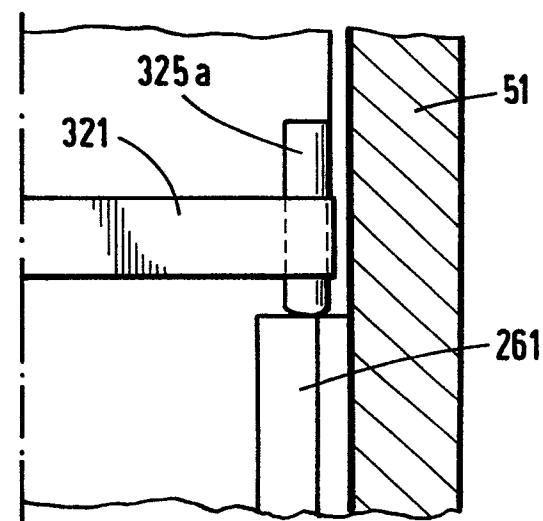


Fig. 8b

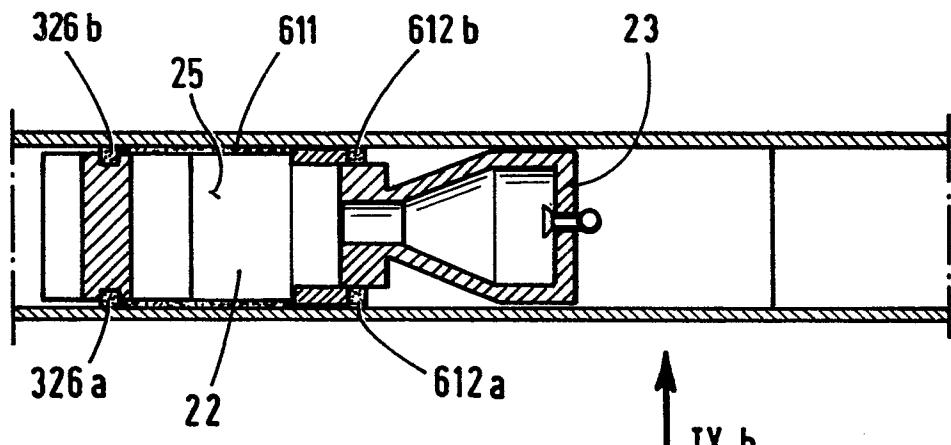


Fig. 9a

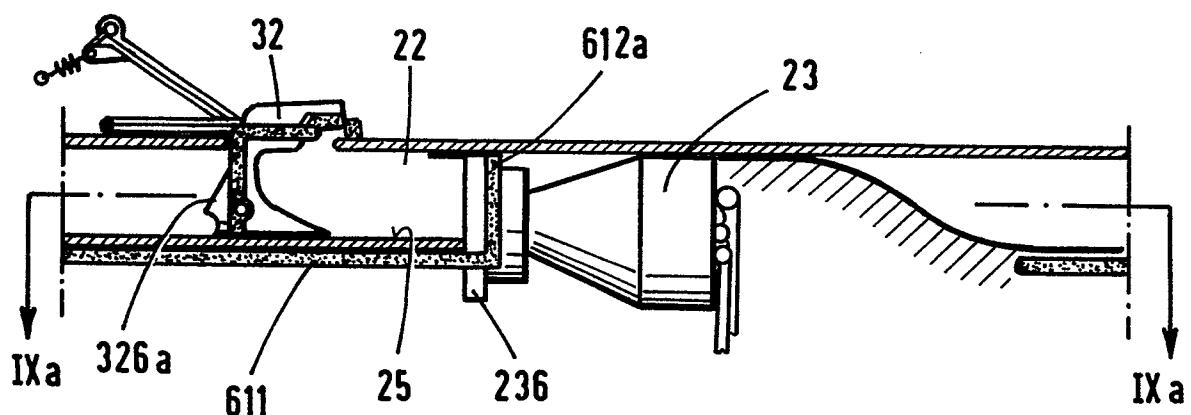


Fig. 9b

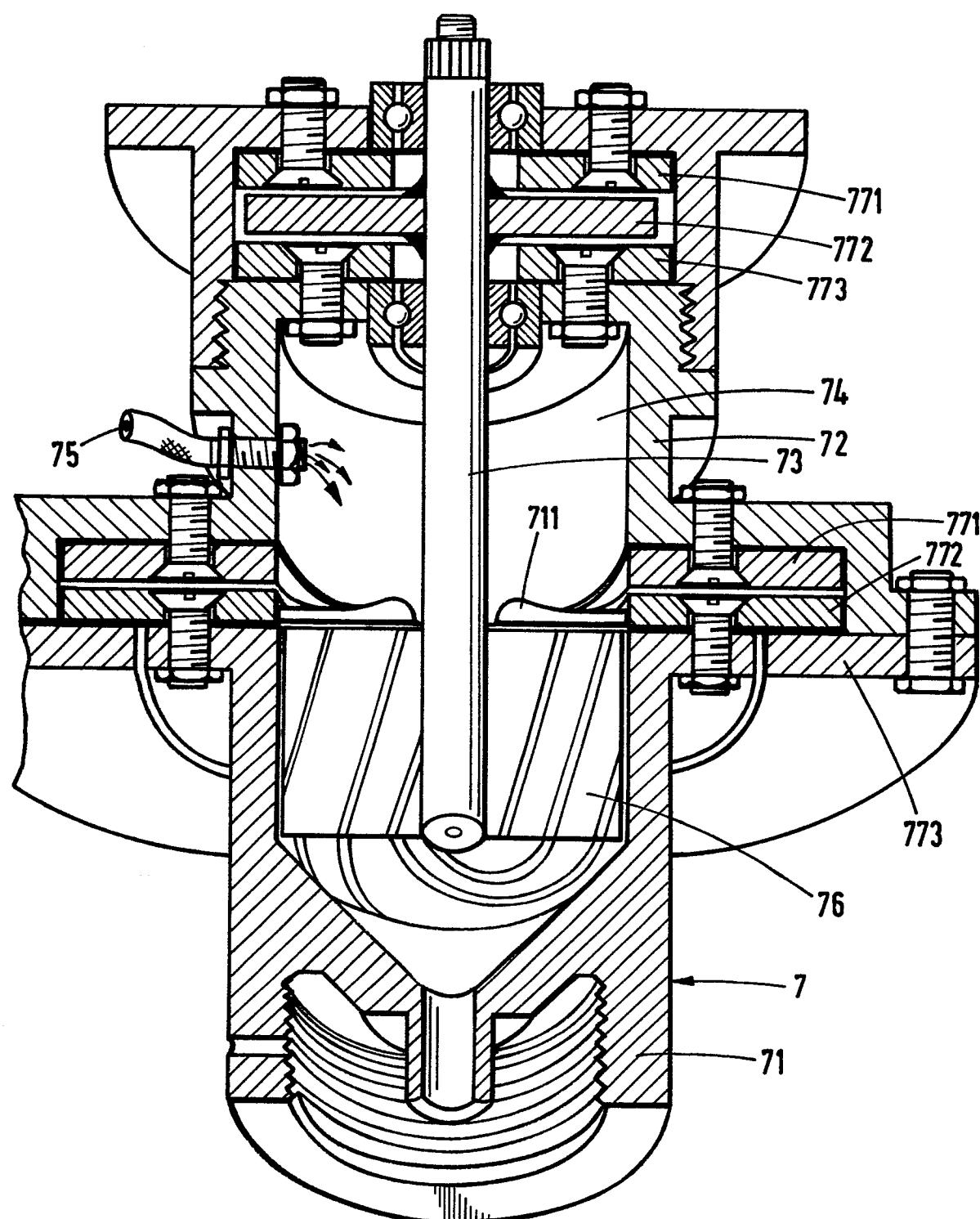


Fig. 10

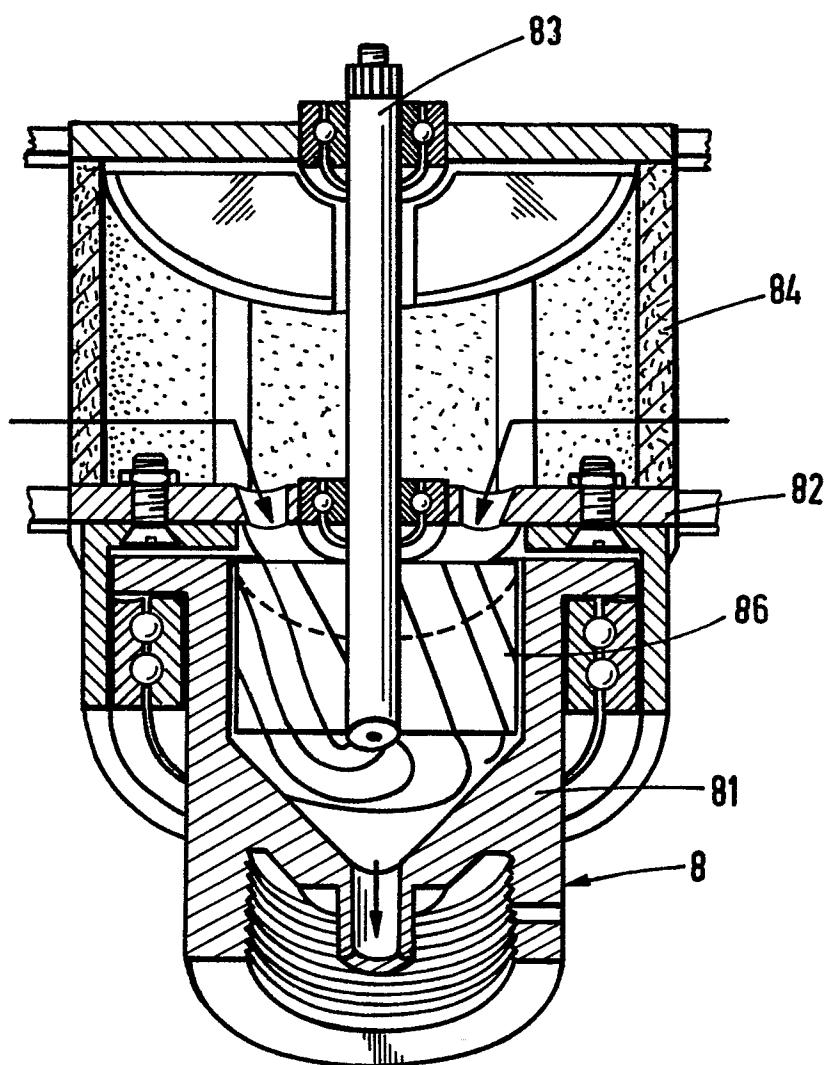


Fig. 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0080070
Nummer der Anmeldung

EP 82 10 9949

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
X, Y	DE-C- 283 368 (SCHROEDER) * Seite 1, rechte Spalte; Figuren 9,10; Seite 2, linke Spalte *	1,2,3, 5,12, 18,26	F 01 C 1/356 F 01 C 11/00
X, Y	DE-C- 719 397 (KINDERMANN) * Seite 2, Figuren *	1,2,3, 5,12, 18	
X, Y	FR-A-2 161 730 (THOMAS) * Seite 2, letzter Absatz; Seite 3; Figuren 3,4; Seite 4, zwei erste und letzter Absatz; Figur 2 *	1,2,3, 5,7,12 ,14,18 ,21	
Y	US-A-2 214 833 (HOCKER) * Seite 2, linke Spalte, Zeile 3 bis am Ende; Figuren 1,9-12 *	1,12, 21	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3) F 01 C F 02 B
	---	-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 18-02-1983	Prüfer KAPOULAS T.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Seite 2

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Y	GB-A- 1 622 (STRAUSSLER) (A.D. 1911) * Seite 1, "Provisional Specification" und letzter Absatz, Figur; Seite 2, erster Absatz; Figur 1; Seite 3, Zeilen 4-12; Figuren 1,3 *	1,5,7, 11,12, 14,17, 18	
Y	US-A-1 440 451 (FORD) * Seite 1, rechte Spalte; Seite 2, linke Spalte, rechte Spalte, erster Absatz; Figuren 2,3,8,9 *	1,2,5, 21,26	
Y	US-A-2 459 709 (LYSHOLM) * Spalte 5, letzter Absatz; Figur 2; Spalte 6 *	26	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl. 3)
Y	US-A-3 837 323 (DELFINO) * Spalte 1, zwei letzte Absätze; Figuren 1,7; Spalte 2 *	1,5,11, ,12	
Y	US-A-1 767 097 (RICHARDSON) * Seite 1, Zeile 69 bis am Ende; Figuren *	1,12, 14,17, 19	
	---	-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 18-02-1983	Prüfer KAPOULAS T.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
A : technologischer Hintergrund	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Seite 3

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Y	US-A-2 907 307 (STRIEGL) * Spalte 1, zwei letzte Absätze; Spalte 2, drei erste und zwei vorletzte Absätze; Figuren 1,2; Spalte 3, Spalte 4, erster Absatz * ---	1,18, 23	
Y	US-A-4 111 618 (THIBAULT) * Spalte 4, Zeilen 26 bis 44; Figuren I,II; Spalte 5, Zeilen 6 bis 31; Figuren VI,VII,IX; Spalte 6, Spalte 9, erster Absatz *	1,5,7, 9,12, 18,24	
Y	CH-A- 472 579 (DÜRST, BRÄGGER) * Spalte 2, drei letzte Absätze; Figuren 1,2; Spalte 3, zwei letzte Absätze; Figuren 3,4 * -----	1,2,18 ,24	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 18-02-1983	Prüfer KAPOULAS T.
---------------------------	---	-----------------------

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN

- X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
- Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
- A : technologischer Hintergrund
- O : nichtschriftliche Offenbarung
- P : Zwischenliteratur
- T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

D : in der Anmeldung angeführtes Dokument

L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument