

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 471 887 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90116390.7**

(51) Int. Cl.⁵: **F01B 3/00, F01B 9/02,
F04B 1/10**

(22) Anmeldetag: **24.08.90**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.02.92 Patentblatt 92/09

(72) Erfinder: **Willimczik, Wolfhart**
1406 63rd Street West
Bradenton, Florida 34209(US)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI

(74) Vertreter: **Prietsch, Reiner, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Dipl.-Ing. Dipl. oec. publ. D.
Lewinsky, Dipl.-Ing. Reiner Prietsch
Gotthardstrasse 81
W-8000 München 21(DE)

(71) Anmelder: **Willimczik, Wolfhart**
1406 63rd Street West
Bradenton, Florida 34209(US)

(54) **Kolbenmaschine mit formschlüssigen Kraftübertragungsteilen.**

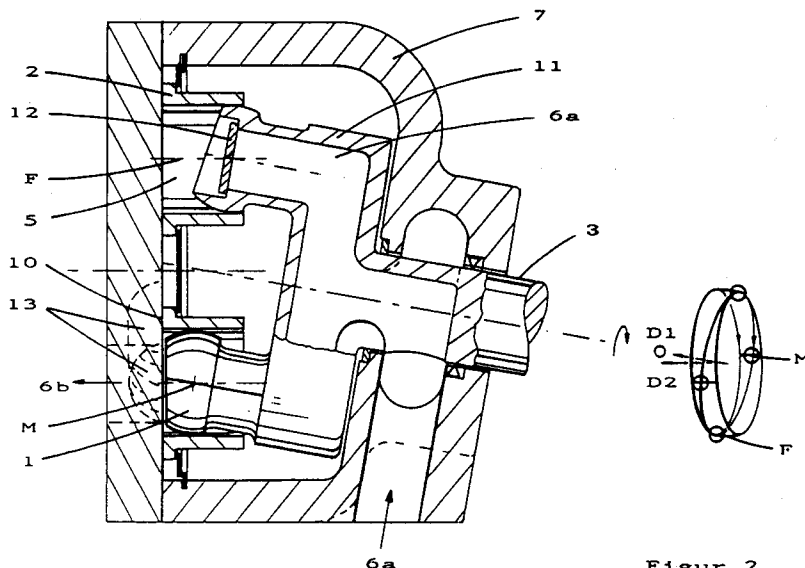
(57) Kennzeichnend für diese Kolbenmaschinen ist das Fehlen jeglicher Lager zur Kraftübertragung innerhalb der Maschinen. Starre Verbindungen zwischen Kolben (1) und einer Welle werden durch zum Hub querbewegliche Zylinder möglich.

Bei starr zusammengefaßten Zylindern (2) werden die Kolben (1) durch querelastische Kraftübertragungsteile (15;16;17;18;20) mit einem Kolbenträger (11) formschlüssig verbunden.

Kolben und Zylinder können beliebige Formen annehmen, meist ist der Kolben kugelförmig, bzw.

sphärisch.

Diese Grundidee läßt sich auf alle Kolbenmaschinen anwenden, bei denen Axial- Radial- und Taumelkolbenmaschinen die Eckpunkte darstellen und ist für alle Arbeitsprozesse geeignet, die ein Verdrängerprinzip zur Grundlage haben, bei denen beliebige mechanische, hydraulische und pneumatische Größen ineinander umgewandelt werden, d.h., diese Erfindung bezieht sich nicht nur auf Pumpen, Verdichter und Motoren, sondern auch auf hydrostatische Kupplungen u.dgl.



Figur 2

EP 0 471 887 A1

Die Erfindung betrifft eine neue Art der Kraftübertragung bei Kolbenmaschinen jeglicher Art, bei denen eine relative Hubbewegung in eine andere Bewegungsart umgewandelt wird, also Kolbenmaschinen (Axial-, Radial-, Taumelkolbenmaschinen sind nur Grenzfälle) mit neuartigen Triebwerken, die ohne mitrotierende Lager auskommen. (Relative Hubbewegung bedeutet hier, daß keine reine Hubbewegung im raumfesten System erfolgt, sondern meist eine lineare Hubbewegung im bewegten System durch eine allgemeine Drehung, bei der die momentanen Drehachsen beliebige Raumkurven durchlaufen, überlagert wird.)

Bei der Umwandlung einer Taumel-, Dreh- oder Rotationsbewegung in eine relative Hubbewegung entsteht zunächst auch eine, wenn auch kleine, aber unerwünschte Kipp- und Hubbewegung quer zur nutzbaren Hubbewegung, also quer zum Zylinder, die wieder vernichtet werden muß. (Eine Rotationsbewegung setzt sich aus 2 linearen, oszillierenden Bewegungen zusammen; eine Taumelbewegung aus 2 Schwenk- bzw. Kippbewegungen.) Bei den bekannten Bauarten erfolgt dieses mit Hilfe von Gelenken, Lagern, Zahnrädern o. dgl., wobei die Kippbewegung der Kolben teilweise schon durch sphärische Kolben eliminiert, d.h., nicht auf die Zylinder übertragen wird. Nachteilig ist dabei, daß trotzdem immernoch Lager nötig sind, die Verschleißteile darstellen und meist auch ohne Öl nicht auskommen.

Ziel dieser Erfindung ist es, diese Nachteile samt dieser Lager zu beseitigen, damit sich die Lebensdauer erhöht, die Herstellung vereinfacht, sich der Anwendungsbereich erweitert und derartige Maschinen auch ölfrei betrieben werden können.

Aufgabe dieser Erfindung ist die Umwandlung einer relativen Hubbewegung in eine andere Bewegungsart bei beliebiger Anordnung momentaner Drehachsen, ohne dabei irgendwelche innerhalb der Maschine gleitende oder rollende Lager zwischen den huberzeugenden, arbeitsraumbildenden Kraftübertragungsteilen untereinander und bis zu einer Welle bzw. kreisenden Stange zu verwenden mit der Beschränkung auf Rotations- bzw. Umlauf- und Taumelkolbenmaschinen. (Grundsätzlich ist diese Art bei jeglicher Huberzeugung anwendbar).

Zur Terminologie sei folgendes bemerkt: Zylinder sind im folgenden bewegte oder ruhende Arbeitsraumwandungen, die auf der Länge des Hubes gleichen, aber beliebigen Querschnitt besitzen. Sie können beidseitig offen oder geschlossen sein, oder sogar in einzelne Wandungsteile zerfallen. Die "Figurenachse" der Zylinder liegt in der Symmetrieachse und hat die Länge des Hubes.

Kolben sind ruhende oder bewegte, gegenüber den Zylindern in Hubrichtung lose, aber dichtende Wandungsteile, die den Querschnitt der Zylinder

an einer Stelle dichtend ausfüllen, wobei die Dichtgrenze längs des Zylinders eine Hubbewegung ausführt. Sphärische Kolben sind kugel- bzw. kugelschalenförmig und der Mittelpunkt dieser Kugel ist gleichzeitig der "Mittelpunkt" des Kolbens.

Erfindungsgemäß ist die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß eines der jeweils zusammenwirkenden, arbeitsraumbildenden Teile (Kolben oder Zylinder) etwa senkrecht zum Kraftvektor (gemeint ist hier die Resultierende der aus dem Arbeitsraum auf die bewegten Kraftübertragungsteile wirkenden Kräfte), also quer zur Hubbewegung und senkrecht zur Figurenachse verschiebbar angeordnet wird und die hauptsächlichen Kraftübertragungsteile trotzdem formschlüssig (geschlossen, einstückig) miteinander und letztlich mit einer Welle oder rotierenden Stange verbunden werden, also keine kräfteübertragenden Lager u. dgl. innerhalb der Maschine verwendet werden.

Die Erfindung besteht im wesentlichen im Weglassen üblicher, mitbewegter Lager. Innerhalb dieses einheitlichen Erfindungsgedankens können entweder die weitgehendst kräftefreien, arbeitsraumbildenden Teile (meist die Zylinder), oder die arbeitsraumbildenden, huberzeugenden Kraftübertragungsteile (meist die Kolben) quer zum Hub verschiebbar angeordnet werden. Die arbeitsraumbildenden Kraftübertragungsteile werden dabei nötigenfalls über quer- bzw. drehelastische Teile mit etwaigen zusätzlichen gummielastischen Verankerungen weiter verbunden. (Unter "querelastisch" wird hier eine bestimmte Anisotropie der Elastizität verstanden, wobei ein derartiges, durch eine Parallelanmeldung bekannte Maschinenelement in Längsrichtung quasistarr, aber quer dazu, zumindest in einer Richtung, elastisch (flexibel) verschiebbar sein soll, wie z.B. ein biegsamer Stab, Blattfeder u.s.w.).

Die seitliche Beweglichkeit der Zylinder wird dadurch erzeugt, indem sie einfach aus dem Zylinderblock (Zylindertrommel) einzeln herausgetrennt werden und jetzt einzeln an einer Gehäusewandung bzw. Steuerspiegel gleiten. In beiden Fällen sind die Kraftübertragungsteile formschlüssig, d.h., ohne Unterbrechung durch gleitende oder rollende Teile untereinander und letztlich meist mit einer entsprechenden Welle verbunden. Bei allen Maschinen darf es also keine mitbewegten, bewegliche Kraftübertragungsteile wie Lager, Zahnräder, Schieber, Rollen, Kugeln, Gleitsteine o.ä. geben; erlaubt sind nur starre, querelastische oder höchstens gummielastische Bauteile, die in Kraftrichtung zumindest quasi-starr sind. Es wird hier allenfalls nur die natürliche Elastizität von Werkstoffen ausgenutzt. Die quer zur Kraftrichtung flexiblen Maschinenelemente bestehen aus parallelen, biegsamen Stäben hoher Schlankheit, Drehstäben, Seilen, Blattfedern oder ineinandergesteckten, wechselsei-

tig verbundenen Rohren. Die einfachen dünnen biegsamen Teile werden dabei nach der Art der Fahrradspeichen hauptsächlich auf Zug belastet. Zusätzlich können diese Kraftübertragungsteile noch gummielastisch verankert sein.

Dies bezieht sich auf alle o.g. Kolbenmaschinen mit mindestens einem bewegten, arbeitsraumbildenden, huberzeugenden Kraftübertragungsteil, also mindestens einem Arbeitsraum. Die Erfindung wirkt unabhängig von der Kinematik, also von der Art der Maschine. Die Kinematik ist hier nur eine variable Größe! Also ist folgendes völlig unerheblich: ob es eine An- oder Abtriebswelle gibt, mehrere Wellen vorhanden sind, ob sie sich drehen, kreisen bzw. taumeln; ob die Huberzeugung durch eine Schrägachsigkeit, Exzentrizität oder durch eine Taumelbewegung bzw. einer Kombination dieser erfolgt; die Form, Anzahl der bewegten Teile und Stellung der Drehachsen dazu; welche Teile (Kolben oder Zylinder) rotieren und welche sich nur drehen oder ruhen, ob die momentanen Drehachsen innerhalb oder außerhalb der Körper liegen und selbst rotieren oder eine oszillierende Bewegung ausführen. (Die momentanen Drehachsen können grundsätzlich nur schräg oder parallel wie bei einer Radialkolbenmaschine zueinander verlaufen, und dabei körper-, raumfest oder weder körper- noch raumfest sein und dabei selbst eine beliebige Bewegung ausführen. Die allgemeinste Maschine ist also schrägachsigt und besitzt eine gewisse Exzentrizität im Hubbereich.)

Bei besonders dichten Arbeitskammern (Hochdruckpumpe) werden runde und ballige (sphärische) oder zylindrische Kolben mit entsprechenden sphärischen, zylindrischen oder gewöhnlichen Dichtungen und runde Zylinder bevorzugt, bei besonders großen Kammervolumina (Turbolader, Verdichter) eine im Querschnitt rechteckförmige, langgestreckte Form. Ist beides nicht nötig, bestimmt meist die einfachere Herstellbarkeit der Kolbenmaschine die Gestalt. Die einfachste Variante besitzt nur ein einziges bewegtes Teil.

Es können sowohl sehr große, als auch sehr kleine Maschinen als Ein- oder Mehrzylinder, mit oder ohne Ölschmierung ausgeführt werden. Eine Einzylindermaschine entsteht grundsätzlich schon dadurch, indem man einfach alle anderen Zylinder wegläßt. (Zweckmäßigerweise kann man allerdings dabei die bewegten Teile etwas näher in die Mitte legen.) Da hierbei alle benachbarten Kolben fehlen, entfallen automatisch auch die elastischen Teile zwischen ihnen. Bei Einzylindern ist es einfach, die Kolben oder Zylinder starr mit einer Welle zu verbinden, weil nur das Kippen des Kolbens im Zylinder eliminiert werden muß, was durch sphärische Kolben leicht gelingt, unabhängig davon, ob es eine Radialkolben- oder schrägachsige Maschine ist. Nur muß man darauf achten, daß die Bahnkurve

des Kolbenmittelpunktes nicht gerade genau durch eine Achse geht, da dies ein echter Totpunkt wäre, an dem kein Drehmoment übertragen werden könnte, eine derartige Maschine aus dieser Stellung nicht anlaufen könnte. Die allgemeinste Maschine ist schrägachsigt und exzentrisch, besitzt mehrere Kolben-Zylinder Paare und querelastische Teile.

Zu den innerhalb dieses Erfindungsgedankens erlaubten Ausführungen gelangt man, indem man folgende Dinge unabhängig voneinander variiert:

1. die Winkel zwischen den momentanen Drehachsen und den Figurenachsen der Zylinder. Dreht man die bei einer gewöhnlichen Radialkolbenmaschine nach außen gerichteten Kraftvektoren (Symmetrie- bzw. Figurenachsen der Zylinder) gegenüber der Drehachse der Welle, erhält man schrägachsige Maschinen, die bei etwa 90° in Axialkolbenmaschinen übergehen und bei 180° eine nach innen wirkende Radialkolbenmaschine darstellen. Dabei geht die Form des Steuerspiegels von einem inneren Zylindermantel in einen inneren Kegelmantel, Ebene und mit umgekehrter Flächennormale (Blickrichtung) in einen äußeren Kegelmantel und äußeren Zylindermantel über. Eine weitere Drehung bis 360° bringt wegen der Spiegelsymmetrie keine neuen Varianten. Die allgemeinste Maschine im Rahmen dieser Variation ist schrägachsigt und hat einen Kegelmantel als Steuerspiegel. So wie ein Kegelmantel bzw. Kegelstumpfmantel in seinen beiden Grenzfällen des Kegelwinkels in eine kreis- bzw. kreisringförmige Ebene bzw. einen Zylindermantel übergeht, sind die Axial- bzw. Radialkolbenmaschinen nur Grenzfälle einer im allgemeinen schrägachsigen Kolbenmaschine.

2. Die Exzentrizität im Hubbereich. Eine gewisse Exzentrizität gibt es auch bei schrägachsigen Maschinen dann, wenn sich beide momentanen Drehachsen nicht in der Ebene der Hubmitte schneiden, d.h., in der Mittelstellung des Kolbens haben beide Drehachsen in der durch den Kolbenmittelpunkt gehenden und senkrecht zur Figurenachse des Zylinders liegenden Ebene einen endlichen Abstand.

3. die Anzahl der Zylinder (meist zwischen 1 und 5).

4. die Querschnittsform von Kolben und Zylinder (rund, rechteckförmig, u.s.w.).

5. die Gestalt der Kolbenflanken (gerade zylindrisch oder rechteckförmig, sphärisch (kugelschalenförmig) oder ballig (zylindermantelförmig) gekrümmt, mit oder ohne Dichtungen, in denen die Kolben schwenken können.

6. Vorhandensein, Anbringung an Kolben oder Zylindern und Art der elastischen Teile (Stäbe,

Blattfedern, Rohre, Seile, gummiartige Gelenke o.ä.).

7. ein fester Zylinderblock bzw. -trommel oder einzelne lose, bzw. elastisch verbundene Zylinder, die noch in nur einzelne, lose Wandungen zerfallen können. Es gibt also eine große Zahl von Varianten dieser Erfindung, weil man diese Variationen grundsätzlich alle unabhängig voneinander machen kann. Dazu kann noch die Verwendungsart variiert werden, also Kraft- oder Arbeitsmaschine, wie Pumpen, Verdichter, Vakuumpumpen, Druckluftmotoren, öl- bzw. Wassermotoren und Verbrennungsmotoren.

Der Steuermechanismus wird dazu entsprechend variiert. Es können dazu Schlitze und Ventile herangezogen werden. Kanäle können sich dabei auch in den rotierenden Teilen befinden, wenn die Steuerung an einem Steuerspiegel zu umständlich wird. Der Steuerspiegel variiert zwischen einer Ebene, einem Zylinder- und einem Kegelmantel. Hinsichtlich der Steuerung machen die Taumel- oder Exenterkolbenmaschinen eine Ausnahme, weil wegen der fehlenden Drehung keine gewöhnliche Schlitzsteuerung möglich ist, diese Maschinen aber gerade für zähe und abrasive Medien geeignet sind, also keine Ventile verwendet werden sollten. Einmal können die ringförmig angeordneten Zylinder durch Kanäle verbunden werden, die durch die Kolben mit entsprechenden Kolbendichtungen gesteuert werden, wobei 2 Zylinder getrennt bleiben, wo sich die Ein- und Auslaßkanäle befinden; oder die Zylinder werden durch eine halbrunde Nut verbunden, in die die kugelförmigen Kolben genau hineinpassen und den ganzen Querschnitt in der Nähe des oberen Totpunktes ausfüllen. Dabei ist es vorteilhaft, wenn eines der Verschleißpartner mit Gummi o.ä. beschichtet ist.

Normalerweise rotieren Kolben und Zylinder gemeinsam. Da die Lage der Achsen aber beliebig ist, fallen Rotations- bzw. Drehachse und Symmetrieachse einer Rotationssymmetrie auch mal zusammen. Dies ist insofern ein Sonderfall, da bei dieser Drehung nichts passiert, sie also überflüssig ist. Ein derartiger, z.B. kugel- oder querliegender zylinderförmige Kolben kann also auch ruhen, es dreht sich höchstens noch seine Dichtung mit dem Zylinder mit. Da dies eine sehr abstrakt erscheinende Erfindung ist, muß sie unbedingt anhand von mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Außerdem muß gezeigt werden, daß es innerhalb des einheitlichen erfindungsgedankens von jeder kinematischen Variante eine erfindungsgemäße Lösung gibt. In den Zeichnungen sind verschiedene Ausführungsbeispiele der Kolbenmaschine nach der Erfindung in schematischer Vereinfachung dargestellt. Es zeigt im einzelnen:

Figur 1a den Schnitt einer axialen Einzylindermaschine mit eingebauter Ex-

zentrität und Schrägachsigkeit, sphärischem Kolben 1 und losem Zylinder 2, sowie ebenem Steuerspiegel 10,

die gleiche Ausführung, nur mit zusätzlicher, sphärischer Kolbendichtung 8,

Figur 2 die gleiche axiale Art von Figur 1a, aber in einer Mehrzylinder-Bauart,

Figur 3 die Art von Figur 2, aber in radialer Bauart mit nach außen gerichteten Kolben 1,

Figur 4a die Art von Figur 3, aber in einer Einzylindervariante,

Figur 4b die gleiche Ausführung, nur mit geteiltem Zylinder,

Figur 5 die Art von Figur 4a, nur mit nach innen gerichteten Kolben,

Figur 6 die Art von Figur 5 mit nach außen gerichteten Kolben,

Figur 7a eine Taumelkolbenmaschine mit querelastisch angeordneten Zylindern 2 und

Figur 7b mit querelastischen Kolbenstangen 15,

Figur 8a eine Axialkolbenmaschine mit querelastischen Kolbenstangen 15 und

Figur 8b die Zylindertrommel und den Kolbenrotor,

Figur 9a eine querelastische Kolbenhalterung mit Rohren 17 und

Figur 9b mit mehreren Stangen 15,

Figur 10 eine von Figur 8 abgewandelte Kolbenmaschine mit schräg nach außen geschwenkten Figurenachsen F,

Figur 11a die gleiche Maschine mit radial nach außen geschwenkten Figurenachsen F,

Figur 11b die gleiche Maschine mit an Seilen 20 hängenden Kolben 1,

Figur 12 eine von Figur 8 abgewandelte Kolbenmaschine mit schräg nach innen geschwenkten Figurenachsen F,

Figur 13a die gleiche Maschine mit radial nach innen geschwenkten Figurenachsen F und

Figur 13b die gleiche Ausführungsart mit beidseitiger Kolbenhalterung,

Figur 14 eine Radialkolbenmaschine mit querelastischer Kolbenhalterung (Blattfedern 16) und geraden Kolbenflanken,

Figur 15 die gleiche Art in einer Einzylinderbauart,

Figur 16 eine weitere radiale Einzylinder-

- maschine mit feststehendem Kolben 1a,
 Figur 17 die gleiche Maschine, nur mit einer mitbewegten Kolbendichtung 8 und
 Figur 18 eine aus Figur 16 entstandene Zweizylindermaschine.

Eine einfache axiale Einzylindermaschine ohne mitbewegte Lager zur Kraftübertragung zeigt Figur 1a im Schnitt. Sie ist schrägachsrig und besitzt eine gewisse Exzentrizität, d.h., die momentanen Drehachsen D1 und D2 von Kolben 1 und Zylinder 2 bilden einen spitzen Winkel zueinander, schneiden sich nicht in der Mitte des Hubbereiches und liegen außerhalb der Figurenachse F des Zylinders und außerhalb des Mittelpunktes des Kolben M. Die momentanen Drehachsen D1 und D2 sind als Vektoren eingezeichnet. Die gesamte Kinematik dieser Maschine ist daneben nochmals abstrakt in einem Vektorendiagramm dargestellt; beide Drehachsen D1, D2 und die dazugehörigen Bahnkurven vom Mittelpunkt M des kugelförmigen Kolbens 1 und der Figurenachse F (meist Symmetrieachse) des Zylinders. Dies wurde bei allen kinematisch andersartigen Ausführungen gemacht, weil sich anhand dieser abstrakten Darstellung der direkte Zusammenhang aller Varianten belegen läßt, denn alle noch kommenden Ausführungen entstehen durch die schon genannten Variationen. Die Bahnkurve des Mittelpunktes M des Kolbens ist exakt eine Kreisbahn, die durch den Vektor der momentanen Drehachse D1 gekennzeichnet wird. Der Vektor D1 ist raum- und körperfest und fällt mit der Achse der Welle 3 zusammen. Der Vektor der momentanen Drehachse D2 des Zylinders 2 ist weder raum noch körperfest, aber immer parallel zur Figurenachse F des Zylinders. Senkrecht dazu liegt die Ebene der geschlossenen Berührungsbzw. Dichtlinie zwischen Kolben und Zylinder, die an einer Stelle von der Achse bzw. dem Vektor D1 der Welle 3 durchstoßen wird; dort steht der Vektor D2. Da die Berührungsebene im Zylinder eine Hubbewegung ausführt, macht auch der Vektor D2 diese Bewegung mit. Ohne diese Hubbewegung wäre die Raumkurve der Figurenachse F des Zylinders ein elliptisch verformter Zylinder; so ist er noch zusätzlich verformt (schräg verschoben). Da der Zylinder 2 frei an dem ebenen Steuerspiegel 10 gleiten kann, ist eine kompliziertere Bahnkurve möglich. Er wird durch den Kolben 1 geführt. Im körperfesten System des Kolbens macht die Berührungsebene eine Taumelbewegung. (Dies ist die Bewegung, die übrigbleibt, wenn man die Drehung des Kolbens eliminiert. So folgt aus jeder schrägachsigen Variante auch eine Taumelkolbenmaschine.) Auf der Bahnkurve des Kolbens 1 wird er, bzw sein Mittelpunkt M durch einen Kreis symbolisiert und die Figurenachse F des Zylinders durch

einen Strich, wobei die Länge den Hub darstellt. 3 Stellungen M1,M2,M3 mit F1,F2,F3 sind eingezeichnet, wobei immer die Figurenachse F durch den Kolbenmittelpunkt M gehen muß. Man erkennt hier, wie durch beide Drehungen eine oszillierende Bewegung des Kolbens innerhalb der Figurenachse des Zylinders entsteht. F und M legen verschiedene Wege zurück, weshalb sich ein Teil dem anderen anpassen muß. Dies ist das Kernproblem und die erfindungsgemäße Lösung bleibt im Prinzip bei allen Ausführungen erhalten.

Die Verdrängermaschine von Figur 1a ist als kleiner ölfreier Verdichter bzw. Vakuumpumpe gedacht. Der kugelförmige Kolben 1 sitzt fest, aber exzentrisch auf der Welle 3. Der Zylinder 2 ist dazu passend am Ende etwas kugelschalenförmig ausgedreht, um kein totes Volumen entstehen zu lassen. Dadurch entsteht ein breiterer Rand, unter dem sich der Einlaß 6a beim Verdichten befindet, also geschlossen wird. Der Auslaß 6b wird durch ein Rückschlagventil 12 gesteuert und ist immer mit dem Arbeitsraum 5 verbunden, da der Zylinder 2 an der Seite des Steuerspiegels 10 auch offen ist. Der innere Rand bewirkt dabei, daß der Zylinder beim Komprimieren an den Steuerspiegel gedrückt wird; beim Ansaugen sorgt ein äußerer Dichtrand mit dem Druck im Gehäuse 7, der durch die Leckage meist fast dem Förderdruck entspricht, für einen ausreichenden Andruck. Der Zylinder 2 hebt so nie im normalen Betrieb vom Steuerspiegel 10 ab. Für Störfälle ist der Zylinder 2 durch einen Gehäuse rand gegen Herausfallen gesichert.

In Figur 1b ist im wesentlichen nur der Kolben 1 durch eine sphärische Kolbendichtung 8 ergänzt. Sie ist ähnlich wie ein Schwenklagering aufgebaut, besteht hier aus 2 Ringen, die durch einen Draht o.ä. am Außenumfang zusammengehalten werden. Die Abwicklung A zeigt, wie wechselseitig der Draht durch Nuten geführt wird. Diese Dichtung kann auch aus elastischem Material wie Gummi aus Verschleißgründen bei abrasiven Fördermedien gemacht werden. Durch ihren keilförmigen Querschnitt stellen sich die beiden Dichtungsringe automatisch nach, wenn der Draht federnd gespannt ist.

In Figur 2 ist die gleiche Maschine von Figur 1 dargestellt, nur als Vierzylinder mit geänderter Steuerung. (In den Schnittzeichnungen sind der Einfachheit halber immer nur 2 Kolben gezeigt). Die 4 Kolben 1 sind hier mit einem Kolbenträger 11 und der Welle 3 zu einem einzigen starren Teil, einem Kolbenrotor zusammengefaßt. Seine momentane Drehachse D1 ist raum- und körperfest. Jeder einzelne Zylinder 2 besitzt eine weder raum- noch körperfeste momentane Drehachse D2, der Mittelpunkt M der Kolben bleibt aber immer in der Figurenachse F der Zylinder, die hier gleichzeitig Symmetrieachse ist. Die Zylinder gleiten voneinan-

der getrennt auf etwas verschiedenen Bahnen auf dem ebenen Steuerspiegel 10, in dem sich der Auslaßkanal 6b mit einer Steuernut 13 befindet, welche die Zylinder beim Ausstoßvorgang mit dem Auslaß verbindet. Auch hier können sich die losen Zylinder zusätzlich frei um ihre Symmetrie- bzw. Figurenachsen drehen, was wie beim Lappen eine Riefenbildung verhindert. Sie werden wieder durch den Druck im Gehäuse 7 am Steuerspiegel gehalten. Zur Sicherheit befinden sie sich aber noch in einer mitdrehenden Maske mit genügend Spiel, die wiederum durch einen feststehenden Ring in der Gehäusewandung gesichert wird. Der Andruck kann durch entsprechend kleine Dichtstege an den Zylindern auch bei hohen Drücken so klein gemacht werden, daß die Zylinder gerade noch nicht abheben, aber einen geringen Verschleiß haben. So kann diese Ausführung auch als ölfreie Hochdruck-Wasserpumpe eingesetzt werden. Die Axialkraft auf den Kolbenrotor kann hier minimiert werden. Der Druck im Gehäuse (z.B. der Förderdruck) will den Rotor durch die Wellenabdichtung nach hinten, und durch die Kolbenabdichtungen nach vorne schieben. Macht man die betreffenden Flächen gleich groß, bleiben nur noch kleine Schwankungen der Axialkraft übrig. Bei der Verwendung in der Hydraulik bei höchsten Drücken kann somit ein aufwendiges Axiallager entfallen. Der ventilgesteuerte Einlaß kann auch im Steuerspiegel 10 untergebracht werden, wobei die einzelnen Löcher allerdings nicht breiter als die Dichtstege der Zylinder sein dürfen, um einen Kurzschluß zu verhindern.

Deshalb liegt hier der jeweilige, durch Rückschlagventile 12 gesicherte Einlaß 6a in den Kolben 1. Der Einlaßkanal 6a wird aus der hohlen Welle 3 heraus, zwischen einer Hochdruck- und einer Niederdruckdichtung nach außen geführt. Dadurch wird gleichzeitig die Leckage der einfachen Hochdruckdichtung zurückgeführt.

In Figur 3 ist im Prinzip die gleiche Maschine von Figur 2 gezeigt, nur in radialer Bauart. Die Vektoren der momentanen Drehachsen D1 und D2 liegen parallel aber exzentrisch zueinander. Jeder Zylinder hat wieder seine eigene momentane Drehachse, der dazugehörige Vektor oszilliert nur dem Betrage nach, d.h., der jeweilige Zylinder rotiert unterschiedlich schnell auf gleicher Kreisbahn. Auch die hier nicht eingezeichnete Steuerung ist die gleiche. Die Verschiebung der Zylinder 2 zueinander ist hier deutlich zu erkennen. Zusätzlich werden hier die losen Zylinder 2 durch Fliehkräfte an den hier zylindermantelförmigen Steuerspiegel 10 gedrückt.

Der Füllungsgrad der Arbeitsräume 5 erhöht sich durch die Fliehkraft.

Auch hier können die elastischen Teile hauptsächlich auf Zug belastet werden, indem das Ge-

häuse 7 unter Druck gesetzt wird.

Da die dritte Dimension bei Radialkolbenmaschinen frei ist, können hier die Kolben 1 und Zylinder 2 auch langgestreckt, im Querschnitt rechteckförmig ausgeführt werden. Es gilt dabei die gleiche Schnittzeichnung. Die kugelförmigen bzw. sphärischen Kolben 1 können bei allen Varianten mit der sphärischen Kolbendichtung 8 versehen werden, die eine flächenhafte Abdichtung schafft und als einziges, auswechselbares Verschleißteil dienen kann. Hier nicht eingezeichnete Stützringe an den Flanken der Zylinder sorgen dafür, daß die Zylinder auch bei einem Störfall (Festhängen am Kolben o.ä.) nicht vom Steuerspiegel abheben.

Aus Gründen der Einheitlichkeit muß es auch unter den Radialkolbenmaschinen eine Einzylindervariante geben. Sie ist in Figur 4a bzw. 4b gezeigt. Sie entsteht aus der vorhergehenden Variante, indem alle anderen Kolben und Zylinder weggelassen werden und der letzte Zylinder 2 den ganzen Raum des zylindrischen Gehäuses 7 ausfüllt. Ventile sind hier nicht mehr nötig, da die Zwischenräume zwischen den Zylindern 2 ja auch fehlen, die einen Kurzschluß verursachen könnten. Der Kolben 1 ist starr mit der Welle 3 verbunden und dreht sich um D1, der Zylinder 2 um die Achse D2, die gleichzeitig die Symmetrieachse des Gehäuses 7 ist. Beide Drehachsen sind raum- und körperfest, nur sind die Winkelgeschwindigkeiten nicht immer genau gleich.

Ein Zylinder 2 wird durch den sphärischen Kolben 1 in 2 Arbeitsräume 5a und 5b geteilt, wobei der zweite aber ein totes Volumen besitzt. Der Zylinder ist an den Enden offen, wo sich der Ein- bzw. Auslaß 6a bzw. 6b befinden. Die ruhenden Kanäle im Steuerspiegel 10 liegen wie bei gewöhnlichen Radialkolbenmaschinen und sind deshalb nicht eingezeichnet.

In Figur 4b sind Kolben 1b und Zylinder 2b langgestreckt, um die Fördermenge zu erhöhen. Diese Konstruktion eignet sich auch als Turbolader. Alle Teile sind auswuchtbar; es ist also eine Drehkolbenmaschine, und beide Rotoren können extern gelagert werden, damit ein ölfreier Betrieb möglich ist. Als Druckluftmotor braucht der Arbeitsraum 5b nur beim Anfahren gefüllt zu werden. Sein Einlaß liegt axial gesehen auf einer anderen Spur. Als ölfreier Verdichter hat diese Konstruktion den Vorteil einer hohen Geräuscharmheit.

Sogar als kleiner, hochtouriger Verbrennungsmotor wäre diese Konstruktion geeignet. Dabei bietet sich ein einfaches Zweitaktverfahren mit Pleuellastenspülung (Arbeitsraum 5b) an.

Eine Mehrzylindermaschine läßt sich hier außerdem dadurch bauen, indem die Kolben und Zylinder axial hintereinander angeordnet werden, wobei sie beliebig gegeneinander versetzt werden

können.

Eine höhere Dichtheit bekommt diese Variante ohne Spaltabdichtung am Umfang, wie sie in Figur 5 dargestellt ist. Hier sind Kolben 1 mit der Welle 3 und Zylinder 2 mit der Welle 4 starr verbunden. Beide Wellen sind fliegend gelagert. Die Welle 3 greift hier nicht durch den Zylinder 2, vielmehr wurde der Kolben 1 an einer Kolbenstange im Hubabstand wieder nach innen gebogen, so daß der Kolben radial nach innen in den Zylinder 2 hineinragt. Zu beachten ist hier, daß der Mittelpunkt M des Kolben 1 nicht gerade genau durch eine der Drehachsen D1 oder D2 geht, sonst könnte kein Drehmoment übertragen werden. (Der rotierende Zylinder ist zwar auch hier kein Leistungsteil, aber ein gewisses Drehmoment muß z.B. beim Anlaufen übertragen werden). Diese Variante besitzt eine sehr hohe Dichtheit, da im Hochdruckteil nur noch die Kolbendichtung übrig bleibt, und der Auslaß 6b durch ein Rückschlagventil 12 gesteuert wird. Das Gehäuse 7 wird so mit dem Förderdruck gefüllt. Der Einlaß 6a wird seitlich durch Schlitze in der Nähe des unteren Totpunktes, also bei geringem Druck bei der Verwendung als Verdichter, gesteuert.

Richtet man den Kolben 1 dieser Variante radial nach außen, erhält man die Ausführung von Figur 6, die als Verbrennungsmotor gedacht ist. Es ist eine zweiwellige Drehkolbenmaschine in radialer Bauart. Der Kolben 1 wurde hier durch eine sphärische Kolbendichtung 8a ergänzt, die wiederum einen Kolbenring hat. Diese Dichtung ist nach unten verlängert und dient für die Schlitzsteuerung einer Zweitakt-Kurbelkastenspülung im zusätzlichen Arbeitsraum 5b. (Zu beachten ist hier, daß diese Dichtung die Kinematik, d.h., die Drehmomentübertragung auf den rotierenden Zylinder beeinflussen kann. Normalerweise ist nur der Kolbenrotor ein Leistungsteil.) Der Einlaß 6a wird allerdings schon durch eine fest auf der Welle 3 sitzende Schlitzscheibe 14 gesteuert. Diese Scheibe deckt den seitlich offenen Zylinder 2 ab und führt relativ zu ihm eine Schwenkbewegung aus, wodurch er entsprechende Öffnungen im Zylinder steuern kann. Im Arbeitsraum 5a liegen die Steuerschlitze wie bei einem gewöhnlichen Zweitaktmotor mit entsprechenden Fenstern im Kolben 1 bzw. Kolbendichtung 8a. Eine gewisse Unsymmetrie im Steuerdiagramm entsteht aber dadurch, daß der mitrotierende Auslaß außen am Gehäuse an einem festen Auslaß 6b berührungslos entlangläuft, wodurch die üblichen Spülverluste vermieden werden können. (Die Steuerorgane sind oft versetzt gezeichnet). Daß dabei etwas Abgas ins Gehäuse, und damit wieder in den Einlaß gelangt, kann positiv für die Verbrennung ausgenutzt werden.

Die Zündspannung wird berührungslos auf eine mitrotierende Zündkerze übertragen.

Da auch hier ein Pleul mit den entsprechenden Lagern fehlt, kann diese Drehkolbenmaschine mit geeigneten Materialien auch ölfrei arbeiten.

Figur 7a und 7b zeigen 2 Ausführungen als Taumelkolbenmaschine, wobei einmal die 6 Zylinder 2 und zum anderen die Kolben 1 etwas querbeweglich angeordnet sind.

Die Taumelkolbenmaschine ist eine schrägachsig Kolbenmaschine, bei der die Körperdrehungen eliminiert wurden. Die Stange 3a dreht sich nicht mehr als Welle; ihr Ende kreist nur noch, der Kolbenträger 11 wälzt sich am Gehäuse 7 ab und die Kolben 1 bewegen sich bei der Figur 7a auf einem Kreisbogen in den seitlich beweglichen Zylindern 2 hin und her. Es dreht sich nur noch die momentane Drehachse D1 auf einem Kegelmantel und steht dabei immer senkrecht zur kreisenden Stange 3a. Die Mittelpunkte M der Kolben oszillieren auf den Figurenachsen F der Zylinder. Der Kraftfluß erfolgt auch hier ohne Unterbrechung von der Stange 3a auf die 6 starren Kolben 1 über den starren Kolbenträger 11. Das hier an der Stange 3a eingezeichnete Schwenklager 8a muß keine Kräfte übertragen, es könnte also auch weggelassen werden. Hier dient es nur zur Führung und Abdichtung, ähnlich wie die Dichtung 8 an den Kolben 1.

Die einzelnen, losen Zylinder 2 sitzen auf einer Seitenscheibe des Gehäuses 7 in einer Gummieinfassung 16 über einer Nut 5a, die gleichzeitig Arbeitsraum und Steuerorgan ist. Die Nut ist im Querschnitt genau ein Halbkreis, den der eingetauchte Kolben genau verschließt und so eine rotierende Trennstelle zwischen Saug- und Druckraum bildet. Sie kann dabei vorzugsweise mit Gummi oder einer ähnlichen verschleißfesten Schicht versehen sein. Dann ist die Abrollbewegung der Kolben 1 in der Nut 5a auch ruckfreier, weil ein Kolben immer an der Nut anliegen muß. Eine feste Trennstelle wird einfach durch eine Unterbrechung der Nut an einer Umfangsstelle gebildet. Ein- und Auslaß 6a, 6b liegen beiderseits dieser Trennstelle in der Nut 5a. Die Kolben 1 verdrängen Volumen in den Arbeitsräumen 5 der Zylinder und gleichzeitig Volumen in der Nut. (Ein- und Auslaß sind versetzt gezeichnet.)

Bei der Ausführung von Figur 7b sind die Zylinder 2 fest im Gehäuse 7, aber die Kolben 1 am Kolbenträger 11 durch die elastischen Stäbe 15 querelastisch angebracht.

Auch hier gelingt eine bemerkenswerte ventillose Steuerung, indem die Kolben 1 mit ihren Dichtungen 8 die in Umfangsrichtung liegenden überströmkanäle 6c steuern. Ein Kolben unterbricht jeweils den Kanal. Jeder Zylinder hat also seinen eigenen Ein- und Auslaß, wobei das Medium aber durch alle Zylinder hindurchströmt. Eine feste Trennstelle wird einfach dadurch gebildet, indem zwischen zwei Zylindern der überströmkanal weg-

gelassen wird. Dort befinden sich auch wieder die Ein- und Auslaßkanäle 6a und 6b. Da es bei diesen Ausführungen nur sehr geringe Gleitgeschwindigkeiten gibt, sind sie besonders für zähe und abrasive Medien geeignet (z.B. zum Verspritzen von Wandfarben u.dgl.). Wie grundsätzlich alle Varianten lassen sich die letzten beiden auch anders kombinieren; so können die Kolbenhalterung bzw. die Steuerung vertauscht werden. Dann erhält man eine Pumpe mit starren Kolben 1, Dichtungen 8 und querbewegliche Zylinder 2 mit einer Steuerung durch die Kanäle 6c, wobei die Ein- und Auslaßöffnungen der Zylinder einfach durch flexible Schläuche verbunden werden. Bei dieser Art als Radialkolbenmaschine würde sich ein direkter Antrieb durch ein rotierendes Magnetfeld anbieten.

In Figur 8a,b ist wieder eine Axialkolbenmaschine wie schon in Figur 2 dargestellt, nur mit festen Zylindern 2 in einer starren Zylindertrommel, aber querbeweglichen, sphärischen Kolben 1, die durch eine elastische Kolbenstange 15 mit dem Kolbenträger 11 und letztlich mit der Welle 3 verbunden sind. Diese Teile bilden zusammen einen Kolbenrotor mit raum- und körperfester, momentaner Drehachse. Die Zylindertrommel und der Kolbenrotor sind noch einmal in Figur 8b dargestellt. Die Zylindertrommel gleitet am schrägen Steuerspiegel 10. Die Verschiebungen haben ein Minimum, wenn sich beide Drehachsen in der Mitte des Hubes schneiden. (Gleichzeitig hat die "Exzentrizität im Hubbereich" ein Minimum). Die Auslenkung eines Stabes 15 liegt für die in der Zeichnung dargestellten Verhältnisse in der Größenordnung einiger Zehntel Millimeter, d.h., eine derart geringe Auslenkung verträgt ein geeignetes Material auch bei Dauerbelastung. In Figur 8a ist auch wieder die Kinematik der Verdrängermaschine in einem Vektordiagramm dargestellt. Die Vektoren D1 und D2 sind die momentanen Drehachsen des Kolbenrotors und der Zylindertrommel und charakterisieren die Bahnkurven der Kolbenmittelpunkte M und der Figurenachsen F der Zylinder 2. Zwangsbedingung ist auch hier wieder, daß trotz der Schrägachsigkeit und der damit verbundenen elliptischen Verzerrungen die Mittelpunkte M der Kolben in jeder Stellung in den Figurenachsen F der Zylinder bleiben.

Auf der Saugseite wird der sich vergrößernde Arbeitsraum 5 durch den Einlaß 6a gefüllt, dabei werden die Kolbenstangen 15 auf Zug belastet, weil im Gehäuse meist der Förderdruck herrscht. Dieser stellt sich von selbst dadurch ein, daß druckseitig die Zylindertrommel lose am Steuerspiegel 10 entlang gleitet, saugseitig aber durch den Druck im Gehäuse bzw. durch den fehlenden Gegendruck entsprechend der Größe und Qualität des in Figur 8b gestrichelt eingezeichneten Dichtandes an den Steuerspiegel gedrückt wird. Beim

druckseitigen Ausschieben durch den Auslaß 6b verrichten die Kolben 1 fast keine Arbeit mehr und die Kolbenstangen werden praktisch nicht auf Druck belastet, können also nicht ausknicken! Im normalen Betrieb braucht die Zylindertrommel auch keine Halterung oder Zentrierung. Die eingezeichnete Schraube und der schräge Häuserand sind nur Sicherungen beim Anlaufen und für Störfälle. Diese Ausführung ist besonders als extrem leise laufende Pumpe für Flüssigkeiten und Gase in der Medizintechnik, oder als leise laufende Kraftstoffpumpe geeignet.

Eine entsprechend größere Variante ist auch als ölfreie Hochdruck-Wasserpumpe oder ölfreier Verdichter einsetzbar. Für eine Drehzahl können die Fliehkräfte an den Kolben dadurch aufgehoben werden, indem die Kolbenstangen 15 vor dem Einbau, wie in Figur 8b gezeigt ist, etwas nach innen gebogen werden.

Bei der Verwendung als ölfreier Verdichter, kann das Gehäuse mit Druckwasser (der Wasserdruk muß etwa 10 bar höher sein, als der Förderdruck des Gases) beaufschlagt werden. (Die Volumenänderungen im Gehäuse sind gering). Dadurch werden sämtliche Spalte abgedichtet und das verdichtete Gas direkt gekühlt. Diesen Druckwasserkreislauf kann sich dieses Aggregat selbst erzeugen, indem innen ein Ring mit Kolben als Pumpe und außen die großen Kolben als Verdichter angeordnet sind. Dies gilt natürlich auch für andere Varianten, z.B. von Figur 2.

Grundsätzlich sind alle Ausführungen miteinander kombinierbar. So kann z.B. die querelastische Kolbenhalterung unabhängig von anderen Variationen geändert werden. Figur 9a zeigt eine andere Kolbenhalterung, die aus ineinandergesteckten Rohren 17 besteht, die wechselseitig an den Enden verbunden sind. Diese Halterung kann höhere Schubkräfte übertragen.

In Figur 9b ist eine weitere querelastische Kolbenhalterung gezeigt, die aus mehreren, parallelen Stäben 15 hoher Schlankheit besteht. Dieser Kolben 1 kann sich um kleine Beträge seitlich verschieben. Bei dünneren, aber einer größeren Anzahl von elastischen Stäben wird das Verhältnis zwischen übertragbaren Längs Kräften und leichter seitlicher Auslenkung günstiger, wie z.B. bei einem Bündel von Glasfasern o.dgl. (Wegen der besseren Übersichtlichkeit sind hier nur wenige Stäbe symbolisch eingezeichnet).

Figur 10 zeigt einen typischen Fall dieser Art Verdrängermaschine; sie ist schrägachsigt, aber weder axial noch radial, im Hubbereich exzentrisch und hat einen inneren Kegelmantel als Steuerspiegel 10. Der Hub entsteht also wie im allgemeinsten Fall durch eine Schrägachsigkeit und Exzentrizität. Die momentanen Drehachsen D1 und D2 schneiden sich nicht im Hubbereich und die Figurenachsen

sen F der Zylinder 2 liegen auf einem Kegelmantel. Im Prinzip ist es die gleiche Konstruktion wie in Figur 8, nur daß die Figurenachsen F der Zylinder etwas nach außen geschwenkt wurden.

In Figur 11a sind sie ganz radial nach außen geschwenkt und der Steuerspiegel 10 wurde zum Zylindermantel. Zusätzlich wurden hier die elastischen Stangen 15 um 90° umgebogen und werden nun so wie Drehstäbe auf Verdrehung belastet.

In Figur 11b sind die Stangen bis auf eine durch Seile 20 ersetzt worden. Beim Anlaufen dieser Kolbenmaschine muß die am Kolben angreifende Fliehkraft allerdings größer als die entgegengesetzte Kraft aus dem Arbeitsraum und die Kolbenreibung sein. Später strafft der Förderdruck im Gehäuse die Seile, sie werden also nur auf Zug beansprucht. Wegen der hohen Flexibilität eines Seiles, läßt sich hier auf einfache Weise ein großer Hub verwirklichen. Auch lassen sich leicht alle Kolbenformen, wie Kugeln, Zylinder, querliegende Zylinder und lang ausgedehnte Kastenformen wie bei Figur 14 verwenden.

Dreht man die Figurenachsen F von Figur 8 nach innen, entstehen die entsprechenden, nach innen gerichteten Varianten von Figur 12 und 13a. Der Steuerspiegel ändert sich dabei von einer Ebene in einen äußeren Kegelmantel und dann in einen äußeren Zylinder.

In Figur 13b werden die kugelförmigen Kolben 1 durch zusätzliche Stangen 15 gehalten, die wiederum an einem freien Ring 19 befestigt sind.

Die Radialkolbenmaschine von Figur 14 geht aus der Variante von Figur 11 hervor, indem im wesentlichen nur die Kolbenform variiert wird. Die Kolben 1 sind hier im Querschnitt rechteckförmig und beliebig langgestreckt und haben ebene Kolbenflanken. Da sie hier nur in einer Richtung (Umfangsrichtung) querbeweglich sein müssen, sind sie durch Blattfedern 18 mit dem Kolbenträger verbunden. Von den langgestreckten Zylindern bleiben hier nur einzelne Wandungen 9 als Einzelteile übrig. Sie gleiten gut dichtend als leicht auswechselbare Verschleißteile am zylindrischen Steuerspiegel 10 und liegen gleichzeitig an 2 Kolben an. Die Steuerung erfolgt hier wie bei jeder gewöhnlichen Radialkolbenmaschine und ist deshalb nicht eingezeichnet. Diese Konstruktion eignet sich als einfache, langgestreckte Pumpe mit geringem Durchmesser, um sie z.B. in einem Rohr unterzubringen.

Figur 15 zeigt diese Bauart mit einem Zylinder und einem Kolben, aber mit 2 Arbeitsräumen 5, ist also eigentlich ein Zweizylinder. Der Zylinder 2 liegt quer in einem zylindrischen Rotor, wobei die Verbindung der Arbeitsräume 5 zum feststehenden Gehäuse 7 über die Fenster 6c erfolgt. Der Kolben 1 wirkt beidseitig und ist hohl, wo sich an einer Seite die querelastische Aufhängung am Kolbenträ-

ger 11 durch die Blattfedern 18 befindet. Hier gleitet der Zylinderrotor am zylindrischen Steuerspiegel 10 entlang. Läßt man ihn frei rotieren, können die axialen Stirnseiten die Steuerung übernehmen. Bringt man außerdem die querelastischen Teile am Zylinder an, gelangt man zu der Ausführung von Figur 16. Zusätzlich wurde hier noch die Kolbenform variiert. Er ist hier um seine Drehachse D1 rotationssymmetrisch, also zylindrisch, wodurch diese Drehung entfallen kann und der Kolben hier nur ein ruhender Zapfen 1a ist, um den sich der Zylinder 2 dreht, wobei seine momentane Drehachse D2 oszilliert. An einer radialen Seite ist der Zylinder über die flexible Stange 15 mit der Welle 4 verbunden, wobei die Stange erst gewendet wurde, um eine höhere Auslenkung zu erreichen. (Sie könnte hier auch als Drehstab in die Welle geführt werden.) Die Steuerung erfolgt durch den seitlich offenen Zylinder und den Steuerspiegel 10, in dem sich die Ein- und Auslaßkanäle 6a und 6b befinden. An der entgegengesetzten Seite wird der Zylinder durch eine Seitenscheibe abgedeckt, die entweder am Zylinder 2 oder am Kolben 1a befestigt ist.

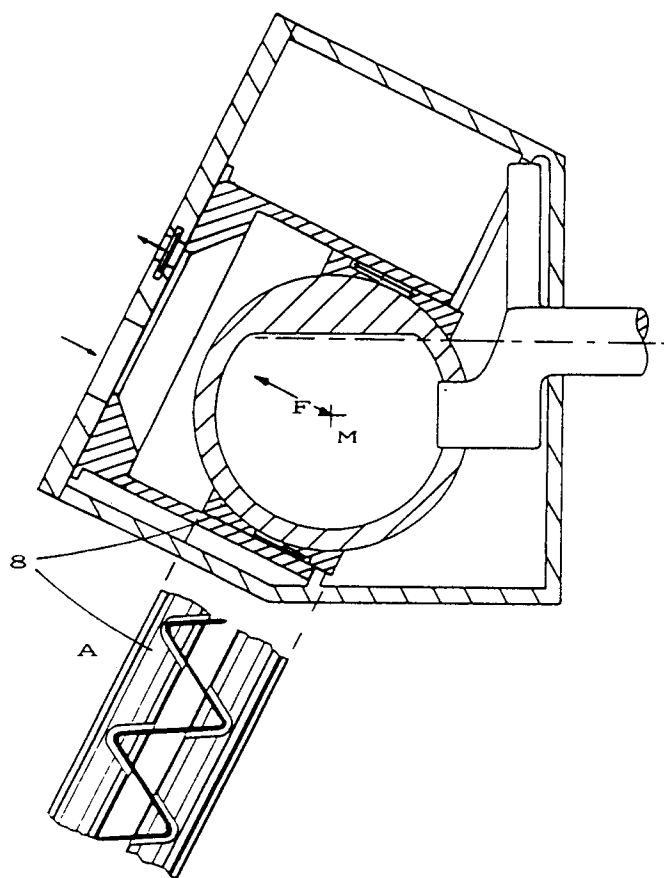
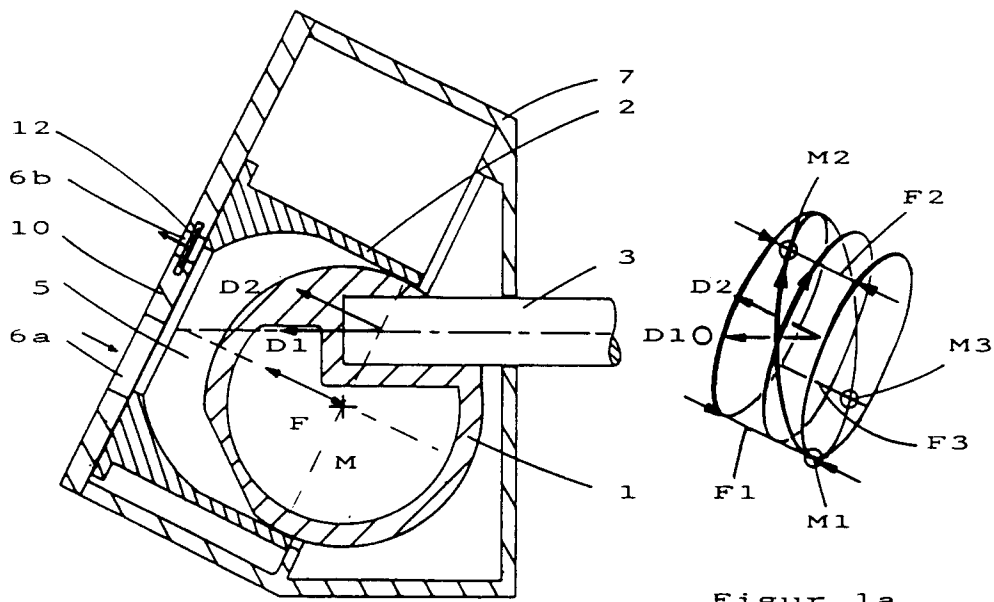
Eine entsprechende Zweizylindermaschine ist in Figur 18 gezeigt. Die beiden rotierenden Zylinder 2 sind durch eine feste Seitenscheibe getrennt, wo auch die Kanäle 6a,b für den dahinterliegenden Arbeitsraum 5 hindurchgehen. Die Zylinder 2 sind hier um 90° gegeneinander versetzt. Einer ist durch die Stange 15, der andere durch eine Blattfeder 18 mit der Welle 4 verbunden.

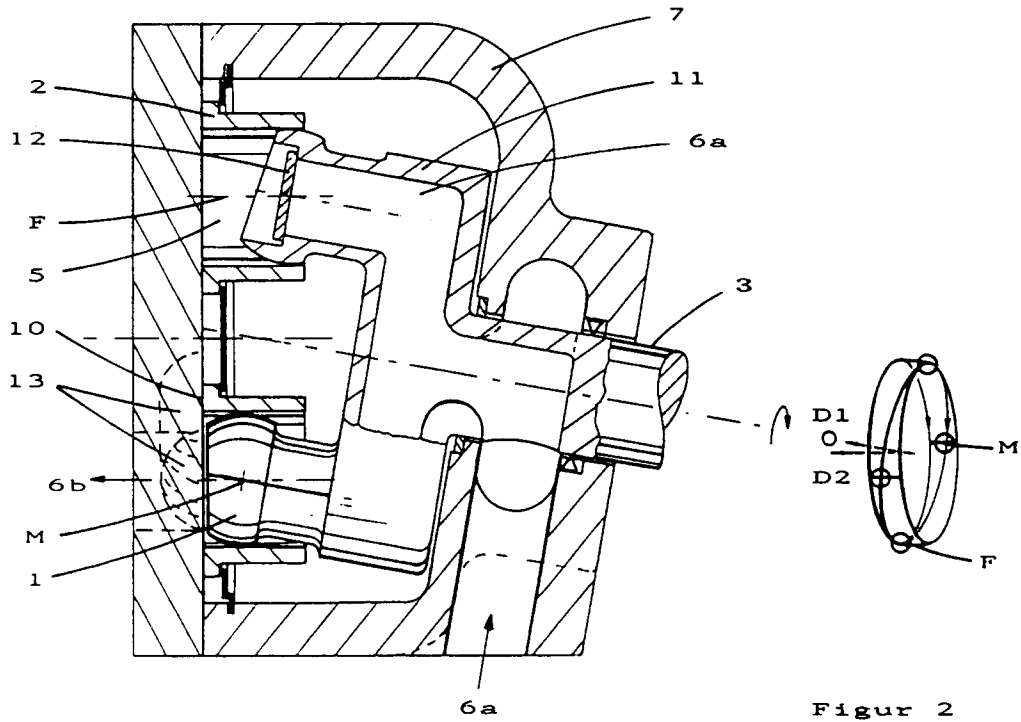
Figur 17 zeigt noch eine von Figur 16 ausgehende Variante, bei der die Kolbendichtung 8 eine flächenhafte Abdichtung erzeugt. Die Steuerung erfolgt hier durch die am Kolben 1a gleitende, zylindrisch ausgedrehte Dichtung (8b) zusammen mit den im Kolben 1a befindlichen Ein- und Auslaßkanälen 6a und 6b.

Patentansprüche

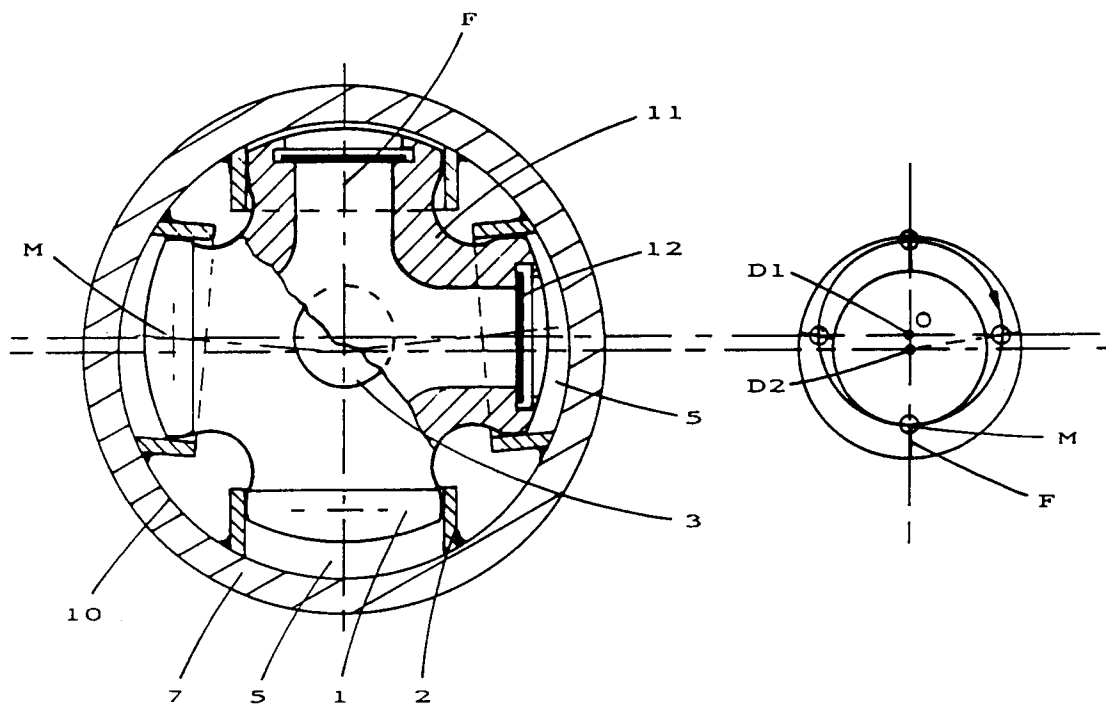
1. Kolbenmaschine mit mindestens einem bewegten Teil mit einer momentanen Drehachse und mindestens einem dichten Arbeitsraum (5) mit je zwei sich berührenden, gegeneinander beweglichen, festen arbeitsraumbildenden Teilen (1;2), einem Zylinder (2) mit im Hubbereich beliebigem, aber konstantem Querschnitt und einem den Querschnitt vollständig ausfüllenden Kolben (1), wobei zumindest eine Bewegungskomponente des Kolbens im körperfesten Bezugssystem des Zylinders eine Hubbewegung längs der Figurenachse (F) des Zylinders ist, Ein- und Auslaßkanälen und Kraftübertragungsteilen zwischen artgleichen arbeitsraumbildenden Teilen (1;2) untereinander und zu einer Welle (3;4) bzw. Stange (3a), dadurch gekennzeichnet, daß alle Kraftübertragungsteile

- nur einstückige, geschlossene bzw. form-schlüssige Verbindungen darstellen und so einen ununterbrochenen Kraftfluß aus den Arbeitsräumen (5) bis nach außen bilden, der nicht durch irgendwelche Lager unterbrochen wird und eine Sorte der arbeitsraumbildenden Teile (1;2) gegenüber anderen gleichartigen und quer zur Hubbewegung für geringe Auslenkungen beweglich bzw. verschiebbar angeordnet sind, damit die jeweiligen Mittelpunkte (M) der Kolben (1;1a) in jeder Stellung in den Figurenachsen (F) der Zylinder (2) bleiben.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die meist sphärischen Kolben (1) ausschließlich durch starre Teile, mehrere Kolben (1) durch einen starren Kolbenträger (11) verbunden sind und daß der bzw. die Zylinder (2) einzeln lose, oder mehrere höchstens quer zur Hubbewegung elastisch miteinander verbunden sind.
3. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Zylinder (2) zu einem einstückigen, starren Teil zusammengefaßt sind und dafür der bzw. die Kolben(1), zumindest bis auf einen, über querelastische Kraftübertragungsteile (15;16;17;18;20;) mit einem starren Kolbenträger (11) verbunden sind.
4. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 und 2 oder 3 in einer Rotationskolbenbauart, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinder (2) an ebenen, zylindrischen oder kegelmantelförmigen Steuerspiegeln (10) entlanggleiten.
5. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 in einer Radialkolbenbauart, dadurch gekennzeichnet, daß die hier langgestreckten, im Querschnitt rechteckförmigen Kolben (1) durch querelastische Kraftübertragungsteile (15;16;17;18; 20) mit einem Kolbenträger (11) verbunden sind und die hier ebenen Zylinderwandungen (9) auch noch voneinander getrennt, aber an 2 Kolben gleichzeitig anliegend, an einem zylindrischen Steuerspiegel (10) entlanggleiten.
6. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 und 2 in einer axialen Einzylinderbauart, dadurch gekennzeichnet, daß der lose Zylinder (2) an einem schrägen, aber ebenen Steuerspiegel (10) entlanggleitet und der sphärische Kolben (1) direkt exzentrisch mit einer Welle (3) starr verbunden ist.
7. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein Kolben- Zylinderpaar achsparallel aber exzentrisch rotiert, die Hubrichtung bzw. die Figurenachse (F) des Zylinders (2) senkrecht zu den Drehachsen D1 und D2steht und der so querliegende, radial beiderseits offene oder geschlossene Zylinder (2) wiederum zylindrisch abgedreht wurde und sich in einem zylindrischen Gehäuse (7) dreht und am zylindrischen Steuerspiegel (10) entlanggleitet.
8. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein zylindrischer Kolben (1a) als Zapfen ruht, und der bzw. die im Querschnitt rechteckförmigen Zylinder (2) exzentrisch dazu rotieren und durch querelastische Kraftübertragungsteile (15;16;17;18;) mit einer Welle (4) verbunden ist bzw. sind, wobei die momentanen Drehachsen D2 der Zylinder (2) und die Symmetrieachse des Kolbens bzw. Zapfens parallel sind und die momentane Drehachse D2 eine oszillierende Bewegung ausführt.
9. Kolbenmaschine nach einem der vorhergenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (1;1a) sphärisch oder querliegend zylindrisch sind und eine an den Flanken anliegende Kolbendichtung (8;8a;8b) besitzen, in der sie schwenken können.
10. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Kolben (1;1a) bzw. Kolbenträger (11) Ein- und Auslaßkanäle (6a;6b) hindurchgehen.
11. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die kreisförmig angeordneten Zylinder (2) bis auf eine feste Trennstelle zwischen Ein- und Auslaß (6a und 6b) alle durch einen Kanal (6c) oder Nut (5a) elastisch oder starr miteinander verbunden sind, deren Querschnitt durch die Kolben (1) bzw. Dichtung (8) periodisch geöffnet und geschlossen wird.

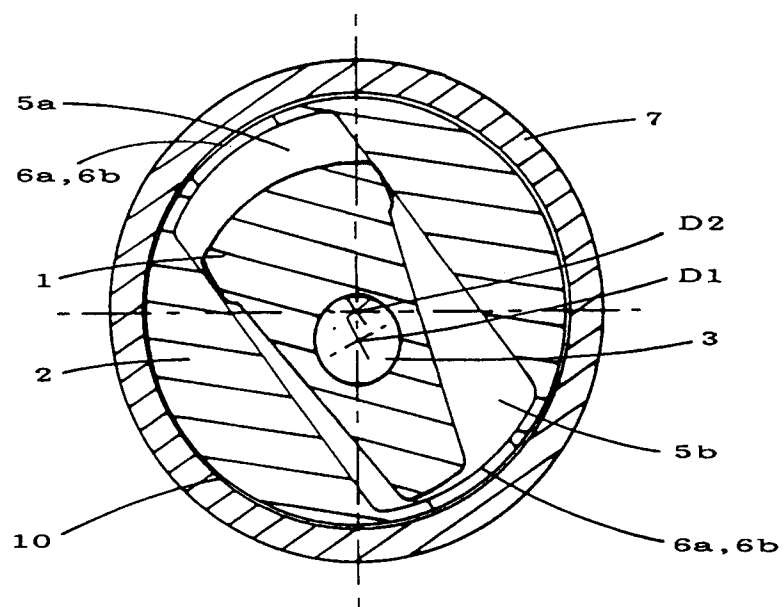




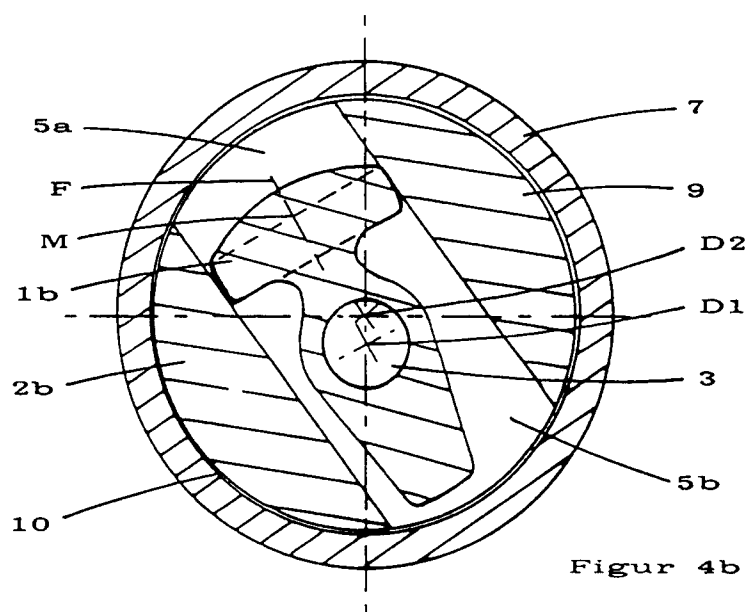
Figur 2



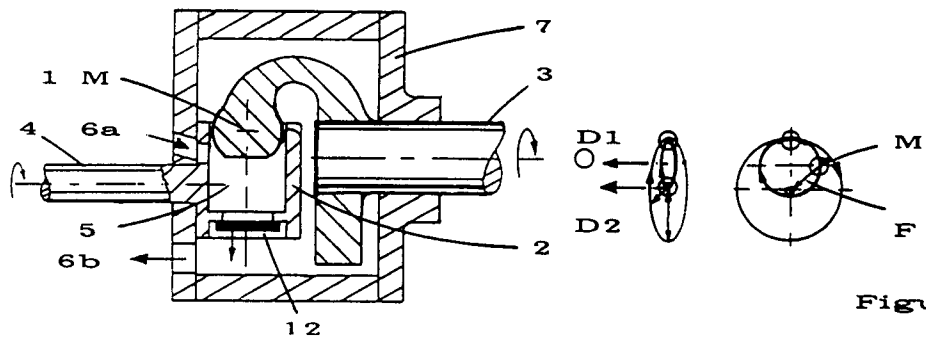
Figur 3



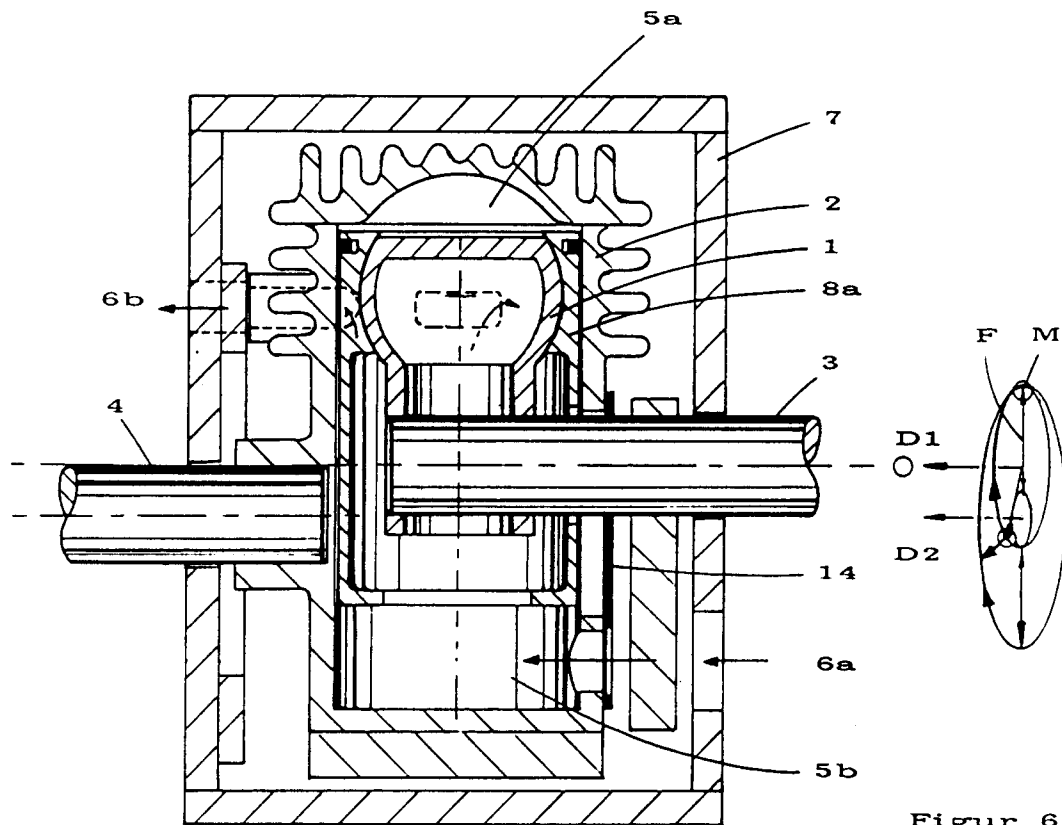
Figur 4a



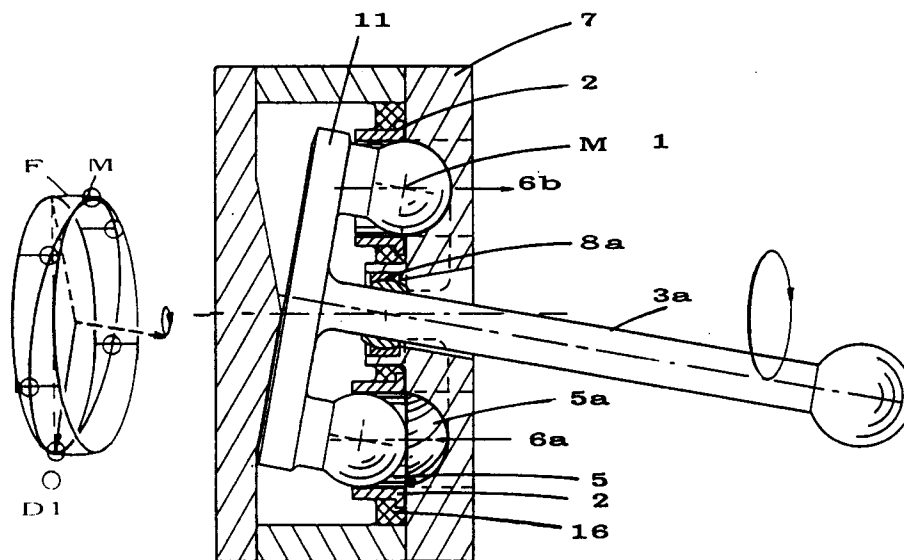
Figur 4b



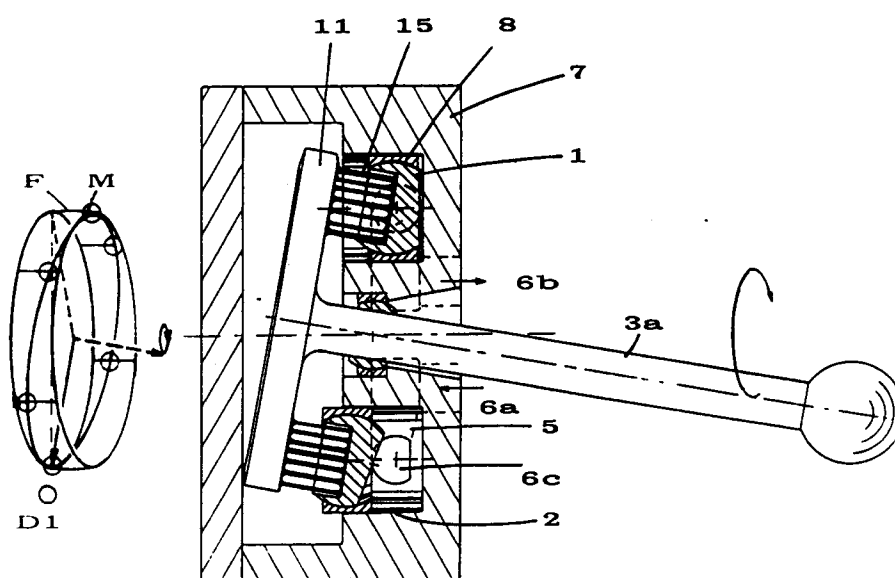
Figur 5



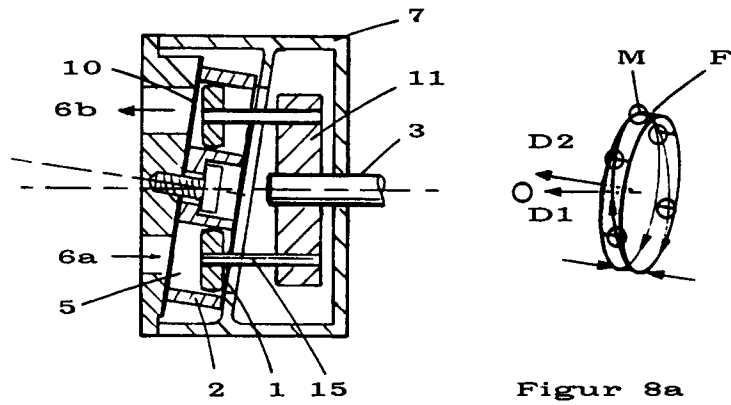
Figur 6



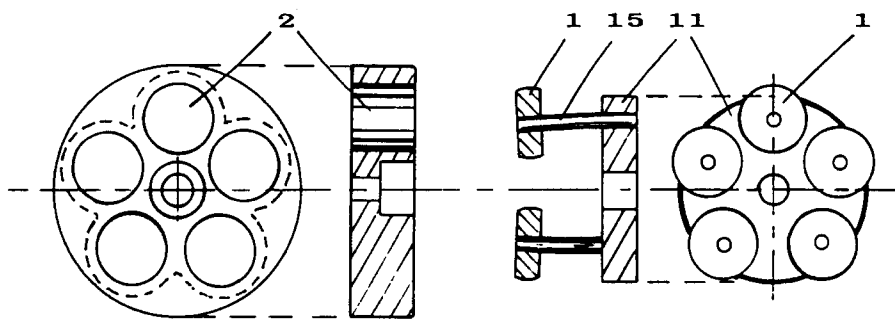
Figur 7a



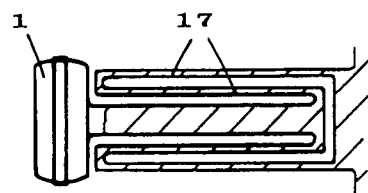
Figur 7b



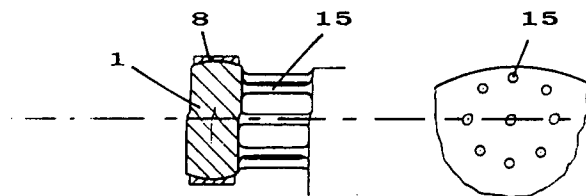
Figur 8a



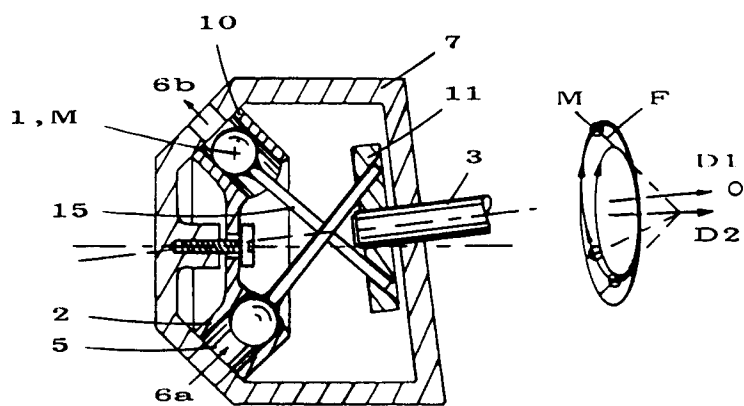
Figur 8b



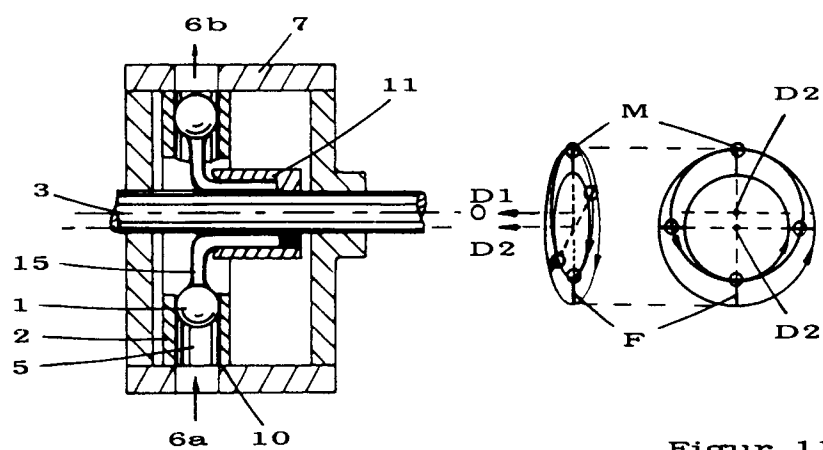
Figur 9a



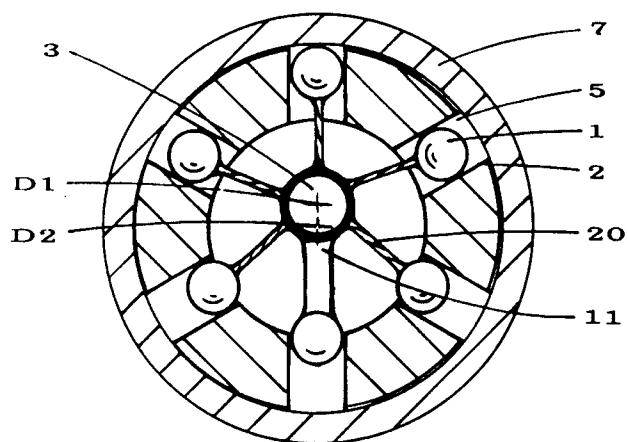
Figur 9b



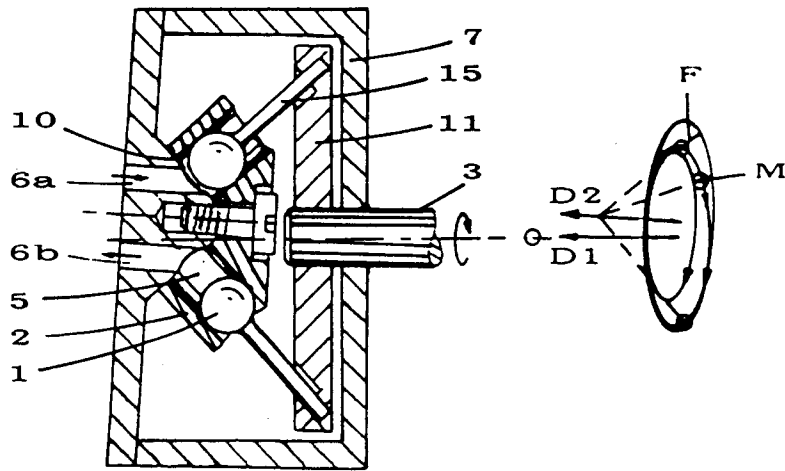
Figur 10



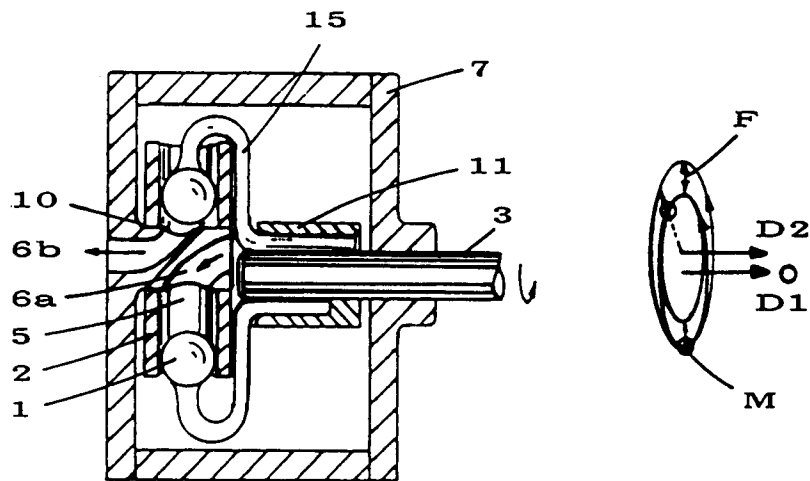
Figur 11a



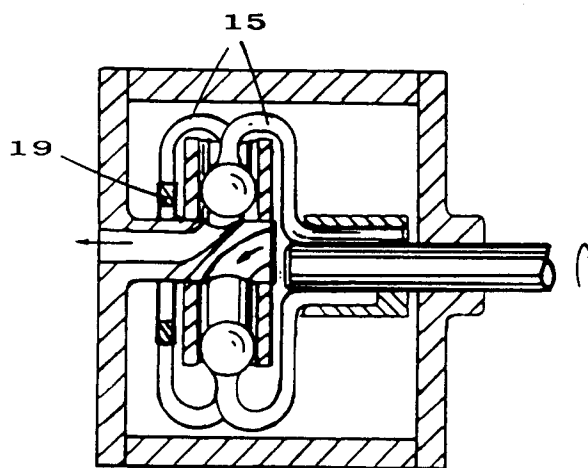
Figur 11b



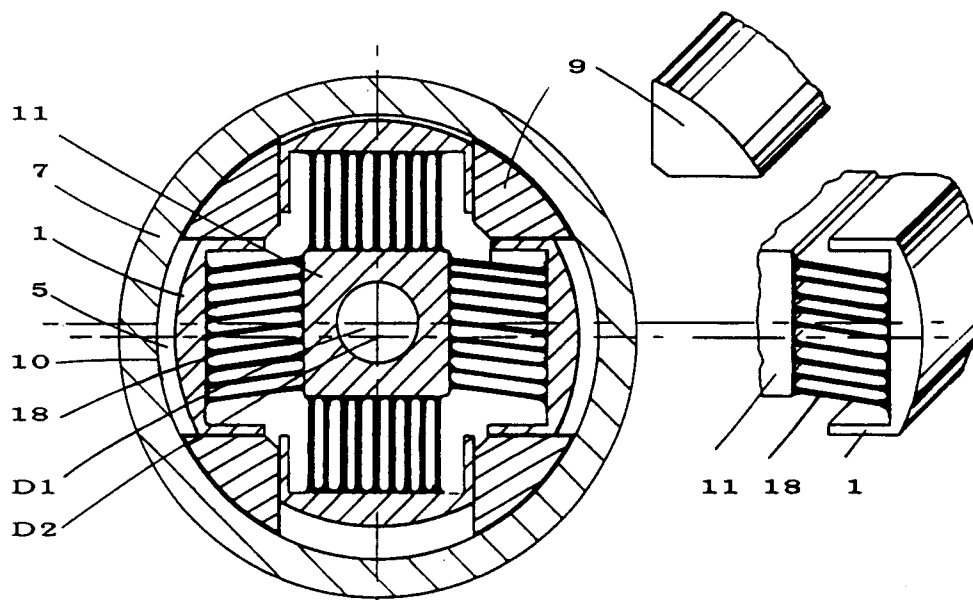
Figur 12



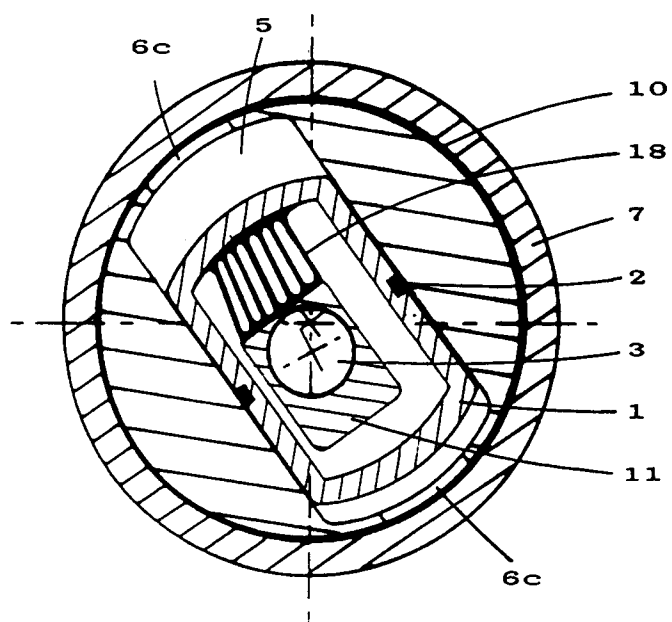
Figur 13a



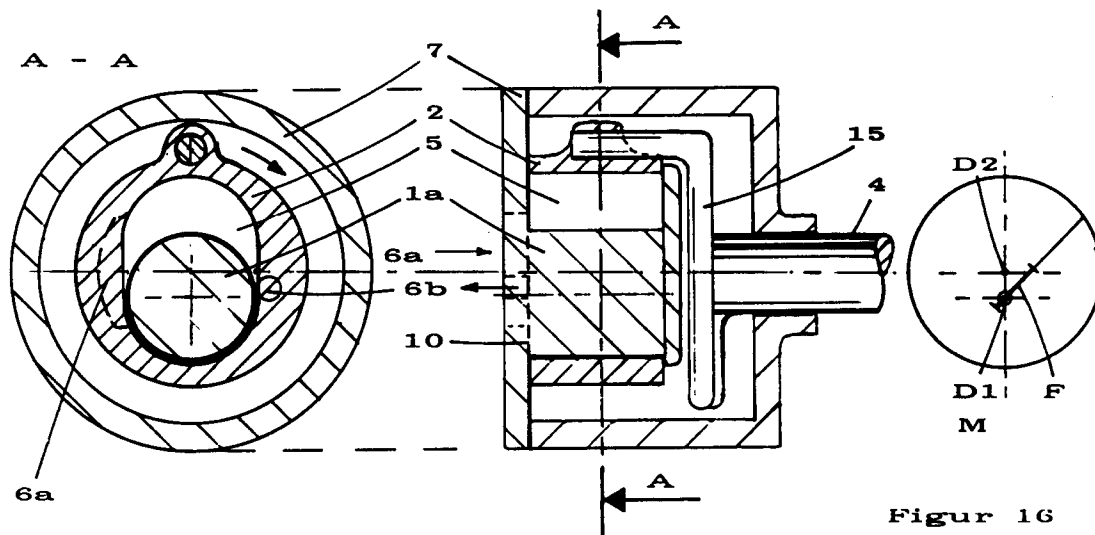
Figur 13b



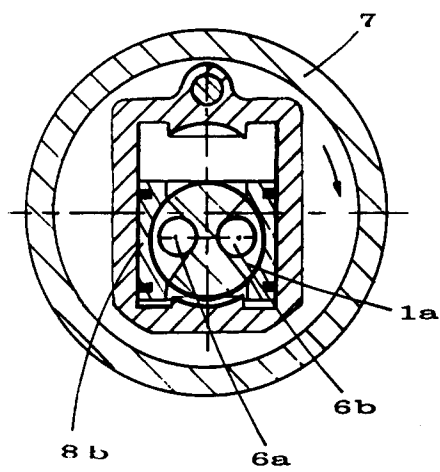
Figur 14



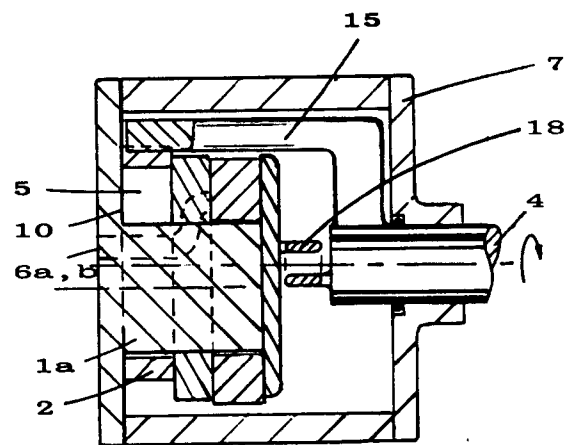
Figur 15



Figur 16



Figur 17



Figur 18



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 6390

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-3 648 567 (CLARK) * Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 2, Zeile 40; Figuren * - - -	1	F 01 B 3/00 F 01 B 9/02 F 04 B 1/10
A	US-A-3 539 278 (CHESTER) * Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 23; Figuren * - - -	1,2	
A	US-A-3 584 543 (HERMAN) * Spalte 1, Zeile 59 - Spalte 3, Zeile 44; Figuren * - - -	2	
A	FR-A-2 154 990 (NEW-INVENT S.A) * Seite 2, Zeile 24 - Seite 6, Zeile 14; Figur 1 * - - -	1	
A	FR-A-2 380 438 (COMMERCIAL SHEARING, INC) * Seite 3, Zeile 9 - Seite 4, Zeile 4; Figuren * - - - - -		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) F 01 B F 02 B F 04 B
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 30 November 90	Prüfer MOUTON J.M.M.P.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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 Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			