

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 674 746 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**04.09.1996 Patentblatt 1996/36**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F01C 9/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/EP93/03415**

(21) Anmeldenummer: **94902680.1**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 94/13934 (23.06.1994 Gazette 1994/14)**

(22) Anmeldetag: **04.12.1993**

(54) **TAUMELSCHEIBENMASCHINE**

**SWASH PLATE MACHINE**

**MACHINE A DISQUE OSCILLANT**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI NL PT SE**

(72) Erfinder: **REIS, Fritz**

**D-64732 Bad König (DE)**

(30) Priorität: **16.12.1992 DE 4242449**

**13.10.1993 DE 4334874**

(74) Vertreter: **Miller, Toivo**

**Nibelungenstrasse 31**

**D-64668 Rimbach (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**04.10.1995 Patentblatt 1995/40**

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-A- 2 517 469**

**DE-A- 2 617 516**

**DE-A- 3 542 648**

**US-A- 3 999 900**

(73) Patentinhaber: **HOFMANN, HOFMANN,  
SÖNDGEN, PAULY GDBR  
D-67547 Worms (DE)**

**EP 0 674 746 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Taumelscheibenmaschine mit einem hohlkugelförmigen Arbeitsraum, der durch eine Trennwand in mindestens eine Hochdruckseite und eine Niederdruckseite geteilt ist, in welche das Arbeitsmedium durch ein Leitungssystem zuführbar ist, wobei die Trennwand bis zu einem Kolbenträger reicht und mit einer plattenförmigen Dichtleiste zusammenarbeitet, mit einem kreisringförmigen dem Durchmesser des Arbeitsraumes angepaßten Kolben, der durch eine gelagerte Welle mit dem Außenraum verbunden ist, die eine Taumelbewegung des Kolbens bewirkt, welcher Kolben mindestens einen radialen sich vom Umfang bis ungefähr zu einem Kolbenträger erstreckenden Kolbenschlitz aufweist, in welchem ein Führungszapfen eingesetzt ist, der mit der Trennwand zusammenarbeitet, und welcher Kolben sich nach außen zum Umfang hin verjüngt, wobei die Stirnflächen des Kolbens mit gegenüberliegenden und senkrecht zur Drehachse der Welle verlaufenden den Arbeitsraum seitlich begrenzenden Seitenflächen in Berührung sind.

### Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft das Gebiet der Taumelscheiben-Arbeitsmaschinen zur Förderung von flüssigen und gasförmigen Medien als Untergruppe des Gebiets der Arbeitsmaschinen, insbesondere Taumelscheibenpumpen und Taumelscheibenverdichter.

### Stand der Technik

Eine solche Taumelscheiben-Arbeitsmaschine ist bekanntgeworden aus der deutschen Patentschrift DE 35 42 648 C2. Die dort offenbarte Lehre betrifft eine Taumelscheibenmaschine mit einem kreisringförmigen Kolben, der in einen hohlkugelförmigen Arbeitsraum angeordnet ist. Der Kolben ist in einem Kolbenträger gehalten und wird von einer Antriebswelle in eine taumelnde Bewegung versetzt, wobei der von der Welle unmittelbar beaufschlagte Kolbenträger in formschlüssigem Eingriff mit dem Kolben steht und diesem die Taumelbewegung aufträgt. Dabei arbeiten die beiderseits des Kolbens befindlichen Teilarbeitsräume, die durch eine mit dem Kolben in Eingriff befindliche Trennwand gebildet sind, abhängig von der Drehrichtung der den Kolbenträger antreibenden Antriebswelle als Hochdruck- und als Niederdruckraum, in welche das jeweilige Medium zu- und abgeführt wird.

Für hochviskose Medien, z. B. Zuckermelasse oder Schweröl, ist die Dichtheit hierbei ausreichend und nur mäßige Reibung gewährleistet. Bei niedrigviskosen Medien hingegen können Undichtigkeiten und verstärkter Verschleiß infolge unvermeidbarer Reibung zwischen der Kolbenführung und der Trennwand auftreten.

Die Kolbenführung besteht hierbei aus einem in einem in den Kolben eingelassenen Radialschlitz einge-

setzten Führungszapfen, welcher in seiner Grundform als kreiszylindrische Säule ausgebildet ist mit einem der Wanddicke der Trennwand entsprechenden Schlitz, in welchen die Trennwand eingreift. Entsprechend der durch den von der Antriebswelle in Rotation versetzten Kolbenträger erzeugten Taumelbewegung des Kolbens gleitet der Führungszapfen an der Trennwand entlang.

Eine in solchen Fällen häufig ergriffene Maßnahme zur Behebung dieses Nachteils, nämlich an der bekannten Maschine die Maßtoleranzen, insbesondere der relativ zueinander bewegten Teile, zu verringern, z. B. die Breite des Schlitzes im Führungszapfen, hat sich als nicht praktikabel erwiesen. Eine Verringerung der Maßtoleranzen kann vielmehr zu erhöhtem Verschleiß oder gar zum Versagen der Maschine führen, zum Beispiel durch Verschweißen infolge zu großer Reibung, und scheidet daher aus.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Taumelscheibenmaschine der eingangs genannten Art derart weiter zu bilden, daß die Reibung zwischen relativ zueinander bewegten Teilen vermindert ist, um die aufgezeigten Nachteile zu vermeiden und, ohne daß die Abdichtung beeinträchtigt ist, ein störungsfreier Betrieb mit allen Fluiden ermöglicht ist.

### Beschreibung der Erfindung

Die Lösung der Aufgabe besteht erfindungsgemäß in den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1. Danach ist vorgesehen, daß der Kolben einen in seinen Radialschlitz drehbeweglich eingesetzten kreiszylindrischen Führungszapfen aufweist, der in einer in der Trennwand angeordneten Führungsnut geführt ist, welcher Radialschlitz mit abgewinkelten Seitenflanken versehen ist, deren Öffnungswinkel an den Schwenkhub des Kolbens angepaßt ist und daß der Führungszapfen mit einem in dem Kolbenträger angeordneten Dichtungselement zusammenarbeitet, welches an den Öffnungswinkel des Radialschlitzes des Kolbens angepaßt ist.

Diese vorstehend beschriebene Lösung kommt insbesondere für den schnellaufenden Betrieb der erfindungsgemäßen Taumelscheibenmaschine in Betracht, da die miteinander im Eingriff bzw. in Anlage zueinander befindlichen Flächen im Vergleich zu der bekannten Taumelscheibenmaschine beträchtlich vermindert sind und überdies weitere reibungsmindernde Maßnahmen möglich sind.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der drehbewegliche Führungszapfen über ein Axiallager im Grund des Radialschlitzes abgestützt. Hieraus resultiert eine weitere Verminderung der Reibung, da anstelle von Haftreibung nur noch der deutlich kleinere Rollwiderstand des drehbeweglichen zylindrischen Führungszapfens in der Führungsnut in der zum Arbeitsraum weisenden Stirnseite der Trennwand bei der Taumelbewegung des Kolbens entgegensteht.

wenn überhaupt tritt Reibung dabei allenfalls als Gleitreibung auf und dann auch nur linienförmig entlang der druckseitigen Berührungslinie des kreiszylindrischen Führungszapfens an der hierzu tangential verlaufenden Innenwand der Führungsnut.

Daher eignet sich diese Anordnung vorzüglich für den Betrieb der erfindungsgemäßen Taumelscheibenmaschine als Hochdruckpumpe oder als Kompressor. In beiden Fällen, insbesondere aber beim Betrieb als Kompressor, erweist sich die erfindungsgemäße Führung des Radialkolbens in einer Führungsnut in der Trennwand mittels des in den Radialschlitz eingesetzten drehbeweglichen Führungszapfens als sehr verschleißunempfindlich auch bei hohen Antriebsdrehzahlen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Trennwand, die in den im Kolben angeordneten Radialschlitz eingreift, den Führungszapfen mit einer bestimmten Toleranz an zwei gegenüberliegenden Seiten mit der Führungsnut umfaßt, so daß nur jeweils eine Seite der beiden möglichen Anlageflächen, nämlich die jeweilige Innenwandseite der Führungsnut in der Trennwand, kraftbeaufschlagt ist und die Gegenseite entlastet ist. Hieraus resultiert in erfindungsgemäßer Weiterbildung eine sehr vorteilhafte Verschleißminderung infolge der vergleichsweise geringen, fast vernachlässigbaren Reibung.

Entsprechend einer weiteren durch die Merkmale des Anspruchs 3 gekennzeichneten erfindungsgemäßen Lösung, ist vorgesehen, daß der Kolben einen Radialschlitz mit abgewinkelten Seitenflanken, deren Öffnungswinkel dem Schwenkhub des Kolbens angepaßt sind, aufweist und daß der Schlitzgrund sowie die Stirnfläche der in den Radialschlitz eingreifenden Trennwand jeweils mit einer aufeinander abgestimmten, dem Radius des Schlitzgrundes angepaßten sphärischen Wölbung versehen sind.

Im Unterschied zu der ersten Lösung besitzt der Kolben zwar ebenfalls einen Radialschlitz jedoch keinen Führungszapfen. Stattdessen wird die Führung des Radialkolbens durch die dem Schwenkhub des Kolbens angepaßten Seitenflanken erreicht. Um die dabei auftretende Reibung zu mindern, ist die gemeinsame Berührungsfläche von Kolben und Trennwandstirnfläche einander in der Form angepaßt. Hiermit sehr gute Dichtwirkung erzielt, jedoch ist mit der so gestalteten erfindungsgemäßen Taumelscheibenmaschine nur ein Betrieb mit niedrigen Drehzahlen möglich.

In zweckmäßiger Weiterbildung der Erfindung sind beiderseits des Eingriffs der Trennwand in den Radialschlitz des Kolbens kraftbeaufschlagte, tangential bewegliche Dichtungswalzen im Radialschlitz angeordnet, die sich an die Trennwand anlegen.

Diese Dichtungswalzen haben dabei eine Doppelfunktion. Einerseits dienen sie, wie die Bezeichnung anzeigt, zur Abdichtung der beiden Druckkammern gegeneinander. Andererseits dienen sie aber auch der Führung des Kolbens, wobei wegen der kreiszylindrischen

Walzenform der Dichtungswalzen jeweils nur eine linienförmige Berührungsfläche zwischen den Dichtungswalzen und dem Kolben besteht. Demgemäß ist die hieraus resultierende Reibung nahezu vernachlässigbar.

An Stelle der Dichtungswalzen können aber auch Dichtlippen vorgesehen sein, die ebenfalls eine abgerundete, einem Halbzylinder entsprechende Anlagefläche für die Trennwand aufweisen und darüberhinaus ebenfalls tangential beweglich angeordnet sein können, so daß sie sich stets an die Trennwand anschmiegen. Zur weiteren Verminderung der hierbei auftretenden Gleitreibung kann die Werkstoffpaarung von Dichtlippe und Trennwand so gewählt sein, daß ein gewisser Schmiereffekt und hierdurch gleichzeitig eine verbesserte Dichtwirkung auftritt, z.B. durch Verwendung von Lagermetall für die Dichtlippen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Dichtungswalzen durch Druckfedern beaufschlagt sind, die die Dichtungswalzen gegen die Trennwand drücken.

Entsprechend einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Dichtungswalzen durch Druckmedium aus dem Arbeitsraum beaufschlagt, wobei gegebenenfalls zusätzlich auch mechanische Federn vorgesehen sein können.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Dichtleiste wie ein Kolbenring in einer Umfangsnut am Kolben angeordnet ist. Zweckmäßigerweise ist die Dichtleiste aus federndem Werkstoff gefertigt und so in die Umfangsnut eingelegt, daß sie stets mit ausreichend hoher Andruckkraft an der Innenwand des Arbeitsraums anliegt.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die Dichtleiste zusätzlich oder auch nur ausschließlich durch das Arbeitsmedium gegen das Gehäuse drückbar ist, wodurch die Dichtwirkung erheblich verbessert ist, ohne daß unzulässige hohe Reibungskräfte angreifen.

Mit Hilfe der erfindungsgemäß vorgesehenen Maßnahmen zur Änderung der bekannten Taumelscheibenmaschine besteht nunmehr auch die Möglichkeit, niedrigviskose und gasförmige Medien zu fördern, ohne Gefahr für die bewegten Teile aufgrund zu hoher Reibung wegen unzureichender Schmierung. Hierzu ist vorgesehen, die durch Reibung infolge Relativbewegung zueinander besonders beanspruchten Bereiche, wie zum Beispiel die Kolbenführung in der Trennwand sowie die Seitenflächen des Radialschlitzes im Kolben, mittels besonderer Maßnahmen gegen unzulässige Reibung zu schützen.

Eine solche Maßnahme kann erfindungsgemäß darin bestehen, daß in den Seitenflächen des Radialschlitzes tangential bewegliche, kraftbeaufschlagte walzenförmig ausgebildete Teile angeordnet sind, die zur Führung des Kolbens entlang der hierin eingreifenden Trennwand sowie gleichzeitig zur Abdichtung der durch den Kolben und die Trennwand gebildeten Teilarbeits-

räume gegeneinander dienen.

Dabei kann in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, daß diese Führungskörper bzw. Dichtungswalzen durch Druckfedern gegen die Trennwand gedrückt werden und so in ständigem Kontakt mit der Trennwand stehen und für eine gute Abdichtung sorgen. Dabei ist die Federkraft so bemessen, daß einerseits ausreichende Andruckkraft aufgebracht wird und andererseits keine unzulässig hohe Reibung resultiert.

An Stelle einer Druckfeder kann aber auch vorgesehen sein, daß die Dichtungswalzen vom Druckmedium aus dem jeweiligen Teilarbeitsraum beaufschlagt sind, so daß stets nur die zur Abdichtung für den vorherrschenden Druck erforderliche Andruckkraft aufgebracht wird.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann darüberhinaus vorgesehen sein, daß die Druckfedern zum Andrücken der Dichtungswalzen gemeinsam mit der Beaufschlagung durch das Druckmedium vorgesehen sind, um auf diese Weise sicherzustellen, daß auch im drucklosen Zustand, zum Beispiel bei Stillstand der Taumelscheibenmaschine eine Abdichtung gegen einen Mindestdruck gewährleistet ist.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung, welche speziell für die Verwendung bei der Förderung verunreinigter Flüssigkeiten vorgesehen ist, weist der Kolben für die Taumelscheibenmaschine auf wenigstens einer Stirnfläche zumindest bereichsweise radial verlaufende Nuten auf, die von messerartigen Stegen begrenzt sind. Hiermit wird erreicht, daß die Verunreinigungen, wie z. B. Späne und Holzschliff bei der Papierherstellung oder Gräten bei der Fischverarbeitung oder Frucht- bzw. Traubenreste bei der Wein- und Mostherstellung, sich nicht zwischen dem Kolben und der Innenwand des Arbeitsraums verklemmen können und so die Taumelscheibenmaschine in ihrer Pumpwirkung beeinträchtigen.

In zweckmäßiger Weiterbildung ist bei dem Kolben der mit den radialen Nuten versehene Bereich des Kolbens ein Kreissektor, dessen Winkelhalbierende sich senkrecht zur Achse des Kolbenschlitzes erstreckt. Dabei können entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auf beiden Stirnseiten des Kolbens radiale Nuten angeordnet sein, wobei die Nuten auf der jeweiligen Stirnfläche des Kolbens in einem Sektor angeordnet sind, dessen eine Seite am Kolbenschlitz angrenzt.

Hierbei erweist es als vorteilhaft, daß die mit den Nuten versehenen Bereiche des Kolbens jeweils auf den einander gegenüberliegenden Stirnflächen des Kolbens so angeordnet sind, daß eine entlang der Kolbenschlitzachse liegende Teilungsebene des Kolbens diesen in eine erste Kolbenhälfte mit Radialnuten bzw. mit radial verlaufenden messerartigen Stegen und in eine zweite Kolbenhälfte mit glattflächigen Kolbenflächen ohne Nuten und Stege unterteilt.

Für einen störungsfreien Betrieb ist es hierbei von Bedeutung, daß der glatte Kolbenbereich auf der Saug-

seite angeordnet ist, während der mit messerschneidenartigen Stegen versehene Nutbereich des Kolbens auf dessen Druckseite angeordnet ist. Dies bedeutet, daß eine Drehrichtungsänderung mit einhergehendem Wechsel der Saugseite in die Druckseite und umgekehrt vermieden werden sollte, da anderenfalls möglicherweise beim Ansaugen aufgrund der durch die Nuten verursachten Zwischenräume zwischen Kolbenfläche und Arbeitsraumwand Undichtigkeiten resultieren, die dazu führen, daß der für die Förderung des betreffenden Mediums erforderliche Unterdruck nicht entstehen kann.

Vorzugsweise sind die Nuten gemäß der Erfindung nur auf den angeschrägten Stirnflächen des Kolbens vorgesehen, welche mit der Arbeitsraumwand in Berührung gelangen. Die übrige Kolbenstirnfläche hingegen ist glatt, d.h. ohne Nuten und Stege.

Vorzugsweise ist als maximale Nutbreite eine lichte Weite von 15 mm am inneren Umfang vorgesehen, d.h. bei dem Radius, bei welchem die Anschrägung des Kolbens beginnt. Die Nuttiefe steht in einem bestimmten Verhältnis zur Nutbreite und beträgt gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung beispielsweise 4 mm, entsprechend 40% der zugehörigen Nutbreite.

Prinzipiell ist jedoch die Breite der radial angeordneten Nuten entsprechend einer Winkelteilung von  $7,5^\circ \pm 2,5^\circ$  vorgesehen. Hieraus folgt, daß abhängig vom jeweiligen Kolbendurchmesser die lichte weite der Nuten sich anpaßt und bei großen Kolbenabmessungen auch breite Nuten resultieren. Dies erweist sich insofern als günstig für den Betrieb, als mit einer Taumelscheibenmaschine mit großem Kolbendurchmesser auch üblicherweise große Medienströme gefördert werden, welche oftmals auch größerstückige Fremdbestandteile aufweisen.

Für die Ausgestaltung der Nuten hat es sich als sehr vorteilhaft erwiesen, daß die Nuten ein Viereckprofil aufweisen. Dieses kann bevorzugterweise ein Rechteckprofil sein, welches in Nutlängsrichtung eben oder gekrümmt verläuft. Es kann hierbei aber auch von Vorteil für die Standfestigkeit der die Nuten gegeneinander abgrenzenden Stege sein, daß die Nuten ein Trapezprofil mit einem ebenen Nutgrund und angeschrägten Nutflanken aufweisen.

Ein weiterer Vorteil kann darin bestehen, daß die Nuten asymmetrisch in bezug auf ihre Längsachsen profiliert sind bzw. daß die Nuten ein V-Profil mit schmalem Nutgrund und gleich oder verschieden steil angestellten Flanken aufweisen. Günstig ist es dabei, wenn die kolbenschlitzseitigen Flanken einer jeden Nut, das heißt die Flanken, die jeweils näher zum Kolbenschlitz liegen, steiler angestellt sind als die gegenüberliegenden Flanken. Hierdurch kann erreicht werden, daß beim Abrollen des Kolbens an der Arbeitsraumwand die festen Förderstoffe gleichsam wie von einer Schaufel mitgenommen werden, ohne zurückzufallen.

Ein besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß der Anstellwinkel der kolbenschlitzseitigen Nutflanken in bezug auf den Nutgrund

105° bis 120°, vorzugsweise 112° beträgt und daß der Anstellwinkel der gegenüberliegenden Nutflanken in bezug auf den Nutgrund >135° beträgt.

Bezüglich der näheren Ausgestaltung der Nutflanken ist es für die Förderung von mit Feststoffen angereicherten Fluidmedien günstig, daß die die Nuten begrenzenden messerartigen Stege eine schneidenförmige Außenkante und eine im Vergleich hierzu breitere Basis am Nutgrund aufweisen, welche den jeweiligen Steg verstärken.

Um die Abnutzung des Kolbens bzw. seiner mit den Nuten und Messern versehenen Kolbenflächen zu mindern, erweist es sich als günstig, daß die messerartigen Stege oberflächengehärtet sind. Stattdessen oder ggf. zusätzlich kann vorgesehen sein, daß die messerartigen Stege eine Beschichtung mit einem verschleißfesten Material aufweisen.

Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, daß die Stege als separate Einsätze aus Hartmetall hergestellt und in den Kolben eingesetzt sind.

Insbesondere für die Verwendung im Weinbau ist vorgesehen, daß der Kolben aus rostfreiem Material, vorzugsweise aus Stahl, gefertigt ist

Ferner kann es vorteilhaft sein, insbesondere bei Kolben mit großem Durchmesser, daß der die messerartigen Stege aufnehmende Nutgrund als separat gefertigtes Kolbenteil ausgebildet ist, welches mit dem Kolben verbunden ist.

Im praktischen Betrieb bewirkt die messerschneidenartige Außenkante eines jeden Steges, daß beim sukzessiven Abrollen des Kolbens an der Innenwand des Arbeitsraumes zwischen dieser und dem Kolben befindliche feste Bestandteile nicht wie seither gequetscht werden mit der Folge, daß hierdurch eventuell Undichtigkeiten der Arbeitsräume erzeugt werden, sondern aufgrund der scharfen Schneidkante eines jeden Steges durchtrennt und somit zerkleinert werden. Hierbei dient die Innenwand des Arbeitsraumes als Schneidauflage ähnlich einem Amboß. Aus diesem Grund ist es beispielsweise problemlos möglich, jegliche Fluidmedien mit Feststoffanteilen zu fördern, wie zum Beispiel in der Papierindustrie die Holzschliffe oder im Weinbau der mit den sogenannten Kämme durchsetzte Most. Das vorher erwähnte Problem, das unter Umständen auftreten kann, wenn der mit Nuten versehene Kolbenbereich auf der Saugseite eingesetzt wird, hat für die Druckseite keine Relevanz, da hier bereits geförderte Feststoffanteile im Kolbenarbeitsraum vorhanden sind, welche die Nuten ausfüllen und so zur Abdichtung beitragen.

Ein weitere Ausgestaltung der Erfindung, welche darauf abzielt, Störungen bei der Förderung von Medien, welche mit körnigen Verunreinigungen versetzt sind, zu vermeiden, sieht vor, daß der Kolben auf seinen Kolbenflächen, vorzugsweise jeweils nur auf dem angeschrägten Bereich mit einer Weichschicht versehen ist. Diese Weichschicht kann aus Gummi bestehen und auf dem Kolbenrohling aus Stahl aufvulkanisiert sein. Statt-

dessen ist es auch möglich, daß an Stelle von Gummi ein flexibler aber verschleißbeständiger Kunststoff als Weichschicht vorgesehen ist. In jedem Fall wird durch die Weichschicht bewirkt, daß die körnigen Beimengungen wie Sand, Granulat, Kies oder ähnliches nicht zu Undichtigkeiten beim Pumpbetrieb führen können, da der Kolben sich mit seiner Dichtfläche stets an der Arbeitsraumwand anlegt und eventuell dazwischen befindliche Verunreinigungen sich in die weichschicht eindrücken bzw. zuvor wie mit einem Spachtel entfernt werden.

Diese und weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

#### Kurzbeschreibung der Figuren

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung sollen die Erfindung, vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung sowie besondere Vorteile näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Taumelscheibenmaschine mit innengeführtem Führungzapfen

Fig. 2 eine Schnittansicht gemäß Schnittlinie I-I in Fig. 1 (Draufsicht auf den Kolben)

Fig. 3 einen Längsschnitt durch den Arbeitsraum mit eingesetztem Kolben und Kolbenführung der erfindungsgemäßen Taumelscheibenmaschine

Fig. 4 eine Seitenansicht eines Kolbens ohne Führungzapfen mit auszugsweiser Schnittdarstellung des Kolben-Trennwandbereiches

Fig. 5 eine Kolbanordnung mit einem ersten Dichtungssegment mit eingelegtem Führungzapfen und seitlichen Schlitzflanken in zeichnerischer Explosionsdarstellung

Fig. 6 ein zweites Dichtungssegment

Fig. 7 ein drittes Dichtungssegment mit einstückig angeformtem Führungzapfen

Fig. 8 einen Längsschnitt durch den Arbeitsraum der Taumelscheibenmaschine gemäß Fig. 1 mit einem neuen Kolben mit Radialnuten

Fig. 9 eine Seitenansicht des neuen Kolbens

Fig. 10 eine aus zwei Ansichten aus zwei um 90° zueinander versetzten Blickrichtungen zusammengesetzte Draufsicht auf die Stirnseite des neuen Kolbens

## Beschreibung der Zeichnung

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Taumelscheibenmaschine 10 im Längsschnitt dargestellt, die ein aus einem linken Gehäuseteil 13 und einem rechten Gehäuseteil 14 gebildetes Gehäuse 12 aufweist, in welchem ein Arbeitsraum 16 angeordnet ist. Die beiden das Gehäuse 12 bildenden Gehäuseteile 13, 14 sind in bekannter Weise mittels Schraubverbindung zusammengehalten.

In dem Arbeitsraum 16, der kugelförmig ausgebildet ist, befindet sich eine Trennwand 18, die den Arbeitsraum 16 gemeinsam mit einem kreisringförmigen Kolben 20 in einen Hochdruckraum 23 und in einen Niederdruckraum 24 unterteilt.

Der Kolben 20 wird von einem Kolbenträger 26 gehalten, der auf einer Antriebswelle 28 aufgesetzt ist. Die Antriebswelle 28 ist seitlich nach außen geführt, wo sie von einem hier nicht näher dargestellten Motor beaufschlagbar ist.

Der Kolbenträger 26 ist in bekannter Weise aus zwei Hälften zusammengesetzt, deren Trennfuge schräg, das heißt unter einem Winkel gegen die Antriebswelle 28, angestellt ist, so daß in ebenfalls bekannter Weise auch der zwischen die beiden Hälften des Kolbenträgers eingefügte Kolben 20 schräg zur Längsachse der Antriebswelle 28 angestellt ist. Aus diesem Grund ist der periphere Bereich des Kolbens 20, d. h. sein umfangsnaher Bereich angeschrägt entsprechend der bei der Taumelbewegung verursachten maximalen Schwenkstellung, wodurch einerseits seine volle Beweglichkeit innerhalb des Arbeitsraums gewährleistet ist und gegenüber der aus dem Stand der Technik bekannten Taumelscheibenmaschine eine vereinfachte Herstellung ermöglicht ist.

An der zur Trennwand 18 weisenden Seite besitzt der Kolben 20 einen Radialschlitz 30, in welchen die Trennwand 18 eingreift. Die Flanken 32, 33 des Radialschlitzes 30 sind, wie aus Fig. 2 hervorgeht, entsprechend dem Schwenkhub des Kolbens 20 angeschrägt. Im Schlitzgrund 34 des Radialschlitzes 30 ist ein mittels Axiallager, das hier als Wälzlager ausgebildet ist, abgestütztes Dichtungssegment 37 angeordnet, auf welches ein Führungzapfen 38 angesetzt ist.

Der Führungzapfen 38 ist ein kreiszylindrischer Körper, der mittig in den Schlitzgrund 34 eingesetzt ist und an zwei Seiten von einer in die dem Kolben 20 zugewandten Stirnseite der Trennwand 18 eingeformten Führungsnut 40 geführt ist. Der in der Führungsnut 40 geführte Führungzapfen 38 dient dazu, den über den sich drehenden Kolbenträger 26 in eine Taumelbewegung versetzten Kolben 20 daran zu hindern, daß er sich mitdreht. Stattdessen macht der Kolben, verursacht durch die Führung des Führungzapfens 38 in der Führungsnut 40, eine Hin- und Herbewegung, bei welcher er eine der Winkelanstellung des Kolbenträgers 26 in bezug auf die Antriebswelle 28 entsprechende Schwenkbewegung ausführt, die insgesamt als Taumel-

bewegung erscheint. Der Schwenkweg oder anders ausgedrückt der Schwenkhub des Kolbens ist im Hinblick auf den vorgesehenen Einsatzzweck, z.B. als Hochdruckpumpe oder als Kompressor, abgestimmt, das heißt, je höher die für die Antriebswelle vorgesehene Antriebsdrehzahl ist, desto höher ist auch die Schwenk- oder Taumelfrequenz und umso geringer ist der Schwenkweg oder Schwenkhub, um die sichere Funktion der Taumelscheibenmaschine 10 zu gewährleisten.

Um die Abdichtung des Kolbens 20 an der Innenwand des Arbeitsraums 16 zu verbessern, ist in einer Umfangsnut 22 des Kolbens 20 eine Dichtleiste 21 eingelegt. Die Dichtleiste 21 legt sich ähnlich einem Kolbenring an die Innenwand des Arbeitsraums 16 an und sorgt so für gute Abdichtung des Niederdruckraums 23 gegen den Hochdruckraum 24 bei vergleichsweise geringer Reibung.

In Fig. 2 ist die Taumelscheibenmaschine 10 gemäß Fig. 1 in Schnittansicht von oben dargestellt, wobei der Schnitt entlang der Schnittlinie I-I in Fig. 1 geführt wurde. Zur Erläuterung und zum besseren Verständnis wurden hierbei für gleiche Merkmale die gleichen Bezugsziffern wie in Fig. 1 verwendet.

Insbesondere ist in dieser Ansicht die Anordnung der Führungsnut 40 in der zum Kolben 20 weisenden Stirnfläche der Trennwand 18 zu erkennen, welche den Führungzapfen beiderseits einfaßt und jeweils idealisiert nur in der jeweiligen Tangentiallinie berührt. Hieraus ist leicht verständlich, daß mit dieser Lösungsvariante gegenüber dem Stand der Technik ein erheblicher Vorteil bezüglich Reibungsminderung erreicht wird, da ja die miteinander in Kontakt befindlichen Berührungsflächen bei der erfindungsgemäßen Taumelscheibenmaschine nur jeweils eine Linie sehr geringer Ausdehnung ist, wohingegen beim Stand der Technik die Berührungsfläche zwischen der Trennwand und dem dort vorgesehenen Führungzapfen von dessen gesamter Schlitzfläche gebildet ist.

Sowohl in Fig. 1 als auch in den Figuren 2 und 3 sind Schmierkanäle bzw. Schmierbohrungen 54 und Entlüftungskanäle bzw. Entlüftungsbohrungen 56 gezeigt, die dazu dienen, einerseits die relativ zueinander beweglichen Gleitflächen, z.B. den Führungzapfen 38 und die Führungsnut 40, sowie Lagerstellen, z.B. die ersten und zweiten Kolbenlager 42, 44 im Kolbenträger 26 oder das Axiallager 36 im Schlitzgrund 34 wie auch die Stützlager 46 zur Lagerung der Antriebswelle 28, ausreichend mit Schmiermittel zu versehen und gleichzeitig andererseits eine Überdosierung an Schmiermittel zu verhindern, indem überschüssiges Schmiermittel selbsttätig durch Unterdruck aus dem Taumelscheibenprozeß abgesaugt wird.

Mit den Bezugsziffern 58 sind Gehäuseschrauben bezeichnet, welche zur Verbindung der beiden Gehäuseteile 13, 14 des Taumelscheibenmaschinengehäuses 12 dienen. Sie sind konzentrisch um den Arbeitsraum 16 angeordnet, um so sicherzustellen, daß keine Un-

dichtigkeiten beziehungsweise Gehäuseversatz mit entsprechenden nachteiligen Folgen für den Betrieb auftreten können.

In Fig. 4 ist eine ähnliche Darstellung wie in Fig. 3 gezeigt, nämlich eine Seitenansicht des kreisringförmigen Kolbens 20, der jedoch hier abweichend eine andere, speziell für den Betrieb mit niedrigen Antriebsdrehzahlen vorgesehene Kolbenführung an der Trennwand 18 aufweist. An Stelle eines hier nicht vorhandenen Führungzapfens 38 wird die Führung des Kolbens 20 allein durch die Flanken 32, 33 des Radialschlitzes 30 erreicht, welche dicht an der in den Radialschlitz 30 eingreifenden Trennwand 18 anliegen.

Zur weiteren Reibungsverminderung sind in den beiden sich gegenüberliegenden Scheitelpunkten der gegenläufig abgewinkelten Flanken 32, 33 sogenannte Dichtungswalzen 60 angeordnet, welche jeweils von einer nicht näher gezeigten Druckfeder und/oder vom jeweiligen Arbeitsmedium beaufschlagt sich an die Trennwand 18 anlegen.

Aufgrund der zuvor erläuterten, einer Ausführungsform der Erfindung entsprechenden Anordnung der Schmierbohrungen bzw. Schmierkanäle 54 und der Entlüftungsbohrungen bzw. Entlüftungskanäle 56 im Hochdruckraum 23 und im Niederdruckraum 24 bietet sich die Möglichkeit, die Lagerstellen 42, 44, 46 im Gehäuse 12 sowie im Kolben 20 gleichmäßig zu schmieren sowie ferner einen zur Abdichtung der Wellendurchführung vorgesehenen Simmerring 51 und eine Stopfbuchse 53 bzw. eine alternativ statt dieser beiden Dichtungen eingesetzte Gleitringdichtung 52 quasi drucklos zu halten, das heißt, vom Mediumdruck zu entlasten. Zu diesem Zweck ist jeweils am tiefsten Punkt jeder betreffenden Dichtung 50, 51, 52 eine Entlüftungsbohrung 56 vorgesehen.

Um die zur Abdichtung der Wellendurchführung vorgesehenen und der Beaufschlagung durch das Schmiermedium unmittelbar ausgesetzten Dichtungen 51 oder 52 vor mechanischer Beschädigung durch den Druckstrahl des Schmiermediums zu schützen, ist in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung eine sogenannte Prallplatte 50 eingebaut, welche aus metallischem Werkstoff besteht und zu einer erheblichen Minderung der mechanischen Beanspruchung der Dichtungen 51 bzw. 52 führt.

Eine hier verwendete herkömmliche Gleitringdichtung 52 überdauert infolge der mechanischen Beaufschlagung durch den unter hohem Druck stehenden Strahl des Schmiermediums nur eine kurze Betriebszeit von wenigen hundert Betriebsstunden problemlos, d.h. störungsfrei. Hierdurch werden die Betriebskosten deutlich erhöht wegen der Ersatzbeschaffung und des für den Austausch erforderlichen zwangsläufigen Stillstandes der erfindungsgemäßen Taumelscheibenmaschine 10. Mit der vorgesehenen Prallscheibe 50 hingegen, welche die Antriebswelle 28 mit ausreichendem Spiel umgreift, ist eine wesentlich erhöhte Standzeit erreichbar, was sich in allen Belangen als vorteilhaft er-

weist. Das erwähnte Spiel der Prallscheibe oder Prallplatte 50 verhindert einen nicht erwünschten Pumpereffekt für das Schmiermittel, der bei zu enger Passung zwischen der Antriebswelle 28 und der Prallscheibe 50 unvermeidlich auftritt und Schmiermittel in den Abdichtungsbereich der Wellendurchführung der Antriebswelle 28 durch das Gehäuse fördert, was Leckagen begünstigen würde, so aber verhindert.

Bei einer nach der Erfindung möglichen Verwendung der Taumelscheibenmaschine 10 als Kompressor ist in zweckmäßiger Weiterbildung vorgesehen, daß die Schmierung der Lagerstellen 42, 44, 46 durch Einbringung von Fremdschmiermittel über einen Schmiermittelanschluß 62, z.B. in Form eines Kugelventils, erfolgt, auf welches ein hier nicht näher dargestellter aber im Stand der Technik allgemein bekannter Schmiermittelschlauch mit Steckkupplung ansetzbar ist. Mittels dieser externen Schmiermittelversorgung werden über einen in der Antriebswelle 28 angeordneten als Zentralbohrung ausgebildeten Schmiermittelkanal 64 die einzelnen Lagerstellen 42 und 44 im Kolben 20 einschließlich der Führungzapfen 38 sowie die Stützlager 46 im Gehäuse 12 zur Lagerung der Antriebswelle 28 mit der ausreichenden Menge an Schmiermittel versorgt. Außerdem ist neben dem Führungzapfen 38 im Kolben 20 auch die Führungsnut 40 in der Stirnseite der Trennwand 18 in diesen Schmierkreislauf einbezogen, wobei das Schmiermittel über den Schmiermittelanschluß 62 mit ausreichendem Druck zugeführt wird und über die bereits erwähnten Entlüftungsbohrungen auf der Niederdruckseite wieder abfließen kann, um den Druckraum von Schmiermittel frei zu halten und so eine ungewünschte Anreicherung der verdichteten Luft mit Schmiermittel, z.B. Öl, zu vermeiden.

Entsprechend der Erfindung wirken die Schmierkanäle 54 bei entgegengesetzter Drehrichtung der Antriebswelle 28 Taumelscheibenmaschine 10 als Entlüftungsbohrungen 56 und umgekehrt die Entlüftungsbohrungen 56 als Schmierkanäle 54. Im Hinblick auf diesen doppelten Einsatzfall kann das Schmiersystem mit den Bohrungen 54, 56 mit nicht näher dargestellten Kugelventilen oder ähnlichem entsprechend konstruktiv ausgestaltet sein.

Ein weiterer Vorteil, der aus einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung, nämlich der Maßnahme, den Führungzapfen 38 in der Nut in der Trennwand mit ausreichend großem Spiel anzuordnen, resultiert, zeigt sich darin, daß aufgrund des zuvor beschriebenen Entlüftungssystems 56 die unterschiedlichen Druckverhältnisse von Niederdruck zu Hochdruck mit einer Verringerung der Anlagepressung des Führungzapfens 38 an der Innenwand der Führungsnut 40 einhergeht, so daß der hierauf beruhende mögliche Reibverschleiß stark verringert ist, was erheblich die Lebensdauer der erfindungsgemäßen Taumelscheibenmaschine verlängert.

In Fig. 5 ist in sogenannter Explosionsdarstellung eine Kolbenanordnung mit einem ersten Dichtungsseg-

ment 37 zum Einsatz in einer Taumelscheibenmaschine gemäß Fig. 1 im Längsschnitt bzw. in Seitenansicht gezeigt. Das Dichtungssegment 37 besteht aus einem Einsatzstück 39, einem Radialschlitzelement 31 und dem hierin angeordneten Führungszapfen 38, der zum Eingriff in die in der druckraumseitigen Stirnwand der Trennwand 18 eingeformten Führungsnut 40 vorgesehen ist und der mittels lösbarer Verbindung, z.B. Gewinde bzw. Schraubverbindung, das Radialschlitzelement 31 mit dem Einsatzstück 39 und dem Kolben 18 verbindet. Diese Lösungsvariante bietet den Vorteil, daß durch eine geeignete Werkstoffpaarung der Werkstoffe des Führungszapfens 38 und der Trennwand 18 mit der Führungsnut 40 bzw. der gegebenenfalls vorgesehenen Auskleidung ihrer Innenwandung der zuvor erläuterte Reibverschleiß zusätzlich vermindert werden kann.

Eine weitere Funktion des Dichtungssegments 37, über die Haltefunktion für den Führungszapfen 38 hinaus, besteht darin, den Radialschlitz 30 aufzunehmen. Mit Hilfe des X-förmig eingeformten Radialschlitzes 30 mit seitlichen, im Winkel zueinander angeordneten Schlitzflanken 32, 33, in welche die Trennwand 18 mit dichtem Sitz eingreift, wird, wie bereits zu Fig. 1 erläutert, der Schwenkwinkel des Kolbens 20 und damit dessen Schwenkhub begrenzt. Auch hier bietet sich die Möglichkeit, durch entsprechende Werkstoffauswahl die erforderliche Dichtwirkung zu verbessern und den auftretenden Reibverschleiß zu verringern.

Aus Fig. 5 ist ferner ersichtlich, daß der Kolben 20 auf der dem Radialschlitz 30 bzw. dem Dichtungssegment gegenüberliegenden Seite eine radiale Ausnehmung 35 aufweist, in welcher ein Körper 65 mit kreisförmigem Querschnitt angeordnet ist. Die radiale Ausnehmung 35 dient zum Ausgleich von Unwuchten des Kolbens 20, die aus dem bei der Herstellung des X-förmigen Radialschlitzes 30 entstehenden Materialabtrag resultierend, wobei durch Einbringung von wucht-Gewichten 65 in die radiale Ausnehmung 35 ein Gewichtsausgleich auch bei Verwendung eines Radialschlitzes 30 mit anderer Geometrie und hierdurch bedingtem geringerem Materialabtrag möglich ist.

In Fig. 6 ist ein zweites Dichtungssegment 66 in Seitenansicht sowie darunter in Draufsicht dargestellt, wie es an Stelle des in Fig. 5 gezeigten Dichtungssegments 37 eingesetzt werden kann. Im Unterschied zu dem in Fig. 5 dargestellten Dichtungssegment 37 besitzt das hier gezeigte Dichtungssegment 66 jedoch kein Radialschlitzelement sondern nur ein Einsatzstück 67. Der Schwenkweg des Kolbens 20 wird in diesem Fall durch einen mit Schlitzflanken 32, 33 versehenen, im Kolben eingeformten Radialschlitz 30 begrenzt. Zur Verbesserung der Abdichtung zwischen Trennwand 18 und Kolben 20 ist das Einsatzstück 67 an seiner den Führungszapfen 38 tragenden Oberfläche sphärisch gewölbt, wobei die Wölbung mit der Ausgestaltung der entsprechenden Stirnseite der Trennwand 18 kompatibel ist. Zur eindeutigen Fixierung im Kolben 20 besitzt das Einsatzstück 67 auf zwei gegenüberliegenden Seiten V-för-

mige Einformungen, die dem X-förmigen Radialschlitz 30 im Kolben 20 kongruent entsprechen.

In Fig. 7 ist ein drittes Dichtungssegment 68 in Seitenansicht sowie darunter in Draufsicht dargestellt, wie es an Stelle des in Fig. 5 oder in Fig. 6 gezeigten Dichtungssegments 37 bzw. 66 eingesetzt werden kann. Im Unterschied zu den in Fig. 5 oder 6 dargestellten Dichtungssegmenten 37 bzw. 66 ist das hier gezeigte Dichtungssegment 68 einstückig mit dem Führungszapfen 38 verbunden. In seiner weiteren Ausgestaltung entspricht es dem zweiten Dichtungssegment 66, das in Fig. 6 gezeigt ist. Demgemäß besitzt es ebenfalls kein Radialschlitzelement, jedoch eine sphärisch gewölbte Oberfläche sowie an zwei gegenüber liegenden Längsseiten V-förmige Einformungen, die mit dem X-förmigen Radialschlitz 30 im Kolben 20 kongruent sind und so einen festen Sitz im Kolben 20 gewährleisten.

Zusammenfassend ist darauf hinzuweisen, daß das bei der erfindungsgemäßen Taumelscheibenmaschine vorgesehene Schmiersystem, welches sich die unterschiedlichen Drücke des Pumpensystems zunutze macht, durch die mittels Unterdruck bewirkte Absaugung von überschüssigem Schmiermittel sehr sauber, sparsam und effizient arbeitet.

In Fig. 8 ist eine Schnittansicht durch die Taumelscheibenmaschine 10 gemäß Fig. 1 dargestellt, die in ihrem Arbeitsraum 16 einen neuen Kolben 20 aufweist. Die beiden das Gehäuse 12 bildenden Gehäuseteile 13, 14 sind in bekannter Weise mittels nicht näher gezeigter Schraubverbindung zusammengehalten.

In dem Arbeitsraum 16, der kugelförmig ausgebildet ist, befindet sich eine Trennwand 18, die den Arbeitsraum 16 gemeinsam mit dem kreisringförmigen Kolben 20 in den unten befindlichen Hochdruckraum 23 und in den oben befindlichen Saug- oder Niederdruckraum 24 unterteilt.

Der Kolben 20 wird von einem Kolbenträger 26 gehalten, der auf einer Antriebswelle 28 aufgesetzt ist. Die Antriebswelle 28 ist seitlich nach außen geführt, wo sie von einem hier nicht näher dargestellten Motor beaufschlagbar ist.

Der Kolbenträger 26 ist auch hier in bekannter, nicht näher gezeigter Weise aus zwei Hälften zusammengesetzt, deren Trennfuge schräg, das heißt unter einem Winkel gegen die Antriebswelle 28, angestellt ist, so daß in ebenfalls bekannter Weise auch der zwischen die beiden Hälften des Kolbenträgers 26 eingefügte Kolben 20 schräg zur Längsachse der Antriebswelle 28 angestellt ist. Der periphere Bereich des Kolbens 20, d. h. sein umfangsnaher Bereich 33, 34, ist angeschrägt, so daß er sich mit seinen Kolbenflächen 33, 34 entsprechend der bei der Taumelbewegung verursachten jeweiligen maximalen Schwenkstellung an die Innenwand des Arbeitsraumes 16 anlegen kann, wodurch seine volle Beweglichkeit innerhalb des Arbeitsraums 16 gewährleistet ist.

An der zur Trennwand 18 weisenden Seite besitzt der Kolben 20 einen Radialschlitz 30, in welchen die



Trennwand 18 eingreift. Im Radialschlitz 30 ist ein Führungszapfen 32 eingesetzt, der die Schwenkkkräfte des Kolbens 20 aufnimmt. Der in dem Radialschlitz 30 geführte Führungszapfen 32 dient dazu, den von dem sich drehenden Kolbenträger 26 in eine Taumelbewegung versetzten Kolben 20 daran zu hindern, daß er sich mitdreht. Stattdessen macht der Kolben 20, verursacht durch die Führung des Führungszapfens 32 in dem Radialschlitz 30, eine Hin- und Herbewegung, bei welcher er eine der Winkelanstellung des Kolbenträgers 26 in bezug auf die Antriebswelle 28 entsprechende Schwenkbewegung ausführt, die insgesamt als Taumelbewegung erscheint.

Um bei der Förderung von mit festen Bestandteilen, wie Fasern, Spänen, Gräten, Halmen, Granulat, Schnitzel o.ä., angereicherten Fluidmedien Störungen zu vermeiden, besitzt der Kolben 20 auf seinen beiden zum Druckraum 23 gehörigen Druck-Kolbenflächen 72 Nuten 76, die von messerartigen Stegen 78 begrenzt sind. Hierbei haben die messerartigen Stege 78 die Aufgabe, die festen Bestandteile, welche bei der Schwenkbewegung des Kolbens 20 zwischen die Kolbenfläche 72 und der Innenwand des Arbeitsraums 16 geraten, zu zerschneiden. Dabei dient der Hohlraum der Nuten 76 jeweils dazu, die zerkleinerten Reste vorübergehend aufzunehmen, wodurch überdies eine gewisse Abdichtung erreicht wird, bis die so zerkleinerten Bestandteile weitergefördert sind.

Demgegenüber ist die Saug-Kolbenfläche 74 glatt belassen, also ohne Nuten bzw. Stege. Dies hat den Grund, einen ausreichenden Unterdruck aufzubauen, um das jeweils zu fördernde Fluid anzusaugen. Hierbei würde die Profilierung der Kolbenflächen 74 auf der Saugseite zu störenden Undichtigkeiten führen, die die Erzeugung des erforderlichen Unterdrucks verhindern. Ein eventuelles Einklemmen von festen Bestandteilen zwischen der Kolbenfläche 74 und der Innenwand des Arbeitsraums 16 ist demgegenüber weniger problematisch. Jedenfalls reicht die dabei erreichte Dichtheit aus, um den gewünschten Unterdruck aufzubauen.

In Fig. 9 ist der Kolben 20 gemäß Fig. 8 in Seitenansicht dargestellt, d. h. mit einer mit Nuten 76 und Stegen 78 versehenen Druck-Kolbenfläche 72 und mit einer glatten Saug-Kolbenfläche 74. Zur Erläuterung und zum besseren Verständnis wurden hierbei für gleiche Merkmale die gleichen Bezugsziffern wie in Fig. 8 verwendet.

Insbesondere ist in dieser Ansicht die Anordnung der Nuten 76 und Stege 78 und ihre radiale Ausrichtung sowie ihre Lage zum Radialschlitz 30 zu erkennen, welcher den hier nicht gezeigten Führungszapfen 32 beiderseits einfaßt. Die Nutbreite hängt vom jeweiligen Kolbendurchmesser ab und kann annähernd mit einer Winkelteilung von etwa  $7,5^\circ \pm 2,5^\circ$  angegeben werden.

In Fig. 10 schließlich ist eine Ansicht aus zwei verschiedenen Richtungen auf die Stirnfläche des Kolbens 20 gezeigt mit einem Teilschnitt durch eine Kolbenfläche, aus welchem das Nutlängsprofil der Nuten 76 ersichtlich

ist. Oberhalb der gestrichelt gezeichneten Teilungsebene ist die Ansicht auf den Radialschlitz 30 wiedergegeben. Unterhalb davon ist eine um  $90^\circ$  geschwenkte Ansicht dargestellt.

Die Nuten 76 können demgemäß entweder als durchlaufende Nuten mit geradlinigem, d.h. ebenem, Nutgrund oder mit gekrümmtem Nutgrund (gestrichelter Verlauf) ausgebildet sein. Letztere Ausführungsvariante ist einerseits hinsichtlich der angestrebten Schneidwirkung der die Nuten 76 begrenzenden Stege 78 von geringerer Wirkung als bei ebenem Nutgrund; dafür weist diese Gestaltung eine günstigere Standzeit auf, was ihre Einsatzdauer erhöht.

Während des Pumpbetriebs wird das Fördermedium auf der Saugseite des Kolbens 20 angesaugt und infolge der Taumelbewegung vom Saugraum 24 in den Druckraum 23 gefördert, wo, soweit erforderlich, die messerartigen Stege 78 die festen Bestandteile des Fördermediums zerkleinern.

Die Nuten 76 sind, wie bereits erwähnt radial ausgerichtet, ebenso wie die sie begrenzenden Stege 78, wobei die Nutbreite am Außenumfang je nach Kolbendurchmesser 5 bis 10 mm betragen kann. In Verbindung mit der Taumelbewegung des Kolbens 20 sorgen die radial ausgerichteten Nuten 76 bzw. die sie begrenzenden Nutflanken der Stege 78 dafür, daß das Fördergut, insbesondere die festen Bestandteile, beim Abrollen des Kolbens 20 an der Wand des Arbeitsraums 16 selbsttätig mitgeführt und ähnlich wie in einer Tasche gehalten wird, so daß das Fördergut nicht zurückbleibt und keinen Rückstau verursacht, sondern stetig weitergefördert wird. Auf diese Weise ist es ermöglicht, auch schwer zu fördernde Medien abzupumpen.

Die Dicke der Stege beträgt vorzugsweise  $1 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ , wobei durch entsprechende Bearbeitung der Stegguerschnitt konisch vorgesehen sein kann mit breiter Basis und schmaler Außenkante. Hierdurch wird einerseits die Schneidwirkung der Stege 78 verbessert und gleichzeitig andererseits deren Standzeit erhöht.

## Patentansprüche

### 1. Taumelscheibenmaschine (10)

mit einem hohlkugelförmigen Arbeitsraum (16), der durch eine Trennwand (18) in mindestens einen Hochdruckraum (23) und einen Niederdruckraum (24) unterteilt ist, in welchen das Arbeitsmedium durch ein Leitungssystem zuführbar ist,

wobei die Trennwand (18) bis zu einem Kolbenträger (26) reicht und mit einer plattenförmigen Dichtleiste (21) zusammenarbeitet,

mit einem kreisringförmigen dem Durchmesser des Arbeitsraumes (16) angepaßten Kolben (20), der durch eine gelagerte Antriebswelle (28) mit dem Außenraum verbunden ist, die ei-

ne Taumelbewegung des Kolbens (20) bewirkt, welcher Kolben (20) mindestens einen radialen sich vom Umfang bis ungefähr zu dem Kolbenträger (26) erstreckenden Radialschlitz (30) aufweist, in welchem ein Führungzapfen (38) eingesetzt ist, der mit der Trennwand (18) zusammenarbeitet, und

welcher Kolben (20) sich nach außen zum Umfang hin verjüngt,

wobei die Stirnflächen des Kolbens (20) mit gegenüberliegenden und senkrecht zur Drehachse der Antriebswelle (28) verlaufenden den Arbeitsraum (16) seitlich begrenzenden Seitenflächen in Berührung sind,

dadurch gekennzeichnet, daß

der im Radialschlitz (30) angeordnete Führungzapfen (38) in einer in der Trennwand (18) angeordneten Führungsnut (40) geführt ist,

welcher Radialschlitz (30) mit abgewinkelten Seitenflanken (32, 33) versehen ist, deren Öffnungswinkel an den Schwenkhub des Kolbens (20) angepaßt ist und

daß der Führungzapfen (38) mit einem in dem Kolbenträger (26) angeordneten Dichtungsegment (37) zusammenarbeitet, welches an den Öffnungswinkel des Radialschlitzes (30) des Kolbens (20) angepaßt ist.

2. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand (18) den Führungzapfen (38) an zwei gegenüberliegenden Seiten mit der Führungsnut (40) einfaßt und in den im Kolben (20) angeordneten Radialschlitz (30) eingreift.

3. Taumelscheibenmaschine (10)

mit einem hohlkugelförmigen Arbeitsraum (16), der durch eine Trennwand (18) in mindestens einen Hochdruckraum (23) und einen Niederdruckraum (24) unterteilt ist, in welchen das Arbeitsmedium durch ein Leitungssystem zuführbar ist,

wobei die Trennwand (18) bis zu einem Kolbenträger (26) reicht und mit einer plattenförmigen Dichtleiste (21) zusammenarbeitet,

mit einem kreisringförmigen dem Durchmesser des Arbeitsraumes (16) angepaßten Kolben (20), der durch eine gelagerte Antriebswelle (28) mit dem Außenraum verbunden ist, die eine Taumelbewegung des Kolbens (20) bewirkt, welcher Kolben (20) mindestens einen radialen sich vom Umfang bis ungefähr zu dem Kolbenträger (26) erstreckenden Radialschlitz (30) aufweist,

welcher Kolben (20) sich nach außen zum Umfang hin verjüngt,

wobei die Stirnflächen des Kolbens (20) mit gegenüberliegenden und senkrecht zur Drehachse der Antriebswelle (28) verlaufenden den Arbeitsraum (16) seitlich begrenzenden Seitenflächen in Berührung sind,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Kolben einen Radialschlitz mit abgewinkelten Seitenflanken, deren Öffnungswinkel dem Schwenkhub des Kolbens angepaßt sind, aufweist und daß der Schlitzgrund sowie die Stirnfläche der in den Radialschlitz eingreifenden Trennwand jeweils mit einer aufeinander abgestimmten, dem Radius des Schlitzgrundes angepaßten sphärischen Wölbung versehen sind.

4. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtleiste (21) in einer Umfangsnut (22) am Kolben angeordnet ist.
5. Taumelscheibenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtleiste (21) durch das Arbeitsmedium gegen das Gehäuse (12) gedrückt ist.
6. Taumelscheibenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenwände des Arbeitsraumes (18) kugelförmig ausgebildet sind.
7. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beiderseits der Trennwand (18) kraftbeaufschlagte Dichtungswalzen (60) im Radialschlitz (30) des Kolbens angeordnet sind.
8. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungswalzen (60) durch Druckfedern beaufschlagt sind, welche die Dichtungswalzen (60) gegen die Trennwand (18) drücken.
9. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungswalzen (60) durch Druckmedium aus dem Arbeitsraum (16) beaufschlagt sind.
10. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (20) im Kolbenträger (26) mittels beidseitig angeordneter erster und zweiter Kolbenlager (42, 44) geführt ist.
11. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Kolbenlager (42, 44) als Wälzlager ausgebildet

sind.

12. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Gehäuse (12) Schmier- und Entlüftungskanäle (54, 56) angeordnet sind.
13. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmierkanäle (54) von außerhalb des Gehäuses (12) mit Fremdschmiermittel beaufschlagt sind.
14. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zuführung von Fremdschmiermittel wenigstens ein Schmiermittelanschluß (62) vorgesehen ist, der mit den Schmierkanälen und Schmierbohrungen (54) im Gehäuse (12) verbunden ist.
15. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zuführung von Fremdschmiermittel wenigstens ein Schmiermittelanschluß (62) an einer Stirnseite der Antriebswelle (28) vorgesehen ist, welche mit einem als Zentralbohrung ausgebildeten Schmiermittelkanal (64) versehen ist.
16. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Entlüftungskanäle (56) mit Unterdruck aus dem Niederdruckraum (23) beaufschlagt sind und überschüssiges Schmiermittel von den versorgten Schmierstellen abführen.
17. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (20) mit einem mehrteiligen Dichtungssegment (37, 66) versehen ist, das ein Einsatzstück (39, 67) und einen Führungzapfen (38) aufweist, der mittels Schraubverbindung das Einsatzstück (37, 66) mit dem Kolben (20) verbindet.
18. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben mit einem einteiligen Dichtungssegment (68) versehen ist, welches aus einem Einsatzstück (69) mit einstückig angeformtem Führungzapfen (38) gebildet ist.
19. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (20) auf der dem Radialschlitz (30) gegenüber liegenden Seite eine radiale Ausnehmung (35) aufweist, die zum Gewichtsausgleich zur Vermeidung von Unwuchten des Kolbens (20) dient.
20. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur

Vermeidung von Unwuchten des Kolbens (20) als Gewichtsausgleich wenigstens ein Wuchtgewicht (65) vorgesehen ist.

21. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Ausnehmung (35) zur Aufnahme wenigstens eines Wuchtgewichtes (65) dient.
22. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Durchführung der Antriebswelle (28) durch das Gehäuse (12) eine Prallscheibe (50) vorgesehen ist, welche die verwendeten Wellenabdichtungen, wie Simmerring (51) mit Stopfbuchse (53) oder alternativ Gleitringdichtung (52), vor mechanischen Beschädigungen durch den Druckstrahl des Schmiermediums schützt.
23. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich der wellendurchführung der Antriebswelle (28) durch das Gehäuse (12) leakagefrei gehalten ist unter Benutzung der Prallscheibe (50) sowie von Entlüftungsbohrungen (56) jeweils am tiefsten Punkt unterhalb der Dichtungen (51, 52, 53).
24. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (20) auf wenigstens einer stirnseitigen Kolbenfläche (72) zumindest bereichsweise radial verlaufende Nuten (76) aufweist, die von messerartigen Stegen (78) begrenzt sind.
25. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der mit den radialen Nuten (76) versehene Bereich (70) des Kolbens (20) ein Kreissektor ist, dessen Winkelhalbierende sich senkrecht zur Achse des Radialschlitzes (30) im Kolben (20) erstreckt.
26. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß auf beiden Kolbenflächen (72) radiale Nuten (76) angeordnet sind.
27. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (76) auf der jeweiligen Druckfläche (72) des Kolbens (20) in einem Sektor (70) angeordnet sind, dessen eine Seite am Radialschlitz (30) angrenzt.
28. Taumelscheibenmaschine nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die radialen Nuten (76) jeweils in dem mit der Anschraugung versehenen Bereich (70) des Kolbens (20) angeordnet sind, welcher mit der Innenwand des Ar-

beitsraums (16) in Berührung ist.

29. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (76) ein Viereckprofil aufweisen.
30. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (76) ein Rechteckprofil aufweisen.
31. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (76) ein Rechteckprofil mit einem ebenen Nutgrund aufweisen.
32. Taumelscheibenmaschine nach einem der Ansprüche 24 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (76) in bezug auf ihre Längsachse einen gekrümmten Nutgrund aufweisen.
33. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (76) angeschrägte Nutflanken aufweisen.
34. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten asymmetrisch angeschrägte Nutflanken aufweisen.
35. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (76) ein V-Profil mit schmalen Nutgrund aufweisen.
36. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die kolbenschlitzseitigen Flanken einer jeden Nut (76) steiler angestellt sind als die gegenüberliegende Flanke.
37. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstellwinkel der kolbenschlitzseitigen Nutflanken in bezug auf den Nutgrund  $105^\circ$  bis  $120^\circ$ , vorzugsweise  $112^\circ$  beträgt und daß der Anstellwinkel der gegenüberliegenden Nutflanken in bezug auf den Nutgrund  $> 135^\circ$  beträgt.
38. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß die die Nuten (76) begrenzenden messerartigen Stege (78) eine schneidenförmige Außenkante und eine im Vergleich hierzu breitere Basis am Nutgrund aufweisen, welche den jeweiligen Steg verstärken.
39. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorheri-

gen Ansprüche 24 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß die messerartigen Stege (78) oberflächengehärtet sind.

- 5 40. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß die messerartigen Stege (78) eine Beschichtung mit einem verschleißfesten Material aufweisen.
- 10 41. Taumelscheibenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (20) aus rostfreiem Material, vorzugsweise aus Stahl, gefertigt ist.
- 15 42. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß der die messerartigen Stege (78) aufnehmende Nutgrund (77) als separat gefertigtes Kolbenteil ausgebildet ist, welches mit dem Kolben (20) verbunden ist.
- 20 43. Taumelscheibenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 40 und 42, dadurch gekennzeichnet, daß die messerartigen Stege (78) als separate Einsätze aus Hartmetall gefertigt sind und in den angeschrägten Bereich (22) des Kolbens (20) eingesetzt sind.
- 25 44. Taumelscheibenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (20) zumindest bereichsweise mit einer Weichschicht versehen ist.
- 30 45. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Weichschicht aus Gummi besteht.
- 35 46. Taumelscheibenmaschine nach einem der Ansprüche 44 oder 45, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben aus Stahl besteht und die Weichschicht aus Gummi auf den Kolben (20) aufvulkanisiert ist.
- 40 47. Taumelscheibenmaschine nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Weichschicht ein schlagzäher Kunststoff, z. B. ABS, ist.
- 45

#### Claims

1. A swash plate machine (10) with a hollow spherical working chamber (16), that is divided into at least one high pressure chamber (23) and one low pressure chamber (24) by a separating wall (18), into which the working medium can be delivered by way of a pipe system, the separating wall (18) extending as far as a piston support (26) and working in conjunction with a plate-shaped sealing strip (21), with

a circular piston (20) that matches the diameter of the working chamber (16), said piston being connected through a drive shaft (28) that is supported in bearings to the outside, which imparts a wobbling motion to the piston (20), the piston (20) incorporating at least one radial slot (30) that extends radially from the periphery to about the piston support (26), in which a guide pin (38) is inserted, said guide pin working in conjunction with the separating wall (18), the piston (20) tapering on the outside to the periphery, the face surfaces of the piston (20) being in contact with side surfaces that are opposite each other and perpendicular to the axis of rotation of the drive shaft (28) and which define the working chamber (16) at the sides, characterized in that the guide pin (38) that is arranged in radial slot (30) is guided in a guide groove (40) that is arranged in the separating wall (18), the radial slot (30) being provided with angled sides (32,33), the angle between which is matched to the stroke of the piston (20); and in that the guide pin (38) works in conjunction with a sealing ring (37) that is arranged in the piston support (26), this matching the angle of the radial slot (30) of the piston (20).

2. A swash plate machine as claimed in Claim 1, characterized in that the separating wall (18) encloses the guide pin (38) on two opposing sides with the guide groove (40) and fits in the radial slot (30) that is arranged in the piston (20).
3. A swash plate machine as defined in Claim 1, with a hollow spherical working chamber (16), that is divided into at least one high pressure chamber (23) and one low pressure chamber (24) by a separating wall (18), into which the working medium can be delivered by way of a pipe system, the separating wall (18) extending as far as a piston support (26) and working in conjunction with a plate-shaped sealing strip (21), with a circular piston (20) that matches the diameter of the working chamber (16), said piston being connected through a drive shaft (28) that is supported in bearings to the outside, which imparts a wobbling motion to the piston (20), the piston (20) incorporating at least one radial slot (30) that extends radially from the periphery to about the piston support (26), the piston (20) tapering on the outside to the periphery, the face surfaces of the piston (20) being in contact with side surfaces that are opposite each other and perpendicular to the axis of rotation of the drive shaft (28) and which define the working chamber (16) at the sides, characterized in that the piston (20) incorporates a radial slot (30) with angled sides (32,33), the angle between these being matched to the stroke of the piston; and in that the bottom of the slot (34) as well as the face surfaces of the separating wall (18) that fit in the radial slot (30) each have a spherical curvature that

matches each other and which match the radius of the bottom of the slot (34).

4. A swash plate machine as claimed in Claim 1 or Claim 2, characterized in that the sealing strip (21) is arranged in a peripheral groove (22) in the piston.
5. A swash plate machine as claimed in one of the Claims 1 to 4, characterized in that the sealing strip (21) is pressed against the housing (12) by the working medium.
6. A swash plate machine as claimed in one of the Claims 1 to 5, characterized in that the side walls of the working chamber (18) are of a spherical shape.
7. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims, characterized in that on both sides of the separating wall (18) there are sealing rollers (60) arranged in the radial slot (30) of the piston, which are acted upon by force.
8. A swash plate machine as claimed in Claim 7, characterized in that the sealing rollers (60) are acted upon by springs that press the sealing rollers (60) against the separating wall (18).
9. A swash plate machine as claimed in Claim 7 or Claim 8, characterized in that the sealing rollers (60) are acted upon by pressure medium from the working chamber (16).
10. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims, characterized in that the piston (20) is guided in the piston support (26) by means of first and second piston bearings (42,44) that are arranged on both sides.
11. A swash plate machine as claimed in Claim 10, characterized in that the first and second piston bearings (42, 44) are configured as roller bearings.
12. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims, characterized in that lubricating and air-bleed channels (54) are arranged in the housing (12).
13. A swash plate machine as claimed in Claim 12, characterized in that the lubricating channels (54) can be supplied with external lubricant from outside the housing (12).
14. A swash plate machine as claimed in Claim 13, characterized in that at least one lubricant connector (62) is provided to supply outside lubricant, this shaft being connected with the lubricating channels and the lubricating bores (54) within the housing (12).

15. A swash plate machine as claimed in Claim 13 or Claim 14, characterized in that at least one lubricant connector (62) is provided on the face side of the drive shaft (28) to supply outside lubricant, this being provided with a lubricant channel (64) that is in the form of a central bore. 5
16. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 12 to 16, characterized in that the air-bleed channels (56) are acted upon by a partial vacuum from the low pressure chamber and carry away excessive lubricant from the lubricating points that are supplied. 10
17. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims, characterized in that the piston (20) is provided with a multi-part sealing ring (37, 66) that incorporates an insert (37, 66) and a guide pin (38) that connects the insert (37, 66) with the piston (20) by means of a threaded connection. 20
18. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 1 to 16, characterized in that the piston is provided with a one-piece sealing ring (68), this being formed from an insert (69) with a guide pin (38) that is formed in one piece [with it]. 25
19. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims, characterized in that the piston (20) has on the side that is opposite the radial slot (30) a radial recess (35) that serves as a balance weight to avoid imbalance of the piston (20). 30
20. A swash plate machine according to one of the preceding Claims, characterized in that at least one balance weight (65) is provided to prevent imbalance of the piston (20). 35
21. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 19 or 20, characterized in that the radial recess (35) is used to accommodate at least one balance weight (65). 40
22. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims, characterized in that in the area where the drive shaft (28) passes through the housing (12) there is a baffle plate (50) that protects the shaft seals that are used, such as packing seals (51) with a gland (53) or, alternatively, a sliding ring seal (52), against mechanical damage caused by the high pressure jet of lubricant. 50
23. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims, characterized in that the area where the drive shaft (28) passes through the housing (12) is kept free of leaks by using the baffle plate (50) as well as the air-bleed bores (56) in each instance at the lowest point beneath the seals (51, 52, 53). 55
24. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims, characterized in that the piston (20) has grooves (76) on at least one face end piston surface (72) that extend radially at least in some areas, said grooves being defined by blade-like webs (78).
25. A swash plate machine as claimed in Claim 24, characterized in that the area (70) of the piston (20) that is provided with the radial grooves (76) is a sector of a circle, the angle bisector of which extends perpendicularly to the axis of the radial slot (30) in the piston (20).
26. A swash plate machine as claimed in Claim 24 or Claim 25, characterized in that radial grooves (76) are arranged on both piston surfaces (72).
27. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 26, characterized in that the grooves (76) on each pressure surface (72) of the piston (20) are arranged in one sector (70), one side of which is next to the radial slot (30).
28. A swash plate machine as claimed in one of the Claims 24 to 27, characterized in that the radial grooves (76) are each arranged in the area (70) of the piston (20) that are sloped, and which is in contact with the inside wall of the working chamber (16).
29. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 28, characterized in that the grooves (76) are of square profile.
30. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 29, characterized in that the grooves (76) are of rectangular profile.
31. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 30, characterized in that the grooves (76) are of rectangular profile with a flat bottom.
32. A swash plate machine as claimed in one of the Claims 24 to 30, characterized in that the grooves (76) have a groove bottom that is curved relative to their longitudinal axis.
33. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 32, characterized in that the grooves (76) have inclined sides.
34. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 33, characterized in that the grooves have asymmetrically inclined grooves.
35. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 34, characterized in that the

grooves (76) are of V-shaped profile with a narrow groove bottom.

36. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 35, characterized in that the sides on the piston slot side of a groove (76) are steeper than the opposite side. 5
37. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 36, characterized in that the angle at which the piston-slot side groove sides are set relative to the base of the groove amounts to 105 to 120°, preferably 112°, and in that the angle at which the opposite groove sides are set amounts to >135° relative to the groove bottom. 10 15
38. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 37, characterized in that the blade-like webs (78) that define the grooves (76) have a cutter-like outer edge and a broad base, in comparison to this, on the bottom of the groove, these reinforcing the web. 20
39. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 2838, characterized in that the blade-like webs (78) are surface hardened. 25
40. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 39, characterized in that the blade-like webs have a coating of wear-resistant material. 30
41. A swash plate machine as claimed in one of the Claims 1 to 13, characterized in that the piston (20) is of non-rusting material, preferably steel. 35
42. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 40, characterized in that the bottom (77) of the groove that accommodates the blade-like webs (78) is formed as a separately manufactured piston part that is joined to the piston (20). 40
43. A swash plate machine as claimed in one of the preceding Claims 24 to 42, characterized in that the blade-like webs (78) are manufactured as separate inserts that are of hard metal and inserted into the inclined area (22) of the piston (20). 45
44. A swash plate machine as claimed in one of the Claims 1 to 24, characterized in that the piston (20) is provided at least in some areas with a soft coating. 50
45. A swash plate machine as claimed in Claim 44, characterized in that the soft coating is of rubber. 55
46. A swash plate machine as claimed in one of the Claims 44 or 45, characterized in that the piston is

of steel and the soft coating is of rubber that is vulcanized into the piston (20).

47. A swash plate machine as claimed in Claim 44, characterized in that the soft coating is an impact-resistant plastic, e.g., ABS.

## Revendications

### 1. Machine à disque oscillant (10)

avec un espace de travail (16) en forme de sphère creuse divisé par une paroi de séparation (18) au moins en une chambre à haute pression (23) et une chambre à basse pression (24) dans laquelle on peut introduire l'agent de travail par un système de tuyaux; la paroi de séparation (18) s'élevant jusqu'à un support de piston (26) et travaillant avec une bande d'étanchéité (21) en forme de disque, avec un piston (20) en anneau de cercle dont le diamètre correspond à celui de l'espace de travail (18) et qui est relié à l'extérieur par un arbre de transmission (28) à palier; celui-ci entraîne un mouvement de nutation du piston (20),

ledit piston (20) présente au moins une fente radiale (30) s'étendant à peu près de la circonférence jusqu'au support de piston (26); la fente radiale (30) est munie d'un tourillon de guidage (38) qui travaille avec la paroi de séparation (18) et dont le piston (20) se rétrécit vers l'extérieur jusqu'à la circonférence

où les surfaces extérieures du piston (20) sont en contact avec les surfaces latérales limitant sur le côté l'espace de travail (16) et étant perpendiculaires à l'axe de rotation de l'arbre de transmission (28)

caractérisée par le fait que

le tourillon de guidage (38) disposé dans la fente radiale (30) dans une rainure de guidage (40) disposée dans la paroi (18),

ladite fente radiale (30) est munie de flancs latéraux en coude (32,33), dont l'angle d'ouverture est adapté au travail de pivotement du piston (20) et

que le tourillon de guidage (38) travaille avec un segment de joint (39) disposé dans le support de piston (26), et adapté à l'angle d'ouverture de la fente radiale (30) du piston (20).

2. Machine à disque oscillant selon revendication 1, caractérisée par le fait que la paroi de séparation (18) entoure le tourillon de guidage (38) sur deux côtés opposés avec la rainure de guidage (40) et

s'engrène dans la fente radiale (30) disposée dans le piston (20).

### 3. Machine à disque oscillant (10)

avec un espace de travail (16) en forme de sphère creuse, qui est subdivisé au moins par une paroi de séparation (18) en une chambre à haute pression (23) et une chambre à basse pression (24), dans lesquelles l'agent de travail est amené par un système de tuyaux, dans la même occasion la paroi de séparation (18) s'étend jusqu'à un support de piston (26) et travaille avec une bande d'étanchéité en forme de disque, avec un piston (20) en anneau de cercle adapté au diamètre de l'espace de travail (16), et qui est relié à l'extérieur par un arbre de transmission à palier, qui entraîne le piston dans un mouvement de nutation, ledit piston (20) montre au moins une fente radiale (30) s'étendant de la circonférence jusqu'environ au support de piston (26) ledit piston (20) se rétrécit vers l'extérieur en direction de la circonférence, dans la même occasion les surfaces extérieures du piston (20) sont en contact avec les surfaces latérales opposées et perpendiculaires à l'axe de rotation de l'arbre de transmission (28) limitant sur le côté l'espace de travail (16),

caractérisée par le fait que

le piston présente une fente radiale avec des flancs latéraux en coude dont les angles d'ouverture sont adaptés au travail de pivotement du piston, et que le fond de la fente ainsi que les surfaces extérieures de la paroi de séparation qui s'engrène dans la fente radiale, sont munis chacun d'une courbure sphérique ajustée l'une à l'autre et adaptée au rayon du fond de la fente.

4. Machine à disque oscillant selon revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que la bande d'étanchéité (21) est disposée dans une rainure de circonférence (22) dans le piston.
5. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée par le fait que la bande d'étanchéité (21) est poussée par l'agent de travail contre la carcasse (12).
6. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée par le fait que les parois latérales de l'espace de travail (18) sont développées en forme de boule.
7. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que

des deux côtés de la paroi de séparation (18) des rouleaux d'étanchéification (60) alimentés par la force sont disposés dans la fente radiale (30) du piston.

8. Machine à disque oscillant selon la revendication 7, caractérisée par le fait que les rouleaux d'étanchéification (60) sont alimentés par des ressorts à pression qui poussent les rouleaux d'étanchéification (60) contre la paroi de séparation (18).
9. Machine à disque oscillant selon la revendication 7 ou 8, caractérisée par le fait que les rouleaux d'étanchéification (60) sont alimentés par l'agent de pression venant de l'espace de travail (16)
10. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le piston (20) est guidé dans le support de piston (26) au moyen du premier et du deuxième paliers de piston (42,44) disposés des deux côtés.
11. Machine à disque oscillant selon la revendication 10, caractérisée par le fait que les premiers et deuxième paliers de piston (42,44) sont développés comme palier à roulement.
12. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que dans la carcasse (12) sont disposés des lumières de graissage et d'aération (54,56).
13. Machine à disque oscillant selon la revendication 12, caractérisée par le fait que les lumières de graissage (54) sont alimentés de l'extérieur de la carcasse (12) avec des lubrifiants étrangers.
14. Machine à disque oscillant selon la revendication 13, caractérisée par le fait que pour l'alimentation en lubrifiants étrangers on prévoit au moins une distribution de graissage (62) qui est reliée aux lumières de graissage et aux perçages de graissage (54) dans la carcasse.
15. Machine à disque oscillant selon revendication 13 ou 14, caractérisée par le fait que pour l'alimentation en lubrifiants étrangers on prévoit au moins une distribution de graissage sur le côté extérieur de l'arbre de transmission (28) qui est muni d'un conduit de graissage (64) formé comme un perçage central.
16. Machine à disque oscillant l'une des revendications précédentes 12 à 16 caractérisée par le fait que les lumières d'aération (56) sont alimentées par une dépression venant de la chambre à basse pression (23) et évacuent le lubrifiant superflu des points de graissage desservis.



17. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le piston (20) est muni d'un segment de joint (39,66) en plusieurs pièces qui présente une pièce intercalaire (39,67) et un tourillon de guidage (38) qui relie la pièce intercalaire avec le piston au moyen d'un assemblage par vis. 5
18. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 1 à 16, caractérisée par le fait que le piston est muni d'un segment de joint (68) d'une pièce qui est formé d'une pièce intercalaire (69) avec un tourillon de guidage coulé d'une pièce. 10
19. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le piston (20) montre sur le côté opposé à la fente radiale (30) un creux radial qui sert à la compensation de poids pour éviter les défauts d'équilibrage du piston (20). 15
20. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'on prévoit au moins un poids d'équilibrage (65) comme compensation de poids pour éviter les défauts d'équilibrage du piston (20). 25
21. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 19 ou 20, caractérisée par le fait que le creux radial (35) sert à recevoir au moins un poids d'équilibrage (65). 30
22. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que dans la zone du passage de l'arbre de transmission (28) à travers la carcasse (12), on prévoit un disque de rebondissement (50) qui protège les dispositifs d'étanchéité d'arbre utilisés comme bague à lèvres avec ressort (51) et un presse-étoupe (53) ou en alternative une garniture étanche à anneau glissant (52), contre les endommagements mécaniques causés par le jet de compression du lubrifiant. 35 40
23. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la zone du passage de l'arbre de transmission (28) à travers la carcasse (12) est maintenue exempte de fuite en utilisant le disque de rebondissement (50) que les perçages d'aération (56) au point le plus bas en dessous des garnitures et étoupages (51,52,53) 45 50
24. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le piston (20) montre au moins sur une surface de piston (72) du côté extérieur du moins par zone de rainures (76) avec un tracé radial qui sont limitées par des traverses (78) en forme de couteaux. 55
25. Machine à disque oscillant selon la revendication 24, caractérisée par le fait que la zone (70) du piston (20) munie de rainures radiales (76) est un secteur de cercle dont la bissectrice s'étend perpendiculairement à l'axe de la fente radiale (30) dans le piston (20).
26. Machine à disque oscillant selon la revendication 24 ou 25, caractérisée par le fait que des rainures radiales (76) sont disposées sur les deux surfaces du piston (72).
27. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 26, caractérisée par le fait que les rainures (76) sont disposées sur les différentes surfaces de refoulement (72) du piston (20) dans un secteur (70) dont un côté est adjacent à la fente radiale (30).
28. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications 24 à 27, caractérisée par le fait que les rainures radiales (76) sont disposées respectivement dans le domaine du piston (20) taillé en biseau, et qui est en contact avec la paroi intérieure de l'espace de travail (16).
29. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 28, caractérisée par le fait que les rainures (76) montrent un profil carré.
30. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 29, caractérisée par le fait que les rainures (76) montrent un profil rectangulaire.
31. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 30, caractérisée par le fait que les rainures (76) montrent un profil rectangulaire avec un fond de rainure plat.
32. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications 24 à 30, caractérisée par le fait que les rainures (76) montrent par rapport à son axe longitudinal un fond de rainure courbé.
33. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 30, caractérisée par le fait que les rainures (76) montrent des flancs de rainures en biais.
34. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 33, caractérisée par le fait que les rainures montrent des flancs de rainures obliques asymétriques.
35. Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 34, caractérisée par le fait que les rainures (76) montrent un profil en V avec

un fond de rainure étroit.

- 36.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 35, caractérisée par le fait que les flancs de chaque rainure du côté de la fente du piston sont plus en oblique que les flancs du côté opposé.
- 37.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 36, caractérisée par le fait que l'angle d'incidence des flancs de rainure du côté de la fente du piston est de 105° à 120°, de préférence 112° et que l'angle d'incidence des flancs de rainures du côté opposé par rapport au fond de rainure est de >135°.
- 38.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 37, caractérisée par le fait que les traverses (78) en forme de couteaux qui limitent les rainures (76), montrent un bord extérieur en forme de taillant et en comparaison ici une base plus large au fond de rainure qui renforce la traverse respective.
- 39.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 38, caractérisée par le fait que les traverses (78) en forme de couteaux ont subi la trempe superficielle.
- 40.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 39, caractérisée par le fait que les traverses (78) en forme de couteaux montrent une enduction avec une matière résistante à l'usure.
- 41.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisée par le fait que le piston (20) est construit en matière inoxydable, de préférence en acier.
- 42.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 40, caractérisée par le fait que le fond de rainure (77) qui reçoit les traverses en forme de couteaux (78), et développé comme une pièce de piston à part qui est relié au piston (20).
- 43.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications précédentes 24 à 40 et 42, caractérisée par le fait que les traverses en forme de couteaux (78) sont construites comme insertions en carbure à part et mises en place dans la zone en biais (22) du piston (20).
- 44.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications 1 à 24, caractérisée par le fait que le piston (20) est muni d'une couche souple au moins par zone.
- 45.** Machine à disque oscillant selon revendication 44, caractérisée par le fait que la couche souple est en caoutchouc.
- 46.** Machine à disque oscillant selon l'une des revendications 44 ou 45, caractérisée par le fait que le piston consiste en acier et que la couche souple en caoutchouc est vulcanisée sur le piston (20).
- 47.** Machine à disque oscillant selon revendication 44, caractérisée par le fait que la couche souple est une matière synthétique à résistance élevée aux chocs, par exemple en ABS-plastique.

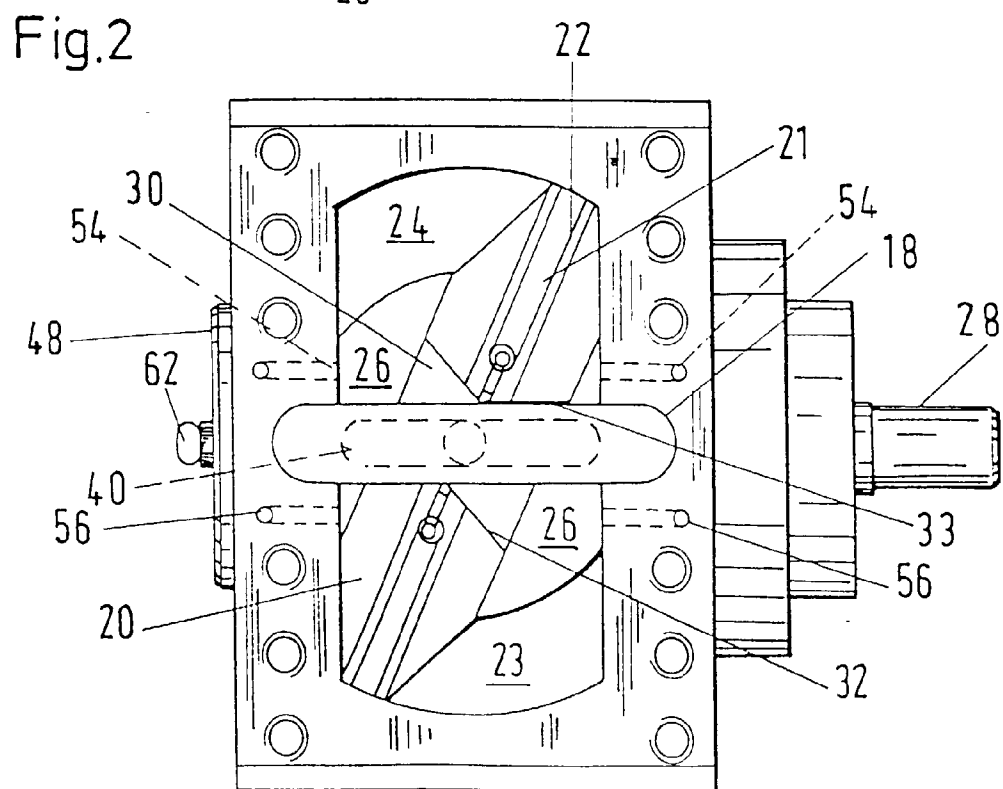
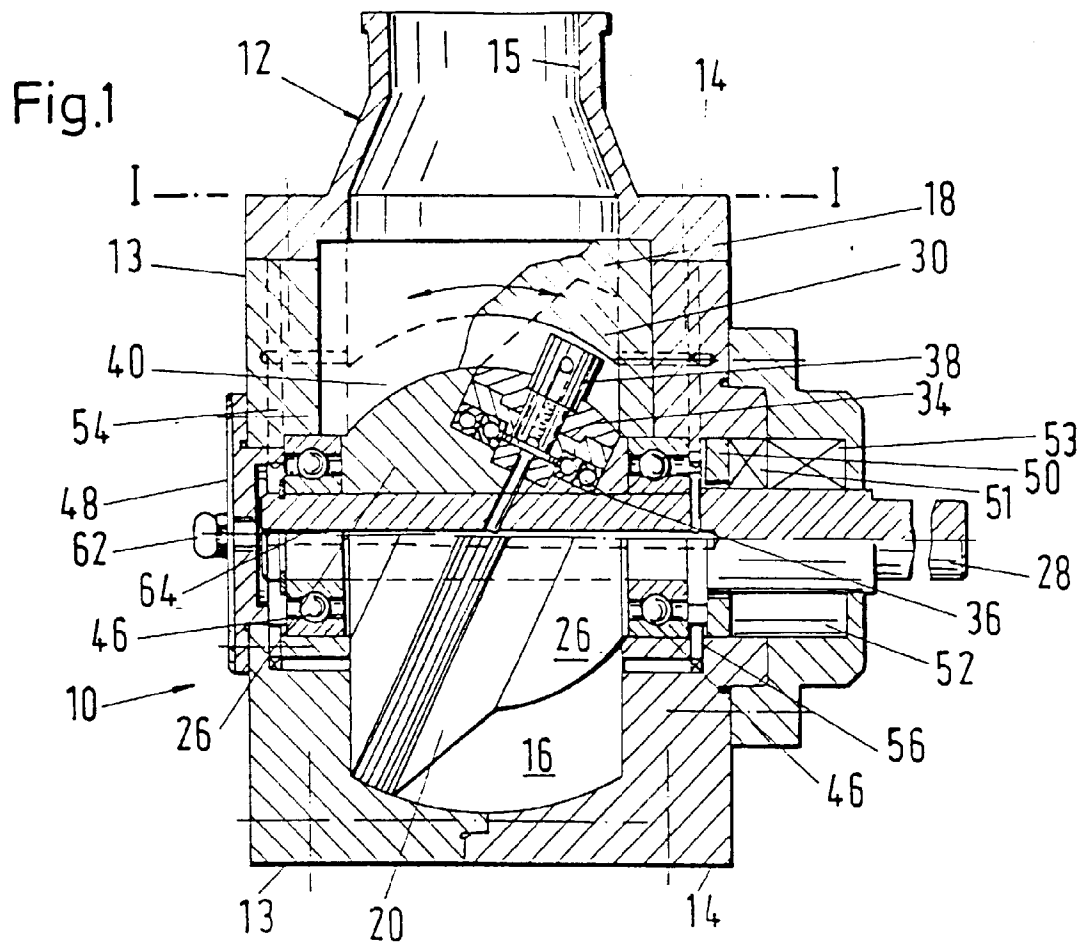


Fig.3

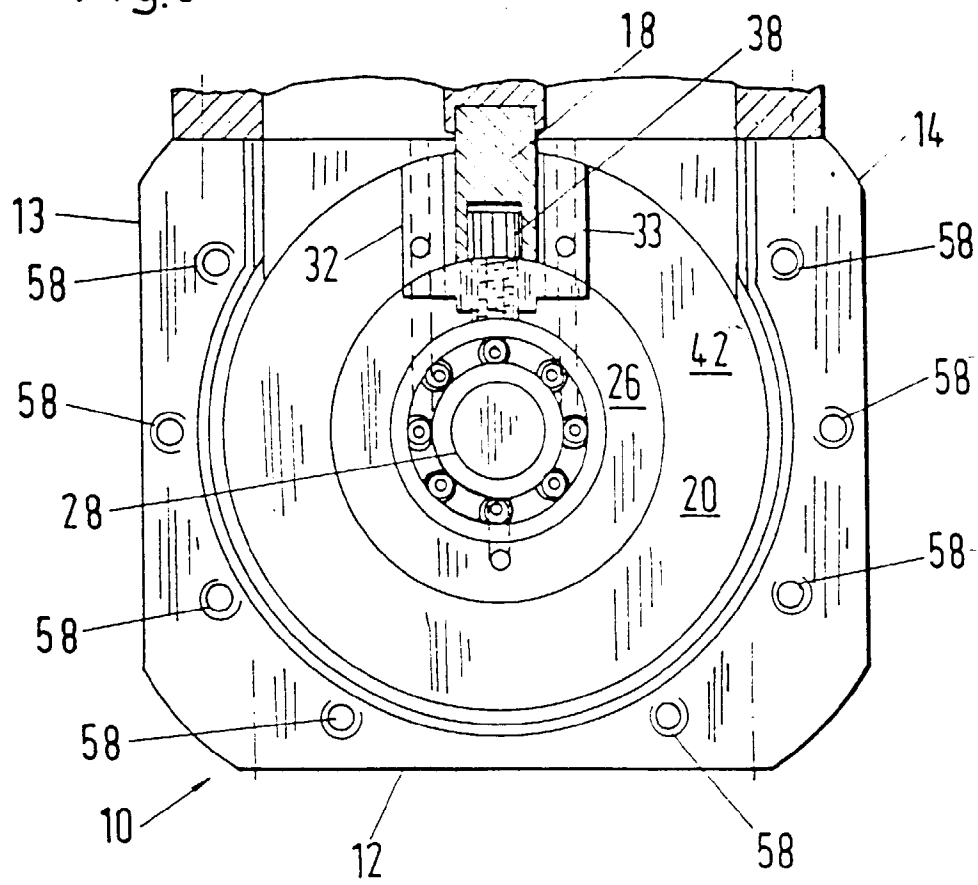


Fig.4

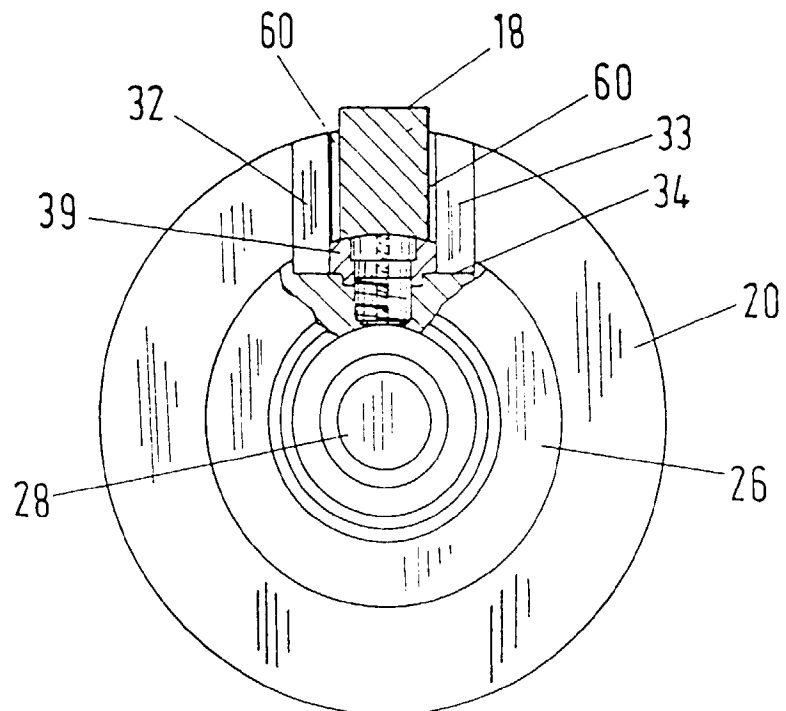


Fig.5

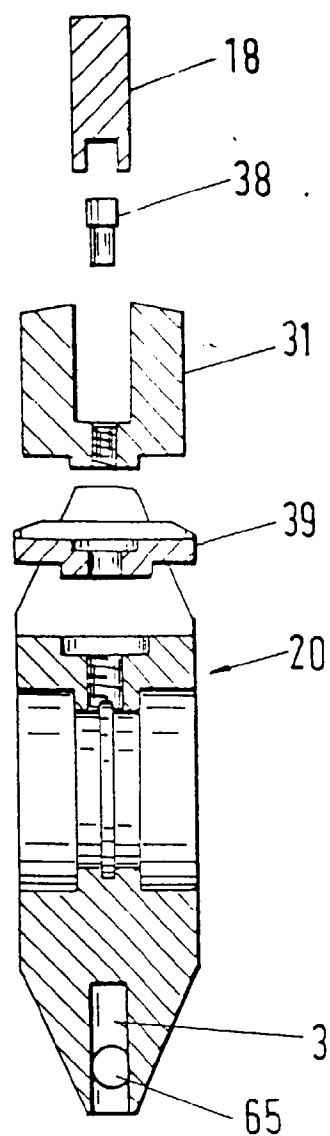


Fig.6

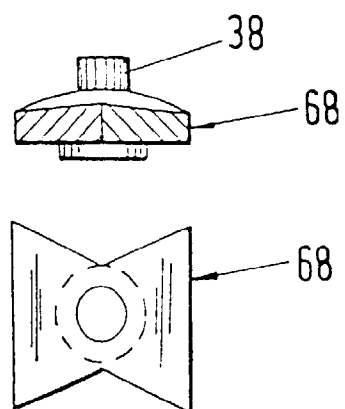
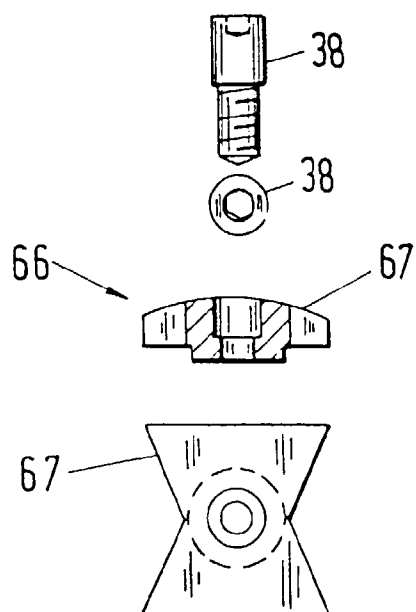


Fig.7

Fig.8

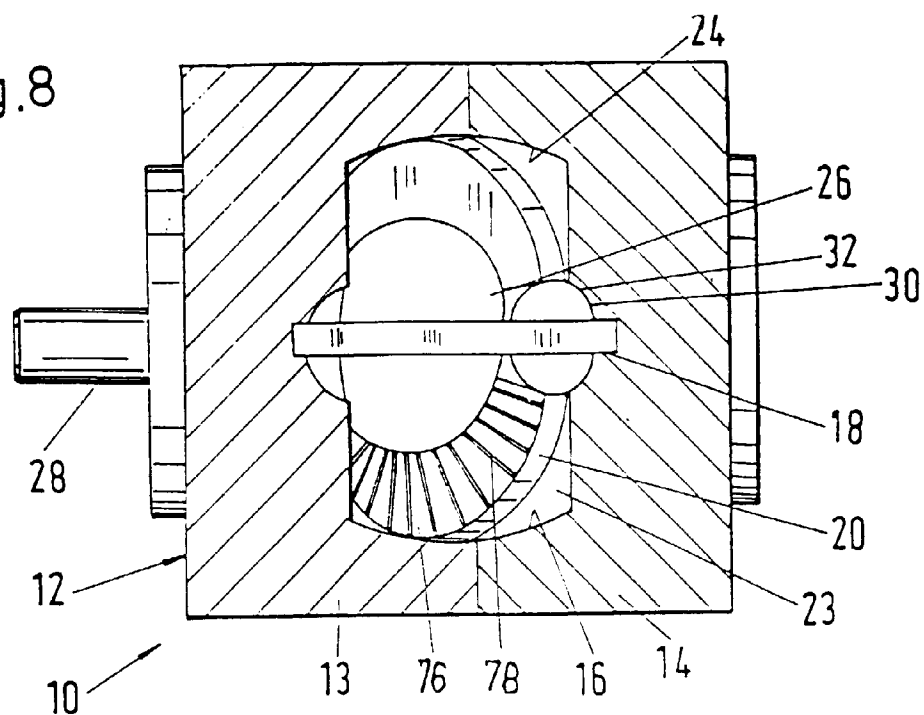


Fig.9

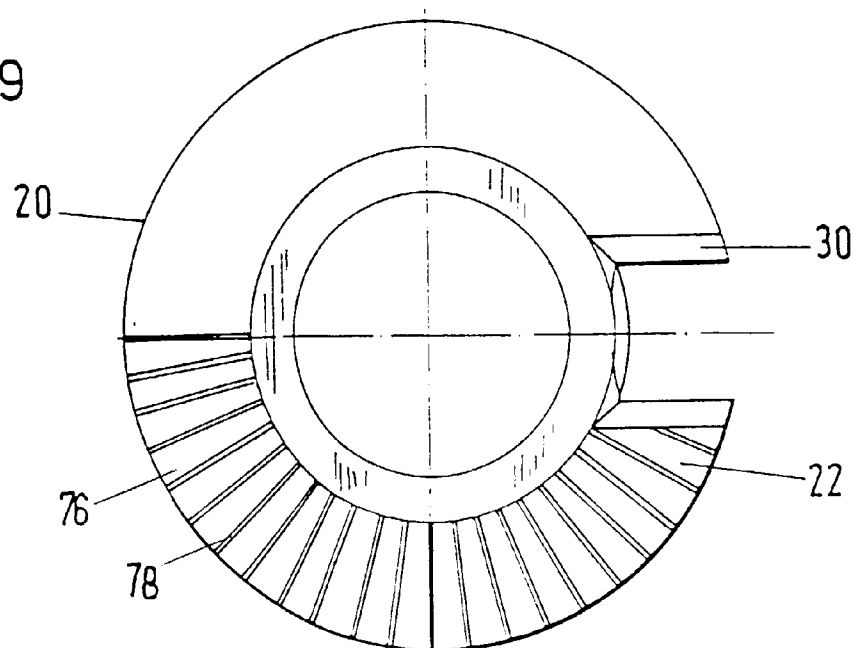


Fig.10

