

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 809 027 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.11.1997 Patentblatt 1997/48

(51) Int Cl.⁶: **F04B 27/10**

(21) Anmeldenummer: **97810247.3**

(22) Anmeldetag: **22.04.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **27.04.1996 DE 19616961**

(71) Anmelder:
• **Audi Aktiengesellschaft**
85057 Ingolstadt (DE)
• **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80788 München (DE)
• **DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Frey, Michael**
88131 Lindau (DE)
• **Obrist, Frank**
6850 Dornbirn (AT)
• **Kuhn, Peter, Dr.-Ing.**
69469 Weinheim (DE)

(74) Vertreter: **Quehl, Horst Max, Dipl.-Ing.**
Patentanwalt
Postfach 223
Ringstrasse 7
8274 Tägerwilen (CH)

(54) **Hubkolbenmaschine mit Taumelscheibengertriebe**

(57) Die besonders für Hochdruckanwendungen oder CO₂-Fahrzeugklimaanlagen vorgesehene Hubkolbenmaschine hat ein Taumelscheibengertriebe, dessen Taumelscheibe (3) für die Leistungsregelung verschiedene Schrägstellungen einnehmen kann. Hierzu dient ein als Gabelgelenk ausgeführtes Taumelgelenk, das die sich auf der Maschinenwelle (4) abstützende Kippbewegung der Taumelscheibe (3) durch eine Schlitzführung (11,11') eines Mitnehmerbolzens (9) zulässt. Ein gute Regelbarkeit der Hubkolbenmaschine ergibt sich durch an dem Mitnehmerbolzen (9) vorgesehene, reibungsmindernde Maschinenelemente. Diese bestehen aus Lagern (32,33), die eine Drehung des Mitnehmerbolzen (9) um seine Längsachse zulassen sowie aus einer Gleitbüchse oder einem Wälzlager (47) an einem der in Schlitzführungen (11,11') eingreifenden Bolzenenden (40,43). Ausserdem ist im Bereich des stärker belasteten Bolzenendes eine Axialkräfte aufnehmende Gleitscheibe (42) vorgesehene.

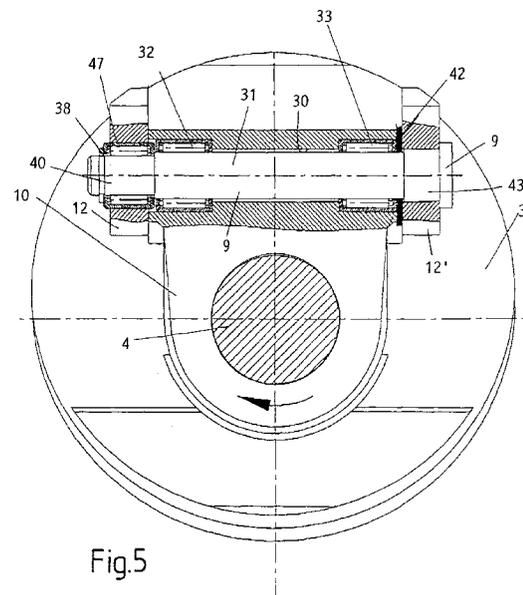


Fig.5

EP 0 809 027 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine mit einem Taumelscheibengetriebe entsprechend den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Eine Hubkolbenmaschine dieser Art ist beispielsweise bekannt durch die EP-A-0623744. Ihr Taumelgelenk hat einen verhältnismässig kurzen Mitnehmerbolzen, der mit einem Ende in einen Führungsschlitz eines Mitnehmerfortsatzes eingreift. Diese Bolzen-Schlitzführung muss das gesamte antreibende Drehmoment der Maschine übertragen, so dass an ihr erhebliche Querkräfte auftreten und der Bewegung des Mitnehmerbolzens im Führungsschlitz entsprechend grosse Reibungskräfte entgegenwirken, die eine exakte bzw. hysteresearme Regelung der Maschinenleistung verhindern. Zu Verringerung des durch diese Reibungskräfte verursachten Verschleisses wurde für diese Maschine vorgeschlagen, den in die Schlitzführung eingreifenden Teil des Mitnehmerbolzens durch einen gegen Verschleiss widerstandsfähigeren Ring zu umkleiden, der mit einer einseitig oder diametral beidseitig abgeflachten Aussenfläche in der Schlitzführung gleitet. Aufgrund der grossen Querkräfte, verbunden mit der verwendeten Gleitführung treten dennoch erhebliche Reibungswiderstände auf, die einer exakten Regelung der Maschinenleistung entgegenwirken.

Durch die US-A-4,886,423 ist eine Hubkolbenmaschine mit einer in Kolbenkörper eingreifenden Schrägscheibe bekannt, bei der für die Verstellbarkeit ihrer Schrägstellung eine Gelenkanordnung vorgesehen ist, die an der Antriebswelle oder an der Schrägscheibe im Bereich der Drehachse einen schmalen und flacher Mitnehmer aufweist, der schraubendreherartig in einen Schlitzraum zwischen zwei Lagerwangen eingreift. Eine in dieser Hinsicht vergleichbare Maschine ist auch durch die DE-A-3924347 bekannt. Die beiden Enden des Mitnehmerbolzens, die in Schlitzführungen gleiten, tragen, vergleichbar mit der Maschine nach der EP-A-0623744, verschleissmindernde Buchsen für den gleitenden Kontakt mit Schlitzführungen. Da die Drehmomentübertragung im wesentlichen durch den grossflächigen Eingriff zwischen den Seitenflächen des Mitnehmers und der Lagerwangen erfolgt, treten für eine exakte Regelung nachteilige Reibungskräfte auf, auch wenn entsprechend der US-A-4886423 die Reibungskraft in der zentralen Schlitzführung durch ein Wälzlager verringert wird.

Durch die DE-A-4290950 ist es bekannt, zwei je eine Schlitzführung und je einen Mitnehmerbolzen aufweisende Gelenke gleichachsig mit Abstand voneinander anzuordnen, so dass entsprechend dem Abstand die Kräfte zur Uebertragung des Drehmomentes geringer sind. Es sind jedoch keine zusätzlichen Maschinenelemente zur Reibungsminderung zwischen den aneinander reibenden Flächen vorgesehen. Entsprechend einem kinematisch anders wirkenden Ausführungsbeispiel der DE-A-4290950 wird eine Schlitzführung durch

Verwendung eines Kugelgelenks und eines Mitnehmerbolzens mit Axialführung vermieden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hubkolbenmaschine der eingangs genannten Art zu finden, die durch geringe Reibungswiderstände auch bei kompakter Hochdruckbauart exakt regelbar ist, so dass sie in zufriedenstellender Weise auch für eine kupplungslose Leistungsregelung von CO₂-Kraftfahrzeug-Klimaanlagen geeignet ist.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäss aufgrund der kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1.

Ein besseres Verständnis der Erfindung und vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnungen. Es zeigt:

Fig.1 einen Axialschnitt einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Hubkolbenmaschine bei minimaler Hubeinstellung,

Fig.2 die Hubkolbenmaschine nach Fig.1 bei maximaler Hubeinstellung und

Fig.3 bis 5 Teilquerschnitte im Bereich des Taumelgelenkes entlang der Achse des Mitnehmerbolzens und radial zur Maschinenwelle, entsprechend drei Ausführungsformen der Erfindung.

Der grundsätzliche Aufbau und die Wirkungsweise einer Hubkolbenmaschine der eingangs genannten Art sind dem Fachmann durch umfangreiche Patentliteratur ausreichend bekannt, so dass sich eine detaillierte Beschreibung erübrigt.

Die Hubkolbenmaschine 1 hat beispielsweise sieben durch die Taumelbewegung angetriebene Kolben 2, die in Umfangsrichtung der Maschine nebeneinander angeordnet sind. Die Taumelscheibe 3 hat einen sich mit der Maschinenwelle 4 drehenden ersten Scheibenteil 5 und einen in Antriebsverbindung mit den Kolben 2 stehenden, gegen Verdrehung gesicherten zweiten Scheibenteil 6. Für die Uebertragung der Taumelbewegung sind zwischen beiden Scheibenteilen 5,6 radial und axial wirkende Wälzlager 7,8 vorgesehen.

Die verschiedene Schräg- oder Kippstellungen der Taumelscheibe 3 ermöglichende Verbindung zwischen der Maschinenwelle 4 und dem mitdrehenden ersten Scheibenteil 5 erfolgt durch einen Mitnehmerbolzen 9, der am Ende eines an der Maschinenwelle 4 befestigten Mitnehmers 10 vorgesehen ist. Dieser greift in je einen die Kippbewegung der Taumelscheibe 3 auf der Maschinenwelle 4 zulassenden Führungsschlitz 11, 11' von Mitnehmerfortsätzen 12, 12' ein, die seitlich am mitdrehenden ersten Scheibenteil 5 angeformt sind. An der Maschinenwelle 4 stützt sich die Taumelscheibe 3 durch eine zentrale Ausnehmung 13 ab, die sich beidseitig in Wellenrichtung erweitert, so dass für die auf der Maschinenwelle 4 ausgeführte Kippbewegung ausreichend Freiraum vorhanden ist. Die Drehsicherung des Schei-

benteils 6 erfolgt durch ein sich durch den Triebraum 15 erstreckendes und in eine Aussparung 14 am Umfang des Scheibenteils 6 eingreifendes Stegteil 16.

Die Genauigkeit einer Leistungsregelung bzw. einer geregelten Winkelverstellung der Taumelscheibe 3 aufgrund der an den Kolben 2 wirkenden Gasdrücke und/ oder aufgrund der an der Taumelscheibe 3 bei Drehzahländerung wirkenden dynamischen Kräfte ist wesentlich von der Grösse der am Taumelgelenk 9,11 vorhandenen Reibungskräfte abhängig. Für Hochdruckmaschinen haben diese Reibungskräfte entsprechend dem von der Maschinenwelle 4 über das Taumelgelenk 9,11 auf die Taumelscheibe zu übertragenden Drehmoments für den Antrieb der Kolben 2 besonders grosse Bedeutung.

Um diese Reibungskräfte zu verringern, sind erfindungsgemäss an dem Mitnehmerbolzen 9 verschiedene, der Reibungsminderung dienende Maschinenelemente, wie Wälzlager, Gleitbuchsen und Gleitscheiben vorgesehen. Ausführungsbeispiele sind hierzu in den Fig.3 bis 5 dargestellt.

Die Fig.3 bis 5 zeigen, dass das Taumelgelenk als Gabelgelenk ausgeführt ist. Seine Gelenkwangen 12,12' bilden Mitnehmerfortsätze des mitdrehenden Taumelscheibenteils 5 und haben zur Verminderung der Kräfte in den Führungsschlitz 11,11' bei der Uebertragung des von der Maschinenwelle 4 ausgehenden Drehmoments einen erheblichen Abstand voneinander. Dieser ist beim dargestellten Ausführungsbeispiel doppelt so gross wie der Durchmesser der Maschinenwelle 4.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist der Mitnehmerbolzen in seinem, sich durch eine Bohrung 30 des Mitnehmers 10 erstreckenden mittleren Bereich 31 durch zwei Wälzlager 32,33 gelagert, die mit maximalem Abstand voneinander in die Bohrung 30 eingesetzt sind. Ausserdem sind für die Aufnahme der in Bolzenlängsrichtung wirkenden Kraftkomponenten zwischen den Gelenkwangen 12,12' und dem Mitnehmer 10 einerseits und den Gelenkwangen 12,12' und endseitigen Fixierscheiben 38,39 bzw. einem endseitigen Absatz 28 andererseits Gleitscheiben 34 bis 37 vorgesehen, z.B. entsprechend dem Standard AS-0515.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig.4 unterscheidet sich von demjenigen nach Fig.3 durch eine in einen der Führungsschlitz 11,11' eingreifende und von einem Endbereich 40 des Mitnehmerbolzens 9 getragenen Gleitbüchse 41. Ausserdem ist anstatt von vier Gleitscheiben nur eine Gleitscheibe 42 vorgesehen, die auf der Seite der dem eingeleiteten Drehmoment entsprechenden Kraft zwischen dem Mitnehmer 10 und der Gelenkwange 12' angeordnet ist. Sie entspricht beispielsweise dem Standard AS-0715.

Die Gleitbüchse 41 trägt zur weiteren erheblichen Verringerung der Reibungskräfte bei, da die Reibungskräfte zwischen den Führungsschlitz 11,11' und den Bolzenendbereichen 40,43 bestrebt sind, den Mitnehmerbolzen 9 in entgegengesetzter Richtung zu verdre-

hen. Dies resultiert aus den durch die Pfeile 44,45 angedeuteten Richtungen der Reaktionskräfte zu der seitlich nach aussen versetzten, der Einleitung des Antriebsdrehmomentes entsprechenden, durch den Pfeil 46 angedeuteten Kraft. Diese Verteilung der am Taumelgelenk wirkenden Kräfte veranschaulicht auch, dass es ausreichend sein kann, nur eine Gleitscheibe 42 auf der Seite der durch den Pfeil 45 angedeuteten grösseren Reaktionskraft vorzusehen.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig.5 unterscheidet sich von demjenigen nach Fig.4 dadurch, dass zur besonders weitgehenden Verringerung von Reibungskräften anstatt einer Gleitbüchse 41 ein Wälzlager 47 vorgesehen ist.

Die aufgrund der Erfindung erzielbaren geringen Reibungswiderstände ermöglichen eine genaue Regelung der Hubkolbenmaschine auch bei Anwendung für die besonders hohen, in einer CO₂-Klimaanlage auftretenden Gasdrücke, so dass eine erfindungsgemässe Hubkolbenmaschine trotz der stark schwankenden Drehgeschwindigkeiten eines Kraftfahrzeugantriebes für eine CO₂-Fahrzeugklimaanlage gut geeignet ist, ohne dass eine Regelung durch Zu- und Abschalten einer Antriebsverbindung erforderlich ist.

Die Regelung durch Verändern der Winkelverstellung der Taumelscheibe und damit der Kompressionsleistung kann durch Verändern des Gasdrucks im Triebraum 15 bzw. an der Unterseite der Kolben 2 erfolgen, z.B. mittels eines über ein Regelventil abgezweigten Teilstrom des Kühlmittelkreislauf einer CO₂-Klimaanlage. Durch diesen Teilstrom kann auch die Schmierung u.a. des Taumelgelenkes durch sich aus Oeldunst abscheidendes Oel verbessert werden. Das Oel für diesen Oeldunst ergibt sich beispielsweise aus dem Oelabscheider eines Kühlmittelkreislaufes. Der auch der Kühlung dienende Teilstrom wird über Bohrungen 25,26 zuerst der Dichteinrichtung 27 und anschliessend dem Triebraum 15 zugeführt. Durch die hohlgebohrte Maschinenwelle 4 kann er auch bis zu dem kolbenseitigen Wellenlager 29 gelangen.

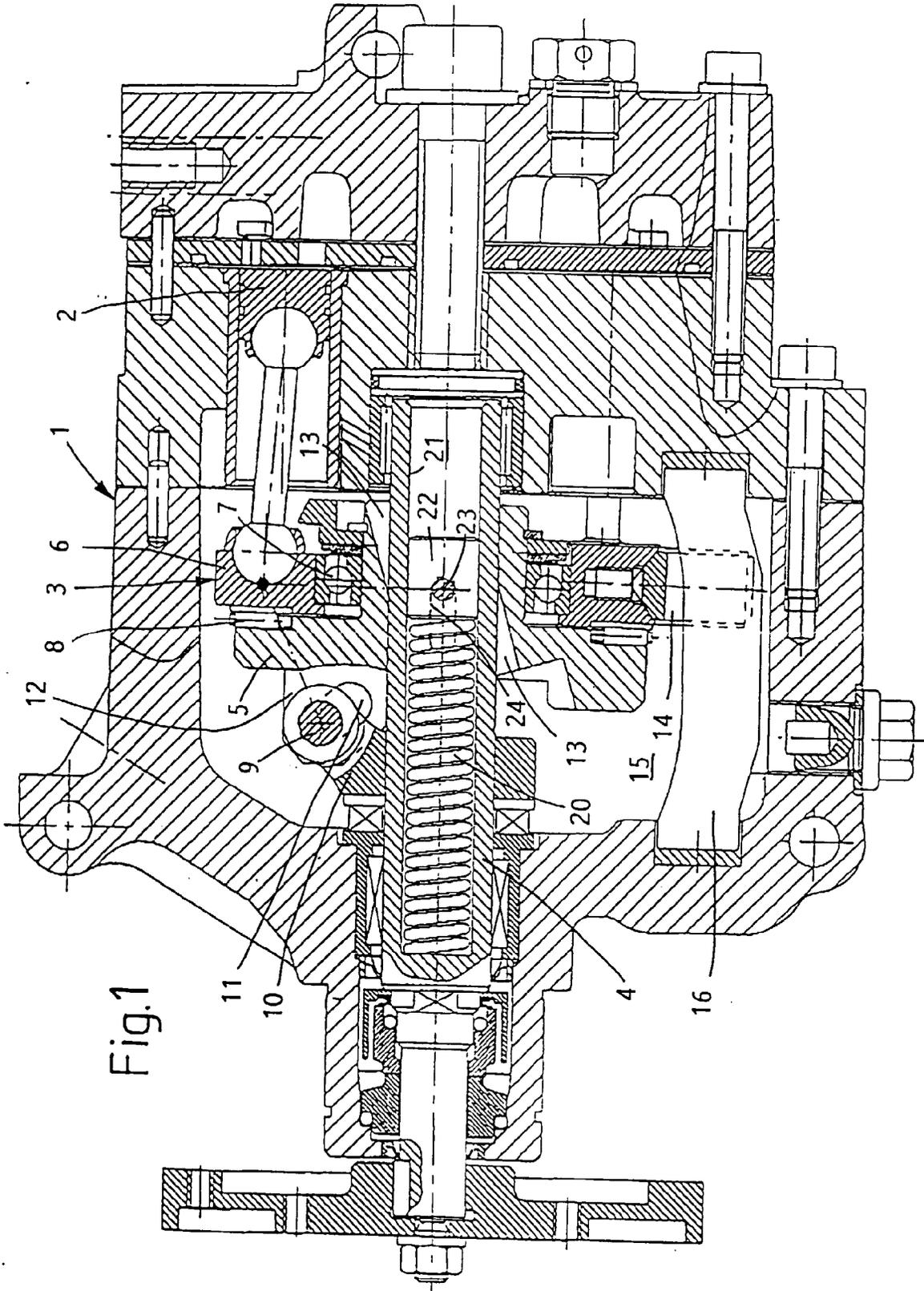
Für eine Konstantregelung der Fördermenge bei wechselnden Drehgeschwindigkeiten kann das rückstellende Drehmoment der Taumelscheibe ausgenützt werden, das ihrer Schrägstellung aufgrund dynamischer Kräfte am mitdrehenden Scheibenteil 5 entgegenwirkt. Dieses kann durch die Kraft einer Federeinrichtung 20 unterstützt werden, so dass die bei ansteigender Drehgeschwindigkeit zunehmende Fördermenge durch Rückstellung der Schrägstellung Taumelscheibe 3 kompensiert wird.

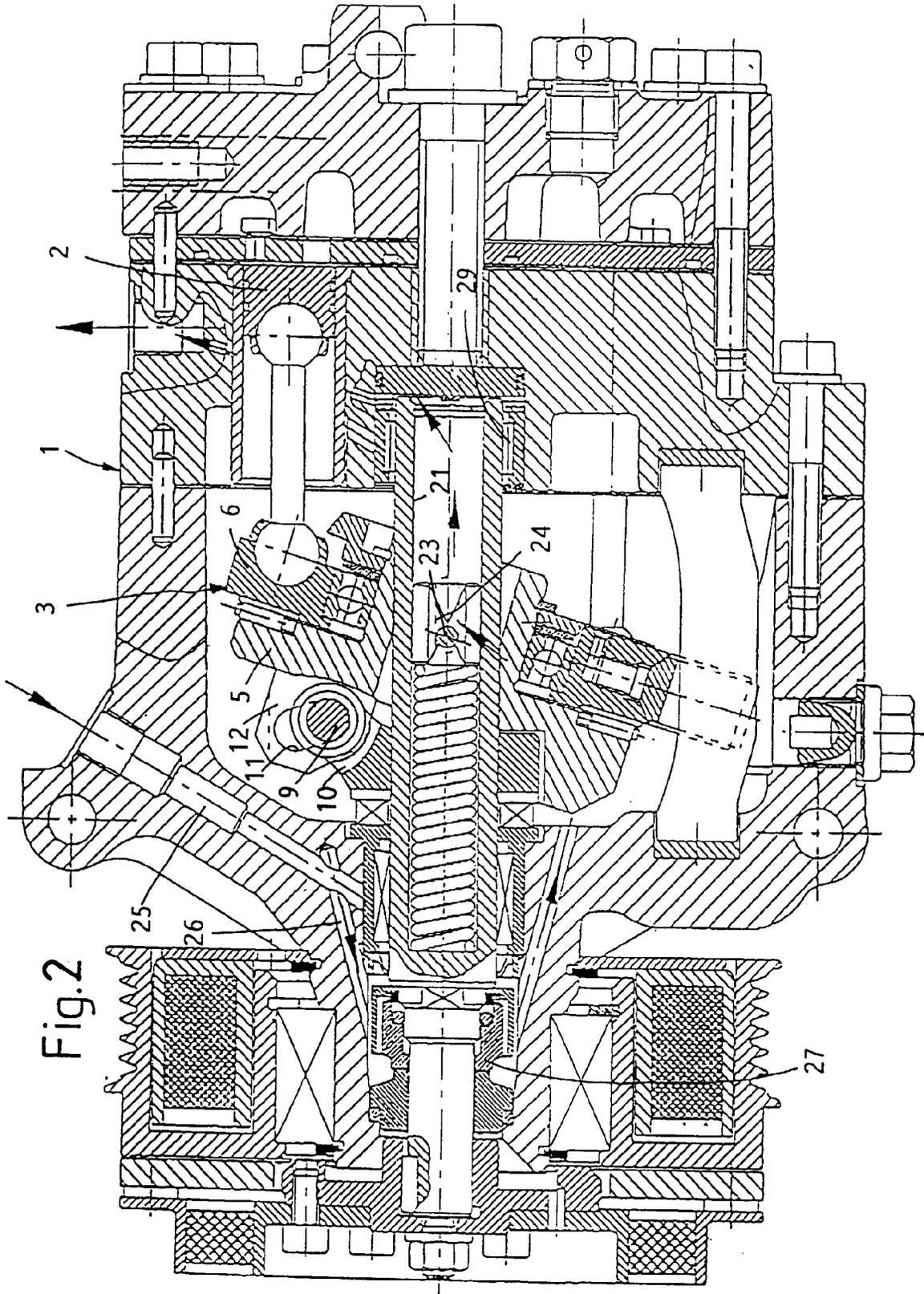
Durch die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Anordnung einer Schraubenfeder 20 in einer Axialbohrung 21 der Maschinenwelle 4 kann eine solche ohne Vergrösserung des Maschinengehäuses 22 bzw. auch mit einem für hohe Drücke verkleinertem Triebraum 15 und bei kleiner Taumelscheibe so ausgeführt werden, dass sich eine für eine Konstantregelung geeignete Federcharakteristik ergibt.

Für die Uebertragung der Federbewegung von der als Druckfeder ausgeführten Schraubenfeder 20 auf die Taumelscheibe 3 liegt diese mit Vorspannung an einem in der Axialbohrung 21 geführten Federkolben 22 an. Von diesem wird die Federbewegung mittels eines Kopplungsstiftes 23 durch beidseitige Wandöffnungen 24 der Maschinenwelle 4 auf die Taumelscheibe 3 übertragen, indem diese an ihrem sich mitdrehenden Scheibenteil 5 in den Darstellungen nicht sichtbare Eingriffsöffnungen aufweist. Diese haben gegenüber dem Durchmesser des Kopplungsstiftes 23 ein ausreichendes Uebermass, um eine Ueberbestimmung der durch das Taumelgelenk 9 und die Kipp Lagerung auf der Maschinenwelle 4 bestimmten Festlegung der Kippbewegung zu vermeiden.

Patentansprüche

1. Hubkolbenmaschine mit einem Taumelscheibengetrieb, deren Taumelscheibe (3) einen sich mit der Maschinenwelle (4) drehenden ersten Taumelscheibenteil (5) und einen mit mehreren Kolben (2) in Antriebsverbindung stehenden zweiten Taumelscheibenteil (6) aufweist, zwischen denen eine die Taumelbewegung übertragende Drehlagerung (7,8) angeordnet ist, wobei der erste Taumelscheibenteil (5) über ein verschiedene Schrägstellungen ermöglichendes Taumelgelenk (9,11) mit der Maschinenwelle (4) verbunden ist, indem ein Mitnehmerbolzen (9) mit Eingriff in einen Führungsschlitz (11,11') sich durch Mitnehmerfortsätze (10,12,12') erstreckt, von den einer an der Maschinenwelle (4) und der andere an dem Taumelscheibenteil (5) vorgesehen ist, wobei zwischen dem Mitnehmerbolzens (9) und mindestens einem der Mitnehmerfortsätze (10,12,12') mindestens ein vom Mitnehmerbolzen (9) getragenes, verschleissminderndes Maschinenelement (32-37,41,42,47) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Mitnehmerbolzen (9) sich durch einen Mitnehmer (10) erstreckt, der zwischen Mitnehmerfortsätze bildende Lagerwangen (12, 12') eingreift, die Führungsschlitz (11, 11') an den Lagerwangen (12,12') vorgesehen sind, diese einen Abstand voneinander aufweisen, der dem ein- bis zweifachen Durchmesser der Maschinenwelle (4) entspricht und das mindestens eine verschleissmindernde Maschinenelement ein durch Wälzkontakt reibungsminderndes Maschinenelement (32-37, 41,42,47) ist.
2. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mitnehmerbolzen (9) an seinem, sich durch eine Bohrung (30) des Mitnehmers (10) erstreckenden, mittleren Bereich (31) durch zwei Lager (32,33) drehbar gelagert ist, die mit maximalem Abstand voneinander in die Bohrung (30) eingesetzt sind.
3. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem mittleren Bereich (31) und mindestens einer der Lagerwangen (12,12') eine Gleitscheibe (35,36, 42) angeordnet ist.
4. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen mindestens einer Lagerwange (12,12') und einer äusseren, die Längsposition des Mitnehmerbolzens (9) fixierenden Scheibe (38,39) bzw. einem Bolzenabsatz (28) eine Gleitscheibe (34,37) angeordnet ist.
5. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu mindestens einem Lager (32,33) für die drehbare Lagerung des Mitnehmerbolzens (9) ein weiteres Drehlager (41,47) an einem in einen der Führungsschlitz (11,11') eingreifenden Bereich (40) des Mitnehmerbolzens (9) vorgesehen ist, so dass der Lagerring des Drehlagers (41,47) im Führungsschlitz (11) abrollt.





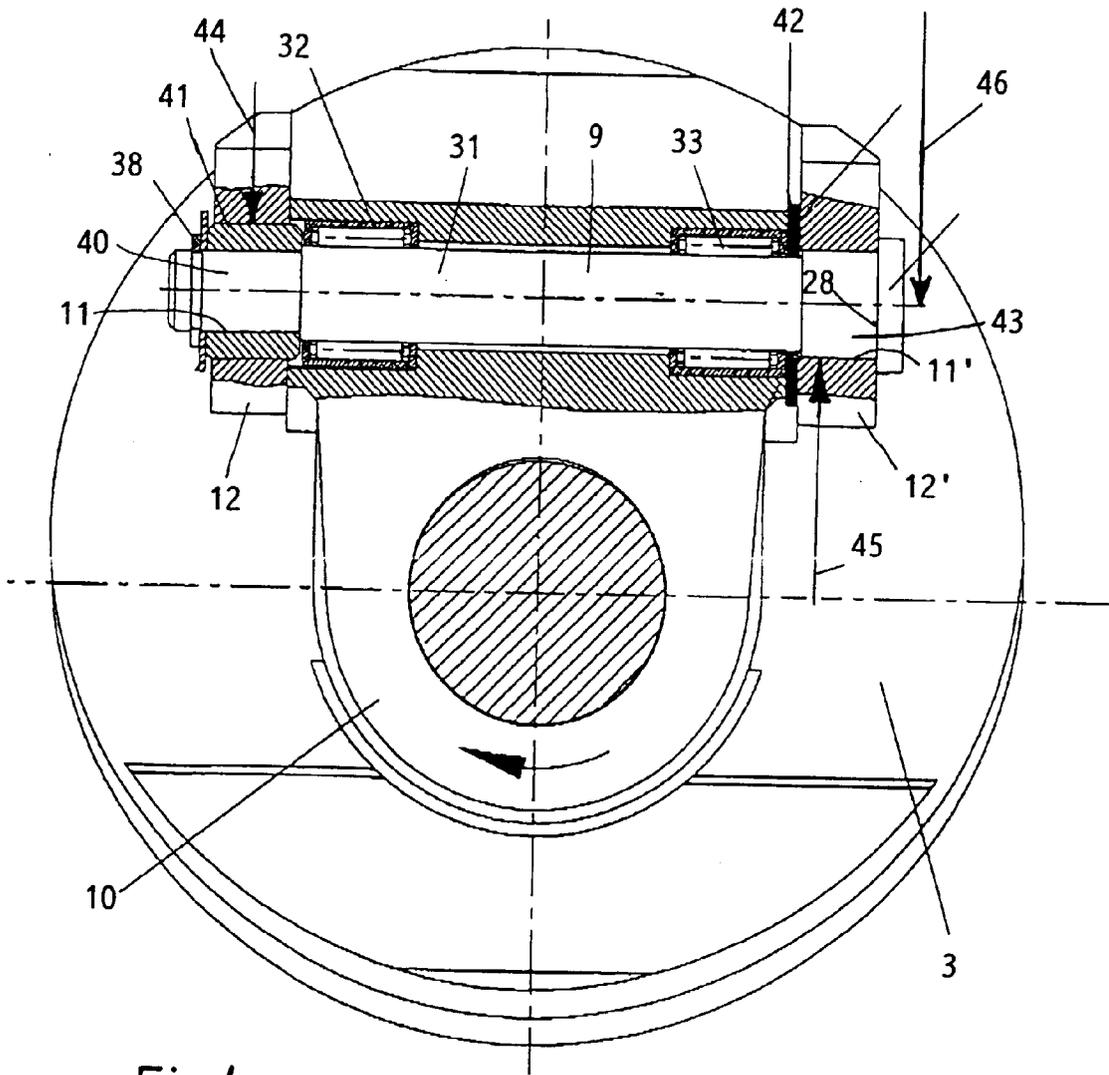


Fig.4

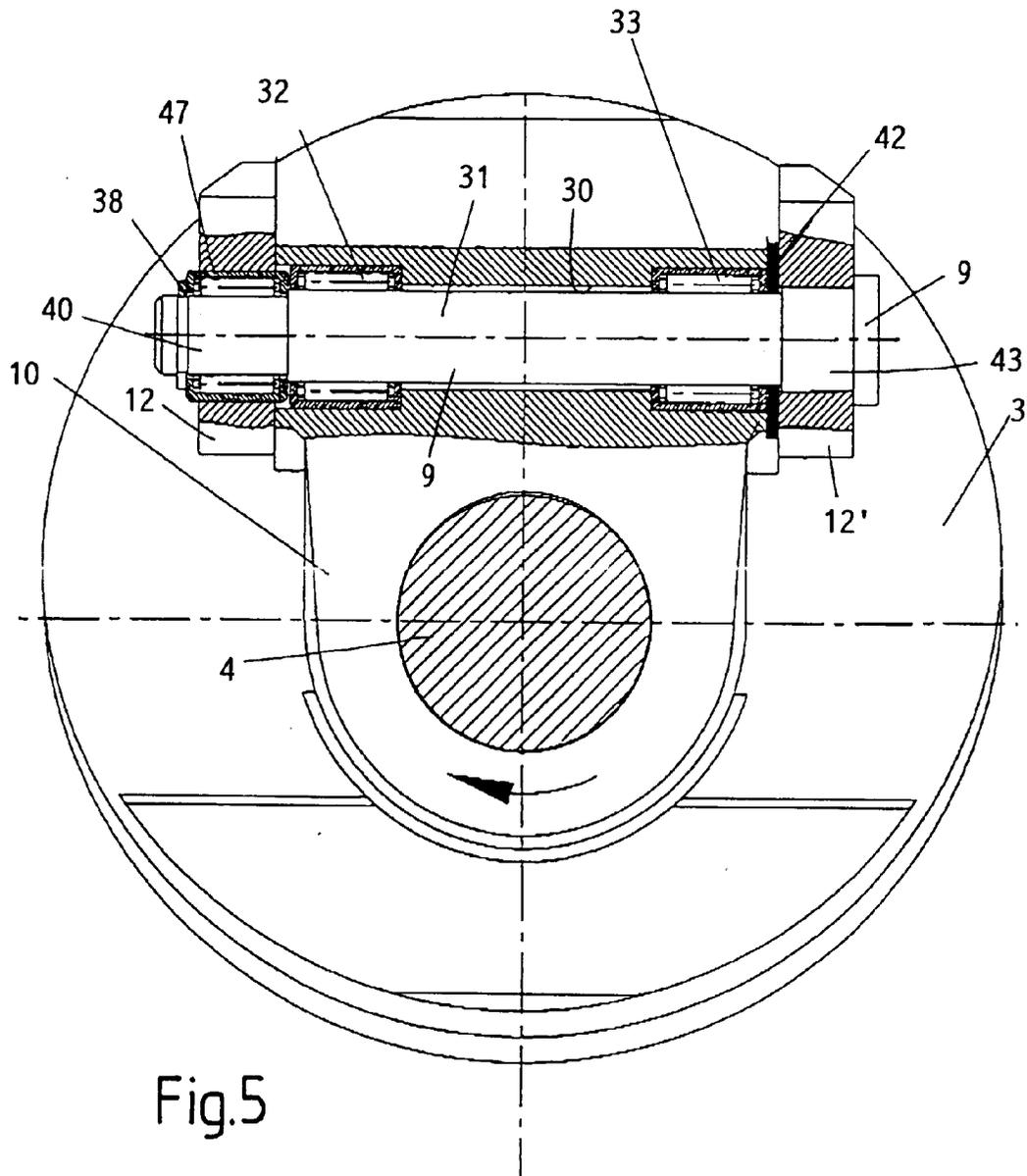


Fig.5