

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 728 945 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.1996 Patentblatt 1996/35

(51) Int. Cl.⁶: **F04B 1/20**, F04B 1/24

(21) Anmeldenummer: **96101283.8**

(22) Anmeldetag: **30.01.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(72) Erfinder: **Beck, Jochen**
D-89077 Ulm (DE)

(30) Priorität: **23.02.1995 DE 29503060 U**

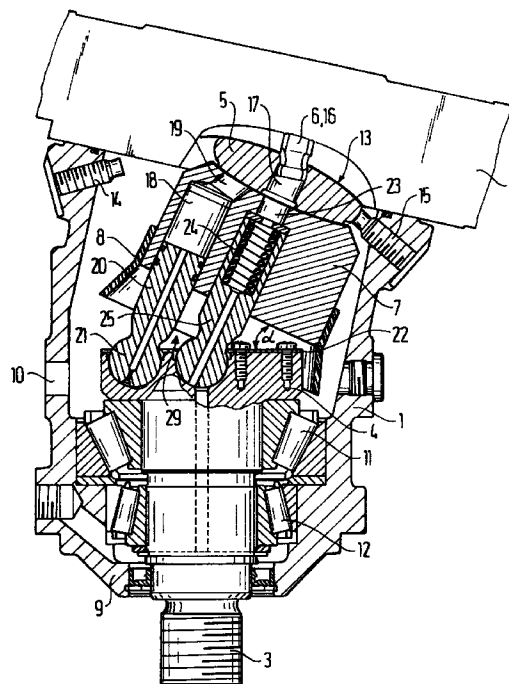
(74) Vertreter: **Körber, Wolfhart, Dr. rer.nat. et al**
Patentanwälte
Mitscherlich & Partner,
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(71) Anmelder: **BRUENINGHAUS HYDROMATIK**
GMBH
D-89275 Elchingen (DE)

(54) Axiakolbenmaschine

(57) Es wird eine Axiakolbenmaschine mit einem Lecköl aufnehmenden Gehäuse, das über einen Leckölschluß mit dem Tank verbunden ist, beschrieben. Die Axiakolbenmaschine weist eine Zylindertrommel mit axialen Zylinderbohrungen auf, in denen jeweils ein Kolben verschiebbar aufgenommen ist und eine Hubscheibe, an der die aus den Zylinderbohrungen herausragenden freien Enden der Kolben abgestützt sind. Mit geringem konstruktivem Aufwand sollen die Planschverluste vermieden werden, die dadurch entstehen, daß sich die beweglichen Maschinenteile innerhalb des Lecköles in dem Gehäuse mit hoher Drehzahl bewegen. Dazu ist an der Zylindertrommel (7) oder an der Hubscheibe (4) eine Hülse (8) befestigt, die den Raum (29) zwischen der Zylindertrommel (7) und der Hubscheibe (4) zumindest teilweise überdeckt und eine allseits geschlossene, die Leckölströmung in dem Raum (29) beruhigende Wandung aufweist.

FIG. 1

**EP 0 728 945 A1**

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei hydrostatischen Maschinen dieser Art, wie sie beispielsweise aus der DE-PS 36 38 890 bekannt sind, ist die im Betrieb auftretende innere Leckage dafür verantwortlich, daß das Gehäuse ständig mit Lecköl gefüllt ist, das über eine mit dem Leckölanschluß verbundene Leckölleitung zum Tank hin abgeführt wird. Das Lecköl steht aufgrund der Strömungswiderstände in dieser Leckölleitung im Gehäuse unter Überdruck, so daß die sich im Lecköl drehenden Triebwerksteile, insbesondere die wie ein Laufgitter einer Strömungsmaschine wirkenden Kolbenabschnitte zwischen der Zylindertrommel und der Hubscheibe, entsprechende Planschverluste hervorrufen.

Aus der DE-OS 41 28 615 und DE-OS 42 15 869 ist je eine Axialkolbenmaschine bekannt, bei der mittels konstruktiv aufwendiger Pumpeinrichtungen in der Leckölleitung bzw. im Gehäuse Lecköl abgesaugt wird, um die Planschverluste zu reduzieren.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Axialkolbenmaschine der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß die Planschverluste mit geringerem konstruktiven Aufwand reduziert werden.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen gattungsbildenden Merkmalen gelöst. Die bei Betrieb der Axialkolbenmaschine aus den Zylinderbohrungen austretende axiale Leckölströmung wird durch die Hülse von dem umgebenden Lecköl getrennt und durch die im Raum zwischen der Hubscheibe und der Zylindertrommel drehenden Kolben mitgenommen, d.h. ebenfalls in Drehung versetzt. Auf diese Weise drehen sich die aus den Zylinderbohrungen herausragenden Kolbenabschnitte nicht mehr in, sondern mit dem Lecköl, so daß Planschverluste nicht mehr auftreten. Es ergibt sich in der Hülse eine beruhigte Leckölströmung mit einer Strömungskomponente in Umfangsrichtung, die mit gleicher Geschwindigkeit wie die Kolbenabschnitte rotiert und somit das Auftreten von Planschverlusten verhindert, und einer Strömungskomponente mit allgemein axialer Richtung. Die zwischen dem axial strömenden Lecköl und den aus den Zylinderbohrungen herausragenden Kolbenabschnitten einerseits und der Hülse andererseits auftretende Flüssigkeitsreibung ist vernachlässigbar.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung sind an der inneren Wandungsfläche der Hülse radial verlaufende Flügel angebracht, die sich vorzugsweise zwischen den aus den Zylinderbohrungen herausragenden Kolbenabschnitten bis zu einem Teilkreis erstrecken, der den gleichen oder einen kleineren Durchmesser als der Innenkreis der aus den Zylinderbohrungen herausragenden Kolbenabschnitte aufweist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den verbleibenden Unteransprüchen.

Nachstehend ist die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine Axialkolbenmaschine im Axialschnitt, an deren Zylindertrommel eine Hülse in einer ersten Ausgestaltung befestigt ist,
- Fig. 2 die in Fig. 1 gezeigte Zylindertrommel im Axialschnitt, an der eine Hülse in einer zweiten Ausgestaltung befestigt ist, und
- 10 Fig. 3 die in Figur 2 gezeigte Zylindertrommel bei Betrachtung von rechts in Figur 2.

Die in Figur 1 dargestellte Axialkolbenmaschine ist eine reversierbare Schrägachsenmaschine mit verstellbarem Verdrängungsvolumen und umfaßt in bekannter Weise als wesentliche Bauteile ein Gehäuse 1, eine Gehäuse-Abschlußplatte 2, eine Triebwelle 3, eine Trieb- oder Hubscheibe 4, einen Steuerkörper 5 mit zugeordneter Verstelleinrichtung 6 und eine Zylindertrommel 7, an der eine Hülse 8 gemäß der Erfindung befestigt ist.

Das Gehäuse 1 umfaßt einen durch eine Gehäuse-Stirnwand 9 einseitig verschlossenen zylindrischen Gehäuseabschnitt und einen an diesen angrenzenden ellipsenförmigen Gehäuseabschnitt, der ein der Gehäuse-Stirnwand 9 abgewandtes offenes Ende aufweist, das durch die Gehäuse-Abschlußplatte 2 verschlossen ist. Der Radius der in Figur 1 rechten Querschnittshälfte des ellipsenförmigen Gehäuseabschnitts nimmt bei konstantem Radius der linken Gehäusequerschnittshälfte in Richtung der Gehäuse-Abschlußplatte 2 ständig zu; der konstante Radius der linken Gehäusequerschnittshälfte ist gleich dem Radius des zylindrischen Gehäuseabschnitts. In den unmittelbar an diesen zylindrischen Gehäuseabschnitt angrenzenden Bereich des ellipsenförmigen Gehäuseabschnitts ist ein Leckölanschluß 10 ausgebildet, den eine Leckölleitung mit dem Tank (beide nicht gezeigt) verbindet.

Die Triebwelle 3 durchsetzt eine in der Gehäuse-Stirnwand 9 ausgebildete Durchgangsbohrung und ist mittels zweier Kegelrollen-Lager 11, 12 im zylindrischen Gehäuseabschnitt drehbar gelagert. Das im Gehäuse 1 befindliche freie Ende der Triebwelle 3 ist mit einer einteilig angeformten flanschartigen Erweiterung versehen, die die Hubscheibe 4 bildet.

Der Steuerkörper 5 ist eine sog. Steuerlinse von bikonvexer Form, die in einem kreisbahnförmigen Stütz- und Schwenklager 13 in der Gehäuse-Abschlußplatte 2 verschiebbar angeordnet ist und innerhalb dieses Lagers mittels der Verstelleinrichtung 6 in jeder gewünschten Stellung fixiert werden kann. Verstellbare Anschläge 14, 15 begrenzen den Verstellbereich des Steuerkörpers 5. Im Steuerkörper 5 sind in bekannter Weise zwei einander auf einem Teilkreis gegenüberliegende, nicht gezeigte Steuernieren ausgebildet, die mit

dem Druckstutzen und dem Saugstutzen (ebenfalls nicht gezeigt) der Axialkolbenmaschine verbunden sind.

Die Verstelleinrichtung 6 ist zur Veränderung des Verdrängungsvolumens der Axialkolbenmaschine vorgesehen und umfaßt einen Zapfen 16 sowie eine nicht gezeigte Stellstange, die in einer ebenfalls nicht gezeigten Radialbohrung in der Gehäuse-Abschlußplatte 2 verschiebbar geführt ist. Der Zapfen 16 ist an der Stellstange befestigt und greift in eine Durchgangsbohrung 17 im Steuerkörper 5 ein.

Die Zylindertrommel 7 ist zwischen der Hubscheibe 4 und dem Steuerkörper 5 angeordnet. Sie stützt sich, in bekannter Weise hydrostatisch gelagert, mit einer konkaven Lagerfläche an der zugeordneten konvexen Steuerfläche des Steuerkörpers 5 drehbar ab und kann sich somit auf letzterem kinematisch frei einstellen, so daß eine hohe Parallelität zwischen ihrer Lagerfläche und der Steuerfläche des Steuerkörpers 5 erreicht wird.

Axial verlaufende und gleichmäßig auf einem Teilkreis verteilte Zylinderbohrungen 18 sind in bekannter Weise in der Zylindertrommel 7 ausgebildet und, münden an deren der Hubscheibe 4 zugewandten ebenen Stirnfläche aus. An der konkaven Lagerfläche der Zylindertrommel 7 münden diese Zylinderbohrungen 18 über Mündungskanäle 19 auf dem Teilkreis der Steuernieren aus. In den Zylinderbohrungen 18 sind Kolben 20 hin- und herbewegbar angeordnet. Ihre aus den Zylinderbohrungen 18 herausragenden freien Enden sind über Kugelgelenke drehmitnehmbar mit der Hubscheibe 4 verbunden. Jedes Kugelgelenk besteht aus einem am freien Ende des zugeordneten Kolbens 20 ausgebildeten Kugelkopf 21 und einem in der Hubscheibe 4 ausgebildeten Hohlkugelabschnitt, in dem der Kugelkopf 21 drehbeweglich aufgenommen ist. Eine sog. Rückhalteeinrichtung 22 hält die Kugelköpfe innerhalb der Hohlkugelabschnitte.

In einer zentralen, abgestuften Durchgangsbohrung 23 in der Zylindertrommel 7 sitzt eine Druckfeder 24, die einen ebenfalls mittels eines Kugelgelenkes in der Hubscheibe 4 gelagerten, in die Durchgangsbohrung 23 hineinragenden und die Zylindertrommel 7 führenden Mittelzapfen 25 an der Hubscheibe 4 abstützt und somit die Zylindertrommel 7 in Anlage an den Steuerkörper 4 hält, wenn keine Öldruckkräfte auftreten.

Bei Betrieb der Axialkolbenmaschine z.B. als Pumpe wird über die Triebwelle 3 die Zylindertrommel 7 mitsamt den Kolben 20 in Drehung versetzt. Wenn durch Betätigung der Verstelleinrichtung 6 die Zylindertrommel 7 gegenüber der Hubscheibe 4 in eine Schrägstellung verschwenkt worden ist, so daß sie beispielsweise den in Figur 1 gezeigten, dem maximalen Verdrängungsvolumen der Axialkolbenmaschine entsprechenden maximalen Schwenkwinkel $\alpha_{\max}$ einnimmt, so vollführen sämtliche Kolben 20 Hubbewegungen; bei Drehung der Zylindertrommel 7 um 360° durchläuft jeder Kolben 20 einen Saug- und einen Kompressionshub, wobei entsprechende Ölströme erzeugt werden, deren Zu- und Abführung über die Mündungs-

kanäle 19, die Steuernieren und den Saug- und Druckkanal erfolgt.

Dabei tritt infolge des (die sog. Leckspalte bedingenden) Spiels zwischen den bewegten Teilen Lecköl aus den Leckspalten, insbesondere während des Kompressionshubes aus den Zylinderbohrungen 18, aus, füllt den freien Raum, den sog. Leckölraum, des Gehäuses 1 und strömt über den Leckölanschluß 10 und die Leckölleitung zum Tank hin ab. Vor allem aufgrund der Strömungswiderstände in dieser Leckölleitung steht das Lecköl im Leckölraum unter Überdruck, so daß die in ihm drehenden Teile, insbesondere die wie das Laufgitter einer Strömungsmaschine wirkenden Kolbenabschnitte zwischen der Hubscheibe 4 und der Zylindertrommel 7 entsprechend hohe Planschverluste hervorrufen, die den Wirkungsgrad der Axialkolbenmaschine verringern.

Bei Einstellung der Zylindertrommel 7 auf einen Schwenkwinkel $\alpha = 0^\circ$ vollführen die Kolben 20 bei Drehung der Triebwelle 3 keine Hubbewegungen und fördern somit kein Öl. Die Axialkolbenmaschine ist auf Null-Verdrängungsvolumen eingestellt.

Zur Vermeidung der vorerwähnten Planschverluste ist die Hülse 8 vorgesehen. Sie besteht aus Teflon, weist einen kreisrunden Querschnitt sowie eine allseits geschlossene Wandung mit glatter äußerer Wandungsfläche 26 auf und umfaßt einen zylindrischen Hülsenabschnitt 27, der an der äußeren, zylindrischen Umfangsfläche der Zylindertrommel 7 in deren der Hubscheibe 4 zugewandten Endbereich befestigt ist, sowie einen über die Zylindertrommel 7 überstehenden, sich in Richtung Hubscheibe 4 kegelförmig erweiternden Hülsenabschnitt 28. Dieser erstreckt sich bei einem Schwenkwinkel von $\alpha = 0^\circ$ bis zur Hubscheibe 4, so daß er den zwischen dieser und der Zylindertrommel 7 befindlichen Raum 29 im wesentlichen völlig überdeckt. Die Ausbildung des Hülsenabschnitts 28 mit in Richtung Hubscheibe 4 stetig zunehmendem Durchmesser ist gewählt, um im vorliegenden Ausführungsbeispiel bei den vorhandenen Raumverhältnissen innerhalb des Gehäuses 1 das Verschwenken der Zylindertrommel 7 in beiden Schwenkrichtungen bis zu dem durch den jeweiligen Anschlag 14 bzw. 15 definierten maximalen Schwenkwinkel zu ermöglichen; aus gleichem Grunde liegt der der Hubscheibe 4 zugewandte freie Rand des Hülsenabschnitts 28 in einer zur Hülsenachse senkrechten Ebene. Aufgrund dieses letzteren Merkmals vergrößert sich beim Ausschwenken der Zylindertrommel 7 auf größeren Schwenkwinkel die axiale Abmessung des Raums 29 auf der der Schwenkrichtung entsprechenden Querschnittshälfte (vgl. Fig. 1), so daß ein mit zunehmendem Schwenkwinkel zunehmender überdeckungsfreier Bereich entsteht. Andererseits kann bei entsprechenden räumlichen Verhältnissen innerhalb des Gehäuses 1 die Hülse 8 so ausgebildet sein, daß sie auch bei maximalem Schwenkwinkel den Raum 29 ausreichend überdeckt: Bei nicht reversierbaren, also nur in einer Schwenkrichtung ausschwenkbaren Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise

mit an der Schräg- oder Hubscheibe befestigter Hülse oder bei Schrägscheibenmaschinen mit konstantem Verdrängungsvolumen kann zwecks Vermeidung des überdeckungsfreien Bereichs das freie Ende der Hülse 8 schräg angeschnitten sein, so daß es in einer dem maximalen bzw. dem konstanten Schwenkwinkel entsprechenden schrägen Ebene liegt.

Die bei Betrieb der Axialkolbenmaschine aus den Zylinderbohrungen 18 austretende axiale Leckölströmung wird durch die Hülse 8 von dem umgebenden Lecköl getrennt und durch die sich drehenden Kolbenabschnitte im Raum 29 mitgenommen, d.h. ebenfalls in Drehung versetzt. Auf diese Weise drehen sich die aus den Zylinderbohrungen 18 herausragenden Kolbenabschnitte nicht mehr in, sondern mit dem Lecköl, so daß Planschverluste nicht mehr auftreten. Es ergibt sich in der Hülse 8 eine beruhigte Leckölströmung mit einer Strömungskomponente in Umfangsrichtung, die mit gleicher Geschwindigkeit wie die Kolbenabschnitte rotiert und somit das Auftreten von Planschverlusten verhindert, und einer Strömungskomponente mit allgemein axialer Richtung. Die zwischen dem axial strömenden Lecköl und den aus den Zylinderbohrungen 18 herausragenden Kolbenabschnitten einerseits und der Hülse 8 andererseits auftretende Flüssigkeitsreibung ist vernachlässigbar. Der überdeckungsfreie Bereich des Raums 29 erleichtert das Austreten des Lecköls aus der Hülse 8.

Um bei Drehzahländerungen der Zylindertrommel 7 das Nacheilen oder Voreilen der aus den Zylinderbohrungen 18 herausragenden Kolbenabschnitte gegenüber dem Lecköl und damit das Auftreten von Planschverlusten zu vermeiden, d.h. eine sofortige Mitnahme des Lecköls zu gewährleisten, sind an der inneren Wandungsfläche 30 des Hülsenabschnitts 28 radial verlaufende Flügel 31 angebracht, die sich zwischen den aus den Zylinderbohrungen 18 herausragenden Kolbenabschnitten radial bis zu einem Teilkreis mit einem gegenüber dem Innenkreis der Kolbenabschnitte etwas kleineren Durchmesser und axial vom freien Rand des Hülsenabschnitts 28 bis nahe zur Zylindertrommel 7 erstrecken.

Patentansprüche

1. Axialkolbenmaschine mit einem Lecköl aufnehmenden Gehäuse, das über einen Leckölschluß mit dem Tank verbunden ist, mit einer im Gehäuse auf einem Steuerkörper drehbar gelagerten und sich kinematisch frei einstellbaren Zylindertrommel mit axialen Zylinderbohrungen, in denen jeweils ein Kolben verschiebbar aufgenommen ist, und mit einer Hubscheibe, an der die aus den Zylinderbohrungen herausragenden freien Enden der Kolben abgestützt sind, gekennzeichnet durch eine an der Zylindertrommel (7) oder an der Hubscheibe (4) befestigte, sich axial erstreckende Hülse (8), die den Raum (29) zwischen der Zylindertrommel (7) und der Hubscheibe (4) zumindest teilweise überdeckt und eine allseits geschlossene, die Leckölströmung in dem Raum (29) beruhigende Wandung aufweist.

2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (8) eine glatte äußere Wandungsfläche (26) aufweist.

3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (8) aus Teflon besteht.

4. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß an der inneren Wandungsfläche (30) der Hülse (8) radial verlaufende Flügel (31) angebracht sind.

5. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Flügel (31) sich zwischen den aus den Zylinderbohrungen (18) herausragenden Kolbenabschnitten erstrecken.

6. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die freien Enden der Flügel (31) auf einem Teilkreis angeordnet sind, der den gleichen oder einen kleineren Durchmesser als der Innenkreis der aus den Zylinderbohrungen (18) herausragenden Kolbenabschnitte aufweist.

7. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (8) in Richtung ihres freien Endes einen stetig zunehmenden Durchmesser aufweist.

8. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der freie Rand der Hülse (8) in einer zur Hülsenachse senkrechten Ebene liegt.

9. Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise mit einer Stromrichtung und verstellbarem Verdrängungsvolumen nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (8) an der Hubscheibe (4) befestigt ist und ihr der Zylindertrommel (7) zugewandter freier Rand in einer zur Hülsenachse schrägen Ebene liegt, die mit zunehmender Verstellung der Axialkolbenmaschine in Richtung des maximalen Verdrängungsvolumens zunehmend in Richtung einer zur Radialebene der Zylindertrommel (7) parallelen Lage schwenkt.

10. Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise mit einer Stromrichtung und konstantem Verdrängungsvolumen nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

5

daß die Hülse (8) an der Hubscheibe (4) befestigt ist und ihr der Zylindertrommel (7) zugewandter freier Rand in einer zur Hülseachse schrägen Ebene liegt, die ihrerseits in der Radialebene der Zylindertrommel (7) liegt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

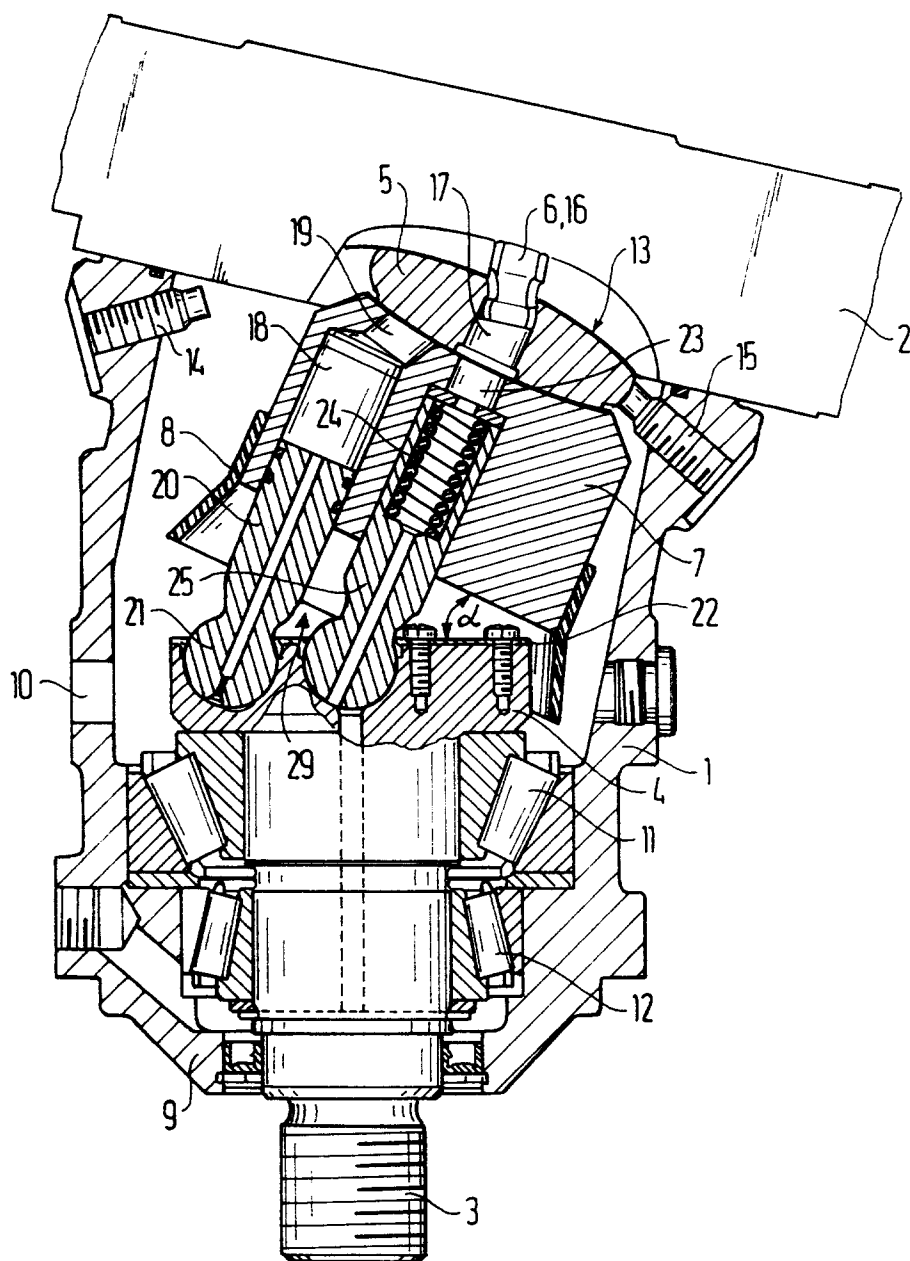


FIG. 2

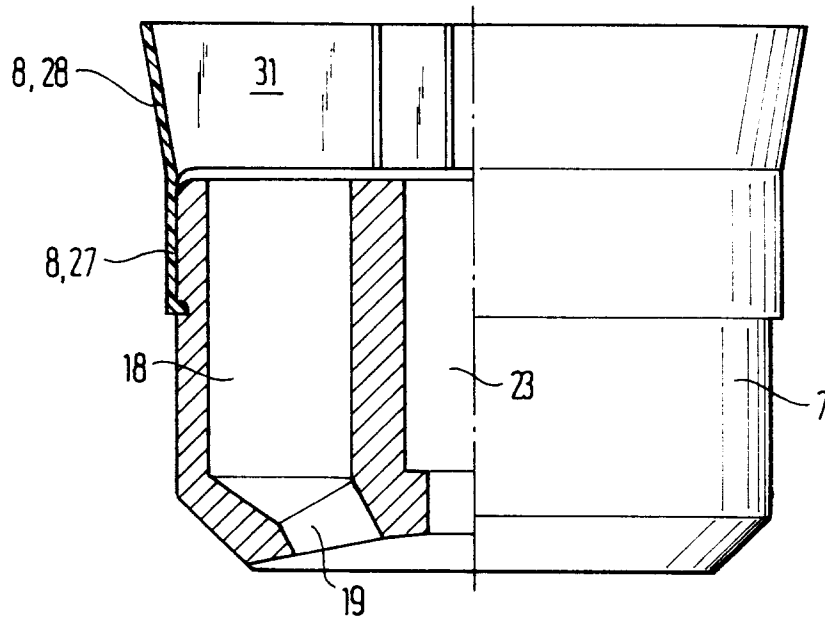
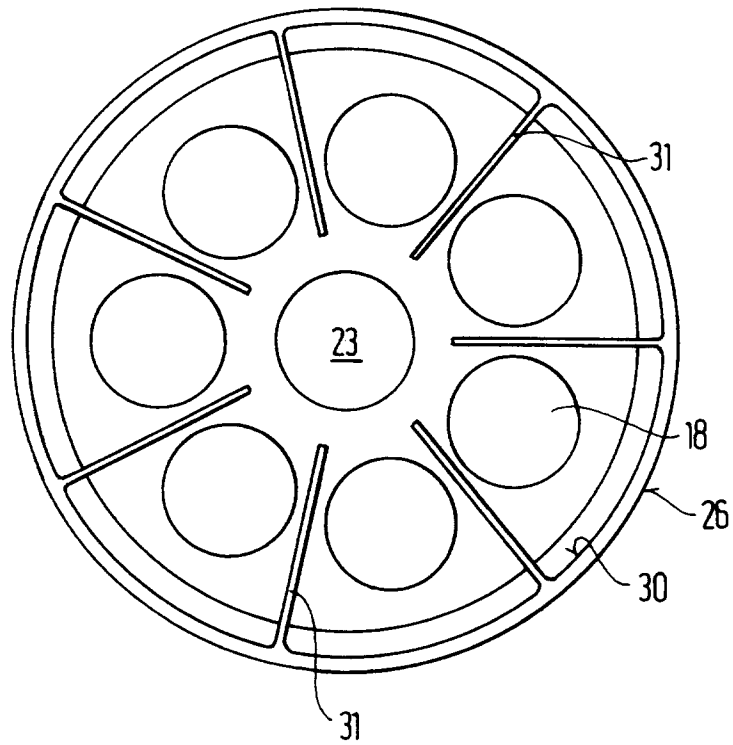


FIG. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 1283

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X A	US-A-2 733 666 (POULOS) 7.Februar 1956 * Spalte 2, Zeile 70 - Spalte 3, Zeile 38; Abbildung 3 *	1,2 7,8	F04B1/20 F04B1/24
X	GB-A-1 078 673 (AMERICAN BRAKE SHOE) 9.August 1967 * Seite 3, Zeile 58 - Seite 4, Zeile 74; Abbildungen 1,2 *	1,2	
X	US-A-3 890 882 (BOBIER WILFRED S) 24.Juni 1975 * Abbildungen 1,2 *	1,2	
A	DE-C-32 39 175 (HYDROMATIK) 1.März 1984 * Spalte 4, Zeile 3 - Zeile 36; Abbildung 1 *	1	
A	DE-A-31 25 118 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 13.Januar 1983 * Seite 8, Absatz 2; Abbildung 1 *	1	
A,D	DE-A-36 38 890 (HYDROMATIK) 4.Februar 1988 * das ganze Dokument *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F04B F01B
A,D	DE-C-42 15 869 (HYDROMATIK) 23.September 1993 * das ganze Dokument *	1	
X,P	DE-U-295 03 060 (BRUENINGHAUS) 6.April 1995 * das ganze Dokument *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3.Juni 1996	Prüfer Bertrand, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.82 (F04C03)