



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 24 802 A1** 2004.12.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 24 802.1**

(22) Anmeldetag: **02.06.2003**

(43) Offenlegungstag: **30.12.2004**

(51) Int Cl.⁷: **F04B 27/16**

(71) Anmelder:

**ZEXEL VALEO COMPRESSOR EUROPE GmbH,
71634 Ludwigsburg, DE**

(74) Vertreter:

Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

(72) Erfinder:

Schwarzkopf, Otfried, 71634 Ludwigsburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 49 727 A1

DE 44 11 926 A1

FR 27 82 126 A1

EP 11 72 557 A2

EP 11 48 241 A2

EP 07 75 824 A1

EP 05 68 944 A1

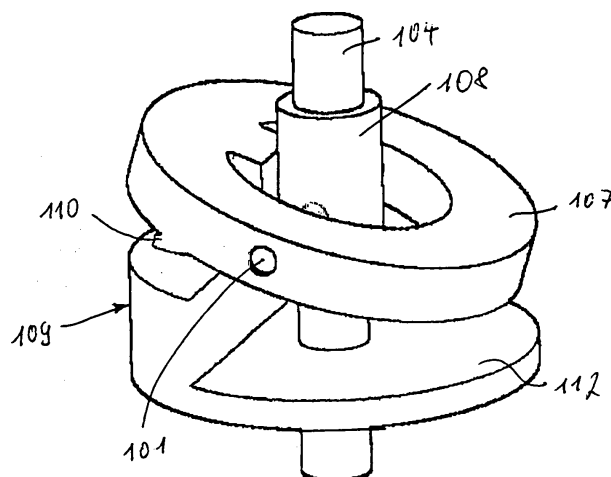
WO 02/38 959 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Axialkolbenverdichter, insbesondere CO₂-Verdichter für Kraftfahrzeug-Klimaanlagen**

(57) Zusammenfassung: Axialkolbenverdichter für Kraftfahrzeug-Klimaanlagen, mit einer in ihrer Neigung zu einer Antriebswelle (104) verstellbaren, von der Antriebswelle (104) drehangetriebenen, insbesondere ringförmigen Schwenkscheibe (107), wobei diese mit einem längs der Antriebswelle (104) axial verschieblich gelagerten Schwenklager verbunden und an einem im Abstand von der Antriebswelle (104) mit dieser mitdrehend angeordneten Stützelement (109) abgestützt ist. Die Kolben weisen jeweils eine Gelenkanordnung auf, an der die Schwenkscheibe (107) in Gleiteingriff steht. Das Schwenklager (101) der Schwenkscheibe (107) dient im wesentlichen nur zur Drehmomentübertragung und das Stützelement (109) dient im wesentlichen nur zur axialen Abstützung der Kolben bzw. Gaskraftabstützung. Für letzteres weist die Schwenkscheibe (107) einen die zwischen Kolben und Schwenkscheibe wirksame Gelenkanordnung übergreifenden, am Stützelement (109) anliegenden Stützbogen (110) auf.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Axialkolbenverdichter, insbesondere CO₂-Verdichter für Kraftfahrzeug-Klimaanlagen, mit einer in ihrer Neigung zu einer Antriebswelle verstellbaren, von der Antriebswelle drehangetriebenen, insbesondere ringförmigen Schwenkscheibe, wobei diese mit einem längs der Antriebswelle axial verschieblich gelagerten Schwenklager verbunden und an einem im Abstand von der Antriebswelle mit dieser mitdrehend angeordneten Stützelement abgestützt ist, wobei die Kolben jeweils eine Gelenkanordnung aufweisen, an der die Schwenkscheibe in Gleiteingriff steht.

Stand der Technik

[0002] Ein derartiger Axialkolbenverdichter ist zum Beispiel aus der DE 197 49 727 A1 bekannt. Dieser umfaßt ein Gehäuse, in dem in einer kreisförmigen Anordnung mehrere Axialkolben um eine rotierende Antriebswelle herum angeordnet sind. Die Antriebskraft wird von der Antriebswelle über einen Mitnehmer auf eine ringförmige Schwenkscheibe und von dieser wiederum auf die parallel zur Antriebswelle translatorisch verschiebbaren Kolben übertragen. Die ringförmige Schwenkscheibe ist an einer axial verschieblich an der Antriebswelle gelagerten Hülse schwenkbar gelagert. In der Hülse ist ein Langloch vorgesehen, durch das der erwähnte Mitnehmer hindurchgreift. Somit ist die axiale Beweglichkeit der Hülse auf der Antriebswelle durch die Abmessungen des Langloches begrenzt. Eine Montage erfolgt durch ein Hindurchstecken des Mitnehmers durch das Langloch. Antriebswelle, Mitnehmer, Schiebehülse und Schwenkscheibe sind in einem sog. Triebwerksraum angeordnet, in dem gasförmiges Arbeitsmedium des Verdichters mit einem bestimmten Druck vorliegt. Das Fördervolumen und damit die Förderleistung des Verdichters sind abhängig vom Druckverhältnis zwischen Saugseite und Druckseite der Kolben bzw. entsprechend abhängig von den Drücken in den Zylindern einerseits und im Triebwerksraum andererseits.

[0003] Der erwähnte Mitnehmer dient sowohl zur Drehmomentübertragung zwischen Antriebswelle und Schwenkscheibe als auch zur axialen Abstützung der Kolben, d.h. zur Gaskraftabstützung. Die Konstruktion gemäß der DE 197 49 727 A1 geht aus von einer älteren Konstruktion, zum Beispiel gemäß der DE 44 11 926 A1, bei der der Mitnehmer zweiteilig ausgebildet ist, wobei ein an der Antriebswelle befestigter erster Mitnehmerteil mit erheblichem Abstand neben der Schwenkscheibe angeordnet ist und ein zweiter, in den ersten gelenkig eingreifender Mitnehmerteil einen seitlichen Fortsatz der Schwenkscheibe bildet. Diese Bauweise hat den Nachteil, dass sie die axiale Mindestlänge des Verdichters wesentlich mitbestimmt. Außerdem hat die einen verdickten Na-

benteil aufweisende Schwenkscheibe durch ihren seitlichen Fortsatz ein verhältnismäßig großes Trägheitsmoment mit einem erheblich von der Antriebsachse entfernt liegenden Schwerpunkt, so dass eine plötzliche Veränderung der Drehgeschwindigkeit mit entsprechender Trägheit zu einer Neigungsverstellung der Schwenkscheibe führt. Weiterhin bewirkt der von der Kippachse entfernte Schwerpunkt eine Unwucht, da das Triebwerk nur für einen (vorzugsweise) mittleren Schwenkscheiben-Kippwinkel gewuchtet werden kann. Ganz ähnlich verhält es sich bei der Konstruktion nach der EP 1 172 557 A2. Auch dort treten die vorgenannten Nachteile auf, insbesondere auch der Nachteil eines notwendigen Lagerspiels zwischen Mitnehmer und zugeordneter Aufnahmebohrung. Dieses Lagerspiel ist erforderlich, um eine Überbestimmung oder Doppelpassung zu vermeiden. Dementsprechend kann ein solcher Verdichter auch nicht drehrichtungsunabhängig betrieben werden. Er weist eine Vorzugsdrehrichtung auf. Andernfalls würde das erwähnte Lagerspiel zu unangenehmen Betriebsgeräuschen führen. Außerdem würde dadurch der Verschleiß erheblich gefördert werden mit der Folge einer entsprechend verkürzten Lebensdauer des Verdichters. Problematisch ist bei den vorgenannten Konstruktionen auch noch, dass die Abstützung der Gaskraft jeweils abhängig ist vom Kipp- bzw. Schwenkwinkel der Schwenkscheibe. Des weiteren ist problematisch, dass die Abstützung des Mitnehmers von der Antriebswelle deutlich geringer beabstandet ist als der Kreis, auf dem die Mittelachse der Kolben liegt. Dies führt zu einem nicht-linearen Verlauf der Regelcharakteristik, und zwar mit Maxima oder Wendepunkten.

[0004] Gegenüber diesen bekannten Konstruktionen zeichnet sich der Vorschlag gemäß der DE 197 49 727 A1 durch eine wesentlich kompaktere Bauweise aus. Trägheitskräfte werden auf ein Minimum reduziert. Weiterhin wird auch eine exakte Einhaltung der inneren Totpunktposition der Kolben gewährleistet. Sog. „Schadräume“ werden verhindert. Eine bevorzugte Ausführungsform gemäß der DE 197 49 727 A1 soll nunmehr anhand der **Fig. 18** und **19** näher beschrieben werden. Ein Axialkolbenverdichter **1** gemäß **Fig. 18** weist beispielsweise sieben Kolben **2** auf, die in Umfangsrichtung in gleichem Winkelabstand voneinander angeordnet und in Zylinderbohrungen **3** eines Zylinderblocks **4** axial hin- und herbeweglich gelagert sind. Die Hubbewegung der Kolben **2** erfolgt durch den Eingriff einer zu einer Antriebswelle **5** schräg verlaufenden ringförmigen Schwenkscheibe **6** in Eingriffskammern **7**, die jeweils an geschlossene Hohlräume **8** der Kolben **2** angrenzen. Für den im wesentlichen spielfreien Gleiteingriff in jeder Schräglage der Schwenkscheibe **6** sind zwischen dieser und einer sphärisch gewölbten Innenwand **10** der Eingriffskammer **7** beidseitig Kugelsegmente bzw. kugelsegmentartige Gleitsteine **11** und **12** vorgesehen, so dass die Schwenkscheibe **6** bei ihrem

Umlauf zwischen ihnen gleitet. Die Antriebsübertragung von der Antriebswelle **5** zu der ringförmigen Schwenkscheibe **6** erfolgt durch einen in der Antriebswelle **5** befestigten Mitnehmerbolzen **13**, dessen beispielsweise kugelförmiger Kopf in eine Radialbohrung **16** der ringförmigen Schwenkscheibe **6** eingreift. Dabei ist die Position des Mitnehmerkopfes **15** so gewählt, dass sein Mittelpunkt **17** mit demjenigen der Kugelform der Kugelsegmente **11**, **12** übereinstimmt. Außerdem liegt dieser Mittelpunkt auf einer Kreislinie, die die geometrischen Achsen der sieben Kolben miteinander verbindet. Auf diese Weise ist die Totpunktposition der Kolben **2** exakt bestimmt und ein minimaler schädlicher Raum gewährleistet.

[0005] Die Kopfform des freien Mitnehmerendes ermöglicht die Veränderung der Neigung der ringförmigen Schwenkscheibe **6**, indem der Mitnehmerkopf **15** einen Lagerkörper für die die Hubweite der Kolben **2** verändernde Schwenkbewegung der Schwenkscheibe **6** bildet. Weitere Voraussetzung für ein Verschwenken der Scheibe **6** ist die Verschiebbarkeit einer Lagerachse **20** in Richtung der Antriebswelle **5**. Hierzu ist entsprechend **Fig. 19** die Lagerachse **20** durch zwei gleichachsig beidseitig einer Schiebehülse **21** gelagerte Lagerbolzen **22**, **23** gebildet, die außerdem in radialen Bohrungen **24**, **25** der ringförmigen Schwenkscheibe **6** gelagert sind. Die Schiebehülse **21** hat hierzu vorzugsweise beidseitig Lagerhülsen **26**, **27**, die den Ringraum **28** zwischen der Schiebehülse **21** und der ringförmigen Schwenkachse **6** überbrücken. Die Begrenzung der Verschiebbarkeit der Lagerachse **20** und die maximale Schrägstellung der Schwenkscheibe **6** ergibt sich durch den Mitnehmerbolzen **13**, indem dieser ein in der Schiebehülse **21** vorgesehenes Langloch **30** durchdringt, so dass die Schiebehülse **21** an den Enden des Langloches **30** Anschläge findet. Die Kraft für die Winkelverstellung der Schwenkscheibe **6** und damit für eine Regelung des Verdichters ergibt sich aus der Summe der jeweils beidseitig der Kolben **2** gegeneinander wirkenden Drücke, so dass diese Kraft vom Druck im Triebwerksraum **33** abhängig ist. Für die Regelung dieses Druckes kann eine Strömungsverbindung mit einer äußeren Druckgasquelle vorgesehen sein. Je höher der Druck an der Triebwerksraumseite der Kolben **2** bzw. im Triebwerksraum **33** relativ zum Druck auf der gegenüberliegenden Seite der Kolben **2** ist, um so kleiner wird der Coup der Kolben **2** und damit die Förderleistung des Verdichters. Die Einstellung der Position der Schiebehülse **21** und damit des Hubes der Kolben **2** bzw. die Förderleistung des Verdichters erfolgt durch mindestens eine mit der Schiebehülse **21** zusammenwirkende Feder **34**, **35**. Vorzugsweise ist die Schiebehülse **21** zwischen zwei Schraubendruckfedern **34**, **35** eingeschlossen, die auf der Antriebswelle **5** angeordnet sind.

[0006] Nachteilig bei der bekannten Konstruktion ist, dass das beschriebene Kontaktprinzip zwischen

Mitnehmer und Schwenkscheibe ein ungleichförmiges Verformungsverhalten der Schwenkscheiben-Laufseiten bewirkt, welches in der Folge zu einem entsprechend ungünstigen Laufverhalten der Gleitsteine auf der Schwenkscheibe führt. Im Bereich der zylindrischen Bohrung der Schwenkscheibe, in der sich das kugelförmige Ende des Mitnehmers abstützt, kommt es durch die konstruktionsbedingt sehr kleine Restwandstärke zu einer starken Verformung in diesem Bereich. Dadurch werden die Laufeigenschaften der Gleitsteine auf der Schwenkscheibe entsprechend beeinträchtigt.

[0007] Dieses Problem wurde bereits erkannt. Zur Vermeidung sind zum Beispiel in der WO 02/38959 A1 unterschiedliche geometrische Formgebungen zwischen Mitnehmer und zugeordneter Aufnahmebohrung vorgeschlagen worden. Insbesondere versucht man, diesem Problem mit stärkerer Dimensionierung (größere Wandstärken) zu begegnen.

[0008] Aus der FR 2 782 126 A1 ist ein weiteres Schwenkscheiben-Triebwerk bekannt, bei dem ein Mitnehmer in eine Schwenkscheibe hineinragt. Gegenüber dem Stand der Technik nach der DE 197 49 727 A1 ist das Kippgelenk der Schwenkscheibe allerdings zur Antriebswelle hin verlagert. Damit soll ein vorteilhafteres Kräfteverhältnis erhalten werden. Ein weiterer Vorteil dieser Konstruktion liegt darin, dass das zugeordnete Gelenk Kräfte flächig übertragen kann mit der Folge, dass eine vergleichsweise kleine Bauweise möglich ist.

[0009] Zusammenfassend kann jedoch festgestellt werden, dass sämtlichen bekannten Konstruktionen der Nachteil anhaftet, dass hohe Axial- und Mitnehmerkräfte auf engstem Raum wirksam sind.

[0010] Dies führt zu folgendem Verhalten:

- Durch den Einfluß der vorerwähnten Kräfte wird der in der Regel kugelförmige Kopf des Mitnehmers (DE 197 49 727 A1) an zwei Bereichen erheblicher Flächenpressung unterworfen;
- diese Flächenpressung tritt auch an den entsprechenden Stellen der Schwenkscheibe auf;
- durch die erwähnten Flächenpressungen kommt es leicht zu Verformungen, die sich je nach Betriebsbedingungen unkontrolliert gegenseitig beeinflussen können.

[0011] Die bekannte Mitnehmer/Drehmomentstütze wird sowohl durch das Drehmoment beaufschlagt als auch durch die Abstützkraft der Schwenkscheibe als Reaktion auf resultierende Gaskräfte. Beide Kraft- und Biegemomentverläufe weisen ihr Maximum im Bereich der Aufnahme an der Antriebswelle auf. Dementsprechend stark muß die Antriebswelle dimensioniert sein. Gleiches gilt natürlich auch für die Dimensionierung sowohl des Mitnehmers als auch der Schwenkscheibe, insbesondere im Bereich der

Aufnahmebohrung für den Mitnehmer. Die stärkere Dimensionierung führt natürlich zwangsläufig zu entsprechend höheren Massen und damit Trägheitsmomenten. Diese können das Regelverhalten ungünstig beeinflussen und müssen kompensiert werden. Die stärkere Dimensionierung hat auch zur Folge, dass die den Kolben zugeordneten Gelenkanordnungen größer dimensioniert sind bzw. größer dimensioniert werden müssen. Dies gilt sowohl für die Gleitsteine als auch für die Gleitsteinaufnahme in den Kolben und die Kolben selbst.

[0012] Da bei regelbaren Axialkolbenverdichtern nach dem dargestellten Prinzip der Kolbenanlenkung mittels halbkugelförmiger oder kugelsegmentförmiger Gleitsteine die äußeren Kugelflächen eine Kugel- oder im Schnitt eine Kreisform ergeben müssen, ergibt sich die Größe der Planfläche der kugelsegmentförmigen Gleitsteine aus der Dicke des Schwenkringes und der Größe der gewählten Kugelgelenke (Kugeldurchmesser). Die erforderliche Größe der Planfläche der kugelsegmentförmigen Gleitsteine wird in der Auslegung durch das Produkt ($p \times v$) errechnet, d.h. aus dem Produkt aus der Flächenpressung infolge Gaskraft und der Reibgeschwindigkeit infolge Verdichterdrehzahl.

[0013] Aufgrund der definierten Planfläche (aus $p \times v$ errechnet) ergibt sich dadurch der Kugeldurchmesser des Gelenkes bzw. der Gelenkanordnung. Im Resultat wird der Kugeldurchmesser überdurchschnittlich groß sein, was zu einem entsprechend langen Kolben, insbesondere im Bereich der sog. Kolbenbrücke bzw. des Kolbenfußes führt.

[0014] Durch den großen Kolben treten entsprechende Massenkräfte auf, die das Regelverhalten ungünstig beeinflussen oder durch entsprechende Maßnahmen (z.B. durch stärkere Dimensionierung der Schwenkscheibe) kompensiert werden müssen.

[0015] Vergleichsweise große Kolben und große Gleitsteine wirken sich auch negativ auf die Wandstärke im Brücken- bzw. Fußbereich der Kolben aus, da vergleichsweise große Biegemomente wirken. Erhöhte Wandstärken wiederum verursachen größere Kolbenmassen.

[0016] Um hier Abhilfe zu schaffen, müssen Maßnahmen zur Reduzierung der einwirkenden Kräfte getroffen werden.

[0017] Dementsprechend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Verdichter der eingangs genannten Art zu schaffen, der ohne Einschränkung der Funktionssicherheit leichter gebaut werden kann.

[0018] Insbesondere ist es auch Aufgabe, einen Verdichter zu schaffen, der einen Schwenkscheiben-

mechanismus aufweist, mit dem axial wirkende Gaskräfte auf Höhe der Krafteinleitung abgestützt werden können mit der Folge einer entsprechend vorteilhaften Regelcharakteristik. Konkret soll erreicht werden, dass der axiale Abstützpunkt auf oder in der Nähe des Teilkreises der Kolbenachsen liegt.

[0019] Die Abstützung der Schwenkscheibe in axialer Richtung soll des weiteren derart sein, dass sie im wesentlichen stets an der gleichen Stelle erfolgt, d.h. sich zumindest nicht wesentlich verlagert, wenn die Schwenkscheibe ihre Neigung ändert.

[0020] Die Konstruktion soll auch keinen limitierenden (insbesondere auch geometrischen) Einfluß auf die Dimensionierung der Schwenkscheibe haben. Dies gilt insbesondere bei Ausbildung der Schwenkscheibe als Schwenkring.

[0021] Unwuchten sollen sich auf einem Minimum befinden. Dementsprechend soll es möglich sein, den Bauteilschwerpunkt in den Schwenk- bzw. Kippunkt zu legen.

[0022] Auch soll die Konstruktion derart sein, dass verschleißintensiver Punktkontakt bei der Abstützung der Schwenkscheibe entsteht. Dementsprechend sollen Flächenpressungen auf ein Minimum reduziert sein, wodurch sich auch Reibung und Hysterese beim Kippen der Schwenkscheibe auf ein Minimum reduzieren lassen.

[0023] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Maßnahmen des Anspruchs 1 gelöst.

[0024] Ein wesentlicher Kern der vorliegenden Erfindung liegt also darin, dass die axiale Abstützung der Kolben bzw. Gaskräfte außerhalb der zwischen Kolben und Schwenkscheibe angeordneten Gelenkanordnung wirksam ist. Konkret weist die Schwenkscheibe zu diesem Zweck vorzugsweise einen die zwischen Kolben und Schwenkscheibe wirksame Gelenkanordnung übergreifenden, am Stützelement anliegenden Stützbogen auf. Die axiale Abstützung der Schwenkscheibe erfolgt außerhalb der Gelenkanordnung, d.h. außerhalb des Wirkbereiches der vorgenannten Gleitsteine. Der Stützbogen hat den Vorteil, dass er den Kolbenfuß von einer Seite, nämlich von radial innen her übergreift bzw. umfaßt, und zwar in jeder Schwenklage der Schwenkscheibe kollisionsfrei. Eine bautechnische Zwängung für die axiale Abstützung im Bereich zwischen den Gleitsteinen, so wie dies beim Stand der Technik der Fall ist, wird durch die erfindungsgemäße Konstruktion wirkungsvoll vermieden.

[0025] Zu dem Schwenklager der Schwenkscheibe sei noch erwähnt, dass dieses entweder einen sich durch eine Langlochbohrung der Antriebswelle hin-

durcherstreckenden Gelenkbolzen oder zwei sich relativ zur Antriebswelle diametral erstreckende Lagerbolzen umfaßt, die mit ihren antriebswellenseitigen Enden jeweils mit einem längs der Antriebswelle axial verschieblich gelagerten Schiebekörper verbunden sind. Der Schiebekörper kann als Schiebehülse oder bei einer hohlen Antriebswelle als innerhalb derselben axial verschieblich gelagerter Schiebezapfen ausgebildet sein. Über dieses Schwenklager folgt die Drehmomentübertragung von der Antriebswelle auf die Schwenkscheibe. Die axiale Abstützung der Schwenkscheibe bzw. Gaskraftabstützung erfolgt im wesentlichen nur über den Stützbogen in Zusammenwirkung mit einem mit der Antriebswelle mitdrehenden Stützelement, wobei die axiale Abstützung in der Regel zusätzlich noch durch eine oder mehrere Federn unterstützt wird, die entsprechend dem Stand der Technik an der Antriebswelle zentriert ist bzw. sind (Stellfeder/Rückstellfeder). Bei der Ausführungsform mit einer Hohlwelle und einem Schiebezapfen weist die Welle ebenfalls zwei gegenüberliegende Langlöcher auf, durch die hindurch sich die beiden Lagerbolzen hindurcherstrecken. Die beiden Enden der vorgenannten Langlöcher stellen zugleich Anschläge für die maximale axiale Verschiebung der Lagerbolzen dar.

[0026] Die Stützfläche des Stützbogens erstreckt sich vorzugsweise etwa konzentrisch zum Mittelpunkt der zwischen Kolben und Schwenkscheibe wirksamen Gelenkanordnung bzw. konzentrisch zu den sphärischen Flächen der die Gelenkanordnung zwischen Kolben und Schwenkscheibe definierenden Gelenksteine.

[0027] Wie bereits erwähnt, erstreckt sich der Stützbogen über die freie Stirnseite des Kolbenfußes bei entsprechender Gestaltung der Kolben und Anbindung derselben an eine Schwenkscheibe bzw. an einen Schwenkring.

[0028] Gemäß einer ersten Alternative gemäß Anspruch 5 dient das Schwenklager der Schwenkscheibe im wesentlichen nur zur Drehmomentübertragung und das Stützelement im wesentlichen nur zur axialen Abstützung der Kolben bzw. Gaskraftabstützung.

[0029] Die beim Stand der Technik vorhandene Funktionsüberlagerung, nämlich

- Gaskraftabstützung, und
- Drehmomentübertragung

im Bereich zwischen Schwenkscheibe und Antriebswelle wird damit vermieden bzw. entkoppelt. Durch diese Entkoppelung werden die einzelnen Bauteile zur Übertragung der vorgenannten Kräfte und Momente entlastet und können dementsprechend kleiner dimensioniert werden. Insbesondere können auch Toleranzspiele zwischen den einzelnen Bauteilen exakter eingestellt und überhöhte Flächenpres-

sungen vermieden werden. Die axiale Abstützung der Kolben einerseits und die Übertragung von Drehmomenten von der Antriebswelle auf die Schwenkscheibe andererseits wird also erfindungsgemäß unterschiedlichen Bauteilen zugeordnet.

[0030] Der Stützbogen kann aber nach einer zweiten Alternative auch innerhalb einer Vertiefung am Stützelement angreifen, derart, dass zusätzlich eine seitliche Führung gewährleistet ist. In diesem Fall dient das Stützelement zugleich zur Übertragung von Drehmomenten. Diese Konstruktion wird alternativ zu der vorgenannten Grundidee als unabhängige Erfindung beansprucht, wonach die Drehmomentübertragung und axiale Abstützung der Kolben voneinander entkoppelt sind. Es ist also auch denkbar, auf diese Entkoppelung zu verzichten und einen Stützbogen der vorgenannten Art vorzusehen, der sowohl für die Drehmomentübertragung als auch axiale Abstützung geeignet ist.

[0031] Der Stützbogen ist vorzugsweise einstückig mit der Schwenkscheibe ausgebildet. Er kann jedoch auch als gesondertes Bauteil mit dieser fest verbunden werden, entweder durch Verschweißen, Verkleben oder Verschrauben.

[0032] In der Regel ist die Stützfläche des Stützelements ebenflächig ausgebildet. Eine bogenförmige Ausbildung ist jedoch ebenso gut denkbar, vor allem wenn es gilt, eine durch die Neigung der Schwenkscheibe bedingte Verlagerung des oberen Totpunktes der Kolben zu kompensieren.

[0033] Die Stützfläche des Stützelements kann bei einer bevorzugten Ausführungsform durch ein innerhalb desselben schwenkbar gelagertes Kugel- oder Zylinderstift-Segmente definiert sein, wobei an der Flachseite dieses Elements dann der Stützbogen anliegt. Dementsprechend ist die Stützfläche des Stützbogens dann ebenfalls flach ausgebildet. Bei Veränderung der Neigung der Schwenkscheibe erfolgt dann sowohl eine Relativbewegung zwischen Stützbogen und Kugel- bzw. Zylinderstift-Segment und ein Verkippen dieses Elements innerhalb des Stützelements.

[0034] Der Vorteil dieser Konstruktion ist, dass in jedem Fall eine flächige Abstützung gewährleistet ist mit entsprechend geringer Flächenpressung. Der Vorteil ist korrekt dargestellt. Ein weiterer wesentlicher Vorteil liegt darin, dass sich die Position des Gelenkes nicht ändert. D.h., für alle Kippwinkel könnte die Konzentrizität von Gleitsteinanordnung und Zylinderstiftsegment gewährleistet sein. Die Bedeutung liegt dabei in der Abstützung der Kolbenkräfte möglichst nah am Kraftangriffspunkt, und der konstanten Lage der Abstützung. Es entsteht kein größeres Moment durch die Positionsänderung.

[0035] Da jedoch der vorgenannte Stützbogen bei bogenförmiger Stützfläche einen relativ großen Durchmesser aufweist, ist auch bei dieser Konstruktion eine nahezu flächige Abstützung gegeben. Rein theoretisch erfolgt die Abstützung längs einer Linie.

[0036] Praktisch verbreitet sich unter Druck diese Linie bei einem schmalen Streifen mit der Folge, dass die spezifische Flächenpressung relativ gering ist.

[0037] Der Stützbogen kann an der Stützfläche des Stützelements durch einen Haltestift oder Haltebügel in Anlage gehalten sein. Damit wird ein Abheben des Stützbogens von der Stützfläche des Stützelements wirksam verhindert.

[0038] Vorzugsweise wird noch ein sog. „offset“ der Abstützung von Stützbogen am Stützelement gegenüber der durch die zwischen Kolben und Schwenkscheibe wirksamen Gelenkanordnung definierten Längsachse bzw. Kolbenlängsachse, an der sich bei Veränderung der Neigung der Schwenkscheibe von maximal auf minimal bzw. umgekehrt einstellt, vorab zumindest teilweise entgegengesetzt eingestellt. Man kann auf diese Art und Weise den bevorzugten „Nullpunkt“ für das Regelverhalten des Verdichters bestimmen.

[0039] Nachstehend werden bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Konstruktion anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigt in:

[0040] **Fig. 1** eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schwenkscheiben-Mechanismus für einen Axialkolbenverdichter für Fahrzeug-Klimaanlagen in schematischer Perspektivansicht, wobei die Schwenkscheibe sich in einer Stellung für einen maximalen Kolbenhub befindet;

[0041] **Fig. 2** den Mechanismus gemäß **Fig. 1** in schematischer Seitenansicht;

[0042] **Fig. 3** den Mechanismus gemäß den **Fig. 1** und **2** in schematischer Perspektivansicht, wobei sich die Schwenkscheibe in einer Kolben-Minimalhub-Stellung befindet;

[0043] **Fig. 4** den Mechanismus gemäß **Fig. 3** in Seitenansicht;

[0044] **Fig. 5** den Schwenkscheiben-Mechanismus in einer Stellung entsprechend den **Fig. 1** und **2**, teilweise in Seitenansicht, teilweise im Schnitt;

[0045] **Fig. 6** den Schwenkscheiben-Mechanismus entsprechend **Fig. 5** in Seitenansicht;

[0046] **Fig. 7** den Schwenkscheiben-Mechanismus entsprechend den **Fig. 3** und **4**, teilweise in Seitenan-

sicht, teilweise im Schnitt;

[0047] **Fig. 8** den Schwenkscheiben-Mechanismus gemäß **Fig. 7** in Seitenansicht;

[0048] **Fig. 9** den Schwenkscheiben-Mechanismus in Seitenansicht, wobei sich die Schwenkscheibe in einer Zwischenstellung zwischen minimalem und maximalem Kolbenhub befindet und unter Darstellung der Zuordnung eines Axialkolbens;

[0049] **Fig. 10** das der Schwenkscheibe zugeordnete Stützelement in Draufsicht;

[0050] **Fig. 11a** die zeichnerische Darstellung der Verschiebung der Abstützung der Schwenkscheibe auf einem mit der Antriebsachse mitdrehenden Stützelement, bedingt durch die Änderung der Neigung der Schwenkscheibe aus einer Stellung für einen maximalen Kolbenhub in eine Stellung für einen minimalen Kolbenhub bzw. umgekehrt;

[0051] **Fig. 11b** die Darstellung der Änderung des oberen Totpunktes bei Änderung der Neigung der Schwenkscheibe aus einer Stellung für maximalen Kolbenhub in eine Stellung für minimalen Kolbenhub bzw. umgekehrt;

[0052] **Fig. 11c** ein bevorzugter Konturverlauf des Stützbereiches auf dem Schwenkscheiben-Stützelement;

[0053] **Fig. 12** Gaskraftverlauf über den Drehwinkel der Antriebswelle;

[0054] **Fig. 13** ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel für die Abstützung der Schwenkscheibe an einem mit der Antriebswelle mitdrehenden Stützelement im Schnitt;

[0055] **Fig. 14** eine dritte Ausführungsform eines Schwenkscheiben-Mechanismus in schematischer Seitenansicht; und

[0056] **Fig. 14a, 14b** eine gegenüber den **Fig. 1-8** abgewandelte Ausführungsform bzgl. der Axialabstützung des Schwenkringes im schematischen Längsschnitt und in Seitenansicht.

[0057] **Fig. 15 – 17** verschiedene Ausführungsformen für eine Drehmomentübertragung zwischen Antriebswelle und Schwenkscheibe, jeweils im schematischen Querschnitt.

[0058] **Fig. 18, 19** Stand der Technik gemäß der DE 197 49 727 A1 im Längs- und Querschnitt.

[0059] In den **Fig. 1-8** ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schwenkscheiben-Mechanismus **100** für einen Axialkolbenverdich-

ter für Kraftfahrzeug-Klimaanlagen schematisch dargestellt. Dieser Schwenkscheiben-Mechanismus **100** umfaßt eine in ihrer Neigung zu einer Antriebswelle **104** verstellbare, von der Antriebswelle drehangetriebene, im vorliegenden Fall ringförmige Schwenkscheibe **107**, wobei diese sowohl mit einer auf der Antriebswelle **104** axial verschieblich gelagerten Schiebehülse **108** als auch mit einem im Abstand von der Antriebswelle **104** mit dieser mitdrehend angeordneten Stützelement **109** gelenkig verbunden ist. Diese gelenkige Verbindung ist als Axialabstützung ausgebildet, wie insbesondere die **Fig. 2, 4 und 5 bis 8** erkennen lassen. Die Zusammenwirkung des Schwenkringes **107** mit den Axialkolben entspricht derjenigen gemäß Stand der Technik, zum Beispiel nach **Fig. 18**.

[0060] Das Schwenklager des Schwenkringes **107** definiert eine sich quer zur Antriebswelle **104** erstreckende Schwenkachse **101**. Diese Schwenkachse **101** wird des weiteren definiert durch zwei gleichachsig beidseitig der Schiebehülse **108** gelagerte Lagerbolzen **102, 103**. Diese Lagerbolzen **102, 103** sind in radialen Bohrungen des Schwenkringes **107** gelagert. Die Schiebehülse kann zu diesem Zweck beidseitig zusätzlich Lagerhülsen **105, 106** (siehe dazu auch **Fig. 15 und 16**) aufweisen, die den Ringraum zwischen der Schiebehülse **108** und dem Schwenkring **107** überbrücken. Die entsprechende Konstruktion entspricht weitgehend dem Stand der Technik entsprechend den **Fig. 18 und 19**.

[0061] Von Bedeutung ist die axiale Abstützung des Schwenkringes an dem mit der Antriebswelle **104** mitdrehend angeordneten Stützelement **109**. Diese Abstützung erfolgt durch einen am Schwenkring **107** angeordneten, insbesondere integral mit diesem ausgebildeten Stützbogen **110**. Dieser Stützbogen **110** ist entsprechend **Fig. 9** so ausgebildet, dass er die zwischen Kolben und Schwenkring wirksame Gelenkanordnung übergreift, und zwar so, dass unabhängig von der Neigung des Schwenkringes **107** eine Kollision zwischen diesem und dem Stützbogen **110** einerseits und dem die vorgenannte Gelenkanordnung umfassenden Kolbenfuß **111** (**Fig. 9**) andererseits ausgeschlossen ist.

[0062] Das Stützelement **109** ist integraler Bestandteil einer mit der Antriebswelle **104** mitdrehenden Scheibe **112**, und zwar ein gegenüber der Scheibe erhaben ausgebildetes Kreissegment (siehe dazu insbesondere die **Fig. 9 und 10**).

[0063] Die Stützfläche des Bogens **110** erstreckt sich etwa konzentrisch zum Mittelpunkt der zwischen Kolben und Schwenkscheibe bzw. Schwenkring **107** wirksamen Gelenkanordnung, wie sie anhand der **Fig. 18** näher beschrieben ist. Die axiale Abstützung ist also außerhalb der vorgenannten Gelenkanordnung wirksam mit der Folge, dass die Gelenkanord-

nung, die zwischen Kolben und Schwenkscheibe bzw. Schwenkring wirksam ist, durch axiale Abstützungsmaßnahmen nicht beeinträchtigt wird. Dies gilt insbesondere für die Dimensionierung der vorgenannten Gelenkanordnung.

[0064] Des weiteren ist erkennbar, dass bei der dargestellten Ausführungsform das Schwenklager der Schwenkscheibe bzw. Schwenkringes **107** nur zur Drehmomentübertragung und das Stützelement **109** nur zur axialen Abstützung der Kolben bzw. Gaskraftabstützung dienen. Die Drehmomentübertragung ist also von der Axialabstützung des Schwenkringes **107** entkoppelt.

[0065] In den **Fig. 1, 2, 5 und 6** befindet sich der Schwenkring **107** in einer Neigungs-Position für maximalen Kolbenhub. Die **Fig. 3, 4, 7 und 8** zeigen den Schwenkring **107** in einer Position für einen minimalen Kolbenhub.

[0066] Die in den **Fig. 6 und 8** eingezeichneten Kreise in Fortsetzung der Stützfläche des Stützbogens **110** zeigen, dass die Stützfläche des Stützbogens **110** einen Kreisbogen beschreibt. Davon kann bei Bedarf bewusst abgewichen werden, um einen vorbestimmten „offset“ der Abstützung des Stützbogens **109** von der Kolbenlängsachse bei Veränderung der Neigung des Schwenkringes **107** auszugleichen.

[0067] Der Stützbogen **110** kann entweder integrales Bauteil des Schwenkringes **107** sein oder entsprechend den **Fig. 5-8** als gesondertes Bauteil mit dem Schwenkring **107** starr verbunden sein. Letzter genannte Ausführungsform hat den Vorteil, dass sich der Schwenkring auf beiden Flachseiten genau schleifen lässt mit der Folge einer entsprechend hohen Parallelität der beiden gegenüberliegenden Laufflächen für die eingangs erwähnten Gleitsteine.

[0068] Falls der Stützbogen **110** auch zur Drehmomentübertragung dienen soll, erstreckt sich dieser vorzugsweise in eine entsprechende Mulde **113** an der dem Stützbogen **110** zugewandten Seite des Stützelements **109** hinein (siehe **Fig. 9 und 10**). Die Mulde **113** ist vorzugsweise als Radialnut ausgebildet.

[0069] Wie jedoch bereits oben erwähnt, ist es vorteilhaft, wenn die Drehmomentübertragung von der axialen Gaskraftabstützung entkoppelt ist.

[0070] Zu diesem Zweck ist es zum Beispiel auch denkbar, die Drehmomentübertragung zwischen Schiebehülse **108** und Antriebswelle **104** durch eine Passfeder **114** (**Fig. 15**) zu gewährleisten. Statt einer Passfeder **114** kann entsprechend **Fig. 16** auch ein sich durch die Schiebehülse **108** und die Antriebswelle **104** hindurcherstreckender Querbolzen **115** zur Drehmomentübertragung dienen, wobei der Querbol-

zen **115** durch eine Vierkantpassung im Bereich der Schiebehülse **108** verdrehgesichert sein kann. Die Vierkantpassung ist in **Fig. 16** mit der Bezugsziffer **116** angedeutet.

[0071] Bei der Ausführungsform nach **Fig. 17** erfolgt die Drehmomentübertragung zwischen Antriebswelle **104** und Schiebehülse **108** wiederum durch eine Passfeder **114**. Im übrigen zeichnet sich diese Ausführungsform noch dadurch aus, dass das Schwenklager des Schwenkringes **107** durch zwei diametral an der Schiebehülse **108** angeformte Speichen **117** gebildet ist, deren Endflächen sphärisch ausgebildet sind. Diese sphärischen Endflächen korrespondieren mit komplementären sphärischen Mulden an der radial inneren Seite des Schwenkringes **107** derart, dass eine sich quer zur Antriebswelle **104** erstreckende Schwenkachse **101** für den Schwenkring **107** relativ zur Schiebehülse **108** und Antriebswelle **104** definiert ist.

[0072] Zwischen der Schiebehülse **108** und der das Stützelement **109** tragenden Scheibe **112** kann noch eine Schraubendruckfeder wirksam sein.

[0073] Der maximale Kippwinkel des Schwenkringes **107** beträgt etwa 18° , während der minimale Kippwinkel zwischen etwa 0° und 2° liegt. Die Kippwinkel können durch Anschläge vorgegeben sein, insbesondere Anschläge für die axiale Verschiebung der Schiebehülse **108**.

[0074] Wie oben dargelegt, erstreckt sich der Stützbogen etwa konzentrisch zum Mittelpunkt zwischen Kolben und Schwenkscheibe wirksamen Gelenkanordnung. Vorzugsweise fällt der Mittelpunkt der Stützfläche des Stützbogens **110** mit dem Mittelpunkt einer durch die Gelenksteine definierten Kugelfläche zusammen. Dieser Mittelpunkt wiederum liegt auf der Kolbenlängsachse. In Projektion sollte also die axiale Abstützung bzw. (theoretisch) Stützlinie auf dem Mittelpunkt der in Projektion kreisförmigen Gleitsteine liegen. Dieser Mittelpunkt stimmt mit der Kolbenlängsachse überein.

[0075] Bei Änderung der Neigung der Schwenkscheibe bzw. des Schwenkringes **107** vom minimalen auf den maximalen Kippwinkel und umgekehrt kommt es zu einer kleinen Relativbewegung der Kontaktfläche des Stützbogens auf dem Stützelement. Diese Relativbewegung ist in **Fig. 11a** zeichnerisch und rechnerisch dargestellt. Es kommt auch zu einer Änderung des oberen Totpunktes (OT). Diesbezüglich wird auf **Fig. 11b** hingewiesen.

[0076] Bei dem Beispiel gemäß **Fig. 11a** wandert die Kontaktfläche zwischen Stützbogen **110** und Stützelement **109** bei Neigung der Schwenkscheibe bzw. Schwenkringes **107** von einer minimalen Kippstellung in eine maximale Kippstellung aus einer zentra-

len Position Z_1 , die auf der Kolbenlängsachse liegt, seitlich heraus in eine Position Z_2 . Entsprechend dem Zahlenbeispiel gemäß **Fig. 11a** beträgt dieser seitliche Versatz etwa 1,8 mm, sofern die Schwenkscheibe bzw. der Schwenkring aus einer Lage von 90° zur Antriebswelle **104** um etwa 20° verschwenkt wird. Dabei wandert das Schwenklager der Schwenkscheibe bzw. des Schwenkringes **107** aus einer Position L in eine Position L' längs der Antriebswelle **104**.

[0077] Das dargestellte Beispiel geht davon aus, dass bei Minimalneigung des Schwenkringes **107** die Kontaktfläche zwischen Stützbogen **110** und Stützelement **109** im Projektionszentrum der Gleitsteine bzw. auf Kolbenlängsachse liegt. Neben einer solchen mittigen Anordnung des Abstützbereiches ist es natürlich auch denkbar, einen „offset“ vorzusehen, d.h. die Abstützung außermittig anzuordnen, und zwar sowohl in X- als auch in Y-Richtung. Diese „Nulllage“ des Abstützbereiches kann also beliebig vorgeesehen sein, zum Beispiel auch so, dass der vorgenannte Versatz bei Neigung der Schwenkscheibe bzw. des Schwenkringes kompensiert wird, vor allem dann, wenn die Schwenkscheibe bzw. der Schwenkring **107** sich aus der Minimal-Lage in die Maximal-Neigungsposition bewegt. Auch ist es denkbar, die erwähnte „Nulllage“ für einen mittleren Kippwinkel des Schwenkringes **107** vorzusehen.

[0078] Wie bereits vorher erwähnt und in **Fig. 11b** schematisch dargestellt, ändert sich ohne besondere Vorkehrungen bei Änderung des Kippwinkels des Schwenkringes **107** auch der obere Kolben-Totpunkt. Eine solche Totpunktänderung lässt sich kompensieren, indem diese Änderung im Bereich der Kontaktfläche zwischen Stützbogen **110** und Stützelement **109** berücksichtigt wird. Im Zusammenhang mit dem Zahlenbeispiel gemäß **Fig. 11a** ändert sich das Zentrum der Abstützung der Schwenkscheibe bzw. des Schwenkringes in X- und Y-Richtung; d.h. der Stützbereich bzw. die Kontaktfläche wandert nach innen und der obere Totpunkt der Kolben verschiebt sich in Kolbenrichtung (AZ in **Fig. 11b**). Um dies zu kompensieren, sollte die Stützfläche am Stützelement eine Kompensations-Kontur aufweisen, wie sie zum Beispiel in **Fig. 11c** dargestellt ist. Dies bedeutet, dass die Kontaktfläche bei einem Kippwinkel des Schwenkringes **107** von 0° bis zu einem Kippwinkel von 20° leicht abfallend ist. Denkbar wäre auch, den geometrischen Zusammenhang bzw. die vorgenannte Kompensation an der Kontur bzw. an der Stützfläche des Stützbogens **110** zu berücksichtigen.

[0079] In **Fig. 12** ist der Gaskraftverlauf über dem Drehwinkel der Antriebswelle **104** angegeben. Es handelt sich dabei nur um eine qualitative Betrachtungsweise. In

[0080] **Fig. 12** links sind sieben Kolben bzw. Zylinder eines Axialkolbenverdichters angedeutet. Der

obere Totpunkt der Kolben liegt in **Fig. 12** zwischen den Kolben **4** und **5**. Im wesentlichen bestimmen die Kolben **3**, **4** und **5** durch Axialkraft und Kippmoment das Kippverhalten der Schwenkscheibe bzw. des Schwenkringes **107**, während die Kolben **1**, **2**, **6** und **7** diesbezüglich nicht besonders relevant sind.

[0081] Es ist sinnvoll, den erwähnten „offset“ der Schwenkring-Abstützung so zu wählen, dass er in etwa unter der Kolbenposition **4** liegt. Damit weisen alle größeren Gaskräfte, die auf den Schwenkring einwirken, nur kurze Hebelarme auf. Das Kippen des Schwenkringes wird vorrangig durch die Axialkräfte bestimmt, die den Mechanismus in Richtung eines maximalen Kippwinkels drücken und damit verstellen. Man erreicht weiterhin eine größere Hochdruckunabhängigkeit des Mechanismus. Durch diese Anordnung wird eine relativ lineare Regelcharakteristik erhalten.

[0082] Zum Gaskraftverlauf in **Fig. 12** sei noch erwähnt, dass der obere Horizontalverlauf normalerweise mit einem „peak“ beginnt, der dann sehr schnell auf den Horizontalverlauf abnimmt aufgrund der dort stattfindenden Ventilöffnung. Die Kontaktfläche zwischen Stützbogen und Stützelement liegt bei dieser Konstellation etwas vor dem geometrischen OT.

[0083] Wenn der Verdichter in beiden Drehrichtungen drehen soll, sollte die Kontaktfläche vorzugsweise exakt im geometrischen OT liegen.

[0084] Der Stützbogen **110** erstreckt sich bei den dargestellten Ausführungsbeispielen von radial innen nach außen. Es ist jedoch genauso gut eine umgekehrte Erstreckung denkbar. Entscheidend ist in beiden Fällen, dass die Stützfläche des Stützbogens etwa kreisbogenförmig ausgebildet ist, um die vorbeschriebene Konstellation der Axialabstützung zu erhalten.

[0085] In **Fig. 13** ist eine Ausführungsvariante für die Abstützung des Schwenkringes **107** am Stützelement **109** im schematischen Schnitt und vergrößertem Maßstab dargestellt. Diese Ausführungsform zeichnet sich gegenüber der vorbeschriebenen Ausführungsform dadurch aus, dass die Stützfläche des Stützelements **109** durch ein innerhalb desselben schwenkbar gelagertes Zylinderstift-Segment **118** definiert ist, an dessen Flachseite **119** der Stützbogen **110** anliegt. Der Stützbogen **110** ist bei dieser Ausführungsform nicht kreisbogenförmig, sondern etwa U-förmig ausgebildet.

[0086] Der der Stützfläche des Stützelements **109** zugewandte Schenkel ist mit einer ebenen Gleitfläche ausgebildet, die an der Flachseite **119** des Zylinderstift-Segments **118** anliegt. Bei Änderung der Neigung des Schwenkringes erfolgt eine Relativver-

schiebung zwischen der Stützfläche des Stützbogens **110** und der Flachseite **119** des Zylinderstift-Segments **118** sowie gleichzeitig ein Verschwenken des Zylinderstift-Segments **118** innerhalb einer zylinderförmigen Mulde im Stützelement **109**. In **Fig. 13** sind zwei unterschiedliche Schwenklagen des Stützbogens **110** und damit des Schwenkringes **107** dargestellt. Die Abstützung gemäß **Fig. 13** ist vorteilhaft hinsichtlich Verschleißreduzierung und Reibung. Nachteilig ist, dass das Zylinderstift-Segment nicht verschieblich ist, wodurch der obere Totpunkt der Kolben nicht exakt konstant gehalten werden kann. Die Lösung gemäß **Fig. 13** ist jedoch eine Alternativkonstruktion, die aus den vorgenannten Gründen denkbar ist.

[0087] Entsprechend der Ausführungsform nach **Fig. 14** kann der Stützbogen **110** an der Stützfläche des Stützelements **109** durch einen Haltestift oder Haltebügel **120** od. dgl. Haltemittel in Anlage gehalten werden, um ein Abheben des Stützbogens **110** von der Stützfläche des Stützelements **109** zu verhindern. In diesem Fall ist es natürlich zweckmäßig, auch den dem Schwenkring **107** zugewandten Konturverlauf des Stützbogens **110** kreisbogenförmig auszubilden.

[0088] Abschließend sei noch angemerkt, dass die erfindungsgemäße Grundidee zur axialen Abstützung einer Schwenkscheibe auch Konstruktionen umfaßt, bei denen der Stützbogen innen, außen oder von oben (Zugkraft statt Druckkraft) wirksam ist, wobei sämtlichen Konstruktionen gemeinsam ist, dass der Stützbogen bzw. die axiale Abstützung des Schwenkringes bzw. der Schwenkscheibe konzentrisch außerhalb der Gelenksteine bzw. des Wirkbereichs der Gelenksteine angeordnet und wirksam ist.

[0089] Diese Ausführung hat nicht nur den Vorteil, dass die Gelenkstein-Anordnung optimal dimensioniert werden kann, sondern auch den Vorteil einer Kontaktfläche zwischen einer Ebene und einem Kreisbogen mit relativ großem Durchmesser, wodurch eine eher flachstreifenartige, d.h. flächige Abstützung erreicht wird.

[0090] In den **Fig. 14a** und **14b** ist noch eine Variante eines Schwenkring-Mechanismus dargestellt, bei dem der Stützbogen **110** radial außen am Stützring **107** angesetzt ist. Wie bereits oben dargelegt, sind diesbezüglich mehrere Varianten denkbar, solange nur eine kollisionsfreie Axialabstützung gewährleistet ist. Das Abstützprinzip, wie es anhand der **Fig. 1 ff.** dargestellt ist, ändert sich bei dieser Ausführungsform gemäß den **Fig. 14a**, **14b** nicht.

[0091] Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Bezugszeichenliste

100	Schwenkscheiben-Mechanismus
101	Schwenkachse
102	Lagerbolzen
103	Lagerbolzen
104	Antriebswelle
105	Lagerhülse
106	Lagerhülse
107	Schwenkscheibe (Schwenkring)
108	Schiebehülse
109	Stützelement
110	Stützbogen
111	Kolbenfuß
112	Scheibe
113	Mulde
114	Paßfeder
115	Querbolzen
116	Vierkantpassung
117	Speiche
118	Zylinderstift-Segment
119	Flachseite
120	Haltebügel

Patentansprüche

1. Axialkolbenverdichter, insbesondere CO₂-Verdichter für Kraftfahrzeug-Klimaanlagen, mit einer in ihrer Neigung zu einer Antriebswelle (104) verstellbaren, von der Antriebswelle (104) drehangetriebenen, insbesondere ringförmigen Schwenkscheibe (107), wobei diese mit einem längs der Antriebswelle (104) axial verschieblich gelagerten Schwenklager verbunden und an einem im Abstand von der Antriebswelle (104) mit dieser mitdrehend angeordneten Stützelement (109) abgestützt ist, wobei die Kolben jeweils eine Gelenkanordnung aufweisen, an der die Schwenkscheibe (107) in Gleiteingriff steht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die axiale Abstützung der Kolben bzw. Gaskraftabstützung über einen außerhalb der zwischen Kolben und Schwenkscheibe (107) angeordneten Gelenkanordnung wirksamen, am Stützelement (109) anliegenden Stützbogen (110) der Schwenkscheibe (107) erfolgt.

2. Axialkolbenverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwenklager (101) der Schwenkscheibe (107) entweder einen sich durch eine Langlochbohrung der Antriebswelle (104) hindurcherstreckenden Gelenkbolzen oder zwei sich relativ zur Antriebswelle (104) diametral erstreckende Lagerbolzen (102, 103) umfaßt, die mit ihren antriebswellenseitigen Enden jeweils mit einem längs der Antriebswelle (104) axial verschieblich gelagerten Schiebekörper (z.B. der Schiebehülse 108) verbunden sind.

3. Axialkolbenverdichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützfläche des Stützbogens (110) sich etwa konzentrisch zum Mittel-

punkt der zwischen Kolben und Schwenkscheibe (107) wirksamen Gelenkanordnung erstreckt.

4. Axialkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die zwischen Kolben und Schwenkscheibe (107) wirksame Gelenkanordnung zwei Gelenksteine mit jeweils sphärischer Lagerfläche umfaßt, die mit komplementären Lagermulden innerhalb eines brückenartigen Kolbenfußes (111) korrespondieren und zwischen denen die Schwenkscheibe (107) gleitend gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützbogen (110) sich über die freie Stirnseite des Kolbenfußes (111) hinwegerstreckt.

5. Axialkolbenverdichter, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwenklager (101) der Schwenkscheibe (107) im wesentlichen nur zur Drehmomentübertragung und das Stützelement (109) im wesentlichen nur zur axialen Abstützung der Kolben bzw. Gaskraftabstützung dienen, wobei für letzteres die Schwenkscheibe (107) einen die zwischen Kolben und Schwenkscheibe wirksame Gelenkanordnung übergreifenden Stützbogen (110) aufweist, oder alternativ der Stützbogen (110) innerhalb einer Vertiefung (Mulde 113) am Stützelement (109) abgestützt ist, insbesondere so, dass der Stützbogen (110) sowohl zur Drehmomentübertragung als auch zur Axialabstützung dient.

6. Axialkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützfläche des Stützelements (109) ebenflächig ausgebildet ist.

7. Axialkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützfläche des Stützelements (109) durch ein innerhalb desselben schwenkbar gelagertes Kugel- oder Zylinderstift-Segment (118) definiert ist, an dessen Flachseite (119) der Stützbogen (110) anliegt.

8. Axialkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützbogen (110) an der Stützfläche des Stützelements (109) durch einen Haltestift, Haltebügel (120) od. dgl. Haltemittel in Anlage gehalten ist.

9. Axialkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützbogen (110) sich von radial innen nach außen oder umgekehrt von radial außen nach radial innen erstreckt, sowie entweder einteilig mit der Schwenkscheibe (107) ausgebildet oder mit dieser starr verschweißt, verklebt oder verschraubt ist.

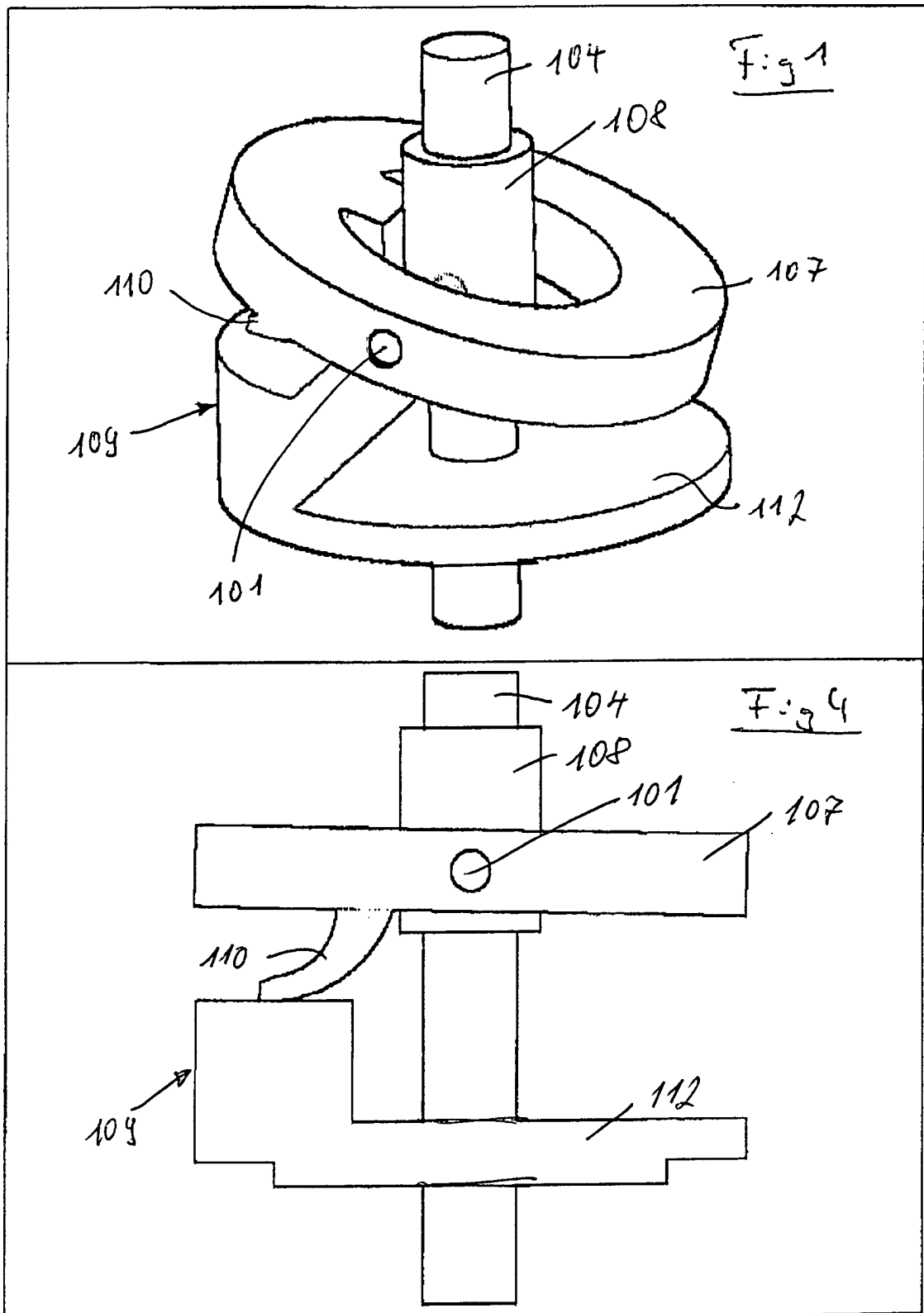
10. Axialkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützfläche des Stützelements (109) und/oder die

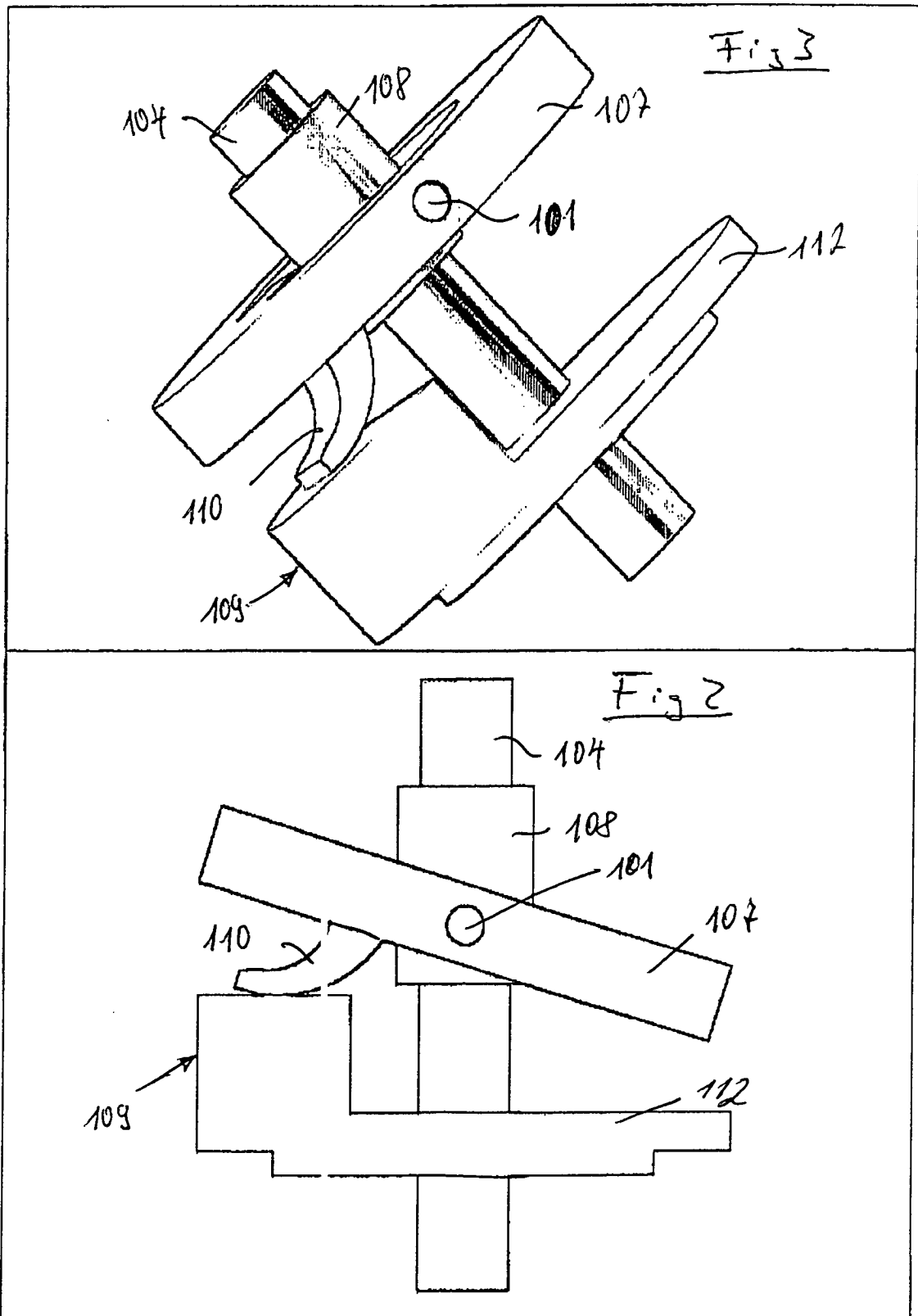
Stützfläche des Stützbogens (**110**) derart ausgebildet, nämlich bogenförmig ist bzw. sind, dass eine durch die Neigung der Schwenkscheibe (**107**) bedingte Verlagerung der Kontaktfläche zwischen Stützbogen und Stützelement und dementsprechende Verlagerung des oberen Totpunktes der Kolben kompensiert wird.

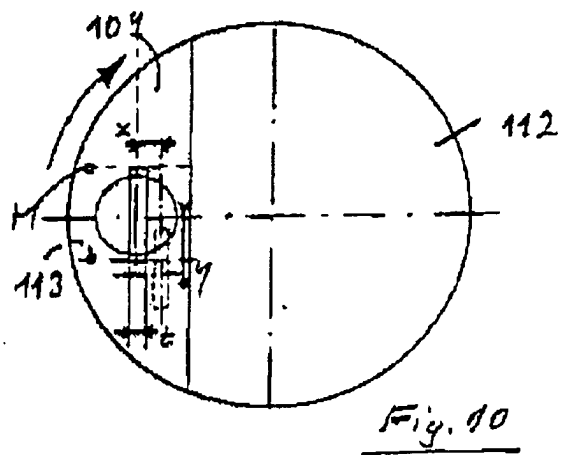
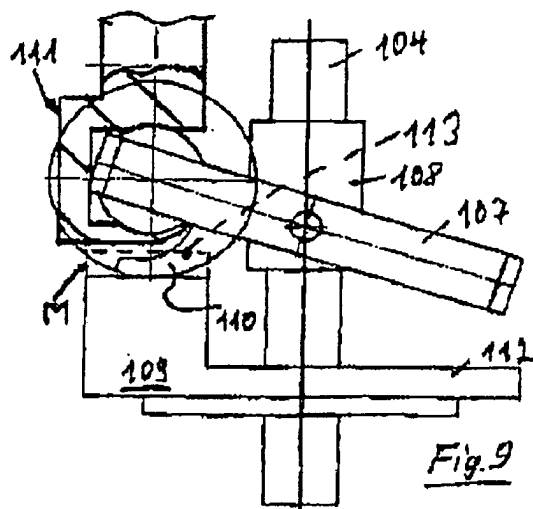
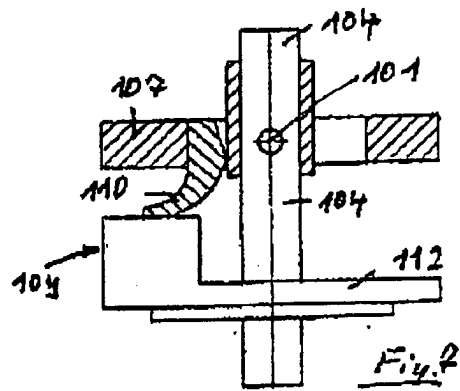
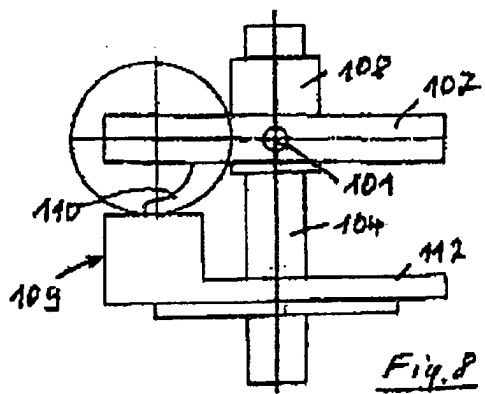
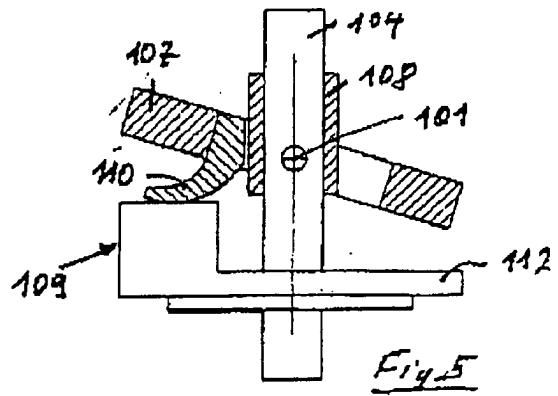
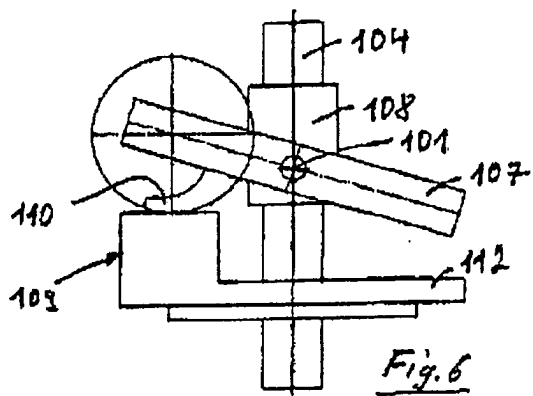
11. Axialkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein „offset“ der Kontaktfläche zwischen Stützbogen (**110**) und Stützelement (**109**) gegenüber der durch die zwischen Kolben und Schwenkscheibe wirksamen Gelenkanordnung definierten Mittenachse bzw. Kolbenlängsachse, der sich bei Veränderung der Neigung der Schwenkscheibe (**107**) von Maximal auf Minimal bzw. umgekehrt einstellt, vorab zumindest teilweise entgegengesetzt eingestellt ist (Einstellung der „Nullpunktlage“ bei minimaler Neigung der Schwenkscheibe mit vorbestimmtem „offset“ gegenüber der Kolbenlängsachse in X- und Y-Richtung).

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen







Zahlenbeispiel:

$$\overline{AL} = 30 \text{ mm}$$

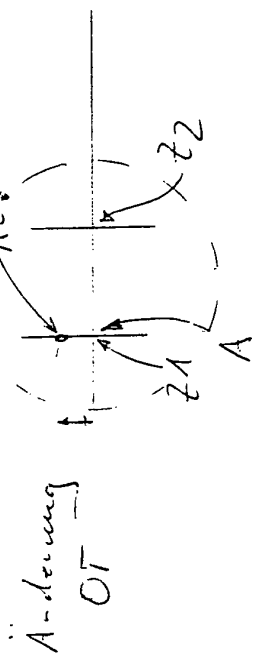
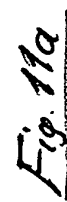
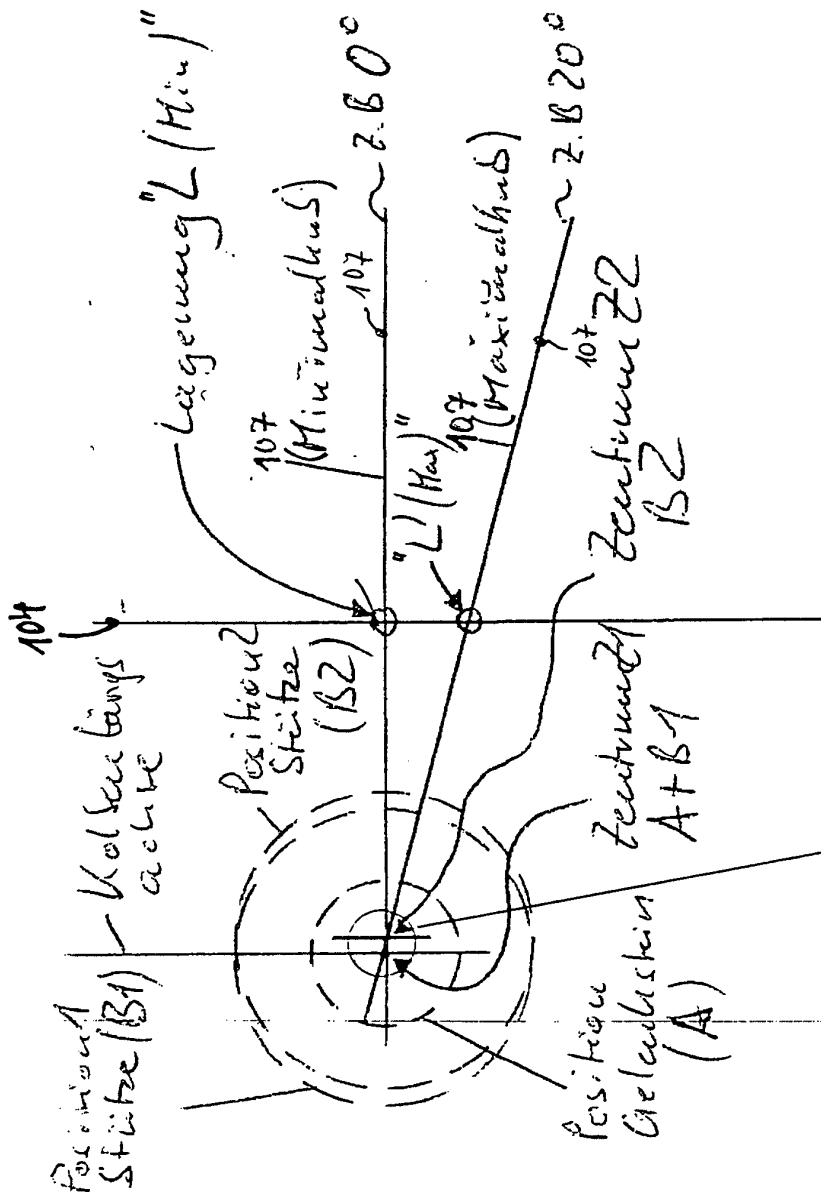
$$k_{i+1} = 0$$

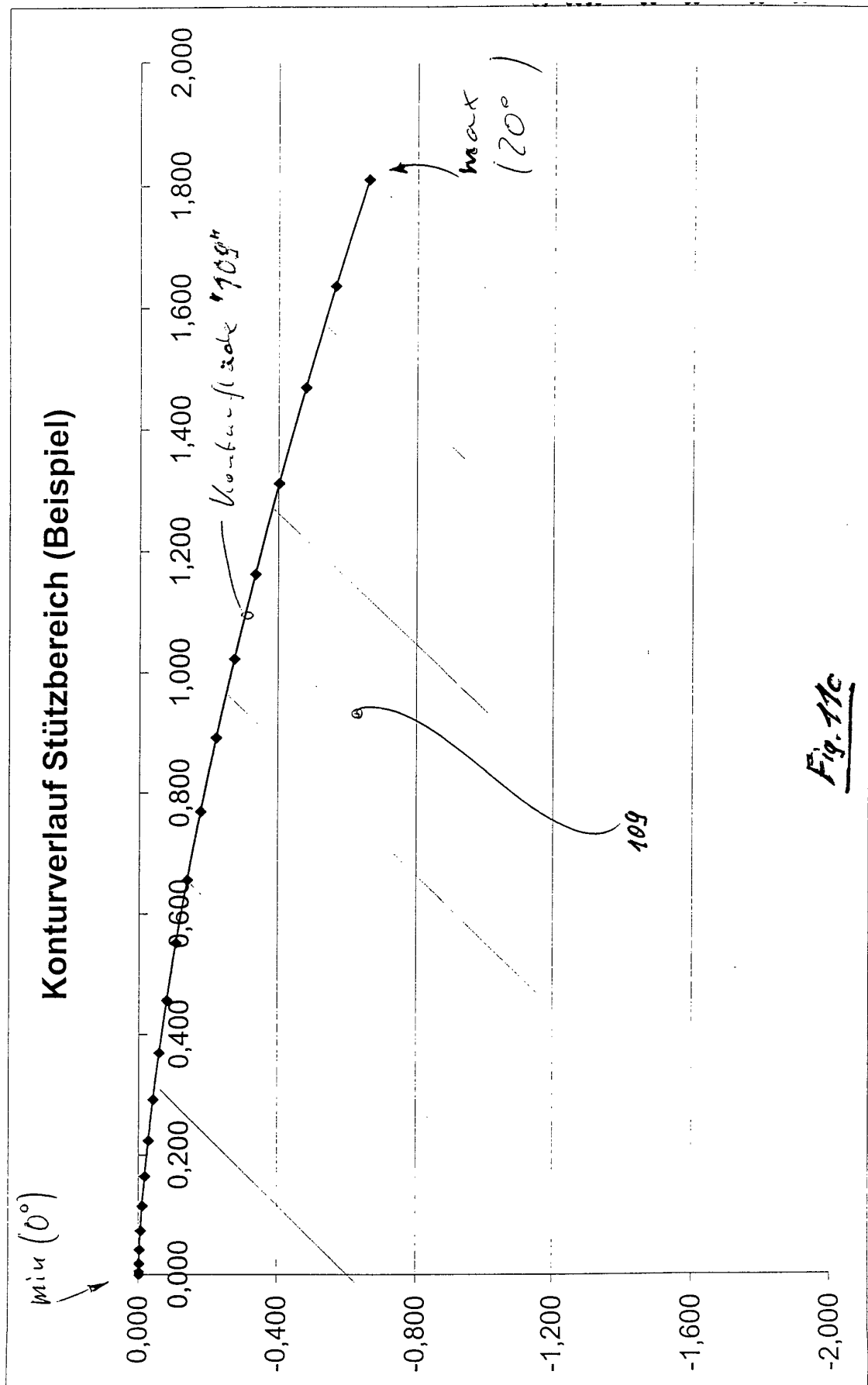
$$x_{\max} = 200$$

$$\overline{A_2} \cdot \sin \alpha_{\max} = \overline{L_1'}$$

$$\frac{72}{72} = \sqrt{12177 - 274}$$

$$\frac{2212}{22} = 100.545$$





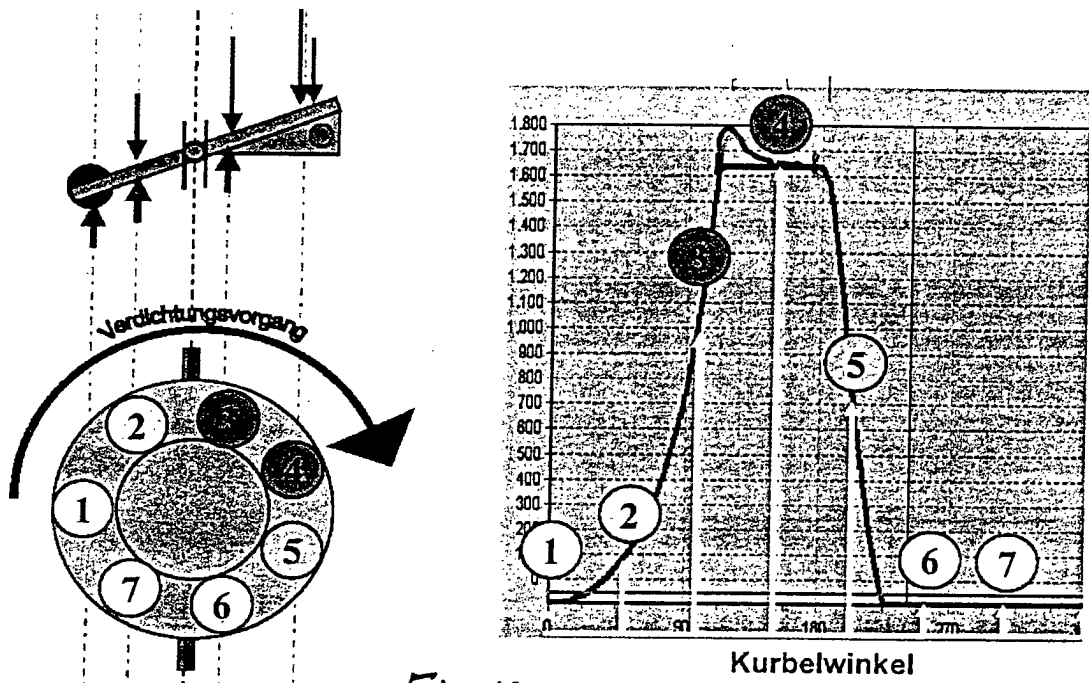
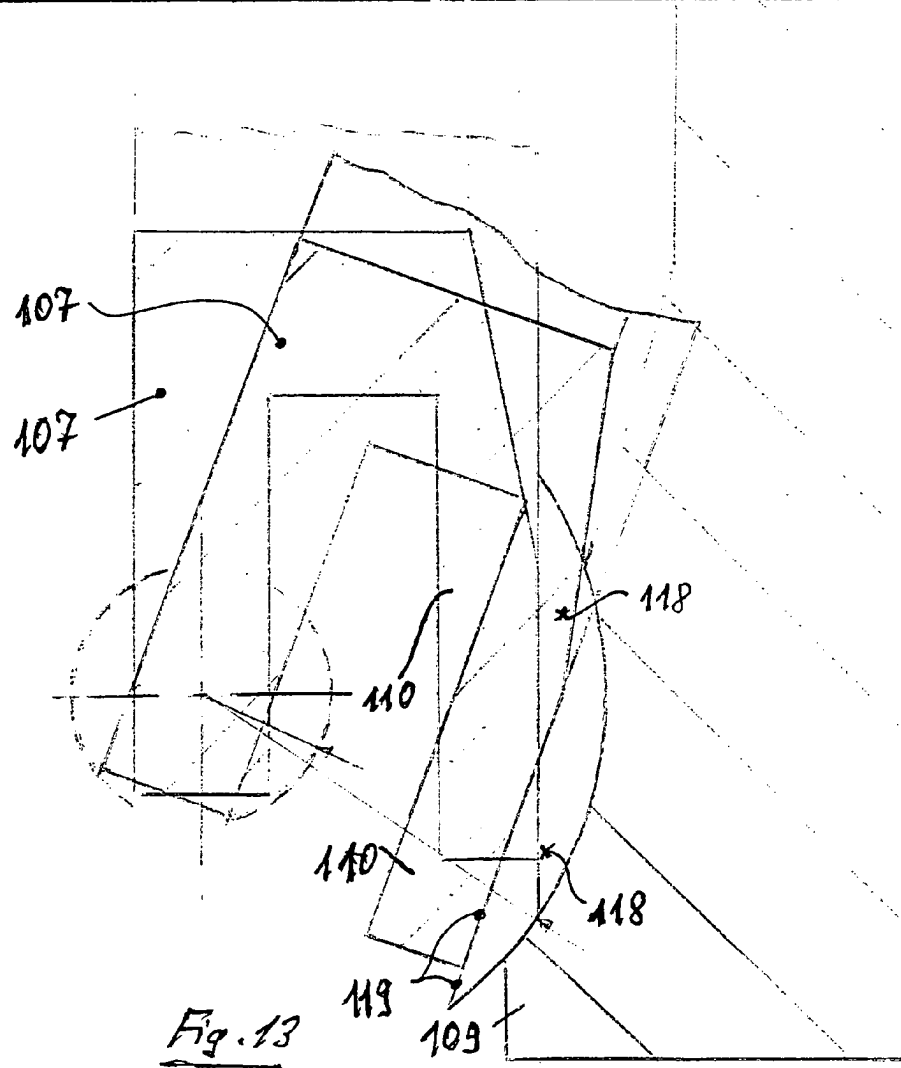
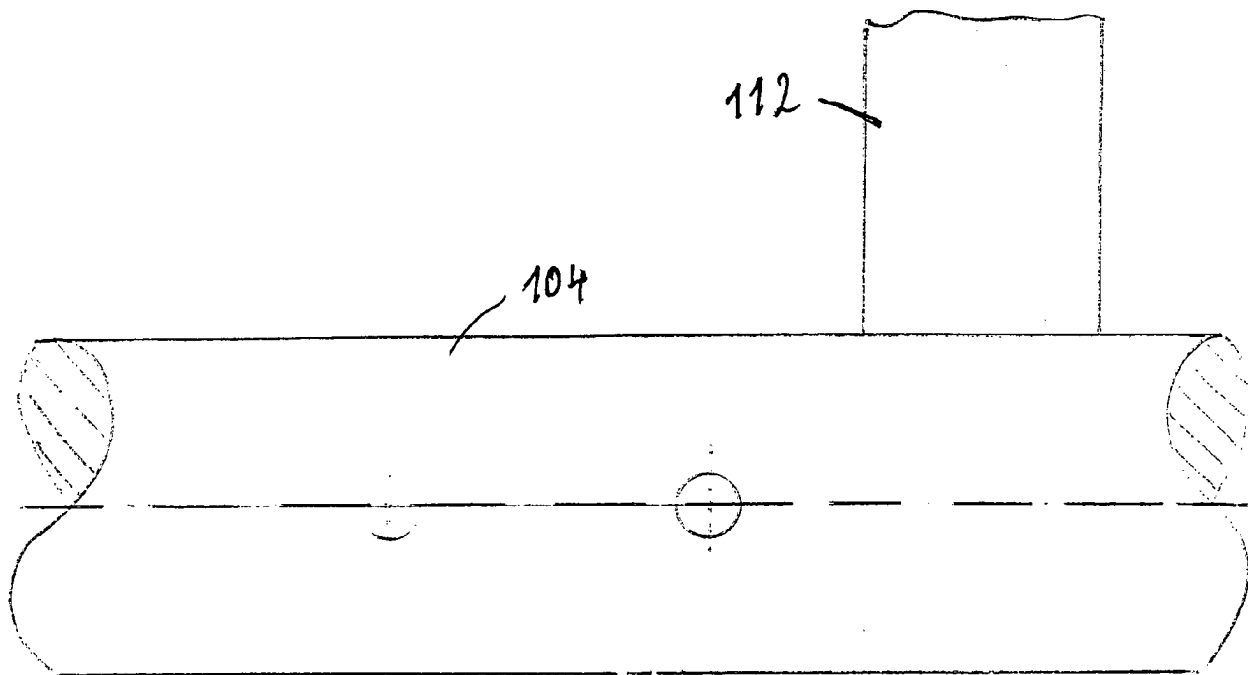
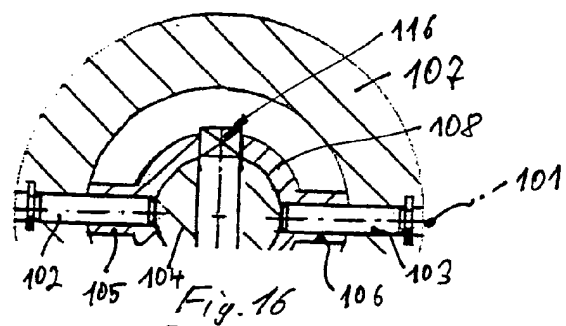
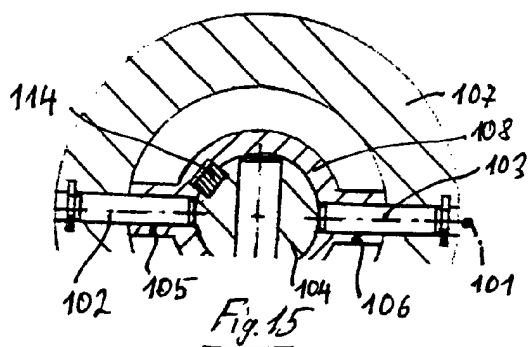
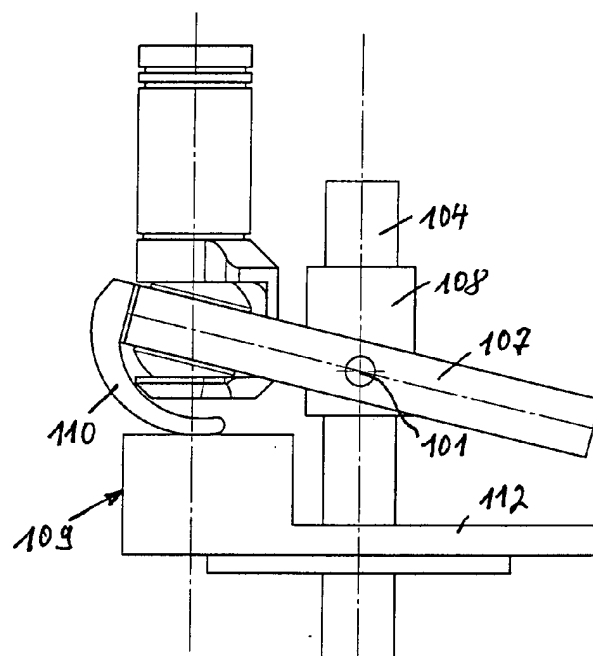
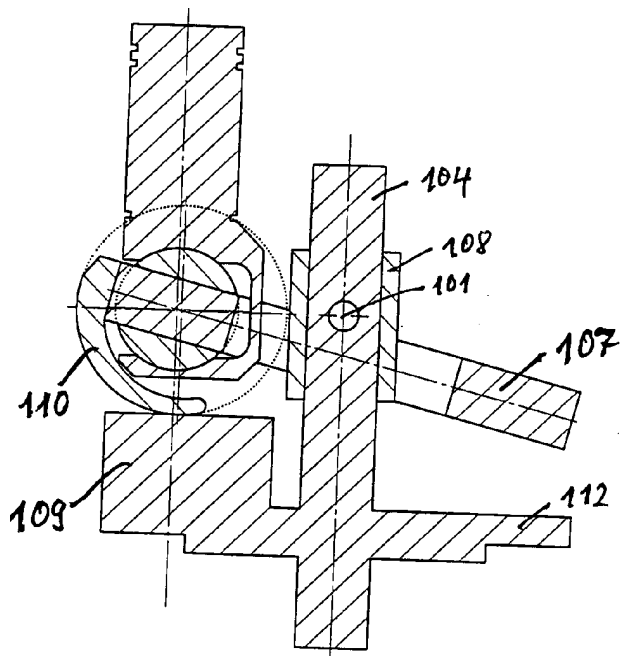
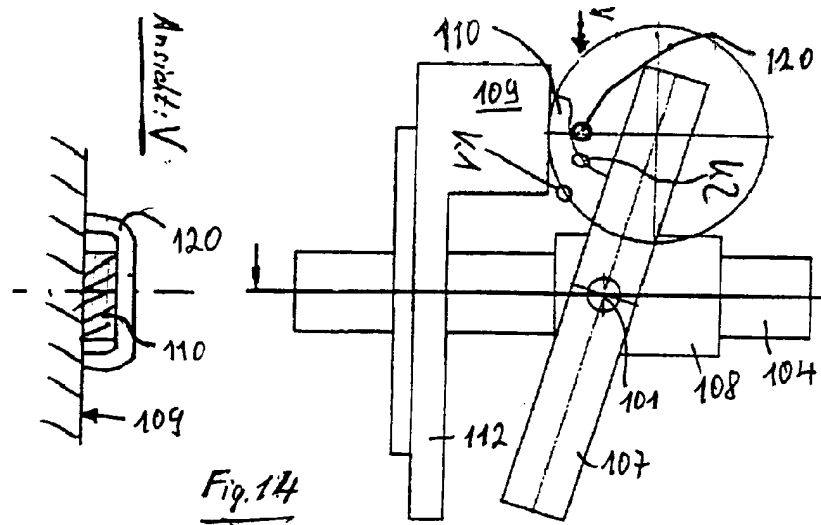


Fig. 12





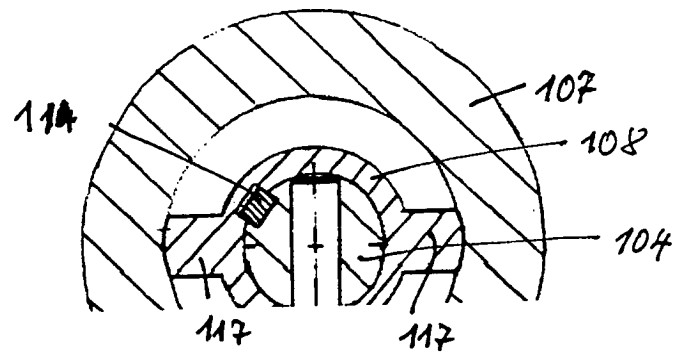


Fig. 17

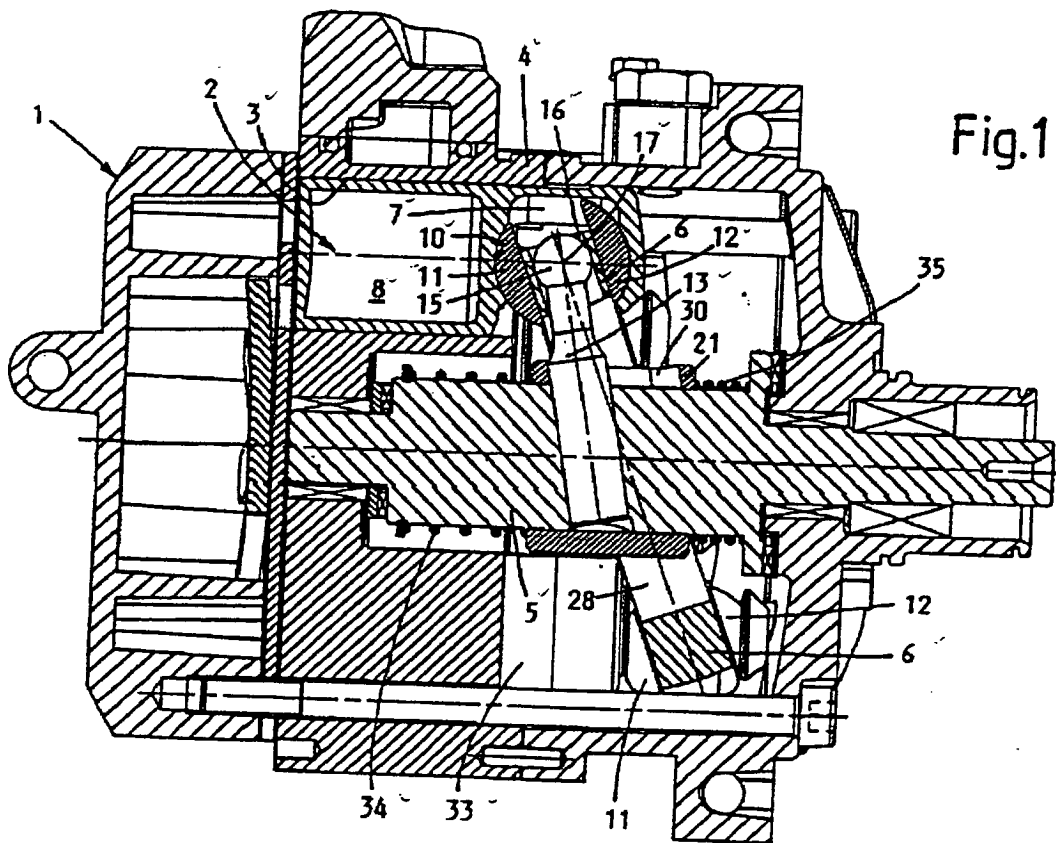


Fig. 18

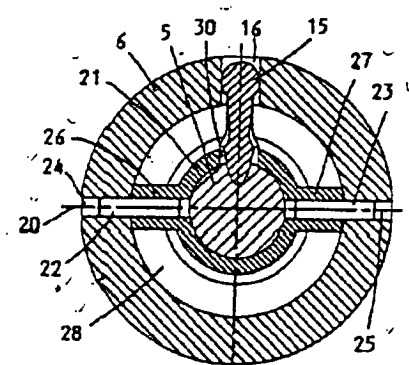


Fig. 19