



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 459 008 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90115963.2**

(51) Int. Cl.⁵: **E21B 7/06**

(22) Anmeldetag: **21.08.90**

The title of the invention has been amended
(Guidelines for Examination in the EPO, A-III,
7.3).

(30) Priorität: **01.06.90 DE 4017761**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.12.91 Patentblatt 91/49

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB NL

(71) Anmelder: **Eastman Christensen Company**
1937 South 300 West
Salt Lake City Utah 84115(US)

(72) Erfinder: **Faber, Hans-Jürgen**
Langestrasse 60
W-3057 Neustadt 2(DE)
Erfinder: **Feld, Dagobert**
Podbielskistrasse 33
W-3000 Hannover 1(DE)
Erfinder: **Krüger, Volker, Dr.-Ing.**
Sassengarten 8
W-3100 Celle(DE)

(74) Vertreter: **Busse & Busse Patentanwälte**
Postfach 1226 Grosshandelsring 6
W-4500 Osnabrück(DE)

(54) **Bohrwerkzeug zum Richtbohren.**

(57) Das Bohrwerkzeug zum Abteufen von Bohrungen in unterirdische Gesteinsformationen unter Vorgabe eines wählbaren Richtungsverlaufs für das Bohrloch umfaßt ein über obere Anschlußmittel mit einem Bohrrohrstrang verbindbares rohrförmiges Außengehäuse (1), eine in dem Außengehäuse (1) umlaufende, auf ihrem aus dem Außengehäuse (1) vorstehenden Ende einen Drehbohrmeißel (2) tragende Meißelantriebswelle (3), eine Anzahl von über den Umfang verteilt im Außengehäuse (1) angeordneten, hydraulisch betätigbaren Kraftgebern (6,7,8,9;106,107,108,109;206 207,208,209) zur Erzeugung von Richtkräften mit radial ausgerichteten Kraftkomponenten für das Ausrichten des Bohrwerkzeugs, und eine Steuervorrichtung für die Kraftgeber, die je Kraftgeber mit einem elektrisch betätigbaren Steuerventil (10,12,110,112) für deren hydraulische Beaufschlagung, mit Meßwertaufnehmern (20,21,22) für Lagedaten des Bohrwerkzeugs und mit einem elektrische Steuersignale für die Steuerventilantriebe (14,16,114,116) erzeugenden Signalgeber (18,19) versehen ist. Dabei ist jeder hydraulische Druckraum (32,33,34,35;132,133,

134,135;232,233,234,235;306,308;406,407,408,409) eines Kraftgebers über zumindest einen Verbindungskanal (36,37,38,39; 136,137,138,139;236,237,238,239) und das diesem zugeordnete Steuerventil (10,12,110,112) wahlweise mit Bohrspülung höheren Drucks oder mit Bohrspülung niedrigeren Drucks beaufschlagbar.

EP 0 459 008 A2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Bohrwerkzeug zum Abteufen von Bohrungen in unterirdische Gesteinsformationen unter Vorgabe eines wählbaren Richtungsverlaufs für das Bohrloch in einer Ausbildung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs

Bei einer bekannten Ausführung eines derartigen Bohrwerkzeugs (Schwing-Prospekt "Zielbohrtechnik") ist für die Beaufschlagung der Kraftgeber ein im Werkzeug untergebrachtes abgeschlossenes Hydrauliksystem mit einem Hydraulikspeicher und einer Hydraulikpumpe vorgesehen. Die Kraftgeber wirken dabei auf Steuerkufen, die gegen die Bohrlochwand gedrückt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bohrwerkzeug der eingangs genannten Art mit einem wesentlich vereinfachten Hydrauliksystem für die Steuerung der Kraftgeber zu schaffen, und die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Bohrwerkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Hinsichtlich wesentlicher weiterer Ausgestaltungen wird auf die Ansprüche 2 bis 30 verwiesen.

Das Bohrwerkzeug nach der Erfindung bedient sich für die Ableitung der benötigten richtungsgebenden Kräfte der ohnehin vorhandenen Bohrspülung als Hydraulikmedium, so daß sich die bauliche Gestaltung des Werkzeugs wesentlich vereinfacht. Die hydraulischen Druckräume der Kraftgeber werden bevorzugt ständig, allenfalls von zeitlich befristeten Unterbrechungen abgesehen, durchströmt, so daß Sedimentbildungen wirksam begegnet ist.

Die Kraftgeber können eine Verlagerung des Außengehäuses des Bohrwerkzeugs mitsamt Meißelantriebswelle herbeiführen, jedoch kann statt dessen die Meißelantriebswelle auch begrenzt radial verlagerbar im Außengehäuse abgestützt und mittels einer Mehrzahl von über den Umfang verteilt angeordneten Kraftgebern aus einer Stellung im Außengehäuse zu Richtzwecken in eine andere Stellung verlagerbar sein. Eine derartige Ausgestaltung verlegt die bei Richtungsänderungen erforderlichen Bauteilverlagerungen in das innere des Bohrwerkzeugs, wodurch sich die Ausbildung des Außengehäuses vereinfacht.

Zahlreiche weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung, in der mehrere Ausführungsbeispiele des Gegenstands der Erfindung schematisch näher veranschaulicht sind. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine abgebrochene schematische Darstellung eines Bohrwerkzeugs nach der Erfindung mit Kraftgebern, die auf an die Bohrlochwand anlegbare Druckstücke einwirken, im Längsschnitt,

Fig. 2 eine Darstellung ähnlich Fig. 1 eines Bohrwerkzeugs mit im Au-

ßengehäuse begrenzt radial verlagerbar abgestützter Meißelantriebswelle und auf diese einwirkenden Kraftgebern,

einen Schnitt nach der Linie III-III in Fig. 1,

einen Schnitt nach der Linie IV-IV in Fig. 2,

eine Schnittdarstellung ähnlich Fig. 4 zur Veranschaulichung einer abgewandelten Ausführung,

einen in der linken und der rechten Hälfte unterschiedlichen hydraulischen Schaltplan für ein Bohrwerkzeug nach Fig. 2, und einen abgewandelten hydraulischen Schaltplan für ein Bohrwerkzeug nach Fig. 2, und

schematische Darstellungen unterschiedlicher Anordnungen von Kraftgebern im Bohrwerkzeug.

Die Fig. 1 veranschaulicht ein Bohrwerkzeug zum Abteufen von Bohrungen in unterirdische Gesteinsformationen, das ein Außengehäuse 1 mit einem Stabilisator 100 und eine in dem Außengehäuse 1 umlaufende, auf ihrem vorstehenden Ende einen Drehbohrmeißel 2 tragende Meißelantriebswelle 3 umfaßt. Das Außengehäuse 1 ist über beim Bohrwerkzeug nach Fig. 2 veranschaulichte obere Anschlußmittel, insbesondere ein oberes Anschlußgewinde 4, mit einem Bohrrrohrstrang verbindbar, wie er in Fig. 2 bis 5 schematisch angedeutet ist, durch den dem Bohrwerkzeug Bohrspülung zugeführt wird. Die Meißelantriebswelle 3 wird von einem nicht dargestellten hydraulischen, im oberen Bereich des Bohrwerkzeugs im Außengehäuse untergebrachten Antriebsmotor, z.B. einem Moineau-Motor oder einer Turbine, angetrieben.

Das Außengehäuse 1 ist mit vier über den Umfang verteilt angeordneten, hydraulisch betätigbaren Kraftgebern 6,7,8,9 versehen, die in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind und eine Gruppe bilden. Bevorzugt weist jedes Bohrwerkzeug mehrere im Abstand übereinander angeordnete Gruppen von Kraftgebern 6 bis 9 auf, von denen zweckmäßig die jeweils in vertikaler Richtung fluchtend übereinander liegenden, gleichwirkenden Kraftgeber untereinander zu gemeinsamer Betätigung hydraulisch gesteuert sind.

Für die hydraulische Beaufschlagung der Kraftgeber 6,7,8,9 ist eine Steuervorrichtung vorgesehen, die je Kraftgeber, bei Vorhandensein von mehreren übereinander angeordneten Gruppen von Kraftgebern je Gruppe gleichwirkender Kraftgeber, ein elektrisch betätigbares Steuerventil aufweist. In Fig. 1 sind lediglich die Steuerventile 10 und 12 für die Beaufschlagung der Kraftgeber 6 und 8 bzw. diesen gleichwirkend zugeordneten Kraftgebern

dargestellt. Es versteht sich jedoch, daß entsprechende Ventile auch für die Kraftgeber 7 und 9 vorhanden sind. Die Elektromagneten 14,16 der Steuerventile 10,12 sind an einen Signalgeber angeschlossen, wie er für das Bohrwerkzeug gemäß Fig. 2 schematisch bei 18 angedeutet ist. Dieser Signalgeber 18 ist zusammen mit einem weiteren Signalgeber 19, der für unterschiedliche Steuerungsaufgaben vorgesehen sein kann und in Fig. 2 schematisch veranschaulicht ist, und mit einem Meßwertaufnehmer 20 für Lagedaten des Bohrwerkzeugs ebenfalls Bestandteil der Steuervorrichtung für die Kraftgeber. In Fig. 2 ist bei 20 schematisch ein Meßwertaufnehmer dargestellt, zusätzlich zu dem weitere Meßwertaufnehmer 21,22 für Lagedaten vorgesehen sein können, wie das in Fig. 2 veranschaulicht ist. Die elektrische Versorgung ist über Batterien 23 sicherbar, die wie die übrigen elektrischen und sensorischen Bestandteile der Steuervorrichtung in einem Ringraum 24 des Außengehäuses 1 untergebracht sein können. Anstelle einer von Batterien 24 gebildeten Energiequelle ist auch eine Energieversorgung mit Hilfe eines von einer Turbine getriebenen elektrischen Generators denkbar. Die Turbine kann von Bohrspülung betrieben werden.

Die Kraftgeber 6,7,8,9 bzw. diesen jeweils gleichwirkend parallel geschaltete Kraftgeber wirken auf Druckstücke 26,27,28,29 ein, die im oder am Außengehäuse 1 ein- und auswärts verlagerbar abgestützt und wie die vier Kraftgeber 6,7,8,9 unter 90° Zentriwinkel an die Bohrlochwandung 30 anlegbar sind.

Jeder hydraulische Druckraum 32,33,34,35 eines Kraftgebers 6,7,8,9 ist über einen Verbindungskanal 36,37,38,39 und das diesem zugeordnete Steuerventil (10,12 für die Verbindungskanäle 36,38) wahlweise mit Bohrspülung höheren Drucks oder mit Bohrspülung niedrigeren Drucks beaufschlagbar. Dazu ist oberhalb der Gruppe von Kraftgebern 6,7,8,9 je Verbindungskanal 36,37,38,39 eine Zuleitung vorgesehen, von denen in Fig. 1 lediglich die Zuleitungen 40,42 für die Verbindungskanäle 36 und 38 veranschaulicht sind. Diese Zuleitungen werden jeweils vom zugehörigen Steuerventil (wie den Steuerventilen 10,12) beherrscht und münden aus einem Ringspalt 43 aus, der über eine Abzweigleitung 44, die zum Ringraum 45 in der Meißelantriebswelle 3 führt, an Bohrspülung höheren Drucks angeschlossen ist.

Die Verbindungskanäle 36,37,38,39 münden je über eine Drosselstelle in den Ringraum und damit in einen Bereich mit Bohrspülung niedrigeren Drucks aus, wie das in Fig. 1 bei 46 und 48 für die Verbindungskanäle 36 und 38 veranschaulicht ist.

Bei geöffnetem Steuerventil bildet sich bei der Ausführung nach Fig. 1 in den Verbindungskanälen 36,37,38,39 und den an diese angeschlossenen

Druckräumen 32,33,34,35 jeweils ein Druck aus, der höher ist als jener Druck, der sich einstellt, wenn die Steuerventile jeweils geschlossen sind. Denn in diesem Falle bildet sich in den Verbindungskanälen 36,37,38,39 über deren Anschluß an den Ringraum 50 ein dem Druck in der Spülung im Ringraum entsprechender Druck aus, der niedriger ist als der Bohrspülungsdruck im Bohrwerkzeug.

Bei dem in Fig. 1 veranschaulichten Beispiel sind die Verbindungskanäle 36,37,38,39 zwischen ihren Enden über einen Zweigkanal 56,57,58,59 an den zugehörigen Druckraum 36,37,38,39 des Kraftgebers 6,7,8,9 angeschlossen, und die Druckänderung in den Druckräumen entspricht der Druckänderung, wie sie sich in den einenends von Bohrspülung höheren und anderenends von Bohrspülung niedrigeren Drucks beaufschlagten Verbindungskanälen 36,37,38,39 insgesamt ausbildet.

Statt dessen besteht jedoch auch die Möglichkeit, jedem hydraulischen Druckraum eines Kraftgebers zwei getrennte Verbindungskanäle zuzuordnen, von denen der eine mit Bohrspülung höheren Drucks und der andere mit Bohrspülung niedrigeren Drucks in Verbindung steht und einem Verbindungskanal, entweder in dem mit höherem oder dem mit niedrigerem Bohrspülungsdruck beaufschlagten Verbindungskanal bzw. -kanalteil ein Steuerventil vorzusehen. In Sonderfällen können auch in beiden Verbindungskanälen bzw. -kanalteilen gesonderte Steuerventile vorgesehen sein. Dies ermöglicht zum Beispiel durch Differenzdruckbildung eine besondere Druckabstufung, insbesondere wenn Steuerventile mit einem Ventilkörper versehen sind, der in Schließendstellung den Strömungsquerschnitt des Ventilkanaals lediglich verringert, nicht jedoch vollständig verschließt, wie dies zur Aufrechterhaltung einer ständigen Durchströmung von Druckräumen und Verbindungskanälen erwünscht sein kann.

In Abwandlung der Anschlüsse der Verbindungskanäle 36,37,38,39 an Bohrspülung höheren und Bohrspülung niedrigeren Drucks, wie sie bei der Ausführung nach Fig. 1 und 2 vorgesehen ist, besteht auch die Möglichkeit, die Beaufschlagung mit Bohrspülung höheren Drucks aus einem Bohrspülungskanal wie dem Bohrspülungskanal 45 im Außengehäuse 1 in Strömungsrichtung vor einer Drosselstelle und die Beaufschlagung mit Bohrspülung niedrigeren Drucks aus dem gleichen Bohrspülungskanal hinter der Drosselstelle abzuleiten.

Alternativ dazu kann die Beaufschlagung mit Bohrspülung höheren Drucks auch aus dem das Außengehäuse 1 umgebenden Ringraum 50 in Strömungsrichtung vor einer Drosselstelle für die den Ringraum durchströmende Bohrspülung und mit Bohrspülung niedrigeren Drucks aus dem Ringraum 50 hinter einer solchen Drosselstelle abgeleitet werden. Eine solche Drosselstelle kann bei-

spielsweise von einem Stabilisator gebildet sein.

Umfassen die Kraftgeber Kolben 66,67,68,69 oder 266,267,268,269 (Fig. 5), wie das bei den Kraftgebern 6,7,8,9 bzw. 206,207,208,209 der Fall ist, die in Zylinderräumen im Außengehäuse 1 aufgenommen sind, so kann der Dichtungsspalt zwischen Kolben und Zylinder den mit Bohrspülung niedrigeren Drucks in Verbindung stehenden Verbindungskanal bzw. -kanalteil bilden. In diesem Fall, aber auch sonst, sind die einander zugewandten Flächen vorteilhaft mit einem Hartmetall gepanzert.

Die Steuerventile haben bevorzugt eine Ausbildung mit einem unverzweigten, lediglich in seinem Strömungsquerschnitt veränderbaren Ventilkanal, den die Ventilkörper entweder freigeben oder in Schließstellung völlig oder teilweise verschließen. Letztere Ausbildung hat den Vorteil, daß in Schließstellung des Steuerventils dieses lediglich eine Drosselstelle bildet.

Die bei der Ausführung nach Fig. 1 vorgesehene Kolben 66,67,68,69 wirken auf die Innenseite von Druckstücken 26,27,28,29 ein, die auf Führungsansätzen 76,77,78,79 des Außengehäuses 1 durch Anschläge 80 begrenzt verschieblich geführt und als Stabilisatorrippen ausgebildet sind.

Im Gegensatz zur Ausführung des Bohrwerkzeugs nach Fig. 1 ist bei der Ausführung des Bohrwerkzeugs nach Fig. 2 die Meißelantriebswelle 3 im Außengehäuse 1 begrenzt radial verlagerbar abgestützt und mittels vier Kraftgebern 106,107,108,109 (Fig. 4) bzw. 206,207,208,209 (Fig. 5) - oder einem Mehrfachen davon bei mehreren parallel wirkenden Gruppen - aus einer Stellung im Außengehäuse 1 zu Richtzwecken in eine andere Stellung verlagerbar. Die Kraftgeber 106,107,108,109 sind dabei als Faltenbalgkolben ausgebildet, die einen Druckraum 132,133,134,135 umgrenzen, der über Verbindungskanäle 136,137,138,139 (Fig. 4) an die Bohrspülung in der oben in Verbindung mit der Ausführung nach Fig. 1 bzw. 3 beschriebenen Weise angeschlossen sind. Dies gilt auch für die Ausführung nach Fig. 5 mit den dort veranschaulichten Verbindungsskanälen 236,237,238,239, die den Druckräumen 236,237,238,239 zugeordnet sind. Auch die Anordnung der Steuerventile 110,112 mit ihren Elektromagnetantrieben 114 und 116 entspricht der nach Fig. 1. Von den auf die Meißelantriebswelle 3 oder die Druckstücke 26,27,28,29 einwirkenden Gruppen von Kraftgebern ist bevorzugt zumeist eine Kraftgebergruppe zur Vorgabe einer Grundstellung für Meißelantriebswelle 3 und/oder die Druckstücke 26,27,28,29 vorgesehen. Diese Gruppe von Kraftgebern 306,308 (Fig. 1 und 6) hat als Zentrierkolben wirkende, abgesetzte Kolben 316,318, die gegen einen Anschlag ausfahren. In an dem Anschlag anliegender Endstellung geben derartige Kolben

316,318 den Druckstücken 26,27,28,29 eine Grund-, z.B. eine Zentrierstellung vor. Eine analoge Ausbildung bei dem Bohrwerk nach Fig. 2 vermittelt der Meißelantriebswelle 3 eine entsprechende Grund- bzw. Zentrierstellung im Außengehäuse 1.

Die die Grundstellung, z.B. eine Zentrierstellung, für die Meißelantriebswelle 3 und/oder die Druckstücke 26,27,28,29 vorgebenden Kraftgeber 306,308 können hydraulisch unabhängig von der anderen Kraftgebern beaufschlagbar sein, entweder im Sinne einer gesonderten, unabhängigen Steuerung oder im Sinne einer ungesteuerten Dauerbeaufschlagung. Im ersteren Falle können die die Grundstellung vorgebenden Kraftgeber 306,308 bei gewünschten Verlagerungen der Meißelantriebswelle 3 bzw. des Außengehäuses 1 sämtlich oder partiell an Bohrspülung niedrigeren Drucks angelegt werden, um den Widerstand gegen Verlagerungen durch die anderen Gruppen von Kraftgebern zu minimieren. Im zweiten Fall bilden die für die Grundstellungsvorgabe maßgeblichen Kraftgeber eine Ausfallsicherung, die bei einem Ausfall der Steuervorrichtung gewährleistet, daß eine Fortsetzung des Bohrbetriebs durch Geradeausbohren möglich ist. Für den Normalbetrieb allerdings muß sichergestellt sein, daß die für eine Verlagerung der Meißelantriebswelle 3 oder der Druckstücke 26,27,28,29 des Außengehäuses 1 aus deren Grundstellung maßgeblichen Kraftgeber wesentlich größere Kräfte auf die Meißelantriebswelle 3 bzw. die Druckstücke 26,27,28,29 ausüben können, als das den die Grundstellung vorgebenden Kraftträger möglich ist. Dies kann durch entsprechende Auslegung der Druckflächen der jeweiligen Kraftgeber oder auch dadurch herbeigeführt werden, daß für die Richtungsänderungen mehrere Gruppen von Kraftgebern vorgesehen sind. Ein solches Überdrücken der die Grundstellung vorgebenden Kraftgeber durch die für Richtungsverlagerungen maßgeblichen Kraftgeber kann allerdings auch bei gemeinschaftlicher Beaufschlagung sämtlicher Kraftgeber und gemeinsamer Steuerung verwirklicht sein.

Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, eine Außensteuereinheit gemäß Fig. 1 und eine Innensteuereinheit gemäß Fig. 2 in einem Bohrwerkzeug zu vereinen, so daß über diese eine doppelte Richtungs vorgabemöglichkeit gegeben ist.

Die Ausführung nach Fig. 5 sieht eine kombi-native Ausstattung eines Bohrwerkzeugs mit einer Innen- und einer Außensteuerung vor. Die Kolben 266,267,268,269 begrenzen einseitig einen Druckraum 232,233,234,235, der zugleich den Druckraum für den Kolben 466,467,468 und 469 eines Kraftgebers 406,407,408,409 bildet, der auf Druckstücke 426,427,428,429 einwirkt. Diese Druckstücke 426,427,428 und 429 können als Stabilisatorrip-

pen ausgebildet und auf dem Außengehäuse 1 geführt sein, wie dies in Verbindung mit Fig. 1 beschrieben wurde. Der Druckraum 232,233,234,235 wird jeweils von den Verbindungskanälen 236,237,238,239 her mit Bohrspülung beaufschlagt, so wie dies in Verbindung mit Fig. 1 oben beschrieben wurde.

Wie den Fig. 2 sowie 4 und 5 entnommen werden kann, wirken die Kraftgeber 106,107,108,109 bzw. 206,207,208,209 auf eine Büchse 81 ein, die jeweils in den Druckeingriffsbereichen mit den Kraftgebern sehnenförmige Abflachungen aufweisen können. Die Büchse 81 umgrenzt eine zylindrische Lagerschale 82, in der die Meißelantriebswelle 3 drehbar gelagert ist. Die Lagerschale 82 kann auch mitumlaufender Teil der Meißelantriebswelle 3 sein. Dies vermeidet Verschleiß und verbessert die Belastungsverteilung.

Die Fig. 6a zeigt in ihrer rechten Hälfte einen hydraulischen Beaufschlagungsplan für die Ausführung nach Fig. 2 mit einem Steuerventil 110 im Bereich des Verbindungskanals 136 mit höherem Bohrspülungsdruck, und in der linken Hälfte eine Ausführung mit Anordnung eines Steuerventils 210 im Bereich des Verbindungskanals 136 mit niedrigerem Bohrspülungsdruck. Dabei sind jeweils Drosselstellen 48 in den nicht mit dem Steuerventil 110,210 versehenen Bereich des Verbindungskanals 136 vorgesehen, die den Drosselstellen 48 (Fig. 1) entsprechen können. Bei beiden Ausführungen werden sämtliche Kraftgeber gemeinsam angesteuert und die Kraftgeber 306,308 bei Verlagerungen aus der Grundstellung durch die anderen Kraftgeber 106,108 überdrückt.

In Fig. 6b ist für eine Ausführung nach Fig. 2 ein Beaufschlagungsplan veranschaulicht, bei dem die die Grundstellung vorgebenden Kraftgeber 306,308 eine unabhängige, ungesteuerte Beaufschlagung über einen vom Verbindungskanal 136 oberhalb dessen Steuerventil 110 abzweigenden Zweigkanal erhalten. Die Kraftgeber 306,308 erfahren eine Dauerbeaufschlagung, die auch wirksam ist, wenn die Ansteuerung der Kraftgeber 106,108 z.B. infolge eines Defekts in der Elektronik der Steuervorrichtung ausfallen sollte.

Die Figuren 7,8 und 9 schließlich veranschaulichen schematisch Variationsmöglichkeiten in der Anordnung der Kraftgeber innerhalb des Bohrwerkzeugs. Fig. 7 zeigt eine Anordnung von auf die Meißelantriebswelle 3 einwirkenden Kraftgebern 106,108 nahe dem meißelseitigen Ende des Bohrwerkzeugs, während Fig. 8 eine Ausführung mit auf Druckstücke 26,28 einwirkenden Kraftgebern veranschaulicht, die nahe dem Drehbohrmeißel 2 abgewandten Ende des Bohrwerkzeugs gelegen sind. Die Ausführung nach Fig. 9 schließlich zeigt wiederum eine Ausführung mit von Kraftgebern beaufschlagten Druckstücken 26,28, die in diesem Falle

nahe dem meißelseitigen Ende des Bohrwerkzeugs angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Bohrwerkzeug zum Abteufen von Bohrungen in unterirdische Gesteinsformationen unter Vorgabe eines wählbaren Richtungsverlaufs für das Bohrloch, mit einem über obere Anschlußmittel mit einem Bohrrrohrstrang verbindbaren rohrförmigen Außengehäuse (1) und einer in dem Außengehäuse (1) umlaufenden, auf ihrem aus dem Außengehäuse (1) vorstehenden Ende einen Drehbohrmeißel (2) tragenden Meißelantriebswelle (3), mit einer Anzahl von über den Umfang verteilt im Außengehäuse (1) angeordneten, hydraulisch betätigbaren Kraftgebern (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) zur Erzeugung von Richtkräften mit radial ausgerichteten Kraftkomponenten für das Ausrichten des Bohrwerkzeugs, und mit einer Steuervorrichtung für die Kraftgeber (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209), die je Kraftgeber (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) ein elektrisch betätigbares Steuerventil (10,12,110,112) für deren hydraulische Beaufschlagung, Meßwertaufnehmer (20,21,22) für Lagedaten des Bohrwerkzeugs und einen elektrische Steuersignale für die Steuerventilantriebe (14,16,114,116) erzeugenden Signalgeber (18,19) umfaßt, **dadurchgekennzeichnet**, daß jeder hydraulische Druckraum (32,33,34,35;132,133,134,135;232,233,234,235;306,308;406,407,408,409) eines Kraftgebers (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) über zumindest einen Verbindungskanal (36,37,38,39;136,137,138,139;236,237,238,239) und das diesem zugeordnete Steuerventil (10,12,110,112) wahlweise mit Bohrspülung höheren Drucks oder mit Bohrspülung niedrigeren Drucks beaufschlagbar ist.
2. Bohrwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurchgekennzeichnet**, daß jedem hydraulischen Druckraum (32,33,34,35;132,133,134,135;232,233,234,235;306,308;406,407,408,409) eines Kraftgebers (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) zwei Verbindungskanäle zugeordnet sind, von denen einer mit Bohrspülung höheren Drucks und der andere mit Bohrspülung niedrigeren Drucks in Verbindung steht, und von denen einer mit einem Steuerventil (10,12;110,112) versehen ist.
3. Bohrwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurchgekennzeichnet**, daß ein Verbindungskanal

- (36,37,38,39) vorgesehen ist, der einenends mit Bohrspülung höheren und anderenends mit Bohrspülung niedrigeren Drucks in Verbindung steht und zwischen seinen Enden über einen Zweigkanal (56,57,58,59) an den Druckraum (36,37,38,39) des Kraftgebers (6,7,8,9) angeschlossen ist.
4. Bohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beaufschlagung mit Bohrspülung höheren Drucks aus einem Bohrspülungskanal (45) im Außengehäuse und mit Bohrspülung niedrigen Drucks aus dem das Außengehäuse umgebenden Ringraum (50) abgeleitet ist. 10
 5. Bohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beaufschlagung mit Bohrspülung höheren Drucks aus einem Bohrspülungskanal (45) im Außengehäuse (1) in Strömungsrichtung vor einer Drosselstelle und mit Bohrspülung niedrigeren Drucks aus dem Bohrspülungskanal (45) unter dessen Drosselstelle abgeleitet wird. 15
 6. Bohrwerkzeug nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Bohrspülungskanal der zentrale Bohrspülungskanal (45) in der Meißelantriebswelle (3) vorgesehen ist. 20
 7. Bohrwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beaufschlagung mit Bohrspülung höheren Drucks aus dem das Außengehäuse (1) umgebenden Ringraum (50) in Strömungsrichtung vor einer Drosselstelle für die den Ringraum durchströmende Bohrspülung und mit Bohrspülung niedrigeren Drucks aus dem Ringraum hinter dieser Drosselstelle abgeleitet wird. 25
 8. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuerventil (10,12;110,112) für die Steuerung der hydraulischen Beaufschlagung eines hydraulischen Kraftgebers (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) dem mit höherem Bohrspülungsdruck beaufschlagten Verbindungskanal bzw. -kanalteil zugeordnet ist. 30
 9. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuerventil (110,112) für die hydraulische Beaufschlagung eines Kraftgebers dem mit niedrigerem Bohrspülungsdruck beaufschlagten Verbindungskanal bzw. -kanalteil zugeordnet ist. 35
 10. Bohrwerkzeug nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der jeweils steuerventilfreie Verbindungskanal bzw. -kanalteil als Drosselstelle (46,48) ausgebildet oder mit einer solchen versehen ist. 40
 11. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß in beiden Verbindungskanälen bzw. -kanalteilen ein Steuerventil (10,12,110,112) angeordnet ist. 45
 12. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerventile einen unverzweigten, lediglich in seinem Strömungsquerschnitt veränderbaren Ventilkanal aufweisen. 50
 13. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß Steuerventile mit einem Ventilkörper versehen sind, der in Schließendstellung den Strömungsquerschnitt des Ventilkannals lediglich verringert, nicht jedoch verschließt. 55
 14. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meißelantriebswelle (3) im Außengehäuse (1) begrenzt radial verlagerbar abgestützt ist und mittels einer Mehrzahl von über den Umfang verteilt angeordneten Kraftgebern (106,107,108,109;206,207,208,209) aus einer Stellung im Außengehäuse (1) zu Richtzwecken in eine andere Stellung verlagerbar ist. 60
 15. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftgeber (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) auf vier im oder am Außengehäuse (1) ein- und auswärts verlagerbar abgestützte, unter 90° Zentriwinkel angeordnete, an die Bohrlochwandung anlegbare Druckstücke (26,27,28,29;426,427,428,429) einwirken. 65
 16. Bohrwerkzeug nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckstücke (26,27,28,29) als Stabilisatorrippen ausgebildet sind. 70
 17. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Außengehäuse (1) Gruppen von mehreren parallelwirkenden Kraftgebern (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) 75

für eine Einwirkung auf die Meißelantriebswelle (3) und/oder die Druckstücke (26,27,28,29) vorgesehen sind.

18. Bohrwerkzeug nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine der auf die Meißelantriebswelle (3) und/oder die Druckstücke (26,27,28,29) einwirkenden Gruppen parallelgeschalteter Kraftgeber (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) als Kraftgebergruppe zur Vorgabe einer Grundstellung der Meißelantriebswelle (3) und/oder der Druckstücke (26,27,28,29) im Außengehäuse (1) vorgesehen ist. 5
19. Bohrwerkzeug nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Grundstellung vorgebenden Kraftgeber (306,308) durch Anschläge begrenzt ausfahrbare Stellteile (316,318) aufweisen. 10
20. Bohrwerkzeug nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Grundstellung vorgebenden Kraftgeber (306,308) der Meißelantriebswelle (3) eine zum Außengehäuse koaxiale Zentrierstellung vorgeben. 15
21. Bohrwerkzeug nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Grundstellung vorgebenden Kraftgeber (306,308) den Druckstücken (26,27,28,29) bzw. gesonderten Druckstücken eine gleichweit aus dem Außengehäuse (1) ausgefahrene Zentrierstellung für das Außengehäuse (1) vorgeben. 20
22. Bohrwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftgeber (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) oder Kraftgebergruppen für eine Stellungsvorgabe und -änderung der Meißelantriebswelle (3) im Außengehäuse (1) und jene für eine Stellungsvorgabe und -änderung der Druckstücke (26,27,28,29) zum Außengehäuse (1) unabhängig voneinander hydraulisch beaufschlagbar sind. 25
23. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 18 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Grundstellung der Meißelantriebswelle (1) und/oder der Druckstücke (26,27,28,29) bestimmenden Kraftgeber (306,308) unabhängig von der Beaufschlagung der anderen Kraftgeber (6,7,8,9;106,107,108,109;206,207,208,209) beaufschlagbar sind. 30
24. Bohrwerkzeug nach Anspruch 23, **dadurch**

h gekennzeichnet, daß die die Grundstellung der Meißelantriebswelle (1) und/oder der Druckstücke (26,27,28,29) bestimmenden Kraftgeber (306,308) einer ungesteuerten Dauerbeaufschlagung ausgesetzt sind und auf die Meißelantriebswelle (1) und/oder die Druckstücke Grundkräfte übertragen, die geringer sind als die Stellkräfte der eine Stellungsvorgabe oder -änderung herbeiführenden Kraftgeber (6,7,109;206,207,208,209).

25. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftgeber (6,7,8,9;206,207,208,209) als Stellstück einen in einem Zylinderraum im Außengehäuse (1) verschieblichen Druckkolben (66,67,68,69) aufweisen. 35
26. Bohrwerkzeug nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einander zugewandten Flächen des Druckkolbens (66,67,68,69) und des diesen aufnehmenden Zylinders mit einem Hartbelag gepanzert sind und der Dichtungsspalt zwischen Druckkolben (66,67,68,69) und Zylinder den mit Bohrspülung niedrigeren Drucks in Verbindung stehenden Verbindungskanal bzw. -kanalteil bildet. 40
27. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftgeber (106,107,108,109) als Stellstücke und Druckraumbegrenzung Metallfaltenbälge aufweisen. 45
28. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß die als Stabilisatorrippen ausgebildeten Druckstücke auf Ansätze des Außengehäuses aufgesetzt und in ihrer Auswärtsbewegung durch einen Anschlag begrenzt sind. 50
29. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß die auf die Meißelantriebswelle (3) einwirkenden Kraftgeber nahe dem unteren Ende des Außengehäuses (1) angeordnet sind. 55
30. Bohrwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ein- und ausfahrbaren Druckstücke (26,27,28,29) nahe dem unteren Ende des Außengehäuses (1) angeordnet sind.
31. Bohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, daß die

ein- und ausfahrbaren Druckstücke (26,27,28,29) in erheblichem Abstand oberhalb des mit festen Stabilisatorrippen versehenen unteren Endes des Außengehäuses (1) angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

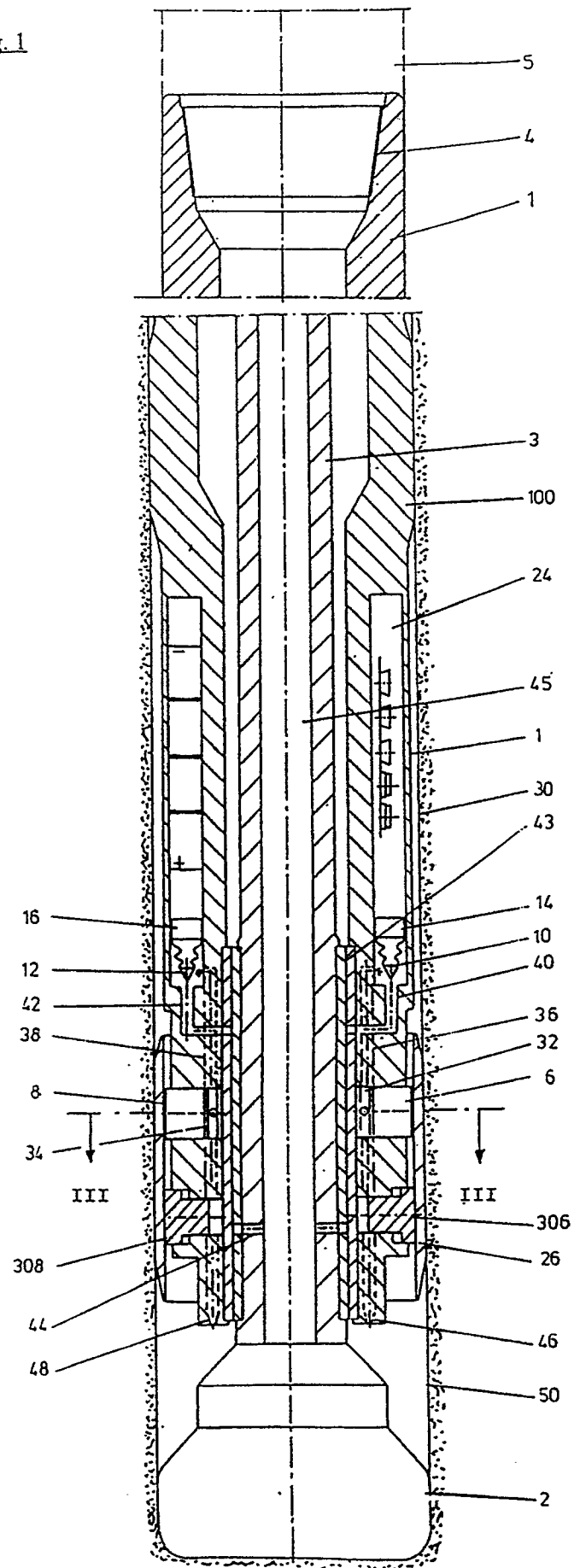


Fig. 2

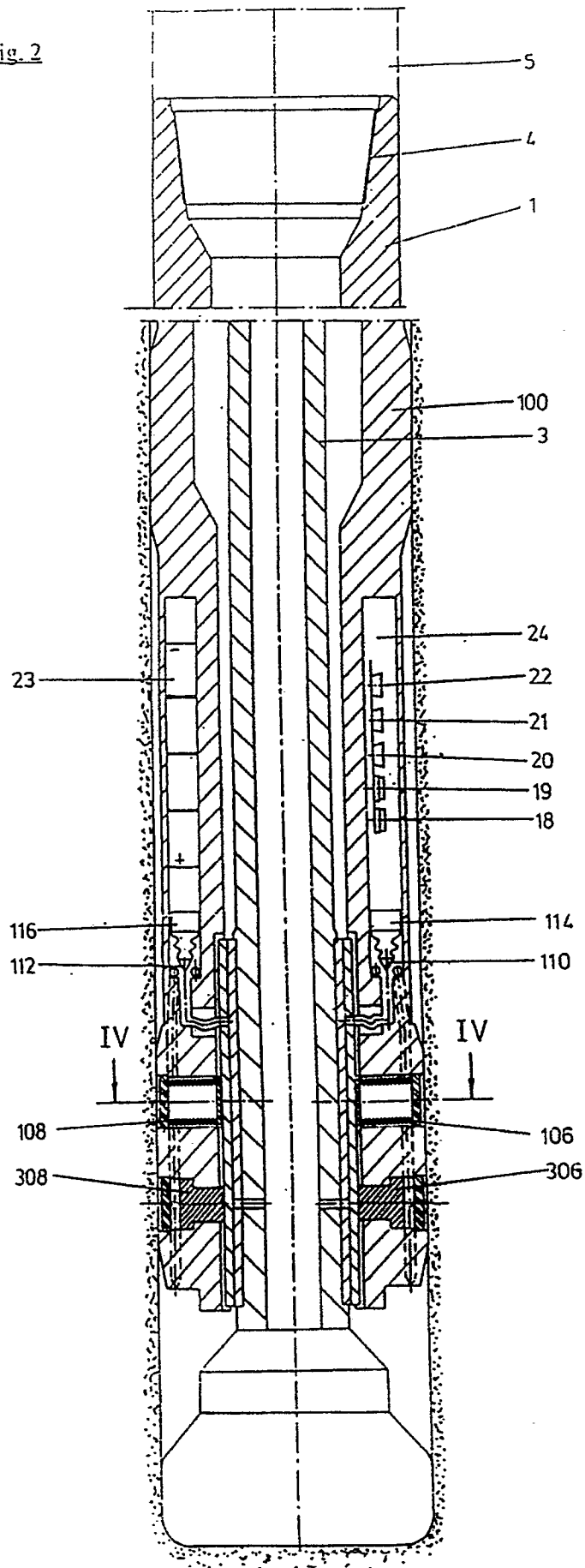


Fig. 3

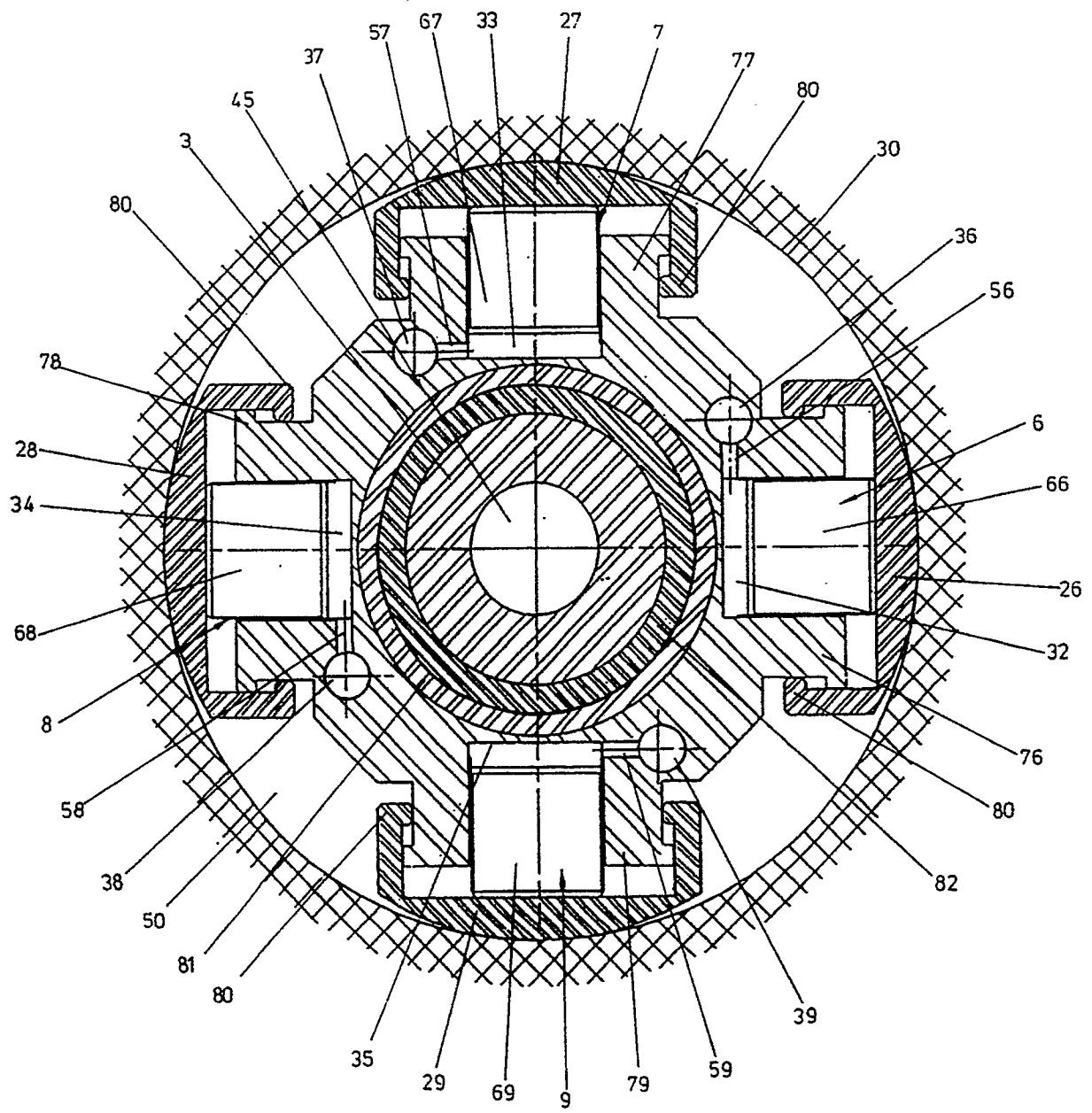


Fig. 4

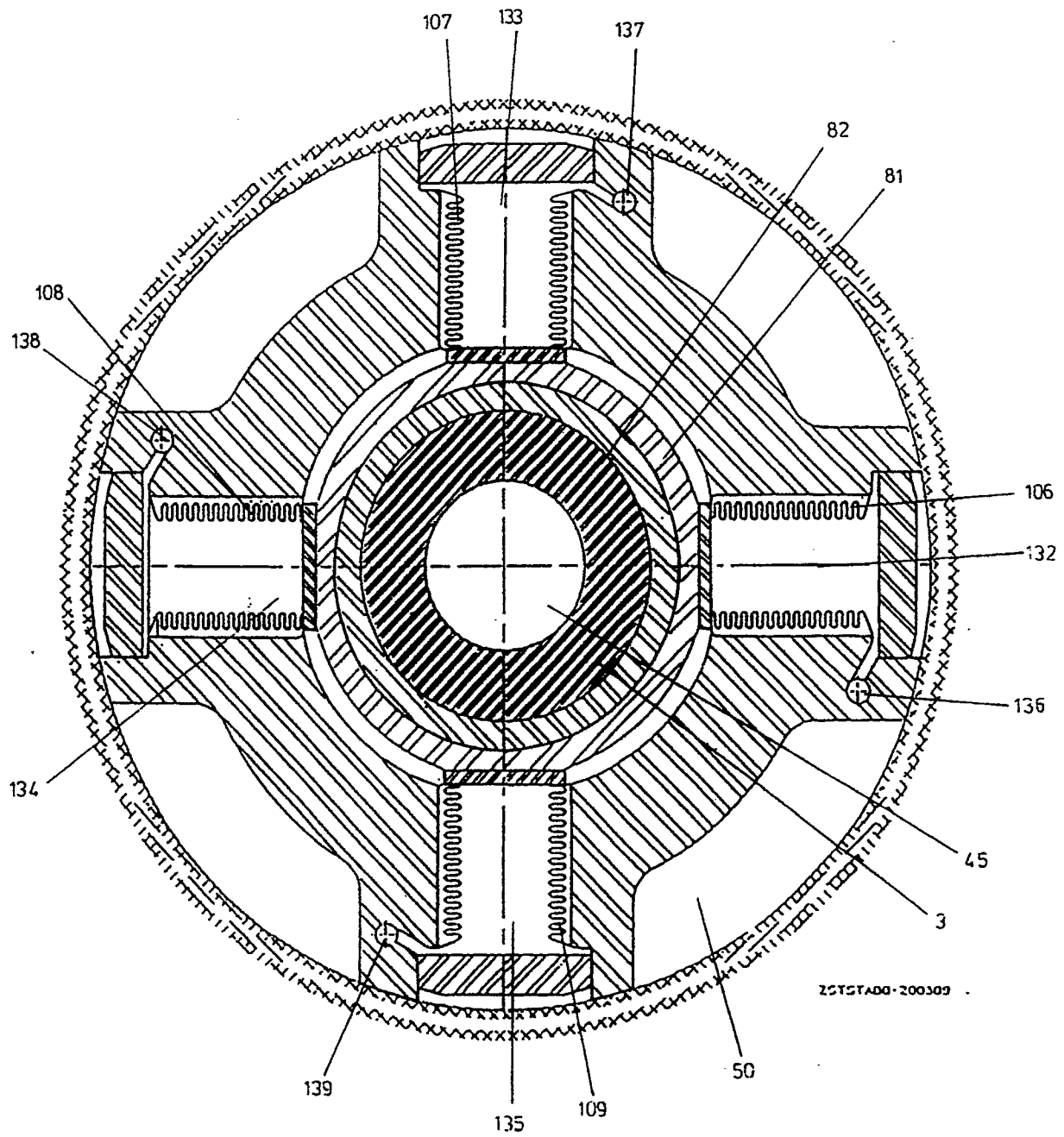


Fig. 5

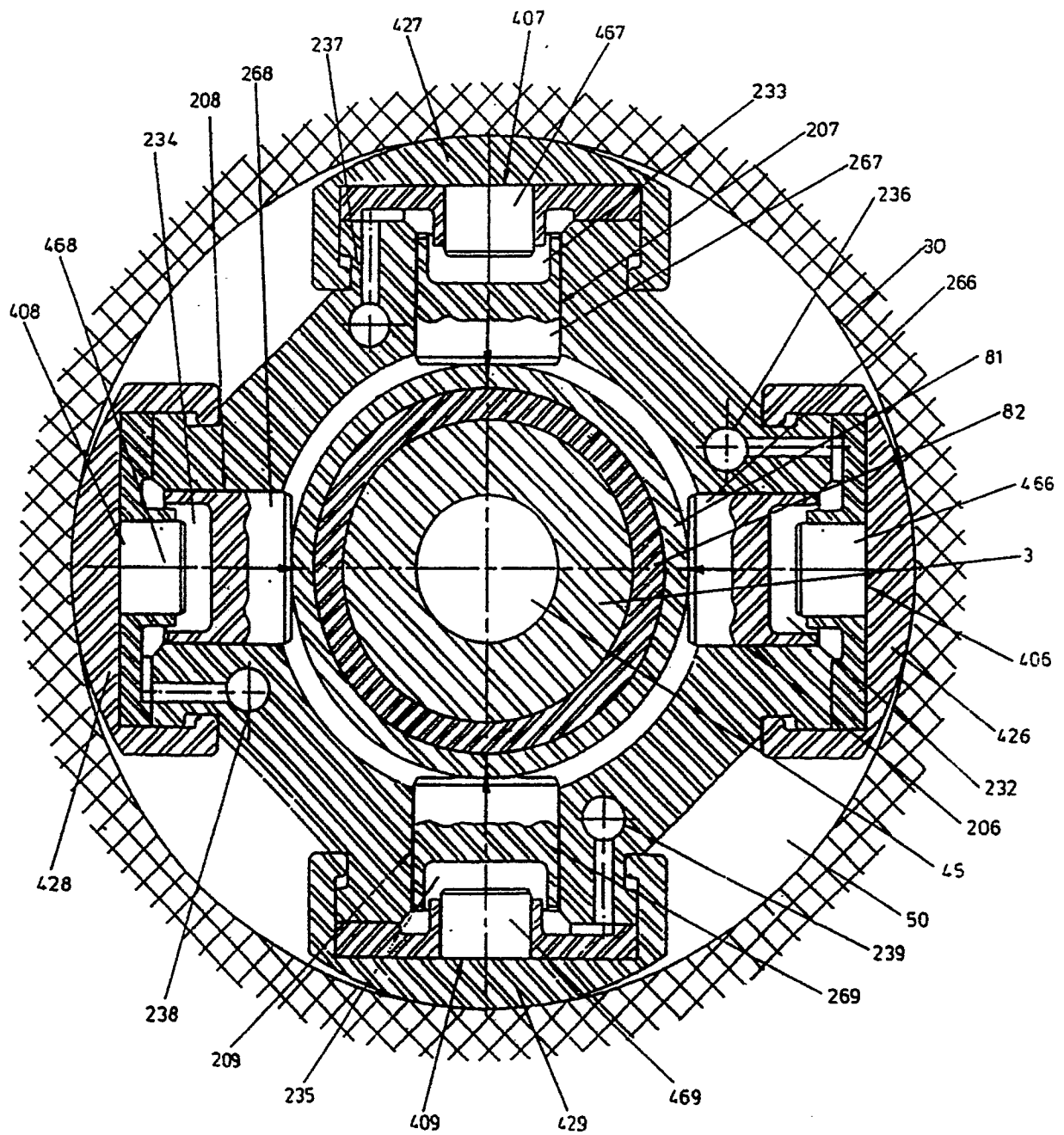


Fig. 6a

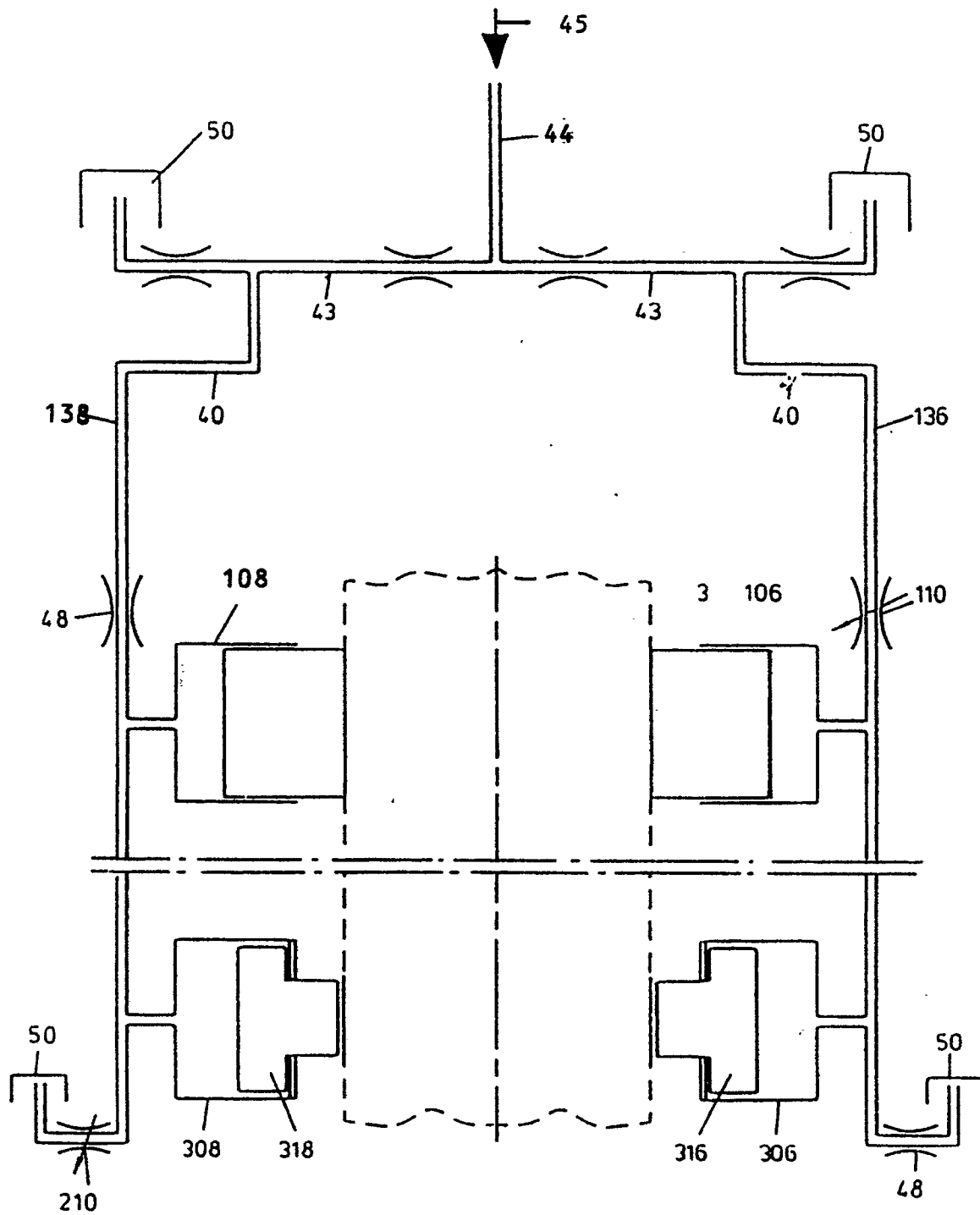


Fig. 6b

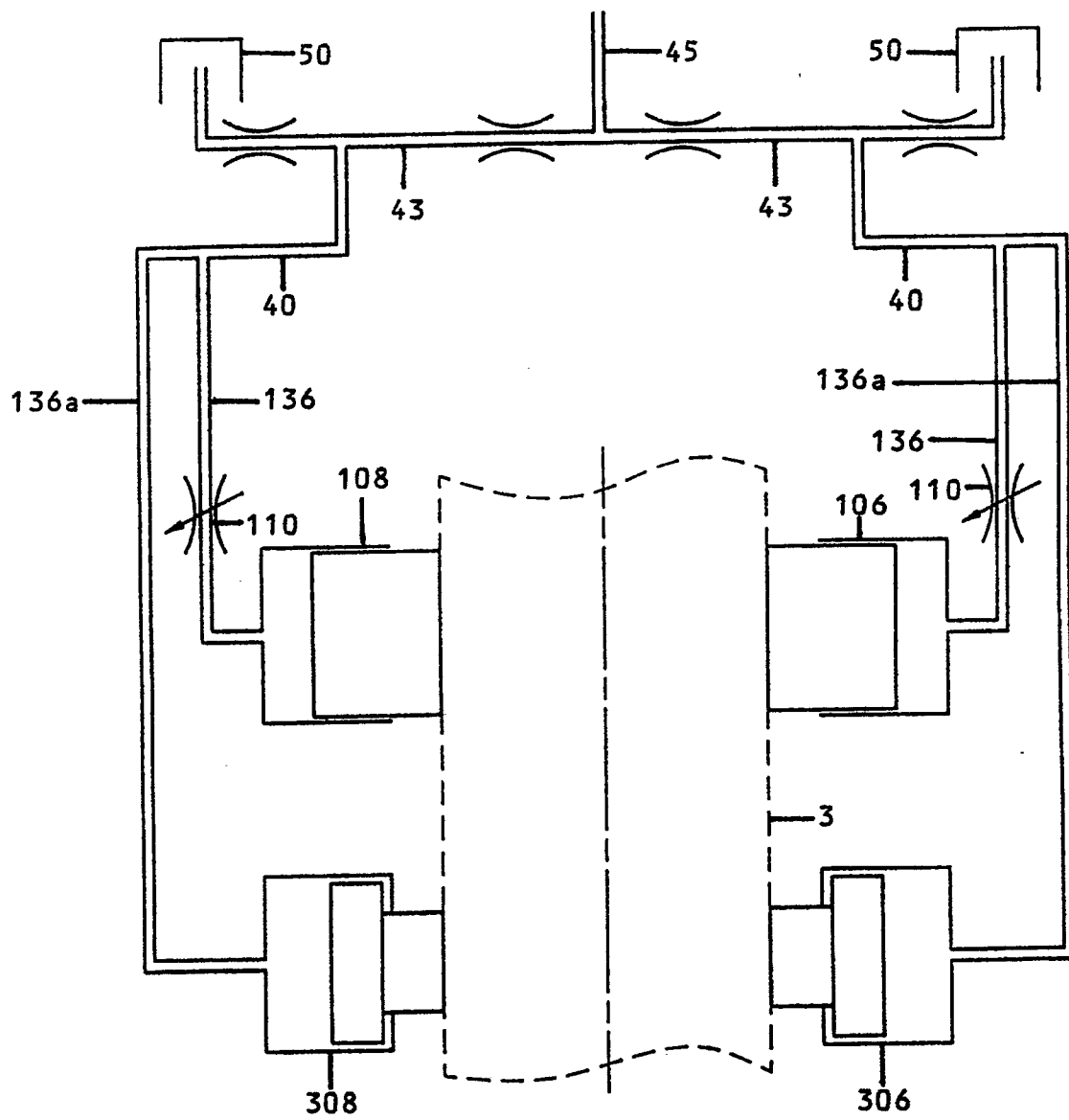


Fig. 7

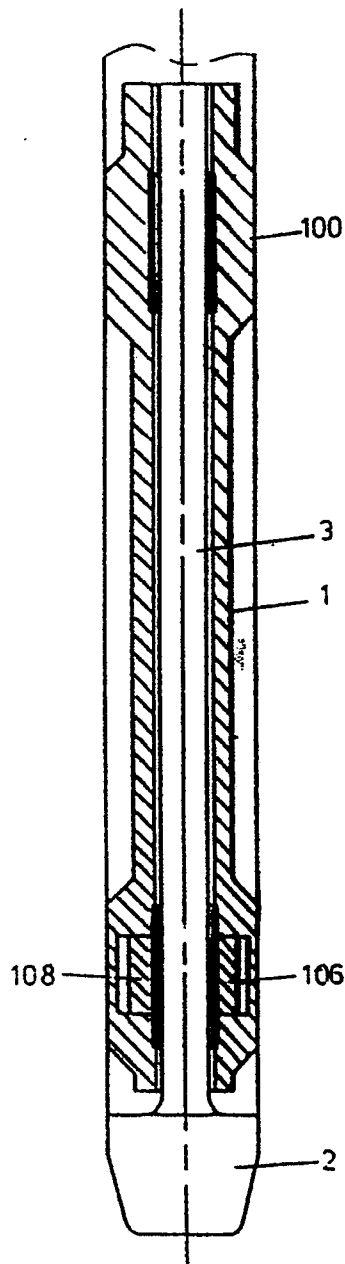


Fig. 8

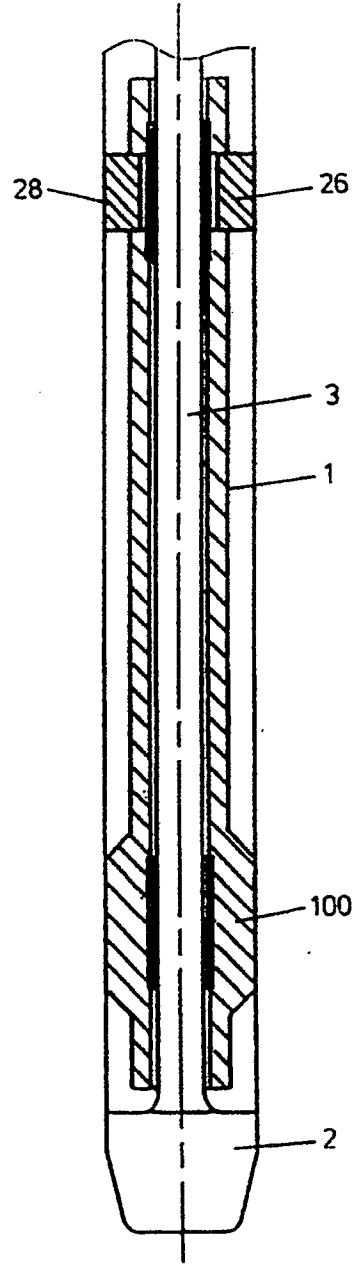


Fig. 9

