

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer: **0 134 467**
B1

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
07.01.88

51

Int. Cl.: **E 21 B 47/12, E 21 B 47/02**

21

Anmeldenummer: **84107700.1**

22

Anmeldetag: **03.07.84**

54

Zielbohrstange für drehendes Bohrgestänge mit Spülkanal für den Untertagebetrieb.

30

Priorität: **19.07.83 DE 3325962**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.03.85 Patentblatt 85/12

45

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.01.88 Patentblatt 88/1

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB LI SE

56

Entgegenhaltungen:
WO - A - 82/01257
US - A - 3 487 681
US - A - 3 788 136
US - A - 3 805 606
US - A - 3 813 656
US - A - 3 820 389

73

Patentinhaber: **Bergwerksverband GmbH,**
Franz-Fischer-Weg 61, D-4300 Essen 13 (DE)
Patentinhaber: **SCHWING HYDRAULIK ELEKTRONIK**
GMBH & CO., Dorstener Strasse 428,
D-4690 Herne 2 (DE)

72

Erfinder: **Wallussek, Heinz, Dipl.-Ing., Altestrasse 33,**
D-5804 Herdecke (DE)
Erfinder: **Wiebe, Martin, Dipl.-Ing., Habichtstrasse 7,**
D-4320 Hattingen (DE)

74

Vertreter: **Waxweiler, Jean et al, OFFICE DENNEMEYER**
S.à.r.l. P.O. Box 1502, L-1015 Luxembourg (LU)

EP O 134 467 B1

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

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Zielbohrstange für drehendes Bohrgestänge mit Spülkanal vorzugsweise für den Untertagebetrieb gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Allgemein gesehen ist eine Zielbohrstange ein in den Bohrgestängezug eingebautes Bohrrohr, welches Messwerte aufnimmt und weitergibt, die von Messgeräten und Wächtern in der Zielbohrstange stammen. Die Messwerte geben über den Verlauf der Bohrung, d.h. über etwaige Abweichungen von einer vorgegebenen Bohrlochrichtung Auskunft, während die Wächter Messwerte liefern, welche die Funktionsüberwachung der verschiedenen Einrichtungen einer solchen Zielbohrstange ermöglichen. Insbesondere betrifft die Erfindung Zielbohrstangen, welche mit einer Einrichtung zur Korrektur der Bohrung versehen sind. Eine solche Einrichtung besteht in der Regel aus mehreren, am Aussenrohr schwenkbar gelagerten Steuerleisten, die sich auf den Stössen des Bohrloches abstützen und über hydraulisch beaufschlagbare Zylinder einzeln verstellt werden können, um die Richtung des Bohrgestänges zu korrigieren.

Die Erfindung geht aus von einer vorbekannten Zielbohrstange der letztgenannten Art (DE-A-3 000 239). In das Aussenrohr dieser Zielbohrstange sind zur Steuerung der hydraulisch beaufschlagbaren Verstellzylinder der Steuerleisten meistens mehrere, vorzugsweise zwei Neigungsmesser in rechtwinklig zueinander orientierten senkrechten Messebenen vorgesehen. Deren Messwerte liefern nicht nur die Eingangsgrössen der eingebauten automatischen Steuerleistungsverstellung, sondern werden zu einem am Bohrlochmund angeordneten Steuerstand mit der telemetrischen Einrichtung übertragen. Diese telemetrische Einrichtung arbeitet mit elektrischen Signalen, welche über entweder in einem Schleppkabel oder in den Bohrrohren selbst untergebrachte Leiter übermittelt werden. Die so übermittelten Signale sind ausreichend genau, weil zu ihrer Erzeugung und Übertragung eine von dem Spülstrom unabhängige Stromquelle dient, welche die Signalenergie liefert und den Druckerzeuger antreiben kann, sofern dieser nicht unmittelbar seine Bewegungsenergie von dem drehenden Innenrohr erhält. Obwohl als Stromquelle auch eine Batterie in Frage kommt, handelt es sich vorzugsweise um einen Generator, dessen Läufer von dem drehenden Innenrohr angetrieben wird.

Nachteilig wirkt sich jedoch die für die Übertragung der Signale erforderliche Leiterverbindung aus. Wenn sie im Bohrgestänge untergebracht wird, ist die Herstellung und Aufrechterhaltung einwandfreier Kontaktverbindungen zwischen den Bohrrohren schwierig. Bedient sich die telemetrische Einrichtung eines Schleppkabels, so ist die Verbindung zwar elektrisch einwandfrei, unterliegt aber allen mechanischen und sonstigen Beanspruchungen durch das drehende Bohr-

gestänge, die Bohrlochstösse und die Bohrlochspülung.

Es ist jedoch eine als Schwerstange ausgebildete Zielbohrstange bekannt (DE-A-2 941 102), welche als drehendes Bohrrohr ausgeführt ist. Hierbei dient als telemetrische Einrichtung der durch den Spülkanal verlaufende Spülstrom und ein hydraulischer Wandler, welcher die elektrischen Signale in Druckimpulse der Spülung umsetzt. Der so druckmodulierte Spülstrom kann am Bohrlochausgang vermessen werden, wodurch sich die Druckimpulse von einem Empfänger aufnehmen und zur Weiterleitung in elektrische Grössen umwandeln lassen. Als Wandler für die Druckmodulation des Spülstromes dient in der Schwerstange ein Rohrventil, das den Spülstrom drosselt und mit Hilfe eines eingebauten, in sich geschlossenen hydraulischen Kreises betätigt wird. Die Steuerung des hydraulischen Arbeitsmediums geschieht mit Hilfe eines Magnetventiles, das mit den elektrischen Neigungsdaten beaufschlagt wird.

Eine solche telemetrische Einrichtung setzt eine axiale Anordnung des Rohrventiles, d.h. des Ventilkörpers konzentrisch in einem Spülkanal voraus, der die Spülung hinter der Drosselstelle an dem Rohrventilkörper vorbeileitet. Einerseits ergibt sich hieraus ein räumliches Problem, wenn nämlich das den Spülkanal aufweisende Bohrrohr verhältnismässig dünnwandig ist. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn es sich um das Innenrohr einer Zielbohrstange der eingangs als bekannt vorausgesetzten Art handelt, die ein stehendes Aussenrohr aufweist. Andererseits kann aber bei entsprechend dickwandigen Bohrrohren ein stehendes Aussenrohr nicht verwirklicht werden. Das bedingt die Unterbringung des Stromerzeugers in dem drehenden Bohrrohr und setzt dann für den Antrieb des Generators eine von der Spülung angetriebene Turbine voraus. Diese Turbine verursacht wegen des druckmodulierten Spülstromes und anderer, den Spülstrom beeinflussender Grössen Fehler in der Bildung der elektrischen Signale, die übertragen werden sollen. Im Ergebnis sind die Drucksignale durch einen ungleichmässigen, jedenfalls aber flachen Druckanstieg und -abfall gekennzeichnet, wenn sie mit der bekannten Einrichtung erzeugt und übermittelt werden. Das ist nachteilig, weil dadurch nicht nur das Erkennen der Drucksignale erschwert wird, sondern auch die Signalfrequenz gering bleibt und dadurch die Genauigkeit der auf diese Weise zu übermittelnden Daten beschränkt bleibt.

Grundsätzlich bekannt ist es, in einer Schwerstange im Spülkanal ein Servoventil für den Druckausgleich mit dem statischen Druck anzuordnen, das die gesamten Steueraggregate für die Bewegung des axial angeordneten Kolbens im Innenrohr hat, wobei über den axial angeordneten Kolben eine Verbindung zwischen der zur Bohrkronen und der von der Bohrkronen zurückkommenden Spülflüssigkeit verschliesst. Ein erheblicher Aufwand an dem Innenrohr zugeordneten Bauteilen ist für dieses Servoventil erforder-

lich. Von einer bestimmten Ausbildung von Drucksignalen ist nichts erwähnt. Vielmehr ist auch hier die Genauigkeit der übermittelten Daten mit Sicherheit durch die geschilderte Zusatzeinrichtung in der Schwerstange nicht positiv, sondern wenn, dann eher negativ beeinflusst (WO-A 8 201 257).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Zielbohrstange mit telemetrischer Einrichtung zur Übertragung der Bohrdaten über den im Spülkanal verlaufenden Spülstrom mit Hilfe eines hydraulischen Wandlers Signale mit der erforderlichen Genauigkeit zu erzeugen und zu übermitteln.

Gemäss der Erfindung wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Zweckmässige Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Vorteilhafterweise kann, wie an sich ja bekannt, bei einer derartigen Vorrichtung auf den Einsatz elektrischer Leitungsverbindungen ganz verzichtet werden. Die vorteilhafte Ausbildung der Signale über den erforderlichen Wandler werden dabei durch die Miniaturisierung des Wandlers ermöglicht, der sich dadurch in ganz beschränkten räumlichen Verhältnissen unterbringen lässt. Die Miniaturisierung des Wandlers ist dadurch möglich und damit auch die erforderliche Form der Druckimpulse, dass alle dem Spindelkolben und seiner Kolbenaussparung nachgeordneten Teile und Baugruppen in das Aussenrohr verlegt sind, während durch die Anordnung und Ausbildung des Spindelkolbens nun Druckimpulse erzeugt werden können, die im wesentlichen rechteckförmig sind, d.h. einen steilen Druckanstieg und -abfall aufweisen. Sie ermöglichen die Aufnahme des Druckimpulses zwischen diesen beiden Ästen des Drucksignals und dadurch eine hohe Signalfrequenz, mit der sich entsprechend viele präzise und unterschiedliche Daten übermitteln lassen.

Die Erfindung hat daher vor allem den Vorteil, dass ausser den von den Neigungsmessern gelieferten Signalen auch eine Vielzahl von weiteren Daten der Zielbohrstange nach aussen übertragen werden kann. Dabei lassen sich die dazu erforderlichen Messgeräte und Wächter in dem stehenden und daher verhältnismässig weniger mechanisch belasteten Aussenrohr unterbringen und lediglich die von ihnen gelieferten Signale nach Wandlung in hydraulische Impulse für den Spindelkolben auf den Spülstrom übertragen. Man kann damit nicht nur die einwandfreie Steuerung der Zielbohrstange nach dem vorgegebenen Bohrlochverlauf, sondern auch die Funktionstüchtigkeit der hierfür benötigten hydraulischen und elektrischen Einrichtungen mit geeigneten Geräten und Wächtern überwachen.

Vorzugsweise und gemäss einem weiteren Merkmal der Erfindung lagert man den Spindelkolben ein- oder beidseitig und beaufschlagt ihn mit dem hydraulischen Arbeitsmedium nach elektrischen Signalen gemäss dem Merkmal des Anspruches 2. Bei geringen Bohrlochdurchmessern mit entsprechend schwachem Innenrohr der Zielbohrstange bei ausreichend bemessenem

Spülkanal bevorzugt man die doppelseitige Lagerung des Spindelkolbens, der sich dann in seiner Aussparung beiderseits des Spülkanals abstützt.

Insbesondere für die letztgenannte Ausführungsart der Erfindung empfiehlt sich die Weiterbildung nach Anspruch 3. Sie ermöglicht einen konstruktiv einfachen Aufbau des Innenrohrs und eine entsprechend vereinfachte Fertigung, bei der die Spindelkolbenaussparung lediglich gebohrt und die Verbindungen zu dem Wegeventil im wesentlichen mit Nuten geschaffen werden können, die sich relativ einfach über Ringdichtungen abdichten und durch Räumen oder Fräsen anbringen lassen.

Eine vom Spülstrom unabhängige Erzeugung von Druckimpulsen wird dadurch gesichert, dass gemäss einer Ausbildung der Erfindung der Impulskolben im drehenden Innenrohr doppelt gelagert und quer zur Bohrrichtung angeordnet ist. Er wird von der Hydraulikpumpe aus, die im nicht drehenden Aussenrohr angeordnet ist, zwischen zwei Wellendichtungen versorgt und so im drehenden Innenrohr den Spülkanal mehr oder weniger einengend hin- und herbewegt.

Eine einwandfreie und gesicherte Versorgung des Impulskolbens ist erreicht, da erfindungsgemäss im Bereich des Impulskolbens zwischen drehendem Innenrohr und nicht rotierendem Aussenrohr eine Drehdurchführung vorgesehen ist.

Die vom Spülstrom unabhängige Energieversorgung ist insbesondere zu erreichen, indem dem nicht rotierenden Aussenrohr ein als Langsamläufer ausgebildeter, vom Innenrohr antreibbarer Bohrstangengenerator zugeordnet ist.

Zur Sicherung der Hydraulikpumpe ist dieser nach einer weiteren Ausführung der Erfindung ein Druckbegrenzungsventil zugeordnet. Überschüssiges Druckmedium wird über das Druckbegrenzungsventil in den Hydrauliktank abgeleitet.

Eine den ermittelten Messwerten genau entsprechende Steuerung des Impulskolbens wird erreicht, indem in der Hydraulikleitung zwischen Hydraulikpumpe und Impulskolben ein über die elektronische Steuerung schaltbares Magnetventil angesteuert ist. Über dieses Magnetventil kann der jeweilige Impuls genau dem ermittelten Masswert entsprechend gestaltet werden.

Zweckmässig ist es, als Messwertaufnehmer sowohl Neigungsmesser als auch Richtungsgeber, Temperatur-, Druck- und Spannungsrichter zu verwenden, die gruppenweise oder einzeln an unterschiedlichen Stellen des Aussen- und/oder Innenrohres angeordnet sind. Mit derartigen Messwertaufnehmern können alle wichtigen und gleichzeitig zur Beurteilung des Zustandes der Zielbohrstange und der Bohrkronen interessanten Daten ermittelt und zum Bohrstand weitergeleitet werden.

Um eine genaue Rückübertragung bzw. Decodierung zu ermöglichen, ist die am Bohrstand angeordnete Auswerteeinheit ein Differenzdruckaufnehmer, der mit einem Anzeigegerät gekoppelt ist. Die Druckimpulse können damit sofort

am Anzeigegerät abgelesen und gegebenenfalls gespeichert sowie ausgewertet werden.

Alle für die verschiedenen Aggregate in der Zielbohrstange benötigten Versorgungsenergien stehen zur Verfügung, wenn – wie erfindungsgemäss vorgesehen ist – der Bohrstangengenerator mit einem Gleichrichter sowie Spannungsregler und Spannungswandler ausgerüstet ist und die elektronische Steuerung mit zugeordnetem Sender energiemässig versorgt wird.

Um sicher zu sein, dass die vom Sender abgegebenen Impulse vom Empfänger auch richtig aufgenommen und verarbeitet werden, ist es von Vorteil, dass der Empfänger des Differenzdruckaufnehmers und der Sender der elektronischen Steuerung synchronisiert und so geschaltet sind, dass die Überprüfung der Synchronisierung vor jeder Messreihe erfolgt. Jeder Impulsfolge sind somit ein oder zwei Synchronimpulse vorgeschaltet, die eine Aufnahme nur bei einwandfreier Synchronisierung erlauben.

Auch horizontale und geneigte Zielbohrungen können ohne weiteres mit einer derartigen Vorrichtung ausgerüstet werden, wobei dies insbesondere der Fall ist, wenn als Neigungsmesser ein elektronisch gestützter Beschleunigungsaufnehmer und als Richtungsgeber ein magnetisch austariertes Magnetometer dient. Derartige Einrichtungen sind gegen Mitdrehen während des Bohrens unempfindlich und sichern eine genaue Ermittlung und Übertragung der benötigten Messwerte.

Bei flözgeführten Zielbohrungen ist es zweckmässig, dem Aussenrohr ein oder mehrere Gamma-Strahlen-Sensoren zuzuordnen, über die ein Abtasten des Hangenden und des Liegenden einwandfrei möglich ist.

Der technische Fortschritt der vorliegenden Erfindung ist wesentlich, weil sowohl eine wesentliche genauere Übertragung von Messwerten zum Bohrstand möglich ist als auch gleichzeitig eine genaue Überwachung des weit im Bohrloch befindlichen Gestänges bzw. der Zielbohrstange und der Bohrkronen erreicht wird. Aufgrund der genauen kontinuierlichen Überwachung sind zusätzliche und nachträgliche Kontrollmessungen überflüssig, was zu einer wesentlichen Vereinfachung des gesamten Bohrvorganges führt. Aufgrund der genauen kontinuierlichen Messwertübertragung und -erfassung kann der Bohrlochverlauf kontinuierlich überprüft und reguliert werden, was zu erheblichen bohrtechnischen Vorteilen führt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Zielbohrstange mit Bohrkronen, teilweise im Längsschnitt,

Fig. 2 einen Querschnitt einer Zielbohrstange,

Fig. 3 einen Längsschnitt einer Zielbohrstange,

Fig. 4 eine vereinfachte Gesamtdarstellung einer Vorrichtung mit den dem Bohrstand zugeordneten Teilen,

Fig. 5 ein Druckimpulsdiagramm in vereinfachter Darstellung,

Fig. 6 die für den Impulskolben notwendige Steuerung,

5 Fig. 7 eine andere Ausführung der Steuerung,

Fig. 8 einen einseitig gelagerten Impulskolben und

10 Fig. 9 in der Fig. 2 entsprechender Darstellung eine abgeänderte Ausführungsform des Spindelkolbens.

Bohrlochseitig endet das nur mit zwei Bohrrohren 40 und 41 in Fig. 4 dargestellte drehende Bohrgestänge, das aus mehreren miteinander verschraubten Bohrrohren besteht, durch die der vorlaufende Strom der Bohrtrübe gefasst ist, an einer Zielbohrstange, welche unmittelbar hinter dem Bohrwerkzeug 1 angeordnet ist, welches mit dem Bohrgestänge angetrieben wird. Die Zielbohrstange überträgt die Drehbewegung über ihr Innenrohr 4 auf das Bohrwerkzeug 1. Das Innenrohr 4 umschliesst einen Spülkanal 3, der den vorlaufenden Strom der Bohrtrübe weiterleitet. Das Innenrohr ist konzentrisch in einem Aussenrohr 5 angeordnet und in diesem drehbeweglich bei 9 gelagert. Das Aussenrohr weist aussen schwenkbar gelagerte Steuerleisten 7 auf, die sich auf den Bohrlochstössen abstützen, so dass das Aussenrohr bei Drehung des Bohrgestänges festgehalten wird. Deswegen ergibt sich eine Relativdrehung des Innenrohres 4 im Aussenrohr 5.

Das Aussenrohr dient zur Aufnahme der im einzelnen nicht dargestellten Arbeitszylinder für die Steuerleisten 7, die zur ihrer Betätigung dienende hydraulische Einrichtung sowie einer Vielzahl von Messgeräten und Wächtern, die bei 17 und 18 in den Figuren dargestellt sind. Zu den Messgeräten gehören u.a. Neigungsmesser, welche die Richtung des allgemein mit 27 bezeichneten Bohrloches überwachen und die Regelgrößen einer elektrischen Regeleinrichtung liefern, welche automatisch die Steuerleisten verstellt und dadurch die Einhaltung der geplanten Bohrrichtung gewährleistet. Eine in das Aussenrohr eingebaute Pumpe 10 erzeugt den hydraulischen Betriebsdruck. Sie kann entweder unmittelbar von dem drehenden Innenrohr 4 oder elektrisch von einem Generator 8 angetrieben werden. Der Rotor des Generators 8 weist ein Ritzel 15 auf, das mit einer Verzahnung des Innenrohres 4 kämmt, so dass der Generator seinerseits von dem Innenrohr 4 angetrieben wird. Auf diese Weise ist der Betrieb der hydraulischen Einrichtung sowie die Energie für die Messwerte und ihre Übertragung auf die hydraulische Einrichtung von der lebendigen Energie des Spülstromes unabhängig.

Der Generator 8 dient deswegen auch dazu, die Energie für die Signale der Messgeräte und Wächter sowie zur Steuerung eines 3/2-Magnetwegeventiles 11 zu liefern, welches das hydraulische Arbeitsmedium eines allgemein mit 24 bezeichneten Spindelkolbens steuert. Die Pumpe 10 ist über ein Druckbegrenzungsventil 12 in der Ringleitung 13 zum Tank 14 abgesichert, aus dem

sie sich mit Druckmedium versorgt. Das Magnetventil erhält seine Steuerströme aus einer elektronischen Steuerung 16. Diese nimmt die Signale aus den Messgeräten bzw. Wächtern 17, 18 auf. Neben der Wiedergabe der von den erwähnten Neigungsmessern kommenden Regelgrößen der automatischen Steuerleistungsverstellung handelt es sich um Signale, mit denen der Zustand ausgewählter Einrichtungen des Aussenrohres überwacht wird. Auf diese Weise lassen sich Informationen nicht nur über den Richtungsverlauf der Bohrung, sondern auch über den technischen Zustand der Zielbohrstange 2 gewinnen. Im einzelnen kann es sich um Messdaten handeln, die rechtzeitig den Verschleiss, sich ankündigenden Ausfall des hydraulischen Systems oder der elektrischen bzw. elektronischen Steuerelemente melden. Die entsprechende Verstellung des Magnetventiles 11 sorgt für eine ausgewählte Druckbeaufschlagung des Spindelkolbens.

Dieser Spindelkolben ist nach der Ausführungsform in den Fig. 2, 3 und 6 ein Doppelkolben, dessen Einzelheiten anhand der Darstellung der Fig. 2 und 3 näher erläutert werden. Demnach sitzt der Spindelkolben in einer Aussparung 44, welche auf dem grösseren Teil ihrer Länge gleichen Durchmesser hat und das Innenrohr 4 sowie den Spülkanal 3 durchsetzt (Fig. 2). Während der Stirnkolben 45, der mit einem O-Ring 46 in der einen Hälfte 47 der Spindelkolbenaussparung 44 abgedichtet ist, unmittelbar aus einer Leitung 21b beaufschlagt wird, ist der durch den Schaft 48 abgesetzte Kurzkolben 49 in einer Hälfte 50 der Spindelkolbenaussparung 44 gelagert und mit einem O-Ring 51 in dieser abgedichtet. Die Aussparung reicht bis zu einem Ringsitz 52 für eine Schraubenfeder 26. Eine axiale Querbohrung 53 bildet eine hydraulische Verbindung nach aussen. Die Schraubenfeder 26 stützt sich unter dem Hemd 54 des Kurzkolbens 49 und auf einem vom Boden des Kurzkolbens 49 ausgehenden Zapfen 55 ab, welcher aus dem Kolbenhemd 54 vorsteht. Der Spindelschaft 48 durchquert den Spülkanal 3 ständig, d.h. den Kolbendurchmesser wesentlich unterschreitenden Spindelschaftes dadurch nur geringfügig gedrosselt wird.

Davon unterscheidet sich die Ausführungsform des Spindelkolbens 24' nach Fig. 8. Hierbei ist die Aussparung 44 zwar mit einem Abschnitt für den Stirnkolben 45 vorhanden, der volle Durchmesser endet jedoch vor dem Spülkanal 3 an der Ringschulter 52, die den Sitz der Schraubenfeder 26 bildet und setzt sich mit geringem Durchmesser in der Hälfte 50 fort, die aber stark verkürzt ist, um das freie Ende 56 des Spindelschaftes 48 aufzunehmen, der den Spülkanal nicht ständig, sondern lediglich bei Druckbeaufschlagung der Kolbenstirnseite 57 durchquert, wenn die Kraft der Schraubenfeder 26 überwunden wird.

Anhand der Ausführungsform nach Fig. 3 ist die Fortleitung des hydraulischen Arbeitsmediums für die Betätigung des Spindelkolbens 24 von dem stehenden Aussenrohr 5 auf das dre-

hende Innenrohr 4 in die Aussparung des Spindelkolbens wiedergegeben, welcher allgemein mit 24 bezeichnet ist. Danach sitzt vor den bohrwerkzeugseitigen Lagerpaaren 58 und 59 des Aussenrohres eine Hülse 60 auf dem Innenrohr, welche damit einem Stift 61 mit dem Innenrohr drehfest verspermt ist und auf ihrer Aussenseite je eine Ringnut 62, 63 für die Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung des Spindelkolbens 24 trägt. Die beiden Ringnuten 62, 63 sind aussen durch Ringdichtungen 64, 65, 66 und innen durch Ringdichtungen 67, 68, 69 gegeneinander und nach aussen hydraulisch abgedichtet. Mit Hilfe von Radialbohrungen 70 und 71 sind sie an die Kanäle in dem Aussenrohr angeschlossen, die die Vor- und Rückleitungen 13, 19 und 20 für das hydraulische Arbeitsmedium bilden.

Wenn das Magnetventil 11 angesteuert und der entsprechende Kanal 21a bzw. 21b beaufschlagt bzw. entlastet werden, wird das Druckmedium entweder vor die Stirnseite 22 des Spindelkolbens geführt und aus dem Raum hinter der Stirnseite 23 des Kurzkolbens 49 verdrängt, so dass der Spindelkolben augenblicklich ausgelenkt wird bzw. erfolgt die Beaufschlagung umgekehrt, wodurch der Spindelkolben augenblicklich in seine Ausgangsstellung zurückgeführt wird.

Bei Auslenkung des Spindelkolbens 24 wird der Spülstrom durch den Spülkanal augenblicklich mit Hilfe des vorschnellenden Stirnkolbens 45 stark gedrosselt oder kurzzeitig ganz abgesperrt. Dadurch entsteht ein steiler Druckanstieg im Spülkanal, der nach Umschaltung des Magnetventiles 11 zu einem ebenfalls steilen Druckabfall führt, weil die Feder 26 den Kolben augenblicklich in seine Ausgangslage zurückführt. Es ergeben sich hieraus rechteckförmige Druckimpulse, die bei 35 in Fig. 5 wiedergegeben sind. Die über diesen Impulsen eingezeichneten Doppelpfeile geben die Impulsdauer wieder, die durch den Druckanstieg und Druckabfall bis zum folgenden Druckimpuls gegeben ist. Diese Impulsdauer identifiziert einen Messwert und ein Messsignal. Sie wird von einem Wandler 29 aufgenommen und in einen Spannungswert umgesetzt.

Die unter der mit 35 in Fig. 5 wiedergegebene weitere Impulsfolge 36 mit ihrer ebenfalls durch Doppelpfeile wiedergegebenen Impulsdauer identifiziert ein anderes Messsignal, so dass der Spindelkolben über das Wegeventil 11 infolge der mit Magnetventilen dieser Art erreichbaren hohen Schaltfrequenz tatsächlich eine Vielzahl von Messwerten in einwandfrei unterscheidbaren Drucksignalen aufnehmen und den Spülstrom aufprägen kann. Der als Differenzdruckaufnehmer 29 ausgebildete Wandler kann daher diese Drucksignale in elektrische Signale umsetzen, die sich identifizieren lassen.

Beispielsweise ist in Fig. 4 der Steuerstand 28 mit dem als Differenzdruckaufnehmer 29 ausgebildeten Wandler versehen, der ein Anzeigergerät 30 und gegebenenfalls gleichzeitig auch ein Schreibgerät 31 betätigt. Der Wandler 29 ist in der Bohrtrübezuführung 33 zum Spülkanal unter-

gebracht. Das Anzeigegerät kann auch entfernt vom Steuerstand 28, gegebenenfalls auch Übertrage angeordnet werden, da der Wandler 29 ausgangsseitig Stromimpulse liefert.

Am Beispiel der Fig. 3 kann eine mögliche Dimensionierung für eine Untertage eingesetzte Zielbohrstange für ein Bohrlochdurchmesser 8½" angegeben werden, die nachstehend beschrieben wird: Der Generator 8 ist ein Langsamläufer von 60 U/min und liefert trotz der geringen Umdrehungszahl eine Wechselspannung von 3~ von 24 Volt bei einer erforderlichen Leistung von rd. 40 Watt. Anstelle eines Wechselstromgenerators 8 lassen sich auch zwei Gleichstrommotoren verwenden.

Die Elektronik hat einen Leistungsteil, der einen Gleichrichter umfasst, welcher den Drehstrom in Gleichstrom umwandelt und daneben einen Spannungsregler für die Einhaltung der 24-Volt-Spannung aufweist. Ein Spannungswandler DC-DC sorgt für $\pm 12\text{ V}$ für das Messen um einen Nullpunkt. Neben der Leistungselektronik ist eine Steuerelektronik vorhanden. Sie besteht aus einem Frequenzgenerator zur Speisung der Richtungsmesswertgeber, einem Gleichrichter, der die Richtungsmesswertsignale richtet, einem Soll-Ist-Wertvergleicher (Fenster) für die eingangs beschriebene Regelung und eine Ansteuerung der Magnetventile, die den Ölfluss auf die Steuerkolben der Steuerleistenbetätigung freigeben.

Neben der beschriebenen Leistungs- und Steuerelektronik ist eine Senderelektronik zur Aufnahme und Weitergabe von Messwerten bzw. Signalen vorgesehen, welche von Wächtern kommen. Im einzelnen handelt es sich um die Weitergabe der Signale aus den zwei Neigungsmessgeräten für z.B. vertikale Bohrungen, welche über eine Steuerspannung von $\pm 5\text{ V}$ übermittelt werden. Daneben kann die Temperatur z.B. des hydraulischen Mediums an zwei Stellen überwacht werden, was durch ein Spannungssignal von 0 bis 5 V erfolgt. Ferner lässt sich der Hydrauliktankdruck von 0 bis 5 bar mit einem Spannungssignal von 0 bis 5 V wiedergeben. Der hydraulische Systemdruck von 0 bis 100 bar, der auf diesen Wert begrenzt ist, wird ebenfalls mit einer Spannung von 0 bis 5 V= angezeigt, während der Hydraulikdruck im Messwertübertragungssystem von 0 bis 60 bar (Spindelkolben) auf diesen Wert begrenzt ist und mit 0 bis 5 V= übertragen wird. Schliesslich lässt sich die Generatorspannung von 18 bis 38 V auf diese Weise überwachen.

Für die beschriebenen acht Überwachungssysteme, die im Bedarfsfall auch vermehrt oder vermindert werden könnten, benötigt man mithin acht Kanäle für die Übermittlung der Messdaten nach Art der Darstellung bei 35 und 36 in Fig. 5. In der Senderelektronik 16, die den eigentlichen Sender umfasst, müssen daher die acht Messwerte als Spannungswerte $\pm 5\text{ V}$ bzw. 0 bis 5 V aufgenommen und die Spannungs-Zeitung der Messwerte vorgenommen werden. Dar- aus muss die Senderelektronik Impulse bilden,

wobei die Impulsdauer, d.h. der Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Impulsen den Spannungswert eines Messwertkanals entspricht (8 Kanäle \rightarrow 9 Impulse). In der Senderelektronik werden die Messwerte am Eingang zyklisch abgefragt und für die 8 Kanäle \rightarrow 9 Impulse seriell auf einen Ausgangstransistor ausgegeben, der das Magnetventil 11 für den Spindelkolben in entsprechendem Zeittakt (9 Impulse) betätigt. Durch diese Betätigung des Impulskolbens werden der Spültrübesäule im Bohrgestänge die Druckimpulse aufmoduliert, die von dem Differenzdruckaufnehmer 29 am Bohrstand ausserhalb des Bohrloches empfangen werden. Bei einer Empfindlichkeit des Differenzdruckaufnehmers von 0 bis 100 mbar und bei einer Spannungsversorgung von 10 bis 40 V kann man ausgangsseitig Stromimpulse von 0 bis 20 mA erhalten. Diese lassen sich über ein zweiadriges Kabel von dem Wandler 29 unabhängig von der Leitungslänge weiterleiten.

Empfängerseitig können acht Kanäle mit einer Spannungsversorgung von 24 V vorgesehen sein. Im Empfänger werden die fernübertragenen Stromimpulse in Spannungsimpulse umgesetzt und seriell aufgenommen. Der Empfänger wertet die Zeitabstände zwischen den Impulsen aus und setzt diese in Spannungswerte um. Die Spannungswerte entsprechen den vom Sender aufgenommenen Messwerten. Die Ausgabe erfolgt parallel auf acht Digitalanzeigen.

Zur Erkennung der vom Sender abgegebenen Impulse durch den Empfänger werden zusätzlich vor jeder Messreihe (neun Impulse) zwei Synchronimpulse erzeugt. Der Zeitabstand dieser Synchronimpulse ist stets der gleiche. Dadurch werden Sender und Empfänger synchronisiert. Erst nach einwandfreiem Empfang dieser Synchronimpulse durch den Empfänger werden die Messimpulse aufgenommen. Dadurch lassen sich Übertragungsfehler ausschalten.

Die Übertragungsgenauigkeit beträgt bei $\pm 5\text{ V} \rightarrow 156\text{ mV} \triangleq$ ca. 1,5%. Das bedeutet für die Neigung bei einem Messbereich von $\pm 1^\circ$ einen Übertragungsfehler von ± 1 Bogenminute, was der Messgenauigkeit der bislang eingesetzten und bekannten Neigungsgeber entspricht.

Gemäss der in Fig. 9 gezeichneten Ausführungsform ist der Durchmesser der Aussparung 44 für den Spindelkolben grösser als der Durchmesser des Spülkanals 3, der in der Projektion der Aussparung angeordnet ist. Der Spindelkolben hat eine Aussparung 72, welche den gleichen Umriss und Querschnitt wie der Spülkanal hat. Eine Nute 73 in der Wand der Aussparung 44 wirkt mit einem Nocken 74 am Kolben 24 zusammen, so dass der Kolben auf seiner gesamten Wegstrecke um seine Längsachse festgelegt ist und die Neutralstellung des Kolbens mit dem Spülkanal fluchtet. Infolgedessen beschränkt sich bei dieser Ausführungsform der Erfindung der Spindelschaft 48 auf den Restquerschnitt des Spindelkolbens im Bereich seiner Aussparung 72 und liegt demzufolge ausserhalb des Spülkanalquerschnittes. Auf diese Weise bleibt der Spülka-

nalquerschnitt in der Neutralstellung des Kolbens uneingeschränkt.

Patentansprüche

1. Zielbohrstange für drehendes Bohrgestänge (40, 41) mit Spülkanal (37), vorzugsweise für den Untertagebetrieb, bei der ein von dem Bohrgestänge (40, 41) angetriebenes Innenrohr (4) konzentrisch im stehenden Aussenrohr (5) angeordnet ist, welches für einen in der Zielbohrstange untergebrachten hydraulischen Steuerkreis einen Druckerzeuger (10) aufweist, dessen beweglicher Teil von dem Innenrohr (4) gebildet oder von einem Elektromotor angetrieben ist, dessen Antrieb von dem Innenrohr (4) abgeleitet ist, wobei Messwerte von im Aussenrohr (5) untergebrachten Messgeräten mit einer telemetrischen Einrichtung in Form des durch den Spülkanal (3) verlaufenden Spülstroms und eines hydraulischen Wandlers aus dem Bohrloch auf den Steuerstand übermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Wandler einen Spindelkolben (24) aufweist, für den eine das innere Rohr (4) und den Spülkanal (37) radial durchsetzende Aussparung (44) vorgesehen ist, und der mit mindestens einem Kolben (45, 49) an einer Seite oder beiderseits des Spülkanals (3) in der Kolbenaussparung (44) geführt und abgedichtet ist und mit einem Schaft (48) den Spülkanal (3) durchquert und ein- oder beidseitig mit dem Medium des hydraulischen Steuerkreises beaufschlagt ist, wobei alle dem Spindelkolben (24) nachgeordneten Teile und Baugruppen im Aussenrohr (5) untergebracht sind.

2. Zielbohrstange nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spindelkolben (24) einseitig auf einer Feder (26) abgestützt ist, die sich auf der Unterseite eines Kolbens (45), der Kolbenaussparung (44) und auf dem den Spülkanal (37) durchquerenden Spindelschaft (48) oder einem coaxialen Kolbenzapfen (55) auf der dem Spindelschaft (48) gegenüberliegenden Kolbenseite (49) abstützt, wobei der der Feder (26) zugewandte und die ihr gegenüberliegende Spindelkolbenstirnfläche mit einem 2/3-Wegmagnetventil beaufschlagbar ist.

3. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolbenaussparung (44) von einer mitdrehenden Hülse (60) abgedeckt ist, welche auf ihre Aussenseite gegeneinander und gegen den Innenmantel des Aussenrohres abgedichtete Ringnuten (62, 63) aufweist, die über Querbohrungen (70, 71) in der Hülse (60) mit der Kolbenaussparung (44) und Querbohrungen in dem Aussenrohr mit einem Wegeventil (11) verbunden sind.

4. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Messwertaufnehmer (17, 18) sowohl Neigungsmesser (17) als auch Richtungsgeber (18), Temperatur-, Druck- und Spannungsmesser dienen, die gruppenweise oder einzeln an unterschiedlichen Stellen des Aussen- (5) oder Innenrohres (4) angeordnet sind.

5. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die am Bohrstand (28) angeordnete Auswerteeinheit ein Differenzdruckaufnehmer (29) ist, der mit einem Anzeigegerät (30) gekoppelt ist.

6. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrstangengenerator (8) mit einem Gleichrichter sowie Spannungsregler und Spannungswandler ausgerüstet ist und die elektronische Steuerung (16) mit zugeordnetem Sender energiemässig versorgt.

7. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger des Differenzdruckaufnehmers (29) und der Sender der elektronischen Steuerung (16) synchronisiert und so geschaltet sind, dass die Überprüfung der Synchronisierung vor dieser Messreihe erfolgt.

8. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Neigungsmesser (17) mindestens ein elektronisch gestützter Beschleunigungsaufnehmer und als Richtungsgeber (18) wenigstens ein magnetisch austarierter Magnetometer dient.

9. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass dem Aussenrohr (5) ein oder mehrere Gamma-Strahlensensoren zugeordnet sind.

10. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der dem Spülkanal (3) zugeordnete Schaft (48) des Spindelkolbens (24) ausserhalb des Spülkanalquerschnittes angeordnet ist.

Claims

1. Directional drill rod for rotating drill pipe (40, 41) with flushing passage (3), preferably for underground operation, in which an inner tube (4) driven by the drill pipe (40, 41) is disposed concentrically in the stationary outer tube (5) which comprises for a hydraulic control circuit accommodated in the directional drill rod a pressure generator (10) whose movable member is formed by the inner tube (4) or driven by an electric motor whose drive is derived from the inner tube (4), measured values from measuring devices accommodated in the outer tube (5) being transmitted out of the drill hole to the control stand by means of a telemetrical means in form of the flushing stream passing through the flushing passage (3) and a hydraulic transducer, characterized in that the transducer comprises a spindle piston (24) for which a cutout (44) passing radially through the inner tube (4) and the flushing passage (3) is provided and which is guided with at least one piston (45, 49) at one side or both sides of the flushing passage (3) in the piston cutout (44) and sealed and which traverses the flushing passage (3) with a shank (48) and is subjected on one or both sides to the medium of the hydraulic control circuit, all the components and assemblies following the spindle piston (24) being accommodated in the outer tube (5). 2. Directional

drill rod according to claim 1, characterized in that the spindle piston (24) bears on one side on a spring (26) which bears on the lower side of a piston (45), the piston cutout (44) and on the spindle shank (48) traversing the flushing passage (3) or a coaxial piston pin (55) on the piston side (9) opposite the spindle shank (48), the spindle piston end face facing the spring (26) and the end face opposite the latter being influenceable with a 2/3-way solenoid valve.

3. Directional drill rod according to claim 1 or 2, characterized in that the piston cutout (44) is covered by a co-rotating sleeve (60) which comprises at its outer side annular grooves (62, 63) which are sealed with respect to each other and with respect to the inner surface of the outer tube and which are connected via transverse bores (70, 71) in the sleeve (60) to the piston cutout (44) and transverse bores in the outer tube to a directional control valve (11).

4. Directional drill rod according to any one of claims 1 to 3, characterized in that as measurement transducers (17, 18) both inclination meters (17) as well as direction pickups (18), temperature, pressure and stress meters are used, which are arranged in groups or individually at various points of the outer tube (5) or inner tube (4).

5. Directional drill rod according to any one of claims 1 to 4, characterized in that the evaluation unit disposed on the drilling platform (28) is a differential pressure pickup (29) which is coupled to a display device (30).

6. Directional drill rod according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the drill rod generator (8) is equipped with a rectifier as well as a voltage regulator and voltage transformer and supplies the electronic control (16) and associated transmitter with power.

7. Directional drill rod according to any one of claims 1 to 6, characterized in that the receiver of the differential pressure pickup (29) and the transmitter of the electronic control (16) are synchronized and connected such that the checking of the synchronization takes place before this measurement series.

8. Directional drill rod according to any one of claims 1 to 7, characterized in that at least one electronically supported acceleration pickup is employed as inclination meter (17) and at least one magnetically calibrated magnetometer as directional pickup (18).

9. Directional drill rod according to any one of claims 1 to 8, characterized in that one or more gamma ray sensors are associated with the outer tube (5).

10. Directional drill rod according to any one of claims 1 to 9, characterized in that the shank (48) of the spindle piston (24) associated with the flushing passage (3) is disposed outside the flushing passage cross-section.

Revendications

1. Tige de forage dirigé pour ensembles de tiges rotatives de forage (40, 41) comportant un

canal de purge (3), de préférence pour exploitation au fond, dans laquelle un tube intérieur (4) entraîné par les tiges de forage (40, 41) est disposé concentriquement dans le tube extérieur vertical (5), lequel comporte un générateur de pression (10) d'un système hydraulique de commande incorporé dans la tige de forage, l'organe mobile du générateur de pression étant constitué par le tube intérieur (4) ou entraîné par un moteur électrique, dont la commande est dérivée du tube intérieur 4, des valeurs mesurées par des appareils de mesure installés dans le tube extérieur (5) étant transmises entre le trou de forage et le poste de commande, par l'intermédiaire d'un dispositif télémétrique constitué par le courant de purge circulant dans le canal de purge (3) et par un transducteur hydraulique, caractérisée en ce que le transducteur comprend un dispositif à piston cylindrique (24), pour lequel il est prévu un évidement (44) qui traverse radialement le tube intérieur (4) et le canal de purge (3), ce dispositif étant guidé hermétiquement par au moins un élément de piston (45, 49) sur un côté ou sur les deux côtés du canal de purge (37) dans l'évidement pour piston (44), le dispositif à piston (24) traversant également avec une tige de piston (48) ledit canal de purge (37) et étant actionné sur un côté ou sur les deux côtés par le fluide du système de commande.

Tous les organes et ensembles situés en aval du dispositif à piston cylindrique (24) étant réunis dans le tube extérieur (5).

2. Tige de forage guidé selon la revendication 1, caractérisée par le fait que le dispositif à piston cylindrique (24) prend appui à une extrémité contre un ressort (26) qui porte contre la face intérieure d'un élément de piston (45), contre le fond de l'évidement (44) et contre soit la tige de piston (48) qui traverse le canal de purge (3), soit un tenon coaxial (55) qui fait saillie sur la face (49) disposée en regard de la tige de piston (48), les surfaces perpendiculaires des éléments de piston cylindrique qui sont respectivement en face du ressort et à l'opposé de ce ressort pouvant être actionnées par une électrovalve à 2 ou 3 voies.

3. Tige de forage guidé selon l'une ou l'autre des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que l'évidement (44) pour piston est recouvert par un manchon (60) qui tourne solidairement avec cet évidement, ce manchon étant pourvu sur sa face extérieure de gorges annulaires (62, 63) isolées hermétiquement entre elles et par rapport à la surface interne du tube extérieur, ces gorges étant reliées par des passages transversaux (70, 71) pratiqués dans le manchon (60) à l'évidement (44) pour le dispositif à piston, et par des passages transversaux pratiqués dans le tube extérieur à un distributeur (11).

4. Tige de forage guidé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les transducteurs (17, 18) assurent les fonctions d'inclinomètre (17) et d'indicateur de direction (18), ou d'indicateur de température, de pression et de tension, lesquels sont disposés par groupes

ou séparément en différents points du tube extérieur (5) ou du tube intérieur (4).

5. Tige de forage guidé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'unité d'exploitation des données, disposée au lieu de forage (28), est constituée par un capteur de pression différentielle (29) relié à un instrument indicateur (30).

6. Tige de forage guidé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le générateur (8) incorporé à la tige de forage est pourvu d'un redresseur de courant, d'un régulateur de tension et d'un transformateur de tension, et alimente en énergie la commande électronique (16) et l'émetteur y associé.

7. Tige de forage guidé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le récepteur du capteur de pression différentielle

(29) et l'émetteur de la commande électronique (16) sont synchronisés et branchés de telle sorte que le contrôle de la synchronisation s'effectue avant cette série de mesures.

8. Tige de forage guidé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que l'inclinomètre (17) est constitué par au moins un accéléromètre électroniquement assisté et que l'indicateur de direction (18) est constitué par au moins un magnétomètre à tarage magnétique.

9. Tige de forage guidé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le tube extérieur (5) est équipé d'un ou plusieurs capteurs de rayons gamma.

10. Tige de forage guidé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'axe (48) du piston cylindrique (24) qui est associé au canal de purge (3) est disposé en dehors de la section transversale du canal de purge.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

9

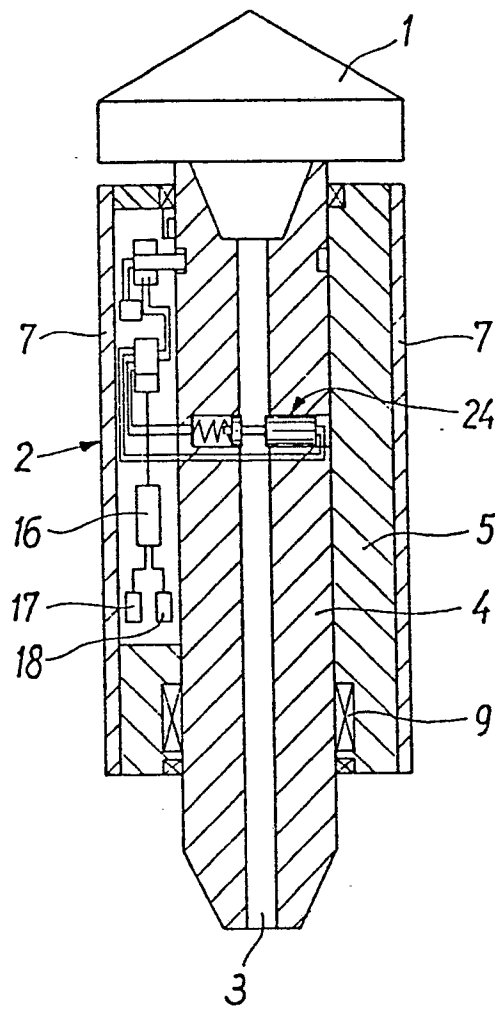


FIG.1

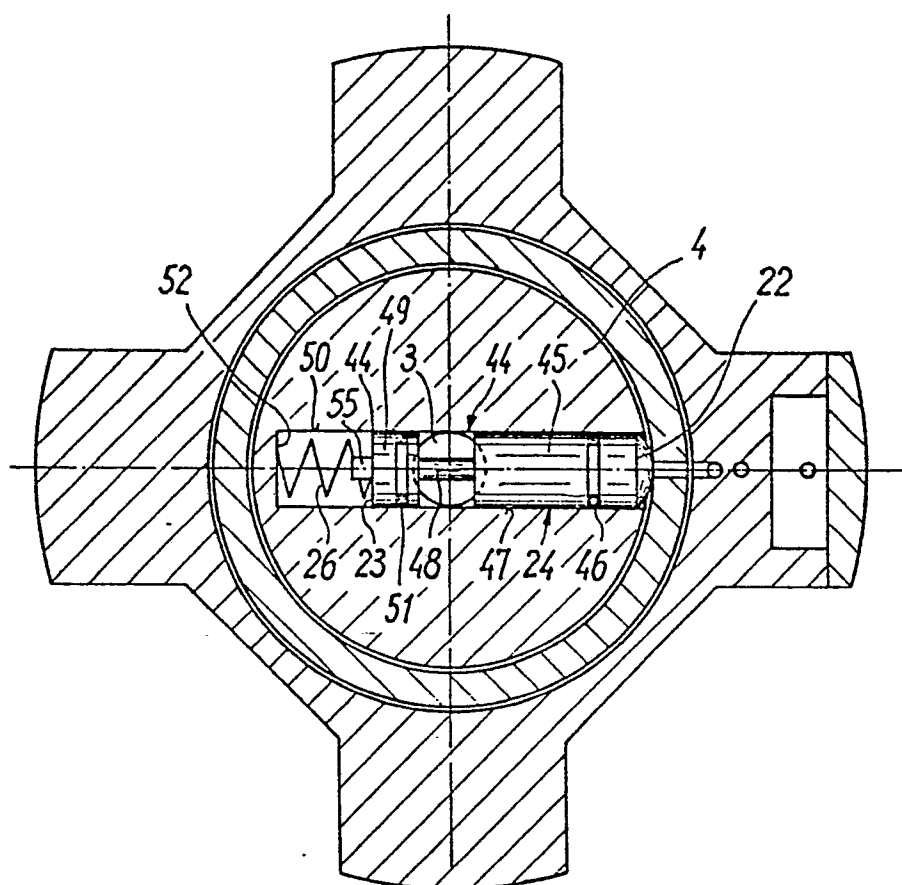


FIG. 2

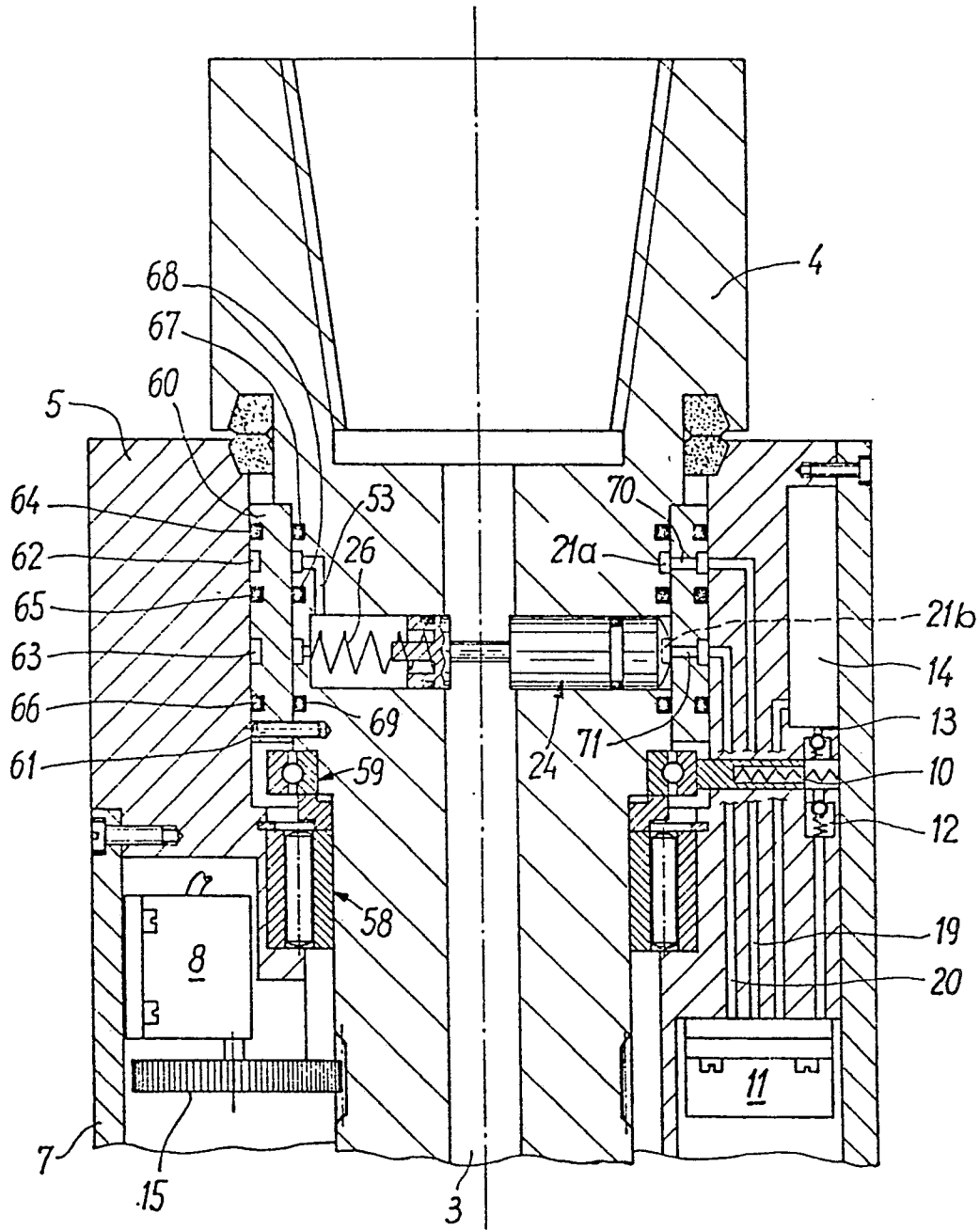
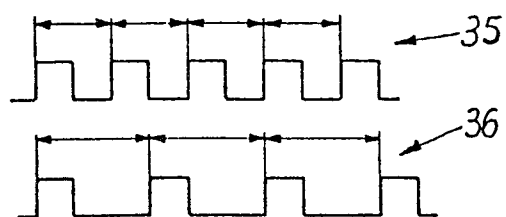
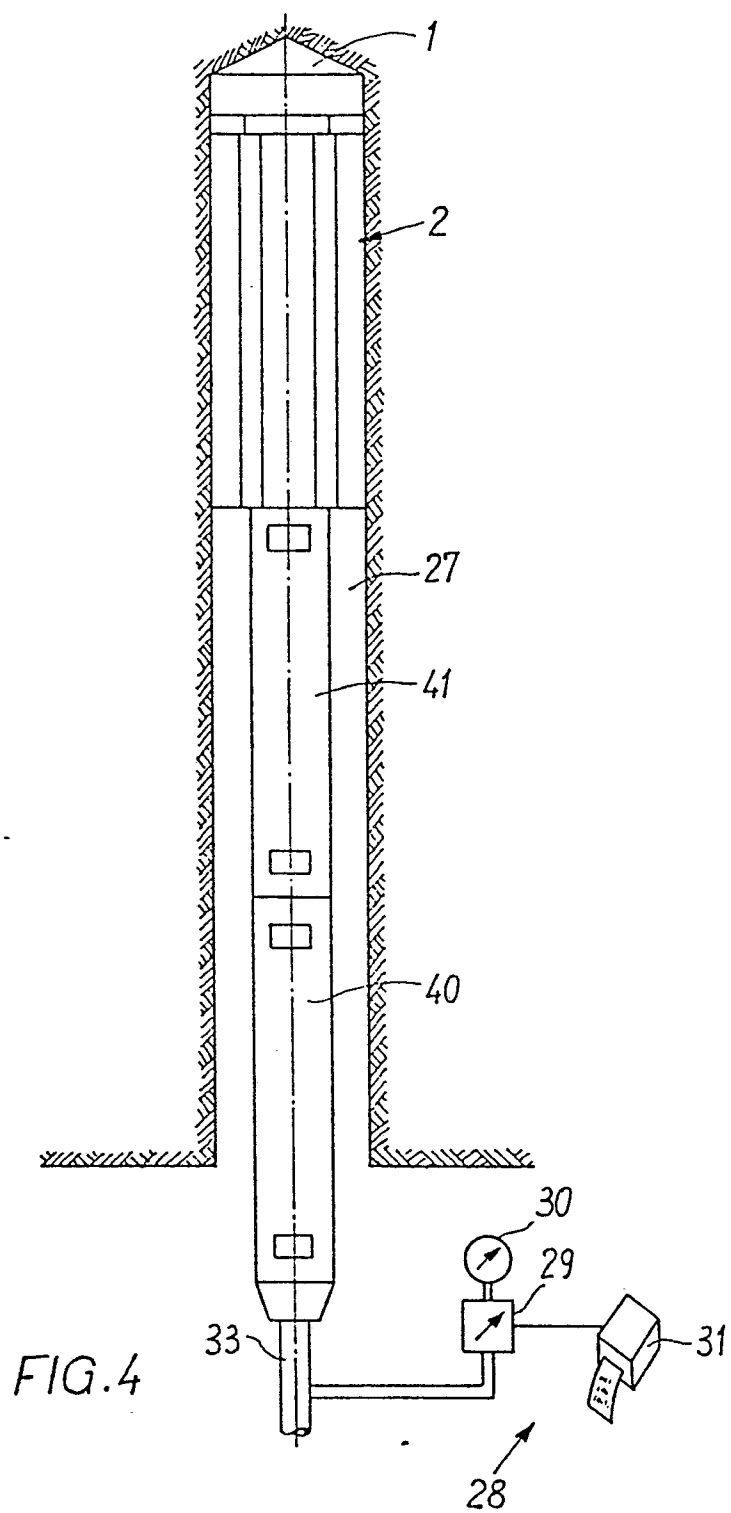


FIG. 3



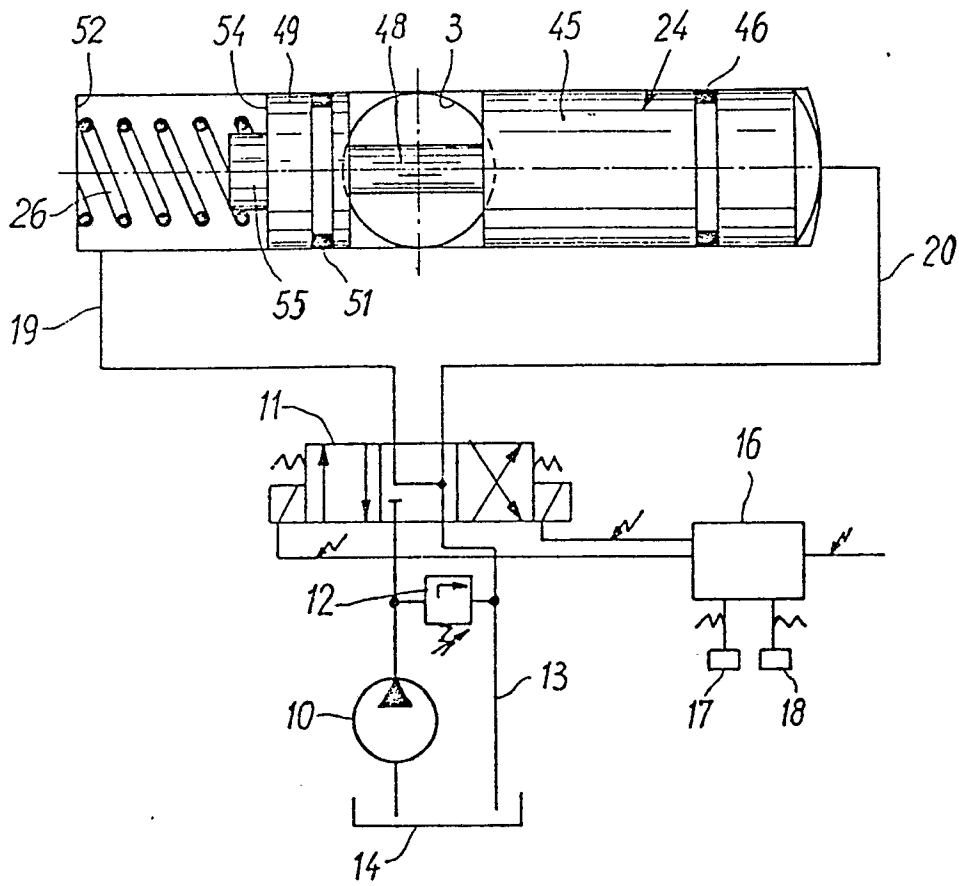


FIG. 6

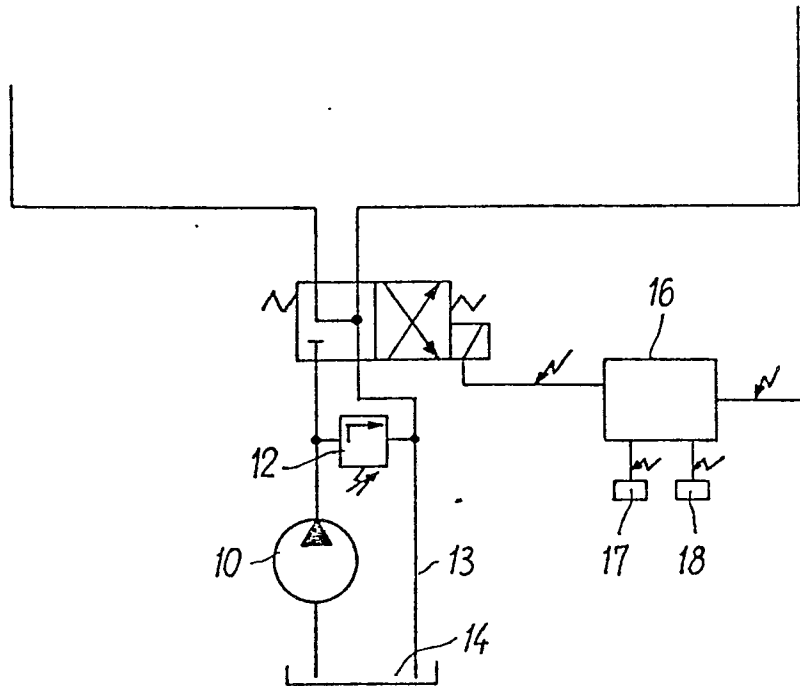


FIG. 7

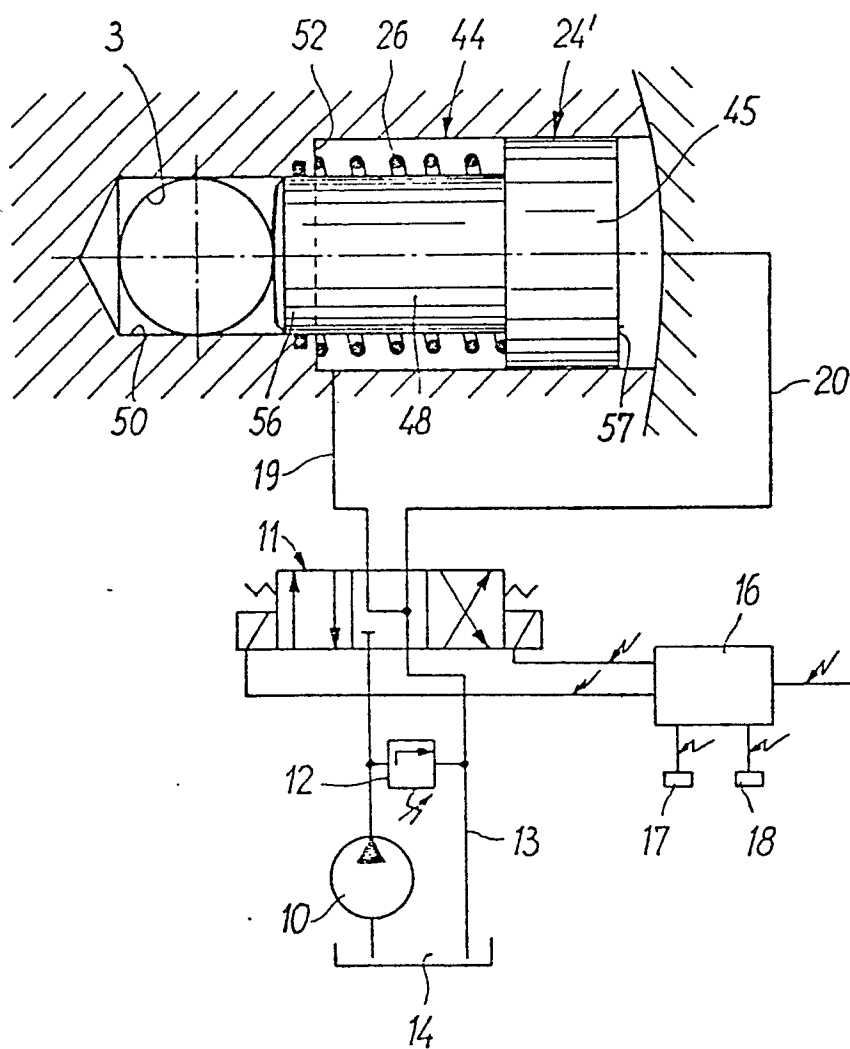


FIG. 8 .

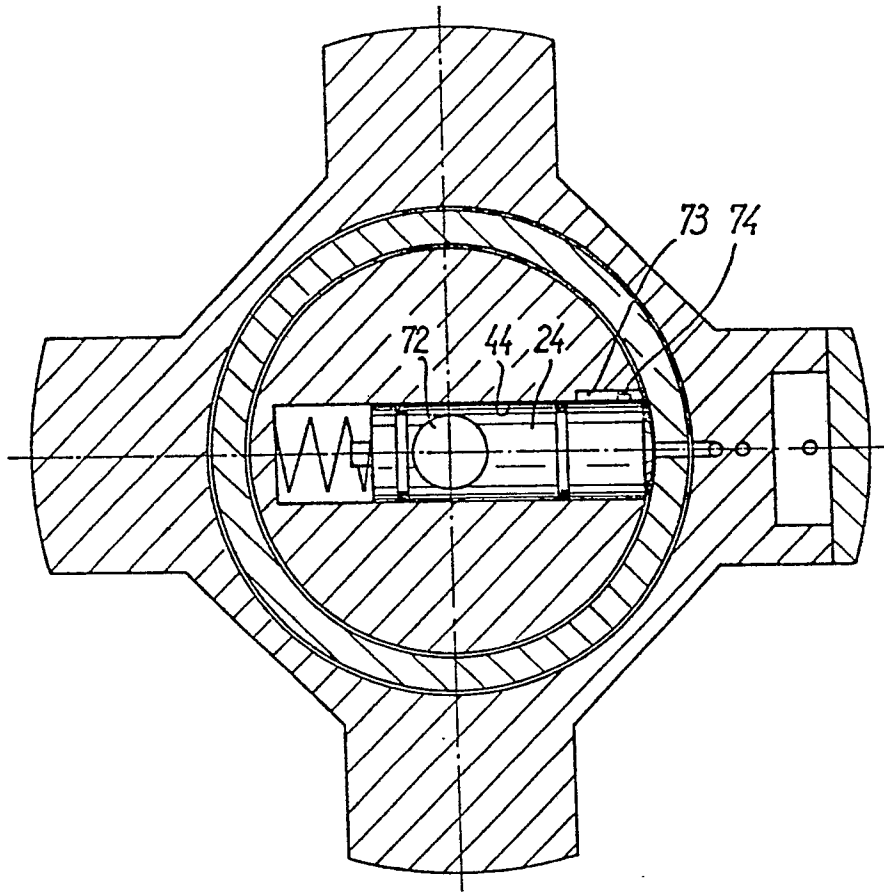


FIG. 9