

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84107700.1

51 Int. Cl.⁴: E 21 B 47/02

22 Anmeldetag: 03.07.84

30 Priorität: 19.07.83 DE 3325962

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.03.85 Patentblatt 85/12

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB LI SE

71 Anmelder: Bergwerksverband GmbH
Franz-Fischer-Weg 61
D-4300 Essen 13(DE)

71 Anmelder: SCHWING HYDRAULIK ELEKTRONIK GMBH
& CO.
Dorstener Strasse 428
D-4690 Herne 2(DE)

72 Erfinder: Wallussek, Heinz, Dipl.-Ing.
Altstrasse 33
D-5804 Herdecke(DE)

72 Erfinder: Wiebe, Martin, Dipl.-Ing.
Habichtstrasse 7
D-4320 Hattingen(DE)

74 Vertreter: Hallermann, Dietrich, Dipl.-Ing.
c/o BERGWERKSVERBAND GMBH Franz-Fischer-Weg 61
D-4300 Essen 13 (Kray)(DE)

54 Zielbohrstange für drehendes Bohrgestänge mit Spülkanal für den Untertagebetrieb.

57 Bei einer Zielbohrstange für drehendes Bohrgestänge mit Spülkanal vorzugsweise für den Untertagebetrieb ist als telemetrische Einrichtung in an sich bekannter Weise der durch den Spülkanal verlaufende Spülstrom ein hydraulischer Wandler vorgesehen, der die Meßwerte der Zielbohrstange in Druckimpulse der Spülung umsetzt, wobei der Wandler einen Spindelkolben aufweist, für den eine das Innenrohr und den Spülkanal radial durchsetzende Aussparung vorgesehen ist, wobei der mit mindestens einem Kolben bei einseitig oder beiderseits des Spülkanals in der Kolbenaussparung geführte und abgedichtete Spindelkolben mit seinem Schaft den Spülkanal durchquert und ein- oder beidseitig mit dem Medium des hydraulischen Steuerkreises beaufschlagt ist.

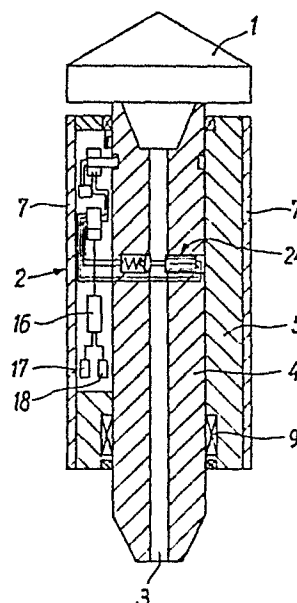


FIG.1

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 Bohrrrohr, 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-OS 30 00 239.2).

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 Steuerleistenverstellung, sondern werden zu einem am Bohrlochmund angeordneten Steuerstand mit der telemetrischen Einrichtung übertra-

gen. Diese telemetrische Einrichtung arbeitet mit elektrischen Signalen, welche über entweder in einem Schleppkabel oder in den Bohrröhren 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 infrage 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 Bohrröhren 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 Bohrgestänge, die Bohrlochstöße und die Bohrlochspülung.

Es ist jedoch eine als Schwerstange ausgebildete Zielbohrstange bekannt (DE-OS 29.41 102), welche als drehendes Bohrrrohr 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 Bohrrrohr 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 Bohrröhren ein stehendes Außenrohr nicht verwirklicht werden. Das bedingt die Unterbringung des Stromerzeugers in dem drehenden Bohrrrohr 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 übermittelten Daten beschränkt bleibt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Zielbohrstange der als bekannt vorausgesetzten Art auf einfache Weise die telemetrische Einrichtung mit dem Ziel zu verbessern, die elektrischen Leitungsverbindungen im Bohrloch nach außen fortfallen zu lassen, aber die mit der eingebauten elektrohydraulischen Einrichtung erzeugten Signale mit der erforderlichen Genauigkeit zu übermitteln.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Zweckmäßige Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der Fortfall der elektrischen Leitungsverbindungen wird erfindungsgemäß durch die eingangs als bekannt beschriebene Verwendung des durch den Spülkanal verlaufenden Spülstromes als telemetrische Einrichtung und den zur Druckmodulation erforderlichen Wandler erreicht. Jedoch wird dieses Prinzip bei einer dem grundsätzlichen Aufbau der erfindungsgemäßen Zielbohrstange entsprechenden Zielbohrstange erst durch die Miniaturisierung des Wandlers ermöglicht, der

sich deswegen in den beschränkten räumlichen Verhältnissen unterbringen läßt, wobei gleichzeitig für die erforderliche Form der Druckimpulse gesorgt wird. Diese Miniaturisierung des Wandlers geschieht durch die Verlegung aller dem Spindelkolben und seiner Kolbenaussparung nachgeordneten Teile und Baugruppen in das Außenrohr, während durch die Anordnung und Ausbildung des Spindelkolbens 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 Innenrohr 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 Spannungsmesser 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 Ziel-

bohrstange und der Bohrkrone 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-Strahlensensoren 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 Bohrkrone 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,
- Fig. 7 eine andere Ausführung der Steuerung,
- Fig. 8 einen einseitig gelagerten Impulskolben und
- Fig. 9 in der Fig. 2 entsprechender Darstellung eine abgeänderte Ausführungsform des Spindelkolbens.

Bohrlochseitig endet das nur mit zwei Bohrröhren 40 und 41 in Fig. 4 dargestellte drehende Bohrgestänge, das aus mehreren miteinander verschraubten Bohrröhren 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 zu 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 elektronischen 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 Steuerleistenverstellung 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, der wegen des geringen, 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 drehende 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 mit 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 augenblick 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 abgespermt. 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 Anzeigegerät 30 und gegebenenfalls gleichzeitig auch ein Schreibgerät 31 betätigt. Der Wandler 29 ist in der Bohrtrübezuführung 33 zum Spülkanal untergebracht. Das Anzeigegerät kann auch entfernt vom Steuerstand 28, gegebenenfalls auch Übertage 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 8 1/2" 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 $3 \approx$ 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 ± 12 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 ± 5 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 \Rightarrow angezeigt, während der Hydraulikdruck im Meßwertübertragungssystem von 0 bis 60 bar (Spindelkolben) auf diesen Wert begrenzt ist und mit 0 bis 5 V \Rightarrow 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 ± 5 V bzw. 0 bis 5 V aufgenommen und die Spannungs-Zeitungsetzung der Meßwerte vorgenommen werden. Daraus muß die Senderelektronik Impulse bilden, wobei die Impulsdauer, d. h. der Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Impulsen dem 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 ausgangseitig 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 Spülkanalquerschnitt in der Neutralstellung des Kolbens uneingeschränkt.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Zielbohrstange für drehendes Bohrgestänge mit Spülkanal vorzugsweise für den Untertagebetrieb, bei der ein von dem Bohrgestänge angetriebenes Innenrohr konzentrisch im stehenden Außenrohr angeordnet ist, welches für einen in der Zielbohrstange untergebrachten hydraulischen Steuerkreis einen Druckerzeuger aufweist, dessen beweglicher Teil von dem Innenrohr gebildet oder von einem Elektromotor angetrieben ist, dessen Antrieb von dem Innenrohr abgeleitet ist, wobei Meßwerte von im Außenrohr untergebrachten Meßgeräten mit einer telemetrischen Einrichtung aus dem Bohrloch auf den Steuerstand übermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, daß als telemetrische Einrichtung in an sich bekannter Weise der durch den Spülkanal (3) verlaufende Spülstrom und ein hydraulischer Wandler dienen, der die Meßwerte in Druckimpulse der Spülung umsetzt, und daß der Wandler einen Spindelkolben (24) aufweist, für den eine das Innenrohr (4) und den Spülkanal (3) radial durchsetzende Aussparung (44) vorgesehen ist, wobei der mit mindestens einem Kolben (45, 49) an einer Seite oder beiderseits des Spülkanals (3) in der Kolbenaussparung (44) geführte und abgedichtete Spindelkolben (24) mit seinem Schaft (48) den Spülkanal (3) durchquert und ein- oder beidseitig mit dem Medium des hydraulischen Steuerkreises beaufschlagt ist.

2. Zielbohrstange nach Anspruch 1 , d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , 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 (3)
durchquerenden Spindelschaft (48) oder einem koaxialen
Kolbenzapfen (55) auf der dem Spindelschaft (48) gegen-
überliegenden Kolbenseite (49) abstützt, wobei der der
Feder (26) zugewandte und die ihr gegenüberliegende
Spindelkolbenstirnfläche mit einem 2/3-Wegemagnetventil
beaufschlagbar ist.
3. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Kolbenaussparung (44) von einer mitdrehenden
Hülse (60) abgedeckt ist, welche auf ihre Außenseite
gegeneinander und gegen den Innenmantel des Außen-
rohres abgedichtete Ringnuten (62, 63) aufweist, die
über Querbohrungen (70, 71) in der Hülse (60) mit der
Kolbenaussparung (44) und Querbohrungen in dem Außen-
rohr mit einem Wegeventil (11) verbunden sind.
4. Zielbohrstange nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß als Meßwertaufnehmer (17, 18) sowohl Neigungs-
messer (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,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
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.

1/7

0134467

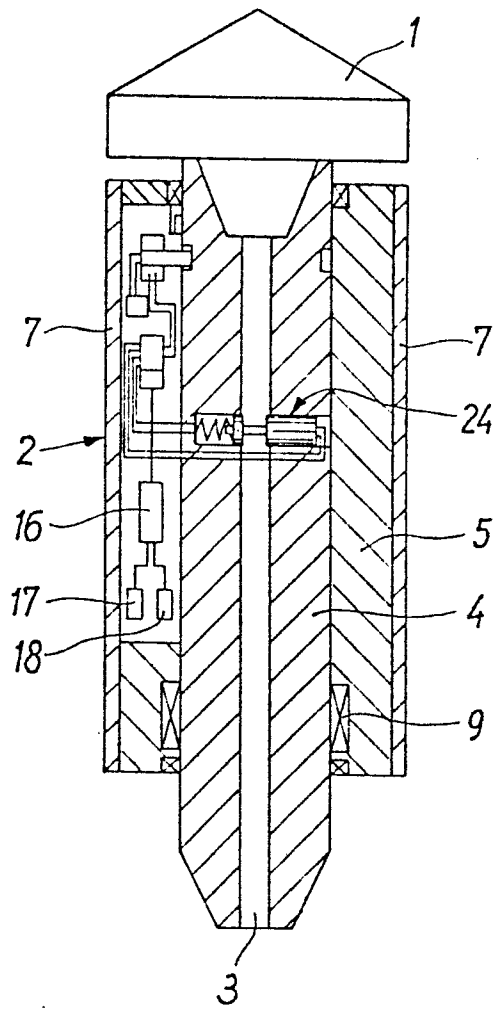


FIG.1

2/
7

0134467

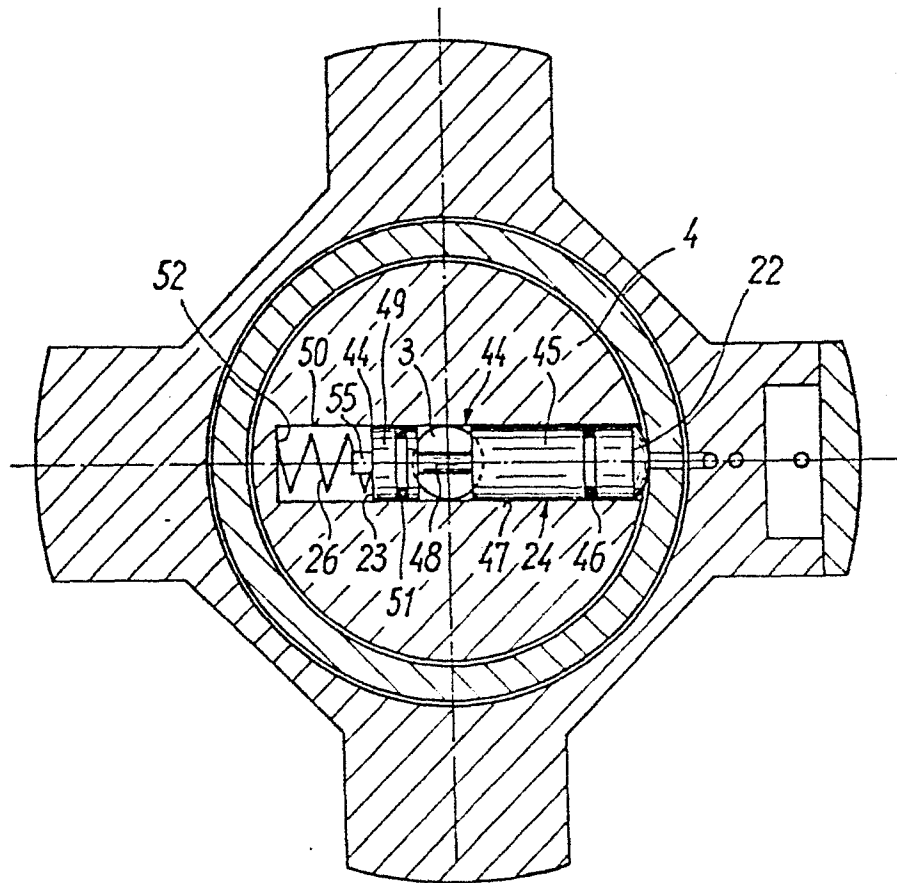


FIG.2

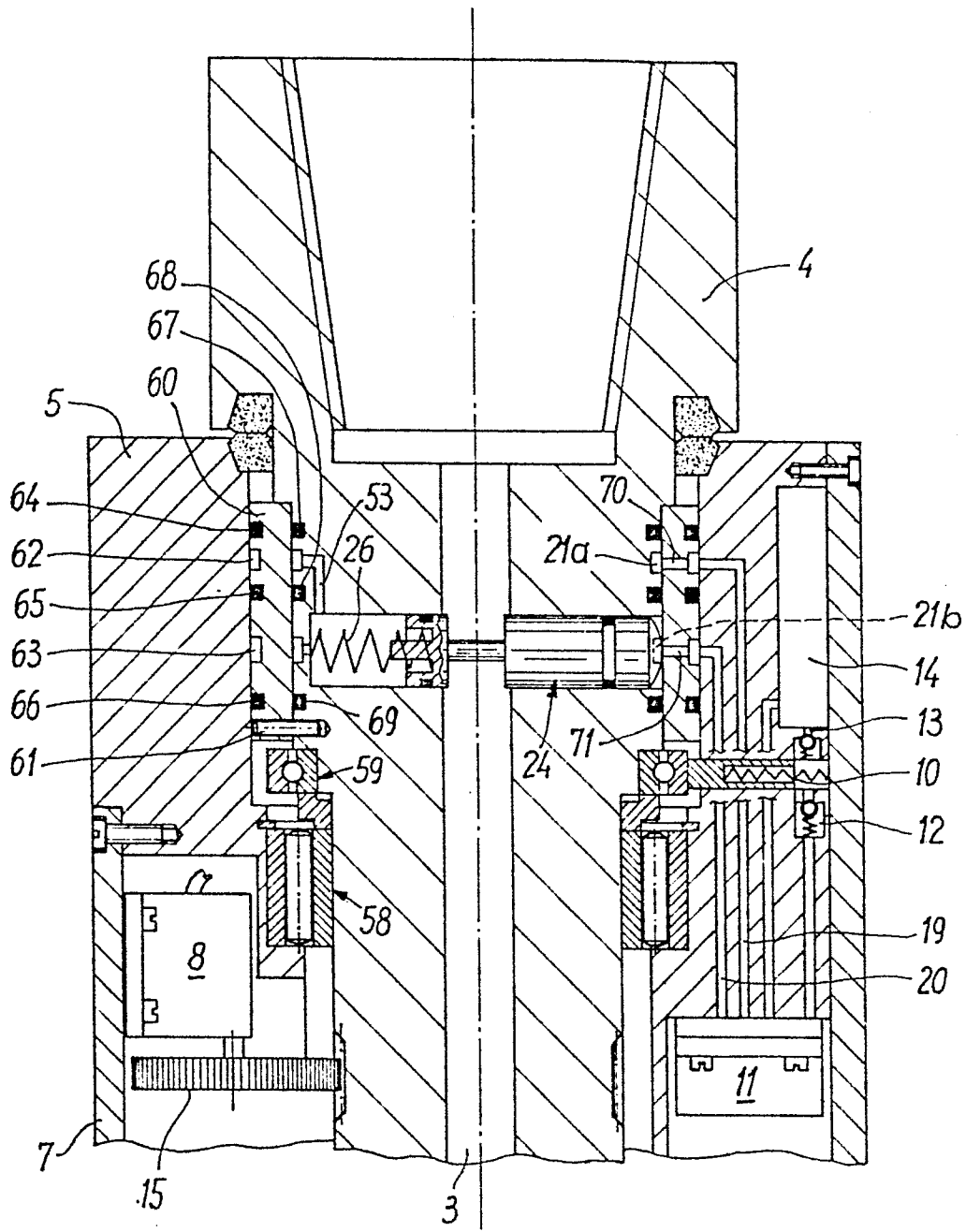


FIG. 3

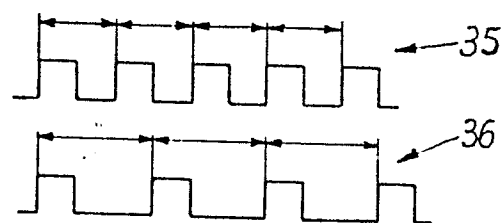
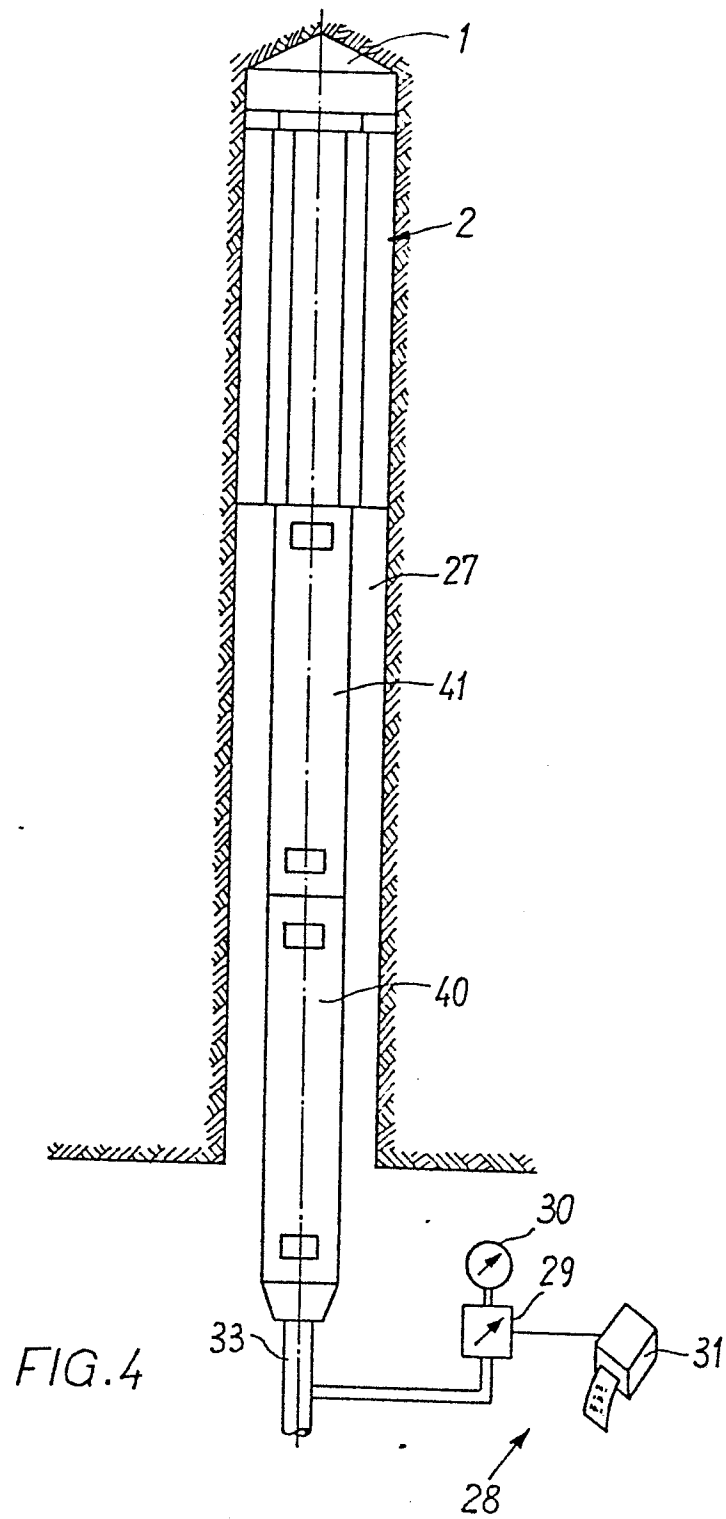


FIG. 5

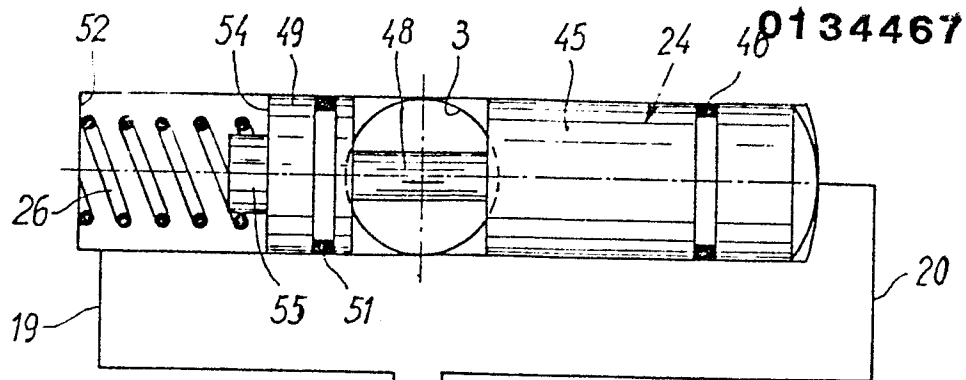


FIG.6

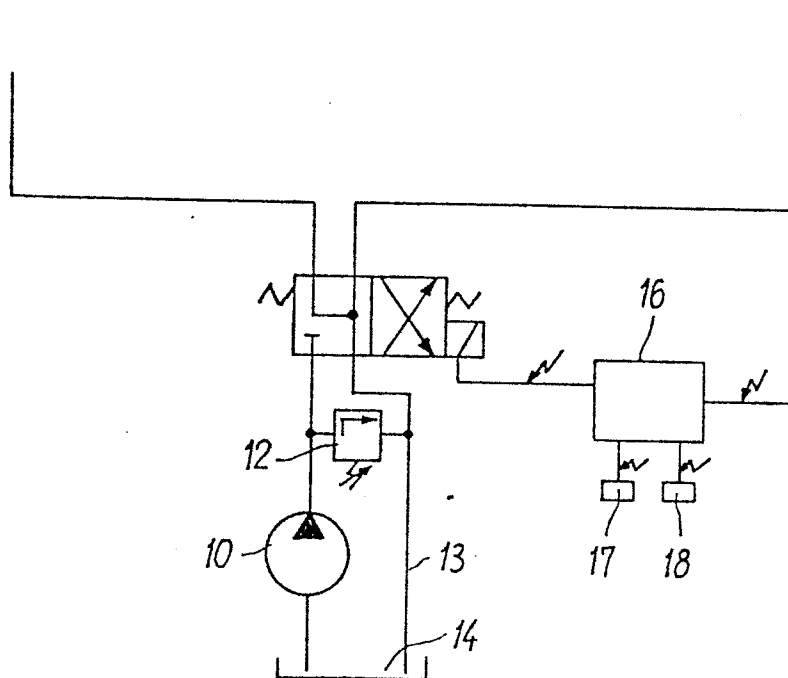


FIG.7

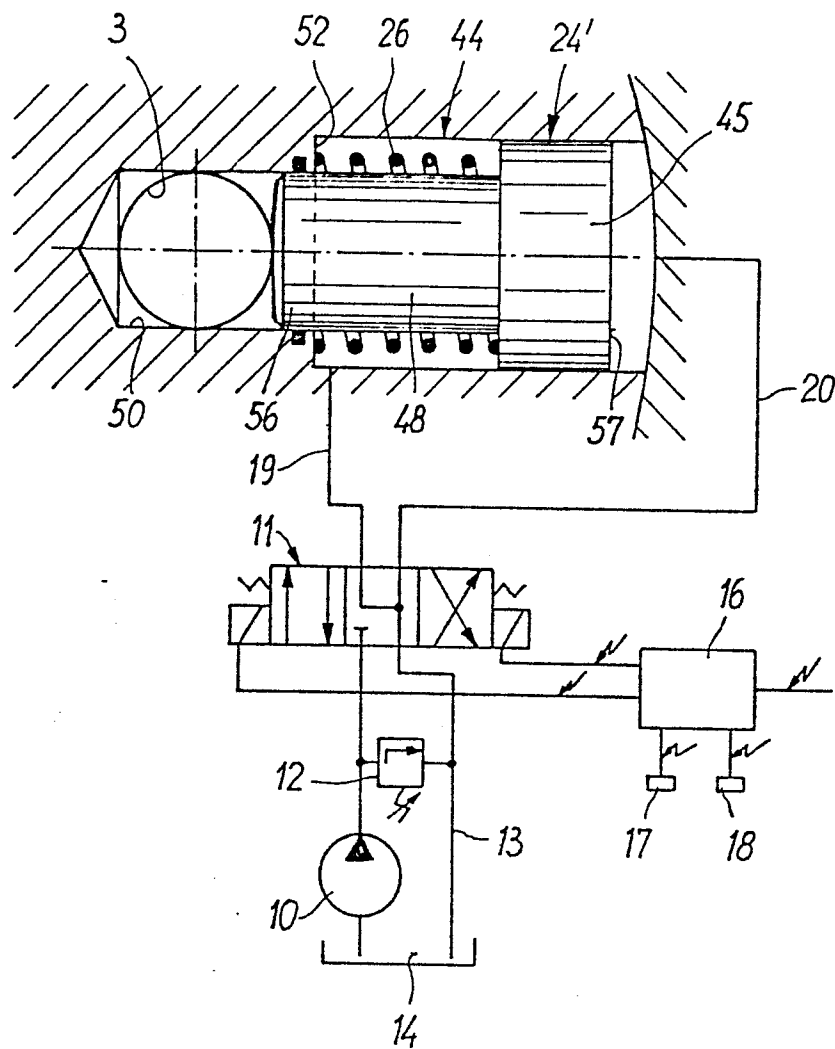


FIG. 8 .

1/7

0134467

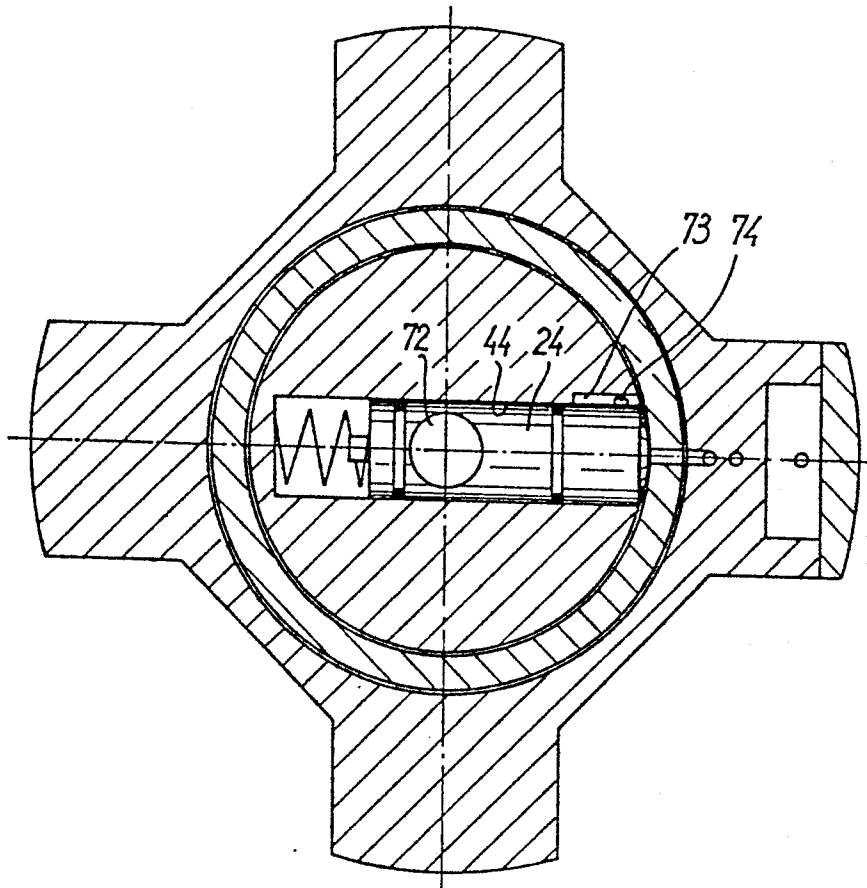


FIG. 9