



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 02 097 T2 2005.12.22**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 258 593 B1**

(51) Int Cl.7: **E21B 7/06**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 02 097.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 252 787.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.04.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.11.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **01.12.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.12.2005**

(30) Unionspriorität:

<b>289771 P</b>	<b>09.05.2001</b>	<b>US</b>
<b>122108</b>	<b>12.04.2002</b>	<b>US</b>

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT, NL**

(73) Patentinhaber:

**Schlumberger Technology B.V., Den Haag, NL**

(72) Erfinder:

**Pisoni, Atilio C., Nympsfield, Glos. L10 3UA, GB;**  
**Martinez, Ruben, Cheltenham, Glos. GL53 7AR,**  
**GB; Kotsonis, Spyro, 92350 Le Plessis Robinson,**  
**FR; Schaaf, Stuart, Houston, Texas 77005, US**

(74) Vertreter:

**Sparing · Röhl · Henseler, 40237 Düsseldorf**

(54) Bezeichnung: **Lenkbares drehbohrwerkzeug**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft allgemein Verfahren und Vorrichtungen für das Richtungsbohren von Bohrlöchern, vor allem von Bohrlöchern zur Förderung von Erdölprodukten. Insbesondere betrifft sie ein lenkbares Drehbohrwerkzeug und zugehörige Verfahren für das Richtungsbohren von Bohrlöchern.

Technischer Hintergrund

**[0002]** Bekannterweise ist es beim Bohren von Öl- und Gasbohrlöchern zur Ausbeutung und Förderung von Kohlenwasserstoffen häufig erforderlich, das Bohrloch von der Vertikalen weg in eine bestimmte Richtung abzulenken. Dies wird als Richtungsbohren bezeichnet. Das Richtungsbohren wird angewendet, um die Drainage eines bestimmten Bohrlochs zu verstärken, indem beispielsweise von einem Hauptbohrloch abgeleitete Nebenbohrungen gebildet werden. Außerdem ist sie in der Meeresumgebung sinnvoll, in welcher eine einzige küstennahe Förderplattform dank mehrerer abgeleiteter Bohrlöcher, die sich von der Förderplattform aus in einer beliebigen Richtung ausbreiten, mehrere Kohlenwasserstoffspeicher erreichen kann.

**[0003]** Richtungsbohrsysteme fallen gewöhnlich in zwei Kategorien: die Bohrkronen schiebende und die Bohrkronen ausrichtende Systeme, die durch ihre Betriebsart klassifiziert sind. Die Bohrkronen schiebenden Systeme arbeiten durch Ausüben von Druck auf die Seitenwände der das Bohrloch enthaltenden Formation. Die Bohrkronen ausrichtende Systeme richten die Bohrkronen in die gewünschte Richtung und rufen dadurch eine Ablenkung des Bohrlochs hervor, wenn die Bohrkronen den Bohrlochboden bohrt.

**[0004]** Die Bohrkronen schiebende Systeme sind an sich bekannt und beispielsweise in dem US-Patent Nr. 6.206.108, erteilt an MacDonald u. a. am 27. März 2001, und in der internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/GB00/00822, veröffentlicht am 28. September 2000 von Weatherford/Lamb Inc., beschrieben. Diese Entgegenhaltungen beschreiben lenkbare Bohrsysteme, die mehrere einstellbare oder ausfahrbare Rippen oder Glieder enthalten, die um den entsprechenden Werkzeugkranz angeordnet sind. Die Bohrrichtung kann gesteuert werden, indem durch das wahlweise Ausfahren oder Einfahren der einzelnen Rippen oder Glieder Druck auf die Seitenwände des Bohrlochs ausgeübt wird.

**[0005]** Die Bohrkronen ausrichtende Systeme basieren gewöhnlich auf dem Prinzip, dass dann, wenn zwei sich entgegengesetzt drehende Wellen durch

ein Gelenk vereinigt werden und einen von null verschiedenen Winkel bilden, unter der Voraussetzung, dass die Umdrehungsgeschwindigkeiten der beiden Wellen gleich sind, die zweite Welle nicht um die zentrale Drehachse der ersten Welle kreist.

**[0006]** Es sind verschiedene die Bohrkronen ausrichtende Techniken entwickelt worden, die ein Verfahren beinhalten, das eine Richtungssteuerung durch Versetzen oder Ausrichten der Bohrkronen in die gewünschte Richtung bei sich drehendem Werkzeug erreicht. Eine solche die Bohrkronen ausrichtende Technik ergibt sich aus dem US-Patent Nr. 6.092.610, erteilt an Kosmala u. a. am 25. Juli 2000, dessen gesamte Inhalte hiermit durch Verweis aufgenommen sind. Dieses Patent beschreibt ein aktiv gesteuertes lenkbares Drehbohrsystem für das Richtungsbohren von Bohrlöchern, das einen Werkzeugkranz enthält, der während des Bohrlochbohrens durch einen Bohrstrang gedreht wird. Die Bohrkronenwelle wird durch ein Universalgelenk in dem Kranz geführt und durch den Kranz rotatorisch angetrieben. Um ein gesteuertes Lenken der sich drehenden Bohrkronenwelle zu erreichen, wird die Orientierung der Bohrkronenwelle relativ zu dem Werkzeugkranz erfasst und die Bohrkronenwelle geostationär gehalten und während der Bohrstrangdrehung wahlweise axial in Bezug auf den Werkzeugkranz geneigt, indem sie durch einen Versatz- oder Schrägbohrdorn, der entgegen der Kranzdrehung, jedoch mit derselben Drehfrequenz gedreht wird, um das Universalgelenk gedreht wird. Ein Elektromotor, der durch Signaleingabe von Positionserfassungselementen servogesteuert wird, bewirkt die Drehung des Versatzbohrdorns in Bezug auf den Werkzeugkranz. Falls erforderlich wird eine Bremse benutzt, um den Versatzbohrdorn und die Bohrkronenwellenachse geostationär zu halten. Alternativ ist eine Turbine mit dem Versatzbohrdorn verbunden, um diesen in Bezug auf den Werkzeugkranz in Rotation zu versetzen, wobei zur Servosteuerung der Turbine durch Signaleingabe von Positionssensoren eine Bremse verwendet wird.

**[0007]** Trotz der Fortschritte von die Bohrkronen ausrichtenden Systemen besteht dennoch ein Bedarf an der Entwicklung eines lenkbaren Drehbohrsystems, das die Zuverlässigkeit und die Ansprechempfindlichkeit der Bohrvorrichtung maximal macht. Ein solches System sollte unter anderem eines oder mehreres des Folgenden umfassen: verbesserte Lenkungsmechanismen, eine verringerte Anzahl von Dichtungen, Drehmomentübertragungssysteme, die höhere Lasten von dem Werkzeugkranz auf die Bohrkronenwelle übertragen, und verbesserte Dichtungsmechanismen. Das System kann unter anderem eines oder mehreres des Folgenden umfassen: einen Motor mit einer größeren Durchmesser, vorzugsweise mit einer Hohlrotorwelle, durch die Bohrfluid geleitet wird, einen Motor mit einem höheren Drehmoment und einer höheren Wärmeabstrahlung, ein flexibles

Rohr bzw. einen flexiblen Schlauch, um Bohrschlamm durch die Mitte des Lenkungsabschnitts des Werkzeugs zu leiten, ein Universalgelenk, das die Übertragung höherer Lasten ermöglicht, ein Bohrkronenfederbalg-Abdichtungssystem, das die Öl-umgebung des Lenkungsabschnitts abdichtet und dennoch eine Winkelbewegung der Bohrkronenwelle in Bezug auf den Kranz ermöglicht, einen Mechanismus für einen veränderbaren Bohrkronenwellenwinkel, der es ermöglicht, während des Bohrens den Winkel der Bohrkronenwelle zu verändern und/oder das Werkzeug so einzustellen, dass es ein Bohrloch mit irgendeiner Krümmung, die zwischen einem geraden Loch und einer durch den Werkzeugentwurf bestimmten maximalen Krümmung liegt, ruckfrei bohrt, sowie eine Federbalg-Schutzvorrichtung mit einer sphärischen Grenzfläche, damit zwischen der Bohrkronenwelle und dem Kranz ein schmaler Spalt aufrechterhalten werden kann, um zu verhindern, dass Schutt in das Werkzeug eindringt. Die vorliegende Erfindung ist entwickelt worden, um ein solches System zu erhalten.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0008]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein lenkbares Drehbohrwerkzeug vorgesehen mit: einem Werkzeugkranz, der einen Innenraum, ein oberes Ende und ein unteres Ende aufweist, einer Bohrkronenwelle, die eine äußere Oberfläche, ein oberes Ende und ein unteres Ende aufweist, wobei die Bohrkronenwelle in dem Werkzeugkranz so unterstützt ist, dass sie um eine feste Position längs der Bohrkronenwelle eine Schwenkbewegung ausführen kann, einer Drehmomentübertragungskupplung, die so beschaffen ist, dass sie Drehmoment von dem Werkzeugkranz an die Bohrkronenwelle an der festen Position längs der Bohrkronenwelle überträgt, einem Dichtungssystem, das so beschaffen ist, dass es zwischen dem unteren Ende des Kranzes und der Bohrkronenwelle abdichtet und einem Mechanismus für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung, der umfasst: einen Motor; einen Versatzbohrdorn, der ein oberes Ende und ein unteres Ende aufweist, wobei der Motor am oberen Ende des Versatzbohrdorns befestigt und so beschaffen ist, dass er den Versatzbohrdorn dreht, und einen Kupplungsmechanismus für einen veränderbaren Versatz, der ein oberes Ende und ein unteres Ende aufweist.

**[0009]** Weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen deutlich.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0010]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung ei-

nes Bohrlochs, das unter Verwendung eines lenkbaren Drehbohrwerkzeugs in Übereinstimmung mit der vorliegenden Patentanmeldung gebohrt wird.

**[0011]** [Fig. 2](#) ist eine Längsschnittsansicht des lenkbaren Drehbohrwerkzeugs von [Fig. 1](#) in Übereinstimmung mit der vorliegenden Patentanmeldung.

**[0012]** [Fig. 3](#) ist eine Längsschnittsansicht einer alternativen Ausführungsform des lenkbaren Drehbohrwerkzeugs.

**[0013]** [Fig. 4](#) ist eine Längsschnittsansicht eines Abschnitts des lenkbaren Drehbohrwerkzeugs von [Fig. 3](#).

**[0014]** [Fig. 5](#) ist eine schematische Längsschnittsansicht eines Abschnitts des lenkbaren Drehbohrwerkzeugs von [Fig. 2](#), das eine Kupplung für einen veränderbaren Versatz zeigt.

**[0015]** [Fig. 6](#) ist eine Längsschnittsansicht eines Abschnitts des lenkbaren Drehbohrwerkzeugs von [Fig. 2](#), das einen Kupplungsmechanismus zeigt.

**[0016]** Die [Fig. 7a-Fig. 7b](#) sind Querschnittsansichten des Kupplungsmechanismus von [Fig. 6](#) längs der Linie 7-7'.

**[0017]** [Fig. 8](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts des lenkbaren Drehbohrwerkzeugs von [Fig. 2](#), das ein Kupplungssystem zum Übertragen eines Drehmoments zeigt.

**[0018]** [Fig. 9](#) ist eine Querschnittsansicht des Kupplungssystems zum Übertragen eines Drehmoments von [Fig. 8](#) längs der Linie 9-9'.

**[0019]** [Fig. 10](#) ist eine teilweise, longitudinale Querschnittsansicht des Kupplungssystems zum Übertragen eines Drehmoments von [Fig. 8](#).

**[0020]** [Fig. 11](#) ist eine longitudinale Querschnittsansicht eines Abschnitts eines lenkbaren Drehbohrwerkzeugs, die den Federbalg zeigt.

#### Genaue Beschreibung

**[0021]** [Fig. 1](#) zeigt ein Bohrloch (1), das durch eine Drehbohrkrone (2) gebohrt wird, die mit dem unteren Ende eines Bohrstrangs (3) verbunden ist, der sich nach oben zur Oberfläche erstreckt, an der er durch einen Drehtisch (4) eines typischen Bohrgestells (nicht gezeigt) angetrieben wird. Der Bohrstrang (3) enthält ein Gestängerohr (5) mit einer oder mehreren Schwerstangen (6), die darin angekuppelt sind, um ein Gewicht auf die Bohrkronen aufzubringen. Das Bohrloch ist mit einem vertikalen oder im Wesentlichen vertikalen oberen Abschnitt (7) und einem gekrümmten unteren Abschnitt (8) gezeigt. Die Ablen-

kung des Bohrlochs wird durch ein lenkbares Drehbohrwerkzeug (9) ermöglicht.

[0022] Fig. 2 zeigt das lenkbare Drehbohrwerkzeug (9) von Fig. 1 in größerem Detail. Das lenkbare Drehbohrwerkzeug (9) umfasst wenigstens drei Hauptabschnitte: einen Krafterzeugungsabschnitt (10), einen Elektronik- und Sensorabschnitt (11) und einen Lenkungsabschnitt (13).

[0023] Der Krafterzeugungsabschnitt (10) umfasst eine Turbine (18), die einen Wechselstromgenerator (19) zum Erzeugen von elektrischer Energie antreibt. Die Turbine und der Wechselstromgenerator gewinnen mechanische Leistung vorzugsweise aus dem Bohrfluid und setzen sie in elektrische Leistung um. Die Turbine wird vorzugsweise durch das Bohrfluid, das durch den Innenraum des Werkzeugkranzes zur Bohrkronenwelle hinab wandert angetrieben (Fig. 1).

[0024] Der Elektronik- und Sensorabschnitt (11) enthält Richtungssensoren (Magnetometer, Beschleunigungsmesser und/oder Gyroskope, die nicht einzeln gezeigt sind), um unter anderem eine Richtungssteuerung und eine Formationsbewertung durchzuführen. Der Elektronik- und Sensorabschnitt (11) kann außerdem die Elektronik bereitstellen, die zum Betreiben des Werkzeugs erforderlich ist.

[0025] Der Lenkungsabschnitt (13) umfasst einen Druckkompensationsabschnitt (12), einen äußeren Dichtungsabschnitt (14), einen Mechanismus (16) für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung, eine Motorbaugruppe (15), die zum Orientieren der Bohrkronenwelle (23) in eine gewünschte Richtung verwendet wird, und das Kupplungssystem (17) zum Übertragen eines Drehmoments. Wenn sich der Kranz dreht, hält der Lenkungsabschnitt (13) die Bohrkronenwelle (23) vorzugsweise in einer geostationären Orientierung.

[0026] Der Druckkompensationsabschnitt (12) umfasst wenigstens einen in dem Werkzeugkranz (24) geöffneten Kanal (20), so dass der Umgebungsdruck außerhalb des Werkzeugkranzes über einen Kolben (21) an die Kammer (60), die der Lenkungsabschnitt (13) enthält, übertragen werden kann. Der Kolben (21) gleicht den Druck innerhalb des Lenkungsabschnitts (13) mit dem Druck des Bohrfluids, das den Werkzeugkranz (24) umgibt, aus.

[0027] Der äußere Dichtungsabschnitt (14) schützt das Innere des Werkzeugkranzes (24) vor dem Bohrschlamm. Dieser Abschnitt (14) stellt eine Abdichtung zwischen dem Öl innerhalb des Lenkungsabschnitts (13) und einem äußeren Bohrfluid her, indem er an dem unteren Ende des Werkzeugkranzes (24) eine Federbalgdichtung (22) zwischen der Bohrkronenwelle (23) und dem Werkzeugkranz (24) bereitstellt. Der Federbalg (22) lässt ein freies Abwinkeln

der Bohrkronenwelle (23) zu, so dass sich die Bohrkronenwelle wie erforderlich orientieren kann. Um den Federbalg (22) aus einem nachgiebigeren Material zu bilden, wird der Lenkungsabschnitt durch den oben beschriebenen Druckkompensationsabschnitt gegenüber dem äußeren Bohrfluid kompensiert bzw. ausgeglichen.

[0028] Es kann auch ein Federbalg-Schutzring (25) vorgesehen sein, der einen Spalt (46) zwischen der Bohrkronenwelle (23) und dem unteren Ende des Werkzeugkranzes (24) verschließt. Wie in Fig. 2 am besten zu sehen ist, ist die Bohrkronenwelle (23) in jenem Abschnitt, an dem Werkzeugkranz (24) endet, vorzugsweise an eine konkave sphärische Oberfläche (26) angepasst. Diese Oberfläche (26) passt mit einer abgestimmten konvexen Oberfläche (27) an dem Federbalg-Schutzring (25) zusammen. Beide Oberflächen (26, 27) besitzen einen Mittelpunkt, der mit der Mitte der Drehmomentübertragungskupplung (47) zusammenfällt. Im Ergebnis wird ein sphärischer Grenzflächenspalt (46) gebildet, der beibehalten wird, wenn sich die Bohrkronenwelle (23) abwinkelt. Die Größe des Spalts wird so gesteuert, dass das größte Schuttteilchen, das in die Grenzfläche eindringen kann, kleiner als der Spalt zwischen dem Federbalg (22) und der Bohrkronenwelle (23) ist, wodurch der Federbalg vor einem Durchstechen oder einer Beschädigung geschützt ist.

[0029] Das Öl in dem Lenkungsabschnitt kann gegenüber dem Ringraum-Bohrfluid druckkompensiert werden. Im Ergebnis kann der Differenzdruck über den Federbalg minimiert werden. Dadurch kann der Federbalg aus einem dünneren Material hergestellt sein, was ihn nachgiebiger macht und die wechselweisen Spannungen, die sich aus dem Biegen während des Betriebs ergeben, minimiert, um die Lebensdauer des Federbalgs zu verlängern.

[0030] Die Motorbaugruppe (15) betätigt den Mechanismus (16) für eine veränderbare Wellenneigung, der die Bohrkronenwelle (23) orientiert. Der Mechanismus (16) für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung umfasst den Winkel- oder Schwenkmotor, einen Versatzbohrdorn (30), eine Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz und einen Kupplungsmechanismus (32). Die Motorbaugruppe ist ein ringförmiger Motor, der einen rohrförmigen Rotor (28) enthält. Seine Ringgestalt ermöglicht, dass sämtliche der Lenkungsabschnittskomponenten größere Durchmesser besitzen, und höhere Lastkapazitäten, als sie andernfalls möglich wären. Die Verwendung eines ringförmigen Motors erhöht außerdem die Drehmomentabgabe und verbessert die Kühlung im Vergleich mit anderen Typen von Motoren. Der Motor kann ferner mit einem Planetengetriebe und einem Drehmelder (nicht gezeigt), die vorzugsweise ringförmig gestaltet sind, versehen sein.

**[0031]** Der rohrförmige Rotor (28) schafft einen Pfad für das Bohrfluid, das längs der Achse des Werkzeugs fließt, bis es den Mechanismus (16) für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung erreicht. Vorzugsweise fließt das Bohrfluid durch ein Rohr (29), das am oberen Ende der ringförmigen Motorbaugruppe (15) beginnt. Das Rohr (29) führt durch den ringförmigen Motor (15), biegt bei dem Mechanismus (16) für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung ab und erreicht die Bohrkronenwelle (23), wo das Bohrfluid in die Bohrkronenwelle ausgestoßen wird. Das Vorhandensein des Rohrs (29) erübrigt die Verwendung von dynamischen Dichtungen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit.

**[0032]** Alternative Ausführungsformen brauchen das Rohr nicht zu enthalten. Das Bohrfluid dringt in das obere Ende der ringförmigen Motorbaugruppe ein, geht durch die rohrförmige Rotorwelle, geht durch den Mechanismus (16) für eine veränderbare Wellenneigung und erreicht die rohrförmige Bohrkronenwelle (23), wo das Bohrfluid in die Bohrkronenwelle ausgestoßen wird. Diese Ausführungsform erfordert zwei Umlaufdichtungen; eine dort, wo der Schlamm an der rohrförmigen Rotorwelle in den Mechanismus für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung eintritt, und eine weitere dort, wo er diesen verlässt. In dieser Ausführungsform wird zugelassen, dass das Fluid durch das Werkzeug fließt.

**[0033]** Die Winkelpositionierung der Bohrkronenwelle in Bezug zu dem rohrförmigen Werkzeugkranz wird durch den Mechanismus (16) für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung ausgeführt, der allgemein in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Die Veränderung der Winkelposition der Bohrkronenwelle wird erreicht, indem der Ort des oberen Endes (44) der Bohrkronenwelle um den entsprechenden Werkzeugkranz-Querschnitt verändert wird, wobei ein Punkt der Bohrkronenwelle (45) in nächster Nähe zum unteren Ende des Werkzeugkranzes festgehalten wird.

**[0034]** Das obere Ende (44) der Bohrkronenwelle ist an dem unteren Ende der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz befestigt. Daher wird jeder Versatz der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz auf die Bohrkronenwelle übertragen. Vorzugsweise ist die Befestigung über ein Lagersystem (43) ausgeführt, wodurch sie in derjenigen Richtung drehen kann, die zur Drehung der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz entgegengesetzt ist. Der Versatzbohrdorn (30) wird durch den Lenkungsmotor angetrieben, um die Werkzeugfront (tool-face), während des Bohrens beizubehalten, und weist an seinem rechten Ende eine versetzte Bohrung (33) auf.

**[0035]** [Fig. 3](#) zeigt eine alternative Ausführungsform des lenkbaren Drehbohrwerkzeugs (9a) ohne Mechanismus für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung. Das Werkzeug (9a) von [Fig. 3](#) umfasst

einen Krafterzeugungsabschnitt (10a), einen Elektronik- und Sensorabschnitt (11a), einen Lenkungsabschnitt (13a), eine Bohrkronenwelle (23a), einen Versatzbohrdorn (30a), ein flexibles Rohr (29a), einen Telemetrieabschnitt (48), einen Federbalg (22a) und einen Stabilisator (49). Der Lenkungsabschnitt (13a) umfasst einen Motor mit Getriebe (51), eine geostationäre Welle (52) und ein Universalgelenk (50).

**[0036]** Das Kupplungssystem (17) zum Übertragen eines Drehmoments überträgt ein Drehmoment von dem Werkzeugkranz (24) auf die Bohrkronenwelle (23) und ermöglicht das Richten der Bohrkronenwelle (23) in irgendeine gewünschte Richtung. Mit anderen Worten, das Kupplungssystem (17) zum Übertragen eines Drehmoments überträgt Umdrehungs- und/oder Drehmomentlasten beispielsweise von dem Werkzeugkranz (24) auf die Bohrkronenwelle (23).

**[0037]** In dieser Ausführungsform ist der Federbalg vorzugsweise aus einem nachgiebigen Metall gebildet und lässt eine relative Bewegung zwischen der Bohrkronenwelle und dem Kranz zu, wenn sich die Bohrkronenwelle (23a) über ein Universalgelenk (50) abwinkelt. Das Rohr (29) ist vorzugsweise flexibel und leitet Schlamm durch die Motorbaugruppe (15), krümmt sich dort, wo es durch die anderen Komponenten geht, und schließt schließlich an der Innenseite der Bohrkronenwelle (23a) an. Die bevorzugte Ausführungsform enthält ein flexibles Rohr (29a) ringförmiger Gestalt. Alternativ kann ein starrer Entwurf zusammen mit zusätzlichen Umlaufdichtungen, im Allgemeinen einer dort, der Schlamm in die Komponenten am Motorrotor eintritt, und einer weiteren dort, wo er diese zwischen dem Versatzbohrdorn (30a) und der Bohrkronenwelle (23a) verlässt, verwendet werden. Vorzugsweise ist das Rohr (29a) an dem nach oben führenden Ende des Lenkungsabschnitts (13a) und mit dem unteren Ende an der Innenseite der Bohrkronenwelle (23a) befestigt. Das Rohr (29a) kann ungestützt sein, oder es kann ein Stützlager verwendet werden, um die Biegung des Rohrs zu steuern. Das Rohr kann aus einem Material mit einer hohen Festigkeit und/oder mit einem niedrigen Elastizitätsmodul wie etwa einer hochfesten Titanlegierung gefertigt sein.

**[0038]** [Fig. 4](#) zeigt einen Abschnitt des lenkbaren Drehwerkzeugs (9a) von [Fig. 3](#) und stellt den Lenkungsabschnitt (13a) näher dar. Der Lenkungsabschnitt (13a) enthält einen Motor (52), ein ringförmiges Planetengetriebe (53) und einen Drehmelder (54). Das Werkzeug enthält ferner eine Bohrkronenwelle (23a), einen Versatzbohrdorn (30a) und exzentrisches Ausgleichsgewicht (55).

**[0039]** In [Fig. 5](#) ist nun eine Einzelheit des Mechanismus (16) für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung des lenkbaren Drehbohrwerkzeugs (9) von [Fig. 2](#) gezeigt. Der in [Fig. 5](#) gezeigte Mechanismus

mus (15) für eine veränderbare Bohrkronenwelleneigung umfasst einen Versatzbohrdorn (30), eine Motor-Kugelumlaufspindel-Baugruppe (34), einen Sicherungsring (35) und die mit der Bohrkronenwelle (23) gekoppelte Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz.

**[0040]** Die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz ist in der versetzten Bohrung in dem Versatzbohrdorn (30) gehalten und hält ihrerseits die Lager, die das Ende der Bohrkronenwelle (23) stützen, in einer versetzten Bohrung an einem Ende. Der Versatz am Ende der Bohrkronenwelle führt zu einem proportionalen Versatz der Bohrkronen. Der Versatzbohrdorn (30) und die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz können in Bezug zueinander so gedreht werden, dass sich die Versätze gegenseitig aufheben und zu keinem Bohrkronenversatz führen. Alternativ können der Versatzbohrdorn (30) und die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz in Bezug zueinander so gedreht werden, dass sich die Versätze addieren und den maximalen Bohrkronenversatz ergeben, oder in eine Zwischenposition gedreht werden, die zu einem Zwischenversatz führen würde.

**[0041]** Der Versatzbohrdorn (30) positioniert vorzugsweise das nach oben führende Ende der Bohrkronenwelle (23). Der Versatzbohrdorn (30) weist an seiner nach unten führenden Seite eine Bohrung (33) auf, die in Bezug auf die Werkzeugachse versetzt ist. Die Bohrung dient als Aufnahme für ein Lager, das am Ende der Bohrkronenwelle angebracht ist. Nach dem Zusammenbau ordnet die versetzte Bohrung die Bohrkronenwelle vorzugsweise in einem Winkel zur Achse des Werkzeugs an.

**[0042]** Die Motorbaugruppe (Fig. 2) dreht den Versatzbohrdorn (30), um den Bohrkronenversatz wie gewünscht zu positionieren. Das Werkzeug kann ein Regelsystem mit geschlossenem Ein- und Ausgang verwenden, um eine Steuerung des Bohrkronenversatzes wie gewünscht zu erreichen. Die Position des Versatzbohrdorns in Bezug auf die Gravitation wird mit Hilfe eines Drehmelders, der die Drehung des Versatzbohrdorns in Bezug auf den Kranz misst, und mit Hilfe der Beschleunigungsmesser, Magnetometer und/oder Gyroskope, die die Umdrehungsgeschwindigkeit und die Winkelorientierung des Kranzes messen, ständig gemessen. Alternativ könnte die Messung mit Sensoren erfolgen, die direkt an dem Versatzbohrdorn (30) selbst angebracht sind.

**[0043]** Der Metall-Federbalg (Fig. 2) schafft eine Abdichtung zwischen der Bohrkronenwelle (23) und dem Kranz und biegt sich vorzugsweise, um die Relativbewegung zwischen diesen aufzufangen, wenn die Bohrkronenwelle schwankt. Der Federbalg hält die Abdichtung zwischen dem Öl innerhalb der Anordnung und dem Schlamm außerhalb des Werkzeugs aufrecht und widersteht dem Differenzdruck

sowie einer vollständigen umgekehrten Biegung, wenn sich das Werkzeug dreht. Außerdem ist der Federbalg durch eine sphärische Grenzfläche, die einen kleinen Spalt aufrechterhält, durch den der Schutt eindringen kann, vor einer Beschädigung durch groben Schutt geschützt.

**[0044]** Der Sicherungsring (35) kann auch dazu verwendet werden, den Versatzbohrdorn (30) und die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz rotatorisch miteinander zu verriegeln, wie in Fig. 5 gezeigt ist. Vorzugsweise dreht sich der Sicherungsring (35) mit der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz. Die Motor/Kugelumlaufspindel-Baugruppe (34) oder ein anderer linearer Aktuator schiebt unter Verändern des Winkels den Sicherungsring vorwärts, so dass er den Versatzbohrdorn (30) löst und mit der Bohrkronenwelle (23) in Eingriff gelangt. An diesem Punkt dreht die Drehung des Versatzbohrdorns mit Hilfe des Lenkungsmotors (nicht gezeigt) den Versatzbohrdorn in Bezug auf den Zylinder mit einem veränderbaren Versatz, was zu einer Veränderung des Versatzes führt. Wenn der gewünschte Versatz erreicht ist, kann der Sicherungsring zurückgezogen werden, was den Zylinder mit einem veränderbaren Versatz von der Bohrkronenwelle löst und ihn wiederum mit dem Versatzbohrdorn verriegelt.

**[0045]** Die Fig. 6 und 7 zeigen den Versatzbohrdorn (30) und die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz. Die Fig. 7a und Fig. 7b zeigen einen längs der Linie 7-7' in Fig. 6 aufgenommenen Querschnitt des Versatzbohrdorns. Der Versatzbohrdorn (30) und die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz sind in der Weise angebracht, dass der Abstand (d) zwischen ihren Längsachsen (a-a') durch die Drehung des Versatzbohrdorns (30) in Bezug auf die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz variiert werden kann. Der Fall, in dem beide Achsen kollinear sind, entspricht einem Bohrkronenversatz von null (Fig. 7a). Ein Bohrkronenversatz tritt auf, wenn der Abstand zwischen den Achsen von null verschieden ist (Fig. 7b).

**[0046]** Die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz ist über einen Kupplungsmechanismus entkoppelbar an dem Versatzbohrdorn (30) angebracht. Die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz dreht sich, sobald sie gekoppelt ist, zusammen mit dem Versatzbohrdorn (30).

**[0047]** Um den Winkel der Bohrkronen zu verändern, löst der Kupplungsmechanismus die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz von dem Versatzbohrdorn. Der Versatzbohrdorn (30) kann sich, sobald er entkoppelt ist, in Bezug auf die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz frei drehen, um den Abstand der Achsen (a-a') des Versatzbohrdorns (30) und der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz zu verändern, was dadurch zu einer Verände-

rung des Bohrkronenversatzes führt.

**[0048]** Der Mechanismus (16) für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung umfasst einen Versatzbohrdorn (30) mit einer nicht konzentrischen Bohrung (33), die in seinem Querschnitt am unteren Ende ausgebildet ist. Das obere Ende der Kupplung für einen veränderbaren Versatz ist in dieser Bohrung gehalten.

**[0049]** In Fig. 6 ist nun ein Abschnitt des lenkbaren Drehwerkzeugs von Fig. 2, der einen Kupplungsmechanismus darstellt, gezeigt. Der Kupplungsmechanismus umfasst einen linearen Aktuator (34) und einen Sicherungsring (35). Der Sicherungsring (35) koppelt den Versatzbohrdorn (30) und die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz miteinander, damit die Drehung des Versatzbohrdorns (30) auf die Kupplung für einen veränderbaren Versatz übertragen wird. Das Koppeln erfolgt durch Einbetten der Innenseite (37) des Sicherungsrings (35) in einer Aussparung (38), die in dem unteren Ende des Versatzbohrdorns (30) ausgebildet ist. Um die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz von dem Versatzbohrdorn (30) zu entkoppeln, schiebt der Aktuator (34) den Sicherungsring (35) vorwärts. Das Koppeln des Versatzbohrdorns (30) mit der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz wird erreicht, indem der Sicherungsring (35) zurückgezogen wird. Vorzugsweise wirkt der Aktuator (34) auf einen äußeren Ring (36) ein, der sich von der Kante des Sicherungsrings (35) erstreckt. Der Aktuator (34) kann auch innerhalb des Versatzbohrdorns (30) angeordnet sein und auf die innere Oberfläche des Sicherungsrings (35) einwirken. In diesem Fall wäre der Aktuator (34) in dem Versatzbohrdorn (30) eingebettet. Vorzugsweise ist der Aktuator (34) ein linearer Aktuator wie beispielsweise eine Motor/Kugelumlaufspindel-Baugruppe.

**[0050]** Um den Winkel der Bohrkronen zu verändern, wirkt der Aktuator (34) so auf den Sicherungsring (35) ein, dass sich der Versatzbohrdorn (30) in Bezug auf das obere Ende der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz frei drehen kann. Vorzugsweise ist die Kupplung (37) für einen veränderbaren Versatz mit der Bohrkronenwelle (23) gekoppelt. Die Winkel- oder Schwenkmotorbaugruppe (15) dreht den Versatzbohrdorn (30), bis die gewünschte Bohrkronenorientierung erreicht ist, worauf die Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz wieder von dem Versatzbohrdorn (30) entkoppelt werden kann. Vorzugsweise ist das obere Ende der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz während der Drehung des Versatzbohrdorns (30) in der nicht konzentrischen Bohrung des Bohrdorns gehalten.

**[0051]** Die gewünschte Bohrkronenorientierung wird erreicht, indem die Position des oberen Endes (44) der Bohrkronenwelle, das in Fig. 2 oben gezeigt ist, verändert wird und ein Punkt (45) der Bohrkro-

nenwelle durch das Kupplungssystem (17) zum Übertragen eines Drehmoments festgehalten wird. Das Kupplungssystem (17) zum Übertragen eines Drehmoments ist an demjenigen Punkt (45) der Bohrkronenwelle angeordnet, der dem Mechanismus für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung gegenüberliegt. Das Kupplungssystem zum Übertragen eines Drehmoments kann irgendeine ein Drehmoment übertragende Kupplung umfassen, die das Drehmoment von dem Werkzeugkranz (24) auf die Bohrkronenwelle (23) überträgt, obwohl diese beiden nicht koaxial sein müssen.

**[0052]** Fig. 8 zeigt eine vergrößerte Ansicht der Drehmomentübertragungskupplung (47) von Fig. 2. Sie umfasst Vorsprünge (39), die an der Bohrkronenwelle (23) angeordnet sind, wobei jeder Vorsprung durch geschlitzte Zylinder (40) abgedeckt ist. Wobei ein äußerer Ring (41) an seinem Umfang Löcher (42) aufweist, wobei die geschlitzten Zylinder (40) in die Löcher (42) passen, um die Vorsprünge zu verriegeln. Die entsprechenden Zylinder können sich jeweils in dem entsprechenden Loch (42) frei drehen und ermöglichen außerdem ein Zurück- und Vorwärtsschwenken der Vorsprünge (39).

**[0053]** Die in Fig. 8 gezeigte Drehmomentübertragungskupplung (47) besitzt insgesamt zehn Vorsprünge, die die Bohrkronenwelle umgeben. Jedoch können andere Ausführungsformen der Erfindung eine größere oder eine kleinere Anzahl von Vorsprüngen aufweisen. Vorzugsweise halten die Vorsprünge (39) einen Kontakt über das gesamte Universalgelenk aufrecht, wenn sich das Gelenk abwinkelt. Obwohl wie bei einem Standard-Universalgelenk Kugeln verwendet werden können, enthalten die Drehmomentübertragungskomponenten der bevorzugten Ausführungsform geschlitzte Zylinder, die mit den rechteckigen Vorsprüngen an der Bohrkronenwelle (23) in Eingriff gelangen. Die Zylinder (40) lassen vorzugsweise ein Zurück- und Vorwärtsschwenken der Vorsprünge in den Schlitzen (63) zu.

**[0054]** Der äußere Ring (41) der Drehmomentübertragungskupplung (47) ist mit der inneren Oberfläche des Werkzeugkranzes (24) gekoppelt, so dass er sich zusammen mit dem Werkzeugkranz (24) dreht und das betreffende Drehmoment auf die Bohrkronenwelle (23) überträgt. Bei dieser Konfiguration wird das Drehmoment von den Vorsprüngen (39) an der Bohrkronenwelle (23) auf die Zylinder (40) und dann auf den Drehmomentring (41) und auf den Kranz übertragen. Wie in den Fig. 8 und Fig. 9 gezeigt ist, geschieht die Drehmomentübertragung von dem Ring auf den Kranz vorzugsweise über ein zehneckiges Polygon. Alternativ können andere Geometrien und/oder Mittel zur Drehmomentübertragung, die Fachleuten bekannt sind, verwendet werden.

**[0055]** Fig. 9 zeigt einen Querschnitt der Drehmo-

mentübertragungskupplung (47). Die Querschnitte der äußeren Oberfläche des äußeren Rings (41) und der inneren Oberfläche des Werkzeugkranzes sind wenigstens in dem Abschnitt, der dem Drehmomentübertragungsabschnitt (17) entspricht, Polygone, derart, dass sie ineinander passen. Dementsprechend passt jede Seite des Polygons des Werkzeugkranzes mit ihrer Ergänzungsseite des Polygons des äußeren Rings zusammen und überträgt die Bewegung des Werkzeugkranzes auf die Bohrkronenwelle.

**[0056]** Die Vorsprünge (39) können frei zurück und vorwärts schwenken, während sich die geschlitzten Zylinder (40) frei drehen können und dadurch die Neigung oder Abwinkelung der Bohrkronenwelle ermöglichen. Wie in [Fig. 10](#) zu erkennen ist, bewegen sich Vorsprünge, die im Wesentlichen in derselben Ebene wie die Neigungsebene der Bohrkronenwelle angeordnet sind, in Abhängigkeit von ihrer Position an der Bohrkronenwelle in den entsprechenden geschlitzten Zylindern zurück oder vorwärts. Vorsprünge, die im Wesentlichen in der zu der Neigungsebene senkrechten Ebene liegen, weisen keine relevante Bewegung auf, jedoch drehen sich ihre entsprechenden geschlitzten Zylinder typischerweise in der Neigungsrichtung.

**[0057]** In [Fig. 11](#) ist nun eine detaillierte Ansicht eines Abschnitts eines lenkbaren Drehbohrwerkzeugs (9b), die den Federbalg (22b) darstellt, gezeigt. Der Federbalg (22b) ist an der äußeren Gegenmutter (61) positioniert, die durch Verschrauben mit dem Kranz (nicht gezeigt) gekoppelt ist. Zwischen der Bohrkronenwelle (23b) und der äußeren Gegenmutter (61) ist ein Federbalg-Schutzring (25) positioniert. Der Federbalg (22b) ist längs der Bohrkronenwelle (23b) durch einen oberen Federbalgring (65) und längs der Gegenmutter (61) durch einen unteren Federbalgring (64) befestigt.

**[0058]** [Fig. 11](#) zeigt außerdem eine weitere Ausführungsform einer Drehmomentübertragungskupplung (47b), die eine Drehmomentübertragungskugel (66) enthält, die beweglich zwischen der Bohrkronenwelle (23b) und dem Drehmomentring (61b) positioniert ist. Das flexible Rohr (29b) ist in der Bohrkronenwelle (23b) gezeigt und mit dieser über eine innere Gegenmutter (67) verbunden.

**[0059]** Obwohl die Erfindung in Bezug auf eine begrenzte Anzahl von Ausführungsformen beschrieben worden ist, ist Fachleuten, die einen Nutzen aus dieser Offenbarung ziehen, klar, dass weitere Ausführungsformen erdacht werden können, die nicht von dem Umfang der Erfindung, wie er hier offenbart worden ist, abweichen. Daher soll der Umfang der Erfindung nur durch die beigefügten Ansprüche begrenzt sein.

## Patentansprüche

1. Lenkbares Drehbohrwerkzeug mit:
  - einem Werkzeugkranz (24), der einen Innenraum, ein oberes Ende und ein unteres Ende aufweist,
  - einer Bohrkronenwelle (23), die eine äußere Oberfläche, ein oberes Ende und ein unteres Ende aufweist, wobei die Bohrkronenwelle in dem Werkzeugkranz so unterstützt ist, daß sie um eine feste Position längs der Bohrkronenwelle eine Schwenkbewegung ausführen kann,
  - einer Drehmomentübertragungskupplung (47), die so beschaffen ist, daß sie Drehmoment von dem Werkzeugkranz (24) an die Bohrkronenwelle (23) an der festen Position längs der Bohrkronenwelle überträgt, einem Dichtungssystem (14), das so beschaffen ist, daß es zwischen dem unteren Ende des Kranzes und der Bohrkronenwelle abdichtet, und einem Mechanismus (16) für eine veränderbare Bohrkronenwellenneigung, der umfaßt:
    - einen Motor (15),
    - einen Versatzbohrdorn (30), der ein oberes Ende und ein unteres Ende aufweist, wobei der Motor am oberen Ende des Versatzbohrdorns befestigt und so beschaffen ist, daß er den Versatzbohrdorn dreht, und einen Kupplungsmechanismus (31) für einen veränderbaren Versatz, der ein oberes Ende und ein unteres Ende aufweist,

**dadurch gekennzeichnet**, daß das obere Ende der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz an dem unteren Ende des Versatzbohrdorns (30) unkuppelbar angefügt ist.
2. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 1, bei dem das obere Ende der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz an dem versetzten Ort des unteren Endes des Versatzbohrdorns (30) durch einen Verriegelungsring (35) unkuppelbar angefügt ist.
3. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 2, das ferner einen Aktuator (34) umfaßt, der so beschaffen ist, daß er den Versatzbohrdorn (30) von der Kupplung (31) für einen veränderbaren Versatz abkoppelt.
4. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 3, bei dem der Verriegelungsring (35) einen äußeren Ring (36) aufweist, auf den der Aktuator (34) wirkt.
5. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 4, bei dem der Aktuator (34) einen linearen Aktuator umfaßt.
6. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 5, bei dem der lineare Aktuator (34) eine Baueinheit des Typs Motor/Kugelumlaufspindel umfaßt.
7. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 6, bei dem der Motor (15) ein Ringmotor (28) ist.

8. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 1, bei dem die Bohrkronenwelle (23) an dem festen Punkt mehrere Vorsprünge (39) aufweist, die sich von der äußeren Oberfläche der Bohrkronenwelle radial erstrecken, und die Drehmomentübertragungskupplung (47) umfaßt:

einen Ring (41), der eine innere Oberfläche und einen Umfang sowie mehrere Perforationen (42) längs des Umfangs besitzt, wobei der Ring die Bohrkronenwelle umgibt und jeder Vorsprung (39) auf eine Perforation des Rings ausgerichtet ist, und mehrere Zylinder (40), die untere Enden besitzen, wovon jedes einen Schlitz besitzt, wobei sich die Zylinder in den Perforationen des Rings befinden und die Vorsprünge in die Schlitze des Zylinders eindringen.

9. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 8, bei dem die innere Oberfläche des Rings (41) mehrere Schlitze (63) umfaßt, wovon jeder eine Perforation (42) des Rings schneidet.

10. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 9, bei dem der Ring (41) an der inneren Oberfläche des Werkzeugkranzes (24) befestigt ist.

11. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 10, bei dem der Ring (41) und die innere Oberfläche des Werkzeugkranzes (24) polygonförmige Querschnitte besitzen.

12. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 1, bei dem das Dichtungssystem (14) eine Balgdichtung (22), die sich zwischen dem Werkzeugkranz (24) und der Bohrkronenwelle (23) befindet, und einen Ring (25), der zwischen dem Werkzeugkranz und der Bohrkronenwelle und am unteren Ende des Werkzeugkranzes vorhanden ist, umfaßt, wobei der Ring ein oberes Ende und ein unteres Ende besitzt.

13. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 12, bei dem der Druck zwischen dem Innenraum des Werkzeugkranzes (24) und dem Fluiddruck in einem durch das Werkzeug gebohrten Bohrloch durch ein Druckausgleichssystem (12) ausgeglichen wird, das eine Leitung (20), die durch den Werkzeugkranz verläuft, und einen gleitfähigen Kolben (21), der sich in dem Werkzeugkranz befindet und eine Oberseite sowie eine Unterseite besitzt, umfaßt, wobei die Oberseite des Kolbens dem Fluiddruck des Bohrlochs ausgesetzt ist.

14. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 13, bei dem der Ring (25) so beschaffen ist, daß er einen Spalt zwischen der Bohrkronenwelle (23) und dem unteren Ende des Werkzeugkranzes (24) im Wesentlichen verschließt.

15. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach An-

spruch 14, bei dem die äußere Oberfläche der Bohrkronenwelle (23) an einer Stelle, an der die Bohrkronen aus dem Werkzeugkranz (24) austritt, eine konkave sphärische Oberfläche (26) besitzt.

16. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 15, bei dem das obere Ende des Rings (25) eine konvexe sphärische Oberfläche (27) besitzt, die so beschaffen ist, daß sie an die konkave sphärische Oberfläche (26) der Bohrkronenwelle (23) angepasst ist.

17. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 1, bei dem der Motor (15) ein Ringmotor (28) ist.

18. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 17, das ferner ein Rohr (29) umfaßt, das so beschaffen ist, daß es Bohrfluid von einem oberen Ende des Motors (28) zu dem oberen Ende der Bohrkronenwelle (23) leitet.

19. Lenkbares Drehbohrwerkzeug nach Anspruch 18, bei dem das Rohr (29) eine Titanlegierung enthält.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

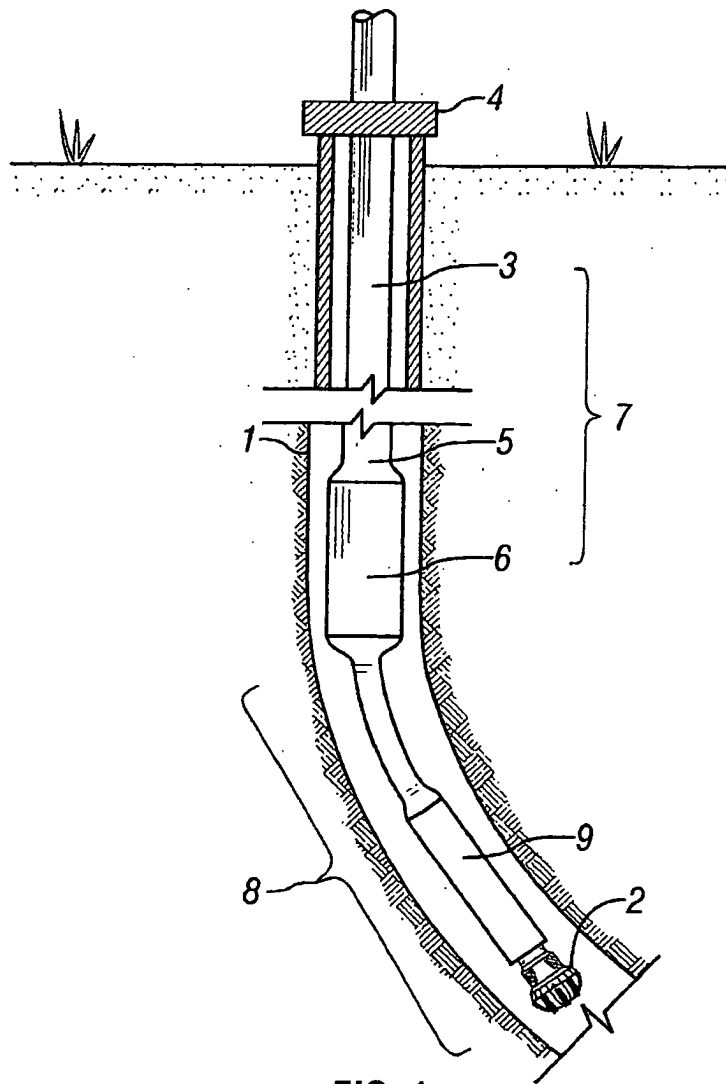


FIG. 1

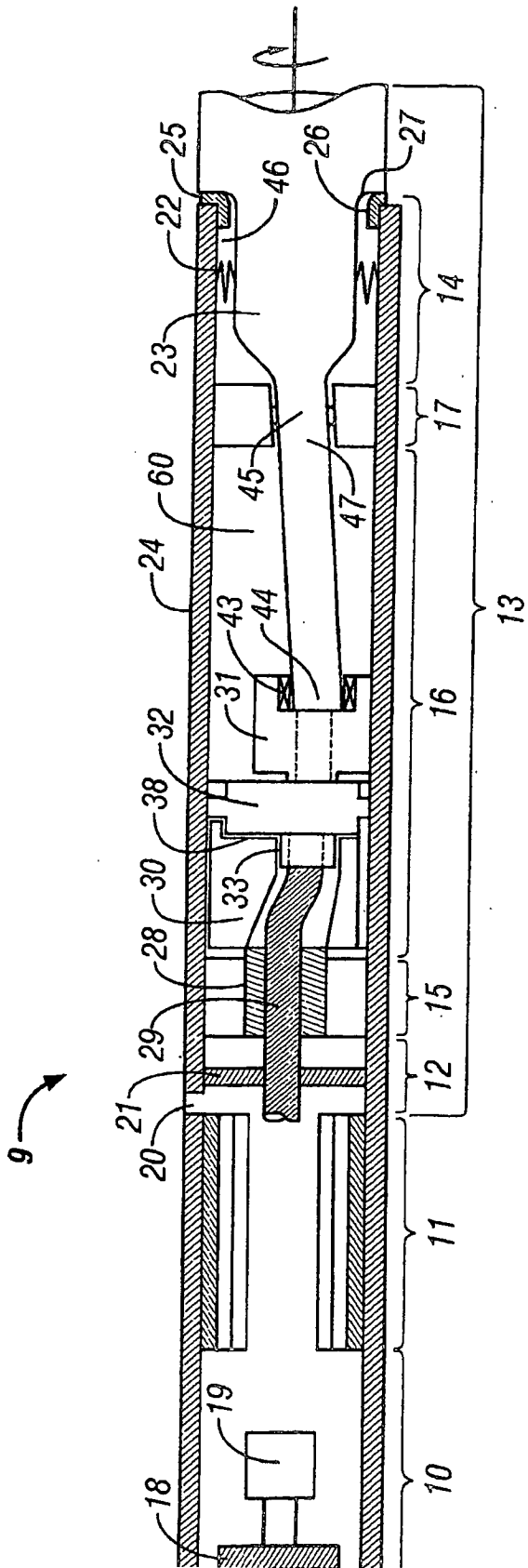


FIG. 2

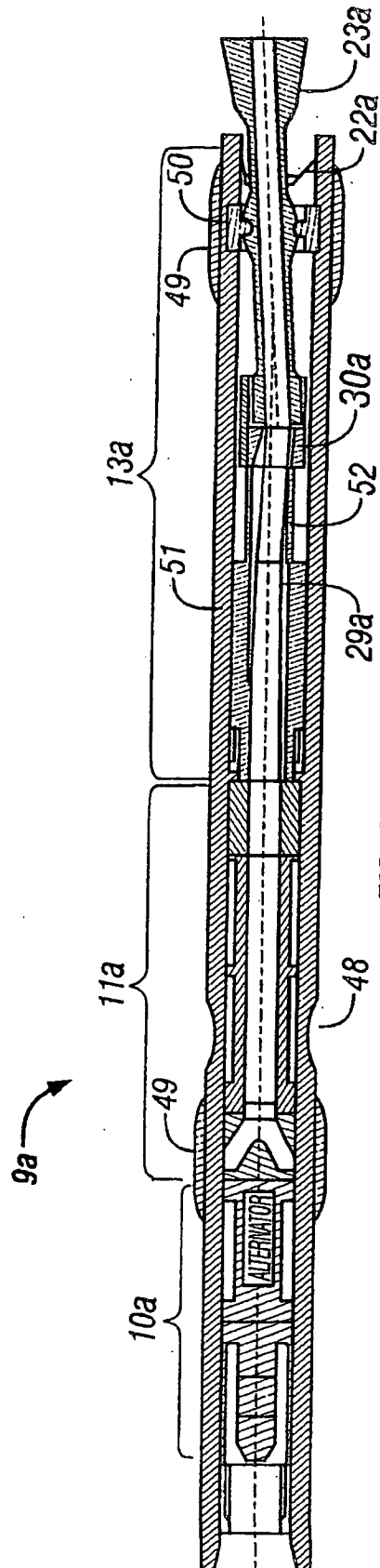


FIG. 3

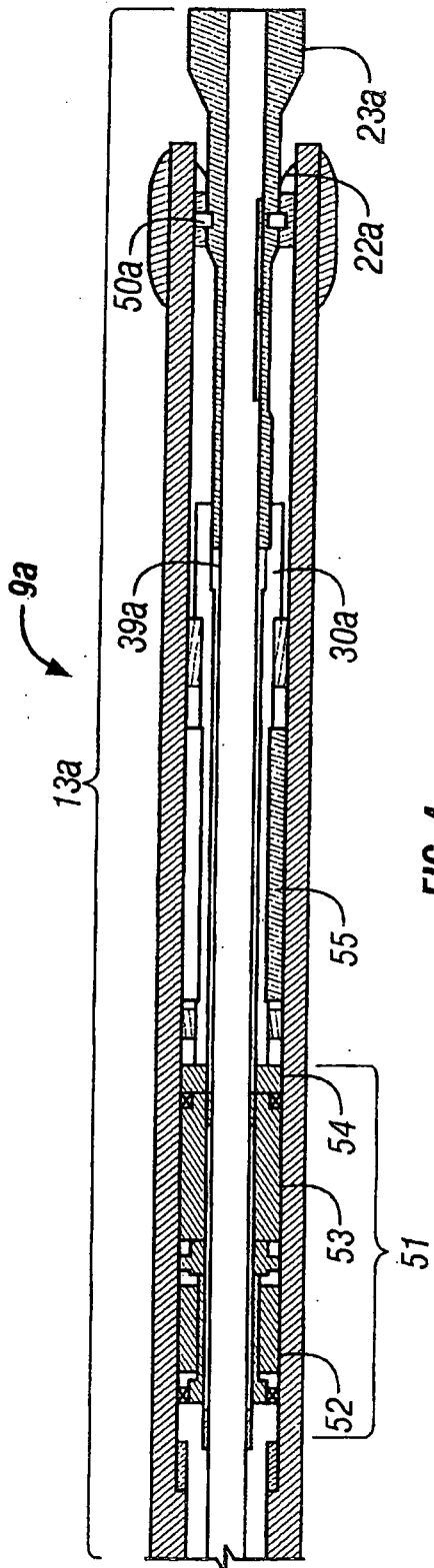


FIG. 4

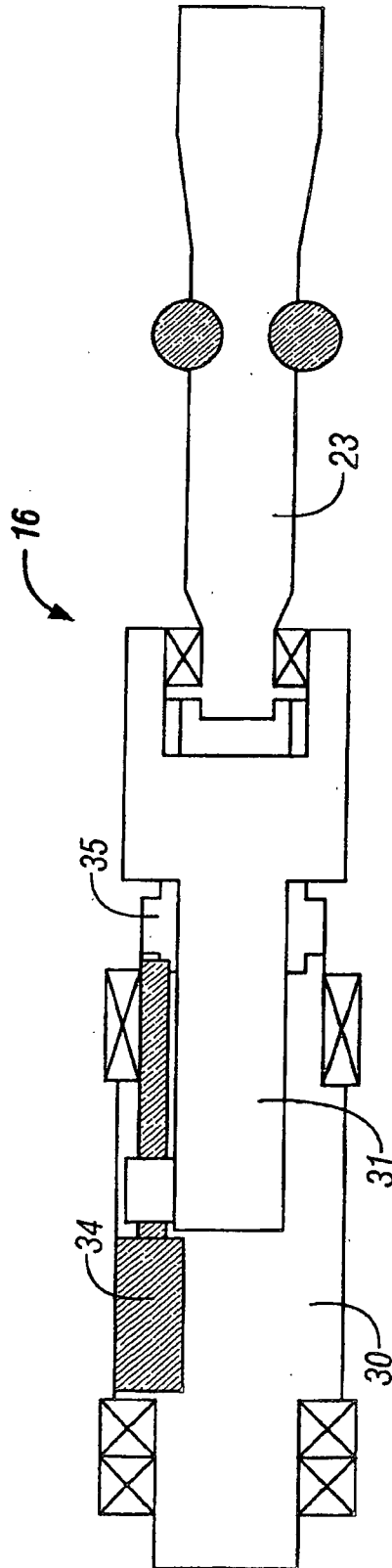
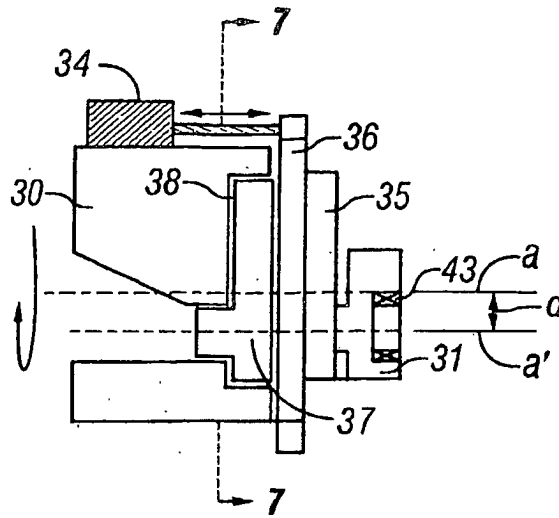
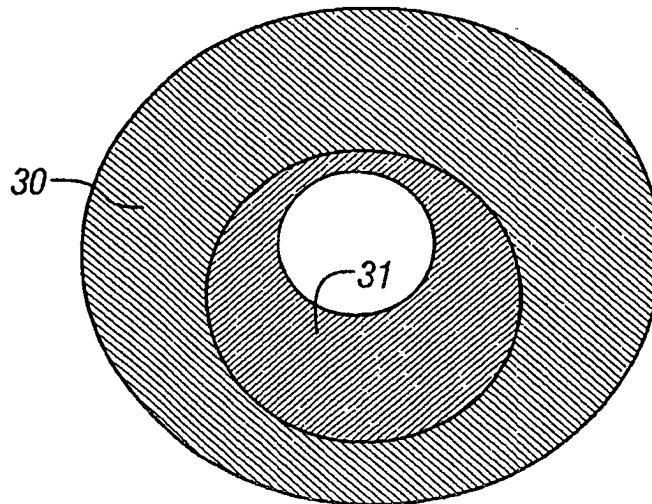


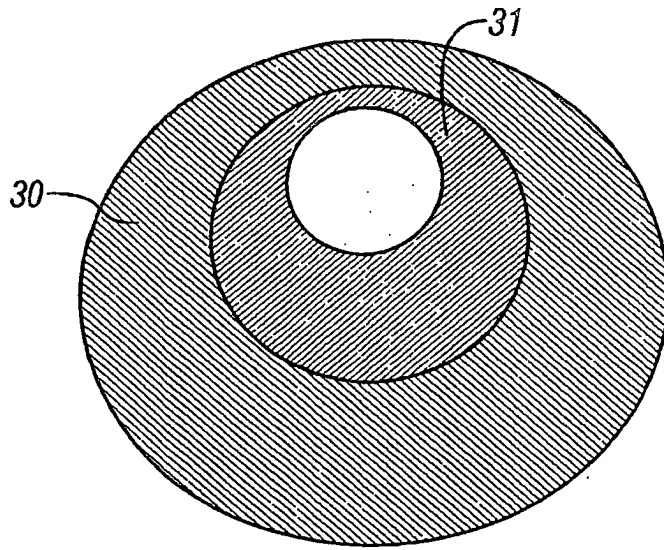
FIG. 5



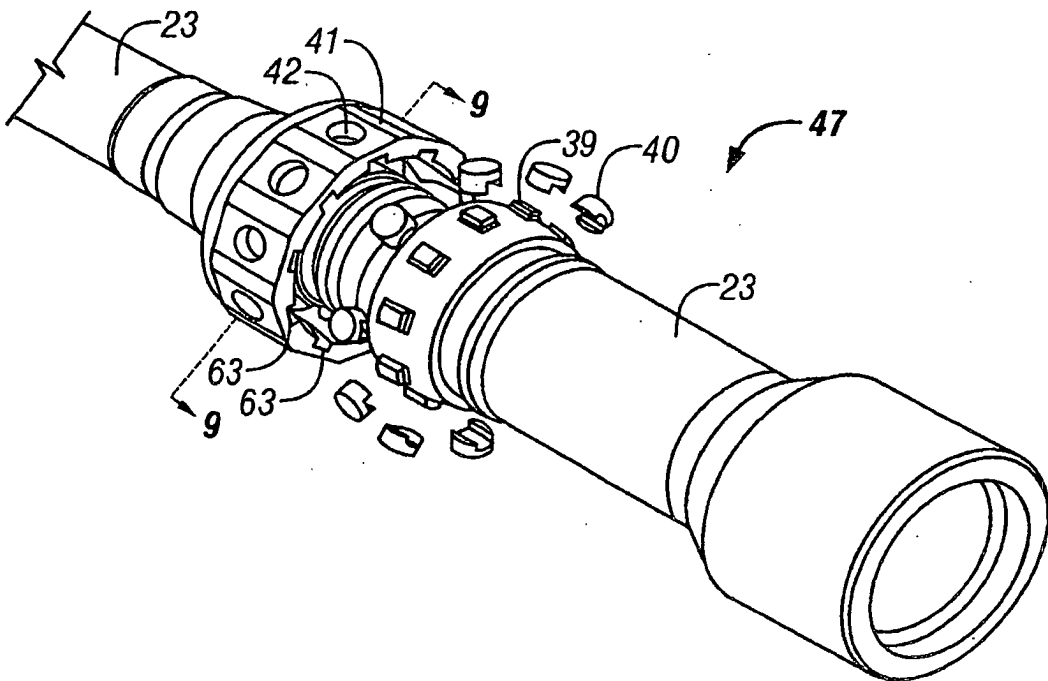
**FIG. 6**



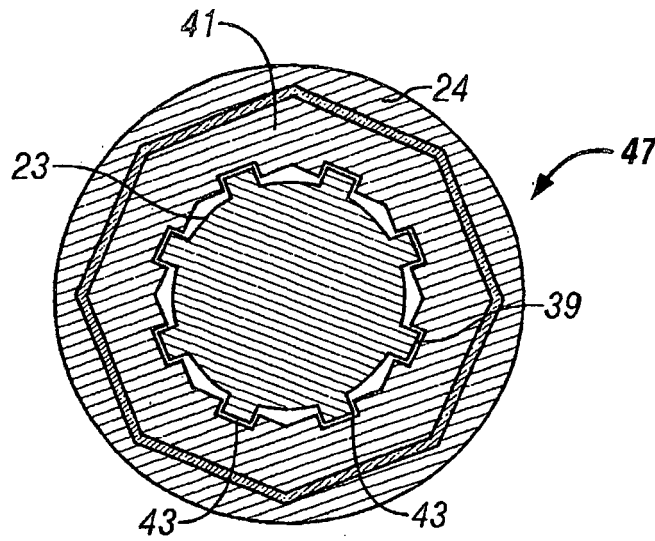
**FIG. 7A**



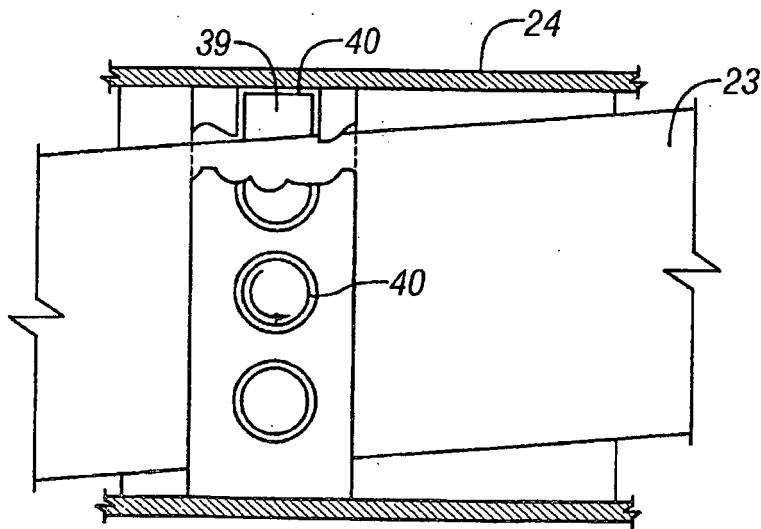
**FIG. 7B**



**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**

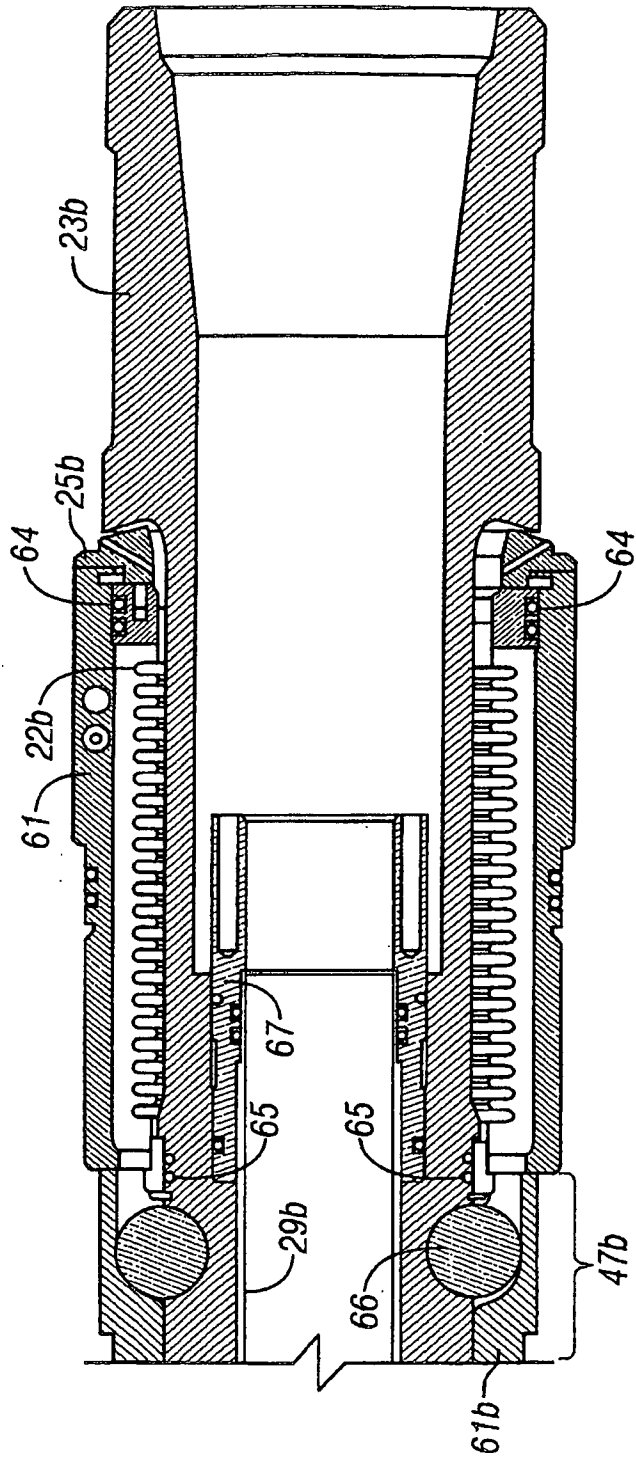


FIG. 11