



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 24 738 T2** 2005.05.19

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 005 603 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 24 738.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/AU98/00639**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 938 518.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/009294**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.08.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **25.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.06.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **23.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.05.2005**

(51) Int Cl.7: **E21B 25/18**
E21B 25/00

(30) Unionspriorität:
PO857197 15.08.1997 AU

(73) Patentinhaber:
**Benthic Geotech Pty. Ltd., St. Marys, New South
Wales, AU**

(74) Vertreter:
**Fuchs, Mehler, Weiß & Fritzsche, 65201
Wiesbaden**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
FRAZER, Ivo, Hugh, Lower Portland, AU

(54) Bezeichnung: **KERNGEWINNUNG IM MEERESBODEN MIT HILFE EINES KOLBENS**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf Technologie, die verwendet wird, um Bohrproben von dem Meeresboden zu nehmen unter Verwendung eines Bohrers, der abgesenkt und von einem Schiff ferngesteuert wird.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Konventionell ist das Gewinnen von Bohrproben von dem Meeresboden entweder durch eine Technik erzielt worden, die als Bohren mit einem Kolben oder mit einem Diamanten bekannt ist.

[0003] Das Bohren mit Diamanten wird erzielt durch Verwendung herkömmlicher Kernrohre mit Diamantgruppen-Bohrspitzen. Üblicherweise wird diese Technik verwendet, wenn Felsen gebohrt werden.

[0004] Andererseits ist das Bohren mit einem Kolben besonders geeignet bei Meeresbodenoperationen, wo typischerweise der Meeresboden mit einer Schicht von Sedimentmaterial abgedeckt ist, welche zu weich ist, um unter Verwendung eines Standard-Diamant-Bohrsystems erfolgreich zu bohren.

[0005] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Verbesserungen bei diesem letzteren Verfahren und daher handelt die folgende Beschreibung in Einzelheiten mit dieser Art von früheren Systemen.

[0006] Systeme und Verfahren zur Gewinnung von Bohrproben von dem Meeresboden sind bekannt. Die US 3,438,452 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Gewinnung einer Kernprobe aus einer Erdformation oder vom Meeresboden. Eine Kerngewinnungsvorrichtung ist an einer Oberfläche durch Ankermittel verankert und ein Kern-Gewinnungsrohr wird hydraulisch in die Formation angetrieben. Eine Kernprobe wird durch das Kern-Gewinnungsrohr zurückgehalten, wenn das Kern-Gewinnungsrohr hydraulisch aus der Formation zurückgezogen wird.

[0007] Es ist wohlbekannt, kurze Proben mit Kern-Gewinnungsrohren zu nehmen, wie zum Beispiel dem Shelby-Rohr. Es ist jedoch herausgefunden worden, daß die Reibung mit der Probe, die auf die Innenwände des Rohres wirkt, sich rasch aufbaut, um den Eintritt von neuem Material zu verhindern. Dies bedeutet, daß das Rohr effektiv zu einer festen Stange wird und das Sediment abgibt, ohne daß irgendeine weitere Probe gewonnen wird.

[0008] Dieser Effekt ist besonders schädlich, wenn es Schichten von sehr weichem und härterem Material gibt, da die Reibung des härteren Materials verhindert, daß irgendwelches oder zumindest wenig

von dem weichem Material in das Rohr eintritt. Die Probe in dem Rohr besteht sodann nahezu gänzlich aus dem härteren Material.

[0009] Andere herkömmliche Probentechniken für den Meeresboden machen vorteilhaft Gebrauch von dem Wasserdruck in der Tiefe, um längere und repräsentativere Proben durch Verwendung der Halteseil-Kolbenkern-Technologie zu nehmen. Bei einer solchen Technologie ist der Bohrrahmen in der Nähe des Meeresbodens durch Stützeinrichtungen angeordnet und umfasst einen hydraulischen Zuführzylinder und ein Seil- und Rollensystem. Der Zuführzylinder veranlasst, daß das Kern-Probenrohr in den Meeresboden gestoßen wird. Ein Kolben ist innerhalb des Probenrohres installiert und umfasst Abdichtungen, um eine Leckache hinter dem Kolben zu verhindern. Der Kolben ist gegen den Rahmen durch ein Halteseil abgestützt, sodass, wenn das Rohr in den Meeresboden gestoßen wird, der Kolben zurückgehalten wird, um stationär zu verbleiben.

[0010] Wenn die Reibung des Materials in dem Rohr genügend Kräfte bildet, um die Härte des Materials, das an der Unterseite des Rohres eintritt, zu übersteigen, wird das Material in dem Rohr versuchen, sich nach oben mit dem Rohr zu bewegen. Vorausgesetzt, daß das Material im Wesentlichen dicht ist, wird dies einen verminderten Druck unter dem durch das Halteseil gehaltenen Kolben bilden. Die Differenz in dem Druck zwischen demjenigen an der Unterseite des Rohres und demjenigen unter dem Kolben ist sodann als eine zusätzliche Kraft verfügbar, um die Reibung des Materials in dem Rohr zu übersteigen.

[0011] Der verminderte Druck unter dem Kolben ist selbst regulierend, da er durch die Reibung in dem Rohr erzeugt wird und der Druckgradient nach unten in dem Rohr ist proportional zu der Reibung in jedem Teil des Rohres. Dies bedeutet, daß eine vollständige Probe des Meeresbodens erhalten wird, die vollständig ist mit weichen und harten Schichten.

[0012] Es liegt auf der Hand, daß dieses Verfahren mit anwachsender Wassertiefe wirksamer wird, da die verfügbare Druckreduktion anwächst. Es ist im Wesentlichen unwirksam auf oder in der Nähe der Oberfläche.

[0013] Während dieses System wirksam ist, ist es schwierig gewesen dieses Verfahren bei einer Bohrung anzuwenden, die eine segmentierte Bohrkette besitzt, welche aus einer variablen Anzahl von Bohrstangen in Abhängigkeit von der Einsinktiefen hergestellt ist, da es keine praktische Weise der Verbindung des Halteseiles mit dem Kolben in der Kernstange an der Unterseite der Bohrkette gibt.

[0014] Demgemäß sind weitere Prüfungen ausge-

führt worden in dem Versuch, die Anwendbarkeit eines auf einem Kolben beruhenden Kernsystems zu verbessern.

Aufgabe der Erfindung

[0015] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Beschränkungen der bestehenden Systeme mit einem Kolbenkern zu vermeiden und insbesondere das Erfordernis zu vermeiden, einen strukturell an einem Halteseil aufgehängten Kolben zu verwenden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0016] Gemäß der Erfindung umfasst ein Verfahren zum Gewinnen einer Bohrkernprobe aus Meeresbodenmaterial in einem Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) da S ein oberes Ende, ein unteres offenes Ende und eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer (**12-6**) aufweist, die sich dazwischen erstreckt, den Schritt des Eintreibens des Rohres für Bohrkernproben (**12-4**) in den Meeresboden, wie dies in dem US-Patent 3,438,452 und dem anderen Stand der Technik offenbart ist. In Bezug auf das US-Patent 3,438,452 ist das Verfahren der Erfindung gekennzeichnet durch den Schritt der gleichzeitigen Entziehung von Flüssigkeit aus dem oberen Ende des Rohres für Bohrkernproben (**12-4**) mit einer Geschwindigkeit, die ausreicht, um zu bewirken, daß das Meeresbodenmaterial in das Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) bei im Wesentlichen derselben Geschwindigkeit hineingezogen wird, mit der das Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) in den Meeresboden eindringt.

[0017] Vorzugsweise umfasst der Schritt des Abziehens von Flüssigkeit aus dem oberen Ende des Rohres für Bohrkernproben das Abziehen der Flüssigkeit durch ein Rohrleitungsmittel das an einem Ende mit dem Rohr für Bohrkernproben verbunden ist und an seinem anderen Ende mit einem entfernt angebrachten Mittel zum Abziehen von Flüssigkeit verbunden ist.

[0018] Vorzugsweise werden die Schritte des Eintreibens des Rohres für Bohrkernproben in den Meeresboden und das Abziehen von Flüssigkeit oberhalb des Meeresbodenmaterials durch eine Kombination von aus der Ferne koordinierten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmitteln ausgeführt. Typischerweise umfasst die Koordination der Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel, die Schritte des Pumpens von Hydraulikflüssigkeit in ein erstes Hydraulikmittel hinein, um das Rohr für Bohrkernproben in den Meeresboden einzutreiben, und das gleichzeitige Pumpen von Hydraulikflüssigkeit in ein zweites Hydraulikmittel, um Flüssigkeit aus dem oberen Ende des Rohres für Bohrkernproben abzuführen.

[0019] Es versteht sich, daß ein frei beweglicher

Kolben in dem Rohr für Bohrkernproben angeordnet sein kann oder auch nicht. Er wird enthalten sein, wo ein beträchtliches Risiko besteht, daß Meeresbodenmaterial ebenfalls von dem Probenrohr abgezogen werden kann.

[0020] Demgemäß ist es vorzuziehen, das Rohr für Bohrkernproben weiterhin mit einem Kolben zu versehen, welcher auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer eingesetzt und darin oberhalb des Meeresbodenmaterials beweglich ist, das in das Rohr für Bohrkernproben eintritt, und der Schritt des Abziehens von Flüssigkeit oberhalb des Kolbens derart geschieht, daß der Kolben im Wesentlichen stationär gehalten wird.

[0021] In einem getrennten Aspekt der Erfindung, der geeignet ist, bei dem zuvor beschriebenen Verfahren verwendet zu werden, ist ein Bohrkerngehäuse vorgesehen, welches ein oberes Ende mit einem Einlass/Auslass für Flüssigkeit, ein offenes unteres Ende und eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer umfasst, die sich dazwischen erstreckt, um Meeresbodenmaterial aufzunehmen.

[0022] Vorzugsweise umfasst das Rohr für Bohrkernproben weiterhin einen Kolben, der auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer eingesetzt und als Reaktion auf den Flüssigkeitsfluss durch den Einlass/Auslass axial innerhalb der zylinderförmigen Kammer beweglich ist. Vorzugsweise umfasst das Rohr für Bohrkernproben ferner entfernt angeordnete Mittel zum Abziehen von Flüssigkeit. Vorzugsweise sind die entfernten Mittel mit dem Rohr für Bohrkernproben durch eine Zwischenleitung zwischen dem Rohr für Bohrkernproben und den entfernten Mitteln verbunden.

[0023] Vorzugsweise umfasst das Rohr für Bohrkernproben ferner einen Adapter an dem oberen Ende, um Abdichtungsmittel zur Verfügung zu stellen, damit eine leckagefreie Verbindung mit der Rohrleitung ermöglicht wird, welche zwischen dem Rohr für Bohrkernproben und den entfernt angebrachten Mitteln zum Abziehen von Flüssigkeit angeschlossen werden können.

[0024] In einem weiteren getrennten Aspekt der Erfindung, der geeignet ist, um mit dem Verfahren und dem zuvor beschriebenen Rohr für Bohrkernproben verwendet werden, umfasst ein Bohrkerngewinnungssystem im Meeresboden:

- a) ein zuvor beschriebenes Rohr für Bohrkernproben;
- b) erste Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel, um das Rohr für Bohrkernproben in den Meeresboden einzutreiben;
- c) zweite Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel, um Flüssigkeit aus dem Rohr für Bohrkernproben oberhalb des Meeresbodenmaterials abzuführen;

und

d) erste Rohrleitungsmittel, welche zwischen dem Rohr für Bohrkernproben und den zweiten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmitteln verbunden sind;

wobei die ersten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel und die zweiten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel derart koordiniert sind, daß das Meeresbodenmaterial im Wesentlichen mit derselben Geschwindigkeit in das Rohr für Bohrkernproben eintreten wird, mit der das Rohr für Bohrkernproben in den Meeresboden eindringt.

[0025] Vorzugsweise umfasst das Bohrkerngewinnungssystem ferner einen Kolben der auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer des Bohrers für Bohrkernproben eingesetzt und darin oberhalb des Meeresbodenmaterials beweglich ist, welches in das Rohr für Bohrkernproben eintritt.

[0026] Vorzugsweise umfassen die ersten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer, einen Kolben, welcher auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer eingesetzt und axial innerhalb der zylinderförmigen Kammer beweglich ist, um eine erste Kammer und eine zweite Kammer zu definieren, und eine Kolbenstange, die mit dem Kolben verbunden ist und sich durch die zweite Kammer hindurch und von ihr aus derart erschreckt, daß selektives Beaufschlagen der ersten Kammer mit hydraulischem Druck das Rohr für Bohrkernproben in den Meeresboden eintreiben wird.

[0027] Vorzugsweise umfassen die zweiten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel:

a) ein erstes hydraulisches Teilmittel, welches eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer umfasst, einen Kolben, welcher auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer eingesetzt und axial innerhalb der zylinderförmigen Kammer beweglich ist, um eine dritte Kammer und eine vierte Kammer zu definieren, eine Kolbenstange, welche mit dem Kolben an dessen einem Ende verbunden ist und sich durch die vierte Kammer hindurcherstreckt;

b) ein zweites hydraulisches Teilmittel, welches eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer umfasst, einen Kolben, welcher auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer eingesetzt und axial innerhalb der zylinderförmigen Kammer beweglich ist, um eine fünfte Kammer zu definieren, wobei das andere Ende der Kolbenstange des ersten hydraulischen Teilmittels mit dem Kolben verbunden ist; und

c) zweite Rohrleitungsmittel, welche zwischen der zweiten Kammer der ersten Hydraulikmittel und der vierten Kammer des ersten hydraulischen Teilmittels verbunden sind;

wobei sobald das Rohr für Bohrkernproben durch die ersten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel in den Meeresboden eingetrieben wird, Hydraulikflüssigkeit von der zweiten Kammer der ersten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel in die vierte Kammer des ersten hydraulischen Teilmittels über die zweiten Rohrleitungsmittel eingeleitet wird, um den Kolben der ersten Hydraulikflüssigkeit-Antriebsmittel in Bewegung zu setzen, wodurch wiederum der Kolben des zweiten hydraulischen Teilmittels von den ersten Rohrleitungsmitteln weggezogen wird, um das Abziehen von Flüssigkeit aus dem Rohr für Bohrkernproben zu bewirken.

[0028] Typischerweise bestehen die ersten Rohrleitungsmittel teilweise aus mindestens einem Schlauch mit hoher Druckfestigkeit.

[0029] Bei einer anderen typischen Anordnung bestehen die ersten Rohrleitungsmittel teilweise aus mindestens einer Bohrstange mit Abdichtungsmittel, um eine leckagefreie Bindung zwischen der Bohrstange und irgendeiner vorhergehenden Bohrstange zur Verfügung zu stellen.

[0030] Es sei vermerkt, daß drei getrennte Aspekte der Erfindung offenbart worden sind, nämlich ein Verfahren zur Gewinnung einer Bohrprobe von einem Meeresboden, ein Rohr für Bohrkernproben und ein System (Vorrichtung) zur Gewinnung eines Bohrkernes. Während die Beschreibung bevorzugte Ausführungsbeispiele von jedem Aspekt in Kombination mit einem anderen erläutert, sind solche Aspekte nicht so voneinander abhängig und sollten nicht so ausgelegt werden.

Beschreibung der Zeichnungen

[0031] Die Erfindung wird nun weiter veranschaulicht durch Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen in welchen:

[0032] [Fig. 1](#) eine Betriebskonfiguration eines bekannten Systems ist.

[0033] [Fig. 2A](#) eine Draufsicht auf einen Bohrer ist, der bei der Erfindung verwendbar ist.

[0034] [Fig. 2B](#) eine Seitenansicht des Bohrers von [Fig. 2A](#) ist.

[0035] [Fig. 3](#) eine detailliertere Seitenansicht des Bohrers von [Fig. 2A](#) ist.

[0036] [Fig. 4](#) eine Endansicht des Bohrers von [Fig. 2A](#) ist.

[0037] [Fig. 5](#) eine detailliertere Draufsicht des Bohrers von [Fig. 2A](#) ist.

[0038] [Fig. 6A](#) eine Seitenansicht der Dreh-/Bohrreinheit ist.

[0039] [Fig. 6B](#) eine Draufsicht der Dreh-/Bohrreinheit von [Fig. 6A](#) ist.

[0040] [Fig. 7](#) eine seitliche Folgeansicht der Bohrausrüstung ist.

[0041] [Fig. 8](#) eine Seitenansicht des Bohrverfahrens ist.

[0042] [Fig. 9](#) eine auseinander gezogene Seitenansicht des Stangen- und Gehäuse-Verbindungsgebietes ist.

[0043] [Fig. 10](#) eine Querschnittsansicht ist, die einen Teil des Wasserschaltkreises für das Felsbohren zeigt.

[0044] [Fig. 11](#) eine schematische Darstellung des Prinzips der Kolben-Kernbohrung gemäß dem Stand der Technik ist.

[0045] [Fig. 12](#) schematisch ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens des Kolben-Kernbohrens gemäß der Erfindung zeigt.

[0046] [Fig. 13](#) eine Querschnittsansicht der abgedichteten Bohrkette für das Kolben-Kernbohren gemäß der Erfindung ist.

[0047] [Fig. 14](#) ein hydraulischer Schaltkreis ist, der bei dem Kolben-Kernbohren gemäß der Erfindung verwendet wird.

[0048] [Fig. 15A–Fig. 15F](#) die Operationsfolge eines Kolben-Kernrohres gemäß der Erfindung darstellt.

[0049] [Fig. 16A](#) eine Querschnittsansicht der Anfangsposition einer alternativen Form eines Kernrohres gemäß der Erfindung ist.

[0050] [Fig. 16B](#) eine Querschnittsansicht der Endposition einer alternativen Form eines Kernrohres von [Fig. 16A](#) ist.

[0051] [Fig. 17](#) eine Querschnittsansicht der Anfangsposition einer weiteren alternativen Form eines Kernrohres gemäß der Erfindung ist.

[0052] Geologische Proben an Land werden oftmals erhalten durch Verwendung von Kernbohrern, die typischerweise mit Diamant-Bohrspitzen bestückt sind. Ähnliche Bohrausrüstungen können auf Schiffen angeordnet sein und verwendet werden, um Bohrproben aus dem Meeresboden zu nehmen, wobei jedoch größere Schwierigkeiten bestehen, da sich Schiffe über dem Meeresboden auf der Oberfläche bewegen und das Wasser sehr tief sein kann. Die

Bohrkette muss durch die Wassersäule verlaufen, bevor sie den Meeresboden erreicht. Das Vorsehen eines Schiffes mit geeigneter Größe, das in der Lage ist, seine Position mit ausreichender Genauigkeit zu halten, trägt beträchtlich zu den Kosten bei.

[0053] In den vergangenen Jahren sind Bohrer entwickelt worden, die in der Lage sind, auf dem Meeresboden zu sitzen, da sie eine stabilere Bohrplattform vorgeben und mit weniger ausgeklügelten und billigeren Schiffen verwendet werden können.

[0054] [Fig. 1](#) zeigt eine typische Anordnung eines Meeresboden-Bohrers. Ein geeignetes Schiff **1-1** hat den Bohrer an den Ort gebracht und ihn über den Ausleger unter Verwendung eines A-Rahmens **1-2** gelegt und auf den Meeresboden mit einer Winde abgesenkt, die auf dem Schiffsdeck angeordnet ist.

[0055] Der Bohrer ist durch einen oder mehrere elektrische Motore angetrieben, die hydraulische Pumpen antreiben, so daß alle mechanischen Operationen durch die Verwendung von hydraulischen Motoren, Drehbetätigern und geeignete Zylinder hydraulisch ausgeführt werden. Der Bohrer wird entfernt von dem Schiff gesteuert, da er gewöhnlicherweise in Wassertiefen angeordnet wird, die unter jenen liegen, die durch einen Taucher zugänglich sind. Wesentliche Funktionen werden mit geeigneten entfernten Sensoreinrichtungen wie zum Beispiel Druckschaltern, Druckwandlern und Annäherungssensoren überwacht. Unterwasser-Videokameras werden verwendet, um eine visuelle Rückmeldung vorzugeben.

[0056] Das Kabel **1-3** ist vorzugsweise vom Mehrzwecktyp mit äußeren Stahlschichten, um die erforderliche Hebefähigkeit vorzugeben und elektrische Leitungen abzudecken, die die Leistung für das Bohren vorgeben und einen faseroptischen Kern für die Steuerung und die Elementrie abzudecken. Es ist jedoch möglich, ein normales Drahtkabel zum Anheben zu verwenden, wobei die Leistungs- und Dialogübertragung durch ein getrenntes Bündel von Kabeln erzielt wird, die typischerweise Schwimmer entlang ihrer Länge umfassen, um einen neutralen oder geringfügig positiven Auftrieb entlang ihrer Länge zu erzielen.

[0057] Der Schwimmer **1-4** hält jeglichen Kabeldurchhang von dem Bohrer weg und wirkt, um den Bohrer gegen die Bewegung des Schiffes aufgrund der Meeresanhebung und Wellen zu isolieren.

[0058] Der Bohrer **1-5** selbst sitzt fest auf dem Meeresboden unter der Wirkung seines eigenen Gewichtes auf den Beinen **1-6**, das positiv durch Saugfüße unterstützt wird. Einzelheiten des Bohreraufbaus werden später in dieser Beschreibung erläutert.

[0059] Die Anordnung des Bohrers wird vorgenommen durch Bezugnahme auf akustische Transponder, die an dem Bohrer auf dem Schiff und auf Markierungsbojen **1-7** angeordnet sind. Akustische Empfänger auf dem Bohrer und auf dem Schiff geben die Triangulations-Positionsinformation vor.

[0060] Die folgende Beschreibung ist auf einen speziellen Entwurf des Bohrers vom Meeresbodentyp bezogen, aber es versteht sich, daß die Erfindung nicht auf die Verwendung mit solchen Arten von Bohrern beschränkt ist.

[0061] Die Ausgangsoperation ist, daß der Bohrer auf den Meeresboden mit genug leeren Probenwerkzeugen abgesenkt wird, um das gewünschte Eindringen von üblicherweise weniger als 100 Meter zu gewährleisten, und mit genügend Bohrstangen, um die Probenwerkzeuge in der Tiefe zu platzieren, und mit genügend Abdeckungen, um das Bohrloch offen zu halten, wenn jedes Probenwerkzeug zurückgezogen und zurück auf dem Bohrer gespeichert wird. Der Bohrer kann mit unterschiedlichen Kombinationen von verschiedenen Arten von Proben- und Grund-Testwerkzeugen, Bohrstangen und Abdeckungen beladen werden, um für die speziellen Bedingungen des zu untersuchenden Meeresbodens geeignet zu sein.

[0062] Typischerweise besitzen die Bohrwerkzeuge eine Länge von 3 Metern, was eine Gesamt-Bohrhöhe von ungefähr 5 Metern ergibt mit einem Gesamtgewicht von ungefähr 7 Tonnen.

[0063] [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) zeigen eine Draufsicht auf die Oberseite und eine Seitenansicht eines Meeresboden-Bohrers, bestehend aus dem Hauptgehäuse des Bohrers **2-1** und drei Beinen **2-2** mit Füßen **2-3**. Die Seitenansicht zeigt ein Bein **2-4**, das vollständig durch den Hydraulikzylinder **2-5** ausgefahren ist und ein anderes Bein **2-6**, das vollständig in seine Stauposition zurückgezogen ist, wobei sein Fuß entfernt ist.

[0064] Die Beine werden in die Stauposition beim Anheben und beim Absenken von dem Schiff zurückgezogen, und die Füße werden beim Transport von Schiff zu Schiff entfernt. Die Füße können hergestellt werden in der Form von Ansaugdosen und mit einer Quelle mit reduziertem Wasserdruck verbunden werden, wie z. B. dem Ansaugdruck einer Wasserpumpe, wodurch die Füße wirksam auf dem Boden angesaugt werden, um ein positives Niederhalten des Bohrers vorzugeben, so daß seine Stabilität über das hinaus erhöht werden kann, was durch sein eigenes Gewicht im Wasser erzielt wird.

[0065] [Fig. 3](#) zeigt eine detailliertere Seitenansicht des Bohrers, die viele seiner Hauptkomponenten veranschaulicht. Dieser Bohrer ist entworfen für eine

Eindringtiefe von 100 m und er erfordert, daß die Bohrwerkzeuge in Drehmagazinen **3-1** gespeichert werden. In diesem Fall gibt es zwei Magazine, wobei eines normalerweise für Kernrohre verwendet wird und ein zweites für Bohrstangen und Abdeckungen.

[0066] Einfachere Bohrer für sehr flache Eindringtiefen können nur ein einziges Bohrwerkzeug besitzen und keine Speicherung erfordern.

[0067] Das Mehrzweck-Anhebe/Leistung/Steuer-Kabel **3-2** verläuft durch eine obere Führung **3-3** zu einem Ankerpunkt **3-4** am Bohrergrund. Die nicht gezeigten Leistungsdrähte sind mit elektrischen Motoren **3-5** verbunden, welche Hydraulikpumpen **3-6** antreiben, die alle mechanischen Funktionen des Bohrers durch nicht gezeigte Hydraulik-Steuerventile und -betätiger antreiben.

[0068] Bohrwerkzeuge werden aus den Magazinen durch Ladearme **3-7** ergriffen, und der Bohr-Mittellinie zugeführt, wo sie durch die Dreh-Bohreinheit **3-8** ergriffen werden, die auf dem vertikalen Gleitträger **3-9** angeordnet ist. Die Dreh-Bohreinheit wird später in näheren Einzelheiten beschrieben. Der Träger wird an dem Elevatormast **3-10** auf Führungen **3-11** durch einen Hydraulikzylinder auf und abbewegt, wobei ein nicht gezeigtes 2 : 1-Seil- und Scheibensystem verwendet wird.

[0069] Ein Stangengreifer **3-12** und ein Abdeckungsgreifer **3-13** sind in dem Grundrahmen angeordnet.

[0070] [Fig. 4](#) zeigt eine Endansicht des Bohrers. Diese Ansicht zeigt, daß dieser Bohrerentwurf zwei Speichermagazine **4-1** und **4-2** besitzt und daß jedes durch ein Stirnradritzel **4-3** gedreht wird. Die Stirnräder **4-4** selbst sind nicht in der Draufsicht gezeigt, besitzen aber die gleiche Anzahl von Schlitzen wie das Magazin, so daß jede volle Drehung des Ritzels das Magazin um einen vollständigen Schlitz weiterdreht.

[0071] [Fig. 5](#) zeigt eine detailliertere Draufsicht auf den Bohrer. Die Stirnrad-Antriebsritzel **5-1**, die die zwei Magazine **5-2** unabhängig antreiben, sind mit den oberen Magazin-Drehzapfenlagern **5-3** dargestellt.

[0072] Eine Draufsicht der Ladearme **5-4** zeigt die Doppeljochstruktur. Der Ladearm wird durch einen Drehbetätiger **5-5** betätigt, um die Bohrwerkzeuge zwischen den Magazinen und der Bohr-Mittellinie **5-6** zu bewegen, wie dies für den Bohrprozess erforderlich ist.

[0073] Eine Draufsicht der Dreh-Bohreinheit **5-7** ist teilweise verdeckt durch den Deckelaufbau sichtbar. Die Aufwickeltrommel **5-8** speichert die Schläuche und Kabel, die mit der Dreh-Bohreinheit verbunden

sind und sie wird zu der gleichen Zeit auf und abwärts bewegt wie die Dreh-Bohrereinheit, um die Schläuche und Kabel verfügbar zu halten.

[0074] Die oberen Seilscheiben **5-9** sind Teil des 2 : 1-Kabelsystems auf dem Trägerelevator.

[0075] Einer der Ausricht-Führungsarme **5-10** ist gezeigt. Der andere Arm ist symmetrisch mit dem einen gezeigt und auf der anderen Seite unter dem Ladearm. Sie werden beide durch Hydraulikzylinder betätigt, um in das Zentrum zu schwingen und ein Bohrwerkzeug in der Position auf der Bohr-Mittellinie zu ergreifen.

[0076] Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen mehr Einzelheiten der Dreh-Bohrereinheit, die an dem Träger mittels Stifte und Bolzen über die Ansätze **6-1** gelagert ist. Die Antriebsleistung wird durch einen Hydraulikmotor **6-2** vorgegeben, der über ein Getriebe **6-3** angetrieben wird, welches sowohl eine Getriebeuntersetzung als auch einen versetzten Antrieb vorgibt.

[0077] Die Ausgang des Getriebes treibt das Drehfutter **6-4** an, welches hydraulisch durch einen hydraulischen Schleifring im stationären Zentralgehäuse **6-5** betätigt wird.

[0078] Ein hydraulisch betätigtes Zahnstangen-Antriebssystem zum Eingreifen in Bohrwerkzeuggewinde ist in den Gehäuseansatz **6-6** eingeschlossen. Dieses Zahnstangensystem greift in das Ausgangsgewinde des Getriebes ein, um ein direktes hohes Umkehrdrehmoment vorzugeben.

[0079] Die Ausgangswelle des Getriebes ragt ebenfalls durch die Oberseite des Getriebes hervor und ist hohl und verbindet die Oberseite mit der Innenseite des drehenden Futters. Eine Dreh-Pendelkupplung **6-7** ist auf der Oberseite der Welle zur Wasserverbindung mit der Bohrkette angeordnet.

[0080] [Fig. 7](#) zeigt die Hauptkomponenten, die während des Bohrprozesses verwendet werden. **7-1** ist die gerade beschriebene Dreh-Bohrereinheit. Die oberen und unteren Ladearme **7-2** und **7-3**, die in näheren Einzelheiten später beschrieben werden, holen Werkzeuge aus den Magazinen und führen sie nach Benutzung zurück. Die Ausrichtführung **7-4** und der Ausricht-Führungsabstandshalter **7-5**, die erneut später in Einzelheiten beschrieben werden, unterstützen den Gewindeeingriff zwischen den Bohrwerkzeugen.

[0081] Die Stangen-Klemmvorrichtung **7-6** wird hydraulisch betätigt und ist ähnlich im Aufbau zu dem hydraulischen Spannfutter an der Dreh-Bohrereinheit. Sie wird benutzt, um die Bohrkette zu halten, während ein Werkzeug hinzugefügt oder von der Kette entfernt wird. Die Zwischenführung **7-7** gibt den Ort

für das Bohrgehäuse vor, was zu der Positionierung des Bohrers auf dem Meeresboden beiträgt. Die Gehäuse-Klemmvorrichtung **7-8** ist identisch im Aufbau zu der Stangen-Klemmvorrichtung, wird aber verwendet, um Bohr-Gehäuseketten zu erfassen. Die untere Führung **7-9** gibt ebenfalls den Ort für das Gehäuse vor in Verbindung mit der Zwischenführung und der Gehäuse-Klemmvorrichtung.

[0082] Die Unterseite des Bohrers **7-10** wird normalerweise auf oder nahe des Meeresbodens durch Einstellung der Bohrerbeine positioniert.

[0083] [Fig. 8](#) veranschaulicht einen Teil eines typischen Kerngewinnungszyklus. Jede Kernprobe wird genommen und in einem getrennten Kernrohr gespeichert. Für jede aufeinander folgende Probe wird ein leeres Kernrohr in das Loch eingeführt und nach unten zu dem vorhergehenden abgesenkt, um die Tiefe zu vollenden durch Hinzufügung der erforderlichen Anzahl von Bohrstangen zu der Bohrkette. Die Probe wird sodann genommen und das Kernrohr zurückgezogen, indem der Reihe nach die Bohrstangen entfernt und in dem Magazin zurückgespeichert werden. Dieser Prozess wird in dem vertieften Loch wiederholt, bis die erforderliche maximale Probtiefe erzielt ist.

[0084] Mantelrohre können getrennt installiert werden, aber in ähnlicher Weise falls dies erforderlich ist.

[0085] Die in [Fig. 8](#) gezeigte Folge startet mit dem Schritt A, wobei eine erste Kernprobe bereits genommen ist und eine Länge des Mantelrohres **8-1** nachfolgend installiert und in der Rohrklemme **8-2** gehalten wird. Ein Kernrohr **8-3** wird aus seinem Magazin genommen und der Bohr-Mittellinie durch die Ladearme **8-4** zugeführt.

[0086] Im Schritt B ist die Dreh-Bohrereinheit **8-5** abgesenkt worden und ihr Bohrfutter mit der Oberseite des Rohres verbunden worden. Die Ausrichtführung **8-6** richtet die Unterseite des Rohres aus. Der Ausricht-Führungsabstandshalter **8-7** wird angebracht, um die Führung geringfügig zu halten, da sie das Rohr nicht ergreift, sondern lediglich eine Gleitführung vorgibt. Nachdem das Rohr einmal gehalten wird, werden die Ladearme aus dem Weg bewegt.

[0087] Wenn das Rohr in das Loch durch die Dreh-Bohrereinheit abgesenkt wird, wird die Ausrichtführung zurückgezogen.

[0088] Der Schritt C zeigt das Rohr abgesenkt auf den Boden des Loches, wo es durch die Stangen-Klemmvorrichtung **8-8** erfasst wird. Die Dreh-Bohrereinheit wird sodann in ihre obere Position im Schritt D zurückgezogen, und eine Bohrstange **8-9** wird in die Mittellinie durch die Ladearme gebracht.

[0089] Der Schritt E zeigt die Bohrstange, die durch das Spannfutter der Dreh-Bohreinheit an der Oberseite und durch die Ausrichtführung an der Unterseite gehalten wird. Der Ausricht-Führungsabstandshalter wird zurückgezogen, so daß die Ausrichtführung die Oberseite des Kernrohres erfasst, um eine Führung für die Gewindeherstellung vorzugeben.

[0090] Die Dreh-Bohreinheit senkt sich sodann ab und dreht sich, um die Gewindeverbindung zwischen der Bohrstange und dem Kernrohr herzustellen. Die Ausrichtführung wird sodann zurückgezogen, wie dies im Schritt F gezeigt ist.

[0091] Der Schritt G zeigt das Kernrohr in seiner vollen Tiefe, wo es die nächste Probe genommen hat. Dieses wird sodann aus dem Loch durch Umkehrung der zuvor beschriebenen Folge zurückgezogen und in das Magazin zurückgespeichert.

[0092] Die nächste Operation würde typischerweise die Installierung einer neuen Länge von Mantelrohr in der neuen Tiefe sein, gefolgt durch ein weiteres Kernrohr aus der nächsten Tiefe.

[0093] [Fig. 9](#) zeigt eine auseinander gezogene Ansicht des Klemmbereiches im Schritt E von [Fig. 8](#). Das Mantelrohr **9-1** wird durch die untere Führung **9-2** und die Zwischenführung **9-3** abgestützt, und durch die Gehäuse-Klemmvorrichtung **9-4** gehalten.

[0094] Während der Diamant-Kernbohrung verlaufen normalerweise die Felsabschnitte aus dem Bohrprozess nach oben auf der Innenseite des Mantelrohres und treten an der Oberseite des Mantelrohres in den Korridor **9-5** aus, der in der Zwischenführung gebildet ist. Die Saugkraft einer geeigneten Zentrifugalpumpe ist mit dem Auslass **9-6** verbunden, um die Abschnitte aus dem Klemmbereich zu entfernen und sie an ein Rohr abzugeben, das entlang eines der Bohrgerätebeine verläuft.

[0095] Die Stangen-Klemmvorrichtung **9-7** ist gezeigt und hält ein Kernrohr **9-11**, wobei die Ausrichtführung **9-8** angeordnet ist, um die Oberseite des Rohres zu ergreifen. Eine Bohrstange **9-9** ist gezeigt und bereit, mit ihrem Gewinde in ein passendes Gewinde auf der Oberseite des Rohres einzugreifen. Der Ausricht-Führungsabstandshalter **9-10** ist in der zurückgezogenen Position gezeigt. Er wird durch einen kleinen nicht gezeigten Hydraulikzylinder betätigt.

[0096] Ein bekanntes Verfahren der Kerngewinnung, ist die Diamant-Kerngewinnung unter Verwendung von Diamant-Bohrspitzen. Diese Ausrüstung wird üblicherweise verwendet für die Fels-Kerngewinnung an Land und die Betätigung dieser Einrichtung ist dem Fachmann in der Kernbohrung wohl bekannt.

[0097] Für den Betrieb muss der Bohrer eine Drehung und Abwärtskraft in einer gesteuerten Weise vorgeben, so daß die Diamant-Bohrspitze an der Unterseite ihren Weg in den Felsen schneidet. Ein Wasservorrat wird durch die hohlen Bohrstangen der Oberseite des Kernrohres vorgegeben und mit den Abschnitten aus dem Rohr abgegeben.

[0098] Dieses Wasser wird geliefert durch eine Wasserpumpe, die durch einen Hydraulikmotor angetrieben wird und auf dem Bohrgerät angeordnet ist. Die Abgabe von dieser Pumpe ist mit einem flexiblen Schlauch an die Dreh-Bohreinheit angeschlossen, um an ihre Vertikalbewegung angepasst zu sein.

[0099] [Fig. 10](#) zeigt eine Teil-Schnittansicht einer Dreh-Bohreinheit. Eine hohle Welle **10-1** ist innerhalb des Gehäuses **10-2** mit nicht gezeigten Lagern abgestützt, und wird durch einen Hydraulikmotor **10-3** über ein ebenfalls nicht gezeigtes Getriebe gedreht. Eine Antriebsplatte **10-4** ist mit der hohlen Welle verbunden und stützt die Spannfutteranordnung **10-5**. Einer der drei Spannfutterzylinder mit der Spannfutterklaue **10-7** ist gezeigt. Der Spannfutterzylinder ist über Leitungen **10-8** mit einem Schleifring verbunden, der in der hohlen Welle enthalten ist.

[0100] Die Bohr-Wasserversorgung wird an den flexiblen Schlauch **10-9** abgegeben und über die Drehkopplung **10-10** in die Mitte der hohlen Welle und sodann über das Abdichtstück **10-11**, welches gegen das Ende der Bohrstange **10-12** abdichtet, welche ein nicht gezeigtes Loch besitzt über die Länge verteilt. Diese Bohrstange kann mit anderen Bohrstangen verbunden sein, um die Bohrkette vorzugeben in Abhängigkeit von der Bohrtiefe, oder sie kann mit dem Kernrohr **10-13** in der gezeigten Weise verbunden sein.

[0101] Das Kernrohr bohrt ein geringfügig übergroßes Loch, sodass das Wasser auf der Außenseite des Rohres fließen kann und sodann hinter die Bohrstange und auf der Oberseite des Loches heraus.

[0102] Ein anderes bekanntes Kerngewinnungssystem ist die Kolben-Kerngewinnung. Sehr viel vom dem Meeresboden ist mit einer Schicht aus Sedimentmaterial abgedeckt, welches zu weich ist, um es erfolgreich unter Verwendung von Standard-Diamant-Kerngewinnungssystemen, wie zuvor beschrieben, zu bearbeiten.

[0103] Kurze Proben können erzielt werden unter Verwendung herkömmlicher Boden-Probetechniken, wie z. B. dem Shelby-Rohr, wobei aber die Reibung der Probe, die auf die Innenwände des Rohres einwirkt, sich rasch aufbaut, um den Eintritt von neuem Material zu verhindern, so daß das Rohr effektiv eine feste Stange wird und das Sediment verschiebt, ohne daß eine weitere Probe gewonnen wird.

[0104] Dieser Effekt ist besonders schädlich, wenn es Schichten von sehr weichem und härterem Material gibt, da die Reibung des härteren Materials verhindert, daß irgendwelches oder wenigstens ein geringer Anteil des weichen Materials in das Rohr eintritt. Die Probe in dem Rohr besteht sodann nahezu gänzlich aus dem härteren Material.

[0105] Die herkömmliche Probenahme auf dem Meeresboden macht sich den Wasserdruck in der Tiefe zum Vorteil, um längere und repräsentativere Proben durch Verwendung der Kolben-Kerngewinnungstechnologie zu nehmen.

[0106] [Fig. 11](#) zeigt ein Schema eines Kolben-Kerngewinnungssystems. Ein Bohrrahmen **11-1** wird nahe des Meeresbodens durch nicht gezeigte Stützeinrichtungen gehalten, und umfasst einen hydraulischen Vorschubzylinder **11-2** und ein Seil- und Scheibensystem **11-3**, so daß ein Ausschub des Vorschubzylinders veranlasst, daß das Kern-Probenrohr **11-4** in den Meeresboden gestoßen wird. Ein Kolben **11-5** ist innerhalb des Probenrohres installiert und umfasst Abdichtungen, um eine Leckage hinter den Kolben zu verhindern.

[0107] Der Kolben wird gegen den Rahmen durch ein Aufhängeseil **11-6** abgestützt, so daß, wenn das Rohr in den Meeresboden gestoßen wird, der Kolben gezwungen ist, stationär zu verbleiben.

[0108] Wenn die Reibung des Materials in dem Rohr genügend Kräfte bildet, um die Härte des an der Unterseite des Rohres eintretenden Materials zu überwinden, wird das Material in dem Rohr versuchen, sich mit dem Rohr nach unten zu bewegen. Vorausgesetzt, daß das Material im Wesentlichen dicht ist, wird dies einen verminderten Druck unter dem aufgehängten Kolben bilden. Der Differenzdruck zwischen demjenigen an der Unterseite des Rohres und demjenigen unter dem Kolben, ist sodann als eine zusätzliche Kraft verfügbar, um die Reibung des Materials in dem Rohr zu überwinden.

[0109] Der verminderte Druck unter dem Kolben ist selbstregulierend, da er durch die Reibung in dem Rohr erzeugt wird und der Druckgradient entlang des Rohres ist proportional zu der Reibung in jedem Teil des Rohres. Dies bedeutet, daß eine vollständige Probe des Meeresbodens erhalten wird, die vollständig mit weichen und harten Schichten ist.

[0110] Erneut Bezug nehmend auf [Fig. 11](#), ist der Meeresboden als zwei Schichten gezeigt, mit einer Schicht **11-7** hoher Reibung, vielleicht einem tonartigen Sand, der durch eine Grundsicht **11-8** mit geringer Reibung von z. B. Schlamm überlagert ist.

[0111] Das Diagramm **11-9** zeigt die Verteilung des verminderten Druckes entlang der Innenseite des

Rohres. Der geringste Druck **11-10** befindet sich unmittelbar unter dem Kolben, wobei der Druckgradient **11-11** durch das Material hoher Reibung steiler ist als der Gradient **11-12** durch das Material geringer Reibung.

[0112] Der Druck an der Mündung des Rohres ist im Wesentlichen gleich dem Umgebungsdruck in dieser Wassertiefe.

[0113] Dieser Prozess wird wirksamer bei erhöhter Wassertiefe, da die verfügbare Druckreduzierung anwächst. Er ist im Wesentlichen unwirksam an oder nahe der Oberfläche.

[0114] Es ist schwierig, dieses Verfahren bei einer Bohrung anzuwenden, die eine unterteilte Bohrkette, bestehend aus einer veränderlichen Anzahl von Bohrstangen in Abhängigkeit von der Eindringtiefe besitzt, da es keinen praktischen Weg der Verbindung des Halteseiles mit dem Kolben in dem Kernrohr am Boden der Bohrkette gibt.

[0115] [Fig. 12](#) zeigt ein Schema eines Verfahrens der Anwendung der gleichen Operationsprinzipien ohne die Verwendung eines mechanischen Halteseiles für den Kolben. Der Bohrrahmen **12-13**, der hydraulische Vorschubzylinder **12-2**, das Seil/Scheiben-System **12-3** und das Kern-Probenrohr **12-4** bleiben die gleichen, wie es bei [Fig. 11](#) beschrieben wurde.

[0116] In diesem Fall wird das Halteseil nicht benutzt, aber die Kammer **12-6** oberhalb eines schwebenden Kolbens **12-5**, die mit Wasser gefüllt ist, ist durch die Leitung **12-7** mit dem Wasserzylinder **12-8** verbunden. Der Kolben **12-9** wird durch einen zweiten Hydraulikzylinder **12-10** betätigt, der als Kern-Gewinnungszylinder bezeichnet ist, der mit dem Vorschubzylinder durch die Verbindung **12-11** verbunden ist.

[0117] Der Wasserzylinder und der Kern-Gewinnungszylinder sind so bemessen, daß der Ausschub des Vorschubzylinders zum Verschieben des Kernrohres in den Meeresboden ein Zurückziehen des Kern-Gewinnungszylinders hervorruft, wodurch Wasser in den Wasserzylinder gezogen wird, so daß der schwebende Kolben in das Kernrohr mit der gleichen Geschwindigkeit gezogen wird, wie das Kernrohr in den Meeresboden eindringt. Durch diese Mittel wird der schwebende Zylinder stationär in Bezug auf den Meeresboden gehalten, wodurch somit das gleiche Verfahren der Kern-Probengewinnung vorgegeben wird, wie es mit dem mechanisch an dem Seil aufgehängten System erzielt wird.

[0118] Der schwebende Kolben besitzt eine geringe Reibung, so daß im Wesentlichen gleiche Drücke oberhalb und unterhalb des Kolbens vorliegen. Der

Druck in der Leitung **12-7** ist somit ein direktes Maß des Reibungswiderstandes des gesammelten Materials, so daß die Verwendung eines Druckwandlers z. B. eine Information über die Charakteristik des Sediments vorgibt.

[0119] Das gleiche Ergebnis kann erzielt werden ohne überhaupt einen schwebenden Kolben, wobei das Material in dem Rohr effektiv als der Kolben wirkt, wobei aber die Verwendung eines Kolbens bevorzugt ist, da sie die Störung der Wasser/Sediment-Schnittstelle minimiert und verhindert, daß die Probe unabhängig nach oben in die Leitung gezogen wird.

[0120] Die Kombination der zuvor beschriebenen Komponenten wird als ein „hydraulisches Halteseil“-System bezeichnet, da sie das herkömmliche mechanische Kolben-Halteseil ersetzt.

[0121] Die Leitung **12-7** wie sie bei der Meeresboden-Bohrung angewendet wird, verläuft durch eine Anzahl von Komponenten, was unter Bezugnahme auf [Fig. 13](#) beschrieben wird.

[0122] [Fig. 13](#) ist ähnlich zu [Fig. 10](#), die für die Felsen-Kernprobengewinnung verwendet wurde, jedoch mit einigen wichtigen Unterschieden. Das Felsen-Kerngewinnungsrohr wird ersetzt durch ein Kolben-Kerngewinnungsrohr **13-1**, das einen abgedichteten Kolben **13-2** einschließt. Die Verbindung mit der Bohrstange **13-3**, besitzt nunmehr eine Abdichtung **13-4**, um eine leckagefreie Verbindung mit einem externen Druck sicherzustellen, der höher als der Innendruck ist. Jede Leckage würde die Wirksamkeit des hydraulischen Aufhängesystems vermindern. Wenn es eine Anzahl von Bohrstangen gibt, gibt es ähnliche Abdichtungen an jeder Verbindung.

[0123] In gleicher Weise ist die Oberseite der Bohrkette bei **13-5** in der Bohrfutteranordnung abgedichtet.

[0124] Da die Bohreinrichtung sowohl für das Felsen-Bohren, als auch für die Kolben-Kerngewinnung benutzt wird, muss die Drehkopplung oder der Fluid-Einlass/Auslass **13-6** sowohl einem moderaten Innendruck und einem möglicherweise höheren Außendruck widerstehen in Abhängigkeit von der Wassertiefe und der Charakteristik der Sedimentreibung. In gleicher Weise muss der Schlauch **13-7** einem hohen externen Druckzusammenfall widerstehen.

[0125] Da die Bohreinrichtung sowohl für die Felsen-Kerngewinnung als auch die Kolben-Kerngewinnung benutzt wird, muss das Bohrwasser entweder über ein Ventil zu der Bohr-Wasserpumpe oder dem hydraulischen Aufhängesystem verteilt werden, was erzielt wird durch die Verwendung von herkömmlichen Spulventilen, die durch kleine, nicht dargestellte Hydraulikzylinder betätigt werden.

[0126] [Fig. 14](#) zeigt einen Teil des ölhydraulischen Schaltkreises, der die Anforderungen für den Eingriff des hydraulischen Aufhängesystems veranschaulicht.

[0127] In der gezeigten Position wird der Zuführzylinder **14-1**, siehe auch **12-2**, durch das geschlossene Zentrum des Proportional-Spulventils **14-2** stationär gehalten. Wenn die Spule b dieses Ventils erregt wird, wird der Vorschubzylinder ausgeschoben, wobei der Rückkehrfluss von dem Stangenende über das Hauptventil **14-3** zurückgerichtet wird. Das obere Hauptventil wirkt, um das Gewicht der Dreh-Bohreinheit, des Trägers und der Bohrkette zu halten, so daß die Absenkgeschwindigkeit durch die Ölzufuhr in den Zuführzylinder gesteuert wird. Das Rückschlagventil **14-10** verhindert den Fluss zurück durch das Modusauswahl-Spulventil **14-4**, wenn es sich in der gezeigten Neutralposition befindet.

[0128] Wenn die Spule a erregt wird, wird der Vorschubzylinder zurückgezogen, was das Anheben der Bohrkette hervorruft.

[0129] Das Modus-Auswahlventil gibt eine zusätzliche Funktionalität vor, indem es die Bestimmung des Rückkehrflusses von dem Stangenende auswählt, wenn der Vorschubzylinder ausfährt. Mit der Spule b, des Modus-Auswahlventils wird der Rückkehrfluss erneut in den Ausschubzylinder geführt, um einen regenerativen Effekt für eine schnellere Zylinderbetätigung vorzugeben. Das Rückschlagventil **14-5** verhindert den Rückkehrfluss am Rücklauf durch das Proportionalventil. Das Ausgleichsventil **14-6** wirkt zum Halten des Gewichtes in der gleichen Weise wie das obere Hauptventil.

[0130] Die Erregung der Spule a des Modus-Auswahlventils richtet den Rückkehrfluss von dem Stangenende des Vorschubzylinders zu dem Kerngewinnungs-Zylinder **14-7**, unter gleichzeitiger Bezugnahme auf **12-10**, so daß der Kerngewinnungs-Zylinder mit einer Geschwindigkeit zurückgezogen wird, die proportional zu der Geschwindigkeit des Ausziehens des Vorschubzylinders ist mit einem Verhältnis, das von den relativen Kolben- und Stangenabmessungen abhängt. Der Kerngewinnungs-Zylinder betätigt sodann den Zylinder, wie dies unter Bezugnahme auf [Fig. 12](#) beschrieben ist. Das obere Hauptventil **14-3** wirkt nun als ein Druck-Entlastungsventil, um den Maximaldruck des Kerngewinnungs-Zylinders zu begrenzen.

[0131] Das Kerngewinnungs-Rücksteil-Spulventil **14-8** wird verwendet, um den Kerngewinnungs-Zylinder in die zurückgezogene Position zurückzuführen nach dem Kolben-Kerngewinnungsprozess. Die Mündung **14-9** begrenzt die Rückstellgeschwindigkeit.

[0132] Das hydraulische Aufhängesystem kann mit einem Bereich an Kerngewinnungswerkzeugen verwendet werden, wobei zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele in den folgenden Zeichnungen beschrieben werden.

[0133] [Fig. 15A](#) zeigt ein Kolben-Kerngewinnungsrohr **15-1**, in einem Mantelrohr **15-2**, das bereit ist eine anderes in einer Reihe von oben aufzunehmen. Das Mantelrohr besitzt eine Spitze **15-3**, die es ihm gestattet, das Bohrloch auszuräumen, wenn es vorgeschoben wird, was in Einzelheiten später beschrieben wird. Das Kerngewinnungs-Rohr besitzt eine Schneidkante **15-4**, die einen Aufhänger **15-5** vom Segmenttyp beinhaltet, der mit der Unterseite des Kerngewinnungs-Rohres durch nicht dargestellte Mittel aber typischerweise durch einen Presssitz oder kleine Schrauben oder Nieten befestigt ist. Ein schwebender Kolben **15-6** beginnt am Boden des Rohres, wie gezeigt, und ist in diesem Fall durch die Lippe einer Kolbendichtung **15-7** positioniert, die auf der Kante der Oberseite der Schneidkantenanordnung gehalten ist. Sie könnte durch andere Mittel wie z. B. einen Feder-Rückhaltering positioniert sein.

[0134] Eine Auskleidung **15-8**, typischerweise aus Plastik, ist über die Mehrheit der Rohrlänge eingepasst. Eine Unterlegscheibe **15-9** ist an der Oberseite der Auskleidung positioniert, welche verwendet wird beim Ausziehen der Probe aus dem Rohr, wenn das Bohrwerkzeug zurück an Bord des Schiffes entladen wird. Nach der Entfernung der Schneidkante und des Aufhängers, wird die Unterlegscheibe nach unten durch eine geeignet bemessene Stange gestoßen, welche sodann die Probe und die Auskleidung aus dem Rohr stößt. Die Probe wird normalerweise in dem Rohr zurückgelassen und entweder entlang ihrer Achse geschnitten, um die Probe in Längshälften zu unterteilen oder in kürzere Längen für den Test und andere Prüfungen.

[0135] Das Rückschlagventil **15-10**, welches entfernt werden kann bei der zuvor beschriebenen Herausziehung der Probe, gestattet Wasser den Austritt aus dem Rohr, wirkt aber sodann zu verhindern, daß der schwebende Kolben nach unten erneut zurückgeht.

[0136] Die Bohrstange **11** ist mit der Oberseite des Rohres befestigt gezeigt und ist bereit, das Rohr in das Sediment zu stoßen.

[0137] Im Betrieb ist das hydraulische Aufhängesystem angeschlossen und das Rohr wird nach unten gestoßen. Das Aufhängesystem hält den schwebenden Posten stationär, indem Wasser aus dem Rohr durch das Rückschlagventil gezogen wird. Wenn sich das Rohr nach unten über den Kolben erstreckt, ergreift die Abdichtung die Innenseite der Auskleidung, um eine lecksichere Abdichtung zu erzeugen.

[0138] Das Rohr wird rasch nach unten gestoßen, typischerweise in wenigen Sekunden über die gesamte Länge, da die Wirksamkeit des hydraulischen Aufhängesystems von der geringen Porosität des gesammelten Materials abhängig ist, so daß eine schnellere Betätigung einer erfolgreichen Probenahme von Materialien mit einigem Maß an Porosität gestattet. Normalerweise ist die Betätigung und die Geschwindigkeit durch den Ausgang der hydraulischen Pumpen beschränkt, die auf den Schubzylinder wirken, wobei aber eine schnellere Betätigung von ungefähr einer Sekunde erzielt werden kann, durch die Verwendung von Energie die in einem hydraulischen Differentialakkumulator gespeichert ist.

[0139] [Fig. 15B](#) zeigt das vollständig ausgezogene Rohr nunmehr voll mit gesammeltem Sediment **15-16**, wobei der schwebende Kolben **15-6** nunmehr die Oberseite des Rohres in der gleichen Position wie in [Fig. 15A](#) schließt.

[0140] Der hydraulische Aufhängedruck wird während diesem Prozess aufgezeichnet, so daß die Leistung überwacht werden kann. Die tatsächliche Druckveränderung während des Eindringens liefert die Information über die Reibungscharakteristik des Materials. Der Druck sollte progressiv während des Eindringens ansteigen, wobei ein Druckplateau anzeigt, daß das Material zu porös für den Erhalt einer vollständigen Probe ist, und daß Wasser durch das Material geflossen ist, um sich unter dem Kolben zu sammeln. Ein plötzlicher Anstieg im Druck kann anzeigen, daß der Kolben aus irgendeinem Grund das Ende seines Hubes erreicht hat.

[0141] Das Rohr wird nun herausgezogen und auf dem Bohrgerät zurückgespeichert. Das gesammelte Sediment **15-17** wird in dem Rohr gehalten, siehe [Fig. 15C](#), durch die kombinierte Wirkung des segmentierten Aufhängers **15-5** und das Rückschlagventil **15-10**, das den Kolben **15-6** daran hindert, sich in dem Rohr nach unten zu bewegen. Das Material des Aufhängers **15-12** kann herausfallen und verloren gehen oder kann verbleiben aufgrund seiner eigenen Reibung und Saugfähigkeit.

[0142] [Fig. 15D](#) zeigt das zurückgelassene Bohrloch, nachdem das Rohr entfernt ist. Üblicherweise wird das Bohrloch absacken aufgrund der Weichheit des Materials, wobei loses Material **15-13** den Grund des Bohrloches füllt und ein Leerraum **15-14** an der Oberseite auftritt.

[0143] Das Mantelrohr wird nun auf den Boden des Bohrloches vorgeschoben, indem ein Vorschub nach unten, eine Drehung und Bohrwasser verwendet wird. Normalerweise wird diese Operation das lose Material aus dem Bohrloch nach oben auf der Außenseite des Mantelrohres mit der Bohrwasser-Abgabe ausspülen, aber manchmal wird dies ineffektiv sein,

sodass es doch noch loses Material **15-15** innerhalb des Mantelrohres gibt, wie dies in [Fig. 15E](#) gezeigt ist. Dieser Auftritt wird gewöhnlicherweise durch das Fehlen von Bohrwasserfluss während dem Prozess der Einstellung des Mantelrohres vorliegen.

[0144] In diesem Fall kann ein Reinigungswerkzeug **15-16** gemäß [Fig. 15F](#) eingesetzt werden, um das Bohrloch an der Unterseite des Mantelrohres zu reinigen. Das Bohrloch ist nunmehr bereit für das nächste Kerngewinnungsrohr, wo bei erneut wie in [Fig. 15A](#) begonnen wird.

[0145] Die [Fig. 16A](#) und [Fig. 16B](#) zeigen einen anderen Typ von Kolben-Kerngewinnungsrohr, der ohne Mantelrohr benutzt werden kann. Die grundlegende Konstruktion des Rohres ist ähnlich zu jenem des vorangegangenen Typs mit dem Rohr **16-1**, der Schneidkante **16-2**, dem segmentierten Aufhänger **16-3**, der Auskleidung **16-4** und der Unterlagscheibe **16-5**.

[0146] In diesem Fall wird der schwebende Kolben **16-6** an Ort und Stelle durch den Spannungsgurt **16-7** gehalten, welcher ein Kabel oder eine Kette sein kann, der durch Stifte **16-8** und **16-9** befestigt ist.

[0147] Im Betrieb wird Bohrwasserdruck zugeführt, um den Kolben in die Position auszufahren, die in der Ansicht auf der linken Seite gezeigt ist. Das Wasser in dem Rohr und der abgedichteten Bohrkette wird sodann durch eine geeignete Ventilbetätigung freigegeben, die nicht gezeigt ist, um den Kolben in der ausgefahrenen Position zu halten, wenn das Rohr in die geforderte Probentiefe vorgestoßen wird.

[0148] Wenn einmal die Probentiefe erreicht ist, wird die Oberseite des Kolbens mit der hydraulischen Aufhängung verbunden und das Rohr ausgeschoben wie bei dem vorangegangenen Schema in die Position in der Ansicht auf der rechten Seite, wobei sich der Kolben nahe der Oberseite des Rohres befindet.

[0149] Die Probe wird herausgezogen indem zunächst die Schneidkante und der Aufhänger entfernt werden, sodann der Gurt durch Entfernung des Stiftes abgetrennt wird und die Unterlagscheibe, die Auskleidung, der Kolben und die Probe wie zuvor herausgestoßen werden.

[0150] [Fig. 17](#) zeigt eine geringfügige Veränderung von [Fig. 16](#), wobei der Kolben **16-1** in seiner unteren Position durch die Verwendung eines Feder-Rückhalteringes **17-2** zurückgehalten wird, der gegen die obere Oberfläche der Schneidkante wirkt. Alternativ kann eine Nut in dem Rohr oder der Auskleidung vorgesehen sein.

[0151] Dieses Schema besitzt den Vorteil, daß es die Einpassung eines Rückschlagventils **17-3** er-

leichtert, welches eine verbesserte Rückhaltung der Probe während des Rückziehens und der Speicherung vorgibt, wobei aber das Rückschlagventil die Möglichkeit der Verwendung von Bohrwasserdruck verhindert, um den Kolben nach unten in seinen Ausgangspunkt zu stoßen, für den Fall, daß er unbeabsichtigt aus seiner Position bewegt wurde. Der Rückhaltering kann ohne ein Rückschlagventil verwendet werden.

[0152] Im Betrieb wird das Rohr in die Tiefe wie zuvor gestoßen, sodann mit der hydraulischen Haltevorrichtung verbunden und das Rohr vorgeschoben. Wenn das Rohr über den Kolben verläuft, wird der Rückhaltering zurück in seine Nut durch die Unterseite der Auskleidung gestoßen, die die obere abgechrägte Fläche des Ringes kontaktiert.

[0153] Das Wort „umfassen“ und Formen des Wortes „umfassen“, wie sie in dieser Beschreibung und in den Ansprüchen benutzt werden, beschränken nicht die beanspruchte Erfindung durch Ausfluss irgendwelcher Varianten oder Zusätze. Modifikationen und Verbesserungen der Erfindung liegen dem Fachmann auf der Hand. Solche Modifikationen und Verbesserungen sollen im Rahmen dieser Erfindung liegen, wie sie in den vorliegenden angefügten Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Gewinnen einer Bohrkernprobe aus Meeresbodenmaterial in ein Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) hinein, das ein oberes Ende, ein unteres offenes Ende und eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer (**12-6**) aufweist, die sich dazwischen erstreckt, den folgenden Schritt umfassend: Eintreiben des Rohres für Bohrkernproben (**12-4**) in den Meeresboden; wobei das Verfahren durch den folgenden Schritt gekennzeichnet ist: gleichzeitig Flüssigkeit aus dem oberen Ende des Rohres für Bohrkernproben (**12-4**) mit einer Geschwindigkeit abzuziehen, die ausreicht, um zu bewirken, dass das Meeresbodenmaterial in das Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) bei im Wesentlichen derselben Geschwindigkeit hineingezogen wird, mit der das Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) in den Meeresboden eindringt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Abziehens von Flüssigkeit aus dem oberen Ende des Rohres für Bohrkernproben (**12-4**) das Abziehen der Flüssigkeit durch ein Rohrleitungsmittel (**12-7**) umfasst, das an einem Ende mit dem Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) verbunden ist und an seinem anderen Ende mit einem entfernt angebrachten Mittel zum Abziehen von Flüssigkeit (**12-8**) verbunden ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die

Schritte des Eintreibens des Rohres für Bohrkernproben (12-4) in den Meeresboden und des Abziehens von Flüssigkeit oberhalb des Meeresbodenmaterials durch eine Kombination von aus der Ferne koordinierten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmitteln erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Koordination der Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel die Schritte umfasst, Hydraulikflüssigkeit in ein erstes Hydraulikmittel (12-2) hinein zu pumpen, um das Rohr für Bohrkernproben (12-4) in den Meeresboden einzutreiben, und gleichzeitig Hydraulikflüssigkeit in ein zweites Hydraulikmittel (12-10) hinein zu pumpen, um Flüssigkeit aus dem oberen Ende des Rohres für Bohrkernproben (12-4) abziehen.

5. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Rohr für Bohrkernproben (12-4) weiterhin einen Kolben (12-5) aufweist, welcher auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer (12-6) eingesetzt und darin oberhalb des Meeresbodenmaterials beweglich ist, das in das Rohr für Bohrkernproben (12-4) eintritt, und der Schritt des Abziehens von Flüssigkeit oberhalb des Kolbens (12-5) derart geschieht, dass der Kolben (12-5) im Wesentlichen stationär gehalten wird.

6. Rohr für Bohrkernproben (12-4) für das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, ein Bohrkerngehäuse (13-1) umfassend, welches ein oberes Ende mit einem Einlass/Auslass von Flüssigkeit (13-6), ein offenes unteres Ende, und eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer (12-6) aufweist, die sich dazwischen erstreckt, um Meeresbodenmaterial aufzunehmen.

7. Rohr für Bohrkernproben (12-4) nach Anspruch 6, weiterhin einen Kolben (12-5) umfassend, der auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer (12-6) eingesetzt und als Reaktion auf Strömen von Flüssigkeit durch den Einlass/Auslass (13-6) axial innerhalb der zylinderförmigen Kammer (12-6) beweglich ist.

8. Rohr für Bohrkernproben (12-4) nach Anspruch 6, einen Adapter an dem oberen Ende umfassend, um Abdichtungsmittel (13-4) zur Verfügung zu stellen, damit eine leckagefreie Verbindung mit der Rohrleitung (12-7) ermöglicht wird, welche zwischen dem Rohr für Bohrkernproben (12-4) und den entfernt angebrachten Mitteln zum Abziehen von Flüssigkeit angeschlossen werden kann.

9. Bohrkerngewinnungssystem im Meeresboden für das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, umfassend:

- (a) ein Rohr für Bohrkernproben (12-4) nach irgendeinem der Ansprüche 6 bis 8;
- (b) erste Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (12-2), um das Rohr für Bohrkernproben (12-4) in den Meer-

resboden einzutreiben;

(c) zweite Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (12-8), um Flüssigkeit aus dem Rohr für Bohrkernproben (12-4) oberhalb des Meeresbodenmaterials abziehen; und

(d) erste Rohrleitungsmittel (12-7), welche zwischen dem Rohr für Bohrkernproben (12-4) und den zweiten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmitteln (12-8) verbunden sind;

wobei die ersten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (12-2) und die zweiten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (12-8) derart koordiniert sind, dass das Meeresbodenmaterial im Wesentlichen mit derselben Geschwindigkeit in das Rohr für Bohrkernproben (12-4) eintreten wird, mit der das Rohr für Bohrkernproben (12-4) in den Meeresboden eindringt.

10. Bohrkerngewinnungssystem im Meeresboden nach Anspruch 9, weiterhin einen Kolben (12-5) umfassend, der auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer (12-6) des Rohres für Bohrkernproben (12-4) eingesetzt und darin oberhalb des Meeresbodenmaterials beweglich ist, welches in das Rohr für Bohrkernproben (12-4) eintritt.

11. Bohrkerngewinnungssystem im Meeresboden nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei die ersten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (12-2) eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer umfassen, einen Kolben, welcher auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer eingesetzt und axial innerhalb der zylinderförmigen Kammer beweglich ist, um eine erste Kammer und eine zweite Kammer zu definieren, und eine Kolbenstange, die mit dem Kolben verbunden ist und sich durch die zweite Kammer hindurch und von ihr aus derart erstreckt, dass selektives Beaufschlagen der ersten Kammer mit hydraulischem Druck das Rohr für Bohrkernproben (12-4) in den Meeresboden eintreiben wird.

12. Bohrkerngewinnungssystem im Meeresboden nach Anspruch 9 oder 11, wobei die zweiten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (12-8) umfassen:

(a) ein erstes hydraulisches Teilmittel, welches eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer umfasst, einen Kolben, welcher auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer eingesetzt und axial innerhalb der zylinderförmigen Kammer beweglich ist, um eine dritte Kammer und eine vierte Kammer zu definieren, eine Kolbenstange, welche mit dem Kolben an dessen einem Ende verbunden ist und sich durch die vierte Kammer hindurch erstreckt;

(b) ein zweites hydraulisches Teilmittel, welches eine im Wesentlichen zylinderförmige Kammer umfasst, einen Kolben, welcher auf abdichtende Weise in die zylinderförmige Kammer eingesetzt und axial innerhalb der zylinderförmigen Kammer beweglich ist, um eine fünfte Kammer zu definieren, wobei das andere Ende der Kolbenstange des ersten hydraulischen Teilmittels mit dem Kolben verbunden ist; und

(c) zweite Rohrleitungsmittel (**12-11**), welche zwischen der zweiten Kammer der ersten Hydraulikmittel und der vierten Kammer des ersten hydraulischen Teilmittels verbunden sind;

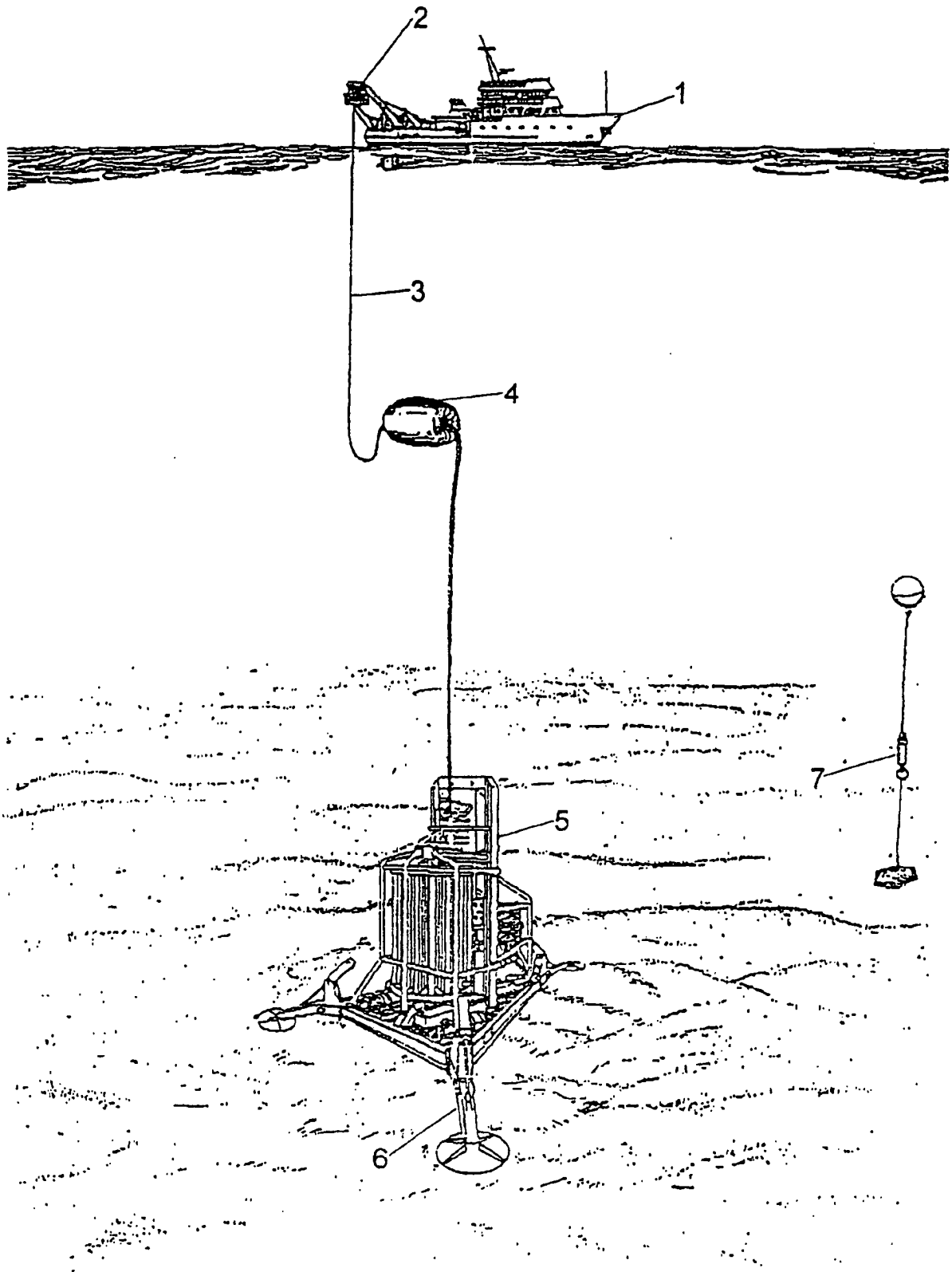
wobei, sobald das Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) durch die ersten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (**12-2**) in den Meeresboden eingetrieben wird, Hydraulikflüssigkeit von der zweiten Kammer der ersten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (**12-2**) in die vierte Kammer des ersten hydraulischen Teilmittels über die zweiten Rohrleitungsmittel (**12-11**) eingeleitet wird, um den Kolben der ersten Hydraulikflüssigkeitsantriebsmittel (**12-2**) in Bewegung zu setzen, wodurch wiederum der Kolben des zweiten hydraulischen Teilmittels von den ersten Rohrleitungsmitteln weggezogen wird, um das Abziehen von Flüssigkeit aus dem Rohr für Bohrkernproben (**12-4**) zu bewirken.

13. Bohrkerngewinnungssystem im Meeresboden nach Anspruch 12, wobei die ersten Rohrleitungsmittel (**12-7**) teilweise aus mindestens einem Schlauch mit hoher Druckfestigkeit bestehen.

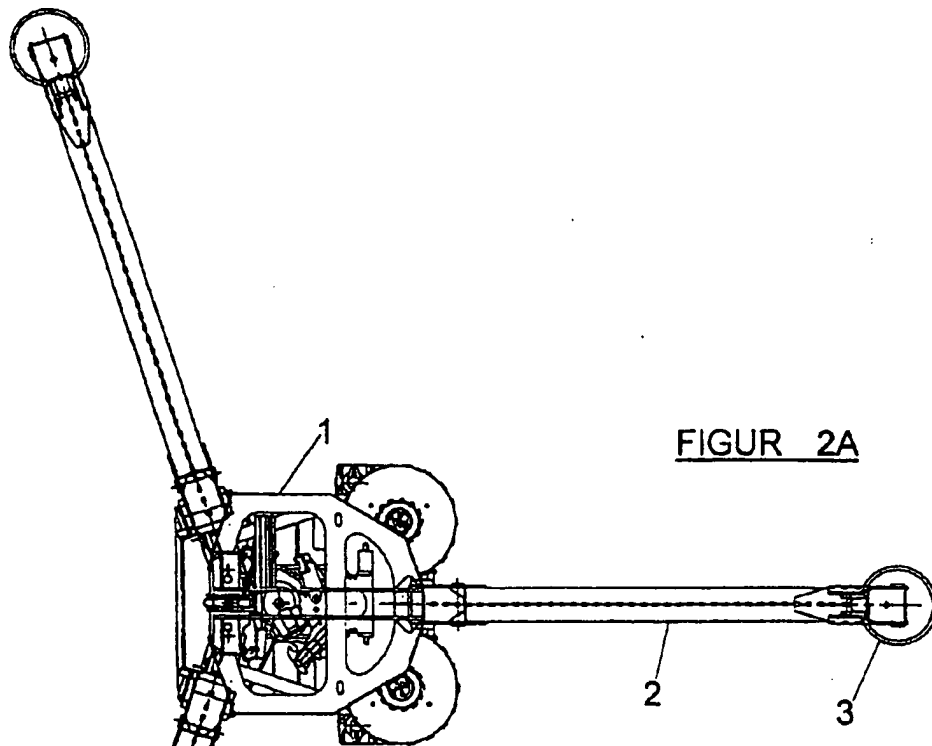
14. Bohrkerngewinnungssystem im Meeresboden nach Anspruch 12, wobei die ersten Rohrleitungsmittel (**12-7**) teilweise aus mindestens einer Bohrstange (**13-3**) mit Abdichtungsmitteln (**13-4**) bestehen, um eine leckagefreie Verbindung zwischen der Bohrstange (**13-3**) und irgendeiner vorhergehenden Bohrstange zur Verfügung zu stellen.

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen

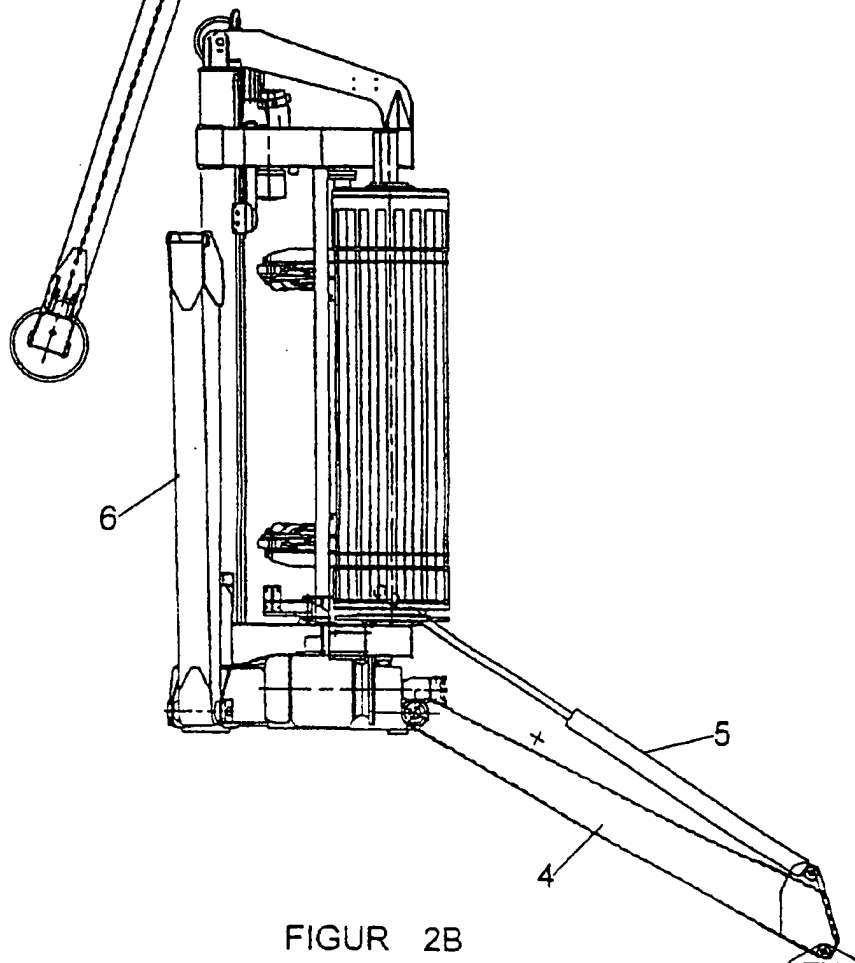
Anhängende Zeichnungen



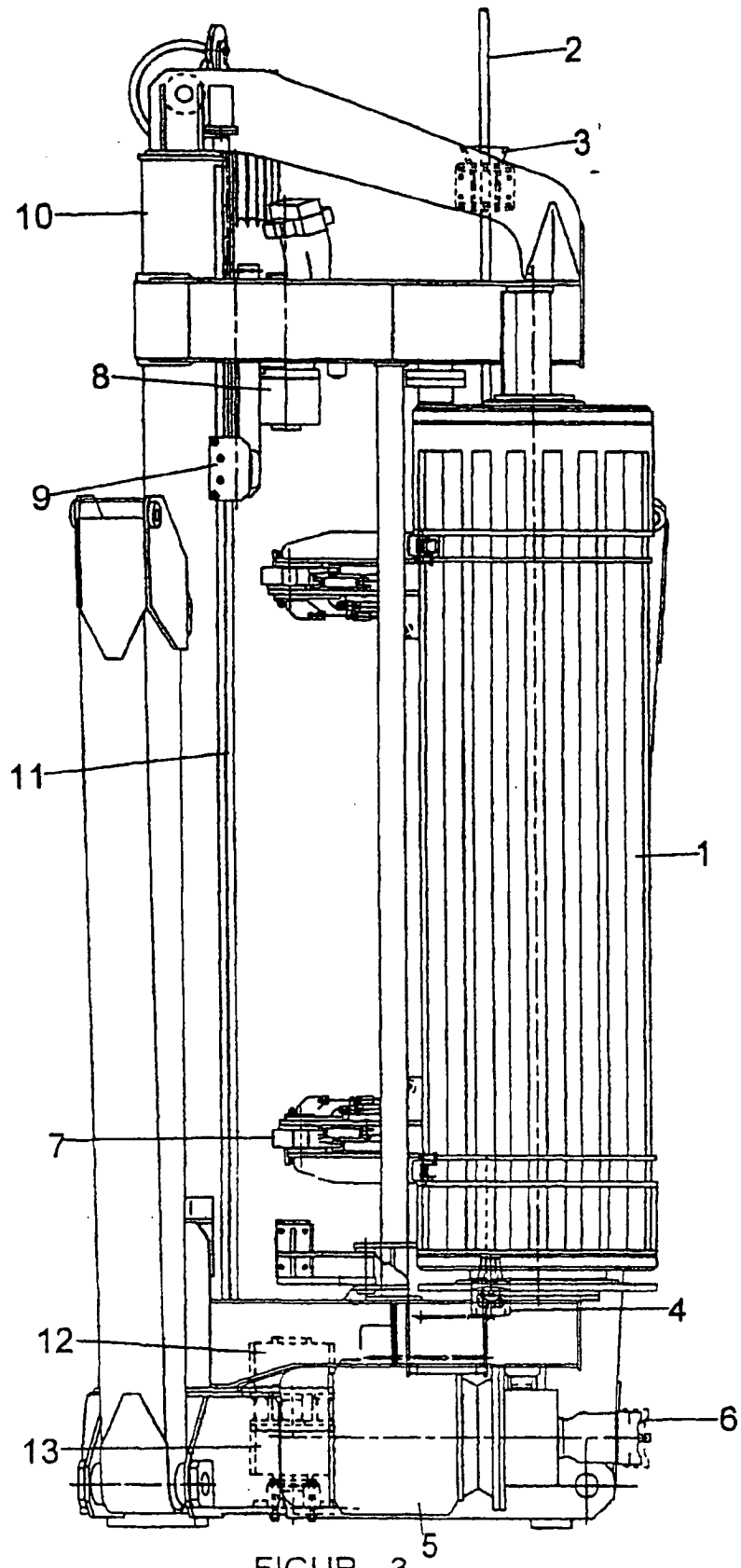
FIGUR 1



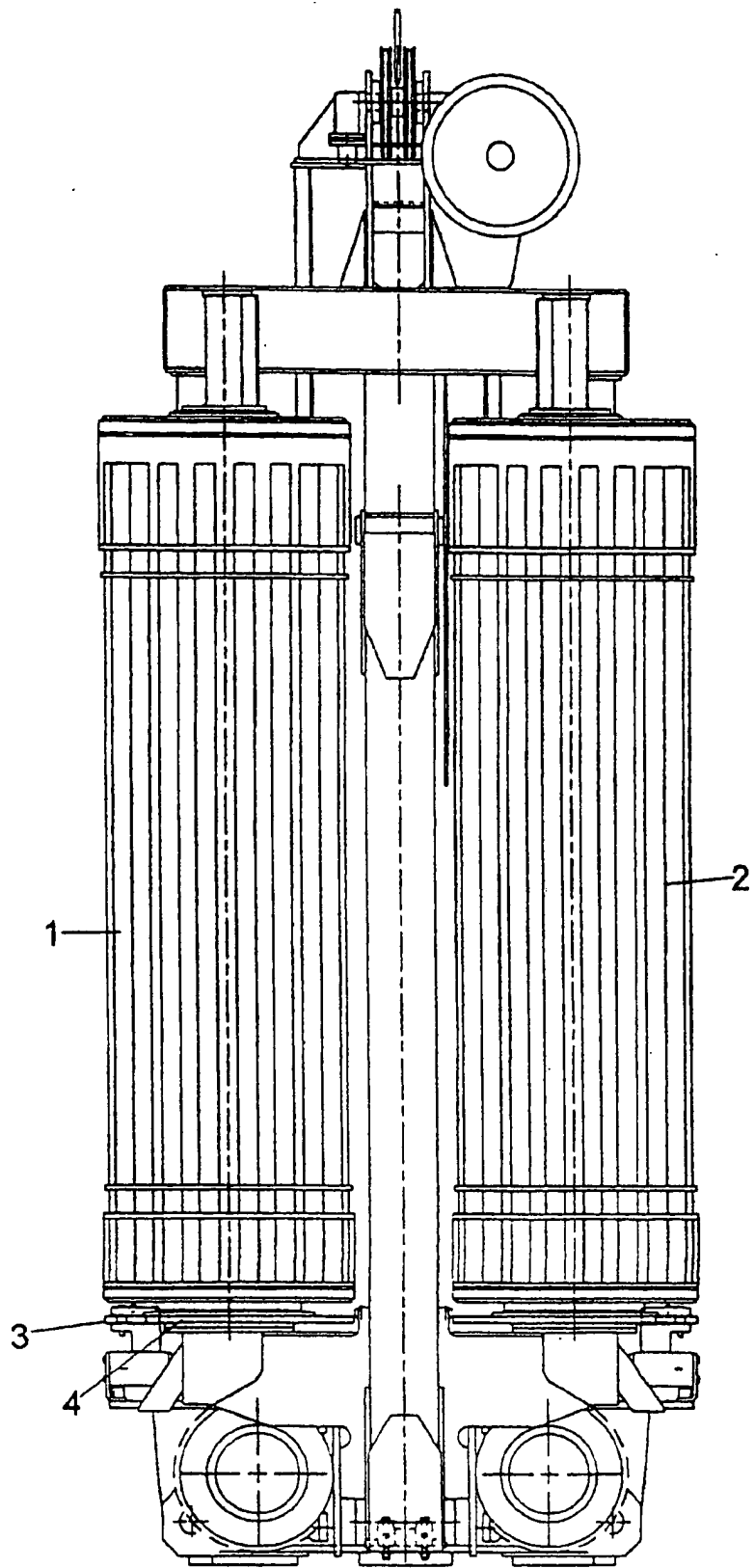
FIGUR 2A



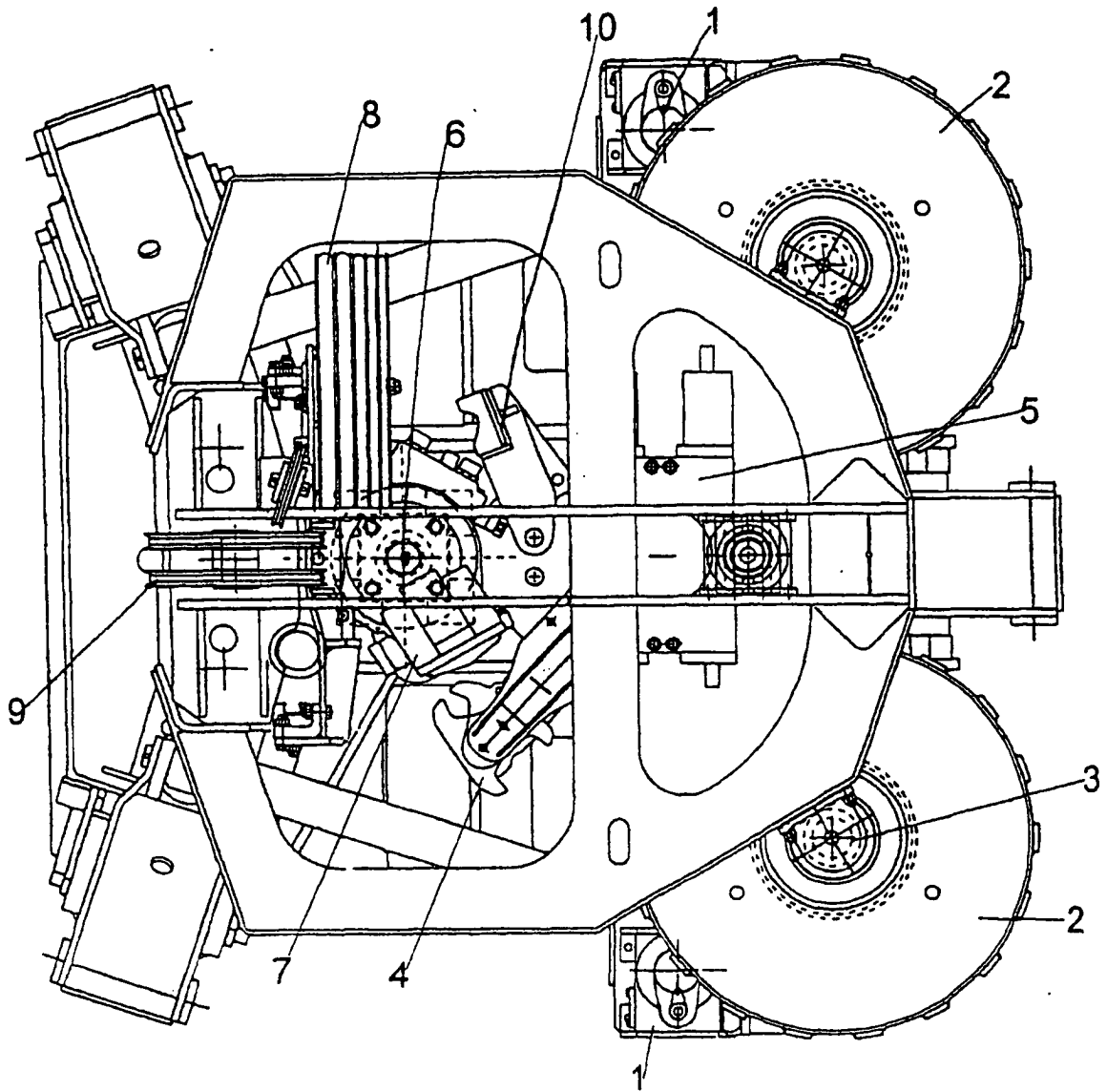
FIGUR 2B



FIGUR 3

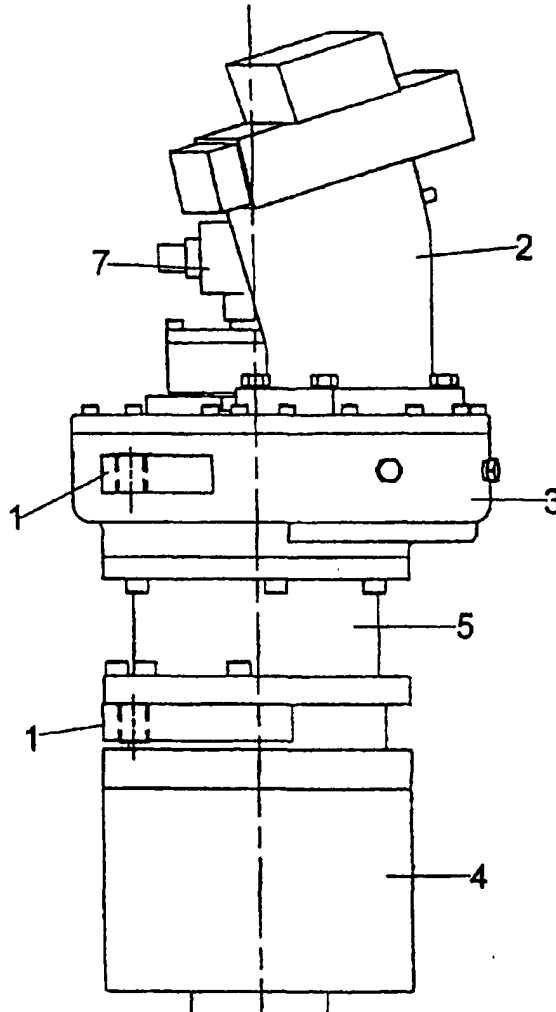


FIGUR 4

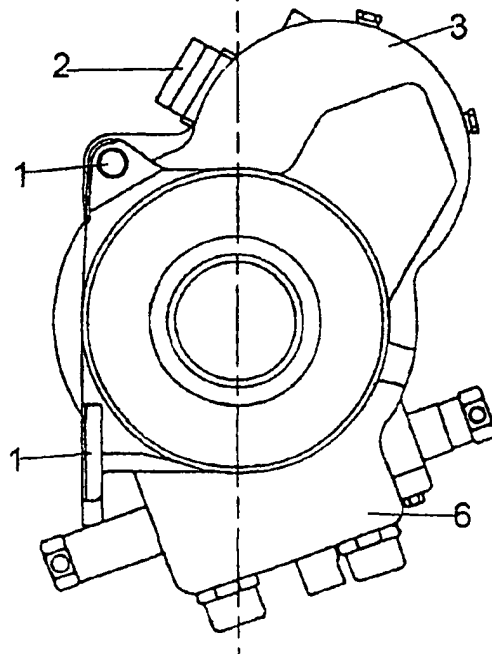


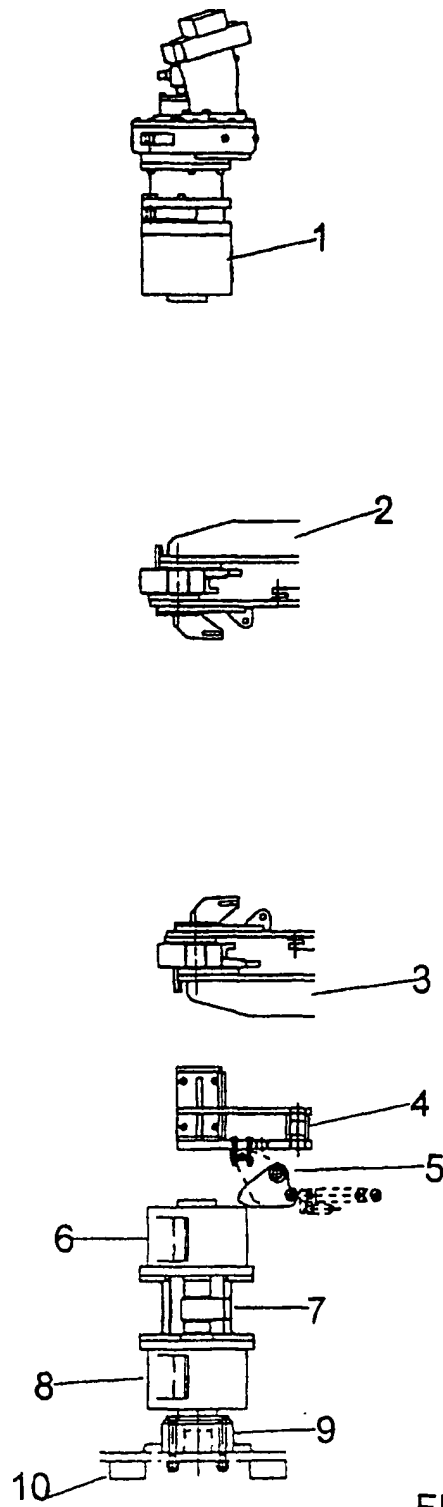
FIGUR 5

FIGUR 6A

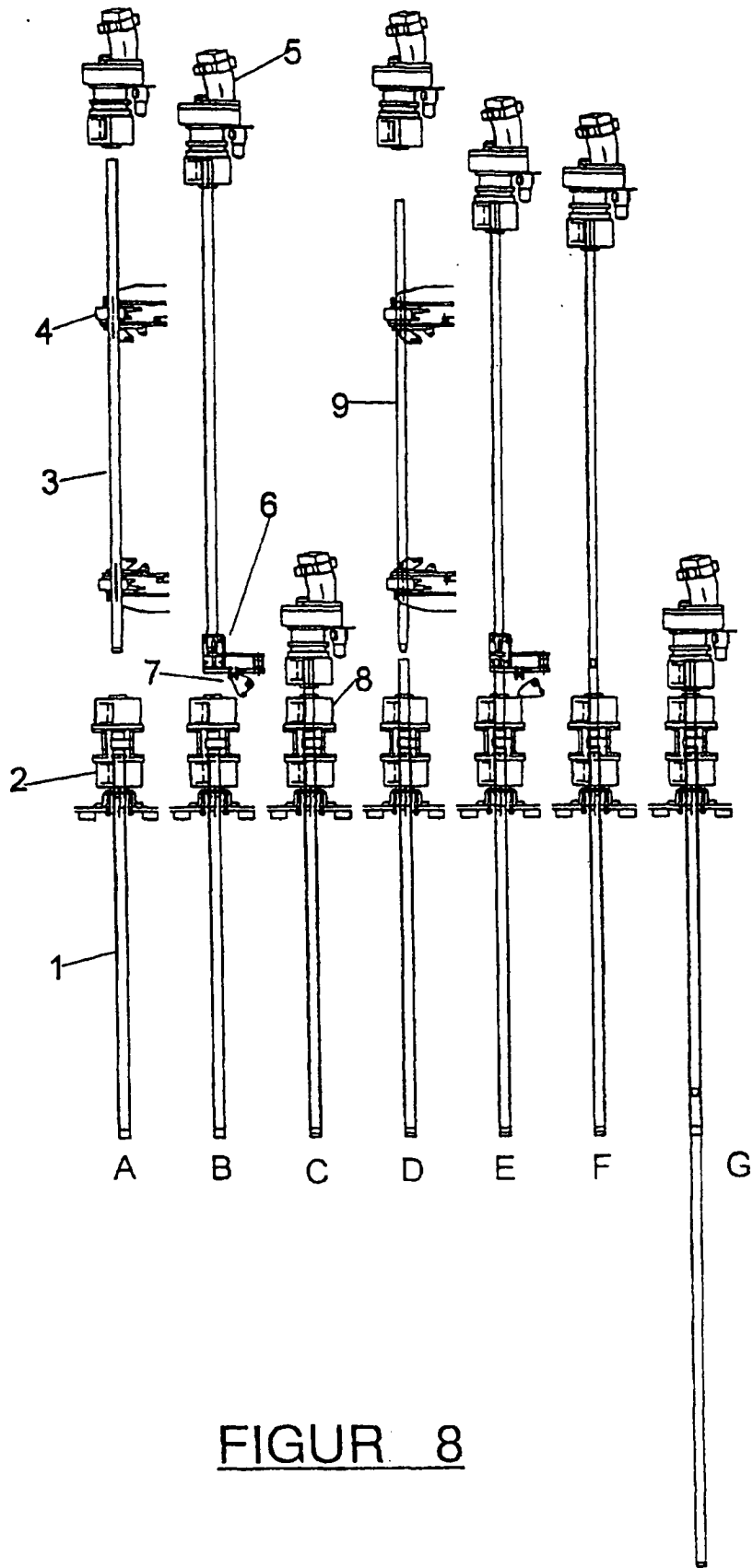


FIGUR 6B

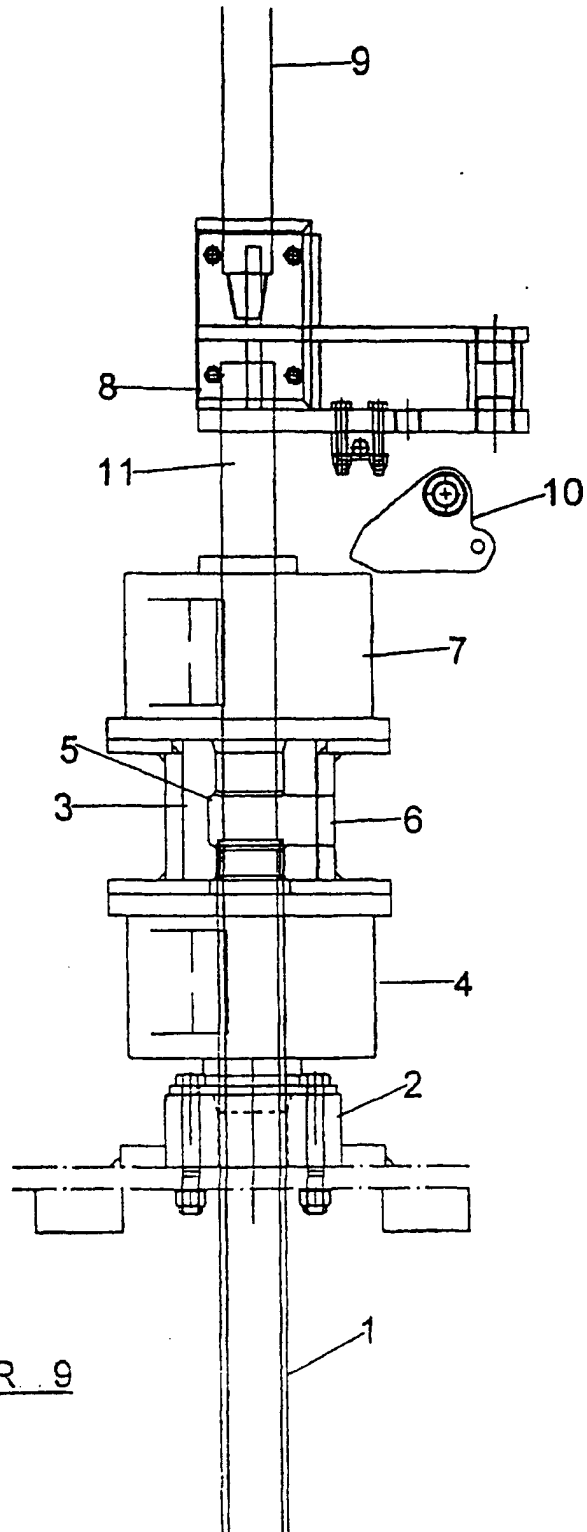




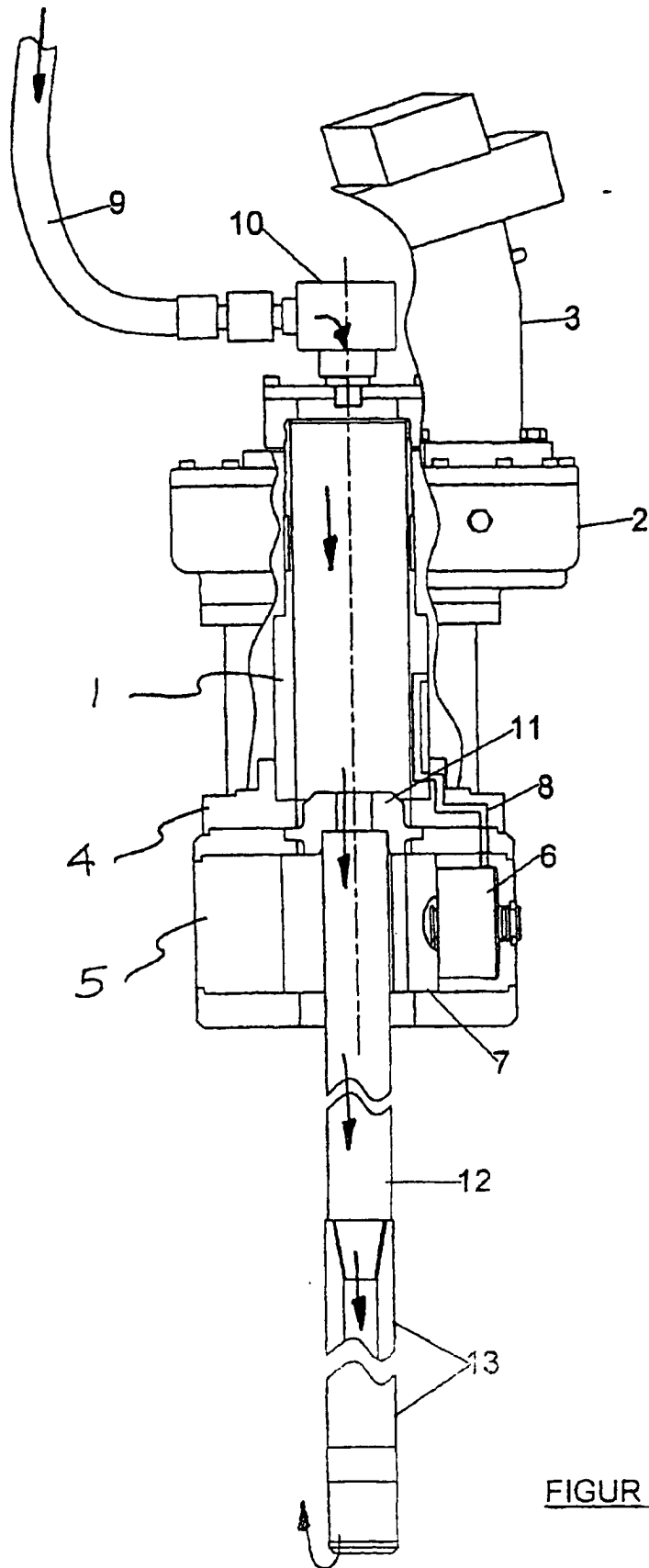
FIGUR 7



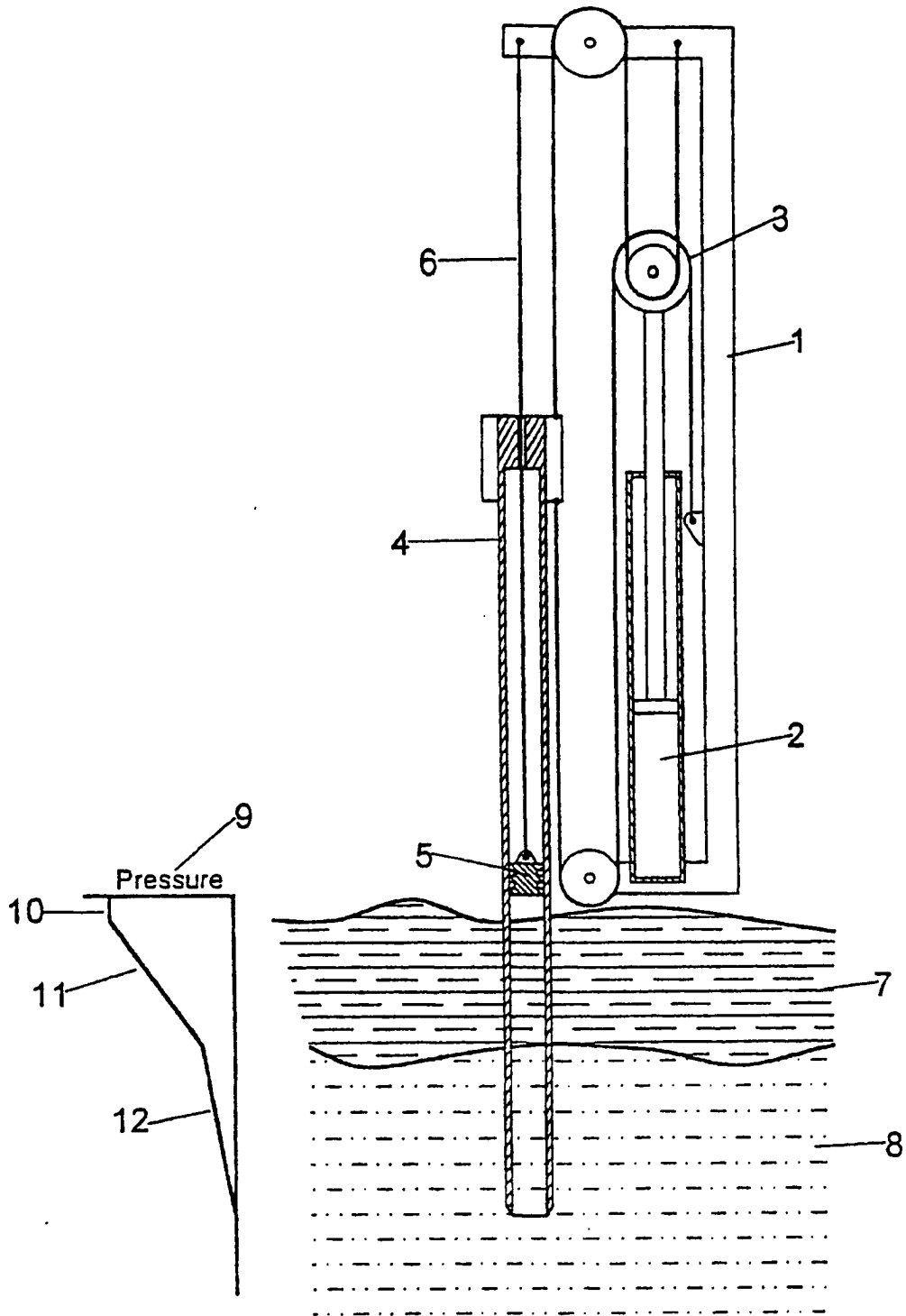
FIGUR 8



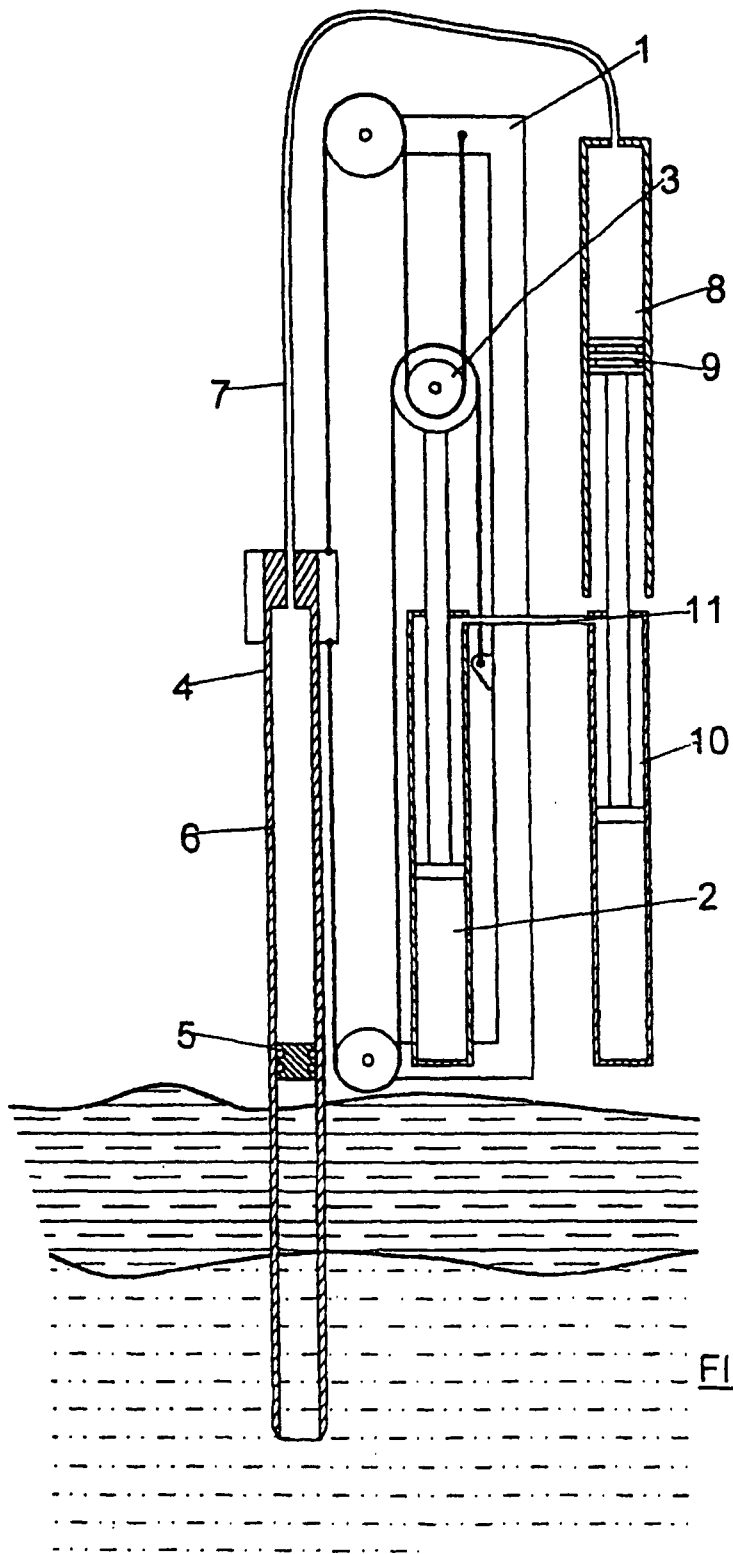
FIGUR 9



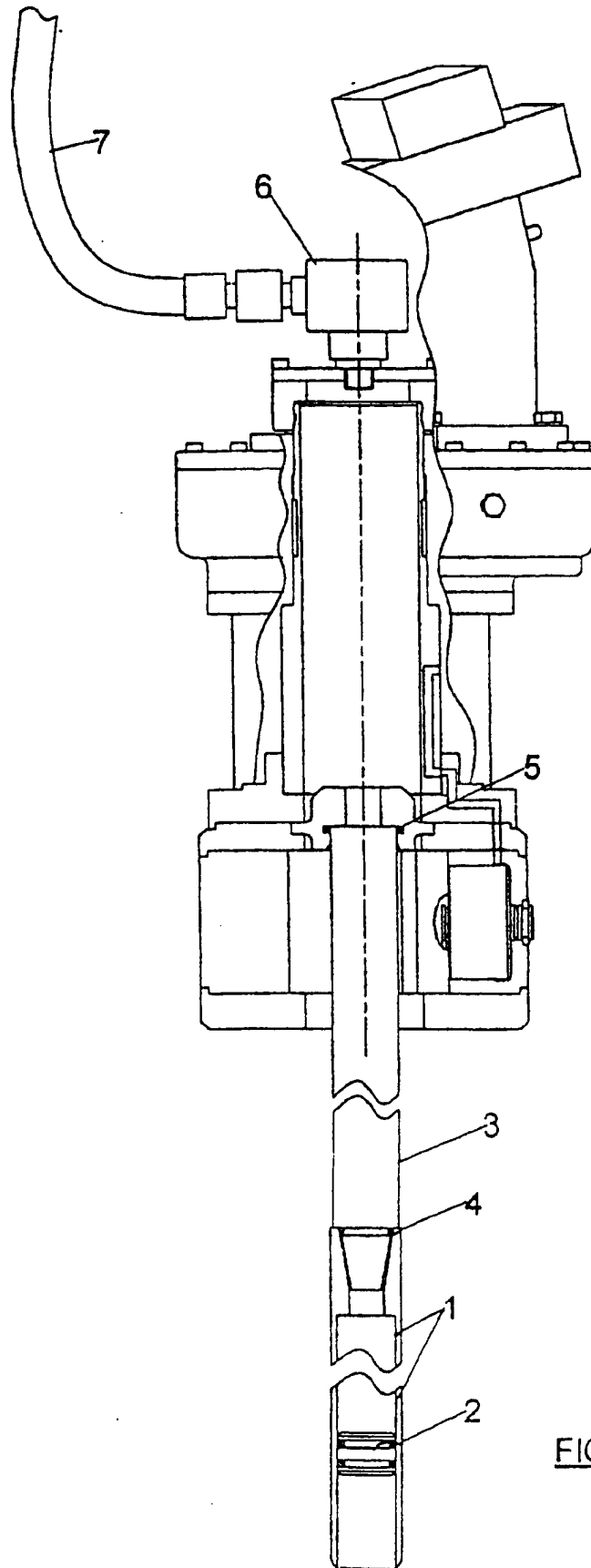
FIGUR 10



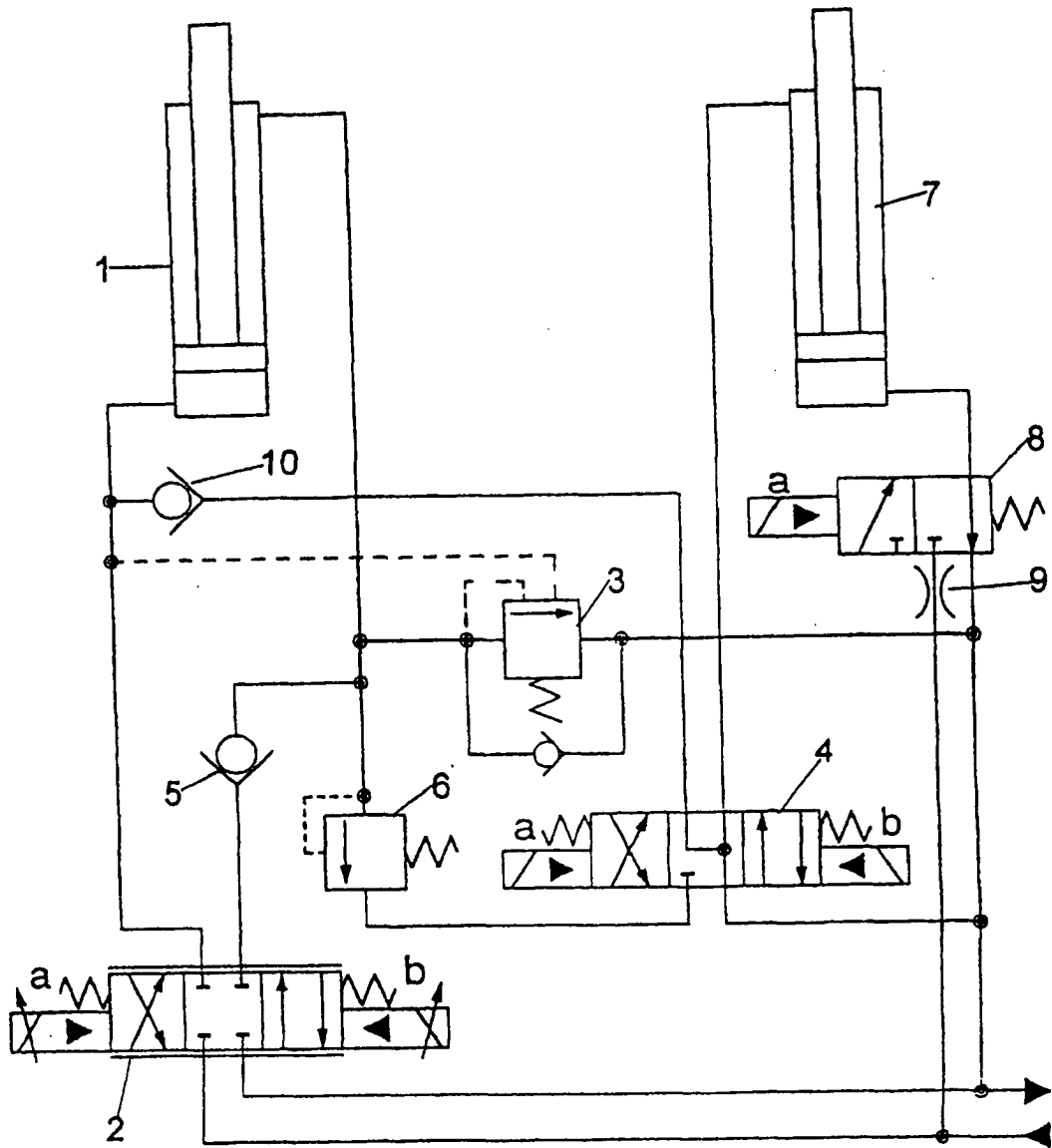
FIGUR 11



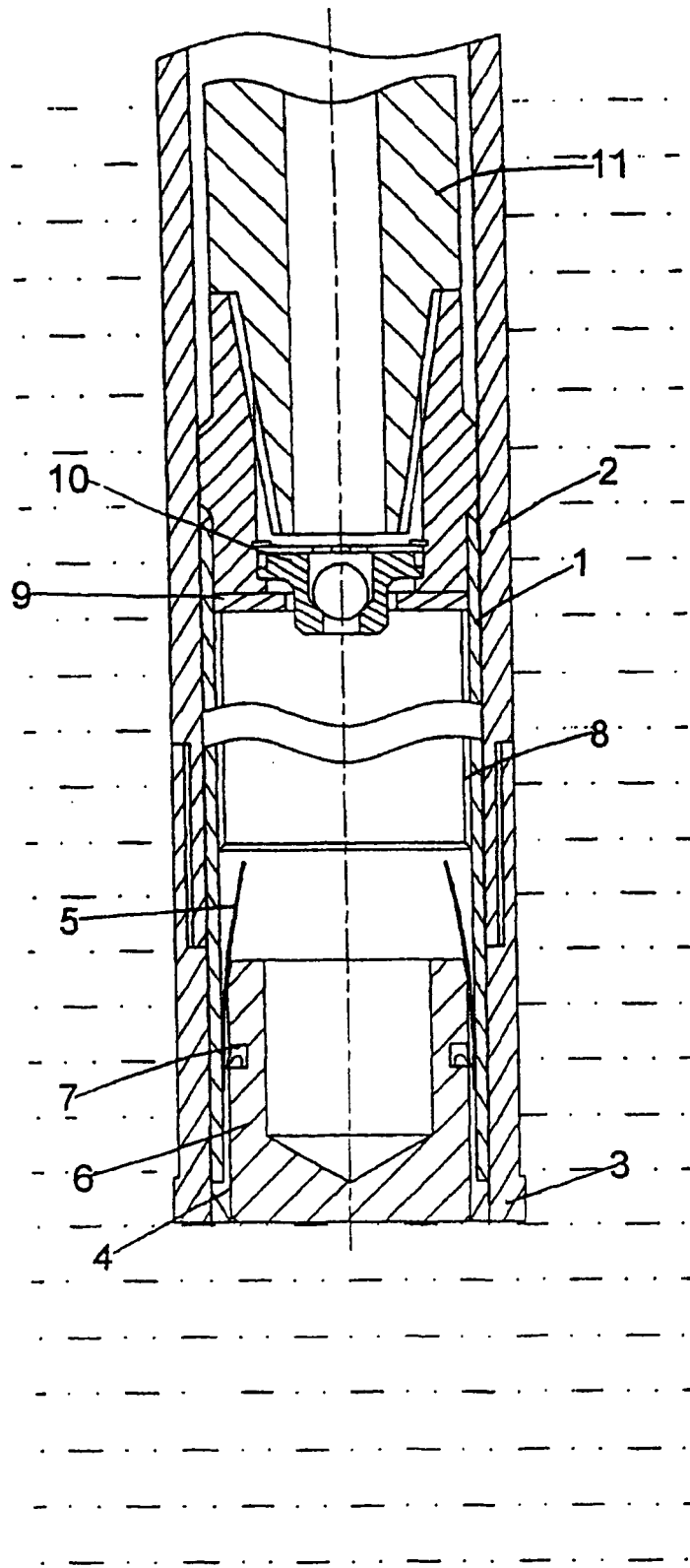
FIGUR 12



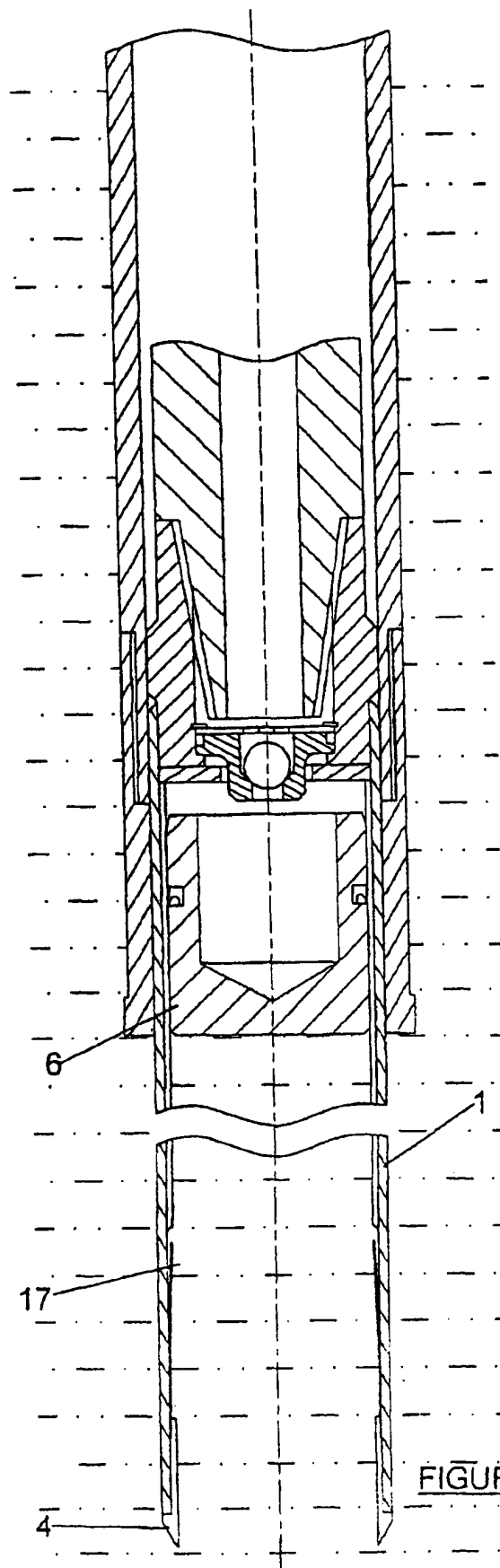
FIGUR 13

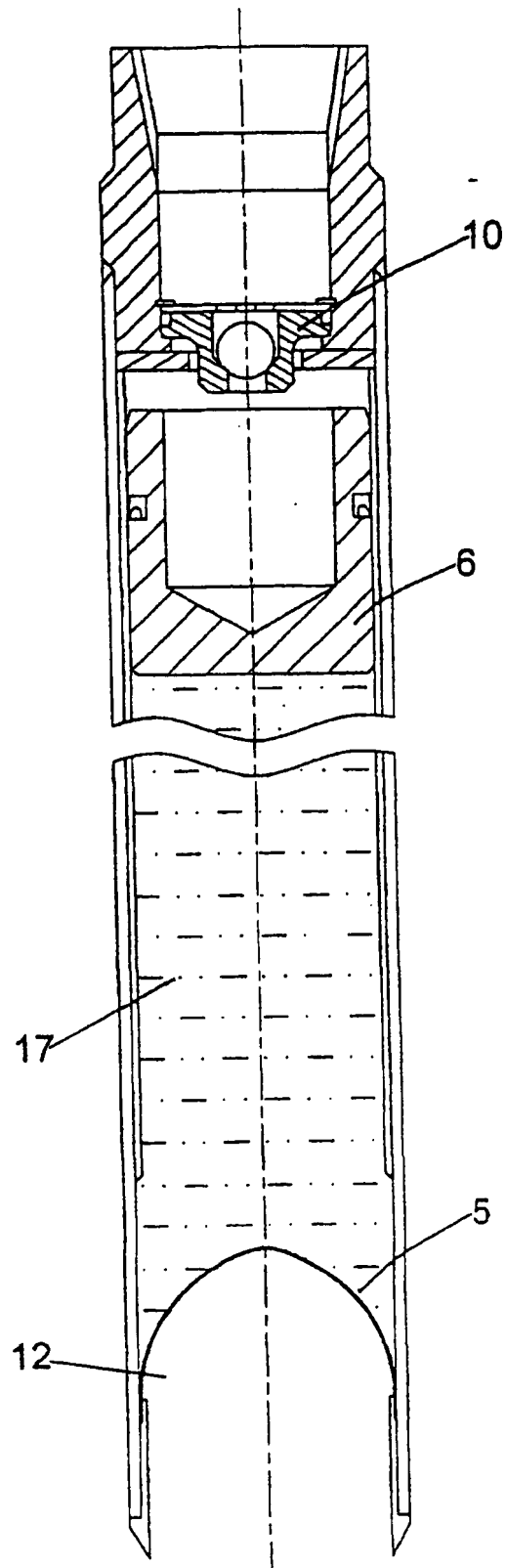


FIGUR. 14

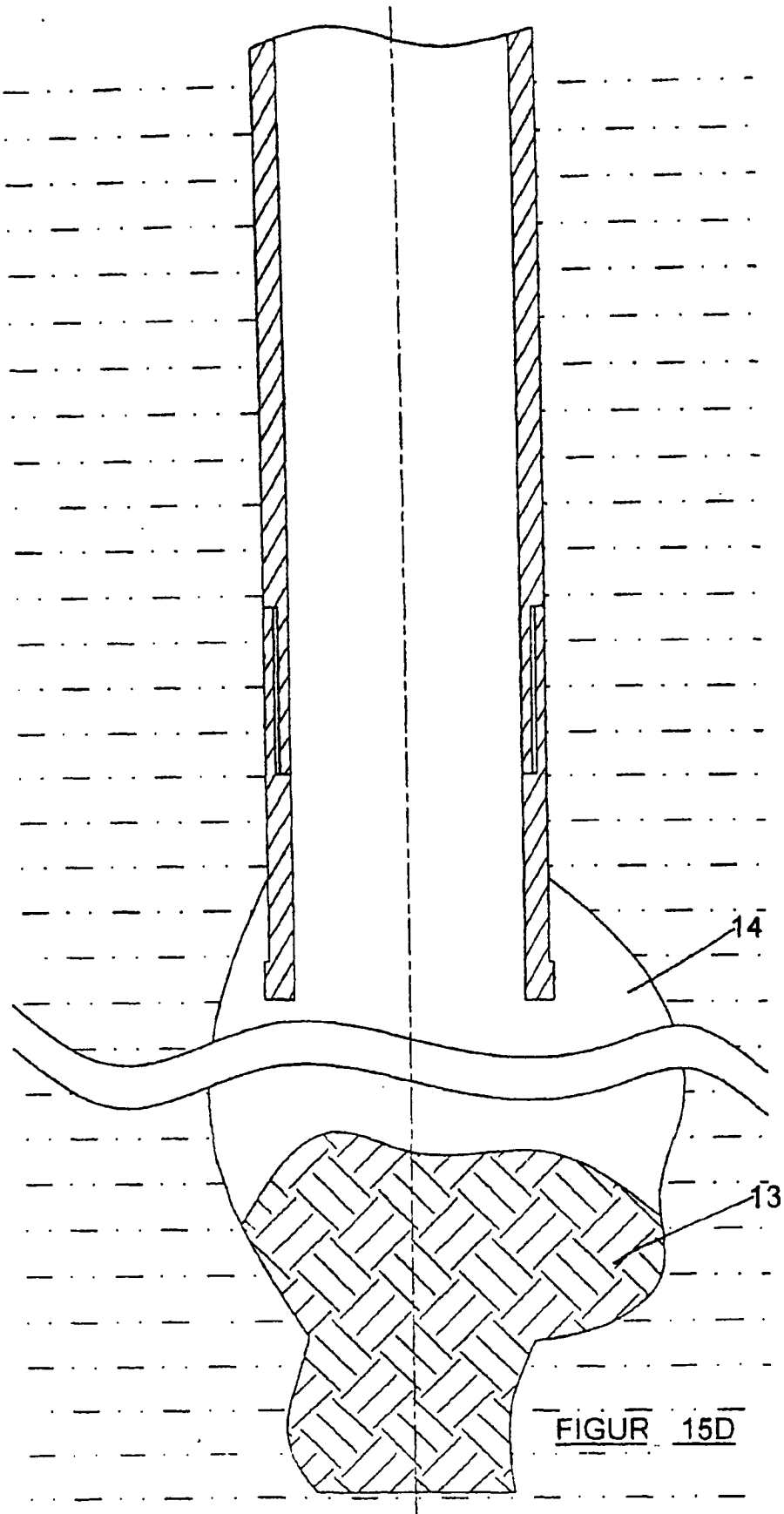


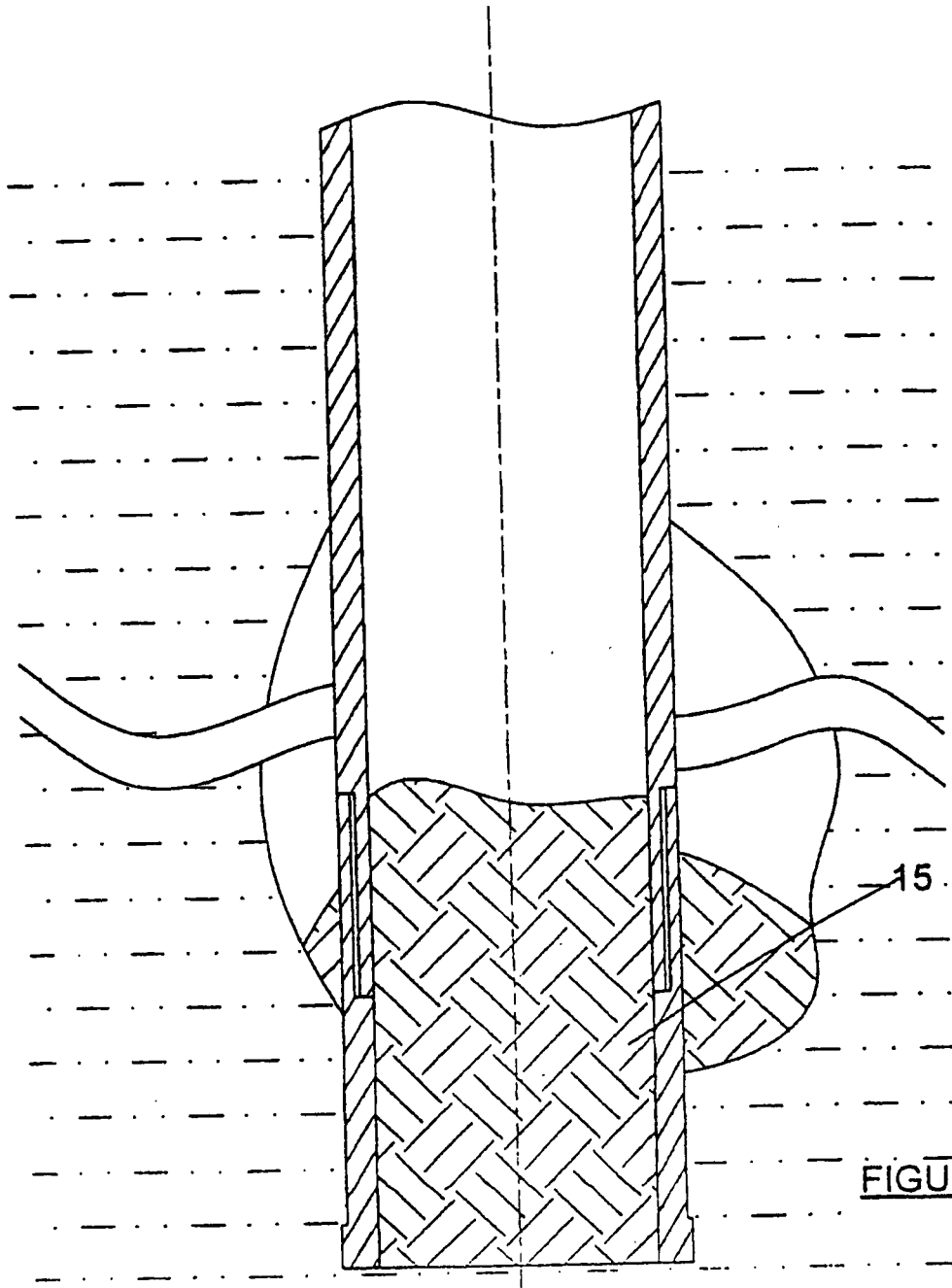
FIGUR 15A



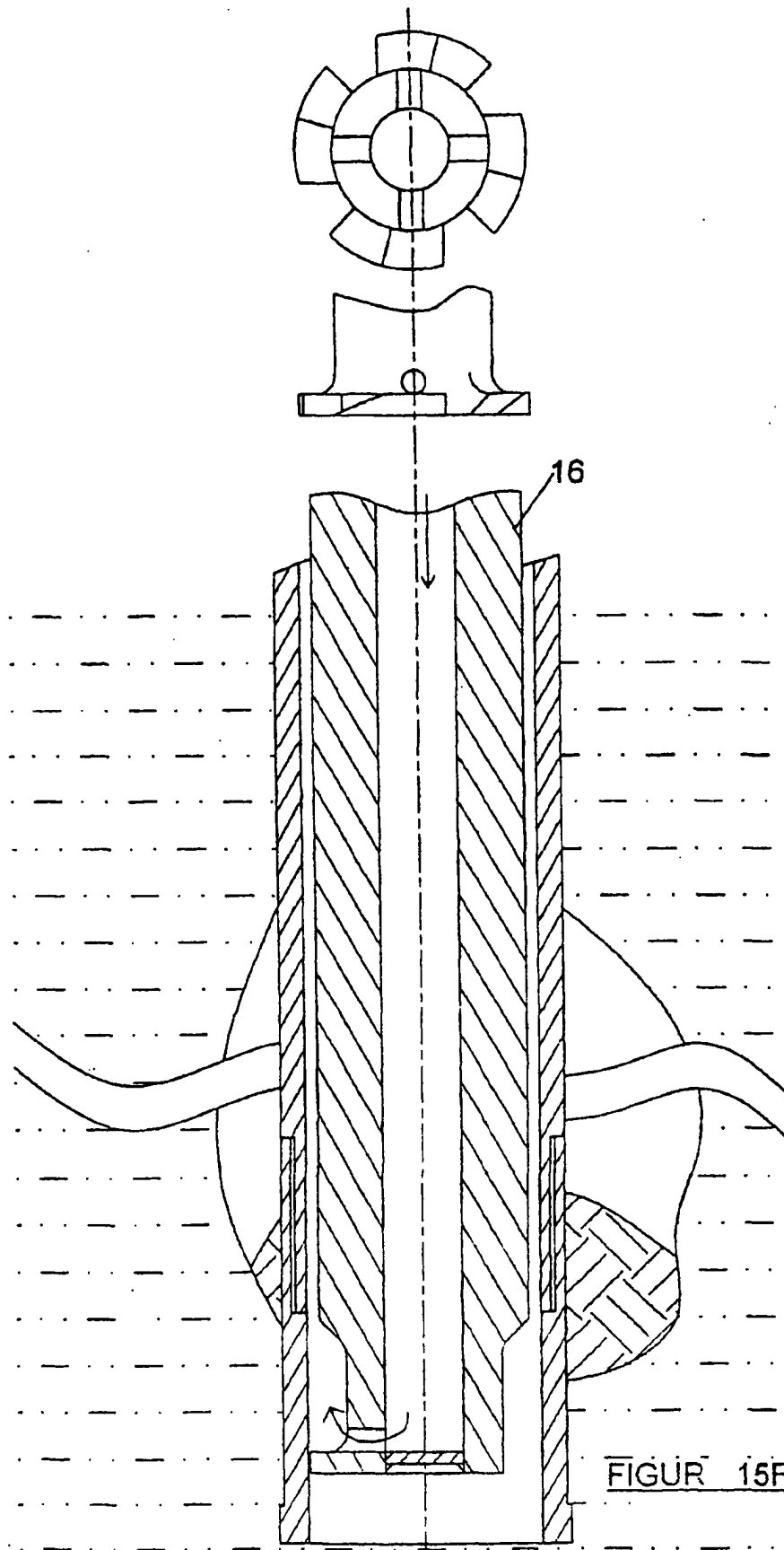


FIGUR 15C

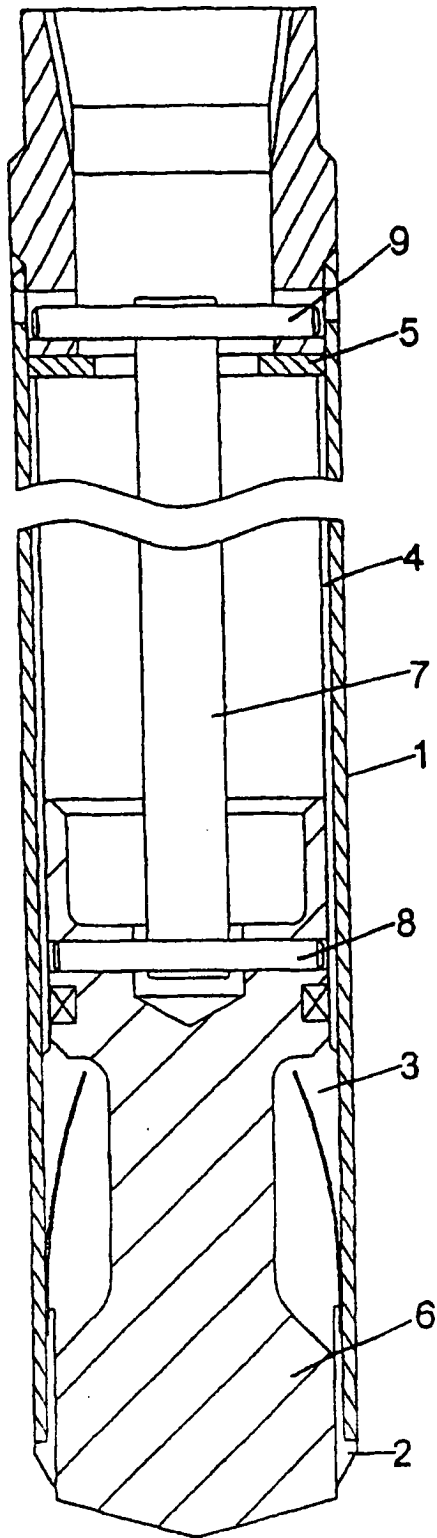




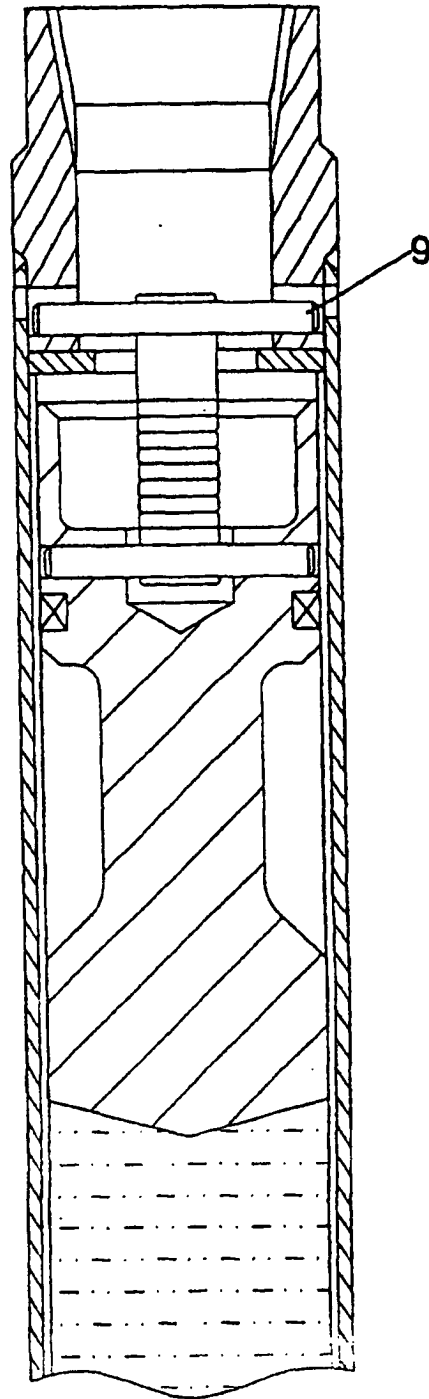
FIGUR 15E



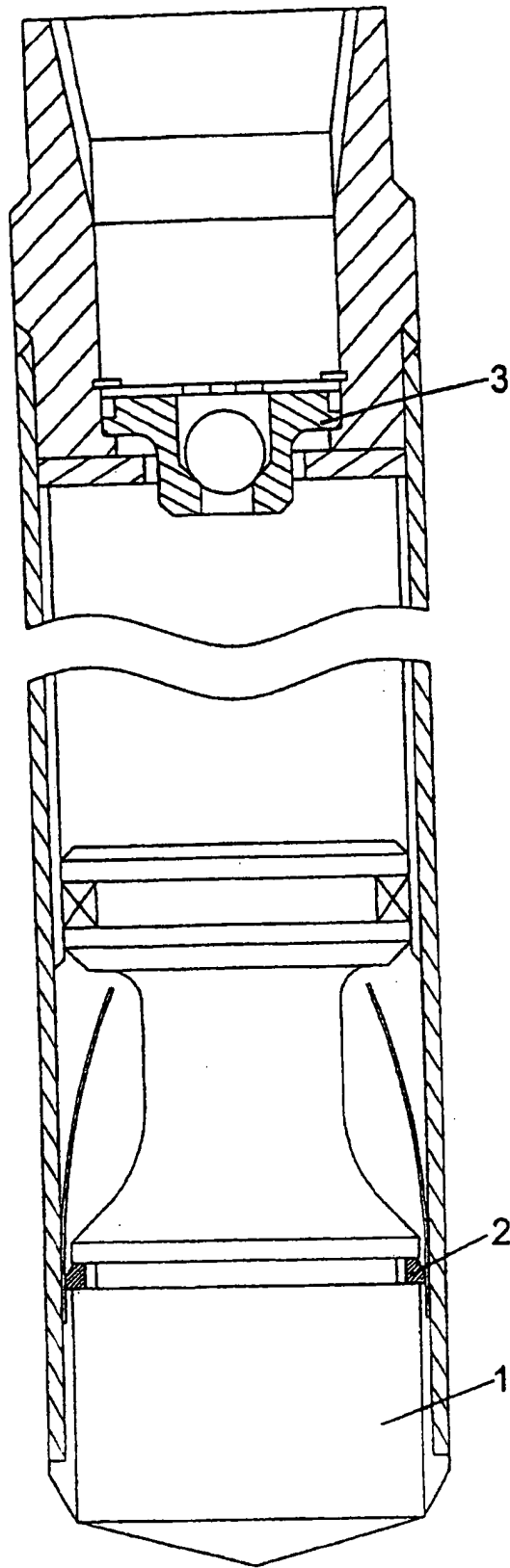
FIGUR 15F



FIGUR 16A



FIGUR 16B



FIGUR 17