



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 208 792.3**

(22) Anmeldetag: **25.05.2012**

(43) Offenlegungstag: **28.02.2013**

(51) Int Cl.: **E21B 29/10 (2012.01)**

(30) Unionspriorität:

**13/215,934**                      **23.08.2011**      **US**

(71) Anmelder:

**Baker-Hughes Inc., Houston, Tex., US**

(74) Vertreter:

**v. Fünér Ebbinghaus Finck Hano, 81541,  
München, DE**

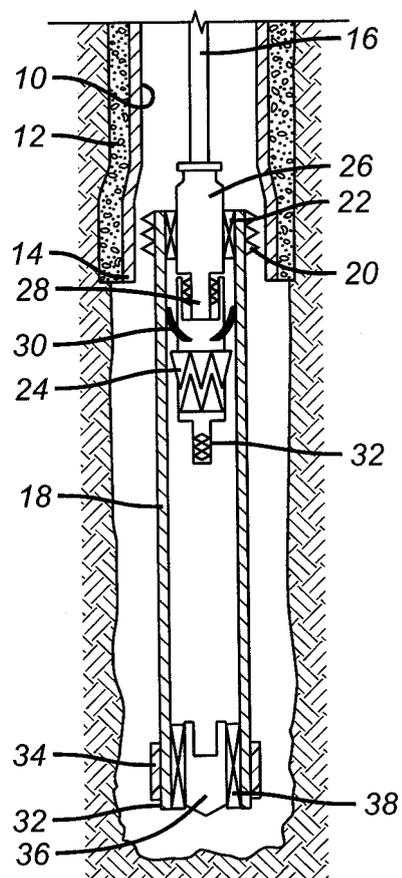
(72) Erfinder:

**Lehr, Jörg, 29229, Celle, DE; Grützmann, Ines,  
31275, Lehrte, DE; Erdmann, Anja, 29227, Celle,  
DE; O'Connor, Keven, Houston, Tex., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ausdehnung eines integrierten kontinuierlichen Liners**

(57) Zusammenfassung: Unter Verwendung eines Laufstrangs (16) wird durch einen vorhandenen Strang (10) hindurch ein zusätzlicher Strang (18) eingefahren. Die sich überlappenden Stränge (10; 18) werden durch eine obere aufblasbare Einrichtung (22) aneinander befestigt, wobei Spalte gelassen werden. Die obere aufblasbare Einrichtung (22) bildet eine obere ausgedehnte Zone aus, in der dann die Gesenkanordnung (24) aufgebaut wird. Die Gesenkanordnung (24) weist eine Dichtung (30) auf. Nach Aufbringung von Druck zwischen der oberen aufblasbaren Einrichtung (22) und der Dichtung (30) wird die Gesenkanordnung (24) vom Laufstrang (16) freigegeben und zur Ausdehnung des zusätzlichen Strangs (18) weitergeschoben, bis sie sich an einen Zementschuh (36) ankoppelt. Danach wird der Laufstrang (16) wieder mit der Gesenkanordnung (24) verbunden. Nach der Zementierung wird zur Ausbildung einer Glocke (50) und zum Setzen eines eventuell verwendeten externen Packers (34) eine untere aufblasbare Einrichtung (38) aufgeblasen. Wenn es einen externen Packer (34) gibt, wird der Schuh (36) freigegeben. Auf ihrem Weg aus dem Loch hinaus setzt die obere aufblasbare Einrichtung (22) eine Dichtung (20) an der Überlappung.



**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erzeugung einer Monobohrung und insbesondere auf das Einfahren eines Strangs mit einem Zementierschuh und das Halten desselben an einem vorhandenen Strang durch die Ausdehnung des oberen Endes eines Liners, wobei der Raum geschaffen wird, um ein Gesenk aufzubauen und das Gesenk unter Aufbringung von Druck zu dem Zementierschuh hin anzutreiben. Am unteren Ende des Liners wird eine Glocke ausgebildet. Nach Beendigung der Zementierung erfolgt die Abdichtung des oberen Endes des Liners beim Herausziehen der inneren Anordnung.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Monobohrlöcher weisen über eine gegebene Strecke, die aus mehreren Strängen besteht, einen konstanten Durchmesser auf. Typischerweise weist der vorhandene Strang ein vergrößertes Segment oder eine Glocke auf, in dem bzw. in der der nächste Strang gehalten und im Falle zementierter Bohrlöcher nach dem Zementieren abgedichtet wird. Der neu hinzugefügte Strang muss ausgedehnt und bei einigen Anwendungen zementiert werden. Am unteren Ende des hinzugefügten Strangs muss eine Glocke vorhanden sein, um den nächsten Strang aufzunehmen und den Monobohrungscharakter des Bohrlochs beizubehalten. Zuerst wird der Liner in der Glocke des vorhandenen Strangs gehalten, wobei Spalte gelassen werden, um während der Zementierung die Verdrängung von Fluid zu ermöglichen. Nach Abschluss der Zementierung werden diese Spalte geschlossen.

**[0003]** Das oben im Allgemeinen beschriebene Verfahren lässt sich optimieren, indem Wege gefunden werden, um die erforderlichen Schritte Zuführen, Halten, Ausdehnen, Zementieren und Abdichten des Liners bezüglich eines vorhandenen Rohrs in so wenigen Arbeitsgängen wie möglich und idealerweise in einem einzigen Arbeitsgang durchzuführen.

**[0004]** Ein Versuch eines derartigen Verfahrens ist in der US 2010/0032167 A1 beschrieben. Gemäß einer in dieser Druckschrift offenbarten Technik wird die Gesenkanordnung für einen Teil der Ausdehnung in Lochabwärtsrichtung gepumpt, bis ein Zementierungsschuh angekoppelt wird. Zur Zementierung wird der Laufstrang wieder mit der Gesenkanordnung verbunden. Anschließend wird die Gesenkanordnung in Lochaufwärtsrichtung angetrieben, um den neu hinzugefügten Liner, der zuvor vom Lochboden abgestützt worden war, zu halten und abzudichten. Danach muss der Schuh herausgebohrt werden. Es wird nicht erörtert, wie in dem unteren Ende des kurz

zuvor zementierten Liners eine Glocke ausgebildet werden soll, weil das dort beschriebene Verfahren nicht zur Erzeugung einer Monobohrung dient, sondern vielmehr den Bohrlochdurchmesser mit jedem nachfolgenden Strang reduziert. Bei einer alternativen Ausführungsform wird die Gesenkanordnung genau über dem Zementierschuh aufgebaut und zur Ausdehnung des Liners in Lochaufwärtsrichtung angetrieben. Nach der Zementierung mit dem Laufstrang und der Verriegelung der Gesenkanordnung an dem Schuh wird die Gesenkanordnung von dem Schuh freigegeben und mit Druck von unten angetrieben, während sie an dem Laufstrang gehalten wird, um zur Befestigung und Abdichtung des Liners an bzw. gegenüber dem vorhandenen Rohr die Ausdehnung am oberen Ende des Liners abzuschließen.

**[0005]** Verschiedene Techniken sind entwickelt worden, um einen Liner auszudehnen und ihn an einem im Bohrloch bereits vorhandenen Casing zu befestigen. Einige dieser Techniken beinhalten das Einfahren eines Liners mit einer weiten Glocke am Boden, in der sich die Ausdehnungsausrüstung befindet, und das nachfolgende Antreiben des Gesenks nach oben durch den Liner und zum oberen Ende hinaus, wobei entlang des Wegs externe Dichtungen an das umliegende Casing gesetzt werden, während das Gesenk sich zum Ausgang bewegt. Ein solches Verfahren ist in der US 6,470,966 B2 gezeigt. Die in diesem Patent enthaltene umfangreiche Liste des Stands der Technik ist repräsentativ für den Stand der Technik zu Bohrlochrohrausdehnungstechniken, die die Befestigung an einem vorhandenen Rohr einschließen. Andere Patente zeigen die Verwendung von Gesenken, die eine Reihe von zurückziehbaren Walzen aufweisen, die in Bohrlochabwärtsrichtung radial ausgestreckt werden können, um eine Rohrausdehnung z. B. eines Casing-Patches zu initiieren, wie es beispielsweise in der US 6,668,930 B2 veranschaulicht ist. Bei einigen Vorrichtungen bewegt sich das Gesenk von oben nach unten, wie es in der US 6,705,395 B2 veranschaulicht ist.

**[0006]** In der am 8. Oktober 2010 (unter Benennung einiger der Erfinder der vorliegenden Anmeldung) eingereichten US-Anmeldung Nr. 12/901,122 mit dem Titel "Pump Down Swage Expansion Method" (Ausdehnungsverfahren mit einem abwärts gepumpten Gesenk) ist ein weiterer Versuch veranschaulicht. Bei jener Anmeldung werden ein Laufstrang und periphere Linerdichtungen zur Bewegung einer Gesenkanordnung verwendet, um eine Linerabstützung zu erzielen. Bei diesem Modus geht es so weiter, dass ein anderes Gesenk aufgebaut wird, nachdem der Liner in dem vorhandenen Rohr abgestützt worden ist. In demselben Arbeitsgang wird der Schuh befestigt und wird der Liner zementiert, gefolgt vom In-Eingriff-Bringen der Dichtung der Lineraufhängung mit Betätigung des Laufstrangs. Wäh-

rend der Ausdehnung bleibt die Gesenkanordnung mit dem Laufstrang verbunden.

**[0007]** Verfahren, bei denen ein Gesenk durch ein Rohr mechanisch vorwärtsbewegt wird, erfordern, dass die Bohranlagenausrüstung nicht nur das Gewicht des auszudehnenden Strangs trägt, sondern auch die Kraft bewältigen kann, die auf das Gesenk ausgeübt wird, um es zur Vergrößerung des Durchmessers durch das Rohr vorwärts zu bewegen. Gemäß der im vorhergehenden Absatz genannten Druckschrift werden die Oberflächenausrüstungskapazitäten reduziert, die für die Durchführung einer Ausdehnung zur Komplettierung eines Bohrlochs benötigt werden. Das Verfahren zeichnet sich durch eine Ausdehnung von oben nach unten aus, wobei mehrere einstellbare Gesenke verwendet werden, die zu unterschiedlichen Zeiten aufgebaut werden und durch Aufbringung eines Ringdrucks angetrieben werden, der um einen Arbeitsstrang herum abgegeben wird. Das auszudehnende Rohr wird in eine mit einem vorhandenen Rohr überlappende Position gebracht. Der Vorschub der Gesenkanordnung erfolgt auf einer sich von dem Laufstrang erstreckenden Führung mittels einer Schalendichtung um den Laufstrang herum und einer weiteren peripheren Dichtung oben auf dem auszudehnenden Liner, um eine Umgehung durch den Druck zu verhindern, wenn die Gesenkanordnung zum Halten des Liners ohne Abdichtung desselben in den Linerstrang eingefahren wird. In dem Liner wird an einer Stelle unter dem Haltepunkt an dem vorhandenen Liner ein weiteres Gesenk aufgebaut. Das Angleichen des Liners erfolgt durch Ausdehnung bis zum Boden, während er mit dem Zementierschuh in Eingriff steht, wenn die Gesenkanordnung das untere Ende des nunmehr ausgedehnten Liners verlässt. Der Schuh wird neu positioniert und an das untere Ende des ausgedehnten Liners gesetzt. Dann folgt ein Zementiervorgang mit nachfolgendem Umkehrstrom von überschüssigem Zement. Die Gesenkanordnung wird durch den Liner gezogen. Ein weiteres Gesenk wird aufgebaut, bevor es durch das obere Ende des Liners abwärts geschoben wird, um die Dichtung der Lineraufhängung zu setzen oder wahlweise an den Fangkeilen der Lineraufhängung vorbei hindurchzugehen, um eine konstante Drift durch das ausgedehnte Kopfende des Liners zu schaffen. Danach wird die Anordnung entfernt.

**[0008]** Monobohrungsanwendungen, bei denen Ausdehnung verwendet wird, weisen eine integrierte Zementierung durch einen Schuh auf, während eine Aussparung am Ende eines vorhandenen Strangs mit einer entfernbaren Abdeckung abgedeckt wird, die nach dem Zementieren abgenommen wird. Ein Strang mit einem Gesenk wird an einer Position platziert. Dann wird das Gesenk aktiviert, so dass sein Durchmesser wächst, bevor es durch das neu hinzugefügte Rohr vorwärts bewegt wird, bis das

Gesenk aus dem oberen Ende des hinzugefügten Rohrs austritt, um es in der Aussparung am unteren Ende des vorhandenen Rohrs zu fixieren. Das Ergebnis ist ein Monobohrloch. Diese Ausgestaltungen offenbaren außerdem einen ausfahrbaren Schuh, der vor der Ausdehnung mit dem Strang zugeführt und dann angekoppelt und gehalten werden kann, wenn sich ein Gesenk durch den Strang bewegt. Für den Zementiervorgang wird er dann wieder in den ausgedehnten Strang eingeführt und in abdichtender Weise daran fixiert. Beispiele für einen oder mehrere dieser Verfahrensschritte sind in den folgenden US-Patenten veranschaulicht: 7,730,955; 7,708,060; 7,552,772; 7,458,422; 7,380,604; 7,370,699; 7,255,176 and 7,240,731. Weitere Patente betreffend die Ausdehnung durch Bewegen eines Konus in Lochaufwärtsrichtung von innerhalb einer Glocke am unteren Ende eines Liners, der an einer Aussparung in einem vorhandenen Rohr gehalten wird, und betreffend die Herstellung einer Monobohrung sowie die Ausdehnung von Rohren in Lochabwärtsrichtung sind wie folgt:

6,712,154;	7,185,710;	7,410,000;	7,350,564;
7,100,684;	7,195,064;	7,258,168;	7,416,027;
7,290,616;	7,121,352;	7,234,531;	7,740,076;
7,100,685;	7,556,092;	7,516,790;	7,546,881;
6,328,113;	7,086,475;	6,745,845;	6,575,240;
6,725,919;	6,758,278;	6,739,392;	7,201,223;
7,204,007;	7,172,019;	7,325,602;	7,363,691;
7,146,702;	7,172,024;	7,308,755;	6,568,471;
6,966,370;	7,419,009;	7,040,396;	6,684,947;
6,631,769;	6,631,759;	7,063,142;	6,705,395;
7,044,221;	6,857,473;	7,077,213;	7,036,582;
7,603,758;	7,108,061;	6,631,760;	6,561,227;
7,159,665;	7,021,390;	6,892,819;	7,246,667;
7,174,964;	6,823,937;	7,147,053;	7,299,881;
7,231,985;	7,168,499;	7,270,188;	7,357,190;
7,044,218;	7,357,188;	7,665,532;	7,121,337;
7,434,618;	7,240,729;	7,077,211;	7,195,061;
7,198,100;	6,640,903;	7,438,132;	7,055,608;
7,240,728;	7,216,701;	6,604,763;	6,968,618;
7,172,021;	7,048,067;	6,976,541;	7,159,667;
7,108,072	und 6,557,640.		

**[0009]** Gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung wird ein benötigter Weg bereitgestellt, um einen Strang mit einem Zementierschuh in ein Bohrloch, in dem ein Rohr mit einer Glocke am unteren Ende vorhanden ist, einzuführen und bei einer Monobohrlochkomplettierung weitere Stränge hinzufügen, wobei jeder Strang gehalten, ausgedehnt, wahlweise zementiert und gegenüber der Glocke des vorhandenen Rohrs abgedichtet wird, während an dem kurz zuvor hinzugefügten Rohr eine Glocke am unteren Ende hinterlassen wird, so dass der Vorgang für die besondere Zone oder Strecke wiederholt werden kann. Zusätzliche Aspekte der Erfindung werden für den Fachmann aus der detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform und den zugehörigen Zeichnungen noch leichter ersichtlich, während

es sich versteht, dass der volle Umfang der Erfindung aus dem wörtlichen und äquivalenten Umfang der beigefügten Ansprüche zu bestimmen ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0010]** Ein Linerstrang wird an einem Laufstrang in Position gefahren. Die Anordnung weist einen an ihrem unteren Ende gehaltenen Zementierschuh und eine externe Isoliereinrichtung auf. Am oberen Ende sind auf der Außenseite des Liners eine Aufhängung und eine Dichtung vorgesehen, und innen befindet sich eine aufblasbare Einrichtung, unter der eine aufbaubare Gesenkanordnung, die von der oberen aufblasbaren Einrichtung selektiv gelöst werden kann, und eine zugeordnete Packerschale gelagert sind, so dass das Gesenk nach Freigabe von der oberen aufblasbaren Einrichtung mit in Lochabwärtsrichtung aufgebrachtem Druck angetrieben werden kann. Die obere aufblasbare Einrichtung setzt die Aufhängung am Kopfende des Liners und dehnt einen Abschnitt in der Nähe des Kopfendes des Liners aus. In dem kurz zuvor ausgedehnten Kopfende des Liners wird die Gesenkanordnung aufgebaut, dann von dem Laufstrang freigegeben und koppelt sich an den Schuh an. Die Verbindung mit dem Laufstrang wird wieder hergestellt, um eine Zementierung durch die Gesenkanordnung und den Schuh hindurch zu ermöglichen. Eine untere aufblasbare Einrichtung um den Schuh herum und innerhalb des Liners wird ausgedehnt, um die externe Dichtung zu setzen, bevor sich der Zement setzt. Dadurch kann die untere aufblasbare Einrichtung geleert werden, während der Laufstrang an dem Schuh befestigt ist, und es fließt kein Zement zurück, weil die externe Dichtung gesetzt wurde. Beim Setzen der externen Dichtung wird gleichzeitig eine Glocke am unteren Ende in dem Liner ausgebildet. Dann kann der Laufstrang die Gesenkanordnung und den Schuh mit der unteren aufblasbaren Einrichtung aus dem Liner herausziehen. Auf ihrem Weg aus dem Liner heraus setzt die obere aufblasbare Einrichtung eine Dichtung angrenzend an die bereits gesetzten Fangkeile, und die Bodenlochanordnung wird herausgezogen, wobei sie eine Monoboehrung bis zum unteren Ende des Liners hinunter zurücklässt, der nun eine Glocke für den nächsten zur Verlängerung der Monoboehrung zu befestigenden Strang aufweist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0011]** [Fig. 1](#) veranschaulicht das Einfahren des Liners, so dass er mit dem unteren Ende des vorhandenen Rohrs überlappt, in einer Ausführungsform mit einem externen Packer am unteren Ende, wobei der Schuh zurückgeholt wird;

**[0012]** [Fig. 2](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 1](#) die obere aufblasbare Einrichtung, die die Aufhängung am oberen Ende des eingefahrenen Liners befestigt;

**[0013]** [Fig. 3](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 2](#) die obere aufblasbare Einrichtung, die für sequentielles Aufblasen und Entleeren mit Bewegung zur Ausbildung einer ausgedehnten Zone unter der gesetzten Aufhängung entleert und nach unten verschoben wird;

**[0014]** [Fig. 4](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 3](#) das sequentielle Bewegen und Aufblasen und Entleeren, das zur Ausbildung der oberen ausgedehnten Zone in dem Liner verwendet wird;

**[0015]** [Fig. 5](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 4](#) die Gesenkanordnung, die in die kurz zuvor ausgedehnte Zone angehoben wird, so dass die Gesenkanordnung aufgebaut werden kann;

**[0016]** [Fig. 6](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 5](#) die Gesenkanordnung, die aufgebaut und von dem Laufstrang freigegeben wird, so dass Druck von oben auf die zugeordnete Packerschale die Gesenkanordnung antreibt;

**[0017]** [Fig. 7](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 6](#) die Gesenkanordnung, die in der mit der oberen aufblasbaren Einrichtung ausgedehnten Zone aufsetzt;

**[0018]** [Fig. 8](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 7](#) die Gesenkanordnung, die die Linerausdehnung bis zu einem Punkt kurz vor dem Ankoppeln an den Zementerschuh fortsetzt;

**[0019]** [Fig. 9](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 8](#) die Gesenkanordnung, die an den Schuh am unteren Ende des Liners angekoppelt wird;

**[0020]** [Fig. 10](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 9](#) die obere aufblasbare Einrichtung, die freigegeben wird, damit der Laufstrang abgesenkt werden kann;

**[0021]** [Fig. 11](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 10](#) den Laufstrang, der an die Gesenkanordnung angekoppelt wird, so dass die Zementierung beginnen kann;

**[0022]** [Fig. 12](#) zeigt die Ansicht von [Fig. 11](#), nachdem der Zement durch den Schuh hindurch und in den um den Liner herum liegenden ringförmigen Raum gefördert worden ist;

**[0023]** [Fig. 13](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 12](#) die untere aufblasbare Einrichtung, die zum Setzen des externen Packers und zur Ausbildung einer Glocke am unteren Ende des Liners ausgedehnt wird;

**[0024]** [Fig. 14](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 13](#) die untere aufblasbare Einrichtung, die entleert wird, damit der Laufstrang aus dem Loch herausgezogen werden kann;

**[0025]** [Fig. 15](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 14](#) die obere aufblasbare Einrichtung, die mit der Aufhän-

gung fluchtend ausgerichtet wird und zum Setzen der externen Dichtung bereit ist;

[0026] [Fig. 16](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 15](#) die obere aufblasbare Einrichtung, die durch Ausdehnung des oberen Endes des Liners die Dichtung an das vorhandene Rohr setzt;

[0027] [Fig. 17](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 16](#) das Entfernen der oberen und der unteren aufblasbaren Dichtung und der Gesenkanordnung aus dem Bohrloch;

[0028] [Fig. 18](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 17](#) das Bohrloch nach dem Entfernen der oberen und der unteren aufblasbaren Dichtung und der Gesenkanordnung;

[0029] [Fig. 19](#) zeigt eine zur Ausführungsform von [Fig. 1](#) alternative Ausführungsform, die in das Bohrloch eingefahren wird, mit dem Unterschied, dass es am unteren Ende des eingefahrenen Liners keine Dichtung gibt, die nicht erforderlich ist, wenn der Zementierschuh nach dem Zementieren an Ort und Stelle belassen wird;

[0030] [Fig. 20](#) zeigt die Ansicht von [Fig. 19](#), wobei die obere aufblasbare Einrichtung betätigt wird, um den Liner an das vorhandene Rohr zu hängen;

[0031] [Fig. 21](#) zeigt die obere aufblasbare Einrichtung, die entleert und zum Beginnen der Ausdehnung des oberen Endes des Liners neu positioniert wird;

[0032] [Fig. 22](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 21](#) die Ausdehnung des oberen Abschnitts des Liners, wobei die obere aufblasbare Einrichtung eine Abfolge der Schritte Aufblasen/Entleeren/Neupositionierung verwendet;

[0033] [Fig. 23](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 22](#) die Gesenkanordnung, die in die kurz zuvor ausgedehnte Zone des Liners zurück positioniert wurde;

[0034] [Fig. 24](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 23](#) die Gesenkanordnung, die von dem Laufstrang freigegeben wird und sich zum unteren Ende des bereits ausgedehnten Abschnitts des Liners bewegt;

[0035] [Fig. 25](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 24](#) die Gesenkanordnung, die das untere Ende des bereits ausgedehnten Abschnitts des Liners erreicht;

[0036] [Fig. 26](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 25](#) die Gesenkanordnung, die von durch den Laufstrang hindurch gefördertem Druck angetrieben wird, wobei die obere aufblasbare Einrichtung gesetzt ist;

[0037] [Fig. 27](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 26](#) die Gesenkanordnung, die an den Zementierschuh angekoppelt wird;

[0038] [Fig. 28](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 27](#) die obere aufblasbare Einrichtung in entleertem Zustand;

[0039] [Fig. 29](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 28](#) den Laufstrang, der wieder mit der Gesenkanordnung verbunden wird, so dass die Zementierung beginnen kann;

[0040] [Fig. 30](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 29](#) den Zement, der durch den Schuh gefördert wird und in dem um den ausgedehnten Liner herum liegenden Außenring aufsteigt;

[0041] [Fig. 31](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 30](#) die untere aufblasbare Einrichtung, die so gesetzt wird, dass sie eine Glocke am unteren Ende in dem Liner ausbildet;

[0042] [Fig. 32](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 31](#) den Laufstrang, der herausgezogen wird, wobei der Schuh und die untere aufblasbare Einrichtung an Ort und Stelle belassen werden, während sich der Zement setzt;

[0043] [Fig. 33](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 32](#) die obere aufblasbare Einrichtung in Position und in aufgeblasenem Zustand zum Setzen der oberen Dichtung an dem Liner;

[0044] [Fig. 34](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 33](#) den Laufstrang, der die obere aufblasbare Einrichtung und die Gesenkanordnung aus dem Bohrloch entfernt; und

[0045] [Fig. 35](#) zeigt in der Ansicht von [Fig. 34](#) das Bohrloch nach dem Entfernen des Laufstrangs, der oberen aufblasbaren Einrichtung und der Gesenkanordnung aus dem Liner.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0046] [Fig. 1](#) zeigt ein Casing **10**, das bei **12** zementiert wurde. Am seinem unteren Ende **14** wird ein Liner oder Rohrstrang **18** von einem Laufstrang **16** gehalten. Nummer **20** ist eine schematische Darstellung von Fangkeilen und einem Dichtungselement, die der Reihe nach gesetzt werden, wobei die Fangkeile zuerst gesetzt werden, um den Liner **18** an dem Casing **10** abzustützen, wie es nachstehend beschrieben ist. Zum Einfahren wird der Liner **18** an dem Laufstrang **16** durch ein nicht gezeigtes zerbrechliches Element, wie etwa einen Scherstift, lösbar gehalten, das durch die Betätigung einer oberen aufblasbaren Einrichtung **22** zerbrochen werden kann, die in [Fig. 1](#) für das Einfahren in entleertem Zustand gezeigt ist.

Alternativ könnte die Freigabe direkt durch Druck, wie etwa einen Kolben, der Fangkeile oder Klauen freigibt, gesteuert werden. Von einem Dorn **26** der oberen aufblasbaren Einrichtung **22** wird eine Gesenkanordnung **24** mittels einer Verbindung **28** lösbar gehalten. Die Verbindung **28** ermöglicht Freigabe und Wiederverriegelung, wie es nachstehend beschrieben ist. Zwischen der Gesenkanordnung **24** und der Verbindung **28** gibt es eine elastische Dichtung, wie etwa eine in Lochaufwärtsrichtung offene Packerschale, die als **30** bezeichnet ist.

**[0047]** Am unteren Ende **32** des Liners **18** ist ein externer Packer **34** für ein offenes Bohrloch vorgesehen, und innen befindet sich ein Zementierschuh **36**, der durch ein zerbrechliches Element, wie etwa einen oder mehrere nicht gezeigte Scherstifte, vorübergehend an dem Liner **18** gehalten ist. Den Schuh **36** umgibt eine untere aufblasbare Einrichtung **38**, die in **Fig. 1** für das Einfahren in entleertem Zustand gezeigt ist. Durch die Betätigung der unteren aufblasbaren Einrichtung **38** wird der Schuh **36** von dem Liner **18** freigegeben und wird eine Glocke für das untere Ende ausgebildet, wie es in **Fig. 13** gezeigt ist. Durch eine derartige Betätigung wird außerdem der Packer für das offene Bohrloch in den bereits gepumpten Zement gesetzt, wie es nachfolgend unter Bezugnahme auf **Fig. 13** erläutert ist.

**[0048]** In **Fig. 2** ist die obere aufblasbare Einrichtung **22** so gesetzt gezeigt, dass die Fangkeile der Anordnung **20** mit dem Casing in Eingriff stehen und die zerbrechliche Verbindung zwischen dem Laufstrang **16** und dem Liner **18** zerbrochen ist, so dass nach Entleeren der oberen aufblasbaren Einrichtung **22**, wie in **Fig. 3** gezeigt, der Strang **16** vorwärtsbewegt werden kann, um die obere aufblasbare Einrichtung **22** wie gezeigt neu zu positionieren. **Fig. 4** zeigt eine teilweise Ausdehnung des Liners **18** bis zu der Stelle **40**. Dies erfolgt durch sequentielles Positionieren der oberen aufblasbaren Einrichtung **22** und Aufblasen derselben zur Erzielung einer bestimmten Ausdehnung und anschließendes Entleeren und Neupositionieren der oberen aufblasbaren Einrichtung **22** für einen weiteren Aufblaszyklus. Dadurch wird eine Zone ausgebildet, die ausgedehnt ist und eine beliebige Länge aufweist, so dass die Gesenkanordnung **24** in diese Zone angehoben und ohne Widerstand durch den Liner **18** bis zu der Ausdehnungsabmessung aufgebaut werden kann, wie es in **Fig. 5** gezeigt ist. Das Aufbauen der Gesenkanordnung **24** erfolgt durch Aufbringung von Druck, und so ist die obere aufblasbare Einrichtung **22** aufgeblasen, wenn durch Aufbringung von Druck zuerst die Gesenkanordnung **24** aufgebaut und dann die Freigabe der Verbindung **28** ausgelöst wird, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist. An diesem Punkt bilden die Packerschale **30** und die gesetzte obere aufblasbare Einrichtung **22** eine variable Volumenkommer **42**, deren Volumen wächst, wenn sich die Gesenkanordnung **24** zu der Stelle **40** hin be-

wegt, wonach Druck von dem Strang **16** in die Kammer **42** die Ausdehnung des Liners **18** fortsetzt.

**[0049]** **Fig. 7** zeigt die Gesenkanordnung, wie sie durch Druck in die Kammer **42** und zum Teil durch ihr eigenes Gewicht zu der Übergangsstelle **40** vorangeschritten ist, so dass dann die weitere Ausdehnung beginnen kann. **Fig. 8** zeigt, wie das Volumen der Kammer **42** wächst, wenn die Ausdehnung durch Druck auf die Gesenkanordnung **24** diese unter Verwendung der befestigten Dichtung **30** antreibt. Bei Beendigung der Ausdehnung auf diese Weise landet ein Verriegelungselement **32** in einer Aufnahme **44** in dem Schuh **36** und klappt die Gesenkanordnung **24** nach Verbindung mit der Aufnahme **44** automatisch zu ihrem Einlaufdurchmesser zusammen, wie es in **Fig. 9** gezeigt ist. Die Initiierung des automatischen Zusammenklappvorgangs kann durch geometrische Paarung, wie etwa durch Zusammenpassen von Hülse/Profil oder als hydraulisches Ergebnis des Einsetzens von Dichtungen von der Gesenkanordnung **24** in ein Dichtungsprofil in der Aufnahme **44**, erfolgen. Wenn die Gesenkanordnung **24** in dem Schuh **36** landet, erreicht der Druck in dem Strang **16** einen Höchststand, was dem Personal an der Oberfläche signalisiert, dass der Schuh **36** angekoppelt wurde und dass die obere aufblasbare Einrichtung **22** nun entleert werden kann, wie es in **Fig. 10** gezeigt ist. Der Strang **16** wird herabgesenkt, um die Verbindung **28** wieder herzustellen, wie es in **Fig. 11** gezeigt ist. Zu diesem Zeitpunkt wird, wie in **Fig. 12** gezeigt, Zement **46** durch den Strang **16** und durch den Schuh **36** hindurch in einen um den Liner **18** herum liegenden Ring **48** gefördert. Bevor der Zement **46** sich setzt, wird die untere Einrichtung **38** aufgeblasen, nicht nur zur Ausbildung einer Glocke **50**, sondern auch zum Setzen des Packers **34** für das offene Bohrloch. Diese Maßnahme erlaubt die Rückholung des Schuhs **36** und verhindert, dass Zement zurückfließt, wenn die untere aufblasbare Einrichtung **38** entleert wird, wie es in **Fig. 14** gezeigt ist. Zu diesem Zeitpunkt kann jeglicher überschüssiger Zement in dem Strang **16** durch den Schuh **36** hindurch nach außen geleitet werden, obwohl dies in den Zeichnungen nicht gezeigt ist. Der Strang **16** wird angehoben, wie in **Fig. 15** gezeigt, bis die obere aufblasbare Einrichtung mit der Anordnung **20** fluchtend ausgerichtet ist, von der bis zu diesem Zeitpunkt nur die Fangkeile zur Abstützung des Liners **18** an dem Casing **10** gesetzt wurden. Dies erfolgte, damit während des Zementierens in **Fig. 12** durch den Zement Fluid durch die Anordnung **20** hindurch verdrängt werden konnte, damit sich der Zement in einer auf dem technischen Gebiet bekannten Weise vorwärts bewegen konnte. Wie in **Fig. 16** gezeigt, ist es nun Zeit, eine Dichtung der Anordnung **20** mit dem Casing **10** in Eingriff zu bringen, um den Liner **18** gegenüber dem Casing **10** abzudichten. In **Fig. 16** ist diese Abdichtungsmaßnahme durch die Beseitigung der Anordnung **20** schematisch dargestellt. Nun muss nur noch der Strang **16** aus dem Bohrloch her-

ausgezogen und mit ihm die gesamte Bodenlochanordnung mitgenommen werden, wie es in [Fig. 17](#) gezeigt ist, womit dann eine in [Fig. 18](#) gezeigte Mono-bohrung zurückbleibt, die eine Glocke **50** am unteren Ende aufweist, welche nach Tieferbohrung des Bohrlochs für die Aufnahme des nächsten nicht gezeigten Linerstrangs bereit ist. Dieser Prozess wiederholt sich bis zur Bohrlochsohle zur Erzeugung der Mono-bohrung.

**[0050]** [Fig. 19–Fig. 35](#) sind ähnlich [Fig. 1–Fig. 18](#), unterscheiden sich jedoch darin, dass auf dem Liner **18** kein Packer **34** für das offene Bohrloch verwendet wird. Aus diesem Grund wird, nachdem der Zement in [Fig. 30](#) gepumpt worden ist und die untere aufblasbare Einrichtung **38'** zur Ausbildung der Glocke **50'** aufgeblasen worden ist, die Verbindung **32'** gelöst, wie in [Fig. 32](#) gezeigt, und die untere aufblasbare Einrichtung **38'** bleibt aufgeblasen, bis sich der Zement **46'** setzt. Überschüssiger Zement **46'** in dem Strang **16'** kann durch die Verbindung **32'** nach außen geleitet werden, wenn der Strang **16'** hinaufgezogen wird, wie es in [Fig. 33](#) und [Fig. 34](#) gezeigt ist. Nachdem der Zement hart geworden ist, wird die untere aufblasbare Einrichtung **38'** nach oben gebohrt, bevor ähnlich wie bei einem gewöhnlichen Zementationspacker in die nächste Zone vorangeschritten wird. In anderer Hinsicht ist die Abfolge in [Fig. 19–Fig. 35](#) die gleiche wie in [Fig. 1–Fig. 18](#).

**[0051]** Obwohl die bevorzugten Isolierungs- und Ausdehnungsvorrichtungen am oberen und am unteren Ende des Liners **18** als aufblasbare Einrichtungen **22** und **38** angegeben sind, werden auch andere Vorrichtungen, die gegenüber dem Liner **18** abdichten und ihn ausdehnen können, in Betracht gezogen, wie etwa mechanisch oder hydraulisch gesetzte Packer oder beabstandete gegenüberliegende Dichtungen, die ein Spreizwerkzeug bilden, wobei der Spalt zwischen den Dichtungen für die Ausdehnung eines Rohrs zwischen den Dichtungen unter Druck gesetzt werden kann, um nur ein paar Beispiele zu nennen. Die Vorrichtungen zum vorübergehenden Halten können Scherstifte oder -ringe oder andere zerbrechliche Halter sein. Wahlweise können eine oder mehrere Isolierungs- und Ausdehnungsvorrichtungen verwendet werden.

**[0052]** Die obige Beschreibung veranschaulicht die bevorzugte Ausführungsform, und es lassen sich durch den Fachmann viele Modifikationen durchführen, ohne dass von der Erfindung abgewichen wird, deren Umfang durch den wörtlichen und äquivalenten Umfang der nachstehenden Ansprüche zu bestimmen ist.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2010/0032167 A1 [0004]
- US 6470966 B2 [0005]
- US 6668930 B2 [0005]
- US 6705395 B2 [0005]
- US 7730955 [0008]
- US 7708060 [0008]
- US 7552772 [0008]
- US 7458422 [0008]
- US 7380604 [0008]
- US 7370699 [0008]
- US 7255176 [0008]
- US 7240731 [0008]
- US 6712154 [0008]
- US 7185710 [0008]
- US 7410000 [0008]
- US 7350564 [0008]
- US 7100684 [0008]
- US 7195064 [0008]
- US 7258168 [0008]
- US 7416027 [0008]
- US 7290616 [0008]
- US 7121352 [0008]
- US 7234531 [0008]
- US 7740076 [0008]
- US 7100685 [0008]
- US 7556092 [0008]
- US 7516790 [0008]
- US 7546881 [0008]
- US 6328113 [0008]
- US 7086475 [0008]
- US 6745845 [0008]
- US 6575240 [0008]
- US 6725919 [0008]
- US 6758278 [0008]
- US 6739392 [0008]
- US 7201223 [0008]
- US 7204007 [0008]
- US 7172019 [0008]
- US 7325602 [0008]
- US 7363691 [0008]
- US 7146702 [0008]
- US 7172024 [0008]
- US 7308755 [0008]
- US 6568471 [0008]
- US 6966370 [0008]
- US 7419009 [0008]
- US 7040396 [0008]
- US 6684947 [0008]
- US 6631769 [0008]
- US 6631759 [0008]
- US 7063142 [0008]
- US 6705395 [0008]
- US 7044221 [0008]
- US 6857473 [0008]
- US 7077213 [0008]
- US 7036582 [0008]
- US 7603758 [0008]
- US 7108061 [0008]
- US 6631760 [0008]
- US 6561227 [0008]
- US 7159665 [0008]
- US 7021390 [0008]
- US 6892819 [0008]
- US 7246667 [0008]
- US 7174964 [0008]
- US 6823937 [0008]
- US 7147053 [0008]
- US 7299881 [0008]
- US 7231985 [0008]
- US 7168499 [0008]
- US 7270188 [0008]
- US 7357190 [0008]
- US 7044218 [0008]
- US 7357188 [0008]
- US 7665532 [0008]
- US 7121337 [0008]
- US 7434618 [0008]
- US 7240729 [0008]
- US 7077211 [0008]
- US 7195061 [0008]
- US 7198100 [0008]
- US 6640903 [0008]
- US 7438132 [0008]
- US 7055608 [0008]
- US 7240728 [0008]
- US 7216701 [0008]
- US 6604763 [0008]
- US 6968618 [0008]
- US 7172021 [0008]
- US 7048067 [0008]
- US 6976541 [0008]
- US 7159667 [0008]
- US 7108072 [0008]
- US 6557640 [0008]

## Patentansprüche

1. Komplettierungsverfahren für ein unterirdisches Bohrloch, umfassend:

- Einfahren eines zusätzlichen Rohrs (18) mit einem Laufstrang (16);
- Durchführen des zusätzlichen Rohrstrangs (18) durch einen vorhandenen Strang (10), so dass das obere Ende des zusätzlichen Strangs (18) das untere Ende des vorhandenen Strangs (10) überlappt;
- weiterhin Befestigen des zusätzlichen Strangs (18) an dem vorhandenen Strang (10), Ausdehnen des zusätzlichen Strangs (18) und Zementieren des zusätzlichen Strangs (18) in einem das Einfahren und das Durchführen umfassenden Arbeitsgang;
- Bereitstellen wenigstens einer Isoliereinrichtung (22; 38) in dem zusätzlichen Rohr (18); und
- Verwenden der Isoliereinrichtung (22; 38) zum Abdichten und zum Ausdehnen wenigstens eines Abschnitts des zusätzlichen Rohrs (18).

2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend:

- Verwenden einer Gesenkanordnung (24) für das Ausdehnen;
- selektives Befestigen der Gesenkanordnung (24) an dem Laufstrang (16); und
- Aufbauen der Gesenkanordnung (24) bis zu einer Ausdehnungsabmessung in einem Abschnitt des durch die Isoliereinrichtung (22) zuvor ausgedehnten zusätzlichen Rohrs (18).

3. Verfahren nach Anspruch 2, umfassend:

- Ausdehnen des zusätzlichen Rohrs (18) mit der von dem Laufstrang (16) freigegebenen Gesenkanordnung (24); und
- Unter-Druck-Setzen eines zwischen der Isoliereinrichtung (22) und der Gesenkanordnung (24) begrenzten Raums (42) zum Antreiben der Gesenkanordnung (24) für die Ausdehnung des zusätzlichen Rohrs (18).

4. Verfahren nach Anspruch 3, umfassend:

- Verwenden der Isoliereinrichtung (22) zum Befestigen des zusätzlichen Rohrs (18) an dem vorhandenen Rohr (10) an der Überlappung, wobei zwischen den Rohren (18; 10) an der Überlappung wenigstens ein Spalt vorhanden ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, umfassend:

- Schließen des Spalts mit der Isoliereinrichtung (22) nach dem Zementieren des zusätzlichen Rohrs (18).

6. Verfahren nach Anspruch 5, umfassend:

- Verwenden einer aufblasbaren Einrichtung als der Isoliereinrichtung (22).

7. Verfahren nach Anspruch 3, umfassend:

- Bereitstellen einer Gesenkanordnungsdichtung (30) bei der Gesenkanordnung (24) zur Begrenzung einer abgedichteten variablen Volumenkammer (42)

mit der Isoliereinrichtung (22), deren Volumen sich ändert, wenn der Druck innerhalb der Kammer (42) die Gesenkanordnung (24) antreibt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend:

- Verwenden einer aufblasbaren Einrichtung als der Isoliereinrichtung (22; 38).

9. Verfahren nach Anspruch 8, umfassend:

- Ausbilden einer ausgedehnten Zone in dem zusätzlichen Rohr (18) durch sequentielles Aufblasen, Freigeben und Neupositionieren der aufblasbaren Einrichtung (22); und
- anfängliches Aufbauen einer Gesenkanordnung (24) bis zu einer Ausdehnungsabmessung innerhalb der oberen Zone.

10. Verfahren nach Anspruch 9, umfassend:

- Ankoppeln eines Zementierschuhs (36) in der Nähe eines unteren Endes (32) des zusätzlichen Rohrs (18) an die Gesenkanordnung (24);
- Ankoppeln des Laufstrangs (16) an die Gesenkanordnung (24), nachdem die Gesenkanordnung (24) den Schuh (36) angekoppelt hat; und
- Zementieren des zusätzlichen Strangs (18) durch den Laufstrang (16) und den Schuh (36) hindurch.

11. Verfahren nach Anspruch 10, umfassend:

- Bereitstellen wenigstens einer oberen (22) und einer unteren (38) Isoliereinrichtung als der wenigstens einen Isoliereinrichtung; und
- Halten des Zementierschuhs (36) an dem zusätzlichen Strang (18) mit der unteren Isoliereinrichtung (38).

12. Verfahren nach Anspruch 11, umfassend:

- Ausdehnen der unteren Isoliereinrichtung (38) zur Ausbildung einer Glocke (50) angrenzend an ein unteres Ende (32) des zusätzlichen Strangs (18).

13. Verfahren nach Anspruch 11, umfassend:

- Setzen eines externen Packers (34) an dem zusätzlichen Strang (18) in den Zement (46) in einem umliegenden Ring (48) mit der unteren Isoliereinrichtung (38).

14. Verfahren nach Anspruch 13, umfassend:

- Zurückziehen der unteren Isoliereinrichtung (38) nach dem Zementieren;
- Neupositionieren der oberen Isoliereinrichtung (22) angrenzend an die Überlappung;
- Verwenden der oberen Isoliereinrichtung (22) zum Ausdehnen einer Dichtung (20) auf dem zusätzlichen Strang (18) gegen den vorhandenen Strang (10); und
- Entfernen der Isoliereinrichtungen (22; 38) und der Gesenkanordnung (24) und des Schuhs (36) zusammen mit dem Laufstrang (16).

15. Verfahren nach Anspruch 11, umfassend:

– Verwenden einer aufblasbaren Einrichtung als der unteren Isoliereinrichtung (38).

– Entfernen der aufblasbaren Einrichtungen (22; 38) und der Gesenkanordnung (24) mit dem Laufstrang (16).

16. Verfahren nach Anspruch 12, umfassend:

– Freigeben der Gesenkanordnung (24) von dem Schuh (36) nach dem Zementieren; und  
 – Entfernen der Isoliereinrichtungen (22; 38) und der Gesenkanordnung (24) zusammen mit dem Laufstrang (16).

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

17. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend:

– Bereitstellen wenigstens einer oberen (22) und einer unteren (38) Isoliereinrichtung als der wenigstens einen Isoliereinrichtung; und  
 – Halten eines Zementierschuhs (36) an dem zusätzlichen Strang (18) mit der unteren Isoliereinrichtung (38).

18. Verfahren nach Anspruch 17, umfassend:

– Ausdehnen der unteren Isoliereinrichtung (38) mit dem Laufstrang (16) nach der Zementierung durch den Schuh (36) hindurch zur Ausbildung einer Glocke (50) angrenzend an ein unteres Ende (32) des zusätzlichen Strangs (18).

19. Verfahren nach Anspruch 17, umfassend:

– Verwenden einer aufblasbaren Einrichtung als der unteren Isoliereinrichtung (38).

20. Verfahren nach Anspruch 19, umfassend:

– Betätigen eines externen Packers (34) an dem zusätzlichen Strang (18) mit der aufblasbaren Einrichtung (38);  
 – Freigeben des Schuhs (36) von dem zusätzlichen Rohr (18) durch Entleeren der aufblasbaren Einrichtung (38), während der Schuh (36) an dem Laufstrang (16) gehalten wird;  
 – Anbringen der oberen aufblasbaren Einrichtung (22) an dem Laufstrang (16);  
 – Repositionieren des Laufstrangs (16) nach der Zementierung zum Platzieren der oberen aufblasbaren Einrichtung (22) angrenzend an die Überlappung;  
 – Aufblasen der oberen aufblasbaren Einrichtung (22) zum Setzen einer Dichtung (20) an der Überlappung; und  
 – Entfernen der aufblasbaren Einrichtungen (22; 38), der Gesenkanordnung (24) und des Schuhs (36) mit dem Laufstrang (16).

21. Verfahren nach Anspruch 17, umfassend:

– Anbringen der oberen aufblasbaren Einrichtung (22) an dem Laufstrang (16);  
 – Repositionieren des Laufstrangs (16) nach der Zementierung und der Freigabe von dem Schuh (36) zur Platzierung der oberen aufblasbaren Einrichtung (22) angrenzend an die Überlappung;  
 – Aufblasen der oberen aufblasbaren Einrichtung (22) zum Setzen einer Dichtung (20) an der Überlappung; und

Anhängende Zeichnungen

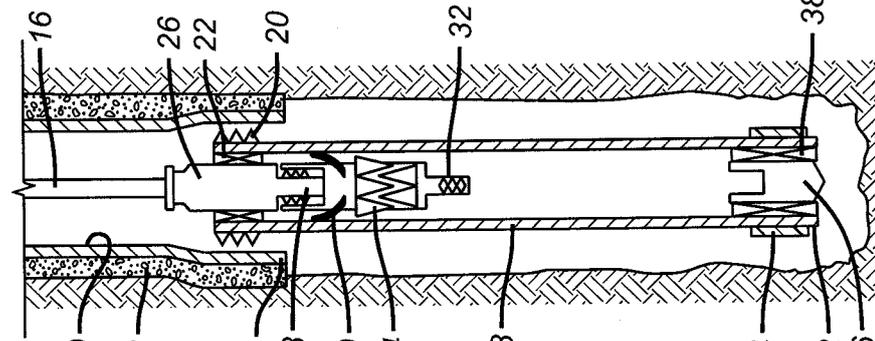
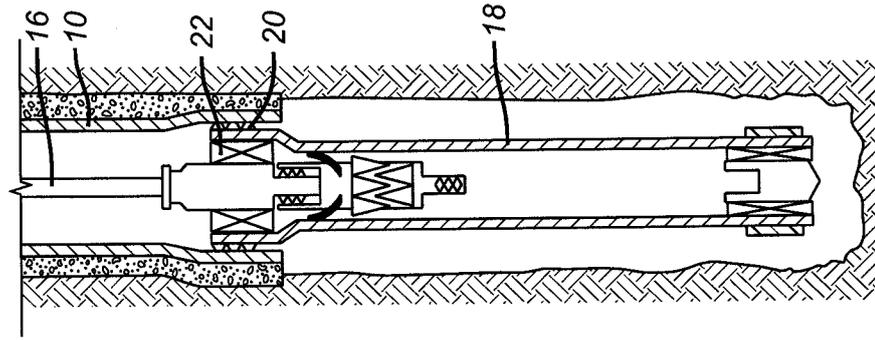
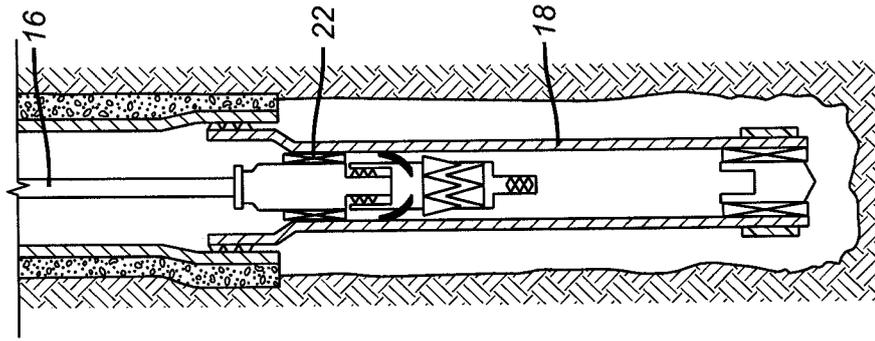
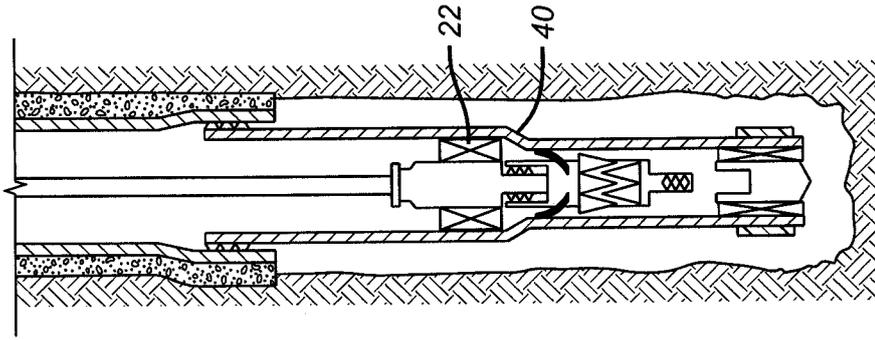
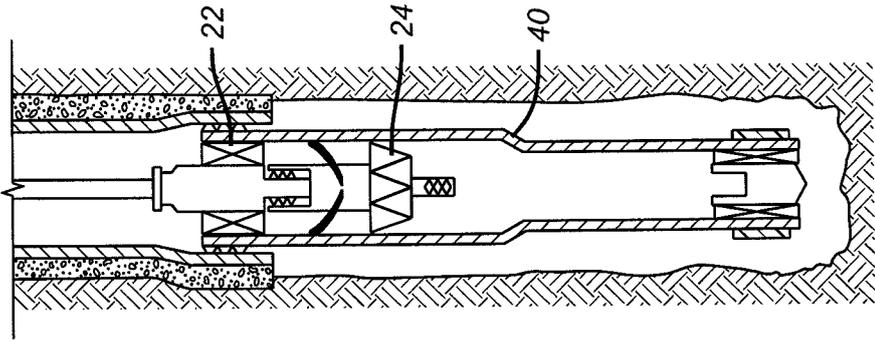


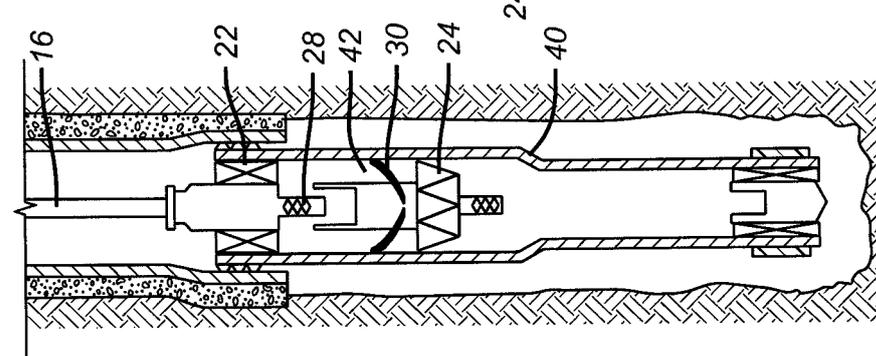
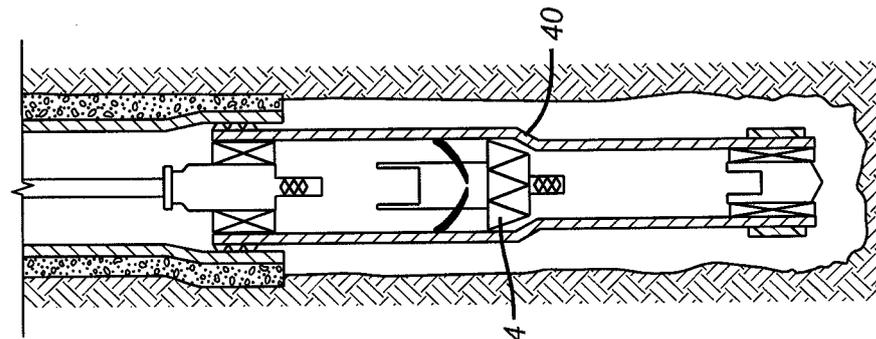
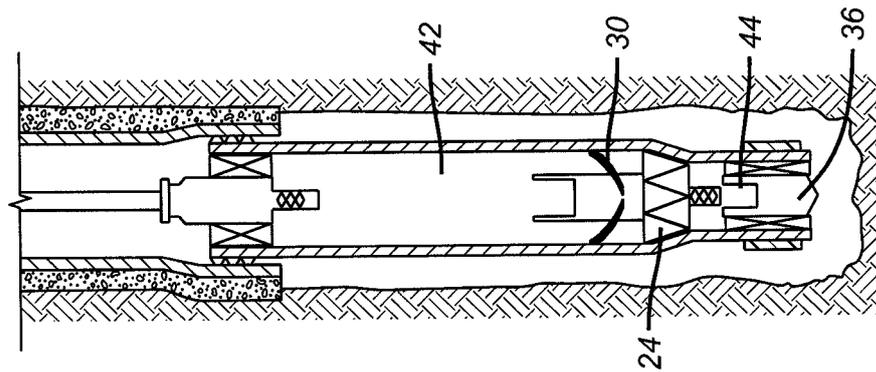
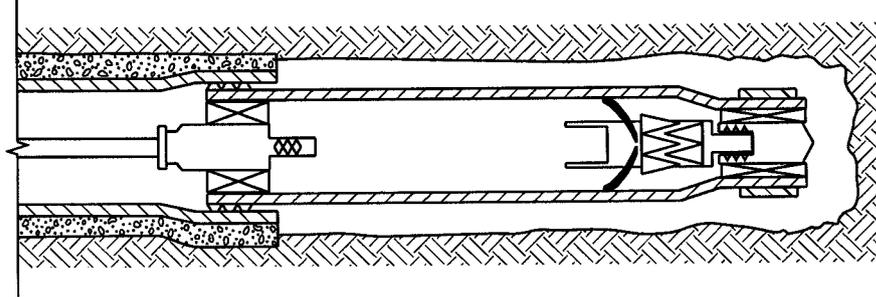
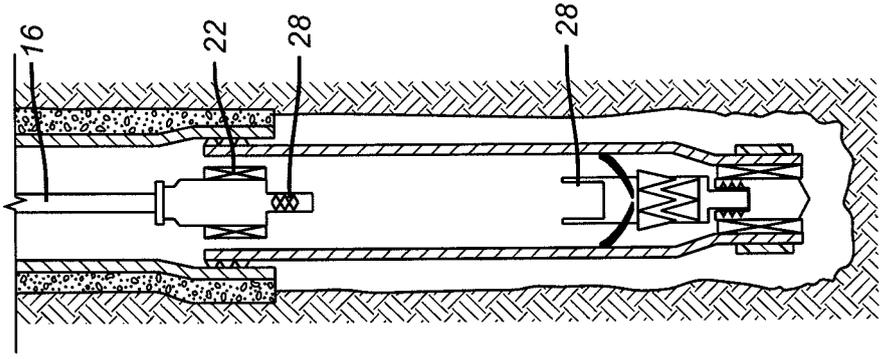
FIG. 5

FIG. 4

FIG. 3

FIG. 2

FIG. 1



**FIG. 10**

**FIG. 9**

**FIG. 8**

**FIG. 7**

**FIG. 6**

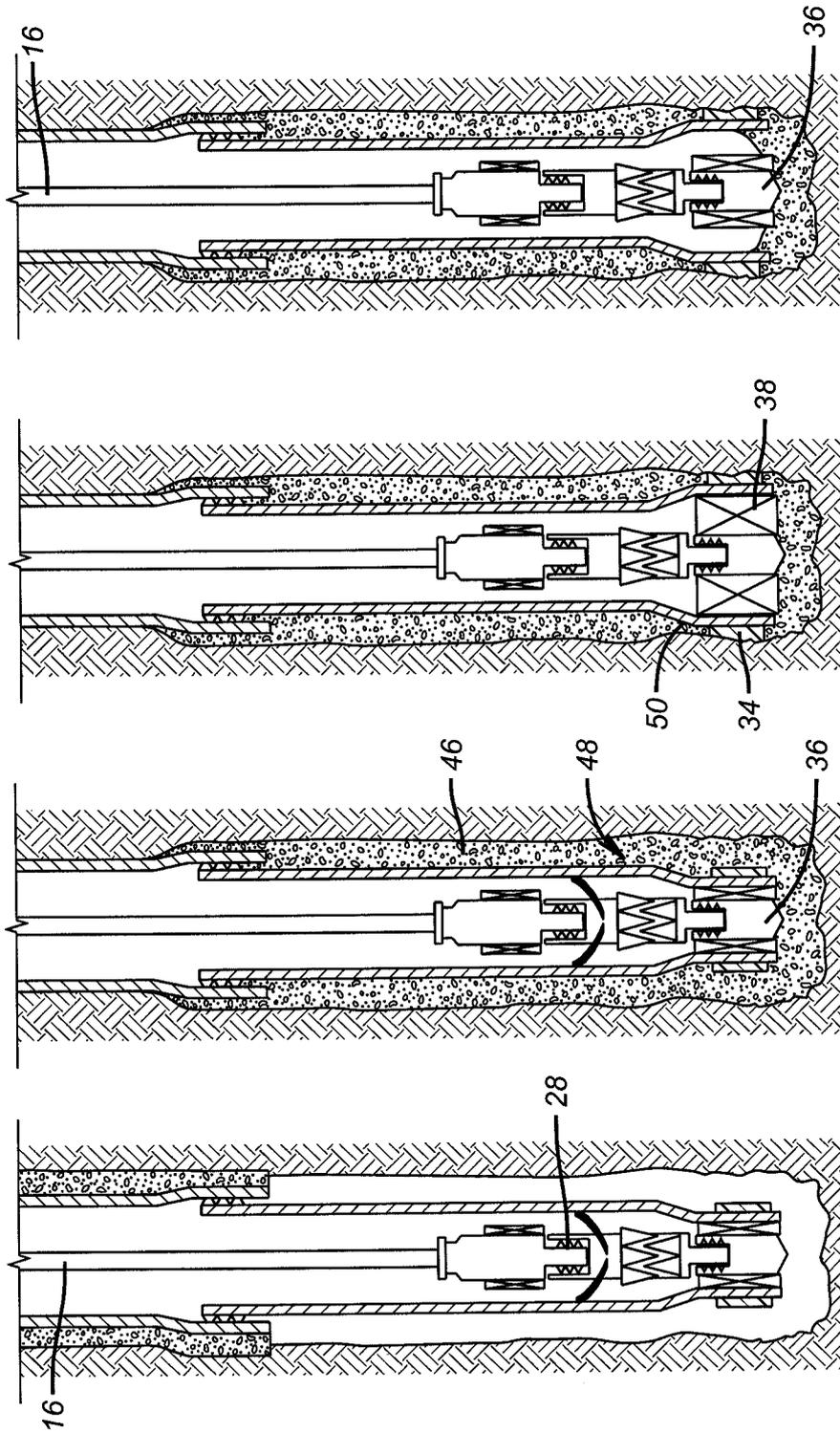
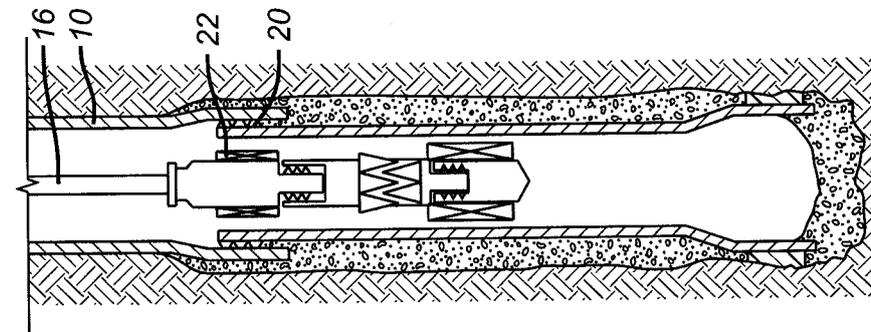
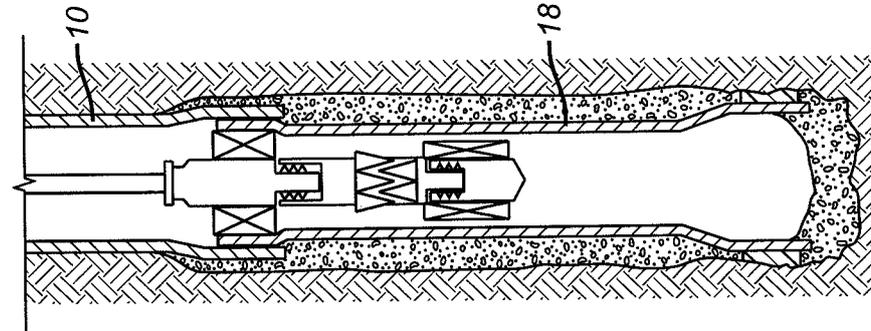
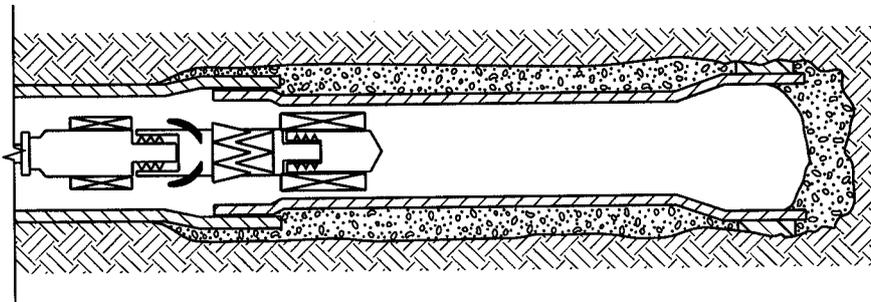
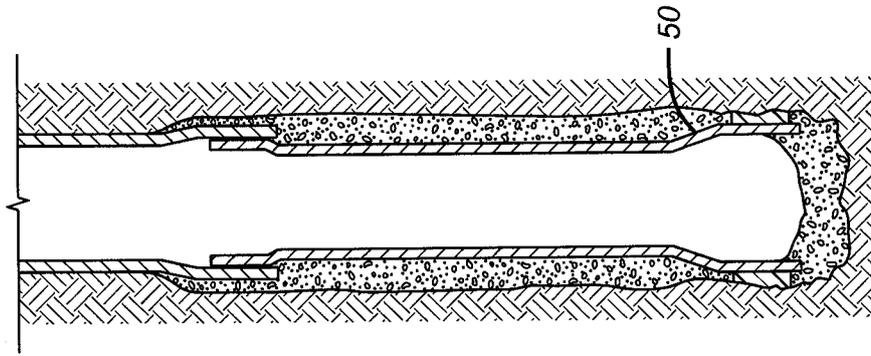


FIG. 14

FIG. 13

FIG. 12

FIG. 11

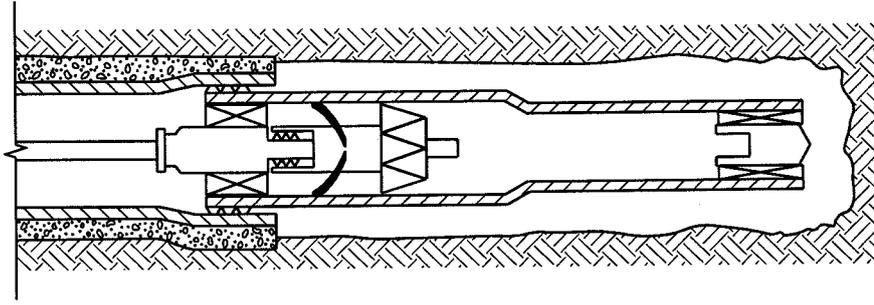


**FIG. 15**

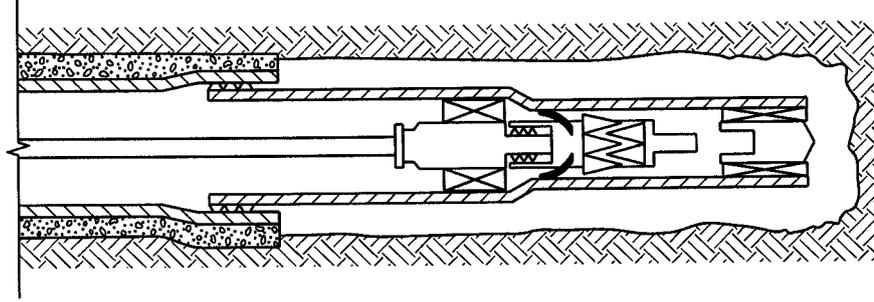
**FIG. 16**

**FIG. 17**

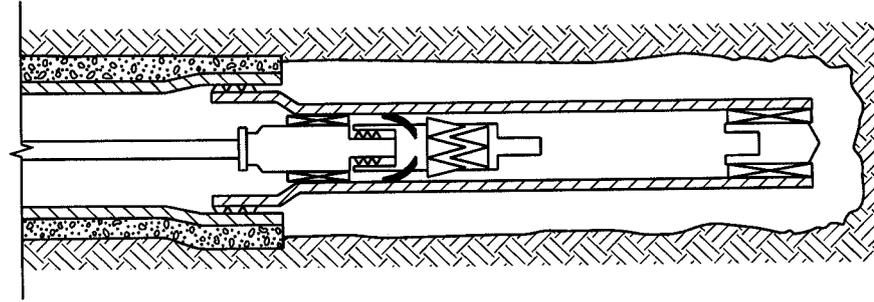
**FIG. 18**



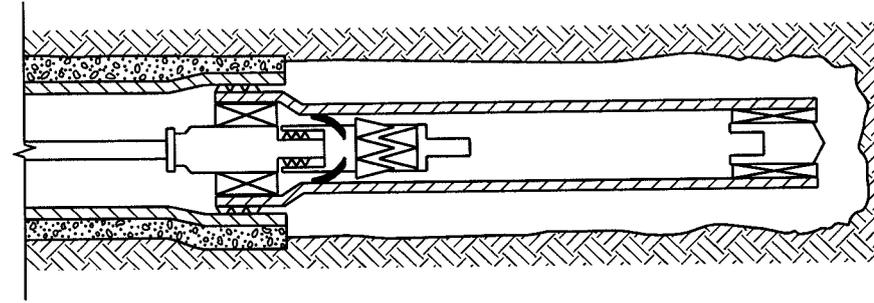
**FIG. 19**



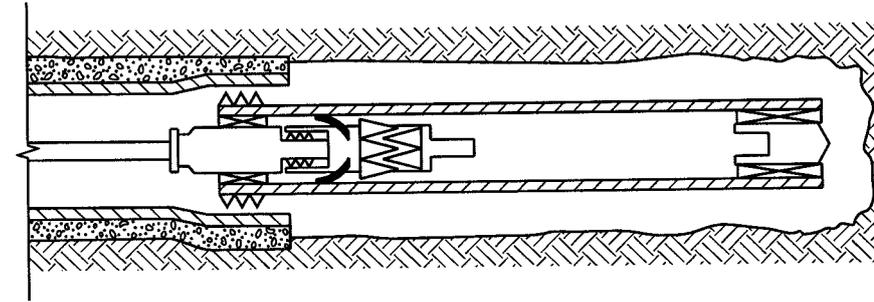
**FIG. 20**



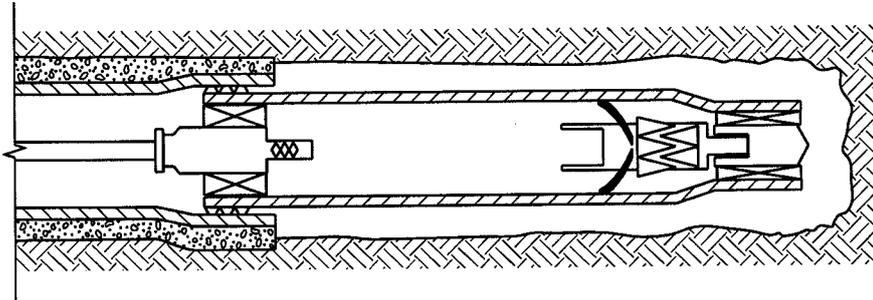
**FIG. 21**



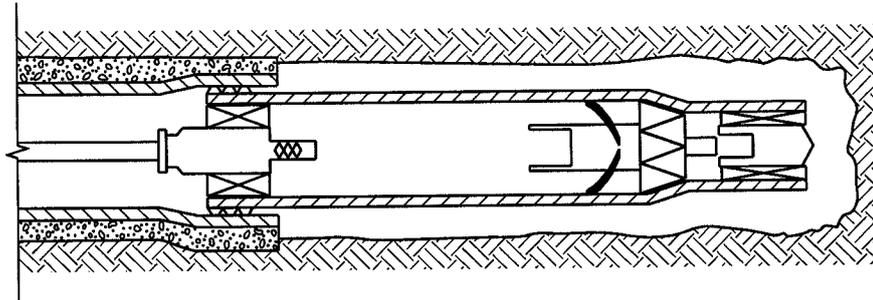
**FIG. 22**



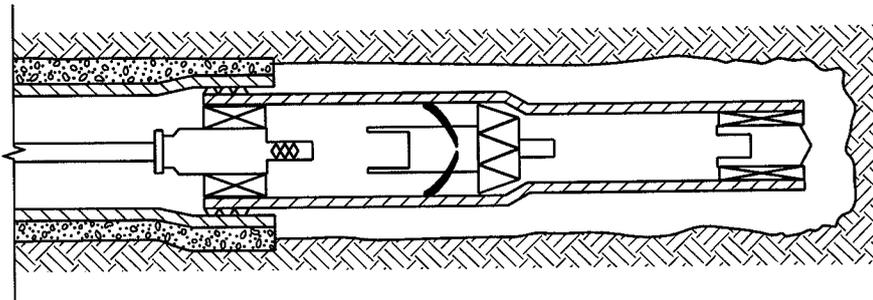
**FIG. 23**



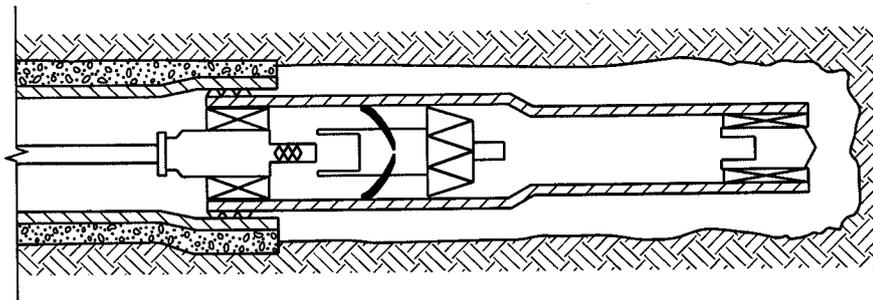
**FIG. 27**



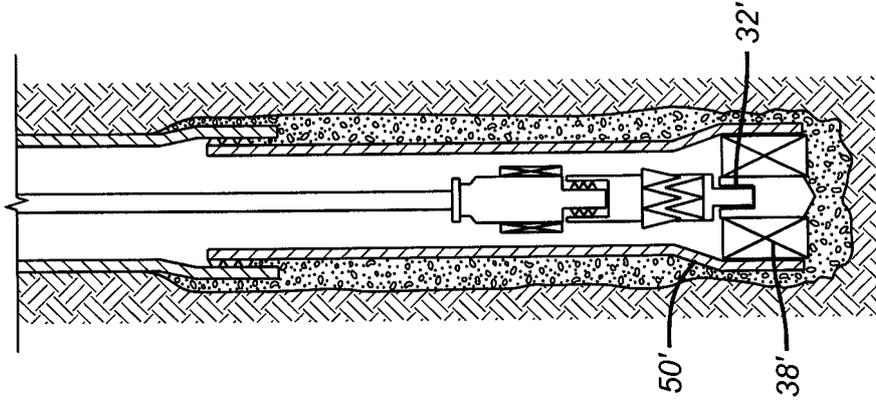
**FIG. 26**



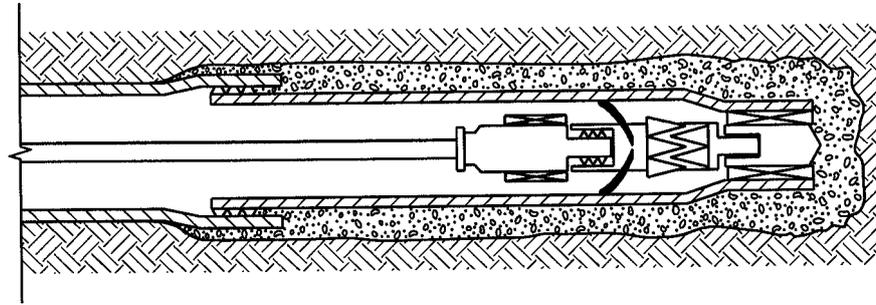
**FIG. 25**



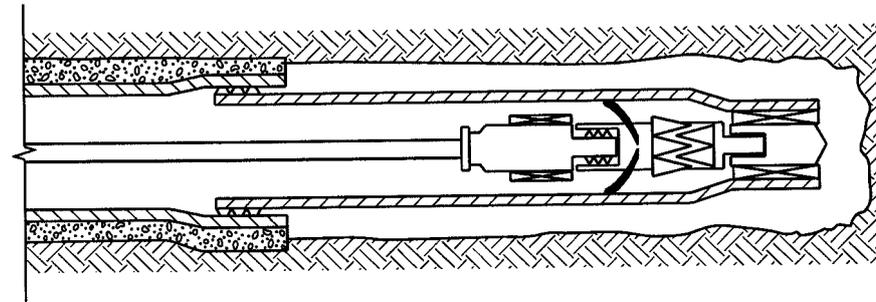
**FIG. 24**



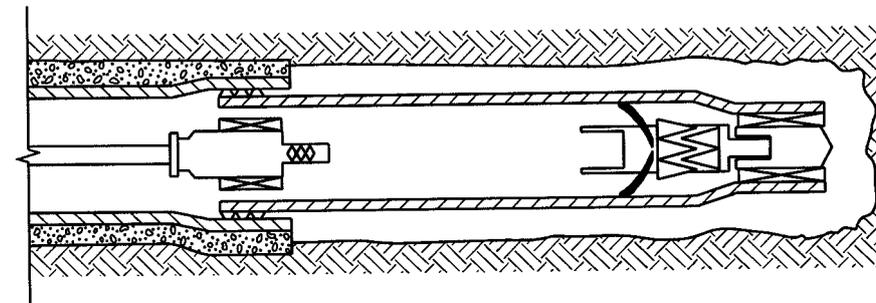
**FIG. 31**



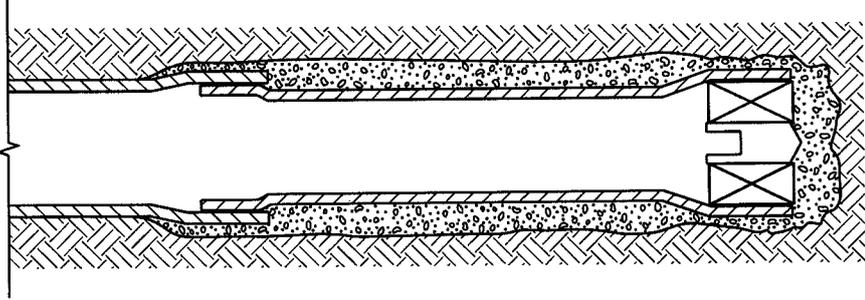
**FIG. 30**



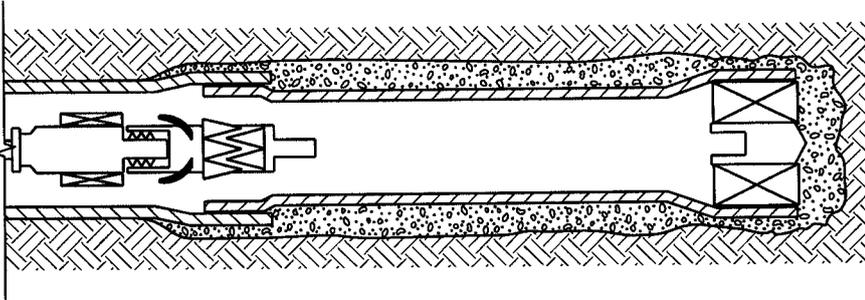
**FIG. 29**



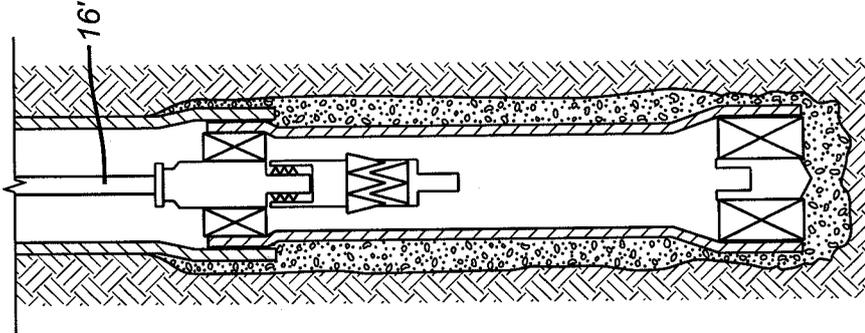
**FIG. 28**



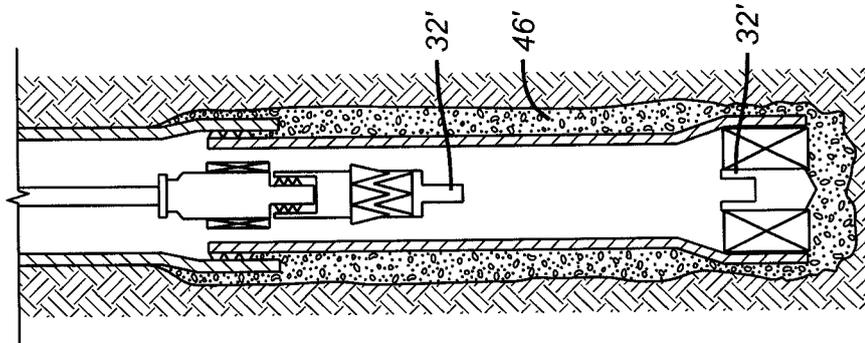
**FIG. 35**



**FIG. 34**



**FIG. 33**



**FIG. 32**