



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 290 939 B1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **04.03.92** ⑯ Int. Cl.<sup>5</sup>: **E21B 47/12**

㉑ Anmeldenummer: **88107135.1**

㉒ Anmeldetag: **04.05.88**

### ⑤4 Vorrichtung zur Erzeugung von Druckpulsen in Bohrspülungsmedien.

⑯ Priorität: **09.05.87 DE 3715514**

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.11.88 Patentblatt 88/46**

⑯ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**04.03.92 Patentblatt 92/10**

⑯ Benannte Vertragsstaaten:  
**BE GB NL**

⑯ Entgegenhaltungen:  
**DE-B- 1 583 012**  
**US-A- 3 065 416**  
**US-A- 3 958 217**

⑦3 Patentinhaber: **Eastman Christensen Company**  
**1937 South 300 West**  
**Salt Lake City Utah 84115(US)**

⑦2 Erfinder: **Feld, Dagobert, Dipl.-Ing.**  
**Seegershof 3**  
**W-3000 Hannover 1(DE)**  
Erfinder: **Biehl, Johann, Dipl.-Ing.**  
**Zu den Schafhofäckern 122**  
**W-7312 Kirchheim/Teck(DE)**

⑦4 Vertreter: **Busse & Busse Patentanwälte**  
**Postfach 1226 Grosshandelsring 6**  
**W-4500 Osnabrück(DE)**

**EP 0 290 939 B1**

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 eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Erzeugung von Druckpulsen in einem einen Bohrrohrstrang abwärts durchströmenden Bohrspülungsmedium in einer Ausgestaltung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einer bekannten Vorrichtung dieser Art (US-A-3 958 217) bildet der Außenteil des Ventils einen Ventilsitz, der die Aufwärtsbewegung des Hauptventilkörpers in die Betriebsendstellung als Anschlag begrenzt und in Eingriff mit dem Hauptventilkörper den zentralen Hauptdurchlaß für Bohrspülungsmedium versperrt. Die Ausgangsstellung für den Hauptventilkörper bestimmt der Trägerkörper als Anschlag. Die Summe der bei geöffnetem Hilfsventil vom Bohrspülungsmedium auf den in seiner Ausgangsstellung befindlichen Hauptventilkörper ausgeübten, abwärtsgerichteten hydraulischen Kräfte übersteigen die der aufwärtsgerichteten hydraulischen Kräfte, so daß der Hauptventilkörper bei geöffnetem Hilfsventil in seiner Ausgangsstellung fixiert ist. Durch Schließen des Hilfsventils wird dieses Druckverhältnis umgekehrt mit der Folge, daß sich der Hauptventilkörper aufwärts in seine durch den Ventilsitz begrenzte Betriebsendstellung bewegt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, deren Ventil bei einfacher baulicher Gestaltung stoßfrei arbeitet, mechanischen Verschleiß vermeidet und auch nach längerer Betriebszeit und ohne Wartung einwandfrei funktionsfähig ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe ausgehend von einer Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 mit den im kennzeichnenden Teil dieses Anspruchs angegebenen Merkmalen. Hinsichtlich wesentlicher weiterer Ausgestaltungen wird auf die Ansprüche 2 bis 15 verwiesen.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung gelangt der Hauptventilkörper in eine angeschlagfreie, lediglich durch das Gleichgewicht der auf ihn einwirkenden Kräfte bestimmte Betriebsendstellung, so daß mit der Druckpulserzeugung einhergehende Stöße, die aus dem Auftreffen des Hauptventilkörpers auf einen die Betriebsendstellung vorgebenden Anschlag resultieren, vermieden sind. Mit der Vermeidung von Stoßerscheinungen geht auch die Vermeidung von Verschleiß sowie von Beschädigungen einher, die um so stärker ausfallen, je höher die Geschwindigkeit der Aufwärtsbewegung zum Zeitpunkt des Aufpralls des Hauptventilkörpers auf seinem Anschlag ist. Mit der von der Schwerkraft abgesehen ausschließlichen Vorgabe der Betriebsendstellung des Hauptventilkörpers durch die auf diesen einwirkenden hydraulischen Kräfte des Bohrspülungsmediums kann für die den Druckpuls in seiner Formgestalt bestimmende Auf-

wärtsbewegung des Hauptventilkörpers ein Beschleunigungs- bzw. Geschwindigkeitsverlauf über dem Hubweg gewählt werden, der völlig frei ist von Rücksichten, die bei durch Anschlag vorgegebener Betriebsendstellung wegen der schlagartigen Abbremsung des Hauptventilkörpers zu nehmen sind. Dabei ist eine sehr einfache konstruktive Ausbildung der Vorrichtung möglich, die auch ohne Wartung auch noch nach langer Einsatzdauer funktionssicher arbeitet.

Weitere Einzelheiten und Vorzüge ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel des Gegenstands der Erfindung schematisch näher veranschaulicht ist. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 einen vereinfachten abgebrochenen Längsschnitt durch einen Bohrrohrstrang im Bohrloch einer Tiefbohrung,
- Fig. 2 einen abgebrochenen Längsschnitt durch eine in dem Bohrrohrstrang nach Fig. 1 angeordnete Vorrichtung zur Erzeugung von Druckpulsen nach der Erfindung mit in Ausgangsstellung befindlichem Hauptventilkörper,
- Fig. 3 eine Darstellung entsprechend Fig. 2 mit in Betriebsendstellung befindlichem Hauptventilkörper, und
- Fig. 4 eine Schnittdarstellung ähnlich Fig. 2 und 3 zur Veranschaulichung des Hauptventilkörpers in einer oberen Bewegungsendstellung.

Die Vorrichtung zur Erzeugung von Druckpulsen in einem einen Bohrrohrstrang 1 abwärts in Richtung des Pfeiles 2 durchströmenden Bohrspülungsmedium - das nach Austreten durch einen Drehbohrmeißel D am Ende des Bohrrohrstranges 1 in das Bohrloch B im Ringraum S zwischen dessen Wandung und der Außenwandung des Bohrrohrstranges 1 wieder aufwärts strömt - besteht im wesentlichen aus einem in dem Bohrrohrstrang 1 angeordneten Ventil V, das einen Außenteil 3, einen Hauptventilkörper 4 und einen Trägerkörper 5 umfaßt.

Die Vorrichtung zur Erzeugung von Druckpulsen ist Teil einer Vorrichtung E zur Ermittlung und Fernübertragung von Informationen oder arbeitet mit einer solchen Vorrichtung zusammen, die ebenfalls im Bohrrohrstrang 1 im allgemeinen unmittelbar unterhalb des Ventils V Anordnung findet.

Die in dem mittels einer Pumpe P abwärtsgepumpten Bohrspülungsmedium erzeugten Druckpulse werden von einem Drucksensor R empfangen und von diesem einer Auswertvorrichtung T zugeleitet, welche die Auswertung der empfangenen Signale vornimmt.

Der ortsfest im Bohrrohrstrang 1 abgestützte, im wesentlichen rohrförmige Außenteil 3 umfaßt einen oberen Ringteil 6 mit einer zentralen axialen

Durchgangsöffnung 7, deren Querschnitt wesentlich geringer ist als der lichte Querschnitt im Bohrrohrstrang 1 oberhalb der Ventsil V. Ferner stützt der Außenteil 3 einen Fußteil 8 der Trägerteils 5 ortsfest in seinem unteren Bereich ab, der in seinem zentralen Bereich 9 bis auf eine axiale Durchgangsöffnung 10 geschlossen ausgeführt ist. Zwischen dem Bereich 9 und der Innenseite des Außenteils 3 verbleiben jedoch über den Umfang verteilte Durchtrittsöffnungen 11' für das Bohrspülungsmedium, das einen ringförmigen Außenströmungskanal 11 zwischen dem Außenteil 3 und dem Hauptventilkörper 4 abwärtsströmt.

Der Fußteil 8 bildet einen gesonderten oder auch integralen Bestandteil des Trägerkörpers 5, der im wesentlichen rohrförmig ausgebildet ist und in seinem oberen Bereich eine zentrale Durchgangsöffnung 12 aufweist, an die sich die Durchgangsöffnung 10 im Fußteil 8 anschließt. Diese weist an ihrem unteren Ende einen Ventsilsitz 13 auf, der zugleich die Austrittsöffnung eines Innenströmungskanals bildet, der in seinem unteren Bereich von den axialen Durchgangsöffnungen 12,10 umgrenzt ist.

Dem Ventsilsitz bzw. der Austrittsöffnung 13 ist ein Hilfsventilkörper 14 zugeordnet, der mittels eines bei 15 lediglich schematisch angedeuteten Antriebs, z.B. eines Elektromagneten, aus seiner in Fig. 2 dargestellten Offenstellung in eine in Fig. 3 veranschaulichte Schließstellung bewegbar ist, in der er die Austrittsöffnung 13 verschließt.

Der Trägerkörper 5 ist im Bereich der Außenfläche 16 seines oberen Hauptteils 17 im wesentlichen zylindrisch ausgebildet und begrenzt mit dieser Außenfläche 16 innenseitig einen ringförmigen Spalt 18, der außenseitig von einer ihrerseits im wesentlichen zylindrischen Innenfläche 19 eines rohrförmigen Ansatzteils 20 des Hauptventilkörpers 4 begrenzt ist. Die in der in Fig. 2 dargestellten Ausgangsstellung des Hauptventilkörpers 4 in ganzer Länge einander gegenüberliegenden Flächen 16,19 definieren einen Überlappungsbereich zwischen dem Hauptventilkörper 4 und dem Trägerkörper 5, dessen Länge sich verringert, sobald der Hauptventilkörper 4 eine Aufwärtsbewegung ausführt.

Der zylindrische Spalt 18 zwischen dem Hauptventilkörper 4 und dem Trägerkörper 5 ist von Bohrspülungsmedium frei durchströmbar und wird in allen Stellungen des Hauptventilkörpers 4 zum Trägerkörper 5 von Bohrspülungsmedium aufgrund eines Druckgefälles zwischen dem Bohrspülungsmedium in der Durchgangsöffnung 12 und im Außenströmungskanal 11 durchströmt. Dabei bildet der Spalt 18 entweder auf gesamter Länge oder wie dargestellt in hintereinander angeordneten Teilbereichen 18' eine enge Drosselstrecke, in der die Spaltweite ein Hunderstel des Durchmessers des

ringförmigen Spaltes 18 unterschreitet und bevorzugt im Bereich zwischen 0,05 mm und 0,5 mm liegt, vorzugsweise 0,15 mm, beträgt.

Der Hauptventilkörper 4 weist einen oberen, bis auf eine Durchgangsöffnung 21 geschlossenen Stirnteil 22 auf, der einen bei dem dargestellten Beispiel kegelförmigen Übergangsbereich 23 an seiner Außenseite darbietet und in seinem zentralen Bereich in einen rohrförmigen Fortsatz 24 übergeht. Dieser Fortsatz 24 bietet Seitenöffnungen 25 dar, die mit der Durchgangsöffnung 21 in Verbindung stehen, ist an seinem Stirnende 26 abgeschlossen und hat in Ausgangsstellung des Hauptventilkörpers (Fig. 2) eine Lage, in der sich die Unterkante 27 der Seitenöffnungen 25 in der zylindrischen Durchgangsöffnung 7 im Ringteil 6 des Außenteils 3 befindet. Diese Seitenöffnungen 25 bilden die Einstiegsöffnung für den in seinem oberen Bereich von der Durchgangsöffnung 21 umgebenen und dann von den Durchgangsöffnungen 10,12 fortgesetzten Innenströmungskanal. Der Fortsatz 24 bildet auf diese Weise eine Art Pitotrohr und hat einen über seine Länge im wesentlichen konstanten Außen-durchmesser.

Im Übergangsbereich 23 des Hauptventilkörpers 4 steigt der Durchmesser mit zunehmendem Abstand vom oberen Ende 26 des Hauptventilkörpers 4 stetig an, und zwar auf einen Durchmesser d1, der bei dem dargestellten Beispiel etwa die gleiche Größe hat wie der Durchmesser d2, der einen zylindrischen Einschnürungsbereich bildenden axialen Durchgangsöffnung 7. Ferner ist der Durchmesser d1 im wesentlichen gleich dem Durchmesser d3 der Fläche 19 des Teils 20 des Hauptventilkörpers 4. Auf die Bemessung der Durchmesser bzw. deren Abstimmung wird weiter unten noch eingegangen.

Auch der Ringkörper 6 des Außenteils 3 weist einen Übergangsbereich 28 auf, dessen Durchmesser mit wachsendem axialen Abstand zum oberen Ende des Außenteils 3 stetig ansteigt, und zwar bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel unter Bildung einer konischen Erweiterung.

Anstelle der dargestellten Zunahme der Durchmesser der Übergangsbereiche 23, 28 linear proportional zur jeweiligen Abstandszunahme ist es auch möglich, die stetige Durchmesserzunahme mit wachsendem Abstand so zu gestalten, daß konkav oder konvex gekrümmte oder sonst bogenförmig verlaufende Oberflächen in den Übergangsbereichen 23,28 vorliegen.

Der Außenteil 3 und der Hauptventilkörper 4 begrenzen zwischen sich eine Drosselstrecke 29 im oberen Bereich des Außenströmungskanals 11, deren Durchflußquerschnitt in Abhängigkeit von der Stellung des Hauptventilkörpers 4 veränderlich ist. Diese Drosselstrecke 29 beginnt unter Berücksichtigung von Ausgangs- und Betriebsendstellung

des Hauptventilkörpers 4 ein Stück stromauf des Übergangsbereiches 28 des Außenteils 3 und endet ein Stück unterhalb des Übergangsbereiches 23 des Hauptventilkörpers 4, wobei bei dem dargestellten Beispiel die Drosselstrecke 29 zwischen den Übergangsbereichen 23,28 eine Düsenbereich mit sich stromab insgesamt vergrößendem Druchflußquerschnitt darbietet. Dies ist dadurch verwirklicht, daß der Durchmesser des Übergangsbereiches 28 des Außenteils 3 stärker ansteigt als der des Übergangsbereiches 23, was sich auch bei bogenförmig gestalteten Oberflächen in den Übergangsbereichen 23,28 erreichen läßt.

Die Oberfläche des Hauptventilkörpers 4 ist im Bereich der Drosselstrecke 29 mit einer Panzerung 30 versehen, die vorzugsweise von einem Hartbelag aus Wolframkarbid gebildet ist.

In seiner Ausgangsstellung (Fig. 2) kann sich der Hauptventilkörper 4 mit dem unteren Stirnende 31 auf einer Schulter 32 des Trägerkörpers 5 abstützen, wobei jedoch zur Veränderung der Ausgangsstellung zumindest ein ringförmiges Distanzglied 33 vorgesehen sein kann, das zwischen dem unteren Stirnende 31 des Hauptventilkörpers 4 und der Schulter 32 des Trägerkörpers 5 Anordnung findet. Mit Hilfe socher Distanzglieder kann die Ausgangsstellung des Hauptventilkörpers 4 nach oben hin verlegt werden, um veränderten, durch geringeren Volumenstrom pro Zeiteinheit hervorgerufenen Strömungsbedingungen für das Bohrspülungsmedium Rechnung zu tragen.

Dem Hauptventilkörper 4 ist ein schematisch veranschaulichter Anschlag 24 zugeordnet, der diesem eine obere Bewegungsendstellung (Fig. 4) oberhalb der Betriebsendstellung (Fig. 3) vorgibt, in der zwischen dem Hauptventilkörper 4 und dem Außenteil 3 noch immer ein Restdurchlaß für Bohrspülungsmedium verbleibt. In diese Bewegungsendstellung gelangt der Hauptventilkörper 4 jedoch nur bei einem Absenken des Bohrrohrstranges 1 in das Bohrloch B, z.B. im Zuge eines Roundtrips, wenn im Bohrloch B vorhandenes Bohrspülungsmedium den Innenströmungskanal 21,12,10, des Ventils V aufwärts durchströmt und den Hauptventilkörper 4 nach oben hin mitzunehmen trachtet. Dieser Anschlag 34 kann jedoch auch entfallen, wenn im Ringteil 6 eine gestrichelt bei 35 angedeutete Bypass-Öffnung vorgesehen wird.

Zur Erzeugung eines Druckpulses im Bohrspülungsmedium wird aufgrund einer Ansteuerung durch die Vorrichtung E das Hilfsventil 13,14 geschlossen und damit die Durchströmung des Innenströmungskanals 21,12,10 unterbunden. In diesem Innenströmungskanal 21,12,10 baut sich dementsprechend ein Druck im Bohrspülungsmedium auf, der dem Druck des Bohrspülungsmediums in Höhe der Unterkanten 27 der Seitenöffnungen 25 im wesentlichen entspricht. Der aufgrund der

Durchströmung des Spaltes 18 eintretende Druckverlust hält sich wegen der Ausbildung des Spaltes 18 als enge Drosselstrecke in engen, eindeutig bestimmmbaren Grenzen.

5 Dieser sich bei geschlossenem Hilfsventil 13,14 im Innenströmungskanal 21,12,10 aufbauende Druck übt aufwärtsgerichtete hydraulische Kräfte auf den Hauptventilkörper 4 aus, deren Summe unter Berücksichtigung des die hydraulisch wirksame Innenfläche bestimmenden Innendurchmessers d3 des Hauptventilkörpers 4 die Summe der abwärtsgerichteten hydraulischen Kräfte auf den Hauptventilkörper 4 zuzüglich der auf diesen einwirkenden Schwerkkräfte übersteigt. Diese Summe der axial abwärtsgerichteten hydraulischen Kräfte auf den Hauptventilkörper 4 bestimmt sich in der Ausgangsstellung des Hauptventilkörpers 4 gemäß Fig. 2 unter Berücksichtigung des die hydraulisch wirksame Außenfläche bestimmenden Außendurchmessers d1 und setzt sich zusammen aus statisch und dynamisch wirksamen Kräften, da der Hauptventilkörper 4 von Bohrspülungsmedium ständig umströmt wird.

20 Unmittelbar nach Schließen des Hilfsventils 13,14 bewegt sich der Hauptventilkörper 4 daher mit einer aus der herrschenden Differenz der Axialkräfte resultierenden Beschleunigung aufwärts, und mit dieser Aufwärtsbewegung verändern sich die abwärts auf den Hauptventilkörper 4 wirkenden hydraulischen Kräfte, da sich durch die Aufwärtsbewegung der Durchflußquerschnitt und die Strömungsverhältnisse in der Drosselstrecke 29 verändern.

25 Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Durchmesser d1 und d3 aufeinander und auf den Durchmesser d2 derart abgestimmt, daß die aufwärtsgerichtete Kraftresultierende zu dem Zeitpunkt, an dem sich der Hauptventilkörper 4 nach Schließen des Hilfsventils 13,14 aus seiner Ausgangsstellung aufwärts zu bewegen beginnt, verhältnismäßig klein ist, mit zunehmender Hubweite zunächst größer wird und dann wieder abnimmt, bis sie schließlich den Wert Null erreicht. In der Stellung, in der die Summe aller auf den Hauptventilkörper 4 einwirkenden Kräfte den Wert Null hat, nimmt der Hauptventilkörper 4 seine druckpulsbestimmende Betriebsendstellung ein, wie sie in Fig. 3 veranschaulicht ist, die zeigt, daß in dieser Stellung die Unterkante 27 der Seitenöffnungen 25 stromauf des Einschnürungsbereiches 7 des Außenteils liegt. Wird anschließlich nun das Hilfsventil 13,14 wieder geöffnet, so kehrt sich das Kräfteverhältnis wieder um und der Hauptventilkörper 4 bewegt sich in seine Ausgangsstellung gemäß Fig. 2 zurück.

30 Durch Abstimmung einerseits der Durchmesser d1,d2 und d3, durch welche die statischen hydraulischen Grundbedingungen bestimmt werden,

durch Wahl der Lage der Unterkante 27 der Seitenöffnungen 25 zum Einschnürungsbereich 7 des Außenteils 3, durch die der Innendruck im Hauptventilkörper 4 und dessen Änderung bei der Aufwärtsbewegung bestimmbar sind, und durch Formgestaltung der Übergangsbereiche 23,28, die die dynamischen Kräfte über das Strömungsverhalten in der Drosselstrecke 29 beeinflußbar ist, können die Kräfteverhältnisse auf den Hauptventilkörper 4 bei der Aufwärts- und auch bei der Abwärtsbewegung so gestaltet werden, daß dieser sich seinen betrieblichen Endstellungen, der Ausgangsstellung und der Betriebsendstellung, jeweils relativ langsam annähert bzw. diese langsam verläßt, im Zwischenbereich jedoch eine verhältnismäßig schnelle Aufwärts- bzw. Abwärtsbewegung ausführt. Dies ist erwünscht, um ein Überschwingen des Hauptventilkörpers über die Betriebsendstellung bei der Aufwärtsbewegung zu vermeiden, Stoßwirkungen bei der Rückkehr in die Ausgangsstellung möglichst auszuschließen und den Vorgang der Druckpulsbildung zeitlich kurz gestalten zu können.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung von Druckpulsen in einem einen Bohrrohrstrang (1) abwärts durchströmenden Bohrspülungsmedium, mit einem in dem Bohrrohrstrang (1) angeordneten Ventil (V), das einen ortsfest abgestützten, rohrförmigen Außenteil (3), einen in diesem koaxial unter Belassung eines ringförmigen Außenströmungskanals (11) angeordneten, axial aus einer durch einen Anschlag definierten unteren Ausgangslage entgegen der Strömungsrichtung (2) des Bohrspülungsmediums in eine obere Betriebsendstellung verschieblichen, rohrförmigen Hauptventilkörper (4), einen koaxial im Hauptventilkörper (4) angeordneten, ortsfesten, rohrförmigen Trägerkörper (5), der im Überlappungsbereich mit dem Hauptventilkörper (4) mit diesem einen zylindrischen Spalt (18) begrenzt, und einem mittels eines Antriebs (15) betätigbaren Hilfsventil (13,14), von denen der Außenteil (3) und der Hauptventilkörper (4) zwischen sich eine Drosselstrecke (29) im Außenströmungskanal (11) mit in Abhängigkeit von der Stellung des Hauptventilkörpers (4) veränderlichem Durchflußquerschnitt begrenzen, und von denen der Hauptventilkörper (4) und der Trägerkörper (5) einen Innenströmungskanal (21,12,10) umgeben, dessen Eintrittsöffnung (25) zentral in dem in Strömungsrichtung (2) oberen, geschlossenen Stirnteil (22) des Hauptventilkörpers (4) vorgesehen und dessen Austrittsöffnung (13) zentral an dem in Strömungsrichtung (2) unteren geschlossenen Fußteil (8) des Trägerkörpers (5)

5 angeordnet und mittels des Hilfsventilkörpers (14) freigeb- und verschließbar ist, wobei die Summe der bei geöffnetem Hilfsventil (13,14) vom Bohrspülungsmedium auf den in seiner Ausgangsstellung befindlichen Hauptventilkörper (4) ausgeübten, abwärtsgerichteten hydraulischen Kräfte und der Schwerkraft die der aufwärtsgerichteten hydraulischen Kräfte übersteigt, und wobei sich durch Schließen des Hilfsventils (13,14) dieses Kräfteverhältnis umkehrt, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsendstellung des Hauptventilkörpers (4) die Summe aller auf den Hauptventilkörper (4) einwirkenden Kräfte den Wert Null hat und der Hauptventilkörper (4) anschlagsfrei im Bohrspülungsmedium schwebt.

- 10 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der die hydraulisch wirksame Innenfläche bestimmende Innendurchmesser (d3) des Hauptventilkörpers (4) etwa gleich ist dem die hydraulisch wirksame Außenfläche bestimmenden Außendurchmesser (d1) des Hauptventilkörpers (4).
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulisch wirksame Außenfläche bestimmende Außendurchmesser (d1) des Hauptventilkörpers (4) etwa gleich ist dem inneren Durchmesser (d2) des Außenteils (3) am Beginn der Drosselstrecke (29).
- 20 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptventilkörper (4) im Bereich der Drosselstrecke (29) einen Übergangsbereich (23) aufweist, dessen Durchmesser mit zunehmendem axialen Abstand vom oberen Ende (26) des Hauptventilkörpers (4) stetig ansteigt.
- 25 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Hauptventilkörpers (4) am unteren Ende des Übergangsbereichs (23) dem die hydraulisch wirksame Außenfläche bestimmenden Außendurchmesser (d1) entspricht.
- 30 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenteil (3) im Bereich der Drosselstrecke (29) einen Übergangsbereich (28) aufweist, dessen Durchmesser mit wachsendem axialen Abstand zum oberen Ende des Außenteils (3) stetig ansteigt.
- 35 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunahme der Durchmesser der Übergangsbereiche

(23,28) linear proportional zur jeweiligen Abstandzunahme ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandsproportionale Zunahme des Durchmessers des Übergangsbereiches (28) des Außenteils (3) stärker ist als die des Übergangsbereiches (23) des Hauptventilkörpers (4).
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der der Außenteil (3) vor der Drosselstrecke (29) eine Einschnürungsbereich bildende Durchgangsöffnung (7) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterkante (27) der Eintrittsöffnung (25) im Stirnteil (22) des Hauptventilkörpers (4) in dessen Ausgangsstellung im Bereich der Durchgangsöffnung (7) des Außenteils (3) gelegen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterkante (27) der Eintrittsöffnung (25) im Stirnteil (22) des Hauptventilkörpers (4) in dessen Betriebsendstellung stromauf der Durchgangsöffnung (7) des Außenteils (3) gelegen ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß dem Hauptventilkörper (4) ein Anschlag (34) zugeordnet ist, der diesem eine obere Bewegungsendstellung oberhalb der Betriebsendstellung vorgibt, in der zwischen dem Hauptventilkörper (4) und dem Außenteil (3) ein Restdurchlaß für Bohrspülungsmedium verbleibt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Hauptventilkörpers (4) und/oder des Außenteils (3) im Bereich der Drosselstrecke (29) mit einer Panzerung (30) versehen ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Panzerung (30) von einem Hartbelag aus Wolframcarbid gebildet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Hauptventilkörper (4) und dem Außenteil (3) zumindest ein auswechselbares, dem Hauptventilkörper (4) seine Ausgangsstellung als Anschlag vorgegebenes Distanzglied (33) vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Spalt (18) im Überlappungsbereich zwischen dem Hauptventilkörper (4) und dem

Trägerkörper (5) von Bohrspülungsmedium frei durchströmbar ist und eine enge Drosselstrecke bildet.

5      **Claims**

1. A device for generating pressure pulses in a drilling fluid flowing downwardly in a drill line (1) and, disposed in the drill line (1), a valve (V) defining a rigidly supported tubular outer part (3), a tubular main valve body (4) disposed coaxially therein and leaving an annular outer flow passage (11) and adapted for axial displacement out of a bottom starting position defined by an abutment and against the direction of flow (2) of the drilling fluid into an upper extreme operating position, a rigid tubular carrier member (5) disposed coaxially in the main valve member (4) and which, in the area of overlap with the main valve body (4), defines therewith a cylindrical gap (18), and, adapted to be actuated by means of a drive (15), an auxiliary valve (13, 14) of which the outer part (3) and the main valve body (4) define between them a throttle path (29) in the outer flow passage (11) having a through-flow cross-section which is variable as a function of the position of the main valve body (4), and of which the main valve body (4) and the carrier body (5) enclose an inner flow passage (21, 12, 10), of which the inlet aperture (25) is provided centrally in the - in the direction of flow (2) - upper closed end part (22) of the main valve body (4) and of which the outlet orifice (13) is disposed centrally on the (in the direction of flow (2)) lower closed root part (8) of the carrier body (5), being adapted to be opened and closed by means of the auxiliary valve body (14), the sum of the downwardly directed hydraulic forces which, when the auxiliary valve (13, 14) is opened, are exerted by the drilling fluid on the main valve body (4) which is in its starting position, and the forces of gravity which exceed the upwardly directed hydraulic forces and in which, by closing the auxiliary valve (13, 14) reverses this proportion of forces, characterised in that in the final operating position of the main valve body (4), the sum of all forces acting on the main valve body (4) equals nil while the main valve body (4) floats in the drilling fluid without encountering any abutment.
2. A device according to Claim 1, characterised in that the inside diameter (d3) of the main valve body (4) which determines the hydraulically effective inner area is substantially equal to the outside diameter (d1) of the main valve

- body (4) which determines the hydraulically effective outer area.
3. A device according to Claim 1 or 2, characterised in that the outside diameter (d1) of the main valve body (4) which determines the hydraulically effective outer area is substantially equal to the inside diameter (d2) of the outer part (3) at the commencement of the throttle path (29). 5
4. A device according to one of Claims 1 to 3, characterised in that the main valve body (4) has in the region of the throttle path (29) a transition zone (23) the diameter of which increases steadily with increasing axial distance from the top end (26) of the main valve body (4). 10
5. A device according to Claim 4, characterised in that the diameter of the main valve body (4) at the bottom end of the transition zone (23) corresponds to the outside diameter (d1) which determines the hydraulically effective outer area. 15
6. A device according to one of Claims 1 to 5, characterised in that the outer part (3) in the region of the throttle path (29) has a transition zone (28) the diameter of which increases steadily with increasing axial distance from the top end of the outer part (3). 20
7. A device according to one of Claims 4 to 6, characterised in that the increase in the diameter of the transition zones (23, 28) is lineally proportional to the respective increase in distance. 25
8. A device according to one of Claims 4 to 7, characterised in that the distance-proportional increase in the diameter of the transition zone (28) of the outer part (3) is greater than that of the transition zone (23) of the main valve body (4). 30
9. A device according to one of Claims 1 to 8, in which the outer part (3) has upstream of the throttle path (29) a through-way (7) which forms a restriction, characterised in that the bottom edge (27) of the inlet aperture (25) is situated in the end part (22) of the main valve body (4) in the starting position thereof, in the region of the through-way (7) in the outer part (3). 35
10. A device according to Claim 9, characterised in that the bottom edge (27) of the inlet aperture (25) is situated in the end part (22) of the main valve body (4) in its final working position upstream of the through-way (7) in the outer part (3). 40
11. A device according to one of Claims 1 to 10, characterised in that associated with the main valve body (4) is an abutment (34) which determines for this latter an upper extreme movement position above the extreme working position, in which a residual through-way for drilling fluid is left between the main valve body (4) and the outer part (3). 45
12. A device according to one of Claims 1 to 11, characterised in that the surface of the main valve body (4) and/or of the outer part (3) is provided with reinforcing plating (30) in the region of the throttle path (29). 50
13. A device according to Claim 12, characterised in that the reinforcing plating (30) consists of a hard coating of tungsten carbide. 55
14. A device according to one of Claims 1 to 13, characterised in that between the main valve body (4) and the outer part (3) there is at least one interchangeable spacing member (33) which, as an abutment, determines the starting position of the main valve body (4). 60
15. A device according to one of Claims 1 to 14, characterised in that the cylindrical gap (18) in the area of overlap between the main valve body (4) and the carrier body (5) is capable of having drilling fluid flow freely through it while it forms a narrow throttle path. 65

### Revendications

1. Dispositif pour la création d'impulsions de pression dans un fluide de forage s'écoulant vers le bas dans une garniture de forage (1) comportant, disposée dans la garniture de forage (1), une soupape (V) qui comprend une pièce extérieure (3) de forme tubulaire, montée en position fixe, un corps de soupape principale (4) de forme tubulaire, disposé dans cette pièce extérieure (3) coaxialement à celle-ci, en ménageant un canal d'écoulement extérieur (11) de forme annulaire, pouvant coulisser axialement en opposition au sens d'écoulement (2) du fluide de forage, d'une position de départ inférieure définie par une butée vers une position extrême de fonctionnement supérieure, un élément de support (5) de forme tubulaire, monté coaxialement en position fixe dans le corps de soupape principale (4), qui, 70

dans la zone de chevauchement avec le corps de soupape principale (4) délimite avec celui-ci un interstice cylindrique (18) et une soupape auxiliaire (13, 14) actionnable à l'aide d'un entraînement (15), la pièce extérieure (3) et le corps de soupape principale (4) délimitant entre eux un segment d'étranglement (29) dans le canal d'écoulement extérieur (11) dont la section transversale d'écoulement est modifiable en fonction de la position du corps de soupape principale (4), et le corps de soupape principale (4) et l'élément de support (5) entourant un canal d'écoulement intérieur (21, 12, 10) dont l'orifice d'entrée (25) est prévu au centre de la partie d'about (22) fermée, supérieure, vu dans le sens de l'écoulement (2), du corps de soupape principale (4) et dont l'orifice de sortie (13) est prévu au centre de la partie de pied (8) fermée, inférieure, vu dans le sens de l'écoulement (2), de l'élément de support (5) et peut être ouvert et fermé au moyen du corps de soupape auxiliaire (14), étant entendu que la somme des forces hydrauliques dirigées vers le bas et exercées, lorsque la soupape auxiliaire (13, 14) est ouverte, par le fluide de forage sur le corps de soupape principale (4) se trouvant dans sa position de départ et de la force de la pesanteur est supérieure à celle des forces hydrauliques dirigées vers le haut et que, par fermeture de la soupape auxiliaire (13, 14), ce rapport de forces s'inverse, caractérisé en ce que, dans la position extrême de fonctionnement du corps de soupape principale (4), la somme de toutes les forces agissant sur le corps de soupape principale (4) a la valeur zéro et le corps de soupape principale (4) est en suspension sans contact de butée dans le fluide de forage.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le diamètre intérieur (d3) du corps de soupape principale (4) définissant la surface hydrauliquement active intérieure est à peu près égal au diamètre extérieur (d1) du corps de soupape principale (4) qui définit la surface hydrauliquement active extérieure.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le diamètre extérieur (d1) du corps de soupape principale (4), définissant la surface hydrauliquement active extérieure, est à peu près égal au diamètre intérieur (d2) de la pièce extérieure (3) au début du segment d'étranglement (29).
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le corps de soupape principale (4) présente dans la zone du seg-

- 5 ment d'étranglement (29) un domaine de transition (23) dont le diamètre augmente progressivement à mesure que la distance axiale depuis l'extrémité supérieure (26) du corps de soupape principale (4) augmente.
- 10 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le diamètre du corps de soupape principale (4), à l'extrémité inférieure du domaine de transition (23), correspond au diamètre extérieur (d1) définissant la surface hydrauliquement active extérieure.
  - 15 6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la pièce extérieure (3) présente, dans la zone du segment d'étranglement (29), un domaine de transition (28) dont le diamètre augmente progressivement à mesure que la distance axiale par rapport à l'extrémité supérieure de la partie extérieure (3) augmente.
  - 20 7. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que l'augmentation du diamètre des zones de transition (23, 28) est linéairement proportionnelle aux augmentations respectives de distance.
  - 25 8. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que la croissance, proportionnelle à la distance, du diamètre du domaine de transition (28) de la pièce extérieure (3) est plus importante que celle du diamètre de la zone de transition (23) du corps de soupape principale (4).
  - 30 9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la pièce extérieure (3) présente, en amont du segment d'étranglement (29), une ouverture de passage (7) formant une zone de rétrécissement, caractérisé en ce que, dans la position de départ du corps de soupape principale (4), le bord inférieur (27) de l'orifice d'entrée (25) de la pièce d'about (22) de ce corps se trouve dans la zone de l'ouverture de passage (7) de la pièce extérieure (3).
  - 35 40 45 50 55 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que, dans la position extrême de fonctionnement du corps de soupape principale (4), le bord inférieur (27) de l'orifice d'entrée (25) de la pièce d'about (22) de ce corps se trouve en amont de l'ouverture de passage (7) de la pièce extérieure (3).
  11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'au corps de soupape principale (4) est associée une butée (34) qui

prédéfinit pour ce corps, au-dessus de la position extrême de fonctionnement, une position supérieure extrême de déplacement qui est supérieure à la position extrême de fonctionnement et dans laquelle un passage résiduel pour le fluide de forage subsiste entre le corps de soupape principale (4) et la pièce extérieure (3).

5

12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les surfaces du corps de soupape principale (4) et/ou de la pièce extérieure (3) sont dotées d'un blindage (30) au voisinage du segment d'étranglement (29).

10

15

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le blindage (30) est formé par un revêtement dur en carbure de tungstène.

20

14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'entre le corps de soupape principale (4) et la pièce extérieure (3) est prévu au moins un élément d'espace-ment (33) amovible définissant, à la manière d'une butée, la position de départ du corps de soupape principale (4).

25

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que l'interstice cylindrique (18) de la zone de chevauchement entre le corps de soupape principale (4) et l'élément de support (5) peut être traversé librement par le fluide de forage et forme un segment d'étranglement étroit.

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

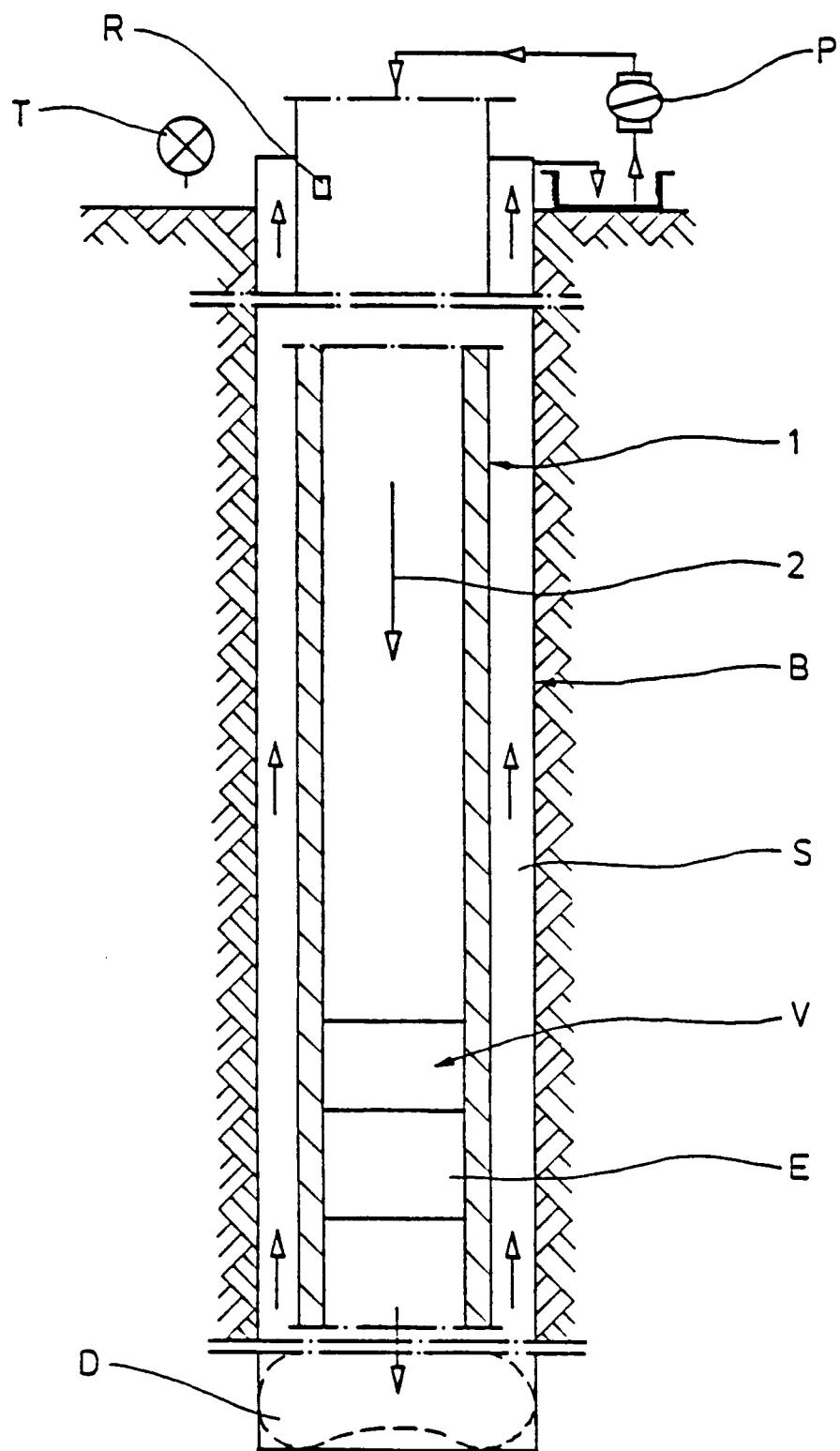


Fig. 2

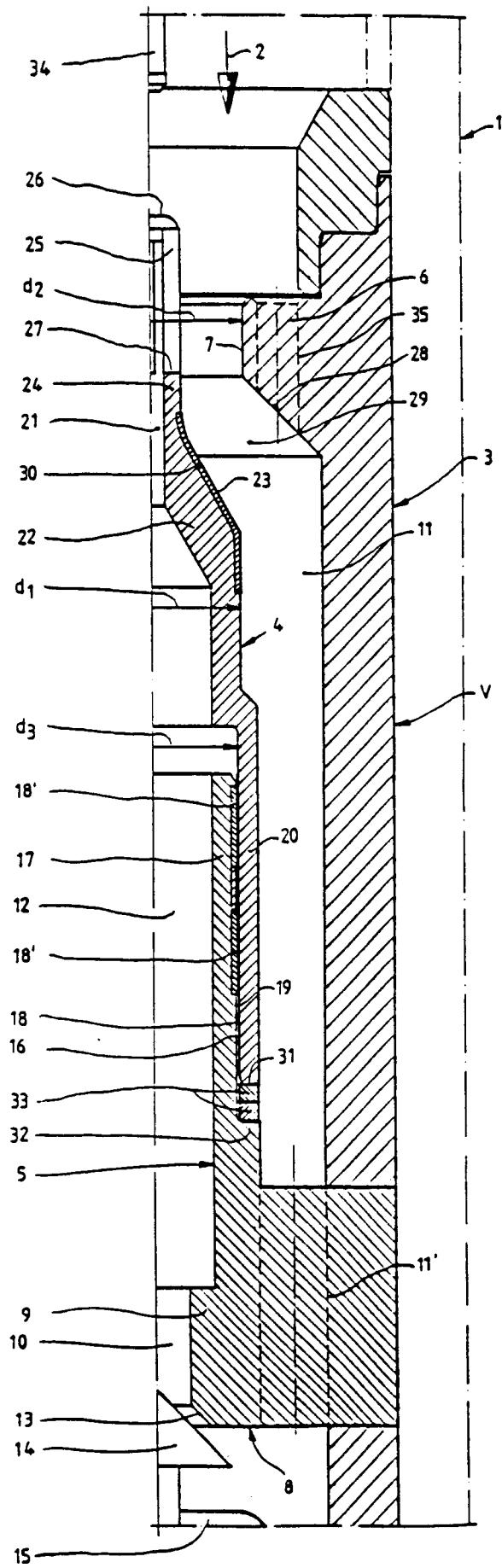


Fig. 3

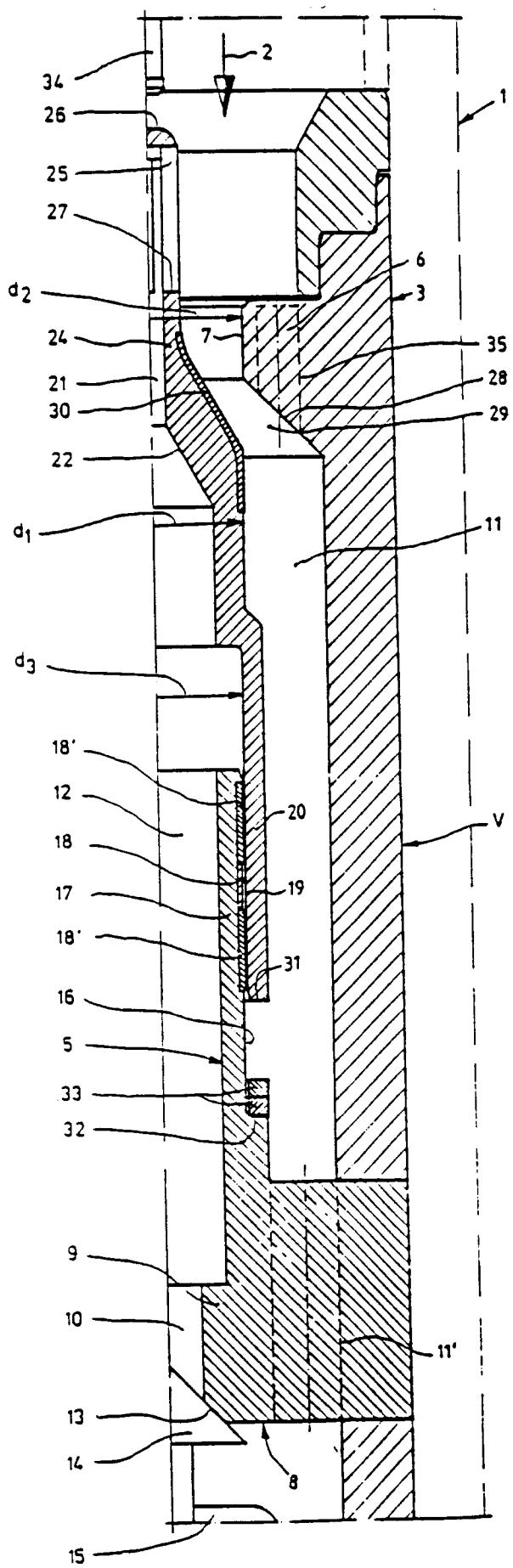


Fig. 4

