



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 303 775 B1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **04.03.92** ⑯ Int. Cl.⁵: **E21D 9/06**

㉑ Anmeldenummer: **88108029.5**

㉒ Anmeldetag: **19.05.88**

㉔ **Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels.**

㉚ Priorität: **13.08.87 DE 3726900**

㉛ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.02.89 Patentblatt 89/08

㉜ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
04.03.92 Patentblatt 92/10

㉝ Benannte Vertragsstaaten:
BE FR GB IT NL

㉞ Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 623 223
FR-A- 451 532
FR-A- 2 515 092
FR-A- 2 560 635
GB-A- 1 497 509

㉟ Patentinhaber: **HOCHTIEF AKTIENGESELL-
SCHAFT VORM. GEBR. HELFMANN**
Rellinghauser Strasse 53-57
W-4300 Essen 1(DE)

㉟ Erfinder: **Babendererde, Siegmund, Dr.,
Dipl.-Ing.**
Kaiserallee 30
W-2400 Lübeck-Travemünde(DE)

㉟ Vertreter: **Masch, Karl Gerhard et al**
Patentanwälte Andrejewski, Honke & Partner
Theaterplatz 3 Postfach 10 02 54
W-4300 Essen 1(DE)

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 gattungsgemäß auf ein Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels mit einer Schildvortriebsmaschine, die eine unter atmosphärischem Druck stehende Arbeitskammer aufweist, und mit einem Tübbingausbau aus zusammengesetzten Tübbingsegmenten, wobei die Ortsbrust mit Hilfe eines Druckmittels gestützt wird, welches über den Steuerspalt des Schildes mit dem gebirgeseitigen Spaltraum zwischen Schildschwanz und dem Tübbingausbau in Verbindung steht, wobei der Spaltraum zur Arbeitskammer hin durch einen Spaltdichtungsring abgeschlossen ist und durch Rohrstützen im Spaltdichtungsring Verpreßbeton in den Spaltraum eingepreßt wird. So arbeitet man insbesondere in Lockerböden. Das Druckmittel ist ein fluides Medium, zumeist Luft.

Bei dem aus der FR-A-2.560.635 bekannten gattungsgemäßen Verfahren wird der Spaltraum zwischen dem Schildschwanz und dem Tübbingausbau nicht über die gesamte Spaltbreite mit Verpreßbeton ausgefüllt. In Vortriebsrichtung wird vielmehr zunächst eine pastöse Schicht, zum Beispiel in Form einer Bentonit-Suspension, auf das Gebirge aufgetragen. Anschließend wird der Zwischenraum zwischen der pastösen Schicht und dem Schildschwanz mit Verpreßbeton verfüllt. Die auf das Gebirge aufgetragene pastöse Schicht soll ein Entweichen von Druckluft über den Steuerspalt und den Spaltraum in die unter atmosphärischem Druck stehende Arbeitskammer verhindern. Beton weist üblicherweise Zuschläge mit Grob- und Feinanteilen auf (FR-A 451 532, FR-A 25 15 092). Die Kornabstufung wird in der Praxis so gewählt, daß in Beton ein möglichst dichtgepacktes Korngefüge mit möglichst geringer Oberfläche erreicht werden kann. Regelsieblinien für die Betonzuschläge sind bekannt (Ullmann, Band 8, Seite 316).

Aus der DE-A 26 23 223 ist ein Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels bekannt, das mit einer in Form einer Ringbürste gestalteten Spaltdichtung arbeitet. Der Spaltraum wird mit Zementmörtel verfüllt. Das Verpressen des Spaltraumes mit Zementmörtel und gleichartigen feinkörnigen Gemischen entspricht auch dem aus der Praxis bekannten Stand der Technik.

Arbeitet man nach dem gattungsgemäßen Verfahren, so können Undichtigkeitsfugen zwischen dem Spaltdichtungsring und dem Tübbingausbau nicht immer ausgeschlossen werden, weil die einzelnen Tübbingsegmente gegeneinander in radialer Richtung ein wenig versetzt sein können. Zuweilen bleiben Undichtigkeitsfugen von bis zu 15 mm. Durch eine solche Undichtigkeitsfuge fließt der flüssige Verpreßbeton ins Schildinnere ab, ohne daß der vorgesehene Druck im Verpreßbeton zur Stützung des umgebenden Bodens gehalten werden

5 kann. Die Abfließgefahr ist um so größer, je höher die Verpreßdrücke sind, die man bei tieferliegenden Tunneln benötigt. Im Rahmen der bekannten Maßnahmen gelingt es nicht, sicherzustellen, daß der Verpreßdruck für den Verpreßbeton immer zuverlässig größer ist als derjenige Druck, der aus der Belastung entsteht. Insbesondere bei einem Tunnelvortrieb in Lockerböden oder in gebrächem Gestein besteht die Gefahr, daß bei reduziertem Verpreßdruck Boden in den Spaltraum fällt, wodurch es unmöglich wird, den Schildschwanzspalt vollkommen zu verfüllen. Durch einen nur unvollkommen verfüllten Spaltraum kann das Druckmittel, insbesondere ein gasförmiges Druckmittel, strömen, welches durch den den schildumgebenden Steuerspalt bis hinter den Schildschwanz geflossen ist. Wenn der Spaltdichtungsring nicht abdichtet, entweicht das Druckmittel in die Arbeitskammer.

20 Eine Druckluftstützung der Ortsbrust ist im Vergleich zu einer Stützung der Ortsbrust durch Flüssigkeit vorteilhafter, weil der abgebaute Boden trocken abtransportiert werden kann. In der Praxis wurde bisher die gesamte Tunnelröhre unter Druckluft gesetzt, um den Boden an der Ortsbrust zu stützen. Versuche, lediglich eine Arbeitskammer im vorderen Bereich des Schildes unter Druckluft zu setzen, um dadurch den Vortriebsmannschaften die Arbeit unter atmosphärischem Druck zu ermöglichen, sind zwar bekannt geworden, scheiterten jedoch an den vorstehend erläuterten Problemen. Druckmittelverluste und insbesondere Druckluftverluste treten auf, wenn das Druckmittel an der Außenseite des Schildes im Steuerspalt nach hinten fließt und durch eine unvollkommene Dichtung des Spaltdichtungsringes in die Arbeitskammer dringt.

25 30 35 40 45 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs beschriebene Verfahren so zu führen, daß im Spaltraum ein für die Stützung des Bodens ausreichender Verpreßdruck des fließfähigen Verpreßbetons sichergestellt ist, und zwar auch dann, wenn Undichtigkeitsfugen zwischen dem Spaltdichtungsring und dem Tübbingausbau vorhanden sind, die aus einem Versatz von benachbarten Tübbingsegmenten resultieren. Dabei soll das Verfahren auch auf einfache Weise ausführbar sein.

50 55 Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung, daß mit einem Spaltdichtungsring gearbeitet wird, der sich von dem Tübbingausbau bis zu dem Schildschwanz erstreckt und in Vortriebsrichtung elastisch abgestützt ist, und daß der in den Spaltraum eingebrachte Verpreßbeton grobkörnige Zuschlagstoffe mit einem Größtkorn von nicht kleiner als 4 mm enthält und daß dem Verpreßbeton ferner feinteilige, den Mehlkorngehalt erhöhende Zusatzstoffe in einer Menge zugegeben werden, daß die Poren eines aus den grobkörnigen Zuschlagstoffen sich hydrodynamisch bildenden Kornfilters vor bis zu 15 mm großen Undichtigkeitsfugen zwischen

dem Spaltdichtungsring und dem Tübbingausbau verschlossen und dadurch die Undichtigkeitsfugen abgedichtet werden. Die durch die Ausbildung des Kornfilters erreichte Abdichtung ist überraschenderweise selbst dann wirksam, denn der Verpreßbeton unter einem Druck von bis zu 10 bar in den Spaltraum eingedrückt wird.

Im folgenden werden die beschriebenen und weiteren Merkmale der Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Spaltdichtungsring beim Tunnelvortrieb nach dem erfindungsgemäßen Verfahren und

Fig. 2 einen Fig. 1 entsprechenden Schnitt durch den Spaltdichtungsring in einer anderen Winkelstellung.

Der in den Figuren dargestellte Spaltdichtungsring ist zwischen dem Hinterende eines Schildschwanzes 1 sowie dem Vorderende eines Tübbingausbaus 2 angeordnet und dient zum Abdichten des Spaltraumes 3 im Zuge von dessen Verpressung mit Verpreßbeton. Der Spaltdichtungsring ist relativ zum Schildschwanz 1 und Tübbingausbau 2 frei beweglich über einstellbare Stützaggregate in Form von Zylinderkolbenanordnungen in Vortriebsrichtung federnd, beispielsweise am Schild, abgestützt. In den Figuren sind diese Stützaggregate im einzelnen nicht dargestellt; erkennbar ist in Fig. 1 nur eines von mehreren Befestigungsaugen 4, an denen die Stützaggregate befestigt sind. Gleichmäßig über den Umfang verteilt sind an der vorderen Stirnseite des Spaltdichtungsringes mehrere Verpreßmaterialzuführungsrohrstutzen 5 vorgesehen (vgl. Fig. 2). Außerdem weist der Spaltdichtungsring eine elastische Außendichtung 6 und eine elastische Innendichtung 7 auf. Die elastische Außendichtung 6 besteht aus einem Gummi- oder Kunststoffring, der an die Innenseite des Schildschwanzes 1 anlegbar ist; hierzu sind entsprechend radiale Einstellschrauben 8 vorgesehen. Die gegen die Außenseite des Tübbingausbaus 2 preßbare Innendichtung 7 besteht aus einer nachlaufenden Federblechabdichtung, die durch Radialschrauben 9 am Spaltdichtungsring befestigt ist.

In den Fig. 1 und 2 wurde angedeutet, daß sich durch Versatz von Segmenten im Tunnelausbau 2 in dem Bereich, in dem der Schnitt geführt wurde, eine Undichtigkeitsfuge 10 gebildet hat. Die Fig. 1 zeigt, daß sich vor der Undichtigkeitsfuge 10 ein Kornfilter 11 aus den grobkörnigen Zuschlagstoffen des Verpreßbetons aufgebaut hat, und daß die Poren des Kornfilters durch die feinen Zusatzstoffe 12 verschlossen wurden. Einige davon haben das Kornfilter passiert und auch die Undichtigkeitsfuge 10 geschlossen. Der Anteil an feinen Zusatzstoffen, insbesondere der des Mehlkorngehaltes, ist gegen-

über einem üblichen Verpreßbeton erhöht. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß dem Verpreßbeton amorphe Kieselsäure in Form von Fällungskiesel-säure oder durch Hochtemperaturhydrolyse hergestellter Kieselsäure beigegeben wird. Im allgemeinen reichen 2 bis 4 Gew.-% an amorpher Kiesel-säure, bezogen auf das Zementgewicht. Auch durch eine Abstimmung der übrigen Zusatzstoffe, wie Fließmittel, Verzögerer und Stabilisatoren, kann die Abdichtung verbessert werden. In Rahmen der Erfindung liegt auch eine Beigabe an Bentonit, beispielsweise in einer Menge von 2 bis 6 Gew.-%, vorzugsweise 4 Gew.-%, bezogen auf das Zementgewicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels 20 mit einer Schildvortriebsmaschine, die eine unter atmosphärischem Druck stehende Arbeitskammer aufweist und mit einem Tübbingausbau (2) aus zusammengesetzten Tübbingsegmenten,

wobei die Ortsbrust mit Hilfe eines Druckmittels gestützt wird, welches über einen Steuerspalt des Schildes mit dem gebirgeseitigen Spaltraum (3) zwischen Schildschwanz (1) und Tübbingausbau (2) in Verbindung steht,

wobei der Spaltraum (3) zur Arbeitskammer hin durch einen Spaltdichtungsring (6,7) abgeschlossen ist und durch Rohrstützen (5) im Spaltdichtungsring Verpreßbeton eingepreßt wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß mit einem Spaltdichtungsring (6,7) gearbeitet wird, der sich von dem Tübbingausbau (2) bis zu dem Schildschwanz (1) erstreckt und in Vortriebsrichtung elastisch abgestützt ist,

daß der in den Spaltraum (3) eingebrachte Verpreßbeton grobkörnige Zuschlagstoffe mit einer Korngröße von nicht kleiner als 4 mm enthält und

daß dem Verpreßbeton ferner feinteilige, den Mehlkorgehalt erhöhende Zusatzstoffe in einer Menge zugegeben werden, daß die Poren eines aus den grobkörnigen Zuschlagstoffen sich hydrodynamisch bildenden Kornfilters vor bis zu 15 mm großen Undichtigkeitsfugen zwischen dem Spaltdichtungsring (7) und dem Tübbingausbau (2) verschlossen und dadurch die Undichtigkeitsfugen abgedichtet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Verpreßbeton amorphe Kieselsäure in Form von Fällungskiesel-säure oder durch Hochtemperaturhydrolyse hergestellter Kieselsäure beigegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Verpreßbeton Bentonit in Mengen von 2 bis 6 Gew.-%, bezogen auf das Zementgewicht, beigegeben wird.

5

Claims

1. A process for driving a tunnel with a shield driving machine, that possesses an operating chamber subjected to atmospheric pressure, and with a tubing support (2) of assembled tubing segments,

10

in which the face surface is supported with the aid of a pressure medium that, through a steering gap of the shield, communicates with the rockface gap space (3) between the shield tail (1) and the tubing support (2),

15

in which the gap space (3) is closed off from the operating chamber by a gap sealing ring (6, 7) and extruded concrete is forced into the gap space through tubular outlets (5) in the gap sealing ring,

20

characterized in

25

that a gap sealing ring (6, 7) is used that extends from the tubing support (2) to the shield tail (1) and that is elastically supported in the driving direction,

30

that the extruded concrete introduced into the gap space contains coarse-grained additives with a grain size of not less than 4mm, and

35

that in addition fine-grained additives increasing the dust content are added to the extruded concrete in such quantity that the pores of a grain filter hydrodynamically formed from the coarse-grained additives are closed in advance of permeable gaps up to 15mm wide between the gap sealing ring (7) and the tubing support (2), and thereby the permeable gaps are sealed off.

40

2. A process according to Claim 1, *characterized in that* amorphous silicic acid in the form of precipitated silicic acid or of silicic acid formed by hydrolysis at high temperatures is added to the extruded concrete.

45

3. A process according to Claim 1 or 2, *characterized in that* bentonite in a quantity of 2 to 6% by weight relatively to the weight of cement is added to the extruded concrete.

50

55

1. Procédé pour creuser un tunnel au moyen d'un travail au bouclier à l'aide d'une abatteuse-chapeuse à bouclier, qui possède une chambre de pression placée à la pression atmosphérique, et d'un cuvelage métallique (2) formé de segments de cuvelage assemblés, et selon lequel

le front de taille est soutenu à l'aide d'un moyen sous pression qui est en communication, par l'intermédiaire d'une fente de commande du bouclier, avec l'espace en forme de fente (3) présent du côté de la roche entre la queue (1) du bouclier et le cuvelage (2), et

l'espace en forme de fente (3) est fermé en direction de la fente de travail par un anneau d'étanchéité de fente (6,7), et du béton sous pression est injecté par des embouts tubulaires (5) présents dans l'anneau d'étanchéité de fente,

caractérisé en ce

qu'on travaille avec un anneau d'étanchéité de fente (6,7) qui s'étend du cuvelage (2) jusqu'à la queue (1) du bouclier et est supporté élastiquement dans la direction d'avance,

que le béton sous pression introduit dans l'espace en forme de fente (3) contient des additifs à gros grains possédant une taille non inférieure à 4 mm, et

qu'on ajoute en outre au béton sous pression, des additifs finement divisés, qui augmentent la teneur en grains extrêmement fins, en une quantité telle que les pores d'un filtre formé de grains, qui se forme de façon hydrodynamique à partir des additifs à gros grains devant des interstices non étanches atteignant jusqu'à une taille de 15 mm entre l'anneau d'étanchéité de fente (7) et le cuvelage (2), se ferment et que, de ce fait, les interstices non étanches se ferment de façon étanche.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on ajoute au béton sous pression, de l'acide silicique amorphe sous la forme d'acide silicique formé par précipitation ou de l'acide silicique formé par hydrolyse à haute température.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on ajoute au béton sous pression, de la bentonite en des quantités allant de 2 à 6 % en poids, rapportés au poids du ciment.

Revendications

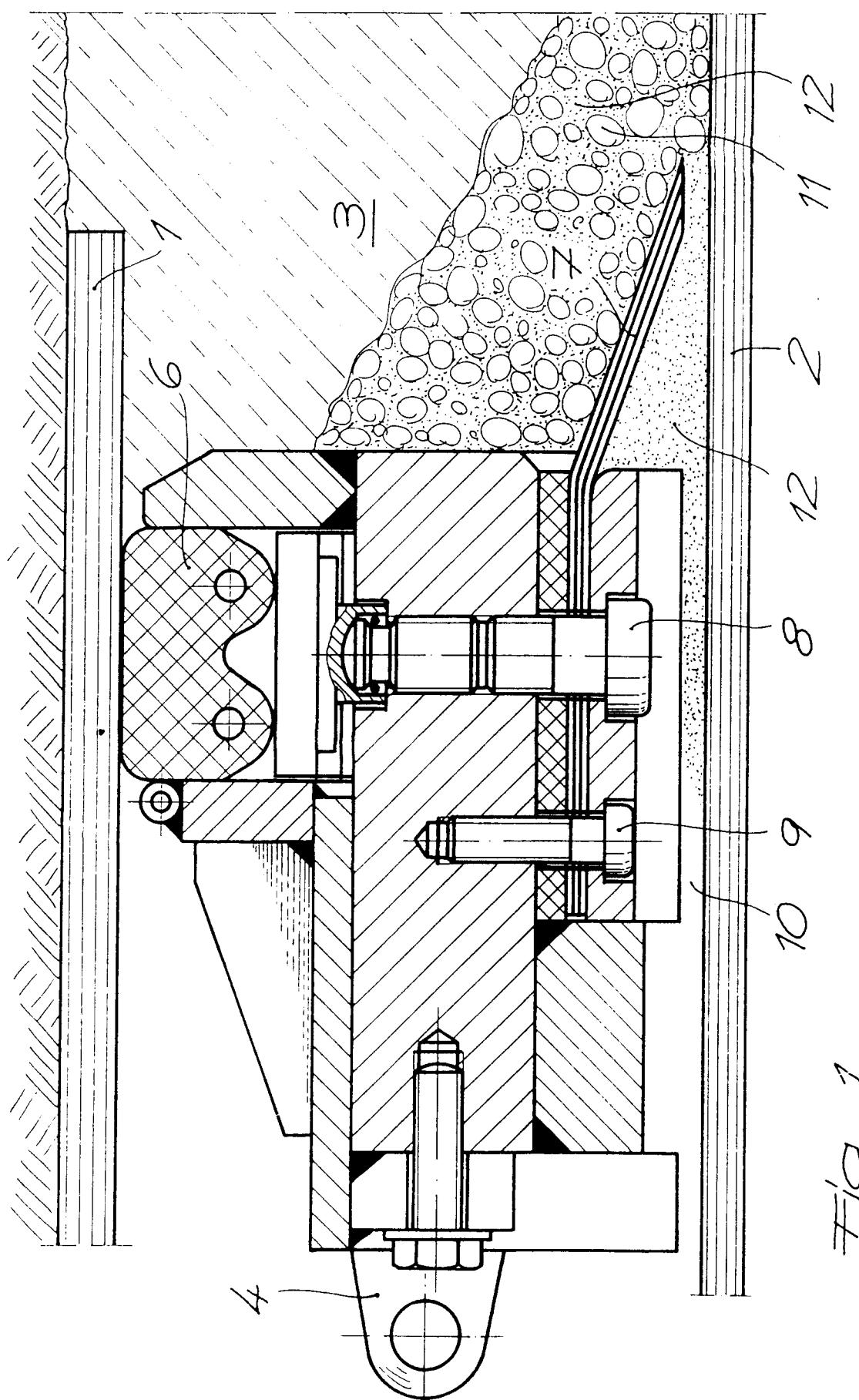


Fig. 1

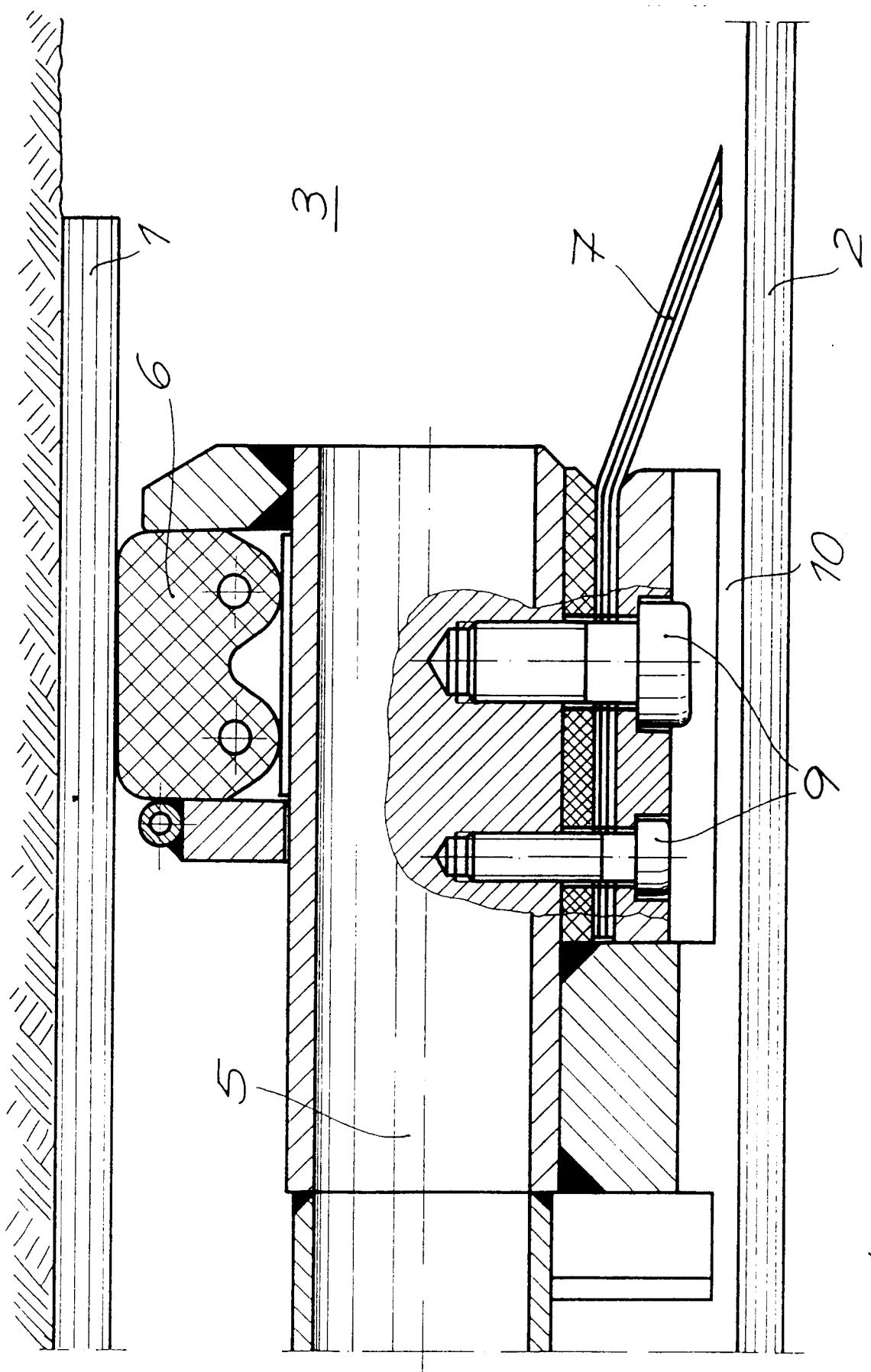


Fig. 2