



(11) **EP 1 632 645 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.02.2007 Bulletin 2007/08

(51) Int Cl.:
E21D 9/11 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05291843.0**

(22) Date de dépôt: **07.09.2005**

(54) **Procédé et dispositifs pour informer en permanence le conducteur d'un tunnelier de la nature du terrain en front de taille**

Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen Informationsvermittlung zu dem Führer einer Tunnelvortriebsvorrichtung in Bezug auf die Ortsbrust

Method and device for providing continuous informations to the driver of a tunnelling machine regarding the material in front of the device

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorité: **07.09.2004 FR 0409473**

(43) Date de publication de la demande:
08.03.2006 Bulletin 2006/10

(73) Titulaire: **BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS
78280 Guyancourt (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Moulin, Pierre
91190 Gif-Sur-Yvette (FR)**
• **Longchamp, Pierre
04180 Villeneuve (FR)**
• **De Broissia, Michel
78180 Montigny Le Bretonneux (FR)**

• **Derycke, Jean-Noel
78000 Versailles (FR)**

(74) Mandataire: **Schrimpf, Robert et al
Cabinet Regimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris cedex 17 (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 1 098 066 EP-A- 1 253 287
WO-A-03/087537 US-A- 5 330 292**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no.
01, 31 janvier 2000 (2000-01-31) -& JP 11 270283
A (TAISEI CORP), 5 octobre 1999 (1999-10-05)**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no.
01, 30 janvier 1998 (1998-01-30) -& JP 09 228778
A (KUMAGAI GUMI CO LTD; HITACHI CONSTR
MACH CO LTD), 2 septembre 1997 (1997-09-02)**

EP 1 632 645 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un procédé et un dispositif pour informer en permanence sur la nature du terrain en front de taille le conducteur d'un tunnelier équipé d'une tête d'abattage rotative munie d'une pluralité de supports individuels pour des molettes de forage rotatives.

[0002] L'invention s'applique notamment à la détection de roches dures dans un terrain meuble en cours de creusement au moyen du tunnelier.

[0003] Il est connu dans le cas de forages verticaux de mesurer des paramètres de forage, comme décrit par exemple dans la publication FR 2 642 791, au moyen de capteurs installés entre la tête de forage et le train de tiges de forage.

[0004] La publication WO 03/087537 décrit un dispositif qui comprend un détecteur d'usure, un détecteur de tours et un détecteur de charge placés sur le support de la molette.

[0005] On connaît d'autres publications (EP 1 098 066, US 5 330 292, EP 1 253 287, JP 11 270283, JP 09 228 778) qui placent des capteurs d'acquisition des données sur l'arbre de la molette ou sur l'arbre de la tête de coupe ou sur la tête de coupe.

[0006] Ces dispositifs sont susceptibles de fournir des résultats parasites du fait qu'ils prennent en compte des déformations de l'arbre ou du support de la molette, ou de la tête de coupe ou de l'arbre de la tête de coupe.

[0007] La présente invention vise à éviter l'influence de ces facteurs parasites.

[0008] Selon l'invention, on place directement sur chaque molette concernée un ou plusieurs capteurs choisis parmi les capteurs aptes à fournir des signaux représentatifs de la force de la pénétration de la molette dans le terrain, de l'état de rotation de la molette, de la position de la molette dans le terrain et de la température de la molette.

[0009] De préférence, la molette est équipée de tous les capteurs susdits.

[0010] Les supports des molettes concernées sont munis de récepteurs-transmetteurs des signaux fournis par les capteurs d'acquisition.

[0011] On transmet ces signaux à distance et on les exploite pour informer le conducteur du tunnelier.

[0012] De préférence, on alimente chaque molette instrumentée avec l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement des capteurs de la molette, par une batterie intégrée à la molette ou par transmission sans fil depuis le support de la molette. De préférence, on munit le support de chaque molette instrumentée d'un récepteur apte à recevoir par une transmission sans fil les signaux des capteurs d'acquisition de la molette et à les transmettre à un réseau de communication porté par la tête d'abattage, et on relie ledit réseau à une unité de traitement et d'affichage dans la cabine de conduite du tunnelier.

[0013] De préférence, on munit chaque molette concernée de jauges de contrainte que l'on colle sur l'axe

de la molette et on exploite les signaux de ces jauges pour obtenir des informations sur les charges subies par la molette.

[0014] De préférence, on munit chaque molette concernée d'un inclinomètre apte à envoyer des signaux représentatifs de la position de la molette.

[0015] De préférence, on équipe chaque molette concernée d'un capteur de rotation magnéto-inductif.

[0016] L'invention a aussi pour objet une molette de forage et son support pour monter la molette à rotation sur la tête d'abattage rotative d'un tunnelier, caractérisée en ce que la molette comprend un ou plusieurs capteurs d'acquisition de données choisis parmi les capteurs aptes à fournir des signaux représentatifs de la force de pénétration de la molette dans le terrain, de l'état de rotation, de la vitesse de rotation et de la température de la molette, la molette et sur son support étant munis de moyens coopérant pour envoyer des signaux représentatifs de la position de la molette.

[0017] De préférence, la molette est équipée de tous les capteurs susdits.

[0018] L'alimentation électrique nécessaire au fonctionnement des capteurs peut être autonome et intégrée à la molette ou à son support, ou peut provenir d'une source électrique située à distance.

[0019] Les capteurs de la molette sont de préférence fixés sur une embase, par exemple un disque, qui est rapportée latéralement sur la molette ou dans le moyeu de la molette et cette embase et le support comportent des moyens coopérant pour recevoir et transmettre les signaux de ces capteurs.

[0020] Les figures du dessin joint sont des schémas illustrant respectivement une vue de face d'une implantation de molettes sur la tête d'abattage du tunnelier (figure 1), une coupe par un plan perpendiculaire à celui de la figure 1, de la tête avec la transmission électrique des capteurs jusqu'à une unité de traitement et d'affichage (figure 2), et une coupe axiale d'une molette (figure 3).

[0021] Sur la figure 1, chaque molette a été schématisée par un cercle M et son support individuel par un rectangle R. La molette est montée folle sur un axe défini par le support et les supports sont répartis sur des bras B solidaires de la tête T du tunnelier.

[0022] Ces dispositions sont bien connues de l'homme du métier.

[0023] Conformément à l'invention, chaque molette est équipée d'une pluralité de capteurs, et notamment :

- d'un capteur de position,
- d'un capteur de pression,
- d'un capteur de l'état de rotation,
- d'un capteur de vitesse,
- d'un capteur de température.

[0024] L'homme du métier choisit ces capteurs parmi les capteurs connus aptes à remplir ces fonctions.

[0025] Pour le capteur de position, le choix préféré est un inclinomètre.

[0026] Pour le capteur de pression, le choix préféré est un ensemble de jauges de contraintes.

[0027] Les capteurs de position, de vitesse et de température sont avantageusement montés sur une embase qui est rendue solidaire de la molette, par exemple un disque rapporté sur un côté de la molette. Cette embase peut être équipée de modules d'acquisition et de traitement, d'une interface de communication avec le support de la molette, et d'une unité d'alimentation électrique.

[0028] Les supports R des molettes instrumentées sont reliés par une transmission avec ou sans fil à une centrale C de traitement et d'affichage placé dans la cabine de conduite du tunnelier. Sur la figure 2, on a schématisé une transmission F par fils qui assure les transmissions individuelles des signaux des capteurs des molettes et/ou des supports des molettes portés par un même bras B, au moyen de joints tournants.

[0029] La figure 3 est une coupe axiale schématisée d'une molette (M) équipée d'inclinomètres (1), d'un capteur de rotation (2), de sondes de température (3) et de jauges de contrainte (4).

[0030] La molette (M) et son support (R) comprennent des moyens de communication respectifs (5,6) qui coopèrent en vue de permettre la transmission à distance des signaux des capteurs.

[0031] L'invention n'est pas limitée à cet exemple de réalisation.

Revendications

1. Procédé pour informer en permanence sur la nature du terrain en front de taille le conducteur d'un tunnelier équipé d'une tête d'abattage rotative munie d'une pluralité de supports individuels pour des molettes de forage rotatives, dans lequel on utilise des capteurs d'acquisition de données aptes à fournir des signaux relatifs au fonctionnement de la molette, on transmet ces signaux à distance et on les exploite pour informer le conducteur du tunnelier, **caractérisé en ce qu'on place directement sur chaque molette concernée un ou plusieurs capteurs choisis parmi les capteurs aptes à fournir des signaux représentatifs de la force de pénétration de la molette dans le terrain, de la position de la molette, de l'état de rotation de la molette et de la température de la molette.**
2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel on alimente chaque molette concernée avec l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement des capteurs de la molette par batterie intégrée à la molette ou par transmission sans fil depuis le support de la molette.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel on munit le support de chaque molette concernée d'un récepteur apte à recevoir par une transmission

sans fil les signaux des capteurs de la molette et à les transmettre à un réseau de communication porté par la tête d'abattage, et on relie ledit réseau à une unité de traitement et d'affichage dans la cabine de conduite du tunnelier.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel on munit chaque molette concernée de jauges de contrainte que l'on colle sur l'axe de la molette et dans lequel on exploite les signaux de ces jauges pour obtenir des informations sur les charges subies par la molette.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel on munit chaque molette concernée d'un inclinomètre.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 dans lequel on équipe chaque molette concernée d'un capteur de rotation magnéto-inductif.
7. Molette de forage M et son support R pour monter la molette à rotation sur la tête d'abattage rotative d'un tunnelier T, **caractérisée en ce que** la molette comprend un ou plusieurs capteurs (1-4) choisis parmi les capteurs aptes à fournir des signaux représentatifs de la force de pénétration de la molette dans le terrain, de l'état de rotation, de la position et de la température de la molette, et **en ce que** la molette et son support comprennent des moyens (5, 6) coopérant pour transmettre à distance les signaux des capteurs de la molette.
8. Molette de forage et son support selon la revendication 7 dont la molette est équipée de l'ensemble des capteurs susdits.
9. Molette et son support selon la revendication 7 ou 8 dont les capteurs (1-4) de la molette sont montés sur une embase qui est rendue solidaire de la molette et qui est équipée de modules d'acquisition et de traitement, d'interface de communication avec le support de la molette et d'une unité d'alimentation électrique.
10. Tunnelier équipé d'une tête d'abattage rotative qui porte des supports R pour des molettes de forage rotatives M, **caractérisé en ce que** les molettes et leurs supports sont tels que définis dans l'une des revendications 7 à 9 et **en ce que** le tunnelier comporte des moyens de transmission des signaux des capteurs à une centrale de traitement et d'affichage placée dans la cabine de conduite du tunnelier.

Claims

1. Process for providing continuous information on

ground conditions at the excavation face for the operator of a tunnel boring machine equipped with a rotary cutting head incorporating a multiplicity of individual mountings for rotary boring cutters, in which data acquisition sensors capable of generating signals concerning cutter operation are implemented, these signals being remotely transmitted and used to inform the tunnel boring machine operator, **characterized in that** one or more sensors selected from sensors suitable for generating signals representing cutter penetration force into the ground, cutter position, cutter rotational state and cutter temperature are directly placed on each cutter.

2. Process according to Claim 1, in which each cutter concerned is supplied with electrical power required for operating the cutter sensors from a battery integrated into the cutter or by wireless transmission from the cutter mounting.
3. Process according to Claim 1 or 2, in which the mounting of each cutter concerned is fitted with a receiver capable of receiving by wireless transmission signals from the cutter sensors and transmitting them to a communication network carried by the cutting head and the said network includes a processing and display unit in the tunnel boring machine operating cab.
4. Process according to any one of Claims 1 to 3, in which each cutter concerned is fitted with stress gauges glued to the cutter shaft and in which the signals from these gauges are used to obtain information on the loads sustained by the cutter.
5. Process according to any one of Claims 1 to 4, in which each cutter concerned is fitted with an inclinometer.
6. Process according to any one of Claims 1 to 5, in which each cutter concerned is fitted with a magneto-inductive rotation sensor.
7. Boring cutter M and its mounting R for installing the rotary cutter on the rotary cutting head of a tunnel boring machine T, **characterized in that** the cutter includes one or more sensors (1-4) selected from sensors capable of generating signals representing cutter penetration force into the ground, cutter rotational state, cutter position and temperature, and **in that** the cutter and its mounting comprise means (5, 6) cooperating to transmit remotely the signals from the cutter sensors.
8. Boring cutter and its mounting according to Claim 7, the cutter of which is fitted with a set of the aforesaid sensors.

9. Boring cutter and its mounting according to Claim 7 or 8, the cutter sensors (1-4) of which are mounted on a base incorporated in the cutter and which is fitted with acquisition and processing modules, a communication interface with the cutter mounting and an electrical supply unit.

10. Tunnel boring machine fitted with a rotary cutting head, which carries the mountings R for the rotary boring cutters M, **characterized in that** the cutters and their mountings are as defined in any one of Claims 7 to 9 and **in that** the tunnel boring machine includes means of transmitting signals from the sensors to a central processing and display unit placed in the tunnel boring machine operating cab.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Information des Fahrers einer Tunnelvortriebsmaschine über die Beschaffenheit des Bodens an der Ortsbrust, wobei die Tunnelvortriebsmaschine mit einem Rotationsbohrschild ausgestattet ist, der mit mehreren einzelnen Trägern für Rotationsschneidräder ausgestattet ist, bei dem Sensoren zur Datenerfassung verwendet werden, die dafür eingerichtet sind, die Arbeit des Schneidrads betreffende Signale bereitzustellen, wobei diese Signale über eine Entfernung übertragen werden und wobei sie ausgewertet werden, um den Fahrer der Tunnelvortriebsmaschine zu informieren, **dadurch gekennzeichnet, daß** direkt auf jedem betroffenen Schneidrad ein oder mehrere Sensoren angeordnet werden, die unter den Sensoren ausgewählt werden, die dafür eingerichtet sind Signale bereitzustellen, die die Eindringkraft des Schneidrads in den Boden, die Position des Schneidrads, den Rotationszustand des Schneidrads und die Temperatur des Schneidrads repräsentieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem jedes betroffene Schneidrad mit der zum Betrieb der Sensoren des Schneidrads notwendigen elektrischen Energie durch eine in das Schneidrad integrierte Batterie oder durch eine drahtlose Übertragung vom Träger des Schneidrads aus versorgt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Träger jedes betroffenen Schneidrads mit einem Empfänger ausgestattet ist, der dafür eingerichtet ist, über eine drahtlose Übertragung die Signale der Sensoren des Schneidrads zu empfangen und sie zu einem vom Bohrschild getragenen Kommunikationsnetzwerk zu übertragen, und wobei das Netzwerk mit einer Einheit zur Verarbeitung und Anzeige im Führerhaus der Tunnelvortriebsmaschine verbunden ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem jedes betroffene Schneidrad mit Dehnungsmeßvorrichtungen ausgestattet ist, die auf die Achse des Schneidrads geklebt sind, und bei dem die Signale dieser Meßvorrichtungen verwendet werden, um Informationen über die Belastungen zu erhalten, denen das Schneidrad ausgesetzt ist. 5
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem jedes betroffene Schneidrad mit einem Neigungsmesser ausgestattet ist. 10
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem jedes betroffene Schneidrad mit einem magnetinduktiven Rotationssensor ausgerüstet ist. 15
7. Schneidrad M und sein Träger R zur drehenden Montage des Schneidrads auf den Rotationsbohrschild einer Tunnelvortriebsmaschine T, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schneidrad ein oder mehrere Sensoren (1-4) umfaßt, die unter den Sensoren ausgewählt werden, die dafür eingerichtet sind Signale bereitzustellen, die die Eindringkraft des Schneidrads in den Boden, den Rotationszustand, die Position und die Temperatur des Schneidrads repräsentieren, und **dadurch**, daß das Schneidrad und sein Träger Mittel (5, 6) umfassen, die zusammenwirken, um die Signale der Sensoren des Schneidrads über eine Entfernung zu übertragen. 20
25
30
8. Schneidrad und sein Träger nach Anspruch 7, wobei das Schneidrad mit der Gesamtheit der oben genannten Sensoren ausgestattet ist. 35
9. Schneidrad und sein Träger nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Sensoren (1-4) des Schneidrads auf einem Basisteil montiert sind, das fest mit dem Schneidrad verbunden ausgeführt ist und das mit Modulen zur Erfassung und Verarbeitung, mit einer Schnittstelle zur Kommunikation mit dem Träger des Schneidrads und mit einer elektrischen Versorgungseinheit ausgestattet ist. 40
10. Tunnelvortriebsmaschine, die mit einem Rotationsbohrschild ausgestattet ist, der Träger R für Rotationsschneidräder M trägt, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schneidräder und ihre Träger gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9 ausgeführt sind und **dadurch**, daß die Tunnelvortriebsmaschine Mittel zur Übertragung der Sensorsignale an eine Zentrale zur Verarbeitung und Anzeige umfaßt, die im Führerhaus der Tunnelvortriebsmaschine platziert ist. 45
50
55

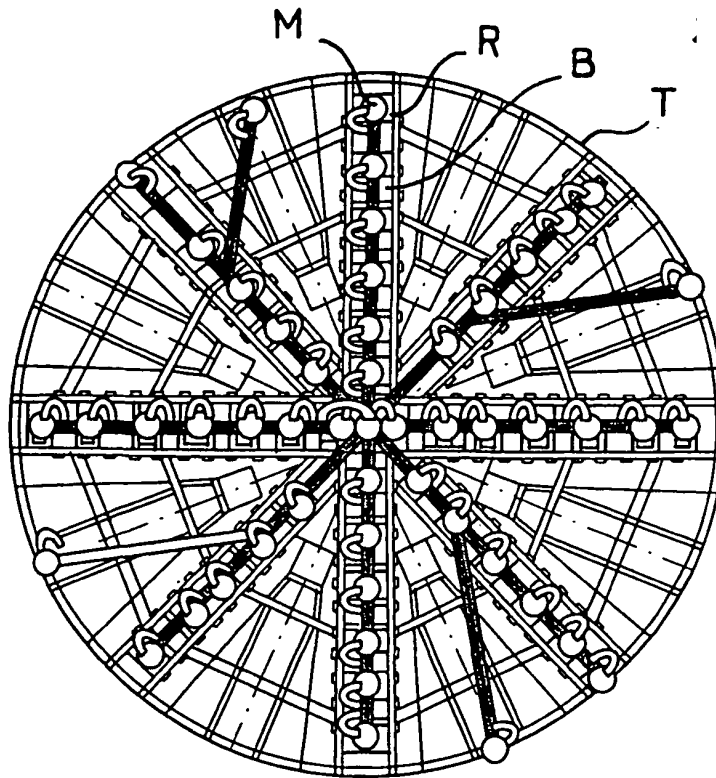


FIG.1

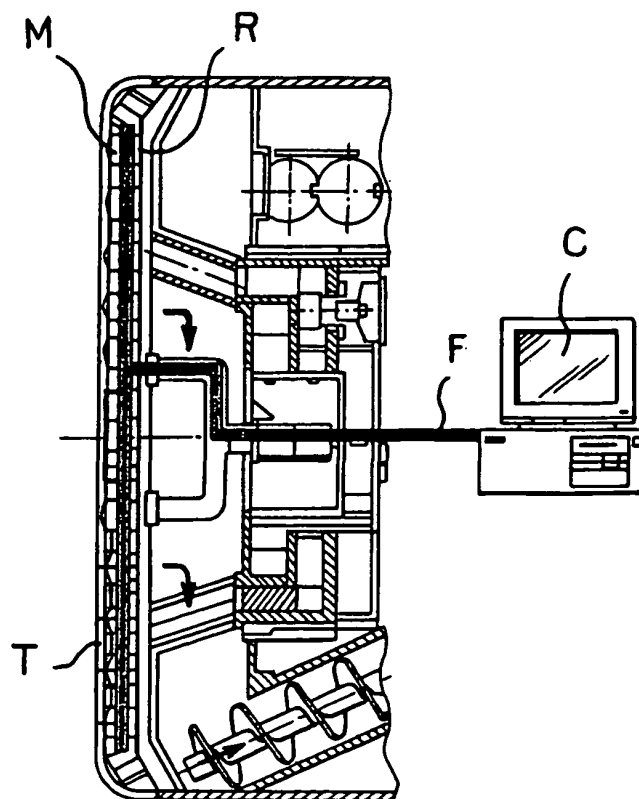


FIG.2

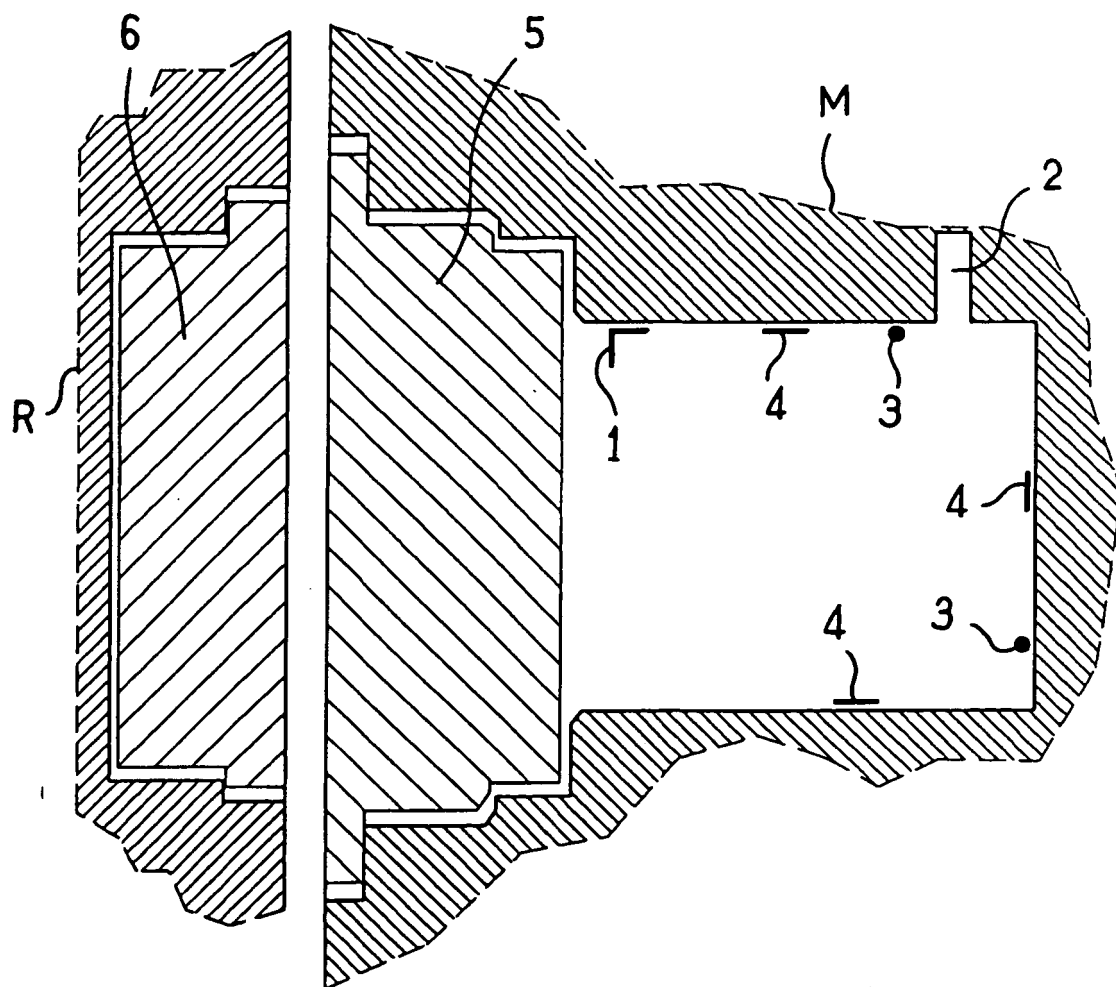


FIG.3