



(51) Classification internationale des brevets :
E21D 9/00 (2006.01) *E21D 9/10* (2006.01)
E21B 7/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2013/064304

(22) Date de dépôt international :
5 juillet 2013 (05.07.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1256481 5 juillet 2012 (05.07.2012) FR

(71) Déposant : ASTRUM SAS [FR/FR]; 12 rue Pasteur, F-92150 Suresnes (FR).

(72) Inventeur : JOUANICOT, Fabien; 26 rue Pierre GAUTHIER, F-33320 Eysines (FR).

(74) Mandataire : MAUPILIER, Didier; Schmit Chrétien, 111 Cours du Medoc, CS 40009, F-33070 Bordeaux cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

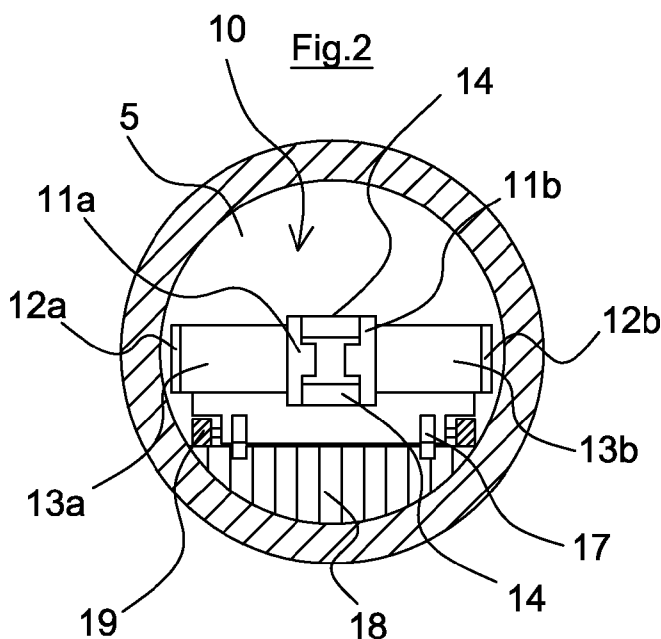
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(54) Title : DRILLING DEVICE AND METHOD

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE DE FORAGE



(57) Abstract : The subject matter of the invention is a device for drilling two galleries facing each other and extending on either side of a pipe (5), which comprises a thrust assembly (10) provided with two mobile thrust plates (11a, 11b) for axial thrust from a first and a second side of the thrust assembly, a support frame (15) for the thrust assembly and sliding tubes, two drilling heads (12a, 12b) and sliding support tubes (13a, 13b) positioned between the mobile thrust plates (11a, 11b) of the thrust assembly and the drilling heads (12a, 12b). The invention further concerns a method for drilling galleries from a pipe using a micro tunnel-boring machine which comprises a step of simultaneously digging two galleries along the same axis and in opposite directions while balancing the thrust forces of the micro tunnel-boring machine on each side so as to limit the stresses on the pipe to the difference between the thrust forces on each side.

(57) Abrégé : L'objet de l'invention est un dispositif de forage de deux galeries en vis à vis et s'étendant de part et d'autre d'un conduit (5), qui comporte un groupe de poussée (10) pourvu de deux plaques mobiles (11a, 11b) de poussée axiale à partir d'un premier et d'un second côté du groupe de poussée, un bâti (15) support du groupe de poussée et des tubes coulissants,

[Suite sur la page suivante]



deux têtes de forage (12a, 12b) et des tubes (13a, 13b) coulissants de soutènement se positionnant entre les plaques mobiles (11a, 11b) de poussée du groupe de poussée et les têtes de forage (12a, 12b). L'invention concerne en outre un procédé de forage de galeries à partir d'un conduit à l'aide d'un micro tunnelier qui comporte un étape de creusement simultané de deux galeries de même direction et de sens opposé tout en équilibrant les efforts de poussée du micro-tunnelier de chaque côté en sorte de limiter les efforts au niveau du conduit à la différence des efforts de poussée de chaque côté.

DISPOSITIF ET PROCEDE DE FORAGE

La présente invention concerne un dispositif et un procédé de forage pour le percement de tunnels ou galeries de moyenne dimension et de grande longueur. Elle s'applique en particulier au creusement de tunnels horizontaux pour le stockage souterrain de colis de produits dangereux.

5 Les percements de tunnels horizontaux sont réalisés à l'aide de dispositif de forage constitués par des mini ou micro-tunneliers qui utilisent des techniques dérivées de celles des tunneliers. Les mini ou micro-tunneliers sont des tunneliers de petit diamètre, c'est à dire de diamètre intérieur à 1 800 mm.

Un exemple d'un tel dispositif est schématisé en figure 1.

10 Un tel tunnelier comporte une tête de forage 1 munie d'un bouclier qui est poussée vers l'avant par un train de tubes 2 formant un soutènement glissant dont l'avancement est obtenu par des vérins 3 installés à poste fixe dans un puits d'attaque du tunnel ou une galerie.

La tête de forage comprend généralement:

- 15
- une tête de coupe ou une chambre d'abattage;
 - une motorisation électrique ou hydraulique;
 - un concasseur ou une machine d'abattage;
 - un ou plusieurs vérins permettant d'orienter la partie avant comprenant la tête de coupe;
- 20
- un système de visée par laser ou par un simple théodolite;
 - un tube guide fixé derrière la partie avant orientable;
 - des conduits hydrauliques pour le marinage des déblais ou un tapis avec benne et locotracteur pour un marinage mécanique.

Ce matériel est situé en tête d'un train de tubes glissant, allongé par tronçons successifs au fur et à mesure de l'avancement du tunnel. Ce train de tubes constitue l'ouvrage définitif à réaliser, au même titre que les anneaux de voussoirs utilisés dans les grands tunneliers.

5 Le train de tubes 2 est poussé par l'arrière à l'aide des vérins 3 installés dans le puits ou conduit de travail. Le nombre de vérins installés est fonction du diamètre du tunnelier. Les vérins 3 s'appuient sur un massif de réaction 4 construit dans le conduit 5 duquel part la galerie à percer. Chaque vérin a par exemple une force de poussée unitaire de l'ordre de 300 tonnes.

10 Un bâti support 6 supporte les tubes 2 et forme un système de guidage pour les tubes et pour une plaque de poussée 7.

La dimension du puits ou du conduit de travail dépend de l'encombrement du matériel, à savoir les dimensions du tunnelier, les dimensions du système de vérins de poussée et du massif de réaction, le dispositif de manutention et la
15 longueur des tubes constituant le train de poussage, l'encombrement du système de guidage et de mesures, l'encombrement des systèmes annexes et l'encombrement des voies d'accès du personnel.

Les distances de percement peuvent difficilement atteindre plus de 100 m pour des diamètres de l'ordre de 400 mm à 800 mm en raison notamment des
20 efforts de réactions sur la structure du puits ou du conduit. Ils imposent un renforcement de la structure d'autant plus conséquent que le terrain environnant est meuble.

Par ailleurs de tels efforts de poussée provoque la détérioration des terrains environnant dans une zone dite zone endommagée, zone qui devient poreuse et
25 éventuellement sensible aux infiltrations.

Au vu de cet art antérieur la présente invention a principalement pour but de permettre d'augmenter la longueur des percements au moyen d'une réduction des efforts de réaction au niveau du conduit à partir duquel sont percées les galeries, tout en éliminant la majeure partie de la zone endommagée.

30 Le principe de l'invention consiste à équilibrer les efforts de poussée d'un micro-tunnelier en creusant simultanément deux tunnels dans la même direction et de sens opposés. Ainsi les efforts au niveau du conduit ou galerie principale sont limités à la différence des efforts de poussée de chaque côté.

Pour ce faire, la présente invention propose un dispositif de forage de deux galeries en vis à vis et s'étendant de part et d'autre d'un conduit, le dispositif de forage comportant un groupe de poussée pourvu de deux plaques mobiles de poussée axiale à partir d'un premier et d'un second côté du groupe de poussée, un bâti support du groupe de poussée et des tubes coulissants, deux têtes de forage et des tubes coulissants de soutènement se positionnant entre les plaques mobiles de poussée du groupe de poussée et les têtes de forage.

L'augmentation de la longueur de percement, dans le cas de mise place de canalisations par exemple, permet d'espacer les puits de poussée donc le coût, et notamment le coût de réalisation et le coût de déplacement des installations, impacte fortement sur le coût total des travaux.

Dans le cas de percements en galeries, par exemple pour le stockage de matériaux dangereux, la quantité de produit stocké est directement liée à la longueur des galeries. En augmentant la longueur des percements on réduit le nombre de galeries pour une quantité donnée de colis à stocker et ainsi le coût du projet est réduit.

En outre, en réduisant les efforts de réaction lors des percements on réduit les déformations sur le terrain environnant, on réduit la zone endommagée et le niveau de renfort des structures devant encaisser les efforts de poussée.

Avantageusement, le groupe de poussée comporte un ou plusieurs vérins configurés pour pousser sur les plaques mobiles et les écarter.

Selon un mode de réalisation particulier, le bâti support est muni d'un dispositif de guidage des plaques mobiles.

Le dispositif peut notamment comporter des moyens de verrouillage du bâti dans le conduit central entre les deux galeries à forer.

Dans ce cadre, les moyens de verrouillage comportent soit des verrous rétractables reprenant les efforts de poussée résiduels au niveau d'un radier du conduit par l'intermédiaire soit des pièces d'appui reprenant les efforts résiduels au niveau des parois du conduit.

L'invention concerne en outre un procédé de forage de galeries au moyen d'un dispositif de forage selon l'invention, le procédé comportant les étapes de:

- mise en place du dispositif de forage au niveau des galeries à creuser dans le conduit;

- verrouillage du bâti dans le conduit;
- mise en place et positionnement des têtes de forage en bout de premiers tubes assujettis sur les plaques mobiles;
- mise en rotation des têtes de forage et poussée des têtes de forage au travers des tubes et des plaques mobiles du groupe de poussée;
- rétractation du groupe de poussée une fois les tubes enfoncés dans les galeries.

Le procédé est avantageusement tel que le forage se prolonge jusqu'à atteindre la longueur de galeries voulue par répétitions des étapes de:

- mise en rotation des têtes de coupe des têtes de forage et poussée des têtes de forage au travers des tubes et des plaques mobiles par le groupe de poussée et de
- rétractation du groupe de poussée une fois les tubes enfoncés dans les galeries,

avec, entre ces étapes, un ajout de nouveaux tubes entre les plaques de poussée et les tubes précédemment enfoncés dans les galeries.

Le forage terminé, l'opération se termine par le déverrouillage du bâti qui est libéré de ses fixations dans le conduit et le déplacement du dispositif vers le prochain site de forage.

Avantageusement, des différences d'efforts de forage entre les côtés du dispositif sont compensés en temps réel par renvoi desdites différences d'efforts sur le génie civil du conduit central et/ou une adaptation différentielle des vitesses de rotation des têtes de coupe au niveau des têtes de forage.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront apparents à la lecture de la description qui suit d'un exemple non limitatif de l'invention en référence aux dessins qui représentent:

en figure 1: une vue schématique d'un dispositif de forage de l'art antérieur;

en figure 2: une vue schématique d'un dispositif de forage selon l'invention en position d'attente;

en figure 3: une vue schématique du dispositif de la figure 2 en position prêt à forer;

en figure 4: une vue schématique du dispositif de la figure 2 en fin de forage d'une longueur de tube;

en figure 5: le dispositif de forage de la figure 2, groupe de poussée rétracté, et;
en figure 6: une vue schématique du dispositif de forage tel qu'en figure 5
rechargé avec de nouveaux tubes.

Le dispositif de l'invention schématisé aux figures 2 à 6 consiste
5 principalement en un double tunnelier comportant un bâti 15 support de deux
trains de forage constitués de tubes 13a, 13b, de deux têtes de forage 12a, 12b,
et d'un groupe de poussée 10 central .

Le groupe de poussée comporte selon l'exemple des vérins hydrauliques
14. Le principe de l'invention est d'équilibrer les efforts de poussée d'un micro-
10 tunnelier en creusant simultanément deux tunnels opposés ce qui réduit les efforts
au niveau du conduit ou galerie principale à la différence des efforts de poussée
de chaque côté.

Le groupe de poussée 10 est pourvu de deux plaques mobiles 11a, 11b de
poussée axiale à partir d'un premier et d'un second côté du groupe de poussée.

15 Le bâti 15 supporte le groupe de poussée et les tubes coulissants 13a, 13b
du train de forage, ces tubes coulissants de soutènement étant destinés à
constituer les parois des galeries en cours de réalisation.

Les têtes de forage sont de type traditionnel comportant une tête de coupe
et l'ensemble des éléments nécessaires au forage.

20 Les tubes coulissants se positionnent entre les plaques mobiles de
poussées du groupe de poussée et les têtes de forage de chaque côté du groupe
de forage et sont poussés simultanément par le groupe de poussée.

La figure 2 représente le dispositif de l'invention positionné dans un conduit
principal en face des parois du conduit dans lesquelles les galeries vont être
25 creusées.

Une première paire de tubes 13a, 13b coulissants de soutènement est
montée entre les têtes de forage 12a, 12b et les plaques mobiles 11a, 11b de
poussée du groupe de poussée 10.

Pour maintenir le dispositif en position, des trous sont creusés dans le
30 radier sous le bâti 15 pour permettre de planter des moyens 17 de verrouillage du
bâti dans un radier du conduit central entre les deux galeries à forer. Ces moyens
verrouillables sont selon l'exemple des verrous rétractables 17 destinés à former
des ancrages du dispositif dans le radier.

En figure 3, les verrous rétractables 17 sont enfoncés dans le radier et le dispositif est prêt à fonctionner.

En figure 4 les vérins sont totalement déployés et ont poussé, au moyen des plaques mobiles 11a, 11b, les tubes 13a, 13b et les deux têtes de forage 12a, 12b au fond de la cavité creusée par les têtes de forage.

Le groupe de poussée comporte un ou plusieurs vérins 14 configurés pour pousser sur les plaques mobiles et les écarter. Selon la figure 4 deux vérins sont visibles mais il est possible d'utiliser quatre vérins pour équilibrer les efforts sur l'arrière des tubes 13a, 13b.

Selon la figure 5, le groupe de poussée est rétracté, les vérins 14 ramenant les plaques de poussée 11a, 11b au centre du dispositif alors que les tubes 13a, 13b et les têtes de forage 12a, 12b restent dans les galeries en cours de perçage.

Cette figure permet de voir un dispositif 16 de guidage des plaques mobiles sur le bâti support, le dispositif de guidage étant par exemple réalisé sous forme d'un berceau entre les parois duquel coulissent les plaques de poussée ou sous forme d'un rail central reçu dans une encoche ou rainure des plaques qui coulissent sur le rail central.

Ainsi les étapes de mise en œuvre du dispositif commencent par une mise en place du dispositif de forage au niveau des galeries à creuser dans le conduit et mise en place et positionnement des têtes de forage 12a, 12b en bout de premiers tubes 13a, 13b assujettis sur les plaques mobiles 11a, 11b selon la figure 2.

Une fois le dispositif en place, on verrouille le bâti 15 dans le conduit selon la figure 3.

Ensuite, les têtes de coupe partie des têtes de forage sont mises en rotation et la poussée des têtes de forage 12a, 12b au travers des tubes 13a, 13b et des plaques mobiles 11a, 11b du groupe de poussée est réalisée comme représenté en figure 4;

Une fois les tubes enfoncés dans les galeries le groupe de poussée 10 est rétracté comme représenté en figure 5.

Lorsque le groupe de poussée est rétracté on ajoute de nouveaux tubes 13'a, 13'b entre les plaques de poussée et les tubes 13a, 13b précédemment enfoncés dans les galeries comme représenté en figure 6.

Le forage se prolonge alors jusqu'à atteindre la longueur de galeries voulue par réitérations des étapes de mise en rotation des têtes de coupe des têtes de forage 12a, 12b, poussée des têtes de forage 12a, 12b au travers des tubes 13a, 13b et des plaques mobiles 11a, 11b par le groupe de poussée, rétractation du
5 groupe de poussée une fois les tubes enfoncés dans les galeries et ajout de nouveaux tubes.

Des différences d'efforts de forage entre les côtés du dispositif sont compensés en temps réel par renvoi desdites différences d'efforts sur le génie civil du conduit central et/ou une adaptation différentielle des vitesses de rotation des
10 têtes de coupe au niveau des têtes de forage.

Les efforts de poussée résiduels sont par exemple repris au niveau du radier de la galerie par l'intermédiaire des verrous rétractables 17 qui forment des ancrages dans le radier formant le sol du conduit.

Le dispositif de centrage peut aussi s'appuyer sur les parois du conduit, les efforts sont alors repris au niveau des parois à l'aide de pièces d'appui de grandes dimensions.
15

De cette façon, en renvoyant sur le génie civil les différences d'efforts des deux parties de forage du dispositif de forage un dispositif de centrage du groupe de poussée est réalisé.

Pour pallier à des efforts de forage différents au niveau des deux têtes de coupe, ce qui conduit à avoir des vitesses de pénétration différente dans les parois à forer, une autre solution est de réaliser un asservissement adapté à maintenir le centrage du groupe de poussée entre les deux galeries.
20

L'asservissement peut notamment piloter les têtes de coupe pour égaliser les vitesses de pénétrations des deux côtés du dispositif de forage.
25

Il est notamment possible de ralentir la tête de coupe progressant la plus vite.

De même lorsque les efforts pour introduire les tubes sont différents des deux côtés, un ralentissement de la tête de coupe du côté où les tubes s'enfoncent le plus facilement permet de conserver le centrage du groupe de poussée.
30

Ainsi des différences d'efforts de forage entre les côtés du dispositif sont compensés en temps réel par renvoi desdites différences d'efforts sur le génie civil

du conduit central et/ou une adaptation différentielle des vitesses de rotation des têtes de coupe.

Une fois le forage terminé, le bâti est déverrouillé du conduit et le dispositif est déplacé vers le prochain site de forage, les têtes de forage étant par contre

5 abandonnées au fond des galeries.

Pour faciliter son déplacement, le bâti du tunnelier est par exemple pourvu de roues 19 permettant de le faire rouler vers une autre site de forage.

Le dispositif de l'invention est particulièrement adapté à la réalisation de tunnels de diamètre jusqu'à au moins 700mm de diamètre en fonction des efforts

10 nécessaires pour pousser les tubes dans les galeries.

L'invention trouve particulièrement des applications dans les domaines des percements de micro ou mini tunnels, pour la pose de canalisations et est particulièrement adapté à des applications de stockage souterrain en galeries à l'horizontale à partir d'un conduit central, le dispositif étant déplacé de place en

15 place le long du conduit.

REVENDEICATIONS

1 - Dispositif de forage de deux galeries en vis à vis et s'étendant de part et d'autre d'un conduit (5), caractérisé en ce qu'il comporte un groupe de poussée (10) pourvu de deux plaques mobiles (11a, 11b) de poussée axiale à partir d'un premier et d'un second côté du groupe de poussée, un bâti (15) support du groupe de poussée, deux têtes de forage (12a, 12b) et des tubes (13a, 13b) coulissants de soutènement se positionnant entre les plaques mobiles (11a, 11b) de poussée du groupe de poussée et les têtes de forage (12a, 12b).

2 - Dispositif de forage de deux galeries en vis à vis selon la revendication 1 pour lequel le groupe de poussée comporte un ou plusieurs vérins (14) configurés pour pousser sur les plaques mobiles et les écarter.

3 - Dispositif de forage de deux galeries en vis à vis selon la revendication 1 ou 2 pour lequel le bâti support est muni d'un dispositif (16) de guidage des plaques mobiles.

4 - Dispositif de forage de deux galeries en vis à vis selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (17) de verrouillage du bâti dans le conduit central entre les deux galeries à forer.

5 - Dispositif de forage de deux galeries en vis à vis selon la revendication 4 pour lequel les moyens de verrouillage (17) comportent soit des verrous rétractables reprenant les efforts de poussée résiduels au niveau d'un radier (18) du conduit par l'intermédiaire soit des pièces d'appui reprenant les efforts résiduels au niveau des parois du conduit.

6 - Procédé de forage de galeries à partir d'un conduit à l'aide d'un micro tunnelier et au moyen d'un dispositif de forage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce qu'il comporte un étape de creusement simultané de deux galeries de même direction et de sens opposé tout en équilibrant les efforts de poussée du micro-tunnelier de chaque côté en sorte de limiter les efforts au niveau du conduit à la différence des efforts de poussée de chaque côté.

- 5 7 - Procédé de forage de galeries selon la revendication 6 caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de:
- mise en place du dispositif de forage au niveau des galeries à creuser dans le conduit;
 - verrouillage du bâti (15) dans le conduit;
 - 10 - mise en place et positionnement des têtes de forage (12a, 12b) en bout de premiers tubes (13a, 13b) assujettis sur les plaques mobiles (11a, 11b);
 - mise en rotation de têtes de coupe partie des têtes de forage et poussée des têtes de forage (12a, 12b) au travers des tubes (13a, 13b) et des plaques mobiles (11a, 11b) du groupe de poussée (10);
 - 15 - rétractation du groupe de poussée (10) une fois les tubes enfoncés dans les galeries.
- 8 - Procédé de forage de galeries selon la revendication 7 pour lequel le forage se prolonge jusqu'à atteindre la longueur de galeries voulue par répétitions des étapes
- 20 - de mise en rotation des têtes de coupe des têtes de forage (12a, 12b) et poussée des têtes de forage (12a, 12b) au travers des tubes (13a, 13b) et des plaques mobiles (11a, 11b) par le groupe de poussée et
 - de rétractation du groupe de poussée une fois les tubes enfoncés dans les galeries,
 - 25 avec, entre ces étapes, un ajout de nouveaux tubes (13'a, 13'b) entre les plaques de poussée et les tubes (13a, 13b) précédemment enfoncés dans les galeries.
- 9 - Procédé de forage de galeries selon la revendications 7 ou 8 pour lequel des différences d'efforts de forage entre les côtés du dispositif sont
- 30 compensés en temps réel par renvoi desdites différences d'efforts sur le génie civil du conduit central et/ou une adaptation différentielle des vitesses de rotation des têtes de coupe au niveau des têtes de forage.

10 - Procédé de forage de galeries selon la revendication 7, 8 ou 9 pour lequel l'opération se termine par le déverrouillage du bâti dans le conduit et le déplacement du dispositif vers le prochain site de forage.

Fig.1
ART ANTERIEUR

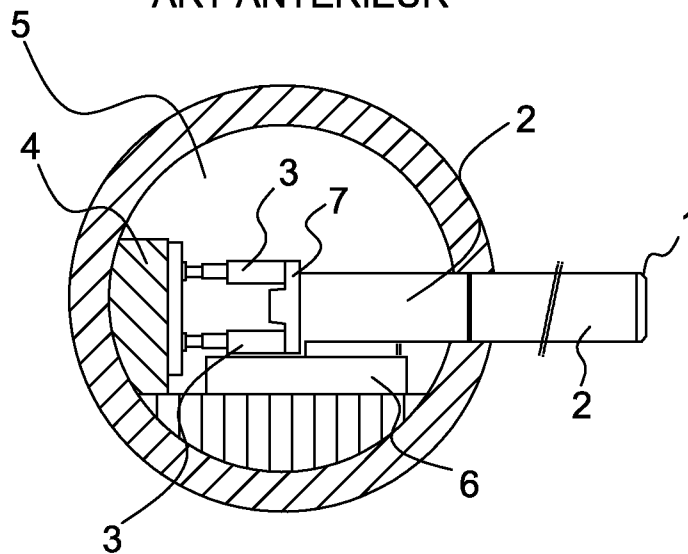


Fig.2

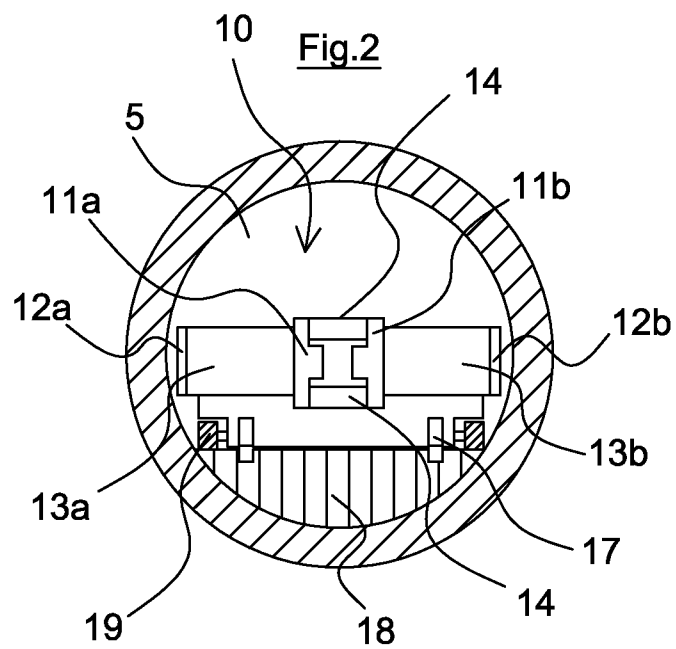


Fig.3

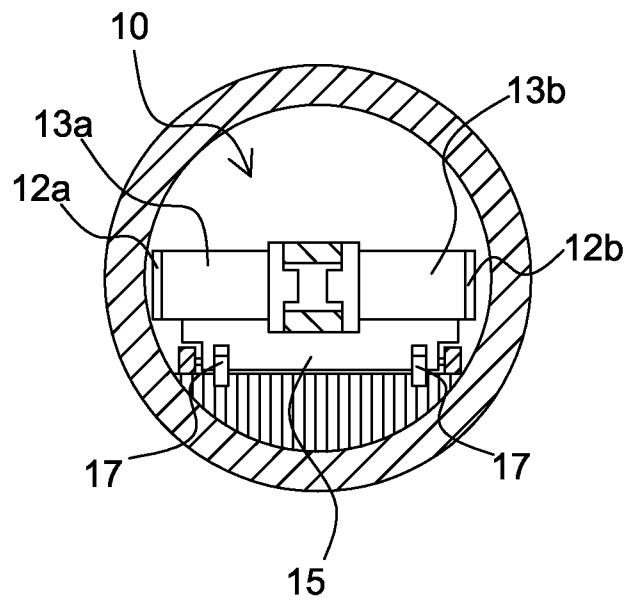


Fig.4

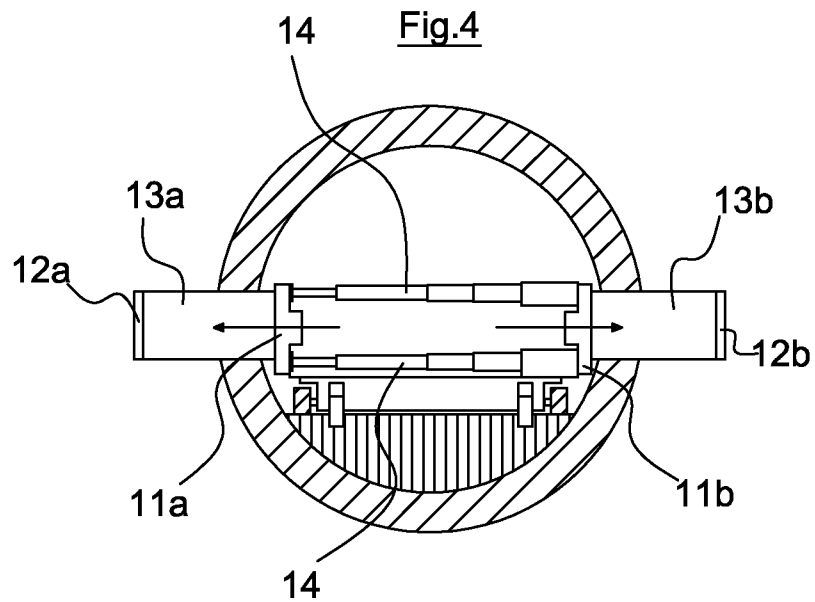


Fig.5

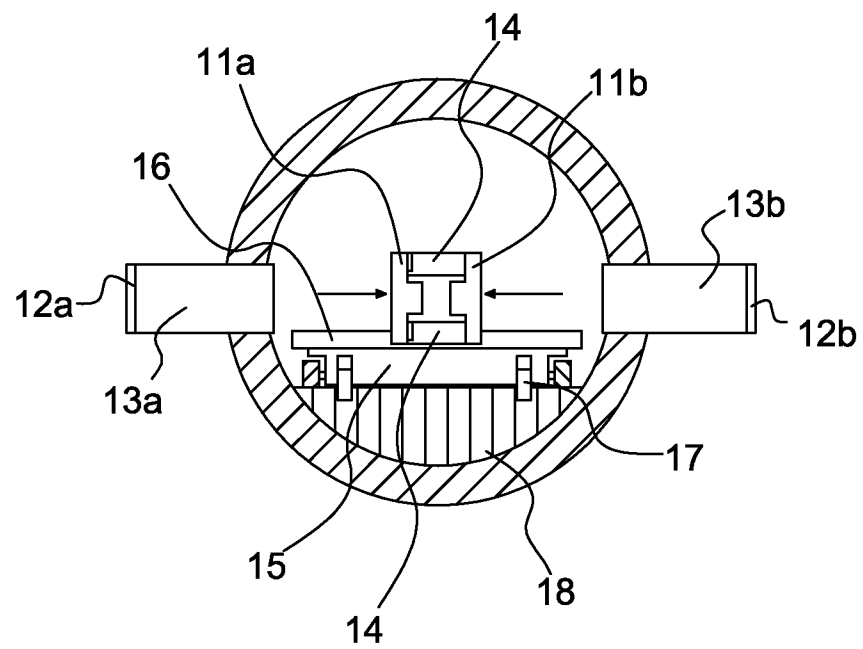


Fig.6

