

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : 2 983 292
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 11 60854

⑤1 Int Cl⁸ : G 01 C 15/00 (2013.01), G 02 B 27/10, E 21 D 9/00

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 28.11.11.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.05.13 Bulletin 13/22.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS
Société anonyme — FR.

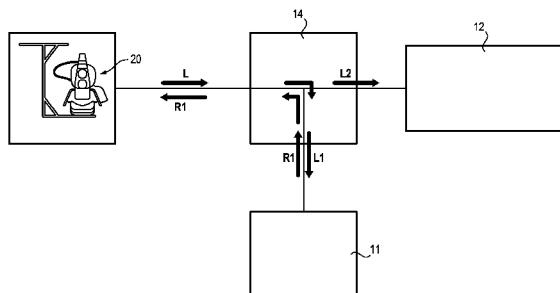
⑦2 Inventeur(s) : MOULIN PIERRE.

⑦3 Titulaire(s) : BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS
Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET REGIMBEAU Société civile.

⑤4 MIRE DE GUIDAGE D'UN TUNNELIER.

⑤7 La présente invention concerne une mire (10) pour le guidage d'un tunnelier (1), comprenant un prisme (11) réfléchissant de forme connue et un capteur angulaire (12), ladite mire étant caractérisée en ce qu'elle comprend un organe séparateur de faisceau optique (14) agencé de sorte à séparer un faisceau incident entre un premier faisceau (L1) dirigé vers le prisme (11) et un second faisceau (L2) dirigé vers le capteur angulaire (12) et à renvoyer le faisceau (R1) réfléchi par le prisme (11) parallèlement au faisceau incident.



FR 2 983 292 - A1



MIRE DE GUIDAGE D'UN TUNNELIER

DOMAINE DE L'INVENTION

5 La présente invention concerne une mire pour le guidage d'un tunnelier et un dispositif de guidage d'un tunnelier incorporant une telle mire.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

10 Le guidage d'un tunnelier nécessite une connaissance précise, en temps réel, de la position du tunnelier par rapport au tracé théorique du tunnel, en vue de respecter au mieux le tracé prévu dudit tunnel.

Le perçage du tunnel est mis en œuvre en mettant en place au fur et à mesure des anneaux de béton qui constituent des tranches élémentaires du revêtement du tunnel.

15 Pour guider le tunnelier, il est connu, comme illustré à la figure 1, de mettre en place une station totale 20 sur l'anneau 2 à l'extrémité duquel agit le tunnelier 1.

L'anneau 2 supporte des vérins de poussée 3 assurant l'avancement du tunnelier 1.

La station totale 20 est fixe par rapport à l'anneau 2 et ses coordonnées dans l'espace sont connues.

20 La station totale 20 est un théodolite apte à mesurer des distances. Elle comprend une lunette montée à la fois sur un axe horizontal et sur un axe vertical.

Le tunnelier 1 est quant à lui équipé d'une mire 10 qui est visée par la station totale pour déterminer les coordonnées du tunnelier.

25 Pour connaître complètement la position du tunnelier, il est nécessaire de déterminer non seulement les coordonnées dans l'espace de la mire 10 mais aussi les angles de tangage, de lacet et de roulis du tunnelier.

A cet effet, la mire 10 comprend un prisme 11 dont la forme est connue, ainsi qu'un capteur angulaire 12, qui est agencé ici au-dessus du prisme 11 le long d'un axe vertical.

La station totale est équipée d'un premier laser de visée qui vise le prisme 11 (premier faisceau L1).

30 La visée effectuée par ce premier laser permet de déterminer les coordonnées du centre du prisme.

Pour mesurer les angles de tangage et de lacet, la station totale 20 est équipée d'un second laser, déporté par rapport au premier, qui émet un second faisceau L2 parallèle au premier faisceau L1 et qui vise le capteur angulaire 12.

Enfin, pour mesurer l'angle de roulis du tunnelier, un capteur d'angle de roulis 13 est agencé sur le tunnelier 1.

Cependant, un inconvénient de ce système est qu'il nécessite d'installer sur la station totale un laser déporté par rapport au laser de visée qui équipe de manière standard la station totale.

Outre le coût de ce laser déporté, sa mise en place nécessite de modifier structurellement la station totale telle que disponible sur le marché.

Elle nécessite notamment, de la part de l'utilisateur du tunnelier, une intervention pour fixer le laser déporté, ainsi que des réglages et des vérifications régulières de l'alignement du second faisceau par rapport au premier faisceau.

Par ailleurs, l'installation du laser déporté suppose l'emploi de câbles d'alimentation.

Or, la station totale est périodiquement contrôlée au moyen d'un double retournement : après une première visée qui permet de mesurer la position de la mire, on procède à un double retournement (c'est-à-dire à 180° selon l'axe vertical et selon l'axe horizontal) de la station totale et l'on procède à une seconde visée, afin de vérifier si la position de la mire mesurée avec cette seconde visée est identique à la première mesure.

Les câbles ajoutés pour l'installation du laser déporté entravent donc ce double retournement.

Pour éviter l'installation d'un laser déporté sur la station totale, il a été proposé d'utiliser un laser coaxial qui vise une mire dans laquelle le prisme et le capteur angulaire sont alignés dans deux plans parallèles sur l'axe du faisceau laser.

Dans ce cas, il est nécessaire d'employer un laser de forte puissance pour traverser le premier plan (du prisme), qui est translucide, et atteindre le second plan (du capteur).

Cependant, un tel laser est plus onéreux et son utilisation est plus risquée du fait de sa forte puissance.

Il pourrait être envisagé également d'équiper la mire de plusieurs prismes et de viser lesdits prismes successivement au moyen d'un unique laser.

Cependant, en raison des importantes vibrations qui se produisent lors du fonctionnement du tunnelier, l'information déduite des mesures effectuées sur les différents prismes serait, en raison du décalage temporel entre ces mesures, imprécise.

Il existe donc un besoin de concevoir un dispositif de guidage d'un tunnelier qui permette de s'affranchir des inconvénients des systèmes précités.

Notamment, ce dispositif de guidage devrait être conçu de sorte à permettre, en une seule visée, de connaître de manière précise la position du tunnelier, sans imposer de modification structurelle de la station totale telle que disponible sur le marché.

Ce dispositif de guidage devrait également permettre d'utiliser un laser de visée de faible puissance.

Enfin, ce dispositif de guidage devrait être robuste et moins onéreux que les dispositifs existants.

5

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

Conformément à l'invention, il est proposé une mire pour le guidage d'un tunnelier, comprenant un prisme réfléchissant de forme connue et un capteur angulaire, ladite mire étant caractérisée en ce qu'elle comprend un organe séparateur de faisceau optique agencé de sorte à séparer un faisceau incident entre un premier faisceau dirigé vers le prisme et un second faisceau dirigé vers le capteur angulaire et à renvoyer le faisceau réfléchi par le prisme parallèlement au faisceau incident.

Une telle mire permet, grâce à une unique visée d'un laser, d'obtenir les informations nécessaires pour connaître à la fois la position et les angles de lacet et de tangage du tunnelier.

15

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'organe séparateur de faisceau est une lame séparatrice.

De manière alternative, l'organe séparateur de faisceau est un prisme adapté pour séparer un faisceau incident en deux faisceaux symétriques.

Un autre objet de l'invention concerne un dispositif de guidage d'un tunnelier, comprenant une station totale comprenant un laser de suivi et/ou un laser de mesure de distance et une mire telle que décrite ci-dessus.

20

De manière particulièrement avantageuse, ledit laser présente une faible puissance, c'est-à-dire une puissance inférieure ou égale à celle d'un laser de classe 2, sans danger pour l'œil humain.

25

Par ailleurs, le dispositif peut comprendre en outre un capteur pour mesurer l'angle de roulis du tunnelier.

L'invention concerne également un tunnelier équipé d'une mire telle que décrite ci-dessus.

L'invention concerne également un procédé de guidage d'un tunnelier comprenant les étapes suivantes :

30

- installation d'une station totale sur un anneau du tunnel, dans une position connue,
- installation sur le tunnelier d'une mire telle que décrite ci-dessus, de sorte que la mire puisse être visée par un laser équipant la station totale,

- envoi d'un faisceau lumineux par le laser de la station totale, ledit faisceau venant frapper l'organe séparateur de faisceau de la mire,
- à partir du faisceau réfléchi par le prisme et de la mesure réalisée par le capteur angulaire, calcul des coordonnées du tunnelier et de l'angle de lacet du tunnelier.

5 Dans ledit procédé, on mesure de préférence l'angle de roulis du tunnelier au moyen d'un capteur d'angle de roulis.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description
10 détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une illustration d'un dispositif de guidage connu,
- la figure 2 est une illustration schématique d'un mode de réalisation de la mire selon l'invention,
- la figure 3 est une illustration d'un dispositif de guidage selon un mode de
15 réalisation de l'invention.

Il est précisé que, pour faciliter la visualisation des différents éléments, les figures ne sont pas représentatives des échelles respectives du tunnelier, de la station totale et de la mire.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

On décrira, dans cet exemple non limitatif, un mode de réalisation d'une mire selon l'invention et un dispositif de guidage comprenant ladite mire.

En référence à la figure 2, la mire 10 comprend un prisme 11 dont la forme est connue.

Ainsi, la réflexion d'un faisceau optique sur le prisme 11 permet de déterminer les
25 coordonnées dans l'espace du centre du prisme.

La mire comprend également un capteur angulaire 12.

Le capteur 12 est propre à mesurer l'angle d'incidence d'un faisceau lumineux qui est émis dans sa direction.

La mire comprend également un organe séparateur de faisceau optique 14.

30 L'organe séparateur de faisceau 14 est agencé de sorte à recevoir le faisceau émis par le laser de visée de la station totale et à le séparer en un premier faisceau visant le prisme 11 et un second faisceau visant le capteur angulaire 12 et à renvoyer le faisceau réfléchi par le prisme 11 parallèlement au faisceau incident.

L'organe séparateur de faisceau 14 peut être par exemple une lame séparatrice.

Dans ce cas, la lame séparatrice est orientée selon un angle de sensiblement 45° par rapport à l'orientation du faisceau incident.

De manière alternative, l'organe séparateur de faisceau peut être un prisme agencé de sorte à séparer le faisceau incident en deux faisceaux sensiblement symétriques.

5 Le schéma de la figure 2 est purement illustratif et il va de soi que l'on pourra faire varier, indépendamment l'une de l'autre, les distances du capteur angulaire 12 et du prisme 11 par rapport à l'organe séparateur 14, et/ou inverser les emplacements du capteur 12 et du prisme 11, sans pour autant sortir de la portée de la présente invention.

Grâce à l'organe séparateur de faisceau, il est possible, au moyen d'un seul faisceau
10 laser de faible puissance, d'impacter le prisme 11 et le capteur angulaire 12.

L'organe séparateur de faisceau est en outre agencé de sorte à transmettre le faisceau réfléchi par le prisme 11 dans une direction parallèle à la direction du faisceau incident, de manière que le faisceau réfléchi soit reçu par la station totale et qu'un traitement permette d'en déduire la position du prisme et donc celle du tunnelier.

15 Le dispositif de guidage du tunnelier utilisant ladite mire 10 est schématisé à la figure 3.

La mire 10 décrite ci-dessus est agencée sur le tunnelier 1.

La mise en place de la mire 10 est réalisée de préférence par bridage et boulonnage sur le corps du tunnelier, qui est l'élément dont on souhaite connaître en temps réel la position et les angles.

20 La mire 10 est positionnée dans une fenêtre laser, c'est-à-dire un volume courant sur toute la longueur du train suiveur du tunnelier, dans l'axe de la station totale, à l'intérieur duquel sont susceptibles de circuler des faisceaux laser ; la fenêtre laser correspond donc à un volume dans lequel tout équipement est exclu.

Pour déterminer l'angle de roulis, le tunnelier 1 est également équipé d'un capteur
25 d'angle de roulis 13, qui est connu en lui-même.

Ledit capteur 13 peut consister par exemple en un inclinomètre.

Eventuellement, l'angle de tangage peut être mesuré par un autre moyen que la mire et la station totale, par exemple par un inclinomètre.

La station totale 20 est placée à un emplacement fixe connu sur l'anneau 2.

30 La station totale 20 est équipée de manière classique d'un laser qui vise la mire 10.

Ledit laser peut être un laser de suivi (ou « tracking » selon la terminologie anglo-saxonne) ou de mesure de distance.

Eventuellement, la station totale peut être équipée à la fois d'un laser de suivi et d'un laser de mesure de distance.

De manière alternative, la station totale peut comprendre un unique laser remplissant à la fois la fonction de suivi et de mesure de distance.

On peut employer pour la mise en œuvre du guidage toute station totale du marché, sans qu'il soit nécessaire de modifier sa structure ou d'y ajouter un nouveau laser.

5 Le laser de suivi ou de mesure de distance de la station totale 20 émet un faisceau L en direction de la mire 10.

Ledit faisceau L est séparé par l'organe séparateur 14 en un faisceau L1 dirigé vers le prisme 11 et un faisceau L2 dirigé vers le capteur angulaire 12.

10 Le prisme réfléchit le faisceau incident qui est renvoyé, par l'intermédiaire de l'organe séparateur 14, vers la station totale (faisceau R1).

Une adaptation du calculateur de la station totale est réalisée pour tenir compte du déphasage lors du passage du faisceau incident et du faisceau réfléchi à travers l'organe séparateur de faisceau.

15 La station totale peut alors assurer le suivi du prisme, la mesure de la distance et la détermination des coordonnées de celui-ci comme si la station totale effectuait une visée directe sur le prisme.

Une unique visée permet donc de connaître la position et l'orientation du tunnelier.

20 Grâce à la mire, on peut employer une station totale du marché sans la modifier structurellement et, par une unique visée, connaître la position et l'orientation du tunnelier (en lacet et, le cas échéant en tangage).

La mise en œuvre du dispositif de guidage est donc notablement simplifiée par rapport à celle des dispositifs de l'état de la technique.

En particulier, la vérification de la station totale au moyen d'un double retournement est aisément réalisable.

25 Par ailleurs, le dispositif de guidage est également moins onéreux puisque l'on utilise un unique laser de faible puissance.

Les coordonnées de la mire et les angles de tangage, de lacet et de roulis sont transmis à un calculateur qui les traite pour en déduire, par exemple, une déviation par rapport à une position et une orientation théoriques du tunnelier.

30 Le cas échéant, on peut corriger la déviation pour se rapprocher du tracé théorique du tunnel en modifiant la consigne d'actionnement du tunnelier.

Enfin, il va de soi que les exemples que l'on vient de donner ne sont que des illustrations particulières en aucun cas limitatives quant aux domaines d'application de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Mire (10) pour le guidage d'un tunnelier (1), comprenant un prisme (11) réfléchissant de forme connue et un capteur angulaire (12), caractérisée en ce qu'elle comprend un organe séparateur de faisceau optique (14) agencé de sorte à séparer un faisceau incident entre un premier faisceau (L1) dirigé vers le prisme (11) et un second faisceau (L2) dirigé vers le capteur angulaire (12) et à renvoyer le faisceau (R1) réfléchi par le prisme (11) parallèlement au faisceau incident.
2. Mire selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'organe séparateur de faisceau est une lame séparatrice.
3. Mire selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'organe séparateur de faisceau est un prisme adapté pour séparer un faisceau incident en deux faisceaux symétriques.
4. Dispositif de guidage d'un tunnelier, comprenant :
- une station totale comprenant un laser de suivi et/ou un laser de mesure de distance, et
 - une mire selon l'une des revendications 1 à 3.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le laser de de suivi et/ou de mesure de distance de la station totale présente une puissance inférieure ou égale à la puissance d'un laser de classe 2.
6. Dispositif selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un capteur (13) pour mesurer l'angle de roulis du tunnelier (1).
7. Tunnelier équipé d'une mire (10) selon l'une des revendications 1 à 3.
8. Procédé de guidage d'un tunnelier, comprenant les étapes de :
- installation d'une station totale (20) sur un anneau (2) du tunnel, dans une position connue,
 - installation sur le tunnelier (1) d'une mire (10) selon l'une des revendications 1 à 3, de sorte que la mire (10) puisse être visée par un laser équipant la station totale (20),

8

- envoi d'un faisceau lumineux (L) par le laser de la station totale, ledit faisceau venant frapper l'organe séparateur de faisceau (14) de la mire,

- à partir du faisceau (R1) réfléchi par le prisme (11) et de la mesure réalisée par le capteur angulaire (12), calcul des coordonnées du tunnelier et de l'angle de lacet du tunnelier.

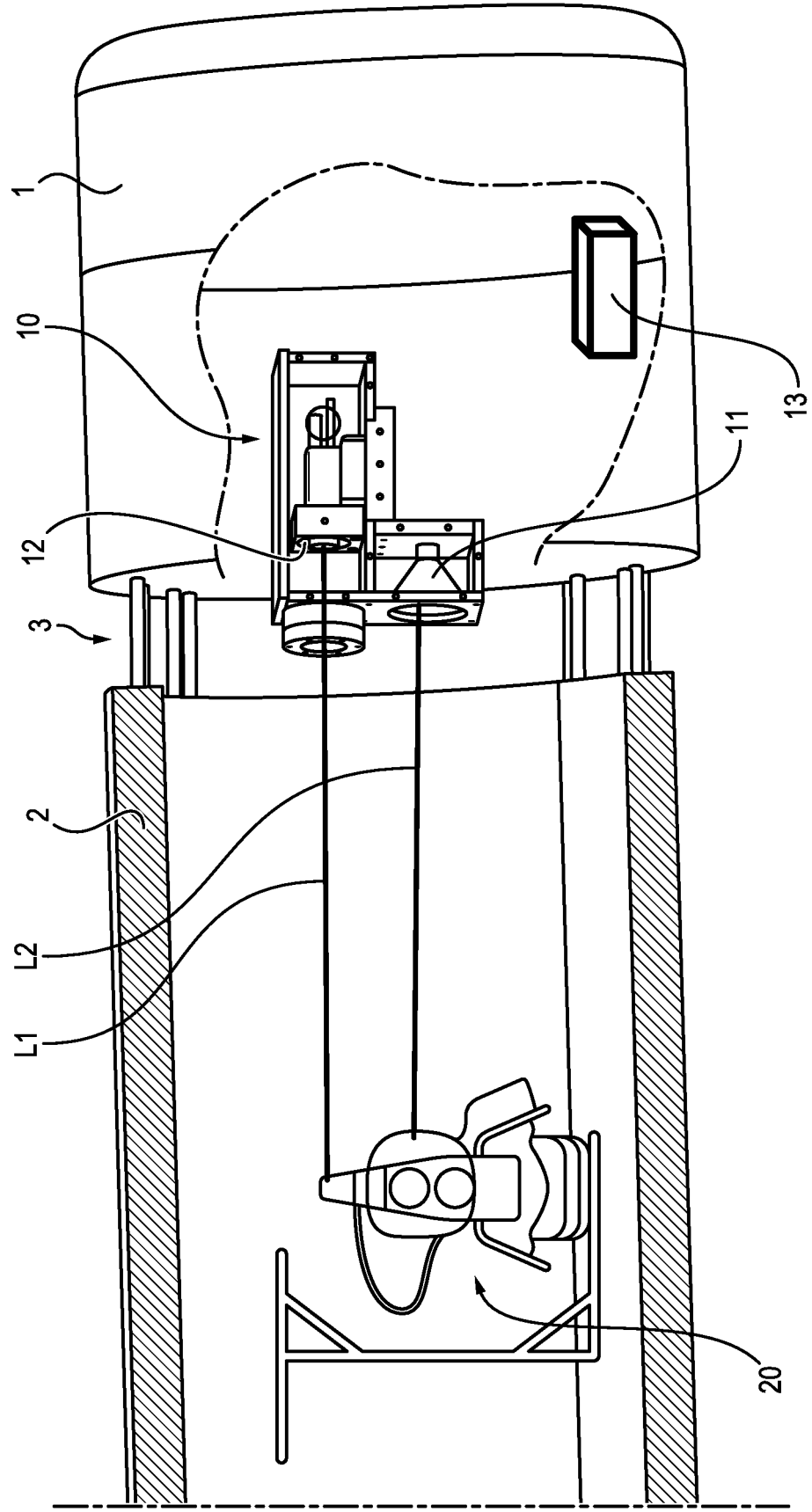
5

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on mesure l'angle de roulis du tunnelier au moyen d'un capteur d'angle de roulis (13).

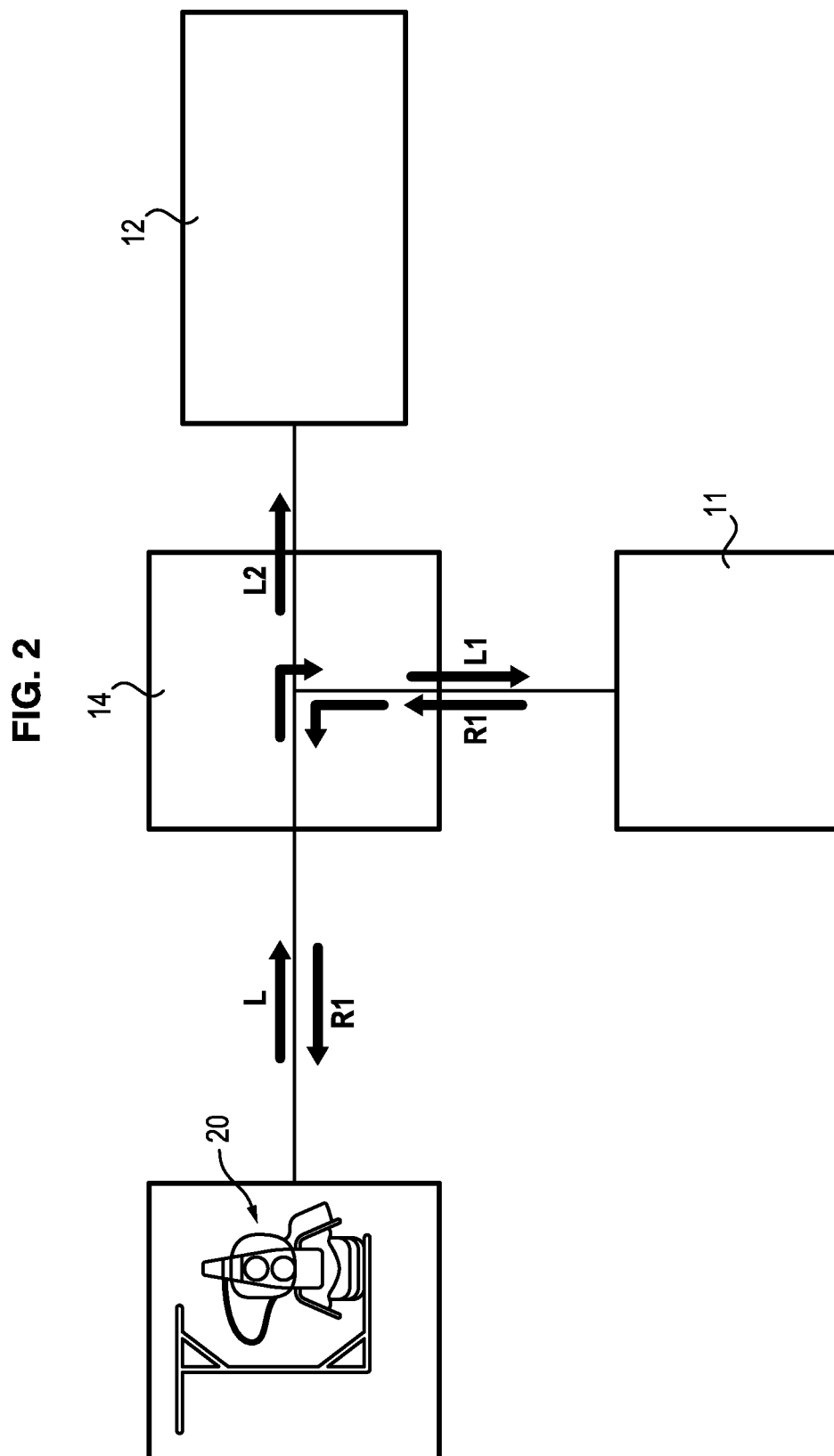
10

1/3

FIG. 1

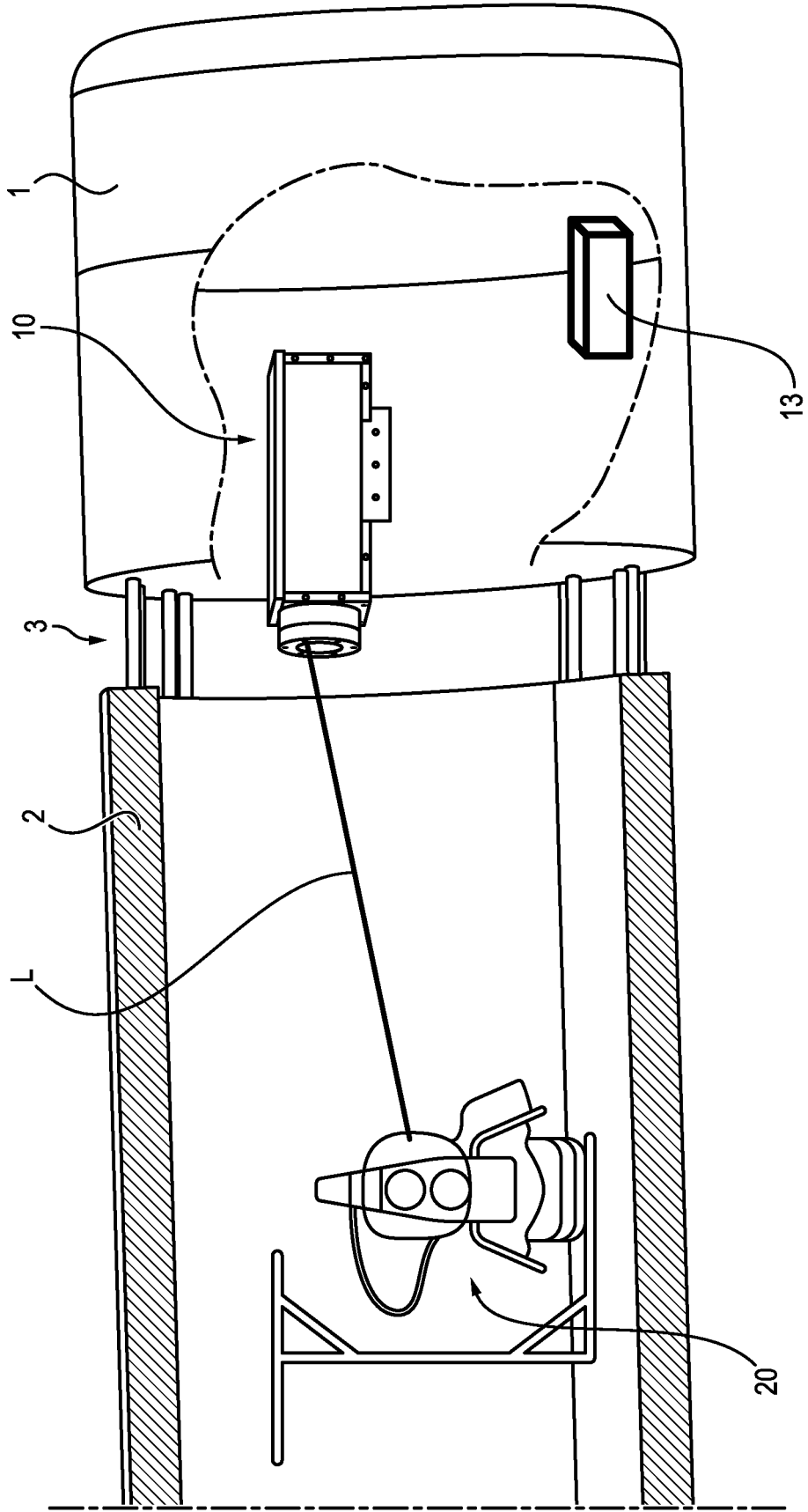


2/3



3/3

FIG. 3





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 757282
FR 1160854

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 710 602 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG [CH]) 11 octobre 2006 (2006-10-11) * abrégé * * alinéa [0017] - alinéa [0021] * -----	1-9	G01C15/00 G02B27/10 E21D9/00
A	GB 2 143 396 A (MAC CO LTD) 6 février 1985 (1985-02-06) * page 2, ligne 1 - page 4, ligne 55 * -----	1-9	
A	FR 2 741 149 A1 (SOL COMP DU [FR]) 16 mai 1997 (1997-05-16) * le document en entier * -----	1-9	
A	EP 1 703 300 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG [CH]) 20 septembre 2006 (2006-09-20) * alinéa [0013] - alinéa [0022] * * alinéa [0033] - alinéa [0041] * -----	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01C E21D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 juillet 2012		Neering, Jan Julius	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1160854 FA 757282**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **19-07-2012**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1710602	A1	11-10-2006	EP 1710602 A1	11-10-2006
			JP 2006276012 A	12-10-2006
			US 2006222314 A1	05-10-2006

GB 2143396	A	06-02-1985	GB 2143396 A	06-02-1985
			US 4671654 A	09-06-1987

FR 2741149	A1	16-05-1997	AUCUN	

EP 1703300	A1	20-09-2006	AU 2006224653 A1	21-09-2006
			CA 2602332 A1	21-09-2006
			CN 101142496 A	12-03-2008
			EP 1703300 A1	20-09-2006
			EP 1859298 A1	28-11-2007
			JP 2008533479 A	21-08-2008
			US 2009231582 A1	17-09-2009
			WO 2006097408 A1	21-09-2006
