



(43) Date de la publication internationale
27 septembre 2012 (27.09.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/127040 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B23K 26/38 (2006.01) *B23K 26/04* (2006.01)
B23K 26/03 (2006.01) *B23K 26/06* (2006.01)
G02B 15/177 (2006.01) *G02B 7/10* (2006.01)
G02B 27/09 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2012/055234

(22) Date de dépôt international :
23 mars 2012 (23.03.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1100886 24 mars 2011 (24.03.2011) FR

(71) Déposants (*pour tous les États désignés sauf US*) :
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE [FR/FR]; 3, rue Michel Ange, F-75016 Paris (FR). **ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARTS ET METIERS** [FR/FR]; 151 boulevard de l'hôpital, F-75013 Paris (FR). **LASER METROLOGIE** [FR/FR]; ZA des Romains, 11 route de la Salle, F-74960 Cran-gevrier (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **BERTHE, Laurent** [FR/FR]; 16 rue Georges Lafenestre, F-92340 Bourg La Reine (FR). **SCHNEIDER, Matthieu** [FR/FR]; 47 boulevard St Germain, F-75005 Paris (FR). **SOSCIA, Marco** [FR/FR]; 1431 route d'Annecy, F-74933 Poisy (FR).

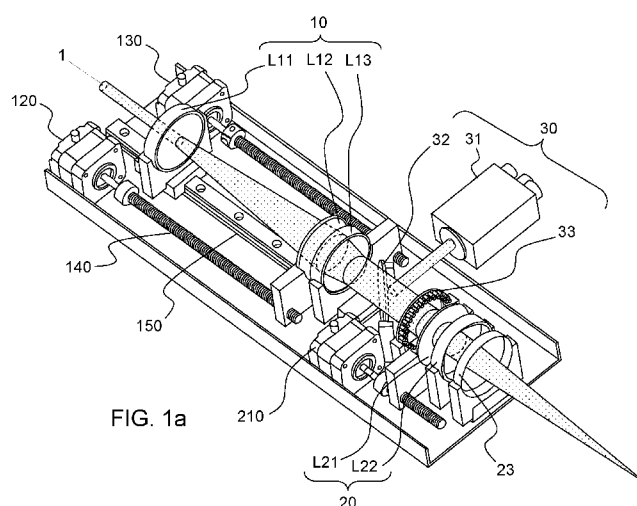
(74) Mandataires : **HENRIOT, Marie-Pierre** et al.; Marks & Clerk France, Conseils en Propriété Industrielle, Immeuble Visium, 22 avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(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, 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, KM, 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, 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.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ADAPTIVE DIGITAL DEVICE FOR FOCUSING A LASER BEAM

(54) Titre : DISPOSITIF NUMERIQUE ET ADAPTATIF DE FOCALISATION D'UN FAISCEAU LASER



(57) Abstract : The invention relates to a device for focusing a laser beam into a focal spot of diameter Φ , said device comprising the following elements along the optical path thereof, namely: a first group (10) of at least three telescope-type lenses (L11, L12, L13), and a first drive device (120, 130) which can move at least two lenses (L12, L13) of the first group in translation along the optical path in order to vary the magnification of the laser beam output from this first group. The device also comprises: a second group (20) of variable focal length, comprising at least two lenses (L21, L22) some distance apart; a second drive device (210) which can move at least one lens (L21) of the second group in translation along the optical path such as to vary the focal length of this second group; and an electronic control unit (40) responsible for controlling each drive device and for synchronization, said unit being connected to a software interface (50) for driving same in such a way as to vary the diameter of the laser beam output from the first group and therefore the diameter Φ of the focal spot and/or the distance from the focusing plane.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2012/127040 A1



(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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

L'invention concerne un dispositif de focalisation d'un faisceau laser en une tache focale de diamètre Φ , qui comprend sur son trajet optique : - un premier groupe (10) d'au moins trois lentilles (L11, L12, L13), de type télescope et - un premier équipement de motorisation (120, 130) apte à translater sur le trajet optique au moins deux lentilles (L12, L13) du premier groupe pour faire varier le grossissement du faisceau laser en sortie de ce premier groupe. Il comporte : - un deuxième groupe (20) de focale variable comportant au moins deux lentilles (L21, L22) distantes entre elles, - un deuxième équipement de motorisation (210) apte à translater sur le trajet optique au moins une lentille (L21) du deuxième groupe de manière à faire varier la focale de ce deuxième groupe, - une commande électronique (40) de chaque équipement de motorisation et de synchronisation reliée à - une interface logicielle (50) de pilotage de la commande électronique de manière à faire varier le diamètre du faisceau laser en sortie du premier groupe et donc le diamètre Φ de la tache focale et/ou la distance du plan de focalisation.

DISPOSITIF NUMERIQUE ET ADAPTATIF DE FOCALISATION D'UN FAISCEAU LASER

Le domaine de l'invention est celui des dispositifs de focalisation d'un faisceau laser continu ou pulsé, également désignés : « têtes de focalisation ».

5 Ces dispositifs sont utilisés dans tous les secteurs d'activités : industriel, médical, agroalimentaire, etc...et concernent toutes les applications de traitement par laser, parmi lesquelles on peut citer :

- le perçage (percussion, trépanation),
- le soudage,
- 10 - la découpe,
- le rechargement,
- le frittage,
- le choc laser (mise sous contraintes des surfaces, endommagement des matériaux, test d'adhérence, etc..),
- 15 - le traitement de surface (décapage, refusion, etc...),
- la gravure en surface et dans la matière,
- etc...

Dans le domaine de l'industrie aéronautique, le laser intervient
20 notamment pour le perçage des systèmes de refroidissement des moteurs. Les moteurs d'avions ou d'hélicoptères doivent supporter des températures de plus en plus élevées pouvant atteindre la température de fusion des alliages utilisés. Pour refroidir les composants de ces moteurs on perce des trous à travers lesquels circule un flux d'air froid isolant. Pour les plus grandes pièces comme
25 les chambres à combustion, le nombre de perçages peut atteindre plusieurs dizaines de milliers. Ces composants de moteur à forte valeur ajoutée sont généralement constitués de matériaux à géométrie complexe revêtue ou non d'une barrière thermique. Les perçages laser sont réalisés avec précision dans la position et avec une orientation variant de 15 à 90 degrés par rapport à la
30 surface, et une morphologie (ou forme) spécifique (« Shape Hole ») de diamètre généralement variable en fonction de la profondeur. La maîtrise de ces perçages est l'une des clés de la performance et de la durée de vie de ces moteurs.

Pour réaliser ces trous, on focalise un laser impulsif avec des
35 durées d'impulsions de l'ordre de 1 ms, à des cadences pouvant atteindre

jusqu'à 100 Hz. Pour respecter la morphologie requise pour le trou, il est nécessaire d'adapter les paramètres spatiaux du faisceau laser focalisé en fonction de la nature des matériaux à percer et de leur épaisseur. Il s'agit donc d'adapter le diamètre de la tache focale en fonction de la profondeur du trou pendant le perçage.

On rappelle que :

-la focale (F) d'une lentille désigne la distance qui sépare le plan de la lentille assimilée à une lentille mince, du plan de plus petit diamètre du faisceau où sont focalisés les rayons lumineux sur son axe optique,

-le diamètre du faisceau au point de focalisation d'une lentille, désigné par le diamètre de la tache focale (Φ) est proportionnel à la focale (F) de la lentille utilisée et inversement proportionnel au diamètre du faisceau incident sur cette lentille,

-la distance de travail (D) est la distance qui sépare la lentille de focalisation de la pièce : en pratique la distance de travail ne correspond pas forcément à la focale de la lentille,

-le terme « fonctionnement » se rapporte à l'irradiation laser continue ou impulsionnelle d'une ou plusieurs impulsions quelques soient leur nombre, leurs énergies, leurs durées et leurs profils temporels.

Pour assurer ces fonctions on utilise actuellement :

- une tête de focalisation à focale fixe F, déplacée en cours du procédé de perçage, et commandée par l'axe propre à la machine de perçage sur lequel cette tête est installée, ce qui permet de faire varier la distance de travail D entre la tête de focalisation et la surface de la pièce,

- et un télescope numérique en sortie de cavité laser, situé en amont de la tête de focalisation et réglé en dehors du procédé de perçage, qui permet de faire varier le diamètre du faisceau laser sur la lentille de focalisation et donc le diamètre de la tache focale (Φ).

Aucun de ces équipements ne permet de faire varier le diamètre de la tache focale (Φ) au cours du procédé de perçage : en particulier il faut interrompre le fonctionnement du procédé de perçage pour remplacer manuellement la lentille de focalisation, ce qui est fastidieux, et chronophage

pour l'ensemble des applications laser précédemment citées. Il en est de même pour le réglage du télescope en sortie de cavité laser.

5 Il demeure donc à ce jour un besoin pour un dispositif de focalisation d'un faisceau laser donnant satisfaction en termes d'adaptation du diamètre de la tache focale du faisceau laser en fonction de la profondeur et en cours de fonctionnement du procédé.

10 L'invention est basée sur le principe qui consiste à faire varier en cours de fonctionnement du procédé, les paramètres de focalisation d'un faisceau laser, de manière à contrôler le diamètre (Φ) de la tache focale en fonction de la profondeur suivant la trajectoire du faisceau.

L'invention a pour objet un dispositif de focalisation d'un faisceau laser dans un plan de focalisation en une tache focale de diamètre Φ , qui
15 comprend sur son trajet optique :

- un premier groupe d'au moins trois lentilles, de type télescope et
- un premier équipement de motorisation apte à traduire sur le trajet optique au moins deux lentilles du premier groupe pour faire varier le grossissement du faisceau laser en sortie de ce premier
20 groupe.

Il est principalement caractérisé en ce qu'il comporte :

- un deuxième groupe de focale variable comportant au moins deux lentilles distantes entre elles,
- un deuxième équipement de motorisation apte à traduire sur le
25 trajet optique au moins une lentille du deuxième groupe de manière à faire varier la focale de ce deuxième groupe,
- une commande électronique de chaque équipement de motorisation et de synchronisation, reliée à une interface logicielle de pilotage de la commande électronique de manière à faire varier
30 le diamètre du faisceau laser en sortie du premier groupe et/ou la distance du plan de focalisation.

On obtient ainsi un dispositif qui permet d'adapter le diamètre de la tache focale et/ou la distance du plan de focalisation, en modifiant la focale du deuxième groupe. Modifier la distance du plan de focalisation, permet aussi
35 d'adapter la distance de travail par rapport à la pièce. Et ceci est obtenu sans

translater le dispositif lui-même comme c'est le cas pour les dispositifs de l'état de l'art antérieur avec les axes de la machine.

5 Selon une caractéristique de l'invention, le deuxième équipement de motorisation comprend des moyens pour translater toutes les lentilles du deuxième groupe solidairement.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif comprend un système de visualisation équipé d'une unité de traitement des images acquises, couplée à l'interface logicielle de pilotage de la commande
10 électronique pour adapter le diamètre du faisceau laser en sortie du premier groupe et/ou la distance du plan de focalisation et/ou la focale du deuxième groupe en fonction des images traitées.

Le pilotage de l'interface logicielle peut être automatique ou semi-automatique ou manuel.
15

On obtient ainsi un dispositif de focalisation automatique et adaptatif qui répond bien au besoin de régler, adapter et asservir les paramètres d'un faisceau laser focalisé.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- les figures 1 représentent schématiquement un exemple de dispositif de focalisation numérique et adaptatif selon l'invention, avec un groupe de focalisation à focale variable comportant deux lentilles dont une motorisée, la
25 figure 1a représentant un exemple de configuration des éléments optiques assurant le grossissement et la focalisation, la figure 1b, le dispositif équipé de sa commande électronique, de son interface logicielle, et d'un système de visualisation,

30 - les figures 2 représentent schématiquement un exemple de dispositif de focalisation numérique et adaptatif selon l'invention, avec un groupe de focalisation à focale variable et/ou à distance de travail variable comportant deux lentilles motorisées, la figure 2a représentant un exemple de configuration des éléments optiques assurant le grossissement et la focalisation, la figure 2b, le
35 dispositif équipé de sa commande électronique, de son interface logicielle, et

d'un système de visualisation, la figure 2c étant une variante de la figure 2b avec une trajectoire de faisceau laser repliée.

D'une figure à l'autre, les mêmes éléments sont repérés par les mêmes références.

5

On décrit en relation avec les figures 1 à 2 un exemple de dispositif adaptatif de focalisation d'un faisceau laser entrant 1 selon l'invention. Il comporte :

10 - sur le trajet optique, un premier groupe de lentilles 10 avec au moins trois lentilles, ce groupe de type télescope assurant une fonction de grossissement du faisceau laser entrant 1 ; trois lentilles sont montrées sur la figure 1, une lentille L11 divergente, une lentille L12 convergente et une lentille L13 divergente ;

15 - associé à ce premier groupe « télescope » 10, un premier équipement de motorisation apte à translater sur l'axe optique au moins deux lentilles de ce premier groupe de manière à faire varier en sortie de ce premier groupe le grossissement du faisceau et donc le diamètre Φ de la tache focale en sortie du dispositif. Dans l'exemple des figures, il comprend un premier élément 120 de motorisation de la lentille L12, et un deuxième élément 130 de
20 motorisation de la lentille L13, la lentille L11 étant fixe ; ces éléments de motorisation sont typiquement des micromoteurs associés à des vis de transmissions à billes 140 et à des micro éléments de guidage tels que des rails 150, pour obtenir une translation précise des lentilles selon un pas de 1,25 μm par exemple ;

25 - sur le trajet optique, un deuxième groupe de lentilles 20 avec au moins deux lentilles L21, L22 distantes entre elles (comme on peut le voir sur les figures), ce deuxième groupe assurant une fonction de focalisation du faisceau laser grossi 1, à une distance focale F. Selon un exemple de réalisation montré figures 1, ce deuxième groupe de lentilles 20 à focale (F) variable comporte une
30 lentille convergente L21 et une lentille divergente L22, de préférence protégées de la pollution par une fenêtre 23 ;

- associé à ce deuxième groupe de focalisation 20, un deuxième équipement de motorisation 210, apte à translater sur le trajet optique indépendamment du dispositif, au moins une lentille de ce deuxième groupe de
35 manière à faire varier la focale (F) de ce deuxième groupe, selon éventuellement

une amplitude importante (de 50 mm à 300 mm par exemple comme on le verra dans un exemple plus loin), permettant ainsi de couvrir avec un seul dispositif l'ensemble des procédés laser : de la découpe laser avec des focales courtes de 50mm à 75mm, en passant par le micro soudage avec des focales autour de 150mm, le soudage par points ou par cordon et le perçage aéronautique avec des focales autour de 200mm jusqu'au raboutage de tôle avec des focales autour des 300mm.

Dans l'exemple de la figure 1a, il comprend un seul élément de motorisation 210 celui de la lentille L21 (du même type que les précédents), la lentille L22 étant fixe. Dans ce cas le déplacement de la lentille L21 permet de faire varier la focale (F) résultant de l'association des deux lentilles L21 et L22 de ce deuxième groupe. Selon une variante représentée figures 2, ce deuxième équipement de motorisation comprend deux éléments de motorisation 210, 220, celui de la lentille L21 et celui de la lentille L22, du même type que les précédents.

Ce deuxième équipement de motorisation est bien sûr relié à une commande électronique 40 décrite plus loin. Lorsque toutes les lentilles du deuxième groupe 20 sont motorisées, il est aussi possible de faire varier :

- la focale (F) du deuxième groupe (et donc la distance du plan de focalisation et la distance de travail) comme décrit ci-dessus ou
- la distance du plan de focalisation et donc la distance de travail (D), sans faire varier la focale (F), en translatant solidairement l'ensemble des lentilles de ce deuxième groupe 20.

Les commandes électroniques de chaque motorisation sont indépendantes les unes des autres. Elles sont avantageusement regroupées dans un élément 40 comme représenté sur les figures.

- une commande électronique 40 de l'équipement de motorisation (ou des équipements de motorisation comme mentionné ci-dessus), c'est-à-dire une commande des translations des lentilles mobiles des deux groupes de lentilles, soit au moins les lentilles L12, L13 ; cette commande assure également une fonction de synchronisation pour les prises d'images lorsque le dispositif est équipé d'un système de visualisation, comme on le verra plus loin, ainsi qu'une fonction de synchronisation des translations en relation avec les impulsions du

laser. En effet lorsque la fréquence des impulsions n'est pas trop élevée ($<10\text{Hz}$), on peut prendre une image du trou percé après chaque impulsion laser, en mesurer le diamètre et translater les lentilles mobiles par rapport aux lentilles fixes de façon à adapter les paramètres de focalisations en cours de procédé;

- 5 - reliée à cette commande électronique, une interface logicielle 50 de programmation de l'ensemble des paramètres réglables. Elle assure le pilotage de la commande électronique en fonction du diamètre désiré Φ pour la tache focale (qui est lié au diamètre en sortie du premier groupe « télescope ») et éventuellement en fonction de la distance de travail D et/ou de la distance du
- 10 plan de focalisation désirées en sortie du dispositif. Selon les applications, les paramètres : diamètre (Φ), distance de travail (D) et distance du plan de focalisation en sortie du dispositif, peuvent être pilotés indépendamment l'un de l'autre ou au contraire être corrélés. Ce pilotage de la commande électronique peut être assuré automatiquement pendant le fonctionnement du dispositif selon
- 15 une programmation préétablie dans l'interface logicielle.

Le dispositif de focalisation est avantageusement équipé d'un système de visualisation 30 comportant un dispositif d'imagerie numérique apte à former les images d'un plan d'observation qui peut être le plan focal du dispositif ou plus

20 généralement être un plan situé à une distance prédéterminée.

Ce système de visualisation comporte typiquement une lame dichroïque 32 située sur le trajet optique entre le premier et le deuxième groupe de lentilles par exemple comme montré sur les figures, et un dispositif d'imagerie 31 apte à former les images réfléchies par la lame dichroïque. Ce dispositif

25 d'imagerie peut lui-même être équipé d'une optique pour dimensionner le champ de vision à observer et peut également être équipé d'une motorisation pour effectuer un réglage de mise au point sur la netteté des images. Le dispositif d'imagerie 31 comprend également une unité de traitement des images acquises. Ce système de visualisation permet par exemple de déterminer les

30 dimensions de l'impact de la tache laser et/ou du trou dans le plan d'observation, et/ou l'état de la surface du matériau, etc... comme indiqué précédemment. Sur les figures, la tache focale est représentée par un point selon les conventions habituelles, mais dans la pratique il existe bien un diamètre effectif Φ de tache focale, située dans le plan de focalisation du dispositif.

Pour faciliter l'observation, un dispositif d'éclairage 33 du plan d'observation peut être ajouté sous forme par exemple d'une couronne de diodes électroluminescentes centrées sur l'axe optique.

5 L'unité de traitement d'images est reliée à l'interface logicielle 50 de manière à réaliser un asservissement des paramètres de focalisation précédemment cités en fonction des images obtenues. Cela permet en cours de fonctionnement du procédé de modifier automatiquement les paramètres de focalisation du faisceau laser en fonction des analyses des images numériques
10 des phénomènes à observer.

Dans le cas des applications aéronautiques, la morphologie des perçages (dimensions du trou selon sa profondeur) peut être analysée à intervalles prédéterminés ou en continu. Dans le cas de l'utilisation d'un laser impulsif, la morphologie du perçage peut être analysée entre chaque
15 impulsion ou pendant les impulsions de façon à ce que les paramètres de focalisation soient adaptés pour pouvoir rectifier la morphologie du trou en fonction par exemple des spécifications de l'utilisateur. Bien sûr, la cadence du dispositif d'imagerie est adaptée à celle du laser impulsif. On utilise par exemple une caméra dotée d'une cadence d'au moins 100 images/seconde.

20

La trajectoire du faisceau peut être repliée au sein du dispositif comme illustré figure 2c ; cela peut s'appliquer au cas précédemment décrit.

Quel que soit son mode de réalisation, ce dispositif permet de faire
25 varier l'ensemble des paramètres de focalisation du faisceau laser, qu'il soit en propagation libre ou fibrée, de façon automatique en fonction de la programmation de l'interface logicielle.

De préférence, ce dispositif de focalisation ne comporte pour assurer
30 ces fonctions optiques de grossissement et de focalisation que des composants dioptriques comme montré sur les figures, mais il pourrait comporter plus généralement des composants catadioptriques, tels que des miroirs par exemple.

A titre de validation le dispositif précédemment décrit figure 1a a été réalisé avec une focale réglable entre 75 et 300 mm, et un grossissement du diamètre de la tache focale d'un facteur 4.

5 Une maquette du dispositif selon l'invention a été réalisée avec un groupe de 2 lentilles L21 et L22 : L21 est la première lentille mobile par rapport à la deuxième lentille L22 dont la position est fixe. L21 est une lentille convergente de focale 100mm et L22 est une lentille divergente de focale -100mm. En déplaçant L21 par rapport à L22 on fait varier sur une amplitude importante la focale résultante de ce groupe de 2 lentilles ; les résultats sont affichés dans le
10 tableau ci-après :

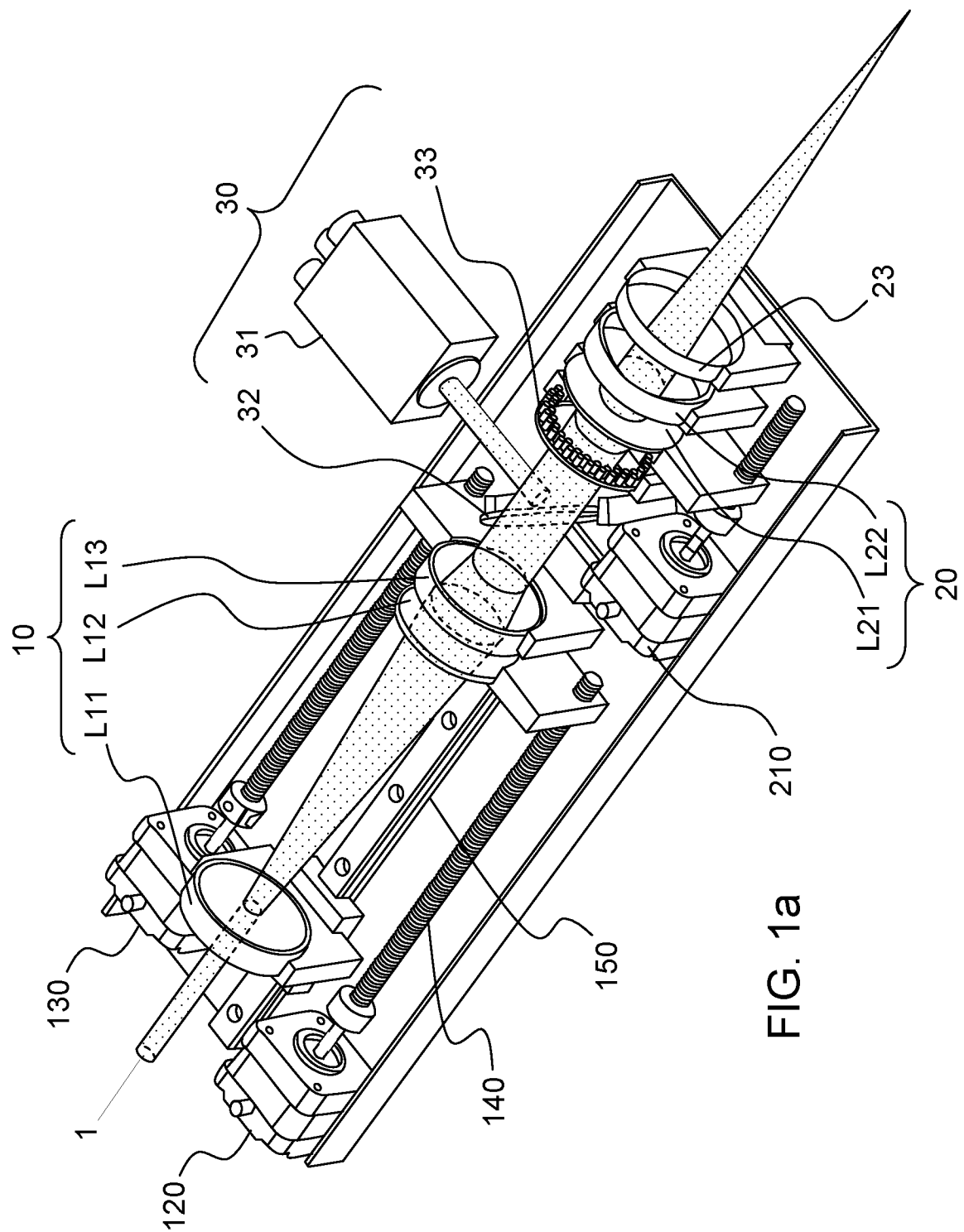
L21=100mm mobile	L22=-100mm fixe	Distance L21/L22 (mm)	Focale résultante (mm)
		57	75
		50	100
		40	150
		28	250
		24	300

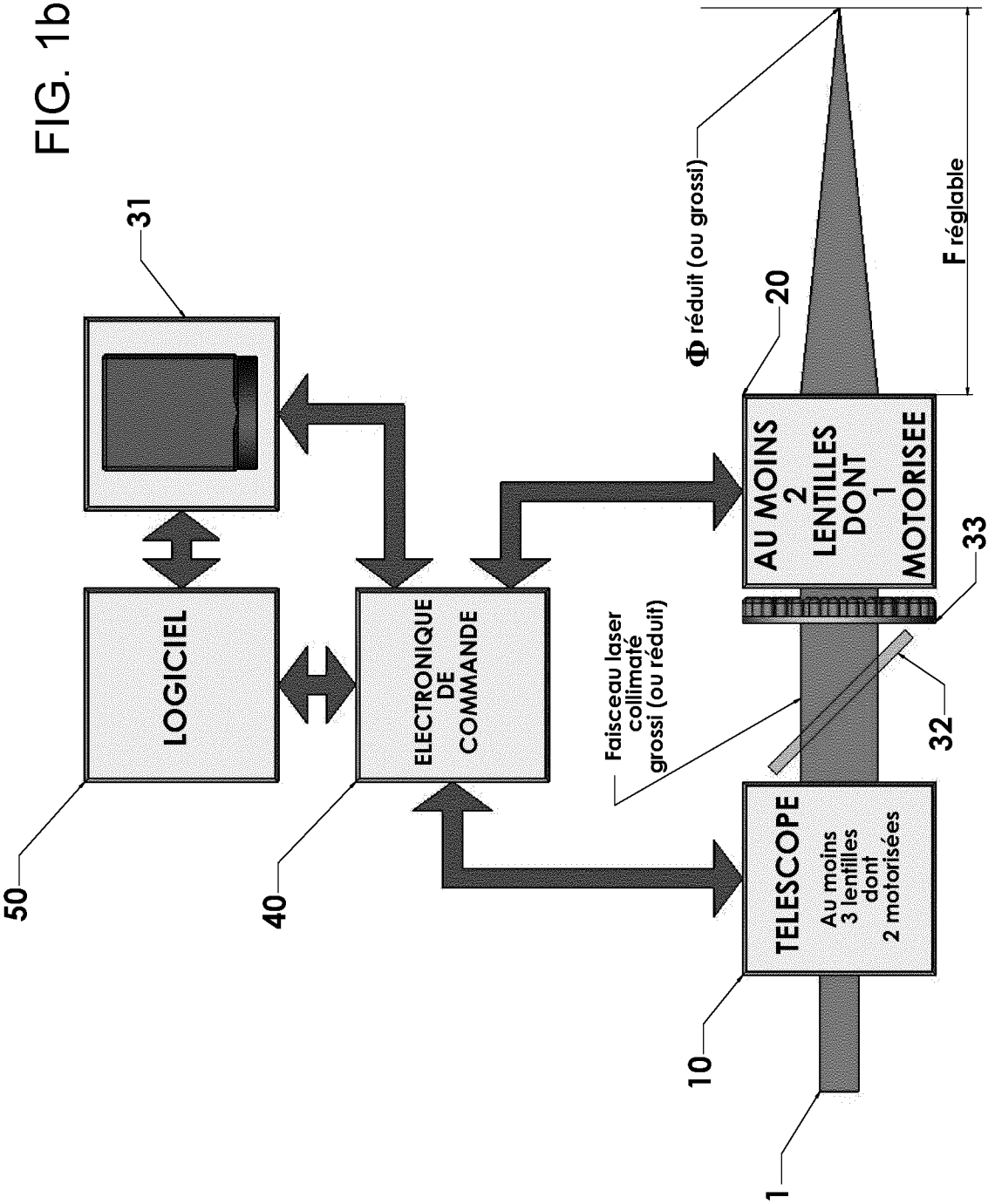
REVENDICATIONS

- 5 1. Dispositif de focalisation d'un faisceau laser dans un plan de focalisation en une tache focale de diamètre Φ , qui comprend sur son trajet optique :
- un premier groupe (10) d'au moins trois lentilles (L11, L12, L13), de type télescope et
 - 10 - un premier équipement de motorisation (120, 130) apte à translater sur le trajet optique au moins deux lentilles (L12, L13) du premier groupe pour faire varier le grossissement du faisceau laser en sortie de ce premier groupe,
- caractérisé en ce qu'il comporte :
- 15 - un deuxième groupe (20) de focale variable comportant au moins deux lentilles (L21, L22) distantes entre elles,
 - un deuxième équipement de motorisation (210) apte à translater sur le trajet optique au moins une lentille (L21) du deuxième groupe de manière à faire varier la focale de ce
 - 20 deuxième groupe,
 - une commande électronique (40) de chaque équipement de motorisation et de synchronisation reliée à
 - une interface logicielle (50) de pilotage de la commande électronique de manière à faire varier le diamètre du faisceau
 - 25 laser en sortie du premier groupe et donc le diamètre Φ de la tache focale et/ou la distance du plan de focalisation.
2. Dispositif de focalisation d'un faisceau laser selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième équipement de
- 30 motorisation comprend des moyens (210, 220) pour translater toutes les lentilles du deuxième groupe solidairement.
3. Dispositif de focalisation d'un faisceau laser selon l'une des revendication 2 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend un système de
- 35 visualisation (30) apte à former l'image d'un plan d'observation situé dans un plan perpendiculaire au trajet optique, en aval du dispositif à

5 une distance d prédéterminée, et équipé d'une unité de traitement des images acquises, couplée à l'interface logicielle (50) de pilotage de la commande électronique (40) pour adapter le diamètre du faisceau laser en sortie du premier groupe et/ou la focale du deuxième groupe de lentilles et/ou la distance du plan de focalisation en fonction des images traitées.

10 4. Dispositif de focalisation d'un faisceau laser selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le pilotage de l'interface logicielle est automatique ou semi-automatique.





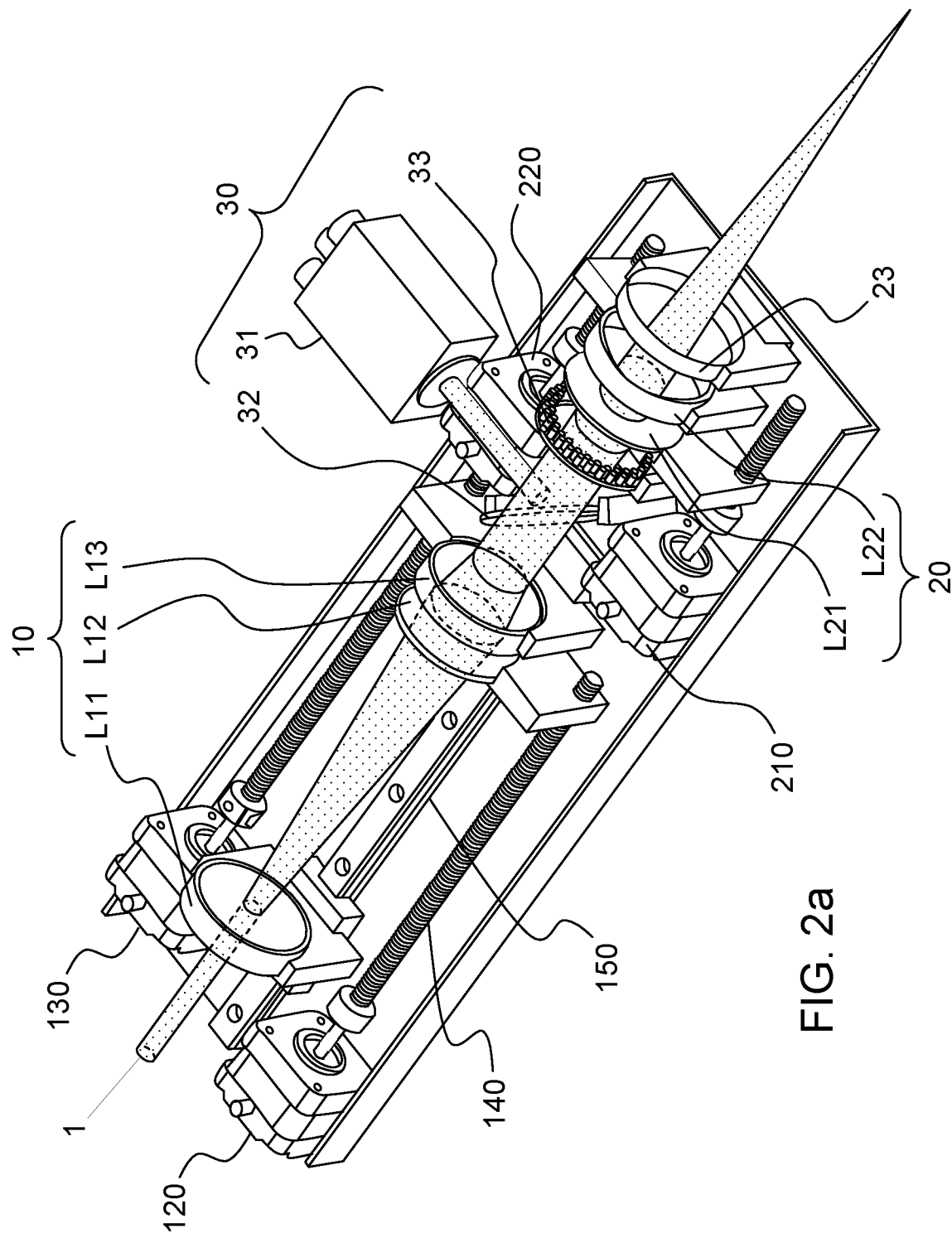
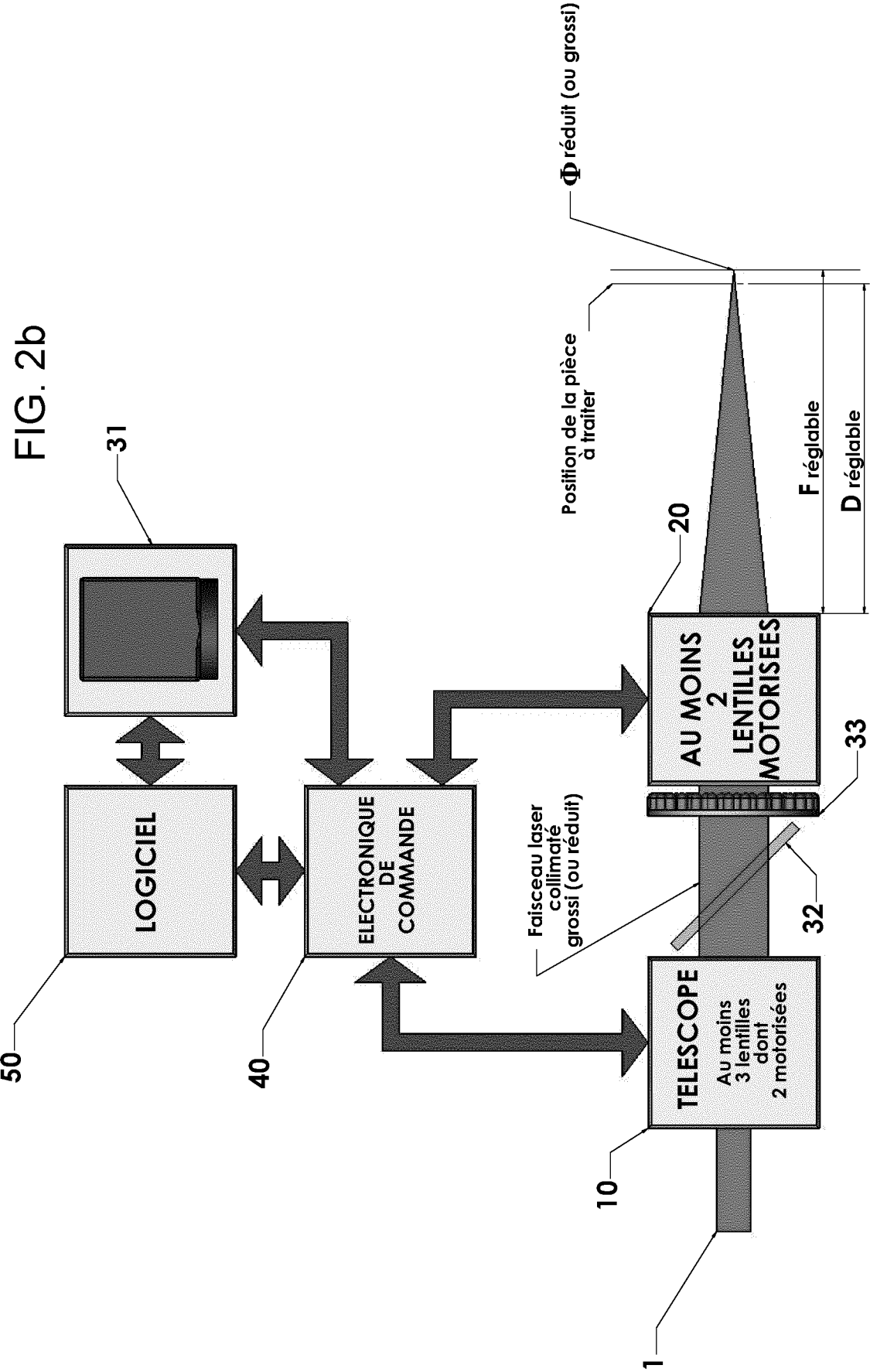
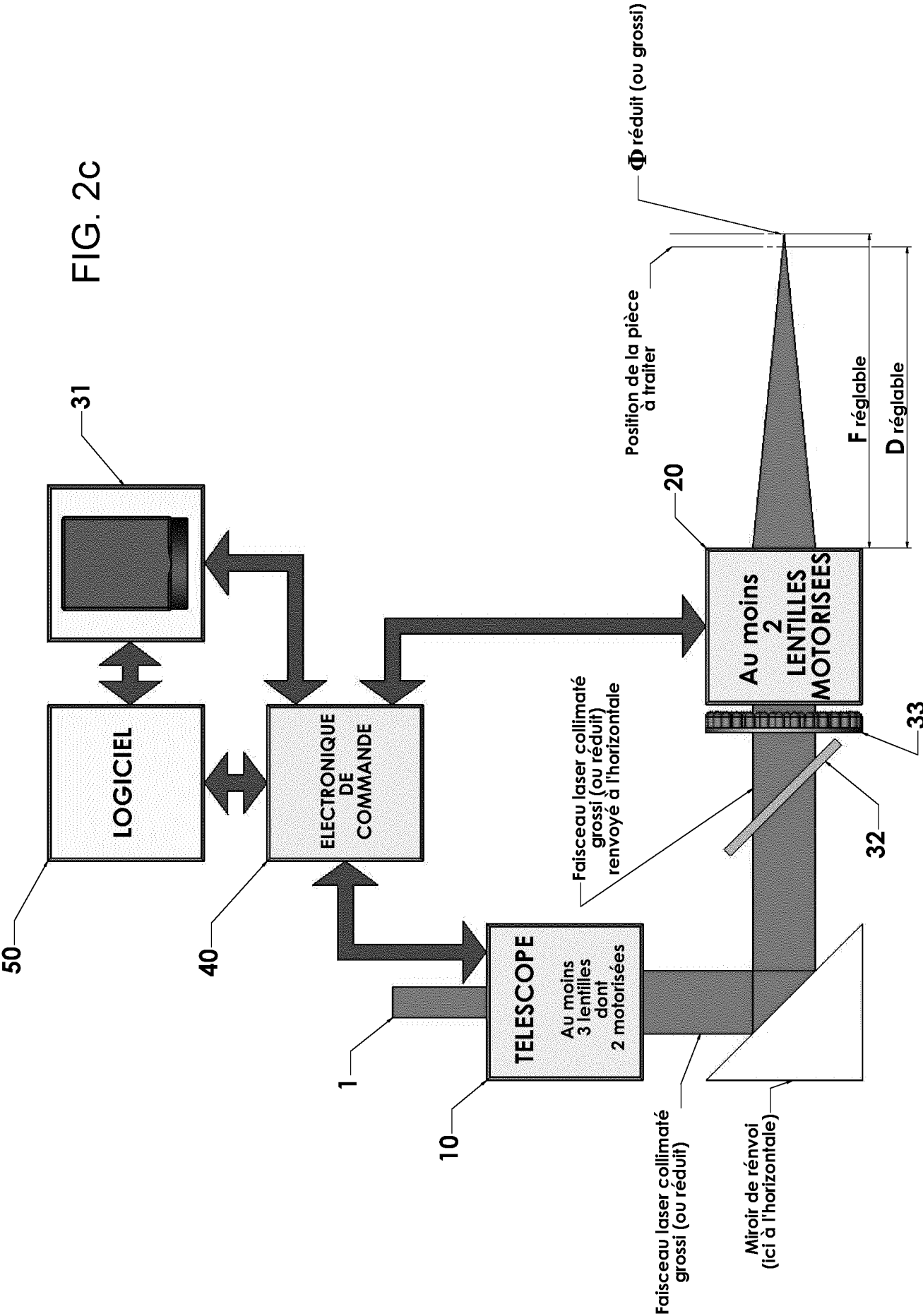


FIG. 2a

FIG. 2b





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23K26/38 B23K26/03 G02B15/177 G02B27/09 B23K26/04
B23K26/06
ADD. G02B7/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 723 834 A1 (LUMONICS LTD [GB]) 31 July 1996 (1996-07-31)	1,3,4
Y	column 5, line 8 - line 16 column 5, line 31 - line 34 column 8, line 46 - column 9, line 15 figures 2,5,6,11	2
X	US 2005/184036 A1 (HUNTER BRADLEY L [US] ET AL) 25 August 2005 (2005-08-25)	1-4
Y	paragraphs [0089], [0093], [0106], [0116], [0117] figures 3,9	1,2
Y	US 2004/228004 A1 (SERCEL PATRICK J [US] ET AL) 18 November 2004 (2004-11-18) paragraphs [0062], [0063] figures 8,9	1
	-/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 April 2012

Date of mailing of the international search report

14/05/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hornung, André

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055234

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 460 648 A (SOLV LTD M [GB]) 9 December 2009 (2009-12-09) page 3, line 23 - line 31 page 12, line 5 - page 13, line 5 figures 6,8 -----	1-4
A	US 2007/205186 A1 (KITAI ANTON T [CA] ET AL) 6 September 2007 (2007-09-06) paragraphs [0042], [0043], [0052] - [0054], [0063], [0064]; figure 2 -----	1-4
A	WO 2007/108589 A1 (QMC CO LTD [KR]; RYU BENG SO [KR]) 27 September 2007 (2007-09-27) paragraphs [0031] - [0035]; figure 3 -----	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/055234

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0723834	A1	31-07-1996	EP	0723834 A1		31-07-1996
			JP	8267264 A		15-10-1996

US 2005184036	A1	25-08-2005	NONE			

US 2004228004	A1	18-11-2004	US	2004228004 A1		18-11-2004
			US	2008242056 A1		02-10-2008
			US	2010301027 A1		02-12-2010

GB 2460648	A	09-12-2009	CN	102084282 A		01-06-2011
			EP	2291700 A2		09-03-2011
			GB	2460648 A		09-12-2009
			TW	201008689 A		01-03-2010
			US	2011127697 A1		02-06-2011
			WO	2009147371 A2		10-12-2009

US 2007205186	A1	06-09-2007	CN	1856383 A		01-11-2006
			EP	1680255 A2		19-07-2006
			JP	2007509368 A		12-04-2007
			US	2005161444 A1		28-07-2005
			US	2007181546 A1		09-08-2007
			US	2007205186 A1		06-09-2007
			WO	2005037478 A2		28-04-2005

WO 2007108589	A1	27-09-2007	TW	I305504 B		21-01-2009
			WO	2007108589 A1		27-09-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2012/055234

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B23K26/38 B23K26/03 G02B15/177 G02B27/09 B23K26/04 B23K26/06 ADD. G02B7/10		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G02B B23K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 723 834 A1 (LUMONICS LTD [GB]) 31 juillet 1996 (1996-07-31)	1,3,4
Y	colonne 5, ligne 8 - ligne 16 colonne 5, ligne 31 - ligne 34 colonne 8, ligne 46 - colonne 9, ligne 15 figures 2,5,6,11	2
X	US 2005/184036 A1 (HUNTER BRADLEY L [US] ET AL) 25 août 2005 (2005-08-25)	1-4
Y	alinéas [0089], [0093], [0106], [0116], [0117] figures 3,9	1,2
Y	US 2004/228004 A1 (SERCEL PATRICK J [US] ET AL) 18 novembre 2004 (2004-11-18) alinéas [0062], [0063] figures 8,9	1
	----- -/-	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 26 avril 2012		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 14/05/2012
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Hornung, André

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 2 460 648 A (SOLV LTD M [GB]) 9 décembre 2009 (2009-12-09) page 3, ligne 23 - ligne 31 page 12, ligne 5 - page 13, ligne 5 figures 6,8 -----	1-4
A	US 2007/205186 A1 (KITAI ANTON T [CA] ET AL) 6 septembre 2007 (2007-09-06) alinéas [0042], [0043], [0052] - [0054], [0063], [0064]; figure 2 -----	1-4
A	WO 2007/108589 A1 (QMC CO LTD [KR]; RYU BENG SO [KR]) 27 septembre 2007 (2007-09-27) alinéas [0031] - [0035]; figure 3 -----	1-4

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2012/055234

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0723834	A1	31-07-1996	EP 0723834 A1	31-07-1996
			JP 8267264 A	15-10-1996

US 2005184036	A1	25-08-2005	AUCUN	

US 2004228004	A1	18-11-2004	US 2004228004 A1	18-11-2004
			US 2008242056 A1	02-10-2008
			US 2010301027 A1	02-12-2010

GB 2460648	A	09-12-2009	CN 102084282 A	01-06-2011
			EP 2291700 A2	09-03-2011
			GB 2460648 A	09-12-2009
			TW 201008689 A	01-03-2010
			US 2011127697 A1	02-06-2011
			WO 2009147371 A2	10-12-2009

US 2007205186	A1	06-09-2007	CN 1856383 A	01-11-2006
			EP 1680255 A2	19-07-2006
			JP 2007509368 A	12-04-2007
			US 2005161444 A1	28-07-2005
			US 2007181546 A1	09-08-2007
			US 2007205186 A1	06-09-2007
			WO 2005037478 A2	28-04-2005

WO 2007108589	A1	27-09-2007	TW I305504 B	21-01-2009
			WO 2007108589 A1	27-09-2007
