

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 143 754

②1 N° d'enregistrement national : 22 13978

⑤1 Int Cl⁸ : G 01 N 21/71 (2023.01)

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20.12.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.06.24 Bulletin 24/25.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : FARIAUT INSTRUMENTS SASU —
FR.

⑦2 Inventeur(s) : Fariaut François.

⑦3 Titulaire(s) : FARIAUT INSTRUMENTS SASU.

⑦4 Mandataire(s) : Legi LC.

⑤4 Procédé de réglage d'un système d'analyse d'un échantillon par faisceau laser.

⑤7 Titre : Procédé de réglage d'un système d'analyse
d'un échantillon par faisceau laser

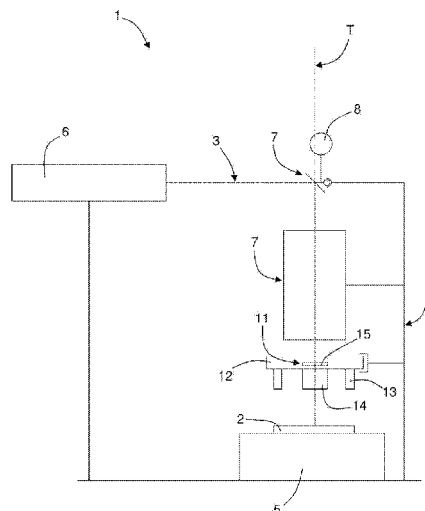
L'invention concerne un procédé de réglage d'un sys-
tème d'analyse (1) d'un échantillon (2) par faisceau laser
(3), comprenant les étapes consistant à :

émettre un faisceau laser (3), aligner le faisceau laser (3)
sur un axe théorique (T),

caractérisé en ce que l'étape consistant à aligner le fais-
ceau laser (3) comprend les sous-étapes consistant à :

positionner une mire (9) présentant un repère cible (10)
entre un miroir orientable (7) et une zone de réception (5),
régler l'orientation du miroir orientable (7) pour faire coïnci-
der le faisceau laser (3) avec le repère cible (10) de la mire
(9), par contrôle visuel.

Figure pour l'abrégié : Fig. 1



FR 3 143 754 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé de réglage d'un système d'analyse d'un échantillon par faisceau laser

- [0001] La présente invention concerne le domaine de la cartographie et de l'analyse à haute résolution d'éléments dans des solides.
- [0002] Plus particulièrement, l'invention concerne, en particulier mais non exclusivement, un dispositif d'analyse à haute résolution pour la cartographie d'éléments dans des solides.
- [0003] L'invention peut notamment s'appliquer à l'analyse élémentaire de l'hydrogène et de l'oxygène par spectrométrie d'émission optique sur plasma produit par laser, dans le domaine de l'industrie nucléaire, ou encore de l'industrie aéronautique ou spatiale.
- [0004] Dans des applications telles que la caractérisation de dispositifs soumis à des sources radioactives, ou encore la caractérisation de l'aptitude au vieillissement de dispositifs employés dans des environnements particulièrement sévères, par exemple dans des avions ou des engins spatiaux, il peut s'avérer indispensable de procéder à l'analyse élémentaire d'échantillons métalliques.
- [0005] Plus précisément, il peut s'avérer nécessaire de pouvoir dresser une cartographie de ces éléments au sein de l'échantillon analysé. Par cartographie, il est entendu une identification des éléments composant l'échantillon analysé et, éventuellement, la répartition et le lien entre les différents éléments.
- [0006] Une telle analyse peut s'avérer particulièrement utile dans des études de fragilisation de métaux par l'hydrogène, ou bien dans des études de vieillissement de gaines de combustibles en présence d'oxygène, ou encore dans des études de fragilisation de gaines de combustibles causée par la formation d'hydrures, ces derniers favorisant la propagation de fissures.
- [0007] Il existe diverses méthodes connues de cartographie d'éléments présents dans des échantillons.
- [0008] L'une de ces méthodes est l'analyse élémentaire par spectrométrie d'émission optique sur plasma produit par laser, désignée par l'acronyme « SEOPPL », technique qui se pratique en atmosphère naturelle, également désignée par l'acronyme anglais « LIBS » correspondant à l'expression anglaise « laser induced breakdown spectroscopy »
- [0009] Cette méthode s'applique notamment au contrôle et à la caractérisation in situ d'échantillons de pièces à analyser.
- [0010] Un procédé d'analyse élémentaire par spectrométrie d'émission optique sur plasma produit par laser en présence d'argon est décrit par le document de brevet publié sous le numéro EP 0 654 663.

- [0011] Dans les faits, un système d'analyse est utilisé pour émettre un faisceau laser sur une pièce à analyser. Le faisceau laser est émis par une source laser puis traverse différentes lentilles et diaphragmes avant d'impacter la pièce à analyser.
- [0012] L'impact du faisceau laser sur la pièce à analyser engendre la création d'un plasma au plus près duquel est positionnée une fibre optique permettant d'acquérir une image qui est analysée par un logiciel ad hoc permettant de déterminer la cartographie élémentaire du matériau constitutif de la pièce à analyser, c'est-à-dire d'établir une identification précise des composants constitutifs du matériau de l'échantillon analysé.
- [0013] Lors de l'utilisation du système, des paramètres externes tels que les vibrations ou même la température peuvent influencer l'émission du faisceau et réduire la qualité de l'analyse.
- [0014] En effet, la température et/ou les vibrations peuvent provoquer un déplacement des miroirs déviant le faisceau laser émis par la source laser.
- [0015] Il en résulte alors que le point d'impact du faisceau laser sur l'échantillon n'est pas ou pas entièrement situé dans une zone prédéterminée, ce qui empêche l'analyse correcte qui est menée.
- [0016] Il est donc nécessaire de régler le système pour obtenir une analyse de qualité.
- [0017] Classiquement, un tel réglage est réalisé de manière empirique.
- [0018] En effet, pour réaliser ce réglage, un faisceau laser est émis pour impacter un échantillon test de sorte que la position de l'impact sur l'échantillon soit analysée.
- [0019] Il est alors possible de déterminer si le faisceau est convenablement positionné ou non.
- [0020] Une telle méthode de réglage est longue et fastidieuse.
- [0021] Avec cette méthode, le réglage est alors réalisé de manière approximative, jusqu'à ce que la position d'impact sur un échantillon soit jugée satisfaisante sans que l'obtention optimale finale du faisceau laser ne soit garantie.
- [0022] L'invention a notamment pour objectif de pallier les inconvénients de l'art antérieur.
- [0023] Plus précisément, l'invention a pour objectif de proposer un procédé de réglage de l'alignement d'un faisceau laser plus fiable que l'art antérieur.
- [0024] L'invention a également pour objectif de fournir un tel procédé qui soit plus simple et rapide de mise en œuvre que l'art antérieur.
- [0025] Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints grâce à l'invention qui a pour objet un procédé de réglage d'un système d'analyse d'un échantillon métallique par faisceau laser, le système d'analyse comprenant :
- un châssis présentant une zone de réception d'un échantillon à analyser ;
 - un module de génération d'un faisceau laser, monté sur le châssis ;
 - un miroir orientable monté sur le châssis, permettant la réflexion du faisceau laser émis par le module de génération vers la zone de réception ;

le procédé comprenant les étapes consistant à :

- émettre un faisceau laser par le module de génération,
- aligner le faisceau laser sur un axe théorique,

caractérisé en ce que l'étape consistant à aligner le faisceau laser comprend les sous-étapes consistant à :

- positionner une mire présentant un repère cible entre le miroir orientable et la zone de réception, et destiné à coïncider avec le faisceau laser,
- régler l'orientation du miroir orientable pour faire coïncider le faisceau laser avec le repère cible de la mire, par contrôle visuel.

[0026] Un tel procédé permet de régler, de manière rapide et simple, le système d'analyse.

[0027] En effet, le positionnement correct du miroir orientable est assuré par un simple contrôle visuel. Dès lors, l'opérateur réalise le réglage en ayant un retour visuel direct, ce qui lui permet d'être réactif sans recours à un outillage spécialisé.

[0028] Par ailleurs, le contrôle visuel est simplifié par le fait que la mire présente un repère cible puisque l'opérateur sait qu'il a correctement réglé le système d'analyse lorsqu'il ne voit plus le faisceau laser sur la mire, c'est-à-dire lorsque le faisceau laser coïncide avec le repère cible.

[0029] Selon un aspect avantageux, le système d'analyse intègre une tourelle portant au moins deux objectifs, dont un objectif réglable et un objectif fixe, ledit objectif fixe présentant une fente de réception de filtres, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend, préalablement à l'étape consistant à positionner la mire, une étape consistant à sélectionner ledit objectif fixe, par manipulation de la tourelle, pour le positionner sur la trajectoire du faisceau laser, la mire étant introduite dans la fente de réception de filtre.

[0030] Cette étape permet de positionner la mire de manière identique à chaque réglage du système d'analyse.

[0031] Par ailleurs, l'utilisation de la fente de réception de filtres permet d'utiliser la mire sur un système d'analyse standard, sans modification particulière ou adaptation dudit système d'analyse à l'utilisation de la mire.

[0032] Selon un autre aspect avantageux, le châssis porte un puits s'étendant selon l'axe théorique et étant destiné à être traversé par le faisceau laser, et le contrôle visuel de l'étape consistant à régler l'orientation du miroir orientable est réalisé par observation dans ledit puits.

[0033] Le contrôle est alors réalisé de manière visuelle par l'opérateur qui peut regarder au travers du puits pour contrôler l'orientation du miroir orientable et son incidence sur le déplacement de la trajectoire du faisceau laser et agir en conséquence.

[0034] L'invention concerne également un système d'analyse d'un échantillon métallique par faisceau laser, pour la mise en œuvre du procédé tel que précédemment décrit, le

système d'analyse comprenant :

- un châssis présentant une zone de réception d'un échantillon à analyser ;
- un module de génération d'un faisceau laser, monté sur le châssis ;
- un miroir orientable monté sur le châssis, permettant la réflexion du faisceau laser émis par le module de génération vers la zone de réception ;
- des moyens de réglage de l'orientation du miroir orientable,

caractérisé en ce que le système comprend également une mire présentant un repère cible destiné à coïncider avec le faisceau laser et en ce que le châssis porte un support de mire, positionné entre le miroir orientable et la zone de réception, la mire étant destinée à être positionnée dans le support de mire selon un axe théorique par rapport à la zone de réception.

- [0035] Un tel système d'analyse permet de régler la trajectoire du faisceau laser de manière simple et rapide.
- [0036] En effet, l'opérateur peut contrôler de manière directe et sans recours à des moyens techniques particuliers les résultats de son action sur les moyens de réglage.
- [0037] Autrement dit, l'opérateur peut, par simple observation de la mire détecter si la trajectoire suivie par le faisceau laser est correcte (auquel cas l'opérateur ne perçoit pas le faisceau laser sur la mire) ou incorrecte (auquel cas l'opérateur perçoit une marque sur la mire, marque formée par impact du faisceau laser sur la mire).
- [0038] Selon un aspect avantageux, la mire prend la forme d'une lamelle percée du trou, la lamelle étant réalisée dans un matériau résistant au rayonnement laser.
- [0039] L'utilisation d'un matériau résistant au rayonnement laser permet de limiter, voire supprimer, la détérioration de la mire par le faisceau laser.
- [0040] Autrement dit, en utilisant un matériau résistant au rayonnement laser, le faisceau laser ne détériore par la mire à son contact.
- [0041] La mire peut ainsi être utilisée pour plusieurs réglages, sans risque de fausser le réglage par une modification du repère cible à cause du faisceau laser par exemple.
- [0042] Selon un autre aspect avantageux, le système intègre une tourelle portant au moins deux objectifs, dont un objectif réglable et un objectif fixe, ledit objectif fixe présentant une fente de réception de filtres, ladite fente de réception de filtres formant le support de mire.
- [0043] L'utilisation de la fente de réception de filtres comme support de mire permet de conserver un repère fixe sur le système d'analyse de sorte que la position de la mire soit identique à chaque utilisation.
- [0044] Selon un autre aspect avantageux, la tourelle présente une pluralité d'objectifs réglables.
- [0045] L'utilisation de plusieurs objectifs permet d'améliorer la qualité de l'analyse de l'échantillon.

- [0046] Selon un autre aspect avantageux, le châssis porte également un puits destiné à être traversé par le faisceau laser et s'étendant selon l'axe théorique, s et permettant le contrôle visuel pour assurer l'orientation du faisceau laser.
- [0047] Le puits forme un carénage qui s'étend autour du faisceau laser de sorte à protéger les opérateurs d'une éventuelle réflexion du faisceau par une mauvaise trajectoire.
- [0048] Par ailleurs, l'extension du puits selon l'axe théorique permet également de vérifier le bon alignement du faisceau laser.
- [0049] Selon un autre aspect avantageux, le système d'analyse comprend également au moins un miroir de déviation monté orientable, positionné entre la source de génération et le miroir orientable, le système d'analyse comprenant également des moyens de réglages secondaires conçus pour orienter le ou chaque miroir de déviation et modifier la trajectoire du faisceau laser.
- [0050] Cela permet de créer deux étages de modifications de la trajectoire du faisceau laser, à savoir un premier étage, dit réglage primaire, formé par le ou les miroirs de déviation, et un deuxième étage, dit étage de précision, formé par le miroir orientable.
- [0051] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de modes de réalisation préférentiels de l'invention, donnés à titre d'exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés décrits ci-après.
- [0052] [Fig.1] La [Fig.1] est une représentation schématique d'un système d'analyse selon l'invention, selon un premier mode de réalisation.
- [0053] [Fig.2] La [Fig.2] est une représentation schématique d'une mire du système d'analyse selon l'invention, selon un premier mode de réalisation.
- [0054] [Fig.3] La [Fig.3] est une représentation schématique d'une mire du système d'analyse selon l'invention, selon un deuxième mode de réalisation.
- [0055] En référence à la [Fig.1], un système d'analyse 1 d'un échantillon 2 métallique par faisceau laser 3 est illustré.
- [0056] Le système d'analyse 1 comprend :
- un châssis 4 présentant une zone de réception 5 d'un échantillon 2 à analyser ;
 - un module de génération 6 d'un faisceau laser 3 ;
 - un miroir orientable 7 monté sur le châssis 4, permettant la réflexion du faisceau laser 3 émis par le module de génération 6 vers la zone de réception 5 ;
 - des moyens de réglage 8 de l'orientation du miroir orientable 7.
- [0057] Le module de génération 6 est monté sur le châssis 4 de manière fixe.
- [0058] Autrement dit, le module de génération 6 est positionné sur le châssis 4 et ne peut être déplacé une fois sa solidarisation au châssis 4.
- [0059] Lorsqu'il est émis par le module de génération 6, le faisceau laser 3 est réfléchi par le

miroir orientable 7 pour être dirigé vers la surface de réception 5.

- [0060] Toutefois, l'utilisation répétée et l'évolution des conditions environnantes, par exemple la température, l'humidité ou encore des vibrations, peuvent modifier l'orientation du miroir réglable 7 dans le temps. Cela crée alors une déviation de la trajectoire du faisceau laser 3 par rapport à une trajectoire théorique, ce qui peut nuire à la qualité d'analyse.
- [0061] En d'autres termes, au fur et à mesure de l'utilisation et/ou de l'évolution des conditions environnantes, l'orientation du miroir orientable 7 peut évoluer et générer une déviation du faisceau laser 3 qui n'est alors plus correctement positionné.
- [0062] Pour éviter cela, l'orientation du miroir orientable 7 peut être modifiée à l'aide des moyens de réglage 8.
- [0063] Pour faciliter le réglage de l'orientation du miroir orientable 7 et ainsi permettre le réglage de la trajectoire du faisceau laser 3, le système d'analyse 1 comprend également une mire 9 présentant un repère cible 10 destiné à coïncider avec le faisceau laser 3.
- [0064] Le châssis 4 porte également un support 11 de mire 9 positionné entre le miroir orientable 7 et la zone de réception 5.
- [0065] La mire 9 est ainsi destinée à être positionnée dans le support 11 de mire 9, selon un axe théorique T par rapport à la zone de réception.
- [0066] L'axe théorique T forme ainsi une portion de la trajectoire théorique destinée à être suivie par le faisceau laser 3.
- [0067] En référence aux figures 2 et 3, la mire 9 prend la forme d'une lamelle portant le repère cible 10.
- [0068] Selon un premier mode de réalisation illustré par la [Fig.2], le repère cible 10 prend la forme d'un marquage réalisé sur la lamelle. Ce marquage présente notamment une croix centrale 101.
- [0069] Dans ce cas, l'alignement du faisceau laser 3 est correcte lorsque ledit faisceau laser 3 est confondu avec la croix centrale 101.
- [0070] Selon un deuxième mode de réalisation illustré par la [Fig.3], le repère cible 10 se présente sous la forme d'un trou traversant la lamelle.
- [0071] Dans ce cas, l'alignement du faisceau laser 3 est correcte lorsque ledit faisceau laser 3 traverse le trou.
- [0072] La lamelle est réalisée dans un matériau résistant au rayonnement laser.
- [0073] Cela permet que, lors du réglage de la trajectoire du faisceau laser 3, c'est-à-dire lors du réglage de l'orientation du miroir orientable 7, l'impact du faisceau laser 3 sur la lamelle n'en provoque pas sa destruction.
- [0074] Autrement dit, grâce au matériau résistant au rayonnement laser, le faisceau laser 3 n'endommage pas la mire 9 lors du réglage. Une même mire 9 peut alors être réutilisée

pour plusieurs réglages du système d'analyse 1.

[0075] En référence à la [Fig.1], le système d'analyse 1 intègre une tourelle 12 portant au moins deux objectifs.

[0076] La tourelle 12 porte plus précisément un objectif fixe 13 au moins un objectif réglable 14.

[0077] La tourelle 12 est montée à rotation sur le châssis 4 de sorte à permettre la sélection de l'objectif à utiliser, à savoir l'objectif fixe 13 ou l'un des objectifs réglables 14.

[0078] Tel qu'illustré par la [Fig.1], l'objectif fixe 13 présente une fente 15 de réception de filtres.

[0079] La fente 15 de réception de filtres est destinée à la réception de filtres permettant de filtrer certaines ondes lumineuses lors de l'utilisation du système d'analyse 1.

[0080] En utilisation, et tel que cela est décrit ci-après, la mire 9 est destinée à prendre place dans la fente 15 de réception de filtres.

[0081] Le support 11 de mire 9 est ainsi formé par la fente 15 de réception de filtres.

[0082] Tel qu'illustré par la [Fig.1], le châssis 4 porte également un puits 16 destiné à être traversé par le faisceau laser 3.

[0083] Le puits 16 s'étend selon l'axe théorique T.

[0084] Le puits 16 permet le contrôle visuel pour assurer l'orientation du faisceau laser 3 tel que cela est décrit ci-après.

[0085] Le réglage du système d'analyse 1 qui vient d'être décrit est réalisé par un procédé comprenant les étapes consistant à :

- émettre un faisceau laser 3 par le module de génération 6 ;
- aligner le faisceau laser 3 sur l'axe théorique T.

[0086] Plus particulièrement, l'étape consistant à aligner le faisceau laser 3 comprend les sous-étapes consistant à :

- positionner la mire 9 présentant le repère cible 10 entre le miroir orientable 7 et la zone de réception 5,
- régler l'orientation du miroir orientable 7 pour faire coïncider le faisceau laser 3 avec le repère cible 10 de la mire 9 par contrôle visuel.

[0087] Plus spécifiquement, le contrôle visuel de l'étape consistant à régler l'orientation du miroir orientable 7 est réalisé par observation directe dans le puits 16.

[0088] L'observation directe permet de vérifier que le faisceau laser 3 coïncide avec le repère cible 10 de la mire 9 afin qu'il soit correctement orienté.

[0089] Si la trajectoire du faisceau laser 3 n'est pas bonne, alors l'observateur, par exemple un technicien, s'en aperçoit directement puisque le faisceau laser 3 est visible sur la mire 9. En effet, le faisceau laser 3 impacte alors la mire 9 et génère un point lumineux sur la mire 9.

[0090] L'utilisateur peut alors, via les moyens de réglage 8, modifier l'orientation du miroir

orientable 7 et ainsi le positionner pour modifier la trajectoire du faisceau laser 3 afin qu'il coïncide avec le repère cible 10 et soit ainsi confondu avec l'axe théorique T.

[0091] Bien entendu, préalablement à l'étape consistant à positionner la mire 9, le procédé comprend une étape consistant à sélectionner l'objectif fixe 13 par manipulation de la tourelle 12, pour positionner l'objectif fixe 13 sur la trajectoire du faisceau laser 3.

[0092] La mire 9 étant introduite dans la fente 15 de réception de filtre qui forme le support 11 de mire 9, elle est alors également directement positionnée sur la trajectoire du faisceau laser 3 afin de permettre la réalisation du réglage du système d'analyse 1.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de réglage d'un système d'analyse (1) d'un échantillon (2) par faisceau laser (3), le système d'analyse (1) comprenant :

- un châssis (4) présentant une zone de réception (5) d'un échantillon (2) à analyser ;
- un module de génération (6) d'un faisceau laser (3), monté sur le châssis (4) ;
- un miroir orientable (7) monté sur le châssis (4), permettant la réflexion du faisceau laser (3) émis par le module de génération (6) vers la zone de réception (5) ;

le procédé comprenant les étapes consistant à :

- émettre un faisceau laser (3) par le module de génération (6),
- aligner le faisceau laser (3) sur un axe théorique (T),

caractérisé en ce que l'étape consistant à aligner le faisceau laser (3) comprend les sous-étapes consistant à :

- positionner une mire (9) présentant un repère cible (10) entre le miroir orientable (7) et la zone de réception (5),
- régler l'orientation du miroir orientable (7) pour faire coïncider le faisceau laser (3) avec le repère cible (10) de la mire (9), par contrôle visuel.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel le système d'analyse (1) intègre une tourelle (12) portant au moins deux objectifs, dont un objectif réglable (14) et un objectif fixe (13), ledit objectif fixe (13) présentant une fente (15) de réception de filtres, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend, préalablement à l'étape consistant à positionner la mire (9), une étape consistant à sélectionner ledit objectif fixe (13), par manipulation de la tourelle (12), pour le positionner sur la trajectoire du faisceau laser (3), la mire (9) étant introduite dans la fente (15) de réception de filtre.

[Revendication 3] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel le châssis (4) porte un puits (16) s'étendant selon l'axe théorique (T) et étant destiné à être traversé par le faisceau laser (3), caractérisé en ce que le contrôle

visuel de l'étape consistant à régler l'orientation du miroir orientable (7) est réalisé par observation dans ledit puits (16).

[Revendication 4]

Système d'analyse (1) d'un échantillon métallique (2) par faisceau laser (3), pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, le système d'analyse (1) comprenant :

- un châssis (4) présentant une zone de réception (5) d'un échantillon (2) à analyser ;
- un module de génération (6) d'un faisceau laser (3), monté sur le châssis (4) ;
- un miroir orientable (7) monté sur le châssis (4), permettant la réflexion du faisceau laser (3) émis par le module de génération (6) vers la zone de réception (5) ;
- des moyens de réglage (8) de l'orientation du miroir orientable (7),

caractérisé en ce que le système comprend également une mire (9) présentant un repère cible (10) destiné à coïncider avec le faisceau laser (3) et en ce que le châssis (4) porte un support (11) de mire (9), positionné entre le miroir orientable (7) et la zone de réception (5), la mire (9) étant destinée à être positionnée dans le support (11) de mire (9) selon un axe théorique (T) par rapport à la zone de réception (5).

[Revendication 5]

Système d'analyse (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la mire (9) prend la forme d'une lamelle présentant le repère cible (10), la lamelle étant réalisée dans un matériau résistant au rayonnement laser.

[Revendication 6]

Système d'analyse (1) selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le système intègre une tourelle (12) portant au moins deux objectifs, dont un objectif réglable (14) et un objectif fixe (13), ledit objectif fixe (13) présentant une fente (15) de réception de filtres, ladite fente (15) de réception de filtres formant le support (11) de mire (9).

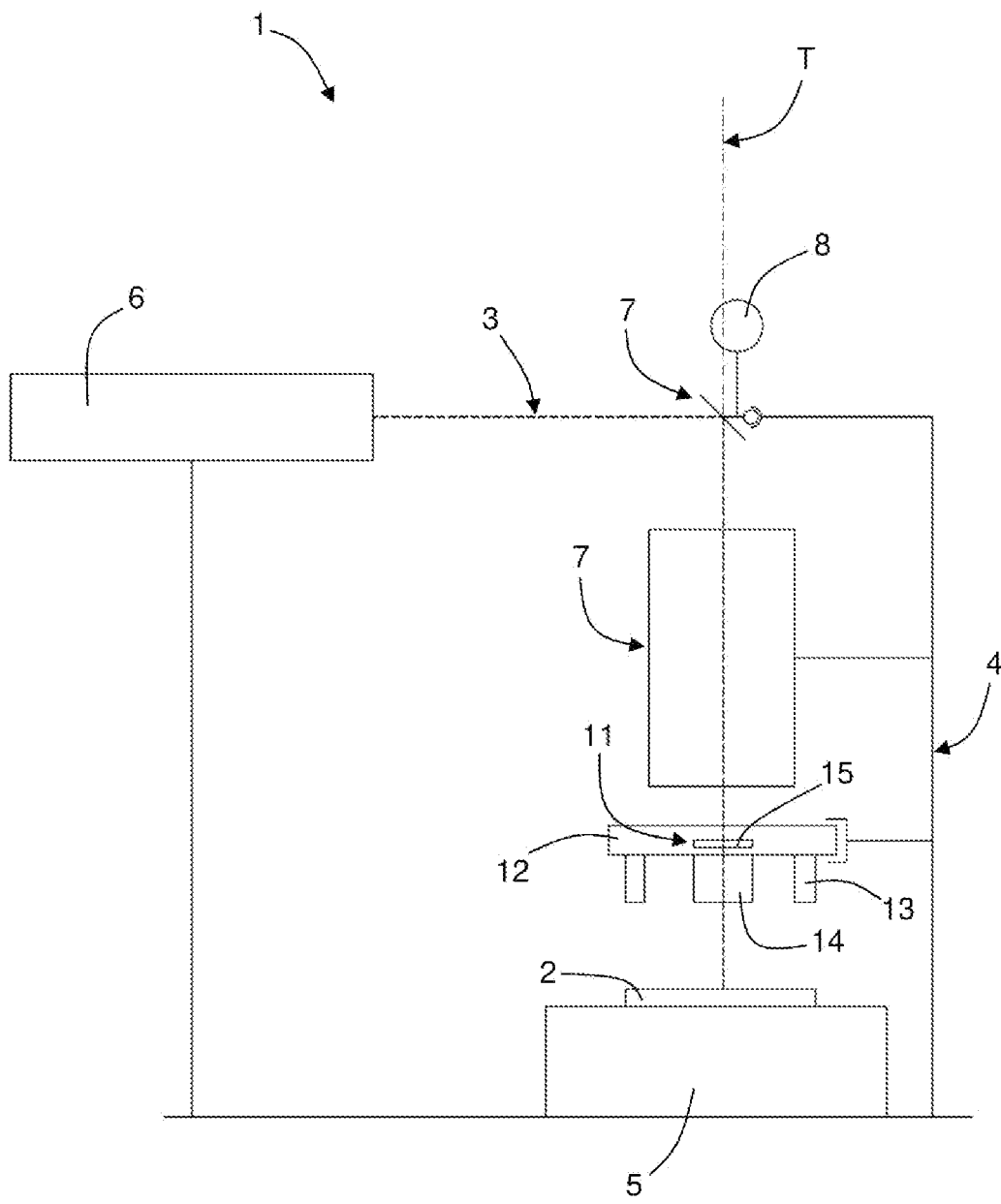
[Revendication 7]

Système d'analyse (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la tourelle (12) présente une pluralité d'objectifs réglables.

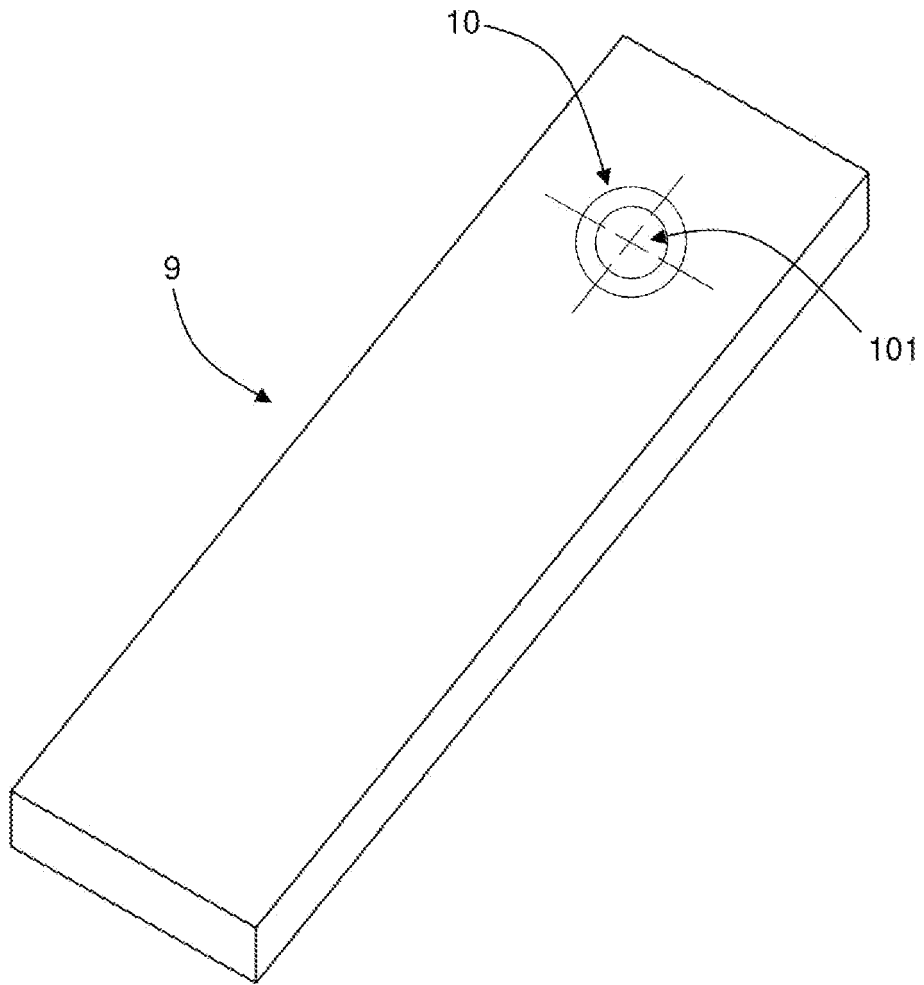
[Revendication 8]

Système d'analyse (1) selon la revendication 6 ou la revendication 7, caractérisé en ce que le châssis (4) porte également un puits (16) destiné à être traversé par le faisceau laser (3) et s'étendant selon l'axe théorique (T), et permettant le contrôle visuel pour assurer l'orientation du faisceau laser (3).

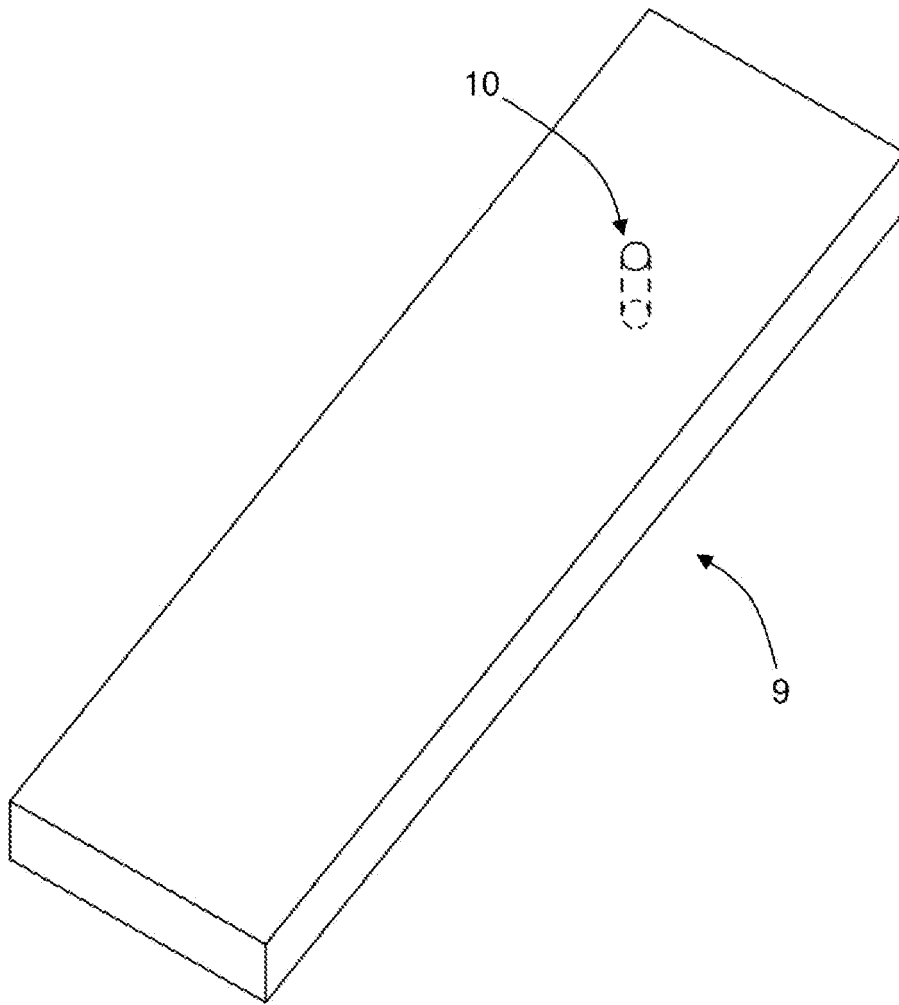
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[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 915480
FR 2213978

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	US 2012/051084 A1 (YALIN AZER P [US] ET AL) 1 mars 2012 (2012-03-01)	1, 4, 5	G01N 21/71
Y	* alinéas [0015], [0028] - [0030],	2, 6, 7	
A	[0056]; figure 1 *	3, 8	
X	BICKEL W S: "OPTICAL SYSTEM FOR LIGHT SCATTERING EXPERIMENTS", APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, DC, US, vol. 18, no. 11, 1 juin 1979 (1979-06-01), pages 1707-1709, XP000885097, ISSN: 0003-6935, DOI: 10.1364/AO.18.001707	1, 4, 5	
A	* le document en entier *	3, 8	
Y	US 2009/188901 A1 (DANTUS MARCOS [US]) 30 juillet 2009 (2009-07-30)	2, 6, 7	
A	* alinéas [0030], [0038]; figure 2 *	3, 8	
A	EP 0 018 288 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 29 octobre 1980 (1980-10-29)	1-8	
	* page 6, ligne 28 - page 9, ligne 16; figure 1 *		
A	CN 107 884 339 B (SHANGHAI INST TECH PHYSICS CAS) 10 janvier 2020 (2020-01-10)	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
	* abrégé; figure 1 *		G01J
	* alinéas [0044] - [0073] *		G01N
A	US 2009/091745 A1 (LEVESQUE MARC [CA] ET AL) 9 avril 2009 (2009-04-09)	1-8	
	* alinéas [0063] - [0087]; figures 1-2 *		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 juillet 2023		Riblet, Philippe	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		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.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2213978 FA 915480**

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 **27-07-2023**
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
US 2012051084 A1	01-03-2012	AUCUN	

US 2009188901 A1	30-07-2009	US 2009188901 A1	30-07-2009
		WO 2007145702 A2	21-12-2007

EP 0018288 A1	29-10-1980	EP 0018288 A1	29-10-1980
		FR 2454635 A1	14-11-1980
		JP S55143520 A	08-11-1980
		US 4330208 A	18-05-1982

CN 107884339 B	10-01-2020	AUCUN	

US 2009091745 A1	09-04-2009	CA 2701176 A1	09-04-2009
		US 2009091745 A1	09-04-2009
		US 2010324832 A1	23-12-2010
		WO 2009043138 A1	09-04-2009
