

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 992 759 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

12.04.2000 Bulletin 2000/15(51) Int Cl.7: **F41G 3/32**(21) Numéro de dépôt: **99402413.1**(22) Date de dépôt: **01.10.1999**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorité: **06.10.1998 FR 9812498**(71) Demandeur: **THOMSON-CSF
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Papuchon, Michel,
Thomson-CSF Propriété Intellect.
94117 Arcueil Cédex (FR)**

- **Rabault, Denis,
Thomson-CSF Propriété Intellect.
94117 Arcueil Cédex (FR)**

- **Defour, Martin,
Thomson-CSF Propriété Intellect.
94117 Arcueil Cédex (FR)**

- **Pocholle, Jean-Paul,
Thomson-CSF Propriété Intel.
94117 Arcueil Cédex (FR)**

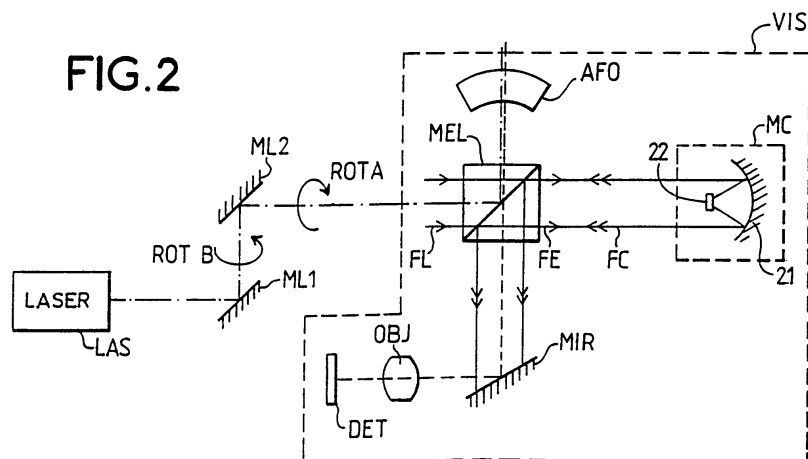
(74) Mandataire: **Albert, Claude et al
Thomson-CSF Propriété Intellectuelle,
13, Avenue du Président Salvador Allende
94117 Arcueil Cédex (FR)**

(54) **Dispositif pour l'harmonisation entre une voie d'émission laser et une voie passive d'observation**

(57) L'invention concerne un dispositif pour l'harmonisation entre une voie d'émission comportant un laser (LAS) émettant un faisceau laser (FL) et une voie passive d'observation comportant un capteur (DET).

Le dispositif selon l'invention comporte des moyens de conversion d'un faisceau d'excitation (FE) dont la direction de propagation et la divergence sont liées à celles du faisceau laser (FL) en un faisceau rétropropagatif (FC). Selon un exemple, le faisceau d'excitation est constituée d'une fraction du faisceau laser (FL). Les moyens de conversion comprennent un matériau pho-

toluminescent (22) qui, excité à la longueur d'onde du faisceau d'excitation (FE), émet une radiation dont la longueur d'onde est comprise dans la bande spectrale du capteur (DET). Ils comprennent en outre un ensemble optique (21) permettant de focaliser le faisceau d'excitation (FE) dans le matériau photoluminescent et de collecter au moins une partie de la radiation émise pour former le faisceau rétropropagatif (FC). Le dispositif comporte également des moyens optiques pour envoyer le faisceau rétropropagatif (FC) sur le capteur permettant ainsi de repérer les défauts d'harmonisation.

FIG.2

Description

[0001] L'invention concerne un dispositif pour l'harmonisation entre une voie d'émission laser et une voie passive d'observation, les voies optiques pouvant être d'axes séparés ou confondus. L'harmonisation consiste à rendre parallèles les axes optiques de ces voies afin qu'elles aient une ligne de visée commune. L'invention s'applique notamment aux systèmes de désignation de cible comportant une voie laser et une voie passive d'observation de type imageur ou écartomètre. Elle s'applique aussi aux systèmes d'imagerie active/passive comportant une voie d'émission laser à balayage et une voie d'imagerie passive. Plus généralement, elle s'applique à tout système pour lequel il est nécessaire d'harmoniser la voie d'émission laser et la voie passive d'observation.

[0002] Dans des conditions d'environnement sévères, notamment de température et de vibration, la désignation de cible par laser est avantageusement effectuée grâce à un 'pod' (ce terme signifiant nacelle en langue anglo-saxonne) disposé en emport externe de l'aéronef. Il peut comporter une voie d'imagerie à détection infrarouge, en bande II ou III, permettant de localiser la cible et une voie laser, dont l'axe optique peut être séparé ou confondu avec celui de la voie d'imagerie, émettant par exemple dans le proche-infrarouge et 'verrouillée' sur la voie d'imagerie. Ce verrouillage suppose le parfait 'alignement' entre les deux voies, c'est à dire le parfait parallélisme de leurs axes optiques (confondus ou non), définissant alors une même ligne de visée. Cette harmonisation doit pouvoir être contrôlée en cours de mission.

[0003] Dans le cas où la longueur d'onde d'émission du laser n'est pas comprise dans la bande spectrale du capteur de la voie d'imagerie ou si le laser émet des impulsions de durée trop courte pour pouvoir être détectées par le capteur, il n'est pas possible d'harmoniser les voies en prélevant une fraction du faisceau laser et en la réfléchissant vers le capteur afin de déterminer l'écart entre la tache formée par le laser sur le capteur et le centre du capteur.

[0004] La demande de brevet français 2 669 427 décrit un dispositif de contrôle de l'alignement d'une voie de visée à faisceau laser et d'une voie d'imagerie infrarouge, par exemple dans un pod de désignation laser. Il est composé d'un boîtier comprenant une cassette contenant un film de polyimide et des moyens d'avancée de ce film. Pendant la procédure d'harmonisation, le faisceau laser est focalisé sur le film qui s'échauffe, générant ainsi un point chaud visualisé sur le détecteur infrarouge, ce qui permet de mesurer l'écart d'alignement des deux voies. Pour être visible en bande II ou III, l'échauffement doit être important et entraîne la destruction locale du film, ce qui explique la présence des moyens d'avancée du film mis en place. Le boîtier est encombrant et la solution décrite ne permet pas d'effectuer l'harmonisation pendant les opérations de désigna-

tion ni d'effectuer l'harmonisation pour les lignes de visée opérationnelles, en particulier dans le cas où le système prévoit un débatement possible de la ligne de visée.

[0005] Le dispositif selon l'invention pallie ces inconvénients en mettant en oeuvre des moyens de conversion permettant d'obtenir à partir d'une fraction du faisceau laser incident par exemple, un faisceau détectable par le détecteur de la voie passive. Ces moyens sont basés sur les propriétés de photoluminescence de certains matériaux.

[0006] Plus précisément, l'invention concerne un dispositif pour l'harmonisation entre une voie d'émission comportant un laser émettant un faisceau laser et une voie passive d'observation comprenant un capteur, le dispositif comprenant des moyens de conversion d'un faisceau lumineux incident en un faisceau rétropropagatif. Le dispositif est caractérisé en ce qu'il comporte des moyens optiques permettant d'envoyer simultanément, vers la voie d'émission, la quasi-totalité du faisceau laser et, vers les moyens de conversion, un faisceau d'excitation formant le faisceau incident et dont la direction de propagation et la divergence sont liées à celles du faisceau laser d'émission vers les moyens de conversion, en ce que les moyens de conversion comportent un matériau photoluminescent, qui, excité à la longueur d'onde du faisceau d'excitation, émet une radiation dont la longueur d'onde est comprise dans la bande spectrale du capteur de la voie d'observation ainsi qu'un ensemble optique permettant de focaliser le faisceau d'excitation dans le matériau photoluminescent et de collecter au moins une partie de la radiation émise pour former le faisceau rétropropagatif, et en ce qu'il comporte en outre des moyens pour envoyer le faisceau rétropropagatif sur le capteur permettant ainsi de repérer en temps réel les défauts d'harmonisation.

[0007] Avantageusement, le faisceau d'excitation est simplement une fraction du faisceau laser de la voie d'émission, suffisante pour effectuer la conversion. Les moyens de conversion du dispositif selon l'invention présentent un encombrement réduit permettant une grande souplesse de mise en oeuvre des procédures d'harmonisation. D'autre part, la très grande variété des matériaux photoluminescents en terme de bande spectrale d'émission et de durée de vie d'émission permet d'adapter les moyens de conversion aux caractéristiques du capteur de la voie passive d'observation.

[0008] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit en référence aux figures annexées qui représentent respectivement:

- la figure 1, un schéma d'un système de désignation de cible par guidage laser avec un dispositif d'harmonisation selon l'art antérieur;
- la figure 2, un schéma d'un même système avec un dispositif pour l'harmonisation des deux voies selon l'invention;

la figure 3, une variante d'un système mettant en oeuvre le dispositif selon l'invention;

- la figure 4, un schéma illustrant un exemple de réalisation des moyens de conversion compris dans le dispositif selon l'invention;
- la figure 5, un spectre d'émission de la photoluminescence du semi-conducteur InAs;
- la figure 6, un schéma illustrant un autre exemple de réalisation des moyens de conversion;
- la figure 7, un schéma partiel d'une variante d'un dispositif selon l'invention.

[0009] La figure 1 illustre un schéma d'implantation d'un dispositif d'harmonisation selon l'art antérieur du brevet cité ci-dessus dans un système de désignation de cible par guidage laser de type 'pod'. Le système considéré ici comporte une voie d'émission comportant un laser LAS émettant un faisceau laser FL dont l'axe optique est représenté en pointillé alterné court et long sur la figure 1. Le laser LAS est par exemple un laser impulsif de type Nd:YAG émettant des impulsions de quelques dizaines de nanosecondes à 1.06 μm pour des fonctions de désignation et/ou de télémétrie. Le faisceau laser FL est dans cet exemple sensiblement collimaté. Le système comporte également une voie passive d'observation dont l'axe optique est représenté en pointillé sur la figure 1, comprenant un objectif OBJ et un détecteur DET, sensible par exemple dans l'infrarouge, en bande 3-5 μm ou 8-12 μm . Le détecteur peut être un imageur de type caméra thermique ou un écartomètre dans le cas par exemple de la désignation d'une cible illuminée par un faisceau lumineux annexe. Dans l'exemple de système de désignation choisi, les axes optiques des deux voies sont superposés au moyen d'un mélangeur MEL, par exemple un cube dichroïque réfléchissant la quasi totalité du flux d'émission laser et transmettant la quasi totalité du flux infrarouge incident. Mais les deux voies pourraient être distinctes, avec des axes optiques parallèles. Dans les deux cas, la ligne de visée est commune entre les deux voies; elle peut présenter, comme dans l'exemple illustré sur la figure 1, une possibilité de débattement permettant d'explorer un champ important, grâce à deux rotations, indiquées ROT A et ROT B, autour de deux axes de rotation perpendiculaires. Pour maintenir l'alignement entre les deux voies quelle que soit la position de la ligne de visée, un jeu de deux miroirs ML1 et ML2 d'alignement du faisceau laser (FL) est utilisé définissant les deux axes autour desquelles se font les rotations. Le système comporte également un dispositif afocal AFO, commun aux 2 voies dans l'exemple illustré sur la figure 1, permettant d'étendre le faisceau laser (FL) de la voie d'émission et de collecter le flux émis par une scène à observer. L'ensemble comportant notamment le dispositif afocal, le mélangeur MEL, l'objectif OBJ et le capteur DET de la voie passive d'observation forme la tête de visée optique VIS, mobile autour des axes de rota-

tions ROT A et ROT B, les différents éléments de la tête de visée étant mécaniquement solidaires.

[0010] Il est nécessaire dans ce type de système d'avoir une parfaite harmonisation entre la voie d'émission laser et la voie passive d'observation, c'est à dire un parfait alignement de leurs axes optiques. Du fait des conditions d'environnement sévères (température, vibration, etc.), il peut apparaître des défauts d'harmonisation dus par exemple à l'apparition d'imprécisions mécaniques sur les rotations de la tête de visée. Il est donc nécessaire de pouvoir contrôler l'harmonisation en cours de mission. Notons que cette contrainte sur l'harmonisation des deux voies s'applique à de nombreux autres systèmes optroniques: par exemple, un dispositif de brouillage de missile comportant un laser 'brouilleur' et un écartomètre pour repérer le point chaud que constitue le missile, ou un dispositif d'imagerie actif/passif dans lequel il faut harmoniser le centre de l'image 'active' obtenue avec un laser balayant la scène et le centre de l'image 'passive' obtenue par exemple au moyen d'une caméra thermique. La figure 1 illustre un exemple de mise en place d'un dispositif d'harmonisation selon l'art antérieur qui s'applique à un système dans lequel le détecteur DET de la voie d'observation est sensible dans l'infrarouge. On suppose que le laser d'émission émet dans le visible ou dans le proche-infrarouge et qu'il ne peut pas être détecté par le détecteur DET. Le dispositif de l'art antérieur comporte un boîtier 10 dans lequel se trouve un film de polyimide 12 et des moyens d'avancée de ce film non représentés. Un ensemble optique 11 permet la focalisation du faisceau laser incident FL sur le film qui absorbe le flux incident et s'échauffe et la collimation du flux thermique émis par le film pour former un faisceau FC parallèle au faisceau incident FL. L'émission thermique se fait dans l'infrarouge et peut donc être visualisée par le détecteur de la voie d'observation, permettant ainsi de repérer les défauts d'harmonisation. Ces défauts sont ensuite corrigés, par exemple en actionnant un miroir MIR de réglage de la voie d'imagerie infrarouge, ou par traitement des images acquises, le point de référence dans l'image étant modifié. Cependant, le dispositif de l'art antérieur, qui nécessite une mécanique complexe pour faire dérouler le film, est encombrant et nécessite quasiment toute la puissance du laser de la voie d'émission. Il est généralement fixé sur la structure du 'pod', de telle sorte que pour effectuer la procédure d'harmonisation, la tête de visée optique VIS est retournée, pour se trouver en vis-à-vis du dispositif d'harmonisation, comme cela est montré sur la figure 1. La procédure d'harmonisation nécessite donc une interruption de la prise d'images; elle ne peut se faire que selon une ligne de visée qui, de plus, n'est pas opérationnelle.

[0011] Un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention et de sa mise en oeuvre est schématisée sur la figure 2. Le système de désignation de cible choisi pour illustrer le dispositif d'harmonisation est le même que celui de la figure 1. En particulier, le faisceau laser

de la voie d'émission est sensiblement collimaté et les axes optiques des deux voies sont superposées grâce au mélangeur MEL, par exemple un cube dichroïque.

[0012] Le dispositif selon l'invention comprend des moyens de conversion MC comportant un matériau photoluminescent qui, excité à la longueur d'onde d'un faisceau d'excitation dont la direction de propagation et la divergence sont liées à celles du faisceau laser d'émission, émet une radiation dont la longueur d'onde est comprise dans la bande spectrale du capteur de la voie d'observation. La photoluminescence résulte de l'interaction entre un matériau et une source lumineuse externe. Dans le matériau photoluminescent, les atomes, après absorption d'un photon, sont excités à un niveau d'énergie supérieur et relaxent spontanément vers un niveau d'énergie inférieur, émettant un photon au cours du processus. La longueur d'onde du photon émis est supérieure à celle du photon absorbé. Lorsque les transitions sont permises, c'est à dire s'effectuant avec une grande probabilité d'occurrence (transitions 'singulet-singulet' ou 'triplet-triplet'), on parle de fluorescence. On parle de phosphorescence lorsqu'il s'agit de transitions interdites, c'est à dire s'effectuant avec très faible probabilité d'occurrence et présentant de ce fait des durées d'émission longues (transitions 'triplet-singulet' par exemple). Des exemples de matériaux photoluminescents seront donnés dans la suite de la description.

[0013] Dans l'exemple de la figure 2, le faisceau d'excitation FE est simplement une fraction du faisceau laser (FL) de la voie d'émission constituée par le flux résiduel du faisceau laser d'émission non réfléchi par le cube MEL. Cette fraction est très faible (quelques pourcent, par exemple) car la plus grande partie du flux laser est réfléchi vers la cible mais elle est suffisante car le mécanisme physique mis en jeu est très efficace. Les moyens de conversion MC sont par exemple centrés sur un axe parallèle à celui du faisceau laser d'émission FL incident dans le cube MEL et positionnés de telle sorte que soit collectée toute la partie du flux laser d'émission transmis par le cube MEL et formant le faisceau d'excitation FE.

[0014] Les moyens de conversion comprennent également un ensemble optique permettant de focaliser le faisceau d'excitation dans le matériau photoluminescent et de collecter au moins une partie de la radiation émise pour former un faisceau FC rétropropagatif, c'est à dire se propageant suivant la même direction que le faisceau d'excitation mais en sens inverse et possédant la même divergence. L'ensemble optique peut être constitué par exemple d'un miroir concave 21, achromatique dans la bande spectrale du capteur de la voie d'observation, le matériau photoluminescent, noté 22, étant positionné de telle sorte que le faisceau d'excitation se focalise à l'intérieur du matériau. Au point de focalisation, le matériau émet de façon isotrope une onde lumineuse dans la bande spectrale du capteur. Une partie de ce flux est collectée par le miroir et réfléchi for-

mant le faisceau FC. Comme le flux est émis exactement au point de focalisation, le faisceau FC rétropropagatif possède les mêmes caractéristiques optiques de direction et de divergence que le faisceau d'excitation incident et donc que le faisceau laser d'émission, ce qui est la propriété recherchée dans le cadre d'un système d'harmonisation. En général, et comme cela apparaît dans l'exemple choisi pour illustrer les figures 1 et 2 et dans la suite de la description, le faisceau laser d'émission est sensiblement collimaté et le faisceau d'excitation est un faisceau parallèle au faisceau laser d'émission; le faisceau résultant de la conversion est donc collimaté, parallèle au faisceau d'excitation, se propageant en sens inverse. Les moyens de conversion se comportent alors comme un coin de cube qui, associé au cube MEL permet de renvoyer vers le capteur DET de la voie d'observation une partie du faisceau FC résultant de la conversion. Le dispositif selon l'invention fonctionne aussi lorsque la séparation des voies d'observation passive et d'émission laser ne s'effectue pas en faisceaux collimatés mais en faisceaux convergents. Dans ce cas, le faisceau d'excitation est issu d'un point à distance finie. Il suffit simplement d'avoir la bonne conjugaison optique entre le point duquel est issu le faisceau d'excitation et le matériau photoluminescent pour que le faisceau (FC) résultant de la conversion soit rétropropagatif du faisceau d'excitation. L'ensemble optique des moyens de conversion peut aussi contenir des éléments dioptriques (lentille de focalisation par exemple, associée ou non à un miroir de collection du flux). Dans tous les cas, un ensemble optique simple est suffisant; en particulier, il n'est pas besoin de mettre en place de la mécanique fine et encombrante.

[0015] La partie du faisceau FC résultant de la conversion réfléchi vers le capteur DET est faible car le cube mélangeur MEL est conçu pour laisser passer la radiation émise par la scène et détectée par la voie d'observation. Mais les mécanismes de photoluminescence sont suffisamment efficaces pour que la partie du faisceau FC focalisée sur le capteur puisse être détectée.

[0016] Selon une variante possible de mise en oeuvre, les moyens MC sont intégrés à la tête optique de visée VIS, c'est à dire solidaires des éléments la composant comme cela est illustré sur la figure 2. Ainsi, pour chaque position de la tête de visée définie par les rotations ROT A et ROT B, une procédure d'harmonisation est possible. Elle permet de vérifier si la tache résultant de la photoluminescence sur le détecteur DET de la voie passive, caractéristique de l'axe optique de la voie d'émission laser, est bien centrée sur l'image détectée. Il est à noter que cette tache peut être très fine car, contrairement aux mécanismes thermiques, il n'y a pas d'effets de diffusion dans les mécanismes de photoluminescence. Aussi, la tache résultant de la photoluminescence a sensiblement le même diamètre que la tache de focalisation du faisceau d'excitation dans le matériau. Si cela est nécessaire, on peut effectuer l'harmonisation proprement dite par exemple en centrant

l'image sur la tache de photoluminescence grâce à un ajustement fin des rotations ROT A et ROT B. Cette procédure d'harmonisation peut se faire en temps réel ou en pré-enregistrant avant d'effectuer l'acquisition d'images, les positions de la tache correspondant à l'axe optique du laser, en fonction des différentes positions de la ligne de visée. On peut aussi, l'un des miroirs ML1 ou ML2 étant réglable, définir une loi de commande de ce miroir pour que l'axe optique du laser soit fixe dans l'image et ce, pour toutes les positions de la ligne de visée. On peut aussi repérer les défauts d'harmonisation pour en tenir compte ensuite dans le traitement des images acquises mais sans nécessairement les corriger mécaniquement.

[0017] Selon une autre variante, et quand par exemple l'encombrement le permet, les moyens de conversion MC peuvent être fixes, non solidaires de la tête de visée, centrés de la même façon que précédemment sur le faisceau laser d'émission incident dans le mélangeur. Dans ce cas, on peut par exemple corriger des défauts d'harmonisation dus à des biais introduits en cours de mission sur l'afocal et qui ne seraient pas les mêmes pour la voie d'émission et pour la voie d'observation.

[0018] Le dispositif selon l'invention peut également être utilisé dans un système optronique, par exemple un système de désignation par guidage laser de type 'pod', dans lequel les axes optiques de la voie d'émission et de la voie passive sont distincts. Un exemple d'un tel système est schématisé sur la figure 3. Dans cet exemple, chaque voie comprend un dispositif afocal, notés respectivement 31 pour la voie laser et 32 pour la voie d'imagerie. La tête de visée optique VIS, comprenant les éléments des voies laser et d'imagerie, est mobile par exemple selon les rotations ROT A et ROT B telles que précédemment décrites. Une partie du faisceau laser de la voie d'émission est prélevée sur la voie laser grâce à une lame dichroïque 33 formant le faisceau d'excitation FE puis envoyée vers les moyens de conversion MC. Le faisceau FC résultant de la conversion et rétropropagatif du faisceau FE est réfléchi partiellement par la lame 33 puis envoyé, au moyen d'un jeu de lames 34,35 vers le capteur DET de la voie passive d'observation. Les moyens de conversion sont par exemple fixes sur le pod; dans ce cas l'harmonisation se fait selon une seule ligne de visée. Les moyens de conversion peuvent être mobiles de telle sorte à pouvoir suivre les mouvements de la tête de visée, selon des rotations indépendantes des mouvements de la ligne de visée.

[0019] La très grande variété des matériaux photoluminescents en termes de bande spectrale d'émission et de durée de vie de luminescence permet d'adapter les moyens de conversion aux caractéristiques du capteur de la voie passive d'observation.

[0020] Selon un premier exemple, dans le cas de l'harmonisation d'une voie laser émettant des impulsions de quelques dizaines de nanosecondes à 1.06 μm et d'une voie d'observation passive sensible dans la

bande II (environ 3-5 μm), on peut utiliser comme matériau photoluminescent un matériau solide dopé avec des ions photoluminescents, par exemple une terre rare comme l'Erbium. Les ions Erbium présentent en effet une émission vers 2,8 μm (détectable par le capteur bande II) lorsqu'ils sont excités à la longueur d'onde 1,06 μm . La figure 4 représente ainsi une mise en oeuvre possible. Le faisceau d'excitation FE, collimaté, traverse le matériau photoluminescent 22 qui se présente comme une lame d'épaisseur de l'ordre du millimètre puis est focalisé par le miroir 21 dans le matériau 22 selon une tache de focalisation dont le diamètre est de l'ordre d'une dizaine de microns, créant ainsi une forte densité de puissance. Au point de focalisation, la lame émet de façon isotrope une onde lumineuse dont la longueur d'onde est proche de 2,8 μm . Une partie du flux est collectée par le miroir et collimatée, formant ainsi le faisceau FC parallèle qui sera détecté par le capteur DET de la voie d'imagerie. Notons que le flux non collecté par le miroir n'est pas gênant car il est très défocalisé sur le capteur de la voie d'imagerie et n'est donc pas détecté. La configuration précédemment décrite présente de nombreux avantages; en particulier, la précision de réglage en position du matériau photoluminescent par rapport au miroir est facile à obtenir car il suffit que le point de focalisation soit à l'intérieur de la lame. D'autre part, le dispositif selon l'invention est ainsi insensible aux effets thermiques car une modification de la température conduit à un déplacement longitudinal du point de focalisation qui n'a aucun effet perturbant car le point de focalisation reste à l'intérieur du matériau.

[0021] Ainsi, et si l'on reprend l'exemple de mise en oeuvre décrit ci-dessus, avec un faisceau d'excitation dont la puissance crête est de 100 W, des puissances de photoluminescence de $1,2 \cdot 10^{-6}$ W peuvent être émises, ce qui suffit pour être détecté. Or les puissances des lasers des voies d'émission dans ce type de système de désignation de cible sont de l'ordre de 100 MW pour des largeurs d'impulsion de 20 ns. Autrement dit, la puissance laser prélevée pour assurer la fonction d'harmonisation est quasiment négligeable et ne causera aucune dégradation des performances de la section active de l'équipement. En outre, la durée de vie de photoluminescence des ions Erbium est importante (supérieure à 1 msec), et donc beaucoup plus grande que la durée de l'impulsion laser elle-même, ce qui en fait un bon transformateur de longueur d'onde mais aussi un bon transformateur de durée d'impulsion. C'est particulièrement important lorsque le capteur de la voie d'imagerie ne détecte pas les impulsions courtes. L'exemple de réalisation décrit ici peut être étendu à d'autres ions (Holmium, etc...) et à d'autres longueurs d'onde laser pour adapter les moyens de conversion au besoin de conversion. Les intensités de photoluminescence étant importantes, on peut aussi cascader les types de matériau photoluminescent pour obtenir la bande d'émission recherchée si un seul matériau photoluminescent ne répond pas à tous les critères (voir l'exem-

ple donné ci-après).

[0022] Une variante à l'exemple de mise en oeuvre des moyens de conversion décrit ci-dessus consiste à utiliser un matériau non linéaire à conversion de fréquence et une substance photoluminescente, l'interaction entre le faisceau d'excitation (FE) et le matériau non linéaire générant une onde de longueur d'onde inférieure à celle du faisceau d'excitation, cette onde pouvant générer l'émission photoluminescente de la substance luminescente. Par exemple, on peut utiliser un matériau non linéaire dopé avec des ions photoluminescents. Un exemple typique est donné par un cristal de Niobate de Lithium (LiNbO_3) dopé avec des ions Erbium. En effet, on sait que cette terre rare présente une émission de photoluminescence vers $2,8 \mu\text{m}$. Par contre, le coefficient d'absorption est plus faible à $1,06 \mu\text{m}$ qu'à $0,5 \mu\text{m}$. Le LiNbO_3 présentant une non-linéarité optique d'ordre deux, il est possible de générer le second harmonique de $1,06 \mu\text{m}$, soit $0,532 \mu\text{m}$. Dans ce cas, c'est principalement l'onde à $0,532 \mu\text{m}$ qui excitera la photoluminescence de l'ion terre rare. Pour optimiser l'interaction, on peut orienter le cristal par rapport au faisceau d'excitation FE incident de manière à vérifier la condition d'accord de phase. Une variante consiste à utiliser deux matériaux séparés, l'un pour effectuer la conversion de fréquence, l'autre pour générer la photoluminescence dans la bande désirée, on peut alors optimiser séparément les deux interactions.

[0023] Dans les configurations où le capteur de la voie d'observation peut détecter des signaux optiques de faible durée, il est avantageux d'utiliser comme matériau photoluminescent un matériau semi-conducteur, tel par exemple que l'Arsenure d'Indium (InAs) ou un alliage plus complexe pour adapter la longueur d'onde d'émission au capteur. La figure 5 montre l'émission de photoluminescence (en unités arbitraires U.A.) en fonction de la longueur d'onde. La courbe 51 représente ainsi un spectre d'émission de la photoluminescence de InAs quand il est excité par un laser impulsif Nd:YAG (largeur d'impulsion d'environ 10 ns). Le semi-conducteur peut être utilisé sous forme massive ou en couche mince. Avantageusement, comme cela est illustré sur la figure 6, il peut être mise en oeuvre sous forme d'une pastille 61 au centre d'une fenêtre transparente 62 pour le proche infrarouge et l'infrarouge. En effet, ce matériau étant fortement absorbant à $1,06 \mu\text{m}$, il est préférable que le faisceau d'excitation ne le traverse pas avant d'être focalisé par exemple par le miroir 21.

[0024] On peut aussi cascader les types de matériaux photoluminescents pour obtenir la bande d'émission recherchée si un seul matériau photoluminescent ne répond pas à tous les critères. Par exemple, à l'aide de la photoluminescence d'une première substance assurant la fonction principale de transformateur de durée d'impulsion on peut exciter la photoluminescence d'une deuxième substance. Par exemple, la première substance peut être un matériau dopé Erbium tel que décrit précédemment, qui, excité avec un laser impulsif

à $1,06 \mu\text{m}$ émet autour de $2,8 \mu\text{m}$ avec un temps de vie proche de la milliseconde, et comme deuxième substance, on peut utiliser un matériau semi-conducteur, en couche mince ou en massif, absorbant à la longueur d'onde $2,8 \mu\text{m}$ et dont la composition est ajustée pour émettre exactement dans la bande désirée. La première substance sert de transformateur de durée d'impulsion et la seconde sert de transformateur de longueur d'onde.

[0025] Une variante du dispositif selon l'invention est décrite partiellement sur la figure 7. Il s'agit d'utiliser une source 70 annexe du laser LAS de la voie d'émission, émettant un faisceau FA (en trait continu sur la figure 7), aligné au moyen d'un dispositif d'alignement 71 avec le faisceau laser FL (en trait pointillé mixte sur la figure 7). C'est le faisceau FA qui forme ensuite le faisceau d'excitation FE incident sur les moyens de conversion selon des moyens identiques à ceux décrits précédemment. Comme la source annexe est indépendante du laser d'émission, elle peut fonctionner selon des caractéristiques plus favorables à l'optimisation de la photoluminescence. Par exemple, elle peut fonctionner en impulsions longues ou en continu, la longueur d'onde d'émission de la source annexe étant proche de celle du laser d'émission afin de ne pas avoir de contraintes trop sévères sur l'optique d'alignement des deux sources. Ainsi, une source annexe constituée d'un laser semi-conducteur ou d'un mini-laser solide pompé par diodes, émettant autour de $1 \mu\text{m}$, peut constituer le faisceau d'excitation d'un matériau photoluminescent constitué par exemple d'un semi-conducteur de type InAs comme cela a été décrit précédemment. La contrainte sur la longueur d'onde d'émission de la source annexe est qu'elle soit plus courte que celle correspondant à la bande interdite du matériau semi-conducteur utilisé, lorsqu'un tel matériau est utilisé.

[0026] Dans ce cas, il est primordial d'avoir un parfait alignement entre le faisceau laser d'émission LAS et la source annexe 70. Par exemple, comme cela est illustré sur la figure 7, le dispositif d'alignement comporte un cube séparateur 72, dont la surface séparatrice est placée à 45° du faisceau laser d'émission et du faisceau issu de la source annexe, un détecteur d'écart angulaire 73 recevant les deux faisceaux, ce qui permet à tout moment de contrôler un éventuel écart d'angle entre les deux. En outre, il peut également comporter un ensemble déviateur 74 réalisé par exemple au moyen d'un ensemble diasporamètre motorisé capable de réaligner les deux faisceaux dans toutes les conditions d'utilisation.

Revendications

1. Dispositif pour l'harmonisation entre une voie d'émission comportant un laser (LAS) émettant un faisceau laser (FL) et une voie passive d'observation comprenant un capteur (DET), le dispositif

comprenant des moyens de conversion (MC) d'un faisceau lumineux incident en un faisceau rétropropagatif (FC) et étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens optiques (MEL,33) permettant d'envoyer simultanément, vers la voie d'émission, la quasi-totalité du faisceau laser (FL) et, vers les moyens de conversion (MC), un faisceau d'excitation (FE) formant le faisceau incident et dont la direction de propagation et la divergence sont liées à celles du faisceau laser (FL), en ce que les moyens de conversion comportent un matériau photoluminescent (22), qui, excité à la longueur d'onde du faisceau d'excitation, émet une radiation dont la longueur d'onde est comprise dans la bande spectrale du capteur (DET) ainsi qu'un ensemble optique (21) permettant de focaliser le faisceau d'excitation (FE) dans le matériau photoluminescent et de collecter au moins une partie de la radiation émise pour former le faisceau rétropropagatif (FC), et en ce qu'il comporte en outre des moyens optiques pour envoyer le faisceau rétropropagatif (FC) sur le capteur permettant ainsi de repérer en temps réel les défauts d'harmonisation.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le faisceau laser (FL) de la voie d'émission étant sensiblement collimaté, les moyens de conversion (MC) se comportent comme un coin de cube, recevant le faisceau d'excitation (FE) sensiblement collimaté, parallèle au faisceau laser (FL) et renvoyant le faisceau rétropropagatif (FC) parallèlement au faisceau d'excitation.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau photoluminescent (22) comprend un matériau solide dopé avec des ions photoluminescents.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la longueur d'onde du faisceau d'excitation appartenant à la bande spectrale visible/proche-infrarouge, les ions photoluminescents sont des ions Erbium.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau photoluminescent (22) comprend un matériau non linéaire à conversion de fréquence et une substance photoluminescente, l'interaction entre le faisceau d'excitation (FE) et le matériau non linéaire générant une onde de longueur d'onde inférieure à celle du faisceau d'excitation, cette onde pouvant générer l'émission photoluminescente de ladite substance.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la longueur d'onde du faisceau d'excitation étant de l'ordre de $1,06 \mu\text{m}$ et la substance photoluminescente comportant des ions Erbium, le ma-

tériau non linéaire présente une non-linéarité d'ordre 2, l'interaction entre le faisceau d'excitation et le matériau non linéaire résultant en un doublage de fréquence.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau photoluminescent (22) comporte un matériau semi-conducteur, la longueur d'onde du faisceau d'excitation étant plus courte que celle correspondant à la bande interdite du matériau semi-conducteur.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le semi-conducteur est du type Arsenure d'Indium (InAs).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau photoluminescent (22) comporte deux substances photoluminescentes, la première étant excitée par le faisceau d'excitation (FE) pour engendrer une émission photoluminescente et la seconde étant excitée par l'émission de la première.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le faisceau d'excitation (FE) étant issu d'un laser impulsif, la durée de vie de photoluminescence de la première substance est supérieure à la durée d'impulsion dudit laser et le spectre d'émission de photoluminescence de la seconde substance couvre, au moins partiellement, la bande spectrale de sensibilité du capteur (DET) de la voie d'observation.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le faisceau d'excitation (FE) est une fraction du faisceau laser (FL) de la voie d'émission.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une source (70) annexe du laser (LAS) de la voie d'émission, émettant un faisceau (FA) et un système d'alignement (71) dudit faisceau (FA) avec le faisceau (FL) de la voie d'émission laser, et en ce que le faisceau d'excitation (FE) est une fraction du faisceau (FA).

13. Système de désignation de cible par guidage laser, comportant notamment une tête de visée optique (VIS) d'orientation de la ligne de visée constituée d'au moins un dispositif afocal (AFO) pour une voie d'émission laser et une voie passive d'observation comprenant un détecteur (DET), le système comportant des moyens de correction d'éventuels défauts d'harmonisation entre les deux voies et étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif pour l'harmonisation de la voie d'émission laser

et de la voie passive selon l'une quelconque des revendications précédentes, le dispositif permettant de repérer les défauts d'harmonisation qui peuvent ainsi être corrigés par les moyens de correction.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

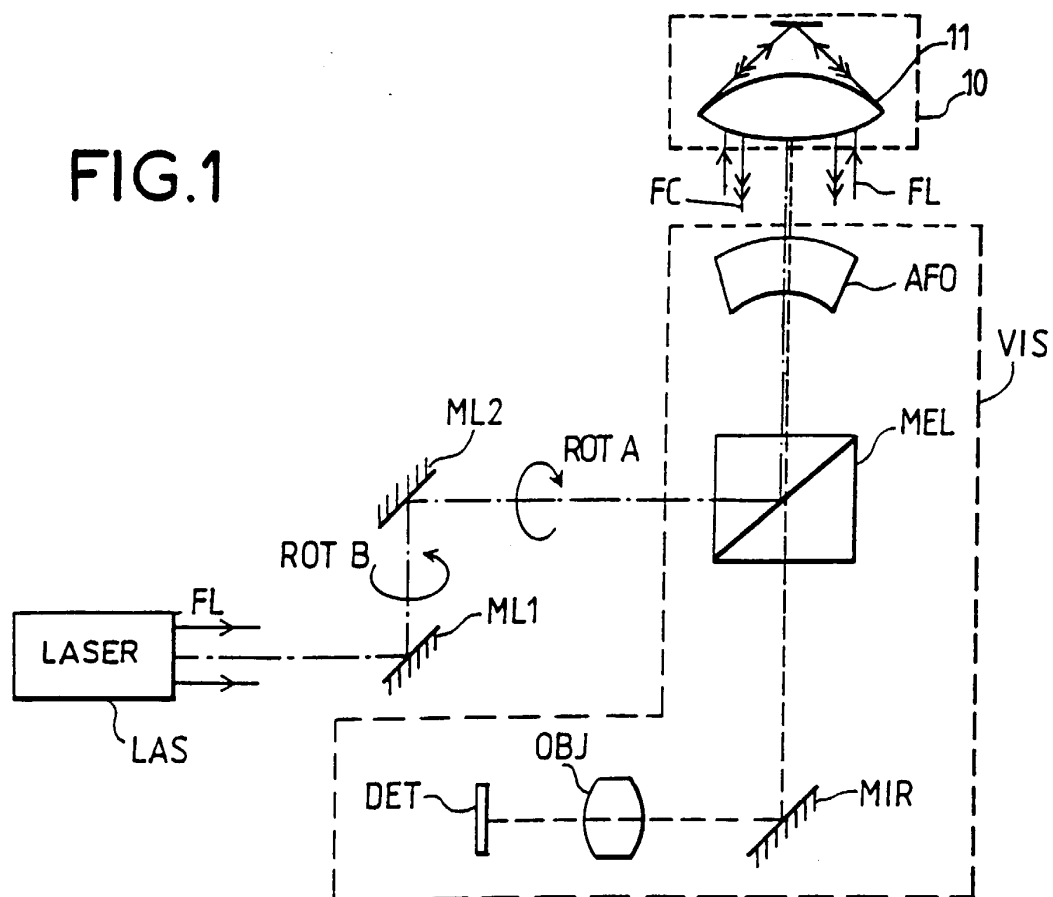


FIG.2

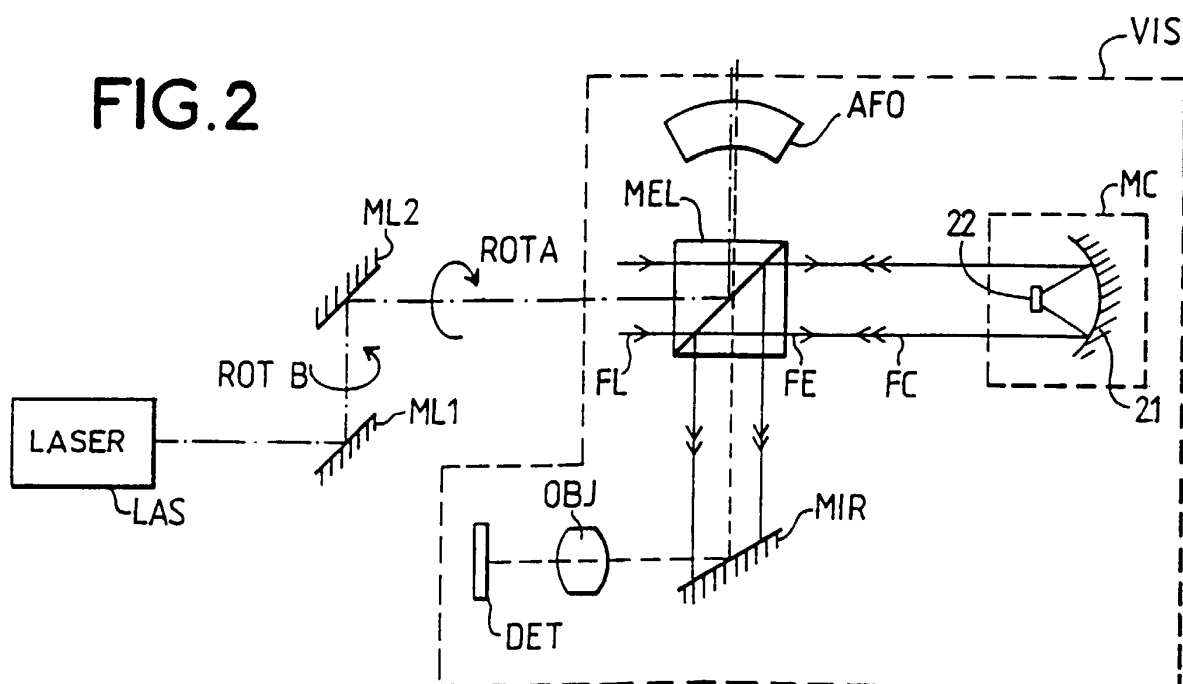


FIG. 3

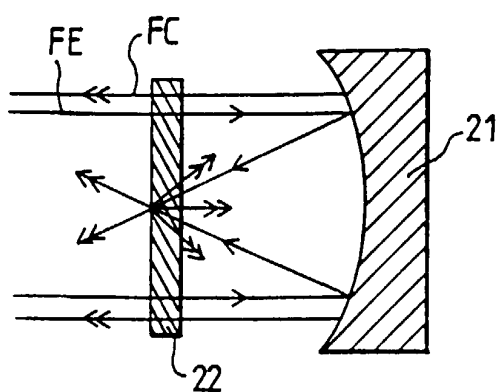
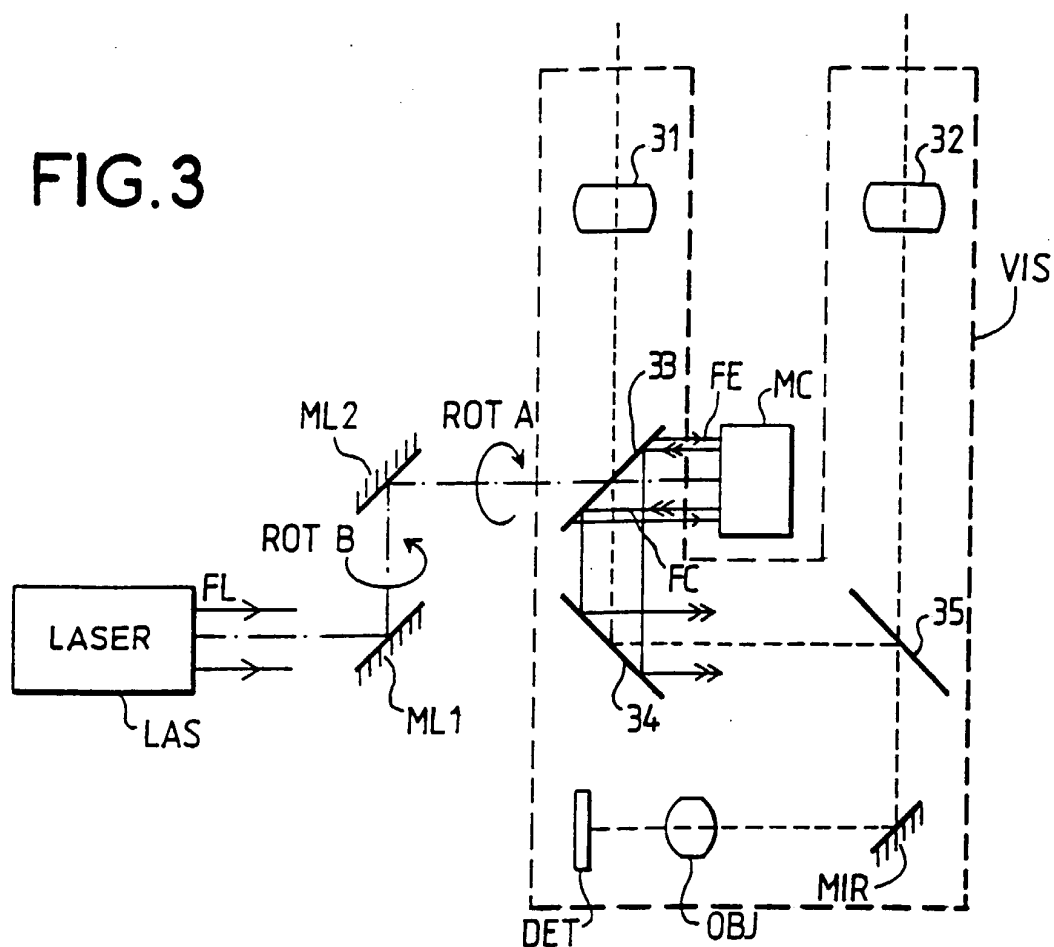


FIG. 4

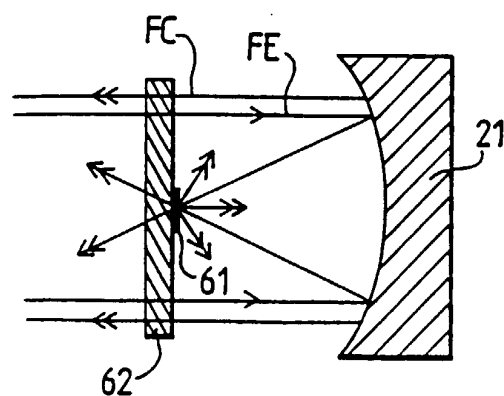


FIG. 6

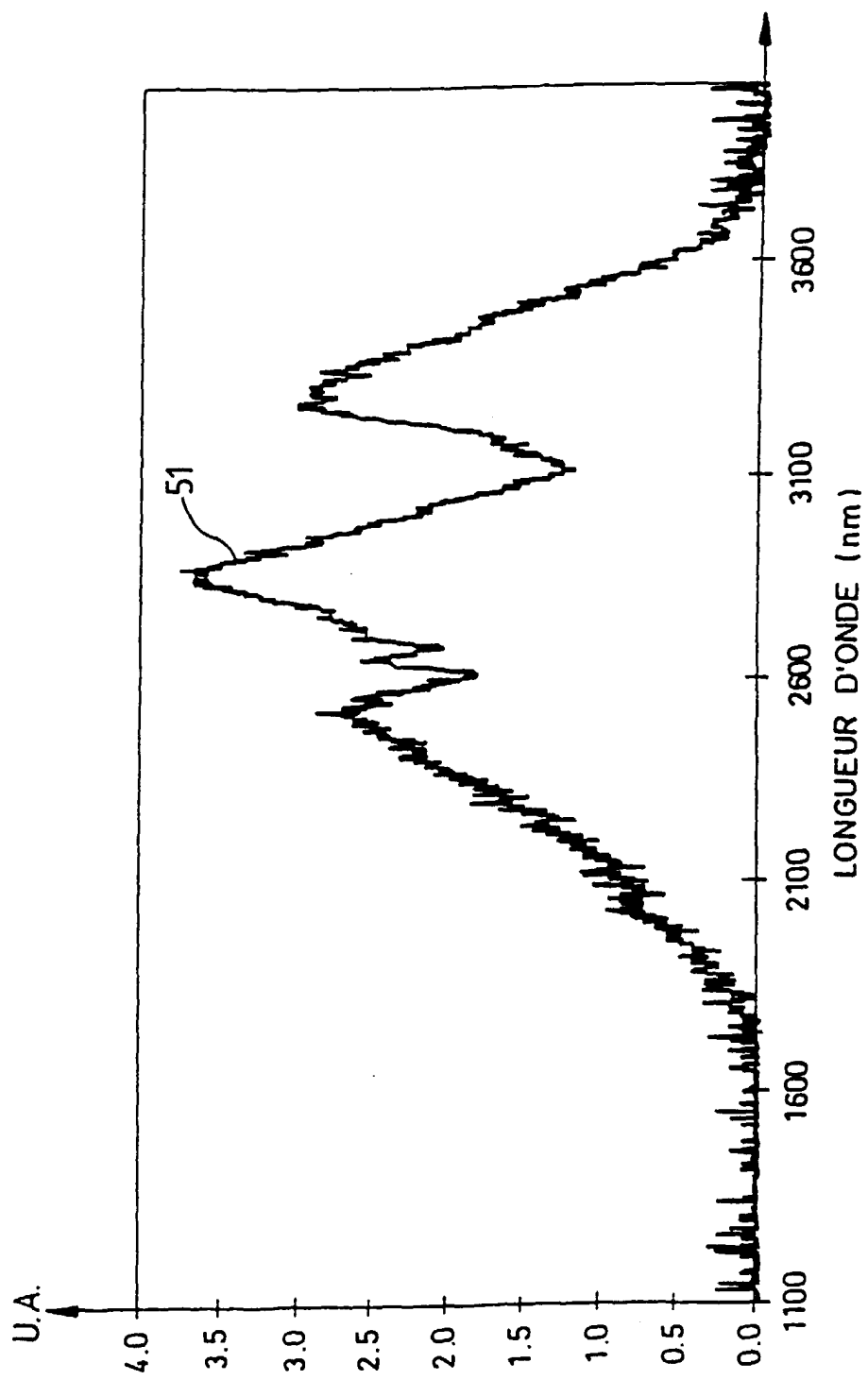
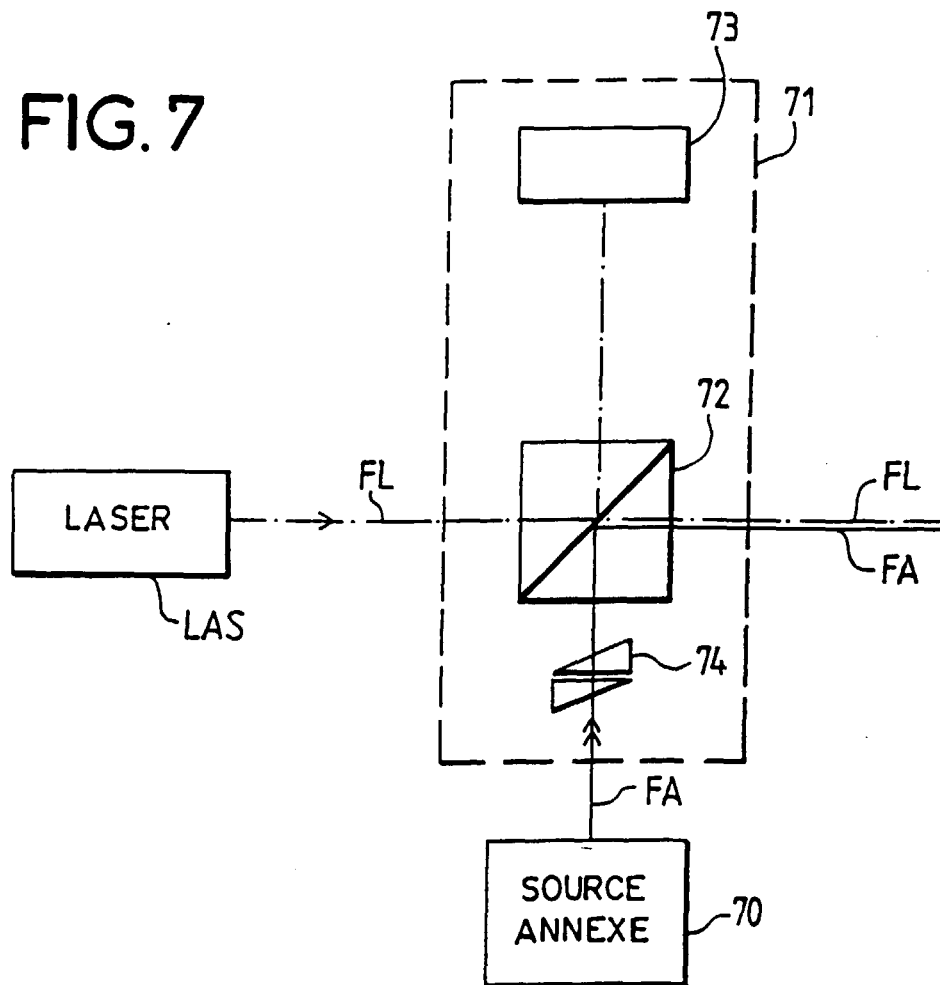


FIG.5

FIG. 7





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 2413

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Y	GB 2 165 957 A (FERRANTI PLC) 23 avril 1986 (1986-04-23) * abrégé * * page 2, colonne de gauche, ligne 50 - page 5, colonne de droite, ligne 72; figures 1-3 *	1	F41G3/32
Y	EP 0 451 017 A (THOMSON CSF) 9 octobre 1991 (1991-10-09) * abrégé * * page 2, colonne 2, ligne 53 - page 6, colonne 9, ligne 1; figures 1-4 *	1	
A	US 4 422 758 A (GODFREY THOMAS E ET AL) 27 décembre 1983 (1983-12-27) * abrégé * * colonne 2, ligne 67 - colonne 6, ligne 22; figures 1-8 *	1	
A	US 5 047 638 A (CAMERON JEFFERY A ET AL) 10 septembre 1991 (1991-09-10) * abrégé * * colonne 2, ligne 47 - colonne 4, ligne 51; figures 1-5 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	WO 94 27108 A (PILKINGTON PERKIN ELMER LTD ; POPE STEPHEN JOHN (GB); CROOK GRAHAME) 24 novembre 1994 (1994-11-24) * abrégé * * page 5, ligne 7 - page 10, ligne 6; figures 1-4 *	1	F41G
A,D	FR 2 669 427 A (THOMSON CSF) 22 mai 1992 (1992-05-22) * abrégé * * page 3, ligne 25 - page 8, ligne 17; figures 1-5 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10 janvier 2000	Examineur Blondel, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04002)