

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.06.99.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.01.01 Bulletin 01/01.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : PHOTONETICS Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : LEFEVRE HERVE et GRAINDORGE PHILIPPE.

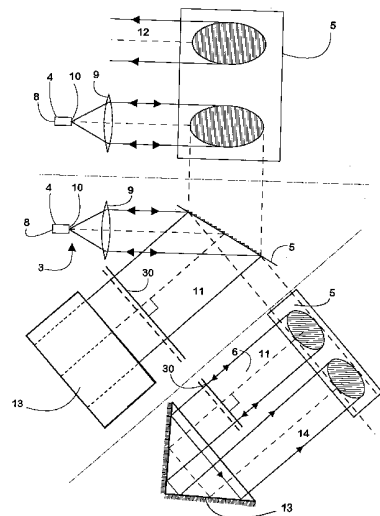
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP.

54 SOURCE LASER AVEC FILTRAGE INTEGRE DE L'EMISSION SPONTANEE AMPLIFIEE.

57 L'invention concerne une source laser à cavité externe avec filtrage intégré de l'émission spontanée amplifiée équipée d'un système dispersif rétro réfléchissant (5, 30) dans la configuration de Littman-Metcalf comportant un premier bras (3) actif s'étendant d'un premier réflecteur d'extrémité (8) jusqu'au réseau (5) et contenant un milieu amplificateur (4) qui produit un premier faisceau lumineux, un deuxième bras (6) passif s'étendant du réseau (5) à un deuxième réflecteur d'extrémité, ledit réseau (5) y générant un deuxième faisceau par diffraction du premier.

Le réflecteur fermant le deuxième bras passif est partiellement réfléchissant et permet l'extraction d'un flux lumineux et des moyens optiques (13) produisent, à partir du deuxième faisceau, un troisième faisceau translaté et antiparallèle qu'ils renvoient sur le réseau qui, par diffraction, forme un quatrième faisceau translaté et antiparallèle au premier faisceau.



La présente invention concerne une source laser équipée d'un système dispersif rétro réfléchissant dans la configuration de Littman-Metcalf.

On sait que des dispositifs dispersifs rétro réfléchissants sont avantageusement utilisés pour constituer l'un des systèmes rétro réfléchissants d'une cavité laser résonnante, de manière à sélectionner spectralement l'une ou certaines des raies susceptibles d'être produites par la cavité.

On connaît par exemple le brevet français FR-2.595.013 qui décrit une source laser monomode de ce type. La longueur d'onde d'émission est sélectionnée dans le spectre large d'un guide d'onde amplificateur avec une cavité externe comportant un système dispersif rétro réfléchissant comprenant un réseau de diffraction. Dans le cas particulier de cette source de l'art antérieur, un mouvement changeant l'orientation angulaire du dispositif dispersif permet de faire varier la longueur d'onde sélectionnée et émise par la source laser.

Ces sources laser mettent en œuvre un ensemble dispersif rétro réfléchissant dans la configuration dite de Littman-Metcalf où le faisceau collimaté incident fait un angle θ_1 avec la normale au réseau. Un réflecteur additionnel est placé avec sa normale ayant un angle θ_2 sur le réseau et la longueur d'onde λ qui respecte la condition $\lambda = p (\sin \theta_1 + \sin \theta_2)$ où p est le pas du réseau, est dispersée par le réseau à un angle θ_2 puis rétro réfléchi sur le réflecteur qui lui est alors perpendiculaire. Enfin, elle est dispersée de nouveau dans le réseau au retour et ressort sous l'angle θ_1 d'entrée. La longueur d'onde λ est donc ainsi sélectionnée par la cavité. Il est possible de faire varier cette longueur d'onde λ en faisant varier l'orientation de l'ensemble réseau-réflecteur, c'est-à-dire en faisant varier θ_1 ou bien en faisant varier uniquement l'orientation du réflecteur, c'est-à-dire en faisant varier θ_2 ou enfin en faisant varier uniquement l'orientation du réseau, c'est-à-dire en faisant varier θ_1 et θ_2 tout en conservant $\theta_1 - \theta_2$ constant.

Une telle source laser à cavité externe équipée d'un système dispersif rétro réfléchissant 2 dans la configuration de Littman-Metcalf est représentée sur la figure 1 et peut être présentée comme comportant un premier bras 3 actif contenant un guide amplificateur 4, par exemple une diode semi-conductrice, un réseau de diffraction 5 et un deuxième bras 6 passif et fermé par un réflecteur 7.

La configuration habituelle de ces sources utilise la face externe 8 partiellement réfléchissante de la diode 4 comme porte de sortie du laser et le deuxième bras 6 est alors fermé par un réflecteur 7 total. Ce réflecteur peut être un miroir plan ou bien un dièdre, tel que représenté sur la figure 2, 5 assurant l'auto-alignement à une dimension de la cavité comme décrit dans le brevet français FR-2.595.013. Rappelons que l'on appelle auto-alignement, la propriété d'un système optique pour lequel les propriétés du flux lumineux sortant sont peu sensibles à l'orientation ou à la position du système par rapport au flux entrant. L'auto-alignement peut être réalisé à deux 10 dimensions, c'est-à-dire dans tous les plans parallèles à la direction du faisceau entrant, ou à une seule dimension, c'est-à-dire dans un seul de ces plans, c'est cette dernière propriété qui nous intéresse ici.

Une lentille de collimation 9 formée par un système optique convergent au foyer objet duquel se trouve la face interne 10 du guide d'onde 15 amplificateur 4, rend parallèle le faisceau émergeant de ce guide 4.

Il a aussi été proposé d'utiliser l'ordre zéro du réseau 5 comme porte de sortie 8' avec alors une face externe 8 du guide amplificateur 4 totalement réfléchissante. Dans ces deux cas, la lumière émise provient directement du guide amplificateur et comprend une raie laser de grande finesse spectrale 20 associée à un fond continu large bande résiduel appelé émission spontanée amplifiée ou ASE (pour Amplified Spontaneous Emission). La puissance d'ASE résiduelle peut atteindre plusieurs pourcents de la puissance de la raie, ce qui apporte une limitation dans les applications de spectroscopie par laser accordable. Il faut alors ajouter en sortie un filtre accordé sur la 25 longueur d'onde d'émission, mais la synchronisation de la longueur d'onde du filtre sur la longueur d'onde d'émission de la source est très délicate.

Le but de l'invention est l'amélioration d'une telle source de façon à filtrer directement l'ASE résiduelle du faisceau lumineux de sortie de la cavité sans perte significative de puissance et en évitant l'utilisation d'un filtre 30 accordé additionnel.

A cet effet, l'invention concerne une source laser à cavité externe avec filtrage intégré de l'émission spontanée amplifiée équipée d'un système dispersif rétroréfléchissant dans la configuration de Littman-Metcalf comportant un premier bras actif s'étendant d'un premier réflecteur 35 d'extrémité jusqu'au réseau et contenant un milieu amplificateur qui produit

un premier faisceau lumineux, un deuxième bras passif s'étendant du réseau à un deuxième réflecteur d'extrémité, ledit réseau y générant un deuxième faisceau par diffraction du premier,

Selon l'invention :

- 5 - le réflecteur fermant le deuxième bras passif est partiellement réfléchissant et permet l'extraction d'un flux lumineux et,
 - des moyens optiques produisent, à partir du deuxième faisceau, un troisième faisceau translaté et antiparallèle qu'ils renvoient sur le réseau qui, par diffraction, forme un quatrième faisceau translaté et antiparallèle au
10 premier faisceau.

Dans différents modes de réalisation présentant chacun leurs avantages spécifiques et susceptibles d'être combinés selon de nombreuses configurations techniquement possibles :

- 15 - lesdits moyens optiques de filtrage de l'ASE sont placés sur le trajet du faisceau prélevé par le réflecteur partiellement réfléchissant du deuxième bras et le renvoient, après sortie de la cavité, sur le réseau, dans une direction parallèle à celle du deuxième bras ;

- lesdits moyens optiques sont placés dans le deuxième bras de la source qui est replié parallèlement à lui-même, repasse par le réseau et se
20 termine sur le réflecteur partiellement réfléchissant ;

 - la source laser comprend un guide d'onde constituant le milieu amplificateur et dont la face externe, entièrement réfléchissante, ferme le premier bras ;

- la source laser est accordable en longueur d'onde par la rotation des
25 moyens réflecteurs du deuxième bras ;

- le réflecteur est un composant optique partiellement réfléchissant produisant, à partir d'un faisceau incident, deux faisceaux secondaires, l'un transmis, l'autre réfléchi, comportant une première face plane entièrement réfléchissante et une deuxième face plane partiellement réfléchissante, la
30 deuxième face étant perpendiculaire à la première, une troisième face plane entièrement réfléchissante, les première et troisième faces étant dans le même plan, ce composant assurant l'auto-alignement à une dimension du faisceau réfléchi avec le faisceau incident, les faisceaux respectivement transmis et réfléchi étant chacun formé de deux demi-faisceaux ayant des
35 fronts d'onde concordants ;

- le composant optique partiellement réfléchissant est tel que la première et la deuxième faces sont les faces d'un même premier prisme, et que la troisième face est portée par un deuxième prisme portant une quatrième face au contact de la deuxième face du premier prisme ; de
5 préférence, ces deux prismes ont le même indice de réfraction ;

- le composant optique partiellement réfléchissant comporte une cinquième face parallèle à la troisième face, le faisceau transmis étant renvoyé parallèlement dans le même sens que le faisceau incident ;

- le composant optique partiellement réfléchissant comporte une
10 cinquième face parallèle à la deuxième face, le faisceau transmis étant renvoyé parallèlement au faisceau incident et en sens opposé ;

- le composant optique partiellement réfléchissant est tel que les premier et deuxième prismes sont fixés l'un à l'autre et forment un bloc unitaire dont les orientations des faces les unes par rapport aux autres sont
15 contrôlées, quel que soit le prisme auquel elles appartiennent ;

- le composant optique partiellement réfléchissant est tel que l'une des deuxième et quatrième faces porte un traitement partiellement réfléchissant.

L'invention sera décrite plus en détail en référence aux dessins annexés où chaque figure est décomposée en vue de dessus et de cotés
20 parallèlement au premier bras et au deuxième bras, respectivement dénommées A, B, C et dans lesquels :

- les figures 1 et 2 sont des représentations de sources laser de l'art antérieur ;

- la figure 3 est une représentation schématique d'un premier mode de
25 réalisation de l'invention ;

- la figure 4 est un cas particulier du premier mode de réalisation de l'invention avec un composant optique assurant la fonction de réflexion partielle auto-alignée ;

- la figure 5 est une représentation d'un deuxième mode de réalisation
30 de l'invention ;

- la figure 6 est un cas particulier du deuxième mode de réalisation de l'invention avec un composant optique assurant la fonction de réflexion partielle auto-alignée.

Sur ces différentes figures, les composants analogues portent les
35 mêmes références.

Le dispositif de l'invention comporte une cavité formée entre la face extérieure 8 d'une diode laser 4 et un dispositif au moins partiellement réflecteur. Cette cavité est formée de deux bras, respectivement 3 et 6, et un réseau 5 placé dans la cavité sélectionne la longueur d'onde d'émission.

5 On appelle ici, premier bras 3 de la cavité, le chemin optique s'étendant de la face externe 8 du milieu amplificateur, de préférence une diode laser, faisant office de premier réflecteur d'extrémité de la cavité de la source laser, jusqu'au réseau 5. Le chemin optique s'étendant du réseau 5
10 jusqu'au deuxième réflecteur d'extrémité est qualifié de deuxième bras 6, quelle que soit sa forme. En particulier, dans certains modes de réalisation de l'invention, il comporte lui même un ou plusieurs réflecteurs.

Le faisceau laser 11 filtré de l'ASE par un premier passage sur le réseau 5 est renvoyé une deuxième fois sur celui-ci, ce qui produit un faisceau de sortie 12 de direction constante, parallèle au premier bras 3 de la
15 cavité, quelle que soit la longueur d'onde.

Ainsi, l'anamorphose du faisceau produite par son premier passage sur le réseau 5 est compensée au deuxième passage. De plus, la réjection de l'ASE est améliorée par le deuxième passage sur le réseau.

Dans un premier mode de réalisation présenté sur la figure 3, ce renvoi
20 du faisceau sur le réseau de diffraction 5 est réalisé après l'extraction du flux lumineux de la cavité laser. La lame partiellement transparente 30, qui constitue le deuxième réflecteur de la cavité laser externe renvoie une partie du faisceau 11 dans la cavité et en prélève une partie pour former le faisceau sortant. Le faisceau sortant est alors dirigé par le composant optique 13 sur le
25 réseau 5 dans une direction translatée parallèle au deuxième bras 6 de la cavité laser. Le composant 13 est, de préférence, un dièdre assurant l'auto-alignement à une dimension du faisceau émergent par rapport au faisceau incident. Le flux sortant est reçu par le réseau sous l'angle correspondant à sa longueur d'onde et permettant sa diffraction dans une direction parallèle
30 au premier bras 3 de la cavité.

Cette diffraction du flux sortant par le réseau permet d'assurer un filtrage de l'ASE, une compensation de l'anamorphose préalablement causée par ce même réseau et un maintien de la direction du flux émergent, y compris quelque soit la longueur d'onde, lorsque la cavité est du type à
35 longueur d'onde variable.

Plusieurs mises en œuvre de ce premier mode de réalisation de l'invention sont possibles.

La figure 4 représente un mode de réalisation préféré d'un tel dispositif utilisant un composant optique 19 qui comporte une première face plane 16
5 entièrement réfléchissante, une deuxième face plane 17 partiellement réfléchissante et perpendiculaire à la première face plane 16.

Il comporte également une troisième face plane 18 entièrement réfléchissante, contenue dans le même plan que la première face plane 16.

Ainsi, le faisceau rétro-réfléchi 15 est formé à partir du faisceau incident
10 11 par deux réflexions successives, respectivement sur les deux faces perpendiculaires 16 et 17. Il est connu, et cela a été décrit en référence à la figure 2 que, dans de telles conditions, l'angle formé par le faisceau 15 avec le faisceau incident 11 est égal à 180° étant le double de l'angle formé par les deux faces 16 et 17, c'est-à-dire que ce faisceau incident 11 est renvoyé
15 parallèlement et dans la direction opposée au faisceau lui-même.

Le faisceau 14 est lui formé par réflexion sur les première 16 et troisième 18 faces qui sont coplanaires. Le composant 19 comporte une cinquième face 20 sur laquelle le faisceau émergent 14 est réfléchi une nouvelle fois. Cette face 20 étant parallèle à la deuxième face 17 du
20 composant optique, la direction du faisceau émergent 14 est parallèle et de sens inverse à celle du faisceau incident 11.

Le composant optique 19 remplit ainsi les deux fonctions qui lui sont assignées, c'est-à-dire la production à partir d'un faisceau incident 11, d'une part d'un faisceau réfléchi auto-aligné à une dimension 15 et, d'autre part
25 d'un faisceau transmis 14, renvoyé sur le réseau dans une direction parallèle au faisceau incident.

Le rapport d'énergie entre le faisceau 11 et le faisceau 14 dépend du taux de réflexion de la face partiellement réfléchissante 17.

Avantageusement, les première et deuxième faces 16 et 17 sont les
30 faces d'un premier prisme et la troisième face 18 est portée par un autre prisme qui a une quatrième face au contact de la deuxième face 17 du premier prisme et une cinquième face 20.

Les deux faisceaux émergents 14 et 15 produits par ce composant sont formés de deux demi-faisceaux, chacun en phase avec l'autre, c'est-à-dire
35 que pour le faisceau rétro-réfléchi 15, les fronts d'onde des deux demi-

faisceaux 15_1 et 15_2 sont concordants. Il en est de même pour les demi-faisceaux 14_1 et 14_2 formant le faisceau extrait 14. Autrement dit, le faisceau d'entrée 11 est découpé par ce composant, les deux demi-faisceaux 15_1 et 15_2 formant respectivement les demi-faisceaux rétroréfléchis et les demi-faisceaux extraits 14_1 et 14_2 . Les demi-faisceaux 15_1 et 15_2 d'une part, 14_1 et 14_2 d'autre part, sont en phase, leurs fronts d'onde sont concordants, ce qui permet à chacun d'eux de se recoupler efficacement dans une fibre monomode ou un guide d'onde monomode.

Dans un deuxième mode de réalisation décrit sur la figure 5, le flux lumineux amplifié 11 est renvoyé une deuxième fois sur le réseau avant son extraction de la cavité. Un réflecteur total auto-aligné 13 est alors placé sur le deuxième bras 6 de la cavité et renvoie le flux lumineux amplifié dans la direction parallèle et de sens opposé à celle du faisceau incident 11. Ainsi, l'angle d'incidence du faisceau sur le réseau 5, lors de son deuxième passage, est le même que celui du premier passage.

L'extraction du flux lumineux est alors réalisée par un composant partiellement réfléchissant constitué, soit par une lame partiellement réfléchissante 25, soit comme dans le mode de réalisation préférentiel présenté en figure 6, par un composant optique 26 partiellement réfléchissant auto-aligné similaire à celui déjà décrit plus haut qui assure à la fois la fonction de rétroréflexion auto-alignée à une dimension et l'extraction d'une partie du faisceau. Dans ce mode de réalisation, ce composant 26 a avantageusement ses faces entièrement réfléchissantes 16, 18 et 27 parallèles, le flux de sortie ayant ainsi la même direction que le flux incident.

REVENDEICATIONS

1. Source laser à cavité externe avec filtrage intégré de l'émission spontanée amplifiée équipée d'un système dispersif rétro réfléchissant (5, 30) dans la configuration de Littman-Metcalf comportant un premier bras (3) actif s'étendant d'un premier réflecteur d'extrémité (8) jusqu'au réseau (5) et contenant un milieu amplificateur (4) qui produit un premier faisceau lumineux, un deuxième bras (6) passif s'étendant du réseau (5) à un deuxième réflecteur d'extrémité, ledit réseau (5) y générant un deuxième faisceau par diffraction du premier,
- 5
- 10 caractérisée en ce que :
- le réflecteur fermant le deuxième bras passif est partiellement réfléchissant et permet l'extraction d'un flux lumineux et,
 - des moyens optiques (13) produisent, à partir du deuxième faisceau, un troisième faisceau translaté et antiparallèle qu'ils renvoient sur le réseau
- 15 qui, par diffraction, forme un quatrième faisceau translaté et antiparallèle au premier faisceau.
2. Source laser selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens optiques (13) sont placés sur le trajet du faisceau prélevé par le réflecteur (30) partiellement réfléchissant du deuxième bras et le renvoient,
- 20 après sortie de la cavité, sur le réseau, dans une direction parallèle à celle du deuxième bras.
3. Source laser selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens optiques (13) sont placés dans le deuxième bras de la source qui est replié parallèlement à lui-même, repasse par le réseau (5) et se termine sur le
- 25 réflecteur (25) partiellement réfléchissant.
4. Source laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comprend un guide d'onde constituant le milieu amplificateur et dont la face interne porte un traitement antiréfléchissant et est placée au foyer d'une lentille de collimation, et dont la face externe,
- 30 entièrement réfléchissante, ferme le premier bras.
5. Source laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle est accordable en longueur d'onde.
6. Source laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le réflecteur partiellement réfléchissant produisant, à

partir d'un faisceau incident, deux faisceaux secondaires, l'un transmis, l'autre réfléchi, comporte :

- une première face plane entièrement réfléchissante,
- une deuxième face plane partiellement réfléchissante, la deuxième
- 5 face étant perpendiculaire à la première,
- une troisième face plane entièrement réfléchissante,
- les première et troisième faces étant dans le même plan,
- ce composant assurant l'auto-alignement à une dimension du faisceau réfléchi avec le faisceau incident, les faisceaux respectivement transmis et
- 10 réfléchi étant chacun formé de deux demi-faisceaux ayant des fronts d'onde confondus.

7. Source laser selon la revendication 6, caractérisée en ce que le composant optique partiellement réfléchissant est tel que la première et la deuxième faces sont les faces d'un même premier prisme, et que la troisième

15 face est portée par un deuxième prisme portant une quatrième face au contact de la deuxième face du premier prisme.

8. Source laser selon la revendication 7, caractérisée en ce que le composant optique partiellement réfléchissant comporte une cinquième face parallèle à la troisième face, le faisceau transmis étant renvoyé parallèlement

20 dans le même sens que le faisceau incident.

9. Source laser selon la revendication 7, caractérisée en ce que le composant optique partiellement réfléchissant comporte une cinquième face parallèle à la deuxième face, le faisceau transmis étant renvoyé parallèlement au faisceau incident et en sens opposé.

25 10. Source laser selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisée en ce que le composant optique partiellement réfléchissant est tel que les premier et deuxième prismes sont fixés l'un à l'autre et forment un bloc unitaire dont les orientations des faces les unes par rapport aux autres sont contrôlées, quel que soit le prisme auquel elles appartiennent.

30 11. Source laser selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisée en ce que le composant optique partiellement réfléchissant est tel que l'une des deuxième et quatrième faces porte un traitement partiellement réfléchissant.

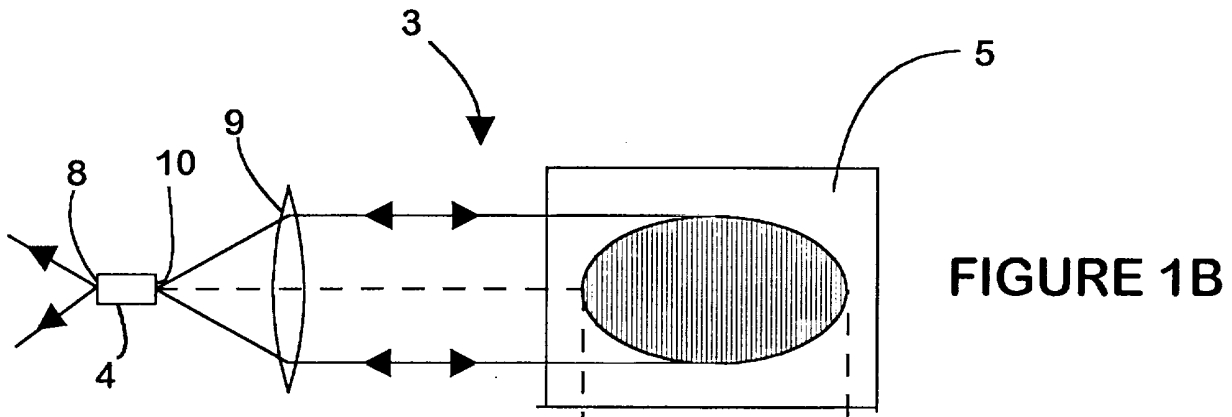


FIGURE 1B

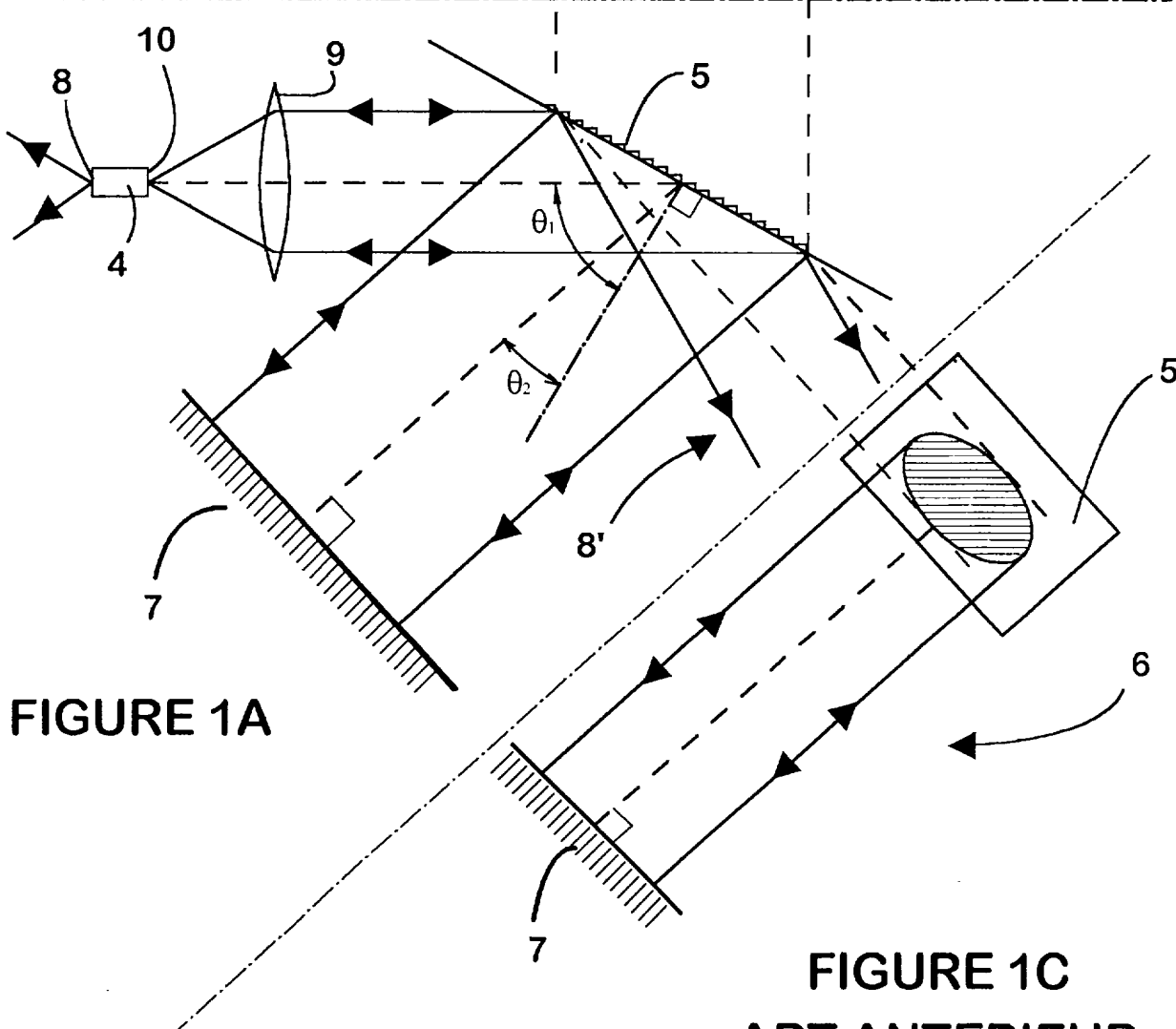


FIGURE 1A

FIGURE 1C
ART ANTERIEUR

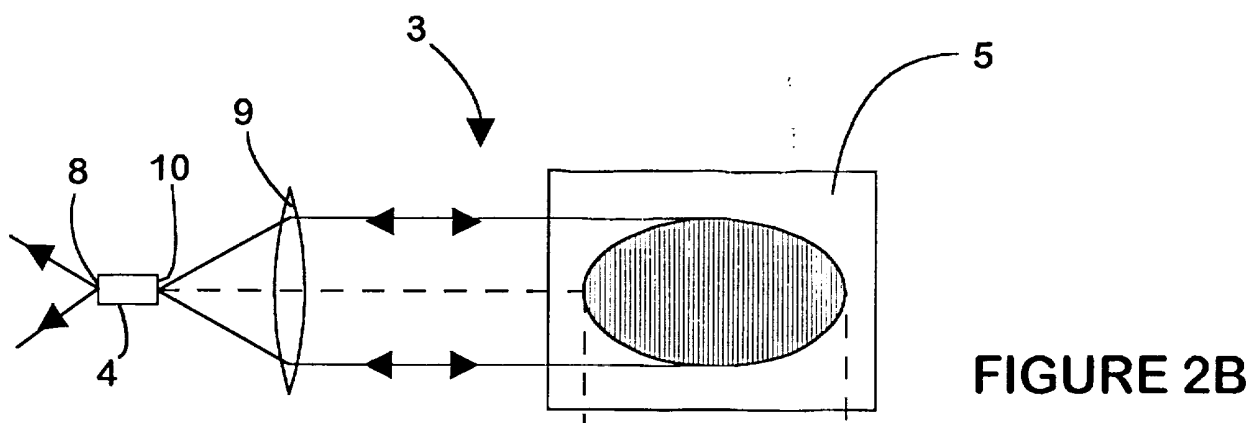


FIGURE 2B

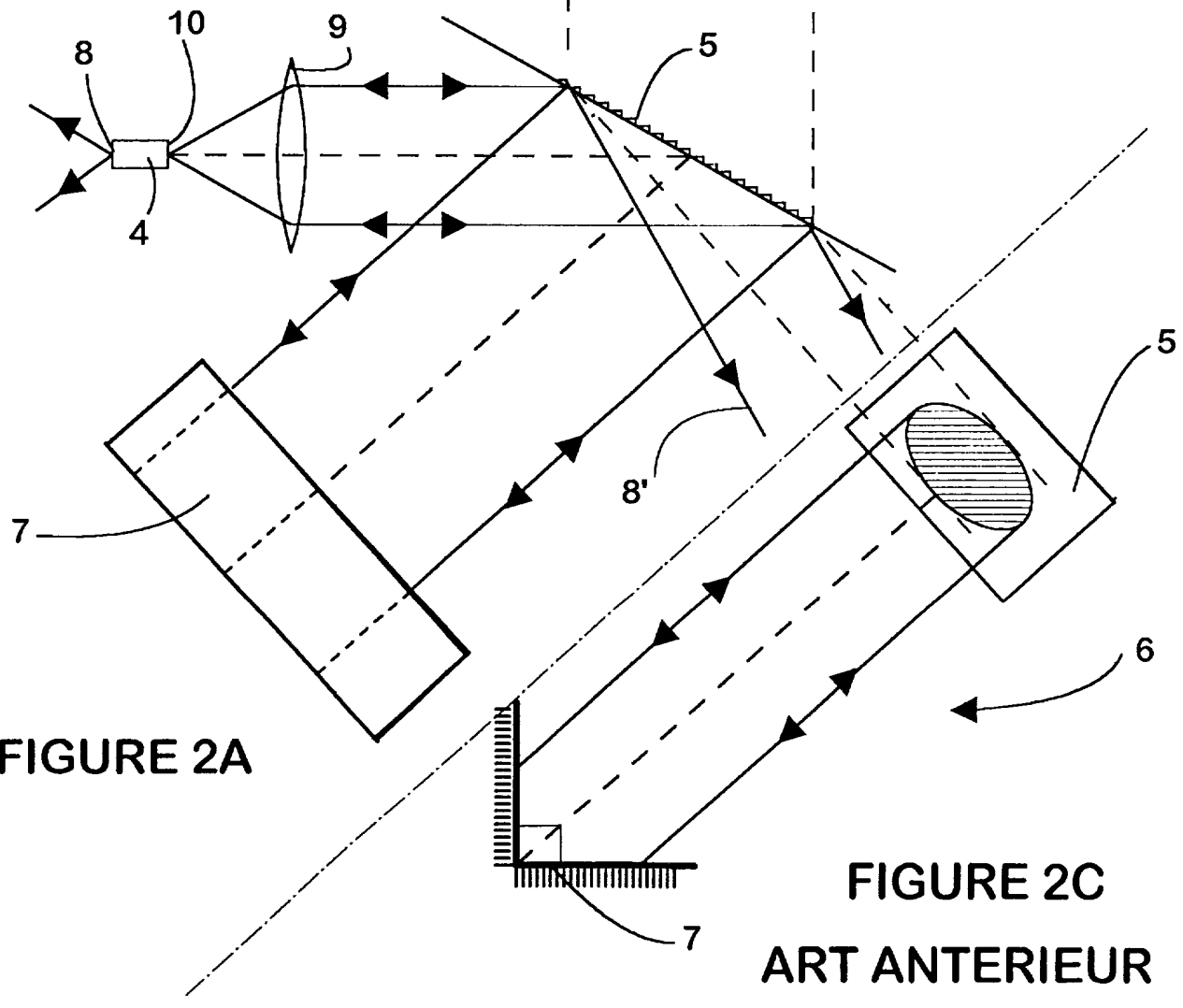


FIGURE 2A

FIGURE 2C
ART ANTERIEUR

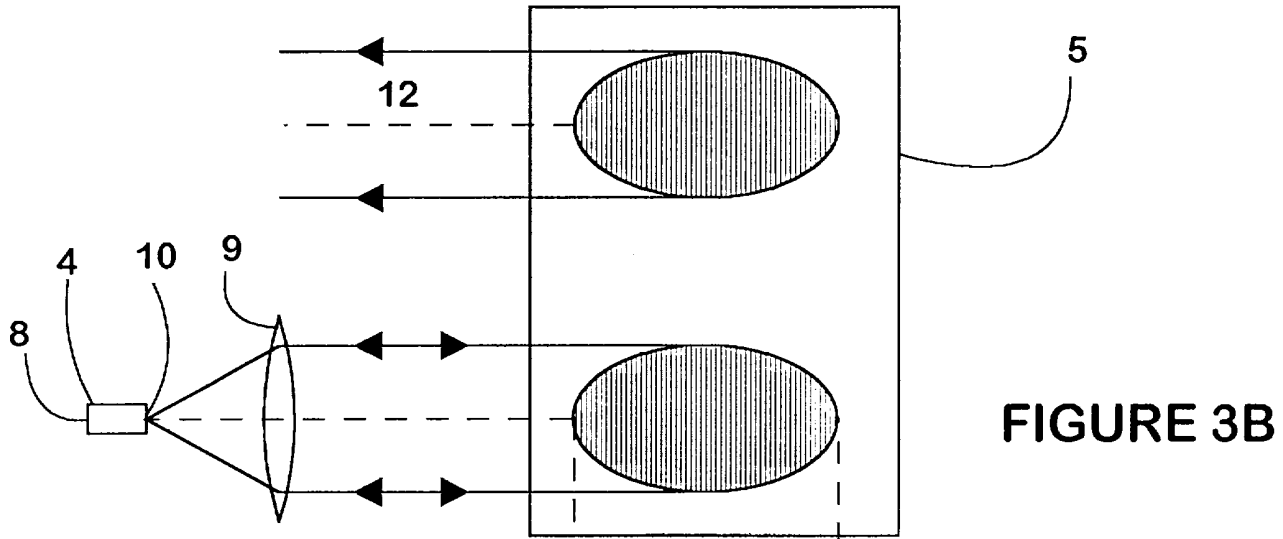


FIGURE 3B

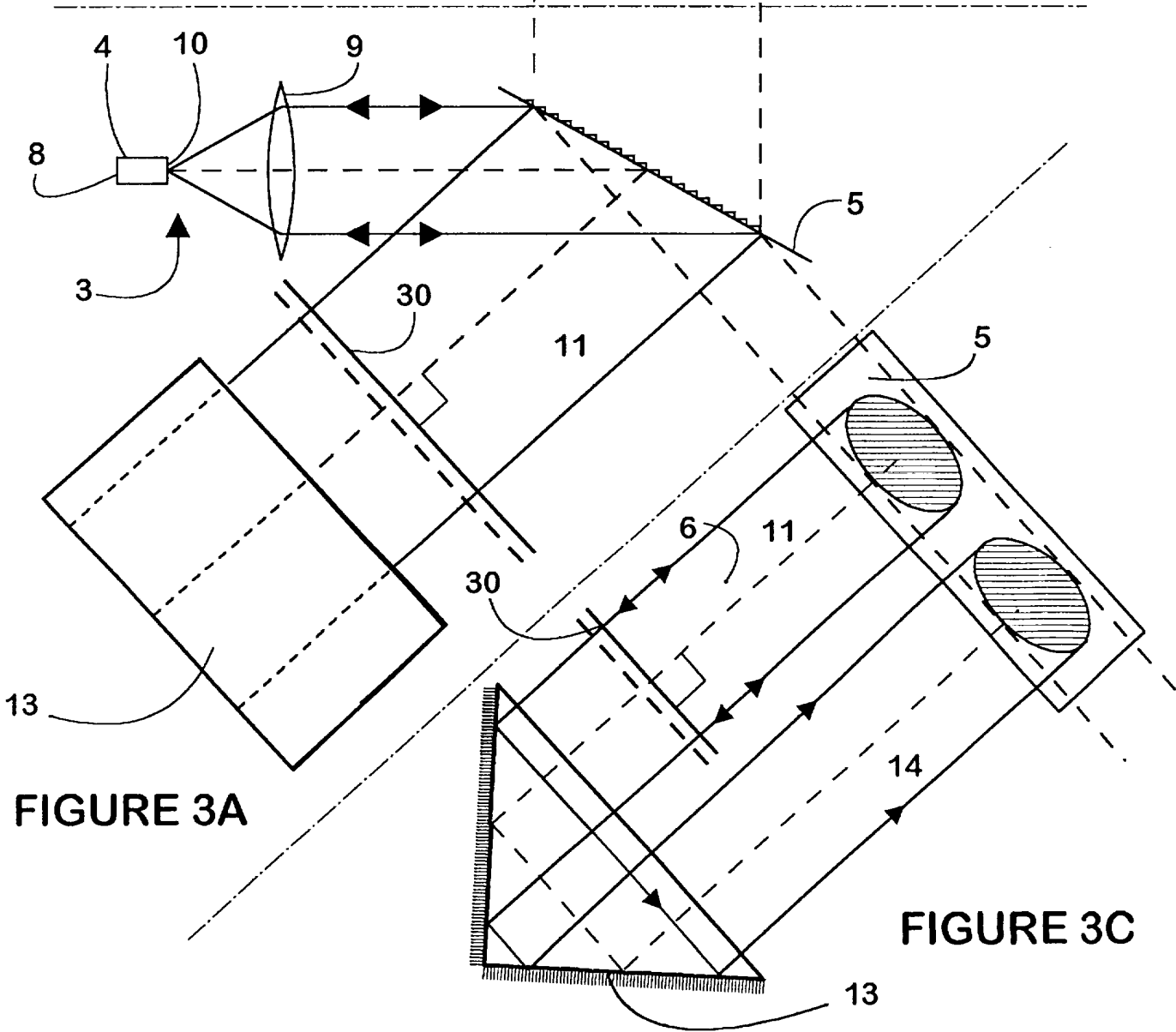


FIGURE 3A

FIGURE 3C

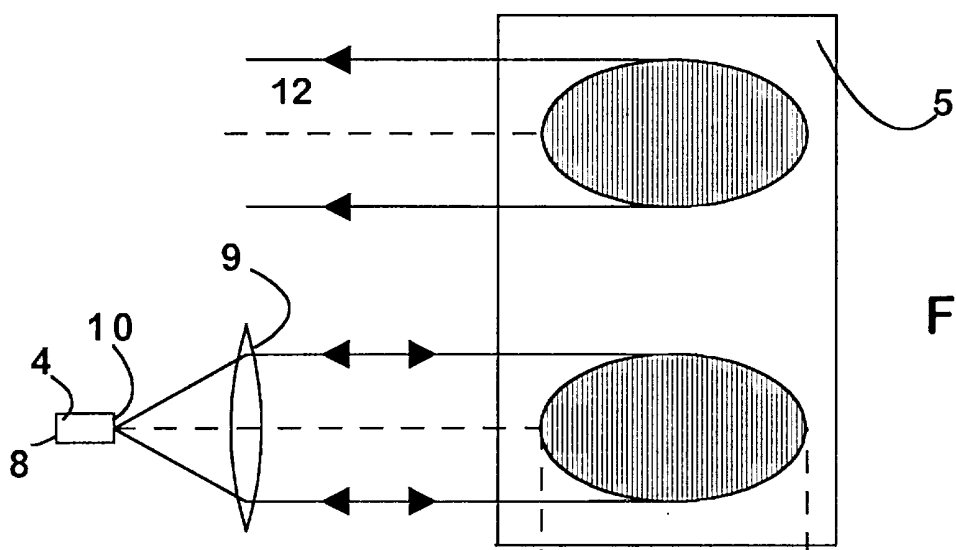


FIGURE 4B

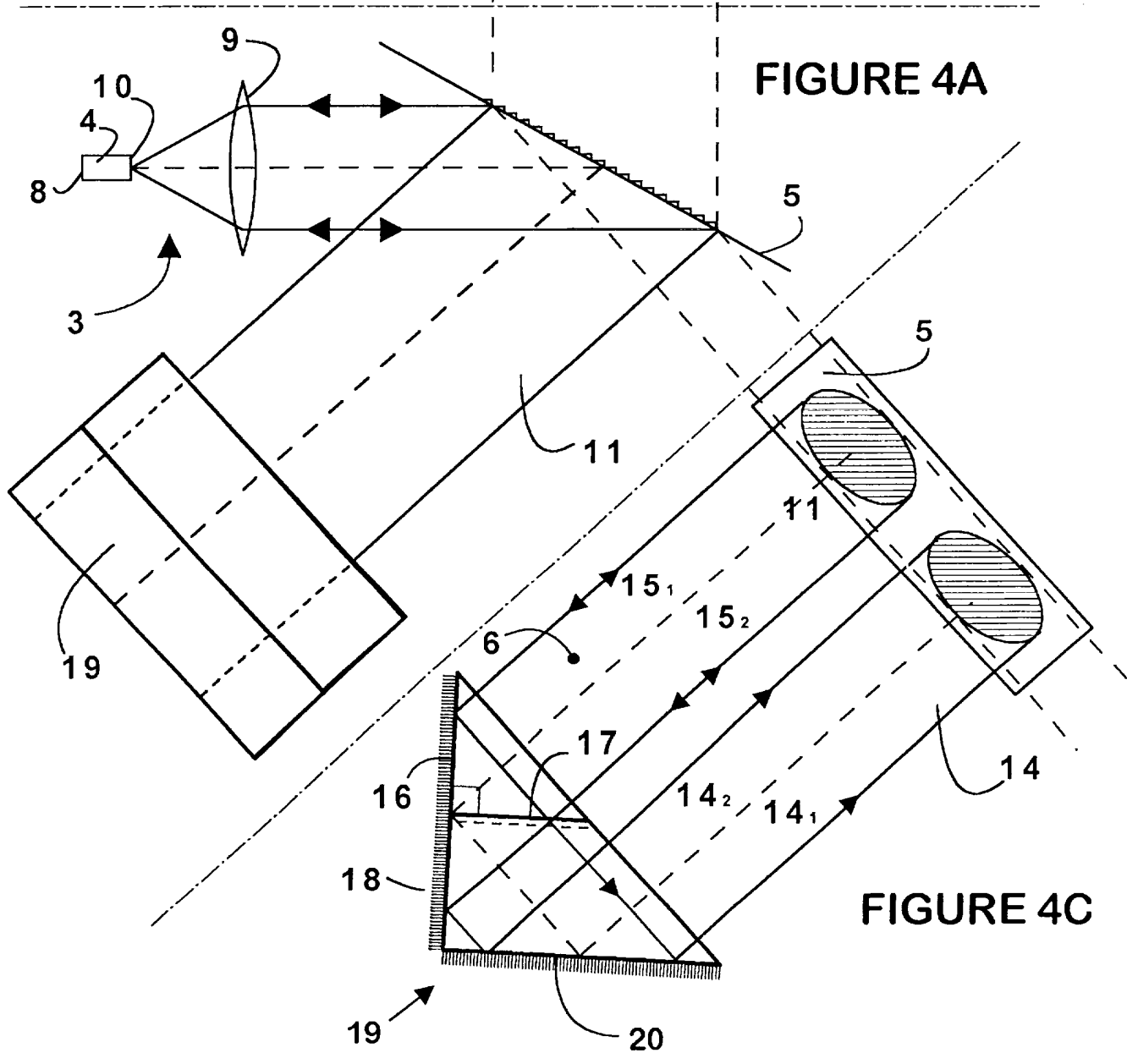


FIGURE 4A

FIGURE 4C

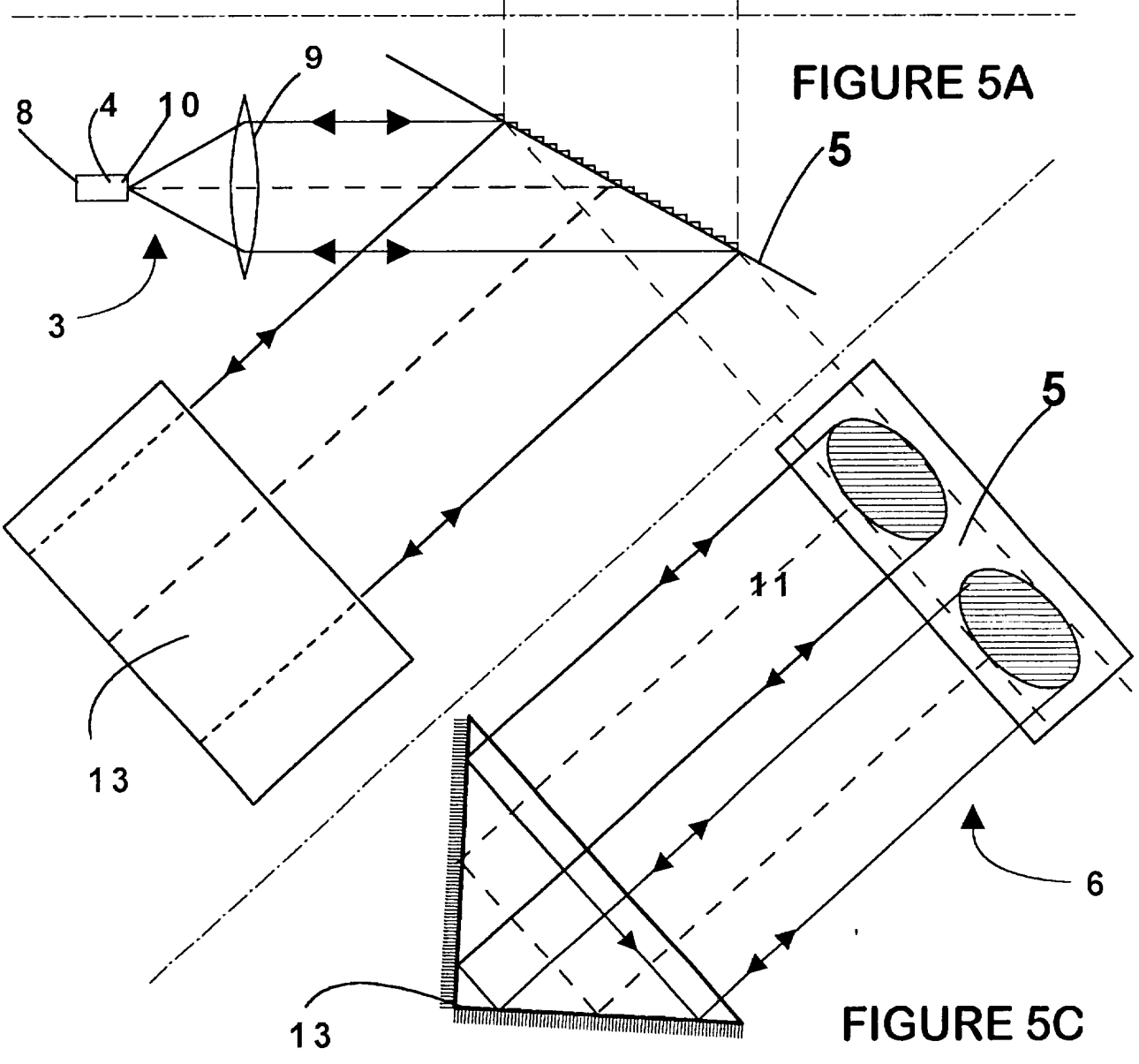
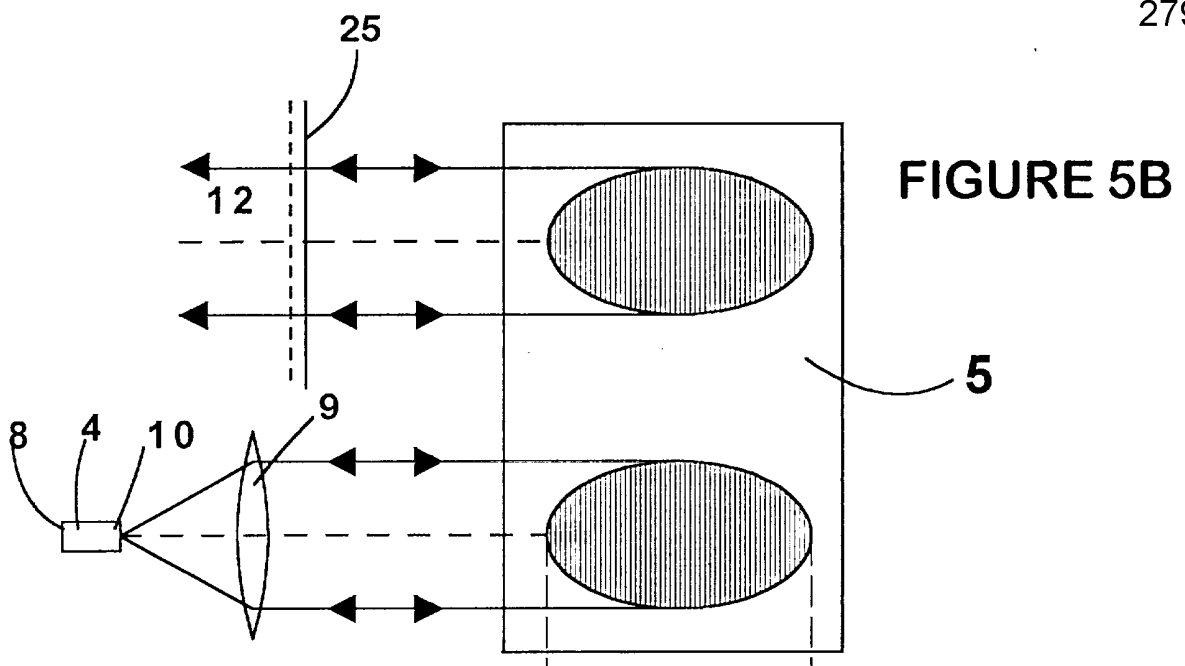
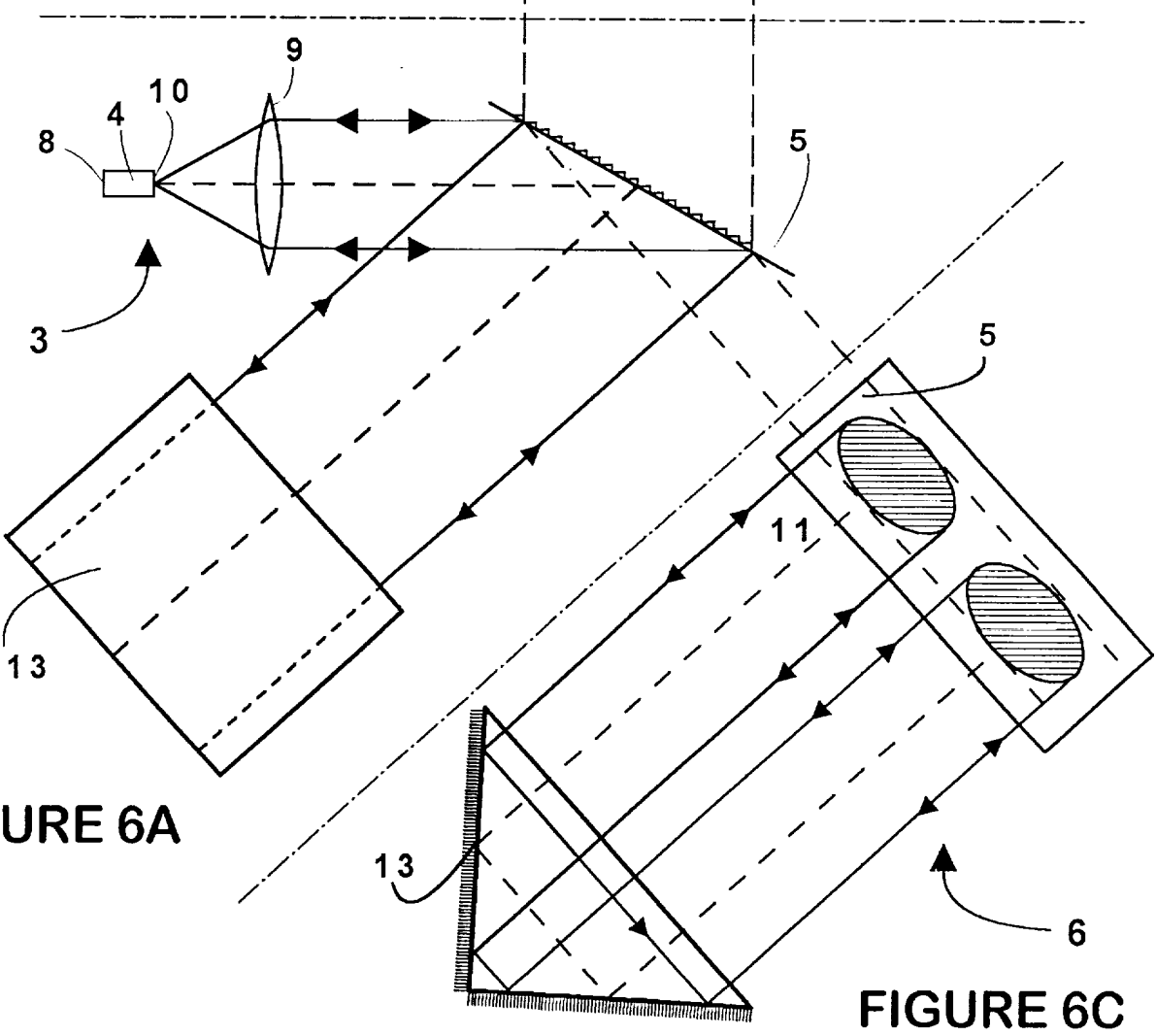
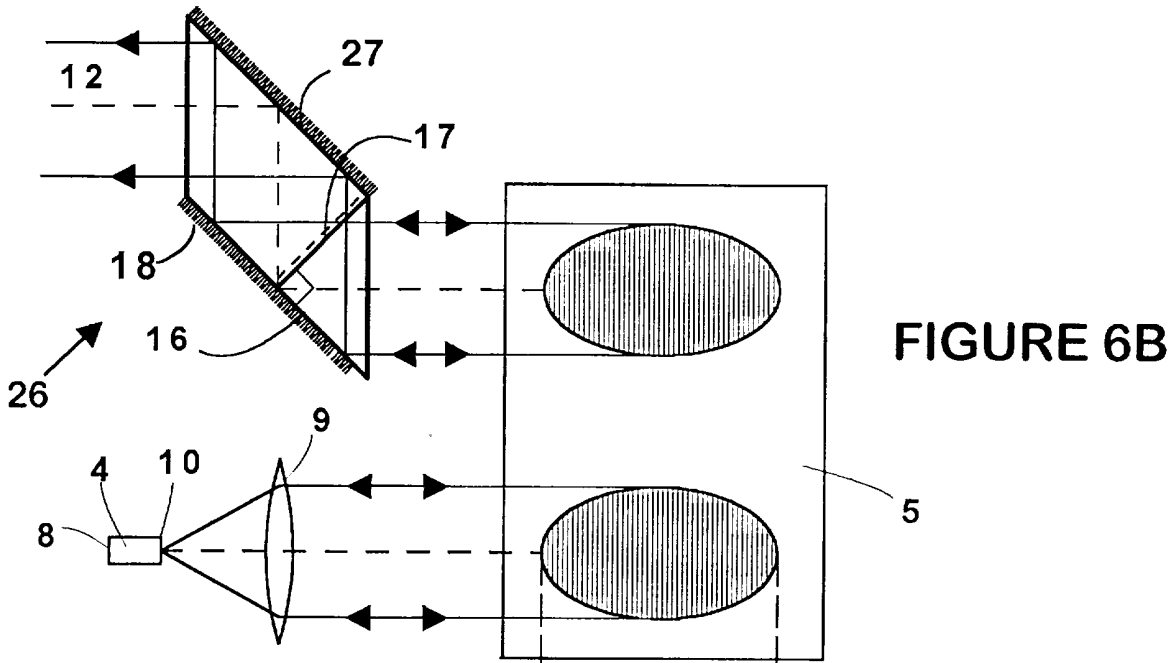


FIGURE 5B

FIGURE 5A

FIGURE 5C



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 576926
FR 9908398

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	CLAPS R ET AL: "RAMAN SPECTROSCOPY WITH A SINGLE-FREQUENCY, HIGH-POWER, BROAD-AREA LASER DIODE" APPLIED SPECTROSCOPY, US, THE SOCIETY FOR APPLIED SPECTROSCOPY. BALTIMORE, vol. 53, no. 5, mai 1999 (1999-05), pages 491-496, XP000827272 ISSN: 0003-7028 * page 491, colonne 2; figure 4 *	1
A	EP 0 718 936 A (RENISHAW PLC) 26 juin 1996 (1996-06-26) * colonne 3, ligne 25 - colonne 4, ligne 30; figures 2,3 *	1
A	EP 0 917 261 A (PHOTONETICS) 19 mai 1999 (1999-05-19) * colonne 6, ligne 45 - colonne 7, ligne 40; figures 4-6 *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL.7)
		H01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
21 mars 2000		Hervé, D
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1803 03.82 (P04C13)