

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 995 677

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

12 02452

⑤1 Int Cl⁸ : G 01 J 9/00 (2013.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14.09.12.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.03.14 Bulletin 14/12.

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) : THALES Société anonyme — FR.

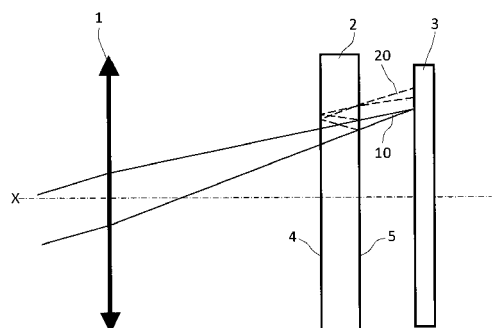
⑦2 Inventeur(s) : LIOTARD ARNAUD, BERNOT MARC,
FALZON FREDERIC et PERRIN GUILLAUME.

⑦3 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE Société
en nom collectif.

⑤4 INSTRUMENT D'OPTIQUE A ANALYSEUR DE FRONT D'ONDE.

⑤7 Le domaine général de l'invention est celui des instru-
ments d'optique comprenant au moins une architecture op-
tique (1), un ensemble de photoréception (3) et des moyens
d'acquisition et d'analyse des images issues dudit ensemble
de photoréception, lesdits moyens d'acquisition et d'analyse
comportant un algorithme de type diversité de phase. L'ar-
chitecture optique selon l'invention comporte une lame op-
tique (2) de puissance optique faible ou nulle disposée au
voisinage de l'ensemble de photoréception et agencée de
façon à former sur tout ou partie dudit ensemble une pre-
mière image focalisée et une seconde image défocalisée
d'une première valeur prédéterminée et décalée d'une se-
conde valeur prédéterminée par rapport à la première
image. L'instrument d'optique peut avantageusement être
un télescope spatial.



FR 2 995 677 - A1



Instrument d'optique à analyseur de front d'onde

Le domaine général de l'invention est celui des instruments d'optique comportant des moyens d'analyse du front d'onde. Un des principaux domaines d'application est la réalisation de télescopes spatiaux.

5 Un instrument d'optique spatial ou un télescope spatial comporte un système optique de focalisation comportant généralement plusieurs miroirs et un dispositif d'analyse d'image comportant des moyens de photoréception et des moyens informatiques permettant d'assurer le traitement des images reçues. Les moyens de photoréception peuvent être
10 soit une matrice de photorécepteurs, soit un ensemble comportant une ou plusieurs lignes de barrettes de photorécepteurs. Dans ce cas, l'instrument comporte des moyens opto-mécaniques assurant le balayage de l'image.

Quelque soit la configuration retenue, il est clair que l'on cherche à
15 obtenir les images les plus précises possibles. Or, les instruments d'optique ne sont capables que de mesurer une intensité lumineuse et l'information de phase de l'image est donc perdue. Par exemple, dans un système optique à balayage, les données acquises dans la direction x des lignes de barrettes et notées $\{d(x)\}$ sont des mesures bruitées de la convolution de l'objet
20 observé, s'écrivant $o(x, \lambda)$ à une longueur d'onde λ , avec la réponse percussionnelle du système optique ou « PSF », acronyme de « Point Spread Function », et notée $h(x, \lambda)$, intégrée sur la bande spectrale d'intensité $f(\lambda)$ de la voie d'acquisition.

On a ainsi la relation 1 :

25 Relation 1 :
$$d(x) = N[h * o(x)] = N \left[\int_{\lambda} (h(x, \lambda) * o(x, \lambda)) f(\lambda) d\lambda \right]$$

La qualité optique de l'instrument est caractérisée par une erreur de phase du front d'onde, encore appelée en terminologie anglo-saxonne « WFE », acronyme signifiant « Wave-Front Error ». Cette WFE prend en compte les aberrations des miroirs du télescope, mais également les
30 différents défauts d'alignement des miroirs constituant le télescope ou du détecteur par rapport au télescope. L'information de la WFE est « contenue »

dans la PSF optique du système notée $h^{OPT}(x, \lambda)$, la PSF globale étant égale à la convolution de cette dernière avec d'autres composantes liées à la qualité du détecteur, aux bougés,... On a ainsi la relation 2 :

$$\text{Relation 2 : } h^{OPT}(x, \lambda) = \left| TF^{-1} \left[A(p) e^{i\varphi(p, \lambda)} \right] \left(\frac{x}{\lambda F} \right) \right|^2$$

- 5 où $A(p)$ et $\varphi(p, \lambda)$ sont respectivement l'amplitude et la phase du champ au niveau de la pupille de l'instrument, F étant la focale de l'instrument.

Une estimation de la WFE est essentielle dans la mesure où sa
10 connaissance permet de corriger tout ou partie des défauts de l'instrument pour retrouver une image la plus propre possible de l'objet. Elle requiert la mise en place d'un dispositif dédié. Cette connaissance est indispensable lorsque l'instrument est actif, c'est-à-dire qu'il possède des moyens permettant de corriger la forme ou l'alignement des miroirs de façon à garder
15 constamment une image qui soit la plus nette possible.

Il existe différentes solutions d'analyse de front d'onde permettant de retrouver la WFE. Généralement, on classe les analyseurs en deux familles, qui sont les analyseurs dits « plan pupille » et les analyseurs dits « plan focal ».

20 Parmi les analyseurs plan pupille, on notera principalement la méthode de Shack-Hartmann qui consiste à échantillonner la pupille d'entrée et à imager dans une voie dédiée l'ensemble des scènes observées, afin de mesurer localement la WFE. L'inconvénient d'une telle approche est l'utilisation d'une partie du flux d'entrée pour une voie d'analyse « annexe »
25 ainsi que la complexité du dispositif optique à mettre en place.

Les analyseurs plan focal ne disposent pas de tels inconvénients, puisqu'ils consistent à utiliser des acquisitions réalisées au niveau du plan focal de l'instrument pour estimer le front d'onde. Une façon de traiter ce problème est, par exemple, d'acquérir deux images de la même scène $o(x)$,
30 l'une étant défocalisée par rapport à l'autre et d'utiliser un algorithme de type diversité de phase. La diversité de phase peut être utilisée à des fins de restauration d'image, le but est alors de trouver $o(x)$, ou à des fins d'analyse de front d'onde, le but est dans ce cas de trouver la WFE $\varphi(p)$, la WFE étant généralement paramétrée comme une combinaison linéaire de

vecteurs de Zernike représentatifs du défaut de focalisation ou des aberrations géométriques comme l'astigmatisme.

Les analyses par la diversité de phase permettent donc de déterminer la WFE du télescope à partir d'acquisitions d'images. Cette
5 information de phase peut être utilisée dans un système d'optique active pour le corriger en boucle fermée, ou bien a posteriori pour restaurer les données acquises et ainsi améliorer la qualité image.

De très nombreux articles ont été publiés, depuis près de 30 ans, sur l'analyse de front d'onde par la diversité de phase et les applications
10 spatiales de cette analyse. La grande majorité propose diverses approches algorithmiques pour résoudre ce problème, d'autres décrivent son application à des missions particulières lorsque l'objet est connu et ponctuel. On parle alors de restitution de phase.

On citera notamment l'article de Gonsalves intitulé « Phase
15 retrieval and diversity in adaptive optics », Optical Engineering, 21, 1982 qui est considéré comme l'article fondateur sur la diversité de phase.

On citera aussi l'article de Paxman intitulé « Joint estimation of object and aberrations by using phase diversity », Journal of the Optical Society of America A, 9(7), 1992 qui fait référence et qui présente l'approche
20 algorithmique la plus couramment utilisée.

On citera encore l'article de Fienup intitulé « Hubble space telescope characterized by using phase retrieval algorithms », Applied Optics, 32(10):1747-1767, 1993 ; celui de Löfdahl intitulé « Wavefront sensing and image restoration from focused and defocused solar images »,
25 Astronomy and Astrophysics, 107:243-264, 1994 et enfin celui de Dean intitulé « Phase retrieval algorithm for JWST flight testbed telescope, Space telescopes and Instrumentation », SPIE 6265, 2006 qui présentent des applications de la diversité de phase à des cas concrets comme l'étude des taches solaires, le réglage du télescope Hubble ou « HST » pour Hubble
30 Space Telescope » ou celui du télescope « JWST » signifiant « James Webb Space Telescope ».

L'article de Kendrick intitulé « Closed-loop wavefront correction using phase diversity », SPIE 3356 Space Telescopes and Instruments, 1998 décrit une approche en boucle fermée, avec quelques designs architecturaux
35 de capteurs de diversité de phase.

Enfin, l'article de Luke intitulé « Optical wavefront reconstruction: theory and numerical methods », SIAM review 44(2):169-224, 2002 présente un état de l'art des différentes approches algorithmiques.

Des brevets ont été également déposés sur l'analyse du front d'onde soit sur l'algorithme de diversité de phase, soit sur les moyens de créer simplement les défocalisations nécessaires à cet algorithme de diversité de phase.

On citera notamment le brevet US 4,309,602 intitulé « Wavefront sensing by phase retrieval » qui décrit l'approche algorithmique et le cadre de l'utilisation d'une boucle capteur-analyse de front d'onde-optique adaptative.

On citera également le brevet US 5,598,261 intitulé « Wavefront sensor for a scanning imager » qui présente un concept en « TDI » pour « Time Delay Integration » comportant deux détecteurs parallèles, le second étant défocalisé par rapport au premier par l'apport d'un substrat transparent. Il peut s'agir de défocalisations ajoutées sur toute ou portion de la longueur du détecteur ou bien au niveau de zones inter-barrettes.

On citera aussi le brevet US 5,610,707 intitulé « Wavefront sensor for a staring imager » qui présente un concept similaire au précédent mais adapté à un capteur matriciel avec utilisation d'un séparateur de faisceau pour obtenir les images focalisée et défocalisée.

On citera la demande US 2004/0099787A1 intitulée « System and method for determining optical aberrations in scanning imaging systems by phase diversity » qui présente un concept en TDI comportant deux rangées parallèles de détecteur, l'une d'elle, potentiellement composée de plusieurs éléments, étant décalée le long de l'axe optique par rapport à l'autre pour défocaliser l'image.

Les brevets US 2004/0056174 intitulé « Fast phase diversity wavefront correction using a neural network » et FR 2919052 intitulé « Procédé d'estimation d'au moins une déformation du front d'onde d'un système optique ou d'un objet observé par le système optique et dispositif associé » présentent une adaptation de la partie algorithmique à des besoins de calcul rapide.

Enfin, le brevet US 7,274,442 intitulé « Closed loop wavefront sensor using field programmable gate array » présente une approche

architecturale du traitement algorithmique à bord, combinant l'utilisation de capteurs de diversité de phase et de FPGAs.

L'objet du dispositif selon l'invention est de proposer des adaptations opto-mécaniques d'un système optique, notamment un télescope, permettant de créer simplement les défocalisations nécessaires à un algorithme de diversité de phase.

Plus précisément, l'invention a pour objet un instrument d'optique comprenant au moins :

une architecture optique comprenant un ensemble optique destiné à faire d'un objet lumineux une image,

un ensemble de photoréception et des moyens d'acquisition et d'analyse de ladite image, lesdits moyens d'acquisition et d'analyse comportant un algorithme de type diversité de phase,

caractérisé en ce que l'architecture optique comporte une lame optique de puissance optique faible ou nulle disposée au voisinage de l'ensemble de photoréception et agencée de façon à former sur tout ou partie dudit ensemble une première image focalisée et une seconde image défocalisée d'une première valeur prédéterminée et décalée d'une seconde valeur prédéterminée par rapport à la première image.

Avantageusement, l'instrument ayant un axe optique, la lame optique est une lame à faces planes, parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe optique, la première image étant obtenue en transmission simple à travers ladite lame optique, la seconde image étant obtenue en transmission après double réflexion sur les deux faces de la lame, la lame optique étant située préférentiellement au bord de l'ensemble de photoréception.

Avantageusement, l'instrument ayant un axe optique, la lame optique est une lame à faces planes et parallèles inclinée sur l'axe optique, la première image étant obtenue en transmission simple à travers ladite lame optique, la seconde image étant obtenue en transmission après double réflexion sur les deux faces de la lame.

Avantageusement, la lame optique est un prisme à faces planes, la première image étant obtenue en transmission simple à travers ledit

prisme, la seconde image étant obtenue en transmission après double réflexion sur les deux faces dudit prisme.

Avantageusement, la lame optique est une lame d'air dont les faces sont d'une part la face d'entrée de l'ensemble de photoréception et d'autre part une des faces d'une fenêtre de protection disposée devant ledit ensemble de photoréception, la première image étant obtenue en transmission simple à travers ladite fenêtre de protection, la seconde image étant obtenue en transmission après double réflexion sur la face d'entrée de l'ensemble de photoréception et sur la face de la fenêtre de protection.

Avantageusement, la lame optique est un miroir de Mangin, c'est-à-dire une lame optique comportant une première face semi-réfléchissante et une seconde face réfléchissante, la première image étant obtenue par réflexion sur la première face semi-réfléchissante, la seconde image étant obtenue par réflexion sur la seconde face réfléchissante.

Avantageusement, la lame optique comporte un ou deux traitements réfléchissants de façon que l'amplitude de la première image focalisée soit du même ordre de grandeur que l'amplitude de la seconde image défocalisée.

Avantageusement, l'instrument d'optique est un télescope spatial.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

La figure 1 représente un premier mode de réalisation de la lame optique selon l'invention ;

La figure 2 représente une variante de ce premier mode de réalisation de la lame optique selon l'invention ;

La figure 3 représente un second mode de réalisation de la lame optique selon l'invention ;

La figure 4 représente les intensités respectives de la première image et de la seconde image obtenues par passages à travers la lame optique du premier et du second mode de réalisation ;

La figure 5 représente un troisième mode de réalisation de la lame optique selon l'invention ;

La figure 6 représente les intensités respectives de la première image et de la seconde image obtenues par passages à travers la lame optique du troisième mode de réalisation.

5 L'objet de l'invention est d'introduire, dans l'architecture optique d'un système optique, une lame optique permettant de créer simplement les défocalisations nécessaires à un algorithme de diversité de phase. L'invention s'applique tout particulièrement au domaine des télescopes et plus précisément au domaine des télescopes spatiaux.

10 Il existe différentes dispositions possibles permettant d'obtenir le résultat recherché.

A titre d'exemples non limitatifs, les figures 1 à 6 proposent quatre modes de réalisation différents. Dans chacun de ces différents modes, la lame optique couvre tout le champ du capteur. Bien entendu, selon les applications, elle peut n'en couvrir qu'une partie dédiée à l'analyse d'image.

15 Sur ces figures, l'architecture optique est réduite à une lentille de focalisation 1. Dans le cas général, cette architecture est sensiblement plus complexe et comporte généralement plusieurs miroirs. De la même façon, sur ces figures, la lame optique 2 est le dernier élément optique situé juste avant l'ensemble de photoréception 3. Il est possible d'envisager d'autres configurations. Sur les différentes figures, les éléments 1, 2 et 3 sont représentés en traits gras et les rayons lumineux en traits fins. L'axe optique X-X de la lentille 1 est représenté en traits pointillés. Sur ces différentes figures, l'objet lumineux initial dont la lentille de focalisation 1 donne une image n'est pas représenté. Dans le cas général, l'objet est à grande distance et on considère qu'il est optiquement à l'« infini ».

Dans une première configuration représentée en figure 1, la lame optique 2 est une lame à faces planes et parallèles inclinée sur l'axe optique X-X. Cette lame donne deux images 10 et 20 sur le capteur 3. La première image 10 est obtenue par transmission à travers la lame optique 2, la seconde image est obtenue après double réflexion sur les deux faces 4 et 5 de la lame optique. Cette seconde image 20 est décalée et défocalisée par rapport à la première image 10. Sur la figure 1, l'image 10 est focalisée et l'image 20 est défocalisée. On peut, bien entendu, adopter la configuration

inverse, c'est-à-dire focaliser l'image 20 et défocaliser l'image 10. Il suffit de déplacer le plan de réception du photorécepteur.

Les valeurs du décalage et de la défocalisation dépendent de l'épaisseur de la lame, de son indice optique, de son inclinaison et de la géométrie des faisceaux lumineux et sont facilement calculables. Ainsi, en bord de champ, les faisceaux lumineux peuvent être suffisamment inclinés pour que la lame optique puisse être perpendiculaire à l'axe optique X-X comme on le voit sur la figure 2. Cette lame introduit des aberrations géométriques et en particulier de l'astigmatisme que l'on peut compenser soit en tenant compte dans le calcul de l'architecture optique, soit en donnant une forme particulière à la lame optique.

Dans une seconde configuration représentée en figure 3, la lame optique 2 est un prisme à faces planes sensiblement, perpendiculaire à l'axe optique X-X. Cette lame donne également deux images 10 et 20 sur le capteur 3. La première image 10 est obtenue par transmission à travers la lame optique 2, la seconde image est obtenue après double réflexion sur les deux faces 4 et 5 de la lame optique. Cette seconde image 20 est décalée et défocalisée par rapport à la première image 10. Les valeurs du décalage et de la défocalisation dépendent de l'épaisseur de la lame, de son indice optique, de l'angle du prisme et de la géométrie des faisceaux lumineux. Cette lame introduit des aberrations chromatiques que l'on peut compenser soit en tenant compte dans le calcul de l'architecture optique, soit en utilisant un prisme composé de deux lames prismatiques disposées tête-bêche et corrigées du chromatisme.

Dans une variante des deux configurations précédentes, on peut utiliser une lame d'air dont les faces sont d'une part la face d'entrée de l'ensemble de photoréception et d'autre part une des faces d'une fenêtre de protection disposée devant ledit ensemble de photoréception, la première image étant obtenue en transmission simple à travers ladite fenêtre de protection, la seconde image étant obtenue en transmission après double réflexion sur la face d'entrée de l'ensemble de photoréception et sur la face de la fenêtre de protection.

Les deux images doivent avoir des intensités voisines. Comme on le voit sur la figure 4, si I est l'intensité de l'image sans la lame optique et si on prend comme hypothèse que les faces de la lame optique ont les mêmes

coefficients de transmission T et de réflexion R , on démontre facilement que la première image a une intensité $I.T^2$ et la seconde image a une intensité $I.T^2R^2$. Sur les figures 4 et 6, seul le parcours d'un rayon lumineux est représenté.

- 5 Dans une variante représentée sur les figures 5 et 6, il est également possible d'utiliser la lame optique 2 selon l'invention en réflexion. Dans ce cas, la lame optique 2 est un miroir de Mangin, c'est-à-dire une lame optique comportant une première face semi-réfléchissante 6 et une seconde face réfléchissante 7, la première image 10 étant obtenue par
10 réflexion sur la première face semi-réfléchissante 6, la seconde image 20 étant obtenue par réflexion sur la seconde face réfléchissante 7.

- Les deux images doivent avoir des intensités voisines. Comme on le voit sur la figure 6, si I est l'intensité de l'image sans la lame optique, si la première face 6 de la lame optique a T comme coefficient de transmission et
15 R comme coefficient de réflexion et si la seconde face 7 est parfaitement réfléchissante, on démontre facilement que la première image a une intensité $I.R$ et la seconde image a une intensité $I.T^2$. Il est alors facile d'égaliser les intensités des deux images.

REVENDICATIONS

1. Instrument d'optique comprenant au moins :
une architecture optique comprenant un ensemble optique (1)
destiné à faire d'un objet lumineux une image, et
un ensemble de photoréception (3) et des moyens d'acquisition et
5 d'analyse de ladite image, lesdits moyens d'acquisition et d'analyse
comportant un algorithme de type diversité de phase,
caractérisé en ce que l'architecture optique comporte une lame
optique (2) de puissance optique faible ou nulle disposée au voisinage de
l'ensemble de photoréception et agencée de façon à former sur tout ou partie
10 dudit ensemble une première image focalisée et une seconde image
défocalisée d'une première valeur prédéterminée et décalée d'une seconde
valeur prédéterminée par rapport à la première image.
2. Instrument d'optique selon la revendication 1, caractérisé en ce
15 que, l'instrument ayant un axe optique (X-X), la lame optique (2) est une
lame à faces (4, 5) planes, parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe
optique, la première image étant obtenue en transmission simple à travers
ladite lame optique, la seconde image étant obtenue en transmission après
double réflexion sur les deux faces de la lame.
20
3. Instrument d'optique selon la revendication 2, caractérisé en ce
que la lame optique (2) est située au bord de l'ensemble de photoréception
(3).
- 25 4. Instrument d'optique selon la revendication 1, caractérisé en ce
que, l'instrument ayant un axe optique (X-X), la lame optique (2) est une
lame à faces (4, 5) planes et parallèles inclinée sur l'axe optique, la première
image étant obtenue en transmission simple à travers ladite lame optique, la
seconde image étant obtenue en transmission après double réflexion sur les
30 deux faces de la lame.

5. Instrument d'optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lame optique (2) est un prisme à faces (4, 5) planes, la première image étant obtenue en transmission simple à travers ledit prisme, la seconde image étant obtenue en transmission après double réflexion sur les deux faces dudit prisme.

6. Instrument d'optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lame optique (2) est une lame d'air dont les faces sont d'une part la face d'entrée de l'ensemble de photoréception et d'autre part une des faces d'une fenêtre de protection disposée devant ledit ensemble de photoréception, la première image étant obtenue en transmission simple à travers ladite fenêtre de protection, la seconde image étant obtenue en transmission après double réflexion sur la face d'entrée de l'ensemble de photoréception et sur la face de la fenêtre de protection.

7. Instrument d'optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lame optique (2) est un miroir de Mangin, c'est-à-dire une lame optique comportant une première face semi-réfléchissante (6) et une seconde face réfléchissante (7), la première image étant obtenue par réflexion sur la première face semi-réfléchissante, la seconde image étant obtenue par réflexion sur la seconde face réfléchissante.

8. Instrument d'optique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la lame optique (2) comporte un ou deux traitements réfléchissants de façon que l'amplitude de la première image focalisée soit du même ordre de grandeur que l'amplitude de la seconde image défocalisée.

9. Instrument d'optique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'instrument d'optique est un télescope spatial.

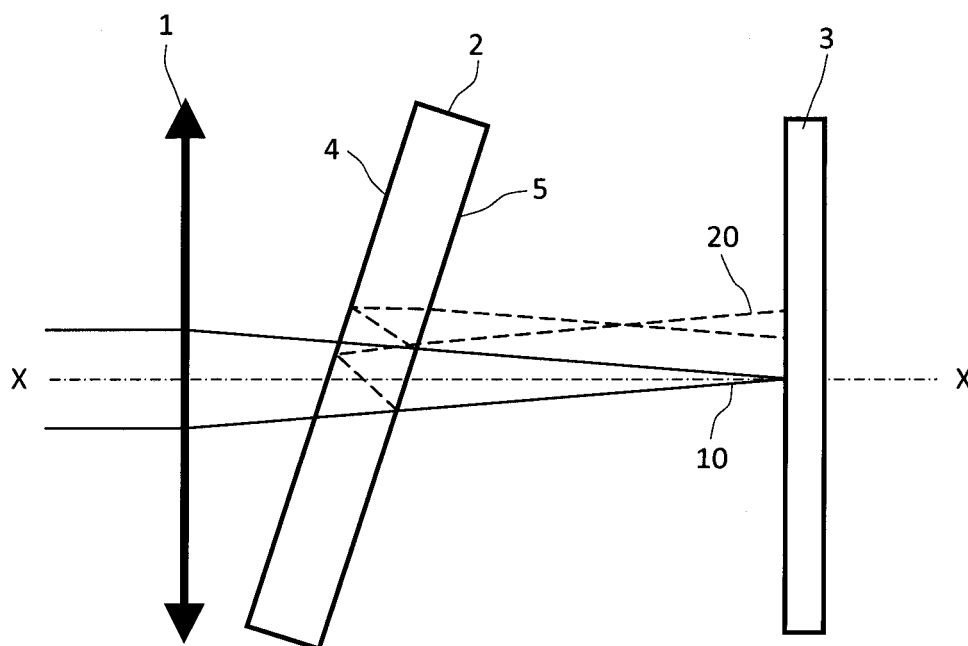


FIG. 1

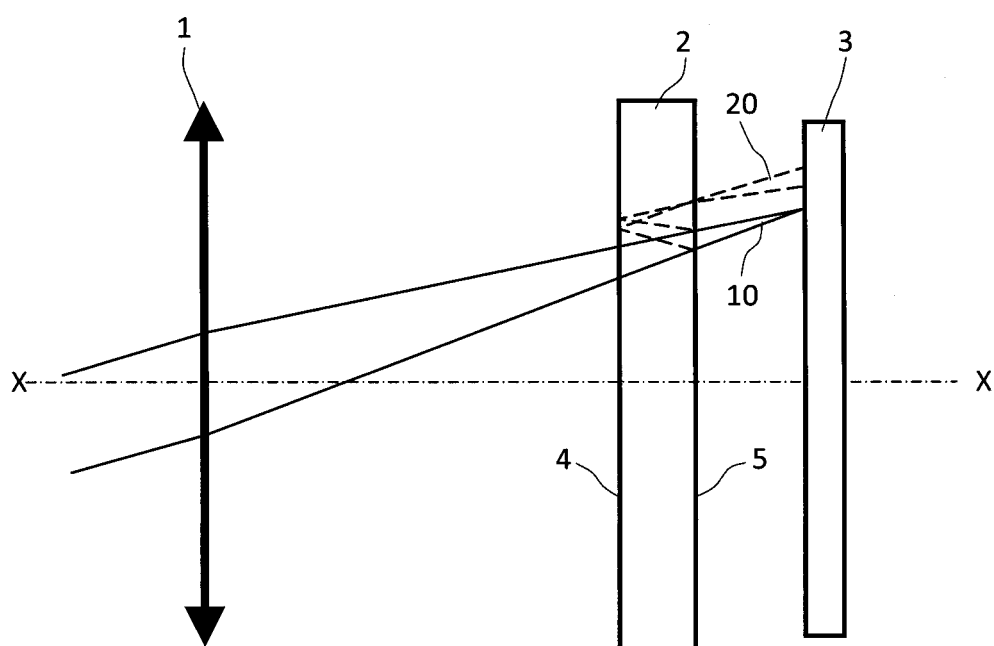


FIG. 2

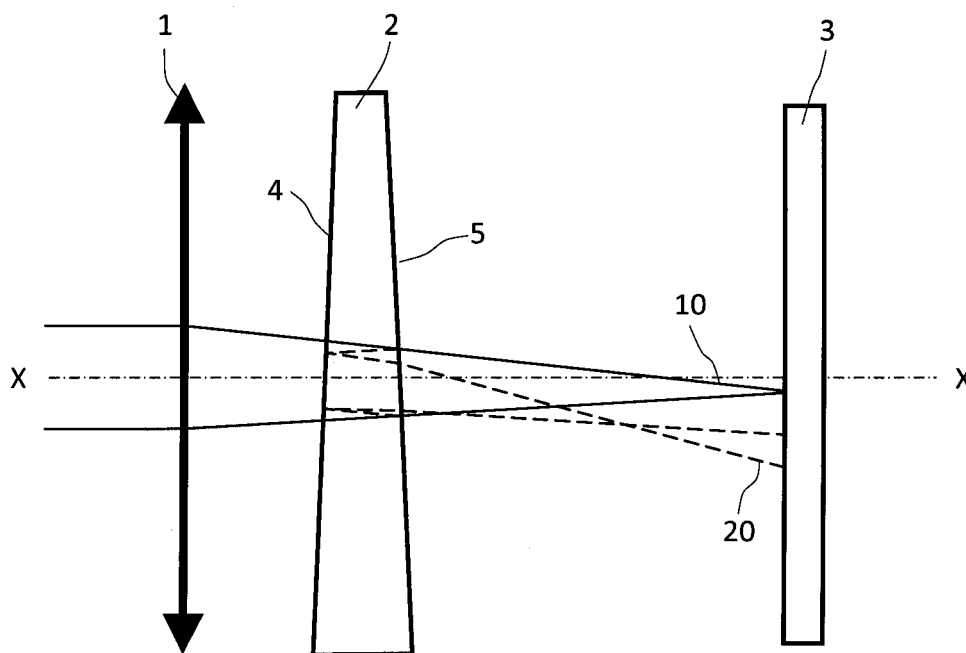


FIG. 3

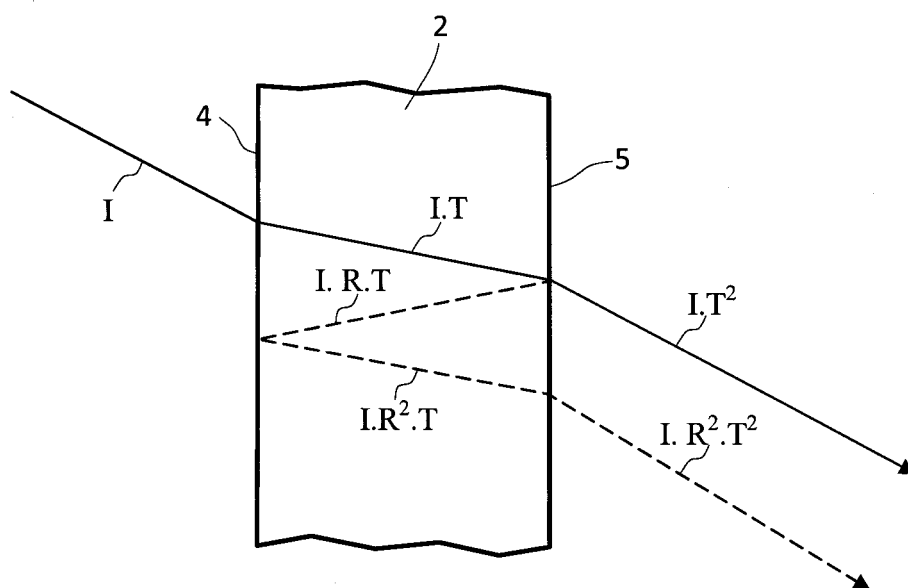


FIG. 4

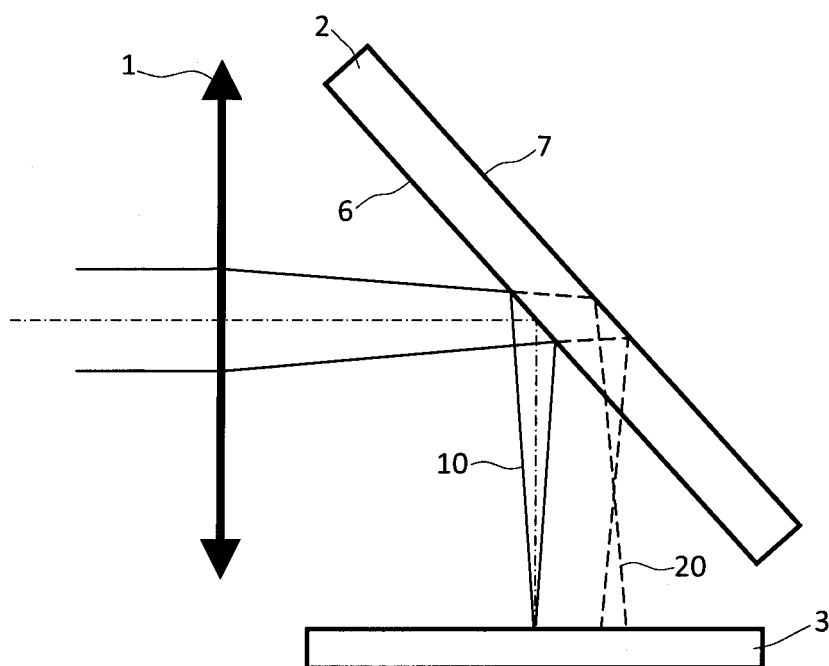


FIG. 5

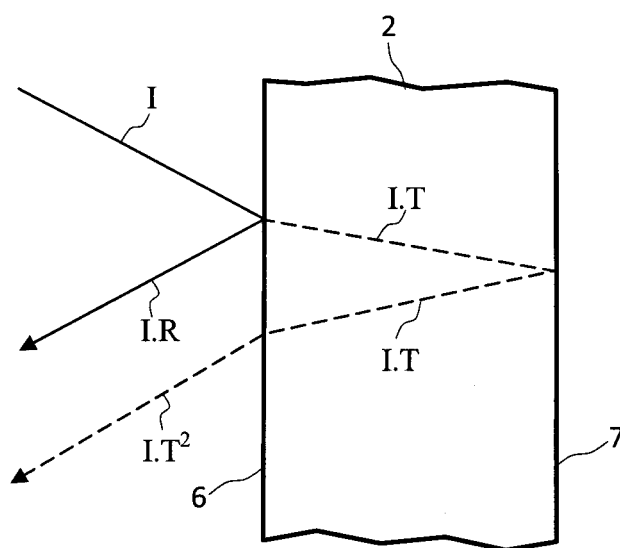


FIG. 6



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 772031
FR 1202452

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	CN 102 564 612 A (INST OPTICS & ELECT CN ACAD) 11 juillet 2012 (2012-07-11)	1-8	G01J9/00
Y	* abrégé *	9	
Y	----- US 5 610 707 A (DUNCAN ALAN L [US] ET AL) 11 mars 1997 (1997-03-11)	9	
	* abrégé *		
	* colonne 2, ligne 13-25 *		
A	----- CN 102 636 271 A (INST OPTICS & ELECT CN ACAD) 15 août 2012 (2012-08-15)	1-9	
	* abrégé; figures 1-3 *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 mars 2013		Varelas, Dimitrios	
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 1202452 FA 772031**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **19-03-2013**

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
CN 102564612 A	11-07-2012	AUCUN	

US 5610707 A	11-03-1997	AUCUN	

CN 102636271 A	15-08-2012	AUCUN	
