



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 31249 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/08; F24J 2/07; F24J 2/16; F24J 2/32; F24J 2/38; F24J 2/46**
- (43) Date de publication : **01.03.2010**

-
- (21) N° Dépôt : **32216**
- (22) Date de Dépôt : **11.09.2009**
- (30) Données de Priorité : **05.03.0207 FR 07 01572 ; 25.05.2007 FR 07 03712**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/FR2008/000275 03.03.2008**
- (71) Demandeur(s) : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, BATIMENT D "LE PONANT", 25 RUE LEBLANC, F-75015 PARIS (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **LIN, Qinglong**
- (74) Mandataire : **M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI**

-
- (54) Titre : **CAPTEUR SOLAIRE**
- (57) Abrégé : LE CAPTEUR COMPREND UNE LENTILLE CONVERGENTE (2) AYANT UNE DISTANCE FOCAL F ET UN PLAN FOCAL IMAGE (PFI). LA LENTILLE CONVERGENTE (2) CONSTITUE L'UNE DES PAROIS D'UN CAISSON (1) DÉFINI PAR DEUX PAIRES DE PAROIS LATÉRALES (4A, 4C), UNE PAROI DE FOND (3) ET UNE PAROI AVANT CONSTITUÉE PAR LADITE LENTILLE (2), LES PAROIS LATÉRALES ET DE FOND, CÔTÉ INTÉRIEUR DU CAISSON, ÉTANT RÉFLÉCHISSANTES, LA PROFONDEUR P DU CAISSON ÉTANT INFÉRIEURE À LA DISTANCE FOCAL F DE LA LENTILLE, DE SORTE QU'À L'ISSUE DE RÉFLEXIONS MULTIPLES, LE FAISCEAU DE RAYONS (R1,R2) AINSI RÉFLÉCHI EST CONCENTRÉ SUR UN 'FOYER IMAGE FINAL' (I'), SITUÉ À L'INTÉRIEUR DUDIT CAISSON, LEDIT CAPTEUR RENFERMANT UN RÉCEPTEUR MOBILE (6A) MAINTENU AU SEIN DUDIT FAISCEAU CONCENTRÉ, OU DANS UNE POSITION AU MOINS SÉCANTE AUDIT FAISCEAU, PAR DES MOYENS ASSERVISSANT LE DÉPLACEMENT DUDIT RÉCEPTEUR (6A) AU DÉPLACEMENT DUDIT FAISCEAU

A B R E G E

Le capteur comprend une lentille convergente (2) ayant une distance focale \underline{f} et un plan focal image (PFI). La lentille convergente (2) constitue l'une des parois d'un caisson (1) parallélépipédique rectangle, de profondeur $\underline{p} < \underline{f}$ et dont les autres parois (3,4a-4c), côté intérieur du caisson, sont réfléchissantes, de sorte qu'à l'issue de réflexions multiples, le faisceau de rayons (R1,R2) ainsi réfléchi, qui se déplace avec la course du soleil, est concentré sur un foyer image final (I"), situé à l'intérieur dudit caisson, la profondeur \underline{p} du caisson répondant, pour ce faire, à la relation

$$p = 0,5*(f+e+b)$$

où \underline{e} est l'épaisseur de pénétration de la lentille (2) dans le caisson (1) et \underline{b} est une distance utile de fonctionnement,

ledit capteur renfermant un récepteur mobile (6a) maintenu au sein dudit faisceau concentré, ou dans une position au moins sécante audit faisceau, par des moyens asservissant le déplacement dudit récepteur (6a) au déplacement dudit faisceau.

Figure 5a

Capteur solaire.

La présente invention a pour objet un capteur solaire du type comprenant, comme collecteur, une lentille convergente ayant, d'une manière connue en soi, une distance focale et un plan focal image sur lequel se concentrent, selon une ligne, dite "foyer image primaire", le faisceau des rayons solaires que reçoit ladite lentille, ledit faisceau concentré se déplaçant avec la course du soleil. Une telle lentille est dite "linéaire" en ce sens que son foyer est une ligne.

Pour tenir compte de la variation de la direction des rayons du soleil au cours de la journée et au cours des saisons, les capteurs solaires connus ou bien utilisent des miroirs paraboliques coûteux ou bien sont inclus dans des équipements pivotants et motorisés, compliqués et fragiles.

La présente invention se propose d'apporter une solution simple et efficace pour remédier à ces inconvénients.

A cette fin, la présente invention apporte un capteur solaire du type précité, dans lequel ladite lentille convergente constitue l'une des parois d'un caisson défini par :

deux paires de parois latérales, une paroi de fond et une paroi avant constituée par ladite lentille, les parois latérales de chaque paire étant parallèles entre elles, et chaque paire de parois latérales étant perpendiculaire à l'autre paire,

les parois latérales et de fond, côté intérieur du caisson, étant réfléchissantes,

la profondeur p entre la paroi avant et la paroi de fond étant inférieure à la distance focale f de la lentille,

de sorte qu'à l'issue de réflexions multiples, le faisceau de rayons ainsi réfléchi est concentré sur une ligne dite "foyer image final", symétrique audit foyer image primaire par rapport à ladite paroi de fond et appartenant à un "plan focal image rapproché" lui-même

symétrique audit plan focal image par rapport à ladite paroi de fond, mais situé à l'intérieur dudit caisson,

ledit capteur renfermant un récepteur mobile maintenu au sein dudit faisceau concentré, ou dans une position au moins sécante audit faisceau, par des moyens asservissant le déplacement dudit récepteur au déplacement dudit faisceau.

Dans une forme d'exécution préférée, la paroi avant et le fond du caisson sont perpendiculaires aux parois latérales ; autrement dit, le caisson revêt la forme d'un parallélépipède rectangle.

Dans ce cas particulier, la profondeur p du caisson répond à la relation

$$p = 0,5*(f+e+b)$$

où :

- e est l'épaisseur de pénétration de la lentille dans le caisson, et
- b est la distance comprise entre la lentille et le plan focal image rapproché ou distance utile de fonctionnement,

ledit capteur renfermant un récepteur mobile maintenu au sein dudit faisceau concentré, ou dans une position au moins sécante audit faisceau, par des moyens asservissant le déplacement dudit récepteur au déplacement dudit faisceau.

Ainsi, la structure du capteur selon l'invention permet de suivre la course du soleil, en asservissant à cette course, non pas l'orientation du caisson, mais la position du récepteur dans le caisson. Il s'ensuit, d'une part, que les moyens d'asservissement peuvent être considérablement plus légers que s'il s'agissait de déplacer tout le caisson et, d'autre part, que l'élément mobile (le récepteur) est protégé du milieu extérieur par le caisson.

En pratique, le récepteur est monté mobile, dans le plan focal image rapproché de ladite lentille ou dans un plan parallèle audit plan focal image rapproché.

Les moyens d'asservissement utilisables sont dans le domaine de compétence de l'homme du métier. Ils peuvent notamment appliquer des principes similaires à ceux mis en œuvre dans les capteurs connus. On comprendra qu'en l'absence de rayons solaires ou d'insuffisance de rayonnement, le récepteur pourra rester temporairement immobile dans le caisson et venir se repositionner par rapport au faisceau concentré lorsque le rayonnement aura repris à un niveau suffisant.

10 Dans une forme d'exécution possible, pour piloter la vitesse et la direction de déplacement dudit caloduc, celui-ci est pourvu d'un fluxmètre photonique adapté à envoyer des signaux à des moyens d'entraînement auxquels est soumis le caloduc.

15 Pour que la position du récepteur soit optimale, c'est-à-dire pour qu'il reçoive tout le faisceau concentré, le centre du récepteur doit être situé au sein d'une zone qui affecte une étendue allant de $+k$ à $-k$ de part et d'autre dudit plan focal image rapproché, médian à ladite zone, k satisfaisant à la relation

$$20 \quad k = \frac{r}{\sin \left[\text{Atan} \left(\frac{d}{f} \right) \right]}$$

où :

- r est le rayon de la section transversale du récepteur si cette section est circulaire ou du cercle inscrit dans la section du récepteur si cette section n'est pas circulaire, étant entendu que par "centre du récepteur" on entend la droite parallèle au foyer image final et qui passe par le centre dudit cercle ;
- $\sin[\text{Atan}]$ signifie sinus[arc tangente] ;
- 30 • d est la distance entre l'axe optique de la lentille et le bord de la lentille, prise dans le plan contenant ledit axe optique et qui est perpendiculaire au fond du caisson et orthogonal au foyer image final.

35 Cependant, il est possible de placer le centre du récepteur à l'extérieur de cette zone optimale en obtenant

toujours un résultat acceptable, par exemple un résultat économiquement acceptable si la perte de performance est compensée par une réduction significative du coût du capteur.

5 La lentille convergente peut revêtir diverses formes pourvu qu'elle concentre les rayons solaires selon une ligne. Ainsi, la lentille convergente pourra être plan-convexe, biconvexe ou ménisque convergente.

De préférence et sans que cela soit limitatif, la
10 lentille convergente sera une lentille de Fresnel, ce, pour des raisons de réduction d'encombrement et de poids de la lentille. Une lentille de Fresnel a également l'avantage de moins absorber les rayons qui la traversent que d'autres lentilles.

15 Dans le cas d'une lentille de Fresnel plan-convexe, c'est-à-dire d'une lentille ayant une face plane et une face en dents de scie, ladite lentille sera, de préférence, montée de telle sorte que sa face plane soit tournée vers l'extérieur dudit caisson.

20 Cette orientation a l'avantage de placer à l'intérieur du caisson la face de la lentille qui est la plus susceptible de piéger les salissures, la face plane, extérieure, étant évidemment plus facile à nettoyer. Pour la même raison, si la lentille de Fresnel est biconvexe,
25 c'est-à-dire une lentille ayant une face lisse convexe et une face en dents de scie, la lentille sera, de préférence, montée de telle sorte que sa face convexe soit tournée vers l'extérieur dudit caisson.

Dans une autre forme d'exécution, la lentille peut être
30 une lentille ménisque convergente, c'est-à-dire une lentille ayant une face convexe et une face concave ; une telle lentille sera nécessairement montée de telle sorte que sa face convexe soit tournée vers l'extérieur dudit caisson.

35 Le récepteur est avantageusement un caloduc recouvert d'un matériau dont le coefficient d'absorption de la

chaleur est supérieur au coefficient d'émission de la chaleur.

Dans une forme d'exécution particulière de l'invention, plus particulièrement destinée aux centrales solaires, le caloduc revêt la forme d'un tube, éventuellement flexible, inclus dans un tube sous vide, pour limiter la perte thermique.

Le caloduc est avantageusement connecté à un échangeur d'extraction alimenté en un fluide caloporteur pour exploiter la chaleur obtenue, par exemple pour chauffer de l'eau ou un autre fluide, pour chauffer un dispositif ou pour générer du froid solaire.

Dans une autre forme d'exécution, le récepteur est un échangeur d'extraction alimenté par un fluide caloporteur.

Dans une autre forme d'exécution encore, le récepteur peut être un récepteur à cellules photovoltaïques.

Dans une forme d'exécution préférée, le récepteur est susceptible d'occuper deux positions, à savoir une position de service dans laquelle il reçoit une certaine énergie thermique et une position escamotée dans laquelle il reçoit une énergie thermique moindre qu'en position de service, des moyens escamoteurs étant susceptibles de faire passer le récepteur de sa position de service à sa position escamotée, en cas de risque de surchauffe, par exemple, au cas où la circulation de fluide caloporteur ne se ferait plus dans l'échangeur d'extraction.

Le récepteur peut être connecté à un moteur Stirling, c'est-à-dire un moteur qui exploite une différence de température entre une source chaude et une source froide, notamment aux fins de produire de l'électricité.

De préférence, les surfaces de la lentille sont traitées de façon à réduire leur altération potentielle avec le temps, altérations qui peuvent consister, côté extérieur principalement, en salissures, et côté intérieur en dépôt de particules métalliques éjectées des surfaces réfléchissantes. Un tel traitement pourra consister en un traitement de surface antiadhérent augmentant la

5 mouillabilité et obtenu par application de couches minces constituées de composés à base de SiO_x (SiO_2 etc.) et/ou de revêtements qui permettent de réduire l'accrochage de différents polluants, tels que des composés photocatalytiques de type TiO_2 .

10 Il peut s'agir, en outre, d'une protection contre le vieillissement de la matière de la lentille, obtenue par dépôt sur la surface extérieure de la lentille de couches optiques classiques en matière de traitement anti-reflets. Un tel traitement anti-reflets a, en outre, l'avantage de réduire la réflexion, par la lentille, des rayons qu'elle reçoit selon certaines incidences.

15 Il en va de même des parois réfléchissantes du caisson qui seront avantageusement traitées de façon à réduire leur altération potentielle avec le temps.

20 S'agissant des parois réfléchissantes, en variante, elles pourront être constituées de panneaux réfléchissants démontables à des fins de nettoyage, de remplacement ou de mise à plat complet du caisson à des fins de transport ou de déplacement.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

25 - la figure 1 est un schéma, en perspective, écorché, d'une forme d'exécution d'un caisson selon l'invention,

- les figures 2a, 2b et 2c illustrent divers types de lentilles utilisables selon l'invention avec identification de l'épaisseur e ;

30 - les figures 3a et 3b sont des schémas d'une forme d'exécution du caisson selon l'invention, illustrant l'effet de la distance utile b sur la profondeur du caisson ;

35 - les figures 4a et 4b sont des schémas d'une forme d'exécution d'un caisson selon l'invention, vu en coupe dans un plan perpendiculaire à la direction générale de la lentille, et illustrant le trajet des rayons solaires selon deux incidences différentes ;

- les figures 5a et 5b sont des schémas illustrant le paramètre k et la zone de positionnement optimale du récepteur, la figure 5b étant une vue à plus grande échelle de la zone du foyer image final de la figure 5a, et

5 - la figure 6 est un schéma illustrant une forme d'exécution d'un mécanisme d'entraînement pour le caloduc.

Comme il ressort de la figure 1, le caisson 1, dans cette forme d'exécution de l'invention, est de forme parallélépipédique rectangle, composée d'une paroi avant constituée d'une lentille convergente linéaire 2, d'une 10 paroi arrière ou fond 3 et de parois latérales 4a-d. Les faces internes des parois latérales 4a-d et de fond 3 du caisson 1 sont réfléchissantes, soit qu'elles sont revêtues d'un film réfléchissant soit qu'elles sont doublées d'une 15 paroi réfléchissante amovible.

La paroi latérale 4b comporte une fente telle que 5, dans laquelle est susceptible de coulisser un caloduc 6 dans un plan parallèle au plan général de la lentille 2, le caloduc étant supporté, à l'opposé de la fente, par des 20 moyens appropriés (non représentés) autorisant ce coulissement.

Le caloduc 6 est gainé d'un matériau ayant un coefficient de dissipation thermique inférieur à son coefficient d'absorption thermique pour limiter les pertes, 25 autant que possible. Un échangeur d'extraction 7, alimenté en fluide froid selon 7a ressortant chaud selon 7b, évacue la chaleur du caloduc pour une exploitation appropriée.

Le caisson 1 est prolongé par un logement 8 (amorcé en pointillés sur la figure 1) pour l'échangeur d'extraction 7 30 et un mécanisme d'entraînement non représenté à la figure 1 (voir figure 6). Le logement 8 peut avoir la même section rectangulaire que le caisson 1 et y être étroitement connecté pour éviter toute infiltration d'eau de pluie ou de poussière. Il peut être avantageusement opaque pour 35 ralentir le vieillissement des tuyaux souples 9a et 9b (figure 6).

La lentille 2 du caisson 1 est frappée par les rayons solaires selon une incidence qui varie avec l'heure de la journée, la saison, etc. et deux telles incidences différentes sont illustrées par les rayons R et R'.

5 Si l'on en vient au plan optique, la figure 4a, qui représente le caisson 1 sans le caloduc 6 ni l'échangeur d'extraction 7 pour la clarté de la représentation, on voit que la lentille 2 est constituée par une lentille de
10 Fresnel 2 plan convexe dont la face plane est tournée vers l'extérieur du caisson. L'épaisseur de la lentille a été exagérée sur la figure également à des fins de clarté. La lentille 2 a un axe optique AA, une distance focale f supérieure à la profondeur p du caisson 1 et un plan focal image PFI qui est au-delà du fond 3 dudit caisson 1.

15 Comme indiqué plus haut, la profondeur p du caisson doit répondre à la relation :

$$p = 0,5*(f+e+b)$$

Cette relation est expliquée par référence aux figures 2a-2c et 3a-3b.

20 Les figures 2a, 2b et 2c montrent respectivement
• une lentille plan-convexe 2a, en l'occurrence une lentille de Fresnel,
• une lentille biconvexe 2b, et
• une lentille ménisque 2c,
25 formant l'une des parois d'un caisson dont on voit l'amorce des parois latérales 4a et 4c.

Dans le cas de la lentille de Fresnel 2a, la face plane de la lentille se confond avec le plan FF passant par le bord adjacent des parois latérales 4a-4d, et l'épaisseur
30 e de pénétration est la distance entre ce plan FF et le plan TT tangent à la partie la plus proéminente de la lentille à l'intérieur du caisson.

Dans le cas de la lentille biconvexe 2b, l'une des faces convexes de la lentille fait saillie vers l'extérieur
35 du caisson 1 et l'autre face convexe fait saillie vers l'intérieur du caisson. L'épaisseur e de pénétration est la distance entre le plan médian de la lentille, plan qui se

confond avec le plan FF, passant par le bord adjacent des parois latérales 4a-4d, et le plan TT tangent à la partie la plus proéminente de la lentille à l'intérieur du caisson.

5 Dans le cas de la lentille ménisque 2c, aucune partie de la lentille ne pénètre dans le caisson (à la fixation de la lentille près), de sorte que l'épaisseur e est sensiblement nulle.

10 Comme il ressort des figures 3a et 3b, où la lentille a été schématisée sous la forme d'un simple rectangle désigné par 2a-c, pour montrer qu'il peut s'agit de l'un quelconque des types de lentilles 2a, 2b ou 2c illustrées aux figures 2a à 2c, les paramètres nécessaires à la détermination de la profondeur du caisson sont indiqués.

15 Aux figures 3a et 3b, on voit que la lentille 2a-c a une épaisseur e et une distance focale f , distance qui détermine le plan focal image PFI.

20 Dans le cas de la figure 3a, il est prévu une distance utile b_1 , distance qui doit permettre de loger le récepteur, autrement dit le caloduc 6 dans la forme d'exécution de la figure 1, et son support à l'opposé de la fente 5, en tenant compte de la sensibilité à la chaleur de la lentille, donc du matériau de la lentille.

25 Dans un premier temps, pour simplifier, on considèrera que le récepteur 6 se trouve dans le plan PFIR situé à $e+b_1$ du plan FF, ce qui est un cas particulier, comme on le verra à propos des figures 5a et 5b. Le fond 3 du caisson doit être à égale distance du plan PFIR et du plan PFI.

30 Dans le cas où $b=b_1$ (figure 3a), la distance entre PFIR et PFI est de $2*x_1$.

Dans le cas où $b=b_2$ avec $b_2>b_1$ (figure 3b), la distance entre PFIR et PFI est de $2*x_2$.

35 Le choix de b est à la portée de l'homme de l'art. Il dépend de l'encombrement du récepteur 6 et des moyens qui lui sont associés ainsi que de la matière de la lentille.

A titre d'exemple, pour une lentille de Fresnel plan-convexe de 50 cm x 100 cm, en verre ayant un indice de

réfraction $n = 1,5$, une distance focale f de 80 cm et une épaisseur $e = 1,5$ cm, avec respect d'une distance utile $b = 15$ cm, la profondeur p du caisson 1 sera égale au produit $0,5(f+e+b) = 0,5 \cdot (80+1,5+15) = 48,25$ cm. Il est bien entendu que ces valeurs ne sont données que pour permettre au lecteur de bien comprendre le principe de l'invention. En pratique, ces valeurs peuvent être autres et la profondeur du caisson encore plus réduite par rapport à la distance focale.

10 Si l'on revient à la figure 4a, en l'absence du fond du caisson, des rayons solaires venant frapper la lentille 2 parallèlement au rayon R viendraient se concentrer sur un foyer image primaire, dans le plan focal image PFI. Cependant, les parois réfléchissantes latérales, telles que
15 4a, et le fond réfléchissant 3 du caisson arrêtent les rayons R et les réfléchissent jusqu'à ce qu'ils se concentrent sur un foyer image final, dans un plan focal image rapproché PFIR parallèle au plan focal image PFI, mais à l'intérieur du caisson 1. Sur la figure 4a, ce foyer
20 image final est vu en coupe, donc sous la forme d'un point I.

La figure 4b est semblable à la figure 4a à cela près qu'elle illustre une autre orientation d'impact des rayons, tels que R', sur la lentille 2. Comme on le voit, à l'issue
25 de multiples réflexions, ces rayons R' se concentrent sur un foyer image final, également situé dans le plan PFIR, et ce foyer image final est vu en coupe à la figure 4b, donc sous la forme d'un point I'.

Ainsi, le foyer image final des rayons R et celui des
30 rayons R' sont situés dans le même plan PFIR, mais selon deux lignes différentes ou, exprimé autrement, le foyer image final linéaire se déplace en translation dans le plan PFIR au fur et à mesure de la course du soleil.

Le caloduc 6 qui, dans le cas particulier envisagé,
35 est disposé dans le plan PFIR, se déplace pour suivre ce déplacement en translation du foyer image final linéaire. A cette fin, il est prévu des moyens moteurs asservissant

le déplacement du caloduc à la course du soleil, ou plus exactement à la course du faisceau de rayons concentrés vers le foyer image final. Cet asservissement prend en compte le lieu d'implantation du caisson, la saison, l'heure du jour, etc.

Comme indiqué plus haut, le caloduc peut, en outre, être soumis à des moyens escamoteurs adaptés à le déplacer, si nécessaire, hors de sa position de service, pour éviter une surchauffe. A cette fin, les moyens escamoteurs déplaceront le caloduc de sa position de service où il reçoit une certaine énergie thermique vers une position escamotée où il reçoit une énergie thermique moindre qu'en position de service.

Comme il ressort de l'exemple chiffré indiqué plus haut, l'invention réduit considérablement la distance nécessaire entre la lentille et le caloduc. Sans l'invention, dans l'exemple donné, cette distance serait de $f-e = 80-1,5 = 78,5$ cm, alors que selon l'invention et toujours dans l'exemple en cause, elle n'est que de 48,25 cm.

Si l'on en vient à la figure 5a, on y retrouve le caisson 1 avec sa lentille 2 et son fond 3. On y voit également un récepteur 6a qui a été présenté sous la forme d'un appareil de section circulaire de rayon r (voir figure 5b), mais qui n'est pas nécessairement circulaire. Si le récepteur n'est pas de section circulaire, on prend en compte le cercle inscrit dans la section non circulaire. Est également identifiée sur cette figure la distance d utilisée dans le calcul de la valeur k .

Sont indiqués en R_1 et R_2 des rayons solaires formant les bornes extérieures du faisceau de rayons frappant la lentille 2 avec une incidence nulle. Le faisceau borné par R_1 et R_2 converge vers le plan PFI mais est arrêté et réfléchi par le fond 3 pour converger en un faisceau concentré vers le plan PFIR qu'il croise selon une ligne vue en coupe en I", correspondant au foyer image final, pour diverger au-delà du plan PFIR. On comprend que le

faisceau concentré délimite ainsi, de part et d'autre du foyer image final I", deux plans en X faisant entre eux un angle α .

5 Tant que ces plans sont tangents au récepteur (position 6a - figures 5a et 5b) ou sécants au récepteur (position 6b - figure 5b), le récepteur reçoit la totalité du faisceau concentré. Par contre, si le récepteur est bien
10 situé entre ces plans, sans que ces plans lui soient sécants ou tangents (position 6c - figure 5d), une partie du faisceau concentré, à savoir la partie qui est comprise entre, respectivement, le plan des rayons R₁ et R₂ et les tangentes T₁ et T₂ au récepteur 6c, ne frappe pas le récepteur.

15 Ainsi, comme il ressort de la figure 5b, pour que le récepteur occupe une position optimale, la ligne qui passe par le centre du récepteur et qui est parallèle au foyer image final I" (ligne C_a pour le récepteur en position 6a, ligne C_b pour le récepteur en position 6b) doit être située dans une zone d'étendue E allant de +k à -k, de part et
20 d'autre du plan PFIR, k devant satisfaire à la relation

$$k = \frac{r}{\sin \left[\text{Atan} \left(\frac{d}{f} \right) \right]}$$

où r , d et f sont tels que définis plus haut, le centre du récepteur pouvant éventuellement se confondre avec ledit foyer image final I" (cas particulier précité).

25 Une position du récepteur telle que 6c, où la ligne C_c est à l'extérieur de la zone d'étendue E, n'est cependant pas un cas de figure sortant de la portée de l'invention : cette position peut être acceptable, même si le récepteur ne reçoit pas la totalité du faisceau concentré, par
30 exemple s'il est moins coûteux de positionner le récepteur en 6c qu'en 6a ou 6b.

Naturellement, les positions 6a, 6b et 6c pourraient tout aussi bien se trouver de l'autre côté du plan PFIR.

35 La figure 5b montre, en outre, pour le récepteur 6a une position de service (en l'occurrence, au sein du

faisceau concentré et tangent aux plans bornant ce faisceau) et une position escamotée, illustrée en 6a' ou le récepteur est totalement hors du faisceau concentré. La position 6c pourrait également être considérée comme
5 constituant la position escamotée du récepteur 6a.

Si l'on en vient à la figure 6, les références E1 et E8 désignent respectivement l'espace intérieur du caisson 1 et l'espace intérieur du logement 8, séparés par la cloison 4b, fendue en 5. On y retrouve la caloduc 6 et l'échangeur
10 7 avec son alimentation en fluide froid selon 7a et son évacuation en fluide chaud selon 7b, comme représenté à la figure 1. Plus précisément, Cette alimentation et cette évacuation se font via des tuyaux souples, respectivement
15 9a et 9b, connectés à des tubulures, respectivement 10a et 10b, elles-mêmes en communication de fluide avec l'intérieur de l'échangeur 7. On utilise des tuyaux souples 9a et 9b, bien évidemment, pour permettre le déplacement du caloduc 6.

Pour assurer ce déplacement, le caloduc 6 est
20 connecté, via un collier 11 pourvu d'une fourche 12a, 12b, à l'axe de rotation d'un pignon 13 qui engrène avec une crémaillère 14, pignon 13 qui est lui-même entraîné en rotation par un moteur 15.

Il est schématisé en 16 un fluxmètre photonique qui
25 permet d'envoyer des signaux auxdits moyens moteurs pour piloter la direction et la vitesse de rotation du pignon 13, et donc du caloduc 6.

Il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée
30 aux formes d'exécution décrites et représentées. Ainsi, la lentille et le fond du caisson ne sont pas nécessairement perpendiculaires aux parois latérales dudit caisson, et pas nécessairement parallèles entre eux. Au lieu d'incorporer un caloduc, le caisson pourrait renfermer un échangeur
35 d'extraction alimenté en fluide caloporteur ou un volume linéaire revêtu de cellules photovoltaïques, l'un et l'autre mobiles comme il a été décrit pour le caloduc. Par ailleurs, il est possible de juxtaposer plusieurs lentilles

formant chacune une face d'un "sous-caisson", les sous-caissons ainsi juxtaposés ayant des composants en commun, notamment un mécanisme d'entraînement commun, pour limiter la quantité de matériaux constitutifs utilisés et pour

5 réduire le nombre d'asservissements pour le déplacement du récepteur.

REVENDICATIONS

1. Capteur solaire du type comprenant, comme collecteur, une lentille convergente (2;2a;2b;2c) ayant une distance focale f et un plan focal image (PFI), sur lequel
5 se concentrent, selon une ligne, dite "foyer image primaire", le faisceau des rayons solaires ($R;R';R_1,R_2$) que reçoit ladite lentille, ledit faisceau concentré se déplaçant avec la course du soleil, caractérisé en ce que ladite lentille convergente (2;2a;2b;2c) constitue l'une
10 des parois d'un caisson (1) défini par :

deux paires de parois latérales (4a,4c et 4b,4d), une paroi de fond (3) et une paroi avant (2;2a;2b;2c) constituée par ladite lentille, les parois latérales (4a,4c et 4b,4d) de chaque paire étant parallèles entre elles, et
15 chaque paire (4a,4c) de parois latérales étant perpendiculaire à l'autre paire (4b,4d),

les parois latérales et de fond (4a-d, 3), côté intérieur du caisson, étant réfléchissantes,

la profondeur p entre la paroi avant (2;2a;2b;2c) et
20 la paroi de fond (3) étant inférieure à la distance focale f de la lentille,

de sorte qu'à l'issue de réflexions multiples, le faisceau de rayons ainsi réfléchi est concentré sur une ligne dite "foyer image final" ($I;I';I''$), symétrique audit
25 foyer image primaire par rapport à ladite paroi de fond (3) et appartenant à un "plan focal image rapproché" (PFIR) lui-même symétrique audit plan focal image (PFI) par rapport à ladite paroi de fond (3), mais situé à l'intérieur dudit caisson,

30 ledit capteur renfermant un récepteur mobile (6;6a;6b;6c) maintenu au sein dudit faisceau concentré, ou dans une position au moins sécante audit faisceau, par des moyens asservissant le déplacement dudit récepteur (6;6a;6b;6c) au déplacement dudit faisceau.

35 2. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit caisson (1) est parallélépipédique rectangle eten

ce que la profondeur p du caisson répondant, pour ce faire, à la relation

$$p = 0,5 \cdot (f + e + b)$$

où :

- 5 • e est l'épaisseur de pénétration de la lentille (2;2a;2b;2c) dans le caisson (1), et
- b est la distance comprise entre la lentille (2;2a;2b;2c) et le plan focal image rapproché (PFIR) ou distance utile de fonctionnement,
- 10 3. Capteur solaire selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le centre dudit récepteur (6;6a;6b;6c) est situé au sein d'une zone qui affecte une étendue (E) allant de $+k$ à $-k$ de part et d'autre dudit plan focal image rapproché (PFIR), médian à ladite zone, k
- 15 satisfaisant à la relation

$$k = \frac{r}{\sin \left[\text{Atan} \left(\frac{d}{f} \right) \right]}$$

où :

- 20 • r est le rayon de la section transversale du récepteur si cette section est circulaire ou du cercle inscrit dans la section du récepteur si cette section n'est pas circulaire, étant entendu que par "centre du récepteur" on entend la droite ($C_a;C_b;C_c$) parallèle au foyer image final ($I;I';I''$) et qui passe par le centre dudit cercle ;
- 25 • $\sin[\text{Atan}]$ signifie sinus[arc tangente] ;
- d est la distance entre l'axe optique ($A-A'$) de la lentille et le bord de la lentille, prise dans le plan contenant ledit axe optique ($A-A'$) et qui est perpendiculaire au fond (3) du caisson et
- 30 orthogonal au foyer image final ($I;I';I''$).
4. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ladite lentille convergente est plan-convexe (2;2a), biconvexe (2b) ou ménisque convergente (2c).

5. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite lentille convergente est une lentille de Fresnel (2;2a).

5 6. Capteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la lentille convergente est une lentille de Fresnel plan-convexe (2;2a) montée de telle sorte que sa face plane soit tournée vers l'extérieur dudit caisson (1).

10 7. Capteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la lentille convergente est une lentille de Fresnel biconvexe, montée de telle sorte que sa face lisse convexe soit tournée vers l'extérieur dudit caisson (1).

15 8. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit récepteur (6;6a;6b;6c) est un caloduc recouvert d'un matériau dont le coefficient d'absorption de la chaleur est supérieur au coefficient d'émission de la chaleur.

9. Capteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que le caloduc revêt la forme d'un tube inclus dans un tube sous vide.

20 10. Capteur selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le récepteur (6;6a;6b;6c) est connecté à un échangeur d'extraction (7) alimenté en un fluide caloporteur.

25 11. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le récepteur est un récepteur à cellules photovoltaïques.

30 12. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit récepteur (6;6a;6b;6c) est un échangeur d'extraction alimenté en fluide caloporteur.

13. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que ledit récepteur est susceptible d'occuper deux positions, à savoir une position de service (6a) dans laquelle il reçoit une certaine énergie thermique et une position escamotée (6a') dans laquelle il reçoit une énergie thermique moindre qu'en position de service.

14. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le récepteur (6;6a;6b;6c) est connecté à un moteur Stirling .

5 15. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que les surfaces de la lentille (2;2a;2b;2c) et/ou les parois réfléchissantes (3,4a-4d) du caisson sont traitées de façon à réduire l'altération potentielle de leur matière avec le temps.

10 16. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que la surface extérieure de la lentille (2;2a;2b;2c) comporte un traitement anti-reflets.

15 17. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que les parois réfléchissantes (3,4a-4d) sont constituées de panneaux réfléchissants démontables.

20 18. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que, pour piloter la vitesse et la direction de déplacement du récepteur (6), celui-ci est pourvu d'un fluxmètre photonique (16) adapté à envoyer des signaux à des moyens d'entraînement auxquels est soumis ledit récepteur.

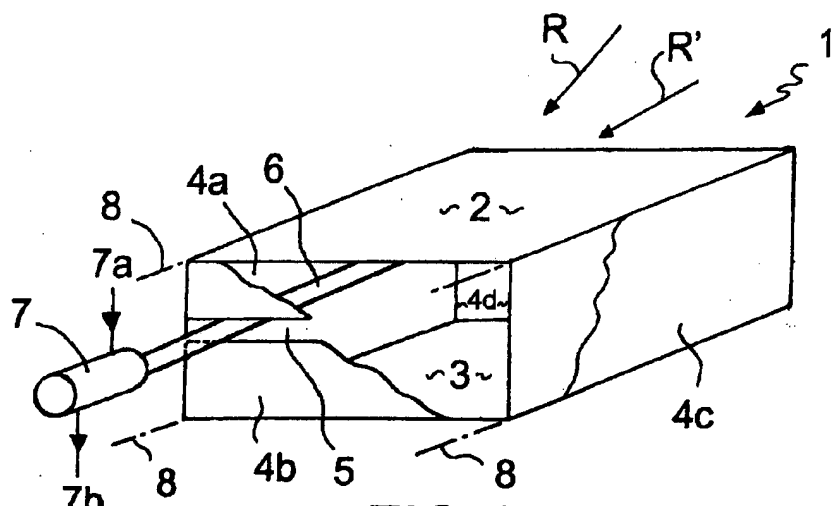


FIG 1

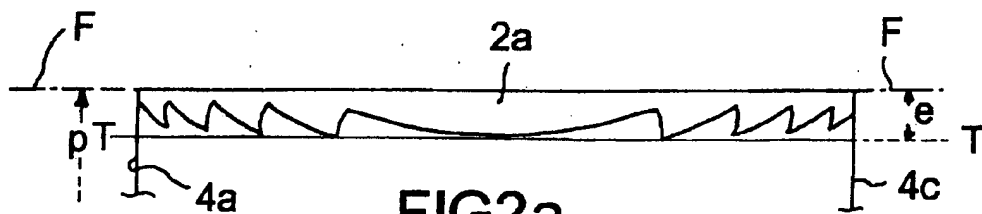


FIG 2a

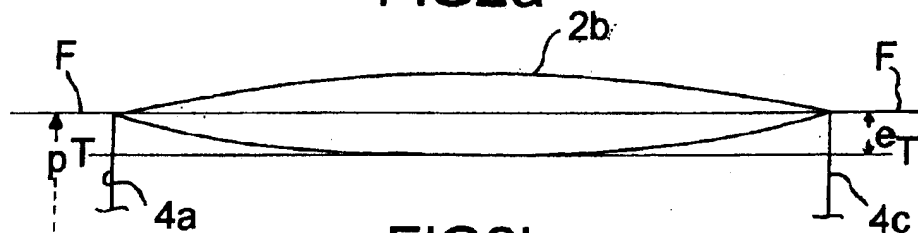


FIG 2b

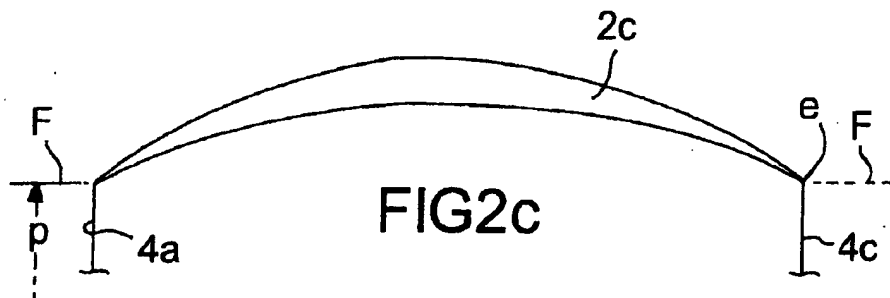


FIG 2c

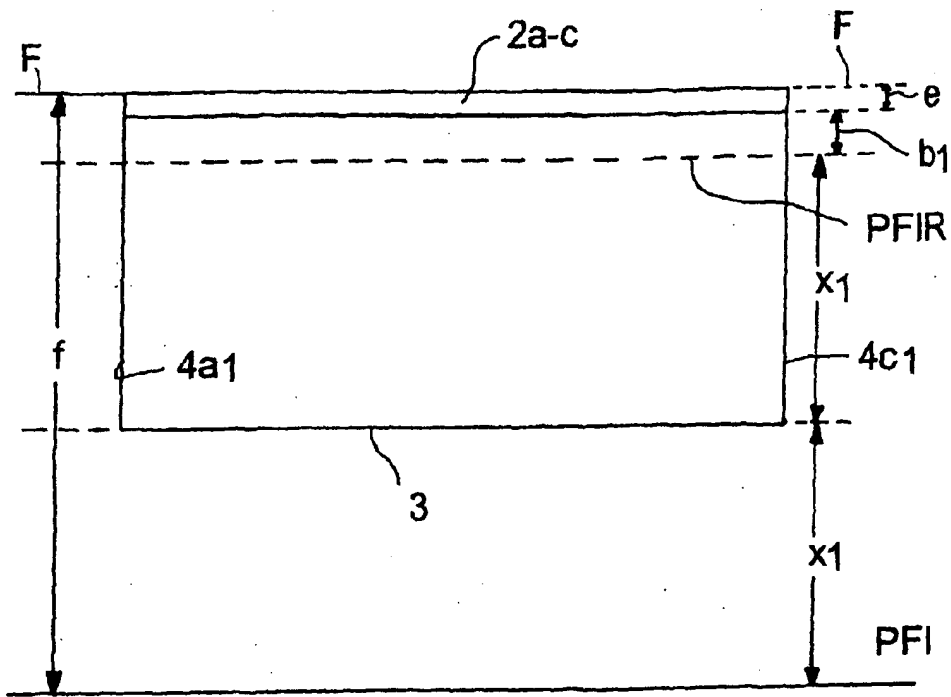


FIG3a

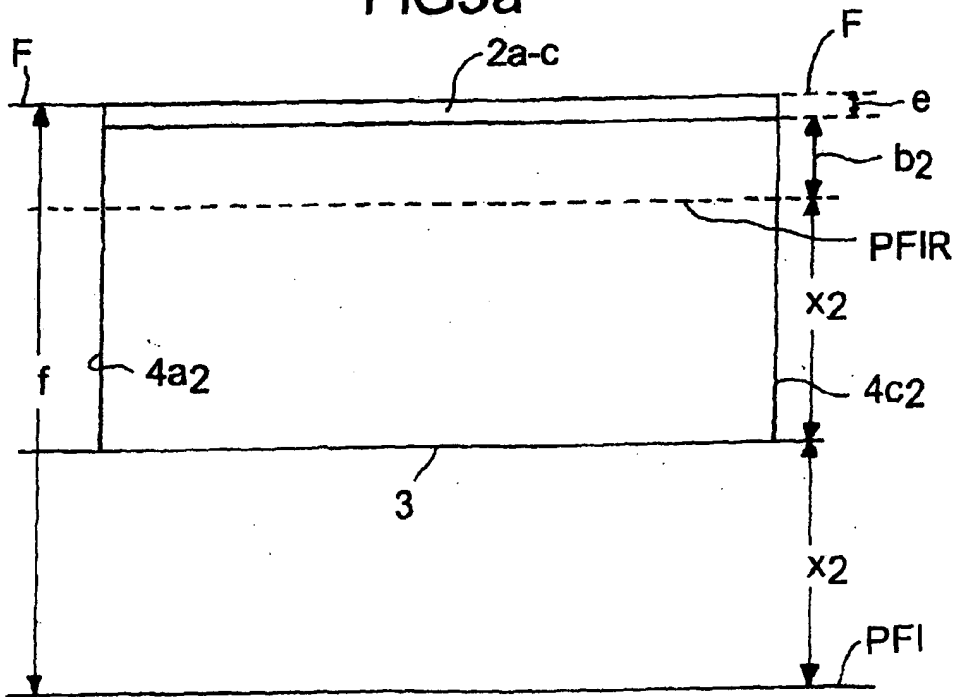
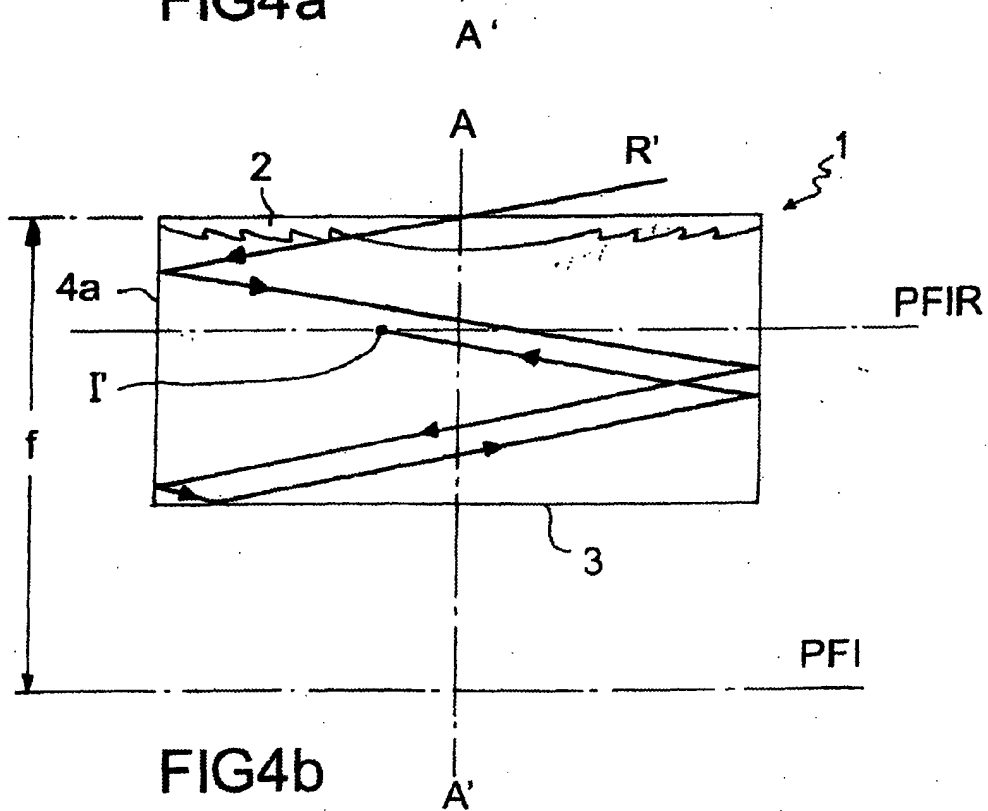
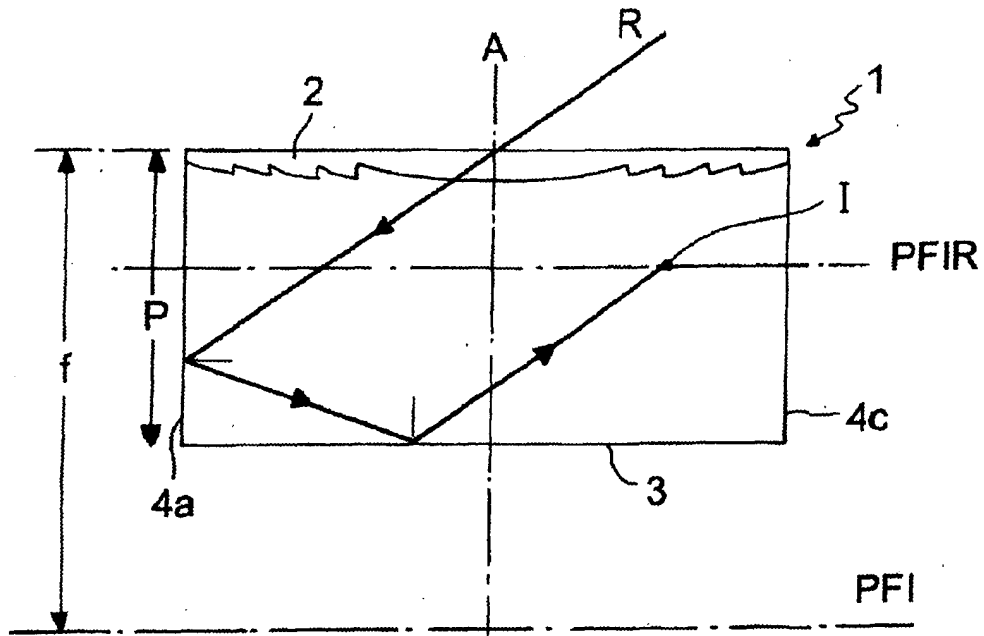
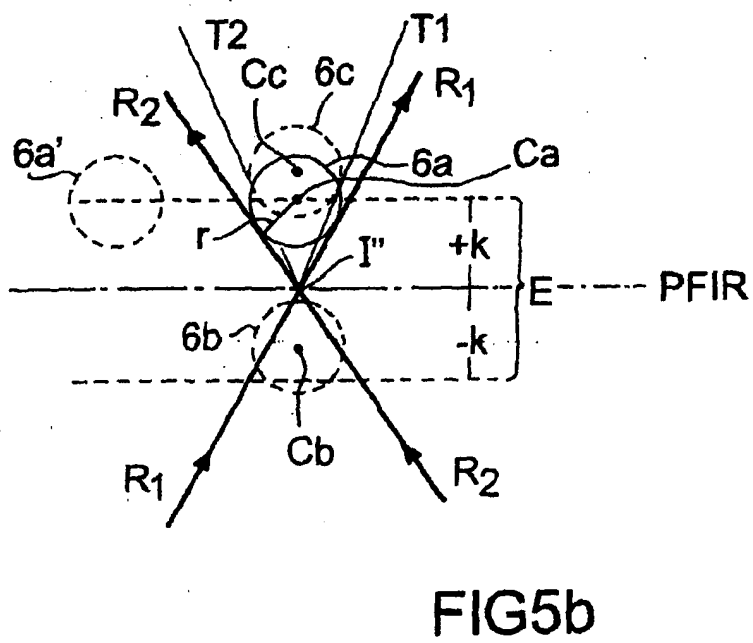
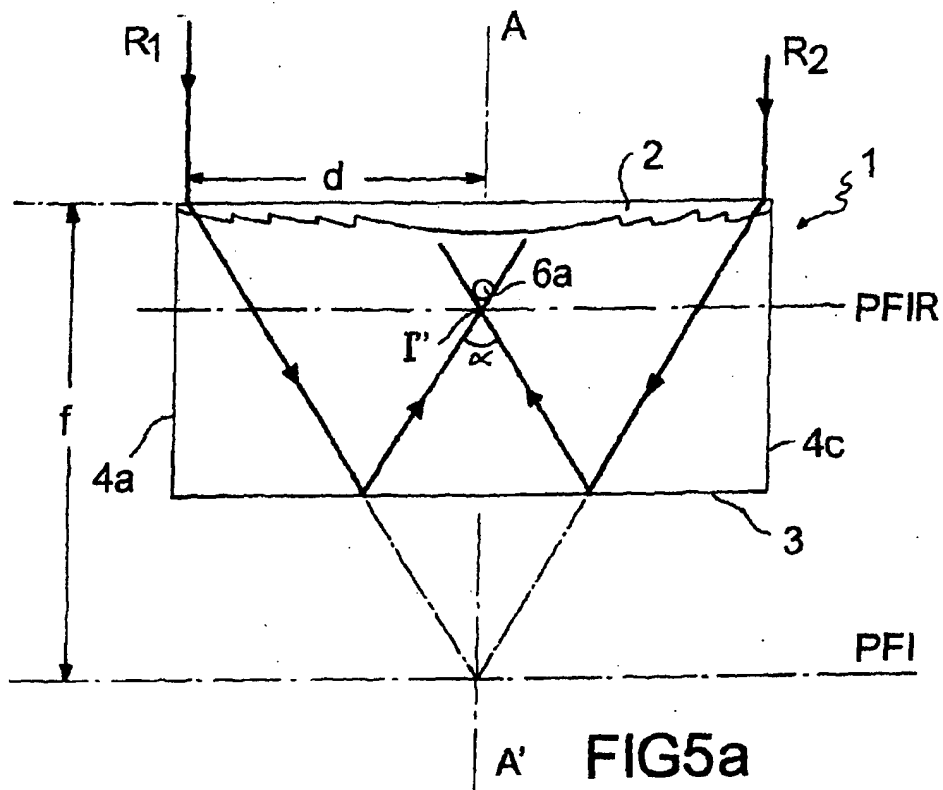


FIG3b



4/5



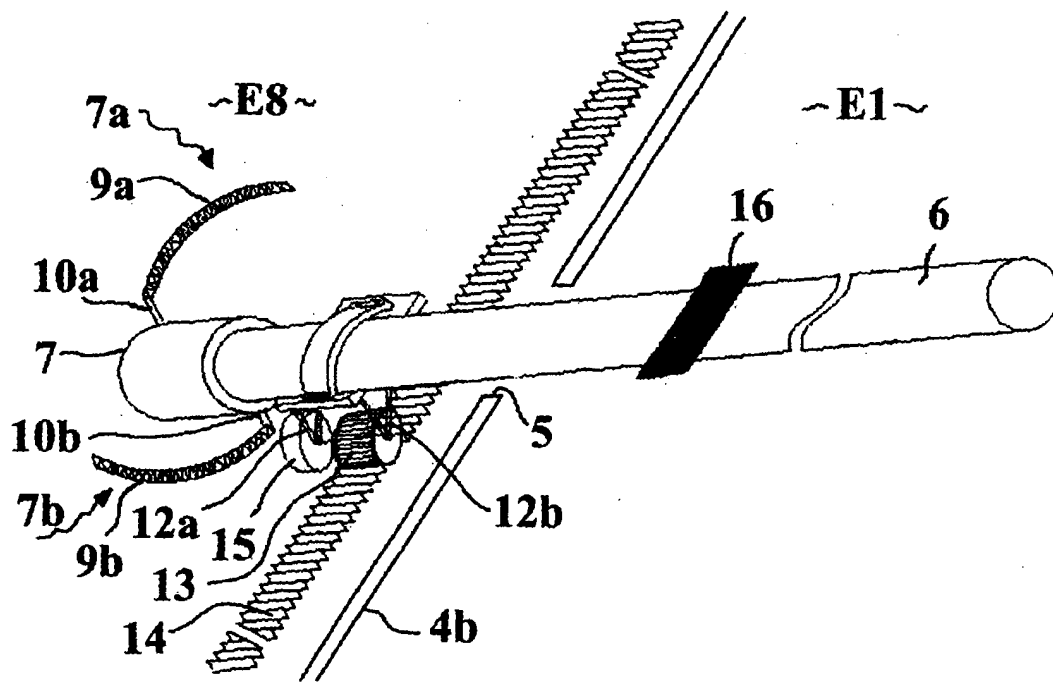


FIG 6