



(11) (21) (C) **2,001,086**  
(22) 1989/10/20  
(43) 1990/04/21  
(45) 2000/08/22

(72) Gerbe, Jean-Pierre, FR

(72) Migozzi, Jean-Blaise, FR

(73) THOMSON-CSF, FR

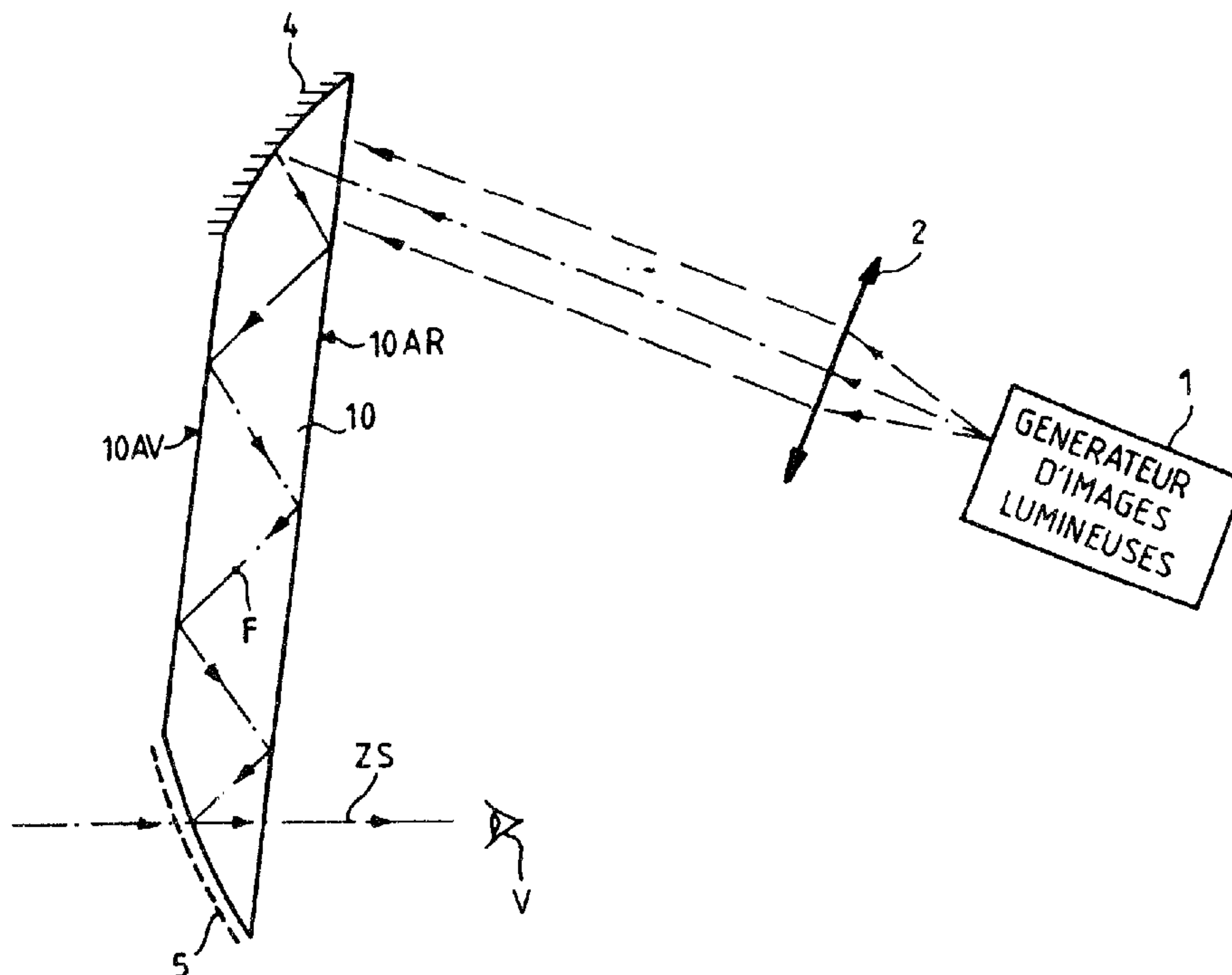
(51) Int.Cl.<sup>5</sup> G02B 5/10

(30) 1988/10/21 (88 13829) FR

(30) 1989/03/10 (89 03152) FR

(54) **SYSTEME OPTIQUE DE COLLIMATION, NOTAMMENT POUR  
VISUEL DE CASQUE**

(54) **OPTICAL SIGHTING SYSTEM, MAINLY FOR VISUAL  
DISPLAY HELMET**



(57) Le système est conçu pour être monté dans un casque. Il utilise un montage afocal, avec un premier (4) et un second (5) miroir parabolique, disposé en aval d'un objectif de collimation (2) qui fournit un rayonnement collimaté. Le premier miroir (4) est totalement réfléchissant et le second miroir (5) semi-transparent pour transmettre simultanément, par réflexion, le rayonnement collimaté et, par transparence, par exemple la vue du paysage extérieur. Ces deux miroirs sont intégrés aux extrémités d'une lame (10) à deux faces parallèles (10AV, 10AR). Le rayonnement collimaté pénètre dans la lame par une des faces parallèles (10AR), se réfléchit sur le premier miroir (4), subit une succession de réflexions totales sur les faces parallèles (10AV, 10AR) puis se réfléchit sur le second miroir (5) avant de ressortir de la lame (10), toujours par une des deux faces (10AR). L'invention s'applique, en particulier, à la réalisation de visuels de casques pour pilotes d'aéronefs.



## ABREGE

**Systeme optique de collimation,  
notamment pour visuel de casque.**

Le systeme est conçu pour être monté dans un casque. Il utilise un montage afocal, avec un premier (4) et un second (5) miroir parabolique, disposé en aval d'un objectif de collimation (2) qui fournit un rayonnement collimaté. Le premier miroir (4) est totalement réfléchissant et le second miroir (5) semi-transparent pour transmettre simultanément, par réflexion, le rayonnement collimaté et, par transparence, par exemple la vue du paysage extérieur. Ces deux miroirs sont intégrés aux extrémités d'une lame (10) à deux faces parallèles (10AV, 10AR). Le rayonnement collimaté pénètre dans la lame par une des faces parallèles (10AR), se réfléchit sur le premier miroir (4), subit une succession de réflexions totales sur les faces parallèles (10AV, 10AR) puis se réfléchit sur le second miroir (5) avant de ressortir de la lame (10), toujours par une des deux faces (10AR).

L'invention s'applique, en particulier, à la réalisation de visuels de casques pour pilotes d'aéronefs.

**Figure 1.**

SYSTEME OPTIQUE DE COLLIMATION,  
NOTAMMENT POUR VISUEL DE CASQUE

La présente invention concerne un système optique de collimation qui est prévu pour être monté sur un casque porté par un observateur, c'est-à-dire pour constituer un visuel de casque. Son application est plus particulièrement envisagée dans le domaine aéronautique.

Les avions d'armes et les hélicoptères de combat nécessitent la présentation au pilote d'informations de pilotage et de conduite de tir superposées au paysage extérieur. Ce rôle est aujourd'hui assuré par le viseur tête haute, présent dans tous les avions d'armes modernes et dans certains hélicoptères. L'inconvénient de ce type de visualisation est qu'elle ne peut présenter une image que dans un champ limité et toujours centré dans l'axe de l'avion. Par contre, le pilote peut avoir à effectuer des visées éloignées de l'axe de l'avion, d'où l'idée d'une visualisation liée à la position de la tête du pilote. Un tel concept nécessite d'une part, un système permettant de détecter la position de la tête, et d'autre part, un système optoélectronique permettant d'élaborer une image lumineuse et de la collimater. Ces deux systèmes doivent être disposés sur le casque du pilote, ce qui implique des contraintes très importantes, notamment sur le poids.

Les caractéristiques essentielles qui devraient être prises en compte pour réaliser un tel système sont les suivantes :

- une gêne visuelle minimale ; en effet, le système optique collimatant l'image doit gêner le moins possible la vision du monde extérieur et également éviter de créer un masque dans le champ de vision ;
- la sécurité ; le système optique étant près de l'oeil il doit assurer, en cas de choc, que l'oeil ne sera pas blessé ;

- le poids ; le poids doit être minimal notamment si le système est destiné à être montée sur un avion d'armes, il devra être aussi léger que possible pour éviter la fatigue, surtout sous facteur de charge important.

5           En outre, le système de collimation doit répondre à des performances qui concernent généralement un champ important, une résolution compatible de l'oeil et une forte luminosité.

          Dans le document SPIE, volume 778, Display System Optics (1987), un article de James E. MELZER et Eric W.  
10 LARKIN intitulé "An integral approach to helmet display system design", pages 83 à 88, décrit un visuel de casque comportant : un générateur d'une image lumineuse synthétique à collimater, un objectif de collimation du rayonnement lumineux correspondant à l'image synthétique et une optique de combinaison composée d'un montage afocal de deux miroirs paraboliques, un  
15 premier miroir réfléchissant le rayonnement de l'image collimatée vers le deuxième miroir, lequel est partiellement réfléchissant pour réfléchir ce rayonnement vers l'observateur et permettre simultanément la transmission du rayonnement provenant de l'extérieur et compris dans le champ du système. En  
20 outre, le visuel de casque comporte un certain nombre de miroirs de renvoi pour dévier le trajet optique et permettre le montage sur casque. Dans ce montage antérieur, les miroirs paraboliques travaillent hors d'axe, ce qui est cause d'aberrations et  
25 diminue la qualité de l'image à moins de limiter assez fortement le champ du viseur.

          Le but de l'invention est de remédier à ces inconvénients, en particulier en aménageant le système optique entre les deux miroirs paraboliques.

30           Selon l'invention, un système optique de collimation comportant en série : un générateur d'images pour fournir un rayonnement lumineux, un objectif de collimation pour collimater le rayonnement, une optique de combinaison comportant un montage afocal avec un premier et un second miroir parabolique,  
35 que, le premier miroir étant réfléchissant pour réfléchir le

rayonnement collimaté vers le second miroir et le second miroir étant partiellement transparent pour permettre simultanément la transmission par réflexion, vers un observateur du rayonnement reçu du premier miroir et la transmission par transparence, vers l'observateur, d'un rayonnement extérieur, est caractérisé en ce que l'optique de combinaison comporte une lame transparente présentant deux extrémités, une première et une seconde face parallèle, en ce que les deux extrémités sont constituées respectivement par les deux miroirs paraboliques, et en ce que le trajet optique du rayonnement collimaté entre l'objectif et l'observateur comprend, à la suite, une première traversée d'une des deux faces parallèles, une réflexion sur le premier miroir, plusieurs réflexions totales sur les faces parallèles, une réflexion sur le second miroir et une seconde traversée d'une des deux faces parallèles.

La présente invention sera mieux comprise à l'aide de la description ci-après, donnée à titre d'exemple à l'aide des figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un schéma simplifié d'un système optique de collimation selon l'invention ;
- la figure 2, un schéma plus détaillé d'une réalisation montrant un système optique de collimation selon l'invention associé à un casque ;
- la figure 3, un schéma simplifié d'un système optique collimateur conforme à l'invention ;
- La figure 4, un schéma simplifié montrant la disposition d'un système par rapport à un observateur ;
- La figure 5, une vue d'un système, en section selon une direction de visualisation, pour montrer comment éviter un effet de masque ;
- La figure 6, un schéma d'un exemple de réalisation sous forme d'un visuel de casque ;
- La figure 7, un schéma partiel montrant le cheminement des rayons dans une réalisation dite "repliée" du système.

Dans les différentes figures les éléments correspondants sont désignés par les mêmes repères.

La figure 1 montre un système optique de collimation qui comporte en série sur un même trajet optique : un générateur d'images lumineuses 1, un objectif de collimation 2, un premier miroir parabolique 4, et un deuxième miroir parabolique 5. Les miroirs 4 et 5 forment un système afocal ; leur foyer commun F a été indiqué sur la figure 1. Le miroir 4 est totalement réfléchissant et le miroir 5 semi-transparent pour laisser passer le rayonnement provenant du paysage extérieur.

Les miroirs paraboliques 4 et 5 constituent les extrémités d'un conducteur de lumière formé d'une lame 10 en matériau transparent, à deux faces parallèles 10AV, 10 AR. Les miroirs paraboliques 4 et 5, forment une optique afocale de grossissement 1. Le cheminement des rayons est indiqué par des traits interrompus munis de flèches ; il est tel que le rayonnement issu du générateur d'images 1 rentre dans la lame 10 et en ressort, après réflexion sur les miroirs 4 et 5, par la même face, 10AR ; une telle conception facilite le montage sur un casque.

L'objectif de collimation 2 forme l'image à l'infini de l'image lumineuse élaborée par le générateur 1 sur un écran ; dans l'exemple décrit le générateur comporte un tube à rayons cathodiques ; dans d'autres réalisations le générateur 1 peut comporter un panneau à cristaux liquides, ou toute autre source d'images. L'image collimatée pénètre dans la lame 10 pour être réfléchi par le miroir parabolique 4 puis par le miroir parabolique 5. La lame à faces parallèles 10 assure le cheminement optique entre les miroirs 4 et 5 par une série de réflexions totales sur ses faces parallèles.

Le miroir parabolique semi-transparent 5 constitue une optique de combinaison car il permet le mélange du rayonnement collimaté provenant du générateur 1, avec le rayonnement provenant du paysage extérieur et transmis, à travers le miroir 5, vers l'observateur symbolisé par un oeil, V.

Les réflexions totales internes à la lame 10 sur les faces avant, 10AV, et arrière, 10AR, n'entraînent aucune perte de lumière, même si ces faces ne sont pas traitées. Les miroirs paraboliques 4 et 5 formant un système afocal, l'image à la sortie du miroir 5 est également renvoyée à l'infini comme elle l'était à l'entrée. Par rapport à un système optique correspondant mais dépourvu de lame à faces parallèles, les miroirs, et en particulier le miroir de combinaison 5, font un angle moindre avec la direction de visée ZS, ce qui permet d'utiliser les miroirs 4 et 5 avec un hors d'axe moindre et d'obtenir ainsi des champs plus grands en conservant une qualité d'image correcte.

L'ensemble des réflexions totales internes à la lame 10 contribue également à faire descendre l'image du dessus de la tête de l'observateur sans avoir à utiliser des miroirs paraboliques de renvoi ayant un fort hors d'axe, ce qui permet, là aussi, l'obtention de champs importants.

Le traitement du miroir de combinaison 5 est neutre dans l'exemple décrit ; dans d'autres réalisations il peut être sélectif (dépôt optique filtrant ou dépôt d'un hologramme) pour ne réfléchir que la bande spectrale du générateur d'images (bande située dans le vert pour un tube cathodique). Quant au miroir parabolique 4, il est totalement réfléchissant car non utilisé en transmission.

Pour la vision du paysage ou d'un autre motif lumineux, par l'observateur, à travers la lame en dehors du champ du visuel de casque, c'est-à-dire en dehors du miroir 5, la lame 10 n'introduit pratiquement pas de perturbation étant donné que les faces avant, 10AV, et arrière, 10AR, sont utilisées en transmission pour ce rayonnement.

Les faces latérales gauche et droite de la lame 10 sont taillées en biseau selon, respectivement, deux plans qui passent par l'oeil. Ainsi, elles sont vues exactement par la tranche par l'observateur ce qui supprime le masque qu'elles pourraient créer sur la vision extérieure.

La figure 1 correspond à une réalisation de laboratoire. La figure 2 correspond à une réalisation élaborée à l'aide des enseignements tirés de la réalisation selon la figure 1 ; elle a été spécialement étudiée pour être montée dans un casque C.

5 Le système optique de collimation selon la figure 2 a été représenté, pour ses parties cachées, comme vu par transparence à travers la paroi extérieure du casque C ; ce système optique se distingue de celui selon la figure 1 par l'adjonction d'un prisme 11 et d'un miroir plan 12 et par le fait que la lame  
10 10 est prolongée vers le bas par un élément terminal transparent, 10T. Le prisme 11 et le miroir 12 sont disposés en série entre l'objectif de collimation 2 et la lame 10 et sont destinés à allonger le chemin optique pour adapter la forme du système optique à la forme du casque C. L'élément terminal 10T a  
15 un volume dont les limites sont : le miroir 5, les prolongements de la face avant, 10AV, et des faces latérales de la lame 10 et le plan passant par l'oeil et par le bord inférieur du miroir 5.

20 La réalisation selon la figure 2 comporte deux systèmes optiques de collimation associés au casque C pour constituer un visuel binoculaire ; le second système, identique au premier, n'est pas visible sur la figure 2.

Le système optique de collimation selon la figure 3 comporte un générateur d'images lumineuses 1, un objectif de  
25 collimation 2, un premier miroir parabolique 4, et un deuxième miroir parabolique 5. Les miroirs 4 et 5 forment un système afocal de grossissement 1 et de foyer commun F1. Le miroir 4 est totalement réfléchissant et le miroir 5 semi-transparent pour laisser passer le rayonnement provenant du paysage extérieur.  
30

Les miroirs paraboliques 4 et 5 sont disposés en extrémité d'un conducteur de lumière formé d'une lame à faces parallèles 10 en matériau transparent. Le cheminement des rayons est indiqué, pour l'axe optique, sur la figure 3.



L'objectif de collimation 2 forme l'image à l'infini de la présentation lumineuse élaborée par le générateur 1. L'image collimatée est ensuite réfléchié par le miroir parabolique 4 et reformée en sortie selon un rayonnement parallèle par le miroir parabolique 5. La lame à face parallèles assure le cheminement optique intermédiaire par une série de réflexions totales sur ses faces parallèles : la face avant 10AV et la face arrière 10AR.

Le miroir parabolique semi-transparent 5 constitue un miroir de combinaison car il permet le mélange du rayonnement collimaté avec le rayonnement extérieur transmis par ce miroir vers l'observateur. Dans une application à un visuel de casque, ce rayonnement extérieur représente la vision du paysage dans le champ du visuel de casque. Ce champ est repéré par l'angle  $\theta$  dans le plan de la figure 4 ; il correspond aux inclinaisons extrêmes des rayons transmis par le système optique de collimation vers l'observateur.

Les réflexions totales internes sur les faces 10AV et 10AR de la lame 10 n'entraînent aucune perte de lumière, même si ces faces 10AV et 10 AR ne sont pas traitées. Les miroirs paraboliques 4 et 5 formant un système afocal, l'image à la sortie du miroir 5 est également renvoyée à l'infini comme elle l'était à l'entrée. Les miroirs paraboliques 4 et 5 sont utilisés hors d'axe. Un miroir parabolique donne une image parfaite pour l'infini et son foyer. En outre, du fait de la symétrie du système certaines aberrations se compensent. Par contre, la courbure de champ doit être corrigée au niveau de l'objectif de collimation 2. Grâce à la lame 10, les miroirs, et en particulier le miroir de combinaison 5, peuvent avoir un angle faible avec la verticale à la direction de visée (axe optique ZS de sortie, Fig. 1) ce qui permet d'utiliser les miroirs 4 et 5 avec un hors d'axe faible et d'obtenir ainsi des champs plus grands en conservant une qualité d'image correcte par rapport à un système dépourvu du conducteur optique à lame intermédiaire.

L'ensemble des réflexions totales internes contribue également à faire descendre l'image du dessus de la tête de l'observateur (figure 4 et figure 6) sans avoir à utiliser des miroirs paraboliques ayant un fort hors d'axe ce qui permet  
5 ainsi l'obtention de champs importants.

Le traitement du miroir de combinaison 5 peut être neutre, ou sélectif (dépôt optique filtrant ou dépôt d'un hologramme) pour ne réfléchir que la bande spectrale du générateur d'images (bande située dans le vert pour un tube cathodique) ;  
10 l'autre miroir parabolique ,4, est totalement réfléchissant car non utilisé en transmission.

Pour la vision du paysage ou d'un autre motif lumineux, par l'observateur, à travers la lame en dehors du champ du visuel de casque, donc en dehors du miroir 5, la lame 10 n'introduit pratiquement pas de perturbation étant donné que les faces  
15 10AV et 10AR sont utilisées en transmission pour ce rayonnement.

Les faces latérales gauche 10LG et droite 10LD de la lame sont avantageusement taillées en biais par rapport aux  
20 lames parallèles, de manière à converger vers l'oeil. Ainsi, elles sont vues exactement par la tranche par l'observateur ce qui supprime le masque qu'elles pourraient créer sur la vision extérieure.

La figure 5 montre une coupe transversale de la lame  
25 suivant une direction F indiquée sur la figure 4 pour illustrer cette taille des faces latérales 10LG et 10LD.

Pour faciliter l'exécution des miroirs 4 et 5, la lame 10 est avantageusement constituée, comme représentée figure 4, par un élément central 10C et deux éléments terminaux 10T1 et  
30 10T2 pour former globalement un volume de type polyédrique, limité par six faces planes. Les faces en regard de ces trois éléments sont usinées selon des surfaces paraboliques et sur ces surfaces des dépôts réfléchissants ou semi-réfléchissants sont effectués pour constituer respectivement les miroirs 4 et 5  
35 d'extrémité.

En outre, l'élément terminal 10T2 est taillé à sa partie inférieure de manière similaire aux faces latérales 10LD et 10LG pour être vu exactement par la tranche et ne pas créer d'effet de masque (figure 4).

5 Dans le cadre d'une application à un visuel de casque, la figure 6 représente schématiquement le positionnement de l'ensemble des éléments. Sur cette représentation le casque n'est pas figuré et le générateur 1 est un tube cathodique minia-  
10 ture. Le montage comporte, en sus, des miroirs déviateurs 7 et 8 pour renvoyer l'image lumineuse émise par le générateur 1 vers l'objectif de collimation 2 et la réfléchir en sortie de cette optique vers le premier miroir parabolique 4 à l'inté-  
15 rieur de la lame 10. L'ensemble formé par le tube cathodique 1, le miroir déviateur 7 et l'objectif 2 peut être disposé sur le haut du casque ainsi que le miroir déviateur 8. Le dispositif à  
20 lame 10 comportant les miroirs 4 et 5 peut être intégré à la visière du casque.

Une solution conforme à l'invention peut présenter des performances de champ de  $40^\circ$  en gisement et  $20^\circ$  en site.  
20 L'épaisseur de la lame peut être de 10 à 15mm environ ce qui donne un poids faible pour l'ensemble, notamment si le matériau transparent de la lame est un plastique.

La figure 7 représente le cheminement des rayons dans le cas d'une version repliée de l'élément central 10C du disposi-  
25 tif à lame 10 qui est formé de trois éléments successifs 10-1, 10-2, 10-3, comme représenté. Cette version repliée peut, dans certains cas, être plus facile à monter sur un casque.

D'une façon générale et comme il a été indiqué lors de la description de la figure 2, deux systèmes conformes à l'inven-  
30 tion et conçus respectivement pour l'oeil droit et pour l'oeil gauche, permettent de constituer un visuel de casque binoculaire.

## REVENDICATIONS

1. Système optique de collimation comportant en série :  
un générateur d'images pour fournir un rayonnement lumineux,  
un objectif de collimation pour collimater le rayonnement,  
une optique de combinaison comportant un montage afocal avec  
5 un premier et un second miroir parabolique, le premier miroir  
étant réfléchissant pour réfléchir le rayonnement collimaté  
vers le second miroir et le second miroir étant partiellement  
transparent pour permettre simultanément la transmission par  
réflexion, vers un observateur du rayonnement reçu du premier  
10 miroir et la transmission par transparence, vers l'observateur,  
d'un rayonnement extérieur, caractérisé en ce que l'optique de  
combinaison comporte une lame transparente (10) présentant  
deux extrémités, une première (10AR) et une seconde  
(10AV) face parallèle, en ce que les deux extrémités sont  
15 constituées respectivement par les deux miroirs paraboliques ,  
et en ce que le trajet optique du rayonnement collimaté entre  
l'objectif (2) et l'observateur (V) comprend, à la suite, une  
première traversée d'une des deux faces parallèles, une ré-  
flexion sur le premier miroir (4), plusieurs réflexions totales  
20 sur les faces parallèles, une réflexion sur le second miroir (5)  
et une seconde traversée d'une des deux faces parallèles.

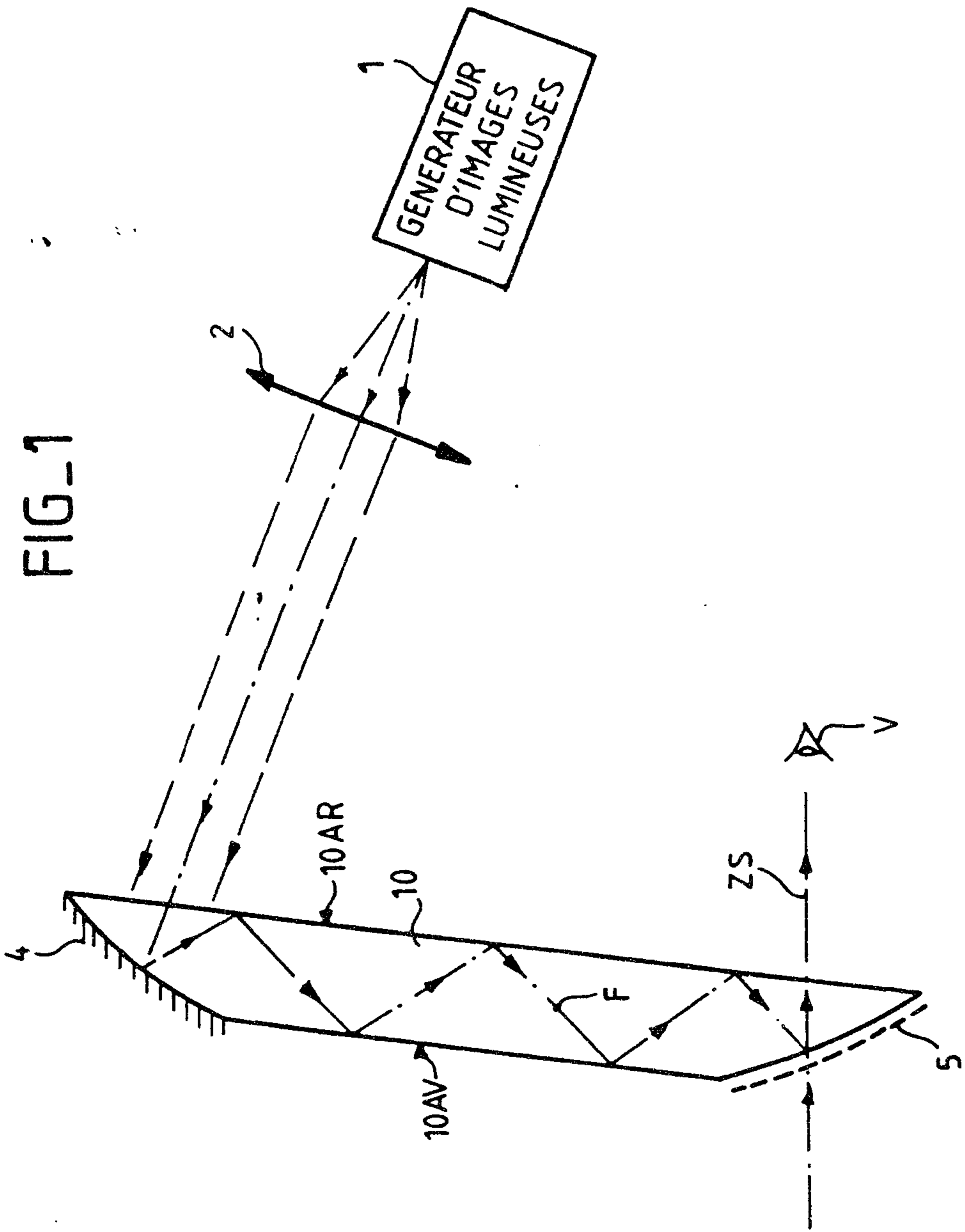
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce  
que la lame transparente comporte des faces latérales (10LD,  
10LG) inclinées obliquement par rapport aux faces parallèles  
25 de manière à être vues par la tranche par l'observateur.

3. Système selon l'une quelconque des revendications  
précédentes, caractérisé en ce que à la lame (10) est associée  
un élément terminal (10T ; 10T2) qui prolonge la lame au delà  
du second miroir (5).

30 4. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce  
que la première et la seconde traversée se font à travers la  
même face parallèle (10AR).

5. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première et la seconde traversée se font respectivement à travers les première et seconde face parallèle.

5 6. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lame (10) est constituée de plusieurs éléments (10-1, 10-2, 10-3), chacune des deux faces parallèles étant formée d'une surface pour chaque élément et les surfaces constituant une face étant disposées selon une courbe de manière à constituer une version repliée du système.



*Goudeau Sage Dubus & Martinon Walker*

2001086

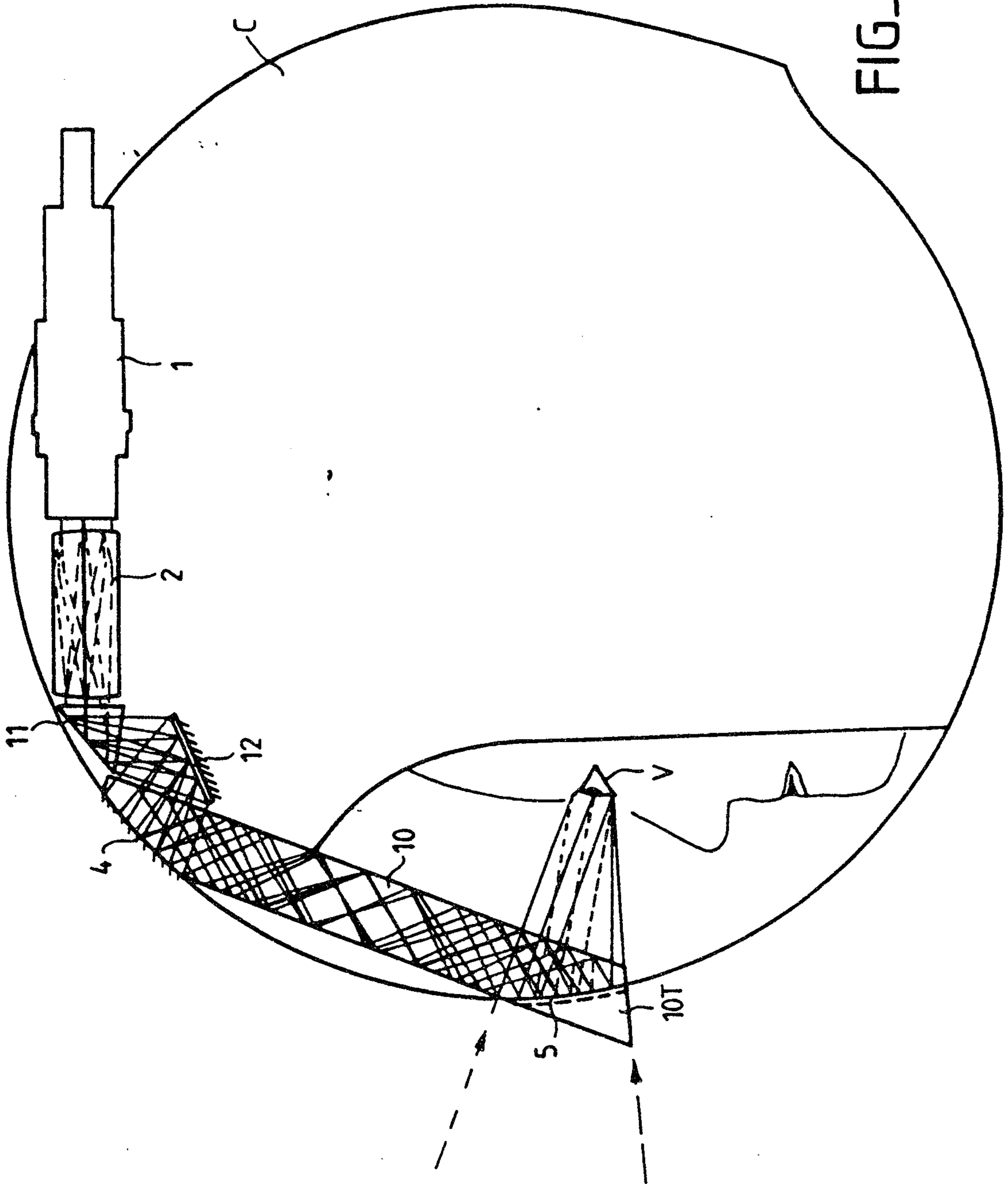


FIG-2

*Goudreau, Page Dubuc & Martineau Walker*

2001086

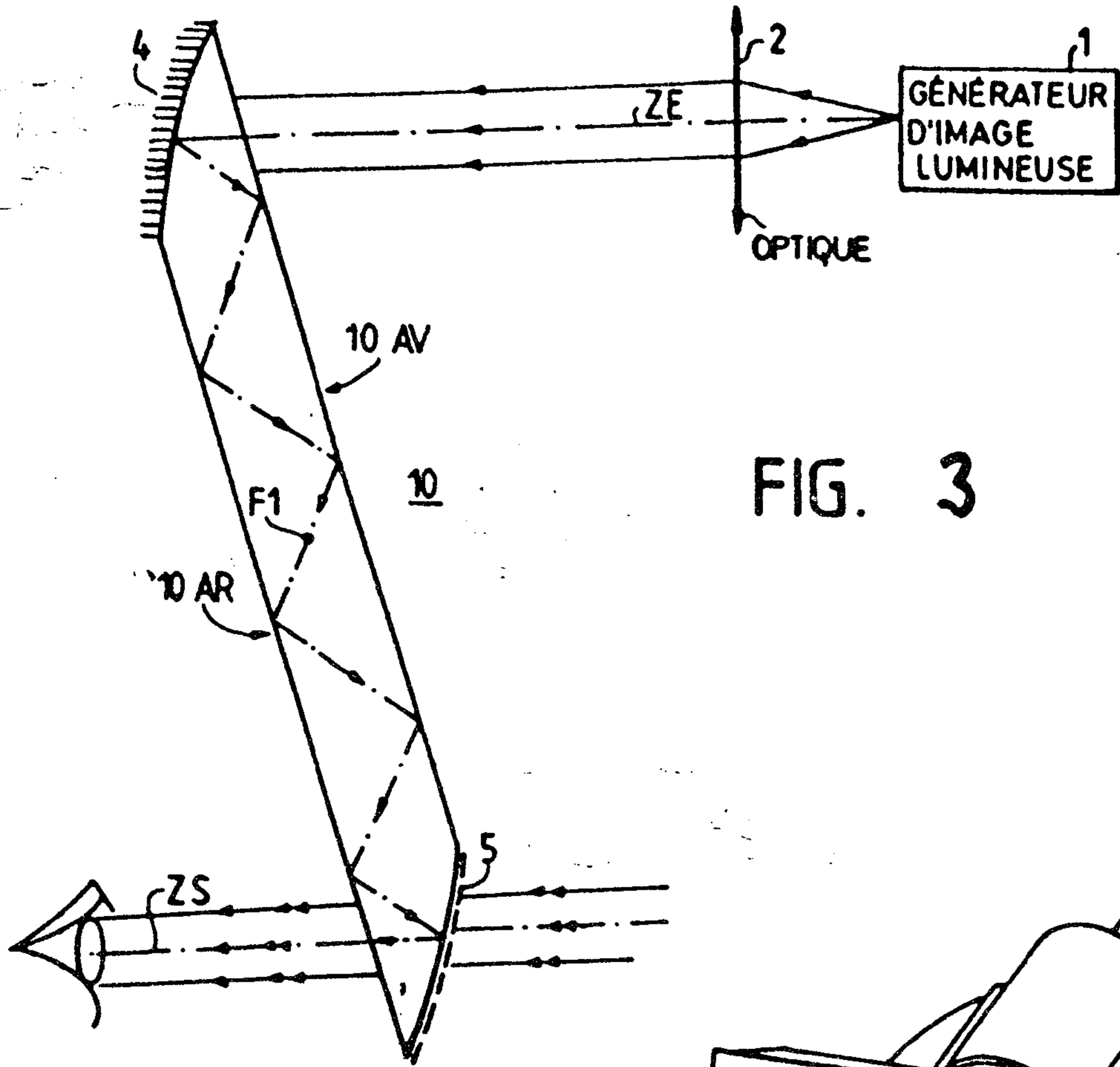


FIG. 3

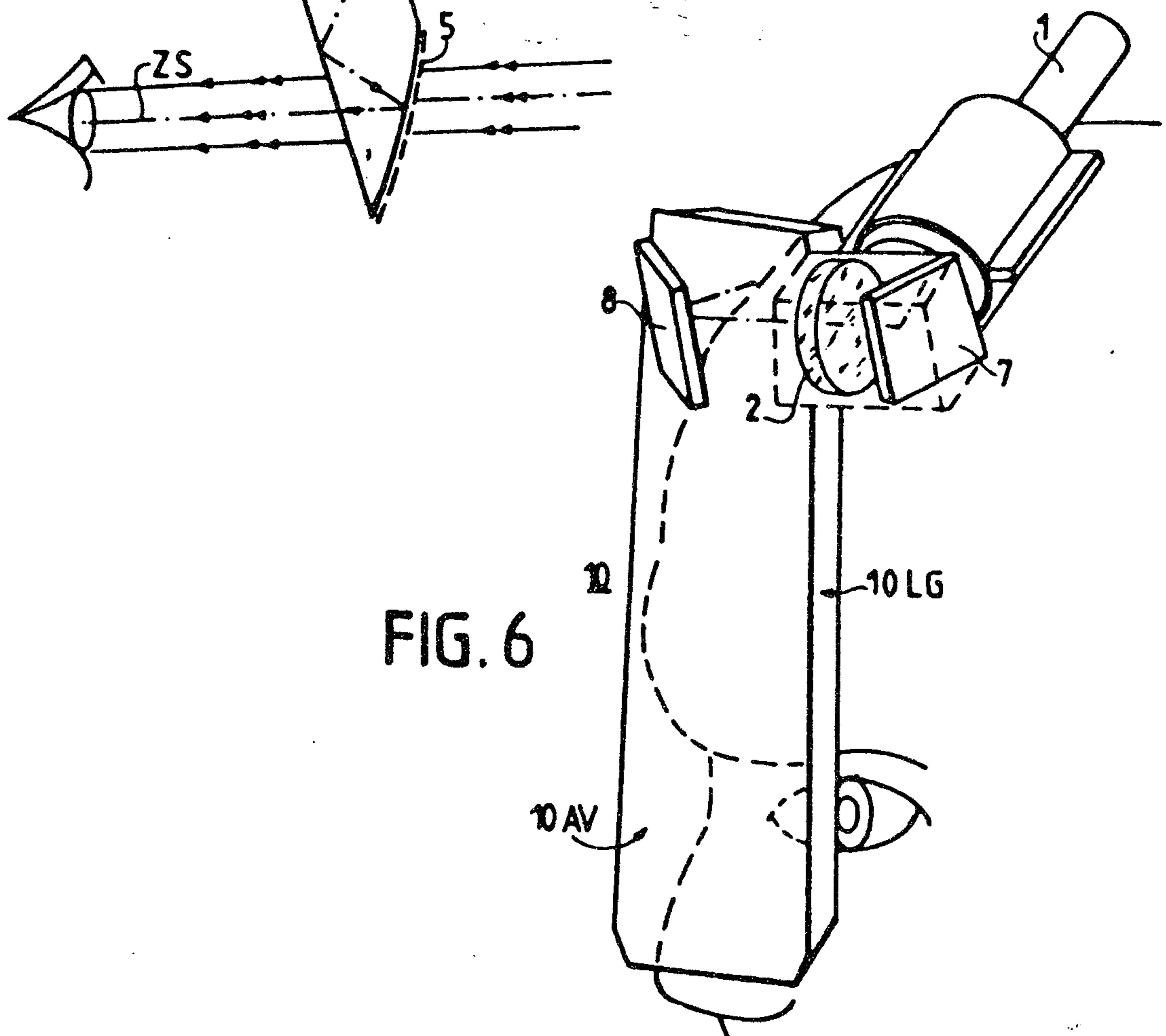


FIG. 6

*Soudreau Sage Debut & Vertical Walker*



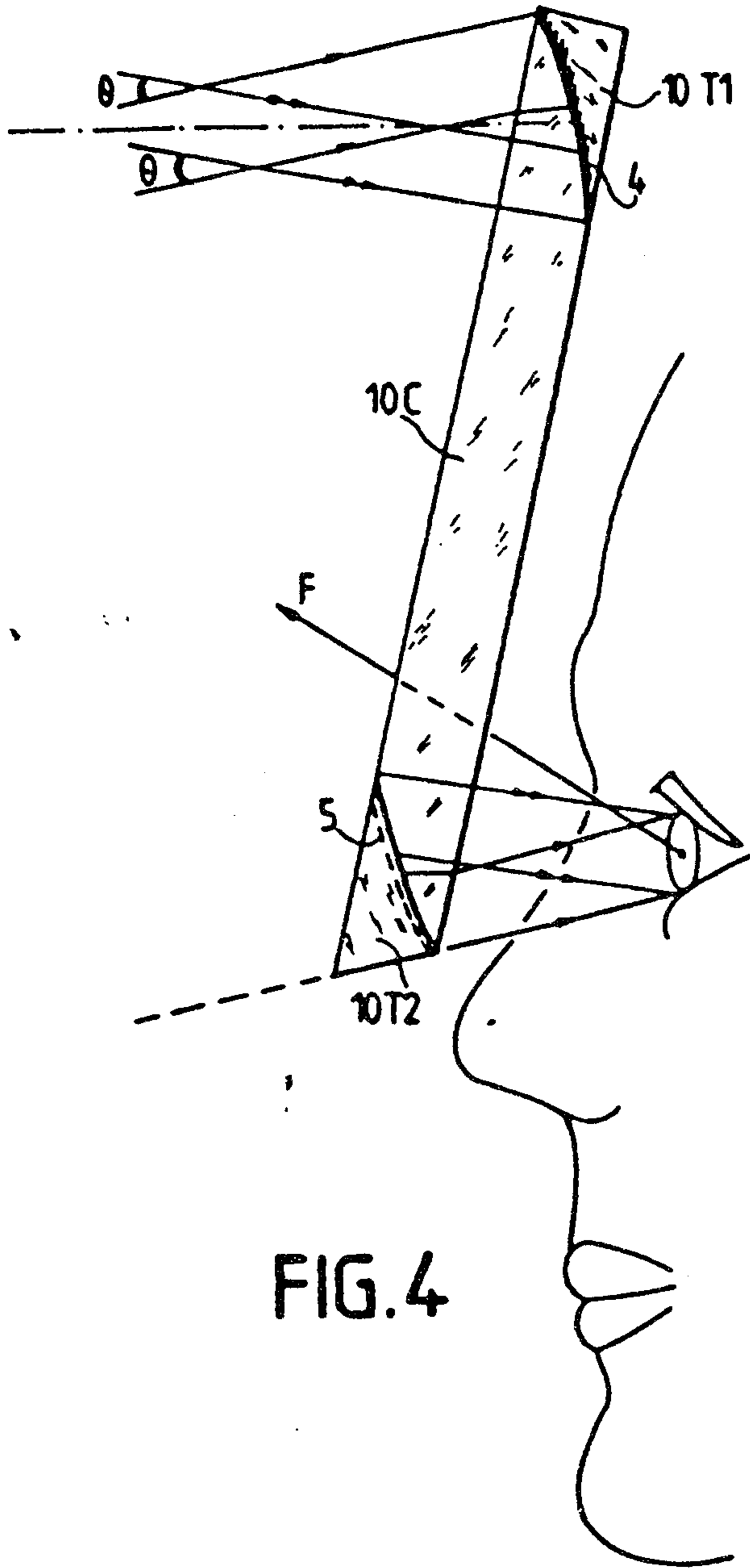


FIG. 4

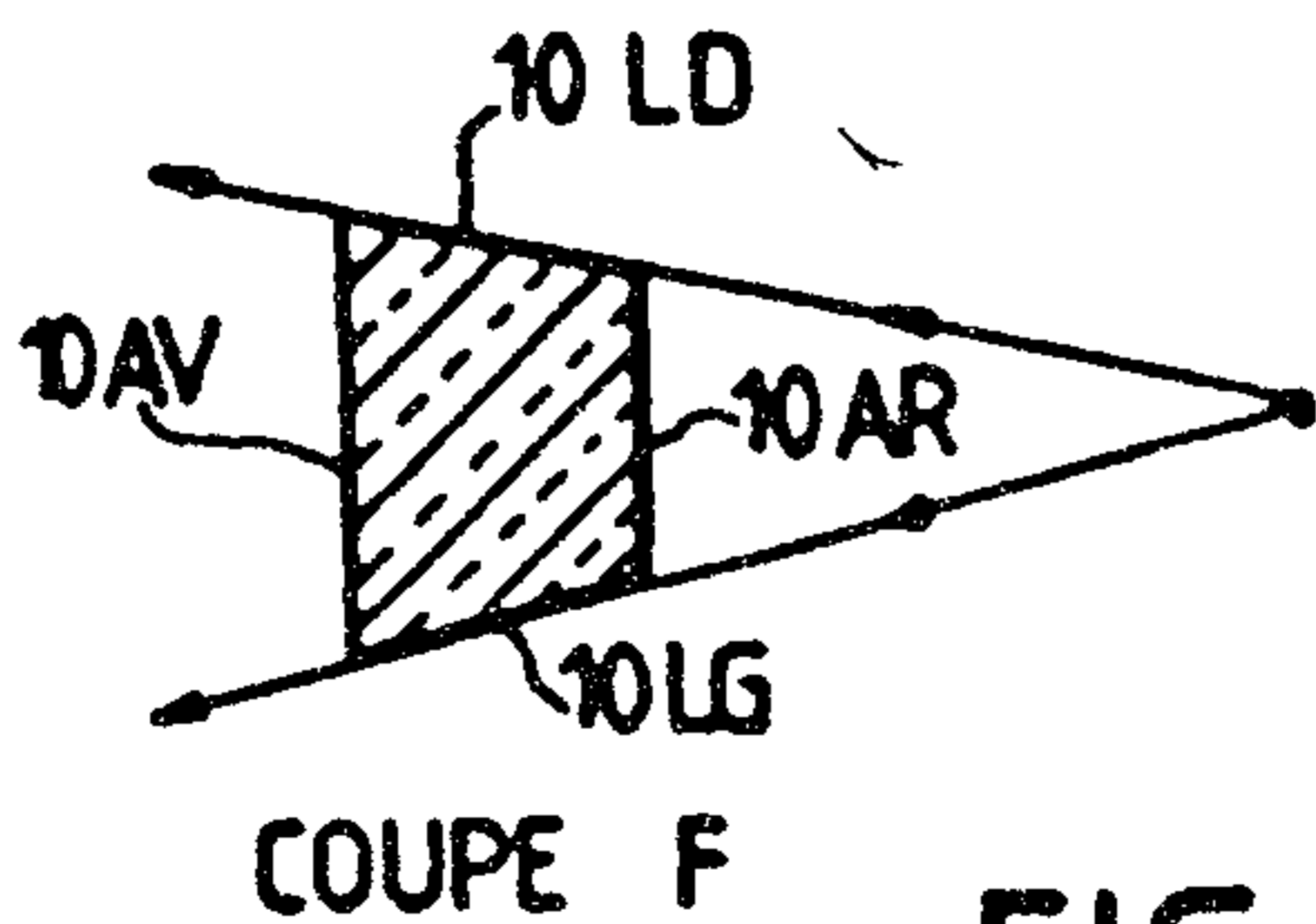


FIG. 5

*Soudreau Sage Denton & Hartman Walker*

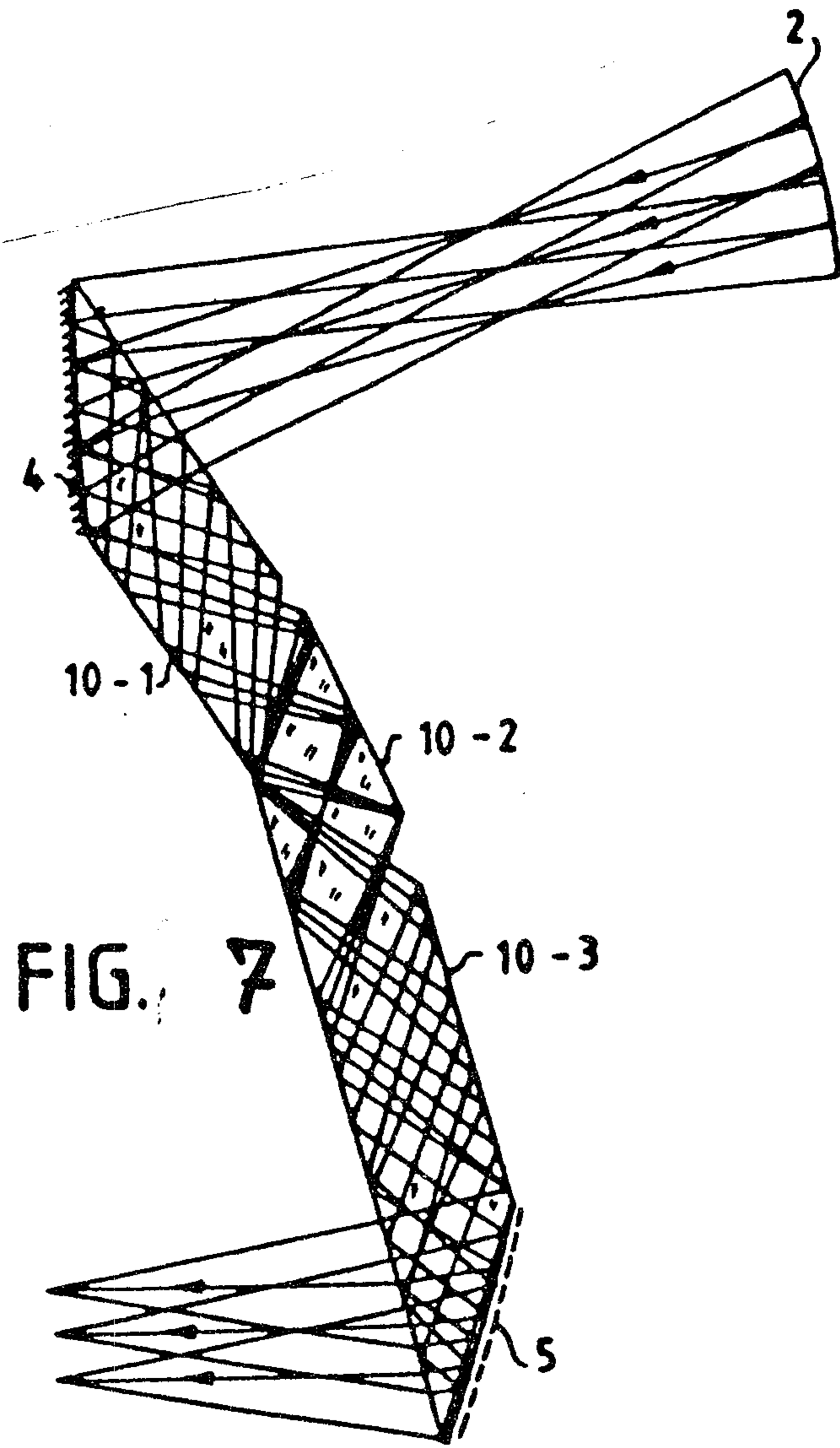


FIG. 7

*Andreas Sage Debus & Martinus Walker*

