

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 6 mars 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 37 du 13 septembre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CSF. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : François Dufresne de Virel et Claude Ba-
bolat.

⑦3 Titulaire(s) :

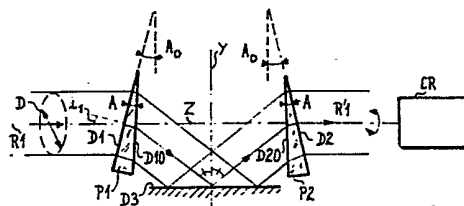
⑦4 Mandataire(s) : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI.

⑤4 Dispositif optique rotateur d'image.

⑤7 Dispositif permettant de compenser les inconvénients
présentés par les réalisations du type prisme de Wollaston
lorsqu'elles sont transposées dans le domaine infrarouge.

Le dispositif comporte, sous sa forme la plus simple, un
ensemble de deux petits prismes P1, P2 et un miroir réfléchis-
sant D3, l'ensemble étant monté symétriquement par rapport à
un plan médiateur Y orthogonal au miroir, en sorte que le
trajet optique dans le milieu transparent constitué par les
prismes se trouve notablement réduit, la majeure partie du
trajet optique à l'intérieur du dispositif s'effectuant dans l'air
ambiant entre les deux prismes avec réflexion sur le miroir D3.

L'invention s'applique avantageusement à des dispositifs à
imagerie télévision ou infrarouge chaque fois qu'il est néces-
saire de produire une rotation d'image déterminée, ou de
compenser une rotation d'image existante pour stabiliser la
visualisation.



1

DISPOSITIF OPTIQUE ROTATEUR D'IMAGE

La présente invention concerne un dispositif optique rotateur d'image.

Comme leur nom l'indique la fonction de ces dispositifs est de produire une rotation de l'image transportée par le rayonnement que les traverse. Cette fonction est souvent utilisée pour compenser la
5 rotation d'image due à des éléments optiques mobiles dans une formule optique réceptrice et de manière à ce que l'image visualisée reste droite pour l'observation.

On connaît en ce sens le prisme de WOLLASTON, un montage
10 à deux prismes dits de PECHAN, et encore d'autres dispositifs tel, par exemple, un montage formé de trois miroirs plans. Tous ces dispositifs introduisent, lorsqu'ils sont entraînés en rotation mécanique autour d'un axe, une rotation de l'image transmise par le rayonnement le long de cet axe.

15 Malgré tout si ces dispositifs sont utilisables assez aisément dans le domaine des rayonnements visibles, il n'en est plus de même dans le spectre infrarouge où des difficultés diverses apparaissent.

Alors qu'il est assez aisé de déterminer avec une grande précision (jusqu'à la sisième décimale), l'indice d'un matériau pour
20 un rayonnement du spectre visible, les méthodes de mesure appliquées dans le visible ne peuvent être transposées telles quelles pour l'infrarouge et la précision obtenue dans ce dernier domaine est beaucoup plus faible (jusqu'à la troisième décimale environ). Un autre point est qu'il est difficile de maintenir constant l'indice d'un
25 matériau infrarouge d'une fabrication à la suivante, ces matériaux infrarouges étant généralement le germanium ou des composés à base de zinc, sulfure de zinc, sélénium de zinc, etc. Un autre inconvénient résulte de ce que ces matériaux infrarouges peuvent

avoir à travailler dans des bandes relativement larges, par exemple 8 à 12 microns, ce qui entraîne des aberrations chromatiques. Un autre défaut est la baisse importante du facteur de transmission lorsque la température croît ; ainsi pour le germanium, la transmission à 70° chute à environ 30° de ce qu'elle est à une température ordinaire située entre 15 à 25°C. D'autres difficultés sont liées à ce que certains de ces matériaux présentent des tailles limites en fabrication qui entraîne des contraintes d'épaisseur limite ensuite pour les trajets optiques. On peut également citer des défauts d'homogénéité dans le cas de réalisations de grande épaisseur et le coût élevé de ces fabrications.

Or, les dispositifs optiques rotateur d'image peuvent être utilisés dans un système d'imagerie pour y compenser la rotation d'image introduite par l'optique réceptrice. C'est le cas notamment pour des systèmes d'imagerie aéroportés équipant des autodirecteurs et qui, généralement, travaillent dans une bande infrarouge. Dans ces systèmes, l'axe optique (ou ligne de visée) peut être déplacé par exemple grâce à un ou plusieurs miroirs disposés sur le trajet optique, chacun d'eux pouvant tourner autour d'un axe. La conséquence est une rotation de l'image formée dans le plan image du système qui est généralement le plan de détection vidéo.

Le but de l'invention est de réaliser un dispositif optique rotateur d'image utilisable, en particulier, dans le domaine infrarouge en remédiant aux inconvénients précités.

Suivant l'invention il est proposé de réaliser un dispositif optique rotateur d'image du type comportant deux dioptrés plans latéraux, non parallèles, inclinés symétriquement par rapport à une direction séparant le milieu ambiant d'un milieu transparent d'indice supérieur, et un dioptre plan longitudinal disposé entre ces dioptrés latéraux parallèlement à ladite direction, en sorte qu'un rayonnement incident se trouve réfracté par un premier dioptre latéral vers ce dioptre longitudinal qui le réfléchit à son tour vers le deuxième dioptre latéral où il est réfracté à nouveau selon sa direction d'origine, le dispositif étant caractérisé en ce que le milieu

transparent est constitué par au moins deux prismes, chacun d'eux étant délimité entre l'un desdits dioptrés plans latéraux et un deuxième dioptré plan situé du côté dioptré réflecteur, ce dernier étant constitué par un miroir réfléchissant, l'ensemble assurant un
5 trajet optique réduit dans le milieu transparent à haut indice et un trajet restant dans le milieu ambiant séparant les prismes du dioptré réflecteur.

Les avantages de l'invention résultent essentiellement de la faisabilité de dispositifs optiques rotateur d'image dans le domaine
10 infrarouge, et comme on le verra dans la description, de leur souplesse d'utilisation pour les adapter aux différentes caractéristiques de la transmission et remédier aux irrégularités de la fabrication du point de vue homogénéité d'indice ainsi qu'aux tailles limites de fabrication.

15 Les particularités de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui suit donnée à titre d'exemple à l'aide des figures annexées qui représentent :

Fig.1, un schéma de rappel d'un prisme de WOLLASTON ;

20 Fig.2, un schéma d'un dispositif optique rotateur d'image conforme à l'invention ;

Fig.3, une représentation semblable à la précédente dans le cas d'un faisceau convergent ;

25 Fig.4, une variante de réalisation d'un dispositif optique conforme à l'invention, dans le cas de matériaux infrarouge de faible épaisseur ;

Fig.5, un exemple d'utilisation d'un dispositif optique de rotation d'image conforme à l'invention dans un système à imagerie vidéo comportant un montage cardan optique.

30 La Fig.1 rappelle le prisme de WOLLASTON à vision directe constitué par un prisme PW à 90° qui donne un redressement de l'image sans changer la direction Z du faisceau. Il est généralement tronqué dans sa partie supérieure côté arête.

Ce prisme peut être défini comme étant constitué de deux dioptrés plans latéraux D1 et D2, non parallèles, inclinés symé-

triquement par rapport à la direction Z de propagation. Ces dioptrés séparent le milieu ambiant constitué par l'air d'indice 1, d'un milieu transparent d'indice supérieur. La base du prisme constitue un dioptré plan longitudinal D3 qui est disposé donc entre les dioptrés latéraux et est parallèle à la direction Z. Un rayonnement incident reçu selon la direction Z est réfracté par le premier dioptré latéral D1 vers le dioptré longitudinal D3 où il parvient avec une incidence supérieure à la valeur limite. Il y a donc réflexion totale sur le plan D3 qui se comporte comme un miroir réfléchissant. Le rayonnement réfléchi par le dioptré D3 est renvoyé de manière symétrique en direction du dioptré latéral D2 où il est à nouveau réfracté et ressort selon sa direction d'origine. Les dioptrés D1 et D2 sont inclinés à 45° sur la direction Z. On se rend compte que ce montage est réciproque le rayonnement incident pouvant être aussi bien celui parvenant côté D1 que côté D2. On constate également que ce montage admet un plan médiateur de symétrie représenté par sa trace Y.

Le faisceau à transmettre est centré sur l'axe Z qui constitue également l'axe mécanique de rotation du prisme lorsqu'on veut l'utiliser pour faire tourner l'image. Les moyens de commande de rotation sont représentés par le bloc CR.

La Fig.2 représente un schéma du dispositif proposé selon sa forme la plus simple. Il est constitué de deux prismes P1 et P2 de faible angle A au sommet et d'un miroir réfléchissant, ce dernier jouant le rôle du dioptré D3. Les prismes sont considérés identiques c'est-à-dire réalisés dans un même matériau et ayant donc un même indice. Chacun de ces petits prismes P1 et P2 se trouve délimité entre deux dioptrés plans non parallèles, l'un de ces dioptrés correspondant à un dioptré latéral du montage antérieur. Ainsi, le dioptré D1 constitue la face tournée vers l'extérieur du prisme P1 qui comporte le deuxième dioptré plan D10 qui lui est tourné côté intérieur vers le miroir D3. De même, pour le petit prisme P2 la face extérieure correspond au dioptré D2 et l'autre dioptré D20 de ce prisme se trouve du côté intérieur orienté vers le miroir D3. On

se rend bien compte que dans un tel montage la traversée des rayons dans le milieu transparent à haut indice est très réduite, la majeure partie de cette traversée s'effectuant dans le milieu ambiant, c'est-à-dire dans l'air, cette partie étant située entre le dioptre D10 et le miroir D3 et entre ce miroir et le dioptre D20. Ce montage permet de s'affranchir des différentes exigences liées à la réalisation du dispositif rotateur du type Fig. 1 dans le domaine infrarouge. La réalisation de petits prismes convient bien à des matériaux d'épaisseur réduite ; les variations thermiques jouent un effet réduit du fait que la traversée du milieu à haut indice est elle-même réduite. A signaler également que ce montage présente une grande souplesse, ainsi, si à la suite de coulées ou fontes successives l'indice du matériau n'est pas très stable ce qui arrive généralement, et si l'usinage des prismes a été réalisé à l'identique, on compensera ces différentes valeurs d'indices tout simplement par un réglage d'orientation des prismes légèrement différents sur l'axe Z pour produire le résultat désiré et adapter le montage à la faible différence d'indice existante. On peut également noter que si l'un des prismes est réalisé dans un matériau ayant un certain indice et le deuxième prisme dans un autre matériau ayant un autre indice, il suffirait de les usiner avec des angles aux sommets différents pour obtenir la compensation désirée correspondante. Si l'on désigne par $e/2$ la largeur moyenne de la traversée d'un prisme, c'est-à-dire la longueur du trajet dans le prisme P1 par le rayon axial R1, après réflexion sur le dioptre le rayon va subir une traversée de même longueur pour ressortir selon R'1 et l'ensemble se comporte comme une lame de verre d'épaisseur e . Cette valeur se trouve être la même pour les autres rayons du faisceau compte-tenu que la somme des traversées est égale à cette valeur e .

Suivant un exemple de réalisation on pourra considérer pour les paramètres indiqués sur la figure les valeurs suivantes : angle au sommet des prismes $A = 14^\circ$; angle formé par les faces latérales D1 et D2 avec la verticale Y, $A0 = +22,5^\circ$; angle d'incidence du faisceau d'entrée constitué de rayons parallèles $i_1 = 30^\circ$ environ ; matériau

utilisé pour les prismes, germanium d'indice $N = 4$; diamètre du faisceau D, de l'ordre de 30 mm ; angle d'incidence du rayonnement au niveau du dioptré D3, $i_2 = 45^\circ$.

5 La Fig.3 représente le même montage que la Fig.2 mais dans le cas d'un faisceau convergent. L'optique réceptrice O1 concentre le faisceau qui converge en un point F situé en aval du prisme de sortie P2.

10 La partie supérieure des petits prismes P1 et P2 peut être, de même que dans le cas du prisme de WOLLASTON, tronquée étant donné que cette partie n'est guère utilisée.

15 La Fig.4 représente une variante de réalisation du dispositif optique rotateur d'image selon l'invention. Cette variante s'applique notamment lorsque les matériaux infrarouges à usiner ont une épaisseur limite réduite par fabrication, et que leur indice est tel que cette épaisseur n'est pas compatible avec une réalisation au
20 moyen d'un seul prisme. Ceci est le cas notamment pour du sélénium de zinc dont l'indice est de l'ordre de 2,4 à 2,5 et dont l'épaisseur limite de fabrication ne dépasse guère un pouce, soit 25mm environ. Ainsi on a, suivant ce montage, indiqué deux prismes P11 et P12 d'un côté et deux prismes P21 et P22 de l'autre côté, étant entendu que le nombre de prismes peut être encore plus élevé, mais ceci risque de compliquer le montage.

25 La Fig.5 représente une utilisation dans un système à imagerie vidéo du type décrit dans le brevet français n°2 492 516. Ce système prévu notamment pour un autodirecteur, permet de monter le détecteur 3 sur la structure support de l'équipement et non sur la tête stabilisée par effet gyroscopique. Il comporte la structure 1 supportant une optique réceptrice 2 de focalisation, une stabilisation par cardan de l'axe optique ZI, des moyens de déport d'image à
30 miroir 6,7,8 pour maintenir l'image de champ centrée dans le plan de détection en présence de dépointage site ou gisement de l'axe de visée ZI, et des moyens de compensation de la rotation d'image au niveau du détecteur, rotation résultant de celle en site et en gisement de la stabilisation. La rotation d'image θ_R est égale à la

rotation en gisement θG plus la rotation en site θS . Pour la compenser, on utilise des capteur 35 et 36, tels des potentiomètres rotatifs pour mesurer respectivement θS et θG , et un circuit de compensation 38 qui élabore une commande appropriée SC du moteur 39. Dans le cas d'un détecteur infrarouge, le détecteur 3 peut être constitué par une simple barette et des moyens de déflexion optique sont prévus alors pour faire défiler l'image de champ devant le réseau linéaire détecteur. Ces moyens de déflexion optique n'ont pas été représentés à titre de simplification. On a considéré dans la représentation le dispositif optique rotateur d'image conforme à l'invention en 40, le moteur 39 alimenté par le signal SC et qui entraîne en rotation autour de l'axe Z le dispositif optique de compensation 40, et le capteur angulaire 37 qui fournit la valeur de position du dispositif au circuit d'asservissement 38. La rotation imprimée par la commande du moteur 39 au dispositif optique 40 est égale à la moitié de la valeur θR à compenser. Cette dernière valeur est obtenue par suite de la réflexion optique dans le dispositif 40 sur le dioptré D3.

REVENDICATIONS

1. Dispositif optique rotateur d'image du type comportant deux dioptries plans latéraux, non parallèles, inclinés symétriquement selon une direction, séparant le milieu ambiant d'un milieu transparent d'indice supérieur, et un dioptre plan longitudinal disposé
5 entre les dioptries latéraux parallèlement à ladite direction en sorte qu'un rayonnement incident se trouve réfracté par un premier dioptre latéral vers le dioptre longitudinal qui le réfléchit à son tour vers le deuxième dioptre latéral où il est réfracté à nouveau selon sa direction d'origine, le dispositif étant caractérisé en ce que le milieu
10 transparent est constitué par au moins deux prismes (P1,P2), chacun d'eux délimité entre l'un desdits dioptries plans latéraux (D1,D2) et un deuxième dioptre plan (D10,D20) situé du côté dioptre réflecteur (D3), ce dernier étant constitué par un miroir réfléchissant, l'ensemble assurant un trajet optique réduit dans le milieu transparent
15 le reste du trajet s'effectuant dans le milieu ambiant séparant les prismes du dioptre réflecteur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacun desdits prismes est remplacé par au moins deux prismes (P11-P12,P21-P22) pour satisfaire à des conditions d'épaisseur
20 de matériau et d'indice.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est réalisé de manière symétrique par rapport à un plan médiateur (Y) orthogonal au dioptre réflecteur et à ladite direction (Z) de propagation.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite direction de propagation selon laquelle les dioptries plans latéraux sont inclinés, constitue également la direction de l'axe de rotation du dispositif pour produire une rotation d'image déterminée.
25

5. Utilisation d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes pour compenser la rotation d'image dans un système à imagerie infrarouge.

1/2

FIG. 1

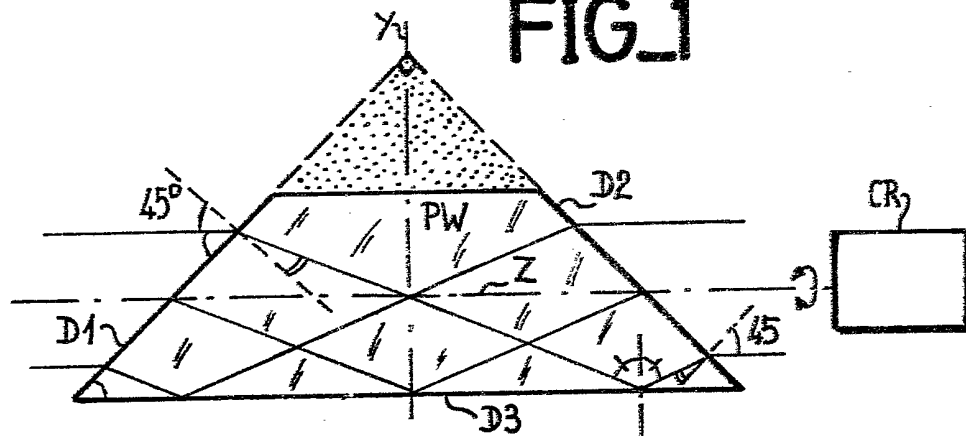


FIG. 2

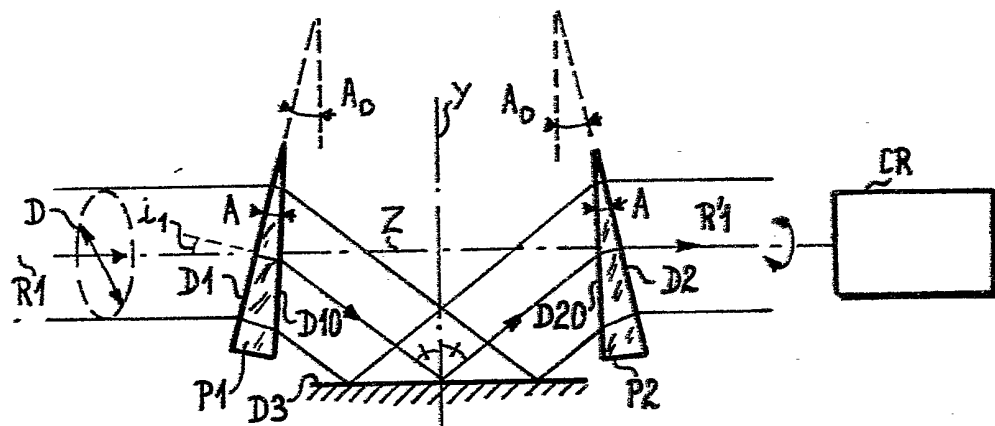
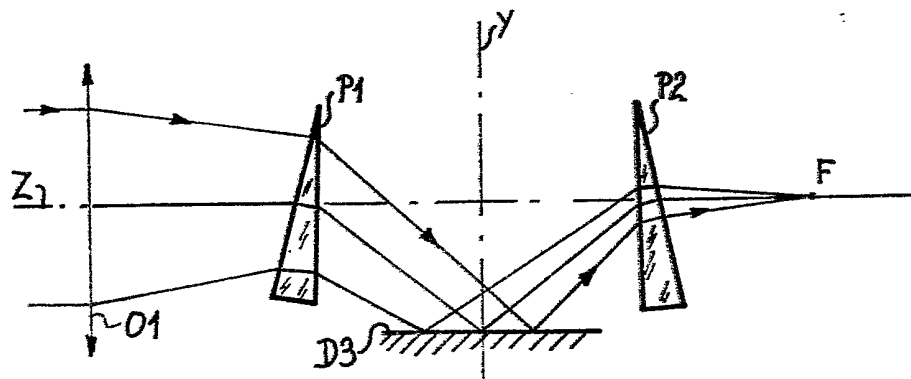
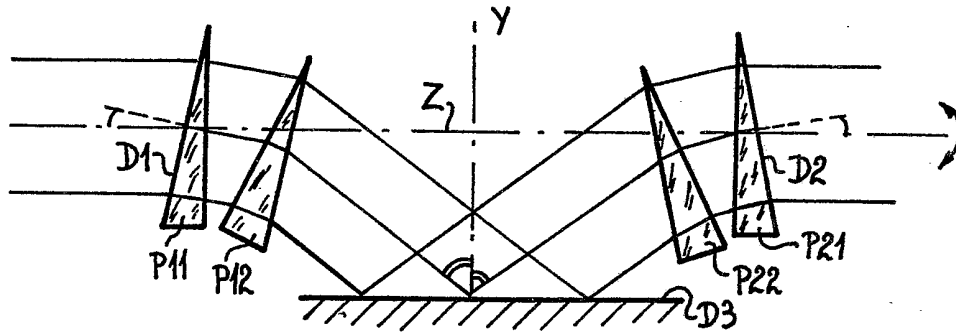


FIG. 3



2/2

FIG_4



FIG_5

