

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 16.04.99.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 20.10.00 Bulletin 00/42.

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) : SEXTANT AVIONIQUE Société ano-
nyme — FR.

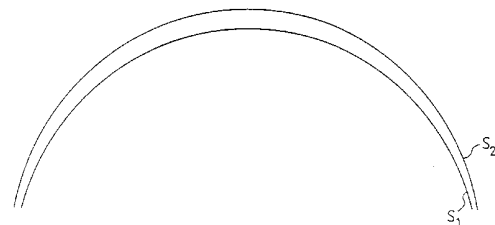
72) Inventeur(s) : POTIN LAURENT.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : THOMSON CSF.

54) VISIERE POUR CASQUE.

57) Les visières pour casque sont généralement de forme
sphérique et d'épaisseur constante, et articulées aux parois
latérales d'un casque au niveau du front, autour d'un axe
d'articulation passant par le centre de leur sphère. Ainsi
conformées et montées, elles sont vues hors d'axe par un
porteur de casque et occasionnent pour celui-ci des distor-
sions optiques provoquées par des effets de diffraction sur
leurs faces interne et externe. On propose ici des visières à
formes modifiées pour minimiser les distorsions optiques
perçues par un porteur de casque. Un premier type de mo-
difications consiste en un pivotement relatif, dans le plan
vertical de l'une des faces de la visière par rapport à l'autre
et en une légère réduction du rapport du rayon de courbure
de la face extérieure de la visière sur celui de la face inté-
rieure de la visière par rapport à la visière habituelle bi-
sphérique concentrique. Un deuxième type de modifications
consiste en l'adoption d'une ou deux surfaces asphériques
de formes particulières. Un troisième type de modifications
consiste en l'utilisation d'un masque holographique de dif-
fraction apposé sur l'une des faces de la visière.



VISIÈRE POUR CASQUE

La présente invention concerne les casques à visière de protection et notamment ceux équipés d'un système optique de projection d'image permettant d'afficher devant les yeux du porteur du casque, une image synthétique superposée à sa vue du monde extérieur

Ce genre de casques doit répondre à un certain nombre de contraintes, notamment des contraintes d'encombrement car il est destiné à être utilisé dans des espaces restreints comme le cockpit d'un avion ou d'un hélicoptère, des contraintes de poids et de moment cinétique pour limiter les fatigues au niveau du cou du porteur. Ces contraintes amènent à alléger au maximum les éléments du système de projection d'image et à les placer au plus près possible du centre de gravité de la tête du porteur.

Les éléments d'un système de projection d'image pour casque sont en général rejetés, à l'exception du combineur optique permettant de superposer l'image synthétique projetée au paysage devant les yeux du porteur du casque, à la périphérie supérieure du casque car ils ne doivent pas empiéter sur l'espace visuel du porteur du casque ni venir à la périphérie inférieure du visage du porteur du casque qui est réservée à un équipement éventuel de respiration (masque à oxygène). L'image synthétique engendrée par le système de projection d'image est donc appliquée au combineur placé devant les yeux du porteur du casque depuis un système optique occupant la zone frontale.

Par ailleurs, le casque est toujours équipé d'une ou plusieurs visières de protection relevables, par exemple une visière de protection mécanique contre le vent, les poussières... et une visière de protection optique contre le soleil ou les agressions laser. Cette ou ces visières de protection mobiles sont totalement amovibles ou s'escamotent en pivotant au-dessus de la tête du porteur du casque en passant par-dessus des éléments du système de projection d'image placés dans la zone frontale. Pour un moindre encombrement lors de leur mouvement de mise en place et d'escamotage, il est habituel de donner aux visières une forme

générale sphérique et de les articuler sur le casque autour d'un axe de rotation placé dans la zone frontale du casque et passant par le centre de leur sphère. En outre, pour des facilitées de fabrication, les visières qui sont généralement obtenues par thermoformage d'une
5 plaque de plastique transparent d'épaisseur uniforme, ont souvent, une forme finale bi-sphérique concentrique avec une épaisseur constante et deux faces : une face interne et une face externe sphériques et concentriques.

Les positions des yeux du porteur du casque sont excentrées
10 latéralement et vers le bas par rapport au centre des sphères des faces externes et internes des visières, selon des angles dépassant les 20 degrés. Ces excentrement font que les rayons lumineux parvenant aux yeux du porteur du casque traversent les parois des visières sous des angles éloignés de la normale et subissent à l'occasion de ces
15 traversées, des phénomènes de réfraction provoquant des décalages et des distorsions d'image.

Ainsi, le porteur d'un casque constate, lorsqu'il met en place une visière, à la fois un décalage vers le haut de l'image du paysage qu'il perçoit et des distorsions de cette image.

20 Le décalage introduit par une visière varie avec la direction dans laquelle regarde le porteur du casque car la valeur de l'angle d'excentrement dépend de cette direction. Il est de l'ordre de 0,4 degrés lorsqu'il regarde droit devant et s'aggrave rapidement lorsqu'il dévie son regard sur les côtés ou vers le bas. Ce décalage a
25 l'inconvénient de jouer sur la superposition perçue par le porteur du casque entre une image synthétique projetée et le paysage qu'il perçoit.

Jusqu'à présent, le décalage et les distorsions d'image dus aux visières étaient négligés, le décalage parce qu'il n'avait pas
30 d'influence notable sur la précision des systèmes de désignation utilisant un viseur de casque et les distorsions d'image parce que le porteur du casque peut, la plupart du temps, se satisfaire d'un espace de vision réduit en orientant son champ de vision plus par déplacement de sa tête que par déplacement de ses yeux.

Avec l'amélioration de la précision des systèmes de désignation à viseur de casque, l'influence des décalages d'image dus à la présence des visières sur les erreurs de visée ne peut plus être négligée.

5 Le décalage introduit dans l'axe de vision par la visière de protection ou visière claire est facile à prendre en compte. En effet, comme cette visière est en général maintenue abaissée durant toute une mission, on peut tenir compte une fois pour toutes du décalage qu'elle introduit par un décalage dans le même sens de l'image
10 synthétique projetée.

Le décalage introduit dans l'axe de vision par la ou les visières supplémentaires de protection optique est plus gênant car le porteur du casque est amené à mettre ou escamoter ces visières en fonction des conditions d'éclairage rencontrées ou des menaces
15 laser qui peuvent être très variables au cours d'une même mission. Si l'on cherche à le compenser en décalant dans le même sens l'image synthétique projetée, il ne faut le faire que lorsque ces visières sont abaissées, ce qui implique que l'on est capable de détecter à tout instant les positions de ces visières. Cette détection de position peut
20 être obtenue en équipant le casque de capteurs de position de visières mais cela va à l'encontre du souci général d'allègement du casque.

En outre, la compensation du décalage du paysage dû à la présence des visières par un décalage analogue de l'image
25 synthétique projetée doit être faite en fonction de la direction du regard du porteur du casque puisque la valeur de l'angle d'excentrement et donc du décalage en dépend. On pourrait penser à détecter la position oculaire du porteur du casque et décaler l'image synthétique de la valeur observée dans la direction visée par
30 le porteur du casque mais cette correction dynamique de l'image synthétique est difficilement ressentie par le porteur du casque qui voit une image synthétique semblant onduler avec la direction de son regard.

La compensation du seul décalage ne permet pas de
35 corriger la distorsion d'image due aux visières qui est pourtant

particulièrement gênante pour les systèmes à vision nocturne ou à infrarouge car elle conduit à une mauvaise superposition de l'image synthétique avec le paysage perçu au travers des visières. Pour améliorer cette superposition, on pourrait penser à faire subir à
5 l'image synthétique une distorsion analogue par traitement d'image mais cela nécessiterait d'introduire sur le casque des moyens de correction optiques ou numériques beaucoup trop pesants.

La présente invention a pour but de lutter contre les inconvénients précités en jouant sur les propriétés optiques des visières
10 de protection.

Elle a pour objet une visière de protection pour casque avec une paroi transparente présentant deux faces, l'une interne, l'autre externe, de formes générales sphériques remarquable en ce qu'elle comporte des moyens optiques de réduction des décalages
15 angulaires perçus à son travers par le porteur du casque.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces sphériques de la paroi de la visière donnant à cette paroi une épaisseur variable et entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire
20 perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction déterminée.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif de la face extérieure de la visière par rapport à la face intérieure dans un plan vertical.

25 Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement vers le haut d'un angle de l'ordre du demi degré de la face extérieure de la visière par rapport à la face intérieure de la visière.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction
30 consistent en une réduction du rapport du rayon de courbure de la face extérieure de la visière sur le rayon de courbure de la face intérieure de la visière par rapport à celui d'une visière bi-sphérique concentrique d'épaisseur constante

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction
35 consistent en une variation du rapport du rayon de courbure de la

face extérieure sur celui de la face intérieure de la visière de l'ordre de 1/100 ième par rapport à une visière bi-sphérique concentrique d'épaisseur constante.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction
5 consistent en l'adoption pour la visière d'une face sphérique et d'une face asphérique, la face asphérique approchant une forme théorique minimisant les distorsions, obtenue par calcul à partir d'une forme sphérique approximée par des facettes polygonales, chaque facette étant réorientée de manière à corriger le décalage angulaire qu'elle
10 impose aux rayons lumineux parvenant aux yeux du porteur du casque, les facettes réorientées étant repositionnées en profondeur les unes par rapport aux autres en commençant par le centre de la visière et en finissant par les côtés, pour obtenir une surface présentant un minimum d'aspérités et la surface à facettes obtenue
15 étant lissée par le calcul.

Avantageusement, ladite face asphérique approchant une forme théorique minimisant les distorsions, obtenue par le calcul est de type torique.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction
20 consistent en l'adoption pour la visière de deux faces asphériques obtenues en deux étapes à partir de deux faces initialement sphériques, une première face asphérique étant déterminée au cours d'une première étape en approximant une première forme théorique minimisant les distorsions inhérentes aux formes sphériques initiales,
25 cette première forme théorique étant obtenue par calcul à partir d'une forme sphérique approximée par des facettes polygonales, chaque facette étant réorientée de manière à corriger le décalage angulaire qu'elle impose aux rayons lumineux parvenant aux yeux du porteur du casque, les facettes réorientées étant repositionnées en
30 profondeur les unes par rapport aux autres en commençant par le centre de la visière et en finissant par les côtés pour obtenir une surface avec un minimum d'aspérités et la surface à facettes obtenues étant lissées par le calcul, et une deuxième face asphérique étant obtenue au cours d'une deuxième étape en approximant une
35 deuxième forme théorique minimisant les distorsions inhérentes à la

forme sphérique-asphérique obtenue au cours de la première étape, cette deuxième forme théorique étant obtenue par calcul à partir d'une forme sphérique approximée par des facettes polygonales, chaque facette étant réorientée de manière à corriger le décalage angulaire qu'elle impose aux rayons lumineux parvenant aux yeux du porteur du casque, les facettes réorientées étant repositionnées en profondeur les unes par rapport aux autres en commençant par le centre de la visière et en finissant par les côtés pour obtenir une surface avec un minimum d'aspérités et la surface à facettes obtenues étant lissée par le calcul.

Avantageusement, lesdites faces asphériques approchant des formes théoriques minimisant les distorsions, obtenues par le calcul, sont de type torique.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces sphériques de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption d'un rapport entre le rayon de courbure de la face extérieure de la visière sur le rayon de courbure de la face intérieure de la visière inférieure à celui d'une visière bi-sphérique concentrique d'épaisseur constante.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption pour la visière d'une face sphérique et d'une face asphérique configurée, relativement à la face sphérique, de manière à réduire les décalages angulaires résiduels dans une zone de la visière axée sur ladite direction arbitraire.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption pour la visière

d'une face sphérique et d'une face asphérique de type torique configurée, relativement à la face sphérique, de manière à réduire les décalages angulaires résiduels dans une zone de la visière axée sur ladite direction arbitraire.

5 Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption pour la visière de
10 deux faces asphériques configurées l'une par rapport à l'autre de manière à réduire les décalages angulaires résiduels dans une zone de la visière axée sur ladite direction arbitraire.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces de la visière
15 entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption pour la visière de deux faces asphériques de type torique configurées l'une par rapport à l'autre de manière à réduire les décalages angulaires résiduels dans
20 une zone de la visière axée sur ladite direction arbitraire.

Avantageusement, lesdits moyens optiques de correction consistent en un masque holographique de diffraction apposé sur l'une des faces de la visière et déterminé de façon à égaliser en tout point d'impact sur la visière, la direction des rayons lumineux collectés
25 par les yeux du porteur de casque, avant et après leur traversée de la visière.

Avantageusement, le masque holographique de diffraction est apposé sur la face externe de la visière.

Avantageusement, le masque holographique de diffraction
30 est accordé sur la couleur verte.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-après de plusieurs modes de réalisation donnés à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du
35 dessin dans lequel :

- une figure 1 est une vue en coupe montrant le décalage angulaire de l'axe de visée introduit par la présence d'une visière de protection classique bi-sphérique à épaisseur constante intercalée devant les yeux d'un observateur placés hors d'axe,

5 - une figure 2 est un schéma détaillant les phénomènes de réfraction responsables du décalage angulaire de l'axe de visée,

- une figure 3 est un tableau de mesure donnant une cartographie des décalages angulaires d'axe de visée provoqués par l'utilisation d'une visière bi-sphérique classique d'épaisseur constante,
10 en fonction de l'orientation des yeux du porteur du casque,

- des figures 4a et 4b montrent l'effet de l'introduction d'une visière de protection classique devant les yeux d'un porteur de casque à système de projection d'image, l'image synthétique projetée étant matérialisée par un réticule et le paysage par un
15 cercle de pointage,

- une figure 5 est une coupe verticale d'une visière bisphérique montrant la géométrie adoptée, avec désaxement des faces, pour éviter un décalage angulaire en direction axiale,

- une figure 6 est un tableau de mesure donnant une
20 cartographie des décalages angulaires d'axe de visée en cas d'utilisation d'une visière ayant une géométrie conforme à celle illustrée par la figure 5, en fonction de l'orientation des yeux du porteur du casque,

- une figure 7 est une coupe horizontale d'une visière bi-
25 sphérique selon l'invention montrant la géométrie adoptée, avec modification du rapport des rayons de courbure des faces, pour réduire les distorsions optiques provoquées par la visière, et

- une figure 8 est un tableau de mesure donnant une cartographie des décalages angulaires d'axe de visée en cas
30 d'utilisation d'une visière ayant une géométrie conforme à celles illustrées aux figures 5 et 7, en fonction de l'orientation des yeux du porteur du casque,

La figure 1 illustre, de profil, la position des yeux d'un porteur
35 de casque dont le visage est repéré en 1, par rapport à une visière 2

de protection articulée de forme classique, en position rabattue. Cette visière 2 de protection qui peut être une visière de protection mécanique ou optique présente une paroi plus ou moins transparente, d'épaisseur constante de forme sphérique et est articulée sur les côtés de la partie frontale du casque, selon un axe
5 d'articulation passant par le centre de sa forme sphérique.

Cette forme sphérique et cette disposition adoptée, de manière habituelle, pour une visière répondent à diverses contraintes dont la nécessité de laisser dégagé un certain espace en avant de
10 la partie frontale du casque pour loger les éléments optiques éventuels d'un système de projection acheminant une image synthétique à un combineur optique placé devant l'un au moins des yeux du porteur du casque ainsi que la recherche d'un moindre encombrement de la visière aussi bien en position rabattue, en
15 position relevée ou en cours de transition entre position rabattue et relevée. D'autres considérations liées à la présence d'un système optique de projection d'image en partie frontale du casque, comme la nécessité de rejeter en dehors du champ visuel les images parasites issues du système optique de projection d'image afin de ne pas gêner
20 la vision directe militent également en faveur d'une telle forme et d'une telle disposition pour une visière de protection.

Par ailleurs, pour des questions de facilité de fabrication (possibilité d'obtention par simple thermoformage d'une plaque d'un matériau plastique transparent d'épaisseur uniforme), la visière 1
25 présente une paroi d'épaisseur constante, avec une face intérieure S1 et une face extérieure S2 sphériques concentriques. Elle est dite de forme bi-sphérique concentrique.

Sur la figure 1, la visière de protection 2, avec sa forme bisphérique concentrique, son épaisseur constante et sa disposition
30 habituelle, est illustrée, en coupe verticale, par deux arcs de cercle concentriques S1 et S2 matérialisant ses faces interne et externe, placés devant le profil du visage du porteur du casque 1, avec leur centre de sphère commun C, venant au niveau du front du porteur de casque. On constate alors qu'un rayon lumineux R parvenant sur l'œil
35 3 du porteur de casque au travers de la visière subit deux réfractions,

une première lorsqu'il pénètre dans la paroi de la visière 2 par sa surface externe S2 et une deuxième lorsqu'il quitte la paroi de la visière 2 par sa surface interne S1 car il aborde dans les deux cas, les surfaces externe et interne de la visière 2 sous des angles d'incidence
 5 éloignés des normales, celles-ci étant dirigées vers le front et non vers les yeux du porteur du casque. Par suite de ces deux réfractions, le rayon lumineux R suit une ligne brisée R1, R2, R3 et s'éloigne de la ligne droite d'un angle de décalage δ .

La figure 2 détaille le phénomène de double réfraction affectant un rayon lumineux parvenant aux yeux du porteur de
 10 casque regardant au travers d'une visière bisphérique concentrique disposée selon la configuration habituelle illustrée par la figure 1.

L'œil O du porteur du casque est placé hors d'axe par rapport à la visière bi-sphérique concentrique. Le rayon lumineux R qui
 15 l'atteint subit donc aux traversées des surfaces interne S1 et externe S2 de la visière deux réfractions qui donnent à son parcours la forme d'une ligne brisée R1, R2, R3. Il arrive sur la surface extérieure S2 de la visière avec un angle d'incidence i' où il est réfracté une première fois. Il pénètre alors sous un angle d'incidence r' au sein de la paroi de
 20 la visière avant d'atteindre la surface intérieure S1 de la visière. Du fait de la forme bi-sphérique concentrique de la visière, il atteint la surface intérieure S1 de la visière sous un autre angle d'incidence r et se trouve réfracté en direction de l'œil O du porteur du casque sous un angle d'incidence i .

25 Chaque réfraction respecte la loi de Descartes de sorte que l'on a :

$$\sin i' = n \sin r'$$

$$\sin i = n \sin r$$

Comme la visière bi-sphérique concentrique est vue hors d'axe, le rayon lumineux observé impacte sur les surfaces interne S1 et externe
 30 S2 de la visière en des points A et B qui ne sont pas sur un même rayon de la sphère de la paroi de la visière. Cela a deux conséquences :

- Les angles d'incidence r , i au point d'impact A et les angles d'incidence r' , i' au point d'impact B se réfèrent à des normales différentes non parallèles,

- Les angles d'incidence r et r' du rayon lumineux aux extrémités de son trajet dans la paroi de la visière ne sont pas égaux. Il en résulte que les angles d'incidence i' et i du rayon lumineux à son entrée et à sa sortie de la visière sont eux-mêmes inégaux et se réfèrent aussi à des normales différentes non parallèles. Les deux phénomènes jouent en sens opposés mais il n'en reste pas moins que la direction du rayon lumineux est modifiée par la présence de la visière d'un certain angle de décalage qui peut être déterminé à partir d'un simple calcul d'optique géométrique du ressort de l'homme du métier.

Avec les valeurs usuelles, une visière bi-sphérique concentrique d'un rayon de l'ordre de 10 cm, d'épaisseur constante de l'ordre de 2 mm, en un polycarbonate transparent d'indice de l'ordre de 1,5, vue par le porteur du casque sous un angle de désaxement de l'ordre de 25° , ce qui correspond à la position de l'œil d'un observateur regardant devant lui, la présence de la visière entraîne un décalage angulaire vers le bas de l'ordre de 4 milliradians.

Plus généralement, le décalage angulaire se produit dans un plan renfermant le rayon lumineux considéré et les normales aux faces interne $S1$ et externe $S2$ de la visière aux points d'entrée et de sortie du rayon considéré sur la visière, et dépend de l'angle d'excentrement de ce rayon. Si l'on considère le rayon lumineux placé dans l'axe du champ visuel du porteur du casque, il a un angle d'excentrement qui dépend de son point d'impact sur la visière et donc de l'orientation des yeux du porteur du casque par rapport à la visière.

La figure 3 est un tableau donnant un exemple de cartographie des décalages angulaires en milliradians que l'on peut rencontrer avec l'exemple précité de visière bi-sphérique concentrique, en fonction de l'orientation du regard du porteur de casque par rapport à la visière repérée dans un système de coordonnées angulaires exprimées en degrés repérant en abscisse un angle en azimut et en ordonnée un angle en site.

On remarque que le décalage angulaire est assez variable et qu'il augmente progressivement lorsque le porteur du casque regarde

vers les côtés ou vers le bas de la visière. Les variations de décalage angulaire en fonction de la direction du regard entraînent, pour le porteur du casque une distorsion du paysage qui réduit la largeur de son champ de vision et le pousse à maintenir son regard dans une direction voisine de l'axe de la visière. Il doit alors pallier la faiblesse de
5 la largeur de son champ de vision par des mouvements de la tête.

Lorsqu'il met sa visière, le porteur du casque a l'impression de voir le paysage remonter. Cela ne présente pas d'inconvénient particulier en l'absence d'appareil de visée utilisant un système
10 optique de projection d'image synthétique monté à même le casque. Par contre, en présence d'un tel système optique, la mise en place de la visière se traduit par une remontée du paysage par rapport à l'image synthétique projetée. En effet, lorsque l'image synthétique projetée comporte un réticule de visée, celui-ci ne se
15 superpose pas, pour le porteur du casque, au même point du paysage selon que la visière est ou non en place. Les figures 4a et 4b illustrent ce phénomène. La figure 4a montre un réticule 4 provenant d'une image synthétique engendrée par un système optique de projection monté à même le casque parfaitement centré sur un
20 objectif vu dans le paysage en l'absence de visière et matérialisé par un cercle 5. La figure 4b illustre la transformation de la situation de la figure 3a pour le porteur du casque dès qu'il met en place une visière. L'image synthétique et son réticule 4 n'ont pas bougé. Par contre le paysage et donc le cercle matérialisant l'objectif se sont déplacés
25 vers le haut. Le porteur du casque lorsqu'il réaligne le réticule sur l'objectif apparent commet alors une erreur de désignation provenant du décalage angulaire introduit dans sa perception du paysage par la présence de la visière. Les systèmes de désignation devenant de plus en plus précis, l'erreur due à la présence d'une
30 visière ne peut plus être négligée.

Pour la réduire, on propose de jouer sur les propriétés optiques d'une visière. Une première mesure consiste à introduire un effet prismatique compensateur au centre du champ de vision du porteur du casque où s'affiche le réticule de l'image synthétique en faisant
35 basculer les faces interne S1 et externe S2 de la visière, l'une par

rapport à l'autre autour d'un axe horizontal passant par ce centre de champ de vision. Le basculement consiste par exemple à faire pivoter vers le bas la face externe S2 de la visière autour de l'axe horizontal considéré de la valeur adéquate, sachant qu'un basculement
5 d'angle α introduit un prisme d'angle α qui lorsque l'angle α est petit, ce qui est le cas, procure un décalage angulaire d de valeur :

$$d \cong (n - 1)\alpha$$

Avec les valeurs adoptées précédemment, un indice de 1,5 et un décalage angulaire à corriger de 0,4 milliradian, il faut faire pivoter
10 la face externe de la visière S2 par rapport à la face interne S1 d'un angle de l'ordre de 0,4 degré.

La figure 5 montre l'effet d'un tel pivotement sur le profil d'une visière. Celle-ci voit le centre C2 de sa face sphérique externe S2 désolidarisé du centre C1 de sa face sphérique interne S1 et
15 légèrement déplacé vers le haut. Elle n'a plus une épaisseur constante mais une épaisseur variable qui croît du bas vers le haut. Pour une visière d'épaisseur moyenne de 2 mm, on peut concevoir une variation d'épaisseur de 1 à 3 mm depuis le bas vers le haut.

La figure 6 est un tableau de la cartographie du décalage
20 angulaire obtenu avec une visière à laquelle on a appliqué un pivotement entre les faces externe S2 et interne S1 pour obtenir une correction du décalage angulaire dans la direction de l'axe du casque (regard du porteur de casque selon l'azimut 0 et le site 0 par rapport à la visière). On constate que l'on obtient bien la correction
25 de décalage angulaire recherchée mais que celle-ci n'est complète que sur une zone de faible étendue centrée sur l'azimut 0 et le site 0.

On remarque que le prisme d'angle au sommet très petit (0,4°) introduit entre les deux faces de la visière pour la correction du décalage angulaire dans une direction privilégiée, ici celle
30 correspondant à l'axe du casque, n'entraîne qu'un effet très faible de dispersion des composantes fondamentales de la lumière blanche, très en dessous du seuil de sensibilité de l'œil et ne provoque pas d'effet sensible de décoloration du paysage.

Dans le cas d'une visière de protection solaire, teintée dans la
35 masse, le fait d'être plus épaisse vers le haut que vers le bas lui donne

un taux de filtrage de luminosité variable se dégradant du haut vers le bas. Ce dégradé est un avantage car il adapte la transmission de la visière à la luminosité du paysage, les zones les plus lumineuses d'un paysage correspondant au ciel et étant vues au travers de la partie supérieure de la visière.

Le problème du décentrage, par rapport au paysage, d'un réticule engendré par une image synthétique et centré sur l'azimut 0 et le site 0 par rapport à la visière est résolu. Cependant, la visière continue à provoquer des distorsions optiques du même ordre que précédemment réduisant la largeur du champ de vision du porteur du casque. En effet, le tableau de la figure 6 montre que, si les décalages angulaires ont été réduits en direction du bas de la visière, ils ont été légèrement aggravés en direction des côtés et du haut de la visière.

Pour lutter contre les distorsions optiques de la visière, on se propose de jouer sur la forme de l'une ou des deux faces de la visière.

Dans un premier temps, on n'intervient pas sur la face interne de la visière, car celle-ci peut avoir sa forme imposée par d'autres considérations. Elle peut en effet servir de combineur optique (miroir semi-transparent) pour un système optique de projection d'image synthétique monté sur le casque et avoir à ce titre une forme imposée.

On recherche alors la forme théorique à donner à la face externe de la visière pour corriger les décalages angulaires locaux constatés dans le tableau de la figure 6. Une manière de procéder consiste à approximer la vision binoculaire par une vision monoculaire en remplaçant les deux yeux du porteur du casque par un œil cyclope disposé au milieu de son front et à approximer la face extérieure sphérique de la visière par une surface à facettes planes polygonales, chaque facette étant suffisamment petite pour ne pas être discernables à l'œil. On détermine alors par des calculs géométriques les trajets des rayons parvenant à l'œil cyclope en passant au travers de chacune des facettes de la face extérieure de la visière, et les décalages angulaires subis par ces rayons. On en

déduit alors les corrections prismatiques à imposer à chacun des rayons, c'est-à-dire les corrections d'orientation à imposer à chacune des facettes de la face extérieure de la visière. Après réorientations, les facettes sont réajustées en profondeur en partant de celle
5 correspondant au centre de la visière de manière à se raccorder au mieux et à diminuer le plus possible les aspérités de la forme d'ensemble obtenue. Cette opération de réajustement est rendue possible par le fait que les décalages angulaires varient de manière monotone en fonction de l'orientation des rayons par rapport à la
10 visière. On obtient ainsi, à partir des facettes réorientées et réajustées, une nouvelle forme pour la face extérieure de la visière. Cette nouvelle forme définie par des fonctions continues affines par morceaux est alors lissée par traitement mathématique pour aboutir à une forme asphérique qui est celle donnant théoriquement à la visière
15 un minimum de distorsion.

Cette forme asphérique théorique à laquelle on est parvenu pour la face extérieure de la visière peut se révéler difficile à réaliser. C'est pourquoi on peut être amené à l'approximer de manière plus ou moins fine.

20 On peut tout d'abord essayer de l'approximer par une forme sphérique. La face extérieure de la visière conserve alors sa forme sphérique et son orientation par rapport à la face interne sphérique mais voit son rayon de courbure modifié de manière à se rapprocher au mieux de la forme asphérique théorique (obtention d'un minimum
25 de la somme des erreurs quadratiques subsistant entre les deux formes).

La figure 7 est une vue en coupe horizontale d'une visière obtenue de cette façon. On voit que les deux faces externe S2 et interne S1 de la visière sont sphériques mais les rayons de courbures de
30 ces faces ne sont plus dans un rapport tel que l'épaisseur de la visière soit constante mais dans un rapport donnant à la visière le profil d'une lentille légèrement convergente, plus épaisse en son centre qu'à ses extrémités. Ainsi conçue, une visière avec une épaisseur de 2 mm en son centre se retrouve avec une épaisseur de l'ordre de 1mm sur les
35 côtés et à sa base et avec une épaisseur de l'ordre de 3 mm à son

sommet. Le rapport du rayon de courbure de sa face extérieure sur le rayon de courbure de sa face intérieure est réduit ici, dans une proportion de l'ordre de 1/100 ième par rapport à celui d'une visière bi-sphérique d'épaisseur constante.

5 La figure 8 est un tableau de la cartographie du décalage angulaire obtenu avec la visière précédente à laquelle on a appliqué un pivotement vertical entre les faces externe S2 et interne S1 pour obtenir une correction du décalage angulaire dans la direction de l'axe du casque (regard du porteur de casque selon l'azimut 0 et le
10 site 0 par rapport à la visière) ainsi qu'une réduction du rayon de la face externe pour s'approcher de la forme asphérique théorique conduisant au minimum de distorsions. On constate que l'étendue de la zone de la visière sans décalage angulaire a plus que doublé et que les décalages angulaires à la périphérie de cette zone ont
15 beaucoup diminué. Cela montre bien l'intérêt que l'on a, à jouer sur la position angulaire relative, dans le plan vertical des deux faces d'une visière bi-sphérique concentrique et sur le rapport des rayons de courbure des deux faces d'une telle visière pour diminuer les distorsions optiques qu'elle occasionne.

20 L'approximation de la forme théorique obtenue par calcul pour la face extérieure de la visière peut être améliorée en donnant à la face externe de la visière une forme asphérique déduite de la forme sphérique adoptée précédemment. En effet, une surface sphérique peut être définie en coordonnées cartésiennes par
25 l'équation :

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2$$

Soit :

$$z = \text{sphère}(x, y)$$

R est le rayon du cercle. C'est le seul paramètre sur lequel on peut
30 jouer avec une surface en forme de calotte sphérique si l'on excepte son orientation.

On améliore les possibilités d'ajustement en passant à une surface asphérique définie à partir de l'équation de la sphère complétée par des termes d'ordre supérieur :

35
$$z = \text{sphère}(x, y) + ah^2 + bh^4 + ch^6 \dots$$

a, b, c étant des coefficients de réglage et

$$h^2 = x^2 + y^2$$

Grâce aux paramètres a, b, c ajoutés, il est possible d'approcher de manière plus précise encore, la forme théorique
5 obtenue par le calcul pour la face extérieure de la visière.

De manière plus générale, on peut, pour approximer la forme théorique obtenue par le calcul pour la face externe de la visière, partir, non pas de l'équation d'une sphère mais de l'équation d'un tore. Il vient alors :

10
$$z = \text{tore}(\mathbf{R}, \mathbf{p}, x, y) + ah^2 + bh^4 + ch^6 \dots$$

a, b, c étant des coefficients de réglage différents des précédents et h valant toujours :

$$h^2 = x^2 + y^2$$

15 La technique que l'on vient de décrire pour réduire les décalages angulaires et donc les distorsions apportées par une visière, qui consiste à introduire un angle de pivotement dans le plan vertical entre les deux faces de la visière et à jouer sur la forme de l'une des faces de la visière pour approcher une forme théorique obtenue par
20 calcul minimisant les décalages angulaires résiduels est applicable à tout type de visière, que les faces de la visière soient initialement bi-sphériques concentriques comme cela a été décrit ou que les faces initiales de la visière soient sphéro-torique, sphérique-asphérique ou asphérique-asphérique, de type bi-torique, asphéro-torique ou de
25 type "carreaux de Bézier" ou autre.

Cette technique peut même être appliquée à plusieurs reprises à la même visière, de manière à parvenir par étapes, à une correction de plus en plus fine des distorsions optiques qu'elle occasionne. On peut notamment, dans le cas d'une visière bi-
30 sphérique n'ayant pas une forme de surface interne imposée par un système de projection d'image synthétique monté sur le casque, soit parce qu'un tel système de projection est absent, soit parce que le combineur optique utilisé par ce système de projection optique ne met pas à contribution la surface interne de la visière, soit encore
35 parce que la visière n'est qu'une deuxième visière, après avoir fait

pivoter l'une des deux faces de la visière par rapport à l'autre dans le plan vertical pour corriger le décalage angulaire dans l'axe du casque, remplacer la forme sphérique de la face externe de la visière par une forme asphérique se rapprochant de la forme théorique obtenue par calcul minimisant les distorsions, puis calculer à partir de la visière obtenue la forme théorique à adopter pour la face interne de la visière pour minimiser les distorsions résiduelles et remplacer la forme sphérique de la face interne de la visière par une forme asphérique se rapprochant de cette deuxième forme théorique pour parvenir finalement à une visière bi-asphérique avec un léger désaxement de ses faces dans le plan vertical.

L'emploi de déviations de correction par effet de prisme n'est pas le seul moyen pour lutter contre les décalages angulaires et les distorsions d'une visière. Il est également possible d'utiliser un masque holographique de diffraction sur l'une ou l'autre, ou sur les deux faces interne et externe de la visière. Comme précédemment, on évite de modifier les propriétés optiques de la face interne si celle-ci est utilisée par ailleurs pour présenter une image synthétique devant les yeux du porteur de casque, et l'on ne place qu'un seul masque holographique de diffraction sur la face externe de la visière.

Le masque holographique de diffraction est enregistré de la manière habituelle sur la face désirée de la visière. Pour ce faire, on peut utiliser deux points source cohérents, l'un réel, l'autre imaginaire mis à l'emplacement de l'œil du porteur du casque (position fictive d'un œil cyclope entre les deux yeux du porteur du casque) et enregistrer l'hologramme obtenu dans de la gélatine sensible recouvrant la face voulue de la visière. Cet hologramme enregistre les perturbations provoquées par la visière sur les rayons lumineux parvenant à l'œil du porteur du casque, avec un signe opposé du fait des natures complémentaires réelle et imaginaire des points source.

Il est cependant difficile d'utiliser un masque holographique sur tout le spectre visible car son chromatisme est important. Cette technique est surtout utilisable lorsque l'on ne cherche pas à conserver intacte la colorisation du paysage. Le masque

holographique de diffraction est alors accordé sur la couleur verte pour laquelle l'œil présente sa meilleure sensibilité. Un tel masque holographique peut s'utiliser dans le cas d'une projection de symbologie sur la visière en couleur rouge. Dans ce cas, la face interne de la visière est utilisée en réflexion pour la couleur rouge, qu'elle provienne du système de projection d'image synthétique ou du paysage. Le porteur du casque voit donc un paysage avec une couleur rouge dégradée. En effet, il est possible d'avoir, pour la projection de la symbologie, une sélection très forte de la couleur rouge sur une bande spectrale très réduite n'occupant qu'une fraction du domaine de la couleur rouge perçu par l'œil. Ainsi, seule cette fraction de couleur rouge du paysage n'est pas transmise par la visière mais la couleur rouge n'est pas perdue dans son ensemble. Le porteur du casque perçoit les couleurs verte et bleue du paysage. La couleur bleue n'est pas traitée par le masque holographique mais cela n'est pas très gênant dans la mesure où l'œil est beaucoup moins sensible à cette couleur qu'à la couleur verte.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Visière de protection pour casque avec une paroi transparente (2) présentant deux faces, l'une interne S1, l'autre
5 externe S2, de formes générales sphériques caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens optiques de réduction des décalages angulaires perçus à son travers par le porteur du casque.

2. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que
10 lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces S1, S2 de la paroi de la visière donnant à cette paroi une épaisseur variable et entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction
15 déterminée.

3. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif de la face extérieure S2 de la visière par rapport à la face
20 intérieure S1 de la visière dans un plan vertical.

4. Visière selon la revendication 3, caractérisée en ce que lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement vers le haut d'un angle de l'ordre du demi degré de la face
25 extérieure S2 de la visière par rapport à la face intérieure S1 de la visière.

5. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens optiques de correction consistent en une réduction du
30 rapport du rayon de courbure de la face extérieure S2 de la visière sur le rayon de courbure de la face intérieure S1 de la visière par rapport à celui d'une visière bi-sphérique concentrique d'épaisseur constante.

6. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que
35 lesdits moyens optiques de correction consistent en une réduction du rapport du rayon de courbure de la face extérieure S2 sur celui de la

face intérieure S1 de la visière de l'ordre de 1/100 ième par rapport à une visière bi-sphérique concentrique d'épaisseur constante.

7. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que
5 lesdits moyens optiques de correction consistent en l'adoption pour la visière d'une face sphérique et d'une face asphérique, la face asphérique approchant une forme théorique minimisant les distorsions, obtenue par calcul à partir d'une forme sphérique approximée par des facettes planes polygonales, chaque facette étant réorientée de
10 manière à corriger les décalages angulaires qu'elle impose aux rayons lumineux parvenant aux yeux du porteur du casque, les facettes réorientées étant repositionnées en profondeur les unes par rapport aux autres en commençant par le centre de la visière et en finissant par les côtés, pour obtenir une surface présentant un
15 minimum d'aspérités et la surface à facettes obtenue étant lissée par le calcul.

8. Visière selon la revendication 7, caractérisée en ce que
ladite face asphérique approchant une forme théorique minimisant
20 les distorsions obtenues par le calcul est de type torique.

9. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que, lesdits moyens optiques de correction consistent en l'adoption pour la visière de deux faces asphériques obtenues en deux étapes à partir
25 de deux faces initialement sphériques, une première face asphérique étant déterminée au cours d'une première étape en approximant une première forme théorique minimisant les distorsions inhérentes aux formes sphériques initiales, obtenue par calcul à partir d'une forme sphérique approximée par des facettes planes polygonales, chaque
30 facette étant réorientée de manière à corriger les décalages angulaires qu'elle impose aux rayons lumineux parvenant aux yeux du porteur du casque, les facettes réorientées étant repositionnées en profondeur les unes par rapport aux autres en commençant par le centre de la visière et en finissant par les côtés, pour obtenir une
35 surface présentant un minimum d'aspérités et la surface à facettes

obtenues étant lissées par le calcul, et une deuxième face asphérique étant obtenue au cours d'une deuxième étape en approximant une deuxième forme théorique minimisant les distorsions inhérentes à la forme sphérique-asphérique obtenue au cours de la première étape, 5 obtenue par calcul à partir d'une forme sphérique approximée par des facettes planes polygonales, chaque facette étant réorientée de manière à corriger les décalages angulaires qu'elle impose aux rayons lumineux parvenant aux yeux du porteur du casque, les facettes réorientées étant repositionnées en profondeur les unes par 10 rapport aux autres en commençant par le centre de la visière et en finissant par les côtés, pour obtenir une surface présentant un minimum d'aspérités et la surface à facettes obtenues étant lissée par le calcul.

15 10. Visière selon la revendication 9, caractérisée en ce que, lesdites faces asphériques approchant des formes théoriques minimisant les distorsions, obtenues par le calcul, sont de type torique.

20 11. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces sphériques S1 et S2 de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption d'un rapport entre le rayon de 25 courbure de la face extérieure S2 de la visière sur le rayon de courbure de la face intérieure S1 de la visière inférieure à celui d'une visière bi-sphérique concentrique d'épaisseur constante.

30 12. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces S1 et S2 de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption pour la visière d'une face sphérique et 35 d'une face asphérique configurée, relativement à la face sphérique,

de manière à réduire les décalages résiduels dans une zone de la visière axée sur ladite direction arbitraire.

13. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que
5 lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces S1 et S2 de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption pour la visière d'une face sphérique et
10 d'une face asphérique de type torique configurée, relativement à la face sphérique, de manière à réduire les décalages résiduels dans une zone de la visière axée sur ladite direction arbitraire.

14. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que
15 lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces S1 et S2 de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption pour la visière de deux faces asphériques
20 configurées l'une par rapport à l'autre de manière à réduire les décalages résiduels dans une zone de la visière axée sur ladite direction arbitraire.

15. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que
25 lesdits moyens optiques de correction consistent en un désaxement relatif entre les deux faces S1 et S2 de la visière entraînant un effet prismatique corrigeant le décalage angulaire perçu par le porteur du casque lorsqu'il regarde au travers de la visière dans une direction arbitraire et en l'adoption pour la visière de deux faces asphériques
30 de type torique configurées l'une par rapport à l'autre de manière à réduire les décalages résiduels dans une zone de la visière axée sur ladite direction arbitraire.

16. Visière selon la revendication 1, caractérisée en ce que
35 lesdits moyens optiques de correction consistent en un masque

holographique de diffraction apposé sur l'une des faces de la visière déterminé de façon à égaliser en tout point d'impact sur la visière, la direction des rayons lumineux collectés par les yeux du porteur de casque, avant et après leur traversée de la visière.

5

17. Visière selon la revendication 16, caractérisée en ce que le masque holographique de diffraction est apposé sur la face externe S2 de la visière.

10

18. Visière selon la revendication 17, caractérisé en ce que le masque holographique de diffraction est accordé sur la couleur verte.

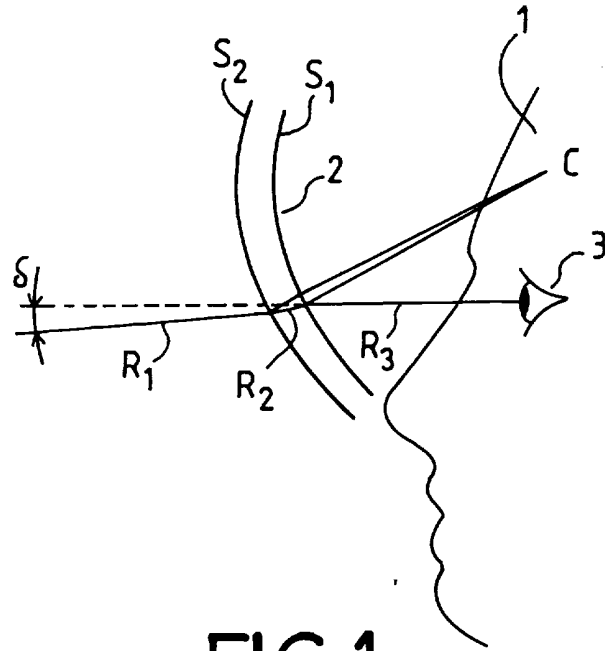


FIG. 1

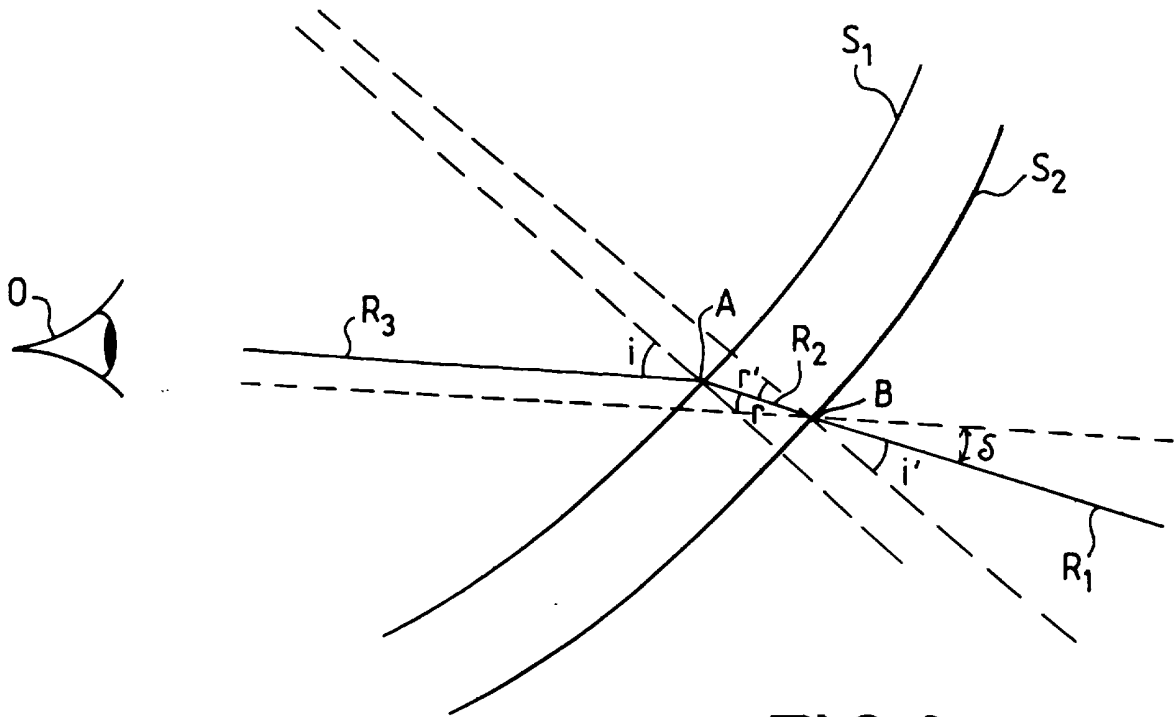


FIG. 2

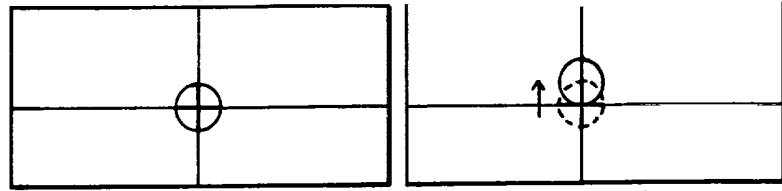


FIG. 4a

FIG. 4b

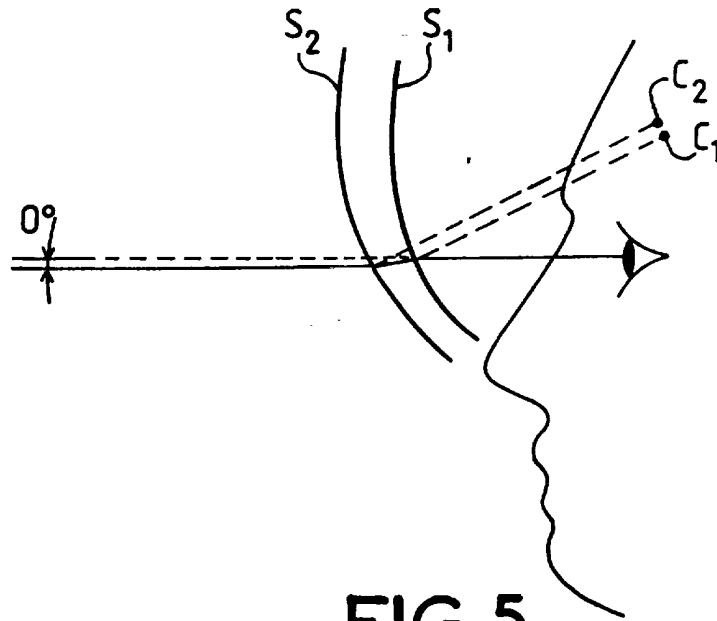


FIG. 5

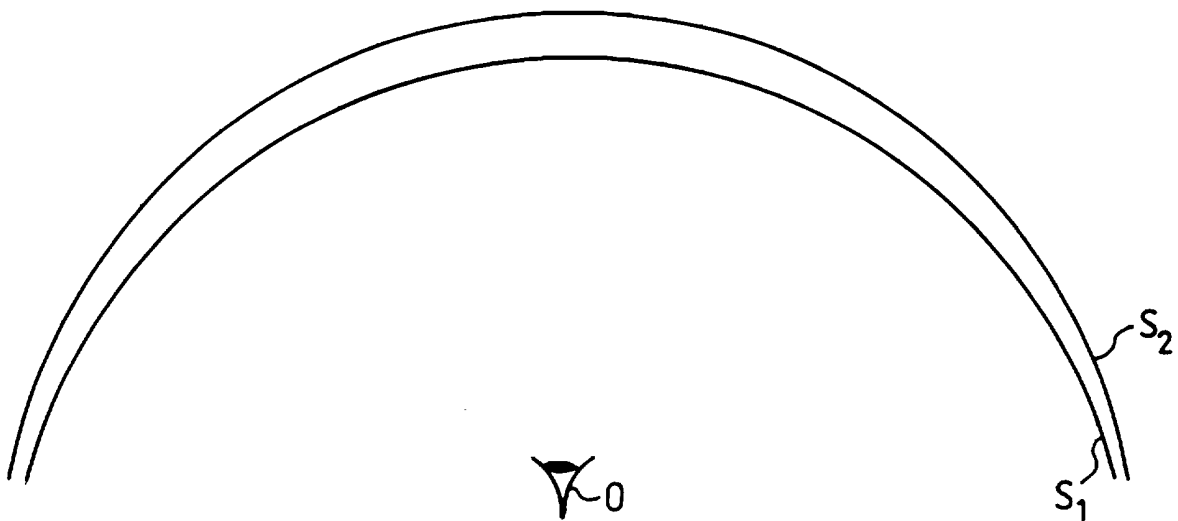


FIG. 7

*C₂
*C₁

FIG. 6

93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

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

FA 574276
FR 9904820

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	WO 86 01598 A (SWEDLOW) 13 mars 1986 (1986-03-13) * abrégé *	1
A	* page 8, dernier alinéa - page 9, alinéa 1; figure 5 *	2-4
Y	EP 0 576 160 A (GEC-MARCONI) 29 décembre 1993 (1993-12-29) * colonne 2, ligne 42 - ligne 47; figure 2 *	1
A	FR 2 233 589 A (HONEYWELL) 10 janvier 1975 (1975-01-10) * page 1, ligne 15 - ligne 34; figure 2 * * page 3, ligne 23 - page 5 *	1
A	US 5 818 641 A (TAKAHASHI) 6 octobre 1998 (1998-10-06) * abrégé; figure 1 * * colonne 1, alinéa 1 *	2-4
A	WO 91 06031 A (COHEN) 2 mai 1991 (1991-05-02) * abrégé; figures * * page 2, ligne 18 - page 4, ligne 17 * * page 6, ligne 23 - ligne 35; figures *	2-4
A	US 5 801 885 A (TOGINO) 1 septembre 1998 (1998-09-01) * colonne 4, ligne 31 - ligne 42; figure 1 * * colonne 5, ligne 5 - ligne 16 *	5,11
-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
27 décembre 1999		Soulaire, D
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

INSTITUT NATIONAL de la PROPRIETE INDUSTRIELLE

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

FA 574276 FR 9904820

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US 5 815 326 A (TAKAHASHI) 29 septembre 1998 (1998-09-29) * colonne 12, ligne 10 - ligne 17 * * colonne 12, ligne 60 - ligne 62; figure 1 * * colonne 12, ligne 60 - ligne 62; figure 1 *	7,12,13
A	US 4 729 634 A (RABER) 8 mars 1988 (1988-03-08) * colonne 4, ligne 51 - ligne 66; figure 1 *	7,12
A	EP 0 730 183 A (CANON) 4 septembre 1996 (1996-09-04) * page 4 - page 8 *	7
A	US 5 734 505 A (TOGINO) 31 mars 1998 (1998-03-31) * colonne 10; figure 7; exemple 7 * * colonne 16, ligne 65 - colonne 67 *	9,14,15
A	US 5 650 869 A (MANHART) 22 juillet 1997 (1997-07-22) * figure 8, "LENS 820" *	7,13
A	US 3 697 154 A (JOHNSON) 10 octobre 1972 (1972-10-10) * colonne 3, ligne 28 - ligne 62; figure 3 * * colonne 4, ligne 42 - ligne 53; figure 4 *	14
A	US 4 026 641 A (BOSSERMAN) 31 mai 1977 (1977-05-31) * colonne 2, ligne 55 - ligne 68; figures *	15
		-/--
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
27 décembre 1999		Soulaire, D
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1 EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

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

FA 574276
FR 9904820

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	FR 2 764 997 A (SEXTANT AVIONIQUE) 24 décembre 1998 (1998-12-24) * abrégé * * page 4, ligne 22 - ligne 24; figure 3 * -----	16,17
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
27 décembre 1999		Soulaire, D
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)