

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 410 238 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

25.01.2012 Bulletin 2012/04

(51) Int Cl.:

F21V 7/00 (2006.01)

F21V 5/00 (2006.01)

F21S 8/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 11174428.0

(22) Date de dépôt: 18.07.2011

(84) Etats contractants désignés:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

Etats d'extension désignés:

BA ME

(30) Priorité: 19.07.2010 FR 1055851

(71) Demandeur: VALEO VISION

93012 Bobigny (FR)

(72) Inventeurs:

- Albou, Pierre  
75013 PARIS (FR)

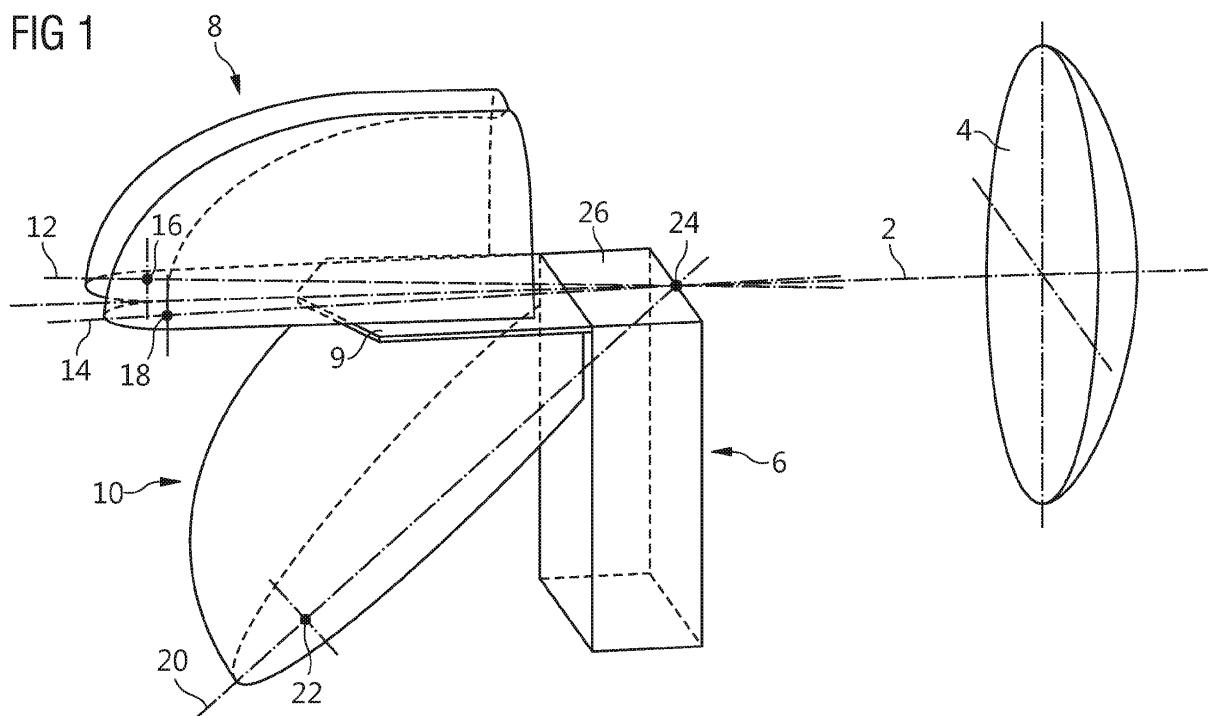
- Muller, Julien  
75020 PARIS (FR)

## (54) Plieuse sur lame transparente avec dépouille

(57) L'invention a trait à un module d'éclairage pour véhicule automobile, le module comprenant une lentille (4) avec un axe optique (2) et un foyer (24), un réflecteur elliptique (10) avec un premier foyer (22), un second foyer (24) confondu avec le foyer de la lentille (4), un axe optique (20) passant par les premier et second foyers,

une lame transparente (6) disposée transversalement à l'axe optique (2) de la lentille et du module, avec une tranche (26) servant de plieuse réfléchissant les rayons provenant du réflecteur (10). La tranche (26) est inclinée par rapport à l'axe optique (2) du module vers le réflecteur, et ce de quelques degrés.

FIG 1



**Description**

**[0001]** L'invention a trait à un module d'éclairage pour projecteur véhicules, plus particulièrement à un module d'éclairage comprenant un réflecteur avec un premier et second foyer, tel qu'un réflecteur elliptique, une lame en matériau transparent avec une tranche disposée à proximité du second foyer et destinée à servir de plieuse, et un élément dioptrique, par exemple une lentille convergente.

**[0002]** Pour créer des coupures dans les faisceaux, il est connu d'utiliser des caches horizontaux réfléchissants appelés « plieuse », comme par exemple dans EP1357334. Il est également connu du document FR 2 917 484 A1 de prévoir un dispositif avec un revêtement réfléchissant sur la tranche supérieure de la lame en guise de plieuse. Ce document divulgue en effet un module optique comprenant un double réflecteur du type elliptique avec un premier foyer où une source lumineuse est disposée, un second foyer, un élément dioptrique du type lentille biconvexe dont le foyer est confondu avec le second foyer du réflecteur, et une lame en matériau transparent disposée perpendiculairement à l'axe optique du module. La tranche ou surface supérieure de la lame transparente est généralement plane et alignée avec l'axe optique et recouverte d'un revêtement réfléchissant. Le bord avant de la tranche, c'est-à-dire le bord de la tranche du côté de la lentille est au voisinage du second foyer. Le revêtement réfléchissant sur la tranche supérieure de la lame transparent consiste par exemple en un dépôt d'aluminium déposé sous vide avec une épaisseur allant de moins de un micron à quelques dizaines de microns. Le revêtement réfléchissant constitue une « plieuse » apte à « replier » par réflexion les rayons provenant du réflecteur supérieur afin d'assurer une coupure du faisceau du type « code » ainsi généré. Les rayons provenant du réflecteur inférieur viennent s'ajouter à ceux du réflecteur supérieur afin d'assurer la fonction « route ». La plieuse ainsi formée présente l'avantage d'être extrêmement fine ce qui est particulièrement intéressant en fonction « route » afin de réduire au minimum les zones de faible intensité entre le faisceau provenant du réflecteur supérieur et le faisceau provenant du réflecteur inférieur. Une telle finesse de plieuse est difficile à atteindre au moyen d'une plaque réfléchissante, à tout le moins dans une logique industrielle et à un prix raisonnable.

**[0003]** De plus, la lame servant du support au revêtement réfléchissant présente l'inconvénient d'avoir un indice de réfraction supérieure à 1 et, partant, de réfracter les rayons provenant du réflecteur inférieur. L'utilisation d'une lame transparente support génère par conséquent une légère déviation des rayons et, partant, une perte de rendement et de qualité d'éclairage. Les rayons provenant du réflecteur et entrant dans la lame avec un angle d'incidence important et qui sont ensuite réfléchis par le revêtement réfléchissant ressortent de la lame à une certaine distance de la tranche réfléchissante de la lame et avec un angle d'incidence toujours important. Ces rayons vont rencontrer la lentille avec un angle d'incidence important et vont donc subir des pertes dites de Fresnel, encore appelées réflexions vitreuses partielles.

**[0004]** L'invention a pour but de proposer un module d'éclairage plus performant que les modules cités précédemment.

**[0005]** L'objet de l'invention concerne un module d'éclairage pour un projecteur de véhicule automobile, comprenant: un premier réflecteur avec une surface réfléchissante, avec au moins un premier foyer pour une source lumineuse et un second foyer; un élément dioptrique avec un axe optique, disposé de manière à recevoir les rayons lumineux de ladite source lumineuse et à transmettre les rayons lumineux l'atteignant en un faisceau lumineux; une lame en matériau transparent disposée entre ledit réflecteur et ledit élément dioptrique de manière à présenter une tranche, formant une plieuse apte à réfléchir une partie des rayons réfléchis par la surface réfléchissante du premier réflecteur vers une partie de l'élément dioptrique; le premier réflecteur, l'élément dioptrique, la tranche de la lame étant agencés de manière à former un faisceau. Selon l'invention ladite tranche généralement plane est inclinée vers ledit réflecteur par rapport à l'axe optique de l'élément dioptrique. L'élément dioptrique peut être une lentille convergente.

**[0006]** Ces mesures ont pour effet de modifier la géométrie de réflexion au sein de la lame et de rapprocher de l'axe optique les rayons se propageant dans la lame et réfléchis par la plieuse. Ceci permet de concentrer les rayons vers l'axe optique. Le rendement du faisceau et son intensité sont ainsi augmentés.

**[0007]** La surface réfléchissante du premier réflecteur est telle que ladite surface réfléchissante est apte à réfléchir les rayons lumineux émis par la source lumineuse partant dudit premier foyer, les rayons réfléchis se propageant vers ledit second foyer, soit avant qu'ils n'atteignent ladite lame, soit après réfraction dans ladite lame. Dans le second cas, direction des rayons réfléchis vers le second foyer après réfraction, la surface réfléchissante du premier réflecteur est corrigée en fonction de la lame de manière à ce que des rayons émis par la source lumineuse du premier réflecteur passent approximativement par le second foyer après réflexion sur ladite surface réfléchissante corrigée et réfraction au passage dans ladite lame. La surface réfléchissante est corrigée par rapport à une surface réfléchissante où les rayons réfléchis sont dirigés vers le second foyer avant réfraction.

**[0008]** La tranche peut comprendre une portion plane ou être totalement plane.

**[0009]** La présence d'un revêtement réfléchissant sur la tranche n'est pas essentielle. En effet, il est possible d'assurer la fonction de plieuse sans la présence de revêtement réfléchissant, cette fonction étant basée sur le principe de réflexion totale au dioptrre formé par le changement d'indice de réfraction entre le matériau transparent de la lame et l'air ambiant au niveau de la tranche.

**[0010]** Selon un mode avantageux de l'invention, le bord de la tranche de la lame du côté de l'élément dioptrique est

approximativement au niveau dudit second foyer.

[0011] Préférentiellement l'axe optique de l'élément dioptrique passe par le second foyer. L'élément dioptrique est convergent et présente un foyer disposé environ sur le second foyer.

[0012] Selon un autre mode avantageux de l'invention, la tranche de la lame forme un angle  $\beta$  avec l'axe optique de l'élément dioptrique compris entre  $1^\circ$  et  $7^\circ$ , préférentiellement entre  $2^\circ$  et  $5^\circ$ , plus préférentiellement encore entre  $3^\circ$  et  $5^\circ$ .

[0013] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la lame est située exclusivement du côté de l'axe optique de l'élément dioptrique où se trouve le réflecteur. Cela permet par exemple d'utiliser un second réflecteur au-dessus du premier réflecteur.

[0014] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la tranche de la lame est pourvue d'un revêtement réfléchissant.

[0015] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la lame présente deux faces principales parallèles et perpendiculaires à l'axe optique de l'élément dioptrique.

[0016] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la lame présente une face opposée à la tranche servant de plieuse, ladite face opposée étant inclinée par rapport à une perpendiculaire aux faces principales, l'inclinaison de ladite face opposée étant orientée de manière à réduire la surface de la face principale en regard du réflecteur. Cela permet d'obtenir un angle de dépouille pour pouvoir démouler la lame plus facilement lors de sa conception. C'est notamment le cas lorsque la lame est en verre, car il est difficile voir impossible d'utiliser un mouvement dans l'outil de moulage. Préférentiellement, la face de la lame opposée à la tranche servant de plieuse forme un angle avec une perpendiculaire aux faces principales compris entre  $1^\circ$  et  $7^\circ$ , préférentiellement entre  $2^\circ$  et  $5^\circ$ , plus préférentiellement encore entre  $3^\circ$  et  $5^\circ$ .

[0017] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, l'axe optique du premier réflecteur forme un angle avec l'axe optique de l'élément dioptrique, préférentiellement un angle de plus de  $10^\circ$ , plus préférentiellement un angle de plus de  $20^\circ$ , plus préférentiellement encore un angle de plus de  $30^\circ$ . Les mesures proposées sont particulièrement intéressantes lorsque le réflecteur est incliné par rapport à l'axe optique du module. En effet, dans cette disposition, les rayons entrent dans la lame avec un angle d'incidence plus important, si bien que la compensation opérée par les mesures proposées permet de limiter la dispersion des rayons.

[0018] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, le premier réflecteur est disposé de manière à ce que sa surface réfléchissante s'éloigne de l'axe optique de l'élément dioptrique lorsque ladite surface réfléchissante se rapproche de son premier foyer. Par exemple, lorsque l'axe optique de l'élément dioptrique est horizontal, le premier foyer de la surface réfléchissante est situé dessous l'axe optique de l'élément dioptrique. D'une manière générale, cette disposition implique un angle substantiel entre l'axe optique du réflecteur et l'axe optique du module. Il s'en suit que les rayons provenant du réflecteur entrent dans la lame avec un angle d'incidence important, la compensation opérée par les mesures proposées permettant ainsi de limiter la dispersion des rayons.

[0019] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, le module comprend un deuxième réflecteur avec une surface réfléchissante, avec au moins un premier foyer pour une source lumineuse, un second foyer et un axe optique passant par lesdits premier et second foyers, ladite surface réfléchissante étant apte à réfléchir les rayons lumineux émis par ladite source lumineuse parant dudit premier foyer vers ledit second foyer, ledit second foyer étant approximativement confondu avec le second foyer du premier réflecteur, l'axe optique du premier réflecteur formant un angle avec l'axe optique de l'élément dioptrique, les premier et deuxième réflecteurs étant orientés par rapport à leurs axes optiques respectifs de manière à ce que la surface réfléchissante du deuxième réflecteur soit en vis-à-vis de la surface externe du premier réflecteur, cette surface externe étant la surface opposée à la surface réfléchissante du premier réflecteur. Par exemple, la face réfléchissante du deuxième réflecteur est face au dos du deuxième réflecteur.

[0020] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, comprend une paroi disposée adjacente à la tranche de la lame transparente, dans un plan passant approximativement par ladite tranche, ladite paroi ayant une face réfléchissante orientée vers le premier réflecteur et servant de plieuse pour des rayons réfléchis par la surface réfléchissante du premier réflecteur. Préférentiellement, le plan contenant cette paroi est parallèle à l'axe optique de l'élément dioptrique et passe par le bord arrière de la tranche réfléchissante de la lame.

[0021] Préférentiellement, la ou les sources lumineuses sont des diodes électroluminescentes.

[0022] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront mieux compris à l'aide de la description et des dessins parmi lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un module d'éclairage selon l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe du mode de réalisation illustré en figure 1, avec tracé de rayons..

La figure 3 est une vue schématisant le fonctionnement du réflecteur inférieur du module illustré en figure 2.

La figure 4 est une vue agrandie de la lame d'un module d'éclairage selon l'invention.

La figure 5 est une vue d'un module d'éclairage selon l'invention illustrant les points de référence, le référentiel et les vecteurs utilisés pour un exemple de calcul de la surface du réflecteur.

5 La figure 6 est une première vue illustrant l'impact de la correction du réflecteur.

La figure 7 est une seconde vue illustrant l'impact de la correction du réflecteur.

10 [0023] On comprend dans la description de l'invention les termes « avant », « arrière », « haut », « bas », « supérieur » ou « inférieur » d'après la position du module d'éclairage selon les figures et une fois intégré dans un projecteur et monté sur un véhicule en mode de fonctionnement conventionnel. Il est rappelé que le module pourrait être monté et utilisé dans d'autres positions et/ou orientations sans pour autant s'éloigner de l'invention. Les termes sus mentionnés sont donc à interpréter de manière relative et non absolue.

15 [0024] Il est également à noter que les éléments optiques sont illustrés aux figures de manière simplifiée avec correspondance parfaite des foyers et axes optiques pour des raisons de clarté d'exposé. De telles correspondances ne sont pas à interpréter de manière stricte sachant qu'en pratique, il peut y avoir de légères déviations en raison de la nature imparfaite de certains éléments, de tolérance de montage et/ou afin de corriger certains effets liés à l'imperfection de certains éléments optiques. Il en va de même pour les sources lumineuses qui sont représentées de manière ponctuelle alors qu'il est clair qu'en pratique ces sources lumineuses ne sont pas parfaitement ponctuelles et présentent bien une surface d'émission de lumière qu'il a été choisi ici volontairement de ne pas représenter.

20 [0025] A la figure 1 est illustré de manière schématique et en perspective un module d'éclairage selon l'invention. Il comprend une lentille convergente 4 avec un foyer 24 et un axe optique 2 passant par le foyer. Une lame transparente 6 est disposée généralement perpendiculairement à l'axe optique 2, soit généralement verticalement dans le demi-espace délimité par un plan médian horizontal passant par l'axe optique 2. La lame présente une tranche supérieure 26 comprenant l'axe optique 2 et passant au moins approximativement par le plan en question. La tranche supérieure 26 est recouverte d'un revêtement réfléchissant. Ce revêtement est appliqué exclusivement sur la tranche 26, laissant les autres faces de la lame transparentes. La lame est disposée de manière à ce que le bord avant soit au niveau du foyer 24. La tranche 26 présente un ressaut au niveau de sa médiane correspondant à l'axe optique 2. La fonction de ressaut sera explicitée d'avantage plus loin. La lame est en matériau transparent comme du verre ou tout autre matériau transparent, comme par exemple du PMMA (polyméthacrylate de méthyle).

30 [0026] Il est à noter que la tranche 26 de la lame peut assurer la fonction de plieuse sans la présence de revêtement réfléchissant, et ce par l'utilisation du principe de réflexion totale sur un dioptrre formé par l'interface entre deux milieux d'indice de réfraction différents. Dans ce cas, il conviendra de veiller à ce que les rayons rencontrent le dioptrre formé par la tranche avec un angle d'incidence supérieur à l'angle limite de réflexion totale.

35 [0027] Le module comprend également un premier réflecteur 10 dans le demi-espace inférieur. Il est représenté schématiquement par sa surface réfléchissante. Cette surface présente dans cet exemple un profil approximatif d'ellipsoïde, par exemple symétrique en rotation autour de son axe optique 20. Elle comprend un premier foyer 22 destiné à recevoir une source lumineuse et un second foyer confondu avec le foyer 24 de la lentille 4. L'axe optique 20 du premier réflecteur forme un angle avec l'axe optique 2 qui est compris entre 30° et 60°, préférentiellement compris entre 40° et 50°. La source lumineuse éclaire majoritairement dans un demi-espace délimité par le plan transversal comprenant l'axe optique 20 du réflecteur et est préférentiellement du type à diode électroluminescente.

40 [0028] Le module comprend également un deuxième réflecteur 8 représenté par sa surface réfléchissante. Elle est composée de deux sous-surfaces réfléchissantes de profil elliptique symétrique en révolution par rapport aux axes optiques 12 et 14 respectifs. Chaque sous-surface réfléchissante comporte un premier foyer 16 ou 18 destiné à recevoir une source lumineuse et un second foyer confondu avec le foyer 24 de la lentille 4 et le second foyer du premier réflecteur. La surface réfléchissante du deuxième réflecteur 8 est constituée de la juxtaposition des deux sous-surfaces dans un demi-espace délimité par un plan passant par les axes optiques 12 et 14 et l'axe optique 2 de la lentille 4, de manière à former une cavité doublement concave apte à réfléchir les rayons lumineux provenant des premiers foyers 16 et 18 vers le second foyer 24. Les deux axes optiques respectifs 12 et 14 forment un angle aigu entre eux et forment, chacun, un angle égal avec l'axe optique 2 de la lentille 4 et du module.

50 [0029] Le module d'éclairage comprend également une plaque 9 réfléchissante sur ses deux faces et disposée approximativement dans le plan passant par les axes optiques 12 et 14 du deuxième réflecteur et la tranche réfléchissante 26 de la lame 6. Elle est disposée de manière adjacente ou quasi-adjacente au bord arrière de la tranche et s'étend jusqu'à une distance depuis ce bord arrière. Le bord arrière de la plaque 9 arrive approximativement à hauteur de l'intersection de la surface réfléchissante du premier réflecteur 10 avec ledit plan. Plus précisément, le profil du bord arrière de la plaque réfléchissante 9 est en forme de V dont la pointe est alignée avec l'axe optique 2 du module et dirigée vers l'arrière, de manière à ce que la surface réfléchissante de la plaque couvre une majeure partie de la zone délimitée par l'intersection de la surface réfléchissante du premier réflecteur avec le plan. La plaque réfléchissante 9 joue le rôle de plieuse complémentaire et sera explicité plus loin.

**[0030]** Il est à noter que les axes optiques 12 et 14 des sous-surfaces réfléchissantes du deuxième réflecteur 8 ne doivent pas nécessairement être compris dans le plan médian horizontal. En effet, ils peuvent former un certain angle avec ce plan.

**[0031]** Une vue en coupe et de principe optique du dispositif de la figure 1 est illustrée à la figure 2. Pour des raisons de simplicité d'exposé, il a été choisi d'assimiler le deuxième réflecteur à une surface réfléchissante unique avec un seul premier foyer et une seule source lumineuse. Cette simplification ne modifie en rien le principe de fonctionnement du deuxième réflecteur comprenant deux sous-surfaces réfléchissantes et deux sources lumineuses.

**[0032]** Le deuxième réflecteur 8 génère avec sa ou ses sources lumineuses 16 et 18 un faisceau à coupure assurant par exemple une fonction d'éclairage de type « code ». En effet, la majorité des rayons émis par la source lumineuse sont réfléchis par la surface réfléchissante du deuxième réflecteur 8 vers le second foyer 24 et sont transmis par la lentille en un faisceau de rayons essentiellement parallèles. Un tel rayon est illustré par un trait plein depuis la source lumineuse 16, 18 jusqu'à la lentille en passant par la surface réfléchissante et le second foyer 24. Certains rayons, notamment ceux émis depuis une zone latérale avant de la source lumineuse, rencontrent la plieuse 26 à l'arrière du foyer 24. Ils sont réfléchis ou « repliés » vers une partie haute de la lentille avec un angle d'incidence tel qu'ils sortent de la lentille inclinés légèrement vers le bas. Un tel rayon est illustré par un trait interrompu à la partie supérieure de la figure. La plieuse joue donc le rôle d'un cache dans un système de projection classique et la projection de son bord forme la coupure horizontale du faisceau projeté, cette coupure étant utile notamment pour une fonction d'éclairage du type « code ». Il est à noter que comme mentionné précédemment, la plieuse comporte un ressaut au niveau du bord avant dit bord de coupure de manière à ce que la coupure soit plus haute d'un côté que de l'autre du plan médian vertical afin de projeter un faisceau du type « code » en conformité avec la législation.

**[0033]** La plupart des rayons émis par la source lumineuse 22 du premier réflecteur 10 sont réfléchis par la surface réfléchissante du réflecteur, traversent la lame 6, passent par le foyer 24, sont projetés par la partie haute de la lentille 4 et viennent s'ajouter au faisceau provenant du réflecteur supérieur afin d'assurer la fonction « route ». Un tel rayon est illustré par un train interrompu à la partie inférieure de la figure.

**[0034]** La figure 3 est une vue similaire à celle de la figure 2 où parmi les deux réflecteurs, seul le réflecteur inférieur, à savoir le premier réflecteur, est illustré. Cette vue est agrandie et illustre certaines particularités optiques du module selon l'invention. Un premier rayon en train interrompu et correspondant à celui de la figure 2 est illustré. Il est émis par la source lumineuse 22, est réfléchi par la surface réfléchissante, pénètre la lame transparente 6 et subit une première réfraction, traverse la lame, passe par le foyer 24, sort de la lame et subit une seconde réfraction avant de rencontrer la lentille dans sa moitié supérieure. Un deuxième rayon est illustré en trait plein. Il est émis par une zone décentrée de la source lumineuse 22 et est réfléchi vers une zone de la plieuse située légèrement en arrière du second foyer 24. Similairement au premier rayon, il pénètre la lame, subit une première réfraction, traverse la lame jusqu'à rencontrer la plieuse 26, est réfléchi vers le bas, traverse le reste de l'épaisseur de la lame, sort de la lame, subit une seconde réfraction vers le bas et rencontre la lentille dans sa moitié inférieure. Ce rayon sera ensuite transmis et dévié par la lentille vers la partie haute du faisceau d'éclairage. Une vue agrandie du haut de la lame illustre bien les phénomènes de réfraction et de réflexion de ces deux rayons types.

**[0035]** La tranche supérieure de la lame formant la plieuse est inclinée depuis le bord de coupure vers le bas du module afin de concentrer d'avantage les rayons réfléchis par la plieuse. La figure 4 est une vue agrandie du haut de la lame. La tranche supérieure 26 comprise dans le plan médian horizontal est illustrée en trait plein. La tranche supérieure inclinée 36 est illustrée en trait interrompu. Elle présente un angle de dépouille  $\beta$  par rapport au plan médian horizontal. Cet angle correspond à une dépouille de hauteur  $d$  au niveau de la face arrière de la lame. Un rayon 28 provenant du premier réflecteur 10 et pénétrant la lame est illustré. Il est réfracté et subit une première déviation 30. Il est ensuite réfléchi par la plieuse non inclinée en un rayon 32 traversant le reste de l'épaisseur de la lame pour ensuite en sortir en subissant une seconde réfraction 34. Le point d'émergence du rayon est à une distance  $e$  du bord de coupure. Ce rayon sort de la lame selon un angle  $\alpha$  avec la normale à la face avant de la lame. Le même rayon incident de la lame sera réfléchi par la plieuse inclinée 36 en un rayon 38 moins incliné que le rayon correspondant 32. Ce rayon 38 va alors sortir de la lame en un point d'émergence à une distance  $e'$  du bord de coupure, cette distance  $e'$  étant inférieure à la distance  $e$ . Le rayon sortant 40 subit une seconde réfraction et forme un angle  $\alpha'$  avec la normale à la face avant de la lame qui est inférieur à la valeur  $\alpha$  du même rayon incident réfléchi par la plieuse inclinée 36. En raison de ces deux effets, le rayon sortant 40 va rencontrer la lentille à avec un angle incident plus faible et en un point plus proche de l'axe optique. Le faisceau projeté provenant de tels rayons sera par conséquent plus proche de l'horizontale et assurera un éclairage de photométrie supérieure en raison de pertes plus faibles par réflexions vitreuses, notamment sur la face avant de la lame et sur les faces de la lentille.

**[0036]** Il est à noter que le matériau de la lame sera préférentiellement du verre par opposition aux matériaux plastiques pour des raisons de tenue en température. En effet, la présence de la lentille a pour effet que les rayons solaires extérieurs peuvent se concentrer via la lentille au foyer 24 et surchauffer le matériau de la lame. La tranche de la lame opposée à la tranche servant de plieuse peut également être similairement incliné, et ce de manière symétrique de manière à réduire la hauteur de la face arrière d'une valeur donnée. Bien que cette tranche de la lame ne joue aucun

rôle du point de vue de l'optique, une telle inclinaison ou angle de dépouille permet de simplifier la mise à forme de la lame en simplifiant le démolage selon une direction perpendiculaire aux faces avant et arrière. Les faces optiques peuvent ensuite être surfacée afin d'en garantir la planéité et les qualités optiques.

5 [0037] La surface réfléchissante du premier réflecteur est corrigée afin de compenser la première réfraction à laquelle les rayons sont soumis lors de leur entrée dans la lame. Le calcul de correction de la surface va être décrit ci-après en relation avec la figure 5.

[0038] Le calcul se base sur l'application du principe de Huygens et le principe de Fermat relatif au chemin optique.

10 [0039] En effet, selon le principe de Huygens, la lumière se propage de proche en proche, l'ensemble des points d'égale perturbation lumineuse étant appelée surface d'onde. Chacun des points de cette surface atteint par la lumière se comporte comme une source secondaire qui émet des ondelettes sphériques dans un milieu isotrope. La surface enveloppe de ces ondelettes forme une nouvelle surface d'onde.

15 [0040] La lumière se propage plus difficilement ou plus lentement dans les milieux autres que le vide. L'indice  $n$  du milieu est défini par

$$n = c/v$$

où  $c$  et  $v$  sont la vitesse de la lumière dans le vide et dans le milieu, respectivement.

20 [0041] Le chemin optique est le chemin parcouru par la lumière parcouru dans le vide durant la durée de propagation dans le milieu :

$$25 L(AB) = \int_{t_A}^{t_B} c dt = \int_A^B n ds = c(t_B - t_A) = n \cdot AB$$

30 où  $s$  désigne l'abscisse curviligne le long du chemin parcouru dans le milieu entre les points  $A$  et  $B$ , et  $AB$  la longueur du chemin parcouru entre  $A$  et  $B$ . Le principe de Fermat s'énonce : entre deux points  $A$  et  $B$ , atteints par la lumière, le chemin optique suivi le long du trajet est stationnaire. Il résulte notamment

$$35 L(AB) = \int_A^B n ds = \int_B^A n(-ds) = \int_B^A n ds'$$

40 en considérant que  $ds' = -ds$  est l'élément de coordonnée curviligne de  $B$  vers  $A$ , on peut alors écrire que

$$L(AB) = L(BA)$$

45 [0042] C'est le principe de retour inverse de la lumière : le trajet suivi par la lumière pour aller d'un point à un autre ne dépend pas du sens de propagation de la lumière.

[0043] Le chemin optique inverse depuis un point d'émergence  $O$  correspondant au foyer 24 jusqu'à la source lumineuse  $F$  se calcule comme suit :

50 Un référentiel  $x$ - $y$ - $z$  centré en  $O$  est illustré à la figure. Un vecteur  $\vec{r}$  de longueur égale à 1, originaire du point  $O$  et orienté selon le chemin inverse de la lumière dans la lame depuis le point  $O$  où  $\varphi$  est le complément de l'angle avec l'axe  $z$  et  $\theta$  le complément de l'angle avec l'axe  $y$  et s'écrit :

5

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} -\cos \varphi \cdot \cos \theta \\ \cos \varphi \cdot \sin \theta \\ \sin \varphi \end{pmatrix}$$

[0044] La première section de chemin optique OP s'écrit :

10

$$O + \lambda \vec{r} = OP$$

15

$$\lambda \sin \varphi = \varepsilon$$

où  $\varepsilon$  est l'épaisseur de la lame.

20 [0045] Il s'ensuit :

25

$$O = P + \frac{\varepsilon}{\sin \varphi} \vec{r}$$

[0046] Or, en l'application de la loi de Snell-Descartes seul l'angle  $\varphi$  change au passage du dioptre, si bien que  $n \cdot \vec{r} = \vec{i} \propto \vec{z}$ , où  $\vec{i}$  est le vecteur normé originaire du point P orienté selon le rayon inverse vers le réflecteur, il s'ensuit que  $i_x = nr_x$  et  $i_y = nr_y$ . Etant donné que le module de  $\vec{i}$  est égal à 1, il s'ensuit que

30

$$n^2(r_x^2 + r_y^2) + i_z^2 = 1$$

35

et

40

$$i_z = \sqrt{1 - n^2(\cos \varphi)^2}$$

d'où on peut calculer  $\vec{i}$ . Le point M est un point de la surface réfléchissante à calculer, d'où

45

$$P + \mu \vec{i} = M$$

50

$$FM + \mu + n\lambda = K$$

où K qui est le chemin optique de O à F est une constante en application du principe de Fermat. Il s'ensuit

55

$$(\overrightarrow{FP} + \vec{u}\vec{i})^2 = (K - n\lambda - u)^2$$

5  $\rightarrow \overrightarrow{FP}^2 + u^2 + 2\vec{u}\overrightarrow{FP} \cdot \vec{i} = (K - n\lambda)^2 + u^2 - 2(K - n\lambda)u$

10  $\rightarrow 2\vec{u}(\overrightarrow{FP} \cdot \vec{i} + K - n\lambda) = (K - n\lambda)^2 - \overrightarrow{FP}^2$

**[0047]** Le vecteur  $\overrightarrow{FP}$  est connu étant donné que les points F et P sont connus, le vecteur  $\vec{i}$  a été calculé sur base du calcul sus mentionné et  $\lambda$  est connu, il suffit alors de poser une constante K qui convient pour alors calculer la valeur de  $u$  et en déduire un point de la surface pour un vecteur  $\vec{r}$  donné. On peut ensuite itérer sur base d'un faisceau de rayons inverses et en déduire les coordonnées de la surface réfléchissante. L'homme de métier n'aura aucune difficulté à mettre en oeuvre un pareil calcul notamment par des méthodes de calcul numérique itératives.

**[0048]** En d'autres termes plus physiques, le réflecteur est corrigé de manière à transformer une surface d'onde sphérique issue d'un point source F à la surface de l'émetteur en une surface d'onde sphérique dans la matière de la lame, ayant pour centre le deuxième foyer 24, ce deuxième foyer étant situé dans la matière de la lame au voisinage de sa face de sortie avant et de sa face supérieure (tranche).

**[0049]** La correction de surface réfléchissante elliptique est applicable à diverses configurations, notamment la configuration du réflecteur 10 de la présente invention, ainsi qu'à une configuration classique telle qu'illustrée en trait interrompu 42 à la figure 5.

**[0050]** Il à noter que la correction ne doit pas nécessairement être faite sur toute la surface réfléchissante mais bien essentiellement sur la zone réfléchissant les rayons qui vont former la partie centrale du faisceau.

**[0051]** La figure 6 illustre une configuration de réflecteur elliptique dans un demi-espace et dont la surface est généralement orientée vers l'axe optique du module, montrant notamment l'effet de la correction de surface réfléchissante. Plus précisément, elle illustre une configuration de module d'éclairage avec deux réflecteurs elliptiques 8 et 42 dans des demi-espaces opposés et dont les surfaces réfléchissantes sont toutes deux généralement dirigées vers l'axe optique 2 du module. Les axes optiques des réflecteurs sont légèrement inclinés afin de ménager un espace pour le refroidissement des sources lumineuses 16, 18 et 44. Un premier rayon provenant de la source lumineuse 44 et réfléchi en un point A est illustré en trait plein. Le trait interrompu associé au trait plein illustre le chemin optique que suivrait le rayon si la surface réfléchissante n'était pas corrigée en fonction de la lame transparente 6 ; à savoir ce rayon serait réfracté à son entrée dans la lame et serait dévié du second foyer 24. Un deuxième rayon provenant de la source lumineuse 44 et réfléchi en un point B plus proche de l'axe optique de la surface réfléchissante est illustré en trait plein. Ce rayon rasant et dirigé vers le foyer 24 va rencontrer l'espace dédié au refroidissement et s'y perdre au lieu de pénétrer la lame. Dans cette configuration, certains des rayons rasants vont se perdre dans le radiateur de refroidissement des sources lumineuses. Cette situation est d'autant plus vraie que la surface du réflecteur est corrigée. En effet, cette correction a pour effet de réfléchir les rayons issus de la source lumineuse de manière à présenter une déviation par rapport au second foyer, cette déviation étant de sorte à ce que les rayons soient orientés vers un point situé à l'arrière du second foyer, ce qui intensifie le problème de perte de rayons dans l'espace nécessaire au refroidissement des sources lumineuses.

**[0052]** La figure 7 illustre l'effet de la correction de surface réfléchissante pour une configuration de réflecteur elliptique dans un demi-espace et dont la surface est généralement opposée à l'axe optique du module. Un premier rayon issu de la source lumineuse 22 et réfléchi en un point A de la surface réfléchissante corrigée est illustré en trait plein. En l'absence de correction de la surface, ce rayon pointerait vers le second foyer 24 mais serait dévié lors de son entrée dans la lame et passerait en dessous du foyer. Ce trait est illustré en trait interrompu. Le fait d'avoir « retourné » le réflecteur d'environ 180° sur son axe optique a permis d'une part de réduire au minimum, voire d'éliminer l'épaisseur du volume mort adjacent au bord arrière de la plieuse, et d'autre part d'incliner les rayons réfléchis par le réflecteur de manière à ce que la majeure partie d'entre eux ne se perdent pas dans des éléments de construction du module. La correction de la surface réfléchissante est d'autant plus intéressante dans cette configuration que l'angle moyen d'incidence sur la face arrière de lame est important. Un deuxième rayon issu de la source lumineuse et réfléchi par un point B plus éloigné de l'axe optique du réflecteur est également illustré. Ce rayon va rencontrer la plieuse complémentaire 9 de manière à être renvoyé vers la lame et participer à la production de lumière ambiante du faisceau. Il est à noter que la source lumineuse privilégiée est du type à diode électroluminescence. Une telle source éclaire dans un demi-espace mais concentre une majeure partie de la puissance d'éclairage dans un cône centré sur son axe principal d'éclairage (c'est-à-dire une perpendiculaire à l'axe optique du réflecteur), si bien que la configuration de la figure 7 va permettre aux rayons formant la majeure partie de la puissance d'éclairage de travailler de manière optimale.

[0053] Il est à noter que le fait de prévoir un angle de dépouille à la tranche de la lame formant la plieuse et tel que décrit précédemment en relation avec la figure 4 a particulièrement de sens avec la disposition « retournée » du réflecteur car les rayons y rencontrent la lame transparente avec un angle d'incidence plus important.

5

## Revendications

1. Module d'éclairage pour un projecteur de véhicule automobile, comprenant :

10 un premier réflecteur (10) avec une surface réfléchissante, avec au moins un premier foyer (22) pour une source lumineuse et un second foyer (24) ;  
 un élément dioptrique (4) avec un axe optique (2), disposé de manière à recevoir les rayons lumineux de ladite source lumineuse et à transmettre les rayons lumineux l'atteignant en un faisceau lumineux ;  
 15 une lame (6) en matériau transparent disposée entre ledit premier réflecteur (10) et ledit élément dioptrique (4) de manière à présenter une tranche (26) formant une plieuse apte à réfléchir une partie des rayons réfléchis par la surface réfléchissante du premier réflecteur vers une partie de l'élément dioptrique ;  
 le premier réflecteur (10), l'élément dioptrique (4), la tranche (26) de la lame étant agencés de manière à former un faisceau ;  
**caractérisé en ce que**  
 20 ladite tranche (26) généralement plane est inclinée vers ledit premier réflecteur (10) par rapport à l'axe optique (2) de l'élément dioptrique (4).

2. Module d'éclairage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le bord de la tranche (26) de la lame (6) du côté de l'élément dioptrique (4) est approximativement au niveau dudit second foyer (24).

- 25 3. Module d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tranche (26) de la lame (6) forme un angle  $\beta$  avec l'axe optique (2) de l'élément dioptrique (4) compris entre  $1^\circ$  et  $7^\circ$ , préférentiellement entre  $2^\circ$  et  $5^\circ$ , plus préférentiellement encore entre  $3^\circ$  et  $5^\circ$ .

- 30 4. Module d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la lame (6) est située exclusivement du côté de l'axe optique (2) de l'élément dioptrique (4) où se trouve le premier réflecteur (10).

5. Module d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tranche est pourvue d'un revêtement réfléchissant.

- 35 6. Module d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la lame (6) présente deux faces principales parallèles et perpendiculaires à l'axe optique (2) de l'élément dioptrique (4).

- 40 7. Module d'éclairage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la lame (6) présente une face opposée à la tranche (26) servant de plieuse, ladite face opposée étant inclinée par rapport à une perpendiculaire aux faces principales, l'inclinaison de ladite face opposée étant orientée de manière à réduire la surface de la face principale en regard du réflecteur.

- 45 8. Module d'éclairage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la face de la lame (6) opposée à la tranche (26) servant de plieuse forme un angle avec une perpendiculaire aux faces principales compris entre  $1^\circ$  et  $7^\circ$ , préférentiellement entre  $2^\circ$  et  $5^\circ$ , plus préférentiellement encore entre  $3^\circ$  et  $5^\circ$ .

- 50 9. Module d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'axe optique (20) du premier réflecteur (10) forme un angle avec l'axe optique (2) de l'élément dioptrique (4), préférentiellement un angle de plus de  $10^\circ$ , plus préférentiellement un angle de plus de  $20^\circ$ , plus préférentiellement encore un angle de plus de  $30^\circ$ .

- 55 10. Module d'éclairage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le premier réflecteur (10) est disposé de manière à ce que la surface réfléchissante s'éloigne de l'axe optique (2) de l'élément dioptrique (4) lorsque ladite surface réfléchissante se rapproche de son premier foyer.

11. Module d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend un deuxième réflecteur (8) avec une surface réfléchissante, avec au moins un premier foyer (16, 18) pour une source lumineuse, un second foyer (24), ladite surface réfléchissante étant apte à réfléchir les rayons lumineux émis par ladite source

lumineuse partant dudit premier foyer (16, 18) vers ledit second foyer (24), ledit second foyer étant approximativement confondu avec le second foyer (24) du premier réflecteur (10), l'axe optique (20) du premier réflecteur (10) formant un angle avec l'axe optique (2) de l'élément dioptrique (4), les premier et deuxième réflecteurs (10, 8) étant orientés par rapport à leurs axes optiques respectifs (20 ; 12, 14) de manière à ce que la surface réfléchissante du deuxième réflecteur soit en vis-à-vis de la surface externe du premier réflecteur, cette surface externe étant la surface opposée à la surface réfléchissante du premier réflecteur.

- 5
- 12. Module d'éclairage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** comprend une paroi (9) disposée adjacente à la tranche (26) de la lame (6), dans un plan passant approximativement par ladite tranche (26), ladite paroi ayant une face réfléchissante orientée vers le premier réflecteur (10) et servant de plieuse pour des rayons réfléchis par la surface réfléchissante du premier réflecteur.
  - 10
  - 13. Module d'éclairage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le plan contenant cette paroi (9) est parallèle à l'axe optique de l'élément dioptrique (4) et passe par le bord arrière de la tranche réfléchissante (26) de la lame (6).
  - 15
  - 14. Module d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la ou les sources lumineuses sont des diodes électroluminescentes.

20

25

30

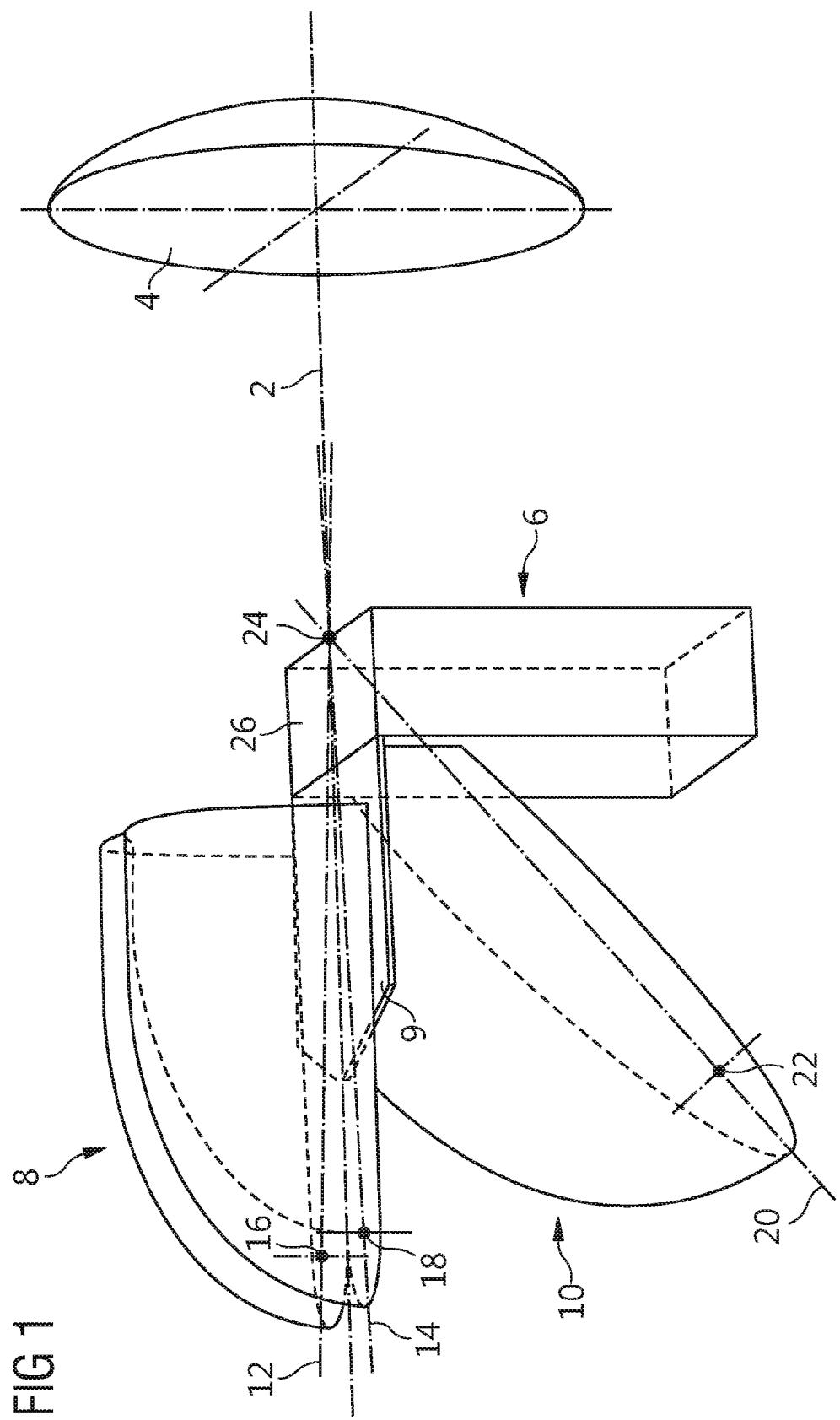
35

40

45

50

55



FIG

FIG 2

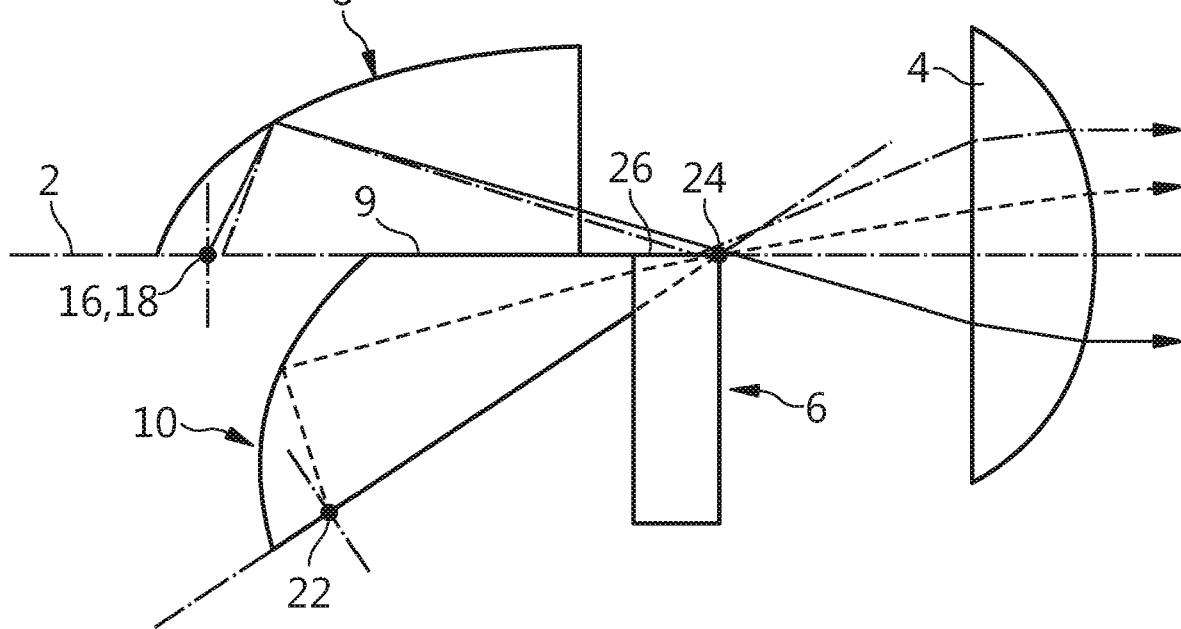


FIG 3

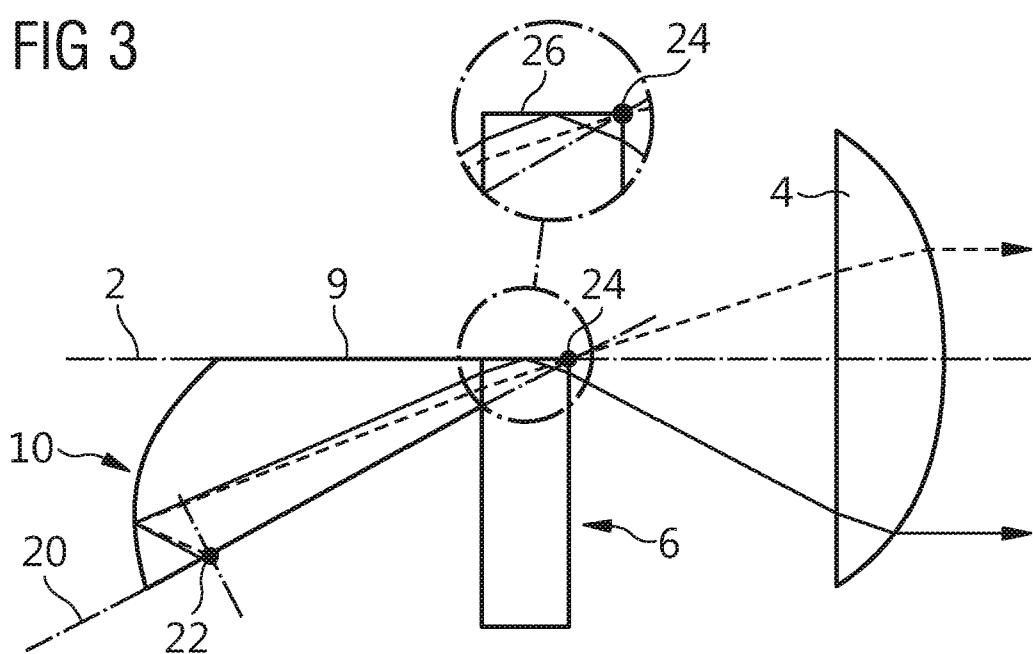


FIG 4

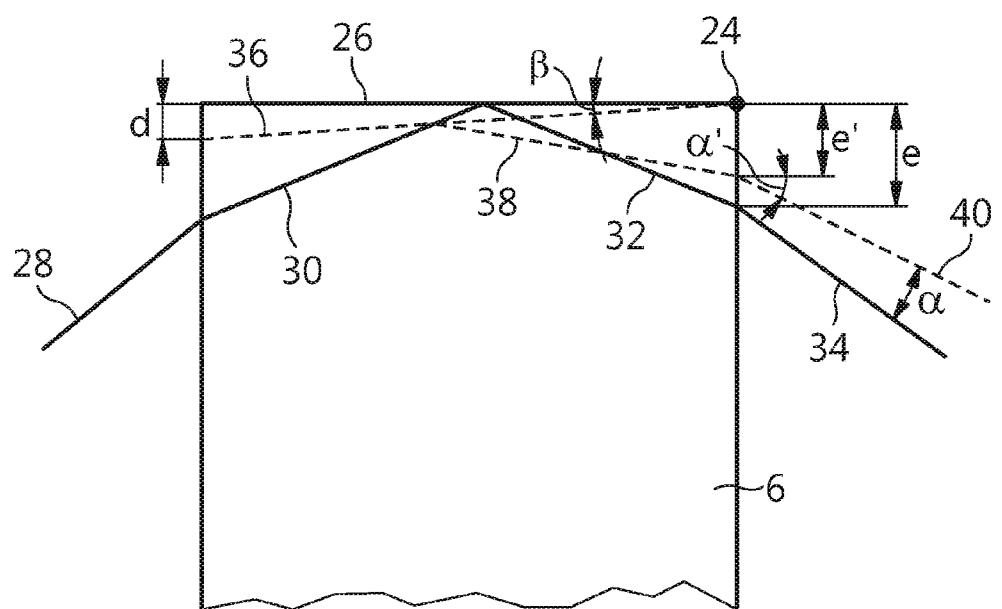


FIG 5

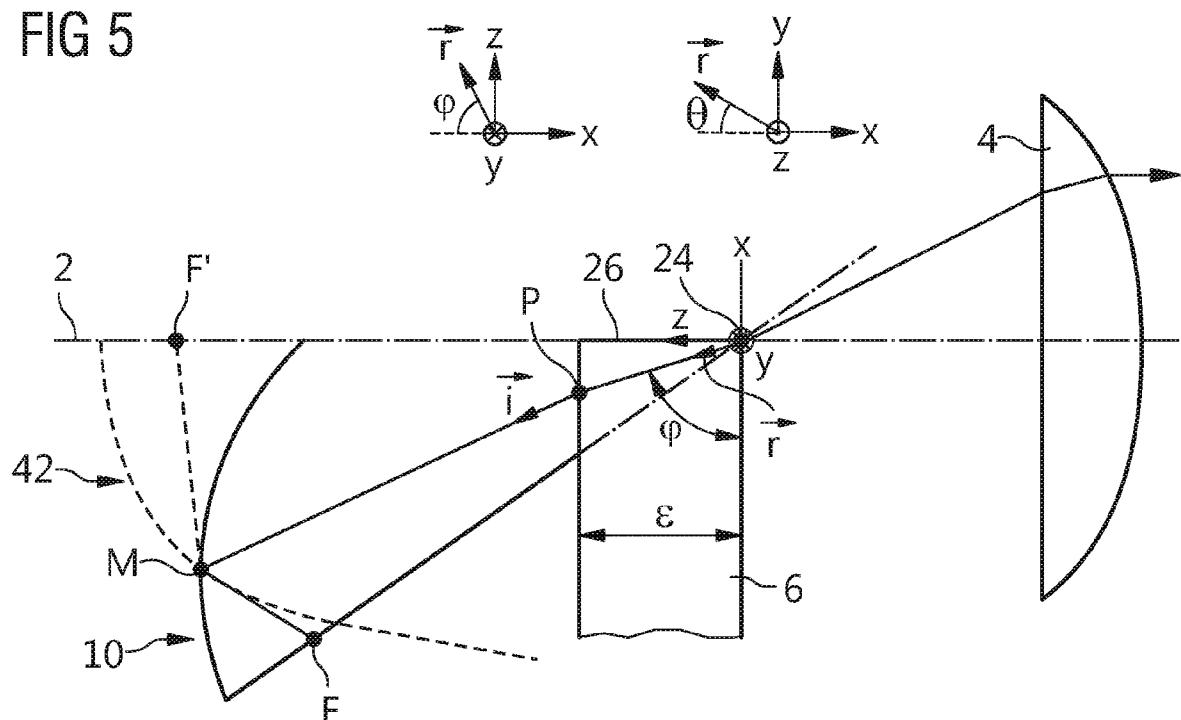


FIG 6

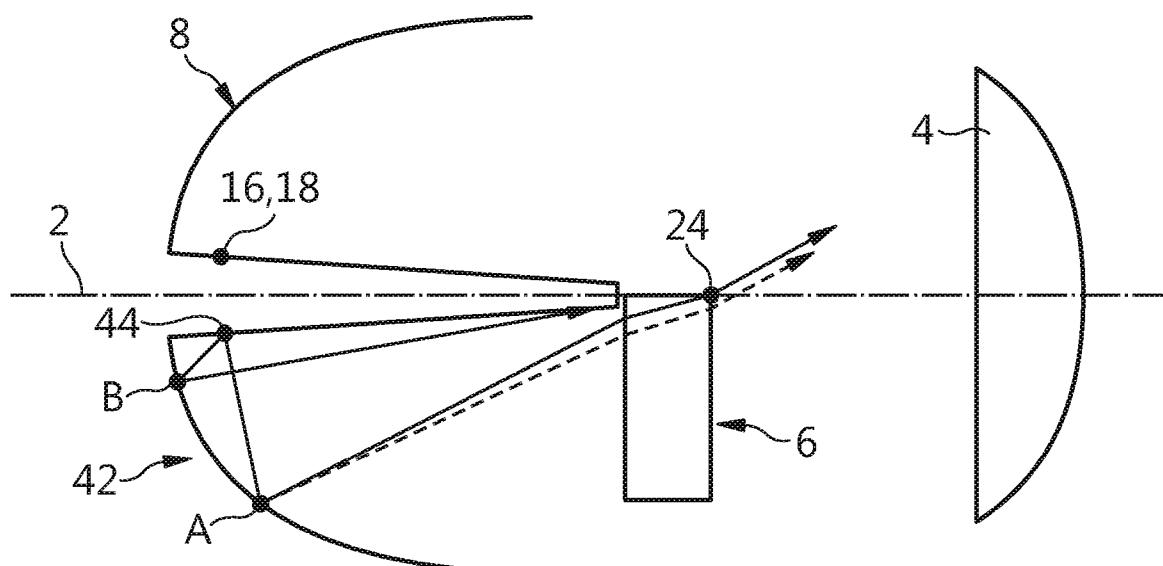
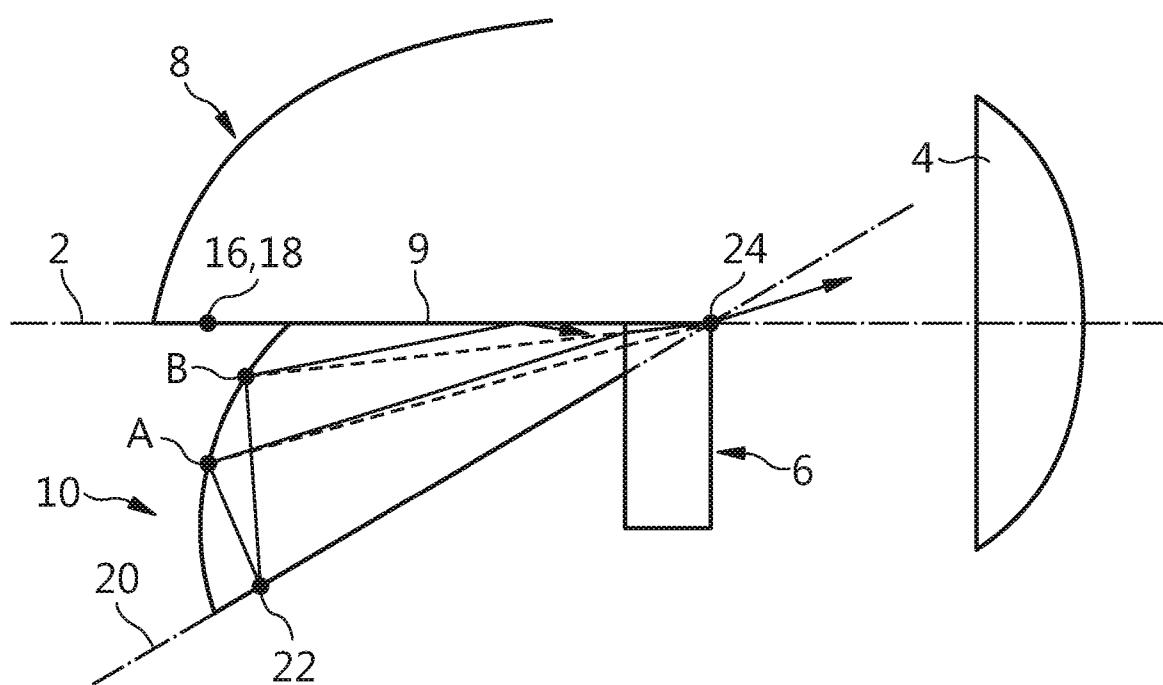


FIG 7





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

 Numéro de la demande  
 EP 11 17 4428

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 260 758 A1 (VALEO VISION [FR]) 27 novembre 2002 (2002-11-27) * figures 3,5 * * alinéa [0049] - alinéa [0053] * -----	1,3,5,14	INV. F21V7/00 F21V5/00 F21S8/12
X, P	EP 2 302 292 A1 (VALEO VISION [FR]) 30 mars 2011 (2011-03-30) * figure 1 * * alinéa [0036] * * alinéa [0039] * * alinéa [0041] * -----	1-5,14	
A, D	FR 2 917 484 A1 (VALEO VISION SA [FR]) 19 décembre 2008 (2008-12-19) * page 6, ligne 28 - page 7, ligne 16 * * figure 2 * -----	1	
A	US 2007/147062 A1 (NINO NAOHI [JP] ET AL) 28 juin 2007 (2007-06-28) * alinéa [0061] * * figures 3,4 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A, D	EP 1 357 334 A1 (VALEO VISION [FR]) 29 octobre 2003 (2003-10-29) -----	1	F21V F21S
A	EP 1 666 787 A1 (VALEO VISION [FR]) 7 juin 2006 (2006-06-07) * figures 1,2 * * alinéa [0030] * * alinéa [0033] * * alinéa [0045] * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
3	Lieu de la recherche  La Haye	Date d'achèvement de la recherche  30 septembre 2011	Examinateur  Prévot, Eric
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 17 4428

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

30-09-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1260758	A1	27-11-2002	FR	2825138 A1	29-11-2002
EP 2302292	A1	30-03-2011	FR	2950672 A1	01-04-2011
FR 2917484	A1	19-12-2008	AT EP	471487 T 2006604 A1	15-07-2010 24-12-2008
US 2007147062	A1	28-06-2007	CN DE JP JP	1991239 A 102006061751 A1 4579154 B2 2007179994 A	04-07-2007 12-07-2007 10-11-2010 12-07-2007
EP 1357334	A1	29-10-2003	AT DE ES FR JP JP US	377732 T 60317254 T2 2297107 T3 2839139 A1 4136773 B2 2003317515 A 2003202359 A1	15-11-2007 28-08-2008 01-05-2008 31-10-2003 20-08-2008 07-11-2003 30-10-2003
EP 1666787	A1	07-06-2006	AT DE FR JP	373199 T 602005002442 T2 2878938 A1 2006164980 A	15-09-2007 12-06-2008 09-06-2006 22-06-2006

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 1357334 A [0002]
- FR 2917484 A1 [0002]