



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
14.03.2007 Bulletin 2007/11

(51) Int Cl.:
F21V 5/00 ^(2006.01) **F21S 8/10** ^(2006.01)
F21Y 101/02 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06291391.8**

(22) Date de dépôt: **01.09.2006**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(71) Demandeur: **VALEO VISION**
93012 Bobigny Cédex (FR)

(72) Inventeur: **Albou, Pierre**
75013 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Renous Chan, Véronique**
Valeo Vision,
34, rue Saint-André
93012 Bobigny Cedex (FR)

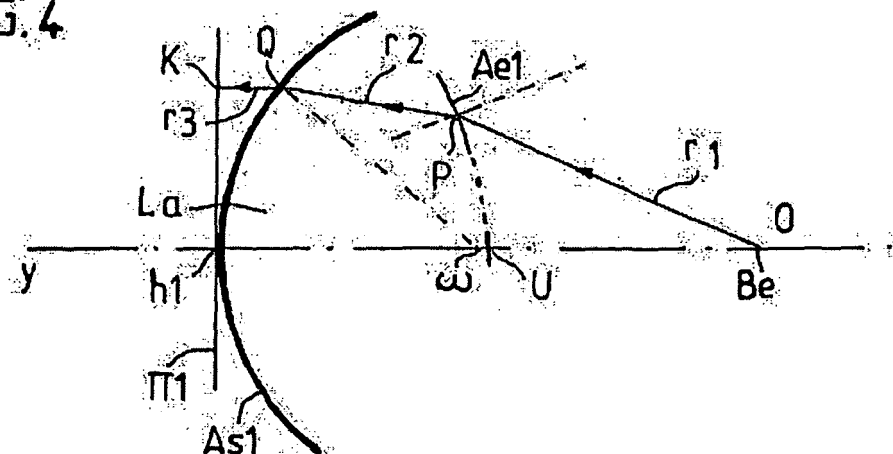
(30) Priorité: **09.09.2005 FR 0509234**
17.03.2006 FR 0602391

(54) **Procédé de construction d'un module de projecteur lumineux pour véhicule automobile**

(57) L'invention concerne un procédé de construction d'un module de projecteur lumineux donnant un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, comportant une lentille et une source lumineuse disposée en arrière de la lentille dont elle est séparée par de l'air, la source lumineuse étant formée par au moins une diode électro-

luminescente, selon lequel on choisit la surface de sortie (As1) de la lentille (La) de manière qu'elle puisse éventuellement se raccorder suivant une surface lisse et continue avec les surfaces de sortie de modules voisins similaires, et l'on détermine la surface d'entrée (Ae1) de la lentille de manière à obtenir la coupure du faisceau lumineux sans utiliser un cache occultant.

FIG. 4



Description

[0001] L'invention est relative à un procédé de construction d'un module de projecteur lumineux donnant au moins un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, du genre de ceux qui comportent une lentille et une source lumineuse disposée en arrière de la lentille dont elle est séparée par de l'air, la source lumineuse comprenant au moins une diode électroluminescente.

[0002] Les diodes électroluminescentes, désignées par la suite en abrégé par « LED » ou « diode », délivrent des flux lumineux relativement limités, de l'ordre de 100 lumens. Aussi, pour réaliser des fonctions d'éclairage pour véhicule automobile et obtenir le flux lumineux nécessaire, il faut utiliser plusieurs diodes : par exemple, pour un projecteur de type code, il est fréquent de prévoir une dizaine de diodes, ou plus, et autant de modules à une seule diode. Il en résulte un aspect pixellisé ou pointilliste du projecteur, qui n'est pas souhaité. La surface externe du projecteur peut présenter des discontinuités dans les zones de jonction des modules juxtaposés, ce qui n'est pas non plus souhaité. Les rayons de courbure de cette surface externe ne sont généralement pas adaptés à ceux des parties de carrosserie voisines, ce qui ne convient pas au style. La fusion des faisceaux lumineux des différents modules demande en outre à être améliorée.

[0003] L'invention a pour but, notamment, de créer un module de projecteur lumineux à lentille pouvant être assemblé de manière continue en aspect éteint à des modules voisins, et permettant de créer des faisceaux lumineux contrôlés, sans contrainte de rayon de courbure sur la surface de sortie de la pièce globale formant le projecteur. De préférence, le module à lentille doit pouvoir fournir des formes complexes de coupure du faisceau.

[0004] Elle a également pour but l'obtention d'un module à LED et lentille qui soit adaptable en vue de fournir différents types de faisceau, notamment des faisceaux, ou des portions de faisceau à coupure plate ou oblique, comme les faisceaux de code ou les faisceaux dits faisceaux autoroute (ou « motorway » en anglais).

[0005] Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le procédé de construction d'un module de projecteur lumineux pour véhicule automobile, du genre défini précédemment, est tel que l'on choisit la surface de sortie de la lentille de manière qu'elle puisse se raccorder suivant une surface lisse et continue avec les surfaces de sortie de modules voisins similaires, et que l'on détermine la surface d'entrée de la lentille de manière à obtenir la coupure du faisceau lumineux, sans utiliser un cache occultant.

[0006] On comprend dans le cadre de l'invention par « cache occultant » un cache qui intercepte la lumière qui l'atteint pour l'essentiel par absorption (par opposition à un élément réfléchissant la lumière notamment).

[0007] On comprend dans le cadre de l'invention par « modules similaires » des modules dont l'aspect extérieur est similaire, et qui comprennent également une lentille et au moins une diode électroluminescente, mais qui peuvent générer soit un faisceau à coupure soit un faisceau sans coupure (de type route).

[0008] Ces modules similaires peuvent aussi être des modules comme définis plus haut mais équipés d'au moins une diode électroluminescente émettant pour l'essentiel dans l'infra-rouge et non pas dans le visible, ceci notamment pour permettre d'émettre un faisceau infra-rouge de distribution sans coupure de type route pour une aide à la conduite de nuit.

[0009] Selon un second mode de réalisation de l'invention, qui peut s'ajouter au précédent, l'invention a pour objet un procédé de construction d'un module de projecteur lumineux donnant un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, comportant une lentille et une source lumineuse disposée en arrière de la lentille dont elle est séparée par de l'air, la source lumineuse étant formée par au moins une diode électroluminescente. Le procédé est tel qu'on choisit la surface de sortie de la lentille et on détermine la surface d'entrée de la lentille en s'appuyant sur une génératrice horizontale, de manière à obtenir la coupure du faisceau lumineux émis par le module sans utiliser un cache occultant, et avec une répartition horizontale contrôlée dudit faisceau lumineux.

[0010] On comprend, dans tout le reste du texte, les termes bas, haut, horizontaux, verticaux comme faisant référence aux positionnements du module ou du projecteur dans leur position de montage dans le véhicule.

[0011] De préférence, on choisit la surface de sortie de la lentille comme étant substantiellement cylindrique ou torique, la section de la surface de sortie de la lentille par un plan vertical parallèle à l'axe optique étant convexe vers l'avant.

[0012] On peut choisir la ou les courbure(s) de la surface de sortie de la lentille sensiblement égale à la ou aux courbure(s) des parois qui entourent le module.

[0013] Pour la construction d'un module comportant un réflecteur ellipsoïdal et une plieuse, la surface de sortie est avantageusement choisie comme étant celle d'un cylindre de révolution dont la section par un plan vertical passant par l'axe optique est un arc de cercle convexe vers l'avant, et la surface d'entrée est construite pour être stigmatique entre le second foyer du réflecteur ellipsoïdal et l'infini.

[0014] Pour la construction d'un module avec diode en vue directe de la lentille, la surface de sortie est généralement choisie torique, d'axe de révolution vertical, et on construit la surface d'entrée de manière à créer une coupure horizontale.

[0015] L'invention est également relative, selon un premier mode de réalisation du module, à un module de projecteur pour véhicule automobile comportant une lentille et, en arrière de la lentille, une source lumineuse séparée de la lentille par de l'air et formée par au moins une diode électroluminescente, ce module étant tel que la surface de sortie de la lentille est entièrement convexe vers l'avant et est telle qu'elle peut se raccorder suivant une surface lisse et continue

avec les surfaces de sortie de lentilles de modules voisins similaires, et la surface d'entrée de la lentille est définie de manière que le module donne un faisceau lumineux à coupure sans intervention d'un cache occultant, notamment vertical.

[0016] Elle est également relative, selon un second mode de réalisation du module (qui peut éventuellement s'ajouter au premier) à un module de projecteur lumineux donnant un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, comportant une lentille et une source lumineuse disposée en arrière de la lentille dont elle est séparée par de l'air, la source lumineuse comprenant au moins une diode électroluminescente, tel que la surface de sortie de la lentille est entièrement convexe vers l'avant, et la surface d'entrée (Ae1-Ae5) de la lentille est définie en s'appuyant sur une génératrice horizontale, de manière à ce que le module donne un faisceau lumineux à coupure sans intervention d'un cache occultant, notamment vertical, et avec une répartition horizontale.

[0017] Selon une variante de ce second mode de réalisation, la surface d'entrée (Ae6) de la lentille est calculée de manière à ce qu'une famille de rayons lumineux, dits rayons limites, issus de l'émetteur de la source lumineuse, émergent de la lentille de sorte qu'ils soient tous normaux, aux points où ils la rencontrent, à une surface, dite surface d'onde de sortie, cylindrique, de génératrices verticales et de section droite quelconque (le choix d'une section droite ou plus généralement d'une directrice de la surface d'onde de sortie permet contrôler la répartition horizontale de l'énergie dans le faisceau et remplace ici le choix de la « courbe génératrice » de la variante précédente). Les rayons limites sont choisis de manière à ce que tous les autres rayons lumineux issus de la source atteignant la face d'entrée de la lentille au même point qu'eux émergent de la face de sortie (As6) avec un vecteur directeur de composante verticale négative ou nulle. De cette façon, le faisceau engendré possède une ligne de coupure horizontale et toutes les images de l'émetteur rencontrent cette ligne limite à l'infini en un point. Dans cette seconde variante (désignée ultérieurement par II β), la surface d'entrée de lentille est en général discontinue, les points (nommés foyers) de l'émetteur dont sont issus les rayons limites étant différents selon que le point d'émergence du rayon limite à la surface de la source atteint la face d'entrée de la lentille en un point situé au dessus ou au dessous (suivant l'axe vertical z) de lui. Il va de soi que la pièce physique comporte une surface continue constituée des surfaces hautes et basses mentionnées ci-dessus et d'une surface de liaison, idéalement réglée, à génératrices parallèles à l'axe optique, et, en pratique, aux génératrices inclinées par rapport à cet axe de manière à permettre le démoulage de la lentille.

[0018] L'avantage de la variante II β réside dans la possibilité de calculer la surface de sortie (en deux parties) directement (une équation pour chaque point, indépendante des points voisins) et non de proche en proche, ce qui provoque la propagation des erreurs de calculs et éventuellement des oscillations numériques. En outre, le choix de la surface d'onde de sortie impose précisément la direction du rayon le plus montant de chaque image en fonction de son point d'émergence à la surface de sortie de la lentille, alors que la « courbe génératrice » de la variante précédente ne constitue qu'une des conditions aux limites pour un système d'équations aux dérivées partielles et, si elle permet en effet de contrôler la répartition horizontale de l'énergie, ne peut être directement reliée à la position horizontale d'une image issue d'un point donné de la surface de sortie.

[0019] La surface de sortie de la lentille peut être cylindrique ou torique, la section de la surface de sortie de la lentille par un plan vertical parallèle à l'axe optique étant convexe vers l'avant.

[0020] La ou les courbure(s) de la surface de sortie de la lentille peut être sensiblement égale à la ou aux courbure(s) des parois qui entourent le module sur le véhicule.

[0021] Le module de projecteur lumineux peut comporter un réflecteur ellipsoïdal et une plieuse, auquel cas la surface de sortie est avantageusement choisie comme étant celle d'un cylindre de révolution dont la section par un plan vertical passant par l'axe optique est un arc de cercle convexe vers l'avant, et la surface d'entrée est construite pour être stigmatique entre le second foyer du réflecteur ellipsoïdal et l'infini.

[0022] La forme du bord de la plieuse peut être prévue pour que le faisceau lumineux présente une coupure en V.

[0023] Le bord de la plieuse peut présenter une déformation en vallée pour compenser, en partie, les aberrations de la lentille.

[0024] Le bord de la plieuse peut présenter de part et d'autre du plan vertical passant par l'axe optique deux bosses reliées par une partie en cuvette pour constituer un module additionnel pour un code autoroute, renforçant la lumière dans l'axe au-dessous de l'horizontale.

[0025] Avantageusement, la surface d'entrée est telle que le chemin optique est constant du foyer externe du réflecteur, jusqu'à un plan tangent à la face de sortie en son point d'intersection avec l'axe optique du module.

[0026] Selon une autre possibilité, le foyer de la lentille est décalé transversalement par rapport à l'axe optique et le module éclaire dans une direction latérale par rapport à l'axe optique, la surface d'entrée de la lentille étant telle que le chemin optique est constant entre le foyer de la lentille et un plan vertical dont la trace sur le plan horizontal de l'axe optique est inclinée par rapport à cet axe.

[0027] Dans le cas d'un module dont la source lumineuse est en vue directe de la lentille, la surface de sortie de la lentille est choisie torique d'axe de révolution vertical, et la surface d'entrée est définie pour donner un faisceau à coupure horizontale. La source lumineuse peut être constituée d'un émetteur lambertien rectangulaire placé dans un plan vertical, orthogonal à l'axe optique, ou par une diode électroluminescente comportant un dôme protecteur transparent situé au-dessus de l'émetteur, lui-même placé dans l'air.

[0028] Selon une variante de l'invention, le module comprend une diode électroluminescente en vue directe de la lentille, ladite diode étant disposée selon un plan oblique par rapport à l'axe optique dudit module. Dans ce cas, on choisit de préférence une diode électroluminescente comportant un dôme protecteur transparent situé au-dessus de l'émetteur. Incliner ainsi la diode modifie la forme et la répartition du faisceau complémentaire au faisceau code émis par le module : quand on souhaite obtenir un faisceau dit faisceau autoroute (ou « motorway » en anglais) qui soit réglementaire, on a besoin d'une portion de faisceau qui soit de forte intensité et peu épais.

[0029] Avec une diode disposée de façon à émettre perpendiculairement à la lentille, on tend en effet à obtenir un faisceau globalement de forme rectangulaire mais généralement assez « épais » et peu intense. Pour rendre le faisceau moins « épais », il serait possible d'augmenter la focale de la lentille, mais on doit alors augmenter la distance diode/lentille, donc augmenter les dimensions du module, ce qui n'est pas toujours possible et complique l'intégration du module dans le projecteur.

[0030] Une autre solution très efficace pour maîtriser/diminuer l'épaisseur du faisceau a donc consisté à incliner la diode par rapport à la lentille : elles se retrouvent ainsi plus tout à fait en vis-à-vis l'une de l'autre. A noter que cette inclinaison peut être choisie selon un angle positif ou négatif par rapport à l'axe optique, les deux types d'inclinaison permettant d'ajuster l'épaisseur du faisceau de façon comparable.

[0031] Avantagusement, la diode est suffisamment inclinée pour que l'angle sous lequel est vu l'émetteur de la diode depuis une majorité de points (correspondant à au moins 75% de la surface d'entrée par exemple) de la lentille est plus petit que ce qu'il serait avec une lentille disposée selon un plan perpendiculaire à l'axe optique du module.

[0032] Une autre condition favorable consiste à choisir l'inclinaison de la diode de façon à ce que le rayon le plus incliné par rapport à l'axe de l'émetteur de la diode atteignant la lentille soit plus faible que l'angle limite de la distribution du faisceau lumineux émis par la diode. Ceci permet d'éviter qu'une zone de la lentille ne reçoive plus de lumière de l'émetteur.

[0033] Une inclinaison appropriée est par exemple un écart angulaire par rapport à l'axe optique du module de l'ordre de $\pm 35^\circ$ à $\pm 55^\circ$, notamment de $\pm 40^\circ$ à $\pm 50^\circ$, par exemple de $+45^\circ$ ou -45° .

[0034] Comme évoqué plus haut, en inclinant la diode, on peut facilement obtenir avec le module un faisceau ou une portion de faisceau de type autoroute, présentant notamment une épaisseur de faisceau de moins de 5%, (ce qui correspond à 2.852°), notamment moins de 3% (ce qui correspond à 1.718°), une forte intensité, de notamment au moins 40 lux à 25 mètres, et une coupure au dessus de la partie horizontale de la coupure du faisceau code. Cette coupure est nette et se trouve naturellement en dessous de la limite d'éblouissement définie dans les réglementations concernées.

[0035] Selon une autre variante, le module peut comprendre une source lumineuse dont une diode électroluminescente en vue directe de la lentille, le module étant tel que, en position de montage, l'émetteur de la diode et la lentille sont inclinés tous les deux latéralement dans un plan vertical, notamment afin d'obtenir un faisceau ou une portion de faisceau lumineux à coupure oblique.

[0036] On comprend donc que la présente invention propose des modules à diodes électroluminescentes qui sont en vue directe de lentilles associées, et dans ce cas, il n'y a ni réflecteur ni « plieuse », et des modules à diodes électroluminescentes qui sont associées à réflecteur et plieuse, outre la lentille.

[0037] L'invention est également relative à un projecteur lumineux donnant un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, tel qu'il est formé par un assemblage de plusieurs modules tels que définis précédemment, juxtaposés de sorte que la surface de sortie de l'optique du projecteur est lisse, continue.

[0038] Le projecteur lumineux est avantagusement constitué de plusieurs rangées superposées de modules assemblés, certains des modules assurant une coupure à 15° , d'autres modules pouvant éclairer latéralement, chaque rangée éteinte ayant l'aspect extérieur d'un unique barreau cylindrique ou d'un segment torique continu.

[0039] L'invention concerne aussi tout assemblage de modules, qui assemble une pluralité de modules dont au moins une partie assure une coupure oblique tels que décrits plus haut, avec d'autres modules similaires aptes à émettre un faisceau sans coupure et éventuellement avec des modules similaires pouvant éclairer latéralement. On peut ainsi insérer dans un projecteur une ou plusieurs rangées associant des modules dédiés code avec des modules dédiés route dans le visible et/ou route dans l'infra-rouge, en gardant une unité d'aspect extérieure très intéressante pour le style du projecteur dans son ensemble.

[0040] L'invention concerne aussi tout module unitaire pour faire un faisceau ou une portion de faisceau à coupure horizontale ou oblique. S'il est destiné à émettre une portion de faisceau, on peut la compléter par un autre faisceau complémentaire, émis par un module différent et déjà connu, utilisant par exemple des sources lumineuses conventionnelles de type halogène ou xénon.

[0041] L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'exemples de réalisation décrits avec références aux dessins annexés, mais qui ne sont nullement limitatifs. Sur ces dessins :

Fig. 1 est une vue schématique en coupe verticale d'un premier mode de réalisation d'un module avec réflecteur

ellipsoïdal selon l'invention.

Fig. 2 est une vue schématique en coupe horizontale selon la ligne II-II de Fig.1.

Fig.3 est une vue schématique de gauche par rapport à Fig.1 du réflecteur ellipsoïdal du module et de la plieuse.

Fig.4 est un schéma illustrant, en coupe verticale, la construction de la surface d'entrée de la lentille du module de Fig. 1.

Fig.5 est une représentation des courbes isolux du faisceau lumineux obtenu avec le module de Fig.1.

Fig.6 est une vue schématique de face, semblable à Fig.3, du réflecteur ellipsoïdal et de la plieuse d'un module donnant un faisceau de type « motorway lighting » (code pour autoroute).

Fig.7 est une représentation du réseau de courbes isolux du faisceau obtenu avec le module de Fig.6.

Fig. 8 est un schéma en plan illustrant une construction de module éclairant dans une direction latérale.

Fig. 9 est une vue schématique en coupe horizontale d'un module selon Fig.8.

Fig. 10 représente le réseau de courbes isolux obtenu avec le module de Fig.9.

Fig.11 est un schéma en perspective illustrant le procédé de construction d'un deuxième mode de réalisation de module selon l'invention dans lequel la source lumineuse éclaire directement la face d'entrée de la lentille.

Fig.12 est une coupe verticale schématique d'un premier exemple de lentille construite selon Fig. 11.

Fig.13 représente le réseau de courbes isolux d'un module comportant la lentille de Fig. 12.

Fig.14 est une coupe verticale schématique d'un autre exemple de lentille construite selon Fig. 11.

Fig.15 représente le réseau de courbes isolux obtenu avec un module équipé de la lentille de Fig.14.

Fig.16 est une coupe schématique par un plan vertical d'une diode électroluminescente dont l'émetteur est protégé par un dôme.

Fig.17 est une coupe schématique par un plan horizontal de la diode de Fig.16.

Fig.18 est une coupe verticale schématique d'un module selon le deuxième mode de réalisation avec une diode éclairant directement la face d'entrée d'une lentille.

Fig.19 représente le réseau de courbes Isolux obtenu avec le module de Fig.18.

Fig.20 est une coupe schématique horizontale d'un assemblage de plusieurs modules selon l'invention, et

Fig.21 est une vue schématique de face d'un projecteur avec assemblages superposés de modules.

Fig.22a, 22b est une vue schématique en perspective de deux modules adjacents selon l'invention, Fig.22a avec des diodes disposées perpendiculairement à l'axe optique des modules, Fig.22b avec des diodes inclinées par rapport à l'axe optique des modules,

Fig.23a,23b sont des réseaux de courbes isolux obtenus avec les modules selon les figures 22a et 22b.

Fig.24a,24b concernent une variante de réalisation, avec une vue de la diode et de la lentille et les courbes d'isolux correspondantes en vue de l'obtention d'un faisceau de type anti brouillard.

Fig.25a,25b concernent une variante de réalisation, avec une vue de la diode et de la lentille et les courbes d'isolux correspondantes en vue de l'obtention d'un faisceau de type autoroute (« motorway »).

Fig.26 concerne une représentation d'une diode permettant d'illustrer une méthode de construction de surface explicitée plus loin.

[0042] En se reportant aux dessins, notamment aux Fig.1 et 2, Fig. 9, Fig.12 et 14, Fig.18 on peut voir, schématiquement représenté, un module de projecteur lumineux pour véhicule automobile comportant une lentille La, Lb, Lc, Ld, Le et une source lumineuse formée par au moins une diode électroluminescente Da, Db, Dc, Dd, De disposée en arrière de la lentille. Un espace d'air sépare la diode de la lentille.

[0043] Dans la description et les revendications, les termes « avant » et « arrière » sont à considérer suivant la direction de propagation du flux lumineux à partir de la source vers la lentille, et le module est à considérer dans la position qu'il occupe sur le véhicule, c'est à dire avec son axe optique horizontal.

[0044] Selon l'invention, pour construire le module de projecteur lumineux on procède comme suit.

[0045] On choisit la surface de sortie As1, As2, As3, As4, As5 de la lentille La, Lb, Lc, Ld, Le de manière qu'elle puisse se raccorder suivant une surface lisse, continue, avec les surfaces de sortie de modules voisins similaires. Cette surface de sortie est en outre choisie de manière à présenter une courbure adaptée, de préférence sensiblement égale, à celle des parois W (Fig.1) qui l'entourent, notamment les parois de la carrosserie du véhicule. La surface de sortie est entièrement convexe vers l'avant.

[0046] On détermine la surface d'entrée Ae1, Ae2, Ae3, Ae4, Ae5 de la lentille de manière à obtenir, sans cache vertical, un faisceau lumineux à coupure avec étalement de la lumière.

[0047] De préférence, la surface de sortie As1-As5 de la lentille est choisie comme étant :

- une portion de surface cylindrique de révolution dont les génératrices sont horizontales, orthogonales à l'axe optique du module,
- ou une portion de surface torique d'axe de révolution vertical.

[0048] Le cas de la surface cylindrique peut être considéré comme le cas particulier d'une surface torique dont l'axe de révolution est à l'infini.

[0049] La surface de sortie de la lentille admet un plan de symétrie horizontal passant par l'axe optique du module ; la section de la surface de sortie, cylindrique ou torique, par un plan vertical passant l'axe optique est un arc de cercle convexe vers l'avant.

[0050] Les rayons de courbure dans un plan horizontal et dans un plan vertical de la surface de sortie de la lentille sont librement choisis pour s'accorder aux courbures des parois W entourant le module.

[0051] Deux modes de construction du module sont prévus.

[0052] Selon un premier mode, correspondant aux Fig. 1 à 10, le module comporte un réflecteur ellipsoïdal Ma, Mb ayant deux foyers à savoir un foyer interne au voisinage duquel est placé la source lumineuse et un foyer externe confondu avec le foyer de la lentille ou voisin de ce foyer. La source lumineuse n'éclaire pas directement la face d'entrée de la lentille, mais éclaire vers le réflecteur, sensiblement à angle droit par rapport à l'axe optique du module. Une plieuse Na, Nb est située dans le plan horizontal passant par, ou voisin de, l'axe optique du module. Le bord avant de la plieuse passe par le foyer de la lentille.

[0053] Selon un autre mode de réalisation, correspondant aux Fig. 11 à 19, la source lumineuse est en vue directe de la face d'entrée de la lentille, sans intervention d'un réflecteur ni d'une plieuse.

[0054] Ces modes de réalisation seront décrits successivement.

1. Module avec réflecteur ellipsoïdal et plieuse.

[0055] En se reportant aux Fig. 1 et 2, on peut voir un projecteur Ea comportant une source lumineuse constituée par au moins une LED Da dont le point d'émission maximum est, de préférence, situé au foyer interne Bi du réflecteur ellipsoïdal Ma. Le foyer externe Be est situé en avant de Bi. Le réflecteur Ma correspond sensiblement au quart supérieur arrière d'un ellipsoïde de révolution dont l'axe géométrique est confondu avec l'axe optique Oy du module et de la lentille La, située en avant du foyer externe Be.

[0056] Pour repérer les points dans l'espace, on utilise un trièdre trirectangle de référence dont l'axe Oy correspond à l'axe optique du module, l'axe Ox est orthogonal à Oy dans le plan horizontal, et l'axe Oz est vertical.

[0057] La diode Da est orientée de manière à éclairer essentiellement vers le haut, sensiblement à angle droit par rapport à l'axe optique Oy, en direction du réflecteur Ma. Les rayons issus de Bi sont réfléchis pour converger vers le foyer Be confondu avec le foyer de la lentille La.

[0058] Le module comporte en outre une plieuse Na, c'est-à-dire une plaque dont la surface supérieure est réfléchissante, située dans un plan horizontal passant par l'axe optique Oy et dont le bord avant 10 passe par le foyer Be, et détermine la ligne de coupure du faisceau lumineux. L'éclairement se situe au-dessous de l'image de ce bord donnée par la lentille La.

[0059] On choisit la surface de sortie As1 de manière qu'elle puisse se raccorder suivant une surface lisse et continue avec des surfaces de sortie de modules similaires voisins, tout en ayant une courbure adaptée aux parois environnante W.

[0060] On détermine la surface d'entrée Ae1 de la lentille de manière à obtenir un faisceau lumineux à coupure avec étalement de la lumière. La surface Ae1 est construite pour être stigmatique entre le second foyer Be du réflecteur Ma et l'infini.

[0061] Autrement dit, comme illustré sur Fig. 4, Ae1 est telle qu'un rayon lumineux r1 provenant du foyer Be et se propageant dans l'air, après entrée dans la lentille La et réfraction selon r2, sort de la surface As1 suivant un rayon r3 parallèle à l'axe optique Oy. Le chemin optique est constant entre le foyer Be et un plan II1 tangent à la face de sortie As1 en son point d'intersection h1 avec l'axe optique du module.

[0062] Dans le cas des Fig. 1, 2 et 4, la surface de sortie As1 est choisie comme étant celle d'un cylindre de révolution d'axe géométrique horizontal, orthogonal à l'axe optique. (Elle pourrait aussi être de forme sensiblement torique). La section de la surface As1 par le plan vertical de la Figure 4 est un arc de cercle ayant son centre au point ω situé sur l'axe optique Oy, en avant du foyer externe Be, les génératrices étant perpendiculaires au plan de Fig.4. La construction en trois dimensions se fait ensuite dans tous les plans verticaux et parallèles à l'axe optique Oyz.

[0063] On désigne par P le point courant de la surface d'entrée Ae1, par Q le point de sortie du rayon r2, par U le point d'entrée du rayon suivant l'axe optique, et par K l'intersection avec le plan II1 de la parallèle à l'axe optique passant par le point Q. En désignant par n l'indice de réfraction de la matière de la lentille, la constance du chemin optique à partir du foyer externe Be jusqu'au plan IZ1 s'exprime par :

$$\text{BeP} + (n.PQ) + QK = \text{constante} = \text{BeU} + (n.Uh1)$$

[0064] Dans la construction en trois dimensions, selon les autres plans, w, P, Q, r2 et r3 restent identiques à ceux

représentés en figure 4. En revanche, O et r1 sont alors des points de l'espace qui n'appartiennent plus au plan de coupe selon la figure 4.

[0065] En juxtaposant des modules suivant la direction des génératrices de la surface de sortie As1 on obtient un barreau dont la surface extérieure est cylindrique, lisse et continue.

[0066] Plusieurs LED peuvent être disposées parallèlement aux génératrices de la surface de sortie. Les bords avant 10 successifs des plieuses des différents modules sont alignés parallèlement aux génératrices de la surface cylindrique As1.

[0067] Il est possible de réaliser une coupure en V notamment avec une branche horizontale à gauche et une branche montant sous un angle de 15° à droite (code européen) en prévoyant un bord approprié de la plieuse. Les lignes de coupure des différents modules sont alignées ce qui se retrouve au niveau de l'image sur un écran. Fig. 5 donne le schéma des courbes isolux obtenues avec un module tel que défini précédemment.

[0068] Une lentille avec surface de sortie As1 cylindrique présente des aberrations que l'on peut compenser, en partie, par une modification de la forme du bord de la plieuse 10 en prévoyant une déformation 11 (Fig.3) en forme de bosse, de préférence dans un plan vertical. Fig. 3 illustre une forme de plieuse avec une branche montante sensiblement rectiligne vers la droite, et une branche avec cassure de pente sur la gauche.

[0069] En changeant la forme de la plieuse et de son bord passant par le foyer Be, tout en tenant compte des aberrations, il est possible de créer d'autres types de faisceaux lumineux.

[0070] Par exemple, selon Fig. 6, le bord 10a de la plieuse présente de part et d'autre du plan vertical 12 passant par l'axe optique deux bosses 13,14 reliées par une partie 15 en cuvette. Les bosses 13,14 se prolongent de part et d'autre par des zones en dépression 16,17 qui remontent pour rejoindre le bord situé dans le plan horizontal passant par l'axe optique.

[0071] Un tel module peut constituer un module additionnel pour un code autoroute (motorway lighting) qui permet de renforcer la lumière dans l'axe, au-dessous de l'horizontale.

[0072] Fig. 7 illustre le réseau d'isolux obtenu avec le module de Fig. 6 qui présente un maximum d'intensité dans l'axe, les courbes isolux étant situées au-dessous de l'horizontale coupant l'axe optique, en étant sensiblement symétriques par rapport au plan vertical passant par l'axe optique.

[0073] Pour la composition d'un faisceau lumineux complet, obtenu à partir des faisceaux lumineux produits par chacun des modules d'un projecteur, on prévoit avantageusement un ou plusieurs modules ayant une face de sortie identique à celle des modules donnant une coupure à « 15° » (Fig.5), mais éclairant dans une direction latérale pour compléter le faisceau avec de la lumière sous la coupure, par exemple à gauche pour les véhicules de pays à conduite à droite.

[0074] A cet effet, on construit selon Fig.8 un module ayant une lentille Lb stigmatique entre un point foyer 18, d'abscisse x_F et une onde plane verticale, inclinée par rapport à l'axe optique et dont la trace 19 sur le plan horizontal est représentée. L'inclinaison de l'onde plane est prévue pour favoriser l'éclairage sous la coupure, à gauche. Le foyer 18 de la lentille Lb est décalé sur la droite par rapport à la droite Oy passant par le centre de la face de sortie As2. La surface de sortie As2 de la lentille est choisie cylindrique de révolution ; sa coupe horizontale sur Fig.8 et 9 est une génératrice rectiligne. La surface d'entrée Ae2 de la lentille est construite de manière que le chemin optique entre le foyer 18 et le plan vertical de trace 19 soit constant.

[0075] La lentille Lb, dont une coupe horizontale est visible sur Fig.9, est dissymétrique au niveau de sa surface d'entrée Ae2. A partir d'un point G, correspondant à une épaisseur maximale, situé à droite de l'axe optique Oy du réflecteur Mb, la lentille Lb diminue d'épaisseur vers la gauche moins rapidement que vers la droite.

[0076] Le réseau d'isolux obtenu avec un projecteur conforme au schéma de Fig. 9 est illustré sur Fig.10. Les courbes Isolux sont situées au-dessous de l'horizontale passant par l'axe optique, et essentiellement à gauche du plan vertical passant par l'axe optique.

[0077] Ce résultat est obtenu avec un module dont la face de sortie est semblable à celle des modules donnant une coupure à 15°. Les faces de sortie des différents modules peuvent ainsi se raccorder de manière continue pour donner une surface globale lisse vue de face.

II. Module avec diode en vue directe de la lentille

II.a Emetteur rectangulaire dans un plan vertical

[0078] Pour la construction du module, la source lumineuse Dc (Fig.11) est considérée comme constituée d'un émetteur lambertien rectangulaire placé dans un plan vertical, orthogonal à l'axe optique, derrière une optique primaire connue, imposée par le fabricant de la diode électroluminescente.

[0079] On choisit la surface de sortie As3 (Fig. 12) ou As4 (Fig.14) de la lentille et on construit la surface d'entrée Ae3 ou Ae4 de manière à créer une coupure horizontale pour des déviations données en vue de dessus. Pratiquement on choisit pour les surfaces de sortie As3 ou As4 des surfaces toriques d'axe de révolution vertical, tandis que l'optique

primaire de la source lumineuse Dc est constituée d'un seul plan, ce qui correspond au cas d'un émetteur lambertien immergé dans une résine, derrière une face de sortie plane.

[0080] Comme illustré sur Fig. 11, pour construire la surface d'entrée Ae3 on considère un point inconnu M, de coordonnées x, y, z de la surface recherchée. On suppose x et z connus et y inconnu (maillage en coordonnées cartésiennes, en vue arrière).

[0081] Pour une source lumineuse Dc rectangulaire, plane, se trouvant dans l'air et sans optique primaire, on construit la surface d'entrée au point M de telle sorte que les rayons issus de la source Dc et passant par M soient descendants, ou au plus horizontaux, à la sortie de la lentille Lc. Pour cela, on prend en compte un rayon limite provenant de la source Dc et qui, en arrivant au point M, présente l'inclinaison montante la plus forte. L'élément de surface d'entrée en M est construit pour que le rayon sortant de la lentille, issu de ce rayon limite, soit redressé à l'horizontale. Dans ces conditions, tous les autres rayons issus de la source Dc, qui arrivent en M avec une inclinaison montante moins forte, sortiront de la lentille en étant descendants.

[0082] Le point F de l'émetteur sur la Fig. 11 situé le plus bas et le plus proche du plan parallèle au plan (Oyz) passant par M, si M est situé dans la zone où z est supérieur à 0, et le plus lointain de ce plan si M est situé dans la zone où z est inférieur à 0, est celui qui donnera le rayon montant le plus incliné atteignant M, c'est-à-dire le rayon limite. (Dans le cas où M est situé dans la zone où z est négatif il est possible, pour simplifier la construction, d'utiliser une construction approximative consistant à choisir le symétrique par rapport à (Oyz) du point le plus proche du plan cité.) Dans le cas où une optique de sortie intervient sur la source lumineuse, ce qui en pratique correspond à tous les cas, il faut en tenir compte et considérer le point de sortie Fs sur cette optique et non sur l'émetteur. Dans le cas où l'optique de sortie est constituée par un plan unique, à faible distance de l'émetteur, le choix du point F indiqué précédemment reste acceptable. On détermine le point de sortie Fs sur le plan de sortie afin d'en déduire la direction du rayon limite en M. On établit la condition finale pour un point M donné de la surface d'entrée (horizontalité du rayon limite en M lorsqu'il émerge de la surface torique de sortie) de manière analytique en fonction d'une unique inconnue (y), de paramètres de conception et deux points très voisins déjà connus M1 et M2.

[0083] La recherche d'un point voisin de deux points connus peut être faite de manière efficace et précise : elle se ramène à la résolution d'une équation non linéaire à une seule inconnue

[0084] La construction s'appuie sur deux conditions aux limites définies par les coupes de la surface à construire par les plans $z = 0$ et $x = 0$. La première coupe de la surface par le plan $z = 0$ est arbitraire et constitue le paramètre de contrôle de la répartition horizontale de la lumière. Avantagusement, on peut lier la déviation horizontale des rayons lumineux issus de l'origine du repère et contenus dans le plan $z = 0$ à l'abscisse de leur intersection avec la surface d'entrée de la lentille. Un premier cas est illustré par la figure 12, avec une déviation indépendante de l'abscisse x et nulle. Un second cas est illustré par la figure 14, avec une déviation non constante et linéaire par morceaux.

[0085] La seconde condition aux limites correspond à la coupe par le plan $x = 0$, c'est-à-dire par le plan vertical passant par l'axe optique. La courbe correspondant à cette coupe est construite selon la méthode exposée précédemment de manière que tous les rayons sortants soient descendants ou, au plus, horizontaux. Dans ces conditions, il suffit de connaître un seul point voisin pour construire un nouveau point de la courbe. En effet, la symétrie gauche/droite du faisceau recherché et de l'émetteur implique que les normales aux surfaces le long des coupes passant par $x = 0$ soient contenues dans ce même plan. Cette coupe par $x = 0$ peut être construite point à point moyennant la donnée d'un point initial, avantagusement formé par l'intersection de la surface avec l'axe des y . Ce point constitue également la condition initiale pour la coupe par le plan $z = 0$ et est déterminé par l'épaisseur au centre de la lentille.

[0086] Fig. 12 et 14 représentent schématiquement les sections par un plan vertical passant par l'axe optique de deux lentilles d'un module selon l'invention, pour lesquelles la surface de sortie As3 et As4 est une surface torique, avec un rayon de révolution $R = 300\text{mm}$ et un rayon de courbure de la section $r = 50\text{mm}$.

[0087] Dans le Fig. 12, Le module est focalisé. La face d'entrée Ae3 est symétrique par rapport à l'axe optique et présente un sommet convexe tourné vers la source avec une courbure relativement forte qui diminue lorsque l'on s'écarte de l'axe optique.

[0088] Fig. 13 illustre le réseau de courbes isolux obtenu avec un module conforme à Fig.12. Le faisceau lumineux présente une ligne de coupure horizontale dans le plan de l'axe optique et est sensiblement symétrique par rapport au plan vertical passant par cet axe optique. Le faisceau présente un maximum d'éclairement dans sa zone centrale correspondant à la focalisation.

[0089] Fig.14 est une coupe verticale schématique semblable à celle de Fig. 12, d'un module avec une source lumineuse Dd, qui correspond à une plaquette verticale, orthogonale à l'axe optique, avec plusieurs puces électroluminescentes alignées suivant l'axe des x .

[0090] Les figures 12 et 14 utilisent la même source lumineuse, les figures 13 et 15 sont différentes car elles choisissent des conditions limites différentes en $z = 0$.

[0091] La face de sortie As4 de la lentille Ld est torique, identique à la face de sortie As3 de Fig.12. Par contre, la face d'entrée Ae4 est moins bombée en direction de la source lumineuse et l'épaisseur de la lentille suivant l'axe optique est plus faible.

[0092] Fig.15 illustre le réseau de courbes isolux obtenu avec le module de Fig. 14. La ligne de coupure est toujours horizontale au niveau de l'axe optique. Les courbes isolux sont sensiblement symétriques par rapport au plan vertical passant par l'axe optique. La lumière est plus étalée que dans le cas des courbes de Fig. 13.

II.b - Cas des diodes avec dômes protecteurs

[0093] En se reportant aux Fig. 16 et 17, on peut voir une source lumineuse De constituée par une LED comportant un dôme 21 protecteur transparent situé au-dessus de l'émetteur 22, lui-même placé dans l'air. La face intérieure 21a et la face extérieure 21b du dôme 21, ou cloche protectrice, constituent deux dioptries sphériques entre l'air et la matière transparente du dôme 21. Les déviations successives des rayons dues à ces deux dioptries sphériques sont à prendre en compte en raison, d'une part, de la faible valeur des diamètres des dioptries sphériques qui sont du même ordre de grandeur que la grande dimension de l'émetteur, et d'autre part de l'épaisseur relativement importante du dôme 21, par exemple environ 0,5 mm, qui est du même ordre de grandeur que la petite dimension de la source 22.

[0094] La méthode est la suivante : pour M donné, on cherche Fs le plus proche de M en projection sur Ox (le plus éloigné pour z négatif, ou le symétrique du point cité pour z positif, dans le cadre d'une construction simplifiée) tel qu'il existe un point F du bord inférieur de l'émetteur émettant un rayon atteignant M et passant par Fs : le rayon émergeant correspondant en Fs est le rayon limite pour M.

[0095] On notera que les sphères 21a, 21b sont centrées sur le centre de l'émetteur 22 et non sur son bord inférieur où doivent être pris les foyers F. Il en résulte que la hauteur de la source lumineuse 22 est à prendre en compte dans la construction de la surface Ae5.

[0096] Fig. 18 est une coupe verticale schématique d'un module avec diode protégée par un dôme 21 construit comme exposé ci-dessus. La surface de sortie As5 de la lentille Le est constituée par une surface torique librement choisie, par exemple ayant un rayon de révolution R = 300mm et un rayon de courbure r = 50 mm. La surface d'entrée Ae5 présente une convexité tournée vers la source lumineuse De et est symétrique par rapport au plan vertical passant par l'axe optique.

[0097] Fig.19 illustre le réseau de courbes isolux obtenu avec un module selon Fig.18. Les courbes sont situées au-dessous du plan horizontal passant par l'axe optique. Chaque courbe a un contour sensiblement rectangulaire curviligne dont les grands côtés sont sensiblement horizontaux, avec une légère concavité tournée vers le bas.

[0098] Fig.20 illustre schématiquement en coupe horizontale un projecteur formé par l'assemblage de trois modules dont les surfaces de sortie sont constituées par des surfaces cylindriques de révolution de même rayon de courbure. Les surfaces d'entrée, situées à l'intérieur du projecteur forment des ondulations successives 23 tandis que la surface de sortie est lisse continue, formée par une surface cylindrique dont une génératrice 24 apparaît sur Fig.20.

[0099] Fig.21 est une vue schématique de face d'un projecteur avec plusieurs rangées superposées de modules assemblés. La rangée supérieure 25 correspond à deux modules assurant une coupure à 15°. La rangée du milieu 26 correspond à trois modules dont deux donnent une coupure à 15° et le troisième éclaire vers la gauche. La rangée inférieure 27 correspond à trois modules éclairant vers la droite. Chaque rangée éteinte a le même aspect extérieur d'un unique barreau cylindrique ou segment torique continu.

II.c - Cas des diodes avec dômes protecteurs : variante de construction

[0100] Une variante de construction a été également prévue dans le cas de modules, fonctionnant notamment mais non exclusivement avec des diodes à dômes protecteurs comme représentés aux figures 22a et 22b. Prenons le cas d'un module tel que représenté à la figure 22a, avec une diode à dôme protecteur telle que décrite plus haut et disposée en vis-à-vis de la lentille et perpendiculairement à l'axe optique.

[0101] La méthode de construction de la face d'entrée de la lentille est un peu différente de celle décrite plus haut:

On considère connu un point M_1 de la surface d'entrée de la lentille et la normale $\vec{n}_1$ à cette surface en M_1 . On suppose

également connu un point voisin M_0 et on cherche un nouveau point M de la surface (par exemple, $M = \begin{bmatrix} x_{M_0} + \delta x \\ y \\ z_{M_0} \end{bmatrix}$),

où δx et δz sont les pas d'un maillage en vue arrière de la surface, en coordonnées cartésiennes.

En écrivant que on détermine facilement y, d'où M : $y = -\frac{n_{1z}}{n_{1y}} \delta z + y_{M_1}$.

[0102] Afin de pouvoir calculer toute la surface de proche en proche, il suffit de déterminer la normale $\vec{n}$ en M .

[0103] Pour cela, on écrit d'abord que $\overrightarrow{M_0M} \cdot \vec{n} = 0$ Comme $\|\vec{n}\| = 1 \Leftrightarrow n_x^2 + n_y^2 + n_z^2 = 1$, avec $n_y \geq 0$, on en

$$\text{dédit que } n_x = -\frac{y-y_0}{\delta x} n_y \text{ et } n_y = \sqrt{\frac{1-n_z^2}{1+\left(\frac{y-y_0}{\delta x}\right)^2}}.$$

[0104] Soit $\vec{v}_o$ le vecteur directeur du rayon limite atteignant la surface en M , (c'est-à-dire le rayon issu de la source atteignant M qui doit être dévié par la lentille de façon à en émerger parallèle au plan $(O, \vec{x}, \vec{y})$, de sorte que tous les autres rayons issus de la source atteignant la lentille en M soient déviés vers le bas), on calcule facilement la direction $\vec{r}$ du rayon correspondant, réfracté en M par la surface recherchée, en fonction de $\vec{n}$, c'est à dire de n_z et de $\vec{v}_o$.

Il est alors facile de calculer le point d'émergence P de ce rayon hors de la lentille en fonction de n_z et $\vec{v}_o$: on cherche λ tel que $P + \lambda \cdot \vec{r}$ appartienne au tore de la surface de sortie. La normale en P étant connue (tore), on calcule finalement la direction $\vec{e}$ du rayon émergeant, réfracté en P , en fonction de n_z .

[0105] On écrit alors que $e_z = 0$, ce qui est ($\vec{v}_o$ étant connu) une équation analytique à une seule inconnue (n_z) qui peut être résolue numériquement de manière fiable.

Détermination de $\vec{v}_o$:

$$\vec{v}_o = \frac{\overrightarrow{F_s M}}{F_s M}, \text{ où } F_s \text{ est le point d'émergence du rayon limite hors du dôme sphérique de protection.}$$

[0106] Supposons F_s connu : on propage un rayon $(F_s, -\vec{v}_o)$ à travers le dôme (d'indice de réfraction connu et supposé sphérique, centré sur l'origine du repère) en appliquant les lois de Descartes de la réfraction (la normale au

dôme en F_s est $\frac{\overrightarrow{OF_s}}{r_2}$). Soit $\vec{r}'$ la direction du rayon réfracté trouvée, on cherche μ tel que $F_s' = F_s + \mu \cdot \vec{r}'$ appartienne à la surface intérieure du dôme (sphère de rayon r_1). Il s'agit d'une équation polynomiale de degré 2, de

solution évidemment analytique. On peut alors calculer la direction $\vec{i}$ du rayon émergent en F_s' (la normale au dôme

en F_s' étant $\frac{\overrightarrow{OF_s'}}{r_1}$). On calcule alors l'intersection F de la droite $(F_s', \vec{i})$ avec le plan (incliné) de l'émetteur.

F_s est bien choisi lorsque F appartient au bord inférieur de l'émetteur (1^{ère} équation) et lorsque (2nde équation) $|x - x_{F_s}|$ est:

- Pour la partie supérieure de la lentille : minimum
- Pour la partie inférieure de la lentille : maximum (ce qui revient à prendre pour F le coin inférieur de l'émetteur, du côté opposé latéralement à M par rapport au plan $(O, \vec{y}, \vec{z})$).

[0107] Dans le cas de la partie de la lentille à $z > 0$, F se déplace le long du bord de l'émetteur pour être rapidement constant (coin inférieur de l'émetteur, du même côté que M par rapport au plan $(O, \vec{y}, \vec{z})$), lorsque x est voisin de ou supérieur à la demi largeur de l'émetteur.

[0108] F_s appartenant à une sphère centrée de rayon donné, sa détermination revient à la recherche de 2 inconnues, qui est facilement réalisée numériquement à partir de l'expression analytique des deux conditions ci-dessus.

[0109] On remarquera que dans notre nouvelle méthode, la détermination de F n'est pas couplée à celle de M comme c'était précédemment le cas, ce qui permet une stabilité améliorée des calculs.

[0110] La figure 23a montre les isolux obtenus avec une diode et une lentille ainsi construite : la répartition du faisceau est bien centrée et horizontale. Ce type de faisceau peut avantageusement compléter un faisceau de type code.

[0111] Les deux modules selon la figure 22b correspondent à une variante des modules selon la figure 22a : chaque module utilise une diode à dôme qui est inclinée d'environ 45° vers le haut par rapport à l'axe optique.

[0112] La méthode de construction de la lentille est dans son principe identique à celle décrite dans le contexte de la figure 22a.

[0113] La figure 23b montre les courbes d'isolux obtenus : on voit, en comparaison avec celles de la figure 23a, que le faisceau est beaucoup moins épais, de moins de 3%. Le faisceau est intense (plus de 40 lux à 25 mètres), et il présente une coupure horizontale nette, au dessus de l'horizontale sous le seuil d'éblouissement : ce type de faisceau remplit parfaitement les conditions requises pour un faisceau de type autoroute réglementaire.

II.d Méthode de construction pour la variante IIβ

[0114] On notera que cette méthode s'applique à tous les types de sources (avec dôme protecteur ou à émetteur immergé dans un matériau protecteur et à face de sortie connue, notamment plane).

[0115] Choisissons un point F_s arbitraire à la surface de la source.

[0116] Considérons un point f situé sur le bord inférieur de l'émetteur (supposé rectangulaire, de grand côtés perpendiculaires au vecteur directeur de l'axe optique y du système). Par l'application des lois de Descartes de la réfraction, on calcule facilement la direction $\vec{v}_o(f, F_s)$ du rayon lumineux issu de f passant par F_s lorsqu'il sort de la source.

[0117] Si il existe F tel que la composante suivant x (axe horizontal perpendiculaire à l'axe optique) de $\vec{v}_o(F, F_s)$ soit nulle et sa composante suivant z positive, alors F est un foyer et $(F_s, \vec{v}_o(F, F_s))$ est un rayon limite. Dans le cas contraire, si F_{c+} désigne le coin inférieur de l'émetteur de coordonnée la plus grande suivant x et si les composantes suivant x et z de $\vec{v}_o(F_{c+}, F_s)$ sont positives, F_{c+} est un foyer et $(F_s, \vec{v}_o(F_{c+}, F_s))$ est un rayon limite. Dans le cas contraire, si F_{c-} désigne le coin inférieur de l'émetteur de coordonnée la plus petite suivant x et si les composantes suivant x et z de $\vec{v}_o(F_{c-}, F_s)$ sont respectivement négative et positive, F_{c-} est un foyer et $(F_s, \vec{v}_o(F_{c-}, F_s))$ est un rayon limite. Sinon, si la coordonnées de F_s suivant x est supérieure à celle du centre de l'émetteur, F_{c-} est un foyer et $(F_s, \vec{v}_o(F_{c-}, F_s))$ est un rayon limite. Sinon, F_{c+} est un foyer et $(F_s, \vec{v}_o(F_{c+}, F_s))$ est un rayon limite.

[0118] Les règles énoncées au paragraphe précédent décrivent complètement les fonctions liant le foyer et le rayon limite correspondant au point d'émergence F_s de ce rayon hors de la source.

[0119] Dans le cas d'un émetteur immergé dans un matériau (source de surface de sortie plane, inclinée d'un angle ω par rapport à la verticale, avec un émetteur parallèle à la face de sortie, situé à une distance δ en dessous de celle-

ci, cf. fig. d), si on pose $i = \arcsin\left(\frac{\sin \omega}{n_s}\right)$,

et si on désigne par z_0 une cote (coordonnée suivant z) située $\frac{\delta}{\cos i} \sin(\omega - i)$ au dessus de la cote du grand côté inférieur de l'émetteur, alors :

- si la coordonnée suivant z de F_s est supérieure à z_0 ,
 - o si la coordonnée x_{F_s} suivant x de F_s est comprise entre les coordonnées suivant x de F_{c-} et F_{c+} , alors F est le point du bord inférieur de l'émetteur de coordonnée $X_F = X_{F_s}$.
 - o Si X_{F_s} est supérieur à la coordonnée suivant x de F_{c+} , le foyer est F_{c+}
 - o Si x_{F_s} est inférieur à la coordonnée suivant x de F_{c-} , le foyer est F_{c-}
- si la coordonnée suivant z de F_s est inférieure à z_0 ,
 - o si x_{F_s} est supérieur à la coordonnée suivant x du centre de l'émetteur, F_{c-} est le foyer

o si x_{Fs} est inférieur à la coordonnée suivant x du centre de l'émetteur, $Fc+$ est le foyer

[0120] Afin de déterminer Ae6, on écrit la constance du chemin optique du foyer à la surface d'onde de sortie, le long des rayons limites.

[0121] En pratique on procède en sens inverse de la propagation de la lumière : soit P' un point de la surface d'onde de sortie et soit $\vec{n}$ la normale à cette surface en P' . On détermine analytiquement l'intersection P de la surface de sortie torique As6 et de la droite $(P', \vec{n})$, qui est le support d'un rayon limite (équation polynomiale de degré 4). On calcule ensuite la normale au tore en P et on en déduit, connaissant l'indice de réfraction de son matériau (n_l), la direction $\vec{r}$ du rayon réfracté à l'intérieur de la lentille (lois de Descartes). On cherche alors μ et F_s tels que $P'P + n_l\mu + MF_s +$

$C_s = K(eqO)$ où $\vec{M} = \vec{P} + \mu \cdot \vec{r}$, où C_s est le chemin optique parcouru dans la source de F_s au foyer correspondant et où K est une constante qui détermine l'épaisseur de la lentille et tels que la droite (F_s, M) porte le rayon limite passant par F_s . Dans le cas le plus général, on obtient un système de trois équations (l'équation optique exprimée plus haut et l'appartenance de M à la droite portant le rayon limite en F_s) à trois inconnues (μ et deux paramètres pour F_s , qui est situé à la surface - connue- de la source).

[0122] Dans le cas d'un émetteur immergé dans un matériau (source de surface de sortie plane, avec un émetteur rectangulaire parallèle à celle-ci), si z_M , coordonnée de M suivant z, est supérieure à z_0 , si x_M , coordonnée de M suivant x est comprise entre les coordonnées suivant x de $Fc-$ et $Fc+$, alors $x_F = x_{Fs} = x_M$, sinon F est situé au coin inférieur de l'émetteur situé du même côté que M (suivant x) par rapport au centre de l'émetteur, sinon ($z_M < z_0$), F est situé au coin inférieur de l'émetteur situé du côté opposé à M (suivant x) par rapport au centre de l'émetteur.

[0123] Dans le cas particulier précédent, on vient d'établir une loi liant directement F à M (c'est-à-dire à l'inconnue p). En raison de la première loi de Descartes (coplanarité des rayons et de la normale au dioptré traversé), on sait que

$(\vec{F_sF} \wedge \vec{F_sM}) \cdot \vec{v} = 0$ (équation polynomiale de degré 2 liant les coordonnées de F_s à celles de F et de M et donc à μ), où $\vec{v}$ est la normale à la face de sortie de la diode. En outre, F_s appartient au plan de sortie de la diode, ce qui

constitue une relation linéaire entre les coordonnées de F_s . Enfin $n_s^2 \left(1 - (\vec{FF_s} \cdot \vec{v})^2 \right) = \left(1 - (\vec{F_sM} \cdot \vec{v})^2 \right)$ où

$\|\vec{v}\| = 1$ (conséquence de la seconde loi de Descartes de la réfraction), ce qui constitue, en y substituant l'expression d'une des coordonnées de F_s (par exemple suivant z) en fonction des autres (expression tirées des deux relations précédentes) une équation polynomiale de degré 4, de solution analytique, donnant z_{Fs} (dont on déduit les autres coordonnées) en fonction de μ . Dans le cas particulier considéré, $C_s = n_s \cdot FF_s$ et on peut donc exprimer l'équation optique eqO sous forme d'une équation à une seule inconnue : μ . Une telle équation se résout aisément numériquement à l'aide de plusieurs méthodes connues de l'homme de l'art. μ détermine M et en faisant varier P' on détermine l'intégralité de Ae6.

[0124] La figure 24a montre une lentille et sa diode selon la variante II β , dans une configuration destinée à produire un faisceau de brouillard selon la représentation des isolux de la figure 24b. La figure 25a montre une lentille et sa diode selon la variante II β , dans une configuration destinée à produire un faisceau de complément d'autoroute, comme représenté dans les isolux de la figure 25b. La figure 26 représente des points et angles qui ont été utilisés dans la description de la méthode de construction ci-dessus, notamment z_0 et les angles delta et oméga.

[0125] En conclusion, l'invention permet un contrôle de la répartition horizontale de la lumière et l'obtention d'une coupure, éventuellement complexe, avec une surface de sortie pour chaque module permettant éventuellement l'assemblage de plusieurs modules en créant une lentille globale unique à face externe lisse.

[0126] Elle permet d'obtenir des modules optiques, par différentes méthodes de construction de face d'entrée de lentille, différents types de diodes, et différents type de positionnement de ces diodes, d'ajuste au mieux les paramètres du faisceau lumineux, notamment son épaisseur, le positionnement de sa coupure..., les modules ayant un style remarquable très original et une grande compacité, notamment en profondeur.

Revendications

1. Procédé de construction d'un module de projecteur lumineux donnant un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, comportant une lentille et une source lumineuse disposée en arrière de la lentille dont elle est séparée par

de l'air, la source lumineuse étant formée par au moins une diode électroluminescente, **caractérisé en ce que** l'on choisit la surface de sortie (As1-As5) de la lentille (La - Ld) de manière qu'elle puisse se raccorder suivant une surface lisse et continue avec les surfaces de sortie de modules voisins similaires, et **en ce qu'on** détermine la surface d'entrée (Ae1-Ae5) de la lentille de manière à obtenir la coupure du faisceau lumineux sans utiliser un cache occultant.

2. Procédé de construction d'un module de projecteur lumineux donnant un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, comportant une lentille et une source lumineuse disposée en arrière de la lentille dont elle est séparée par de l'air, la source lumineuse étant formée par au moins une diode électroluminescente, **caractérisé en ce que** l'on choisit la surface de sortie (As1-As5) de la lentille (La - Ld) et **en ce qu'on** détermine la surface d'entrée (Ae1-Ae5) de la lentille en s'appuyant sur une génératrice horizontale, de manière à obtenir la coupure du faisceau lumineux émis par le module sans utiliser un cache occultant, et avec une répartition horizontale dudit faisceau lumineux.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on choisit la surface de sortie (As1-As5) de la lentille comme étant substantiellement cylindrique ou torique, la section de la surface de sortie de la lentille par un plan vertical parallèle à l'axe optique étant convexe vers l'avant.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on choisit la ou les courbure(s) de la surface de sortie (As1-As5) de la lentille sensiblement égale à la ou aux courbures des parois (W) qui entourent le module.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes pour la construction d'un module comportant un réflecteur ellipsoïdal et une plieuse, **caractérisé en ce que** la surface de sortie (As1, As2) est choisie comme étant substantiellement celle d'un cylindre de révolution dont la section par un plan vertical passant par l'axe optique est un arc de cercle convexe vers l'avant, et la surface d'entrée (Ae1, Ae2) est construite pour être stigmatique entre le second foyer (Be) du réflecteur ellipsoïdal et l'infini.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 pour la construction d'un module avec diode (Dc, Dd, De) en vue directe de la lentille, **caractérisé en ce que** la surface de sortie (As3, As4, As5) est choisie torique, d'axe de révolution vertical, et on construit la surface d'entrée (Ae3, Ae4, Ae5) de manière à créer une coupure horizontale.
7. Module de projecteur lumineux donnant un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, comportant une lentille et une source lumineuse disposée en arrière de la lentille dont elle est séparée par de l'air, la source lumineuse comprenant au moins une diode électroluminescente, **caractérisé en ce que** la surface de sortie (As1-As5) de la lentille est entièrement convexe vers l'avant et est telle qu'elle peut se raccorder suivant une surface lisse et continue avec les surfaces de sortie de lentilles de modules voisins similaires, et la surface d'entrée (Ae1-Ae5) de la lentille est définie de manière que le module donne un faisceau lumineux à coupure sans intervention d'un cache occultant, notamment vertical.
8. Module de projecteur lumineux donnant un faisceau à coupure, pour véhicule automobile, comportant une lentille et une source lumineuse disposée en arrière de la lentille dont elle est séparée par de l'air, la source lumineuse comprenant au moins une diode électroluminescente, **caractérisé en ce que** la surface de sortie (As1-As5) de la lentille est entièrement convexe vers l'avant, et la surface d'entrée (Ae1-Ae5) de la lentille est définie en s'appuyant sur une génératrice horizontale, de manière à ce que le module donne un faisceau lumineux à coupure sans intervention d'un cache occultant, notamment vertical, et avec une répartition horizontale.
9. Module selon l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la surface d'entrée (Ae6) de la lentille est calculée de manière à ce qu'une famille de rayons lumineux, dits rayons limites, issus de l'émetteur de la source lumineuse, émergent de la lentille de sorte qu'ils soient tous normaux, aux points où ils la rencontrent, à une surface donnée dite surface d'onde de sortie.
10. Module selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la surface d'onde de sortie est cylindrique, de génératrices verticales et de section droite quelconque.
11. Module selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la source lumineuse (De) comprend une diode électroluminescente en vue directe de la lentille.
12. Module selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite diode est disposée selon un plan oblique

par rapport à l'axe optique dudit module.

13. Module selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la source lumineuse (De) comprend une diode électroluminescente comportant un dôme (21) protecteur transparent situé au-dessus de l'émetteur (22).
14. Module selon la revendication précédente 9 ou 10, **caractérisé en ce que** la diode est suffisamment inclinée pour que l'angle sous lequel est vu l'émetteur de la diode depuis une majorité de points de la lentille est plus petit que ce qu'il serait avec une lentille disposée selon un plan perpendiculaire à l'axe optique du module.
15. Module selon l'une des revendications précédentes 9 à 11, **caractérisé en ce que** la diode est suffisamment inclinée pour que le rayon le plus incliné par rapport à l'axe de l'émetteur de la diode atteignant la lentille soit plus faible que l'angle limite de la distribution du faisceau lumineux émis par la diode.
16. Module selon l'une des revendications précédentes 9 à 12, **caractérisé en ce que** la diode est inclinée par rapport à l'axe optique du module de $\pm 35^\circ$ à $\pm 55^\circ$, notamment de $\pm 40^\circ$ à $\pm 50^\circ$.
17. Module selon l'une des revendications précédentes 9 à 13, **caractérisé en ce qu'il** est apte à émettre un faisceau ou une portion de faisceau de type autoroute, présentant notamment une épaisseur de faisceau de moins de 5%, notamment moins de 3%, une forte intensité, de notamment au moins 40 lux à 25 mètres, et une coupure au dessus de l'horizontale.
18. Module selon l'une des revendications précédentes 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la source lumineuse (De) comprend une diode électroluminescente en vue directe de la lentille, et **en ce que**, en position de montage, l'émetteur de la diode et la lentille sont inclinés latéralement dans un plan vertical, notamment afin d'obtenir un faisceau ou une portion de faisceau lumineux à coupure oblique.
19. Module de projecteur lumineux selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface de sortie (As1-As5) de la lentille est cylindrique ou torique, la section de la surface de sortie de la lentille par un plan vertical parallèle à l'axe optique étant convexe vers l'avant.
20. Module de projecteur lumineux selon l'une des revendications 7 ou 8, comportant un réflecteur ellipsoïdal et une plieuse, **caractérisé en ce que** la surface de sortie (As1, As2) est choisie comme étant celle d'un cylindre de révolution dont la section par un plan vertical passant par l'axe optique est un arc de cercle convexe vers l'avant, et la surface d'entrée (Ae1, Ae2) est construite pour être stigmatique entre le second foyer (Be) du réflecteur ellipsoïdal et l'infini.
21. Module selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la forme du bord (10) de la plieuse est prévue pour que le faisceau lumineux présente une coupure en V.
22. Module selon la revendication 17 ou 18, **caractérisé en ce que** le bord de la plieuse présente une déformation (11) en bosse pour compenser, en partie, les aberrations de la lentille.
23. Module selon la revendication 20 ou 21, **caractérisé en ce que** le bord (10a) de la plieuse présente de part et d'autre du plan vertical passant par l'axe optique deux bosses (13, 14) reliées par une partie en cuvette (15) pour constituer un module additionnel pour un code autoroute, renforçant la lumière dans l'axe au-dessous de l'horizontale.
24. Module selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la surface d'entrée (Ae1) est telle que le chemin optique est constant du foyer externe (Be) du réflecteur, jusqu'à un plan (IT1) tangent à la face de sortie (As1) en son point d'intersection (h1) avec l'axe optique du module.
25. Module selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** le foyer de la lentille (Lb) est décalé transversalement par rapport à l'axe optique et le module éclaire dans une direction latérale par rapport à l'axe optique, la surface d'entrée (Ae2) de la lentille (Lb) étant telle que le chemin optique est constant entre le foyer (18) de la lentille et un plan vertical dont la trace (19) sur le plan horizontal de l'axe optique est inclinée par rapport à cet axe.
26. Module selon l'une des revendications 7 à 19, **caractérisé en ce que** la source lumineuse (Dc, Dd, De) est en vue directe de la lentille, la surface de sortie (As3, As4, As5) de la lentille est torique d'axe de révolution vertical, et la surface d'entrée (Ae3, Ae4, Ae5) est définie pour donner un faisceau à coupure horizontale.

EP 1 762 776 A1

27. Module selon l'une des revendications précédentes 7 à 26, **caractérisé en ce que** la source lumineuse (Dc, Dd) est constituée d'un émetteur lambertien rectangulaire placé dans un plan vertical, orthogonal à l'axe optique.
28. Module selon l'une des revendications 7 à 26, **caractérisé en ce que** la source lumineuse (De) est constituée par une diode électroluminescente comportant un dôme (21) protecteur transparent situé au-dessus de l'émetteur (22), lui-même placé dans l'air.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

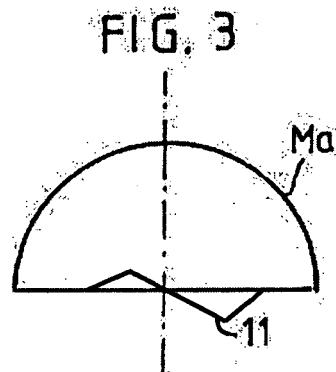
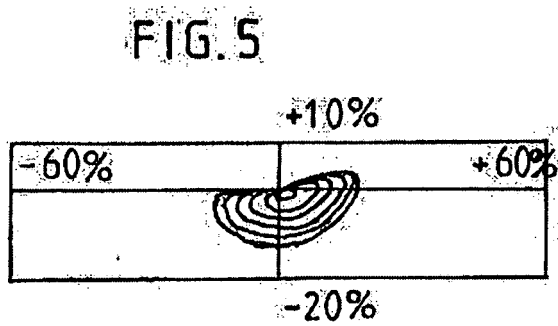
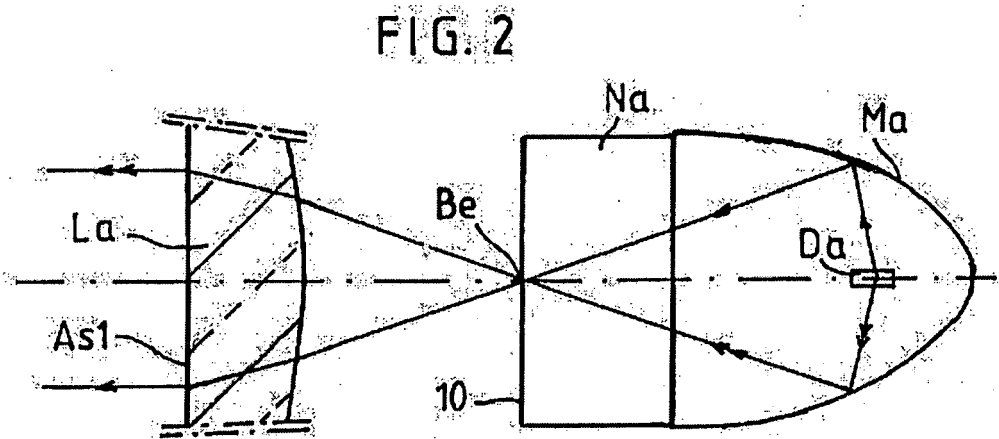
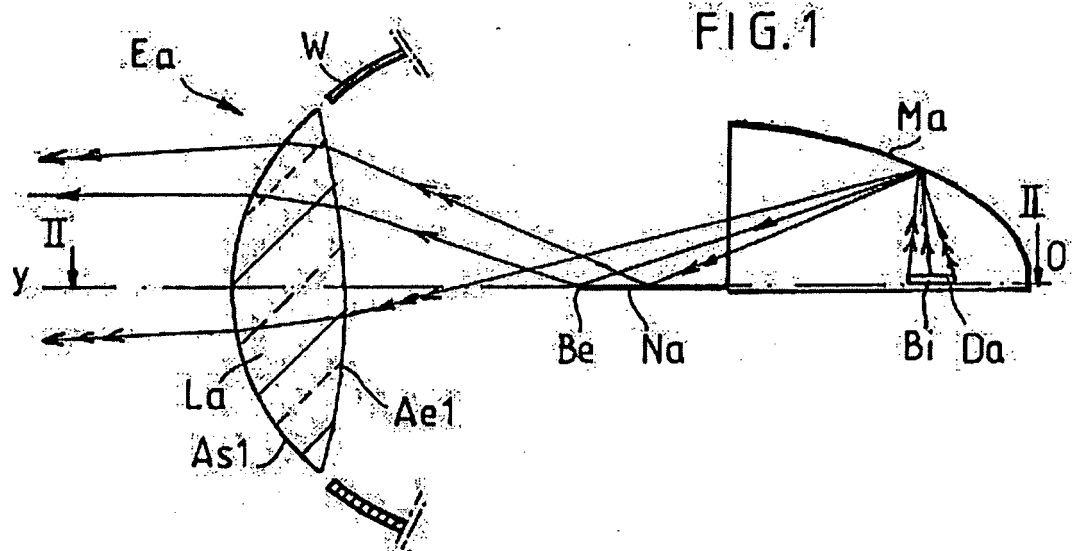


FIG. 4

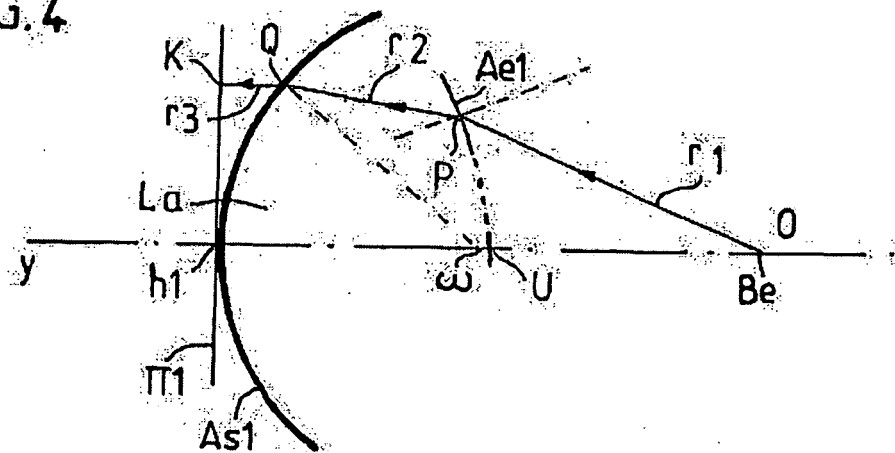


FIG. 6

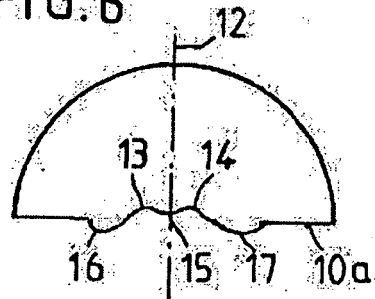


FIG. 7

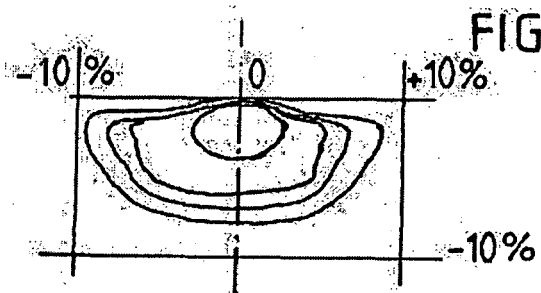


FIG. 9

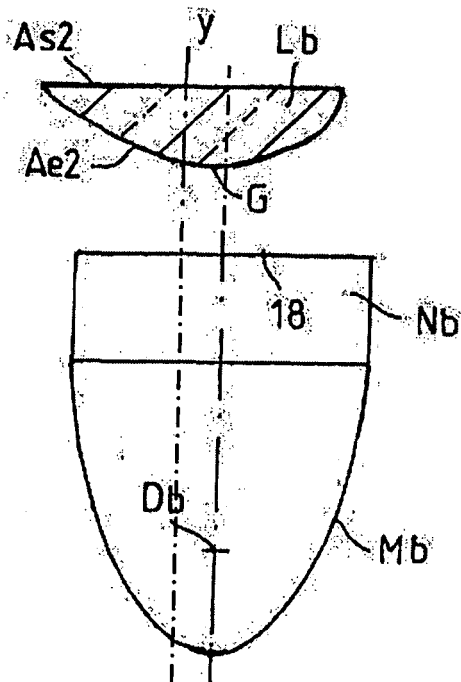


FIG. 8

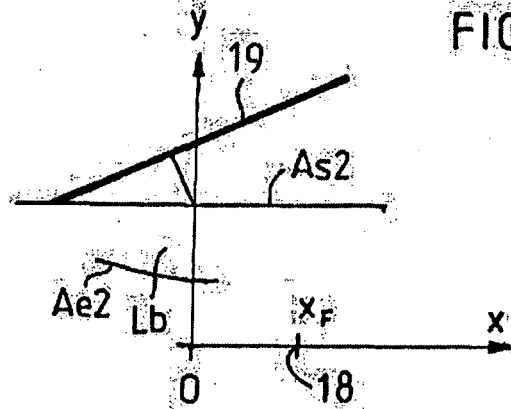


FIG. 10

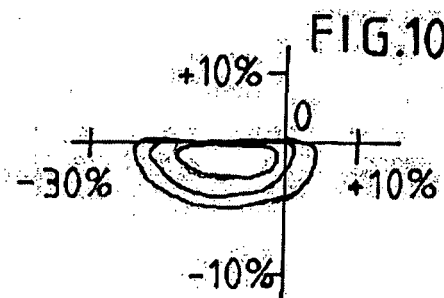


FIG.11

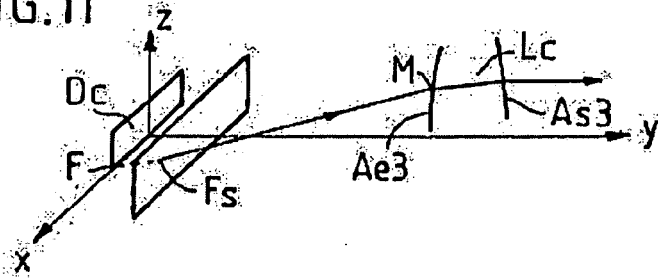


FIG.12

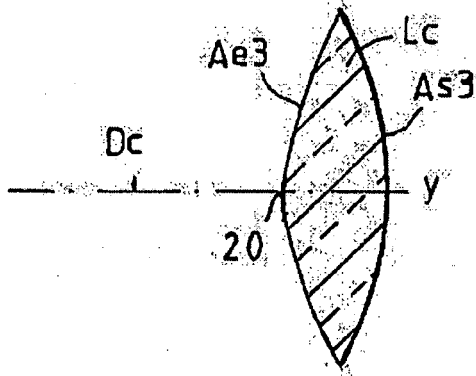


FIG.13

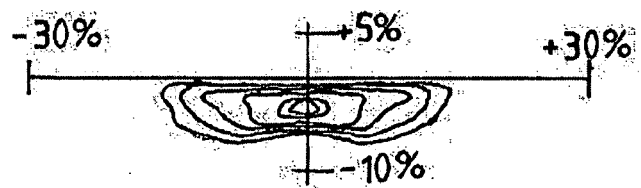


FIG.14

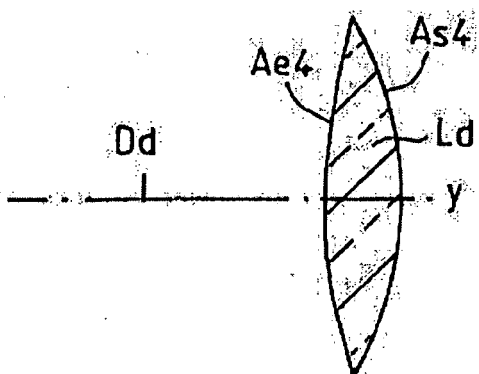


FIG.15

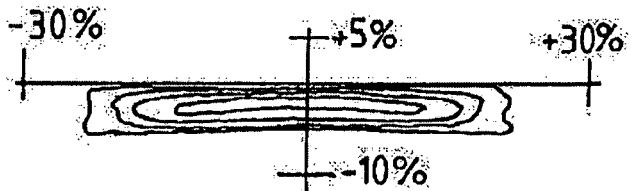


FIG. 16

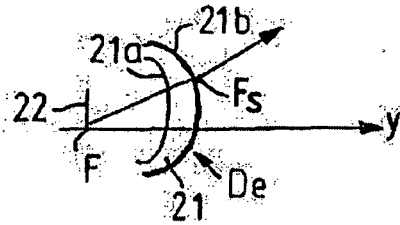


FIG. 17

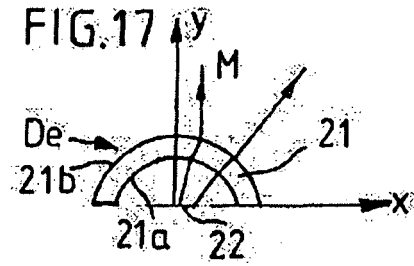


FIG. 18

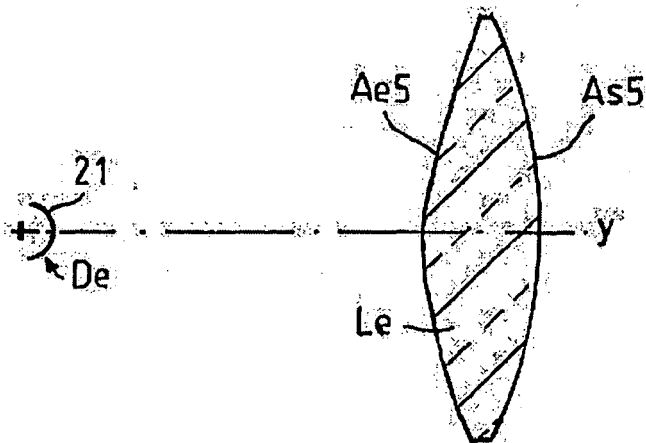


FIG. 19

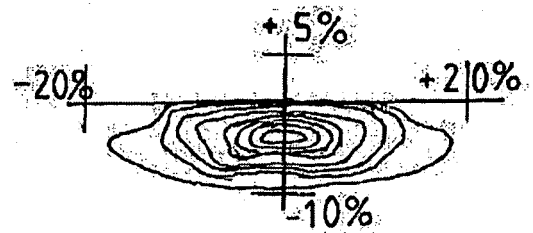


FIG. 21

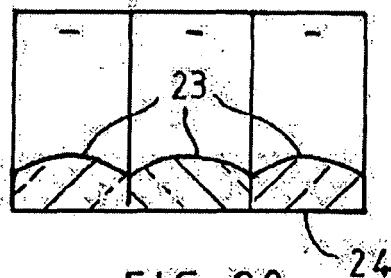
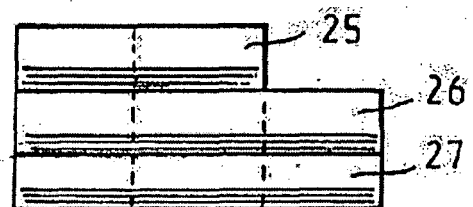


FIG. 20



FIG.22A

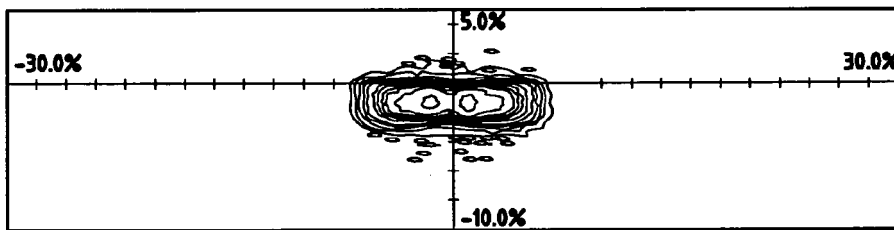
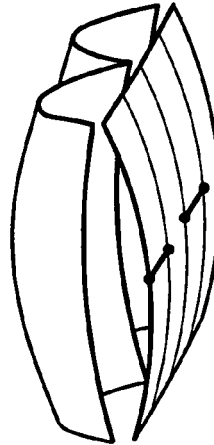


FIG.23A



FIG.22B

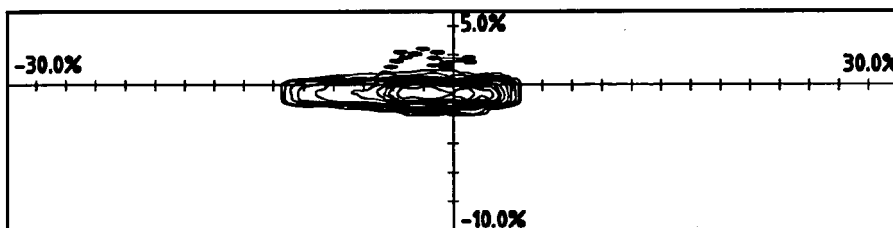


FIG.23B

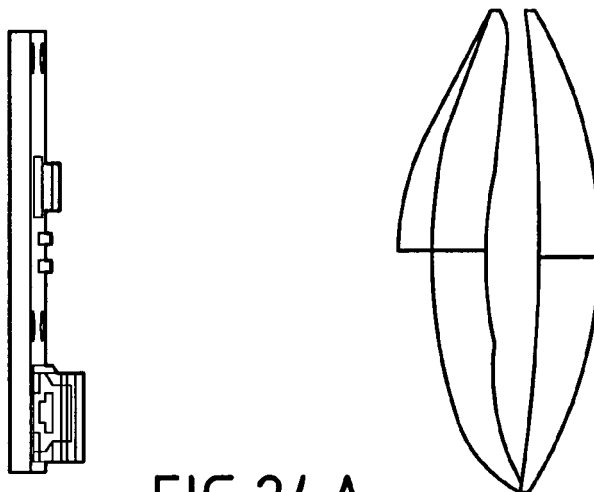


FIG. 24A

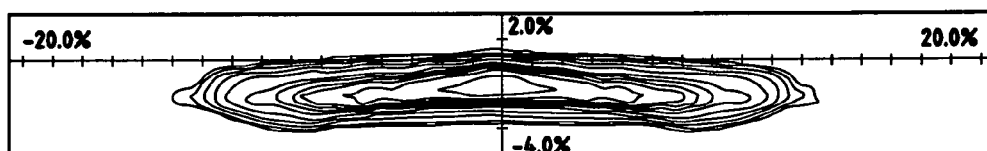


FIG. 24B

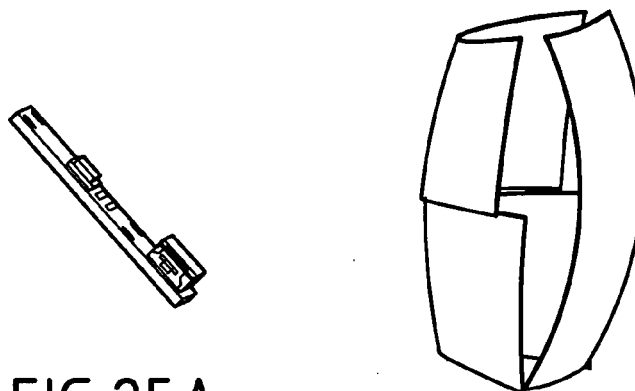
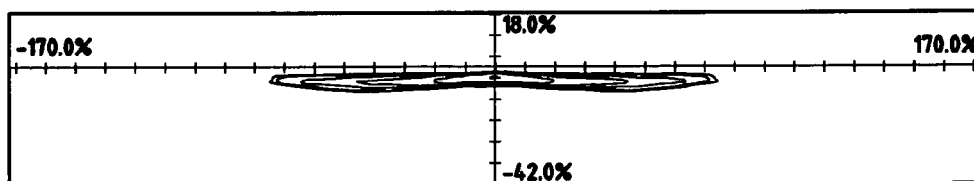


FIG. 25A

FIG. 25B



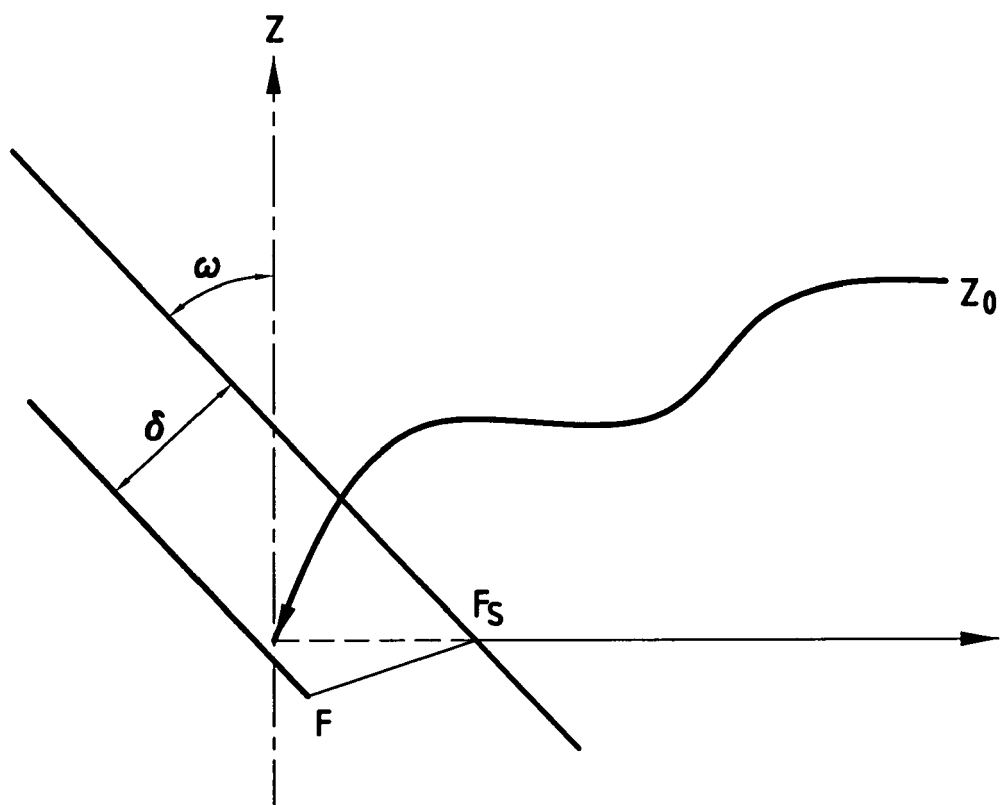


FIG.26



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 06 29 1391

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
P,X	EP 1 610 057 A (VALEO VISION) 28 décembre 2005 (2005-12-28) * le document en entier * -----	1-10, 13-15, 19,20,28	INV. F21V5/00 F21S8/10
Y	DE 102 31 326 A1 (HELLA KG HUECK & CO) 19 février 2004 (2004-02-19) * abrégé; figures * -----	1,2,7,8, 11	ADD. F21Y101/02
Y	DE 103 18 952 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO) 25 novembre 2004 (2004-11-25) * alinéa [0030] - alinéa [0032]; figures 4-6 * -----	1-22	
Y	EP 1 357 334 A (VALEO VISION) 29 octobre 2003 (2003-10-29) * abrégé; figures * -----	1-22	
Y	FR 2 844 033 A (KOITO MANUFACTURING CO LTD) 5 mars 2004 (2004-03-05) * abrégé; figures * -----	1-22	
X	EP 1 500 869 A1 (VALEO VISION [FR]) 26 janvier 2005 (2005-01-26) * le document en entier * -----	2,8	
A	US 5 779 341 A (CHINNIAH ET AL) 14 juillet 1998 (1998-07-14) * le document en entier * -----	1,2,7,8	
A	EP 1 243 846 A (VALEO VISION) 25 septembre 2002 (2002-09-25) * le document en entier * -----	1,2,7,8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 13 novembre 2006	Examineur Berthommé, Emmanuel
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	

8

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 06 29 1391

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.

13-11-2006

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1610057	A	28-12-2005	CN 1789791 A	21-06-2006
			FR 2872257 A1	30-12-2005
			JP 2006012838 A	12-01-2006
			US 2006002130 A1	05-01-2006
DE 10231326	A1	19-02-2004	AUCUN	
DE 10318952	A1	25-11-2004	AUCUN	
EP 1357334	A	29-10-2003	FR 2839139 A1	31-10-2003
			JP 2003317515 A	07-11-2003
			US 2003202359 A1	30-10-2003
FR 2844033	A	05-03-2004	CN 1487232 A	07-04-2004
			DE 10340433 A1	18-03-2004
			JP 2004095480 A	25-03-2004
			US 2004120158 A1	24-06-2004
EP 1500869	A1	26-01-2005	AT 337518 T	15-09-2006
			FR 2858042 A1	28-01-2005
			JP 2005044809 A	17-02-2005
US 5779341	A	14-07-1998	AUCUN	
EP 1243846	A	25-09-2002	FR 2822550 A1	27-09-2002
			JP 2002298623 A	11-10-2002
			US 2002186570 A1	12-12-2002

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82