

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.01.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.08.19 Bulletin 19/31.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : VALEO VISION Société par actions
simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : LE CORRE JEROME.

73 Titulaire(s) : VALEO VISION Société par actions sim-
plifiée.

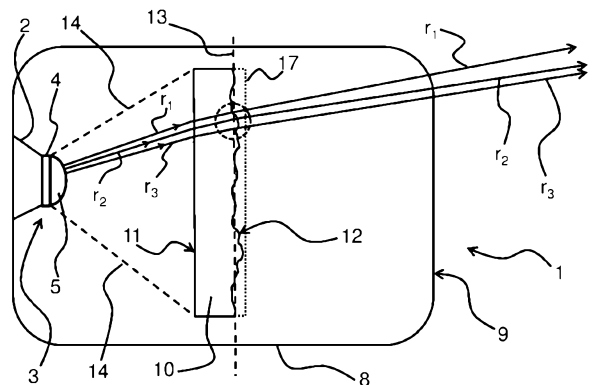
74 Mandataire(s) : VALEO VISION Société anonyme.

54 DISPOSITIF LUMINEUX A SURFACE GENERATRICE DE CAUSTIQUE CONTROLEE FORMANT UN MOTIF
SUR UNE SURFACE CIBLE.

57 La présente invention se rapporte à un dispositif lumi-
neux de véhicule (1) comprenant :

- un élément optique (10) présentant une surface géné-
ratrice (12) de caustique contrôlée de manière à propager
un motif sur un intervalle utile,

- une partie de montage (2) sur laquelle est destiné à
être monté un générateur de faisceau (3) de rayons inci-
dents sur ladite surface génératrice, l'élément optique étant
agencé de manière à ce que le motif propagé soit projeté
sur une surface cible, visible depuis l'extérieur du dispositif
lumineux et située dans l'intervalle utile.



DISPOSITIF LUMINEUX A SURFACE GENERATRICE DE CAUSTIQUE CONTROLEE FORMANT UN MOTIF SUR UNE SURFACE CIBLE

5 La présente invention se rapporte au domaine des dispositifs lumineux émettant des motifs sur une surface donnée, notamment sur la route.

Le document WO2016184721A1 divulgue des dispositifs lumineux de véhicule comprenant deux plaques de matériau transparent dont les dioptries avant et arrière présentent chacun une surface formant une matrice de lentilles optiques. Entre les
10 deux plaques, un cache est disposé. Le cache et les lentilles optiques de chaque matrice sont plaqués ensemble et agencés de manière à former ensemble un motif lumineux donné.

Cependant une telle conception est complexe.

Le problème technique que vise à résoudre l'invention est donc de simplifier
15 un dispositif lumineux de véhicule permettant de réaliser des motifs lumineux, notamment pour les projeter sur une surface.

Pour résoudre ce problème, la demanderesse a eu l'idée d'utiliser des caustiques.

Les caustiques sont un phénomène optique connu depuis longtemps. Elles
20 sont par exemple observables au fond d'une piscine éclairée par le soleil. Elles y forment des motifs fluctuant formant globalement un maillage de lignes de lumière plus concentrées et donc plus lumineuses, avec entre les mailles des zones plus sombres. Ces lignes et zones sombres sont dues aux différentes fluctuations de la surface de l'eau. Ces fluctuations forment localement des variations d'orientation
25 autour de la forme globalement plane de la surface de l'eau. Ainsi, en fonction des variations locales rencontrées, les rayons vont être déviés différemment, certains se rapprochant et formant les lignes plus concentrées et donc plus lumineuses, et d'autres s'écartant et formant les zones sombres. Le maillage varie en fonction de l'agitation de la surface.

30 Depuis quelques années, des chercheurs se sont intéressés à des méthodes pour utiliser ce phénomène sur des surfaces fixes présentant des variations locales, de manière à générer des caustiques complexes de forme contrôlée. Notamment, ils ont développé différentes méthodes pour calculer des surfaces réfractrices

formées d'un matériau transparent avec une distribution et un agencement de variations locales, de manière à ce que, lorsque ces surfaces réfractrices sont éclairées, celles-ci permettent, à partir d'une source de lumière donnée, de former un motif sur un écran.

5 Dans certains travaux, ce motif, dit motif cible, correspond physiquement à une image distordue du motif que forment en relief les variations locales, dit motif objet.

La demanderesse c'est aperçu que de telles surfaces pouvaient être utilisées dans des dispositifs lumineux de véhicule.

10 Ainsi, l'invention se rapporte à des dispositifs lumineux, dans lesquels une surface génératrice de caustique contrôlée dévie les rayons lumineux d'une source de lumière, cette surface génératrice présentant des variations locales agencées de manière à former un motif déterminé sur une surface donnée.

A cet effet, un premier objet de l'invention est un dispositif lumineux de véhicule comprenant :

15 - un élément optique présentant une surface génératrice de caustique contrôlée, cette surface génératrice étant une surface réfléchissante ou réfractrice, s'étendant selon une forme globale donnée et présentant des variations locales de forme autour de cette forme globale donnée, ces variations locales étant réparties sur l'ensemble de ladite surface génératrice de sorte qu'elles confèrent à l'ensemble
20 de la surface génératrice un relief formant un motif objet, ces différentes variations locales étant agencées de manière à ce que la majorité de ladite surface génératrice soit lisse et de manière à ce que pour un faisceau de rayons incidents sur l'ensemble de cette dite surface génératrice, ces rayons ayant une répartition donnée, ladite surface génératrice dévie les rayons selon des orientations
25 différentes en fonction des variations locales qu'ils rencontrent, formant ainsi un faisceau dévié propageant un motif propagé identifiable sur un intervalle utile s'étendant en amont de et au moins jusqu'à une distance optimale de propagation donnée finie, ce motif propagé correspondant à une projection distordue du motif objet,

30 - une partie de montage sur laquelle est destiné à être monté un générateur de faisceau de rayons selon la répartition donnée, de manière à ce que les rayons soient incidents sur ladite surface génératrice,

l'élément optique étant agencé de manière à ce que le motif propagé puisse être projeté sur une surface cible, qui est visible depuis l'extérieur du dispositif lumineux et qui est située à l'intérieur de l'intervalle utile et/ou à une distance sensiblement égale à cette dite distance optimale.

5 Par « identifiable », on entend que l'on reconnaît le motif comme celui qui serait observé à la distance optimale.

Le résultat le meilleur est observé lorsque la surface cible est située à une distance sensiblement égale à cette dite distance optimale.

10 Dans la demande, on entend par « lisse » une zone dérivable en tout point, autrement dit une zone dépourvue d'arête saillante ou rentrante. Une portion est lisse lorsque l'ensemble des points formant celle-ci obéit à cette définition.

15 Ainsi, il est possible de monter un générateur de faisceau lumineux, tel qu'une source de lumière ou une source de lumière et un ensemble d'un ou plusieurs éléments optiques, permettant de générer des rayons selon une répartition donnée, ce montage se faisant de manière à ce que ces rayons soient incidents sur l'élément optique. De ce fait, l'allumage du générateur de faisceau permettra la
20 génération du motif propagé, qui se propagera jusqu'à rencontrer une surface, en particulier la surface cible.

La projection du motif propagé sur la surface ciblée forme le motif cible.

20 Ces générateurs de faisceau peuvent être simples. L'élément optique suffit en lui-même à modifier le faisceau pour en faire un motif.

25 Par ailleurs, ce motif se propage sur une distance donnée finie, à savoir sur l'intervalle utile comprenant la distance où la netteté est optimale, à savoir la distance optimale de propagation, ce qui permet une certaine liberté sur la distance entre l'élément optique et la surface cible. Le dispositif lumineux est plus simple à assembler. Cette distance optimale de propagation, dite ci-après distance optimale, est la distance à laquelle la majorité des rayons déviés et formant le motif cible se croisent et donc à laquelle ce motif a la meilleure netteté. La surface génératrice peut ainsi être conçue aisément par rapport à cette définition.

30 De plus, contrairement à aux solutions avec caches, dans le dispositif lumineux selon ce premier objet, l'essentiel, voire la totalité, des rayons lumineux rencontrant la surface génératrice sont déviés et forment le motif cible. La

luminosité du motif cible est donc supérieure avec le dispositif lumineux selon ce premier objet.

Le dispositif lumineux selon l'invention peut optionnellement comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- 5 - la répartition donnée est sensiblement telle que pour tout plan transversal, notamment perpendiculaire, à la direction de propagation, en un point donné de ce plan, le ou les rayon(s) incident(s) en ce point provien(nen)t d'une unique direction ;
- selon la répartition donnée, les rayons sont sensiblement parallèles ou sensiblement répartis dans un cône d'émission ;
- 10 - la répartition donnée correspond à celle d'une diode électroluminescente ;
- le dispositif lumineux comprend le générateur de faisceau de rayons selon la répartition donnée ; le dispositif lumineux est ainsi prêt à émettre ;
- la surface génératrice comprend au moins une portion lisse dont la surface représente la majorité de la surface génératrice, le passage d'une variation locale à l'autre étant lisse à l'intérieur de cette portion lisse ;
- 15 - la majorité de la surface génératrice est agencée de manière à ce que chaque variation locale dévie les rayons de manière à former une et une seule portion du motif cible qui soit distincte des portions du motif cible formées par les autres variations locales, et pour la majorité du motif cible, chaque portion du motif cible reçoit les rayons lumineux d'une et d'une seule variation locale ; on a ainsi, pour cette majorité de la surface génératrice et cette majorité du motif cible, une relation bijective entre chaque portion lisse du motif objet et chaque portion du motif cible sans discontinuité marquée de luminosité ; cela simplifie le calcul et donc la réalisation de la surface génératrice ;
- 20 - toute la surface génératrice est lisse, le passage d'une variation locale à l'autre étant lisse ; cela permet de plus de moins déformer l'image des pièces en amont de l'élément optique ; il est ainsi possible soit de distinguer ces pièces au travers de l'élément optique, lorsque l'élément optique est un élément transparent réfractant les rayons émis par ledit générateur de faisceau, soit en observant l'image de ces pièces sur l'élément optique, lorsque ce dernier est un réflecteur réfléchissant les rayons émis par ledit générateur de faisceau ; cela permet ainsi de travailler le style du générateur de faisceau ;
- 25
- 30

- la totalité de la surface génératrice est agencée de manière à ce que chaque variation locale dévie les rayons de manière à former une et une seule portion du motif cible qui soit distincte des portions du motif cible formées par les autres variations locales, et pour tout le motif cible, chaque portion du motif cible reçoit les rayons lumineux d'une et d'une seule variation locale ; on a ainsi une relation bijective entre la totalité du motif objet et chaque portion du motif cible sans discontinuité marquée de luminosité ; cela simplifie le calcul et donc la réalisation de la surface génératrice ;
- le passage entre certaines variations locales est délimité par une arête ; un tel passage crée une discontinuité dans les variations de pente sur la surface génératrice ; cela permet de créer des zones très sombres voire noires et des zones très lumineuses et étroites, tel qu'une écriture nette ;
- les variations locales sont agencées de manière à ce que les rayons du faisceau dévié ne se croisent pas jusqu'à ladite distance optimale ; ainsi le motif cible reste net sur une surface cible positionnée en amont de ou à la distance optimale ;
- selon l'alinéa précédent, il peut exister également une distance minimale en dessous de laquelle le motif n'est pas formé ; dans ce cas, le motif est net dans un intervalle, correspondant à l'intervalle utile allant de cette distance minimale à au moins jusqu'à la distance optimale ; par exemple, cet intervalle représente plus de la moitié de la distance optimale ;
- les variations locales présentent une tangente à la forme globale donnée formant un angle compris entre -60 et 60 degrés, notamment entre -30 et 30 degrés ; cela permet d'avoir une bonne transmission des rayons lumineux ;
- chaque variation locale présente, en chacun de ses points, une amplitude définie comme la distance entre la variation locale et ladite forme globale selon la normale en un point donné de la forme globale ;
- l'amplitude maximale de chaque variation locale est comprise dans un intervalle compris entre 0,001 millimètre et 1 millimètre ; cela confère un aspect plus lisse à la surface génératrice ;
- selon une direction globale de propagation du faisceau, l'élément optique est circonscrit dans un rectangle, dont un côté s'étendant selon une direction parallèle à cette direction de propagation est au moins quatre fois supérieur, notamment six

fois supérieur à celui de l'amplitude de chaque variation locale par rapport à la forme globale donnée au niveau de cette variation locale ;

- selon une direction globale de propagation du faisceau, la surface génératrice est circonscrite dans un rectangle, dont un côté s'étendant selon une direction parallèle à cette direction de propagation est au moins dix fois supérieur, notamment trente fois, à celui d'un des côtés d'une source de lumière du générateur de faisceau ;

- le générateur de faisceau comprend une source de lumière, notamment une diode électroluminescente ; les diodes électroluminescentes sont particulièrement adaptées pour être couplées à une surface de génératrice contrôlée ;

- le générateur de faisceau comprend une diode électroluminescente émettant ses rayons globalement selon un cône ; par exemple, le générateur peut être formé uniquement d'une ou plusieurs diodes électroluminescentes

- le générateur de faisceau comprend une source de lumière, notamment une diode électroluminescente, et une optique agencée avec la source de lumière de manière à générer un faisceau de rayons sensiblement parallèles ;

- le dispositif lumineux comprend un écran comprenant une surface formant la surface cible; ainsi le motif cible est visible sur ou à l'intérieur du dispositif lumineux ;

- l'écran est formé par une plaque translucide grainée, notamment agencée devant le générateur de faisceau ; cela permet de former un écran simple ; par ailleurs, cet écran placé devant le générateur de faisceau permet de masquer ce dernier ;

- le dispositif lumineux comprend un boîtier et une glace de fermeture du boîtier au travers de laquelle sortent les rayons émis par le dispositif lumineux, la glace de fermeture formant l'écran, la surface cible formant une partie ou l'intégralité de la portion de la glace de fermeture au travers de laquelle sortent ces rayons ; cela permet d'afficher un motif, tel qu'un logo ou une information sur le dispositif lumineux ; notamment, la surface cible est diffusante, par exemple elle peut être grainée, ou bien encore être revêtue d'un film diffusant ;

- le dispositif lumineux est un feu de signalisation, la surface génératrice et la surface cible étant agencées de manière à ce que le motif cible forme la surface

éclairante de la fonction de signalisation ; on peut ainsi réaliser avec peu de pièces un feu de signalisation ;

- 5 - le dispositif lumineux est destiné à être monté à l'intérieur de l'habitacle d'un véhicule, ledit dispositif lumineux étant agencé de manière à ce qu'une fois monté dans le véhicule, il puisse projeter le motif cible d'une part à l'extérieur dudit dispositif lumineux et d'autre part, sur une surface de l'habitacle agencée à une distance de l'élément optique à l'intérieur de l'intervalle utile ou sensiblement égale à la distance optimale ; cela permet notamment de créer un motif d'ambiance, d'afficher un logo ; ce dispositif lumineux peut être spécialement dédié à cet effet ou 10 bien être une applique ou un plafonnier ;
- la surface de l'habitacle est un fauteuil, un tableau de bord, une portion du pare-brise ou d'une vitre, ou un écran faisant saillie du tableau de bord, ou un montant portant un vitrage, le plafond de l'habitacle ; notamment, la surface de l'habitacle peut être une portion diffusante du pare-brise ou d'une vitre, par exemple 15 une portion grainée, ou bien encore revêtue d'un film diffusant ;
- l'élément optique comprend une surface réfléchissante dont au moins une portion est formée par la surface génératrice ; autrement dit la surface génératrice est réfléchissante ; notamment, l'élément optique peut être un masque, notamment métallisé ; dans ce cas la surface génératrice peut former une portion de la surface 20 de ce masque ; on peut ainsi conférer une autre fonction au masque, que celle de masquer certaines pièces du dispositif lumineux ;
- l'élément optique est en un matériau transparent et est agencé avec le générateur de faisceau de manière à former le faisceau dévié par réfraction des rayons émis par le générateur de faisceau ; cela permet un agencement simple;
- 25 - selon l'alinéa précédent, l'élément optique comprend une face d'entrée desdits rayons agencée en vis-à-vis du générateur de faisceau et une face de sortie de ces rayons agencée à l'opposé de ladite face d'entrée, la surface génératrice étant formée sur la face d'entrée ou sur la face de sortie ;
- selon l'alinéa précédent, l'élément optique comprend deux surfaces 30 génératrices, une première surface génératrice étant formée sur la face d'entrée et une deuxième surface génératrice étant formée sur la face de sortie, ces deux surfaces génératrices étant agencées ensemble de manière à former le motif cible et à assurer sa propagation sur la distance optimale ; cela permet de laisser plus de

liberté dans les pentes à conférer aux variations locales ; de plus cela peut également permettre d'obtenir un meilleur contraste, ou bien d'augmenter la profondeur de champ, voire tendre vers une profondeur de champ infinie ;

5 - le dispositif lumineux comprend un boîtier et une glace de fermeture du boîtier au travers de laquelle sortent les rayons émis par le dispositif lumineux, la glace de fermeture formant l'élément optique, la surface génératrice étant formée en surface d'une portion de la glace de fermeture, le faisceau dévié étant formé par réfraction des rayons émis par le générateur de faisceau ; cela permet ainsi de propager le motif cible à l'extérieur du véhicule et sans ajout d'une nouvelle pièce ; par exemple
10 le dispositif lumineux peut être agencé de manière à ce qu'une fois monté sur le véhicule, la distance entre la surface génératrice et la route selon la direction de propagation du motif cible, corresponde à l'intervalle utile ou soit voisine de la distance optimale, selon une orientation donnée du véhicule ; cela permet ainsi de projeter le motif lumineux sur la route ; cette distance entre la glace de fermeture
15 et/ou la surface génératrice peut être égale à la moitié de la distance optimale, lorsque la route est horizontale ; dans ce dernier cas, cela permet d'avoir un motif net visible quelle que soit l'orientation du véhicule, en montée, en descente, en cas de freinage ou en cas d'accélération ;

20 - l'élément optique comprend un réservoir comprenant un liquide et de l'air formant entre eux un dioptre mouvant, le réservoir comprenant une paroi transparente d'entrée et une paroi transparente de sortie en vis-à-vis de la paroi transparente d'entrée, l'une de ces parois comprenant ladite surface génératrice, le générateur de lumière étant agencé de manière à émettre un faisceau lumineux vers la paroi transparente d'entrée de manière à ce que les rayons traversent
25 successivement la paroi transparente d'entrée, le dioptre, et la paroi transparente de sortie, en traversant ladite surface génératrice ; cela permet notamment d'afficher un motif fixe lorsque la voiture est à l'arrêt ou à vitesse constante, et de le faire disparaître lorsque la voiture démarre, freine ou accélère.

Le dispositif lumineux de véhicule selon l'invention peut par exemple être :

30 - un dispositif d'éclairage de la route, notamment un projecteur avant, notamment émettant un feu de croisement et/ou un feu longue portée, ou encore un projecteur antibrouillard ;

- un dispositif de signalisation, notamment un feu arrière de position, un feu de position diurne (ou DRL, pour « *Day Running Light* ») un indicateur de direction, un feu stop, un feu stop surélevé, un feu arrière antibrouillard, un feu de recul ;

- un dispositif d'éclairage de l'intérieur du véhicule, notamment un plafonnier
5 ou une applique latérale.

L'invention a également pour objet un véhicule comprenant un dispositif lumineux selon l'invention, notamment connecté à l'alimentation électrique du véhicule.

10 Les termes « amont » et « aval » se réfèrent par rapport au sens de propagation des rayons lumineux dans le dispositif lumineux et à l'extérieur de celui-ci.

Sauf indication contraire, les termes « avant », « arrière », « inférieur », « supérieur », « côté », « transversal » se réfèrent au sens d'émission de lumière
15 hors du dispositif lumineux correspondant.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée des exemples non limitatifs qui suivent, pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un générateur de faisceau et
20 d'un élément optique d'un dispositif lumineux selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une vue agrandie d'une portion de la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue schématique d'un générateur de faisceau et
25 d'un élément optique d'un dispositif lumineux selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 4 représente schématiquement la propagation d'un motif cible par un générateur de faisceau et un élément optique d'un dispositif lumineux selon l'invention ;

- la figure 5 représente schématiquement un motif cible formé par un
30 générateur de faisceau et un élément optique d'un dispositif lumineux selon l'invention ;

- la figure 6 représente schématiquement le motif objet de la surface génératrice permettant de générer le motif cible de la figure 5 ;

- la figure 7 représente un premier exemple de dispositif lumineux selon l'invention ;

- la figure 8 représente un deuxième exemple de dispositif lumineux selon l'invention ;

5 - la figure 9 représente un troisième exemple de dispositif lumineux selon l'invention ;

- la figure 10 représente un quatrième exemple de dispositif lumineux selon l'invention ;

10 - la figure 11 représente un cinquième exemple de dispositif lumineux selon l'invention, implanté dans un véhicule à l'arrêt ou à vitesse constante ;

- la figure 12 correspond à la figure 11 lorsque le véhicule démarre, accélère ou freine ;

- la figure 13 représente le motif cible généré dans le cas illustré en figure 12 ;

15 - la figure 14 schématise un troisième mode de réalisation selon l'invention ;

- les figures 15a à 15f schématisent les différentes étapes de calcul de la surface génératrice.

20 Les figures 1 et 2 illustrent un exemple de dispositif lumineux 1 de véhicule selon l'invention. Ces figures permettent également d'illustrer le principe général de l'invention.

25 Selon l'invention, le dispositif lumineux 1 comprend un élément optique 10 présentant une surface génératrice 12 de caustique contrôlée. Cette surface génératrice 12 peut être une surface réfléchissante ou une surface réfractrice, comme illustré en figure 1 et 2. Cet élément optique est appelé ci-après générateur de caustique 10.

La surface génératrice 12 s'étend selon une forme globale donnée 13, représentée par la ligne verticale en pointillés en figures 1 et 2.

30 Plus particulièrement, dans le mode de réalisation de la figure 1, le générateur de caustique 10 est une plaque transparente présentant une face d'entrée 11 et une face de sortie. La face d'entrée 11 est agencée en vis-à-vis d'un générateur de faisceau 3 de rayons lumineux de manière à recevoir les rayons r_1 , r_2 ,

r_3 émis par le générateur de faisceau 3. La face de sortie est agencée de manière à recevoir les rayons r_1 , r_2 , r_3 réfractés par la face d'entrée 11.

Comme dans l'exemple illustré, la face de sortie peut-être formée, notamment entièrement, par la surface génératrice 12.

5 D'une manière générale, la surface génératrice 12 présente des variations locales de forme autour de la forme globale donnée 13. Ces variations locales sont réparties sur l'ensemble de la surface génératrice 12, de sorte qu'elles confèrent à l'ensemble de la surface génératrice 12 un relief formant un motif objet.

10 Par exemple, comme illustré en figures 1 et 2, ces variations locales forment des creux et des bosses sur la face de sortie de ledit générateur de caustique 10.

15 D'une manière générale, ces différentes variations locales sont agencées de manière à ce que la majorité de ladite surface génératrice 12 soit lisse. Ainsi pour la majorité de la surface génératrice 12, cette surface est dérivable en tout point. Autrement dit, sur les zones lisses, elle est dépourvue d'arête saillante ou rentrante.

20 D'une manière générale, ces différentes variations locales sont agencées de manière à ce que pour le faisceau de rayons r_1 , r_2 , r_3 incidents sur l'ensemble de cette dite surface génératrice 12, ces rayons r_1 , r_2 , r_3 ayant une répartition donnée connue, la surface génératrice 12 dévie les rayons r_1 , r_2 , r_3 selon des orientations différentes en fonction des variations locales qu'ils rencontrent, formant ainsi un faisceau dévié propageant un motif lumineux sur un intervalle utile s'étendant en amont de et au moins jusqu'à une distance optimale de propagation donnée finie, dite distance optimale, ce motif propagé correspondant à une projection distordue
25 du motif objet.

Cette surface génératrice 12, avec ses variations locales, correspond à une surface génératrice de caustique contrôlée.

30 En effet, ces variations locales créent des convergences et des divergences locales des rayons. Comme ces variations sont locales, une majorité de rayons s'écartent ou se rapprochent sans se croiser avant une certaine distance. Ainsi, de la même manière que la surface d'une piscine traversée par les rayons du soleil crée un motif lumineux se propageant et se projetant sur le fond d'une piscine, la surface génératrice 12 crée un motif lumineux qui se propage, le motif propagé.

Dans le cas d'une piscine, ce motif se propage en général sur une distance de 3 mètres. Le motif propagé est donc observable en se projetant sur le fond de la piscine, que le fond soit à 1,5 m ou à 2 m. Ce fond forme donc l'écran sur lequel est observable la caustique formant le motif propagé.

5 Dans le cas d'une surface génératrice de caustique contrôlé, comme selon l'invention, en fonction des variations locales le motif lumineux se propage au moins sur une distance optimale donnée. Au-delà de cette distance optimale D_p , les rayons du faisceau dévié se croisent.

10 Dans le cadre de l'invention, et comme on peut l'observer sur le schéma de principe en figure 4, la distance optimale D_p est finie. Si l'on interpose un écran à une distance intermédiaire D_1 ou à une autre distance intermédiaire D_2 , qui sont inférieures à la distance optimale D_p , on observera le même motif plus ou moins distordu.

15 A noter que cette distance optimale D_p est celle à laquelle le motif va avoir la meilleure netteté. La surface génératrice peut ainsi être conçue par rapport à cette définition.

20 Il peut exister également une distance minimale D_0 en dessous de laquelle le motif n'est pas formé. Cette distance minimale D_0 est en général assez faible. Cette distance minimale D_0 peut être de quelques centimètres, voire de quelques millimètres selon les applications, telle qu'une application à un dispositif lumineux d'automobile. Dans ce dernier cas elle peut être inférieure à 1 centimètre (cm).

25 Egalement, le motif n'est pas perdu dès que les rayons se croisent mais après, à une distance maximale (non représentée) supérieure. Il est cependant plus aisé de concevoir la surface génératrice par rapport à la distance de croisement des rayons, qui se définit plus précisément que la distance à laquelle on considère que le motif est perdu. Dans la présente demande, cette distance de croisement des rayons est donc appelée distance optimale de propagation ou distance optimale.

30 Autrement dit, l'intervalle utile comprend une portion aval, allant de la distance optimale D_p à cette distance maximale, et une portion amont, allant de la distance minimale D_0 à la distance optimale D_p . Le motif observable à la distance optimale D_p , si l'on y place un écran, reste identifiable à l'intérieur de ces portions amont et aval.

D'une manière générale dans l'invention, cette portion aval peut être d'une valeur différente de celle de la portion amont. Notamment, il peut lui être inférieur de plus de la moitié.

Par exemple, dans un projecteur avec une portion diffusante de glace de fermeture, avec une distance optimale D_p de 20 cm, une distance minimale D_0 de 1 cm, la valeur de la portion amont serait de 19 cm, et la portion aval pourrait être inférieure à 9,5 cm.

En particulier, ledit générateur de caustique 10 et ses variations locales sont agencés de manière à ce que le motif propagé soit projeté sur une surface cible, qui forme l'écran, pour y former un motif lumineux, dit motif cible. Cette surface cible est visible depuis l'extérieur du dispositif lumineux 1 et est située à une distance comprise dans l'intervalle utile. La surface cible peut être aux environs de ou à la distance optimale D_p , ce qui améliore la netteté.

D'une manière générale, pour fabriquer la surface génératrice 12, celle-ci est notamment calculée en tenant compte du motif cible que l'on souhaite afficher, de la forme de la surface cible et de son agencement par rapport aux rayons lumineux formant le motif cible, ainsi que de la répartition donnée des rayons r_1 , r_2 , r_3 à l'émission par le générateur de faisceau 3, en particulier leur incidence sur ledit générateur de caustique 10.

Selon l'invention, la répartition donnée peut correspondre à des rayons r_1 , r_2 , r_3 sensiblement parallèles, comme illustré en figure 3, ou, notamment, comme illustré en figures 1 et 2, sensiblement répartis globalement selon un cône d'émission 14, notamment comme avec une source lumineuse divergente, telle qu'une DEL. Cela permet d'établir plus simplement l'angle d'incidence des rayons sur ledit générateur de caustique 10, simplifiant ainsi le calcul de la surface génératrice 12.

Pour cela, il est possible de considérer que la répartition donnée est telle que pour tout plan perpendiculaire à la direction de propagation, en un point donné de ce plan, le ou les rayon(s) incident(s) en ce point provien(nen)t d'une unique direction. En effet, la répartition des rayons émis par une LED correspond sensiblement à une telle répartition donnée.

Pour simplifier le calcul, il est possible de discrétiser la surface en de nombreuses surfaces élémentaires et d'assimiler ces dernières aux points mentionnés au paragraphe précédent.

Le dispositif lumineux 1 peut être livré sans le générateur de faisceau 3, mais dispose d'une partie de montage 2 sur laquelle il est destiné à être monté, de manière à ce que les rayons r_1 , r_2 , r_3 soient incidents sur ladite surface génératrice 12.

En particulier, cette partie de montage 2 et le générateur de faisceau 3 peuvent être agencés pour qu'au montage, le faisceau émis par le générateur de faisceau 3 ait une direction globale donnée par rapport audit générateur de caustique 10. Ainsi, il n'y a pas besoin à l'assemblage de régler cette orientation pour qu'elle corresponde à l'agencement permettant de générer le motif cible.

Il est à noter que ces surfaces génératrices de caustique ne nécessitent pas une grande précision quant au positionnement du générateur de faisceau 3. L'assemblage est donc simplifié.

Dans l'exemple illustré en figure 1, le générateur de faisceau 3 est monté sur la partie de montage 2.

Le générateur de faisceau 3 peut comme ici être formé par une diode électroluminescente ou DEL. En figure 1, est schématisé un élément photoémetteur 4 de la DEL avec, accolé dessus, un dôme de protection 5 transparent.

La surface cible peut être un écran du dispositif lumineux, une surface de l'habitacle du véhicule ou une surface extérieure au véhicule, telle que la route.

Les méthodes de calcul de cette surface génératrice 12 peuvent suivre le procédé suivant, dont un exemple est illustré aux figures 15a à 15f:

- dans une étape, dite étape amont E1, illustrée en figure 15a, établir la relation définissant l'angle d'incidence des rayons r_1 , r_2 , r_3 , r_4 , r_5 et leur répartition en chaque point de la forme globale 13 donnée, en tenant compte de la répartition donnée des rayons r_1 , r_2 , r_3 , permettant autrement dit de définir également la luminosité de chaque point au niveau de la forme globale donnée 13 sur ledit générateur de caustique 10, dit point objet p_1 , p_2 , p_3 , p_4 , p_5 ,

- dans une étape, dite étape aval E2, qui peut être réalisée avant, après ou en même temps que ladite étape amont E1, définir la répartition lumineuse sur la

surface cible permettant d'obtenir le motif cible, et donc définir la luminosité de chaque point de la surface cible 19, dit point cible p'_1, p'_2, p'_3, p'_4 ,

- ensuite, dans une étape de corrélation E3, illustrée en figure 15b, établir une relation entre chaque point objet p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 et chaque point cible p'_1, p'_2, p'_3, p'_4 , notamment de manière à ce que chaque point cible p'_1, p'_2, p'_3, p'_4 recevant de la lumière soit associé à un seul ou à un ensemble de points objet p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 permettant d'obtenir la luminosité requise en ces points pour la formation du motif,

- ensuite, dans une étape d'orientation E4/E5 des variations locales, illustrée en figures 15c à 15f, en fonction des points cibles et des points objets associés par la relation établie dans l'étape de corrélation E3, déterminer l'orientation des variations locales à appliquer à la forme globale de manière à ce que les rayons r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 incidents sur les points objets p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 soient déviés de manière à avoir l'orientation leur permettant d'atteindre les points cibles p'_1, p'_2, p'_3, p'_4 associé par cette relation.

L'étape amont E1 tient compte de la répartition des rayons à leur arrivée au niveau de la forme globale donnée 13. Le cas le plus simple, non représenté, est celui d'un élément optique 10, tel que celui illustré en figures 1 et 15a, formé d'une plaque transparente dont la face d'entrée 11 et la forme globale donnée 13 de la surface génératrice 12 sont planes, et avec un générateur de faisceau 3, tel que celui de la figure 3, émettant des rayons parallèles.

Dans ce cas simple, le générateur de faisceau 3 et ledit générateur de caustique 10 sont agencés de manière à ce que les rayons soient perpendiculaires à la face d'entrée 11. Ces rayons ne sont donc pas déviés avant de rencontrer la surface de sortie sur laquelle est formée la surface génératrice.

Le mode de réalisation des figures 1 et 2 et des figures 15a à 15f est un cas intermédiaire où les rayons sont répartis dans un cône initial 14 à la sortie du générateur de faisceau 3, puis réfractés par la face d'entrée plane, restant ainsi inscrit dans un cône, permettant une détermination aisée de l'angle d'incidence des rayons r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 avec la forme globale 13, et donc une détermination aisée de l'angle d'incidence des rayons r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 avec la surface génératrice 12.

Le mode de réalisation de la figure 3 est un autre cas intermédiaire où la répartition des rayons r_1, r_2, r_3 est initialement plus simple, puisqu'ils sont parallèles

en sortie du générateur de faisceau 3. En revanche, ils sont ensuite réfractés différemment par la face d'entrée 11 car celle-ci est courbe, par exemple cylindrique de section circulaire ou elliptique. Cependant, cette courbure étant définie, elle permet de déterminer l'orientation des rayons r_1 , r_2 , r_3 à leur arrivée au niveau de la
5 forme globale donnée 13 de la surface génératrice 12, qui elle aussi est courbe.

Dans l'exemple illustré en figure 3, l'élément optique est une plaque transparente courbée, dont la face d'entrée 11 et la forme globale 13 de la surface génératrice 12 sont cylindriques.

De manière à avoir des rayons parallèles, le générateur de faisceau 3 peut
10 comprendre une source de lumière 6, telle qu'une diode électroluminescente, et une lentille de collimation 7 dont les dioptries permettent d'orienter les rayons parallèlement.

Des cas plus compliqués peuvent cependant être envisagés, avec :

- des rayons répartis dans un cône d'émission,
- 15 - une surface d'entrée courbée, notamment cylindrique, et
- une surface génératrice de forme globale donnée courbée.

Il est également possible d'envisager d'autres répartitions données des rayons.

Concernant l'étape aval E2, le cas le plus simple est lorsque la surface cible
20 19 est plane et perpendiculaire à la direction globale d'émission des rayons à l'arrivée au niveau de la forme globale 13 de la surface génératrice 12 à calculer. Le motif cible correspond alors au motif propagé.

Dans des cas plus complexes, il faut tenir compte de l'orientation de la surface cible plane, présentant un angle avec la direction globale d'émission des rayons à l'arrivée au niveau de la surface génératrice. Néanmoins une telle
25 détermination reste simple. C'est plus compliqué, mais réalisable, lorsque la surface cible n'est pas plane. Il faut alors tenir compte de sa forme, notamment la définir par une équation pour déterminer la répartition lumineuse, pour pouvoir observer en projection le motif cible. Dans tous ces cas plus complexes, le motif propagé, si on
30 le définit selon un plan perpendiculaire à la direction de propagation de celui-ci, diffère du motif cible.

Ensuite, différentes méthodes peuvent être utilisées pour réaliser l'étape de corrélation E3 entre les rayons incidents sur la forme globale 13 de la surface génératrice 12 et la répartition lumineuse sur la surface cible 19.

5 Comme expliqué précédemment, cette étape de corrélation permet de déterminer quels points objets p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 de la forme globale donnée 13 sont associés avec quels points cibles p'_1, p'_2, p'_3, p'_4 de la surface cible 19.

Grâce à l'étape amont E1 on connaît l'orientation des rayons r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 à l'arrivée au niveau de la forme globale donnée 13 de la surface génératrice 12. Par ailleurs, grâce à la corrélation entre points cibles p'_1, p'_2, p'_3, p'_4 et points objet p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 , on détermine l'orientation des rayons r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 au départ de cette forme globale donnée 13 pour joindre les points objets p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 aux points cibles p'_1, p'_2, p'_3, p'_4 avec lesquels ils sont corrélés.

15 Cela permet donc de réaliser l'étape d'orientation E4/E5, en calculant la variation à attribuer à la surface de sortie par rapport à cette forme globale donnée 13 en tout point de celle-ci, ce qui permet de définir la surface génératrice 12.

Une fois ce calcul réalisé, on observe donc en fonction des amplitudes des variations locales, que la surface génératrice 12 est à une distance plus ou moins grande de la forme globale donnée 13. Pour affiner le calcul de la surface génératrice 12, on peut donc réitérer les étapes amont et aval ainsi que l'étape de définition, en considérant l'arrivée des rayons et leur départ par rapport à la forme de la surface génératrice obtenue précédemment et non plus par rapport à la forme globale donnée. La précision de cette surface et donc la netteté de l'image seront améliorées avec le nombre d'itérations. Par ailleurs, cela permet également de lisser la surface génératrice.

25 Pour réaliser l'étape d'orientation, il est possible d'utiliser les lois de Descartes, connue également sous le nom de lois de Snell dans certains pays anglophones, ou encore sous le nom de lois de Snell-Descartes.

Ainsi, dans une sous-étape E4, illustrée en figures 15c et 15e, pour un point objet p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 de la forme globale donnée 13 ou de la surface génératrice calculée précédemment, avec la direction d'arrivée et la direction de départ des rayons r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 , on peut déterminer la tangente \vec{t} et la normale \vec{n} de la surface de sortie en ce point pour que celle-ci dévie chaque rayon r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 incident à l'arrivée selon la direction de réfraction correspondante.

En déterminant, l'ensemble des normales \vec{n} , encore appelé champs des normales, on détermine dans une sous-étape E5, illustrée en figures 15d et 15f, la surface génératrice 12 ayant ces normales.

5 Les figures 15c et 15d illustrent la réalisation de ces deux sous-étapes dans un agrandissement au niveau des points objets p_1, p_2, p_3 , non référencés sur les figures 15c et 15d pour plus de clarté.

Les figures 15e et 15f illustrent la réalisation de ces deux sous-étapes dans un agrandissement au niveau des points objets p_4, p_5 non référencés sur les figures 15e et 15f pour plus de clarté.

10 Sur la figure 2, on peut observer les variations locales de la surface génératrice 12 par rapport à la forme globale donnée 13, plane dans cette exemple. Ces variations locales correspondent à des changements de pente, définis par la normale \vec{n} et/ou la tangente \vec{t} à la surface génératrice 12 au niveau de ces variations locales. Il en résulte que cette surface génératrice 12 comprend des
15 écarts par rapport à la forme globale 13 et forme des creux et des bosses.

Pour plus de clarté les normales \vec{n} et tangentes \vec{t} n'ont ici été représentées que pour trois points de la surface génératrice 12, la normale et/ou la tangente sont cependant calculées pour l'ensemble des points.

L'amplitude d'une variation locale peut dans cette demande être définie
20 comme la distance entre la variation locale et ladite forme globale 13 selon la normale en un point donné de la forme globale 13.

Si la forme globale est plane, comme en figures 1 et 2, tout point de la forme globale donnée peut être défini par une cote selon une unique direction z perpendiculaire à cette forme globale 13.

25 On observe, en figure 2, une amplitude minimale a_1 , par convention négative car située en amont de la surface génératrice 12, et une amplitude maximale a_2 en aval de la surface génératrice 12, par convention positive.

A noter que dans le procédé illustré, il est possible de discrétiser la surface en de nombreuses surfaces élémentaires et d'assimiler ces dernières aux points
30 mentionnés $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p'_1, p'_2, p'_3, p'_4$.

La figure 5 illustre le motif propagé 16, tel qu'il sera vu sur un écran plan, perpendiculaire à la direction de propagation et à une distance égale à ou voisine de la distance de propagation. Si la surface cible est également plane et orientée

ainsi, alors ce motif propagé 16 sera également le motif cible 16' observé sur la figure 5. Sinon, il sera déformé.

La surface génératrice 12 ayant permis de réaliser ce motif propagé 16 est illustrée en figure 6. En raison des reliefs formés sur cette surface 12, on peut observer le motif objet 15 formé par ce relief et donc les variations locales. Ce motif objet 15, symbolisé en figure 6, correspond à une forme distordue du motif propagé 16.

Dans un cas où l'on souhaiterait également que le motif en figure 5 soit le motif cible 16' observé par un conducteur observant la chaussée, le motif cible étant formé par des rayons rasants par rapport à la chaussée car provenant par exemple d'un feu arrière, le motif propagé devrait alors être distordu par rapport au motif cible, pour observer l'étoile sur la route telle qu'elle est représentée en figure 5.

Selon l'invention, comme sur les figures 1 et 2, la surface génératrice 12 peut être agencée, et donc calculée, de manière à ce que, pour la majorité de la surface génératrice 12, à savoir sur des portions lisses représentant la majorité de cette surface, le passage d'une variation locale à l'autre soit lisse. C'est notamment le cas de la portion illustrée en figure 2. Dans un cas où pour le calcul, les variations locales ne sont pas considérées comme des points mais comme une petite zone de la surface génératrice, notamment une zone infinitésimale, la surface génératrice 12 peut être de plus agencée de manière à ce que, pour ces portions lisses, les variations locales soient lisses.

Notamment, une des portions lisses peut avoir une surface représentant la majorité de la surface génératrice.

Un premier exemple de méthode de calcul peut être utilisé pour calculer cette surface génératrice 12. Il s'agit de la méthode divulguée dans le document *Yue et al.* [1]. Ce document indique notamment les différentes étapes pour construire la surface génératrice 12 à partir d'un exemple donné, en particulier pour établir la relation entre les points de la surface génératrice 12 et ceux de la surface cible.

Ce premier exemple de méthode permet d'obtenir une surface génératrice 12 totalement lisse. Le passage d'une variation locale à l'autre est lisse.

Pour établir la relation de l'étape de corrélation, notamment comme dans cette première méthode, il est fixé comme condition d'établir une bijection entre les

points objets et les points cibles. Ainsi, la totalité de la surface génératrice 12 est agencée de manière à ce que :

- chaque variation locale dévie les rayons lumineux incidents de manière à former une et une seule portion du motif cible 16' qui soit distincte des portions du motif cible formées par les autres variations locales, et

- pour tout le motif cible, chaque portion du motif cible reçoit les rayons lumineux issus d'une et d'une seule variation locale.

Cette méthode permet de bons gradients de luminosité et une bonne résolution. Elle peut par exemple être utilisée pour réaliser la surface génératrice 12 de la figure 1.

Selon d'autres méthodes, pour améliorer le contraste et avoir des zones davantage sombres et des zones avec une luminosité maximale, il est possible d'agencer les variations locales pour que la surface génératrice 12 présente une ou plusieurs arêtes.

Selon le cas, la surface génératrice 12 comprend :

- au moins une arête délimitant des portions de la surface génératrice avec des orientations différentes de manière à générer une divergence telle que certaines zones du motif cible ne reçoivent quasiment pas de rayons, voire pas du tout, formant ainsi des zones sombres, et/ou

- au moins une arête délimitant des portions de la surface génératrice avec des orientations différentes de manière à générer une convergence telle que certaines zones du motif cible reçoivent les rayons de plusieurs variations locales et/ou de plusieurs portions de cette surface génératrice.

Cela permet notamment de réaliser des motifs avec des traits lumineux ou des écritures très nets.

Pour cela, on peut par exemple utiliser une deuxième méthode de calcul pour calculer la surface génératrice 12, divulguée dans le document Schwartzburg et al. [2].

Dans cette deuxième méthode, aucune contrainte de bijection n'est utilisée dans l'étape de corrélation. Cette méthode est plus complexe mais permet d'obtenir un contraste, à savoir un ratio entre la zone claire et la zone sombre, plus élevé. Cette méthode permet en effet d'obtenir des zones plus sombres que celles de la méthode de *Yue et Al*, mentionnée précédemment. Ainsi, il est possible avec cette

deuxième méthode d'obtenir des démarcations entre zone sombre et zone lumineuse plus marquées. Les portions en dehors des arêtes sont lisses, le passage d'une variation locale à l'autre y étant lisse.

5 Par exemple, dans les figures 15a à 15f, la méthode utilisée n'impose pas une contrainte de bijection pour établir le motif cible. A certains endroits, plusieurs points objets p_4, p_5 correspondent à un seul point cible p'_4 . Il en résulte que la surface génératrice 12 présente une discontinuité de variation de pente, correspondant à une arête sortante 18 sur la surface génératrice 12, et donc rentrante en direction des rayons incidents. Les variations locales de part et d'autre
10 de cette arête 18 permettent de concentrer les rayons r_4, r_5 sur une ligne de la surface cible, par exemple pour former un trait intense net.

En dehors de cette arête 18, notamment au-dessus et au-dessous, l'étape de corrélation E3 a abouti, sans pour autant l'avoir contrainte, à une relation bijective entre les points objets correspondants p_1, p_2, p_3 et les points cibles
15 correspondants p'_1, p'_2, p'_3 .

Quelle que soit la méthode utilisée, chaque point de la surface génératrice 12 est donc associé à une amplitude qui correspond à un écart à la forme globale 13, cette amplitude étant définie selon une direction parallèle à la normale à la forme globale 13 en ce point.

20 Par exemple comme illustré en figure 1 et 3, on considère un plan comprenant la direction globale du faisceau de rayons incidents. On considère dans ce plan, le rectangle 17, dans lequel est circonscrite le générateur de caustique 10, ce rectangle 17 peut présenter un côté au moins quatre fois supérieur, notamment six fois supérieur à celui de l'amplitude de chaque variation locale par rapport à la
25 forme globale donnée 13 au niveau de cette variation locale, donc supérieur à six fois l'amplitude maximale.

Par ailleurs, les variations locales peuvent présenter une tangente \vec{t} formant un angle α avec la forme globale donnée compris entre -60 et 60 degrés, notamment entre -30 et 30 degrés.

30 En cumulant ces conditions de pente et d'amplitude on arrive à des résultats optimaux, notamment en termes de contraste et de netteté, permettant notamment une propagation du motif propagé sur l'intervalle utile, en particulier à la distance optimale D_p .

A noter que plus la taille de la source lumineuse 4, 6 du générateur de faisceau 3 est faible par rapport à la surface génératrice 12, plus le motif projeté est proche du motif souhaité utilisé pour la construction de la surface génératrice. Par exemple, le côté du rectangle 17 dans lequel est circonscrite le générateur de caustique 10 peut être au moins dix fois supérieur, notamment trente fois, à celui d'un côté de cette source de lumière 3, 6, notamment lorsque cette source est une diode électroluminescente.

Les deux modes de réalisation des figures 1 à 3 visent des générateurs de caustique 10 fonctionnant par réfraction.

Ici la surface génératrice 12 est formée sur un élément optique 10 spécialement dédié à cet effet. Cependant elle peut également être formée sur des éléments ayant d'autres fonctions, tels qu'une glace de fermeture du dispositif lumineux, une lentille optique, un masque.

Dans la demande, on désigne par « masque » l'enjoliveur destiné à masquer certains éléments, tel que des câbles, le fond du boîtier. Il est également appelé « *bezel* » en anglais.

Par ailleurs, les figures 1 à 3 illustrent des cas où la surface génératrice 12 est sur la face de sortie du générateur de caustique 10. Cependant cela n'est pas limitatif et d'une manière générale, l'élément optique peut présenter une surface génératrice sur la face d'entrée et/ou sur la face de sortie.

La figure 14 illustre un troisième mode de réalisation, selon lequel l'élément optique 10' ou générateur de caustique 10' fonctionne par réflexion.

Le générateur de caustique 10' est ici un miroir dont la surface réfléchissante forme la surface génératrice 12', présentant des variations locales autour de sa forme globale plane 13'.

Ce miroir 10' peut présenter une ou plusieurs arêtes. Ici, il y a une arête rentrante 18', à savoir formant le fond d'un creux, délimitant des portions de surfaces avec une orientation en vis-à-vis l'une de l'autre, ces portions-ci permettant ainsi de créer un trait lumineux intense de forme particulière sur le motif cible, non représenté.

Les mêmes méthodes de construction peuvent être appliquées à cette surface génératrice 12' réfléchissante, en tenant compte au cours des différentes étapes qu'il s'agit d'une réflexion et non d'une réfraction.

Dans un tel cas, l'étape amont est simplifiée car les rayons r_1 , r_2 , r_3 , r_4 arrivent directement sur la surface génératrice 12 selon la répartition donnée et en repartent également directement.

La figure 7 illustre un premier exemple de dispositif lumineux selon l'invention. Dans le cas illustré, un véhicule 20 d'axe longitudinal X est équipé de deux dispositifs lumineux selon l'invention, qui sont ici un feu arrière droit 21 et un feu arrière gauche 22.

Par exemple, ces feux arrières 21, 22 comprennent chacun un boîtier et une glace de fermeture du boîtier correspondant. Chaque glace de fermeture comprend une portion dont le dioptré entre la glace et l'extérieur forme la surface génératrice. Chacune de ces surfaces génératrices reçoit une partie des rayons lumineux d'une source lumineuse du feu arrière 21, 22 correspondant. On pourrait également prévoir une source lumineuse spécialement dédiée à cette surface génératrice.

La surface génératrice du feu arrière droit 21 est agencée pour générer un motif cible 23 sur la route formant un logo, ici appelant les véhicules suivant à la vigilance.

La figure 7 étant une vue aérienne, ce logo est étiré mais sera perçu par les véhicules suivant comme moins étiré. Le motif objet, non représenté, formé par le relief de la surface génératrice correspondante présente une forme distordue de ce motif cible.

Dans cet exemple, on comprend que, selon la direction de propagation, la distance du motif entre la surface génératrice et la surface cible, à savoir la route, va varier en fonction de l'assiette du véhicule 20, par exemple s'il est chargé ou non. Ici, la surface génératrice est agencée de manière à ce que lorsque l'assiette du véhicule 20 est horizontale sur une route horizontale, la distance optimale D_p donnée est supérieure, par exemple le double, à la distance entre la surface génératrice et la route selon la direction de propagation du motif propagé. Cela permet d'avoir un motif cible net visible, quelle que soit l'orientation du véhicule 20, notamment de son assiette. Le motif cible reste donc visible en montée, en descente, en cas de freinage ou en cas d'accélération, et quelle que soit sa charge.

Dans cet exemple, la surface génératrice du feu arrière droit 21 reçoit les rayons lumineux de la source de lumière permettant de générer un feu stop.

A noter que les feux, pourraient également être construits selon le principe illustré en figure 1 et 3. Dans ce cas, au lieu que la surface génératrice soit formé sur la glace de fermeture 9, fermant le boîtier 8, celle-ci est, comme décrit précédemment formée sur une plaque transparente 10, spécialement conçue pour
5 présenter la surface génératrice.

La figure 8 illustre un deuxième exemple de dispositif lumineux selon l'invention. Ce dispositif lumineux est un feu 31 de signalisation, ici le feu arrière droit.

Le feu 31 comprend un boîtier 38 et une glace 39 de fermeture du boîtier au
10 travers de laquelle sortent les rayons émis par le feu 31. La glace 39 est une plaque translucide grainée, notamment sablée.

A l'intérieur du boîtier 38, un générateur de caustique 10 est agencé devant un générateur de faisceau 3 et reçoit les rayons émis par ce dernier sur sa face d'entrée. La surface génératrice du générateur de caustique 10 est formée sur la
15 face de sortie de ce dernier et dévie les rayons de manière à les répartir sur la majorité, voire la totalité de la glace 39. Ces rayons sont représentés en figure 8 par les flèches en pointillés.

La glace 39 étant grainée elle forme ainsi un écran, sa surface intérieure au feu 31, formant la surface cible. Ainsi le motif cible se forme sur la glace 39.

20 Le générateur de caustique 10 peut par exemple avoir une forme similaire à celle de la glace de fermeture 39.

La surface génératrice et la glace 39 sont agencées de manière à ce que le motif cible forme la surface éclairante de la fonction de signalisation et ait la répartition photométrique d'un feu de signalisation.

25 Ainsi, on forme un feu de signalisation avec un aspect allumé, par exemple formant un faisceau de feu arrière de position, tout en ayant un aspect éteint différent.

La figure 9 illustre un troisième exemple de dispositif lumineux selon l'invention. Ce dispositif lumineux est un projecteur 41, qui comprend un boîtier 48
30 et une glace 49 de fermeture du boîtier au travers de laquelle sortent les rayons émis par le projecteur 41.

Un générateur de faisceau 3 est placé dans le boîtier 48. Le générateur de caustique est une lentille 10 présente une portion principale 10a, qui collecte une

partie des rayons lumineux r_f émis par le générateur de faisceau 3 (un seul est représenté en figure 9). La portion principale 10a de la lentille est agencée de manière à dévier ces rayons-ci r_f , de manière à former un feu de position diurne. Ces rayons r_f traversent une portion principale 49a de la glace 49.

5 Une autre partie des rayons émis par le générateur de faisceau 3 sont collectés par une portion secondaire 10b de la lentille 10. Cette portion 10b peut comme ici être agencée sur le bord supérieur de la lentille 10. Ces rayons sont représentés en pointillés sur la figure 9.

10 Une surface génératrice 12 de caustique est formée sur le dioptré de sortie de la portion secondaire 10b de la lentille 10. Cette surface génératrice 12 dévie les rayons correspondant de manière à les répartir sur une portion secondaire 49b de la glace 49.

15 La portion secondaire 49b de glace 49 étant grainée, elle forme un écran, sa surface intérieure 49c au projecteur 41 formant la surface cible. Ainsi, le motif cible se forme sur la portion secondaire 49b, positionnée ici en haut de la glace 49. Ce motif cible est visible depuis l'extérieur.

La surface génératrice 12 et la glace 49 sont par exemple agencées de manière à ce que le motif cible forme un logo.

20 Ainsi avec la même source, on peut à la fois réaliser une fonction de feu de positionnement diurne et afficher un motif, tel qu'un logo.

25 Selon une variante non représentée, le projecteur peut présenter un masque métallisé, dont une portion présente la surface génératrice. La lentille peut alors être dépourvue de surface génératrice et agencée avec le générateur de faisceau de manière à ce qu'une partie secondaire du faisceau se réfléchisse sur la surface génératrice formée sur le masque, pour former le motif cible sur la portion secondaire de la glace. Dans un tel cas l'agencement est tel que soit la partie secondaire du faisceau passe à côté de la lentille, pour atteindre directement la surface génératrice du masque, soit est déviée la lentille vers cette surface génératrice.

30 La figure 10 illustre un quatrième exemple de dispositif lumineux 1 selon l'invention, par exemple comme celui de la figure 1. Ce dispositif lumineux 1 est dans cet exemple monté à l'intérieur de l'habitacle 50 d'un véhicule, ici sur la planche arrière 51.

Ce dispositif lumineux 1 est par exemple, comme ici, agencé pour projeter un motif cible 16' sur une partie de la surface intérieure 53 du plafond 52 du véhicule, une partie de cette surface intérieure 53 formant donc la surface cible.

La surface cible est légèrement courbée. De plus, le faisceau propageant le motif propagé, représenté ici par ses deux rayons limites, illustrés par les flèches en pointillés, est rasant par rapport au plafond 52. L'agencement des variations locales sur la surface génératrice est réalisé de manière à tenir compte de cela, et de manière à ce que le motif cible 16' apparaisse aux passagers comme en figure 5.

Les figures 11 et 12 illustrent un cinquième exemple de dispositif lumineux selon l'invention.

Ce dispositif lumineux est agencé à l'arrière d'un véhicule 100, au niveau de son bouclier arrière 102.

L'élément optique 110, à savoir le générateur de caustique, comprend un réservoir 115 comprenant un liquide 116 et de l'air 117 formant entre eux un dioptre mouvant 118. Le réservoir 115 comprend une paroi transparente d'entrée 121 et une paroi transparente de sortie 122 en vis-à-vis de cette dernière.

La paroi transparente de sortie 122 comprend une face d'entrée 111 et une face de sortie, sur laquelle est formée la surface génératrice 112 de caustique contrôlée.

Le générateur de lumière 103 est agencé de manière à émettre des rayons r_1 lumineux vers la paroi transparente d'entrée 121, de manière à ce que ces rayons r_1 traversent successivement : la paroi transparente d'entrée 121, le dioptre mouvant 118, ladite face d'entrée 111 puis la surface génératrice 112. Les rayons r_1 sortent ensuite du réservoir 115, et donc ici du dispositif lumineux, en étant orientés vers la bas et l'arrière par rapport au véhicule 100, donc en direction de la route 125, qui forme la surface cible.

L'ensemble de ces rayons r_1 est délimité par les rayons limite, illustrés par les flèches en pointillés.

Le dispositif lumineux est par exemple agencé de manière à former un motif cible 16', environ tel que celui illustré en figure 5, sur la chaussée 125, lorsque le véhicule 100 est à l'arrêt, ou à vitesse constante sur un revêtement régulier.

En cas de démarrage, de freinage ou d'accélération, le dioptre mouvant 118 est perturbé et dévie les rayons de manière aléatoire et différente selon les points

qui le forment. Le motif cible 16' va alors se troubler, par exemple en ayant des effets d'ondulations ou de caustiques superposées, comme en figure 13. Au-delà d'un certain seuil de perturbations, le motif cible sera perdu.

5 Ce mode de réalisation peut être utilisé comme effet de style à l'extérieur ou à l'intérieur du véhicule mais également comme indicateur d'un changement de vitesse du véhicule 100.

Liste des références

- 5 **[1]** Yonghao Yue, Kei Iwasaki, Bing-Yu Chen, Yoshinori Dobashi, Tomoyuki Nishita. Poisson-Based Continuous Surface Generation for Goal-Based Caustics, *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 31, No. 3, Article 31 (May 2014).
- 10 **[2]** Yuliy Schwartzburg, Romain Testuz, Andrea Tagliasacchi, Mark Pauly. High-contrast Computational Caustic Design, *ACM Transactions on Graphics* (Proceedings of ACM SIGGRAPH 2014), Vol. 33, Issue 4, Article No. 74 (July 2014)

REVENDEICATIONS

1. Dispositif lumineux de véhicule comprenant :

5 - un élément optique (10 ; 10') présentant une surface génératrice (12 ; 12') de caustique contrôlée, cette surface génératrice étant une surface réfléchissante ou réfractrice, s'étendant selon une forme globale donnée (13 ; 13') et présentant des variations locales de forme autour de cette forme globale donnée, ces variations locales étant réparties sur l'ensemble de ladite surface génératrice de sorte qu'elles confèrent à l'ensemble de la surface génératrice un relief formant un motif objet (15), ces différentes variations locales étant agencées de manière à ce que la majorité de ladite surface génératrice soit lisse et de manière à ce que pour un faisceau de rayons incidents (r_1, r_2, r_3) sur l'ensemble de cette dite surface génératrice, ces rayons ayant une répartition donnée, ladite surface génératrice dévie les rayons selon des orientations différentes en fonction des variations locales qu'ils rencontrent, formant ainsi un faisceau dévié propageant un motif propagé (16) identifiable sur un intervalle utile s'étendant en amont de et au moins jusqu'à une distance optimale (D_p) de propagation donnée finie, ce motif propagé correspondant à une forme distordue du motif objet,

15 - une partie de montage (2) sur laquelle est destiné à être monté un générateur de faisceau (3) de rayons selon la répartition donnée, de manière à ce que les rayons soient incidents sur ladite surface génératrice, l'élément optique étant agencé de manière à ce que le motif propagé soit projeté sur une surface cible, qui est visible depuis l'extérieur du dispositif lumineux et qui est située à l'intérieur de l'intervalle utile et/ou à une distance (D_1, D_2) sensiblement égale à cette dite distance optimale.

2. Dispositif lumineux selon la revendication 1, dans lequel la répartition donnée est sensiblement telle que pour tout plan transversal à la direction de propagation, en un point donné de ce plan, le ou les rayon(s) (r_1, r_2, r_3) incident(s) en ce point provien(en)t d'une unique direction .

3. Système d'éclairage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la répartition donnée correspond à celle d'une diode électroluminescente.

5 4. Dispositif lumineux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif lumineux comprend le générateur de faisceau (3) de rayons (r_1 , r_2 , r_3) selon la répartition donnée.

10 5. Dispositif lumineux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la surface génératrice comprend au moins une portion lisse dont la surface représente la majorité de la surface génératrice (12 ; 12'), le passage d'une variation locale à l'autre étant lisse à l'intérieur de cette portion lisse.

15 6. Dispositif lumineux selon la revendication 5, dans lequel toute la surface génératrice (12) est lisse, le passage d'une variation locale à l'autre étant lisse.

7. Dispositif lumineux selon la revendication 6, dans lequel le passage entre certaines variations locales est formé par une arête (18, 18').

20 8. Dispositif lumineux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le générateur de faisceau (3) comprend une diode électroluminescente (4,5).

25 9. Dispositif lumineux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le générateur de faisceau (3) comprend une source de lumière (6) et une optique (7) agencée avec la source de lumière de manière à générer un faisceau de rayons (r_1 , r_2 , r_3) sensiblement parallèles.

30 10. Dispositif lumineux selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un écran comprenant une surface formant la surface cible (19).

11. Dispositif lumineux selon la revendication 10, dans lequel l'écran est formé par une plaque translucide diffusante (39) agencée devant le générateur de faisceau.

5 12. Dispositif lumineux selon la revendication 11, comprenant un boîtier (38) et une glace de fermeture (39) du boîtier au travers de laquelle sortent les rayons émis par le dispositif lumineux, la glace de fermeture formant l'écran, la surface cible formant une partie ou l'intégralité de la portion de la glace de fermeture au travers de laquelle sorte ces rayons.

10 13. Dispositif lumineux selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif lumineux est un feu de signalisation (31), la surface génératrice et la surface cible étant agencées de manière à ce que le motif cible forme la surface éclairante de la fonction de signalisation.

15 14. Dispositif lumineux selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif lumineux (1) est destiné à être monté à l'intérieur de l'habitacle (50) d'un véhicule, ledit dispositif lumineux étant agencé de manière à ce qu'une fois monté dans le véhicule, il puisse projeter le motif cible (16') d'une part à
20 l'extérieur dudit dispositif lumineux et d'autre part, sur une surface (53) de l'habitacle agencée à une distance de l'élément optique à l'intérieur de l'intervalle utile ou sensiblement égale à ladite distance optimale (D_p).

25 15. Dispositif lumineux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément optique (10') comprend une surface réfléchissante dont au moins une portion est formée par la surface génératrice (12').

16. Dispositif lumineux selon la revendication 14, dans lequel l'élément optique (10') est un masque.

30 17. Dispositif lumineux selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, comprenant un boîtier et une glace de fermeture du boîtier au travers de laquelle sortent les rayons lumineux émis par le dispositif lumineux, la glace de fermeture

formant l'élément optique, la surface génératrice étant formée en surface d'une portion de la glace de fermeture, le faisceau dévié étant formé par réfraction des rayons émis par le générateur de faisceau.

- 5 18. Dispositif lumineux selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément optique (110) comprend un réservoir (115) comprenant un liquide (116) et de l'air (117) formant entre eux un dioptré mouvant (118), le réservoir comprenant une paroi transparente d'entrée (121) et une paroi transparente de sortie (122) en vis-à-vis de la paroi transparente d'entrée, l'une de ces parois
- 10 comportant ladite surface génératrice (112), le générateur de lumière (103) étant agencé de manière à émettre un faisceau lumineux vers la paroi transparente d'entrée de manière à ce que les rayons (r_1) traversent successivement la paroi transparente d'entrée, le dioptré mouvant, et la paroi transparente de sortie, en traversant ladite surface génératrice.

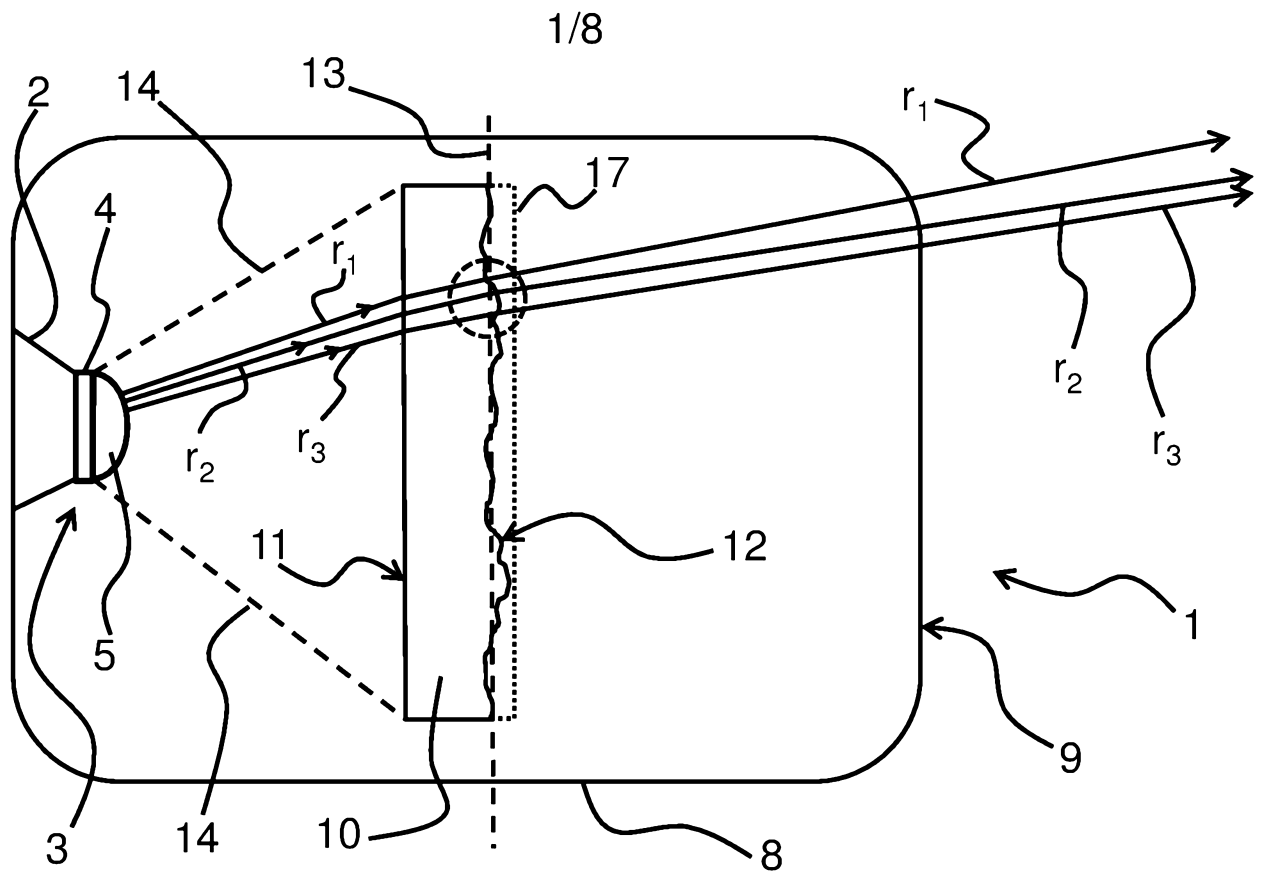


Fig. 1

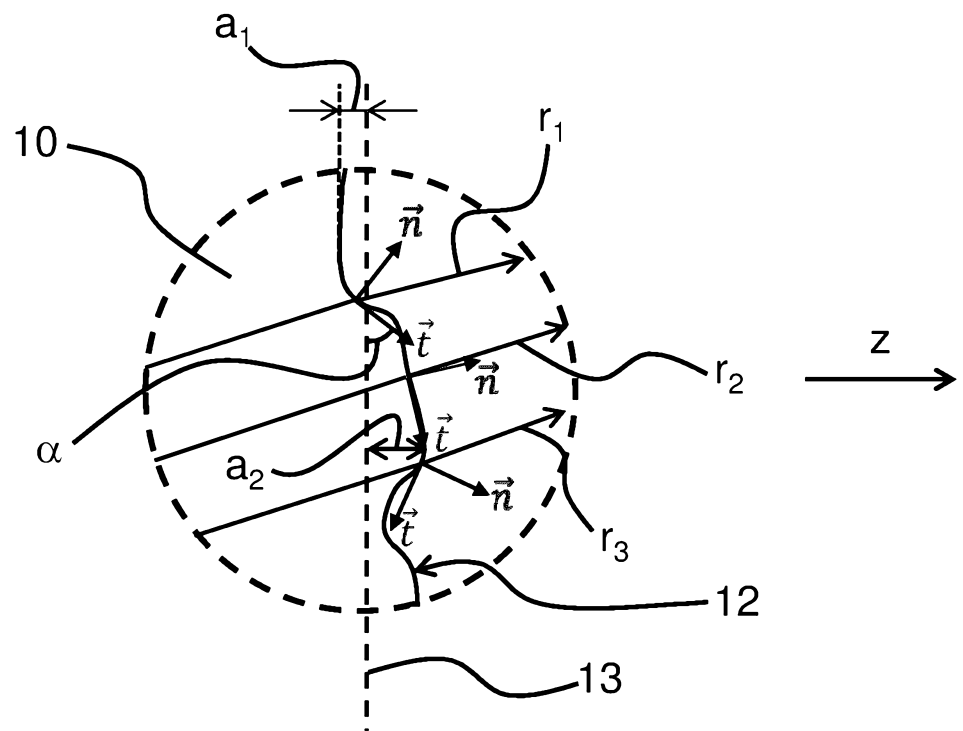


Fig. 2

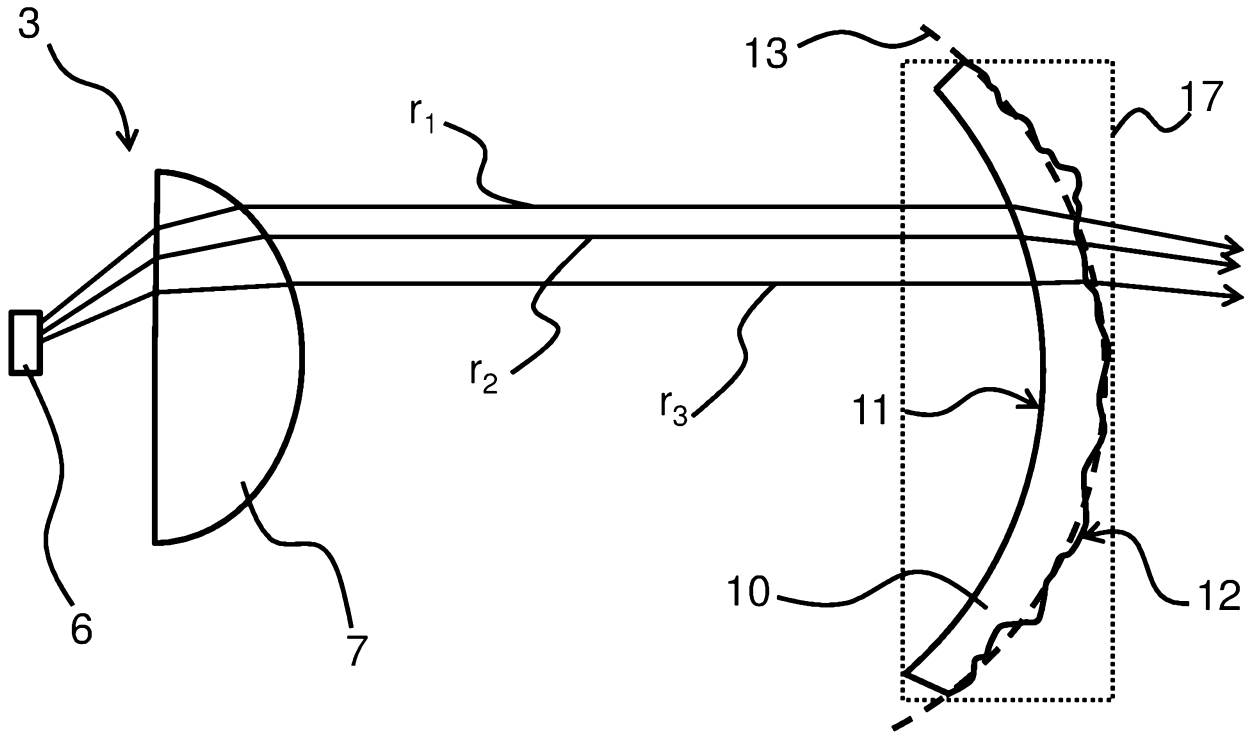


Fig. 3

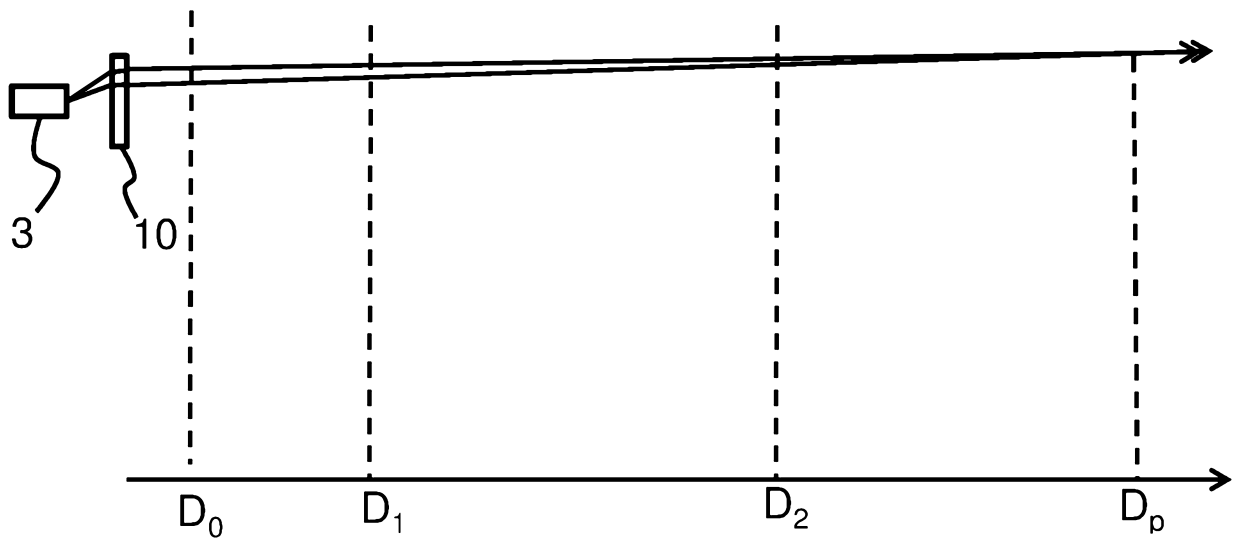


Fig. 4

3/8

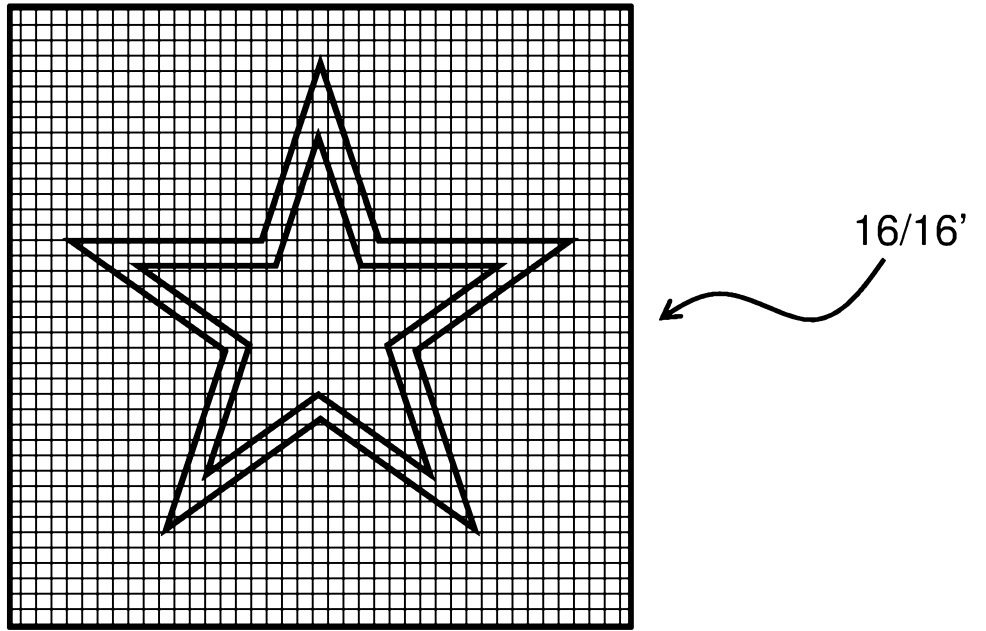


Fig. 5

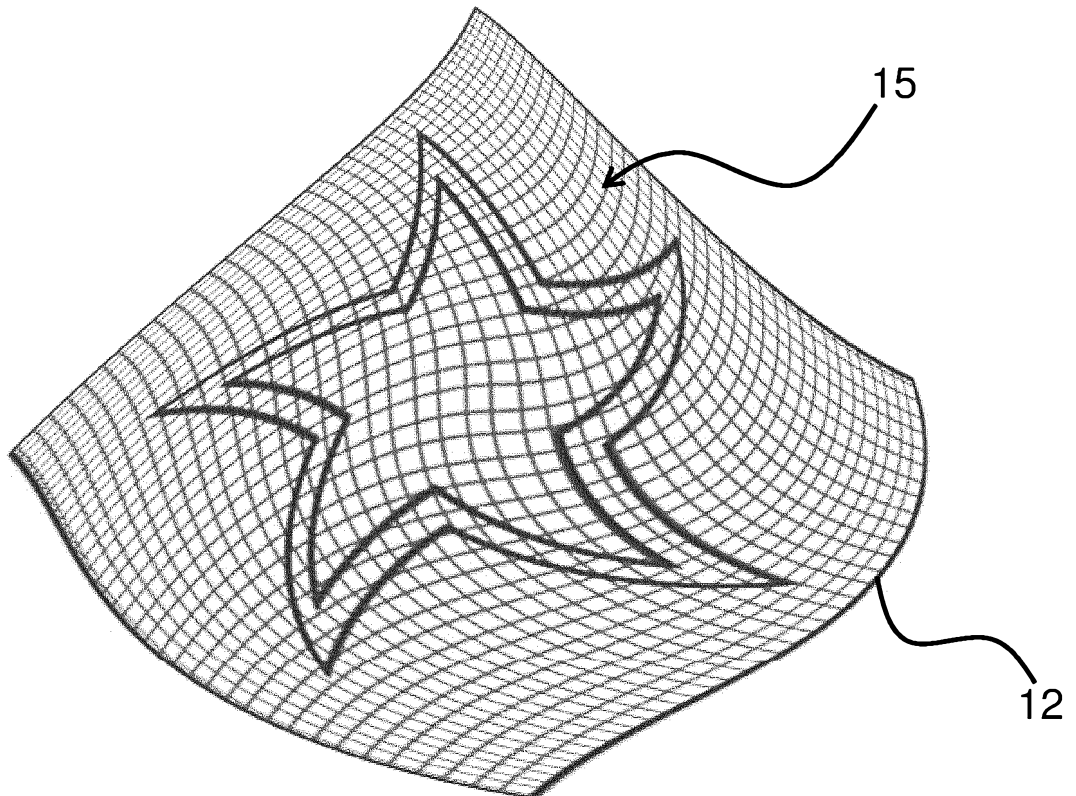


Fig. 6

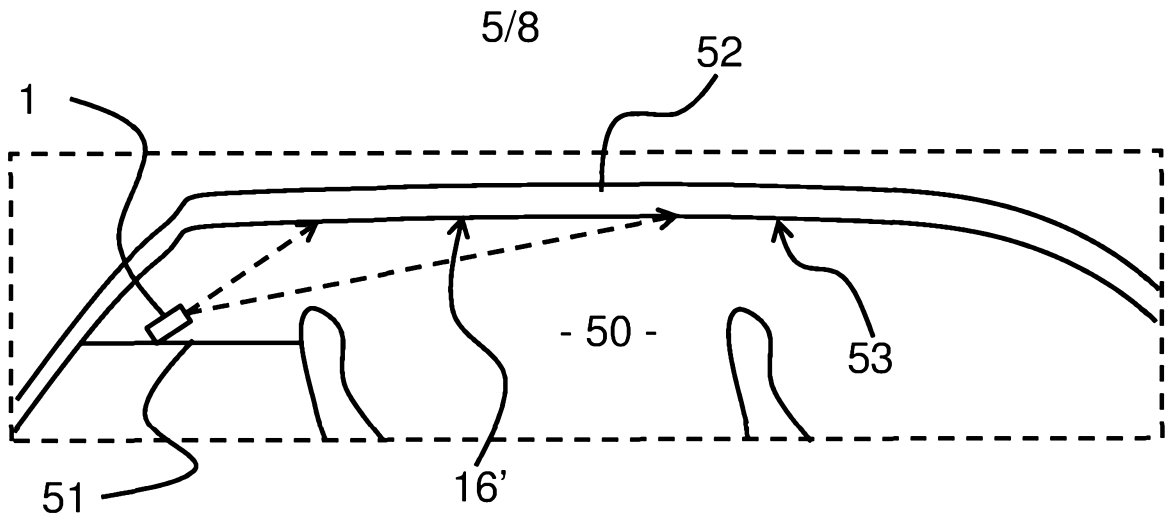


Fig. 10

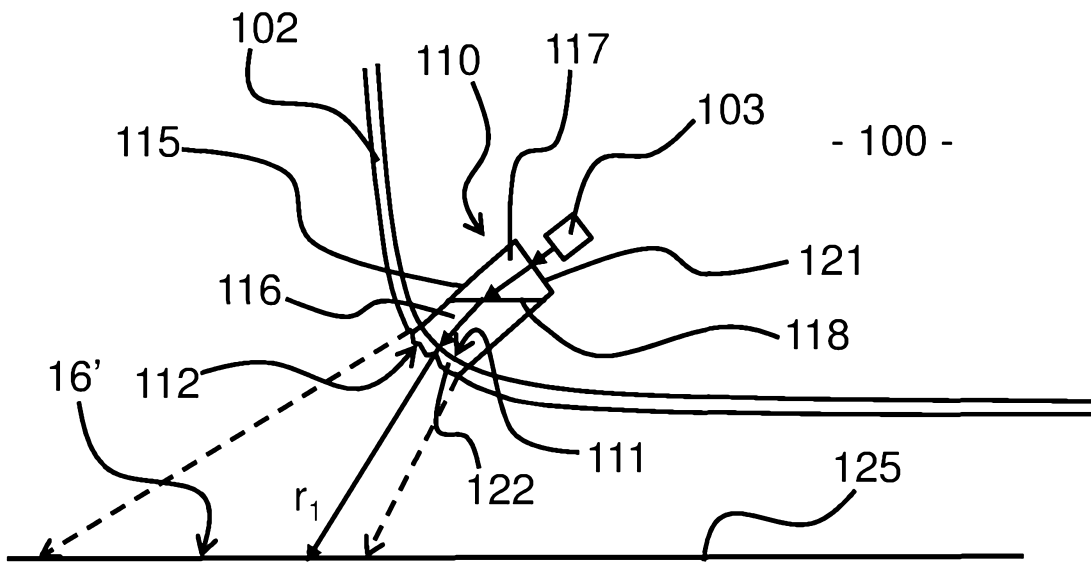


Fig. 11

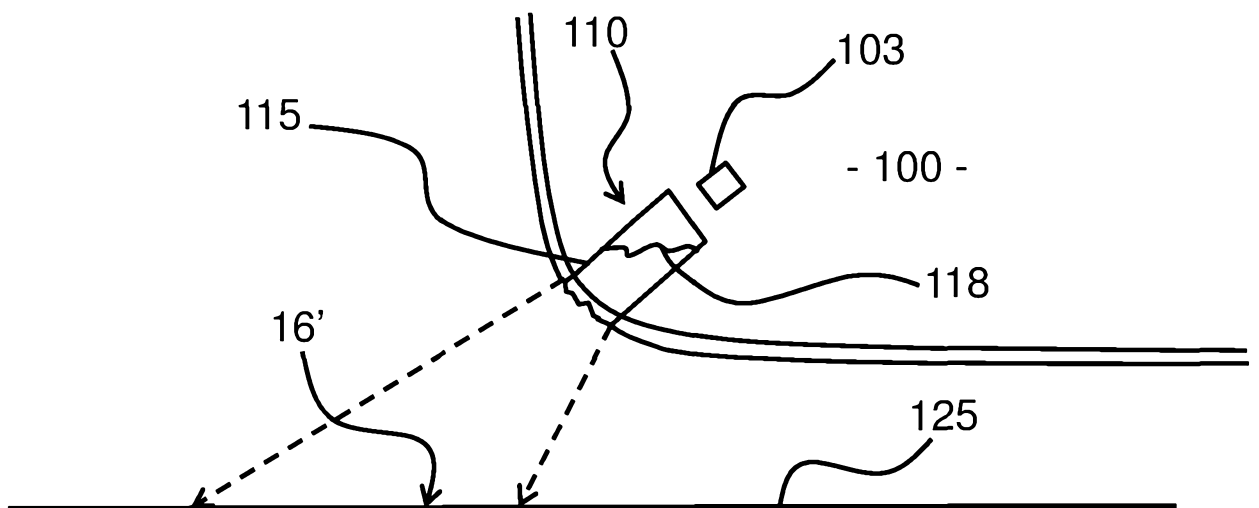


Fig. 12

6/8

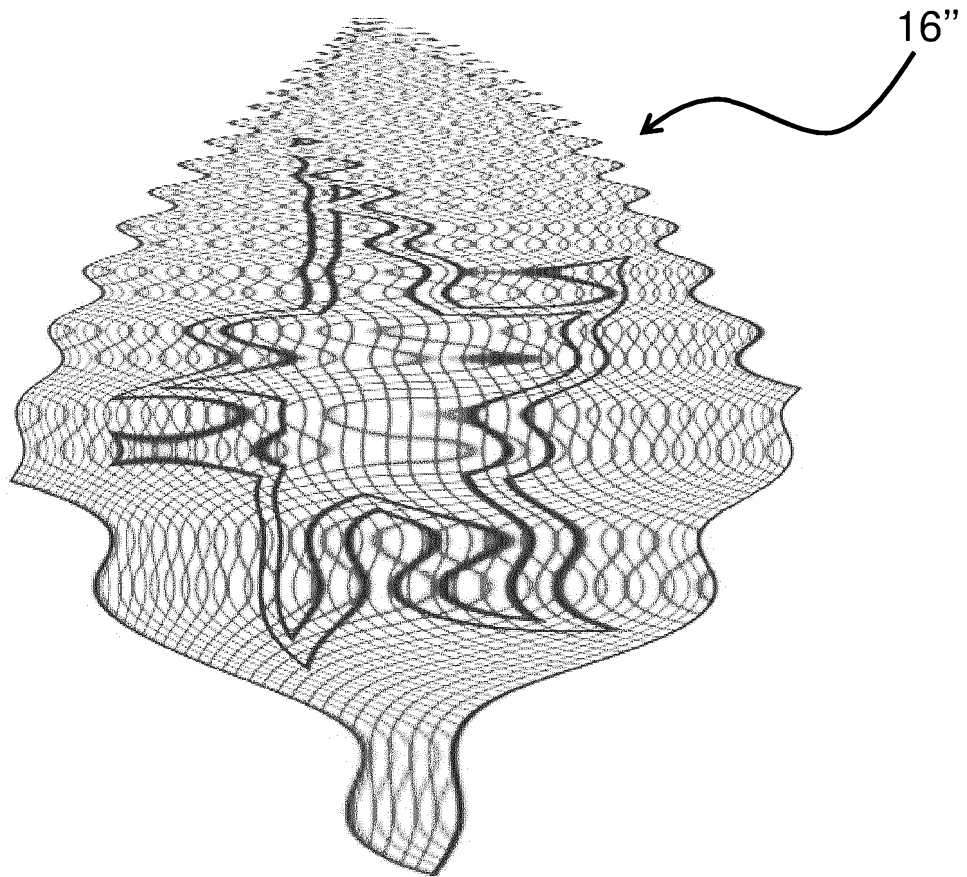


Fig. 13

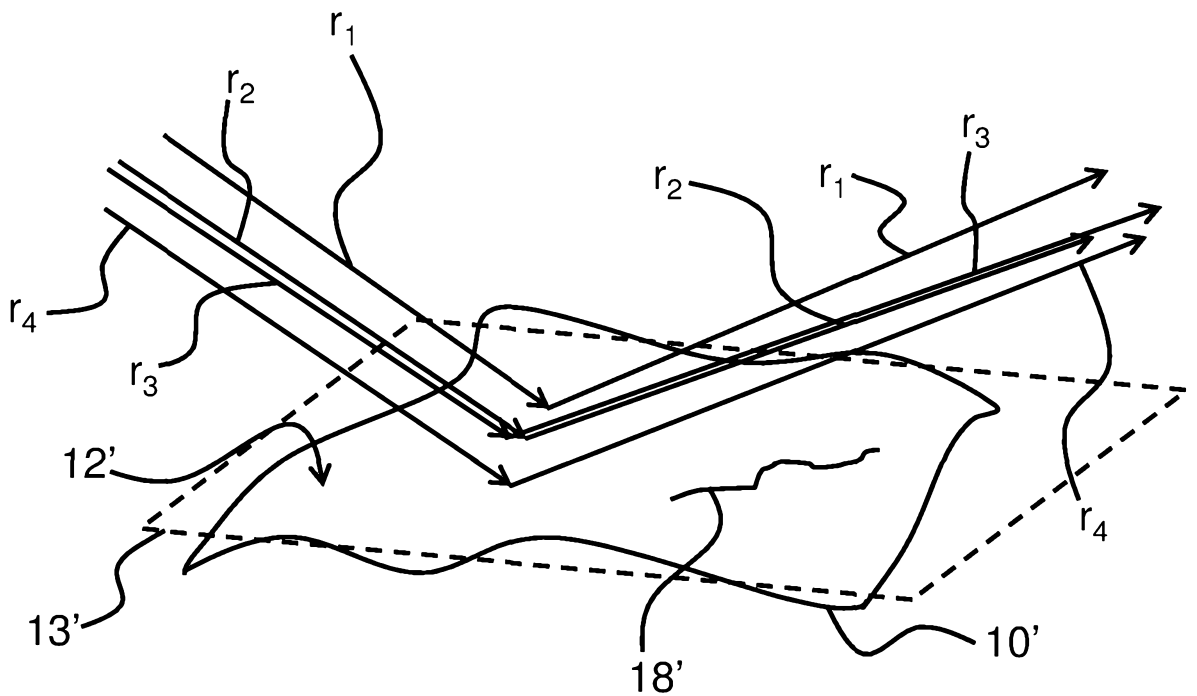


Fig. 14

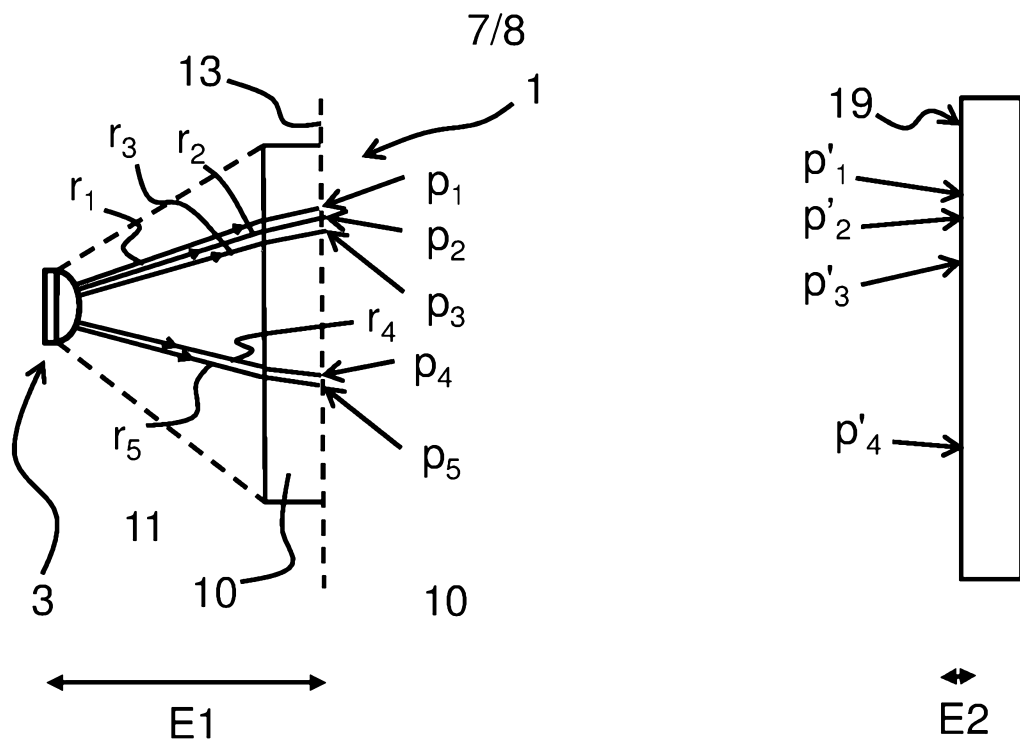


Fig. 15a

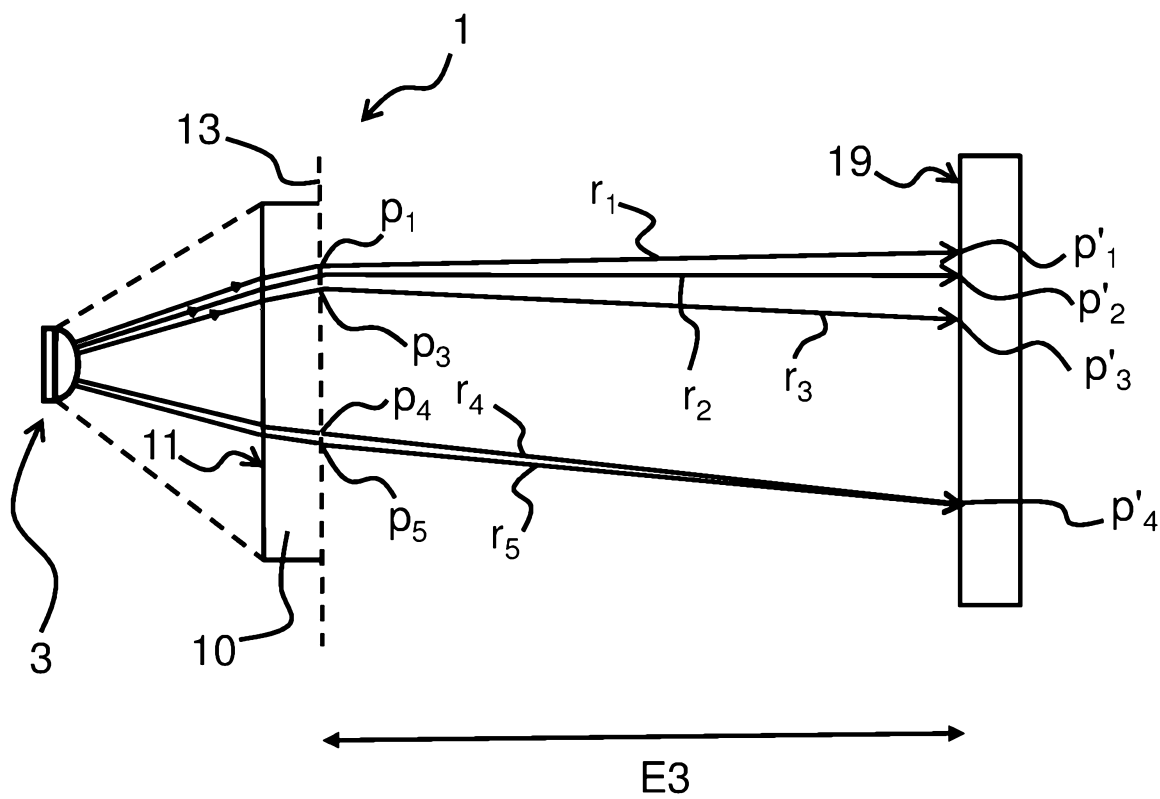


Fig. 15b

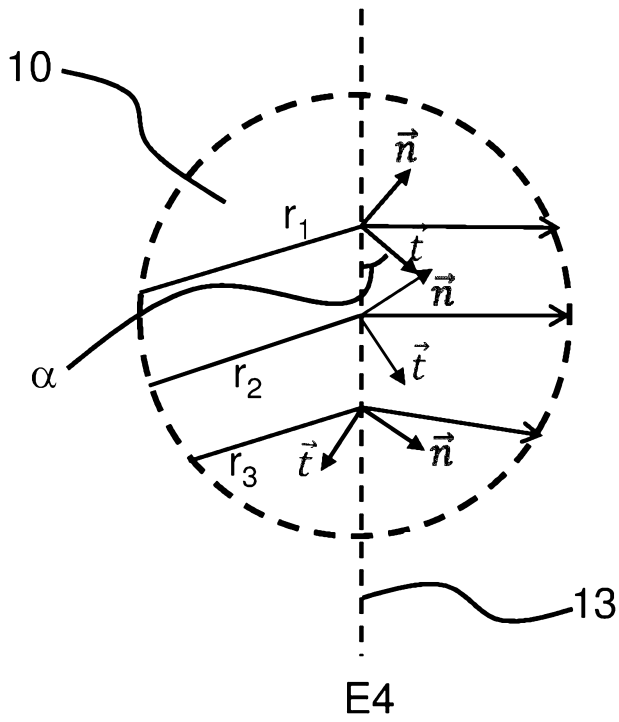


Fig. 15c

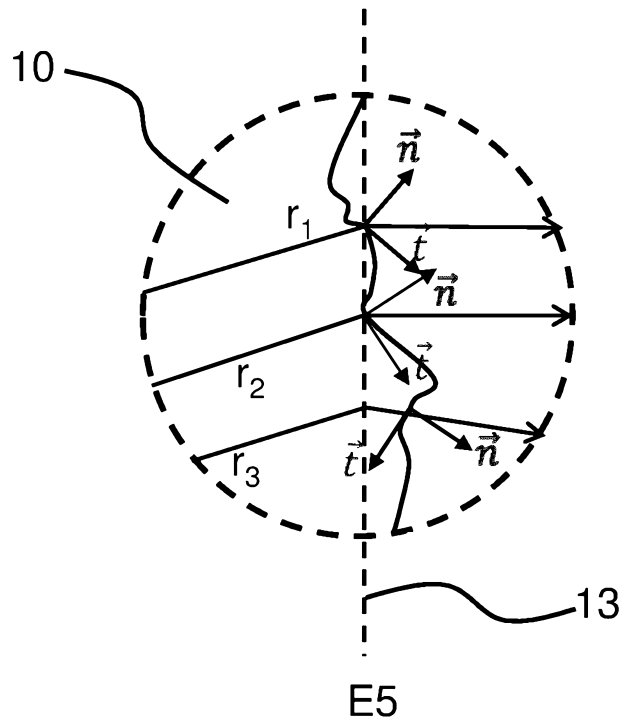


Fig. 15d

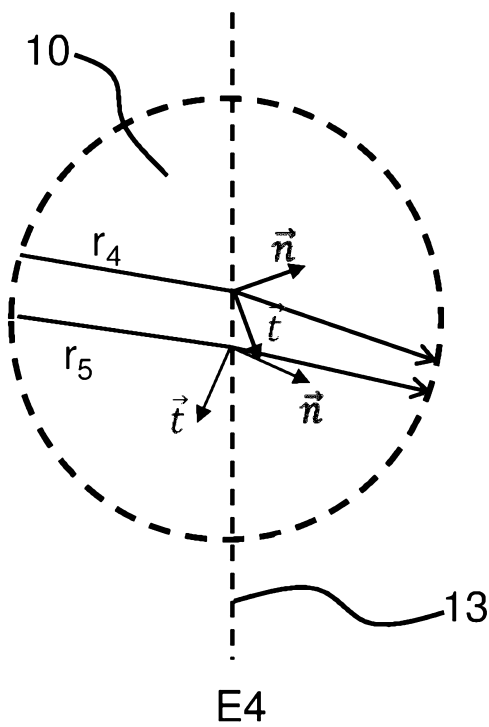


Fig. 15e

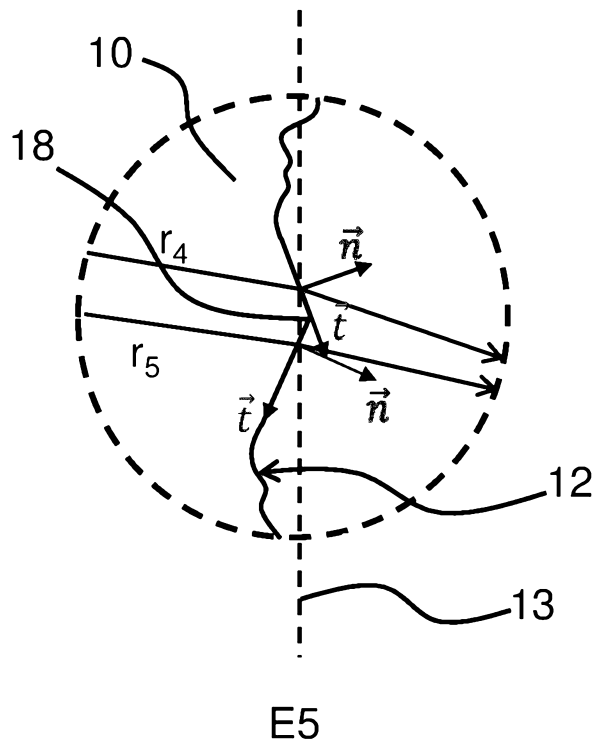


Fig. 15f



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 848674
FR 1850758

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2005/052742 A1 (BRINKMANN MATTHIAS [DE] ET AL) 10 mars 2005 (2005-03-10) * alinéas [0006], [0024], [0043]; figure 8 *	1-4,8-13	F21S41/20 B60Q1/02
X	DE 10 2010 032946 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 2 février 2012 (2012-02-02) * alinéas [0001], [0009], [0011], [0032]; figure 4 *	1-6,8,14	
X	US 2016/327230 A1 (KIESLINGER DIETMAR [AT] ET AL) 10 novembre 2016 (2016-11-10) * alinéas [0078], [0083], [0093]; figures 1,2,21 *	1-5,7-9	
X	EP 3 178 699 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING ITALIA SPA [IT]) 14 juin 2017 (2017-06-14) * alinéas [0002], [0035], [0036], [0037], [0040], [0042]; figure 4 *	1,4-6,13	
X	DE 197 00 845 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 16 juillet 1998 (1998-07-16) * alinéa [0023]; figure 6 *	1,4,5,7, 15,16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F21S B60Q
X	JP 2013 051168 A (ICHIKOH INDUSTRIES LTD) 14 mars 2013 (2013-03-14) * alinéa [0029]; figures 3,4,6,7,9 *	1-6,8	
A	FR 2 996 629 A1 (VALEO VISION [FR]) 11 avril 2014 (2014-04-11) * page 8, lignes 21-23; figures 1,2 *	1-18	
A	FR 608 867 A (I. MONTARNAL) 4 août 1926 (1926-08-04) * figure 4 *	1-18	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 septembre 2018		Guénon, Sylvain	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1850758 FA 848674**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-09-2018**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005052742 A1	10-03-2005	CN 1590835 A	09-03-2005
		DE 10333370 A1	24-02-2005
		EP 1500871 A2	26-01-2005
		JP 2005044804 A	17-02-2005
		KR 20050011690 A	29-01-2005
		US 2005052742 A1	10-03-2005

DE 102010032946 A1	02-02-2012	AUCUN	

US 2016327230 A1	10-11-2016	CN 106195866 A	07-12-2016
		EP 3091273 A1	09-11-2016
		JP 6266691 B2	24-01-2018
		JP 2016213191 A	15-12-2016
		US 2016327230 A1	10-11-2016

EP 3178699 A1	14-06-2017	EP 3178699 A1	14-06-2017
		US 2017166111 A1	15-06-2017

DE 19700845 A1	16-07-1998	AUCUN	

JP 2013051168 A	14-03-2013	JP 5919685 B2	18-05-2016
		JP 2013051168 A	14-03-2013

FR 2996629 A1	11-04-2014	AUCUN	

FR 608867 A	04-08-1926	AUCUN	
