

(19)



(11)

EP 3 350 506 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
15.11.2023 Bulletin 2023/46

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F21S 41/16 ^(2018.01) **F21S 41/176** ^(2018.01)
F21S 41/265 ^(2018.01) **F21S 41/33** ^(2018.01)

(21) Numéro de dépôt: **16770716.5**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F21S 41/16; F21S 41/176; F21S 41/265;
F21S 41/33

(22) Date de dépôt: **14.09.2016**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2016/071681

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2017/046157 (23.03.2017 Gazette 2017/12)

(54) **DISPOSITIF DE PROJECTION DE FAISCEAU LUMINEUX DE VEHICULE AUTOMOBILE ET PROJECTEUR DE VEHICULE COMPRENANT LEDIT DISPOSITIF**

LICHTSTRAHLPROJEKTIONSVORRICHTUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS UND KRAFTFAHRZEUGSCHEINWERFER MIT DIESER VORRICHTUNG

LIGHT-BEAM-PROJECTING DEVICE OF A VEHICLE AND VEHICLE HEADLAMP COMPRISING IT

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

• **COURCIER, Marine**
75011 Paris (FR)

(30) Priorité: **15.09.2015 FR 1558605**

(74) Mandataire: **Valeo Visibility**
Service Propriété Industrielle
c/o Valeo Vision
34, rue Saint André
93012 Bobigny (FR)

(43) Date de publication de la demande:
25.07.2018 Bulletin 2018/30

(73) Titulaire: **Valeo Vision**
93012 Bobigny Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 547 493 **EP-A1- 2 463 150**
EP-A2- 0 911 666 **EP-A2- 1 433 655**
EP-A2- 2 796 773 **WO-A1-2015/122481**
DE-A1-102011 052 184 **JP-A- 2010 218 964**
JP-A- 2013 054 963 **US-A1- 2010 208 478**

(72) Inventeurs:
 • **ALBOU, Pierre**
75013 Paris (FR)

EP 3 350 506 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de projection de faisceau lumineux à écran digital pour véhicule automobile, et un projecteur de faisceau lumineux d'éclairage automobile, de type feu de croisement ou feu de route, muni d'un tel dispositif de projection.

[0002] Les projecteurs de véhicule automobile sont munis de plusieurs éléments agencés dans un boîtier de manière à obtenir un faisceau lumineux à la sortie du projecteur. De façon simplifiée, les éléments du boîtier comprennent notamment une source de lumière, par exemple une (ou plusieurs) diode(s) électroluminescente(s), qui émet des rayons lumineux, et des moyens de projection aptes à former un faisceau lumineux à partir des rayons lumineux issus de la source de lumière, par exemple constitués de l'association d'un réflecteur disposé à proximité de la source de lumière et une lentille à la sortie du projecteur. Le réflecteur a pour fonction de concentrer et d'orienter les rayons lumineux issus de la source de lumière pour les diriger vers la lentille, qui finit de former le faisceau lumineux pour le projecteur. Les moyens de projection peuvent alternativement ne comprendre que des réflecteurs ou que des lentilles.

[0003] On sait que certains projecteurs de véhicule automobile sont capables de faire varier l'orientation du faisceau lumineux et/ou sa forme en fonction des besoins du conducteur du véhicule. Une première fonction ainsi réalisée est la fonction d'éclairage virage dynamique, également connue sous l'acronyme DBL, de l'anglais Dynamic Bending Light. Lorsque le véhicule effectue un virage, un système électronique à bord du véhicule commande une modification de l'orientation du faisceau lumineux afin de l'adapter aux champs de vision du conducteur pendant la manoeuvre. Le projecteur déplace ainsi l'axe du faisceau lumineux dans le sens de rotation du véhicule afin de mieux éclairer la route.

[0004] A cette fin, les projecteurs utilisent des moyens mécaniques qui déplacent certains éléments du projecteur, ou le projecteur en entier, pour modifier la direction du faisceau lumineux.

[0005] Cependant, ces moyens mécaniques sont complexes et coûteux à fabriquer. De plus, ils demandent une consommation d'énergie assez importante pour être actionnés.

[0006] Une seconde fonction concerne la possibilité de réaliser des faisceaux d'éclairage adaptatifs (ou ADB, acronyme d'Adaptative Driving Beam en anglais), en fonction des conditions de circulation et notamment de réaliser des tunnels sombres pour isoler dans le faisceau projeté des véhicules croisés ou suivi, afin de ne pas les éblouir (fonction feu de route anti-éblouissement, également connue sous l'acronyme GFHB de l'anglais Glare-Free High Beam).

[0007] On connaît ainsi de WO2008/037388 la réalisation de cette fonction au moyen de modules rotatifs tels que décrits précédemment qui sont associés à un jeu de diaphragmes pour créer une zone sombre dans

le faisceau et éclairer de par et d'autre du véhicule localisé dans ladite zone sombre.

[0008] On connaît également d'autres techniques de réalisation de cette fonction d'éclairage adaptatif, notamment avec des systèmes de projection réalisant des faisceaux à bandes verticales ou à matrice de pixels. En particulier, il est connu d'associer des matrices de diodes électroluminescentes à des guides de lumière couplés à des moyens de projection ou encore de recourir à un système de balayage par un faisceau laser ou d'utiliser un écran digital tel qu'une matrice de micro-miroirs (également connue sous l'acronyme DMD, de l'anglais Digital Micromirror Device).

[0009] Une solution de projecteur automobile basée sur une matrice de micro-miroirs sur laquelle est collimatée une source de lumière au Xénon est notamment décrite dans le document WO99/11968.

[0010] Les documents WO 2015122481 A, EP 1433655 A, DE 102011052184 A et US 2010208478 A décrivent également des projecteurs automobile basés sur une matrice de micro-miroirs.

Cette

[0011] technologie de matrice de micro-miroirs est particulièrement intéressante aujourd'hui car elle est techniquement mature et présente un coût relativement abordable pour un usage dans l'éclairage automobile, et permet de développer un système d'éclairage compact et précis, avec un nombre élevé de pixels.

[0012] Toutefois, les projecteurs connus associant source lumineuse Xénon et matrice de micro-miroir ne sont pas particulièrement optimisés, comportant une collimation de la source sur la matrice de micro-miroir qui présente un encombrement important et une optique de projection complexe avec plus de quatre lentilles, voire plus six lentilles.

[0013] L'invention vise donc en premier lieu à obtenir un projecteur configuré pour projeter un faisceau lumineux qui peut être modifié en fonction de la trajectoire du véhicule ou des circonstances de la conduite (faisceau adaptatif), et qui n'utilise pas de moyens mécaniques imposants ou avec un débattement important pour effectuer ces modifications.

[0014] En outre, l'invention vise à permettre de réaliser de façon simple un projecteur performant (avec un bon rendement) utilisant un écran digital de type matrice de micro-miroirs, en exploitant efficacement les sources lumineuses.

[0015] Pour cela, l'invention concerne un dispositif de projection de faisceau lumineux de véhicule automobile, tel que défini dans la revendication indépendante 1. Ledit dispositif de projection comprend au moins une source de lumière apte à émettre des rayons lumineux, un système optique de projection avec une pupille de sortie située sur un élément optique de sortie, système de projection apte à projeter un faisceau lumineux.

[0016] Le dispositif de projection est remarquable en

ce qu'il comprend un écran digital configuré pour diriger au moins une partie des rayons lumineux incidents émis par la source vers ledit système optique de projection, le dispositif comprenant en outre des moyens de focalisation des rayons lumineux émis par la au moins une source de lumière sur une zone de l'écran digital, et un ensemble intermédiaire de projection des rayons lumineux provenant de l'écran digital configurés pour éclairer la surface de ladite pupille de sortie.

[0017] Ainsi, on utilise un écran digital pour moduler le faisceau lumineux projeté par le dispositif. Pour y parvenir, les moyens de focalisation concentrent les rayons lumineux émis par la source sur une zone de l'écran digital, qui agit comme un miroir afin de les diriger vers le système optique de projection. L'écran digital permet de contrôler les dimensions et l'orientation apparentes ainsi que la structure du faisceau lumineux en activant ou désactivant des pixels correspondant à une subdivision de sa surface en éléments susceptibles d'envoyer la lumière qui les atteint en dehors du système optique de projection comportant un élément optique de sortie, éteignant ainsi une zone du faisceau.

[0018] L'invention permet d'une part, de se passer de moyens mécanique à grand débattement, et d'autre part d'utiliser efficacement un écran digital grâce aux moyens de focalisation des rayons lumineux sur une zone de l'écran digital et à l'ensemble intermédiaire de projection qui réalise une anamorphose de la surface de l'écran digital sur la pupille de sortie du système optique de projection.

[0019] Selon l'invention:

- les moyens de focalisation comprennent un réflecteur, la source de lumière étant disposée à un premier foyer optique dudit réflecteur et l'écran digital étant disposé à un second foyer optique dudit réflecteur,
- l'ensemble intermédiaire de projection est configuré pour projeter les rayons lumineux provenant de l'écran digital de sorte à illuminer sensiblement toute la surface de la pupille de sortie,
- l'ensemble intermédiaire de projection forme avec l'élément optique de sortie un système bifocal.

[0020] Selon différents modes de réalisation de l'invention, qui pourront être pris ensemble ou séparément :

- l'ensemble intermédiaire de projection comprend au moins une lentille et au plus trois lentilles, de préférence deux lentilles,
- les moyens de focalisation sont configurés pour former une image élargie des rayons de la source de lumière sur l'écran digital,
- le dispositif comprend plusieurs sources de lumière, les moyens de focalisation comprenant un réflecteur ou une cavité de réflecteur associé à chaque source de lumière ou ensemble de sources,
- l'écran digital est une matrice de micro-miroirs,

l'orientation de chacun des micro-miroirs pouvant prendre deux positions, une première position dans laquelle les rayons lumineux sont réfléchis vers le système optique de projection et une deuxième position dans laquelle les rayons lumineux sont réfléchis dans une direction différente du système optique de projection,

- la matrice de micro miroirs est agencée de sorte que le demi-angle d'ouverture β des rayons lumineux de la source de lumière sur l'écran digital et le demi-angle d'ouverture β des rayons lumineux vers le système de projection par rapport à l'écran, sont inférieurs à 2α , α étant l'angle caractéristique d'orientation des micro miroirs de la matrice de micro-miroirs,
- la source de lumière comprend au moins une diode électroluminescente,
- la source de lumière comprend au moins une source laser ou une diode laser,
- la pupille de sortie du système optique présente, en projection sur un plan perpendiculaire à l'axe de projection, une forme sensiblement rectangulaire avec un rapport d'au moins 3, préférentiellement au moins 4 ou 5 entre la dimension du petit coté et du grand coté,
- l'élément optique de sortie est de forme allongée et a une dimension perpendiculaire à l'axe optique qui est inférieure à 50 mm, préférentiellement inférieure à 30 mm, plus préférentiellement inférieure à 20 mm,
- l'élément optique de sortie est une lentille,
- l'élément optique de sortie est un réflecteur,
- le faisceau lumineux généré par le dispositif est un faisceau route.

[0021] L'invention se rapporte également à un projecteur de véhicule automobile comprenant un tel dispositif de projection.

[0022] L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description suivante qui n'est donnée qu'à titre indicatif et qui n'a pas pour but de la limiter, accompagnée des dessins joints :

- la figure 1 illustrant de façon schématique, une première partie du dispositif de projection de faisceau lumineux à écran digital selon l'invention, en vue de profil ;
- la figure 2 illustrant de façon schématique, une vue en perspective d'un dispositif de projection de faisceau lumineux à écran digital selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 illustrant la forme du faisceau incident sur l'écran digital provenant de la ou des sources de lumière,
- la figure 4 (a), (b) et (c) illustrant des exemples de forme du faisceau réfléchi par l'écran digital vers les moyens formant lentille, à partir du faisceau incident illustré à la figure 3,
- la figure 5 illustrant de façon schématique, une seconde partie du dispositif de projection selon l'inven-

tion,

- la figure 6 illustrant de façon schématique, une vue de profil d'un dispositif de projection de faisceau lumineux à écran digital selon un mode de réalisation de l'invention.

[0023] Pour des raisons de facilité de représentation, la figure 1 illustre partiellement le dispositif selon l'invention, l'ensemble de projection intermédiaire n'y étant pas représenté. Ce dernier est visible sur les figures 2, 5 et 6.

[0024] Le dispositif de projection 1 de faisceau lumineux comprend au moins une source de lumière 2 apte à émettre des rayons lumineux. Le mode de réalisation représenté sur la figure 1 a une source 2 unique de lumière, et les modes de réalisation représentés sur les figures 2 et 6 ont trois sources de lumière 2 disposées à côté l'une de l'autre. La ou les sources de lumière 2 sont agencées sur un support 25.

[0025] Dans un premier mode de réalisation, la ou les sources de lumière 2 sont formées d'au moins une diode électroluminescente (LED) disposée sur le support 25. Avantagusement, il s'agit d'un ensemble de sources de lumière, ensemble du type diode électroluminescente multipuces, c'est-à-dire d'un composant électronique unique comportant plusieurs émetteurs électroluminescents.

[0026] Dans un deuxième mode de réalisation, la source de lumière 2 associe une source laser à au moins une diode électroluminescente. La source laser est dirigée vers la diode disposée sur le support. La diode comprend également une couche supérieure de conversion de longueur d'onde, par exemple de phosphore, pour diffuser une partie de la lumière du laser et convertir une autre partie dans une couleur appropriée. La source laser transmet à l'élément de conversion de la lumière supplémentaire qui s'ajoute à la quantité de lumière venant de la diode sans modifier les dimensions ou les caractéristiques de la source de lumière.

[0027] Dans un troisième mode de réalisation, la source de lumière 2 comprend uniquement une ou plusieurs sources laser ou diodes laser. La source laser 2 est soit disposée sur le support 25, soit à distance du support 25 et dirigée vers ce dernier. Dans la première variante, la source laser est disposée à la place de la diode électroluminescente. Dans la seconde variante, le support 25 est muni d'un élément de conversion de longueur d'onde de rayonnement pour convertir les rayons lumineux dans la couleur souhaitée. On peut par exemple utiliser une plaque en matériau luminophore comme support 25. La plaque en matériau luminophore peut être utilisée en transmission ou en réflexion. En transmission, le laser traverse la plaque, et en réflexion le laser est réfléchi par la plaque. La diode laser et la plaque sont donc disposés à un emplacement correspondant à ce type d'utilisation, c'est-à-dire au-dessus ou en dessous.

[0028] Dans un dernier mode de réalisation, la source de lumière est une combinaison de diodes électroluminescentes et de diodes laser. En particulier, la ou les

diodes illuminant plus spécifiquement la partie centrale de l'écran digital 4 sont une ou des diodes laser et les diodes illuminant la périphérie de l'écran digital sont des diodes électroluminescentes.

[0029] L'utilisation de sources lumineuses du type composant optoélectronique à semi conducteur, telles que des diode électroluminescentes ou diodes laser, est particulièrement avantageux par rapport à une source au Xénon : non seulement elles n'émettent pas de rayonnement infrarouge susceptible d'échauffer l'écran digital et d'entraîner un dysfonctionnement de celui-ci, mais en plus elles émettent dans un demi-espace Lambertien (alors que la source au Xénon émet dans toutes les directions) et donc génèrent un encombrement beaucoup moins important des moyens de focalisation pour diriger le flux lumineux émis par ces sources sur l'écran digital.

[0030] Sur les figures 1, 2, 5 et 6, le dispositif de projection de faisceau lumineux 1 comprend un système optique de projection comportant un élément optique de sortie, qui est ici une lentille de sortie 3. Ce système optique de projection est apte à projeter un faisceau lumineux, en sortie d'un module de projection ou d'un projecteur par exemple. Ainsi, les rayons lumineux émis par la ou les sources de lumière 2 sont déviés pour former un faisceau correspondant à un faisceau de type feu de croisement, feu de route ou tout autre faisceau souhaité. Le système optique de projection projette le faisceau autour d'un axe optique de projection 7.

[0031] Le dispositif 1 comprend en outre des moyens de focalisation 5 des rayons lumineux émis par la source de lumière 2 sur l'écran digital 4 autour d'un axe optique d'illumination 8. Le recours à des moyens de focalisation au lieu de moyens de collimation de la lumière émise par la ou les sources lumineuses sur l'écran digital 4 permet avantagusement de générer une distribution d'intensité lumineuse variable (non uniforme) sur ledit écran digital 4, avec une zone d'intensité maximale M dans le faisceau. On améliore ainsi grandement l'efficacité du dispositif dans le but de produire un faisceau d'éclairage automobile.

[0032] Selon l'invention, le dispositif de projection 1 comprend en outre un écran digital 4 configuré pour diriger vers le système de projection au moins une partie des rayons lumineux incidents émis par la source 2. L'écran digital 4 est formé de pixels commandés individuellement. Chaque pixel est configuré pour, soit permettre aux rayons lumineux incidents d'atteindre le système optique de projection, soit les empêcher d'atteindre le système optique de projection. Ainsi, grâce à l'écran digital 4, on peut choisir la forme et l'orientation du faisceau projeté par le dispositif 1 en activant ou en désactivant les pixels qui composent l'écran digital 4.

[0033] La figure 3 représente un exemple de forme du faisceau incident 10 sur l'écran digital 4 issu de la ou des sources de lumières 2, et les figures 4 (a), (b) et (c) montrent trois exemples de forme de faisceau renvoyés 11, 12, 13 par l'écran digital à partir du faisceau incident 10 de la figure 3. Le faisceau lumineux incident 10 a une

forme élargie dans le plan horizontal correspondant au plan dans lequel on souhaite réaliser une modification d'orientation du faisceau projeté sur la route, avec une zone d'intensité maximale M. L'écran digital 4 permet de sélectionner une partie du faisceau incident par activation d'une partie des pixels. Le faisceau renvoyé par l'écran digital 4 a par conséquent une orientation différente selon la sélection opérée, comme le montrent les exemples des figures 4(a), 4(b) et 4(c). Sur la figure 4(a), le faisceau réfléchi 11 est orienté vers la gauche, le faisceau 12 de la figure 4(b) est centré et correspond à un faisceau route par défaut et le faisceau 13 de la figure 4(c) est orienté vers la droite, la position de la zone d'intensité maximale M variant selon l'orientation. Dans un projecteur automobile, on peut donc choisir l'orientation du faisceau projeté sur la route, et l'adapter à une situation, par exemple dans un virage.

[0034] Dans les modes de réalisation représentés sur les figures 1, 2 et 6, l'écran digital 4 est une matrice de micro-miroirs (également connue sous l'acronyme DMD, pour l'anglais Digital Micromirror Device) qui dirige les rayons lumineux par réflexion. Les rayons lumineux sont réfléchis dans deux directions possibles : soit vers le système optique de projection et la lentille de sortie 3 autour de l'axe optique de projection 7, pour former le faisceau projeté par le dispositif de projection 1, soit dans une direction différente du système optique de projection et la lentille de sortie 3.

[0035] A cette fin, chaque micro miroir peut pivoter entre deux positions fixes, une première position dans laquelle les rayons lumineux sont réfléchis vers le système optique de projection, et la lentille de sortie 3, et une deuxième position dans laquelle les rayons lumineux sont réfléchis dans une direction différente du système optique de projection, et la lentille de sortie 3. Les deux positions fixes sont orientées de la même manière pour tous les micro-miroirs et forment par rapport à un plan de référence support de la matrice de micro miroirs un angle α caractéristique de la matrice de micro-miroirs, défini dans ses spécifications. Cet angle α est généralement inférieur à 20° et vaut usuellement environ 12° .

[0036] Ainsi, chaque micro-miroir réfléchissant une petite partie des rayons lumineux incidents sur la matrice, l'actionnement du changement de position permet de modifier la forme du faisceau émis par le système optique de projection et *in fine* la lentille de sortie 3. Les rayons lumineux renvoyés par les micro-miroirs vers le système optique de projection participent au faisceau projeté par le dispositif de projection 1. Et les rayons lumineux renvoyés par les micro-miroirs dans une direction différente ne participent pas au faisceau projeté. A partir du faisceau incident 10 de la figure 3, on peut sélectionner seulement une partie du faisceau pour le réfléchir vers le système optique de projection, ladite partie correspondant par exemple à l'une de celles des figures 4.

[0037] Comme représenté sur la figure 1, la matrice de micro-miroirs et la ou les sources de lumière 2 sont agencées de sorte que le demi-angle d'ouverture β des

rayons lumineux incidents sur l'écran digital 4 soit au plus égal à deux fois l'angle caractéristique α des micro-miroirs de l'écran digital 4. Ainsi, le demi-angle d'ouverture β des rayons lumineux réfléchis vers le système optique de projection est également inférieur à deux fois l'angle α caractéristique de l'écran digital 4 lorsque les micro-miroirs sont dans la première position. L'angle d'ouverture des rayons lumineux incidents est défini par rapport à l'axe optique d'illumination 8, et l'angle d'ouverture des rayons lumineux réfléchis est défini par rapport à l'axe optique de projection 7.

[0038] L'axe optique d'illumination 8 et l'axe optique de projection 7 forment un angle supérieur ou égal à 2α entre eux. Ainsi, lorsque les micro-miroirs sont dans la première position, sensiblement tous les rayons lumineux sont renvoyés vers le système optique de projection, et lorsque les micro-miroirs sont dans la deuxième position, sensiblement tous les rayons lumineux sont renvoyés dans une direction différente du système optique de projection. On évite donc d'avoir des rayons lumineux dirigés vers le système optique de projection alors qu'ils sont réfléchis par un micro-miroir disposé dans la deuxième position. En effet, avec un angle entre les deux axes optiques inférieur à 2α , certains rayons lumineux seraient quand même réfléchis vers le système optique de projection et *in fine* la lentille de sortie 3 alors que les micro-miroirs sont dans la deuxième position.

[0039] En outre, les moyens de focalisation 5 focalisent les rayons lumineux sur une zone 6 de l'écran digital 4. Les rayons lumineux sont concentrés sur une zone 6 réduite de l'écran digital 4 pour garantir un faisceau suffisamment puissant émis par le dispositif 1 tout en restant compact. Grâce au dispositif de projection 1 selon l'invention, il est possible d'utiliser un écran digital en association avec des moyens de projection pour former un faisceau de type feu de croisement ou feu de route avec des fonctions de virage dynamique ou anti-éblouissement.

[0040] Avantagusement, les moyens de focalisation 5 sont configurés pour former une image élargie sur l'écran digital 4. Ainsi, il est aisé de sélectionner une partie des rayons incidents et de dévier le faisceau lumineux comme souhaité. Par exemple, si la source lumineuse est une LED unique, le grandissement sera d'un facteur 3 à 5, tandis que si la source lumineuse est composée d'une pluralité de LED juxtaposées ou d'une LED multipuce, le grandissement sera compris entre un facteur 1,1 et 2.

[0041] Sur les figures 1, 2 et 6, les moyens de focalisation sont un réflecteur sensiblement elliptique, la source de lumière 2 étant disposée à un premier foyer optique dudit réflecteur et l'écran digital 4 étant disposé à un second foyer optique dudit réflecteur. Lorsqu'il n'y a qu'un réflecteur pour la source de lumière, il est dimensionné pour obtenir une forme du faisceau élargie comme celui de la figure 3.

[0042] Dans une variante de réalisation non représentée, avec un réflecteur unique et plusieurs sources de

lumière, chaque source de lumière ou ensemble de sources est disposé pour éclairer une zone sensiblement distincte de l'écran digital.

[0043] Dans une variante de réalisation représentée sur les figures 2 et 6, le dispositif 1 comprend plusieurs sources de lumière ou ensemble de sources de lumière 2, les premiers moyens de focalisation comprenant un réflecteur elliptique ou une cavité de réflecteur associé à chaque source de lumière 2, chaque ensemble source de lumière 2 et réflecteur ou cavité de réflecteur étant configuré pour éclairer une zone sensiblement distincte de l'écran digital 4.

[0044] Selon une caractéristique particulièrement avantageuse et préférée, le système optique de projection est constitué d'un unique élément optique de sortie.

[0045] Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le dispositif 1 est muni d'un ensemble intermédiaire de projection 9 des rayons lumineux réfléchis par l'écran digital 4 vers le système optique de projection, et en particulier l'élément optique de sortie, ici constitué par une lentille de sortie 3, tels que représenté sur les figures 2, 5 et 6. L'ensemble intermédiaire de projection 9 est avantageusement configuré pour projeter les rayons lumineux provenant de l'écran digital 4 de sorte à illuminer sensiblement toute la surface de la pupille de sortie du système optique de projection, cette pupille de sortie étant située sur l'élément optique de sortie. Ainsi, le dispositif reste compact car on peut avoir un système de projection comportant un élément optique de sortie, notamment une lentille de sortie 3 suffisamment proches de l'écran digital 4 sans perte de lumière, les ensemble intermédiaire de projection 9 ayant pour fonction d'adapter l'orientation des rayons réfléchis par l'écran 4 aux dimensions de l'élément optique de sortie, et en particulier de la pupille de sortie du système optique portée par ledit élément optique de sortie.

[0046] Cet ensemble intermédiaire de projection comprend au moins une lentille et au plus trois lentilles. De préférence, il comprend deux lentilles.

[0047] En référence aux figures 5 et 6, l'ensemble intermédiaire de projection comprend une première lentille 15 et une deuxième lentille 14. De préférence, la première lentille 15 est convergente au moins selon un plan. Ces lentilles de l'ensemble intermédiaire 9 peuvent être cylindriques ou toroïdales. Pour des raisons d'encombrement, et afin de permettre notamment de positionner les moyens de focalisation 5 au plus près, la deuxième lentille 14 peut être coupée transversalement. De préférence, la première lentille 15 est positionnée à proximité de l'écran digital 4, à une distance inférieure à 10 mm, tandis que la deuxième lentille 14 est proche de la lentille de sortie 3, également à une distance inférieure à 10 mm.

[0048] Les deux lentilles 14, 15 de l'ensemble intermédiaire 9 sont configurées pour étaler les rayons lumineux sensiblement sur toute la largeur et toute la hauteur de la pupille de sortie, de sorte à ce que la face de sortie de l'élément optique de sortie, ici la lentille de sortie 3, apparaisse entièrement ou quasi entièrement illuminée

pour un observateur placé dans l'axe optique et regardant ladite face de sortie. Par sensiblement, on entend ici 100 % de la dimension, $\pm 5\%$. Ainsi, la forme des rayons lumineux renvoyés par l'écran digital 4 est adaptée aux dimensions de l'élément optique de sortie, ici la lentille de sortie 3, afin de conserver un dispositif compact. On assure également du coup une efficacité lumineuse optimisée du dispositif.

[0049] Selon l'invention, l'ensemble intermédiaire de projection 9 et l'élément optique de sortie forment un système bifocal, c'est à dire avec une première focale dans un premier plan contenant l'axe optique de projection 7 et une seconde focale dans un second plan contenant l'axe optique de projection et perpendiculaire au premier plan.

[0050] En effet, pour des raisons de style, l'élément optique de sortie présente très souvent une forme allongée selon une direction perpendiculaire à l'axe optique. Dans la dimension la plus petite de l'élément optique de sortie, par exemple sa hauteur, la plus grande focale du système est calculée de manière à correspondre à l'angle d'ouverture 2α de la matrice de micro-miroirs. Dans l'autre dimension perpendiculaire à la première, par exemple la longueur, on choisira une petite focale de manière à étaler le faisceau selon la direction correspondante, par exemple pour produire un faisceau de type route ouvert à 20° en horizontale de part et d'autre de l'axe optique. Selon l'exemple décrit, la lentille de sortie 3 est allongée selon un axe sensiblement horizontal, mais on pourra tout à fait adapter le dispositif à une orientation sensiblement vertical de la longueur de l'élément optique de sortie sans sortir du cadre de la présente invention.

[0051] On comprend alors que, grâce à ce système bifocal, on peut utiliser de façon efficace les matrices de micro miroir disponibles aujourd'hui, qui sont dans des dimensions du type vidéo, avec un rapport surfacique largeur sur hauteur par exemple de 4/3, 16/9 ou 16/10, et le rendre compatible avec les contraintes dimensionnelles des faisceaux d'éclairage et du style des éléments optiques de sortie, sans perte de lumière.

[0052] En outre, ce système bifocal est simple, comprenant un nombre limité d'éléments optiques, préférentiellement moins de quatre éléments optiques en incluant l'élément optique de sortie.

Revendications

1. Dispositif de projection de faisceau lumineux de véhicule automobile, comprenant au moins une source de lumière (2) apte à émettre des rayons lumineux, un système optique de projection avec une pupille de sortie située sur un élément optique de sortie, ledit système optique de projection étant apte à projeter un faisceau lumineux, le dispositif comprenant un écran digital (4) configuré pour diriger au moins une partie des rayons lumineux incidents émis par

- la au moins une source (2) vers ledit système optique de projection, le dispositif (1) comprenant en outre des moyens de focalisation (5) des rayons lumineux émis par la au moins une source de lumière (2) sur une zone (6) de l'écran digital (4), et un ensemble intermédiaire de projection (9) des rayons lumineux provenant de l'écran digital (4) configurés pour éclairer la surface de la pupille de sortie, l'ensemble intermédiaire de projection (9) étant configuré pour projeter les rayons lumineux provenant de l'écran digital (4) de sorte à illuminer sensiblement toute la surface de la pupille de sortie et l'ensemble intermédiaire de projection (9) et l'élément optique de sortie formant un système bifocal, c'est à dire avec une première focale dans un premier plan contenant l'axe optique de projection (7) et une seconde focale dans un second plan contenant l'axe optique de projection (7) et perpendiculaire au premier plan, **caractérisé en ce que** les moyens de focalisation (5) comprennent un réflecteur, la source de lumière (2) étant disposée à un premier foyer optique dudit réflecteur et l'écran digital (4) étant disposé à un second foyer optique dudit réflecteur.
2. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément optique de sortie est une lentille de sortie (3).
3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément optique de sortie est un réflecteur.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de focalisation (5) sont configurés pour former une image élargie (10) des rayons de la source de lumière (2) sur l'écran digital (4).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif (1) comprend plusieurs sources de lumière (2), les moyens de focalisation (5) comprenant un réflecteur ou une cavité de réflecteur associé à chaque source de lumière ou ensemble de sources (2).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'écran digital (4) est une matrice de micro-miroirs, l'orientation de chacun des micro-miroirs pouvant prendre deux positions, une première position dans laquelle les rayons lumineux sont réfléchis vers le système optique de projection, et une deuxième position dans laquelle les rayons lumineux sont réfléchis dans une direction différente du système optique de projection.
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la matrice de micro miroirs est agencée de sorte que le demi-angle d'ouverture β des rayons lumineux de la source de lumière sur l'écran digital et le demi-angle d'ouverture β des rayons lumineux vers le système optique de projection par rapport à l'écran, sont inférieurs à 2α , α étant un angle caractéristique d'orientation des micro-miroirs.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la source de lumière (2) comprend au moins une diode électroluminescente.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la source de lumière (2) comprend au moins une source laser ou une diode laser.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le faisceau lumineux est un faisceau d'éclairage.
11. Projecteur de véhicule automobile comprenant un dispositif de projection (1) de faisceau lumineux, selon l'une quelconque des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Lichtbündelprojektionsvorrichtung eines Kraftfahrzeugs, umfassend wenigstens eine Lichtquelle (2), die geeignet ist, Lichtstrahlen auszusenden, ein optisches Projektionssystem mit einer Austrittspupille, die sich auf einem optischen Austrittselement befindet, wobei das optische Projektionssystem geeignet ist, ein Lichtbündel zu projizieren, wobei die Vorrichtung einen digitalen Schirm (4) umfasst, der dazu ausgebildet ist, wenigstens einen Anteil der einfallenden Lichtstrahlen, die von der wenigstens einen Quelle (2) ausgesendet werden, zum optischen Projektionssystem zu leiten, wobei die Vorrichtung (1) ferner Mittel zur Fokussierung (5) der Lichtstrahlen, die von der wenigstens einen Lichtquelle (2) ausgesendet werden, auf einen Bereich (6) des digitalen Schirms (4) und eine Zwischenprojektionsanordnung (9) für die Lichtstrahlen umfasst, die von dem digitalen Schirm (4) kommen, die dazu ausgebildet sind, die Oberfläche der Austrittspupille zu beleuchten, wobei die Zwischenprojektionsanordnung (9) dazu ausgebildet ist, die Lichtstrahlen, die von dem digitalen Schirm (4) kommen, so zu projizieren, dass im Wesentlichen die gesamte Oberfläche der Austrittspupille beleuchtet wird, und die Zwischenprojektionsanordnung (9) und das optische Austrittselement ein bifokales System bilden, das heißt mit einer ersten Brennweite in einer ersten Ebene, die die optische Projektionsachse (7) enthält, und einer zweiten Brennweite in einer zweiten Ebene, die die optische Projektionsachse (7) enthält und senkrecht zur

- ersten Ebene verläuft,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fokussierungsmittel (5) einen Reflektor umfassen, wobei die Lichtquelle (2) an einem ersten optischen Brennpunkt des Reflektors angeordnet ist und der digitale Schirm (4) an einem zweiten optischen Brennpunkt des Reflektors angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optische Austrittselement eine Austrittslinse (3) ist.
 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optische Austrittselement ein Reflektor ist.
 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fokussierungsmittel (5) dazu ausgebildet sind, ein vergrößertes Bild (10) der Strahlen der Lichtquelle (2) auf dem digitalen Schirm (4) zu bilden.
 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) mehrere Lichtquellen (2) umfasst, wobei die Fokussierungsmittel (5) einen Reflektor oder einen Reflektorhohlraum umfassen, der jeder Lichtquelle oder Anordnung von Quellen (2) zugeordnet ist.
 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der digitale Schirm (4) eine Mikrospiegelmatrix ist, wobei die Orientierung jedes der Mikrospiegel zwei Positionen einnehmen kann, eine erste Position, in der die Lichtstrahlen zum optischen Projektionssystem reflektiert werden, und eine zweite Position, in der die Lichtstrahlen in eine andere Richtung als das optische Projektionssystem reflektiert werden.
 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrospiegelmatrix so angeordnet ist, dass der Öffnungshalbwinkel β der Lichtstrahlen der Lichtquelle auf dem digitalen Schirm und der Öffnungshalbwinkel β der Lichtstrahlen zum optischen Projektionssystem im Verhältnis zum Schirm kleiner als 2α sind, wobei α ein charakteristischer Orientierungswinkel der Mikrospiegel ist.
 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (2) wenigstens eine Leuchtdiode umfasst.
 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (2) wenigstens eine Laserquelle oder eine Laserdiode umfasst.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtbündel ein Beleuchtungsbündel ist.
- 5 11. Kraftfahrzeugscheinwerfer umfassend eine Lichtbündelprojektionsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

10 Claims

1. Motor-vehicle light beam projection device, comprising at least one light source (2) able to emit light rays, an optical projection system with an exit pupil situated on an optical exit element, said optical projection system being able to project a light beam, the device comprising a digital screen (4) configured to direct at least one part of the incident light rays emitted by the at least one source (2) towards said optical projection system, the device (1) furthermore comprising means (5) for focusing the light rays emitted by the at least one light source (2) on a zone (6) of the digital screen (4), and an intermediate assembly (9) for projecting the light rays originating from the digital screen (4) which are configured to illuminate the surface area of the exit pupil, the intermediate projection assembly (9) being configured to project the light rays originating from the digital screen (4) so as to illuminate substantially the whole surface area of the exit pupil and the intermediate projection assembly (9) and the optical exit element forming a bifocal system, that is to say one with a first focal length in a first plane containing the optical projection axis (7) and a second focal length in a second plane containing the optical projection axis (7) and perpendicular to the first plane, **characterized in that** the focusing means (5) comprise a reflector, the light source (2) being disposed at a first optical focus of said reflector and the digital screen (4) being disposed at a second optical focus of said reflector.
2. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the optical exit element is an exit lens (3).
3. Device according to Claim 1, **characterized in that** the optical exit element is a reflector.
4. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the focusing means (5) are configured to form a widened image (10) of the rays of the light source (2) on the digital screen (4).
5. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the device (1) comprises several light sources (2), the focusing means (5) comprising a reflector or a reflector cavity associated with each light source or set of sources (2).

6. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the digital screen (4) is an array of micro-mirrors, the orientation of each of the micro-mirrors being able to take two positions, a first position in which the light rays are reflected towards the optical projection system, and a second position in which the light rays are reflected in a different direction from the optical projection system. 5
7. Device according to Claim 6, **characterized in that** the micro-mirror array is arranged so that the opening half-angle β of the light rays of the light source on the digital screen and the opening half-angle β of the light rays directed towards the optical projection system with respect to the screen are less than 2α , α being a characteristic angle of orientation of the micro-mirrors. 10 15
8. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the light source (2) comprises at least one light-emitting diode. 20
9. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the light source (2) comprises at least one laser source or laser diode. 25
10. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the light beam is a lighting beam. 30
11. Motor-vehicle headlamp comprising a light beam projection device (1) according to any one of the preceding claims. 35

40

45

50

55

60

65

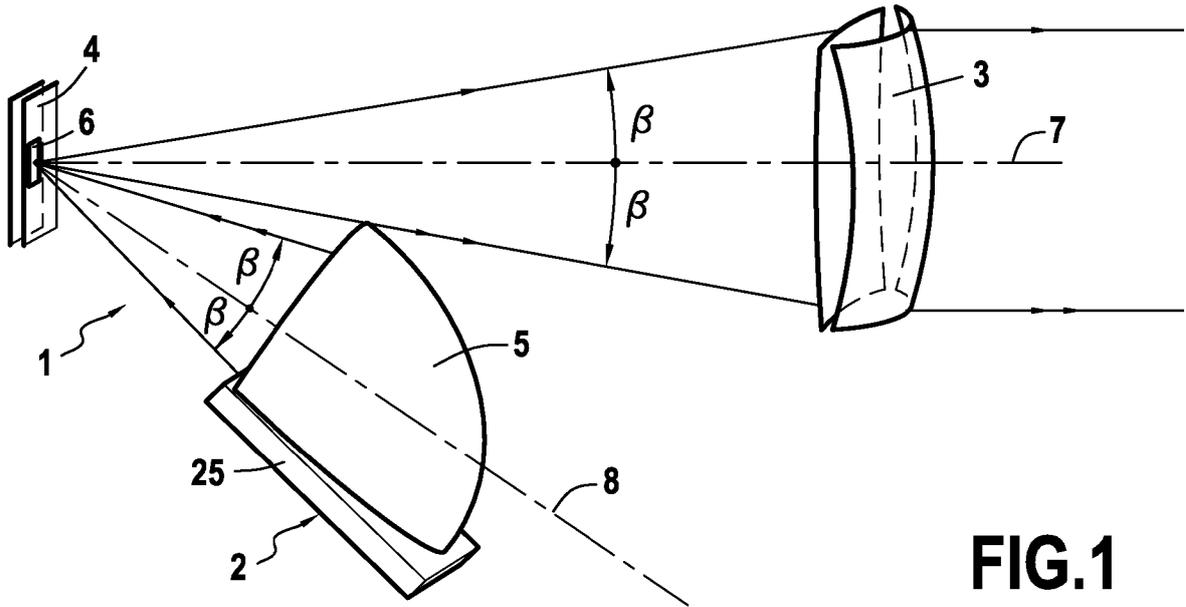


FIG.1

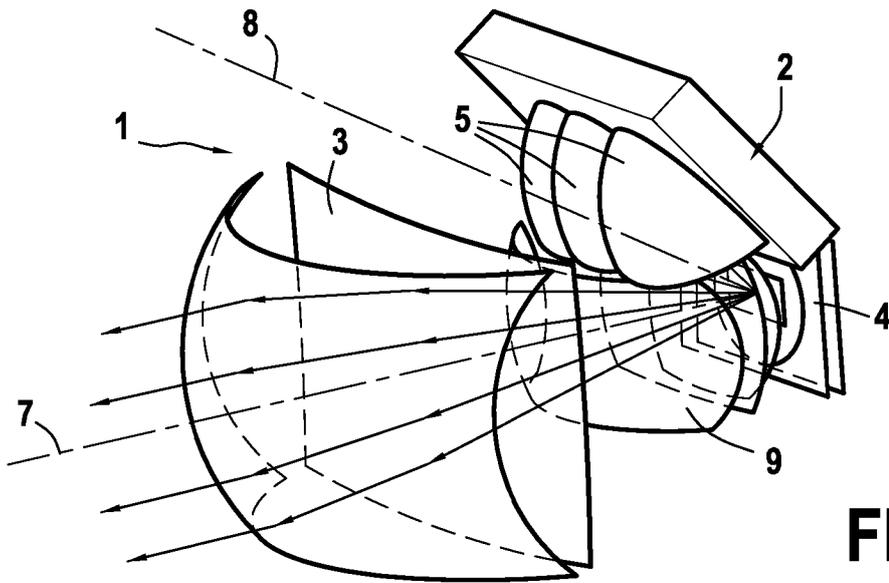


FIG.2

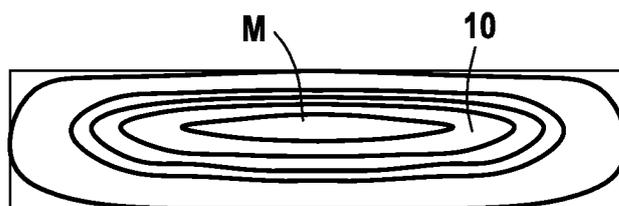


FIG.3

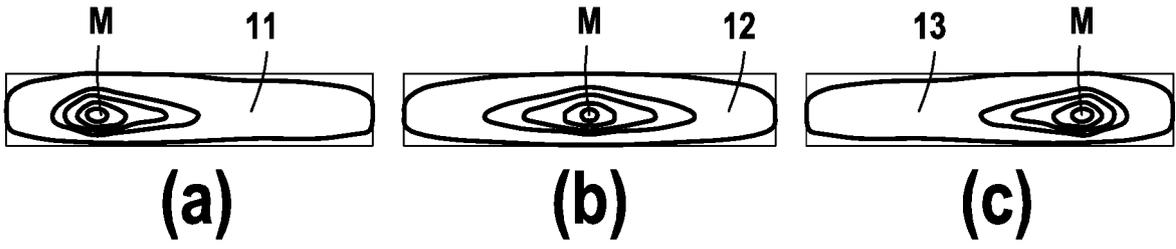


FIG. 4

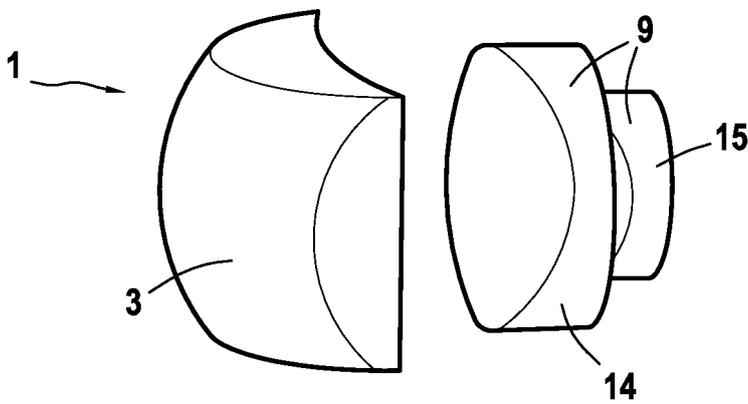


FIG. 5

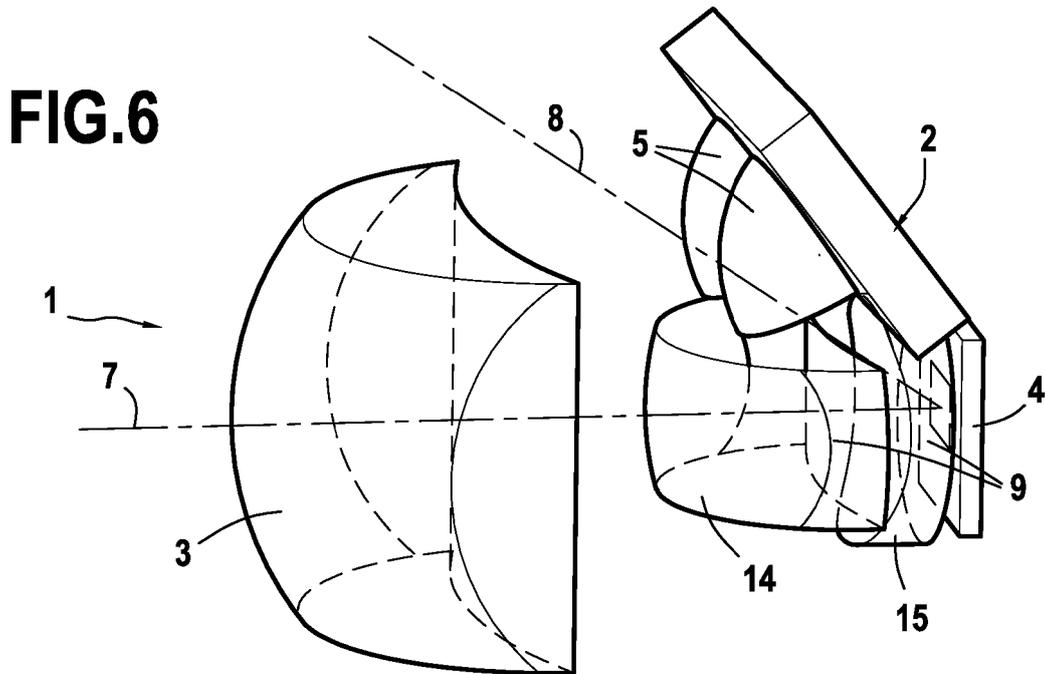


FIG. 6

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- WO 2008037388 A [0007]
- WO 9911968 A [0009]
- WO 2015122481 A [0010]
- EP 1433655 A [0010]
- DE 102011052184 A [0010]
- US 2010208478 A [0010]