



(11) **EP 3 784 953 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

24.07.2024 Bulletin 2024/30

(21) Numéro de dépôt: **19719337.8**

(22) Date de dépôt: **26.04.2019**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F21S 41/143 ^(2018.01) **F21S 41/148** ^(2018.01)
F21S 41/153 ^(2018.01) **F21S 41/24** ^(2018.01)
F21S 41/20 ^(2018.01) **F21S 41/663** ^(2018.01)
F21S 41/176 ^(2018.01) **F21S 41/14** ^(2018.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F21S 41/143; F21S 41/148; F21S 41/153;
F21S 41/176; F21S 41/18; F21S 41/24;
F21S 41/285; F21S 41/663

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/EP2019/060817

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2019/207147 (31.10.2019 Gazette 2019/44)

(54) **MODULE OPTIQUE PROJETANT UN FAISCEAU LUMINEUX À PIXELS**

OPTISCHES MODUL, DAS EINEN PIXEL-LICHTSTRAHL PROJIZIERT

OPTICAL MODULE PROJECTING A PIXEL LIGHT BEAM

(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

(30) Priorité: **27.04.2018 FR 1853755**

(43) Date de publication de la demande:

03.03.2021 Bulletin 2021/09

(73) Titulaire: **Valeo Vision**

93012 Bobigny Cedex (FR)

(72) Inventeurs:

- **PELLARIN, Marie**
93012 BOBIGNY Cedex (FR)
- **ROELS, Sebastien**
93012 BOBIGNY Cedex (FR)
- **SANCHEZ, Vanesa**
93012 BOBIGNY Cedex (FR)

- **LANDIECH, Eric**
93012 BOBIGNY Cedex (FR)
- **BOURDIN, David**
93012 BOBIGNY Cedex (FR)

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

(56) Documents cités:

EP-B1- 2 893 249 **WO-A1-2014/205466**
WO-A1-2017/198505 **WO-A1-2018/002251**
WO-A1-2018/043663 **DE-B4- 102008 013 603**
FR-A1- 3 051 884 **US-A1- 2008 112 180**
US-B2- 8 915 632

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).

EP 3 784 953 B1

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne un module lumineux, notamment pour véhicule automobile, qui est destiné à projeter un faisceau lumineux à pixels réalisant une fonction déterminée selon un axe optique longitudinal, le faisceau lumineux à pixels comportant une première zone de haute résolution et une deuxième zone de basse résolution.

ARRIERE PLAN TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0002] On connaît déjà des modules lumineux de ce type. De tels modules lumineux sont aptes à produire un faisceau lumineux d'éclairage, par exemple un feu de route, divisé en pixels et dont au moins certains pixels peuvent être éteints sélectivement. Cela permet par exemple d'éclairer la route de manière optimale tout en évitant d'éblouir les usagers de la route.

[0003] De tels modules lumineux sont connus sous l'appellation anglaise de "pixel beam". Il est par exemple possible de diviser le faisceau lumineux global en une matrice de pixels.

[0004] Généralement, la résolution du faisceau lumineux, c'est-à-dire le nombre de pixels par unité de surface, demeure assez grossier. Ainsi, l'extinction d'un pixel plonge dans l'ombre une portion de route qui est souvent bien plus large que nécessaire pour éviter d'éblouir un usager de la route.

[0005] Ceci est plus particulièrement gênant lorsque le pixel éteint est situé vers le centre du faisceau lumineux car le conducteur du véhicule n'est plus en mesure de voir correctement la route.

[0006] Au contraire, sur les côtés du faisceau, l'extinction d'un pixel est moins gênante puisqu'elle plonge dans l'obscurité des régions périphériques de la route.

[0007] Il est déjà connu de réaliser des faisceaux lumineux à pixels présentant des pixels d'extrémités latérales plus larges. Ceci permet notamment d'éclairer correctement les bords de la route tout en limitant le coût de fabrication du module optique.

[0008] Néanmoins, un tel mode de réalisation ne permet pas d'améliorer la résolution au centre du faisceau lumineux. Or il serait avantageux d'obtenir un faisceau lumineux à pixels présentant une résolution plus élevée en son centre, c'est-à-dire dans la zone qui éclaire directement la voie empruntée par le véhicule, tout en conservant une résolution plus grossière à la périphérie du faisceau lumineux.

[0009] Un tel module optique comporte généralement une matrice de diodes électroluminescentes qui est associée à une matrice de guides de lumière. Chaque guide de lumière est un élément plein qui guide la lumière par réflexions internes totales jusqu'à une face de sortie. Chaque guide de lumière est associé à une diode électroluminescente pour réaliser un pixel objet en face de sortie. Cette solution permet notamment d'agencer les

faces de sortie des guides de lumière suffisamment proches les uns des autres pour former un faisceau lumineux homogène.

[0010] Les documents EP 2 893 249 B1 et DE 10 2008 013 604 B4 divulguent des exemples d'un tel module optique. Dans ces exemples, chaque diode électroluminescente est associée à un guide de lumière. La face de sortie du guide de lumière est située au niveau du plan focal objet d'une optique de projection. Certains guides lumière présentent les faces de sorties plus larges que celles des autres guides lumière. Ainsi, le faisceau projeté par le module optique comprend une zone à basse résolution (l'image projetée des faces de sortie plus larges) et une zone à haute résolution (l'image projetée des faces de sortie plus petites).

[0011] Cependant cette solution connue ne permet pas d'obtenir une résolution très élevée. En effet, la fabrication d'une matrice de guides de lumière présentant une résolution élevée en son centre présente de nombreuses difficultés techniques. Même s'il était possible de réaliser une telle matrice de guides de lumière, le coût de fabrication en serait trop élevé pour une utilisation industrielle.

[0012] On connaît aussi les matrices monolithiques de diodes électroluminescentes qui permettent de réaliser des matrices de diodes électroluminescentes de très petites tailles et espacées d'une distance très faible les unes des autres. On entend par matrice monolithique une source électroluminescente comprenant une pluralité d'éléments électroluminescents ou diodes électroluminescentes c'est-à-dire utilisant l'électroluminescence, phénomène optique et électrique durant lequel un matériau émet de la lumière en réponse à un courant électrique qui le traverse, ou à un fort champ électrique. Les éléments électroluminescents sont crûs depuis un substrat commun et sont connectés électriquement de manière à être activables sélectivement, individuellement ou par sous-ensemble d'éléments électroluminescents, également appelés pixel. Le substrat peut être majoritairement en matériau semi-conducteur. Le substrat peut comporter un ou plusieurs autres matériaux, par exemple non semi-conducteurs. La configuration d'une telle source monolithique permettant l'agencement de pixels activables sélectivement très proches les uns des autres, par rapport aux diodes électroluminescentes classiques destinées à être soudées sur des plaques de circuits imprimés. La matrice monolithique comporte des éléments électroluminescents dont une dimension principale d'allongement, à savoir la hauteur, est sensiblement perpendiculaire au substrat commun, cette hauteur étant au moins égale au micromètre et n'étant pas supérieure au millimètre.

[0013] Cependant, il n'est pas financièrement avantageux de réaliser la totalité d'un faisceau lumineux en utilisant une matrice monolithique de diodes électroluminescentes. Une telle matrice serait très onéreuse.

[0014] On a déjà proposé de réaliser un tel faisceau lumineux présentant une résolution plus élevée en son

centre en utilisant une plaque de luminophore agencée au centre d'une matrice de guides de lumière. Dans cette solution connue, la plaque de phosphore est balayée par un faisceau laser qui permet d'éclairer sélectivement des portions très réduites de la plaque de luminophore. Chacune de ces portions forme ainsi un pixel objet haute résolution de dimensions très inférieures à celle d'un pixel objet basse résolution formé par un guide de lumière.

[0015] Il est ainsi possible de réaliser un faisceau lumineux à pixels présentant une zone de basse résolution à sa périphérie, éclairée par les guides de lumière, et une zone de haute résolution en son centre, éclairée par le luminophore activé par le laser.

[0016] Cependant, une telle solution pose des problèmes de sécurité. En effet, en cas de dysfonctionnement du laser, le faisceau laser risque d'être émis directement vers l'extérieur. Or, un tel faisceau laser est généralement nocif, notamment lorsqu'il est dirigé directement vers les yeux.

[0017] En outre, et à cause de ce problème de sécurité, un tel module optique doit comporter des systèmes de sécurité onéreux.

BREF RESUME DE L'INVENTION

[0018] La présente invention propose un module lumineux, notamment pour véhicule automobile, qui est proposé selon la revendication 1. La particularité de l'invention réside dans le fait que l'élément optique intermédiaire associé à la matrice de diodes électroluminescentes est formé par un ensemble optique convergent comportant au moins une lentille, ledit élément optique projetant une image de chaque diode électroluminescente, chaque image formant un pixel objet haute résolution et les pixels objets haute résolution étant agencés de manière jointive pour former ladite matrice de pixels objets haute résolution.

[0019] Cet agencement permet d'obtenir un faisceau lumineux à pixels présentant une zone de haute résolution et une zone de basse résolution en utilisant une optique de projection commune pour les deux zones. Le faisceau obtenu est particulièrement homogène malgré l'encombrement nécessaire à l'électronique associée à chaque source lumineuse.

[0020] Sauf indications contraires, selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- des diodes électroluminescentes adjacentes appartenant à la matrice sont écartées d'un espace déterminé, la source lumineuse de basse résolution adjacente à la matrice étant écartée de la matrice de diodes électroluminescentes d'une distance supérieure audit espace déterminé ;
- chaque source lumineuse est portée par une carte à circuits imprimés qui est agencée parallèlement au plan de la matrice de diodes électroluminescentes ;

- chaque source lumineuse est portée par une carte à circuits imprimés qui est agencée dans un plan formant un angle par rapport au plan de la matrice de diodes électroluminescentes, notamment un angle de 90° ;
- selon un mode de réalisation non couvert par l'invention, l'élément optique intermédiaire associé à la matrice de diodes électroluminescentes est formé par un guide de lumière à structure alvéolaire dans lequel la lumière est guidée par réflexion sur surface réfléchissante jusqu'à une face de sortie agencée dans le plan focal objet de la lentille de projection, la face de sortie formant le pixel objet ;
- l'élément optique intermédiaire est formé par un unique ensemble optique présentant un unique axe optique qui est commun à toutes les diodes électroluminescentes de la matrice ;
- l'élément optique intermédiaire comporte une pluralité d'ensembles optiques qui présentent chacun un axe optique associé à une diode électroluminescente de la matrice ;
- le foyer objet de la lentille convergente formant élément optique associé à la matrice de diodes électroluminescentes est interposé axialement entre la matrice de diodes électroluminescentes et ledit élément optique ;
- la matrice de diodes électroluminescentes est une matrice monolithique qui comporte par exemple environ 500 diodes électroluminescentes, de préférence environ 1000 diodes électroluminescentes ;
- chaque pixel objet est agrandi par rapport à la diode électroluminescente associée de la matrice ;
- la matrice de diodes électroluminescentes est formée par l'agencement de plusieurs diodes électroluminescentes distinctes sur une même carte à circuits imprimés, par exemple une dizaine de diodes électroluminescentes ;
- chaque pixel objet haute résolution est réduit par rapport à la diode électroluminescente associée de la matrice ;
- le guide de lumière associé à chaque source lumineuse de basse résolution est un guide de lumière formé d'une pièce pleine en matériau transparent qui guide la lumière par réflexion interne totale ;
- le guide de lumière associé à chaque source lumineuse de basse résolution est un guide de lumière formé par une structure alvéolaire qui comporte des surfaces internes réfléchissantes qui guident la lumière ;
- chaque diode électroluminescente de la matrice émet de la lumière blanche ;
- chaque diode électroluminescente de la matrice émet de la lumière monochromatique qui est guidée par l'élément optique intermédiaire jusqu'à un élément photoluminescent qui est agencé dans le plan focal objet de l'optique de projection pour former un pixel objet haute résolution associé ;
- l'élément photoluminescent est une plaque de

luminophore ;

- au moins un élément optique primaire est formé par un guide de lumière qui présente :

- une face d'entrée recevant des rayons lumineux émis par une source lumineuse de basse résolution associée qui est distincte de la matrice de diodes électroluminescentes ;
- une face de sortie formant un pixel objet basse résolution qui est agencée sensiblement dans le plan focal objet de l'optique de projection et qui est jointive avec les pixels objets de la matrice de diodes électroluminescentes.

[0021] L'invention concerne aussi un dispositif d'éclairage pour un véhicule automobile caractérisé en ce qu'il comporte un module lumineux réalisé selon les enseignements de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0022] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique de côté qui représente un véhicule automobile équipé d'un module optique réalisé selon les enseignements de l'invention qui émet un faisceau lumineux à pixels ;
- la figure 2 est une vue de face qui représente un écran éclairé par le faisceau lumineux à pixels émis par le module optique de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue de côté qui représente le module optique réalisé selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 est une vue de côté qui représente le module optique réalisé selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 5 est une vue de côté qui représente le module optique réalisé selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 est une vue de côté qui représente le module optique réalisé selon un quatrième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 7 est une vue de côté qui représente le module optique réalisé selon un mode de réalisation non couvert par l'invention ;
- la figure 8 est une vue de côté qui représente le module optique réalisé selon un sixième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 9 est une vue de côté qui représente le module optique réalisé selon un mode de réalisation non couvert par l'invention ;
- la figure 10 est une vue de côté qui représente le module optique réalisé selon un mode de réalisation non couvert par l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DES FIGURES

[0023] Dans la suite de la description, on adoptera à titre non limitatif des orientations longitudinale, orientée d'arrière en avant selon le sens de déplacement normal du véhicule, verticale, orientée de bas en haut, et transversale, orientée de gauche à droite indiquées par le trièdre "L,V,T" des figures.

[0024] Dans la suite de la description, des éléments présentant une structure identique ou des fonctions analogues seront désignés par une même référence.

[0025] Dans la suite de la description et dans les revendications, une "optique de projection" de la lumière émise par la source de lumière à semi-conducteur est définie de la manière suivante. Cette optique de projection crée une image réelle, et éventuellement anamorphosée, d'une partie du dispositif, par exemple la source elle-même ou un cache, ou d'une image intermédiaire de la source, à distance (finie ou infinie) très grande devant les dimensions du dispositif (d'un rapport de l'ordre d'au moins 30, de préférence 100) du dispositif. Cette optique de projection peut consister en un ou plusieurs réflecteurs, ou bien en une ou plusieurs lentilles, ou un ou plusieurs guides de lumière ou encore en une combinaison de ces possibilités.

[0026] Dans la suite de la description et dans les revendications, un "guide de lumière par réflexion interne totale" est défini comme étant une pièce optique apte à guider de la lumière par réflexion interne totale de cette lumière, par exemple d'une zone d'entrée à une zone de sortie. Il peut être une nappe de guidage.

[0027] Dans la suite de la description et dans les revendications, une "nappe de guidage" est un guide dont l'épaisseur est faible au regard de sa longueur et de sa largeur. Elle peut être incurvée et présenter un galbe donné. Ainsi la nappe présente deux faces étendues séparées par un pourtour, ce pourtour définissant une épaisseur de la nappe, qui peut être variable, par exemple diminuant d'une extrémité à l'autre. Ces faces étendues forment des faces de guidage délimitant une zone de propagation des rayons lumineux, par réflexion interne sur ces faces.

[0028] Dans la suite de la description et dans les revendications, un "guide de lumière par réflexion sur surface réfléchissante" est défini comme étant une pièce optique apte à guider de la lumière par réflexion de cette lumière sur les parois réfléchissantes formant le guide, par exemple d'une zone d'entrée à une zone de sortie.

[0029] Dans la suite de la description et dans les revendications, un convertisseur de lumière ou "luminophore" comprend au moins un matériau luminescent conçu pour absorber au moins une partie d'au moins une lumière d'excitation émise par une source lumineuse et pour convertir au moins une partie de ladite lumière d'excitation absorbée en une lumière d'émission ayant une longueur d'onde différente de celle de la lumière d'excitation. Le luminophore peut par exemple contenir un ou plusieurs des composés luminophores du groupe

suivant : $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG), $(Sr,Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$, $Ca_x(Si,Al)_{12}(O,N)_{16}:Eu^{2+}$, $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$, $Ca_2Si_5N_8:Eu^{2+}$, $La_2O_2S:Eu^{3+}$, $(Sr, Ca, Ba, Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu^{2+}$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$, $(Si, Al)_6(O, N):Eu^{2+}$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}Mn^{2+}$, $SrS:Eu^{2+}$, $Sr_2Si_5N_8:Eu^{2+}$, $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$, $(Y,Gd)_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$ / $(Ba,Sr,Ca)Si_2O_4:Eu^{2+}$. Les composés $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG), $(Sr,Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$, et $Ca_x(Si,Al)_{12}(O,N)_{16}:Eu^{2+}$ sont configurés pour absorber au moins en partie une lumière de couleur bleue et pour émettre en réponse de la lumière de couleur jaune. Les composés $SrS:Eu^{2+}$, et $Sr_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ sont configurés pour absorber au moins en partie une lumière de couleur bleue et pour émettre en réponse de la lumière de couleur rouge. Le composé $(Y,Gd)_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$ / $(Ba,Sr,Ca)Si_2O_4:Eu^{2+}$ est configuré pour absorber au moins en partie une lumière de couleur bleue et pour émettre en réponse de la lumière blanche. Les composés $(Si, Al)_6(O, N):Eu^{2+}$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}Mn^{2+}$, et $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$ sont configurés pour absorber au moins en partie un rayonnement électromagnétique ultra-violet et pour émettre en réponse de la lumière de couleur verte. Les composés $(Sr, Ca, Ba, Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu^{2+}$, et $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$ sont configurés pour absorber au moins en partie un rayonnement électromagnétique ultra-violet et pour émettre en réponse de la lumière de couleur bleue. Les composés $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$, $Ca_2Si_5N_8:Eu^{2+}$, et $La_2O_2S:Eu^{3+}$ sont configurés pour absorber au moins en partie un rayonnement électromagnétique ultra-violet et pour émettre en réponse de la lumière de couleur rouge.

[0030] On a représenté à la figure 1 un véhicule automobile 10 équipé d'un dispositif d'éclairage 12. Le dispositif d'éclairage 12 comporte un module lumineux 14 qui produit un faisceau lumineux à pixels 16 qui réalise une fonction d'éclairage déterminée. Il s'agit ici d'une fonction de feu de route. Le faisceau lumineux à pixels 16 est émis selon un axe "A" d'émission sensiblement longitudinal vers l'avant du véhicule 10.

[0031] Pour les besoins de la description, on a agencé un écran 18 transversal vertical agencé à une distance longitudinale déterminée en avant du véhicule 10. L'écran 18 est ici agencé à 25 m du véhicule.

[0032] On a représenté à la figure 2 les zones de l'écran 18 qui sont éclairées par le faisceau lumineux à pixels 16.

[0033] On a tracé sur l'écran 18 un axe transversal "H" et un axe vertical "V" concourants au niveau de l'axe "A" d'émission du faisceau lumineux à pixels 16. Les axes "H" et "V" sont gradués en degré d'ouverture du faisceau lumineux.

[0034] Le faisceau lumineux à pixels 16 éclaire une partie de l'écran 18 qui est divisée en deux zones 20, 22 distinctes et sensiblement jointives. Il comporte ainsi une première zone de haute résolution 20 qui est agencée au centre du faisceau lumineux à pixels 16. Il présente aussi une deuxième zone de basse résolution 22 qui est agencée en périphérie du faisceau lumineux à pixels 16,

autour de la zone de haute résolution 20. Les deux zones 20, 22 sont connexes mais elles ne se chevauchent pas.

[0035] Chaque zone 20, 22 est décomposée en plusieurs pixels 24, 26 sensiblement jointifs. Chaque pixel 24, 26 présente une forme de rectangle ou de carré. Les pixels 24, 26 de chaque zones sont connexes les uns aux autres de manière que, lorsqu'ils sont tous allumés, le faisceau lumineux à pixels 16 éclaire de manière sensiblement homogène une région déterminée de l'écran 18. En outre, chaque pixel 24, 26 est susceptible d'être commandé individuellement entre un état éteint et un état allumé. Lorsqu'un pixel 24, 26 est éteint, la portion d'écran 18 correspondant à ce pixel 24, 26 n'est plus éclairée par le faisceau lumineux à pixels 16. Il est ainsi possible de modeler le faisceau lumineux à pixels 16 pour laisser sélectivement dans l'ombre certaines portions de l'écran 18 tout en éclairant autour de ces portions.

[0036] La zone de haute résolution 20 présente une résolution supérieure à celle de la zone de basse résolution 22. Cela signifie que la densité de pixels 24 de la zone de haute résolution 20 est supérieure à la densité de pixels 26 de la zone de basse résolution 22. Cela se traduit par le fait que chaque pixel 24 de la zone de haute résolution 20 présente des dimensions transversale et verticale inférieures à celles d'un pixel 26 de la zone à basse résolution 22.

[0037] Par exemple, chaque pixel 24 de la zone de haute résolution 20 s'étend sur un champ vertical inférieur à 1° , notamment $0,5^\circ$ et de préférence $0,3^\circ$, et sur un champ horizontal inférieur à 1° , notamment $0,5^\circ$ et de préférence $0,3^\circ$. De manière complémentaire, chaque pixel 26 de la zone de basse résolution 22 s'étend sur un champ vertical supérieur à 1° et sur un champ horizontal supérieur à 1° .

[0038] La zone de haute résolution 20 s'étend par exemple transversalement sur un champ horizontal qui comprend au moins l'intervalle $[-4^\circ, +4^\circ]$ transversalement de part et d'autre de l'axe optique "A".

[0039] De même, la zone de haute résolution 20 s'étend par exemple transversalement sur un champ vertical qui comprend au moins l'intervalle $[-4^\circ, +4^\circ]$ verticalement de part et d'autre de l'axe optique "A".

[0040] Dans l'exemple représenté à la figure 2, tous les pixels 24 de la zone de haute résolution 20 sont identiques en forme et en dimensions.

[0041] De même tous les pixels 26 de la zone de basse résolution 22 sont identiques en forme et en dimensions.

[0042] En variante non représentée de l'invention, les pixels de la zone de basse résolution présentent des formes et/ou des dimensions différentes. Par exemple, les pixels de la ligne transversale d'extrémité supérieure peuvent présenter une forme rectangulaire étirée vers le haut, ou encore les pixels d'extrémité transversale peuvent présenter une forme rectangulaire étirée transversalement.

[0043] Pour réaliser un tel faisceau lumineux à pixels 16, l'invention propose un module optique 14 simple et

peu onéreux à fabriquer. Plusieurs modes de réalisation d'un tel module optique 14 sont représentés aux figures 3 et suivantes.

[0044] Chaque zone 20, 22 du faisceau lumineux à pixels 16 est réalisé par des sources lumineuses et des éléments optiques associés. On commencera par décrire les éléments permettant de réaliser la zone de haute résolution 20 du faisceau lumineux à pixels 16, puis on décrira les éléments permettant de réaliser la zone de basse résolution 22 du faisceau lumineux à pixels 16.

[0045] Le module optique 14 comporte au moins une matrice 28 de diodes électroluminescentes 30 s'étendant orthogonalement à l'axe optique "A". Cette matrice 28 de diodes électroluminescentes est destinée à éclairer la zone de haute résolution 20 du faisceau lumineux à pixels 16. Les diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28 sont susceptibles d'être commandées individuellement ou sont susceptibles d'être commandées individuellement en groupes.

[0046] Les diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28 présentent chacune une surface d'émission de la lumière qui sont toutes identiques en forme et en dimension. Les surfaces d'émission de la lumière de deux diodes électroluminescentes 30 adjacentes sont régulièrement écartées transversalement d'un espace transversal déterminé et elles sont régulièrement espacées verticalement d'un espace vertical déterminé. Le plus grand des deux espaces est dit "espace maximal déterminé" et il est référencé "E". L'espace "E" est ici le même pour toutes les diodes électroluminescentes 30 adjacentes de la matrice 28, aussi bien dans une direction verticale que dans une direction transversale.

[0047] En variante non représentée de l'invention, l'espace est différent selon la direction verticale et selon la direction horizontale, l'espace maximal "E" pouvant être défini soit selon la direction verticale, soit selon la direction horizontale.

[0048] Toutes les diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28 sont portées par une carte à circuit imprimé commune.

[0049] La matrice 28 de diodes électroluminescentes 30 est une matrice monolithique, aussi connue sous l'appellation anglaise "monolithic leds array". Dans une telle matrice 28, les dimensions des surfaces d'émission de lumière de chaque diode électroluminescente 30 sont de l'ordre de 10 à 200 micromètres. Les diodes électroluminescentes 30 sont réalisées sur un même substrat formant une unique puce. Dans ce cas, la matrice 28 peut présenter un nombre important de rangées et de colonnes de diodes électroluminescentes 30, par exemple 32 rangées sur 32 colonnes, ou encore 32 rangées sur 96 colonnes. Une matrice de diodes électroluminescentes monolithique pourra par exemple comporter environ 500 diodes électroluminescentes, de préférence environ 1000 diodes électroluminescentes.

[0050] En variante, la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30 est formée par l'agencement de plusieurs diodes électroluminescentes 30 distinctes formant

des puces individuelles. Les diodes électroluminescentes 30 sont agencées sur une même carte à circuits imprimés. Dans ce cas, les dimensions de la surface d'émission de lumière d'une diode électroluminescente 30 sont supérieures à 0,5 millimètre. Dans ce cas, le nombre de diodes électroluminescentes 30 contenues dans la matrice est par exemple de 2 rangées sur 24 colonnes ou encore 3 rangées sur 30 colonnes. Une telle matrice 28 comporte par exemple une dizaine de diodes électroluminescentes 30.

[0051] Le module optique 14 comporte aussi au moins un élément optique 32 intermédiaire destiné à former des pixels objets 34 haute résolution à partir des diodes électroluminescentes 30. Chaque élément optique 32 oriente les rayons lumineux émis par une diode électroluminescente 30 vers une zone définie du plan focal objet P d'une optique de projection 44 pour former un pixel objet 34 haute résolution associé.

[0052] Les pixels objets 34 sont agencés de manière sensiblement jointive pour former une matrice de pixels objets 34. Cette matrice de pixels objets 34 forme une image de la matrice 28 de diodes.

[0053] Comme cela est par exemple illustré aux figures 3 à 5, l'élément optique 32 intermédiaire associé avec la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30 est ici formé par au moins un ensemble optique qui projette une image de chaque diode électroluminescente 30, chaque image formant un pixel objet 34 haute résolution. Ainsi, dans ce mode de réalisation de l'invention, chaque pixel objet 34 haute résolution est formé par une image d'une diode électroluminescente 30.

[0054] Les pixels objets 34 sont agencés axialement en avant et à distance de l'élément optique 32 intermédiaire. Un tel élément optique 32 intermédiaire est susceptible d'être appliqué à tous les modes de réalisation de l'invention.

[0055] L'élément optique 32 intermédiaire est ici formé par un unique ensemble optique 32 convergent présentant un unique axe optique et comportant au moins une lentille. L'ensemble optique est ici symbolisé par une lentille convergente 32. L'ensemble optique 32 est commun à toutes les diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28.

[0056] Le foyer objet "F" de l'élément optique intermédiaire 32 est ici interposé axialement entre la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30 et ledit élément optique intermédiaire 32.

[0057] La position axiale l'élément optique intermédiaire 32 et sa vergence sont déterminées en fonction de la taille des pixels objets 34 qu'on souhaite obtenir pour réaliser la zone de haute résolution 20 du faisceau lumineux à pixels 16.

[0058] Lorsque la matrice 28 comporte des diodes électroluminescentes 30 de très faible dimension, par exemple dans le cas d'une matrice monolithique, il peut être intéressant d'agrandir les pixels objets 34 par rapport aux diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28. Ceci permet d'obtenir une zone de haute résolution 20

suffisamment étendue, des pixels trop petits étant sans intérêt dans le cadre d'un faisceau lumineux de route ou de croisement. Il s'agit par exemple d'un agrandissement homothétique. Le rapport entre la taille des pixels objets 34 et la taille de chaque diode électroluminescente 30 de la matrice 28 est par exemple compris entre 1 et 2. Etant donné que les pixels objets 34 sont agencés de manière sensiblement jointive, la matrice de pixels objets 34 ainsi obtenue présente des dimensions supérieures à celles de la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30.

[0059] Lorsque la matrice 28 comporte des diodes électroluminescentes 30 de dimensions plus élevées, par exemple supérieures à 0,5 mm, il peut être intéressant de réduire la taille des pixels objets 34 par rapport à chaque diode électroluminescente 30 de la matrice 28. Ceci permet d'obtenir des pixels images suffisamment de dimensions suffisamment petite pour obtenir une zone de haute résolution 20 présentant une résolution suffisamment élevée dans le cadre d'un faisceau lumineux de route ou de croisement. Il s'agit par exemple d'une réduction homothétique. Le rapport entre la taille des pixels objets 34 et la taille des diodes électroluminescentes 30 est par exemple compris entre 0,5 et 1. Etant donné que les pixels objets 34 sont agencés de manière sensiblement jointive, la matrice de pixels objets 34 ainsi obtenue présente des dimensions inférieures à celles de la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30.

[0060] Selon un mode de réalisation non couvert par l'invention et représenté par exemple à la figure 7, l'élément optique 32 intermédiaire associé avec la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30 est formé par un guide de lumière à structure alvéolaire dans lequel la lumière est guidée par réflexion sur surface réfléchissante. Dans ce cas, le pixel objet 34 haute résolution est formé directement à la sortie du guide de lumière 32, et non à distance comme c'est le cas pour le mode de réalisation comportant au moins un ensemble optique. Ainsi, dans ce mode de réalisation, le pixel objet 34 haute résolution est formé par directement par la sortie du guide de lumière et non par une image comme c'est le cas dans les exemples illustrés aux figures. Dans ce mode de réalisation, les pixels objets 34 présentent sensiblement les mêmes dimensions que les diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28.

[0061] On s'intéresse à présent aux moyens de réalisation de la zone de basse résolution 22. Chaque pixel 26 de la zone de basse résolution 22 est produit une source lumineuse 36, dite par la suite "de basse résolution", qui n'appartient pas à la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30. La source lumineuse 36 de basse résolution est par exemple formée par une diode électroluminescente ou par un groupe de diodes électroluminescentes commandées simultanément. Chaque diode électroluminescente forme une source lumineuse de basse résolution 36 qui est portée par une carte à circuits imprimés 46.

[0062] De manière générale, chaque source lumineuse

36 de basse résolution est écartée des sources lumineuses adjacentes, y compris appartenant à la matrice 28, d'une distance supérieure à l'espace "E" déterminé.

[0063] Chaque source lumineuse 36 de basse résolution est associée à un élément optique primaire 38 distinct de l'élément optique 32 intermédiaire. L'élément optique primaire 38 est destiné à former un pixel objet basse résolution dans le même plan vertical que les pixels objets 34 haute résolution. Chaque pixel objet basse résolution est alimenté une des sources lumineuses 36 de basse résolution.

[0064] Les pixels objets basse résolution sont agencés de manière sensiblement jointive à la matrice de pixels objets haute résolution afin de former la zone de basse résolution 22 après projection. Cela signifie que chaque pixel objet basse résolution est plus particulièrement distinct des autres pixels objets basse résolution, aussi bien que des pixels objets 34 haute résolution.

[0065] Dans les modes de réalisation représentés aux figures, chaque élément optique primaire 38 est formé par un guide de lumière 38. Chaque guide de lumière 38 présente une face d'entrée 40 recevant des rayons lumineux émis par la source lumineuse 36 de basse résolution associée. Une face de sortie 42 de chaque guide de lumière 38 est agencée sensiblement dans le même plan que les pixels objets 34 de la matrice 28. Chaque face de sortie 42 est destinée à former un pixel objet basse résolution.

[0066] Le guide de lumière 38 est par exemple un guide de lumière formé d'une pièce pleine en matériau transparent qui guide la lumière par réflexion interne totale. Dans les exemples représentés aux figures, chaque guide de lumière 38 présente une section de forme carré ou rectangulaire.

[0067] En variante non représentée de l'invention, l'élément optique primaire 38 est formé par une nappe de guidage. Une nappe de guidage est un guide de lumière par réflexion interne totale dont l'épaisseur est très inférieure au regard de sa longueur, qui s'étend entre la face d'entrée et la face de sortie, et de sa largeur. Une telle nappe de guidage peut être incurvée et présenter un galbe. Ainsi, la nappe de guidage est limitée dans le sens de l'épaisseur par deux faces étendues et dans les autres directions par une tranche. L'épaisseur de la nappe de guidage peut être variable, par exemple diminuant de la face d'entrée à la face de sortie. Les faces étendues forment des faces de guidage délimitant une zone pleine de propagation des rayons lumineux par réflexions internes totales sur lesdites faces étendues.

[0068] Selon une autre variante de l'invention, l'élément optique primaire 38 est un guide de lumière formé par plusieurs tubes creux formant une structure alvéolaire qui comporte des surfaces internes réfléchissantes qui guident la lumière. Les tubes sont débouchant à leurs deux extrémités dans la face d'entrée et dans la face de sortie, respectivement.

[0069] Selon encore une autre variante de l'invention, l'élément optique primaire est formé par des réflecteurs

et/ou des lentilles de collimation, etc.

[0070] Dans le cadre de l'invention, deux faces de sortie 42 adjacentes sont sensiblement jointives de manière qu'on ne distingue pas sensiblement la limite entre lesdits deux pixels objets basse résolution lorsque les sources lumineuses 36 de basse résolution associées sont allumées.

[0071] De même, les faces de sortie 42 qui sont adjacentes à la matrice de pixels objets 34 sont sensiblement jointives avec ladite matrice de pixels objets 34 de manière qu'on ne distingue pas sensiblement la limite entre lesdites faces de sortie 42 et la matrice de pixels objets 34 lorsque les sources lumineuses 36 de basse résolution associées sont allumées.

[0072] Dans les deux paragraphes précédents, le terme "sensiblement jointive" signifie que la distance qui sépare deux faces lumineuses est inférieure ou égale à l'espace "E" maximal déterminé entre deux diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28. Pour permettre de réaliser le faisceau lumineux à pixels 16 présentant une zone de haute résolution 20 et une zone de basse résolution 22, chaque pixel objet 34 haute résolution formé par chaque diode électroluminescente 30 de la matrice 28 présente des dimensions, aussi bien transversale que verticale, inférieures aux dimensions d'un pixel objet basse résolution, ici formé par la face de sortie 42 de chaque guide de lumière 38.

[0073] Le module optique 14 comporte en outre une unique optique de projection 44 commune qui présente un plan focal objet "P" globalement vertical transversal qui est agencée longitudinalement en arrière ladite optique de projection 44.

[0074] Les pixels objets haute résolution 34 et les pixels objets basse résolution sont sensiblement agencés dans le plan focal objet P. Les pixels objets 34 haute résolution et les pixels objets basse résolution sont ensuite projetés par l'optique de projection 40 sensiblement pour former la zone de haute résolution 20 et la zone basse résolution 22 respectivement.

[0075] Ainsi, le plan focal objet "P" est sensiblement confondu avec le plan image pour former la zone de haute résolution 20 du faisceau lumineux à pixels 16. En outre, les faces de sortie 42 des guides de lumière 38 sont aussi sensiblement confondues avec le plan focal objet "P" pour former la zone de basse résolution 22 du faisceau lumineux à pixels 16.

[0076] Ainsi, l'optique de projection 44 forme le faisceau lumineux à pixels 16 en projetant l'image de la matrice de pixels objets 34 haute résolution et l'image des faces de sortie 42 à l'infini.

[0077] L'optique de projection 44 crée une image réelle, et éventuellement anamorphosée des faces de sortie 42 des guides de lumière 38 et de la matrice de pixels objets haute résolution, à distance, finie ou infinie, très grande devant les dimensions du module optique 14, par exemple d'un rapport de l'ordre d'au moins 30, de préférence 100. Cette optique de projection 44 peut consister en un ou plusieurs réflecteurs, ou bien en une ou

plusieurs lentilles, éventuellement en combinaison avec un ou plusieurs guides de lumière ou encore en une combinaison de ces possibilités. Dans les modes de réalisation représentés aux figures 3 et suivantes, l'optique de projection 44 est formée par une lentille convergente.

[0078] Par la suite, différents mode de réalisation de l'invention seront décrits plus en détails en référence aux figures.

[0079] On a représenté un premier mode de réalisation de l'invention représenté à la figure 3.

[0080] Dans ce premier mode de réalisation, les diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28 émettent de la lumière blanche. De même, les sources lumineuses 36 de basse résolution sont des diodes électroluminescentes qui émettent de la lumière blanche.

[0081] Dans ce premier mode de réalisation, les cartes à circuits imprimés 46 portant les sources lumineuses 36 de basse résolution sont agencées dans un même plan vertical transversal.

[0082] Dans l'exemple représenté à la figure 3, les cartes à circuits imprimés 46 portant les sources lumineuses 36 de basse résolution sont coplanaires avec la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30. Dans cette configuration, les sources de lumière 36 de basse résolution peuvent ainsi être agencées sur la même carte à circuits imprimés que la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30.

[0083] Certaines contraintes matérielles, notamment concernant la connexion des sources lumineuses 36 de basse résolution avec la carte à circuits imprimés, imposent que les sources lumineuses 36 soient décalées verticalement et/ou transversalement de la matrice 28 d'une distance supérieure à l'espace "E" déterminé. En outre, si toutes les sources lumineuses étaient trop proches les unes des autres, il serait compliqué, voire impossible, de dissiper la chaleur produite. L'élévation de température risquerait alors d'endommager certains éléments électroniques et/ou optiques.

[0084] Dans une variante non représentée de l'invention dans laquelle l'espace "E" est différent selon la direction verticale et selon la direction horizontale, l'espace "E" vertical ou horizontal le plus grand demeure inférieur à la distance qui sépare chaque source lumineuse 36 de la matrice 28.

[0085] Pour permettre d'obtenir néanmoins un faisceau lumineux à pixels 16 homogène dans lequel les pixels sont jointifs, les guides de lumière 38 sont conformés de manière que la face de sortie 42 est agencée plus proche de l'axe optique "A" par rapport à la face d'entrée 40. La face de sortie 42 est plus particulièrement agencée de manière sensiblement jointive avec la matrice de pixels objets 34 haute résolution.

[0086] Selon une variante non représentée de l'invention, l'élément optique 32 intermédiaire est réalisé en une seule pièce, venu de matière, avec les guides de lumière 38 adjacents. Ceci permet de réduire le nombre d'éléments à monter dans le module optique 14.

[0087] On a représenté un deuxième mode de réalisa-

tion de l'invention à la figure 4. La seule différence avec le premier mode de réalisation de l'invention réside dans l'agencement des sources lumineuses 36 de basse résolution.

[0088] Dans ce deuxième mode de réalisation de l'invention, les cartes à circuits imprimés 46 portant les sources de lumière 36 de basse résolution sont agencées dans un plan formant un angle par rapport au plan de la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30. Par exemple les cartes à circuits imprimés 46 forment un angle de 90° par rapport au plan de la matrice 28. Ainsi, les faces d'entrée 40 des deux guides de lumière 38 supérieurs sont orientées verticalement vers le haut, tandis que la face d'entrée 40 du guide de lumière 38 inférieure est orientée verticalement vers le bas.

[0089] Les diodes électroluminescentes formant les sources lumineuses 36 de basse résolution peuvent ainsi être agencées sur des cartes à circuits imprimées 46 horizontales distinctes de celle portant la matrice 28.

[0090] Cet agencement permet de favoriser la dissipation de la chaleur produite par les différentes sources lumineuses 30, 36, notamment en équipant chaque carte à circuits imprimés d'un radiateur associé. Les radiateurs étant orientés chacun dans une direction associée, leur refroidissement, notamment par circulation d'air, est facilité.

[0091] Cet agencement permet aussi d'adapter le module optique 14 à différentes architectures de véhicules en prenant moins de place verticalement ou transversalement.

[0092] On a représenté un troisième mode de réalisation de l'invention à la figure 5. Comparé au premier mode de réalisation de l'invention, les sources lumineuses 36 de basse résolution sont agencées dans un plan parallèle à celui de la matrice 28 mais décalé longitudinalement vers le plan objet "P" de l'optique de projection 44.

[0093] Ceci permet ainsi de réduire légèrement l'encombrement longitudinal du module optique 14.

[0094] En outre, dans l'exemple représenté, la carte à circuits imprimés 46 verticale transversale qui porte les diodes électroluminescentes formant les sources lumineuses 36 de basse résolution sert aussi de monture à l'élément optique 32 intermédiaire, ici une lentille convergente. Ainsi, la carte à circuits imprimés 46 porte de manière commune les sources lumineuses 36 de basse résolution et l'élément optique 32 intermédiaire.

[0095] On a représenté un quatrième mode de réalisation de l'invention à la figure 6. Ce quatrième mode de réalisation concerne plus particulièrement l'élément optique 32 intermédiaire associé à la matrice 28. Il peut être combiné avec tous les autres modes de réalisation de l'invention.

[0096] La figure 6 est une vue à plus grande échelle par rapport aux autres figures, et sur laquelle on distingue les diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28. L'élément optique 32 intermédiaire comporte une pluralité d'ensembles optiques 32A, 32B, 32C de petite taille qui présentent chacun un axe optique associé à une dio-

de électroluminescente 30 de la matrice 28. Ces ensembles optiques 32A, 32B, 32C de petite taille sont aussi appelés microlentilles. L'élément optique 32 intermédiaire est ainsi qui forme une matrice de microlentilles 32A, 32B, 32C dont chacune est associée à une diode électroluminescente 30 de la matrice 28 de diodes électroluminescentes.

[0097] Cette configuration permet d'obtenir des pixels objets 34 formés par des images individuelles de chaque diode électroluminescente 30 de la matrice 28. Les microlentilles 32A, 32B, 32C sont avantageusement conçues et agencées de manière à ce que les pixels objets 34 haute résolution soient parfaitement jointifs.

[0098] Ce mode de réalisation permet aussi de modifier individuellement les dimensions des pixels objets 34 haute résolution par rapport à celles de la diode électroluminescente 30 associée. Par exemple, chaque microlentille 32A, 32B, 32C est conçue pour étirer horizontalement le pixel objet 34 haute résolution par rapport à la diode électroluminescente 30 associée. De ce fait, pixels objets 34 haute résolution sont jointifs horizontalement. La jonction verticale entre les pixels objets 34 haute résolution est alors réalisée en inclinant légèrement les microlentilles les unes par rapport aux autres autour d'un axe transversal pour rapprocher verticalement les pixels objets 34 haute résolution les uns des autres. On obtient ainsi des pixels images de forme rectangulaire qui sont jointifs.

[0099] En variante, chaque microlentille est associée avec un guide de lumière qui permet de diriger précisément les rayons lumineux d'une diode électroluminescente 30 vers la microlentille 32A, 32B, 32C associée sans venir éclairer les microlentilles adjacentes.

[0100] Dans ce cas, le pixel objet 34 haute résolution est agencé longitudinalement en avant et à distance des microlentilles 32A, 32B, 32C.

[0101] On a représenté à la figure 7 un cinquième mode de réalisation de l'invention. On décrit par la suite les différences avec le premier mode de réalisation.

[0102] Dans ce cinquième mode de réalisation, l'élément optique 32 intermédiaire est formé par un guide de lumière.

[0103] Comme dans le premier mode de réalisation les sources lumineuses 36 de basse résolution sont formées par des diodes électroluminescentes qui émettent de la lumière blanche.

[0104] Cependant, chaque diode électroluminescente 30 de la matrice 28 émet ici de la lumière monochromatique, par exemple de la lumière bleue. On comprendra, que les diodes électroluminescentes forment des sources incohérentes de lumière, inoffensives pour les yeux. Elles ne forment pas une source cohérente de lumière tel qu'un faisceau laser.

[0105] Le module optique 14 comporte en ce cas un élément photoluminescent 48 sensible à la longueur d'onde de la lumière monochromatique qui est agencé longitudinalement en avant et à distance de la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30. L'élément photo-

luminescent 48 présente la forme d'une plaque transversale verticale dans le sens de l'épaisseur par une face arrière et par une face avant. Dans l'exemple représenté aux figures, l'élément photoluminescent est une plaque de luminophore 48. La face avant de l'élément photoluminescent 48 est agencée dans le plan focal objet "P" de l'optique de projection 44, en coïncidence avec la face de sortie du guide de lumière formant l'élément optique 32 intermédiaire.

[0106] Les bords de l'élément photoluminescent 48 sont jointifs avec les faces de sortie 42 des guides de lumière 38 associés aux sources lumineuses 36 de basse résolution qui l'encadrent.

[0107] Les rayons lumineux monochromatiques de chaque diode électroluminescente 30 atteignent ainsi une zone associée de la face arrière de l'élément photoluminescent 48. Ceci provoque une excitation de ladite zone de l'élément photoluminescent 48 qui émet en retour de la lumière blanche par sa face avant. Cette zone correspond sensiblement au pixel objet 34 haute résolution associé à ladite diode électroluminescente 30. En commandant individuellement l'état de chaque diode électroluminescente 30 de la matrice 28, il est ainsi possible d'activer sélectivement différentes zones de l'élément photoluminescent 48 destinées à former chacune un pixel objet 34 haute résolution.

[0108] L'utilisation de diodes électroluminescentes 30 monochromatiques pour la matrice 28 permet notamment d'éviter l'apparition d'aberrations chromatiques, notamment par le passage des rayons lumineux à travers l'élément optique 32 intermédiaire associé à la matrice 28. Cet avantage est d'autant plus important que la dimension des surfaces d'émission des diodes électroluminescentes 30 est réduite.

[0109] En outre, l'utilisation de diodes électroluminescentes 30 monochromatiques permet de réaliser des éléments optiques 32 intermédiaires comportant des prismes sans risque d'aberration chromatique.

[0110] Avantagusement, l'élément photoluminescent 48 permet de diffuser légèrement la lumière dans son plan afin de réduire l'espace entre les pixels objets 34 haute résolution adjacents par rapport à l'espace déterminé "E" entre les diodes électroluminescentes 30 associées sur la matrice 28 de manière que deux pixels objets 34 soient sensiblement jointifs.

[0111] On a représenté à la figure 8 un sixième mode de réalisation de l'invention qui est similaire à celui de la figure 7.

[0112] Néanmoins, l'élément optique 32 intermédiaire associé à la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30 n'est plus un guide de lumière mais un ensemble optique comme dans le premier mode de réalisation. Ceci permet notamment d'agrandir ou de réduire la taille de du pixel objet 34 haute résolution par rapport à la taille réelle des diodes électroluminescentes 30 de la matrice 28, comme cela a déjà été expliqué précédemment.

[0113] On a représenté à la figure 9 un mode de réalisation non couvert par l'invention qui est similaire à celui

de la figure 7.

[0114] Cependant, la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30 est agencée dans un plan vertical transversal qui est décalé longitudinalement vers le plan focal objet "P" par rapport au plan des sources lumineuses 36 de basse résolution.

[0115] Les sources lumineuses 36 de basse résolution et la matrice 28 sont portées par un support 50 commun. A cet effet, le support 50 commun présente une face verticale transversale avant qui est munie d'un socle 52 en saillie longitudinalement vers l'avant pour recevoir la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30.

[0116] Cette configuration permet de réduire la longueur du guide de lumière formant l'élément optique 32 intermédiaire associé à la matrice 28 de diodes électroluminescentes 30.

[0117] On a représenté à la figure 10 un mode de réalisation non couvert par l'invention combinant la matrice 28 à diodes électroluminescentes 30 monochromatique d'une des figures 7 à 10 avec l'agencement des sources lumineuses 36 de basse résolution de la figure 4.

[0118] Cet agencement permet de faciliter la dissipation de la chaleur émise par les différentes sources lumineuses 36, 30. Elle permet aussi d'adapter l'architecture du module optique 14 à différentes configurations.

Revendications

1. Module lumineux (14), notamment pour véhicule automobile, qui est destiné à projeter un faisceau lumineux à pixels (16) réalisant une fonction déterminée selon un axe optique (A) longitudinal, et éclairant une première zone de haute résolution (20) comportant plus de pixels par unité de surface qu'une deuxième zone de basse résolution (22), lesdites zones (20, 22) étant distinctes et sensiblement jointives, le module lumineux (14) comportant :

- au moins une matrice (28) de diodes électroluminescentes (30) commandées individuellement s'étendant orthogonalement à l'axe optique (A) ;
- une optique de projection (44) qui présente un plan focal objet (P) ;
- au moins un élément optique (32) intermédiaire formant, à partir des diodes électroluminescentes (30), une matrice de pixels objets (34) haute résolution sensiblement jointifs agencée sensiblement dans le plan focal objet (P) de l'optique de projection (44) pour former, après projection, la zone de haute résolution (20), le module lumineux (14) comportant des sources lumineuses (36) de basse résolution écartées de la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30), et des éléments optiques primaires (38) distincts de l'élément optique (32) intermédiaire qui forment, à partir des sources

- lumineuses (36) de basse résolution, des pixels objet basse résolution agencés sensiblement dans le plan focal objet (P) de l'optique de projection (44) de manière sensiblement jointive avec la matrice de pixels objets (24) haute résolution pour former, après projection, la zone de basse résolution (22)
- caractérisé en ce que** l'élément optique (32) intermédiaire associé à la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30) est formé par un ensemble optique convergent comportant au moins une lentille, ledit élément optique projetant une image de chaque diode électroluminescente (32), chaque image formant un pixel (34) objet haute résolution et les pixels objets haute résolution étant agencés de manière jointive pour former ladite matrice de pixels objets haute résolution.
2. Module lumineux (14) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** des diodes électroluminescentes (30) adjacentes appartenant à la matrice (28) sont écartées d'un espace (E) déterminé, la source lumineuse (36) de basse résolution adjacente à la matrice (28) étant écartée de la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30) d'une distance supérieure audit espace (E) déterminé.
 3. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque source lumineuse (36) est portée par une carte à circuits imprimés qui est agencée parallèlement au plan de la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30).
 4. Module lumineux (14) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** chaque source lumineuse (36) est portée par une carte à circuits imprimés qui est agencée dans un plan formant un angle par rapport au plan de la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30), notamment un angle de 90°.
 5. Module lumineux (14) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément optique (32) intermédiaire est formé par un unique ensemble optique présentant un unique axe optique qui est commun à toutes les diodes électroluminescentes (30) de la matrice (28).
 6. Module lumineux (14) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'élément optique (32) intermédiaire comporte une pluralité d'ensembles optiques (32A, 32B, 32C) qui présentent chacun un axe optique associé à une diode électroluminescente (30) de la matrice (28).
 7. Module lumineux (14) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le foyer objet (F) de la
 - lentille convergente formant élément optique (32) associé à la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30) est interposé axialement entre la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30) et ledit élément optique (32).
 8. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30) est une matrice monolithique qui comporte par exemple environ 500 diodes électroluminescentes, de préférence environ 1000 diodes électroluminescentes.
 9. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque pixel objet (34) haute résolution est agrandi par rapport à la diode électroluminescente (30) associée de la matrice (28).
 10. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30) est formée par l'agencement de plusieurs diodes électroluminescentes (30) distinctes sur une même carte à circuits imprimés, par exemple une dizaine de diodes électroluminescentes (30).
 11. Module lumineux (14) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** chaque pixel objet (34) haute résolution est réduit par rapport à la diode électroluminescente (30) associée de la matrice (28).
 12. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément optique primaire (38) associé à chaque source lumineuse (36) de basse résolution est un guide de lumière formé d'une pièce pleine en matériau transparent qui guide la lumière par réflexion interne totale.
 13. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'élément optique primaire (38) associé à chaque source lumineuse (36) de basse résolution est un guide de lumière formé par une structure alvéolaire qui comporte des surfaces internes réfléchissantes qui guident la lumière.
 14. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque diode électroluminescente (30) de la matrice (28) émet de la lumière blanche.
 15. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** chaque diode électroluminescente (30) de la matrice (28) émet de la lumière monochromatique qui est

guidée par l'élément optique (32) intermédiaire jusqu'à un élément photoluminescent (48) qui est agencé dans le plan focal objet (P) de l'optique de projection (44) pour former un pixel objet (34) haute résolution associé.

16. Module lumineux (14) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'élément photoluminescent (48) est une plaque de luminophore.

17. Module lumineux (14) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément optique (38) primaire est formé par un guide de lumière (38) qui présente :

- une face d'entrée (40) recevant des rayons lumineux émis par une source lumineuse (36) de basse résolution associée qui est distincte de la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30) ;
- une face de sortie (42) formant un pixel objet basse résolution qui est agencée sensiblement dans le plan focal objet (P) de l'optique de projection (44) et qui est jointive avec les pixels objets (34) de la matrice (28) de diodes électroluminescentes (30).

18. Dispositif d'éclairage (12) pour un véhicule automobile **caractérisé en ce qu'**il comporte un module lumineux (14) réalisé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Leuchtmodul (14), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, das dazu bestimmt ist, ein Pixellichtbündel (16) zu projizieren, das eine bestimmte Funktion entlang einer optischen Längsachse (A) ausführt und einen ersten Bereich mit hoher Auflösung (20) beleuchtet, der mehr Pixel je Flächeneinheit umfasst als ein zweiter Bereich mit geringer Auflösung (22), wobei die Bereiche (20, 22) verschieden und im Wesentlichen aneinanderstoßen, wobei das Leuchtmodul (14) umfasst:

- mindestens eine Matrix (28) aus einzeln gesteuerten Leuchtdioden (30), die sich senkrecht zu der optischen Achse (A) erstreckt;
- eine Projektionsoptik (44), die eine Objektbrennebene (P) aufweist;
- mindestens ein optisches Zwischenelement (32), das ausgehend von den Leuchtdioden (30) eine Matrix aus im Wesentlichen aneinanderstoßenden Objektpixeln (34) hoher Auflösung bildet, die im Wesentlichen in der Objektbrennebene (P) der Projektionsoptik (44) angeordnet ist, um, nach Projektion, den Bereich mit hoher

Auflösung (20) zu bilden, wobei das Leuchtmodul (14) Lichtquellen (36) mit geringer Auflösung umfasst, die von der Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) beabstandet sind, und primäre optische Elemente (38), die von dem optischen Zwischenelement (32) verschieden sind und die ausgehend von den Lichtquellen (36) mit geringer Auflösung Objektpixel geringer Auflösung bilden, die im Wesentlichen in der Objektbrennebene (P) der Projektionsoptik (44) auf im Wesentlichen aneinanderstoßende Weise mit der Matrix aus Objektpixeln (24) hoher Auflösung angeordnet sind, um, nach Projektion, den Bereich mit geringer Auflösung (22) zu bilden,

dadurch gekennzeichnet, dass das optische Zwischenelement (32), das der Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) zugeordnet ist, durch eine konvergente optischen Anordnung gebildet wird, die mindestens eine Linse umfasst, wobei das optische Element ein Bild jeder Leuchtdiode (32) projiziert, wobei jedes Bild ein Objektpixel (34) hoher Auflösung bildet und wobei die Objektpixel hoher Auflösung aneinanderstoßend angeordnet sind, um die Matrix aus Objektpixeln hoher Auflösung zu bilden.

2. Leuchtmodul (14) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Leuchtdioden (30), die zu der Matrix (28) gehören, um einen bestimmten Abstand (E) beabstandet sind, wobei die Lichtquelle (36) mit geringer Auflösung, die zu der Matrix (28) benachbart ist, von der Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) um eine Distanz beabstandet ist, die größer als der bestimmte Abstand (E) ist.

3. Leuchtmodul (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Lichtquelle (36) von einer Leiterplatte getragen wird, die parallel zu der Ebene der Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) angeordnet ist.

4. Leuchtmodul (14) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Lichtquelle (36) von einer Leiterplatte getragen wird, die in einer Ebene angeordnet ist, die einen Winkel in Bezug auf die Ebene der Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) bildet, insbesondere einen Winkel von 90°.

5. Leuchtmodul (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optische Zwischenelement (32) durch eine einzige optische Anordnung gebildet wird, die eine einzige optische Achse aufweist, die allen Leuchtdioden (30) der Matrix (28) gemeinsam ist.

6. Leuchtmodul (14) nach einem der Ansprüche 1 bis

- 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optische Zwischenelement (32) eine Mehrzahl von optischen Anordnungen (32A, 32B, 32C) umfasst, die jeweils eine optische Achse aufweisen, die einer Leuchtdiode (30) der Matrix (28) zugeordnet ist.
7. Leuchtmodul (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Objektbrennpunkt (F) der konvergenten Linse, die das optische Element (32) bildet, das der Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) zugeordnet ist, axial zwischen die Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) und das optische Element (32) gesetzt ist.
8. Leuchtmodul (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) eine monolithische Matrix ist, die beispielsweise etwa 500 Leuchtdioden, bevorzugt etwa 1000 Leuchtdioden umfasst.
9. Leuchtmodul (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Objektpixel (34) hoher Auflösung in Bezug auf die Leuchtdiode (30), die der Matrix (28) zugeordnet ist, vergrößert ist.
10. Leuchtmodul (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) durch die Anordnung von mehreren verschiedenen Leuchtdioden (30) auf einer selben Leiterplatte gebildet wird, beispielsweise etwa zehn Leuchtdioden (30).
11. Leuchtmodul (14) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Objektpixel (34) hoher Auflösung in Bezug auf die Leuchtdiode (30), die der Matrix (28) zugeordnet ist, verkleinert ist.
12. Leuchtmodul (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das primäre optische Element (38), das jeder Lichtquelle (36) mit niedriger Auflösung zugeordnet ist, ein Lichtleiter ist, der aus einem massiven Teil aus transparentem Material gebildet wird, welches das Licht durch innere Totalreflexion leitet.
13. Leuchtmodul (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das primäre optische Element (38), das jeder Lichtquelle (36) mit niedriger Auflösung zugeordnet ist, ein Lichtleiter ist, der durch eine zellige Struktur gebildet wird, die reflektierende innere Flächen umfasst, die das Licht leiten.
14. Leuchtmodul (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Leuchtdiode (30) der Matrix (28) weißes Licht aus-
- sendet.
15. Leuchtmodul (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Leuchtdiode (30) der Matrix (28) monochromatisches Licht aussendet, das von dem optischen Zwischenelement (32) bis zu einem photolumineszierenden Element (48) geleitet wird, das in der Objektbrennebene (P) der Projektionsoptik (44) angeordnet ist, um ein zugeordnetes Objektpixel (34) hoher Auflösung zu bilden.
16. Leuchtmodul (14) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das photolumineszierende Element (48) eine Platte aus Lumino-phor ist.
17. Leuchtmodul (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein primäres optisches Element (38) durch einen Lichtleiter (38) gebildet wird, der aufweist:
- eine Eintrittsseite (40), die Lichtstrahlen empfängt, die von einer zugeordneten Lichtquelle (36) mit geringer Auflösung ausgesendet werden, die von der Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) verschieden ist;
 - eine Austrittsseite (42), die ein Objektpixel geringer Auflösung bildet, die im Wesentlichen in der Objektbrennebene (P) der Projektionsoptik (44) angeordnet ist und die an die Objektpixel (34) der Matrix (28) aus Leuchtdioden (30) anstößt.
18. Beleuchtungsvorrichtung (12) für ein Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Lichtmodul (14) umfasst, das nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgeführt ist.

Claims

1. Light-emitting module (14), in particular for a motor vehicle, which module is intended to project a pixelated light beam (16) performing a defined function along a longitudinal optical axis (A) and illuminating a high-resolution first zone (20) having more pixels per unit area than a low-resolution second zone (22), said zones (20, 22) being distinct and substantially contiguous, the light-emitting module (14) comprising:
- at least one array (28) of individually controlled light-emitting diodes (30) lying orthogonal to the optical axis (A);
 - a projecting optical system (44) that has an object focal plane (P);
 - at least one intermediate optical element (32)

- forming, from the light-emitting diodes (30), an array of substantially contiguous high-resolution object pixels (34), which array is arranged substantially in the object focal plane (P) of the projecting optical system (44) so as to form, after projection, the high-resolution zone (20), the light-emitting module (14) comprising low-resolution light sources (36) that are spaced apart from the array (28) of light-emitting diodes (30), and primary optical elements (38) that are distinct from the intermediate optical element (32) and that form, from the low-resolution light sources (36), low-resolution object pixels arranged substantially in the object focal plane (P) of the projecting optical system (44), substantially contiguously with the array of high-resolution object pixels (24), so as to form, after projection, the low-resolution zone (22), **characterized in that** the intermediate optical element (32) associated with the array (28) of light-emitting diodes (30) is formed by a convergent optical assembly comprising at least one lens, said optical element projecting an image of each light-emitting diode (32), each image forming a high-resolution object pixel (34) and the high-resolution object pixels being arranged contiguously so as to form said array of high-resolution object pixels.
2. Light-emitting module (14) according to the preceding claim, **characterized in that** adjacent light-emitting diodes (30) belonging to the array (28) are spaced apart by a defined space (E), the low-resolution light source (36) adjacent the array (28) being spaced apart from the array (28) of light-emitting diodes (30) by a distance greater than said determined space (E).
 3. Light-emitting module (14) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** each light source (36) is borne by a printed circuit board that is arranged parallel to the plane of the array (28) of light-emitting diodes (30).
 4. Light-emitting module (14) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** each light source (36) is borne by a printed circuit board that is arranged in a plane making an angle to the plane of the array (28) of light-emitting diodes (30), in particular an angle of 90°.
 5. Light-emitting module (14) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the intermediate optical element (32) is formed by a single optical assembly having a single optical axis that is common to all the light-emitting diodes (30) of the array (28).
 6. Light-emitting module (14) according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the intermediate optical element (32) comprises a plurality of optical assemblies (32A, 32B, 32C) that each have an optical axis associated with one light-emitting diode (30) of the array (28).
 7. Light-emitting module (14) according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the object focal point (F) of the convergent lens forming the optical element (32) associated with the array (28) of light-emitting diodes (30) is interposed axially between the array (28) of light-emitting diodes (30) and said optical element (32).
 8. Light-emitting module (14) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the array (28) of light-emitting diodes (30) is a monolithic array that for example comprises about 500 light-emitting diodes, and preferably about 1000 light-emitting diodes.
 9. Light-emitting module (14) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** each high-resolution object pixel (34) is enlarged with respect to the associated light-emitting diode (30) of the array (28) .
 10. Light-emitting module (14) according to any one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the array (28) of light-emitting diodes (30) is formed by arranging a plurality of distinct light-emitting diodes (30) on the same printed circuit board, for example about ten light-emitting diodes (30).
 11. Light-emitting module (14) according to the preceding claim, **characterized in that** each high-resolution object pixel (34) is shrunk with respect to the associated light-emitting diode (30) of the array (28) .
 12. Light-emitting module (14) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the primary optical element (38) associated with each low-resolution light source (36) is a light guide formed by a solid part made of transparent material that guides light by total internal reflection.
 13. Light-emitting module (14) according to any one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the primary optical element (38) associated with each low-resolution light source (36) is a light guide formed by a cellular structure that has reflective internal surfaces that guide the light.
 14. Light-emitting module (14) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** each light-emitting diode (30) of the array (28) emits white light.

15. Light-emitting module (14) according to any one of Claims 1 to 13, **characterized in that** each light-emitting diode (30) of the array (28) emits monochromatic light that is guided by the intermediate optical element (32) to a photoluminescent element (48) that is arranged in the object focal plane (P) of the projecting optical system (44), so as to form an associated high-resolution object pixel (34). 5
16. Light-emitting module (14) according to the preceding claim, **characterized in that** the photoluminescent element (48) is a phosphor plate. 10
17. Light-emitting module (14) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** at least one primary optical element (38) is formed by a light guide (38) that has: 15
- an entrance face (40) that receives light rays emitted by an associated low-resolution light source (36) that is distinct from the array (28) of light-emitting diodes (30); 20
 - an exit face (42) that forms a low-resolution object pixel that is arranged substantially in the object focal plane (P) of the projecting optical system (44) and that is contiguous with the object pixels (34) of the array (28) of light-emitting diodes (30). 25
18. Lighting device (12) for a motor vehicle, **characterized in that** it comprises a light-emitting module (14) produced according to any one of the preceding claims. 30

35

40

45

50

55

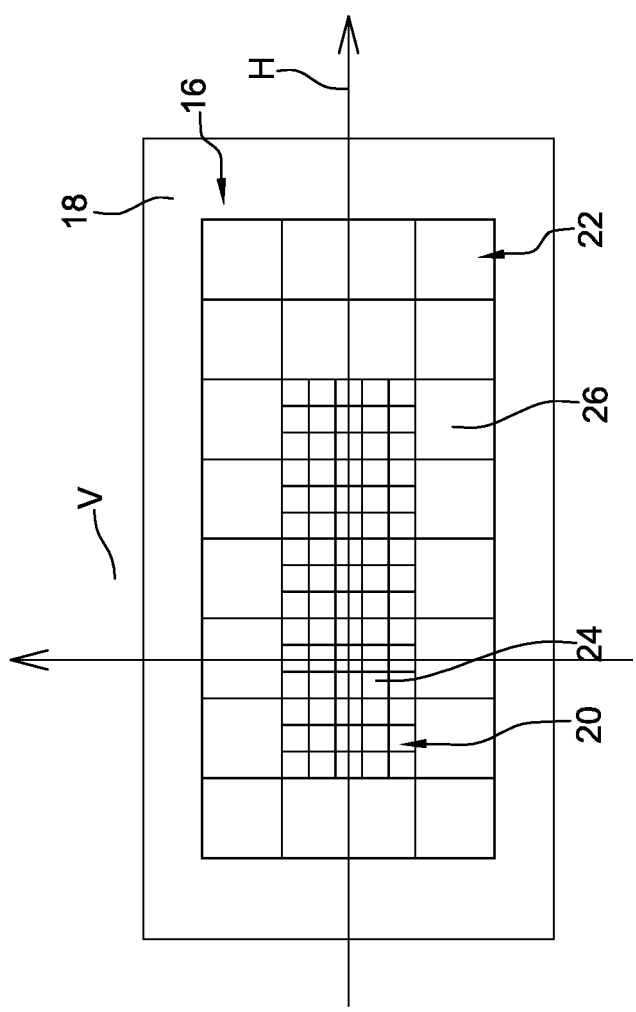
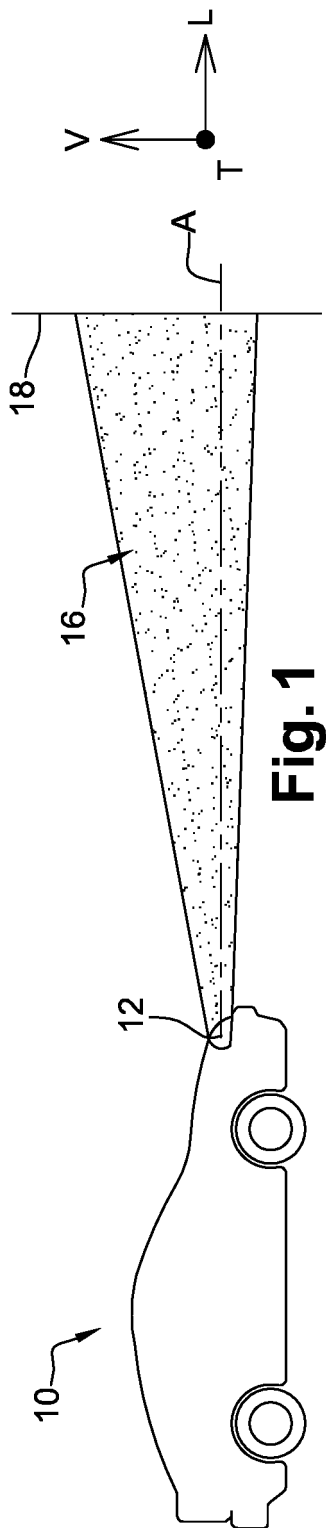
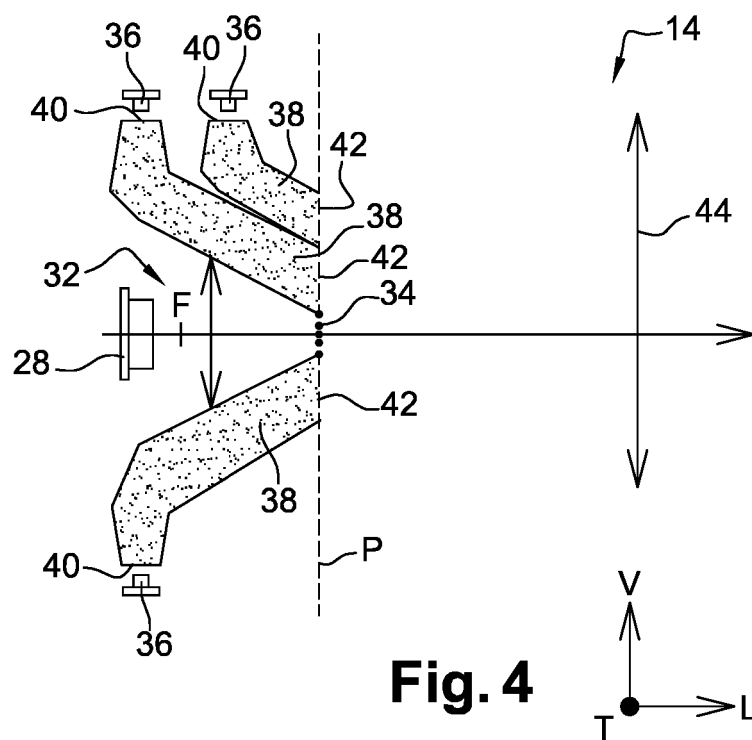
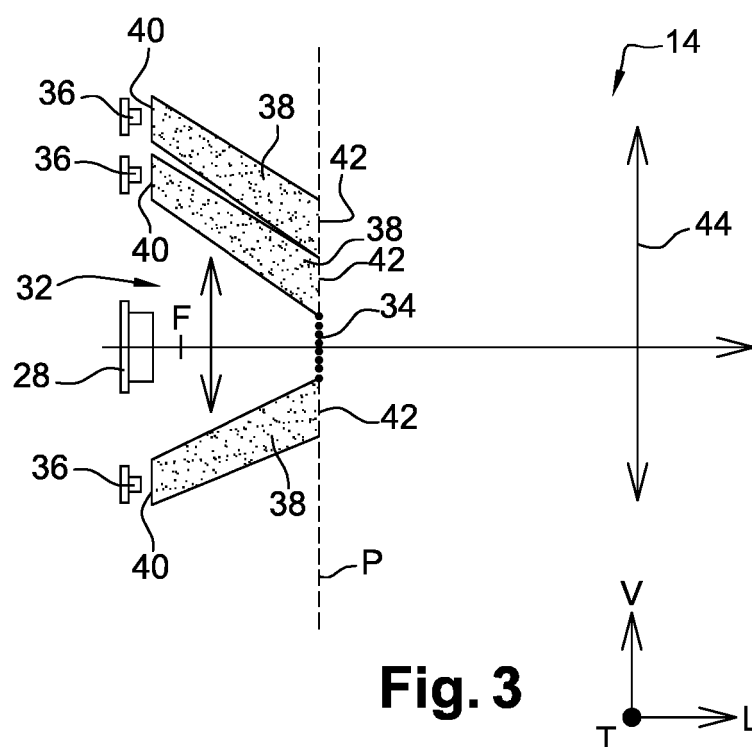
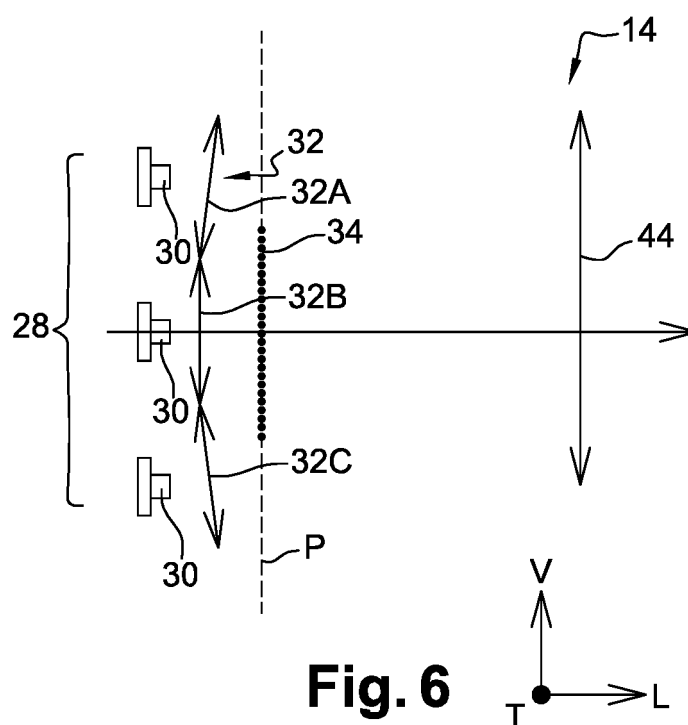
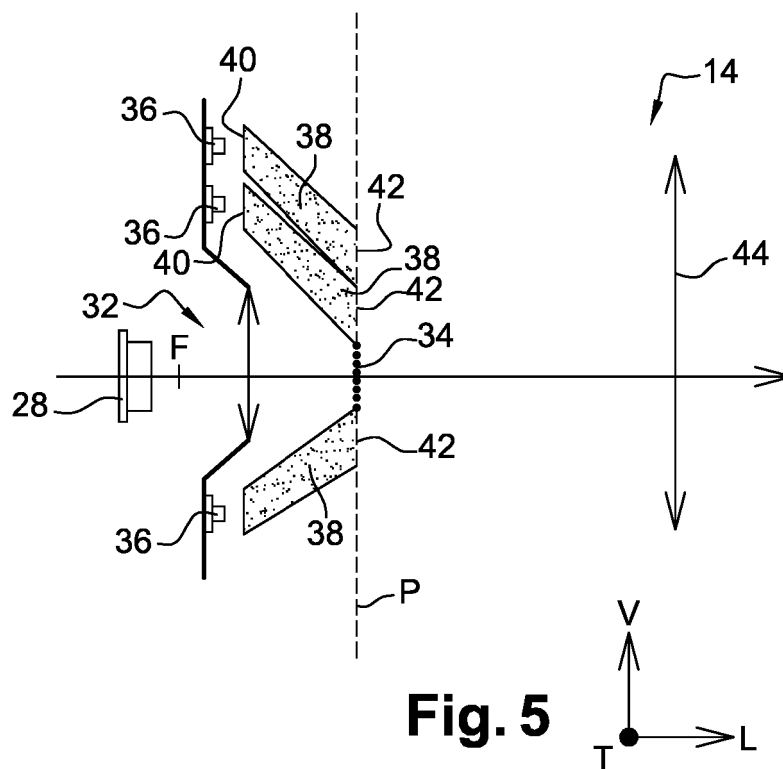
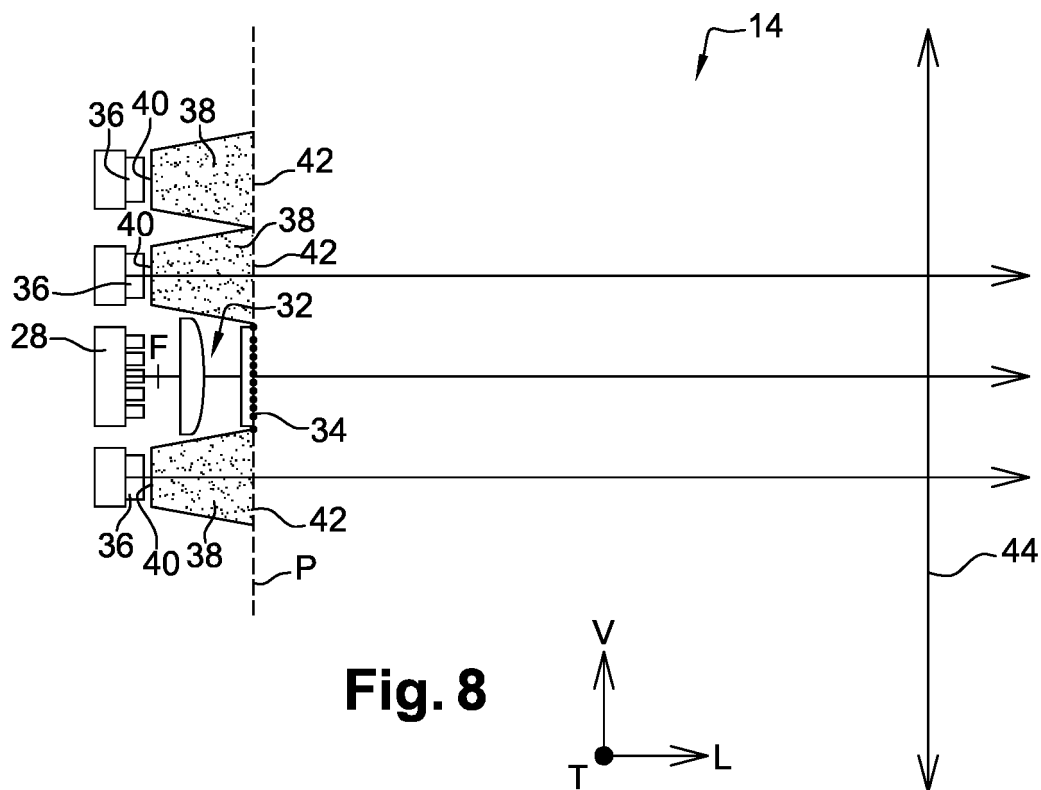
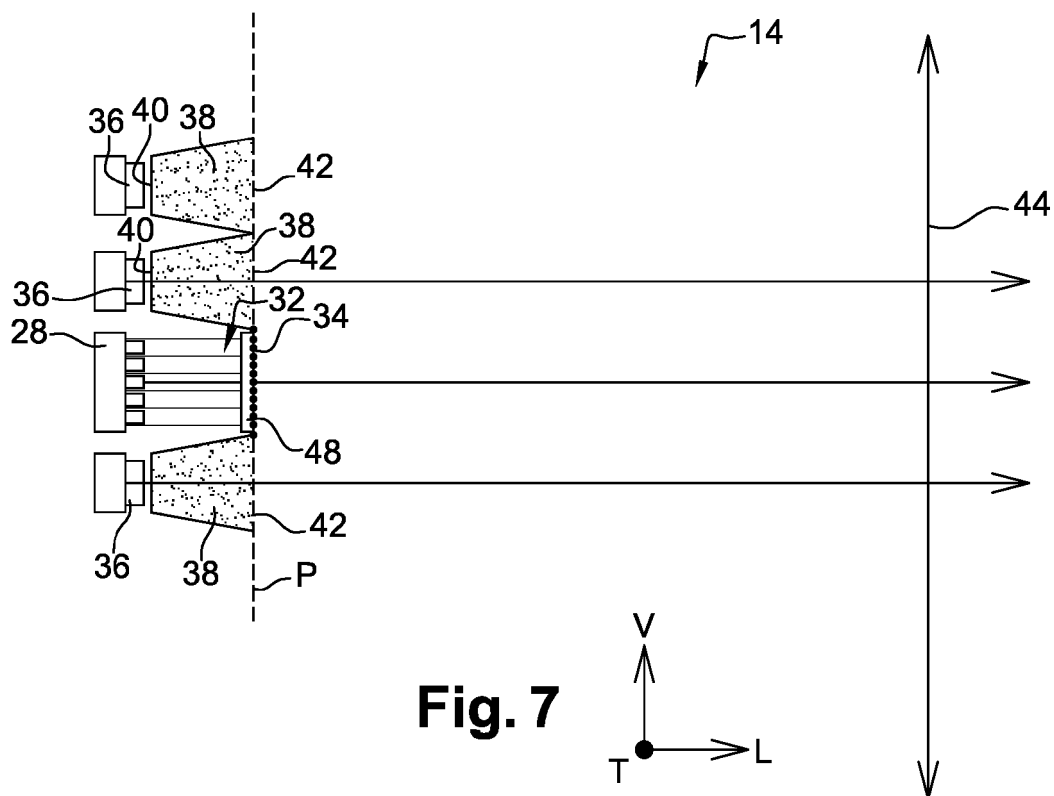
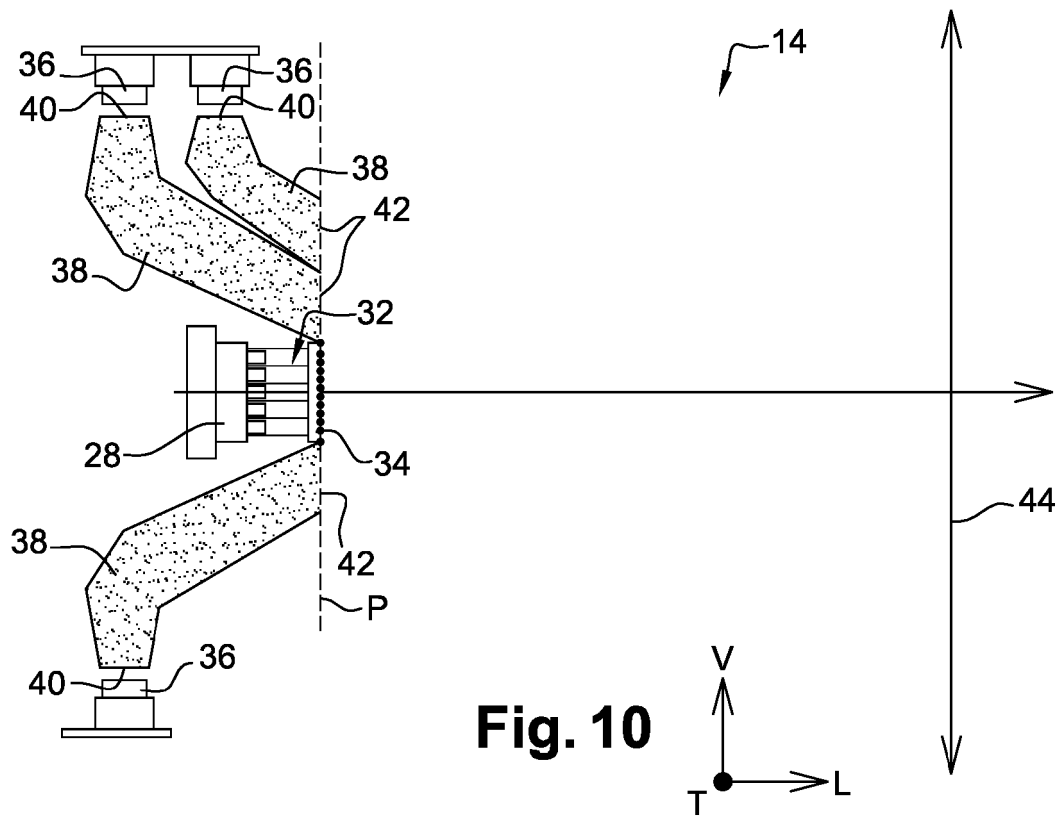
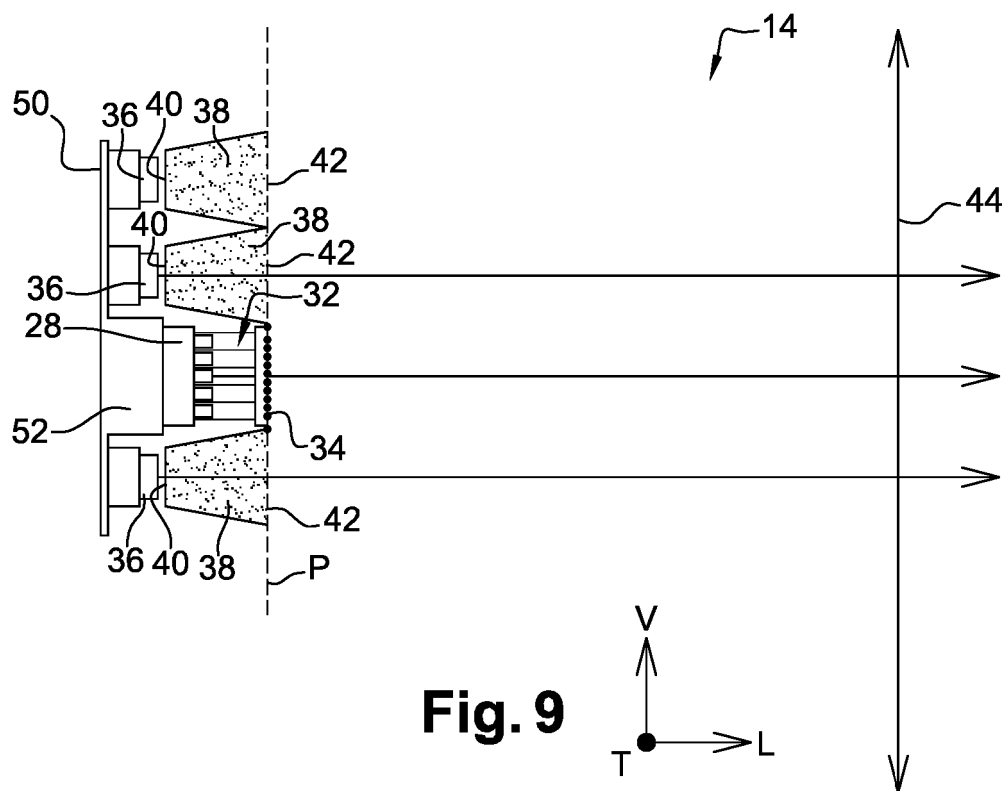


Fig. 2









RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 2893249 B1 [0010]
- DE 102008013604 B4 [0010]