

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication : **3 049 071**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **16 52215**

⑤1 Int Cl⁸ : **G 02 B 27/01** (2017.01), B 60 K 35/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 DISPOSITIF D'AFFICHAGE A COMPOSANT OPTIQUE A REFLEXION SELECTIVE ET ELEMENTS OPTIQUES DE DEFLEXION ET DE FOCALISATION, POUR UN VEHICULE.

②2 Date de dépôt : 16.03.16.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 22.09.17 Bulletin 17/38.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 27.04.18 Bulletin 18/17.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme , CENTRE
NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ,
UNIVERSITE D'AIX-MARSEILLE Etablissement public
et UNIVERSITE PARIS-SUD Etablissement public —
FR.

⑦2 Inventeur(s) : BARAT DAVID, FERON STEPHANE,
DAGENS BEATRICE, GOGOL PHILIPPE, YAM VY,
FEHREMBACH ANNE-LAURE, GRALAK BORIS,
DEMESY GUILLAUME, BRULE YOANN, TAYEB
GERARD et POPOV EVGUENI.

⑦3 Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme, CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE, UNIVERSITE D'AIX-
MARSEILLE Etablissement public, UNIVERSITE
PARIS-SUD Etablissement public.

⑦4 Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme.

FR 3 049 071 - B1



DISPOSITIF D’AFFICHAGE À COMPOSANT OPTIQUE À RÉFLEXION SÉLECTIVE ET ÉLÉMENTS OPTIQUES DE DÉFLEXION ET DE FOCALISATION, POUR UN VÉHICULE

5

L’invention concerne les dispositifs d’affichage qui équipent certains véhicules, généralement de type terrestre.

On entend ici par « dispositif d’affichage » aussi bien les dispositifs de type dit tête haute (ou « Head-Up-Displays »), que les dispositifs de type dit de
10 « réalité augmentée ». Ces deux types de dispositif d’affichage comprennent habituellement une source générant des images réelles, et une lame réfléchissante placée au dessus de la planche de bord du véhicule et orientée vers un passager (généralement le conducteur). Cette lame réfléchissante peut être un élément spécifique (appelé « combiner » en anglais) ou bien une
15 partie du pare-brise du véhicule. Par ailleurs, cette lame réfléchissante comprend une face dite « avant » qui est orientée vers le conducteur et une face dite « arrière » opposée à la face avant. La face avant est destinée à réfléchir les images réelles, qui sont générées par la source, vers les yeux du conducteur. En raison des positionnements respectifs de la source, de la lame
20 transparente et des yeux du conducteur, ce dernier observe donc une image virtuelle de chaque image réelle qui est placée à une certaine distance de la face arrière de la lame transparente. Cette illusion d’optique permet de faire croire au conducteur que les informations sont affichées (ou projetées) devant le véhicule.

25 Dans le cas d’un dispositif d’affichage tête haute, le conducteur voit chaque image virtuelle dans un champ étroit, typiquement de 6° par 3° , à une distance de ses yeux égale à environ 180 cm, ce qui lui impose des efforts d’accommodation et de convergence.

Dans le cas d’un dispositif de réalité augmentée, le conducteur voit
30 chaque image virtuelle dans un champ plus important, typiquement de 8° par 10° , à une distance de ses yeux comprise entre environ 15 m et l’infini. Le conducteur a donc l’impression que l’image virtuelle flotte dans le même plan que celui de la voie de circulation que son véhicule emprunte, ce qui lui évite

d'avoir à faire des efforts d'accommodation et de convergence, et donc lui permet de conduire sans fatigue visuelle et en toute sécurité.

Avec un dispositif de réalité augmentée il s'avère aujourd'hui difficile d'obtenir un grossissement et un champ de vision plus importants que ceux
5 proposés sans que cela ne devienne rédhibitoire en termes d'encombrement dans une planche de bord de véhicule. En effet, l'augmentation du grossissement et du champ de vision nécessite l'utilisation d'éléments optiques en « espace libre » (tels que des miroirs et des lentilles) destinés, par exemple, à provoquer un repliement du trajet optique.

10 On pourrait certes imaginer d'utiliser des dispositifs de réalité augmentée dite indirecte, c'est-à-dire comprenant en complément un écran sur lequel est affiché une scène filmée avec en superposition des pictogrammes ou symboles qui ne sont pas dans le même plan. Cependant l'observation de ce qui est affiché sur l'écran demande un effort
15 d'accommodation du conducteur qui n'est pas compatible avec une conduite ergonomique. De plus, le placement de l'écran dans le champ de vision du conducteur pose un réel problème compte tenu du fait que cet écran se doit d'offrir une transmission supérieure à 70 % sur tout le spectre visible.

L'invention a donc notamment pour but d'améliorer la situation.

20 Elle propose notamment à cet effet un dispositif d'affichage, destiné à équiper un véhicule, et comprenant une source, propre à générer au moins une image réelle, et un composant optique, propre à produire, à distance d'une face arrière qu'il comprend, une image virtuelle (de cette image réelle) générée pour un passager qui est situé en regard d'une face avant qu'il comprend.

25 Ce dispositif d'affichage se caractérise par le fait que son composant optique comprend par ordre depuis sa face avant vers sa face arrière :

- un premier élément optique propre à induire une déflexion et une focalisation des photons qui le traversent, adaptées à la production de l'image virtuelle,
- 30 - un deuxième élément optique qui est propre à réfléchir sélectivement vers le passager des photons ayant des longueurs d'onde appartenant à au moins une bande de longueurs d'onde utilisée par la source tout en laissant

passer par transmission des photons ayant des longueurs d'onde n'appartenant pas à cette bande, et

- un troisième élément optique qui est propre à induire une déflexion et une défocalisation des photons qui le traversent destinées à être compensées par le premier élément optique lors de la traversée de ce dernier.

On obtient ainsi un dispositif d'affichage très compact, peu volumineux, dépourvu d'écran additionnel et dans lequel le champ d'affichage et le grossissement peuvent être choisis en fonction des besoins en jouant sur les caractéristiques des premier et troisième éléments optiques de son composant optique.

Le dispositif d'affichage selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

- le premier élément optique peut comprendre une première structure définissant au moins un prisme propre à induire sa déflexion et une deuxième structure définissant au moins une lentille propre à induire sa focalisation, et le troisième élément optique peut comprendre une troisième structure définissant au moins un prisme propre à induire sa déflexion et une quatrième structure définissant au moins une lentille propre à induire sa défocalisation, le premier élément optique compensant donc le troisième élément optique du point de vue de la focalisation et de la déflexion ;

➤ la première structure peut définir une multiplicité de portions de prisme placées les unes à la suite des autres, la deuxième structure peut définir une multiplicité de portions de lentille différentes et placées les unes à la suite des autres, la troisième structure peut définir une multiplicité de portions de prisme placées les unes à la suite des autres, complémentaire de la première structure, et la quatrième structure peut définir une multiplicité de portions de lentille différentes et placées les unes à la suite des autres, complémentaire de la deuxième structure ;

- chaque multiplicité de portions de prisme peut définir un profil dit « prisme de Fresnel », et chaque multiplicité de portions de lentille peut définir un profil de lentille de Fresnel ;

- son composant optique peut être orienté par rapport à la source et au

passager de manière à induire une réflexion de type dit « hors axe » de l'image réelle ;

- le deuxième élément optique peut comprendre un ensemble de couches minces optiques (ou multicouches) ;
- 5 - le deuxième élément optique peut comprendre un réseau de structures ayant au moins une dimension inférieure aux longueurs d'onde de la bande de longueurs d'onde ;
 - les structures du réseau de structures peuvent être diélectriques. Dans ce cas, le deuxième élément optique peut également comprendre un
 - 10 guide d'onde définissant avec le réseau de structures un réseau résonnant ;
 - en variante, les structures du réseau de structures peuvent être métalliques et propres à induire des ondes plasmoniques. Dans ce cas, le deuxième élément optique peut également et éventuellement
 - 15 comprendre un guide d'onde diélectrique ;
- les premier et troisième éléments optiques peuvent comprendre des nanoparticules résonantes, formant des surfaces dites méta-surface ;
- son composant optique peut être une partie d'un pare-brise de véhicule.

L'invention propose également un véhicule, éventuellement de type automobile, et comprenant au moins un dispositif d'affichage du type de celui présenté ci-avant.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels:

- 25 - la figure 1 illustre schématiquement et fonctionnellement, dans une vue en coupe dans un plan construit à partir de directions longitudinale et verticale d'un véhicule automobile, une partie d'un exemple de planche de bord de ce véhicule automobile, équipée d'un exemple de réalisation de dispositif d'affichage selon l'invention,
- 30 - la figure 2 illustre schématiquement, dans une vue en coupe dans un plan construit à partir des directions longitudinale et verticale précitées, un composant optique d'un dispositif d'affichage selon l'invention,

- la figure 3 illustre schématiquement, dans une vue en coupe dans un plan construit à partir des directions longitudinale et verticale précitées, un premier exemple de réalisation d'un premier élément optique d'un composant optique d'un dispositif d'affichage selon l'invention,
- 5 - la figure 4 illustre schématiquement, dans une vue en coupe dans un plan construit à partir des directions longitudinale et verticale précitées, un premier exemple de réalisation d'un troisième élément optique d'un composant optique d'un dispositif d'affichage selon l'invention, dont l'action est propre à être compensée par celle d'un premier élément optique du type
10 de celui illustré sur la figure 3,
- la figure 5 illustre schématiquement, dans une vue en coupe dans un plan construit à partir des directions longitudinale et verticale précitées, un second exemple de réalisation d'un premier élément optique d'un composant optique d'un dispositif d'affichage selon l'invention, et
- 15 - la figure 6 illustre schématiquement, dans une vue en coupe dans un plan construit à partir des directions longitudinale et verticale précitées, un second exemple de réalisation d'un troisième élément optique d'un composant optique d'un dispositif d'affichage selon l'invention, dont l'action est propre à être compensée par celle d'un premier élément optique du type
20 de celui illustré sur la figure 5.

L'invention a notamment pour but de proposer un dispositif d'affichage DA de type tête haute et destiné à équiper un véhicule.

Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule est de type automobile. Il s'agit par exemple d'une voiture, d'un
25 véhicule utilitaire, d'un autocar ou d'un camion. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de véhicule. Elle concerne en effet tout type de véhicule terrestre, maritime (ou fluvial), ou aérien, pouvant circuler.

On a schématiquement et fonctionnellement représenté sur la figure 1 un exemple de réalisation d'un dispositif d'affichage DA selon l'invention. Dans
30 cet exemple, le dispositif d'affichage DA est solidarisé à une planche de bord PDB du véhicule, située au voisinage du pare-brise PB de ce dernier. Mais cela n'est pas obligatoire. En effet, le dispositif d'affichage DA pourrait être solidarisé en partie au pare-brise PB et en partie à un équipement du véhicule

situé sous ou dans la planche de bord PDB.

Comme illustré, un dispositif d'affichage DA, selon l'invention, comprend au moins une source d'images SI et un composant optique CO.

La source SI est agencée de manière à générer au moins une image
5 réelle. Dans l'exemple non limitatif illustré sur la figure 1, la source SI est installée, de façon permanente, à l'intérieur de la planche de bord PDB, au voisinage d'une ouverture OV qui est définie dans sa face supérieure (orientée vers l'habitacle). On comprendra que cette ouverture OV est destinée à laisser passer les rayons lumineux (ou photons) représentatifs des images réelles et
10 qui sont générés par la source SI, afin qu'ils puissent atteindre le composant optique CO.

Parmi les nombreuses informations qui peuvent faire partie d'une image réelle générée par la source SI, on peut notamment citer l'heure en cours, la vitesse du véhicule, le nombre de kilomètres effectués depuis la
15 dernière mise à zéro du compteur kilométrique journalier, l'autonomie du véhicule en terme de quantité de carburant ou de kilomètres, des informations de localisation et/ou de navigation (guidage, par exemple par satellites), un panneau de signalisation détecté par des moyens d'observation du véhicule, un obstacle détecté par des moyens d'observation du véhicule mais
20 difficilement observable par le conducteur du véhicule, des marquages au sol détectés par des moyens d'observation du véhicule et éventuellement difficilement observables par le conducteur du véhicule, la vitesse maximale autorisée sur la voie de circulation empruntée, la vitesse sélectionnée sur le dispositif de limitation de vitesse ou de régulation de vitesse, une flèche
25 indiquant une voie pour doubler, un panneau d'avertissement signalant une voiture venant par l'arrière, ou un message venant d'un calculateur du véhicule (par exemple le volume radio ou un appel entrant).

La source SI peut se présenter sous n'importe quelle forme connue de l'homme de l'art, et notamment sous la forme d'un afficheur à cristaux liquides
30 (ou LCD) à segments ou matriciel, ou d'un projecteur (à LEDs ou laser(s) ou TFT ou OLEDs). Elle doit être assez puissante pour offrir un contraste suffisant vis-à-vis de la lumière extérieure. Cette source SI émet des photons ayant des longueurs d'onde appartenant à au moins une bande de longueurs d'onde du

domaine visible et correspondant au domaine de longueur d'onde des photons réfléchis par un deuxième élément optique E2 sur lequel on reviendra plus loin.

5 Le composant optique CO est placé au dessus de la face supérieure de la planche de bord PDB, ici au voisinage de l'ouverture OV.

On notera que dans l'exemple illustré non limitativement sur la figure 1, le composant optique CO est un élément différent du pare-brise PB. Mais dans une variante de réalisation le composant optique CO pourrait être une partie choisie du pare-brise PB.

10 Lorsque le composant optique CO est un élément différent du pare-brise PB, comme illustré, il peut être éventuellement solidarisé à un support qui est couplé à un actionneur mécanique ou électrique agencé de manière à l'escamoter, lorsqu'il n'est pas utilisé, dans un logement dédié de la planche de bord PDB, dont l'accès est éventuellement contrôlé par une porte. Cela permet
15 de le protéger de la poussière, des rayonnements lumineux et des chocs.

Par ailleurs, lorsque le composant optique CO est un élément différent du pare-brise PB, comme illustré, il doit présenter une transparence supérieure à un seuil (par exemple égal à 70%). Dans ce cas, il comprend au moins une plaque de support PS' réalisée dans un matériau transparent, comme par
20 exemple un polycarbonate (ou PC), du verre, du PVB (« PolyVinyl Butyral » - poly(butyral vinylique)) ou du TiO₂ (dioxyde de titane).

Qu'il s'agisse d'un élément rapporté ou d'une partie choisie du pare-brise PB, le composant optique CO comprend une face dite « avant » FV qui est orientée vers un passager PA du véhicule (par exemple le conducteur), et
25 une face dite « arrière » FR opposée à sa face avant FV.

Par ailleurs, ce composant optique CO est propre à produire, à distance de sa face arrière FR, une image virtuelle IV de chaque image réelle qui est générée par la source SI. On comprendra que chaque image virtuelle IV est produite pour le passager PA qui est situé en regard de la face avant FV
30 du composant optique CO.

Selon l'invention, et comme illustré sur les figures 1 et 2, le composant optique CO comprend par ordre depuis sa face avant FV vers sa face arrière FR, un premier élément optique E1, un deuxième élément optique E2 et un

troisième élément optique E3.

Le deuxième élément optique E2 est propre à réfléchir sélectivement vers le passager PA précité des photons ayant des longueurs d'onde appartenant à au moins une bande de longueurs d'onde utilisée par la source SI (pour générer ses images réelles), tout en laissant passer par transmission des photons ayant des longueurs d'onde n'appartenant pas à cette bande (de réflexion). En d'autres termes, le deuxième élément optique E2 est destiné à réfléchir sélectivement vers le passager PA certaines au moins des longueurs d'onde correspondant aux couleurs des images réelles qui sont générées par la source SI, et de préférence toutes ces couleurs, et à être transparent dans les deux sens de traversée (et donc en transmission) pour toutes les autres longueurs d'onde n'appartenant pas à chaque bande de réflexion. Cela est particulièrement avantageux car cela permet de réfléchir quasiment totalement les photons issus de la source SI et donc d'utiliser une source SI moins puissante que celles qui sont couramment utilisées, et par conséquent de réaliser des économies en termes d'énergie, d'encombrement et de coût.

Le premier élément optique E1 peut, par exemple, être solidarisé au deuxième élément optique E2, et est propre à induire une déflexion et une focalisation des photons qui le traversent adaptées à la production d'une image virtuelle IV. Cette solidarisation peut, par exemple, se faire par collage (éventuellement moléculaire).

La distance entre les yeux du passager PA et l'image virtuelle IV est choisie en fonction des besoins (affichage tête haute ou réalité augmentée), et dépend de la déflexion et de la focalisation assurées par le premier élément optique E1.

Il est important de noter que les photons qui définissent une image réelle générée par la source SI traversent une première fois le premier élément optique E1 afin d'atteindre le deuxième élément optique E2, et donc subissent une première déflexion et une première focalisation, puis après avoir été réfléchis par le deuxième élément optique E2 ils traversent une seconde fois le premier élément optique E1 afin de se diriger (propager) vers les yeux du passager PA, et donc subissent une seconde déflexion et une seconde focalisation.

Le troisième élément optique E3 peut, par exemple, être solidarisé au deuxième élément optique E2, et est propre à induire une déflexion et une défocalisation des photons qui le traversent destinées à être compensées par le premier élément optique E1 lors de la traversée de ce dernier (E1).

5 Il est important de noter que la déflexion et la défocalisation, que subissent les photons, qui se dirigent de l'extérieur du véhicule vers la face avant FV du composant optique CO, lors de la traversée du troisième élément optique E3, sont choisis de manière à viser une compensation préférentiellement totale de la déflexion et de la focalisation induites par la
10 traversée du premier élément optique E1. Par conséquent, les agencements respectifs des premier E1 et troisième E3 éléments optiques sont conjointement déterminés de sorte que chaque image virtuelle IV semble s'afficher à une distance prédéfinie du passager PA, et que la partie de chaque image réelle observée par le passager PA au travers du composant optique
15 CO ne soit globalement ni déformée ni déplacée.

Différents agencements peuvent être choisis pour les premier E1 et troisième E3 éléments optiques. Certains d'entre eux sont décrits ci-après en référence aux figures 2 à 6, à titre d'exemples non limitatifs.

Dans les exemples illustrés, le premier élément optique E1 comprend
20 des première S1 et deuxième S2 structures, et le troisième élément optique E3 comprend des troisième S3 et quatrième S4 structures.

La première structure S1 définit au moins un prisme qui est propre à induire la déflexion que doit assurer le premier élément optique E1. La deuxième structure S2 définit au moins une lentille qui est propre à induire la
25 focalisation que doit assurer le premier élément optique E1. Par exemple, et comme illustré non limitativement sur les figures 2, 3 et 5, le premier élément optique E1 peut comporter une plaque de support PS1 transparente à toutes les longueurs d'onde du domaine visible et comprenant une face arrière solidarisée fixement au deuxième élément optique E2 et une face avant à
30 laquelle est solidarisée fixement la première structure S1. Dans ce cas, la deuxième structure S2 est solidarisée fixement à la face avant de la première structure S1.

Le prisme S1 permet de rajouter un degré de liberté dans l'orientation

et le positionnement de la source SI, et donc dans le positionnement de chaque image virtuelle IV.

La troisième structure S3 définit au moins un prisme qui est propre à induire la déflexion que doit assurer le troisième élément optique E3. La quatrième structure S4 définit au moins une lentille qui est propre à induire la défocalisation que doit assurer le troisième élément optique E3.

Par exemple, et comme illustré non limitativement sur les figures 2, 4 et 6, le troisième élément optique E3 peut comporter une plaque de support PS2 transparente à toutes les longueurs d'onde du domaine visible et comprenant une face arrière à laquelle est solidarisée fixement la troisième structure S3, et une face avant solidarisée fixement à une face arrière d'une plaque de support PS' transparente à toutes les longueurs d'onde du domaine visible et ayant également une face avant à laquelle est solidarisée fixement le deuxième élément optique E2. Dans ce cas, la quatrième structure S4 est solidarisée fixement à la face arrière de la troisième structure S3.

A titre d'exemple, les plaques de support PS', PS1 et PS2 peuvent, par exemple, être réalisées en polycarbonate (ou PC), en verre, en PVB, ou en TiO₂.

Différents agencements peuvent être choisis pour les première S1, deuxième S2, troisième S3 et quatrième S4 structures. Deux d'entre eux sont décrits ci-après en référence aux figures 3 à 6, à titre d'exemples non limitatifs.

Dans le premier exemple illustré sur la figure 3, la première structure S1 définit un prisme et la deuxième structure S2 définit une lentille.

Dans le premier exemple illustré sur la figure 4, la troisième structure S3 définit un prisme et la quatrième structure S4 définit une lentille. Ces troisième S3 et quatrième S4 structures sont destinées à coopérer avec les première S1 et deuxième S2 structures illustrées sur la figure 3.

Dans le second exemple illustré sur la figure 5, la première structure S1 définit une multiplicité de portions de prisme PP1_j (ici j = 1 à 6) placées les unes à la suite des autres, et la deuxième structure S2 définit une multiplicité de portions de lentille PL1_j différentes et placées les unes à la suite des autres, complémentaire de la première structure S1.

Dans le second exemple illustré sur la figure 6, la troisième structure

S3 définit une multiplicité de portions de prisme $PP2_j$ (ici $j = 1$ à 6) placées les unes à la suite des autres, et la quatrième structure S4 définit une multiplicité de portions de lentille $PL2_j$ différentes et placées les unes à la suite des autres, complémentaire de la deuxième structure S2.

5 A titre d'exemple illustratif et donc non limitatif, chaque multiplicité de portions de prisme $PP1_j$, $PP2_j$ peut définir un profil dit de prisme de Fresnel, et chaque multiplicité de portions de lentille $PL1_j$, $PL2_j$ peut définir un profil dit de lentille de Fresnel, comme illustré sur les figures 5 et 6. Le profil de Fresnel est
10 (et donc moins lourd et moins coûteux).

On notera que le composant optique CO peut, par exemple, constituer une lame plate, micro et/ou nano-structurée et comporter des nanoparticules résonantes, formant une surface dite méta-surface, et permettant d'assurer non seulement sa fonction de réflexion sélective en longueur d'onde mais
15 également de déflexion/focalisation.

En variante, le premier élément optique E1 peut, par exemple, être plat, micro et/ou nano-structuré et comporter des nanoparticules résonantes, formant une surface dite méta-surface, et permettant d'assurer ses fonctions de déflexion et de focalisation.

20 Egalement en variante, le troisième élément optique E3 peut, par exemple, être plat, micro et/ou nano-structuré et comporter des nanoparticules résonantes, formant une surface dite méta-surface, et permettant d'assurer ses fonctions de déflexion et de défocalisation.

Egalement par exemple, les premières S1 et troisièmes S3 structures
25 peuvent définir des prismes plats, micro et/ou nano-structurés et comportant des nanoparticules résonantes, formant des surfaces dites méta-surface, au lieu de définir des prismes de Fresnel.

Egalement par exemple, les deuxième S2 et quatrième S4 structures
30 peuvent définir des lentilles plates, micro et/ou nano-structurées et comportant des nanoparticules résonantes, formant des surfaces dites méta-surface, au lieu de définir des lentilles de Fresnel.

On notera également, comme illustré non limitativement sur la figure 1, que si l'application le requiert, l'orientation du composant optique CO par

rapport à la source SI et au passager PA peut être arbitraire (notamment hors axe). Les éléments de déflexion intégrés dans le premier élément optique E1 ont en effet pour rôle de diriger vers le passager PA les rayons provenant de l'image virtuelle IV.

5 Différents agencements peuvent être choisis pour le deuxième élément optique E2. L'un d'entre eux est décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif.

 Dans cet exemple, le deuxième élément optique E2 comprend un réseau de structures ayant au moins une dimension inférieure aux longueurs
10 d'onde de la bande de réflexion, et de ce fait dites « sub-longueur d'onde ». On notera que ces structures peuvent éventuellement présenter un sous réseau de structures selon deux directions et ayant au moins une dimension inférieure aux longueurs d'onde de la bande de réflexion. A titre d'exemple, l'une au moins de leurs dimensions peut être comprise entre une dizaine de
15 nanomètres et quelques centaines de nanomètres.

 De telles structures offrent des propriétés macroscopiques de réflexion, spéculaire ou non, et centrée sur une ou plusieurs bandes de longueurs d'ondes visibles utilisées pour l'affichage.

 Par exemple, ces structures sub-longueur d'onde du réseau de
20 structures peuvent être diélectriques. Ainsi, elles peuvent, par exemple, être en verre, en TiO_2 , en Nb_2O_5 , ou en Si_3N_4 , avec un indice de réfraction allant de 1 à 3. Dans ce cas, le deuxième élément optique E2 peut également comprendre un guide d'onde définissant avec le réseau de structures un réseau résonnant.

25 Pour une certaine onde incidente, issue de la source SI et présentant un angle d'incidence α , une longueur d'onde et une polarisation définis, il existe un ordre de diffraction du réseau résonnant qui excite un mode propre du réseau de structures sub-longueur d'onde. Cela se traduit par un pic en réflexion ou en transmission de la lumière incidente. La largeur spectrale
30 correspondante peut être configurée en jouant sur la profondeur du réseau de structures sub-longueur d'onde, sur la différence entre les indices de réfraction des matériaux, sur l'harmonique du réseau de structures correspondant à l'ordre de diffraction utilisé, ou sur le champ du mode propre excité dans le

réseau de structures. Lorsqu'un seul mode propre est excité, typiquement en incidence oblique, la largeur angulaire varie comme la largeur spectrale.

On notera qu'un tel réseau résonnant peut être éventuellement périodique. Il peut être défini par lithographie électronique (ou nano-impression (ou « nano-imprint »)) et gravure. En variante, il peut être défini au moyen d'un
5 procédé d'auto-organisation de particules dans un polymère.

En variante, les structures sub-longueur d'onde du réseau de structures peuvent être métalliques et propres à induire des ondes plasmoniques. Ainsi, elles peuvent, par exemple, être des nanoparticules en
10 or, en argent, en cuivre ou en aluminium, et peuvent se présenter sous la forme de fils, de sphères, ou de cylindres à base elliptique. Dans ce cas, le deuxième élément optique E2 peut également et éventuellement comprendre un guide d'onde diélectrique.

Lorsque le réseau de structures est excité par une onde lumineuse
15 dont la longueur d'onde dépend des caractéristiques géométriques de ses nanoparticules métalliques (facteur de forme, longueur, volume), des indices de réfraction des milieux environnants et du matériau choisi pour les nanoparticules métalliques, des résonances plasmoniques sont créées. Des nanoparticules sphériques ou cylindriques à base circulaire ont la même
20 longueur d'onde de résonance quelle que soit la polarisation, alors que des fils métalliques n'offrent une résonance que pour une polarisation donnée. Par ailleurs, des nanoparticules de forme ellipsoïdale, ou de toute autre forme anisotrope, ont une longueur d'onde de résonance différente suivant la direction de polarisation de la lumière incidente. En dehors de la longueur
25 d'onde de résonance, le réseau de nanoparticules métalliques interagit de manière beaucoup plus faible avec la lumière incidente, ce qui lui permet de rester globalement transparent.

On notera qu'un tel réseau plasmonique peut être éventuellement périodique. Il peut être défini par lithographie électronique (ou nano-impression (ou « nano-imprint »)), dépôt et « lift-off ». En variante, il peut être défini au
30 moyen d'un procédé d'auto-organisation de particules dans un polymère.

Dans une variante de réalisation, le deuxième élément optique E2

pourrait comprendre un ensemble de couches minces optiques (ou multicouches).

5 La faible épaisseur des différents constituants du composant optique CO permet de limiter la déformation des images passant au travers du dispositif d'affichage DA (et donc induit un très faible effet de grossissement). Par ailleurs, cette faible épaisseur permet de fonctionner en réalité augmentée directe avec un gain en compacité.

10 De plus, lorsque le composant optique CO est un élément différent du pare-brise PB, il peut être avantageusement fabriqué en grande quantité, ce qui permet de réduire le coût des dispositifs d'affichage.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'affichage (DA) pour un véhicule, ledit dispositif (DA) comprenant une source (SI), propre à générer au moins une image réelle, et un composant optique (CO), propre à produire, à distance d'une face arrière (FR) qu'il comprend, une image virtuelle de ladite image réelle générée pour un passager situé en regard d'une face avant (FV) qu'il comprend, caractérisé en ce que ledit composant optique (CO) comprend par ordre depuis ladite face avant (FV) vers ladite face arrière (FR) i) un premier élément optique (E1) propre à induire une déflexion et une focalisation des photons qui le traversent, adaptées à la production de ladite image virtuelle, ii) un deuxième élément optique (E2) propre à réfléchir sélectivement vers ledit passager des photons ayant des longueurs d'onde appartenant à au moins une bande de longueurs d'onde utilisée par ladite source (SI) tout en laissant passer par transmission des photons ayant des longueurs d'onde n'appartenant pas à ladite bande, et iii) un troisième élément optique (E3) propre à induire une déflexion et une défocalisation des photons qui le traversent destinées à être compensées par ledit premier élément optique (E1) lors de la traversée de ce dernier (E1).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit premier élément optique (E1) comprend une première structure (S1) définissant au moins un prisme propre à induire sa déflexion et une deuxième structure (S2) définissant au moins une lentille propre à induire sa focalisation, et ledit troisième élément optique (E3) comprend une troisième structure (S3) définissant au moins un prisme propre à induire sa déflexion et une quatrième structure (S4) définissant au moins une lentille propre à induire sa défocalisation, ledit premier élément optique (E1) compensant ledit troisième élément optique (E3) du point de vue de la focalisation et de la déflexion.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite première structure (S1) définit une multiplicité de portions de prisme placées les unes à la suite des autres, ladite deuxième structure (S2) définit une multiplicité de portions de lentille différentes et placées les unes à la suite des autres, complémentaire de ladite première structure (S1), ladite troisième structure (S3) définit une multiplicité de portions de prisme placées les unes à

la suite des autres, et ladite quatrième structure (S4) définit une multiplicité de portions de lentille différentes et placées les unes à la suite des autres, complémentaire de ladite deuxième structure (S2).

5 4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit composant optique (CO) est orienté par rapport à ladite source (SI) et audit passager (PA) de manière à induire une réflexion de type dit « hors axe » de ladite image réelle.

10 5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit deuxième élément optique (E2) comprend un ensemble de couches minces optiques.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit deuxième élément optique (E2) comprend un réseau de structures ayant au moins une dimension inférieure aux longueurs d'onde de ladite bande.

15 7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdites structures du réseau de structures sont diélectriques, et en ce que ledit deuxième élément optique (E2) comprend également un guide d'onde définissant avec ledit réseau de structures un réseau résonnant.

20 8. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdites structures du réseau de structures sont métalliques et propres à induire des ondes plasmoniques.

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit composant optique (CO) est une partie d'un pare-brise (PB) de véhicule.

10. Véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif d'affichage (DA) selon l'une des revendications précédentes.

1/2

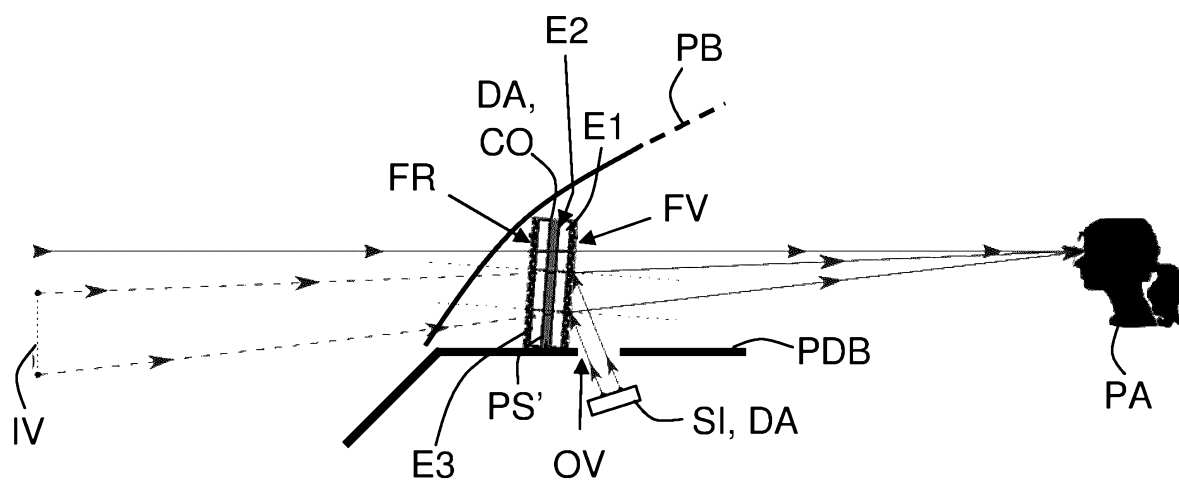


FIG. 1

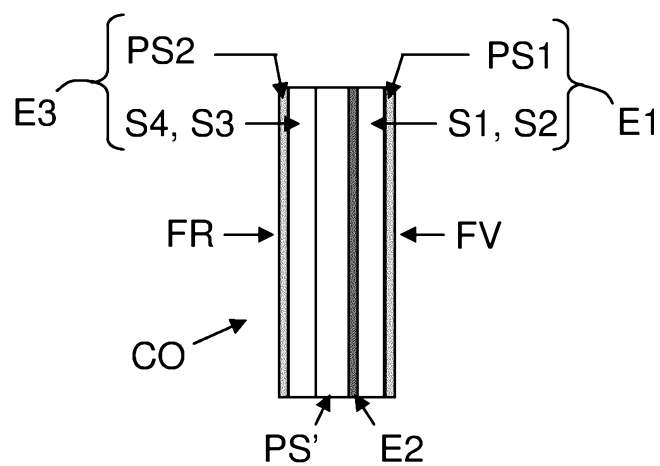


FIG. 2

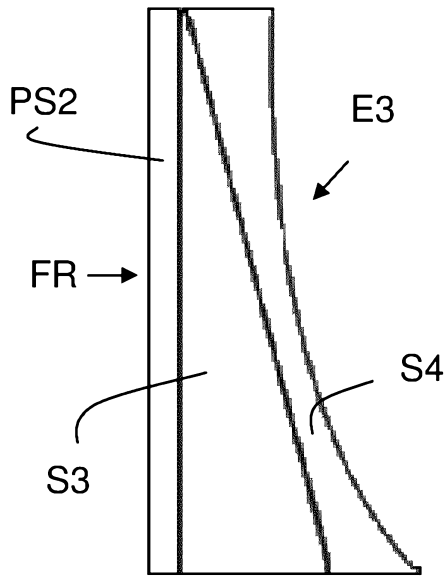


FIG. 4

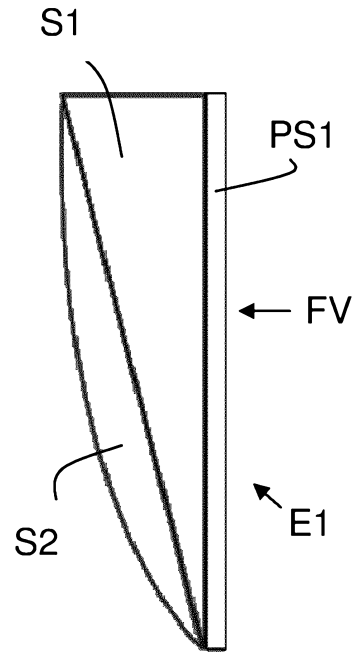


FIG. 3

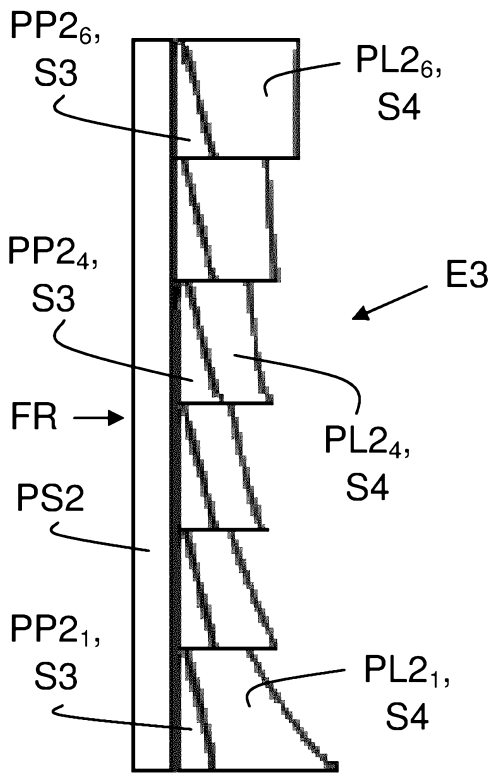


FIG. 6

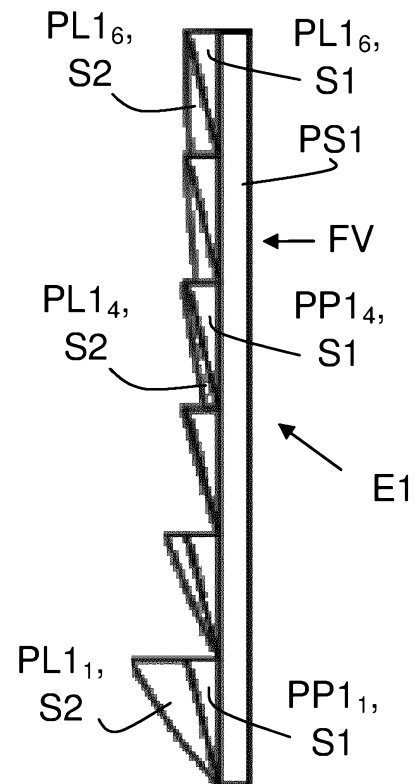


FIG. 5

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

WO 2015/129828 A1 (YAZAKI CORP [JP]) 3 septembre 2015 (2015-09-03) & US 2016/327792 A1 (MATSUSHITA JUNICHI [JP])
10 novembre 2016 (2016-11-10)

EP 2 146 229 A1 (RICOH KK [JP])
20 janvier 2010 (2010-01-20)

WO 2016/033317 A1 (ARIZONA BOARD OF REGENT ON BEHALF OF THE UNIVERSITY OF ARIZONA [US])
3 mars 2016 (2016-03-03)

WO 2013/130198 A1 (GOOGLE INC [US])
6 septembre 2013 (2013-09-06)

WO 2013/054115 A1 (LAMDA GUARD CANADA INC [CA]; PALIKARAS GEORGE [GB]; KALLOS THEMOS [GB])
18 avril 2013 (2013-04-18)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT