

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2013/178924 A2

(43) Date de la publication internationale
5 décembre 2013 (05.12.2013)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
G02B 27/01 (2006.01) G02B 3/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051171
- (22) Date de dépôt international :
27 mai 2013 (27.05.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1254898 28 mai 2012 (28.05.2012) FR
- (71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR]; Bâtiment Le Ponant D, 25, Rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeur : ROSSINI, Umberto; 194, Bois Joli, F-38500 Coublevie (FR).
- (74) Mandataire : CABINET BEAUMONT; 1, Rue Champollion, F-38000 Grenoble (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CL, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)

(54) Title : COMPACT AND ENERGY-EFFICIENT HEAD-UP DISPLAY

(54) Titre : VISEUR TETE HAUTE COMPACT A FAIBLE CONSOMMATION D'ENERGIE

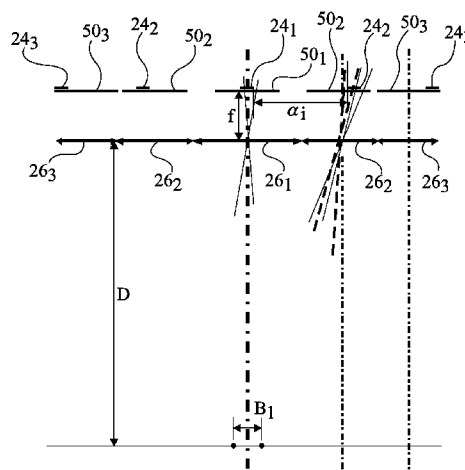


Fig 9

(57) Abstract : The invention relates to a head-up display comprising a group of optical sub-systems (26₁, 26₂, 26₃) formed in a single plane and having dimensions that diminish moving away from the main optical axis of the display. The display also comprises sub-screens (24₁, 24₂, 24₃), the positions and dimensions of which are defined according to: the length of the optical path (D), the dimensions of the optical sub-systems, and a maximum authorised length of movement in a plane perpendicular to the optical axis and located at a distance equal to the length of the optical path, such that the information projected by the group of sub-screens can be seen along the entire authorised length of movement.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2013/178924 A2

L'invention concerne un viseur tête haute, comprenant un ensemble de sous-systèmes optiques (26₁, 26₂, 26₃) formés dans un même plan et dont les dimensions diminuent avec l'éloignement de l'axe optique principal du viseur, comprenant en outre des sous-écrans (24₁, 24₂, 24₃) dont les positions et les dimensions sont définies en fonction de la longueur du trajet optique (D), des dimensions des sous-systèmes optiques et d'une longueur de mouvement maximal autorisé dans un plan perpendiculaire à l'axe optique et situé à une distance égale à la longueur du trajet optique, de sorte que l'information projetée par l'ensemble des sous-écrans soit vue sur toute la longueur de mouvement autorisé.

VISEUR TETE HAUTE COMPACT A FAIBLE CONSOMMATION D'ENERGIEDomaine de l'invention

La présente invention concerne un viseur tête haute, encore appelé afficheur tête haute, collimateur tête haute ou système de visualisation tête haute, compact et présentant une pupille de sortie de taille importante. Plus particulièrement, la présente invention concerne un tel viseur dont la consommation d'énergie est réduite.

Exposé de l'art antérieur

Les viseurs tête haute, encore connus sous l'acronyme HUD, de l'anglais Head-Up Display, sont des systèmes d'affichage en réalité augmentée qui permettent d'intégrer une information visuelle sur une scène réelle vue par un observateur. En pratique, de tels systèmes peuvent être placés dans la visière d'un casque, dans le cockpit d'un avion ou au sein de l'habitacle d'un véhicule. Ils sont ainsi positionnés à faible distance des yeux de l'utilisateur, par exemple à quelques centimètres ou dizaines de centimètres.

La figure 1 illustre, de façon schématique, le fonctionnement d'un tel dispositif.

Une lame semi-transparente 10 est placée entre l'oeil de l'utilisateur 12 et une scène à observer 14. Les objets de la scène à observer sont généralement situés à l'infini ou à une

distance importante de l'observateur. La lame semi-transparente 10 est placée selon un angle de 45° par rapport à l'axe entre la scène 14 et l'observateur 12, de façon à transmettre les informations provenant de la scène 14 à destination de l'observateur 12, sans altérer ces informations.

Pour projeter une image vue à la même distance que l'image réelle de la scène et la superposer à celle-ci, un système de projection est prévu. Ce système comprend un élément d'affichage d'une image 16, par exemple un écran, situé au point focal objet d'un système optique 18. L'image affichée sur l'écran est ainsi collimatée à l'infini par le système optique 18. L'utilisateur n'a pas à faire d'effort d'accommodation, ce qui limite la fatigue visuelle de ce dernier.

Le système de projection est placé perpendiculairement à l'axe entre la scène et l'observateur de façon que le faisceau issu du système optique 18 atteigne la lame semi-transparente 10 perpendiculairement à cet axe. Le faisceau issu du système optique 18 atteint ainsi la lame semi-transparente 10 avec un angle de 45° par rapport à sa surface.

La lame semi-transparente 10 combine l'image de la scène 14 et l'image issue du système de projection 16-18, d'où il résulte que l'observateur 12 visualise une image comprenant l'image projetée superposée à l'image de la scène 14.

Pour visualiser l'image projetée par le système de projection 16-18, l'oeil de l'observateur doit être placé dans la zone de réflexion du faisceau issu du système optique 18 sur la lame 10. Une contrainte importante à respecter est de tenir compte des mouvements possibles de la tête de l'utilisateur devant le projecteur, et donc de prévoir un faisceau en sortie du système optique 18 le plus large possible. Autrement dit, il faut prévoir un système optique 18 dont la pupille de sortie est de taille importante, comprise par exemple entre quelques centimètres et quelques dizaines de centimètres, pour que les mouvements de tête de l'observateur n'impliquent pas une perte de l'information projetée.

Une autre contrainte des systèmes tête haute est de prévoir un dispositif relativement compact. En effet, des contraintes d'encombrement importantes pèsent sur ces dispositifs, notamment lorsqu'ils sont utilisés dans des cockpits d'avion ou des habitacles automobiles de volume limité. Pour limiter l'encombrement des systèmes tête haute, il faut donc prévoir des dispositifs dont la distance focale est réduite.

Ainsi, on cherche à obtenir des dispositifs présentant une ouverture de sortie, c'est-à-dire le rapport entre la distance focale objet du système et le diamètre de la pupille de sortie du dispositif, très faible. Il est connu que la complexité d'un système optique dépend de l'ouverture de sortie de celui-ci. Plus particulièrement, plus l'ouverture d'un dispositif est faible, plus le dispositif est complexe. Plus le système optique est complexe, plus le nombre d'éléments optiques qu'il contient est important, notamment pour limiter les différentes aberrations. Cette augmentation du nombre d'éléments optiques élémentaires augmente le volume et le coût du dispositif complet, ce qui n'est pas souhaité.

En outre, il est nécessaire de prévoir des dispositifs présentant une consommation d'énergie faible.

Résumé

Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir un viseur tête haute compact présentant une pupille de sortie de taille importante.

Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir un tel dispositif dont la consommation d'énergie est réduite.

Ainsi, un mode de réalisation de la présente invention prévoit un viseur tête haute, comprenant un ensemble de sous-systèmes optiques formés dans un même plan et dont les dimensions diminuent avec l'éloignement de l'axe optique principal du viseur, comprenant en outre des sous-écrans dont les positions et les dimensions sont définies en fonction de la

longueur du trajet optique, des dimensions des sous-systèmes optiques et d'une longueur de mouvement maximal autorisé dans un plan perpendiculaire à l'axe optique et situé à une distance égale à la longueur du trajet optique, de sorte que
5 l'information projetée par l'ensemble des sous-écrans soit vue sur toute la longueur de mouvement autorisé.

10 Selon un mode de réalisation de la présente invention, les positions et les dimensions des sous-écrans sont en outre définies en fonction de l'écart moyen entre les deux yeux d'une personne.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les sous-systèmes optiques sont de même distance focale, les sous-écrans étant placés dans le plan focal objet des sous-systèmes optiques.

15 Selon un mode de réalisation de la présente invention, les sous-systèmes optiques sont répartis régulièrement dans un plan perpendiculaire à l'axe optique principal du viseur.

20 Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'information projetée est une image qui est répartie sur l'ensemble des sous-écrans.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les sous-écrans sont définis en surface d'un substrat.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les sous-écrans sont disjoints.

25 Selon un mode de réalisation de la présente invention, suivant un premier axe, la longueur de mouvement maximal autorisé est nulle et la vision de l'observateur est monoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, chaque sous-écran
30 présentant une longueur suivant le premier axe égale à fL_i/D , L_i étant la longueur du sous-système optique de rang i de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif, le bord d'un sous-écran de rang i étant distant du bord d'un sous-écran de rang $i-1$ d'une distance égale à $(L_i+L_{i-1})/2$, f étant la distance

focale des sous-systèmes optiques, D étant la longueur du trajet optique.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, suivant un premier axe, la longueur de mouvement maximal autorisé est non nulle et la vision de l'observateur est monoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, le centre d'un sous-écran de rang i de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif étant placé par rapport au centre du sous-écran de rang i-1 à une distance égale à $(L_i+L_{i-1})/2+f/2D(L_i+L_{i-1})$, chaque sous-écran présentant une longueur suivant le premier axe égale à $f/D(L_i+B)$, dans la limite d'une zone, centrée sur l'axe optique du sous-système optique associé, d'une dimension égale à :

$$f/D \left(\sum L_i \right),$$

la somme ci-dessus étant la somme des dimensions des sous-systèmes optiques utilisés dans le sous-projecteur, f et L_i étant, respectivement, la distance focale et la largeur du sous-système optique de rang i, D étant la longueur du trajet optique.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, suivant le premier axe, la longueur de mouvement maximal autorisé est nulle et la vision de l'observateur est binoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, chaque sous-écran présentant une longueur suivant le premier axe égale à fL_i/D , excepté les sous-écrans les plus éloignés de l'axe optique principal qui présentent une longueur égale à $f/D(L_i+y/2)$, le centre d'un sous-écran de rang i de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif étant placé par rapport au centre du sous-écran de rang i-1 à une distance égale à $(L_i+L_{i-1})/2+f/2D(L_i+L_{i-1})$, f et L_i étant, respectivement, la distance focale et la largeur du sous-système de rang i, D étant la longueur du trajet optique.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, suivant un premier axe, la longueur de mouvement maximal autorisé est égale à un écart moyen entre les deux yeux d'une personne et la vision de l'observateur est binoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, chaque sous-écran présentant une longueur suivant le premier axe égale à fL_i/D , le centre d'un sous-écran de rang i de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif étant placé par rapport au centre du sous-écran de rang $i-1$ à une distance égale à $(L_i+L_{i-1})/2+f/2D(L_i+L_{i-1})$, f et L_i étant, respectivement, la distance focale et la largeur du sous-système optique de rang i , D étant la longueur du trajet optique.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, suivant un premier axe, la longueur de mouvement maximal autorisé est supérieure à un écart moyen entre les deux yeux d'une personne et la vision de l'observateur est binoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, chaque sous-écran présentant une longueur suivant le premier axe égale à $f/D(L_i+B-y)$, dans la limite d'une zone, centrée sur l'axe optique du sous-système optique associé, d'une dimension égale à :

$$f/D(\sum L_i),$$

la somme ci-dessus étant la somme des dimensions des sous-systèmes optiques utilisés dans le sous-projecteur, f et L_i étant, respectivement, la distance focale et la largeur du sous-système optique de rang i , D étant la longueur du trajet optique.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, chaque sous-écran est constitué d'une matrice de cellules à diodes électroluminescentes organiques.

Brève description des dessins

Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres seront exposés en détail dans la description suivante

de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1, précédemment décrite, illustre le principe de fonctionnement d'un viseur tête haute ;

5 la figure 2 illustre le principe de fonctionnement d'un viseur tête haute selon un mode de réalisation de la présente invention ;

les figures 3 à 5 illustrent différentes observations réalisées à l'aide des dispositifs des figures 1 et 2 ;

10 les figures 6 à 8 illustrent des structures optiques permettant la détermination de règles géométriques pour la conception d'un écran d'un viseur tête haute amélioré ; et

les figures 9 et 10 illustrent la répartition de sous-écrans selon un mode de réalisation de la présente invention.

15 Par souci de clarté, de mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références aux différentes figures et, de plus, comme cela est habituel dans la représentation des systèmes optiques, les diverses figures ne sont pas tracées à l'échelle.

20 Description détaillée

Pour obtenir un viseur tête haute compact, c'est-à-dire comprenant un système de projection présentant un encombrement inférieur à quelques dizaines de centimètres et présentant une pupille de sortie de taille importante, on

25 prévoit de dissocier le système de projection en plusieurs sous-systèmes de projection élémentaires, chaque sous-système de projection fonctionnant de la même façon et projetant une portion d'une image à afficher en superposition d'une image réelle.

30 La figure 2 représente schématiquement un viseur tête haute selon un mode de réalisation.

En figure 2, le dispositif comprend une lame semi-transparente 10 qui est placée entre l'observateur 12 et une scène à observer 14. La surface de la lame semi-transparente 10

35 forme un angle, par exemple de 45°, avec l'axe entre la scène et

l'observateur, et ne perturbe pas l'arrivée de rayons de la scène jusqu'à l'observateur. Il est à noter que la lame semi-transparente peut être remplacée par un filtre interférentiel réalisant la même fonction qu'une lame semi-transparente.

5 Un système de projection d'une image à superposer à l'image de la scène est prévu. Il comprend une source d'images 24, par exemple un écran, associé à un système optique 26. Le système de projection est placé ici perpendiculairement à l'axe entre la scène et l'observateur, et le faisceau qui est issu du
10 système optique 26 atteint la lame semi-transparente 10 perpendiculairement à cet axe.

La lame semi-transparente 10 combine, c'est-à-dire superpose, l'image de la scène 14 et l'image projetée issue du système optique 26, d'où il résulte que l'observateur visualise
15 l'image projetée superposée à l'image réelle de la scène 14. Le système de la figure 2 fonctionne donc de la même façon que le système de la figure 1.

Le système optique 26 comprend un ensemble de sous-systèmes optiques 26A, 26B et 26C de même distance focale objet.
20 La source d'images 24 est placée à une distance du système optique 26 égale à la distance focale objet de chacun des sous-systèmes optiques 26A à 26C.

La source d'image 24, par exemple un écran, est divisée en plusieurs sous-écrans. Dans la vue en coupe de la
25 figure 2, trois sous-écrans 24A, 24B et 24C sont représentés. On notera que ce nombre peut être plus ou moins important. Chaque sous-écran 24A, 24B et 24C est associé à un sous-système optique 26A, 26B, 26C. Contrairement à ce qui est représenté, les sous-écrans peuvent être décalés des axes optiques des sous-systèmes
30 optiques associés, comme nous le verrons ci-après.

On appellera ici l'ensemble formé d'un sous-écran et d'un sous-système optique un sous-projecteur. Le système de projection comporte donc une pluralité de sous-projecteurs.

En formant plusieurs sous-projecteurs parallèles, on
35 peut obtenir un dispositif complet présentant une pupille de

sortie totale (somme des tailles des pupilles de sortie de chacun des sous-projecteurs) de taille importante, tout en formant des sous-systèmes optiques simples et compacts.

En effet, chaque sous-système optique présente une
5 ouverture, dite élémentaire, "modérée". L'ouverture élémentaire d'un sous-système optique est définie comme le rapport entre sa distance focale propre et la dimension de sa pupille de sortie propre. L'association en parallèle des sous-projecteurs permet ainsi d'obtenir un système optique dont l'ouverture est
10 particulièrement faible dans la mesure où, pour une même distance entre écran et optique de projection, on obtient une pupille de sortie totale de taille importante, égale à la somme des pupilles de sortie de chaque sous-système optique. Le système optique présente ainsi une ouverture faible tout en
15 étant formé de structures optiques élémentaires simples. La compacité du dispositif complet est ainsi assurée.

L'écran 24 est prévu de façon que chaque sous-écran 24A, 24B, 24C affiche une partie de l'information, l'information
20 complète étant recombinaisonnée par le cerveau de l'observateur. Pour cela, l'image que l'on souhaite projeter en réalité augmentée est divisée en blocs qui sont répartis sur les différents sous-écrans.

A titre d'exemple, l'écran 24 peut être constitué d'une matrice de cellules comprenant des diodes électro-
25 luminescentes organiques (en anglais OLED, Organic Light-Emitting Diode), voire d'une matrice de sous-écrans LCD ou cathodiques.

Dans un écran OLED, une ou plusieurs couches de matériaux organiques sont formées entre deux électrodes
30 conductrices, l'ensemble s'étendant sur un substrat. L'électrode supérieure est transparente ou semi-transparente et est couramment constituée d'une fine couche d'argent dont l'épaisseur peut être de l'ordre de quelques nanomètres. Lorsqu'une tension adaptée est appliquée entre les deux

électrodes, un phénomène d'électroluminescence apparaît dans la couche organique.

Cependant, avec un écran de type OLED, un problème d'accès aux électrodes peut se poser. En effet, pour obtenir une
5 bonne visibilité de l'information projetée, du fait des faiblesses en transmission des dispositifs susceptibles d'être placés en sortie de l'écran, il est nécessaire d'atteindre une
luminance en sortie des sous-écrans de l'ordre de 20000 Cd/m². Pour obtenir une telle luminance, il est nécessaire d'envoyer
10 des courants importants dans l'électrode supérieure de la structure OLED, typiquement de l'ordre de quelques ampères à une dizaine d'ampères. Cependant, une couche d'argent de quelques nanomètres d'épaisseur ne peut supporter un tel ampérage.

Ainsi, on cherche à diminuer la quantité de courant à
15 apporter à un écran OLED, ou à former un écran de surface réduite. On prévoit ici de former des dispositifs dans lesquels les sous-écrans sont placés par rapport aux sous-systèmes optiques et sont dimensionnés de façon optimisée pour assurer la réalisation pratique du système de projection du viseur tête
20 haute.

Les figures 3 à 5 illustrent différentes observations réalisées à l'aide des dispositifs des figures 1 et 2.

En figure 3 est illustrée une image 30 qui est affichée sur un écran tel que l'écran 16 de la figure 1 (donc
25 avec une optique mono-pupillaire). Un cadre 32, qui entoure l'image 30, représente schématiquement la pupille de sortie du dispositif de projection 18 de la figure 1. Dans l'exemple de la figure 3, la pupille de sortie 32 est légèrement plus large que l'image affichée par l'écran 30. Dans ce cas, l'observateur
30 observe l'ensemble de l'information contenue dans l'image 30, tant que la tête de l'observateur reste dans ce que l'on appelle la "boîte à oeil" du dispositif (en anglais eye-box ou head motion box).

Cette "boîte à oeil" est définie comme étant l'espace
35 où l'observateur peut bouger la tête tout en recevant

l'intégralité de l'information projetée. En d'autres termes, tant que la tête de l'observateur reste dans la boîte à oeil, il réceptionne l'ensemble de l'information projetée.

En figure 4 est illustrée la vision de l'information par un observateur, dans le cas où le viseur tête haute comprend une optique mono-pupillaire (cas de la figure 1), lorsque la tête de l'observateur sort de la boîte à oeil. Dans ce cas, la pupille de sortie 34 (portion vue par l'observateur) est décalée par rapport à l'image 30, ce qui implique que seule une portion 30' de l'image 30 est vue par l'observateur.

En figure 5 est illustrée la vision de l'information par un observateur, dans le cas où le viseur tête haute a une optique multi-pupillaire (figure 2), lorsque la tête de l'observateur sort de la boîte à oeil. Dans ce cas, la pupille de sortie 36 vue par l'observateur est décalée par rapport à l'image 30, ce qui implique que seule une portion 30" de l'image 30 est accessible par l'observateur. En outre, du fait de la structure multi-pupillaire de la figure 2, la portion 30" est vue de façon fragmentée. En effet, dans le cas d'une optique multi-pupillaire, l'image étant projetée par un ensemble de sous-projecteurs, chaque sous-projecteur présente sa propre boîte à oeil. Ainsi, lorsque l'observateur sort de la boîte à oeil globale du dispositif, il sort également de la boîte à oeil de chacun des sous-projecteurs, ce qui provoque une fragmentation de l'image vue par l'observateur. Il en résulte que l'image finale vue par l'observateur est constituée d'un ensemble de bandes verticales 30" (dans le cas d'un déplacement latéral de la tête de l'observateur) de portions de l'image 30.

Ainsi, le positionnement et la taille des sous-écrans d'un viseur tête haute à optique multi-pupillaire doivent être adaptés en fonction d'une boîte à oeil souhaitée prédéfinie. On décrira ci-après différents cas, en partant d'une boîte à oeil de taille nulle (seule une position de l'observateur assure la réception de l'ensemble de l'information), l'image projetée remplissant l'ensemble de la surface de la pupille de sortie.

Les figures 6 à 8 illustrent des structures optiques permettant la détermination de règles géométriques pour le placement amélioré de sous-écrans OLED.

En figure 6, on considère un système optique comprenant deux sous-écrans 24_1 et 24_2 placés, sur un même substrat 40, en regard de deux sous-systèmes optiques 26_1 et 26_2 . Les sous-écrans sont placés au plan focal objet des sous-systèmes optiques (la distance séparant les sous-systèmes optiques et les sous-écrans est égale à la distance focale objet f des sous-systèmes optiques). Dans cet exemple, les sous-écrans 24_1 et 24_2 et les sous-systèmes optiques 26_1 et 26_2 s'étendent symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif.

Dans cette figure, le but est de déterminer la surface de chaque sous-écran utile lors que l'observateur ferme un oeil (vision monoculaire), c'est-à-dire la portion de chaque sous-écran vue par l'oeil, si l'oeil est placé sur l'axe optique principal du dispositif à une distance D des sous-systèmes optiques 26_1 , 26_2 . La distance D entre les sous-systèmes optiques 26_1 et 26_2 et l'observateur est appelée trajet optique. On notera que, dans le cas d'un viseur tête haute tel que celui de la figure 2, le trajet optique, et donc la distance D que l'on va considérer par la suite, correspond au trajet lumineux entre les sous-systèmes optiques 26_1 et 26_2 et l'observateur, en passant par exemple par la lame semi-réfléchissante 10.

Comme cela est représenté en figure 6, seule une portion 42 d'un sous-écran 24_1 est vue par l'oeil de l'observateur. Ainsi, si on considère un observateur immobile tel que celui de la figure 6 (boîte à oeil de taille nulle et vision monoculaire), seule la portion 42 du sous-écran est une portion utile à l'observation. Le reste de l'écran peut ainsi être déconnecté, ou encore l'écran 24_1 peut être réduit à la seule portion 42, pour une même visibilité de l'information (en projetant l'ensemble de l'information sur la portion 42 de

l'écran 24₁). Cette idée est à la base du dimensionnement des sous-écrans proposé ici.

La portion 42 du sous-écran 24₁ accessible par l'oeil a une dimension fL/D , L étant le diamètre du sous-système optique 26₁, le bord de la portion 42 étant situé à une distance $d=L/2$ de l'axe optique principal.

Dans l'exemple de la figure 7 est représenté un dispositif comprenant trois sous-projecteurs constitués de trois sous-écrans 24'₁, 24'₂ et 24'₃, formés sur un substrat 40, en regard de trois sous-systèmes optiques 26'₁, 26'₂ et 26'₃. Le substrat 40 est placé dans le plan focal objet des sous-systèmes optiques 26'₁, 26'₂ et 26'₃. Le sous-projecteur central (24'₂, 26'₂) a son axe optique confondu avec l'axe optique principal du dispositif et les sous-projecteurs périphériques s'étendent symétriquement par rapport à l'axe optique principal du dispositif. Ici, on considère la portion 42' d'un sous-écran périphérique accessible en vision monoculaire par un oeil placé sur l'axe optique principal du dispositif, à une distance D du système optique 26.

Dans ce cas, on obtient que la portion 42' du sous-écran 24'₁ périphérique accessible à l'oeil a une dimension égale à fL/D , L étant le diamètre du sous-système optique 26'₁, le bord de la portion 42' étant situé à une distance $d'=L+fL/2D$ de l'axe optique principal, L étant le diamètre des sous-systèmes optiques 26'₁, 26'₂, 26'₃.

En outre, quelle que soit la position d'un sous-écran dans un dispositif comprenant un nombre pair ou impair de sous-écrans, la surface de ce sous-écran visible par un oeil (vision monoculaire) placé sur l'axe optique principal du dispositif est égale à fL/D .

La figure 8 reprend le cas de la figure 6 avec un projecteur comprenant deux sous-projecteurs constitués chacun d'un sous-écran 24₁, 24₂ et d'un sous-système optique 26₁, 26₂. On s'intéresse ici à la région des sous-écrans qui est accessible à un observateur en vision binoculaire. Dans notre

cas, en vue de dessus, les deux yeux de l'observateur R et L sont placés de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif, à une distance $y/2$ de cet axe optique principal (y étant ainsi l'écart entre les deux yeux de l'observateur).

5 Dans ce cas, l'oeil droit R, respectivement l'oeil gauche L, voit une portion 42R, respectivement 42L, du sous-écran 24₁ d'une surface égale à fL/D , avec les mêmes références que précédemment. Cependant, du fait de la superposition des régions vues par les deux yeux, la surface utile du sous-écran
10 24₁, c'est-à-dire la surface de l'écran 24 qui est vue au moins par un oeil de l'utilisateur, présente une largeur égale à $fL/D+fy/2D$.

On prévoit ici de limiter la taille des écrans à la taille utile, c'est-à-dire réellement vue par l'observateur. On
15 peut ainsi réduire la consommation du dispositif.

Pour définir la surface utile de chacun des sous-écrans en fonctionnement, il faut tenir compte du fait que la tête de l'observateur est susceptible de bouger, selon une amplitude maximale que l'on prédéfinit. On notera que,
20 verticalement, la tête d'un observateur est moins sujette aux mouvements et la vision est monoculaire. Cependant, les enseignements ci-après s'appliquent autant à un mouvement vertical autorisé de la tête qu'à un mouvement latéral.

On appellera par la suite B la longueur de mouvement
25 maximal accepté de la tête (égale à la taille de la boîte à oeil suivant un premier axe, par exemple horizontal). B correspond ainsi à l'amplitude maximale crête à crête en mouvement de la tête acceptée. On définit ci-après des règles de positionnement des sous-écrans de telle façon que, si la tête de l'observateur
30 bouge dans une direction d'une distance inférieure ou égale à $B/2$, ou dans une direction opposée d'une distance inférieure ou égale à $B/2$, la vision de l'information donnée par l'ensemble des sous-écrans soit toujours entière, c'est-à-dire que chaque pixel de chaque sous-écran soit vu au moins par l'un des deux
35 yeux de l'observateur lorsque l'on décrit toute la boîte à oeil.

Comme on le verra ci-après, les règles de dimensionnement et de positionnement de chacun des sous-écrans varient en fonction que l'on souhaite une amplitude en mouvement autorisé nulle ou non, et que l'on se place en vision
5 binoculaire ou monoculaire (par exemple vision binoculaire horizontalement, monoculaire verticalement). En particulier, l'inventeur a montré que le raisonnement conduisant au dimensionnement des sous-écrans dans une direction dans laquelle la vision est monoculaire avec une boîte à oeil non nulle
10 s'applique également au cas où la vision est binoculaire avec une boîte à oeil B de valeur supérieure à la distance entre les deux yeux y de l'observateur.

Les figures 9 et 10 illustrent des règles de positionnement et de dimensionnement de sous-écrans et de sous-
15 systèmes optiques selon un mode de réalisation.

Dans ces deux figures, on prévoit un dispositif comprenant un nombre $Q = 5$ de sous-écrans 24_i (i étant le rang du sous-écran de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif) placés en regard de cinq sous-systèmes optiques 26_i
20 de même distance focale f .

On prévoit ici, outre de dimensionner les sous-écrans à leur surface minimum pour que la vision de l'information soit complète quel que soit le placement de l'utilisateur en face du système optique (longueur de mouvement total accepté B, c'est-à-dire amplitude maximale du mouvement égale à $B/2$), d'utiliser
25 des sous-systèmes optiques adaptés à leur emplacement dans le dispositif. Plus particulièrement, plus on s'éloigne de l'axe optique principal du dispositif, plus les sous-systèmes optiques travaillent dans des conditions extrêmes d'éclairement. On prévoit ici de réduire les contraintes d'ouverture des sous-
30 systèmes optiques de façon progressive lorsque l'on s'éloigne de l'axe optique principal du dispositif. Pour cela, on prévoit de diminuer les dimensions L_i des sous-systèmes optiques de façon progressive au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'axe
35 optique principal du dispositif (i étant le rang du sous-système

optique de part et d'autre de l'axe optique principal du système de projection).

Ainsi, les sous-systèmes optiques 26_i (i étant le rang du sous-projecteur depuis l'axe optique principal du système de projection), dans le cas des figures 9 et 10, présentent des dimensions décroissantes en fonction de leur éloignement de l'axe optique principal du dispositif. On notera que les définitions ci-dessous s'appliquent autant pour un nombre pair ou impair de sous-systèmes de projection. Dans le cas d'un nombre impair de sous-systèmes, le rang $i=1$ correspond au sous-système de projection dont l'axe optique est confondu avec l'axe optique principal du dispositif.

Dans les figures 9 et 10, les sous-écrans 24_1 , 24_2 et 24_3 (de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif), sont placés dans le plan focal objet de sous-systèmes optiques 26_1 , 26_2 , 26_3 présentant une même distance focale de façon que, en vision monoculaire, l'image reconstituée remplisse toute la pupille de sortie. Ainsi, dans ce cas, la boîte à oeil a une dimension B nulle (le moindre mouvement de la tête de l'observateur implique une perte d'information). Un calcul simple permet d'obtenir que les sous-écrans présentent une longueur dans le plan des figures égale à fL_i/D , L_i étant la dimension du sous-système optique associé et le sous-écran de rang i est séparé du sous-écran de rang $i-1$ d'une distance égale à $\alpha_i = (L_i + L_{i-1})/2$, c'est-à-dire égale à la moitié de la somme de la taille du sous-système optique de même rang que le sous-écran et de la taille du sous-système optique de rang inférieur (adjacent en direction de l'axe optique principal du système de projection).

Dans le cas des figures 9 et 10, les sous-écrans sont plus ou moins décalés de l'axe optique du sous-système optique associé, en fonction de leur éloignement de l'axe optique principal du système de projection. Dans ces figures sont représentés pour illustration des régions 50_1 , 50_2 et 50_3 qui sont placées dans le plan focal objet des sous-systèmes optiques

26₁, 26₂ et 26₃ et qui sont centrées sur l'axe optique des sous-systèmes optiques 26₁ à 26₃. Chaque région 50_i (i étant le rang du sous-projecteur de part et d'autre du système optique principal du dispositif) présente une longueur égale à :

$$5 \quad \frac{f}{D} (\sum L_i),$$

la somme dans la valeur ci-dessus étant la somme des dimensions de tous les sous-systèmes optiques utilisés dans le sous-projecteur, dans notre cas $f(L_1+2L_2+2L_3)/D$. On voit dans ce cas que chaque sous-écran 24₁ à 24₃ est placé en regard d'une
 10 portion de la région 50₁ à 50₃ correspondant à son rang, c'est-à-dire que les sous-écrans situés aux extrémités du dispositif sont placés aux extrémités des régions 50₁ à 50₃ de part et d'autre du dispositif. En outre, l'illustration des régions 50₁ à 50₃ permet de représenter la partie de l'image que doit
 15 afficher le sous-écran correspondant : les sous-écrans en périphérie affichent ainsi une portion périphérique de l'image.

En figure 9, on cherche à obtenir une boîte à oeil, toujours en vision monoculaire à une distance D du dispositif de projection, d'une dimension égale à B₁ relativement faible. Dans
 20 cette figure, les traits pleins délimitent la zone du plan focal visible lorsque l'oeil se déplace à gauche dans la figure (d'une distance B₁/2) et les traits en pointillés délimitent la zone du plan focal visible lorsque l'oeil se déplace à droite dans la figure (d'une distance B₁/2).

Si on veut voir une image complète quelle que soit la
 25 position de l'oeil dans la boîte à oeil, le sous-écran doit être positionné et dimensionné de façon à correspondre au champ de recouvrement des régions visibles aux deux extrémités de la boîte à oeil. Cependant, pour éviter les phénomènes de
 30 fragmentation présentés en relation avec la figure 5, les sous-écrans doivent être grossis d'une distance $fB/2D$ de part et d'autre du sous-écran, avec ici $B = B_1$.

En figure 10, on prévoit une boîte à oeil, toujours en vision monoculaire à une distance D du dispositif de projection,
 35 d'une dimension égale à B₂ relativement importante. Dans cette

figure, le trait plein délimite la limite du plan focal visible lorsque l'oeil se déplace à gauche dans la figure (d'une distance $B_2/2$) et le trait en pointillés délimite la limite du plan focal visible lorsque l'oeil se déplace à droite dans la figure (d'une distance $B_2/2$).

Dans le cas de la boîte à oeil de dimension B_2 , si on prévoit d'augmenter la taille des sous-écrans de chaque côté de $fB/2D$, avec ici $B = B_2$, on voit dans ce cas que, pour un des côtés, ce n'est pas la peine de grossir autant le sous-écran, la portion du sous-écran 24_i dépassant de la région 50_i correspondante étant inutile. Ainsi, les sous-écrans périphériques (dans notre cas les sous-écrans 24_3) ne doivent grossir que dans une direction.

On notera que, dans un cas où la vision est considérée comme étant monoculaire avec une boîte à oeil non nulle, ou dans le cas où la vision est considérée comme étant binoculaire avec une boîte à oeil supérieure à y , chaque sous-écran présente une dimension supérieure à fL_i/D . L'image à superposer à l'image réelle est dans ces deux cas répartie sur des portions de chacun des sous-écrans de dimensions égales à fL_i/D . L'information affichée sur le reste des sous-écrans est redondante avec les sous-écrans voisins, ce qui assure les dimensions des boîtes à oeil désirées.

Les figures 9 et 10 permettent d'obtenir les règles de dimensionnement et de positionnement suivantes. On choisit de former une matrice de $Q \times Q'$ sous-projecteurs, Q et Q' pouvant être pairs ou impairs. Dans les deux directions du projecteur, les sous-projecteurs sont disposés de façon symétrique par rapport à l'axe optique principal du projecteur.

En vision monoculaire, par exemple suivant l'axe vertical de l'observateur, si l'on souhaite une boîte à oeil nulle ($B = 0$), les sous-écrans sont placés symétriquement par rapport à l'axe optique principal du dispositif, présentent des dimensions égales à fL_i/D et sont distants bord à bord d'une distance $(L_i + L_{i-1})/2$ (le centre du sous-écran de rang i est

ainsi distant du centre du sous-écran de rang $i-1$ d'une distance égale à $f/2D(L_i+L_{i-1})+(L_i+L_{i-1})/2$.

Si l'on souhaite une boîte à oeil non nulle ($B \neq 0$), les sous-écrans sont placés symétriquement et sont centrés de la même façon que dans le cas d'une boîte à oeil nulle (le centre du sous-écran de rang i est placé à une distance du centre du sous-écran de rang $i-1$ égale à $f/2D(L_i+L_{i-1})+(L_i+L_{i-1})/2$), mais présentent des dimensions augmentées de $fB/2D$ de chaque côté par rapport au cas où $B = 0$. Ainsi, les sous-écrans présentent des dimensions égales à $f/D(L_i+B)$. La distance bord à bord des sous-écrans est alors inférieure à $(L_i+L_{i-1})/2$. Le grossissement des sous-écrans est réalisé de façon à ne pas sortir d'une zone, centrée sur l'axe optique du sous-système optique associé, d'une dimension égale à :

$$f/D \left(\sum L_i \right),$$

la somme dans la valeur ci-dessus étant la somme des dimensions des sous-systèmes optiques utilisés dans le sous-projecteur.

En vision binoculaire, par exemple suivant l'axe horizontal de l'observateur, si l'on souhaite une boîte à oeil nulle ($B = 0$), les sous-écrans présentent des dimensions égales à fL_i/D et sont distants bord à bord d'une distance $(L_i+L_{i-1})/2$. Ainsi, les centres des sous-écrans sont distants d'une distance égale à $f/2D(L_i+L_{i-1})+(L_i+L_{i-1})/2$. Les sous-écrans périphériques ont quant à eux une dimension égale à $(L_i+y/2)f/D$, y étant l'écart entre les deux yeux d'une personne. On notera que, dans la littérature, l'écart moyen y_{moy} entre les deux yeux d'une personne est compris entre 60 et 70 mm, typiquement de l'ordre de $y_{\text{moy}} = 65$ mm. Ainsi, en pratique, on pourra prendre $Y = y_{\text{moy}}$.

Si l'on souhaite une boîte à oeil égale à la distance y entre les yeux de l'observateur, tous les sous-écrans ont des dimensions égales à fL_i/D et sont distants bord à bord d'une distance $(L_i+L_{i-1})/2$. Les centres des sous-écrans sont ainsi séparés d'une distance :

$$f/2D(L_i+L_{i-1})+(L_i+L_{i-1})/2.$$

Si l'on souhaite une boîte à oeil supérieure à la distance y entre les yeux de l'observateur, les sous-écrans sont centrés de la même façon que ci-dessus (les centres des sous-écrans sont placés à une distance les uns des autres égale à $f/2D(L_i+L_{i-1})+(L_i+L_{i-1})/2$) mais grossissent de $(B-y)f/2D$ de part et d'autre. Les sous-écrans présentent donc une dimension égale à $(L_i+B-y)f/D$. La distance bord à bord des sous-écrans est donc inférieure à $(L_i+L_{i-1})/2$. Le grossissement des sous-écrans se produit de façon à ne pas dépasser une zone, centrée sur l'axe optique du sous-système optique associé, d'une dimension égale à :

$$f/D (\sum L_i),$$

la somme dans la valeur ci-dessus étant la somme des dimensions des sous-systèmes optiques utilisés dans le sous-projecteur.

On notera que les dimensions L_i , décroissantes en fonction de l'éloignement des sous-systèmes optiques de l'axe optique principal du dispositif, peuvent être définies à l'aide d'un logiciel de tracés de rayons en fonction des performances optiques attendues en termes de résolution. En effet, les aberrations optiques ont deux origines qui se cumulent : la paraxialité provenant de l'ouverture de l'optique (taille du sous-système optique) et celle provenant du décentrage du sous-écran. Les dimensions L_i sont définies pour compenser l'aberration apportée par le décentrage, tout en atténuant l'aberration provenant de la taille des sous-systèmes optiques.

Avantageusement, la formation de sous-écrans définis de la façon ci-dessus permet de limiter la surface d'écran active en surface du substrat 40, et donc la consommation totale de l'écran, tout en assurant une visibilité de l'image recombinaison dans toute la zone d'un mouvement d'amplitude $B/2$ de part et d'autre de la tête de l'observateur. En outre, la réduction de la taille des sous-systèmes optiques en fonction de leur éloignement de l'axe optique principal du dispositif évite une mauvaise utilisation de ces dispositifs.

Des modes de réalisation particuliers de la présente invention ont été décrits. Diverses variantes et modifications apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, on notera que l'on a présenté ici l'invention avec des sous-écrans constitués
5 par exemple d'OLED, mais on comprendra que l'invention s'applique également à des systèmes de projection dans lesquels les écrans sont constitués d'éléments différents de diodes OLED, tant que les dimensions de chacun des sous-écrans proposées ci-dessus sont respectées.

10 En outre, divers modes de réalisation avec diverses variantes ont été décrits ci-dessus. On notera que l'homme de l'art pourra combiner divers éléments de ces divers modes de réalisation et variantes sans faire preuve d'activité inventive.

On notera en outre que la réalisation du système de
15 projection proposée ici est également compatible avec d'autres réalisations dans lesquelles les sous-systèmes optiques présentent des distances focales croissantes avec leur éloignement de l'axe optique principal du dispositif.

REVENDICATIONS

1. Viseur tête haute, comprenant un ensemble de sous-systèmes optiques (26₁, 26₂, 26₃) formés dans un même plan et dont les dimensions diminuent avec l'éloignement de l'axe optique principal du viseur, comprenant en outre des sous-écrans
5 (24₁, 24₂, 24₃) dont les positions et les dimensions sont définies en fonction de la longueur du trajet optique (D), des dimensions des sous-systèmes optiques et d'une longueur de mouvement maximal autorisé (B) dans un plan perpendiculaire à l'axe optique et situé à une distance égale à la longueur du
10 trajet optique, de sorte que l'information projetée par l'ensemble des sous-écrans soit vue sur toute la longueur de mouvement autorisé.

2. Viseur selon la revendication 1, dans lequel les positions et les dimensions des sous-écrans (24₁, 24₂, 24₃) sont
15 en outre définies en fonction de l'écart moyen entre les deux yeux (y) d'une personne.

3. Viseur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les sous-systèmes optiques (26₁, 26₂, 26₃) sont de même distance focale, les sous-écrans étant placés dans le plan focal objet
20 des sous-systèmes optiques.

4. Viseur selon la revendication 3, dans lequel les sous-systèmes optiques (26₁, 26₂, 26₃) sont répartis régulièrement dans un plan perpendiculaire à l'axe optique principal du viseur.

25 5. Viseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'information projetée est une image qui est répartie sur l'ensemble des sous-écrans (24₁, 24₂, 24₃).

6. Viseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les sous-écrans (24₁, 24₂, 24₃) sont définis en
30 surface d'un substrat (40).

7. Viseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les sous-écrans (24₁, 24₂, 24₃) sont disjoints.

8. Viseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel, suivant un premier axe, ladite longueur de

mouvement maximal autorisé (B) est nulle et la vision de l'observateur est monoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, chaque sous-écran présentant une longueur suivant ledit premier axe égale à fL_i/D , L_i étant la longueur du sous-système optique de rang i de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif, le bord d'un sous-écran de rang i étant distant du bord d'un sous-écran de rang $i-1$ d'une distance égale à $(L_i+L_{i-1})/2$, f étant la distance focale des sous-systèmes optiques, D étant la longueur du trajet optique.

9. Viseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel, suivant un premier axe, ladite longueur de mouvement maximal autorisé (B) est non nulle et la vision de l'observateur est monoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, le centre d'un sous-écran de rang i de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif étant placé par rapport au centre du sous-écran de rang $i-1$ à une distance égale à $(L_i+L_{i-1})/2+f/2D(L_i+L_{i-1})$, chaque sous-écran présentant une longueur suivant ledit premier axe égale à $f/D(L_i+B)$, dans la limite d'une zone, centrée sur l'axe optique du sous-système optique associé, d'une dimension égale à :

$$f/D \left(\sum L_i \right),$$

la somme ci-dessus étant la somme des dimensions des sous-systèmes optiques utilisés dans le sous-projecteur, f et L_i étant, respectivement, la distance focale et la largeur du sous-système optique de rang i , D étant la longueur du trajet optique.

10. Viseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel, suivant le premier axe, ladite longueur de mouvement maximal autorisé (B) est nulle et la vision de l'observateur est binoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, chaque sous-écran présentant une longueur suivant ledit premier axe égale à fL_i/D , excepté les sous-écrans les plus

éloignés de l'axe optique principal qui présentent une longueur égale à $f/D(L_i+y/2)$, le centre d'un sous-écran de rang i de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif étant placé par rapport au centre du sous-écran de rang $i-1$ à une distance
 5 égale à $(L_i+L_{i-1})/2+f/2D(L_i+L_{i-1})$, f et L_i étant, respectivement, la distance focale et la largeur du sous-système de rang i , D étant la longueur du trajet optique.

11. Viseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel, suivant un premier axe, ladite longueur de mouvement maximal autorisé (B) est égale à un écart moyen entre les deux yeux (y) d'une personne et la vision de l'observateur est binoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, chaque sous-écran présentant une longueur suivant ledit premier axe
 15 égale à fL_i/D , le centre d'un sous-écran de rang i de part et d'autre de l'axe optique principal du dispositif étant placé par rapport au centre du sous-écran de rang $i-1$ à une distance égale à $(L_i+L_{i-1})/2+f/2D(L_i+L_{i-1})$, f et L_i étant, respectivement, la distance focale et la largeur du sous-système optique de rang i ,
 20 D étant la longueur du trajet optique.

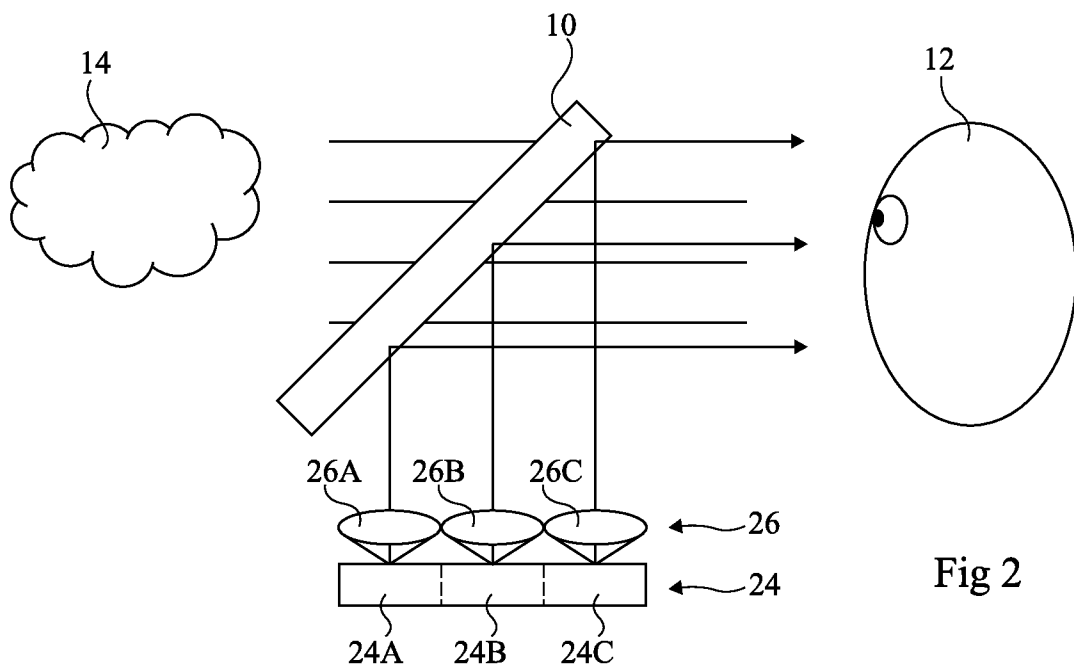
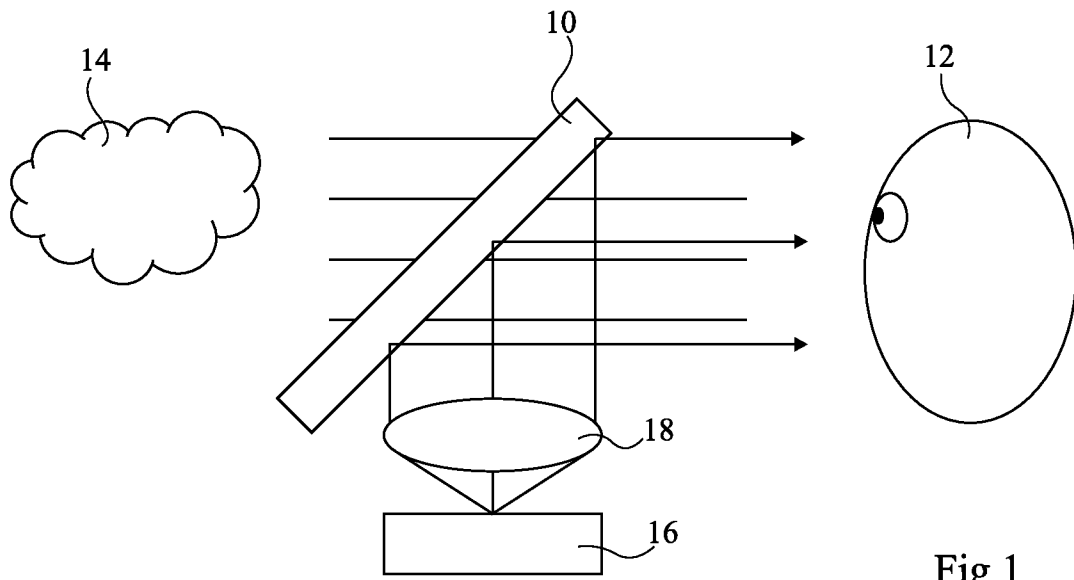
12. Viseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel, suivant un premier axe, ladite longueur de mouvement maximal autorisé (B) est supérieure à un écart moyen entre les deux yeux (y) d'une personne et la vision de l'observateur est binoculaire, les sous-écrans étant placés symétriquement de part et d'autre de l'axe optique principal du viseur, chaque sous-écran présentant une longueur suivant ledit premier axe égale à $f/D(L_i+B-y)$, dans la limite d'une zone, centrée sur l'axe optique du sous-système optique associé, d'une
 25 dimension égale à :

$$f/D \left(\sum L_i \right),$$

la somme ci-dessus étant la somme des dimensions des sous-systèmes optiques utilisés dans le sous-projecteur, f et L_i étant, respectivement, la distance focale et la largeur du sous-

système optique de rang i , D étant la longueur du trajet optique.

13. Viseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel chaque sous-écran (24_1 , 24_2 , 24_3) est
5 constitué d'une matrice de cellules à diodes électroluminescentes organiques.



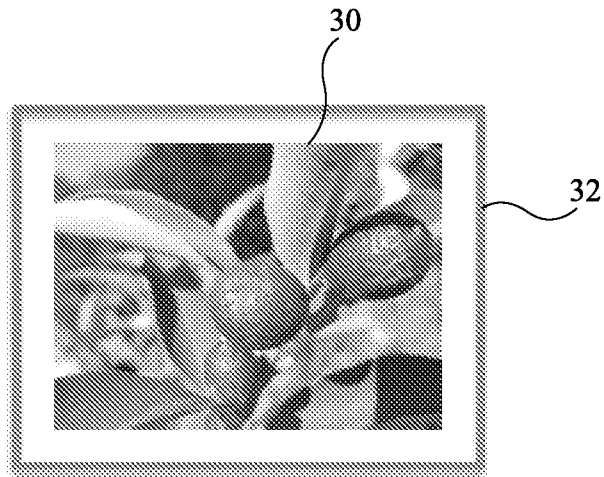


Fig 3

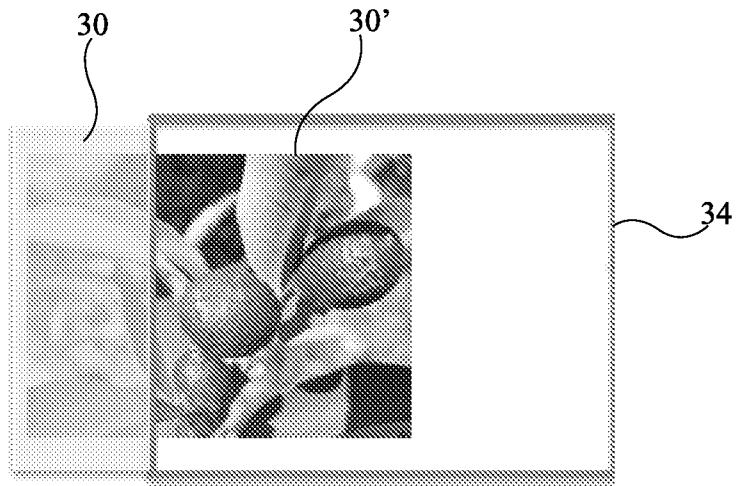


Fig 4

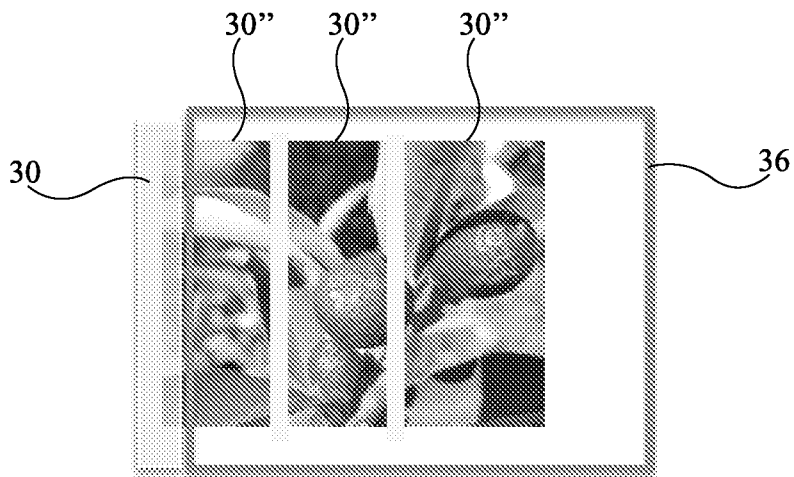


Fig 5

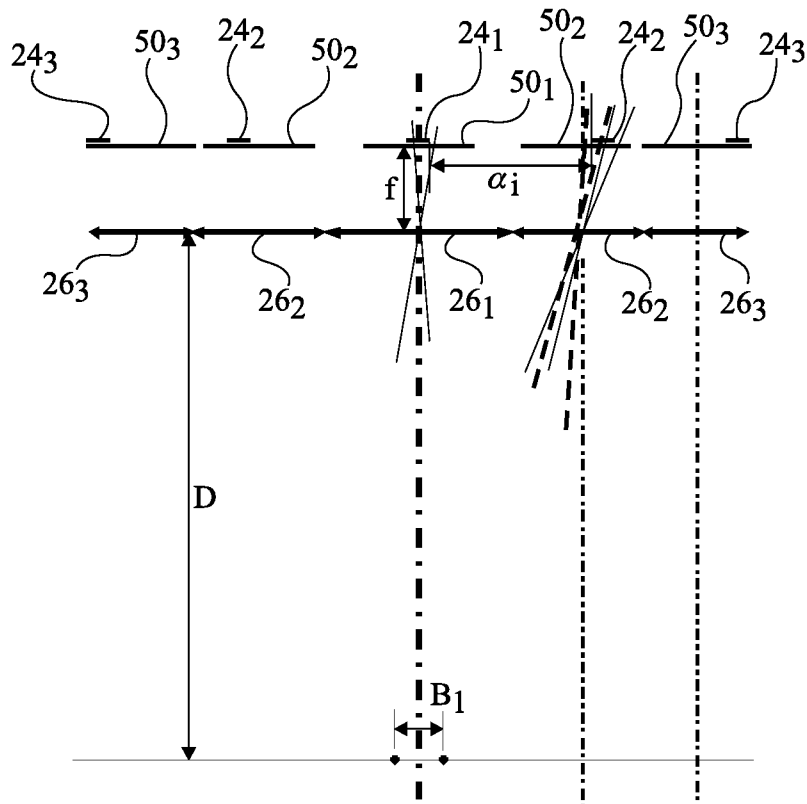


Fig 9

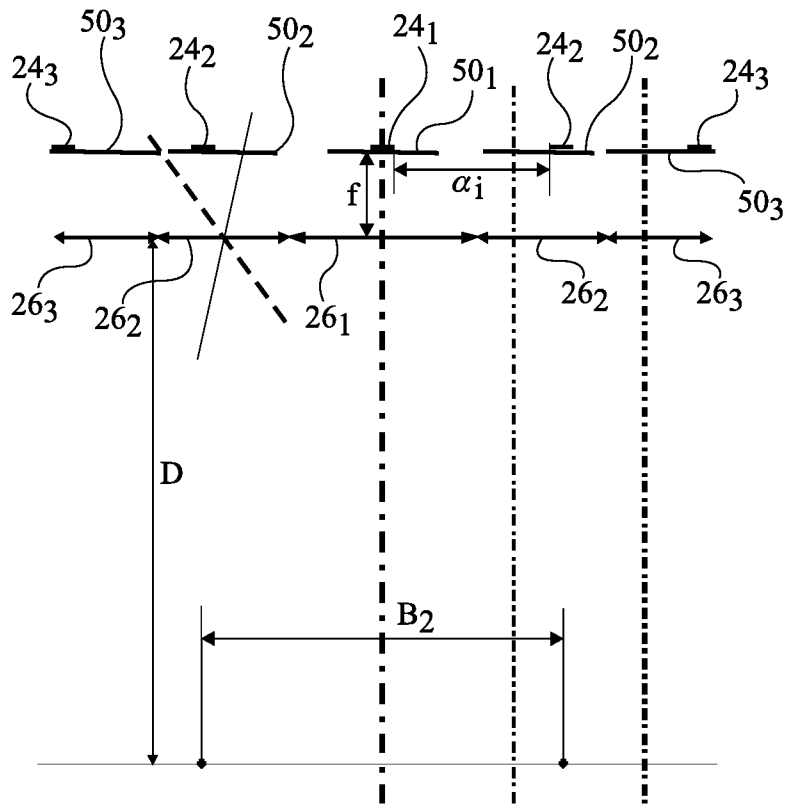


Fig 10