

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 26.12.21.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.06.23 Bulletin 23/26.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : Commissariat à l'Energie Atomique et
aux Energies Alternatives Etablissement public à carac-
tère industriel et commercial — FR.

⑦2 Inventeur(s) : CHARRIERE SIMON et JOLY
PIERRE.

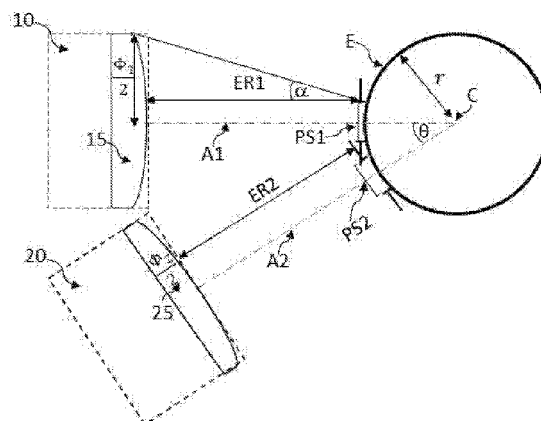
⑦3 Titulaire(s) : Commissariat à l'Energie Atomique et
aux Energies Alternatives Etablissement public à carac-
tère industriel et commercial.

⑦4 Mandataire(s) : INNOV-GROUP.

⑤4 Viseur dual pour dispositif d'observation.

⑤7 L'invention concerne un viseur destiné à équiper un
dispositif d'enregistrement d'image ou d'observation, de
type appareil d'enregistrement d'image ou longue vue,
le dispositif d'observation étant configuré pour produire une
image d'une scène d'observée. Le viseur permet un affi-
chage d'une première image, représentative de la scène ob-
servée, et une deuxième image, différente de la première
image, la première image et la deuxième image étant juxta-
posées l'une par rapport à l'autre. Le dispositif d'observation
comporte un premier système optique et un deuxième sys-
tème optique respectivement configurés pour propager la
première image et la deuxième image vers l'œil d'un utilis-
ateur, selon deux axes de propagation distincts. Les sys-
tèmes optiques sont tels que le passage de l'observation
d'une image à l'autre se fait par simple rotation naturelle de
l'œil.

Figure 1D.



Description

Titre de l'invention : Viseur dual pour dispositif d'observation

Domaine technique

- [0001] Le domaine technique de l'invention est un viseur, conçu pour équiper des dispositifs de formation d'image, par exemple un appareil d'enregistrement d'image, ou des dispositifs de type jumelles ou longues-vues. Le viseur peut être appliqué à des dispositifs spécifiques, par exemple un dispositif d'imagerie médicale ou une arme.

ART ANTERIEUR

- [0002] Les appareils photographiques comportent généralement des viseurs, permettant à un utilisateur de visualiser le champ d'observation de l'appareil.
- [0003] Il peut s'agir d'un viseur optique, qui forme une image à partir de rayons lumineux issus de la scène observée, et s'étant propagés à travers l'objectif de l'appareil. Les rayons lumineux dirigés dans le viseur proviennent directement de la scène observée. Ils peuvent être réfléchis par un séparateur disposé entre l'objectif et le capteur d'image de l'appareil photographique. Il s'agit d'un viseur optique, car conçu à partir d'éléments optiques (réflecteurs, dioptries). Certains viseurs optiques utilisent un objectif dédié, différent de l'objectif relié au capteur de l'appareil photographique. L'image de la scène, produite par ce type de viseur, est affectée d'une parallaxe par rapport à l'image formée sur le capteur d'image. Mais cette parallaxe est généralement négligeable, sauf lorsque la scène observée est très proche.
- [0004] Un autre type de viseur est le viseur électronique, selon lequel le viseur utilise un écran, affichant une image représentative de l'image formée sur le capteur d'image de l'appareil photographique. Tandis que le viseur optique permet la visualisation de la scène observée, le viseur électronique permet de voir l'image potentiellement enregistrée par le capteur d'image. Cela peut permettre à l'utilisateur de régler l'appareil photographique et de visualiser l'effet des réglages directement sur l'image produite par le viseur. Les réglages peuvent concerner par exemple la gestion du cadrage, la profondeur de champ, ou la balance des blancs.
- [0005] Généralement, un appareil photographique comportant un viseur optique comporte un écran, intégré au boîtier de l'appareil. L'utilisateur doit alors alterner entre la vision à travers le viseur optique et la vision de l'écran. Il faut donc mémoriser l'une des deux images afin d'effectuer la comparaison avec l'autre image.
- [0006] Lorsque l'appareil photographique ne comporte qu'un viseur électronique, l'utilisateur doit retirer l'œil du viseur pour observer la scène qu'il souhaite photographier.
- [0007] Certains appareils photographiques permettent, dans un même viseur, une com-

mutation entre l'affichage soit de l'image du viseur optique, représentative de la scène observée, soit de l'image du viseur électronique, représentative de l'image formée sur le capteur d'image de l'appareil photographique. Une telle commutation ne permet pas un affichage simultané des images produites par les deux types de viseur. De ce fait, la comparaison entre les deux images est fastidieuse.

[0008] Certains viseurs ont été conçus, combinant un viseur optique et un viseur électronique. Dans ce type de viseur, l'image produite par le viseur électronique apparaît dans un cadre, sous la forme d'une vignette superposée sur une partie de l'image directe, produite par le viseur optique. La superposition masque une partie de l'image directe. Par ailleurs, l'image du viseur électronique est affichée sous la forme d'une vignette, dont les dimensions sont réduites par rapport à l'image du viseur optique. Cela ne permet pas d'effectuer une bonne comparaison entre les deux images.

[0009] L'invention décrite ci-après améliore les possibilités de comparaison de deux images, correspondant à une même scène, en impliquant un déplacement minimal de l'œil, ce dernier étant toujours appliqué contre le viseur. Une application particulière concerne la photographie, l'invention améliorant les possibilités de comparaison entre l'image de la scène observée et l'image perçue par le capteur d'image. D'autres applications possibles sont décrites à la fin de la description, la finalité étant de faciliter la comparaison de deux images différentes.

Exposé de l'invention

[0010] Un premier objet de l'invention est un viseur, destiné à être présenté face à un œil d'un utilisateur d'un dispositif d'observation, le dispositif d'observation comportant un objectif d'observation, destiné à former une image d'une scène observée, le viseur comportant :

- [0011] – un moyen de formation d'une première image, représentative de la scène observée ;
- un premier système optique, couplé au moyen de formation de la première image, et agencé pour propager la première image vers une première pupille de sortie, autour d'un premier axe optique, les rayons lumineux formant la première image atteignant la première pupille de sortie en se propageant autour du premier axe optique ;

[0012] le viseur étant caractérisé en ce qu'il comporte :

- [0013] – un écran secondaire, émettant une deuxième image, différente de la première image ;
- un deuxième système optique, s'étendant entre l'écran et une deuxième pupille de sortie, autour d'un deuxième axe optique, incliné par rapport au premier axe optique, le deuxième système optique étant configuré pour

propager la deuxième image vers la deuxième pupille de sortie, les rayons lumineux formant la deuxième image atteignant la deuxième pupille de sortie en se propageant autour du deuxième axe optique;

[0014] Le viseur peut être tel que :

- [0015] – la première pupille de sortie et la deuxième pupille de sortie sont tangentes à une même surface sphérique, dont le diamètre est compris entre 1.5 cm et 3 cm, de façon que le diamètre de la surface sphérique correspondant au diamètre oculaire ;
- le premier axe optique et le deuxième axe optique convergent, vers un point de convergence, correspondant au centre de ladite surface sphérique, de façon que le point de convergence soit situé dans l'œil de l'utilisateur de telle sorte l'utilisateur, puisse visualiser
- la première image lorsque l'œil est orienté selon le premier axe optique;
 - la deuxième image lorsque l'œil est orienté selon le deuxième axe optique.

[0016] De préférence, le premier axe optique et le deuxième axe optique sont coplanaires. De préférence, le premier axe optique et le deuxième axe optique s'étendent dans un plan vertical ou horizontal.

[0017] Selon un mode de réalisation,

- [0018] – la première image et la deuxième image vues respectivement au niveau de la première et de la deuxième pupille de sortie, s'étendent :
- autour d'un axe longitudinal, selon une largeur;
 - parallèlement à un axe latéral, selon une hauteur ;
- le deuxième axe et le premier axe s'étendent dans un plan parallèle à l'axe latéral (Y), de façon que la première image et la deuxième image sont juxtaposées en étant alignées l'une par rapport à l'autre parallèlement à l'axe latéral ;
- ou le deuxième axe et le premier axe s'étendent dans un plan parallèle à l'axe longitudinal de façon que la première image et la deuxième image sont juxtaposées en étant alignées l'une par rapport à l'autre parallèlement à l'axe longitudinal.

[0019] De préférence, le premier axe optique et le deuxième axe optique sont inclinés l'un par rapport à l'autre selon un angle d'inclinaison inférieur à 40°.

[0020] Selon un mode de réalisation,

- [0021] – l'objectif d'observation forme l'image de la scène observée autour d'un axe optique d'observation ;
- le premier axe optique est parallèle à l'axe optique d'observation.

- [0022] Selon un mode de réalisation, dit de prise d'images :
- [0023] – le dispositif d'observation est un appareil de prise d'images, comportant un capteur d'image, le capteur d'image étant configuré pour acquérir l'image de la scène observée, formée par l'objectif d'observation;
- l'écran secondaire est relié au capteur d'image, de façon que la deuxième image est formée à partir de l'image acquise par le capteur d'image.
- [0024] Selon une possibilité,
- [0025] – le moyen de formation de la première image est un séparateur, agencé pour être disposé entre l'objectif d'observation et le capteur d'image, le séparateur étant orienté de façon à renvoyer l'image de la scène observée, focalisée par l'objectif, vers le premier système optique ;
- le premier système optique s'étend à partir du séparateur.
- [0026] Selon une possibilité,
- [0027] – le moyen de formation de la première image est un objectif auxiliaire, différent de l'objectif d'observation, destiné à former une image de la scène observée;
- le premier système optique s'étend à partir de l'objectif auxiliaire.
- [0028] L'objectif auxiliaire peut avoir un axe optique parallèle à l'axe optique d'observation.
- [0029] Selon une possibilité,
- [0030] – le moyen de formation de la première image est un écran auxiliaire, destiné à présenter une image de la scène observée ;
- le premier système optique s'étend à partir de l'écran auxiliaire.
- [0031] Selon une possibilité, l'appareil de prise d'images comporte une unité de commande du capteur d'image. Le viseur comporte :
- [0032] – un écran d'affichage, relié à l'unité de commande et configuré pour afficher une troisième image;
- un troisième système optique, configuré pour propager la troisième image vers le premier système optique.
- [0033] Le premier système optique peut s'étendre jusqu'à un premier dioptré de sortie, le premier dioptré de sortie étant positionné à une distance supérieure ou égale à 15 mm de la première pupille de sortie. Le deuxième système optique peut s'étendre jusqu'à un deuxième dioptré de sortie, le deuxième dioptré de sortie étant positionné à une distance supérieure ou égale à 15 mm de la deuxième pupille de sortie.
- [0034] Selon un mode d'observation, modulaire,
- [0035] – le dispositif d'observation est grandissant, le premier système optique étant confondu avec l'objectif d'observation;
- le capteur d'image est disposé sur un dispositif annexe, séparé du dispositif

- d'observation ;
- l'écran secondaire est configuré pour afficher une image acquise par le capteur d'image, éventuellement après application d'une opération de traitement d'image.
- [0036] Un deuxième objet de l'invention est un dispositif d'observation, comportant un objectif d'observation, destiné à former une image d'une scène observée, autour d'un axe optique d'observation, le dispositif d'observation comportant un viseur selon le premier objet de l'invention.
- [0037] Le dispositif d'observation peut être un appareil photographique comportant un capteur d'image. Le capteur d'image est configuré pour acquérir l'image de la scène observée, formée par l'objectif d'observation. Le dispositif d'observation comporte un viseur selon le mode de réalisation de prise d'images décrit en lien avec le premier objet de l'invention.
- [0038] Le dispositif d'observation peut être grandissant, le premier système optique étant confondu avec l'objectif d'observation, le dispositif d'observation comportant un viseur selon le mode de réalisation modulaire décrit en lien avec le premier objet de l'invention.
- [0039] L'invention sera mieux comprise à la lecture de l'exposé des exemples de réalisation présentés, dans la suite de la description, en lien avec les figures listées ci-dessous.

FIGURES

- [0040] La [Fig.1A] schématise l'œil d'un utilisateur du viseur.
- [0041] La [Fig.1B] montre un agencement possible de deux images affichées par le viseur.
- [0042] La [Fig.1C] montre un autre agencement possible de deux images affichées par le viseur.
- [0043] La [Fig.1D] illustre des paramètres permettant un dimensionnement du viseur.
- [0044] La [Fig.2A] montre un premier exemple de premier système optique.
- [0045] La [Fig.2B] montre un deuxième exemple de premier système optique.
- [0046] La [Fig.2C] montre un troisième exemple de premier système optique.
- [0047] La [Fig.3] montre un exemple de deuxième système optique.
- [0048] La figure 4A illustre un mode de réalisation dans lequel la première image est une image augmentée, à l'aide d'informations portées par une troisième image, transportée par un troisième système optique.
- [0049] La [Fig.4B] représente une configuration d'images formées par le viseur décrit en lien avec la [Fig.4A].
- [0050] La [Fig.5] illustre un mode de réalisation dans lequel la deuxième image est une image augmentée, à l'aide d'informations portées par une troisième image, transportée par un troisième système optique.

- [0051] La [Fig.6] montre les encombrements respectifs de chaque système optique comportant les axes optiques de chaque système optique.
- [0052] Les figures 7A, 7B et 7C sont des schémas du premier système optique, du deuxième système optique et du troisième système optique, respectivement.
- [0053] La [Fig.8] schématise un mode de réalisation dans lequel le dispositif d'observation est une lunette, formant la première image, et dans lequel la deuxième image est acquise par un dispositif annexe, pouvant être placé à distance du dispositif d'observation.

EXPOSE DE MODES DE REALISATION PARTICULIERS

- [0054] La [Fig.1A] schématise un œil E d'un utilisateur disposé dans une position d'utilisation d'un viseur 1 d'un dispositif d'observation. Dans cet exemple, le dispositif d'observation est un appareil photographique. Alternativement, de façon non limitative, le dispositif peut être une caméra, une lunette d'observation de type longue-vue ou jumelles. Il peut également s'agir d'un dispositif d'imagerie médicale, par exemple une caméra destinée à l'observation simultanée d'images réelle d'un tissu biologique et d'images de fluorescence du tissu biologique. L'invention peut également s'appliquer à un microscope, en permettant une observation simultanée d'images avec des grossissements différents.
- [0055] L'invention est basée sur le fait que sous l'effet d'une simple rotation, l'œil peut visualiser successivement plusieurs images juxtaposées, l'utilisateur restant immobile face au viseur. Ainsi, le viseur est configuré pour projeter simultanément :
- [0056] – une première image I1, selon un premier axe optique A1 ;
 – une deuxième image I2, différente de la première image, selon un deuxième axe optique A2. Par différente de la première image, on entend que l'image I2 est une image séparée de la première image. La première et la deuxième image peuvent représenter une même scène observée, acquises selon des modalités différentes.
- [0057] Un tel viseur est dual, car il permet d'observer simultanément deux images juxtaposées.
- [0058] Le viseur est configuré pour définir une première pupille de sortie PS1 et une deuxième pupille de sortie PS2, s'étendant respectivement autour du premier axe optique A1 et du deuxième axe optique A2.
- [0059] Chaque pupille de sortie définit une région dans laquelle l'image est complète et sans vignettage lorsque l'œil y est placé.
- [0060] La première pupille de sortie et la deuxième pupille de sortie sont tangentes à une même surface sphérique S que l'on peut assimiler à la surface externe d'un œil. Le diamètre de la surface sphérique S correspond au diamètre de l'œil, soit environ 25 mm, et de façon plus générale compris entre 15 mm et 30 mm. Sur la figure 1A, on a

représenté le rayon oculaire r' . Les deux pupilles de sortie sont placées de façon à ce que l'œil, par une simple rotation, puisse être positionné successivement face à la première pupille de sortie, pour observer la première image, et face à la deuxième pupille de sortie, pour observer la deuxième image. De préférence, chacune des pupilles a une dimension juste nécessaire pour assurer cette fonction. Cela permet notamment de rendre le viseur plus compact. Par conséquent, de préférence, aucune des pupilles n'est comprise dans l'autre.

- [0061] Le premier axe optique A1 et le deuxième axe optique A2 sont sécants. Ils convergent en un point de convergence C formant le centre de la surface sphérique S. Ainsi, lorsque l'utilisateur occupe la position d'utilisation du viseur, le point de convergence C est situé à l'intérieur de l'œil. Avantageusement, le point de convergence C correspond au centre de rotation de l'œil, ou dans une zone centrale de l'œil de l'utilisateur. Par zone centrale, on entend une zone s'étendant à moins de 5 mm du centre de rotation de l'œil. Le recours à deux axes optiques sécants permet d'afficher deux images différentes, sans superposition de l'une sur l'autre. Les images I1 et I2 sont de préférence suffisamment rapprochées pour faciliter leur comparaison. L'invention permet d'éviter que les deux images soient superposées afin d'éviter un effet de masquage d'une image par l'autre image.
- [0062] La position d'utilisation du viseur est ainsi définie par le point de convergence des deux axes optiques. Elle correspond à la position selon laquelle l'œil E peut observer séquentiellement les deux images, par une simple rotation.
- [0063] Ainsi, lorsqu'il occupe la position d'utilisation, par une simple rotation de son œil, l'utilisateur visualise la première image I1, ou la deuxième image I2, en étant disposé respectivement face à la première pupille de sortie PS1 ou face à la deuxième pupille de sortie PS2. Compte tenu de la disposition des pupilles de sortie, l'utilisateur peut observer successivement la première image et la deuxième image sans déplacement de l'œil E par rapport au viseur, mise à part une simple rotation. Sur la [Fig.1A], on a représenté, l'iris IR1, IR2 et la pupille P1, P2 respectivement selon une position centrée autour du premier axe optique A1, face à la première pupille de sortie PS1, et selon une position centrée autour du deuxième axe optique A2, face à la deuxième pupille de sortie PS2. Lorsque le viseur est utilisé, l'œil est disposé dans la position d'utilisation, la pupille de l'œil étant disposée à 25 mm, à une tolérance près, par exemple ± 5 mm, du point de convergence des deux axes optiques.
- [0064] Le premier axe optique A1 et le deuxième axe optique A2 sont inclinés l'un par rapport à l'autre selon un angle d'inclinaison θ . Dans cet exemple, le premier axe optique et le deuxième axe optique sont coplanaires et appartiennent à un même plan vertical. L'angle d'inclinaison θ correspond au décalage angulaire de la première pupille de sortie et de la deuxième pupille de sortie.

- [0065] D'une façon plus générale, chaque image projetée par le viseur, sur l'œil, s'étend, parallèlement à un axe longitudinal X, selon une largeur et parallèlement à un axe latéral Y, selon une hauteur. La première image I1 s'étend selon une largeur l_1 et une hauteur h_1 . La deuxième image I2 s'étend selon une largeur l_2 et une hauteur h_2 . Il est préférable que la première et la deuxième image soient alignées soit selon l'axe latéral Y, ce qui est représenté sur la [Fig.1B], soit selon l'axe longitudinal X, comme représenté sur la [Fig.1C]. Les images I1 et I2 ont de préférence la même taille, ou sensiblement la même taille. Par sensiblement la même taille, on entend la même largeur ou la même hauteur à 10% ou 20% près. Le fait que les images soient de même taille facilite leur comparaison.
- [0066] La configuration représentée sur la [Fig.1B] est préférée, en particulier lorsque les images acquises sont de format « paysage », c'est-à-dire plus longue que haute, ce qui est le cas le plus fréquent. Une telle configuration minimise le déplacement angulaire de l'œil pour observer successivement chaque image.
- [0067] L'axe central Δ correspond à l'orientation de l'œil lorsque l'utilisateur regarde droit devant lui. Dans la configuration de la [Fig.1B], il est préférable que le premier axe optique A1 soit confondu avec l'axe central de l'œil et que le deuxième axe optique A2 soit tel que la deuxième image soit affichée en dessous de la première image. De préférence, le premier axe optique et le deuxième axe optique sont coplanaires. De préférence, le plan comportant les premiers et deuxième axe optiques est vertical. Dans ce plan, le deuxième axe optique est situé en-dessous du premier axe optique. Un tel agencement des images limite la fatigue de l'œil. En effet, les muscles oculaires sont plus sollicités lorsque l'œil effectue une rotation en dessus de l'axe central. Il est donc préférable de limiter les rotations au-dessus de cet axe.
- [0068] La [Fig.1D] schématise:
- [0069] – un premier système optique 10, configuré pour propager la première image I1 jusqu'à l'œil E, la première image se propageant à travers la pupille de sortie PS1, selon le premier axe A1.
 - un deuxième système optique 20, configuré pour propager la deuxième image I2 jusqu'à l'œil, E, la deuxième image se propageant à travers la pupille de sortie PS2, selon le deuxième axe A2.
- [0070] Le terme système optique désigne un ensemble d'éléments optiques, réfractifs et/ou réfléchissants, permettant de modifier la trajectoire de rayons lumineux. Les premiers et deuxième systèmes optiques définissent chacun une voie optique.
- [0071] Sur la [Fig.1D], on a également schématisé des grandeurs à considérer pour le dimensionnement de chaque système optique. Chaque système optique s'étend jusqu'à une extrémité de sortie, qui correspond à l'extrémité du système optique la plus proche de l'œil. L'extrémité de sortie de chaque système optique est formée par un dioptré de

sortie. Ainsi, l'extrémité de sortie du premier et du deuxième système optique est respectivement formée par un premier dioptré de sortie 15 et un deuxième dioptré de sortie 25. Il est préférable que les dioptrés de sortie 15 et 25 aient un effet convergent, ce qui permet de gagner en compacité.

[0072] Une grandeur à considérer est le dégagement oculaire ER, usuellement désigné par le terme « Eye Relief ». Sur chaque système optique, le dégagement oculaire correspond à la distance entre le dioptré de sortie et l'œil en position optimale d'utilisation. Il est usuel de prendre en compte un dégagement oculaire supérieur ou égal à 15 mm. Ainsi, le premier dioptré de sortie 15 et le deuxième dioptré de sortie 25 sont centrés sur le premier axe et sur le deuxième axe et sont respectivement disposés, à des distances ER1 et ER2 supérieures à 15 mm de la surface sphérique S à laquelle les pupilles de sortie PS1 et PS2 sont tangentes. Il est préférable de considérer $ER1 = ER2 = ER$.

[0073] Sur la figure 1D, on a représenté l'angle α délimitant le champ de vue selon l'axe latéral Y de chaque image. Le diamètre $\Phi1$ du premier dioptré de sortie 15 peut être défini selon l'expression :

$$[0074] \quad \frac{\Phi1}{2} = \frac{\Phi_{PS1}}{2} + ER \tan(\alpha) \quad (1)$$

[0075] Le diamètre $\Phi2$ du deuxième dioptré de sortie 25 est obtenu selon l'expression :

$$[0076] \quad \frac{\Phi2}{2} = \frac{\Phi_{PS2}}{2} + ER \tan(\alpha) \quad (1')$$

[0077] Φ_{PS1} et Φ_{PS2} sont respectivement le diamètre des pupilles de sortie PS1 et PS2.

[0078] Les valeurs typiques de $\phi1$ et de $\phi2$ peuvent par exemple être comprises entre 5 mm (en prenant en compte $\Phi_{PS1} = \Phi_{PS2} = 4$ mm ; $ER1 = ER2 = 15$ mm, $\alpha = 10^\circ$) et 25 mm (en prenant en compte $\Phi_{PS1} = \Phi_{PS2} = 12$ mm ; $ER1 = ER2 = 22$ mm, $\alpha = 41^\circ$).

[0079] De préférence, $\Phi_{PS1} = \Phi_{PS2}$, les valeurs de Φ_{PS1} et Φ_{PS1} étant typiquement comprises entre 2 mm et 18 mm.

[0080] L'angle de rotation de l'œil correspond à l'angle parcouru par l'œil pour passer d'une position centrée sur le premier axe optique A1 à une position centrée sur le deuxième axe optique A2 et réciproquement. L'angle de rotation peut être calculé selon l'expression :

$$[0081] \quad = 2 \operatorname{Atan} \left(\frac{\frac{\Phi}{2}}{ER + r} \right) \quad (2)$$

[0082] où r désigne le rayon oculaire et $\Phi = \Phi1 = \Phi2$

[0083] Le rayon oculaire r est considéré égal à 12.5 mm, ce qui correspond à un diamètre oculaire de 25 mm.

[0084] L'angle de rotation est de préférence inférieur à 40° , la valeur de 40° constituant une limite biologique pour l'œil humain. En prenant en compte la valeur haute de 25 mm pour Φ , obtenue en prenant en compte $ER = 22$ mm et $\Phi_{PS1} = \Phi_{PS2} = 12$ mm, et $\alpha =$

41° on obtient $= 72^\circ$. Une telle valeur d'angle de rotation est excessive. Afin de limiter l'angle de rotation à 40° , le dispositif doit être dimensionné en prenant en compte les conditions suivantes :

- [0085] – α compris entre 10° et 22° ;
- ER compris entre 15 mm et 25 mm ;
- Φ_{PS1} et Φ_{PS2} compris entre 4 et 18 mm.

[0086] La [Fig.2A] schématise un mode de réalisation selon lequel le premier système optique 10 est configuré pour projeter une image formée à partir de rayons lumineux émis par une scène observée par l'objectif d'observation 7 du dispositif d'observation 2. Selon ce mode de réalisation, le dispositif d'observation comporte un objectif d'observation 7 couplé à un capteur d'image 9, par exemple un capteur CMOS. L'objectif d'observation 7 et le capteur d'image 9 sont centrés par rapport à un axe optique d'observation AO, qui constitue l'axe optique du dispositif d'observation 2. Le capteur d'image 9 définit un plan de détection, dans lequel une image d'observation de la scène observée est formée. L'axe optique d'observation AO est perpendiculaire au plan de détection.

[0087] D'une façon générale, le premier système optique 10 est configuré pour projeter une première image I1, formée par un moyen de formation d'image, vers l'œil. Les rayons lumineux formant la première image atteignent l'œil en se propageant autour du premier axe A1. La première image I1 est représentative de la scène observée. Elle peut être formée à partir de rayons lumineux incidents au capteur d'image 9. Ainsi, la première image I1 est indépendante de réglages du capteur d'image.

[0088] Dans le mode de réalisation représenté sur la [Fig.2A], le viseur 1 comporte un séparateur 8, par exemple une lame semi-réfléchissante ou une lame dichroïque, configurée pour réfléchir une partie des rayons s'étant propagés à travers l'objectif d'observation 7. Le séparateur 8 est disposé entre l'objectif d'observation 7 et le capteur d'image 9. Le séparateur agit en tant que moyen de formation d'image à l'égard du premier système optique 10. L'image réfléchi par le séparateur 8 est une première image I1, représentative de la scène observée. Le premier système optique 10 est agencé pour projeter la première image I1 sur l'œil, selon le premier axe optique A1. De préférence le premier axe optique A1 est parallèle à l'axe optique d'observation AO.

[0089] Le premier système optique 10 comporte un prisme 12, typiquement de type pentaprisme, configuré pour orienter la propagation des rayons lumineux, formant la première image, parallèlement à l'axe optique d'observation AO, de façon que ces derniers atteignent l'œil en se propageant selon l'axe A1 parallèle à l'axe optique d'observation AO. Le système optique 10 peut comporter un ou plusieurs dioptrés de mise en forme 13 ainsi que le dioptré de sortie 15 précédemment décrit.

- [0090] Selon ce mode de réalisation, le viseur 1 agit en tant que viseur passif, ou viseur direct : les rayons se propageant à travers le premier système optique proviennent de la scène observée, selon une configuration « reflex ». Selon ce mode de réalisation, le moyen de formation de la première image I1 est le séparateur 8 disposé transversalement à l'axe optique d'observation AO.
- [0091] Le premier mode de réalisation convient à une application dans laquelle la première image, résultant du séparateur 8, est une image acquise dans une bande spectrale différente de l'image acquise par le capteur d'image 9. Par exemple, la première image est formée dans une bande spectrale de fluorescence tandis que l'image acquise par le capteur d'image est une image, dans tout le spectre visible, de la scène observée. Dans ce cas, le séparateur 8 peut être une lame dichroïque.
- [0092] Le premier mode de réalisation convient à une application dans laquelle la première image et l'image acquise par le capteur d'image sont formées dans la même bande spectrale, mais avec des grossissements différents. Dans ce cas, le séparateur est une lame semi-réfléchissante. Un système optique auxiliaire 7' peut être disposé entre le séparateur 8 et le capteur d'image 9. Le capteur d'image 9 acquiert une image dont le grossissement est supérieur au grossissement de la première image. De façon alternative, le premier système optique 10 applique un grossissement supplémentaire à l'image réfléchie par le séparateur. Un tel mode de réalisation convient à une application en microscopie en permettant une observation de deux images d'une même scène avec des grossissements différents.
- [0093] Selon un deuxième mode de réalisation, représenté sur la [Fig.2B], le viseur agit également en tant que viseur passif. Les rayons transportés par le premier système optique 10 proviennent de la scène observée. Le premier système optique peut comporter un objectif auxiliaire 17, différent de l'objectif principal 7, dont l'axe optique est parallèle avec l'axe optique d'observation AO. Le premier système optique 10 peut comporter une ou plusieurs lentilles de mise en forme 13. Selon ce mode de réalisation, le moyen de formation de la première image I1 est l'objectif auxiliaire 17. La distance entre le premier axe optique A1 et l'axe optique d'observation AO est minimisée afin de réduire la parallaxe.
- [0094] Selon un troisième mode de réalisation, représenté sur la [Fig.2C], le séparateur 8 est relié à un capteur d'image auxiliaire 9'. Le capteur d'image auxiliaire 9' est relié à un écran auxiliaire 11, ce dernier agissant en tant qu'afficheur de la première image I1. Le système optique 10 est configuré pour projeter la première image I1 sur l'œil, selon le premier axe A1, ce dernier étant de préférence parallèle à l'axe optique AO. Le système optique 10 comporte une ou plusieurs dioptries de mise en forme 13 ainsi que le dioptre de sortie 15.
- [0095] La [Fig.3] montre la deuxième voie optique, destinée à former et à projeter une

deuxième image I2 à l'aide du deuxième système optique 20. La deuxième voie optique comporte un écran dit écran secondaire 21, relié au capteur d'image 9. L'écran secondaire affiche une deuxième image I2, qui correspond soit à l'image acquise par le capteur d'image 9, éventuellement après application d'opération de traitement d'image, soit à des informations concernant le système d'observation ou son environnement y compris des paramètres ou résultats du traitement d'image issu du capteur d'image 9, soit une combinaison des deux. Les informations sont par exemple stockées dans une unité de commande du dispositif d'observation, reliée au capteur d'image 9. Le deuxième système optique 20 transporte la deuxième image I2, affichée par l'écran secondaire 21, de façon que la deuxième image soit projetée sur l'œil parallèlement au deuxième axe A2. La deuxième optique comporte un ou plusieurs dioptrés 23, permettant une mise en forme de l'image, ainsi que le deuxième dioptré de sortie 25 préalablement décrit.

[0096] Lorsque la première image I1 est formée tel que décrit en lien avec l'une des figures 2A à 2C, et que la deuxième image I2 est formée comme décrit en lien avec la [Fig.3], l'utilisateur de l'appareil photographique 2 peut observer dans le viseur 1, deux images juxtaposées : la première image I1 est représentative de la scène observée, indépendamment des réglages du capteur d'image 9. La deuxième image I2 est représentative de l'image acquise par le capteur d'image 9, et d'éventuels traitements numériques appliqués à l'image. L'utilisateur peut ainsi comparer les deux images, qui ont la même taille, ce qui lui permet de visualiser l'effet de réglages du capteur d'image 9 ou de traitements numériques appliqués sur l'image acquise par le capteur d'image.

[0097] Selon une variante, représentée sur la [Fig.4A], compatible avec les configurations décrites en lien avec les figures 2A à 2C, le premier système optique est couplé à une troisième voie optique, permettant une superposition sur l'image de la première voie optique d'une troisième image I3. La troisième image comprend des informations concernant le système d'observations ou son environnement y compris des paramètres ou résultats du traitement d'image issu du capteur d'image 9. Les paramètres de réglage peuvent être, par exemple, la durée d'exposition, l'ouverture, la balance des blancs... Il peut également s'agir d'éléments visuels relatifs à l'image acquise par le capteur d'image 9, par exemple l'indication de zones surexposées ou sous-exposées. Il peut également s'agir d'informations contextuelles, par exemple la date ou l'heure ou le lieu. Les informations sont par exemple stockées dans une unité de commande du dispositif d'observation, reliée au capteur d'image 9.

[0098] La troisième image est superposée sur la première image I1, selon les principes de la réalité augmentée. Le viseur comporte un écran d'affichage 31, configuré pour afficher la troisième image I3. La troisième image I3 est propagée par un troisième système

optique 30 jusqu'à un combineur 35, agencé pour propager la troisième image, jusqu'à l'œil, parallèlement au premier axe A1. La troisième image I3 est ainsi projetée sur l'œil en se superposant à la première image I1. Cf. [Fig.4B].

[0099] La troisième voie optique, schématisée sur la [Fig.4A], peut être combinée avec la configuration représentée sur les figures 2A à 2C, ou avec la deuxième voie optique, comme représenté sur la [Fig.5]. Dans ce dernier cas, le viseur permet de projeter la troisième image I3 superposée à la deuxième image I2, selon les principes de la réalité augmentée.

[0100] Un aspect à prendre en compte est la focalisation des images projetées. Afin que l'utilisateur n'ait pas à accommoder sa vision, la première image I1 et la deuxième image I2, et éventuellement la troisième image I3, doivent être affichées dans la profondeur de champ de l'œil. Par profondeur de champ de l'œil, on entend la variation de distance pouvant être tolérée sans entraîner de manque significatif de netteté. Ceci se traduit par la contrainte suivante sur les systèmes optiques : les distances d_1 , d_2 et d_3 , définies respectivement entre les pupilles PS1, PS2 et PS3 (qui est égale à PS1 par construction selon la configuration de la [Fig.4A]) et les images I1, I2 et I3 vues à travers leurs voies optiques respectives, exprimées en dioptries (1/m), ne doivent pas s'écarter de 0,25 dioptries l'une de l'autre. Soit :

[0101] $\left| \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right| \leq 0.25$

[0102] $\left| \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_3} \right| \leq 0.25$

[0103] $\left| \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_3} \right| \leq 0.25$

[0104] Le viseur est destiné à être intégré dans un dispositif d'observation 2, par exemple un appareil photographique ou une lunette. L'encombrement du viseur doit permettre une telle intégration. On suppose que les paramètres Eye Relief ER et le diamètre de chaque pupille de sortie sont identiques pour chaque voie optique. Le volume du viseur est limité par les dioptries de sortie 15 et 25, dont le diamètre Φ est défini dans (1). Sur la [Fig.6], on a représenté un agencement, selon lequel le premier et le deuxième système optique s'étendent, dans un plan passant par chaque axe optique, dans deux parallélépipèdes respectifs au contact l'un de l'autre, d'épaisseurs respectives e1 et e2. Les épaisseurs e1 et e2 sont reliées par l'expression :

[0105] $e1 = e2 \cos(\theta) \quad (4)$

[0106] L'épaisseur totale e est telle que $e = e1 + \phi \sin(\theta)$.

[0107] Le dimensionnement du viseur peut être réalisé en prenant en compte les paramètres suivants, le premier système optique étant tel que décrit en lien avec la [Fig.2B].

[0108] Pour chaque système optique :

[0109] – ER = 18 mm ;

- $\Phi_{PS1} = \Phi_{PS2} = 12 \text{ mm}$
- Champ angulaire : $21^\circ \times 17^\circ$ (format paysage) ;
- Distance de projection de l'image virtuelle : 4000.
- Grossissement du premier système optique : 1
- Dimension de l'écran secondaire 21 et de l'écran 31 d'affichage des paramètres : $12,1 \text{ mm} \times 9,7 \text{ mm}$.

[0110] Compte tenu de ces valeurs, les inventeurs considèrent que l'épaisseur e_1 peut être comprise entre 4 mm et 55 mm, l'épaisseur e_2 peut être comprise entre 4 et 70 mm, et l'épaisseur totale e peut être comprise entre 7 et 85 mm, ce qui est intégrable dans un dispositif de type appareil photographique.

[0111] Les figures 7A, 7B et 7C représentent respectivement des schémas de conception de troisième système optique, premier système optique et deuxième système optique. Selon ces schémas de conception, les épaisseurs e_1 , e_2 et e sont respectivement égales à 34 mm, 28 mm, 34 mm

[0112] Les tableaux ci-dessous décrivent les principales caractéristiques des dioptries, selon la nomenclature décrite dans Herbert Gross, Handbook of optical systems, volume 4 « Survey of optical instruments », Chapitre 37.15 Eyepiece design Data. Pour chaque surface, le matériau et l'épaisseur correspondent à l'espace entre ladite surface et la surface de rang suivant.

[0113] [Tableaux1]

Surface (rang)	matériau	Rayon (mm)	Epaisseur (mm)	Excentricité « conic »
S1	air	infini	18	
S2	N-BK7	148.64	4	-57.26
S3	air	-37.02	10	-1.13
S4	miroir	infini	0	
S5	S-BSM25	-34.86	-5	
S6	air	362.5	-1	
S7	SF2	-14.18	-5	
S8	air	-9.69	0	

[0114] Tableau 1

[0115] Dans le tableau 1, S1 correspond à la première pupille de sortie. Le miroir est incliné à 45° .

[0116] [Tableaux2]

Surface (rang)	matériau	Rayon (mm)	Epaisseur (mm)	Excentricité « conic »
S10 (doublet)	N-BK7	13.02	-4	-3.17
S11	SF2	-19.47	-4	-5.85
S12	air	-129.11	-12	176.15

[0117] Tableau 2

[0118] [Tableaux3]

Surface (rang)	matériau	Rayon (mm)	Epaisseur (mm)	Excentricité « conic »
S13	S-LAH58	68.55	6.09	-5.03
S14	air	-40.25	0.18	-4.56
S15	N-BAK1	15.31	6.17	1.07
S16	S-TIH53	-50.90	6.07	17.08
S17	air	19.92	9.57	6.57
S18	air	infini	0.0	0.0

[0119] Tableau 3

[0120] Dans le tableau 3, S18 correspond à l'écran formant la deuxième image.

[0121] Le dispositif d'observation 2 peut être différent d'un appareil photographique. Il peut par exemple s'agir d'une lunette, de type longue vue, comme représenté sur la [Fig.8]. La lunette comporte un objectif d'observation 7, permettant d'observer une scène. L'objectif d'observation fait office de moyen de formation d'une première image I1. La lunette comporte un premier système optique, configuré pour projeter l'image de la scène, formant une première image, vers l'œil. Selon ce mode de réalisation, le dispositif comporte un dispositif annexe 2', séparé du dispositif d'observation et pouvant être à distance de ce dernier. Le dispositif annexe comporte un capteur d'image déporté 27, relié à une unité de transmission 28. L'unité de transmission est configurée pour transmettre l'image acquise par le capteur d'image déporté 27 vers un écran 21. L'écran 21 affiche l'image acquise par le capteur d'image déporté 27, cette dernière étant propagée jusqu'à l'œil de l'utilisateur par un deuxième système optique 20, comme décrit en lien avec la [Fig.3].

[0122] Selon une possibilité, le dispositif annexe 2' est mobile par rapport au dispositif d'observation 2. Il est par exemple embarqué sur un véhicule, par exemple un drone. Le dispositif d'observation permet un suivi, à distance du drone, tout en visualisant

l'image acquise par le capteur d'image annexe embarqué sur le drone. Ainsi, la première image I1 correspond à une image montrant le drone, ce dernier constituant la scène observée par le dispositif d'observation 2. La deuxième image I2 correspond à l'image vue par le capteur d'image embarqué sur le drone. A l'aide du viseur 1, l'utilisateur peut, tout en restant collé au viseur, visualiser les deux images par une simple rotation de l'œil. Il peut ainsi effectuer une commande du drone, en fonction de la deuxième image, et en surveillant la position du drone sur la première image.

[0123] La première image ou la deuxième image peuvent comporter des informations concernant le viseur ou le dispositif, par exemple des paramètres de réglage.

[0124] Le viseur précédemment décrit permet d'observer simultanément deux images. Il peut s'agir de deux images représentatives d'une même scène observée, par exemple :

- [0125] – une image d'une scène, formée à partir de la lumière émise par la scène, et une image de la scène telle que perçue par un capteur d'image ;
- deux images de la même scène avec deux grandissements différents ;
- deux images de la même scène, dans des bandes spectrales différentes ;
- deux images de deux scènes différentes.

[0126] Le viseur peut être intégré dans des dispositifs d'observations de type appareil photographique, caméra, microscope, lunette, longue-vue, microscope, arme, périscope, dispositif d'imagerie médicale.

Revendications

[Revendication 1] Viseur (1), destiné à être présenté face à un œil (E) d'un utilisateur d'un dispositif d'observation (3), le dispositif d'observation comportant un objectif d'observation (7), destiné à former une image d'une scène observée, le viseur comportant :

- un moyen de formation (7, 8, 11, 17) d'une première image (I1), représentative de la scène observée ;
- un premier système optique (10), couplé au moyen de formation de la première image, et agencé pour propager la première image vers une première pupille de sortie (PS₁), autour d'un premier axe optique (A1), les rayons lumineux formant la première image atteignant la première pupille de sortie en se propageant autour du premier axe optique ;

le viseur étant caractérisé en ce qu'il comporte :

- un écran secondaire (21), émettant une deuxième image (I2), différente de la première image ;
- un deuxième système optique (20), s'étendant entre l'écran (21) et une deuxième pupille de sortie (PS₂), autour d'un deuxième axe optique (A2), incliné par rapport au premier axe optique (A1), le deuxième système optique étant configuré pour propager la deuxième image vers la deuxième pupille de sortie (PS₂), les rayons lumineux formant la deuxième image atteignant la deuxième pupille de sortie en se propageant autour du deuxième axe optique (A2);

et en ce que :

- la première pupille de sortie et la deuxième pupille de sortie sont tangentes à une même surface sphérique, dont le diamètre est compris entre 1.5 cm et 3 cm, de façon que le diamètre de surface sphérique correspond au diamètre oculaire ;
- le premier axe optique et le deuxième axe optique convergent, vers un point de convergence (C), correspondant au centre de ladite surface sphérique, de façon que le point de convergence soit situé dans l'œil de l'utilisateur de telle sorte l'utilisateur, puisse visualiser

- la première image lorsque l'œil est orienté selon le premier axe optique (A1);
- la deuxième image lorsque l'œil est orienté selon le deuxième axe optique (A2).

[Revendication 2] Viseur selon la revendication 1, dans lequel le premier axe optique (A1) et le deuxième axe optique (A2) sont coplanaires et s'étendent de préférence dans un plan vertical ou horizontal.

[Revendication 3] Viseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :

- la première image (I1), et la deuxième image (I2) vues respectivement au niveau de la première et de la deuxième pupille de sortie, s'étendent :
 - autour d'un axe longitudinal (X), selon une largeur ($l1$, $l2$);
 - parallèlement à un axe latéral (Y), selon une hauteur ($h1$, $h2$);
- le deuxième axe (A2) et le premier axe (A1) s'étendent dans un plan parallèle à l'axe latéral (Y), de façon que la première image et la deuxième image sont juxtaposées en étant alignées l'une par rapport à l'autre parallèlement à l'axe latéral ;
- ou le deuxième axe et le premier axe s'étendent dans un plan parallèle à l'axe longitudinal (X), de façon que la première image et la deuxième image sont juxtaposées en étant alignées l'une par rapport à l'autre parallèlement à l'axe longitudinal.

[Revendication 4] Viseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier axe optique et le deuxième axe optique sont inclinés l'un par rapport à l'autre selon un angle d'inclinaison (θ) inférieur à 40° .

[Revendication 5] Viseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :

- l'objectif d'observation (7) forme l'image de la scène observée autour d'un axe optique d'observation (AO)
- le premier axe optique (A1) est parallèle à l'axe optique d'observation (AO).

- [Revendication 6] Viseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :
- le dispositif d'observation est un appareil de prise d'images, comportant un capteur d'image (9), le capteur d'image étant configuré pour acquérir l'image de la scène observée, formée par l'objectif d'observation (7) ;
 - l'écran secondaire (21) est relié au capteur d'image (9), de façon que la deuxième image est formée à partir de l'image acquise par le capteur d'image.
- [Revendication 7] Viseur selon la revendication 6, dans lequel ;
- le moyen de formation de la première image est un séparateur (8), agencé pour être disposé entre l'objectif d'observation (7) et le capteur d'image (9), le séparateur étant orienté de façon à renvoyer l'image de la scène observée, focalisée par l'objectif, vers le premier système optique (10) ;
 - le premier système optique (10) s'étend à partir du séparateur (8).
- [Revendication 8] Viseur selon la revendication 6, dans lequel :
- le moyen de formation de la première image (I1) est un objectif auxiliaire (17), différent de l'objectif d'observation, destiné à former une image de la scène observée;
 - le premier système optique (10) s'étend à partir de l'objectif auxiliaire (17).
- [Revendication 9] Viseur selon la revendication 6, dans lequel :
- le moyen de formation de la première image (I1) est un écran auxiliaire (11), destiné à présenter une image de la scène observée ;
 - le premier système optique (10) s'étend à partir de l'écran auxiliaire (11).
- [Revendication 10] Viseur selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans lequel l'appareil de prise d'images comporte une unité de commande du

capteur d'image (9), et dans lequel le viseur comporte :

- un écran d'affichage (31), relié à l'unité de commande et configuré pour afficher une troisième image (I3);
- un troisième système optique (30), configuré pour propager la troisième image vers le premier système optique.

[Revendication 11] Viseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier système optique (10) s'étend jusqu'à un premier dioptré de sortie (15), le premier dioptré de sortie étant positionné à une distance supérieure ou égale à 15 mm de la première pupille de sortie (PS1).

[Revendication 12] Viseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le deuxième système optique (20) s'étend jusqu'à un deuxième dioptré de sortie (25), le deuxième dioptré de sortie étant positionné à une distance supérieure ou égale à 15 mm de la deuxième pupille de sortie (PS2).

[Revendication 13] Viseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel

- le dispositif d'observation est grandissant, le premier système optique (10) étant confondu avec l'objectif d'observation (7);
- le capteur d'image est disposé sur un dispositif annexe (2'), séparé du dispositif d'observation ;
- l'écran secondaire (21) est configuré pour afficher une image acquise par le capteur d'image, éventuellement après application d'une opération de traitement d'image.

[Revendication 14] Dispositif d'observation (2), comportant un objectif d'observation (7), destiné à former une image d'une scène observée, autour d'un axe optique d'observation (AO), le dispositif d'observation comportant un viseur selon l'une quelconque des revendications précédentes.

[Revendication 15] Dispositif d'observation selon la revendication 14, le dispositif d'observation étant un appareil photographique comportant un capteur d'image (9), le capteur d'image étant configuré pour acquérir l'image de la scène observée, formée par l'objectif d'observation (7), le dispositif d'observation comportant un viseur selon l'une quelconque des revendications 6 à 12.

[Revendication 16] Dispositif d'observation selon la revendication 14, le dispositif

d'observation étant grandissant, le premier système optique (10) étant confondu avec l'objectif d'observation (AO), le dispositif d'observation comportant un viseur selon la revendication 13.

[Fig. 1A]

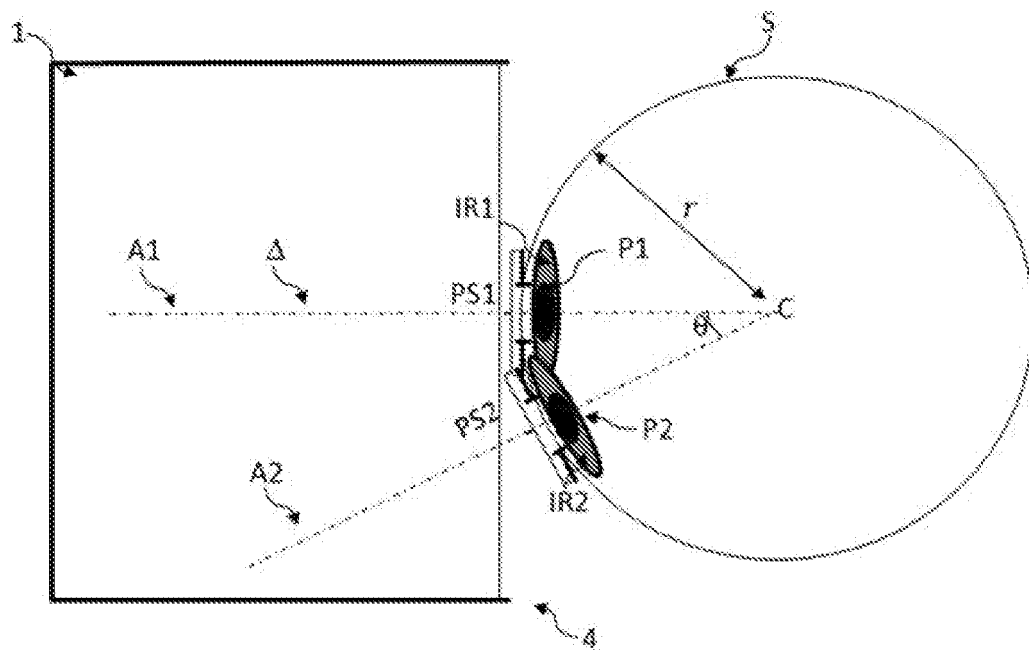


Fig. 1A

[Fig. 1B]

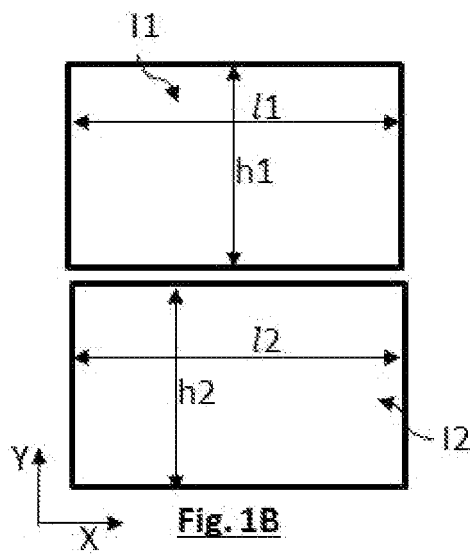


Fig. 1B

[Fig. 2A]

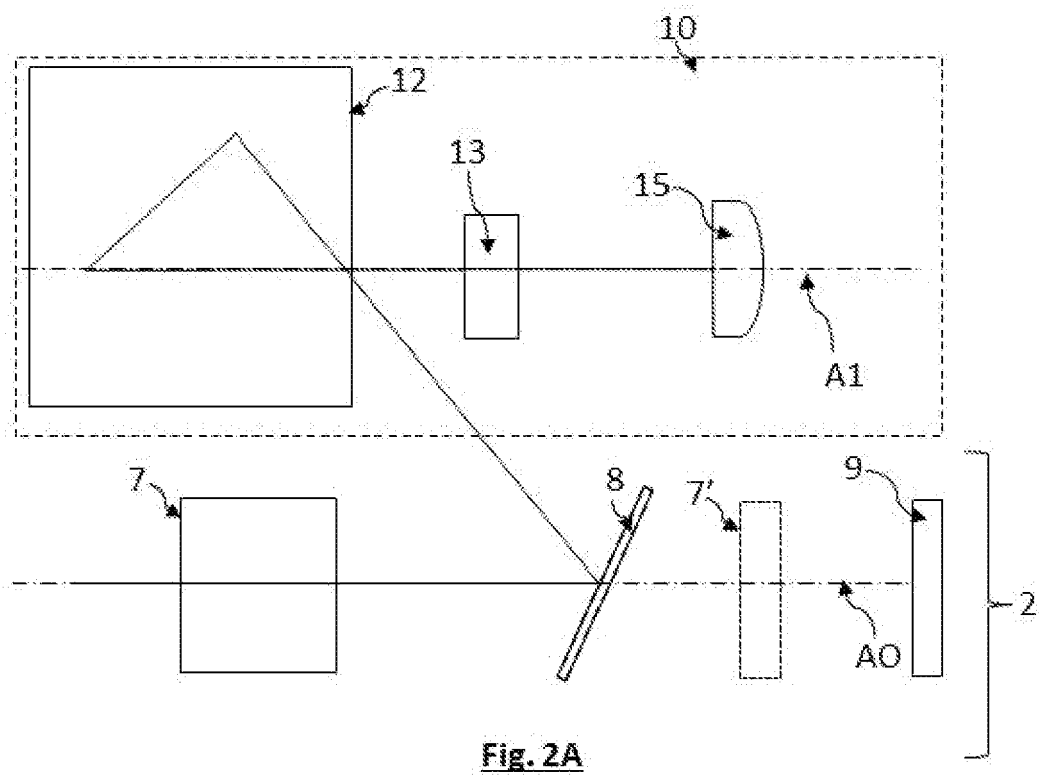


Fig. 2A

[Fig. 2B]

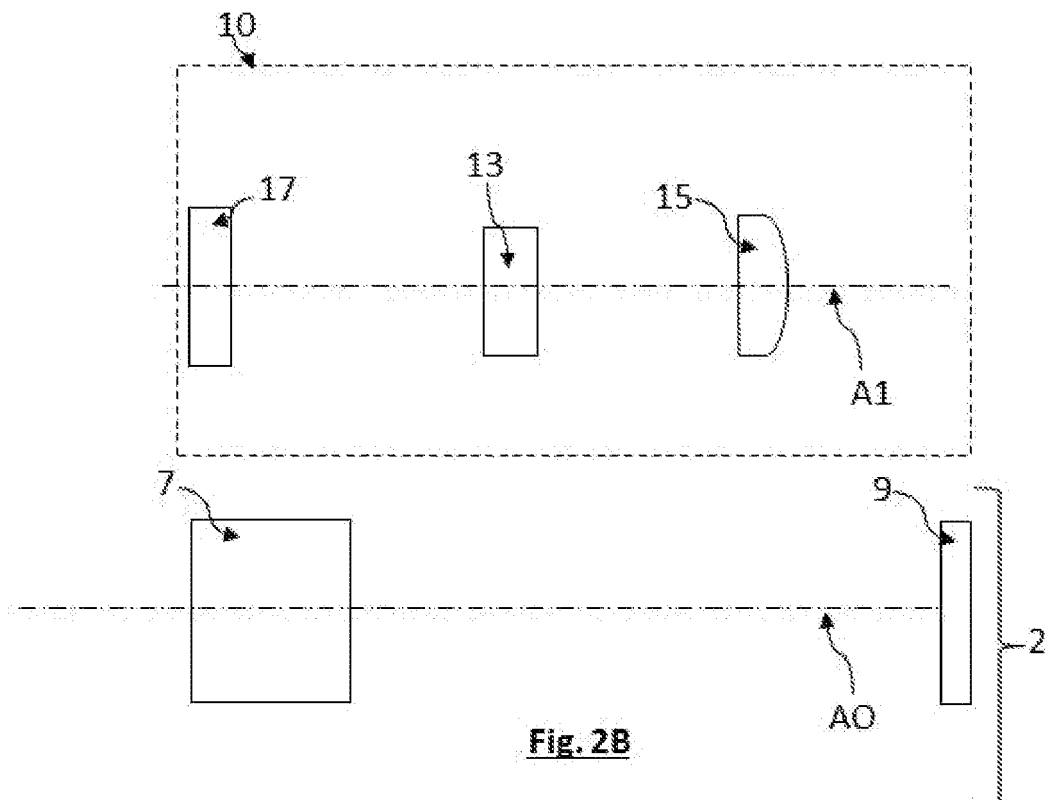
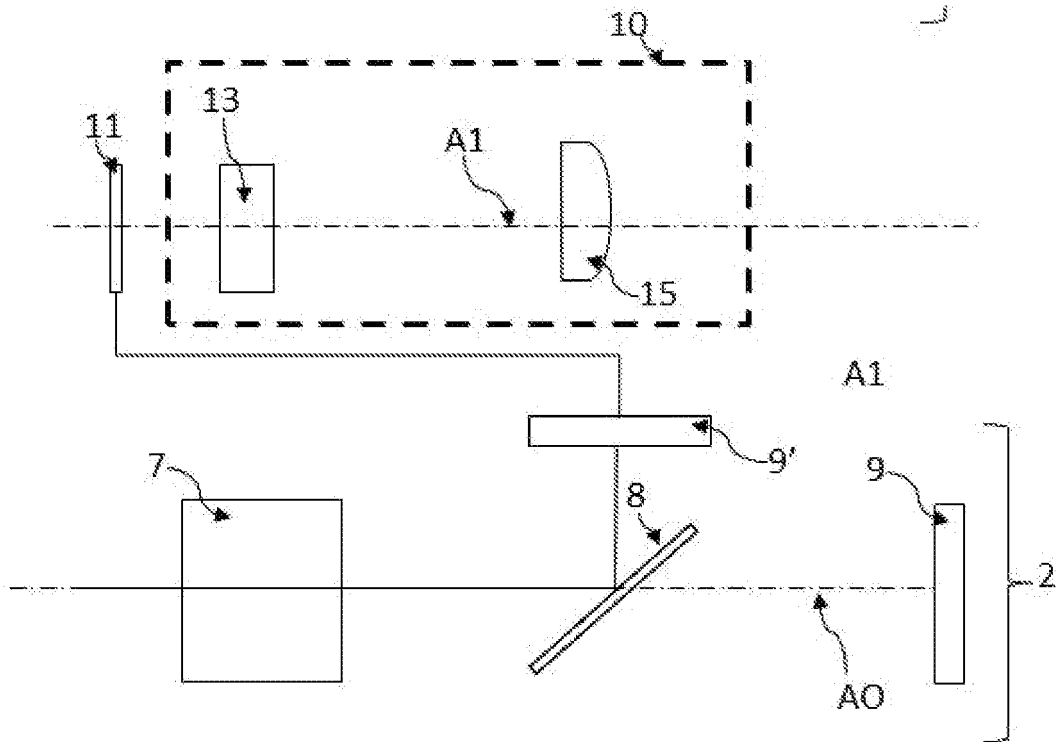
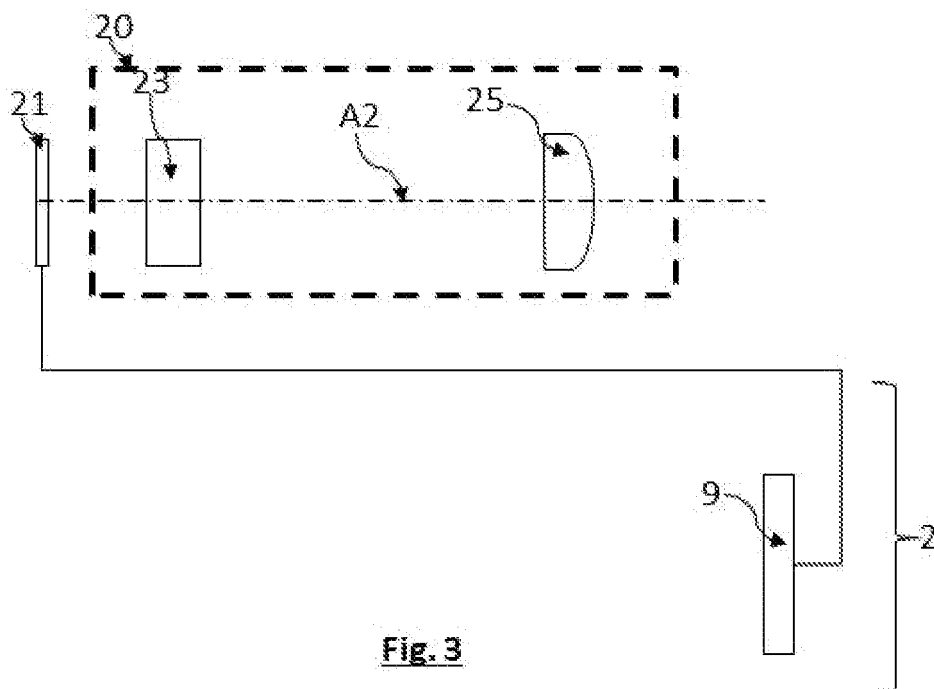


Fig. 2B

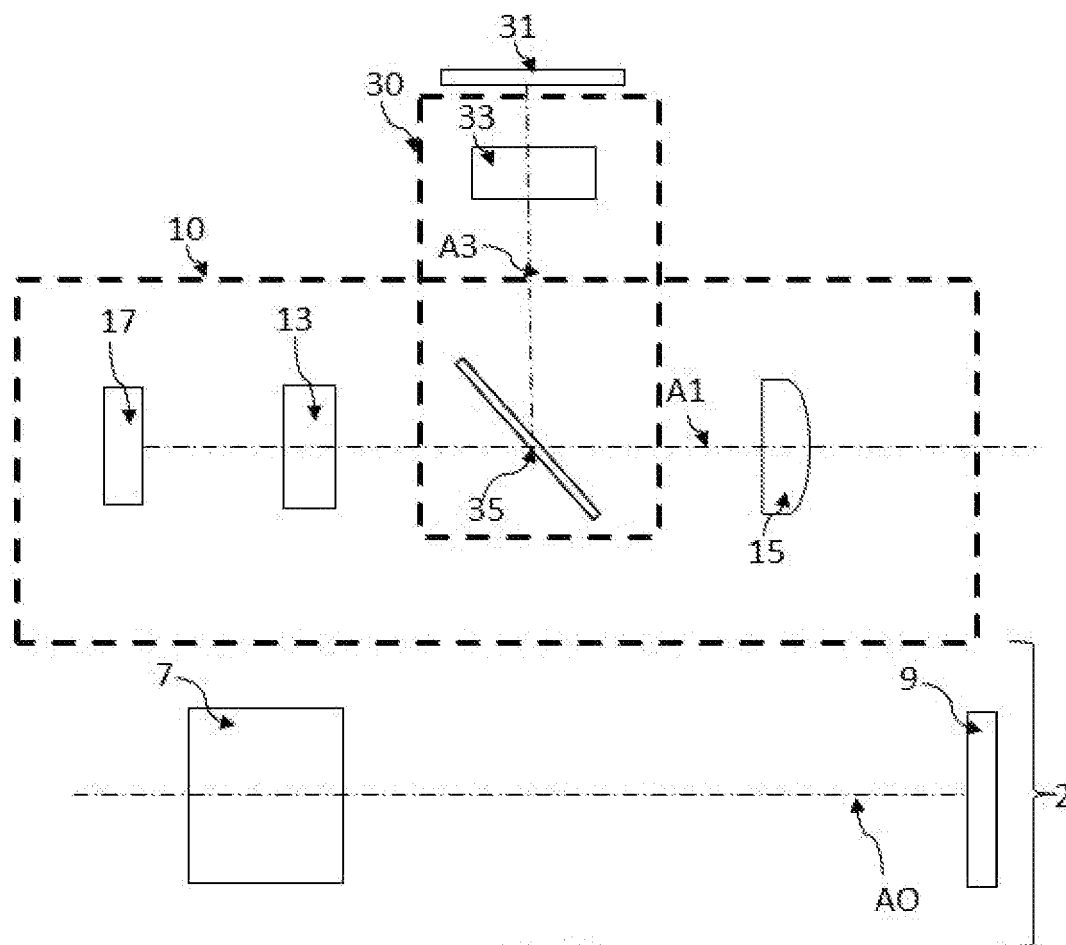
[Fig. 2C]

**Fig. 2C**

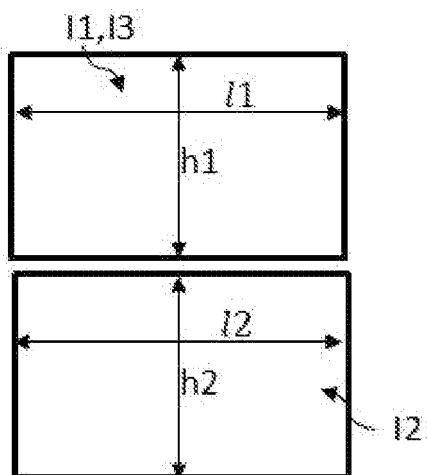
[Fig. 3]

**Fig. 3**

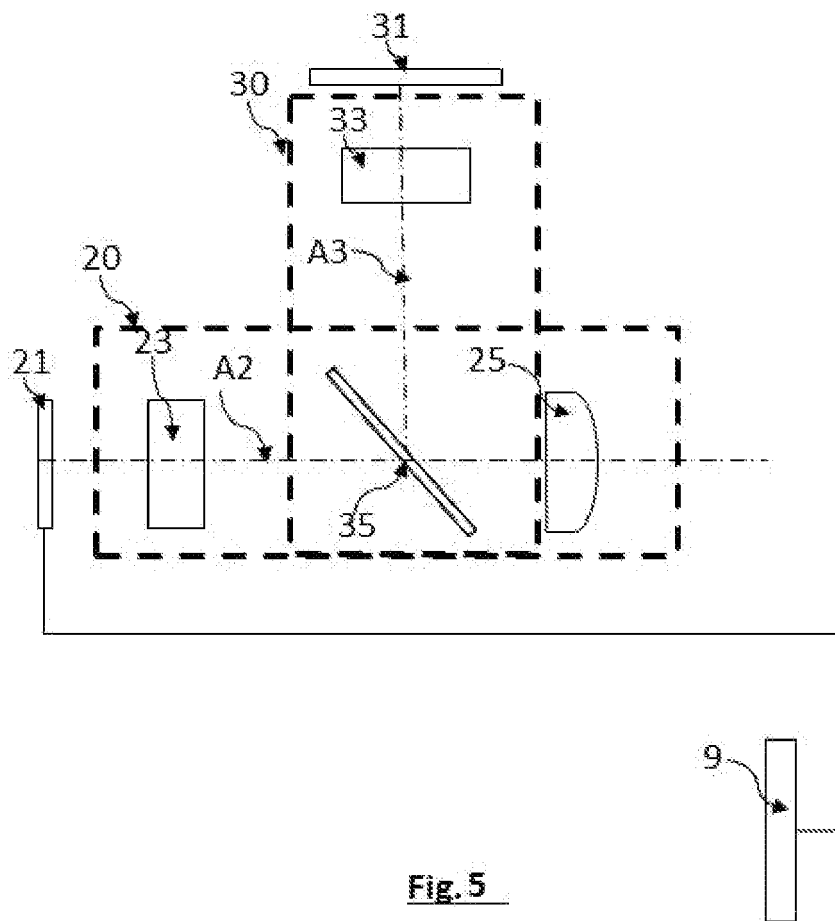
[Fig. 4A]

**Fig. 4A**

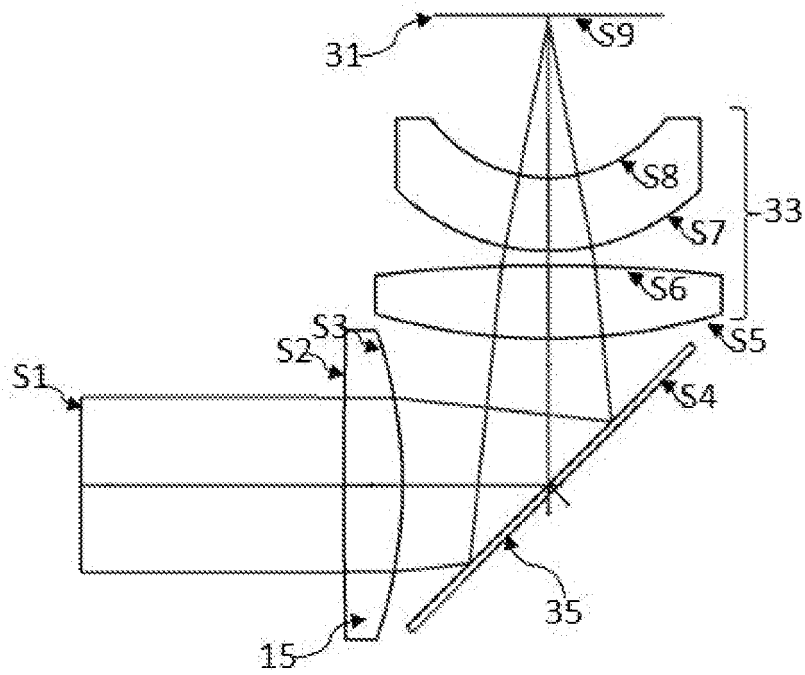
[Fig. 4B]

**Fig. 4B**

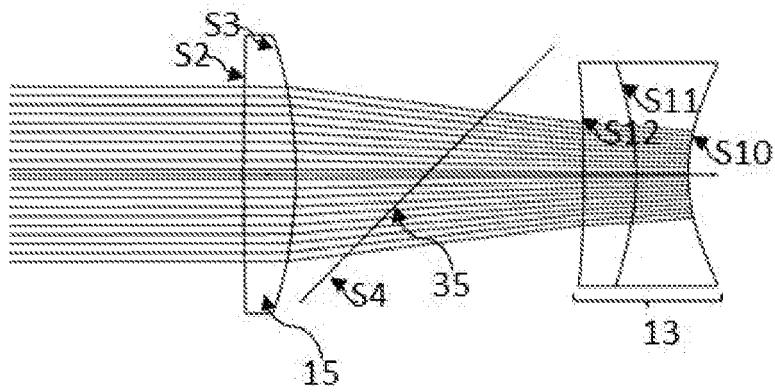
[Fig. 5]



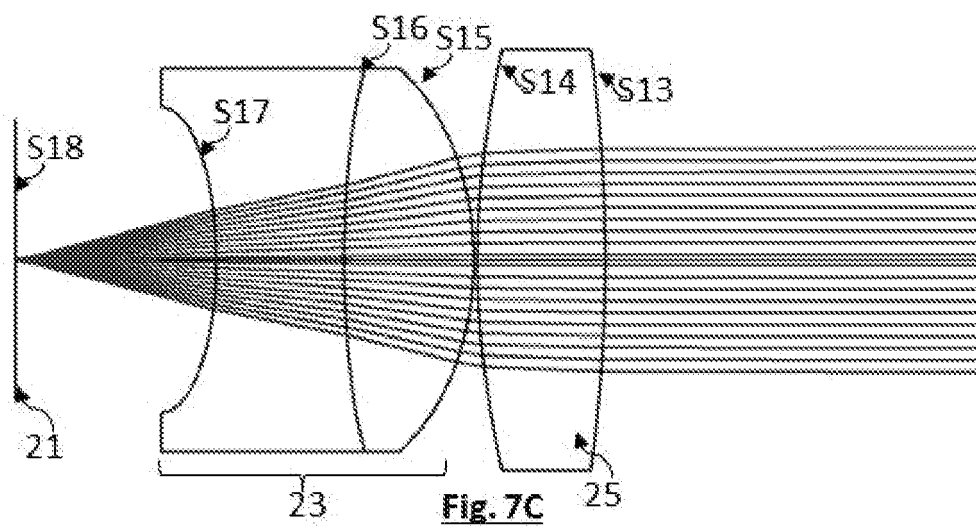
[Fig. 7A]

**Fig. 7A**

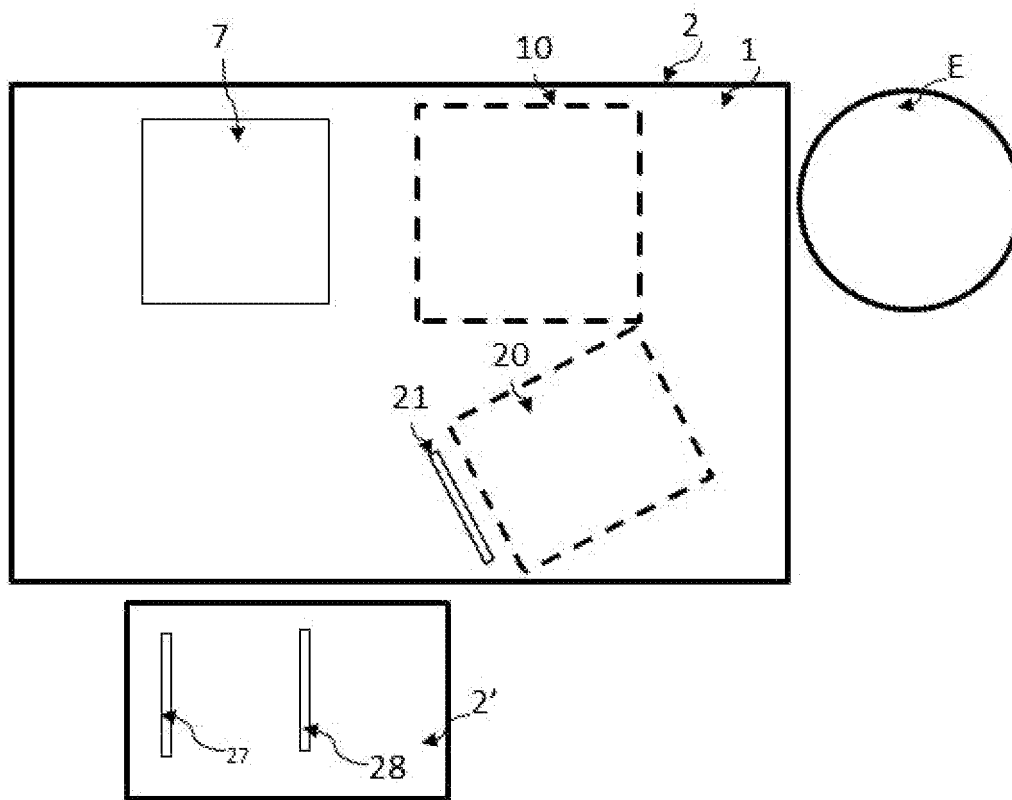
[Fig. 7B]

**Fig. 7B**

[Fig. 7C]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 903192
FR 2114531

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2003/123114 A1 (KASAI ICHIRO [JP]) 3 juillet 2003 (2003-07-03) * abrégé; figures 1-5 * -----	1-16	G03B13/02 G02B23/14 -----
A	FR 2 989 791 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 25 octobre 2013 (2013-10-25) * abrégé; figure 4 * -----	1-16	
A	US 2020/259985 A1 (TAKAHASHI KOSUKE [JP]) 13 août 2020 (2020-08-13) * abrégé; figure 3 * -----	1-6	
A	US 5 099 265 A (LEE SANG J [KR]) 24 mars 1992 (1992-03-24) * abrégé; figure 2 * -----	1-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G03B H04N G02B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 juillet 2022		Marot-Lassauzaie, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2114531 FA 903192**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-07-2022**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003123114 A1		03-07-2003	JP 3674341 B2	20-07-2005
			JP 2000122158 A	28-04-2000
			US 2003123114 A1	03-07-2003

FR 2989791 A1		25-10-2013	CA 2870922 A1	31-10-2013
			EP 2841982 A1	04-03-2015
			FR 2989791 A1	25-10-2013
			US 2015301334 A1	22-10-2015
			WO 2013160613 A1	31-10-2013

US 2020259985 A1		13-08-2020	JP 6867506 B2	28-04-2021
			JP WO2019087930 A1	17-12-2020
			US 2020259985 A1	13-08-2020
			WO 2019087930 A1	09-05-2019

US 5099265 A		24-03-1992	DE 4013592 A1	31-10-1990
			JP H0744656 B2	15-05-1995
			JP H02305074 A	18-12-1990
			KR 900019535 U	09-11-1990
			US 5099265 A	24-03-1992
