

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 31.05.16.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 01.12.17 Bulletin 17/48.

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) : PARROT DRONES Société par  
actions simplifiée — FR.

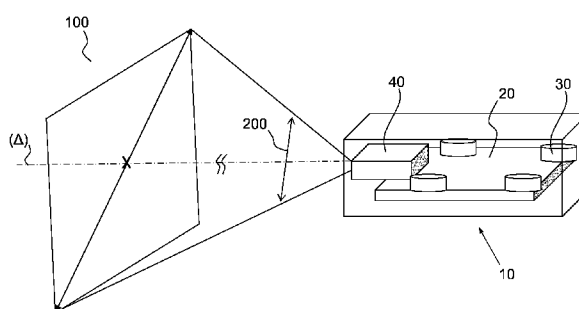
72 Inventeur(s) : SIMON ERIC.

73 Titulaire(s) : PARROT DRONES Société par actions  
simplifiée.

74 Mandataire(s) : LAVOIX.

54 DRONE ADAPTE A LA VISION D'UNE SCENE ELOIGNEE.

57 Selon un aspect, la présente description concerne un drone (10) adapté à la vision d'une scène éloignée, comprenant une plate-forme volante (20) et au moins une première caméra (40) mécaniquement solidaire de la plate-forme. La première caméra (40) comprend un capteur d'images avec une surface de détection, un système électro-optique pour la formation d'images de la scène sur la surface de détection du capteur d'images, apte à conférer à la caméra un champ de vue angulaire diagonal inférieur à 47°. Selon le premier aspect, le système électro-optique comprend au moins un premier groupe optique, fixe, comprenant une pluralité de dioptries optiques, un dispositif électro-optique à puissance optique variable apte à ajuster la mise au point de l'image sur la surface de détection et une unité de commande du dispositif électro-optique.



# DRONE ADAPTÉ A LA VISION D'UNE SCÈNE ÉLOIGNÉE

## ETAT DE L'ART

### Domaine technique

5 La présente description concerne des drones adaptés à la vision d'une scène éloignée, et plus particulièrement des drones légers, typiquement inférieurs à 25 kg. La présente description concerne aussi des procédés de formation d'images au moyen de tels drones.

### Etat de l'art

10 Les drones ou UAV (Unmanned Aerial Vehicle, en termes anglosaxons) sont des aéronefs inhabités, pilotés à distance et susceptibles d'effectuer des tâches spécifiques pendant leur vol.

Les drones, développés à l'origine pour des applications militaires, sont maintenant développés également à des fins civiles, par exemple pour des applications commerciales ou  
15 des applications de surveillance routière ou agricole. On connaît, par exemple, le drone Bebop® de la société Parrot® ou les drones S1000® et Phantom 4® de la société DJI®. Ces drones sont des drones dits légers, d'une masse typiquement inférieure à 25 Kg.

Les drones sont généralement équipés d'un moteur, ou de plusieurs rotors entraînés par des moteurs respectifs, d'une série de capteurs (accéléromètres, gyromètres, altimètre, etc.) et  
20 d'une caméra frontale destinée à capturer des images de la scène vers laquelle se dirige le drone. Une caméra de visée verticale peut être prévue également pour assurer la stabilisation du drone et/ou capturer des images du terrain survolé. La caméra frontale est généralement une caméra dite « à courte distance focale ». On appelle caméra à courte distance focale, une caméra munie d'un système optique dont la distance focale est généralement inférieure à 35  
25 mm équivalent 24 x 36, correspondant à peu près à un champ diagonal de 63°. Les caméras à courte distance focale permettent une prise d'images à grand angle de champ, c'est-à-dire dont le champ de l'image est plus large que le champ de vision d'un homme.

Il existe actuellement un besoin d'un drone équipé d'une caméra à angle de champ restreint permettant une prise d'images détaillées de la scène, c'est-à-dire d'images agrandies

par rapport à la vision humaine ou, au minimum, correspondant sensiblement à la vision humaine.

Il existe, sur le marché, des caméras classiques à angle de champ standard ou restreint. Toutefois, ces caméras peuvent difficilement être adaptées sur des drones légers. En effet, l'obtention d'une image agrandie nécessite l'utilisation d'une caméra à grande distance focale, c'est-à-dire dont la distance focale est supérieure à 50 mm équivalent 24 x 36, ce qui correspond environ à un champ diagonal de 47°. La profondeur de champ est généralement définie comme la zone de l'espace dans laquelle doit se trouver un élément de la scène pour que l'on puisse en obtenir une image que le système optique accepte comme nette. Elle est inversement proportionnelle au carré de la distance focale ; ainsi, la profondeur de champ d'une image à angle de champ restreint est courte, ce qui nécessite une mise au point très précise du système optique. Dans les caméras classiques, la mise au point, ou réglage de la focalisation, est réalisée au moyen de systèmes mécaniques de grande précision. Or, ces systèmes mécaniques sont sensibles aux vibrations, et sont par ailleurs trop lourds et trop encombrants pour des drones qui sont, de par leur conception, légers et soumis à des vibrations.

Un objet de la présente description consiste à proposer un drone adapté à la vision d'une scène éloignée, dont la caméra embarquée est compatible avec les contraintes d'un drone léger, à savoir une caméra présentant notamment une faible masse et une faible sensibilité aux vibrations, et qui assure par ailleurs une prise d'images détaillées avec une mise au point précise.

## RESUME DE L'INVENTION

Selon un premier aspect, la présente description concerne un drone adapté à la vision d'une scène éloignée, comprenant une plate-forme volante et au moins une première caméra mécaniquement solidaire de la plate-forme, dans lequel la première caméra comprend :

- un capteur d'images avec une surface de détection ;
- un système électro-optique pour la formation d'images de la scène sur la surface de détection du capteur d'images, le système électro-optique étant apte à conférer à la caméra un champ de vue angulaire diagonal inférieur à 47° et comprenant :
  - au moins un premier groupe optique, fixe, comprenant une pluralité de dioptries optiques;

- un dispositif électro-optique à puissance optique variable apte à ajuster la mise au point de l'image sur la surface de détection; et
- une unité de commande du dispositif électro-optique.

Un tel drone présente l'avantage de fournir des images agrandies d'une scène par rapport à la vision d'un être humain, ou correspondant sensiblement à la vision d'un être humain, avec une très bonne mise au point, ce qui permet à un utilisateur d'apprécier des détails de la scène qui ne seraient pas visibles dans une image grand angle.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le champ angulaire diagonal de la caméra inférieur à 32°, correspondant à une distance focale supérieure à 75 mm équivalent 24 x 36.

10 Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le champ angulaire diagonal de la caméra inférieur à 16°, correspondant à une distance focale supérieure à 150 mm équivalent 24 x 36.

Le dispositif électro-optique adapté à l'ajustement de la mise au point selon la présente description peut comprendre tout dispositif présentant une distance focale variable par commande électrique. Un tel dispositif présente l'avantage par rapport à un dispositif qui mettrait en œuvre un déplacement d'un élément optique pour l'ajustement de la mise au point, de ne pas être sensible aux vibrations.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le dispositif électro-optique à puissance optique variable comprend un dioptré optique déformable par commande électrique ; il peut s'agir par exemple d'un dispositif présentant une interface liquide – liquide déformable électriquement (par exemple une lentille liquide à électro-mouillage de type Varioptic®) ou il peut s'agir d'un dispositif présentant une membrane polymère déformable (voir par exemple les technologies Polight®, Wavelens®, Optotune®).

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le dispositif électro-optique à puissance optique variable comprend un dispositif à cristaux liquides (par exemple la technologie Lensvector®).

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le dispositif électro-optique à puissance optique variable est positionné en face avant du système électro-optique, la surface de détection étant positionné en face arrière dudit système électro-optique.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le système électro-optique comporte au moins deux groupes optiques, fixes, comprenant chacun une pluralité de dioptrés optiques, le dispositif électro-optique à puissance optique variable étant positionné entre deux desdits groupes optiques.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le drone comprend en outre un dispositif

de télémétrie apte à mesurer une distance entre la scène et le système électro-optique, connecté à l'unité de commande du dispositif électro-optique à puissance optique variable, de telle sorte à permettre une mise au point automatique de l'image en fonction de la distance mesurée.

5            Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le drone comprend un module d'analyse de la netteté de l'image, le module d'analyse de la netteté de l'image étant relié à l'unité de commande du dispositif électro-optique à puissance optique variable, de telle sorte à permettre une mise au point automatique de l'image en fonction de l'analyse de netteté.

10           Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la première caméra est montée pivotante autour d'au moins un axe de rotation lié à la plate-forme volante. Par exemple, la première caméra est rotative selon les trois axes de rotation.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le drone comprend en outre une deuxième caméra de distance focale différente de celle de la première caméra, adaptée pour une observation de la scène avec un champ différent de celui de la première caméra.

15           La présente description concerne également des procédés de formation d'images au moyen de drones selon le premier aspect.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le procédé d'images comprend en outre la mise au point automatique de l'image par variation de la puissance optique au moyen du dispositif électro-optique à puissance optique variable.

20           Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la mise au point automatique de l'image comprend :

- au moins une mesure d'une distance entre la première caméra et la scène au moyen d'un télémètre ;
- la détermination d'une valeur de tension électrique à appliquer au dispositif électro-optique à puissance optique variable en fonction de la distance mesurée ;
- la commande du dispositif électro-optique à puissance optique variable en fonction de la valeur de tension déterminée.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la mise au point automatique de l'image comprend :

- 30           - l'analyse de netteté d'au moins une image courante avec détermination d'un score de netteté,
- la comparaison du score de netteté de l'image courante avec un score de netteté d'au moins une image précédente,

- la modification de la valeur de tension électrique du dispositif électro-optique à puissance optique variable en fonction d'un résultat de la comparaison ainsi déterminé.

5

## BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, illustrée par les figures suivantes :

- FIG. 1, une vue schématique générale d'un exemple de drone selon la présente description ;
- 10 - FIGS. 2A et 2B, des schémas illustrant une caméra embarquée et un synoptique de la commande du dispositif électro-optique de la caméra, dans deux exemples de réalisation d'un drone selon la présente description ;
- FIGS. 3A et 3B, des exemples de réalisation d'un système électro-optique d'une caméra dans un drone selon la présente description ;
- 15 - FIGS. 4A, 4B, 4C et 4D, des exemples de réalisation d'un système électro-optique du type de la FIG. 3A, avec différentes positions du diaphragme d'ouverture;
- FIG. 5A, 5B, 5C, 5D différents exemple de réalisation d'un système électro-optique du drone, selon la FIG. 3B ;
- FIGS 6A, 6B, 6C et 6D des vues schématiques en perspective d'exemples
- 20 d'articulation d'une caméra dans un drone selon la présente description ;
- FIGS 7A et 7B, des diagrammes fonctionnels illustrant des exemples de mise au point automatique dans une caméra d'un drone selon la présente description ;
- FIG. 8, un exemple de drone selon la présente description avec une première et une deuxième caméra.

25

## DESCRIPTION DETAILLEE

Sur les figures, les éléments identiques sont repérés par les mêmes références. Pour des questions de lisibilité des figures, les échelles de taille entre éléments représentés ne sont pas respectées.

30

Un exemple de drone, schématisé par un parallélépipède référencé 10, est représenté sur

la FIG. 1. Le drone 10 peut être un quadricoptère, une aile volante ou tout autre drone léger destiné à la prise d'images. Le drone 10 comprend une plate-forme 20 et un ou plusieurs rotors 30 montés sur la plate-forme ou rattachés par liaisons rigides à la plate-forme. Le drone 10 est équipé d'une ou de plusieurs caméra(s) à visée horizontale et/ou verticale.

5 Sur la FIG. 1, par mesure de simplification, seule une caméra 40 est représentée ; dans cet exemple il s'agit d'une caméra à visée horizontale, appelée aussi caméra frontale. La caméra est adaptée à l'observation d'une scène 100 et est caractérisée par un champ de vue angulaire diagonal 200.

10 Les FIGS 2A et 2B représentent des exemples de caméras de drones selon la présente description.

Dans ces exemples, la caméra 40 comprend un système électro-optique (42, 43) et un capteur d'images 41, ou détecteur d'images, avec une surface de détection 410 de dimensions données. Le capteur d'images 41 peut être un capteur 1D ou 2D, par exemple de type CCD ou CMOS.

15 Le système électro-optique comprend au moins un premier groupe optique 43, comprenant une pluralité de dioptries optiques et un dispositif électro-optique à puissance optique variable, référencé 42, et appelé simplement par la suite « dispositif électro-optique ». Pour une surface de détection de dimensions données, le système électro-optique formé du ou des groupe(s) optique(s) et du dispositif électro-optique définit le champ angulaire diagonal  
20 de la caméra. On s'intéresse dans la présente description à un champ angulaire diagonal inférieur ou égal à  $47^\circ$ , ce qui correspond à une distance focale supérieure à 50 mm équivalent 24x36.

Dans les exemples illustrés sur les FIGS 2A et 2B, les signaux électriques générés par le capteur d'images 41 sont traités par une unité de traitement 44, ou ISP selon l'abréviation  
25 anglo-saxonne « Image System Processing », par exemple un microprocesseur. L'ISP peut être connectée à une unité de contrôle 50 du drone par une interface de commande de la caméra (non représentée). Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, l'ISP peut être intégrée dans l'unité de contrôle du drone ou connectée à une unité de contrôle extérieure au drone (commande à distance), par un moyen de communication sans fil. Le traitement des  
30 images à distance peut être également réalisé en différé.

Chaque groupe fixe est formé d'un ensemble de plusieurs dioptries optiques ; il peut par exemple être constitué d'une lentille fixe, convergente ou divergente ou d'un ensemble de plusieurs lentilles fixes, convergentes ou divergentes, assemblées les unes avec les autres pour

générer une fonction optique spécifique. Des exemples de groupes optiques seront décrits ultérieurement en liaison avec les FIGS 5A-5D.

Le dispositif électro-optique 42 est un dispositif optique dont la puissance optique, inversement proportionnelle à la distance focale, peut être modifiée en faisant varier la tension électrique appliquée aux bornes du dispositif électro-optique. Un tel dispositif présente l'avantage de pouvoir réaliser une mise au point sans déplacement mécanique d'aucun des éléments optiques constituant ledit dispositif électro-optique. Une unité de commande 420, appelée également « driver » selon l'expression anglo-saxonne, permet de commander la tension appliquée au dispositif électro-optique.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le dispositif électro-optique à puissance optique variable comprend un dioptré optique déformable par commande électrique.

Par exemple, le dispositif électro-optique à puissance optique variable comprend une lentille liquide à électro-mouillage, par exemple une lentille liquide telle que commercialisée par la société Varioptic®. Une telle lentille liquide est basée sur la déformation d'un dioptré formé par l'interface entre deux liquides dont un liquide conducteur électrique et un liquide non conducteur électrique, au moyen de l'application d'une tension électrique. Une telle lentille liquide, décrite par exemple dans le brevet FR2791439 B1, présente notamment une valeur importante du produit puissance optique x diamètre d'ouverture utile, ce qui permet de réaliser une gamme d'ajustement de la puissance optique importante sur un dispositif présentant une pupille d'ouverture de grand diamètre.

Le dispositif électro-optique à puissance optique variable peut également comprendre une membrane polymère déformable : il peut s'agir par exemple des technologies commercialisées par les sociétés Polight® et Wavelens®, dans lesquelles une membrane en polymère transparent est contrôlée par un microsystème électromécanique optique (appelé plus simplement MEMs), ou de la technologie commercialisée par la société Optotune®, dans laquelle une membrane en polymère déformable sépare deux chambres remplies de fluides d'indices de réfraction différents, la pression dans les deux chambres étant contrôlée pour déformer la membrane en polymère.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le dispositif électro-optique à puissance optique variable comprend un dispositif à cristaux liquides (par exemple la technologie commercialisée par la société Lensvector®).

Comme illustré sur la FIG. 2A, le driver 420 pour la commande du dispositif électrique peut être connecté électriquement à l'ISP 44 (trait plein) ou peut être connecté électriquement

à l'unité de contrôle du drone 50 (trait pointillé) ou peut aussi être connecté à une unité de contrôle extérieure au dispositif, par exemple par un moyen de communication sans fil.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, un module de traitement d'images, intégré dans l'ISP ou dans une unité de contrôle interne ou extérieure au drone, permet de déterminer la tension de commande à appliquer au dispositif électro-optique 42 sur la base du traitement d'images ainsi effectuée, par exemple une analyse de la netteté de l'images, comme cela sera décrit plus en détails par la suite.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, un système de détection de phase, intégré au capteur d'image, peut être utilisé pour déterminer la mise au point à effectuer et la tension de commande à appliquer au dispositif électro-optique 42.

Dans l'exemple représenté sur la FIG. 2B, le drone comprend en outre un dispositif de télémétrie 61, 62, apte à mesurer une distance entre la scène et le système électro-optique. Dans un exemple de réalisation, le dispositif de télémétrie est intégré dans la caméra. Le dispositif de télémétrie comprend plus précisément un dispositif d'émission/réception 61 et une unité de calcul 62 pour la détermination de la distance. Le dispositif d'émission/réception peut être basé sur l'émission d'une onde lumineuse (télémètre optique ou lidar) ou d'une onde sonore (sonar) ou d'une onde radio-fréquence (radar). Comme cela sera décrit plus en détails par la suite, l'unité de calcul peut déterminer une tension de commande à appliquer par l'unité de commande 420 au dispositif électro-optique en fonction de la distance mesurée pour effectuer une mise au point automatique du système électro-optique.

Les FIGS. 3A et 3B présentent deux exemples particuliers de systèmes électro-optiques. Dans ces exemples, le dispositif électro-optique 42 est représenté sous forme d'une lentille liquide à électro-mouillage symbolisée par une interface liquide-liquide 42b et des électrodes 42a. Cependant, tout autre dispositif électro-optique tel qu'il a été décrit précédemment pourrait être utilisé.

L'axe optique du système électro-optique est noté ( $\Delta$ ). Les traits pleins et les traits pointillés représentent les trajectoires d'un faisceau lumineux incident dans le système électro-optique suivant, respectivement, une première et une deuxième direction.

Dans l'exemple de la FIG. 3A, le dispositif électro-optique 42 est positionné en amont du ou des groupe(s) optique(s) fixe(s) 43, c'est-à-dire en face avant du système électro-optique, la surface de détection 410 étant positionnée en face arrière dudit système électro-optique (agencement dit « design add-on »). Dans l'exemple de la FIG. 3B, le dispositif électro-optique 42 est positionné entre deux groupes optiques fixes 43a (groupe optique

avant) et 43b (groupe optique arrière), selon un agencement appelé « design add-in ».

Sur ces figures, on note  $\varnothing_{\min}$  le diamètre du diaphragme d'ouverture 46 du système électro-optique. Sur la FIG. 3B,  $\varnothing_O$  est le diamètre de la pupille d'ouverture du système électro-optique dans l'espace objet, c'est-à-dire la pupille conjuguée du diaphragme d'ouverture par le groupe optique avant 43a. Dans l'un et l'autre de ces exemples, on privilégie un diaphragme d'ouverture 46 proche du dispositif électro-optique 42 de telle sorte à éviter tout vignetage par le dispositif électro-optique.

Un avantage d'un système électro-optique du type de celui représenté sur la FIG. 3A (« add-on ») est qu'il est possible de transformer un système optique formé d'un ou plusieurs groupe(s) optique(s) fixe(s) en un système électro-optique, sans modification du ou des groupe(s) optique(s) fixe(s), par simple ajout du dispositif électro-optique en amont du système.

Un système électro-optique du type de celui représenté sur la FIG. 3B (« add in ») demande au contraire de concevoir le système en prenant compte pour le dimensionnement du ou des groupe(s) optique(s) fixes, celui du dispositif électro-optique.

Cependant, dans un système électro-optique du type de celui représenté sur la FIG. 3B, il est possible de rendre maximale l'ouverture numérique du système pour un dispositif électro-optique de diamètre d'ouverture utile donné, ce qui permet de réduire les temps d'exposition et de limiter de ce fait les « flous » des images dus aux déplacements et/ou vibrations du drone.

Par ailleurs, dans un agencement de type « add-in » tel que montré sur la FIG. 3B, on affine par rapport à un agencement « add-on » la résolution de la mise au point pour une commande de tension équivalente sur le dispositif électro-optique, ce qui permet de réaliser une mise au point encore plus précise. Ainsi, en prenant la notation de la FIG. 3B, où  $\varnothing_O$  désigne le diamètre de la pupille d'ouverture du système électro-optique dans l'espace objet et  $\varnothing_{\min}$  désigne le diamètre de la pupille d'ouverture du système électro-optique dans l'espace du dispositif électro-optique, on génère pour une variation  $dP$  de la puissance optique du dispositif électro-optique, une variation de puissance optique du système électro-optique dans le cas de la FIG. 3B plus faible que celle du système électro-optique dans le cas de la FIG. 3A dans un rapport  $(\varnothing_{\min} / \varnothing_O)^2$ .

Dans les exemples des FIGS 3A et 3B, le diaphragme d'ouverture 46 du système électro-optique est proche du dispositif électro-optique 42, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de groupe optique fixe entre le dispositif électro-optique 42 et le diaphragme d'ouverture 46.

Les FIGS 4A à 4D montrent des variantes de la position du diaphragme d'ouverture dans le cas d'un système électro-optique du type de la FIG. 3A (« add-on »). On rappelle que le diaphragme d'ouverture est l'ouverture physique du système qui limite la quantité de lumière pouvant atteindre la surface de détection 410, et qui de ce fait permet de contrôler l'exposition et la profondeur de champ. Bien entendu, ces mêmes variantes peuvent être envisagées pour un système électro-optique du type de la FIG. 3B (« add-in »).

Dans les cas des FIGS 4A, 4B, 4C, le diaphragme d'ouverture 46 est proche du dispositif électro-optique 42 tandis que dans le cas de la FIG. 4D, le diaphragme d'ouverture 46 est séparé du dispositif électro-optique 42 par un groupe optique 43a. Cette dernière configuration est moins avantageuse car elle nécessite un diamètre d'ouverture utile important pour le dispositif électro-optique 42, sans que ce diamètre d'ouverture utile ne limite l'ouverture du système électro-optique. Dans l'exemple de la FIG. 4B, le dispositif électro-optique 42 définit le diaphragme d'ouverture de telle sorte que le diamètre  $\varnothing_{\min}$  du diaphragme d'ouverture soit égal au diamètre d'ouverture utile du dispositif électro-optique. Cette configuration permet d'optimiser l'ouverture numérique du système électro-optique pour un diamètre utile du dispositif électro-optique donné.

Les FIGS 5A – 5D représentent des exemples de réalisation de systèmes électro-optiques particuliers de type « add-in ».

Dans les exemples montrés sur les FIGS 5A à 5C, le dispositif électro-optique 42 est intégré au sein d'un triplet de Cooke ou l'un de ses dérivés (par exemple les dérivés Tessar, Elmar, Taylor2, Heliar, etc.) et dans l'exemple montré sur la FIG. 5D, le dispositif électro-optique 42 est intégré au sein d'un système dit « double Gauss ».

Un triplet de Cooke comprend généralement une combinaison de trois groupes optiques, un premier groupe optique convergent 43a, un deuxième groupe optique divergent 43b et un troisième groupe optique convergent 43c, le groupe optique divergent étant placé entre les groupes optiques convergents, en général à proximité du diaphragme d'ouverture. Un triplet de Cooke est une combinaison optique qui permet une bonne correction des aberrations sur un champ large.

Comme représenté respectivement sur les FIGS 5A et 5B, le dispositif électro-optique 42 peut être placé en amont ou en aval du groupe optique divergent 43b, c'est-à-dire entre le premier groupe optique convergent 43a et le deuxième groupe optique divergent 43b ou entre le deuxième groupe optique divergent 43b et le troisième groupe optique convergent 43c. Avantagusement, le diaphragme d'ouverture (non représenté sur les FIGS 5A et 5B) se

trouve à proximité du dispositif électro-optique 42 et/ou du deuxième groupe optique divergent 43b.

La FIG. 5C représente un dérivé d'un triplet de Cooke dit « Heliar ». Un système de type Heliar est une formule à 5 éléments optiques en 3 groupes. Il s'agit d'un triplet de Cooke amélioré par le dédoublement des 2 éléments convergents extrêmes, qui présente un champ de 50° et une bonne luminosité (f/4,5).

La FIG. 5D représente un exemple de système électro-optique de type double Gauss au sein duquel se trouve intégré le dispositif électro-optique 42. Un système double Gauss comprend généralement un premier groupe optique 43a à ménisque positif, du côté de l'objet, suivi d'un deuxième groupe 43b à ménisque négatif, puis, de façon symétrique, un troisième groupe 43c à ménisque négatif et un quatrième groupe 43d à ménisque positif. La symétrie du système et le fractionnement de la puissance optique en plusieurs éléments permet de réduire les aberrations optiques dans le système. Dans l'exemple de la FIG. 5D, le dispositif électro-optique 42 se trouve entre les deux groupes 43b et 43c à ménisques négatifs, à peu près centré.

Dans l'exemple de la FIG. 5D, le diaphragme d'ouverture (non représenté) peut être positionné au voisinage du dispositif électro-optique 42, comme dans les exemples précédemment décrits.

Quelle que soit la configuration du système électro-optique, la caméra 40 est mécaniquement solidaire de la plate-forme 20 du drone, c'est-à-dire liée mécaniquement à la plate-forme et peut-être agencé sur une face ou l'autre de la plateforme (au-dessus ou en-dessous). Comme représenté sur la FIG. 6A, dans un ou plusieurs modes de réalisation, la caméra 40 peut être fixée par encastrement sur la plate-forme 20 du drone ou liée par tout autre moyen adéquat. La caméra 40 peut par ailleurs être amovible, à des fins de remplacement par exemple.

Le système électro-optique de la caméra peut être positionné suivant un axe sensiblement parallèle à l'axe X, compris sensiblement dans le plan de la plateforme, et assurer ainsi une visée horizontale. Selon une alternative, le système électro-optique de la caméra 40 peut être positionné suivant un axe sensiblement parallèle à l'axe Y compris dans un plan sensiblement perpendiculaire à celui de la plateforme, et assurer ainsi une visée verticale.

Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la caméra 40 peut être montée rotative par rapport à la plate-forme 20 du drone. Elle peut être rotative suivant un seul axe, par exemple

l'axe Z, comme montré sur la FIG. 6B, par le biais d'une liaison pivot. Elle peut être rotative suivant deux axes, par exemple suivant les axes Y et Z, comme montré sur la FIG. 6C, par l'intermédiaire d'une rotule à doigt. Elle peut aussi être rotative suivant les trois axes X, Y et Z, comme montré sur la FIG. 6D, par l'intermédiaire d'une rotule. Dans les exemples des  
5 FIGS 6B, 6C et 6D, la caméra 40 est dite à visée multiaxiale.

Les FIGS 7A et 7B illustrent selon deux exemples des étapes d'exemples de procédés de mise au point automatique des images dans un drone selon la présente description.

La FIG. 7A illustre un procédé de mise au point automatique des images en boucle ouverte, réalisé par exemple au moyen d'un dispositif de télémétrie tel que décrit sur la FIG.  
10 2B. Ce procédé comporte, selon un exemple, une étape 710 de mesure de la distance entre la caméra 40 et la scène. A partir des données de distance établies par exemple grâce à l'unité de calcul 62 (FIG. 2B), des valeurs de tension à appliquer au dispositif électro-optique 42 pour assurer la mise au point sont déterminées, par exemple à partir de la base de valeurs mémorisées dans une table de correspondance 720, puis transmises à l'unité de commande  
15 420 (driver) pour la commande du dispositif électro-optique. Une fois la mise au point obtenue, la séquence de mise au point est considérée comme terminée (étape 740). Une nouvelle séquence de mise au point peut alors être effectuée pour une nouvelle image.

La FIG. 7B illustre un autre procédé de mise au point automatique des images. Dans cet exemple, le procédé comporte un asservissement en boucle fermée de la tension appliquée au  
20 dispositif électro-optique par un algorithme itératif réalisé sur une série d'images successives. Ainsi, par exemple, le procédé comporte une étape 810 d'analyse de netteté d'une image N et attribue à cette image N un score de netteté N. Une étape préliminaire peut consister à définir une première valeur de tension à appliquer au moyen d'une mise au point en boucle ouverte, comme celle de la FIG. 7A, décrite ci-dessus.

Une étape 820 consiste ensuite à comparer le score de netteté N avec le score de netteté de l'image précédente N-1 ou de deux ou plusieurs images précédentes. Une étape 830 consiste ensuite à modifier la valeur de la tension de commande du dispositif électro-optique 42 en fonction du résultat de la comparaison 820. La modification de la tension de commande peut être déterminée au moyen d'un algorithme dichotomique. Une analyse de netteté de  
30 l'image suivante N+1 est ensuite réalisée (étape 840) qui détermine un score de netteté N+1. Un test 850 consiste à vérifier si le score de netteté a atteint un score maximum prédéfini. Si le score maximum n'est pas atteint le procédé est répété à partir de l'étape 810. Si le score maximum est atteint, alors la séquence de mise au point est terminée (étape 860).

Les procédés de mise au point automatique décrits précédemment peuvent être combinés. Il est ainsi possible de faire une première mise au point sur la base d'une mesure de la distance puis de l'affiner par une mise au point effectuée au moyen d'un traitement d'images, par exemple une analyse de la netteté.

5        Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le drone selon la présente description comporte une deuxième caméra 40<sub>B</sub>, par exemple une caméra frontale, solidaire (ou non) d'une première caméra 40<sub>A</sub>, par exemple une caméra frontale, comme cela est représenté schématiquement sur la FIG. 8. Les caméras peuvent observer la même scène mais présentent des distances focales différentes pour l'observation de différents champs de la scène. Ainsi,  
10        dans l'exemple illustré sur la FIG. 8, la première caméra 40<sub>A</sub> présente un champ angulaire diagonal 200 plus large que le champ angulaire diagonal 250 de la deuxième caméra 40<sub>B</sub>. L'une et/ou l'autre des deux caméras comporte un dispositif électro-optique à puissance optique variable comme cela a été décrit précédemment. Lorsqu'une seule des caméras  
15        comporte un dispositif électro-optique, il est avantageux que ce soit la caméra de plus grande distance focale (champ plus restreint) pour assurer la mise au point (deuxième caméra 40<sub>B</sub> ans l'exemple de la FIG. 8).

Les première et deuxième caméras 40<sub>A</sub> et 40<sub>B</sub> peuvent avoir chacune une unité de traitement propre (ISP) ou partager la même unité de traitement; comme illustré sur la FIG. 8, elles peuvent être reliées à l'unité de contrôle 50 du drone. L'unité de contrôle 50 (ou l'ISP  
20        commune le cas échéant) peut fusionner les données d'images reçues par la première caméra 40<sub>A</sub> avec les données d'images reçues par la deuxième caméra 40<sub>B</sub> pour générer un effet de zoom. La fusion des images peut également être réalisée à distance, en différé.

Bien que décrite à travers un certain nombre d'exemples de réalisation détaillés, le drone selon la présente description, comprend différentes variantes, modifications et  
25        perfectionnements qui apparaîtront de façon évidente à l'homme de l'art, étant entendu que ces différentes variantes, modifications et perfectionnements font partie de la portée de l'invention, telle que définie par les revendications qui suivent.

**REVENDICATIONS**

1. Drone (10) adapté à la vision d'une scène éloignée (100), comprenant une plate-forme volante (20) et au moins une première caméra (40, 40<sub>A</sub>), mécaniquement solidaire de la plate-forme, ladite première caméra (40, 40<sub>A</sub>) comprenant :
  - 5       - un capteur d'images (41) avec une surface de détection (410) ;
  - un système électro-optique (42, 43) pour la formation d'images de la scène sur la surface de détection (410) du capteur d'images, apte à conférer à la caméra un champ de vue angulaire diagonal inférieur à 47°, et comprenant :
    - 10       - au moins un premier groupe optique (43, 43<sub>A</sub>), fixe, comprenant une pluralité de dioptries optiques;
    - un dispositif électro-optique à puissance optique variable (42) apte à ajuster la mise au point de l'image sur la surface de détection (410); et
    - une unité de commande (420) du dispositif électro-optique.
2. Drone selon la revendication 1, dans lequel le dispositif électro-optique à puissance  
15       optique variable (42) comprend un dioptre optique déformable par application d'une tension électrique.
3. Drone selon la revendication 2, dans lequel le dispositif électro-optique à puissance optique variable (42) comprend une lentille liquide à électro-mouillage.
4. Drone selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif  
20       électro-optique à puissance optique variable (42) est positionné en face avant du système électro-optique, le capteur d'images (41) étant positionné en face arrière dudit système électro-optique.
5. Drone selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le système électro-optique comprend au moins deux groupes optiques (43<sub>A</sub>, 43<sub>B</sub>), fixes, comprenant chacun  
25       une pluralité de dioptries optiques, le dispositif électro-optique à puissance optique variable (42) étant positionné entre deux desdits groupes optiques.
6. Drone selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un dispositif de télémétrie (61, 62) apte à mesurer une distance entre la scène et le système électro-optique, le dispositif de télémétrie étant connecté à l'unité de commande (420)

du dispositif électro-optique à puissance optique variable (42), de telle sorte à permettre une mise au point automatique de l'image en fonction de la distance mesurée.

7. Drone selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un module d'analyse de la netteté de l'image, le module d'analyse de la netteté de l'image étant relié à l'unité de commande du dispositif électro-optique à puissance optique variable, de telle sorte à permettre une mise au point automatique de l'image en fonction de l'analyse de netteté.
8. Drone selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première caméra (40, 40<sub>A</sub>) est montée pivotante autour d'au moins un axe de rotation (X, Y, Z) lié à la plate-forme volante (20).
9. Drone selon la revendication 8, dans lequel la première caméra (40, 40<sub>A</sub>) est montée pivotante autour des trois axes de rotation (X, Y, Z).
10. Drone selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première caméra (40, 40<sub>A</sub>) est amovible.
11. Drone selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une deuxième caméra (40<sub>B</sub>) de distance focale différente de la première caméra (40<sub>A</sub>), adaptée pour une observation de la scène avec un champ différent de celui de la première caméra.
12. Procédé de formation d'images au moyen d'un drone selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant une mise au point automatique de l'image par variation de la puissance optique au moyen du dispositif électro-optique à puissance variable (42).
13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel la mise au point automatique comprend:
  - la mesure (710) d'au moins une distance entre la première caméra et la scène,
  - la détermination (730) d'une valeur de tension électrique à appliquer au dispositif électro-optique à puissance optique variable (42) en fonction de la distance mesurée,
  - la commande (740) du dispositif électro-optique à puissance optique variable en fonction de la valeur de tension déterminée.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13, dans lequel la mise au point automatique comprend:

- l'analyse (810) de netteté d'au moins une image courante avec détermination d'un score de netteté,
- la comparaison (820) du score de netteté de l'image courante avec un score de netteté d'au moins une image précédente,
- la modification (430) de la valeur de tension électrique du dispositif électro-optique à puissance optique variable (42) en fonction d'un résultat de la comparaison ainsi déterminé.

5

10

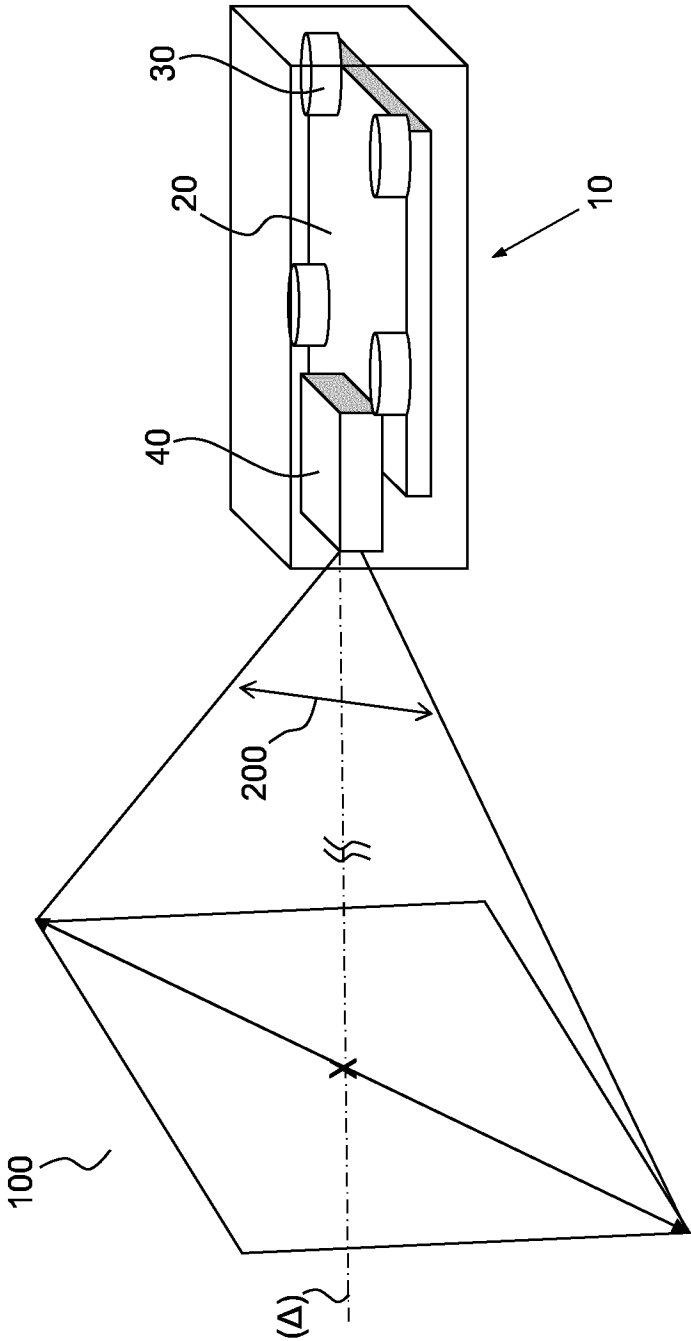


FIG.1

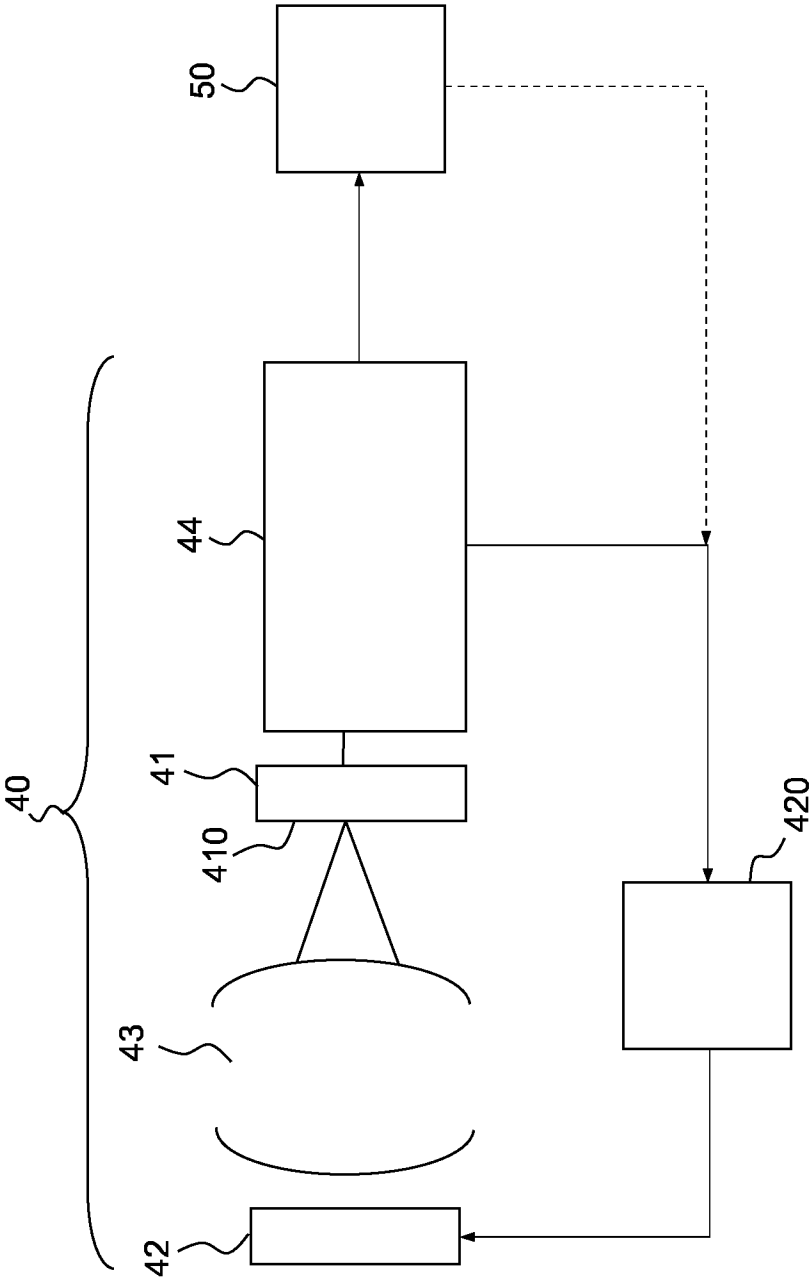


FIG.2A

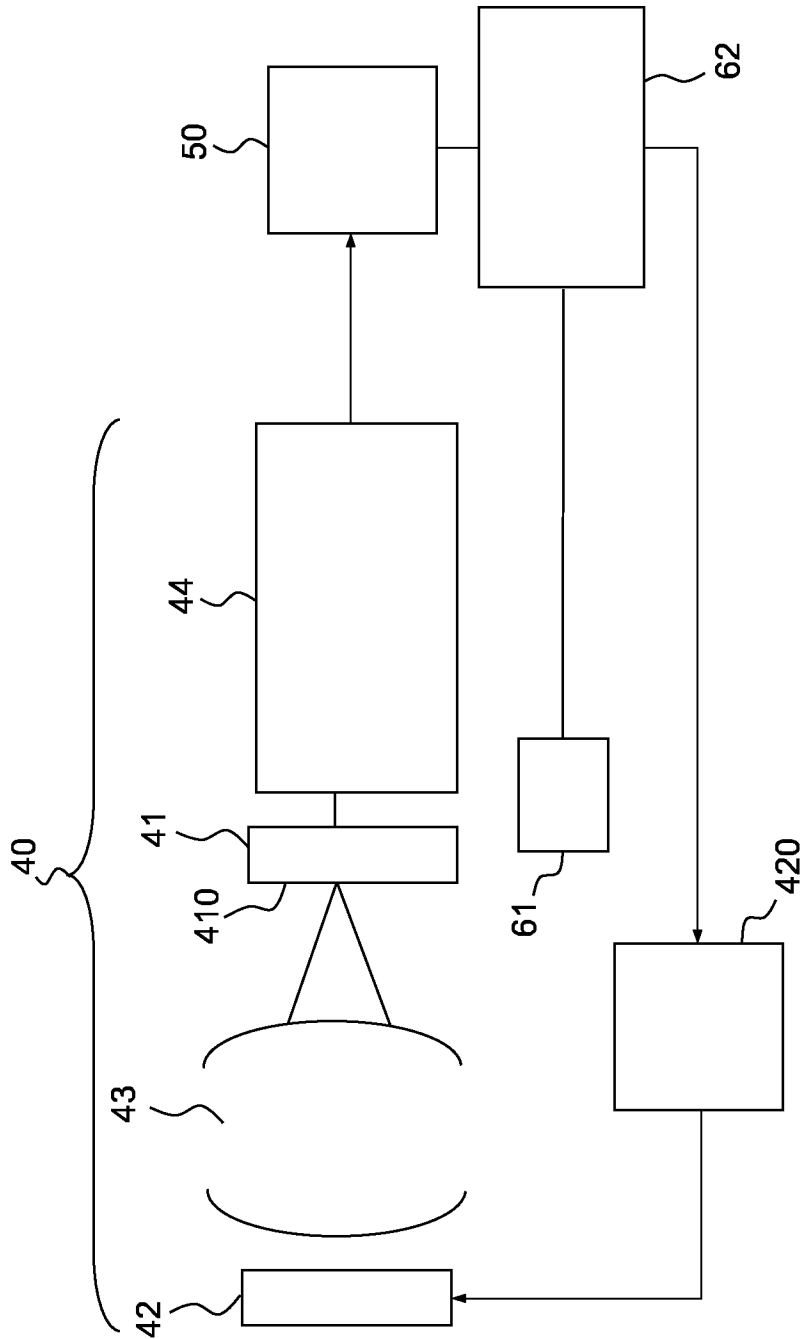


FIG.2B

4/10

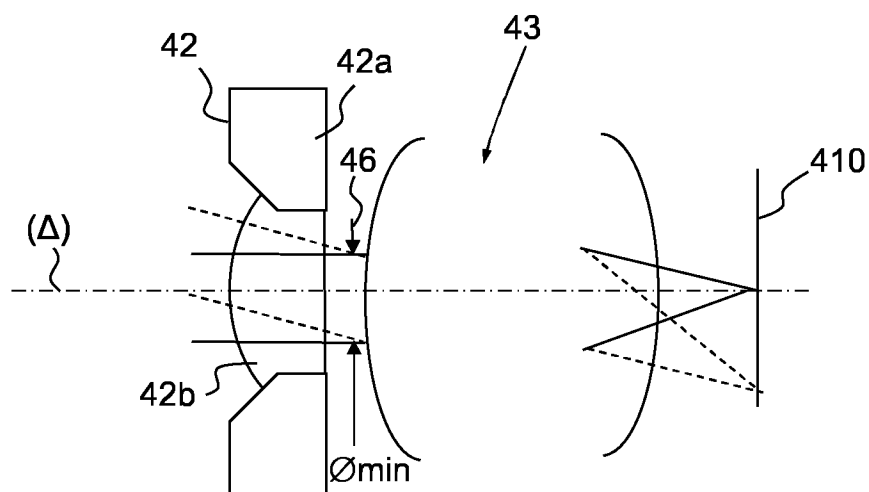


FIG. 3A

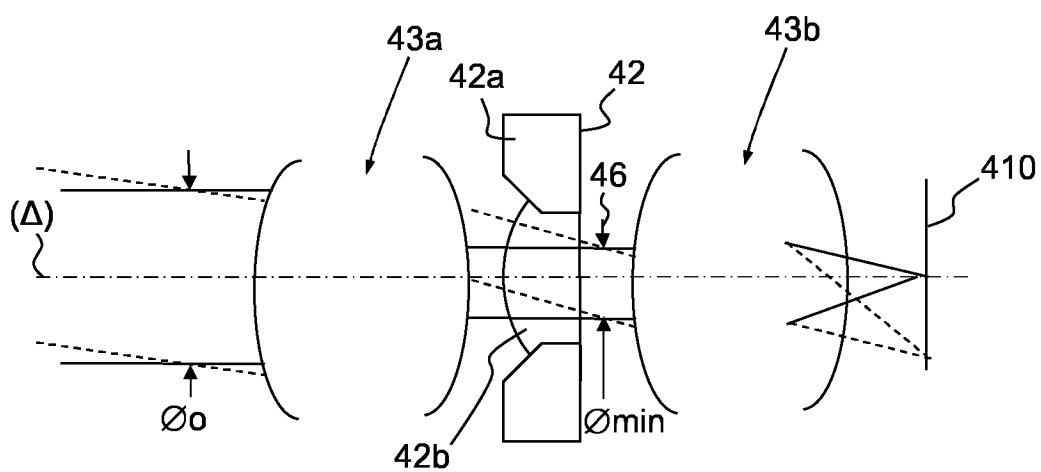


FIG. 3B

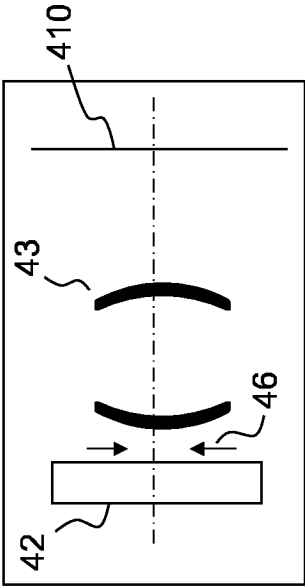


FIG. 4A

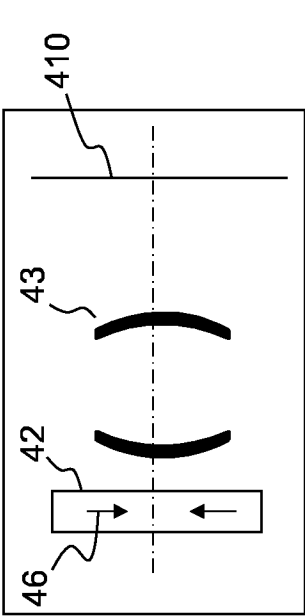


FIG. 4B

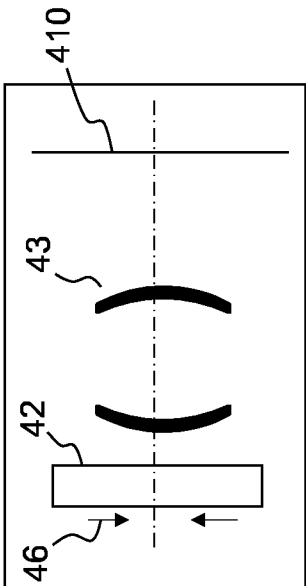


FIG. 4C

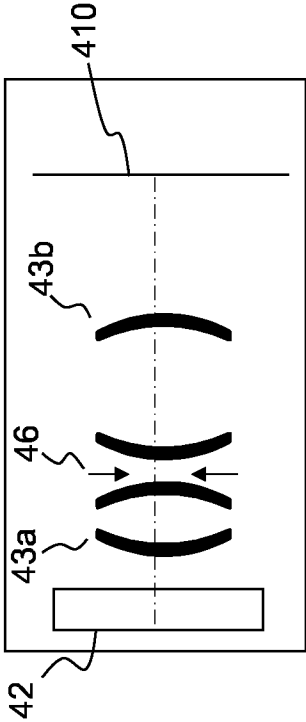


FIG. 4D

6/10

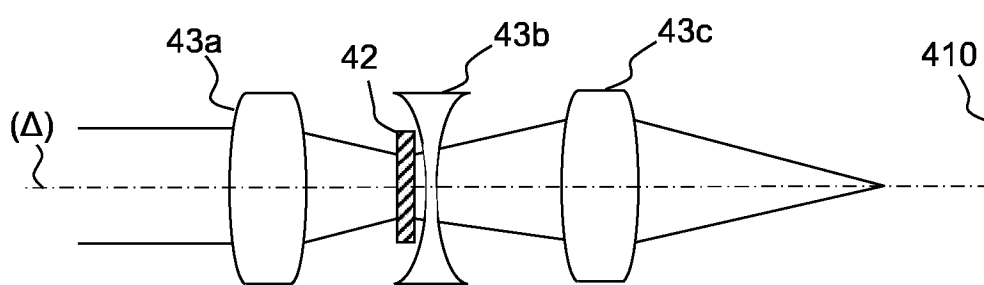


FIG. 5A

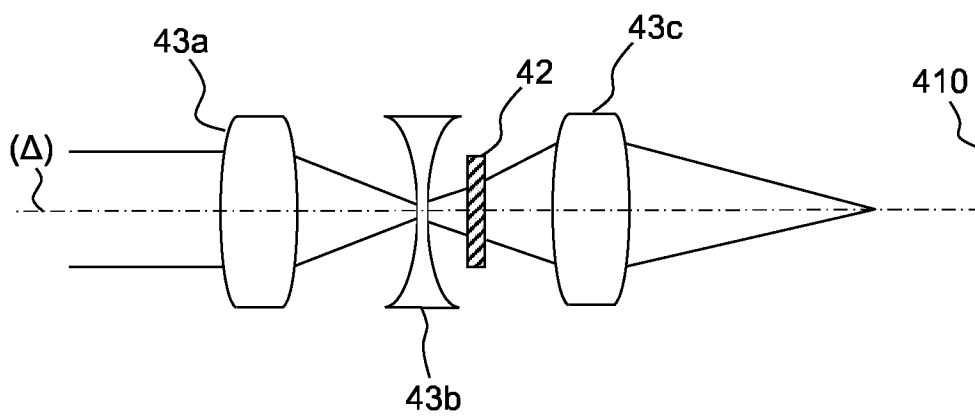


FIG. 5B

7/10

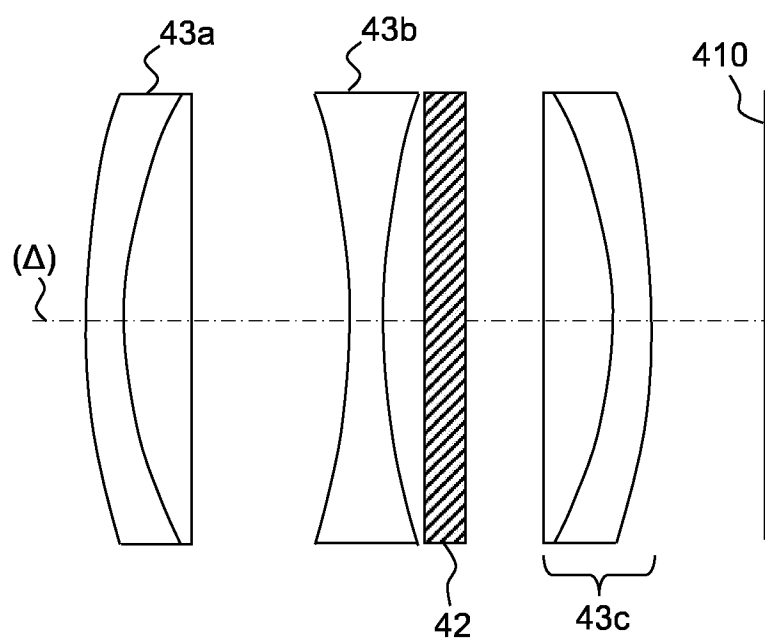


FIG.5C

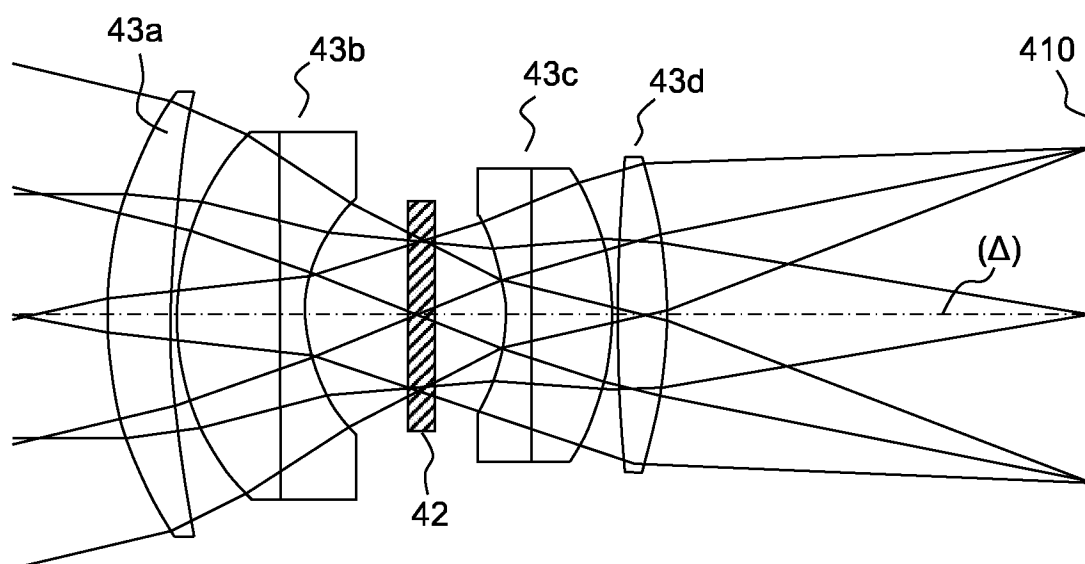


FIG.5D

8/10

FIG.6A

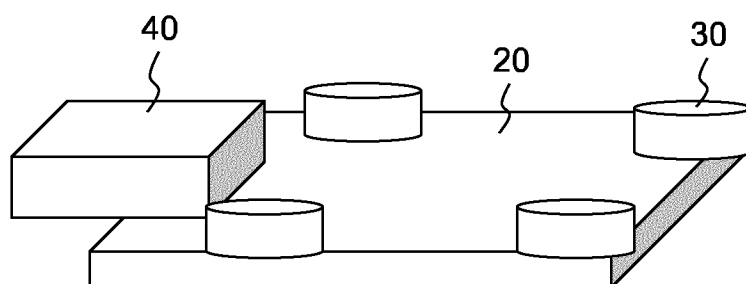


FIG.6B

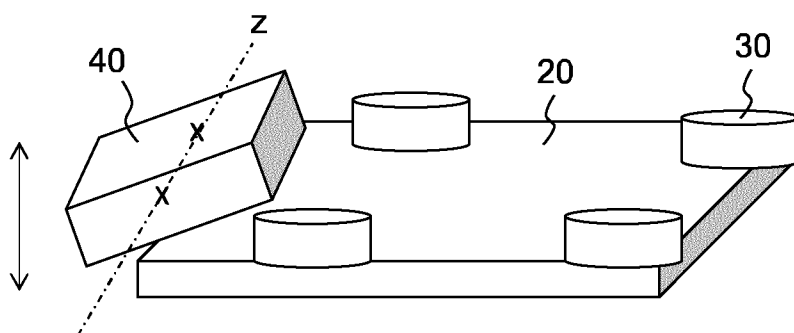


FIG.6C

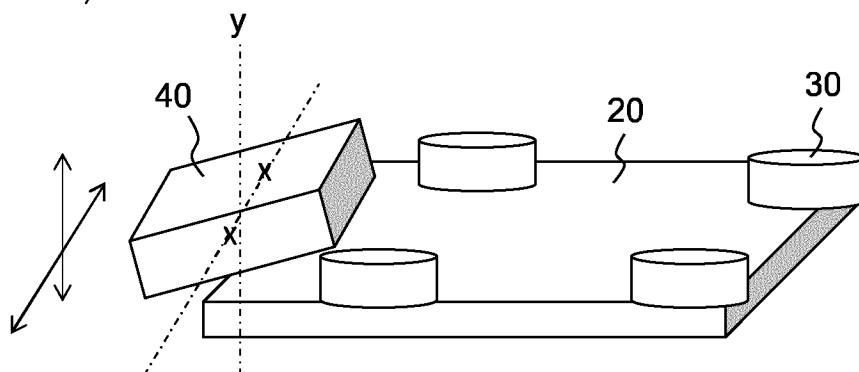
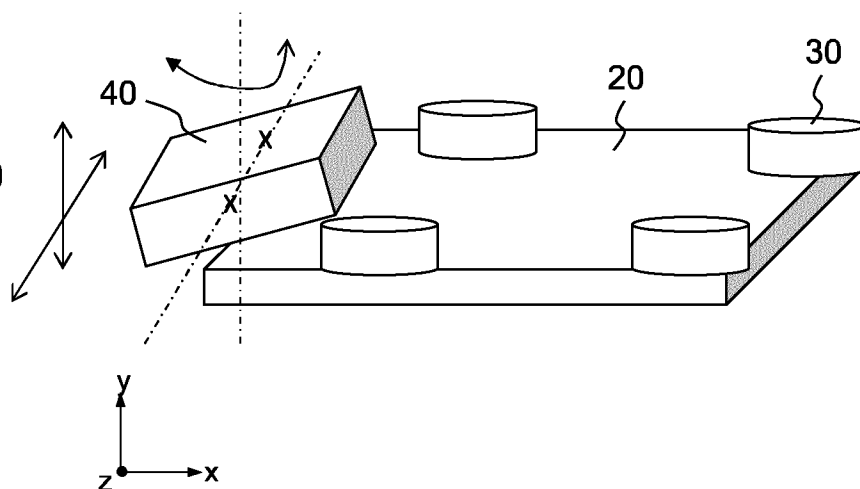


FIG.6D



9/10

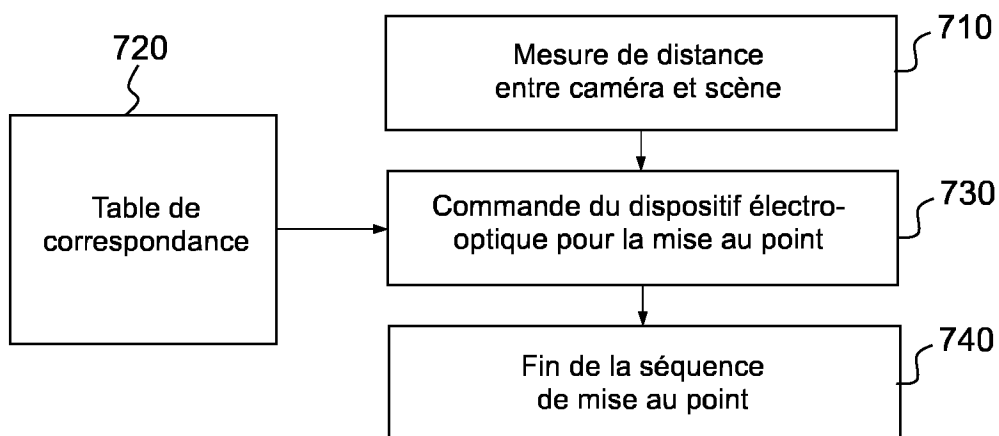


FIG.7A

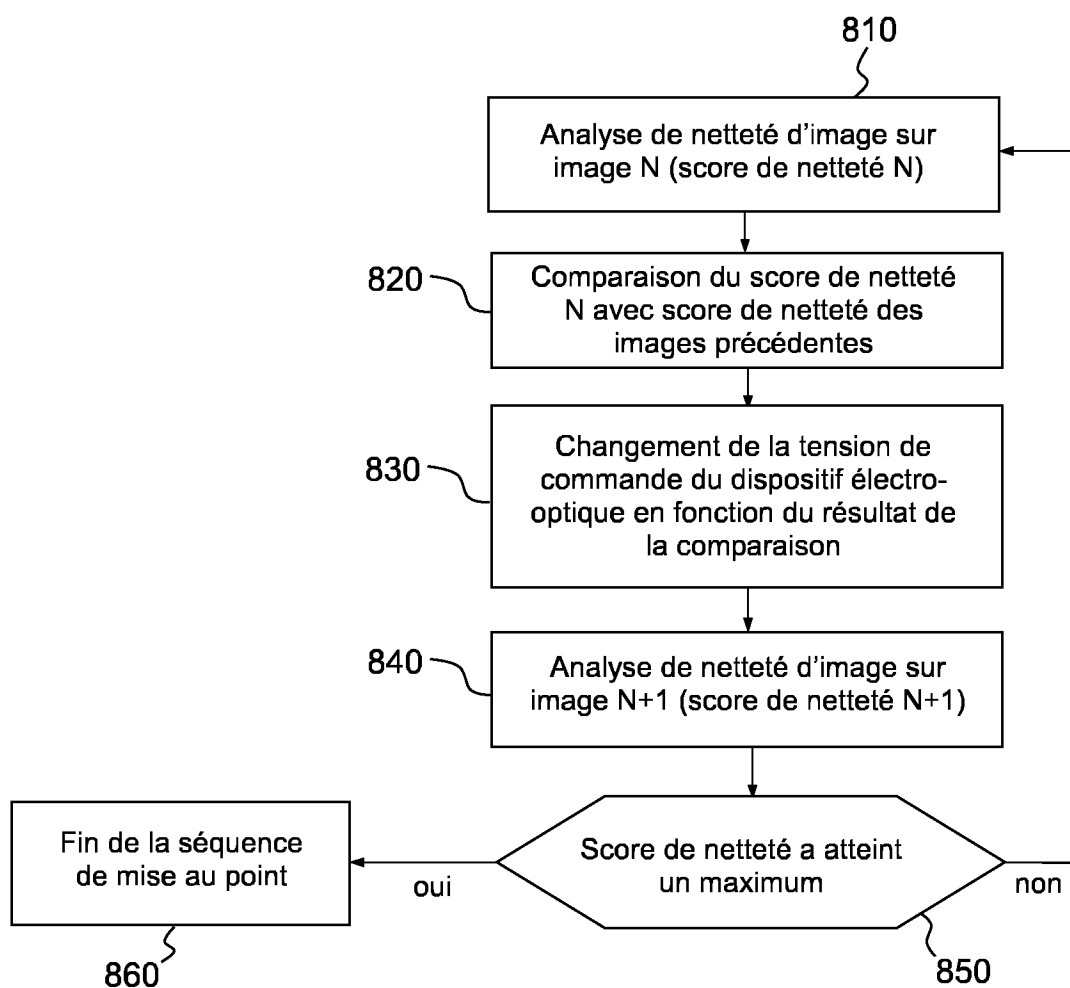


FIG.7B

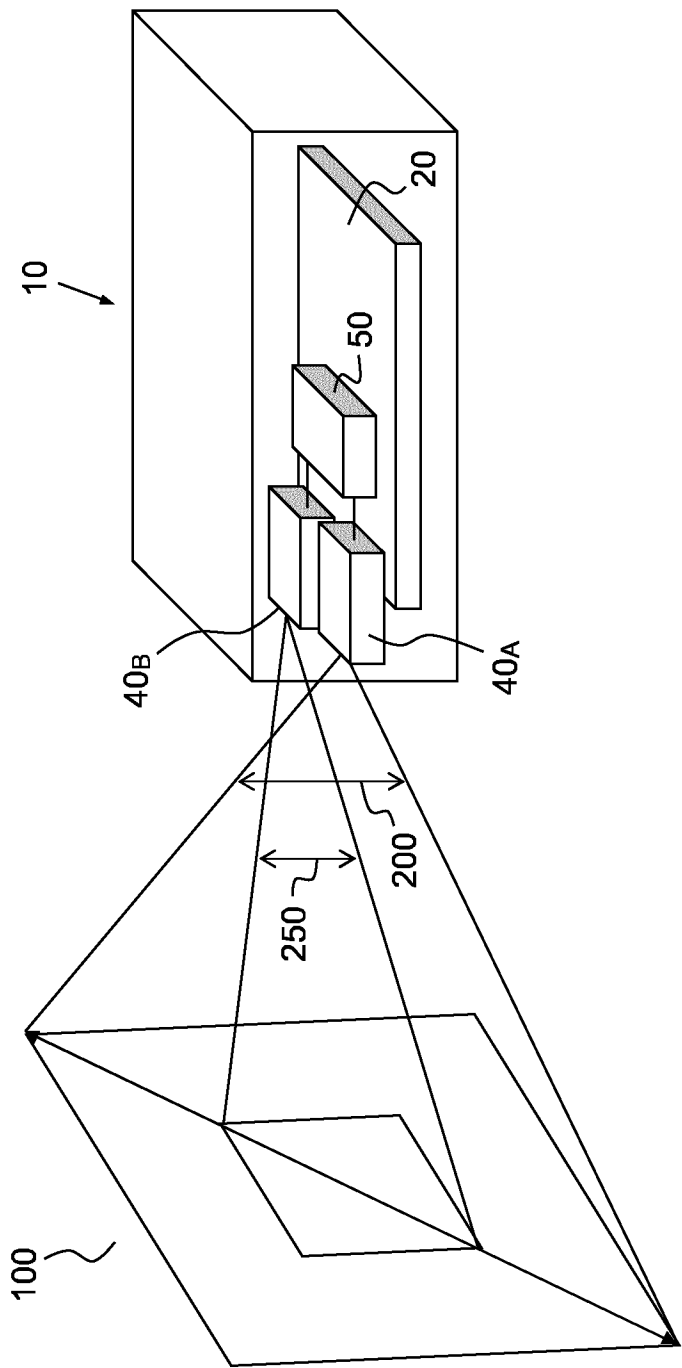


FIG. 8



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 825846  
FR 1654873

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | US 9 304 305 B1 (PAUL ANDREW E [US] ET AL)<br>5 avril 2016 (2016-04-05)<br>* figures 1E,4 *<br>* colonne 3, ligne 5 - ligne 23 *<br>* colonne 12, ligne 24 - ligne 33 *<br>* colonne 16, ligne 34 - ligne 61 *<br>* colonne 22, ligne 28 - ligne 35 *<br>-----                                                                                                            | 1-3,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | G02B3/00<br>A63H27/24<br>G06K9/82                                   |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | US 7 646 544 B2 (BATCHKO ROBERT G [US] ET<br>AL) 12 janvier 2010 (2010-01-12)                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1-5,8-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                      | * revendication 72; figures 33,41, 40, *<br>* colonne 40, ligne 43 - colonne 41, ligne<br>16; revendication 55 *<br>* colonne 43, ligne 9 - ligne 32 *<br>-----                                                                                                                                                                                                           | 6,7,13,<br>14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                      | Anonymous: "Liquid Optics Product<br>catalog",<br><br>1 janvier 2014 (2014-01-01), XP055342666,<br>Extrait de l'Internet:<br>URL:http://www.varioptic.com/media/cms_pag<br>e_media/85/MASD%20-%20160330%20-%20Liquid%<br>20Lens%20Product%20Catalog%20-%20March%202<br>016.pdf<br>[extrait le 2017-02-06]<br>* Closed loop auto-focus, Open loop<br>auto-focus *<br>----- | 6,7,13,<br>14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)<br><br>G02B<br>B64C<br>A63H |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | WO 03/102505 A1 (RAFAEL ARMAMENT DEV<br>AUTHORITY [IL]; GREENFELD ISRAEL [IL];<br>YAVIN ZVI []) 11 décembre 2003 (2003-12-11)<br>* figures 2,3B *<br>-----                                                                                                                                                                                                                | 8-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | WO 2013/052014 A1 (UNIV SINGAPORE [SG];<br>ZHOU GUANGYA [SG]; YU HONGBIN [SG]; CHAU<br>FOOK SIO) 11 avril 2013 (2013-04-11)<br>* le document en entier *<br>-----                                                                                                                                                                                                         | 1-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -/--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |
| 7 février 2017                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Girardin, François                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                     |

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement  
national

FA 825846  
FR 1654873

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                     | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | EP 2 613 213 A1 (PARROT [FR])<br>10 juillet 2013 (2013-07-10)<br>* le document en entier *<br>----- | 1-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <div>DOMAINES TECHNIQUES<br/>RECHERCHÉS (IPC)</div> |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                     | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| 7 février 2017                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                     | Girardin, François                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                     | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                     |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1654873 FA 825846**

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 **07-02-2017**  
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<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| US 9304305                                      | B1 | 05-04-2016             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 7646544                                      | B2 | 12-01-2010             | US 2007030573 A1                        | 08-02-2007             |
|                                                 |    |                        | US 2008218873 A1                        | 11-09-2008             |
|                                                 |    |                        | US 2008231963 A1                        | 25-09-2008             |
|                                                 |    |                        | US 2009052049 A1                        | 26-02-2009             |
|                                                 |    |                        | US 2011007161 A1                        | 13-01-2011             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| WO 03102505                                     | A1 | 11-12-2003             | AT 360190 T                             | 15-05-2007             |
|                                                 |    |                        | AU 2003231341 A1                        | 19-12-2003             |
|                                                 |    |                        | AU 2009200781 A1                        | 19-03-2009             |
|                                                 |    |                        | BR 0311522 A                            | 22-02-2005             |
|                                                 |    |                        | DE 03725555 T1                          | 09-03-2006             |
|                                                 |    |                        | DE 60313319 T2                          | 20-12-2007             |
|                                                 |    |                        | DK 1508020 T3                           | 20-08-2007             |
|                                                 |    |                        | EP 1508020 A1                           | 23-02-2005             |
|                                                 |    |                        | EP 1783455 A2                           | 09-05-2007             |
|                                                 |    |                        | ES 2286431 T3                           | 01-12-2007             |
|                                                 |    |                        | IL 149934 A                             | 15-05-2007             |
|                                                 |    |                        | JP 4302625 B2                           | 29-07-2009             |
|                                                 |    |                        | JP 2005528280 A                         | 22-09-2005             |
|                                                 |    |                        | KR 20050009725 A                        | 25-01-2005             |
|                                                 |    |                        | PT 1508020 E                            | 20-07-2007             |
|                                                 |    |                        | SG 143074 A1                            | 27-06-2008             |
|                                                 |    |                        | SG 182034 A1                            | 30-07-2012             |
|                                                 |    |                        | SG 2013091780 A                         | 28-05-2015             |
|                                                 |    |                        | US 2005177307 A1                        | 11-08-2005             |
|                                                 |    |                        | WO 03102505 A1                          | 11-12-2003             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| WO 2013052014                                   | A1 | 11-04-2013             | CN 103988109 A                          | 13-08-2014             |
|                                                 |    |                        | EP 2764393 A1                           | 13-08-2014             |
|                                                 |    |                        | JP 2014534462 A                         | 18-12-2014             |
|                                                 |    |                        | KR 20140138107 A                        | 03-12-2014             |
|                                                 |    |                        | TW 201333524 A                          | 16-08-2013             |
|                                                 |    |                        | US 2014285905 A1                        | 25-09-2014             |
|                                                 |    |                        | US 2014354856 A1                        | 04-12-2014             |
|                                                 |    |                        | US 2016178876 A1                        | 23-06-2016             |
|                                                 |    |                        | WO 2013052014 A1                        | 11-04-2013             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 2613213                                      | A1 | 10-07-2013             | CN 103285599 A                          | 11-09-2013             |
|                                                 |    |                        | EP 2613213 A1                           | 10-07-2013             |
|                                                 |    |                        | FR 2985329 A1                           | 05-07-2013             |
|                                                 |    |                        | JP 2013144539 A                         | 25-07-2013             |
|                                                 |    |                        | US 2013173088 A1                        | 04-07-2013             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |