

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/129841 A1

(43) Date de la publication internationale
04 juillet 2019 (04.07.2019)

(51) Classification internationale des brevets :

H04N 5/225 (2006.01) *G06K 9/00* (2006.01)
G03B 15/03 (2006.01) *H04N 7/18* (2006.01)

ALPHA, 34830 CLAPIERS (FR). **YNCREA OUEST** [FR/FR] ; 20 RUE CUIRASSE BRETAGNE, 29200 BREST (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2018/097070

(72) Inventeurs : **ALFALOU, Ayman** ; 150 Stancoucoat, 29470 LOPERHET (FR). **OULDAMER, Khadidja** ; 20 rue du cuirassé Bretagne, 29200 BREST (FR). **HAJJAMI, Jaouad** ; 5 rue Robert Lavergne, 92600 ASNIERES-SUR-SEINE (FR). **BRISEPIERRE, Kilian** ; Chemin du Mas d'Auge, 13990 FONTVIEILLE (FR). **NAPOLÉONN, Thibaut** ; 160 rue Théodore Monod, 29820 GUILERS (FR). **DREYFUS, Gautier** ; 1 rue de Béarn, 92210 SAINT-CLOUD (FR).

(22) Date de dépôt international :

28 décembre 2018 (28.12.2018)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1763336 28 décembre 2017 (28.12.2017) FR

(74) Mandataire : **REGIMBEAU** ; 20, rue de Chazelles, 75847 PARIS CEDEX 17 (FR).

(71) Déposants : **FORSSEA ROBOTICS** [FR/FR] ; 9 AVENUE DE L'EUROPE PÉPINIÈRE D'ENTREPRISES CAP

(54) Title: POLARISED UNDERWATER IMAGING SYSTEM FOR IMPROVING VISIBILITY AND OBJECT DETECTION IN TURBID WATER

(54) Titre : SYSTÈME D'IMAGERIE SOUS-MARINE POLARISÉE POUR AMÉLIORER LA VISIBILITÉ ET LA DÉTECTION D'OBJET EN EAU TURBIDE

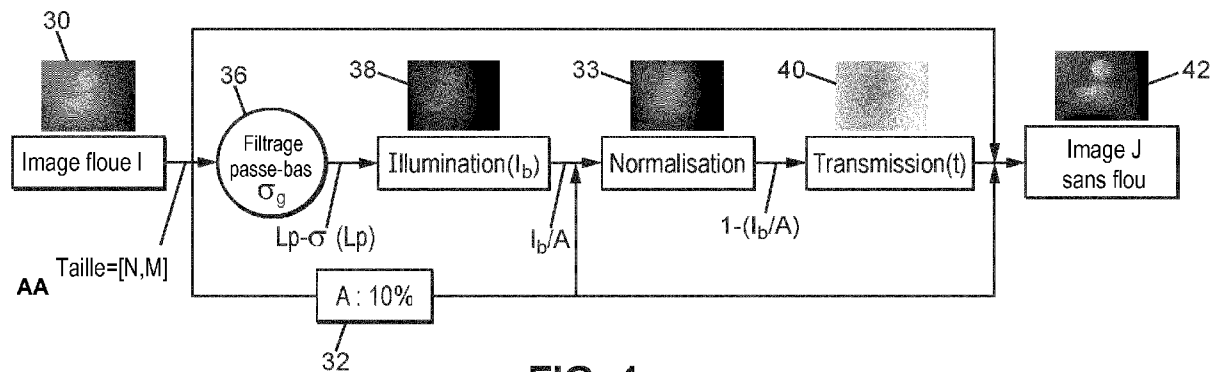


FIG. 4

- 30 Blurred image I
- 36 Low-pass filtering
- 42 Image J without blur
- AA Size

(57) Abstract: The invention relates to an underwater imaging system, which comprises: - at least one image-acquisition device, - a lighting device intended for lighting an area located at least partially inside a field of the image-acquisition device, and - an image-processing device configured to process an image (30) acquired by the image-acquisition device. The image-processing device is configured to: - calculate an average light intensity of a portion of pixels of the acquired image (30) which has the greatest light intensity (A); - apply a Gaussian low-pass filter (34) to the acquired image (30) so as to obtain a filtered image (38); - calculate, from the quotient of the image filtered by said average light intensity, a transmission map (40) of the acquired image, said transmission map representing light transmission by each of the pixels of the acquired image; and - estimate, from said transmission map (40) and from the acquired image (30), a processed image (42) in which a contribution of the backscattering of the light is removed.

(57) Abrégé : Le système d'imagerie sous-marine comprend: - au moins un dispositif d'acquisition d'image, - un dispositif d'éclairage destiné à éclairer une zone située au moins partiellement dans un champ du dispositif d'acquisition d'image, - un dispositif de traite-



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

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

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

ment d'image configuré pour traiter une image acquise (30) par le dispositif d'acquisition d'image. Le dispositif de traitement d'image est configuré pour: - calculer une moyenne d'intensité lumineuse d'une portion de pixels de l'image acquise (30) qui présentent une intensité lumineuse la plus importante (A), - appliquer à l'image acquise (30) un filtrage du type passe-bas gaussien (34) de façon à obtenir une image filtrée (38), - calculer, à partir du quotient de l'image filtrée par ladite moyenne d'intensité lumineuse, une carte de transmission (40) de l'image acquise, ladite carte de transmission représentant une transmission de la lumière par chacun des pixels de l'image acquise, et - estimer, à partir de ladite carte de transmission (40) et à partir de l'image acquise (30), une image traitée (42) dans laquelle une contribution de la rétrodiffusion de la lumière est supprimée.

Système d'imagerie sous-marine polarisée pour améliorer la visibilité et la détection d'objet en eau turbide

5 Domaine technique de l'invention

L'invention concerne l'imagerie sous-marine polarisée et notamment l'imagerie sous-marine en eau turbide. L'invention concerne plus spécifiquement un système d'imagerie sous-marine. En outre, l'invention concerne la détection d'objet immergé. L'invention concerne aussi un procédé d'utilisation du système et un programme informatique pour
10 utiliser le système et mettre en œuvre le procédé.

Arrière-plan technologique de l'invention

Ces dernières années, l'automatisation des activités sous-marines, également désignées sous le terme d'activités « offshores » se développent grandement. Les activités offshores
15 peuvent notamment désigner l'exploitation d'une ressource offshore, par exemple l'exploitation d'un gisement de gaz naturel ou de pétrole. Elles peuvent également désigner des activités d'exploration sous-marine par exemple à des fins scientifiques. Elles concernent aussi les activités de défense, notamment à des fins de renseignement à travers la détection des mines sous-marines.

20 On notera que selon l'invention, l'expression « activité sous-marine » doit être considérée au sens large. Ainsi, cette expression désigne aussi bien des activités qui se déroulent en mer, que dans un lac, un fleuve ou encore une rivière.

L'un des enjeux liés à ces activités concerne l'imagerie sous-marine. En effet, un milieu marin comprend généralement des particules qui ont pour propriété de le troubler. Le milieu
25 marin est alors turbide. Ces particules peuvent être de tout type. Elles peuvent notamment comprendre des matières en suspension issues de l'érosion, des poussières, des bactéries ou encore des micro-algues.

Ainsi, en raison de la turbidité du milieu marin, des images obtenues au moyen d'une caméra numérique standard sont en général peu exploitables. Cela est principalement dû
30 aux phénomènes d'absorption et de diffusion de la lumière dans l'eau. L'absorption de la lumière dans l'eau dépend des longueurs d'ondes du spectre visible. En effet, à la traversée de l'eau, le rouge est complètement atténué dans les cinq premiers mètres tandis que le bleu parcourt une plus grande distance avant atténuation. Ainsi, les images sous-marines sont dominées par la couleur bleue, ce qui constitue un premier défaut pour exploiter l'image. Par
35 ailleurs, la diffusion lumineuse vers l'avant provoque un flou dans l'image, ce qui forme un deuxième défaut altérant la qualité de l'image. De plus, la rétrodiffusion, à savoir la diffusion lumineuse des particules en suspension dans le milieu marin vers la caméra, produit un voile lumineux qui réduit la visibilité de la scène imagée.

Or, les activités sous-marines nécessitent de pouvoir produire des images sous-marines
40 présentant une certaine qualité. En effet, les activités sous-marines nécessitent souvent de

pouvoir identifier un objet immergé. Par exemple, un robot sous-marin autonome, également connu sous l'acronyme anglais AUV (Autonomous underwater vehicle), peut être utilisé pour rechercher un objet immergé. L'objet immergé peut par exemple être une installation sous-marine qu'un industriel souhaite inspecter. Ainsi, l'AUV doit être non seulement capable d'identifier le type d'installation et d'en observer les détails afin qu'un logiciel puisse détecter automatiquement d'éventuelles anomalies. De même, un pilote d'un véhicule sous-marin téléguidé, également connu sous l'acronyme anglais ROV (« Remotely operated vehicle »), a besoin de pouvoir visualiser l'environnement sous-marin dans lequel le ROV est immergé et ce, afin de pouvoir inspecter le milieu sous-marin ou encore piloter le ROV.

On a donc conçu des caméras sous-marines comportant un dispositif de traitement d'image capable de traiter une image acquise par la caméra sous-marine.

Toutefois, ces dispositifs de traitement sont encore relativement peu efficaces et le temps nécessaire pour traiter une image acquise est relativement long surtout lorsque l'image présente une résolution importante, ce qui empêche un traitement en temps réel de l'image acquise. De plus, on dispose devant la caméra sous-marine un polariseur de façon à acquérir une image selon une polarisation perpendiculaire à une polarisation d'une lumière émise par une source d'éclairage. Ainsi, on limite le voile de rétrodiffusion sur l'image acquise. Mais cela est insuffisant pour obtenir une image nette.

Objet de l'invention

Un but de l'invention est de fournir un système d'imagerie sous-marine plus performant permettant ainsi de produire des images sous-marines de meilleure qualité, y compris dans une eau turbide et ce, en un temps minimal, idéalement en temps réel.

Bref résumé de l'invention

Pour ce faire, on prévoit selon l'invention un système d'imagerie sous-marine comprenant :

- au moins un dispositif d'acquisition d'image,
 - un dispositif d'éclairage destiné à éclairer une zone située au moins partiellement dans un champ du dispositif d'acquisition d'image,
 - un dispositif de traitement d'image configuré pour traiter une image acquise par le dispositif d'acquisition d'image,
- caractérisé en ce que :
- le dispositif d'acquisition d'image comprend un premier polariseur apte à polariser, selon une première direction, une lumière reçue par le dispositif d'acquisition d'image,
 - le dispositif d'éclairage comprend un second polariseur apte à polariser, selon une seconde direction perpendiculaire à la première direction, une lumière émise par le dispositif d'éclairage,

et en ce que le dispositif de traitement d'image est configuré pour :

- calculer une moyenne d'intensité lumineuse d'une portion de pixels de l'image acquise qui présentent une intensité lumineuse la plus importante,
- 5 - appliquer à l'image acquise un filtrage du type passe-bas gaussien de façon à obtenir une image filtrée,
- calculer, à partir du quotient de l'image filtrée par ladite moyenne d'intensité lumineuse, une carte de transmission de l'image acquise, ladite carte de transmission représentant une transmission de la lumière par chacun des pixels de l'image
- 10 acquise, et
- estimer, à partir de ladite carte de transmission et à partir de l'image acquise, une image traitée dans laquelle une contribution de la rétrodiffusion de la lumière est supprimée.

15 L'image traitée peut ainsi être produite plus rapidement et présente une meilleure qualité. En effet, le système d'imagerie sous-marine permet de traiter l'image acquise au moyen d'un algorithme, explicité plus loin, qui utilise l'image filtrée et la moyenne d'intensité lumineuse des pixels de l'image acquise qui présentent l'intensité lumineuse la plus importante. Cet algorithme permet de traiter rapidement l'image acquise, surtout lorsqu'elle présente une

20 résolution importante.

De plus, acquérir l'image avec le dispositif d'acquisition d'image selon une polarisation perpendiculaire à une polarisation d'éclairage permet de limiter l'altération de l'image acquise due à la rétrodiffusion. En effet, la lumière rétrodiffusée par les particules en suspension présente une polarisation identique à une polarisation incidente produite par le

25 dispositif d'éclairage. Ainsi, l'image acquise, en polarisation perpendiculaire, permet de limiter l'influence du voilage de rétrodiffusion.

En outre, dans divers modes de réalisation de l'invention, on peut avoir également recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- 30 - le dispositif de traitement d'image est configuré pour produire une image normalisée correspondant au quotient de l'image filtrée par la moyenne d'intensité lumineuse de la portion de pixels de l'image acquise qui présentent une intensité lumineuse la plus importante ;
- le dispositif de traitement d'image est configuré pour calculer une carte de
- 35 transmission correspondant à une image complémentaire de l'image normalisée de sorte qu'une somme de la carte de transmission et de l'image normalisée est égale à 1 ;
- le dispositif d'acquisition d'image est une caméra, de préférence une caméra numérique ;

- le dispositif d'acquisition d'image est un appareil photo numérique ;
- le dispositif de traitement d'image est configuré pour appliquer à l'image acquise le filtrage de type passe-bas gaussien et en outre y soustraire un écart-type pour obtenir l'image filtrée ;
- le filtrage du type passe-bas gaussien présente un écart-type compris entre 20 et 50 ou 20 et 40 ou entre 25 et 35 et de préférence égal à 30 ; cet écart-type, important dans le domaine du traitement de l'image, contribue à éliminer le bruit généré en milieu sous-marin qui détériore la qualité de l'image acquise ;
- la portion de pixels de l'image acquise qui présentent l'intensité lumineuse la plus importante correspond à une portion comprise entre 5% et 15% des pixels présentant l'intensité lumineuse la plus importante, ou correspond à une portion comprise entre 0,1% et 1% des pixels présentant l'intensité lumineuse la plus importante ;
- la portion de pixels de l'image acquise 30 qui présentent l'intensité lumineuse la plus importante correspond à 10% de pixels présentant l'intensité lumineuse la plus importante, ou à 0,1% de pixels présentant l'intensité lumineuse la plus importante ;
- le système d'imagerie sous-marine comprend deux dispositifs d'éclairage disposés symétriquement par rapport au dispositif d'acquisition d'image ;
- les deux dispositifs d'éclairage et le dispositif d'acquisition d'image sont alignés ;
- un angle formé par une droite passant par le dispositif d'acquisition d'image et l'un des deux dispositifs d'éclairage et une droite passant par le dispositif d'acquisition d'image et l'autre des deux dispositifs d'éclairage est compris entre 15° et 80°, ou entre 30° et 60° et de préférence égal à 45° ; on peut ainsi limiter une intersection entre le champ éclairé par les dispositifs d'éclairage et le champ acquis par le dispositif d'acquisition d'image et ce, afin d'éclairer une zone réduite autour d'une cible filmée, ce qui permet d'éviter d'éclairer d'autres objets que la cible et donc de polluer l'image acquise ;
- le système d'imagerie sous-marine comporte un dispositif de reconnaissance configuré pour détecter et accroître l'intensité lumineuse relative d'un contour d'un objet représenté sur l'image traitée de façon à obtenir une image simplifiée ; l'image est ainsi améliorée de façon à minimiser l'influence de la rétrodiffusion provenant des particules en suspension dans le milieu marin ;
- le dispositif de reconnaissance est configuré pour détecter l'intensité lumineuse relative du contour de l'objet représenté sur l'image traitée au moyen d'un filtre de type Sobel ;

- le dispositif de reconnaissance est configuré pour accroître l'intensité lumineuse relative du contour de l'objet représenté sur l'image traitée par contraste de phase ;
- 5 - le dispositif de reconnaissance est configuré pour comparer l'image simplifiée avec au moins une image de référence et à définir un coefficient de corrélation entre l'image simplifiée et l'image de référence.

On prévoit aussi selon l'invention un dispositif flottant ou destiné à être immergé
10 comprenant un système d'imagerie sous-marine tel que décrit ci-dessus.

Le dispositif destiné à être immergé peut notamment être un véhicule du type véhicule sous-marin téléguidé également connu sous le nom de Remotely operated vehicle (ROV) ou un robot sous-marin autonome également sous le nom de Autonomous underwater vehicle (AUV) ou une station sous-marine autonome ou un garage sous-marin.

15 On prévoit encore selon l'invention un programme informatique comprenant des instructions pour le fonctionnement du système d'imagerie sous-marine tel que décrit précédemment, lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

On prévoit enfin selon l'invention un procédé d'utilisation d'un système d'imagerie sous-
20 marine tel que décrit ci-dessus comprenant au moins les étapes suivantes :

- on acquiert, au moyen du dispositif d'acquisition d'image, une image,
- on calcule une moyenne d'intensité lumineuse d'une portion de pixels de l'image acquise qui présentent une intensité lumineuse la plus importante,
- on applique à l'image acquise, au moyen du dispositif de traitement d'image, le
25 filtrage du type passe-bas gaussien de façon à obtenir l'image filtrée, et
- on calcule, à partir du quotient de l'image filtrée par ladite moyenne d'intensité lumineuse, une carte de transmission de l'image acquise, ladite carte de transmission représentant une transmission de la lumière par chacun des pixels de l'image acquise, et
- 30 - on estime, à partir de ladite carte de transmission et à partir de l'image acquise, une image traitée dans laquelle une contribution de la rétrodiffusion de la lumière est supprimée.

35 On prévoit enfin selon l'invention un programme informatique comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé tel que décrit ci-dessus, lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

Breve description des dessins

On va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation de l'invention à l'aide des figures suivantes :

- 5 - la figure 1 illustre un système d'imagerie sous-marine, vu en perspective, selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 illustre schématiquement une variante du système d'imagerie sous-marine de la figure 1,
- la figure 3 représente un schéma de principe d'une caractéristique du système d'imagerie sous-marine de la figure 1,
- 10 - la figure 4 est un schéma-bloc illustrant le fonctionnement du système d'imagerie sous-marine de la figure 1,
- les figures 5A et 5B sont des photographies représentant respectivement une image acquise et une image traitée par le système d'imagerie sous-marine de la figure 1,
- 15 - les figures 6A et 6B sont des photographies représentant respectivement une image acquise et une image traitée par le système d'imagerie sous-marine de la figure 1 dans une eau plus turbide,
- les figures 7A et 7B sont des photographies illustrant respectivement une image acquise et une image simplifiée par le système d'imagerie sous-marine de la figure 1,
- 20 - les figures 8A et 8B sont des photographies respectivement d'une image traitée et d'une image simplifiée par le système d'imagerie sous-marine de la figure 1,
- la figure 9 représente un plan de corrélation entre une image de référence et une image simplifiée par le système d'imagerie sous-marine de la figure 1, et
- 25 - la figure 10 illustre une variante du système d'imagerie sous-marine.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

On a représenté à la figure 1 un système d'imagerie sous-marine 10 selon un mode de réalisation de l'invention. On a également repéré une direction longitudinale X et une direction transversale Y pour le système d'imagerie sous-marine 10. On notera dans la suite que le terme "sensiblement" signifie qu'une légère variation par rapport à la valeur nominale considérée est possible, notamment d'un pourcentage faible, en particulier à 10% près.

Le système d'imagerie sous-marine 10 est destiné à être porté par tout type d'objet flottant ou immergé. Ainsi, selon l'invention, le système d'imagerie sous-marine 10 peut être porté par un navire, en particulier une portion immergée du navire, un sous-marin, un véhicule du type véhicule sous-marin téléguidé également connu sous le nom de Remotely operated vehicle (ROV), un robot sous-marin autonome également sous le nom de Autonomous underwater vehicle (AUV), une station sous-marine autonome ou encore un garage sous-marin.

Le système d'imagerie sous-marine 10 comporte un organe de commande 12. L'organe de commande 12 a pour fonction de commander le système d'imagerie sous-marine 10, mais aussi de relier le système d'imagerie sous-marine 10 à l'objet flottant ou immergé. L'organe de commande 12 renferme un dispositif de traitement d'image 13 et un dispositif de reconnaissance 15.

L'organe de commande 12 se présente sous la forme d'un boîtier cylindrique étanche qui comprend longitudinalement une première face 12A et une seconde face 12B opposée à la première face 12A. Ainsi, depuis la seconde face 12B, un câble 14D rigide s'étend et permet de connecter l'organe de commande 12, et donc le système d'imagerie sous-marine 10, à l'objet flottant ou immergé.

Depuis la première face 12A, un premier câble 14A s'étend. A la droite du premier câble 14A, un deuxième câble 14B s'étend depuis la première face 12A. De même, à la gauche du premier câble 14A, un troisième câble 14C s'étend. Le premier câble 14A est rectiligne et permet de connecter électroniquement une caméra numérique 16, dont une résolution est ici de 4096 pixels, aussi connu sous le vocable « 4K », à l'organe de commande 12. De plus, les deuxième câble 14B et troisième câble 14C sont symétriquement disposés par rapport au premier câble 14A et ont pour fonction de connecter électroniquement un premier dispositif d'éclairage 18A et un second dispositif d'éclairage 18B à l'organe de commande 12. Dans ce mode de réalisation, les premier 18A et second 18B dispositifs d'éclairage se présentent sous la forme de lampe d'éclairage comportant au moins une diode électroluminescente. Bien entendu, on pourra utiliser tout type de dispositif d'éclairage et notamment un projecteur d'éclairage. En outre, une intensité lumineuse d'une lumière émise par les premier 18A et second 18B dispositifs d'éclairage est commandée par l'organe de commande 12.

En outre, le système d'imagerie sous-marine 10 comporte un organe de renfort structurel 20 qui permet d'assurer le maintien en position de la caméra numérique 16, du premier dispositif d'éclairage 18A et du second dispositif d'éclairage 18B. L'organe de renfort structurel 20 comporte une barre de maintien 20A longiligne et un support 20B pour la caméra numérique 16. La barre longiligne 20A porte le premier dispositif d'éclairage 18A, le second dispositif d'éclairage 18B et le support 20B. Le support 20B porte la caméra numérique 16.

Comme illustré sur la figure 1, la caméra numérique 16, le premier dispositif d'éclairage 18A et le second dispositif d'éclairage 18B sont alignés selon la direction transversale Y. On a illustré schématiquement à la figure 2 le système d'imagerie sous-marine 10 selon une variante de ce mode de réalisation. Selon cette variante, un angle formé par une droite passant par le premier dispositif d'éclairage 18A et la caméra numérique 16 et une droite passant par la caméra numérique 16 et le second dispositif d'éclairage 18B est sensiblement égal à 45°. Cet angle peut aussi être compris entre 15° et 80° ou entre 20° et 70° ou encore entre 30° et 60°. Ainsi, comme illustré sur la figure 2, une intersection entre un champ 22

filmé par la caméra numérique 16, un champ 24 éclairé par le premier dispositif d'éclairage 18A et un champ 26 éclairé par le second dispositif d'éclairage 18B présente un volume minimal. Cela permet d'éclairer une cible 28 filmée par la caméra numérique 16 sans éclairer d'avantage les particules en suspension qui ont pour propriété de créer le voile de rétrodiffusion.

On a en outre représenté, plus en détail, à l'aide de la figure 3, qui est un schéma de principe, une caractéristique particulièrement avantageuse du système d'imagerie sous-marine 10. De plus, sur le schéma de la figure 3, seul le second dispositif d'éclairage 18B est représenté. Bien entendu, le premier dispositif d'éclairage 18A comprend également les caractéristiques décrites ci-dessous pour le second dispositif d'éclairage 18B.

La caméra numérique 16 comporte un premier polariseur 19 apte à polariser selon une première direction une lumière reçue par la caméra numérique 16.

Le second dispositif d'éclairage 18B comporte un second polariseur 17 apte à polariser, selon une seconde direction perpendiculaire à la première direction, une lumière émise par le second dispositif d'éclairage 18B.

Ainsi, une image acquise par la caméra numérique 16 présente une qualité supérieure. La cible 28 filmée par la caméra numérique 16 est plus visible. Cela est notamment dû au fait que la polarisation de la lumière réfléchie par les particules qui confèrent au milieu marin son caractère turbide est de même direction qu'une lumière incidente, dans le cas d'espèce produite par les dispositifs d'éclairage 18A, 18B.

On notera que la lumière produite par les dispositifs d'éclairage 18A, 18B peut être polarisée linéairement ou circulairement et de préférence linéairement.

De même, le premier polariseur 19 peut être un polariseur linéaire ou circulaire et de préférence un polariseur linéaire.

On va maintenant décrire, notamment à l'aide de la figure 4, un traitement d'image opéré par le système d'imagerie sous-marine 10.

La caméra numérique 16 est configurée pour acquérir une image 30 sous-marine polarisée selon la première direction au moyen du premier polariseur 19. Cette image acquise 30 est en général peu exploitable en raison de la turbidité de l'eau. La caméra numérique 16 est reliée à l'organe de commande 12 qui renferme le dispositif de traitement d'image 13.

Le dispositif de traitement d'image 13 est apte à traiter l'image acquise 30. On suppose que l'image acquise 30 correspond à la somme de deux composantes : une composante $I_a(x) = J(x) \cdot t(x)$ correspondant à l'atténuation directe, et une composante $I_b(x) = A \cdot (1 - t(x))$ correspondant à la rétrodiffusion. Dans ces expressions, $t(x)$ correspond à la transmission dans le milieu et $J(x)$ correspond à la radiance de la scène. On souhaite obtenir, à partir de

l'image acquise 30, l'information de la radiance $J(x)$ et donc éliminer la contribution de la rétrodiffusion.

Le dispositif de traitement d'image 13 est configuré pour appliquer à l'image acquise 30 un filtrage passe-bas gaussien d'écart-type sensiblement égal à 30 comme illustré sur le bloc 5 36. Cet écart-type est plus généralement compris entre 20 et 50 ou 20 et 40 ou 25 et 35.

Le dispositif de traitement d'image 13 est configuré pour soustraire de l'image filtrée son écart type selon l'équation :

$$I_b(x) = Lp(I(x)) - \sigma[Lp(I(x))]$$

10

Où : x correspond au pixel sur l'image acquise 30. I_b correspond à l'image filtrée 38. I désigne l'image acquise 30. Lp désigne l'opérateur de filtrage du type passe-bas gaussien et σ l'écart type du filtrage. On obtient ainsi une image filtrée 38. A partir de cette image filtrée, de l'image acquise 30 et de la moyenne A d'intensité lumineuse des pixels de l'image 30 15 présentant l'intensité lumineuse la plus importante, on peut obtenir une image traitée 42. Notamment, l'image filtrée 38 permet de calculer l'image normalisée 33.

Le dispositif de traitement d'image 13 est de préférence apte à calculer la moyenne A d'intensité lumineuse des 0,1% de pixels de l'image acquise 30 qui présentent l'intensité lumineuse la plus importante comme représenté sur le bloc 32. On notera que selon des 20 variantes, le dispositif de traitement d'image 13 peut être configuré pour calculer la moyenne d'intensité lumineuse d'une portion de pixels de l'image acquise 30 correspondant à une portion comprise entre 0,1% et 1% des pixels présentant l'intensité lumineuse la plus importante.

En alternative, le dispositif de traitement d'image 13 peut être configuré pour calculer la 25 moyenne d'intensité lumineuse d'une portion de pixels de l'image acquise correspondant à une portion entre 5% et 15% des pixels présentant l'intensité lumineuse la plus importante, par exemple 10%.

Le dispositif de traitement d'image 13 est configuré pour normaliser l'image filtrée par 30 cette moyenne A d'intensité des 0,1% de pixels les plus lumineux, de façon à produire une image normalisée 33.

A désigne la moyenne d'intensité lumineuse des 0,1% de pixels de l'image acquise 30 qui présentent l'intensité lumineuse la plus importante.

L'image normalisée 33 ainsi obtenue est une estimation précise de l'illumination. 35 L'illumination représente la rétrodiffusion, à savoir une lumière réfléchiée vers la caméra numérique 16 par des particules en suspension dans le milieu marin. Ainsi, cette illumination altère la qualité de l'image acquise 30.

De plus, le dispositif de traitement d'image est configuré pour optimiser l'illumination 38 en fonction de la lumière produite par les dispositifs d'éclairage 18A, 18B et ce, en faisant varier l'intensité lumineuse de la lumière produite par les dispositifs d'éclairage 18A, 18B.

5 Il convient de noter que la rétrodiffusion représentée sur l'image acquise 30 est déjà atténuée par le fait que cette image est acquise selon la première direction de polarisation qui est perpendiculaire à la seconde direction de polarisation qui est celle des dispositifs d'éclairage 18A, 18B.

En outre, le dispositif de traitement d'image 13 permet également d'estimer avec
10 précision la carte de transmission 40 qui représente la transmission du milieu marin.

Le dispositif de traitement d'image est configuré pour estimer la transmission à partir de l'image normalisée 33, conformément à l'équation suivante :

$$\tilde{t}(x) = 1 - \frac{I_b(x)}{A}$$

Où : t désigne la carte de transmission 40 et $I_b(x) / A$ est l'image filtrée normalisée 33.

15

Le dispositif de traitement d'image 13 est ensuite configuré pour produire, par inversion du modèle de l'image acquise $I(x)$, une image traitée 42 qui représente plus fidèlement la scène filmée par la caméra numérique 16 selon l'équation suivante :

$$J(x) = \frac{I(x) - A}{\max(\tilde{t}(x), \gamma)} + A$$

20 Où : J représente l'image traitée 42 et γ est une constante égale à 0.1. Sur l'image traitée $J(x)$, on a éliminé la contribution du terme $I_b(x)$ correspondant à la rétrodiffusion.

On a illustré aux figures 5A, 6A et 5B, 6B respectivement des images acquises 30A et des images traitées 42B par le dispositif de traitement d'image 13. La figure 5A illustre
25 l'image acquise 30A dans une eau turbide caractérisée par un coefficient de diffusion $\mu_s = 0.056\text{cm}^{-1}$ et une épaisseur optique $T_o = 1.96$. La figure 6A illustre l'image acquise 30A dans une eau turbide caractérisée par un coefficient de diffusion $\mu_s = 0.084\text{cm}^{-1}$ et une épaisseur optique $T_o = 2,94$. Ainsi, cette eau est plus turbide que celle de la figure 5A.

Plus généralement, le dispositif de traitement d'image 13 permet donc d'améliorer la
30 qualité de l'image acquise 30 et d'obtenir l'image traitée 42 qui représente plus fidèlement la scène filmée par la caméra numérique 16. En outre, le dispositif de traitement d'image 13 permet de traiter rapidement l'image acquise 30. En effet, pour une image acquise 30 présentant une résolution de 2573 pixels par 3431, l'image acquise 30 est traitée en 2,50 secondes. Pour une image acquise 30 présentant une résolution de 3216 pixels par 4288,
35 celle-ci est traitée en 3,116 secondes.

De plus, le système d'imagerie sous-marine 10 est configuré pour analyser l'image traitée 42 et notamment pour reconnaître un objet filmé.

Pour ce faire, comme illustré sur la figure 8A, le dispositif de reconnaissance 15 est configuré pour détecter et accroître l'intensité lumineuse relative d'un contour 44 d'un objet 46 représenté sur l'image traitée 42 par le dispositif de traitement d'image 13, de façon à obtenir cette image simplifiée 48. Le dispositif de traitement d'image 13 est ainsi configuré pour appliquer à l'image traitée 42 un filtrage de type Sobel fonctionnant par seuillage de gradient. Le contour 44 de l'objet 46 est donc détecté. De plus, le dispositif de reconnaissance 15 est configuré pour appliquer un algorithme de contraste de phase à l'image dont le contour 44 a été détecté. L'intensité lumineuse du contour 44 est ainsi rehaussée par ajout d'une phase. Ainsi, comme on le voit, sur l'image simplifiée 48, seul le contour 44 de l'objet 46 est visible et présente une couleur blanche. Les pixels ne formant pas le contour 44 ont par contre été noircis.

En outre, le dispositif de reconnaissance 15 comporte une mémoire de stockage numérique comprenant au moins une image de référence 50 illustrée en figure 7B. L'image de référence 50 est issue d'un objet de référence 52 illustré à la figure 7A dont une image a été acquise puis simplifiée de façon identique à l'image traitée 42.

Ainsi, le dispositif de reconnaissance 15 est ainsi configuré pour comparer l'image simplifiée 48 et l'image de référence 50 et à définir un coefficient de corrélation. Si le coefficient de corrélation est supérieur à un seuil prédéterminé, le dispositif de reconnaissance 15 considère que l'objet 46 illustré sur l'image traitée 42 est identique à l'objet de référence 52.

Pour ce faire, le dispositif de reconnaissance 15 est configuré pour corrélérer l'image simplifiée 48 et l'image de référence 50 à l'aide d'une architecture de corrélation de type Vanderlugt. Pour ce faire, le dispositif de reconnaissance 15 est configuré pour appliquer une transformée de Fourier à l'image simplifiée 48 afin d'obtenir une décomposition spectrale de l'image simplifiée 48. Puis, le dispositif de reconnaissance 15 est configuré pour multiplier cette décomposition spectrale par un filtre de corrélation obtenue avec l'image de référence 50. Ce filtre de corrélation peut notamment être un filtrage du type de type Phase-only filter aussi désigné sous l'acronyme POF. Le dispositif de reconnaissance 15 est aussi configuré pour appliquer une transformée de Fourier inverse à ce produit afin d'obtenir un plan de corrélation 54 comprenant un pic 56. Si le pic présente une norme supérieure à un seuil prédéterminée, le dispositif de reconnaissance 15 considère que l'objet 46 illustré sur l'image traitée 42 est identique à l'objet de référence 52. En outre, la position du pic permet d'identifier une position de l'objet immergé 46. On notera qu'avantageusement, l'objet de référence 52 peut être comparé à lui-même afin d'obtenir un plan de corrélation de référence. Ce plan de corrélation de référence est également stocké dans la mémoire de stockage numérique. Ainsi, si la norme du pic 56 est par exemple égale à 80% de la norme

d'un pic du plan de corrélation de référence, le dispositif de reconnaissance 15 considère que l'objet 46 illustré sur l'image traitée 42 est identique à l'objet de référence 52 (Ce seuil est modulable par l'utilisateur selon les critères décisionnels souhaités). On notera que selon des variantes, le dispositif de reconnaissance 15 considère que l'objet 46 est identique à l'objet de référence 52 si la norme du pic 56 est égale à 70% ou 60% de la norme du pic du plan de corrélation de référence. Plus généralement, ce pourcentage peut être modulé selon la sureté du critère décisionnel souhaité.

Ainsi, le système d'imagerie sous-marine 10 permet d'identifier des objets immergés.

Bien entendu, on pourra apporter à l'invention de nombreuses variantes, sans sortir de son cadre ni de son esprit.

Le système d'imagerie sous-marine 10 pourra comprendre tout type de dispositif d'acquisition d'image. Ce dispositif d'acquisition d'image peut présenter toute résolution.

En outre, afin de limiter l'encombrement du dispositif, l'organe de commande 12, la caméra numérique 16 et les dispositifs d'éclairage 18A, 18B pourront être disposés dans un même boîtier.

On a aussi représenté sur la figure 10 un système d'imagerie sous-marine 10A qui est une variante du système d'imagerie sous-marine 10. Le système d'imagerie sous-marine 10A est du type « Pan and Tilt ». En outre, le système d'imagerie sous-marine 10A comporte un organe support 20A qui porte la caméra numérique 16 et les deux dispositifs d'éclairage 18A, 18B. La caméra numérique 16 est disposée sous les deux dispositifs d'éclairage 18A, 18B en référence à une direction verticale Z lorsque le système d'imagerie sous-marine 10A est en condition normale d'utilisation. De plus, l'organe support 20A comporte un arbre de rotation 20B qui forme un organe pivot permettant de faire pivoter l'organe support 20A autour de la direction transversale Y. Ainsi, la caméra numérique 16 et les deux dispositifs d'éclairage 18A, 18B peuvent pivoter ensemble et de concert autour de la direction transversale Y.

Revendications

1. Système d'imagerie sous-marine (10) comprenant :

- 5 - au moins un dispositif d'acquisition d'image (16),
- un dispositif d'éclairage (18A, 18B) destiné à éclairer une zone située au moins partiellement dans un champ du dispositif d'acquisition d'image (16),
- un dispositif de traitement d'image (13) configuré pour traiter une image acquise (30) par le dispositif d'acquisition d'image (16),

10 caractérisé en ce que :

- le dispositif d'acquisition d'image (16) comprend un premier polariseur (19) apte à polariser, selon une première direction, une lumière reçue par le dispositif d'acquisition d'image (16),
- le dispositif d'éclairage (18A, 18B) comprend un second polariseur (17) apte à
15 polariser, selon une seconde direction perpendiculaire à la première direction, une lumière émise par le dispositif d'éclairage (18A, 18B),

et en ce que le dispositif de traitement d'image (13) est configuré pour :

- calculer une moyenne d'intensité lumineuse d'une portion de pixels de l'image acquise (30) qui présentent une intensité lumineuse la plus importante (A),
- 20 - appliquer à l'image acquise (30) un filtrage du type passe-bas gaussien (34) de façon à obtenir une image filtrée (38),
- calculer, à partir du quotient de l'image filtrée par ladite moyenne d'intensité lumineuse, une carte de transmission (40) de l'image acquise, ladite carte de transmission représentant une transmission de la lumière par chacun des pixels
25 de l'image acquise, et
- estimer, à partir de ladite carte de transmission (40) et à partir de l'image acquise (30), une image traitée (42) dans laquelle une contribution de la rétrodiffusion de la lumière est supprimée.

30 2. Système d'imagerie sous-marine (10) selon la revendication 1, dans lequel le filtrage du type passe-bas gaussien (34) présente un écart-type compris entre 20 et 40 ou entre 25 et 35 et de préférence égal à 30.

35 3. Système d'imagerie sous-marine (10) selon l'une des revendications 1 ou 2, comportant deux dispositifs d'éclairage (18A, 18B) disposés symétriquement par rapport dispositif d'acquisition d'image (16).

4. Système d'imagerie sous-marine (10) selon la revendication 3, dans lequel les deux dispositifs d'éclairage (18A, 18B) et le dispositif d'acquisition d'image (16) sont alignés.
- 5
5. Système d'imagerie sous-marine (10) selon la revendication 3, dans lequel un angle formé par une droite passant par le dispositif d'acquisition d'image (16) et l'un des deux dispositifs d'éclairage (18A, 18B) et une droite passant par le dispositif d'acquisition d'image (16) et l'autre des deux dispositifs d'éclairage (18A, 18B) est compris entre 15° et 80° , ou entre 30° et 60° et de préférence égal à 45° .
- 10
6. Système d'imagerie sous-marine (10) selon l'une des revendications 1 à 5, comportant un dispositif de reconnaissance (15) configuré pour détecter et accroître l'intensité lumineuse relative d'un contour (44) d'un objet (46) représenté sur l'image traitée (42) de façon à obtenir une image simplifiée (48).
- 15
7. Système d'imagerie sous-marine (10) selon la revendication 6, dans lequel le dans lequel le dispositif de reconnaissance (15) est configuré pour détecter le contour (44) de l'objet (46) représenté sur l'image traitée (42) au moyen d'un filtre de type Sobel.
- 20
8. Système d'imagerie sous-marine (10) selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, dans lequel dispositif de reconnaissance (15) est configuré pour accroître l'intensité lumineuse relative du contour (44) de l'objet (46) représenté sur l'image traitée (42) par contraste de phase.
- 25
9. Système d'imagerie sous-marine (10) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel le dispositif de reconnaissance (15) est configuré pour comparer l'image simplifiée (48) avec au moins une image de référence (50) et à définir un coefficient de corrélation entre l'image simplifiée (48) et l'image de référence (50).
- 30
10. Dispositif flottant ou destiné à être immergé comprenant un système d'imagerie sous-marine (10) selon l'une des revendications 1 à 9.
11. Dispositif selon la revendication 10, dans lequel le dispositif destiné à être immergé est un véhicule du type véhicule sous-marin téléguidé également connu sous le nom de Remotely operated vehicle (ROV) ou un robot sous-marin autonome également sous le nom de Autonomous underwater vehicle (AUV) ou une station sous-marine autonome ou un garage sous-marin.
- 35

12. Programme informatique comprenant des instructions pour le fonctionnement du système d'imagerie sous-marine (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

5

13. Procédé d'utilisation d'un système d'imagerie sous-marine (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 comprenant au moins les étapes suivantes :

- on acquiert, au moyen du dispositif d'acquisition d'image (16), une image (30),
- on calcule une moyenne d'intensité lumineuse d'une portion de pixels de l'image acquise (30) qui présentent une intensité lumineuse la plus importante (A),
- on applique à l'image acquise (30), au moyen du dispositif de traitement d'image (13), un filtrage du type passe-bas gaussien (34) de façon à obtenir une image filtrée (38),
- on calcule, à partir du quotient de l'image filtrée par ladite moyenne d'intensité lumineuse, une carte de transmission (40) de l'image acquise, ladite carte de transmission représentant une transmission de la lumière par chacun des pixels de l'image acquise, et
- on estime, à partir de ladite carte de transmission (40) et à partir de l'image acquise (30), une image traitée (42) dans laquelle une contribution de la rétrodiffusion de la lumière est supprimée.

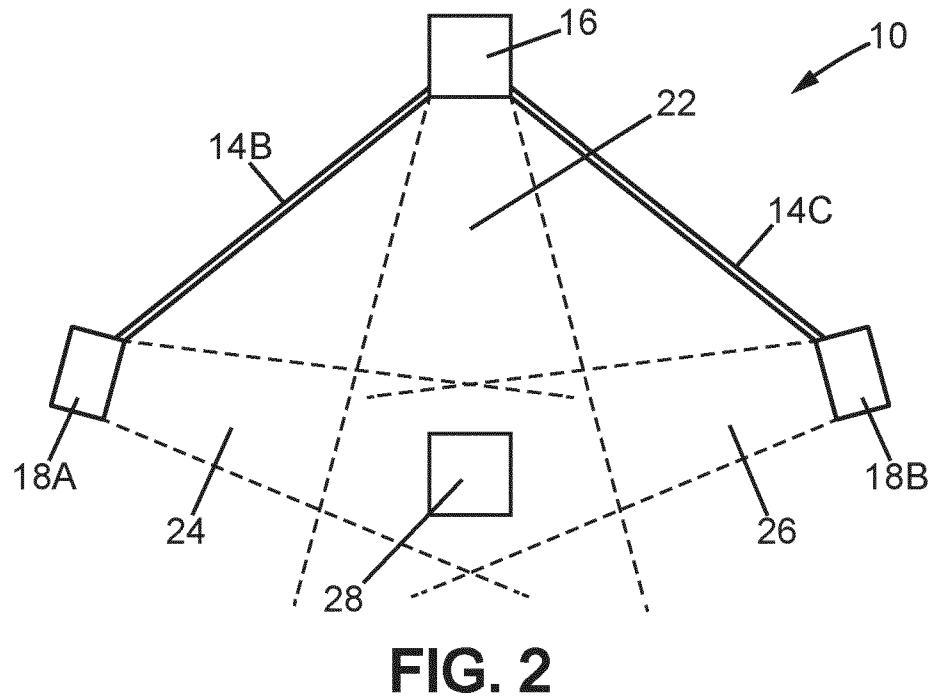
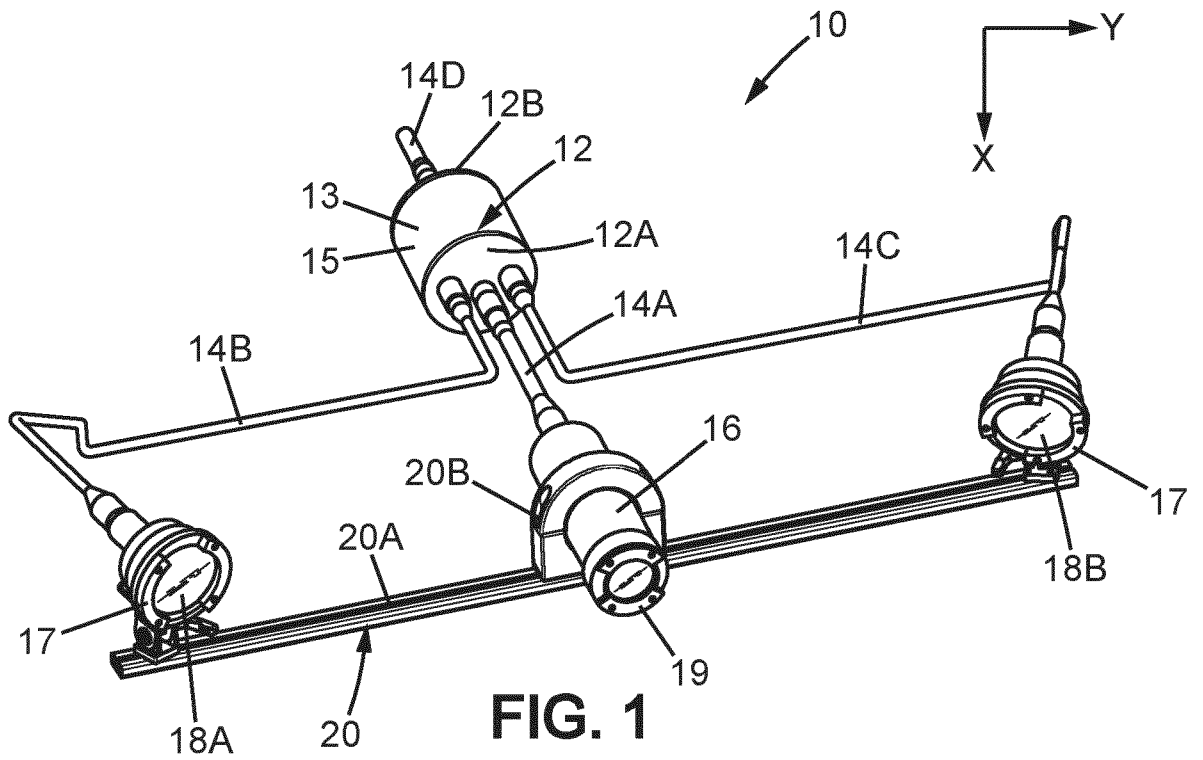
10

15

20

14. Programme informatique comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 13, lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

25



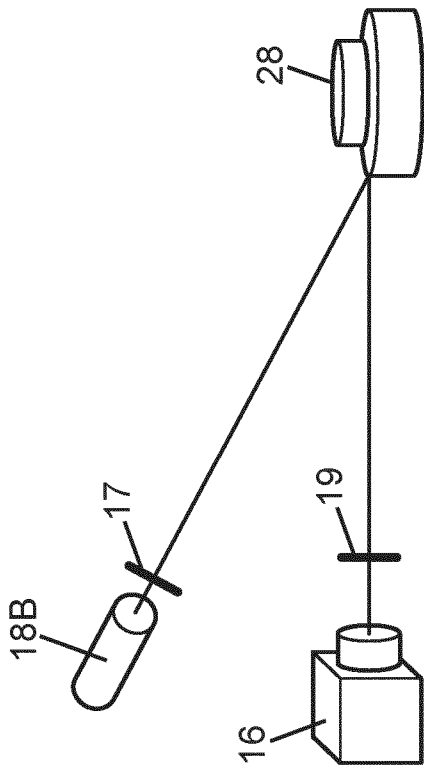


FIG. 3

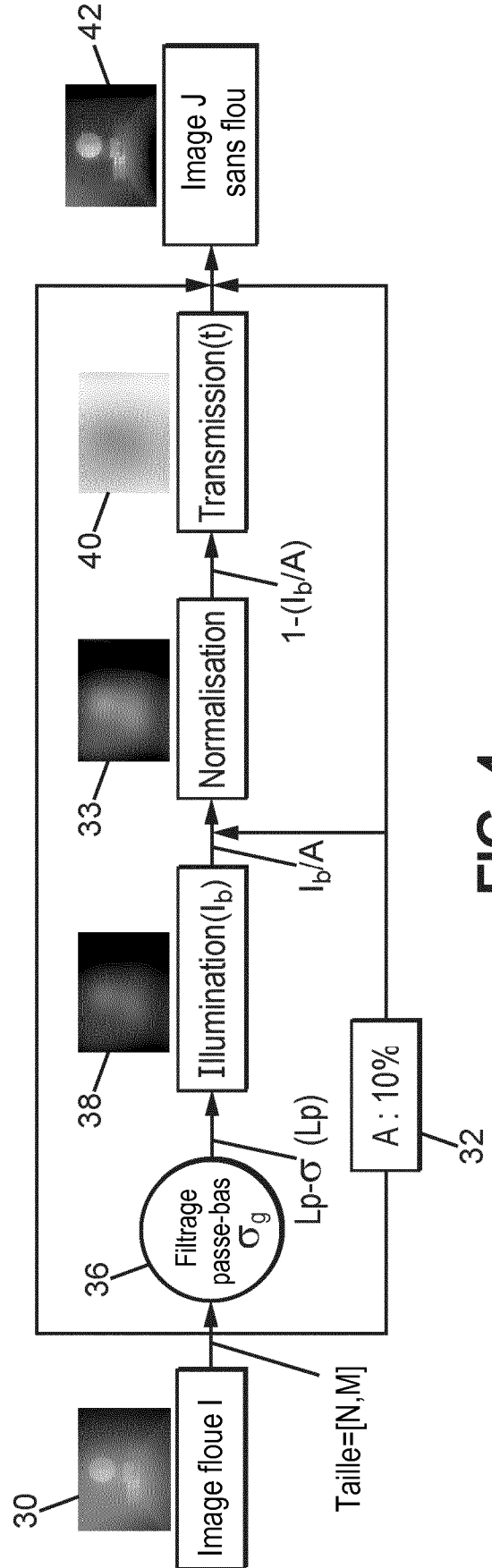


FIG. 4

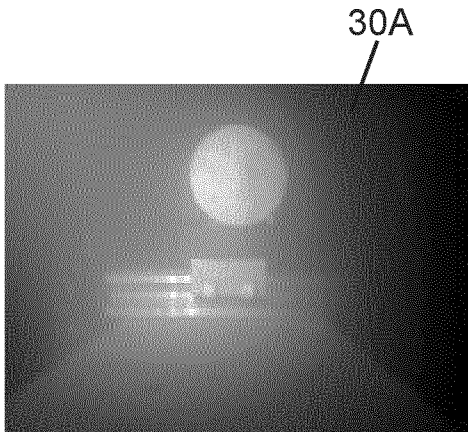


FIG. 5A

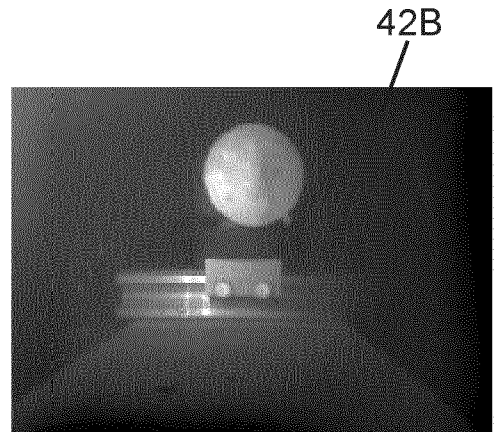


FIG. 5B

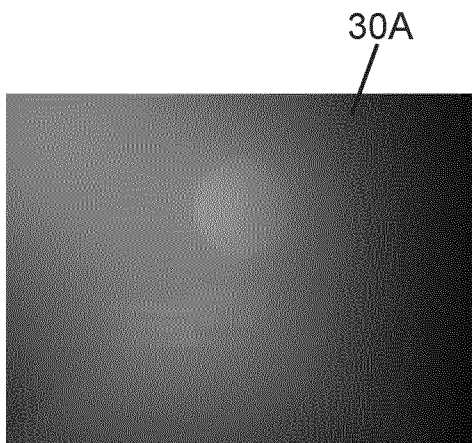


FIG. 6A

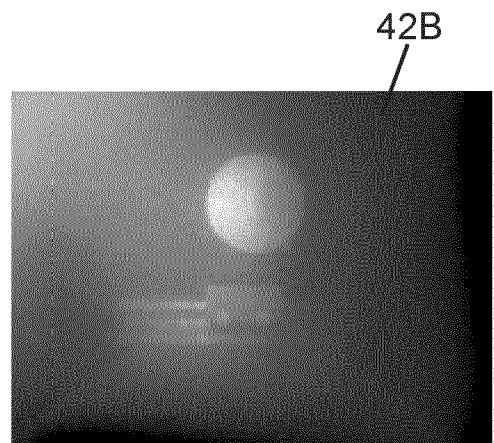


FIG. 6B

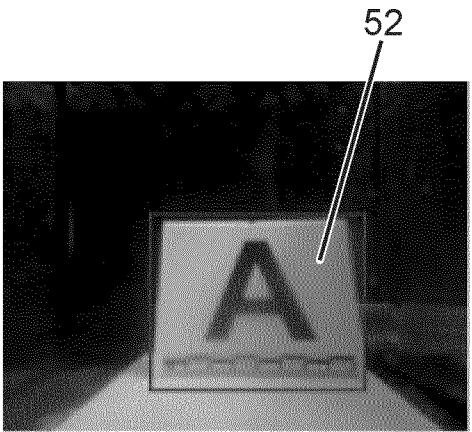


FIG. 7A

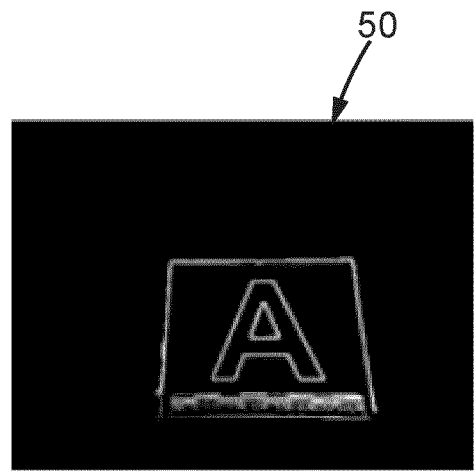


FIG. 7B

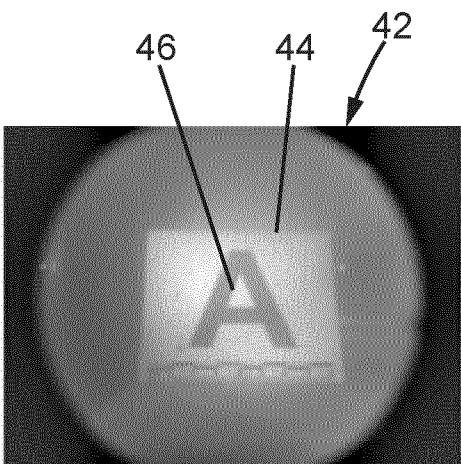


FIG. 8A

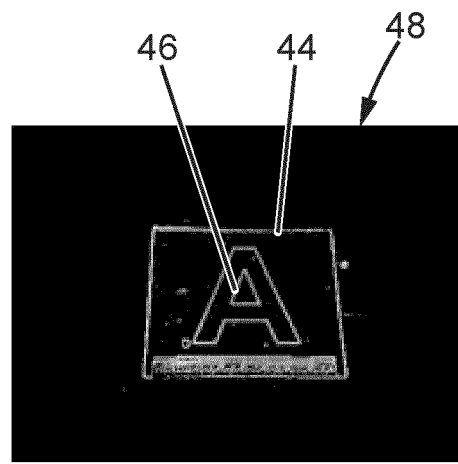


FIG. 8B

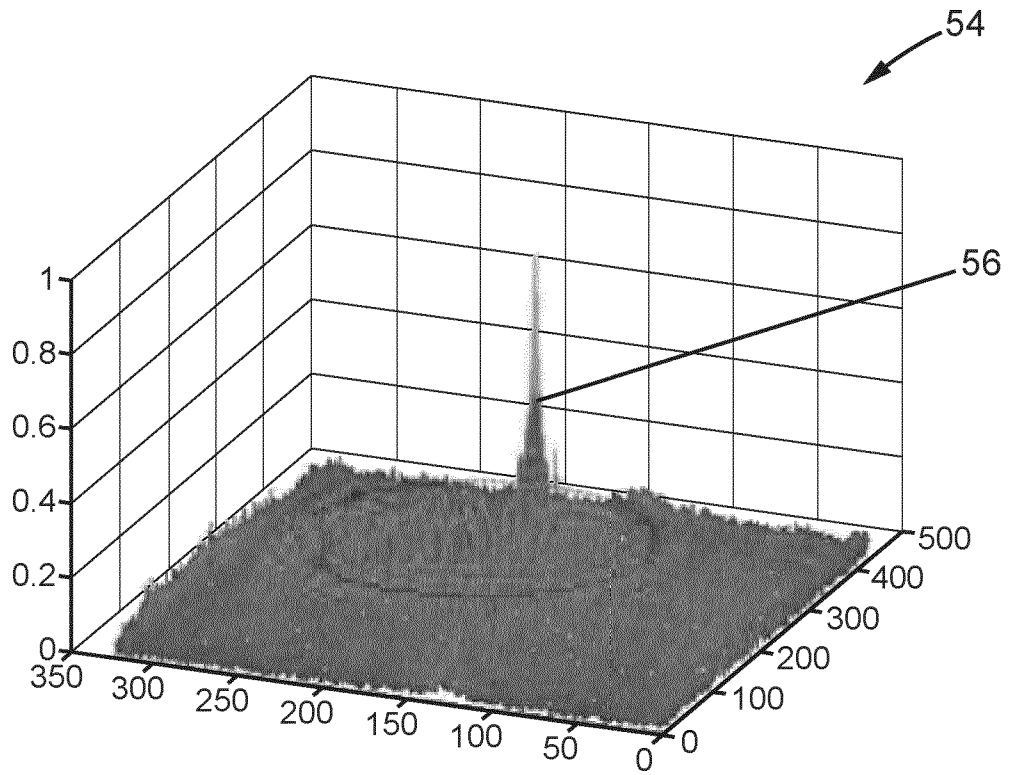


FIG. 9

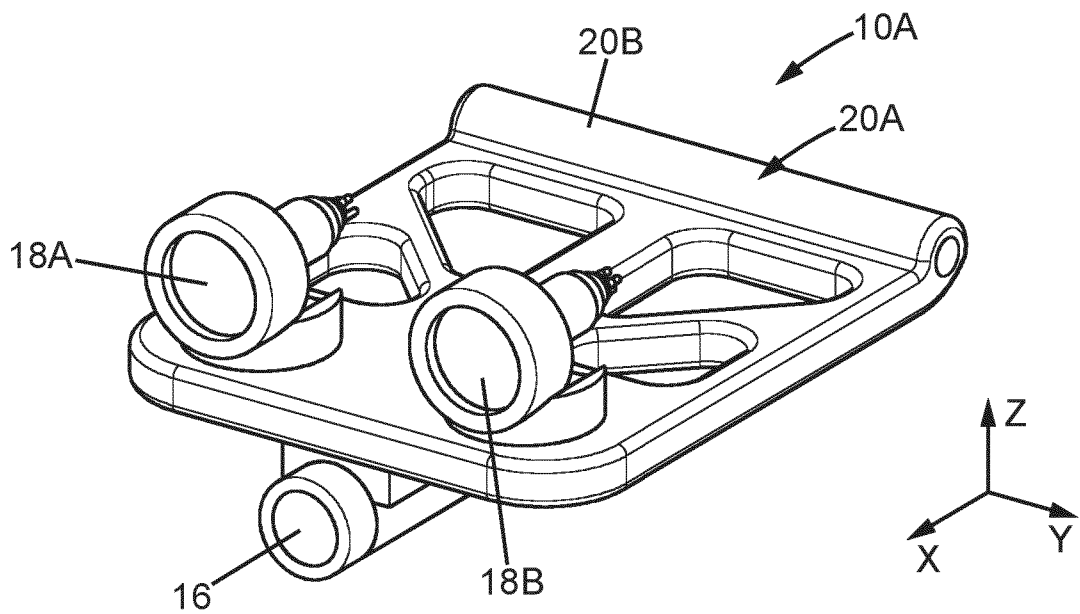


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/097070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04N5/225 G03B15/03 G06K9/00 H04N7/18
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04N G03B G06K
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/048851 A1 (GALLAGER SCOTT M [US]) 31 March 2016 (2016-03-31) the whole document	1-14
Y	WO 97/04417 A1 (UNIV MANCHESTER [GB]; OAKLEY JOHN PETER [GB]) 6 February 1997 (1997-02-06) the whole document	1-14
A	WO 2015/162278 A1 (CATHX RES LTD [IE]) 29 October 2015 (2015-10-29) the whole document	1-14
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 4 March 2019	Date of mailing of the international search report 11/03/2019
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Weber-Kluz, Florence

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/097070

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BONIN-FONT FRANCISCO ET AL: "Imaging systems for advanced underwater vehicles", JOURNAL OF MARITIME RESEARCH: JMR, vol. 8, no. 1, 1 January 2011 (2011-01-01), pages 65-86, XP055093772, ES ISSN: 1697-4840 the whole document -----	1-14
A	DE 22 08 066 A1 (HEIMANN GMBH) 30 August 1973 (1973-08-30) the whole document -----	1,3-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2018/097070

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2016048851 A1	31-03-2016	US 2017293217 A1 WO 2016048851 A1	12-10-2017 31-03-2016
WO 9704417 A1	06-02-1997	AT 185637 T AU 6463896 A CA 2227321 A1 DE 69604670 D1 DE 69604670 T2 DK 0839361 T3 EP 0839361 A1 ES 2140110 T3 GB 2303511 A GR 3032179 T3 JP 3898224 B2 JP H11509657 A US 6462768 B1 WO 9704417 A1	15-10-1999 18-02-1997 06-02-1997 18-11-1999 08-06-2000 17-04-2000 06-05-1998 16-02-2000 19-02-1997 27-04-2000 28-03-2007 24-08-1999 08-10-2002 06-02-1997
WO 2015162278 A1	29-10-2015	AU 2015250746 A1 CA 2946788 A1 EP 3133979 A1 US 2017048494 A1 WO 2015162278 A1	15-12-2016 29-10-2015 01-03-2017 16-02-2017 29-10-2015
DE 2208066 A1	30-08-1973	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2018/097070

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04N5/225 G03B15/03 G06K9/00 H04N7/18 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H04N G03B G06K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2016/048851 A1 (GALLAGER SCOTT M [US]) 31 mars 2016 (2016-03-31) le document en entier -----	1-14
Y	WO 97/04417 A1 (UNIV MANCHESTER [GB]; OAKLEY JOHN PETER [GB]) 6 février 1997 (1997-02-06) le document en entier -----	1-14
A	WO 2015/162278 A1 (CATHX RES LTD [IE]) 29 octobre 2015 (2015-10-29) le document en entier ----- -/--	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 4 mars 2019		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 11/03/2019
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Weber-Kluz, Florence

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>BONIN-FONT FRANCISCO ET AL: "Imaging systems for advanced underwater vehicles", JOURNAL OF MARITIME RESEARCH: JMR, vol. 8, no. 1, 1 janvier 2011 (2011-01-01), pages 65-86, XP055093772, ES ISSN: 1697-4840 le document en entier -----</p>	1-14
A	<p>DE 22 08 066 A1 (HEIMANN GMBH) 30 août 1973 (1973-08-30) le document en entier -----</p>	1,3-5

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2018/097070

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2016048851 A1	31-03-2016	US 2017293217 A1 WO 2016048851 A1	12-10-2017 31-03-2016
WO 9704417 A1	06-02-1997	AT 185637 T AU 6463896 A CA 2227321 A1 DE 69604670 D1 DE 69604670 T2 DK 0839361 T3 EP 0839361 A1 ES 2140110 T3 GB 2303511 A GR 3032179 T3 JP 3898224 B2 JP H11509657 A US 6462768 B1 WO 9704417 A1	15-10-1999 18-02-1997 06-02-1997 18-11-1999 08-06-2000 17-04-2000 06-05-1998 16-02-2000 19-02-1997 27-04-2000 28-03-2007 24-08-1999 08-10-2002 06-02-1997
WO 2015162278 A1	29-10-2015	AU 2015250746 A1 CA 2946788 A1 EP 3133979 A1 US 2017048494 A1 WO 2015162278 A1	15-12-2016 29-10-2015 01-03-2017 16-02-2017 29-10-2015
DE 2208066 A1	30-08-1973	AUCUN	