

(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 2012/080372 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H04N 5/33 (2006.01) *H04N 5/235* (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/072826
- (22) Date de dépôt international :
14 décembre 2011 (14.12.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
10/04894 15 décembre 2010 (15.12.2010) FR
- (71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) : LATECOERE [FR/FR]; 135, Rue de Périole, F-31500 Toulouse (FR). INSTITUT FRANCAIS DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES TRANSPORTS DE L'AMENAGEMENT ET DES RESEAUX (IFSTTAR) [FR/FR]; Boulevard Isaac Newton, F-77420 Champs Sur Marne (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BOUCOURT, Gérard [FR/FR]; 8, rue de la Bergerie, F-31180 Rouffiac Tolosan (FR). TAILLADE, Frédéric [FR/FR]; 100 Rue Pierre Brosolette, F-92140 Clamart (FR).

- (74) Mandataire : RIBEIRO DIAS, Alexandre; SCHMIT-CHRETIEN, Parc de Basso Cambo, 4, rue Paul MESPLE, F-31100 Toulouse (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ACTIVE DEVICE FOR VIEWING A SCENE THROUGH A DIFFUSING MEDIUM, USE OF SAID DEVICE, AND VIEWING METHOD

(54) Titre : DISPOSITIF ACTIF D'OBSERVATION D'UNE SCÈNE À TRAVERS UN MILIEU DIFFUSANT, UTILISATION DE CE DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'OBSERVATION

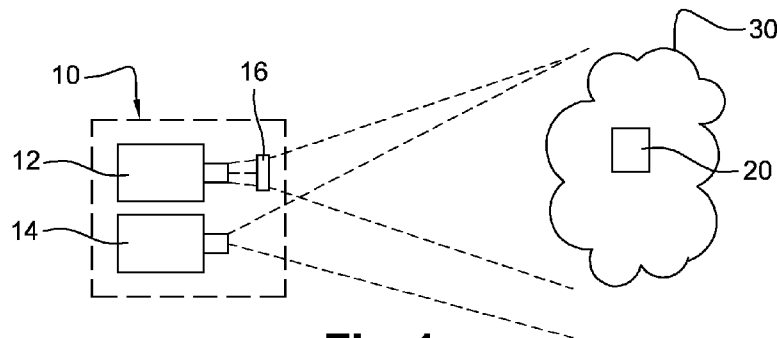


Fig. 1

(57) Abstract : The present invention relates to an active device (10) for viewing a scene, comprising a light source (12) suitable for emitting electromagnetic radiation toward the scene to be viewed. The device (10) also includes a detector (14), and is configured to activate said detector so as to measure at least a portion of the electromagnetic radiation emitted by said light source and returned by the viewed scene. The electromagnetic radiation emitted by the light source (12) is infrared radiation at least partially included within a spectral band, referred to as a viewing band, the wavelengths of which are between 8 micrometers and 15 micrometers, and the detector (14) is suitable for measuring infrared radiation within said viewing band. Such an active viewing device (10) is particularly suitable for viewing in foggy weather or in rainy weather. The present invention also relates to a viewing method (50).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/080372 A1

Publiée :

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

La présente invention concerne un dispositif (10) actif d'observation d'une scène, comportant une source lumineuse (12) adaptée à émettre un rayonnement électromagnétique en direction de la scène à observer. Le dispositif (10) comporte également un détecteur (14), et est configuré pour activer ledit détecteur de sorte à mesurer au moins une partie du rayonnement électromagnétique émis par ladite source lumineuse et renvoyé par la scène observée. Le rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse (12) est un rayonnement infrarouge au moins partiellement compris dans une bande spectrale, dite « bande d'observation », dont les longueurs d'ondes sont comprises entre 8 micromètres et 15 micromètres, et le détecteur (14) est adapté à mesurer un rayonnement infrarouge dans ladite bande d'observation. Un tel dispositif (10) actif d'observation est particulièrement adapté pour l'observation par temps de brouillard ou par temps de pluie. La présente invention concerne également un procédé (50) d'observation.

**Dispositif actif d'observation d'une scène à travers un milieu diffusant,
utilisation de ce dispositif et procédé d'observation**

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention appartient au domaine de l'observation de scènes. Plus particulièrement, la présente invention concerne un dispositif et un procédé particulièrement adaptés pour l'observation d'une scène au travers
5 d'une atmosphère chargée en particules d'aérosols, comme c'est le cas par exemple par temps de brouillard ou de pluie, ou en présence de fumée, etc.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

De nombreux dispositifs d'observation sont connus, mais ceux-ci sont peu adaptés à l'observation au travers d'une atmosphère chargée de particules
10 d'aérosols. On distingue deux catégories de dispositifs d'observation : les dispositifs passifs et les dispositifs actifs.

Les dispositifs passifs se contentent de mesurer un rayonnement électromagnétique émis par la scène observée, tandis que les dispositifs actifs émettent un rayonnement électromagnétique en direction de ladite scène, et
15 mesurent les échos du rayonnement électromagnétique renvoyés par la scène.

Les dispositifs passifs sont généralement constitués d'une ou de plusieurs caméras, qui mesurent le rayonnement électromagnétique dans le domaine des longueurs d'ondes visibles et/ou infrarouges.

Toutefois, les performances d'un dispositif passif sont liées aux
20 niveaux de luminance d'éventuels objets à détecter dans la scène. En outre, le contraste des objets sur le fond de la scène est très variable de sorte qu'il est très souvent complexe de différencier le fond de la scène d'un objet à détecter. De plus, pour un dispositif passif sensible dans le domaine des longueurs

25 Ces limitations des dispositifs passifs sont en outre amplifiées par temps de brouillard, pluie, etc., dans la mesure où la présence de particules d'aérosols dans l'atmosphère augmente l'atténuation subie par le rayonnement électromagnétique émis par la scène observée.

Les dispositifs actifs d'observation présentent l'avantage d'avoir des
30 portées généralement supérieures à celles des dispositifs passifs.

Il est connu, notamment dans le domaine de l'aide à la conduite de véhicules, de mettre en œuvre des dispositifs actifs de type radar ou lidar.

Les radars et les lidars sont des dispositifs actifs qui fonctionnent dans des domaines de longueurs d'ondes différents du spectre électromagnétique.

5 Les radars émettent des impulsions dans le domaine radioélectrique, tandis que les lidars émettent des impulsions dans le domaine optique. Le domaine optique comprend notamment le domaine des longueurs d'ondes infrarouge et le domaine des longueurs d'ondes visibles. Le domaine radioélectrique correspond à des ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes supérieures
10 à celles du domaine infrarouge.

En pratique, les radars sont peu sensibles aux conditions météorologiques, du fait que les longueurs d'ondes considérées sont généralement supérieures aux dimensions des particules d'aérosols dans le milieu atmosphérique par temps de pluie, de brouillard, etc.

15 Les radars présentent cependant plusieurs limitations.

Tout d'abord, les radars sont des dispositifs onéreux. Ensuite, les radars détectent avec difficulté les objets à faible SER (Surface Equivalente Radar) tels que, dans le domaine de l'aide à la conduite de véhicules, les piétons, les véhicules à deux roues, etc. De plus, dans un environnement
20 complexe tel qu'un environnement urbain, la présence d'échos multiples rend l'analyse desdits échos multiples très complexe.

Les lidars sont généralement peu onéreux comparés aux radars, et sont constitués principalement d'une source lumineuse, émettant une impulsion lumineuse dans le domaine optique, et d'un détecteur.

25 Toutefois, les lidars présentent également des limitations.

Tout d'abord, les performances des lidars sont très variables en fonction de la SEL (Surface Equivalente Laser) des objets de la scène. En outre, les lidars présentent une performance très dégradée dans certaines conditions météorologiques, en particulier par temps de brouillard.

30 Pour comprendre les raisons de cette dégradation des performances, il faut analyser la propagation d'une impulsion lumineuse au travers d'une atmosphère chargée de particules d'aérosols.

Les particules d'aérosols ont principalement deux effets distincts sur la

propagation de l'impulsion lumineuse. D'une part, l'impulsion lumineuse est atténuée en transmission. D'autre part, une partie de l'impulsion lumineuse incidente est renvoyée par les particules d'aérosols en direction de la source lumineuse : c'est l'effet de rétrodiffusion, qui donne naissance à un voile
5 lumineux d'éblouissement. La combinaison de ces deux effets contribue à réduire le contraste des objets dans la scène observée.

Ainsi, la distinction entre l'information (luminance apparente des objets dans la scène) et le bruit (luminance rétrodiffusée par les particules d'aérosols) devient très difficile.

10 Il est connu, pour réduire l'influence des photons rétrodiffusés sur les performances en termes de contraste, des dispositifs d'observation actifs à « crénelage temporel ».

De tels dispositifs comportent également une source lumineuse et un détecteur, et reposent sur un principe de multiplexage temporel des activations
15 de ladite source lumineuse et dudit détecteur. Lorsque la source lumineuse émet une impulsion lumineuse, le détecteur est désactivé (éteint ou masqué par un obturateur), de sorte que le détecteur n'est pas ébloui par les photons rétrodiffusés par les particules d'aérosols à proximité immédiate du détecteur.

Le détecteur est activé ultérieurement au cours d'un intervalle de
20 temps prédéfini, ledit intervalle de temps prenant fin préalablement à l'émission suivante d'une impulsion lumineuse. Au cours de cet intervalle de temps, le détecteur mesure les échos du rayonnement électromagnétique renvoyés par la scène en réponse à l'émission par la source lumineuse.

On comprend que l'effet d'éblouissement est diminué, dans la mesure
25 où les échos renvoyés par les particules d'aérosols à proximité immédiate de la source lumineuse ne sont pas mesurés par le détecteur.

Toutefois, les dispositifs actifs à crénelage temporel ne permettent d'observer qu'une partie de la scène se trouvant dans un intervalle limité de
30 distances par rapport à la source lumineuse. Ledit intervalle de distances correspond aux distances pour lesquelles le temps de propagation aller/retour d'une impulsion lumineuse est compris dans l'intervalle de temps prédéfini d'activation du détecteur.

En outre, de tels dispositifs actifs à crénelage temporel doivent

comporter une électronique de commande complexe et onéreuse.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention vise à proposer une solution pour l'observation active d'une scène, qui permette d'avoir de bonnes performances en milieu
5 atmosphérique diffusant, en particulier par temps de brouillard, et qui soit simple et peu onéreuse à mettre en œuvre.

En outre, la présente invention vise à proposer une solution qui permette, dans certains cas, d'observer une scène y compris à proximité immédiate d'un dispositif d'observation selon l'invention, contrairement aux
10 dispositifs actifs à crénelage temporel qui sont limités à l'observation d'un intervalle prédéfini de distances éloigné de ces dispositifs.

Pour atteindre les objectifs susmentionnés, la présente invention concerne, selon un premier aspect, un dispositif actif d'observation pour détecter un objet dans une scène, comportant une source lumineuse adaptée à
15 émettre un rayonnement électromagnétique en direction de la scène à observer. Le dispositif comporte également un détecteur, et est configuré pour activer ledit détecteur de sorte à mesurer au moins une partie du rayonnement électromagnétique émis par ladite source lumineuse et renvoyé par la scène observée. Le rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse
20 est un rayonnement infrarouge au moins partiellement compris dans une bande spectrale, dite « bande d'observation », dont les longueurs d'ondes sont comprises entre 8 micromètres et 15 micromètres, et le détecteur est adapté à mesurer un rayonnement infrarouge dans la bande d'observation.

De préférence, la bande d'observation est constituée de longueurs
25 d'ondes comprises entre 10 micromètres et 12 micromètres.

Un avantage lié à l'utilisation de cette bande d'observation réside notamment dans le fait que la rétrodiffusion est faible par temps de brouillard pour ces longueurs d'ondes. Par conséquent, l'effet d'éblouissement est fortement réduit par l'utilisation de longueurs d'ondes comprises entre 8
30 micromètres et 15 micromètres, de sorte que la distance de visibilité du dispositif d'observation est très supérieure, par temps de brouillard, à la distance de visibilité météorologique.

Alternativement, la bande d'observation est de longueurs d'ondes

comprises entre 2.7 micromètres et 2.9 micromètres, ou comprises entre 5.8 micromètres et 6.2 micromètres.

Suivant des modes particuliers de réalisation, le dispositif d'observation comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le dispositif comporte un moyen d'élargissement d'un faisceau du rayonnement infrarouge émis par la source lumineuse,
- le dispositif est configuré pour activer le détecteur simultanément à l'émission d'un rayonnement infrarouge par la source lumineuse,
- 10 - le dispositif est configuré pour activer la source lumineuse et le détecteur de façon continue lors des opérations d'observation active,
- la source lumineuse est une source laser CO₂ ou une diode QCL (« Quantic Cascade Laser »),
- 15 - le détecteur est une caméra thermique,
- les axes de la source lumineuse et du détecteur sont sensiblement parallèles.

Selon un second aspect, l'invention concerne une utilisation du dispositif d'observation selon l'invention pour l'observation d'une scène au travers d'une atmosphère chargée en particules d'aérosol, plus particulièrement pour l'observation d'une scène par temps de brouillard ou par temps de pluie.

Selon un troisième aspect, l'invention concerne un procédé d'observation d'une scène, ledit procédé comportant les étapes d'émission d'un rayonnement électromagnétique par une source lumineuse en direction de la scène à observer, et de mesure par un détecteur d'au moins une partie du rayonnement électromagnétique émis par ladite source lumineuse et renvoyé par la scène en direction de ladite source lumineuse. Le rayonnement électromagnétique émis au cours de l'étape d'émission est un rayonnement infrarouge au moins partiellement compris dans une bande spectrale, dite « bande d'observation », dont les longueurs d'ondes sont comprises entre 8 micromètres et 15 micromètres et, au cours de l'étape de mesure, le détecteur mesure un rayonnement infrarouge dans ladite bande d'observation.

De préférence, la bande d'observation est constituée de longueurs d'ondes comprises entre 10 micromètres et 12 micromètres.

Alternativement, la bande d'observation est de longueurs d'ondes comprises entre 2.7 micromètres et 2.9 micromètres, ou comprises entre 5.8
5 micromètres et 6.2 micromètres.

Suivant des modes particuliers de mise en œuvre, le procédé d'observation comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- l'étape de mesure par le détecteur est exécutée simultanément à
10 l'étape d'émission par la source lumineuse,
- l'étape d'émission et l'étape de mesure sont exécutées de façon continue lors des opérations d'observation active.

PRÉSENTATION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante,
15 donnée à titre d'exemple nullement limitatif, et faite en se référant aux figures suivantes, lesquelles ne sont pas à l'échelle et représentent :

- Figure 1 : une représentation schématique d'un dispositif actif d'observation selon l'invention,
- Figure 2 : une représentation schématique de paramètres utilisés
20 dans un modèle analytique de simulation,
- Figure 3 : des courbes illustrant la variation de coefficients d'extinction μ_E et de rétrodiffusion μ_B avec la longueur d'onde, pour différents types de brouillard,
- Figure 4 : des courbes illustrant les différents types de brouillards
25 considérés dans la figure 3,
- Figure 5 : des courbes illustrant le rapport signal sur bruit obtenu pour deux longueurs d'ondes différentes, pour différents types de brouillard,
- Figure 6 : des courbes illustrant la variation d'un rapport μ_E/μ_B avec
30 la longueur d'onde, pour différents types de brouillard,
- Figures 7a à 7c : des images obtenues en chambre de brouillard illustrant les améliorations apportées par la mise en œuvre d'un dispositif d'observation selon l'invention,

- Figure 8 : des résultats expérimentaux obtenus avec un dispositif d'observation selon un mode préféré de réalisation,
- Figure 9 : un diagramme illustrant les principales étapes d'un procédé d'observation selon l'invention.

5 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

La figure 1 représente schématiquement un dispositif 10 actif d'observation selon l'invention, qui comporte principalement une source lumineuse 12 et un détecteur 14.

10 La source lumineuse 12 est adaptée à émettre un rayonnement électromagnétique en direction d'une scène. La scène est par exemple constituée par un objet 20 à détecter plongé dans un milieu diffusant 30 du type atmosphère chargée de particules d'aérosols, plus particulièrement par temps de brouillard. Dans la suite de la description, on se place de manière non limitative, et sauf mention contraire, dans le cas d'une observation d'une
15 scène par temps de brouillard.

Selon l'invention, le rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse 12 est un rayonnement infrarouge au moins partiellement compris dans une bande spectrale, dite « bande d'observation », dont les longueurs d'ondes sont comprises entre 8 micromètres (μm) et 15 μm .

20 Le détecteur 14 est adapté à mesurer un rayonnement infrarouge dans ladite bande d'observation. En outre, le dispositif 10 actif d'observation est configuré pour activer le détecteur 14 de sorte à mesurer au moins une partie du rayonnement infrarouge émis par ladite source lumineuse 12 et renvoyé par la scène observée en direction de ladite source lumineuse.

25 En d'autres termes, le dispositif 10 actif d'observation comporte une électronique de commande, de type connu en soi et non illustrée par les figures, qui commande le détecteur 14 de sorte à ce qu'il mesure le rayonnement infrarouge renvoyé par la scène en réponse à l'émission d'un rayonnement infrarouge par la source lumineuse 12. En effet, le dispositif 10
30 étant un dispositif actif, le détecteur 14 doit effectuer des mesures du rayonnement infrarouge dans la bande d'observation lorsque tout ou partie de la scène observée est éclairée par la source lumineuse 12.

On comprend donc que la bande d'observation est comprise dans une

bande spectrale correspondant aux longues longueurs d'ondes infrarouge, connues sous l'acronyme LWIR (de l'anglais « Long Wavelength InfraRed »).

On verra par la suite qu'un tel choix de longueurs d'ondes permet d'avoir de bonnes performances par temps de brouillard. De préférence, la
5 bande d'observation est constituée de longueurs d'ondes comprises entre 10 μm et 12 μm (on verra par la suite qu'un tel choix de longueurs d'ondes permet d'améliorer les performances du dispositif 10 d'observation).

Il est à noter que, dans le contexte de l'invention, la bande d'observation est une bande spectrale commune à la source lumineuse 12 et
10 au détecteur 14, c'est-à-dire une bande spectrale dans laquelle la source lumineuse 12 est adaptée à émettre et dans laquelle le détecteur 14 est adapté à mesurer un rayonnement infrarouge.

On comprend que rien n'exclut, pour la source lumineuse 12, d'émettre un rayonnement électromagnétique dans une bande spectrale plus
15 large que la bande d'observation, pouvant comporter des longueurs d'ondes non toutes comprises entre 10 μm et 12 μm , voire entre 8 μm et 15 μm . De même, rien n'exclut, pour le détecteur 14, de mesurer un rayonnement électromagnétique dans une bande spectrale plus large que la bande d'observation.

Toutefois, on comprend que pour des raisons d'efficacité du dispositif
20 10 d'observation, les bandes spectrales d'émission (de la source lumineuse 12) et de mesure (du détecteur 14) sont de préférence sensiblement les mêmes. De préférence, la bande spectrale d'émission est comprise dans la bande spectrale de mesure, de sorte que tout le rayonnement infrarouge émis par la
25 source lumineuse 12 peut être mesuré par le détecteur 14. De telles dispositions permettent d'avoir un dispositif 10 d'observation présentant un rendement et une efficacité améliorés.

On décrit à présent un modèle analytique de luminance, et on présente des résultats de simulation obtenus avec ce modèle analytique, qui
30 illustrent les avantages liés à l'utilisation de la bande d'observation susmentionnée.

Le modèle analytique de luminance exposé ci-après repose sur la théorie de Mie sur la diffusion de la lumière. Cette théorie est supposée connue

de l'homme de l'art, et on pourra se référer notamment à la référence suivante : Bohren C. F., Huffman D. R., « Absorption and Scattering of Light by Small Particles », *Wiley & Sons* (1983).

La figure 2 représente schématiquement des paramètres du modèle analytique, dans le cas d'un dispositif actif comprenant :

- un émetteur Tx éclairant une tranche de brouillard,
- un récepteur Rx visant une portion de ladite tranche de brouillard.

La luminance L_B rétrodiffusée par le brouillard et reçue par le récepteur Rx peut être approchée par l'expression suivante :

$$L_B = \int_0^{\infty} \mu_B \cdot \frac{P_S}{\pi \cdot (R_S^2 + z^2 \cdot \tan^2(\theta_S))} \cdot \frac{\rho(\pi - \theta(z))}{4 \cdot \pi} \cdot \cos(\theta(z)) \cdot \exp(-2 \cdot \mu_E \cdot z) \cdot \xi(z) \cdot dz$$

expression dans laquelle :

- P_S , R_S et θ_S sont respectivement la puissance lumineuse, le rayon et l'ouverture angulaire de l'émetteur Tx,
- θ est l'angle entre le centre optique O de la zone visée par le récepteur Rx à la distance z considérée et l'axe optique de l'émetteur Tx,
- ξ est un coefficient donnant la zone de recouvrement entre le faisceau issu de l'émetteur Tx et le faisceau du récepteur Rx,
- μ_B , μ_E et ρ sont respectivement le coefficient de rétrodiffusion, le coefficient d'extinction et la fonction de phase dépendant du brouillard, donnés par la théorie de Mie.

La validité de l'approximation précédente a été vérifiée notamment dans la publication scientifique suivante : Taillade F., Belin E., Dumont E., « An Analytical Model for Backscattered Luminance in Fog : Comparisons with Monte Carlo Simulations and Experimental Results », *Measurement Science and Technology*, (2008).

En outre, si l'on considère un objet dans le brouillard dans la scène observée, éclairé par l'émetteur Tx, sa luminance L_O vue par le récepteur Rx peut être approchée par l'expression suivante :

$$L_O = \rho \cdot \frac{P_S}{\pi \cdot \Omega_S \cdot D^2} \cdot \exp(-2 \cdot \mu_E \cdot D)$$

expression dans laquelle :

- ρ est l'albédo de l'objet à la longueur d'onde considérée,
- Ω_s est l'angle solide de l'émetteur Tx,
- D est la distance entre le dispositif comprenant l'émetteur Tx et le récepteur Rx ; $\exp(-2 \cdot \mu_E \cdot D)$ représente alors l'atténuation de la lumière sur le trajet aller/retour entre ledit dispositif et l'objet.

Il est à noter que le coefficient d'extinction μ_E est approximativement égal à $3/V_m$, où V_m est la distance de visibilité météorologique. La distance de visibilité météorologique V_m est définie pour l'homme de l'art comme étant la distance pour laquelle la luminance transmise au travers de l'atmosphère est atténuée à 95%.

On définit le rapport signal sur bruit S/B qui dépend du rapport des luminances L_O de l'objet et L_B rétrodiffusée par le brouillard, s'exprimant par exemple sous la forme suivante :

$$S/B = 10 \cdot \log(L_O/L_B)$$

La distance de visibilité du dispositif actif d'observation, comprenant l'émetteur Tx et le récepteur Rx, est définie comme étant la distance pour laquelle le rapport S/B est nul lorsqu'exprimé en décibels (c'est-à-dire lorsque le signal est égal au bruit).

La figure 3 représente la variation des coefficients d'extinction μ_E et de rétrodiffusion μ_B avec la longueur d'onde considérée (désignée sur les figures par « λ »).

Les courbes illustrées par la figure 3 ont été obtenues, par simulation avec le modèle analytique de luminance, pour trois types de brouillards différents, désignés respectivement par type T1, type T2 et type T3. Ces types de brouillards sont modélisés par des lois log-normales illustrées par la figure 4 (une telle modélisation par une loi log-normale est connue par exemple de : Deirmendjian D., « Scattering and Polarization Properties of Water Clouds and Haze in the Visible and Infrared », *Applied Optics*, Vol. 3 – 1964, page 187).

Le brouillard de type T1 correspond à une granulométrie centrée sur 1 μm (c'est-à-dire que les particules d'aérosols de rayon « r » égal 1 μm sont les plus nombreuses). Le brouillard de type T2 correspond à une granulométrie

centrée sur 5 μm , et le brouillard de type T3 correspond à une granulométrie centrée sur 10 μm .

Les concentrations de particules d'aérosols sont normalisées de sorte que la distance de visibilité météorologique V_m , dans le visible pour une longueur d'onde de 0.5 μm (qui correspond approximativement au maximum de sensibilité de l'œil humain), est sensiblement égale à 100 mètres pour chaque type de brouillard.

Sur la figure 3, on voit que le coefficient d'extinction μ_E varie fortement avec la longueur d'onde et avec la granulométrie du brouillard.

Avec le brouillard de type T1, on constate que la valeur du coefficient d'extinction μ_E est plus faible pour les longueurs d'ondes comprises entre 8 μm et 15 μm que pour une longueur d'onde de 0.5 μm . Le coefficient d'extinction μ_E est sensiblement égal à 0.005 pour une longueur d'onde de 10.5 μm soit une distance de visibilité météorologique V_m d'environ 600 mètres à 10.5 μm .

A mesure que la granulométrie du brouillard augmente, les variations du coefficient d'extinction μ_E diminuent pour les longueurs d'ondes représentées. Par exemple, avec le brouillard de type T3, la distance de visibilité météorologique V_m varie peu avec la longueur d'onde.

De manière surprenante, le comportement du coefficient de rétrodiffusion μ_B avec la longueur d'onde est très différent de celui du coefficient d'extinction μ_E .

On constate en effet que, dans une bande de longueurs d'ondes comprises entre 8 μm et 15 μm , les valeurs du coefficient de rétrodiffusion μ_B sont très inférieures à la valeur dudit coefficient de rétrodiffusion μ_B à 0.5 μm , et ce quel que soit le type de brouillard considéré (T1, T2 ou T3).

La figure 5 représente le rapport signal sur bruit S/B obtenu par simulation en fonction du rapport D/V_m (V_m considéré à 0.5 μm), pour un dispositif actif d'observation de longueur d'onde 0.5 μm , et pour un dispositif actif d'observation de longueur d'onde 10.6 μm . On constate que le rapport signal sur bruit S/B est nettement amélioré dans le cas du dispositif de longueur d'onde 10.6 μm .

Par exemple, dans le cas où le rapport $D/V_m = 1$ et quel que soit le type de brouillard considéré, la mise en œuvre d'un dispositif actif de longueur

d'onde 10.6 μm introduit théoriquement un gain de 40 décibels (dB) sur le rapport signal sur bruit S/B, par rapport à un dispositif actif de longueur d'onde 0.5 μm . En outre, on constate que, pour des valeurs de rapport D/V_m inférieures à 1, tandis que le plus faible coefficient d'extinction μ_E à 10.6 μm était obtenu pour le brouillard de type T1, c'est avec le brouillard de type T1 que l'amélioration du rapport signal sur bruit S/B est la moins importante en mettant en œuvre le dispositif 10 d'observation selon l'invention (amélioration de l'ordre de 10 dB). En revanche, pour des valeurs de rapport D/V_m supérieures à 1 et pour le brouillard de type T1, l'amélioration du rapport signal sur bruit S/B est plus importante que pour les autres types de brouillard en mettant en œuvre le dispositif 10 d'observation selon l'invention. Pour le brouillard de type T1, l'amélioration du rapport signal sur bruit S/B à 10.6 μm est en partie due à l'augmentation de la luminance L_O du fait que le coefficient d'extinction μ_E est plus faible à 10.6 μm comparé à 0.5 μm .

La figure 6 représente les variations du rapport μ_E/μ_B en fonction de la longueur d'onde considérée.

On constate que le rapport μ_E/μ_B tend vers zéro pour une longueur d'onde de 0.5 μm . Le rapport μ_E/μ_B est plus important dans la bande d'observation susmentionnée. On constate par exemple que, pour des brouillards de type T2 et T3, le rapport μ_E/μ_B est supérieur à 50 pour des longueurs d'ondes comprises entre 8 μm et 15 μm , supérieur à 150 pour des longueurs d'ondes comprises entre 10 μm et 12 μm .

La bande spectrale des longueurs d'ondes comprises entre 10 μm et 12 μm présente également un intérêt pour le brouillard de type T1, dans la mesure où le rapport μ_E/μ_B présente un maximum local dans cette bande spectrale (aux alentours de 11.5 μm).

On comprend donc les avantages liés à l'utilisation de la bande d'observation dont les longueurs d'ondes sont comprises entre 8 μm et 15 μm , voire entre 10 μm et 12 μm . En effet, on s'attend à avoir une distance de visibilité nettement améliorée par temps de brouillard, du fait principalement d'une rétrodiffusion très faible à ces longueurs d'ondes.

Dans un mode particulier de réalisation du dispositif 10 d'observation selon l'invention, la source lumineuse 12 est un laser CO_2 . Cet exemple n'est

pas limitatif, et on comprend que d'autres types de sources lumineuses peuvent être mis en œuvre pour émettre un rayonnement infrarouge dans la bande spectrale LWIR, telles que des diodes QCL.

De préférence, le dispositif 10 d'observation comporte un moyen
5 d'élargissement d'un faisceau du rayonnement infrarouge émis par la source lumineuse 12, telle qu'une lentille 16 infrarouge divergente. Une telle lentille 16 est représentée schématiquement sur la figure 1.

On comprend que la mise en œuvre d'un tel moyen d'élargissement permet d'augmenter l'angle solide éclairé par la source lumineuse 12, et ainsi
10 augmenter le champ de vision par temps de brouillard, sous réserve que le détecteur 14 soit adapté à mesurer le rayonnement infrarouge renvoyé par toute la partie éclairée de la scène.

De préférence, le détecteur 14 est un détecteur matriciel adapté à former en une mesure une image bidimensionnelle de la scène observée, tel
15 qu'une caméra thermique LWIR. Suivant d'autres exemples, le détecteur 14 est un microbolomètre, une caméra infrarouge à base de Mercure-Cadmium-Tellure (MCT), etc.

Dans un mode particulier de réalisation, compatible avec l'un quelconque des modes de réalisation précédents, le dispositif 10 d'observation
20 est configuré pour activer le détecteur 14 simultanément à l'émission d'un rayonnement infrarouge par la source lumineuse 12.

En d'autres termes, l'électronique de commande du dispositif 10 d'observation commande le détecteur 14 de sorte à ce qu'il mesure le rayonnement infrarouge de la scène y compris en cours d'émission d'un
25 rayonnement infrarouge par la source lumineuse 12.

On comprend que l'activation du détecteur 14 simultanément à l'émission d'un rayonnement infrarouge par la source lumineuse 12 est rendue possible par l'utilisation de longueurs d'ondes comprises dans la bande d'observation susmentionnée (entre 8 μm et 15 μm , voire entre 10 μm et 12
30 μm), puisque la rétrodiffusion et l'effet d'éblouissement y sont très faibles.

De telles dispositions permettent d'avoir une électronique de commande simple, dans la mesure où le détecteur 14 peut être activé de façon continue lors des opérations d'observation active. En particulier, l'électronique

de commande est plus simple que dans le cas de dispositifs actifs à crénelage temporel. De plus, l'activation du détecteur 14 de façon continue permet de ne pas limiter l'observation de la scène à un intervalle limité de distances, comme c'est le cas pour les dispositifs actifs à crénelage temporel.

5 Un exemple de détecteur fonctionnant de façon continue est une caméra thermique CCD, qui produit des images successives de la scène, à une fréquence prédéfinie.

La source lumineuse 12 peut être activée de sorte à éclairer de façon continue ou discontinue la scène observée. De préférence, la source
10 lumineuse 12 est activée de façon continue, afin de réduire la complexité de l'électronique de commande.

Par « éclairer de façon discontinue », on entend que la source lumineuse 12 émet des impulsions lumineuses.

Par « éclairer de façon continue », on entend que la source lumineuse
15 12 est activée en permanence lors des opérations d'observation active. Rien n'exclut, d'acquérir avec le dispositif 10 d'observation une première image de façon passive, c'est-à-dire la source lumineuse 12 éteinte, puis d'acquérir une seconde image de façon active avec la source lumineuse 12 activée en permanence pendant toute l'acquisition de ladite seconde image.

20 Les figures 7a à 7d représentent des images d'une scène obtenues expérimentalement en chambre de brouillard. Lesdites images ont été obtenues dans des conditions réelles avec un dispositif 10 d'observation selon un mode préféré de réalisation dans lequel ledit dispositif comporte :

- une source lumineuse 12 de type Laser CO₂ (COHERENT-Diamond C-30A) émettant un rayonnement à 10.6 μm,
- une lentille de focale 25 millimètres pour élargir le faisceau infrarouge émis par la source lumineuse 12 (approximativement 1 mètre de diamètre à 25 mètres,
- un détecteur 14 de type caméra thermographique (FLIR A320) de
30 320x240 pixels de microbolomètres non refroidis, de résolution en température de 50 mK à 30°C, adapté à mesurer un rayonnement infrarouge entre 7.5 μm et 13 μm.

Pour l'obtention de ces résultats, le laser CO₂ et la caméra

thermographique ont été agencés à proximité l'un de l'autre, en l'occurrence espacés d'approximativement 0.5 mètres, et de sorte que leurs axes sont sensiblement parallèles (c'est-à-dire qu'ils sont dirigés sensiblement vers une même zone de la scène observée). De la sorte, la caméra thermographique est agencée de sorte à pouvoir mesurer au moins une partie du rayonnement infrarouge renvoyé par la scène en direction du laser CO₂.

Les figures 7a et 7b représentent des images obtenues avec la source lumineuse 12 éteinte, et la figure 7c représente une image obtenue par le détecteur 14 avec la source lumineuse 12 activée, conformément à l'invention.

10 La figure 7a représente une image obtenue en l'absence de brouillard. On a disposé dans la scène observée divers éléments visibles sur la figure 7a :

- une plaque P₁ rectangulaire, portée à une température de 30°C, située à 10 mètres du dispositif 10 d'observation,
- un panneau P₂ triangulaire, porté à une température de 27°C, situé à 25 mètres du dispositif 10 d'observation.

15 Le fond de la scène est à une température de l'ordre de 27°C, de sorte que la plaque P₁ et le panneau P₂ ont des contrastes thermiques C_T différents, respectivement C_T ≈ 0.11 et C_T = 0 (il est à noter que le contour du panneau P₂ a été ajouté pour localiser le panneau dans l'image, ledit panneau n'étant pas visible du fait que son contraste thermique C_T est nul).

20 La figure 7b représente une image obtenue, la source lumineuse 12 étant éteinte, en présence de brouillard (granulométrie centrée entre environ 0.5 μm et 1 μm de rayon des particules d'aérosols) avec une distance de visibilité météorologique V_m de 8 mètres. On constate que la plaque P₁ est visible. Le panneau P₂ n'est lui pas visible.

La figure 7c représente une image obtenue par le détecteur 14 dans les mêmes conditions que la figure 7b, mais avec la source lumineuse 12 activée de façon continue, la scène étant par conséquent éclairée par la source lumineuse 12 lors des mesures par le détecteur 14.

30 On constate tout d'abord l'absence attendue d'effet d'éblouissement. Ensuite, on constate que le panneau P₂ (de contraste thermique C_T nul) est visible sur la figure 7c alors qu'il ne l'était pas sur la figure 7b, la luminance mesurée pour ledit panneau allant jusqu'à saturer le détecteur 14.

La figure 8 représente l'évolution de la distance de visibilité V_{IR} , obtenue avec le dispositif 10 d'observation, en fonction de la distance de visibilité météorologique V_m .

La distance de visibilité V_{IR} est estimée comme décrit ci-après.

5 En l'absence totale de brouillard, la source lumineuse 12 étant activée, on mesure le contraste maximum C_0 du panneau P_2 en prenant comme température de référence celle du fond de la scène. Puis, en présence de brouillard et pour différentes valeurs de la distance de visibilité météorologique V_m , on mesure comme précédemment le contraste apparent C_A du panneau
 10 P_2 , avec la source lumineuse 12 activée. La distance de visibilité V_{IR} est déterminée d'après l'expression suivante :

$$V_{IR} = -\frac{D}{3 \cdot \ln(C_A/C_0)}$$

expression dans laquelle D est la distance entre le panneau P_2 et le dispositif 10 d'observation, soit 25 mètres. Sur cette figure 8, on a représenté, pour
 15 chaque distance de visibilité météorologique V_m considérée, deux valeurs de la distance de visibilité V_{IR} (représentées respectivement par un cercle et une croix). Ces deux valeurs de la distance de visibilité V_{IR} sont obtenues en considérant, pour déterminer le contraste apparent C_A du panneau P_2 , deux zones de référence différentes du fond de la scène.

20 On constate à la lecture de la figure 8 que, pour une distance de visibilité météorologique V_m de 20 mètres, le contraste des objets dans le domaine spectral choisi (autour de $10.6 \mu\text{m}$) est celui qui aurait été obtenu pour des objets situés entre 300 et 800 mètres (sous réserve que les objets soient assez gros pour être résolus par le détecteur 14).

25 En conclusion, le dispositif 10 d'observation selon l'invention permet d'atteindre un gain d'un facteur 15 à 40 entre la distance de visibilité V_{IR} (obtenue avec ledit dispositif) et la distance de visibilité météorologique V_m .

En outre le dispositif 10 d'observation permet de détecter des objets de contraste thermique C_T nul, sous réserve que ces objets à détecter aient un
 30 albédo non nul dans la bande spectrale considérée (entre $8 \mu\text{m}$ et $15 \mu\text{m}$).

Les résultats expérimentaux corroborent les résultats obtenus par simulation, de sorte que les approximations ou les imperfections éventuelles du

modèle analytique de luminance, utilisé pour les simulations, ne sauraient remettre en cause l'invention, dans la mesure où il a été vérifié que celle-ci procure effectivement les avantages identifiés par simulation avec ledit modèle analytique de luminance.

5 La figure 9 représente schématiquement les principales étapes d'un procédé 50 d'observation selon l'invention, lesquelles sont :

- 52 émission d'un rayonnement électromagnétique par la source lumineuse 12 en direction de la scène à observer,
 - 54 mesure par le détecteur 14 d'au moins une partie du
- 10 rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse 12 et renvoyé par la scène en direction de ladite source lumineuse.

Tel qu'indiqué précédemment, le rayonnement électromagnétique émis au cours de l'étape 52 d'émission est un rayonnement infrarouge au moins partiellement compris dans la bande d'observation (entre 8 μm et 15 μm ,

15 voire entre 10 μm et 12 μm) et le détecteur 14 mesure un rayonnement infrarouge dans ladite bande d'observation au cours de l'étape 54 de mesure.

De préférence, l'étape 54 de mesure est exécutée simultanément à l'étape 52 d'émission. L'étape 54 de mesure est avantageusement exécutée de façon continue lors des opérations d'observation active. De préférence, l'étape

20 52 d'émission est également exécutée de façon continue, c'est-à-dire que la source lumineuse 12 éclaire la scène observée de façon continue (par opposition à un éclairage par des impulsions lumineuses).

La présente invention propose un dispositif 10 d'observation particulièrement adapté à l'observation par temps de brouillard, en particulier

25 un brouillard de granulométrie supérieure à 5 μm . En outre, il a également été vérifié que le dispositif 10 d'observation présentait de bonnes performances par temps de pluie, notamment par simulation avec le modèle analytique susmentionné, en considérant des particules d'aérosols avec une granulométrie centrée approximativement sur 200 μm .

30 On comprend cependant que le dispositif 10 d'observation peut également être utilisé dans d'autres contextes, y compris par temps clair, en présence de fumée, etc.

Le dispositif 10 d'observation selon l'invention peut être utilisé dans de

nombreux domaines. Par exemple, le dispositif 10 d'observation est embarqué dans un véhicule (automobile, aéronef, bateau, etc.) pour aider à la conduite par temps de brouillard. Suivant un autre exemple non limitatif, le dispositif 10 d'observation est porté par un utilisateur pour l'aider à se déplacer ou à se repérer par rapport à son environnement par temps de brouillard.

De manière plus générale, on constate, à la lecture de la figure 6, que le rapport μ_E/μ_B présente un maximum local entre 2.7 μm et 2.9 μm , et entre 5.8 μm et 6.2 μm . En outre, à la lecture de la figure 6, on constate que le coefficient d'extinction μ_E est plus faible aux alentours de 2.8 μm ou de 6 μm , qu'aux alentours de 0.5 μm ,

On comprend donc que, d'après les résultats de simulation, on s'attend également à avoir une distance de visibilité nettement améliorée par temps de brouillard avec un dispositif actif de longueur d'onde sensiblement égale à 2.8 μm ou 6 μm . Ainsi, la présente invention concerne également, suivant d'autres modes de réalisation, des dispositifs actifs fonctionnant entre 2.7 μm et 2.9 μm ou entre 5.8 μm et 6.2 μm . Toutefois, la bande d'observation de longueurs d'ondes comprises entre 8 μm et 15 μm correspond à un mode préféré de réalisation et de mise en œuvre de l'invention.

REVENDICATIONS

- 1 - Dispositif (10) actif d'observation d'une scène, comportant une source lumineuse (12) adaptée à émettre, en direction de la scène à observer, un rayonnement électromagnétique au moins partiellement compris dans une bande spectrale, dite « bande d'observation », le dispositif (10) étant configuré pour activer un détecteur (14) de sorte à mesurer, dans la bande d'observation, au moins une partie du rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse (12) et renvoyé par la scène, caractérisé en ce que les longueurs d'ondes de la bande d'observation sont comprises entre 8 micromètres et 15 micromètres.
- 2 - Dispositif (10) actif d'observation d'une scène, comportant une source lumineuse (12) adaptée à émettre, en direction de la scène à observer, un rayonnement électromagnétique au moins partiellement compris dans une bande spectrale, dite « bande d'observation », le dispositif (10) étant configuré pour activer un détecteur (14) de sorte à mesurer, dans la bande d'observation, au moins une partie du rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse (12) et renvoyé par la scène, caractérisé en ce que les longueurs d'ondes de la bande d'observation sont comprises entre 2.7 micromètres et 2.9 micromètres, ou comprises entre 5.8 micromètres et 6.2 micromètres.
- 3 - Dispositif (10) selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen (16) d'élargissement d'un faisceau du rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse (12).
- 4 - Dispositif (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est configuré pour activer le détecteur (14) simultanément à l'émission d'un rayonnement électromagnétique par la source lumineuse.
- 5 - Dispositif (10) selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il est configuré pour activer la source lumineuse (12) et le détecteur (14) de façon continue lors des opérations d'observation active.
- 6 - Utilisation du dispositif (10) d'observation selon l'une des revendications précédentes pour l'observation active d'une scène par temps de brouillard ou par temps de pluie.
- 7 - Procédé (50) d'observation d'une scène, caractérisé en ce qu'il comporte

les étapes de :

- 5 - (52) émission d'un rayonnement électromagnétique par une source lumineuse (12) en direction de la scène à observer, ledit rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse (12) étant au moins partiellement compris dans une bande spectrale, dite « bande d'observation », dont les longueurs d'ondes sont comprises entre 8 micromètres et 15 micromètres,
 - 10 - (54) mesure, dans la bande d'observation par un détecteur (14), d'au moins une partie du rayonnement électromagnétique émis par ladite source lumineuse et renvoyé par la scène en direction de ladite source lumineuse.
- 8 - Procédé (50) d'observation d'une scène, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :
- 15 - (52) émission d'un rayonnement électromagnétique par une source lumineuse (12) en direction de la scène à observer, ledit rayonnement électromagnétique émis par la source lumineuse (12) étant au moins partiellement compris dans une bande spectrale, dite « bande d'observation », dont les longueurs d'ondes sont comprises entre 2.7 micromètres et 2.9 micromètres, ou comprises entre 5.8 micromètres et 6.2 micromètres,
 - 20 - (54) mesure, dans la bande d'observation par un détecteur (14), d'au moins une partie du rayonnement électromagnétique émis par ladite source lumineuse et renvoyé par la scène en direction de ladite source lumineuse.
- 25 9 - Procédé (50) selon l'une des revendications 7 à 8, caractérisé en ce que l'étape (54) de mesure par le détecteur (14) est exécutée simultanément à l'étape (52) d'émission par la source lumineuse (12).
- 10 - Procédé (50) selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'étape (52) d'émission et l'étape (54) de mesure sont exécutées de façon continue
- 30 lors des opérations d'observation active.

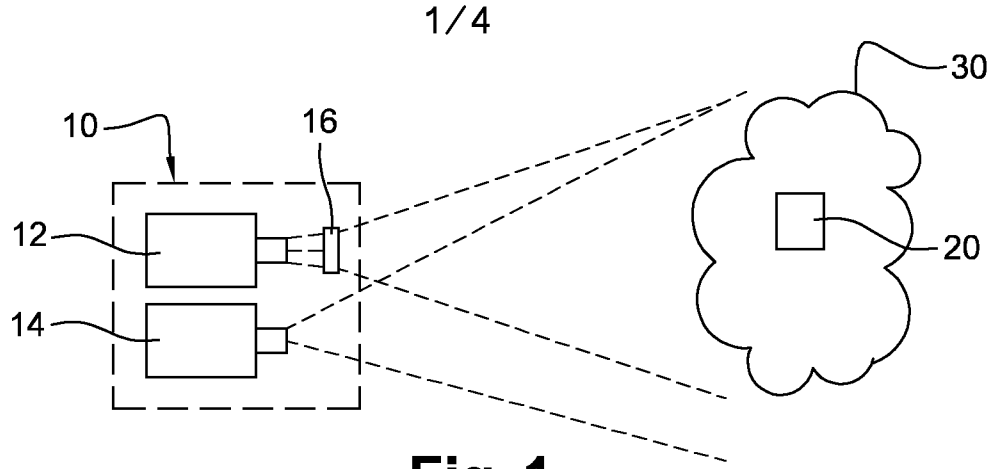


Fig. 1

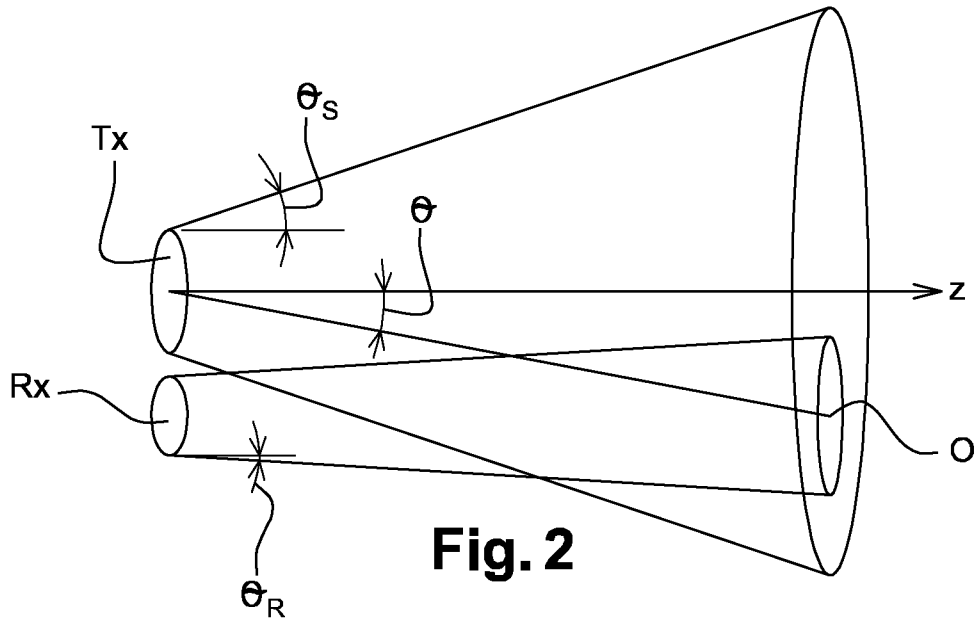
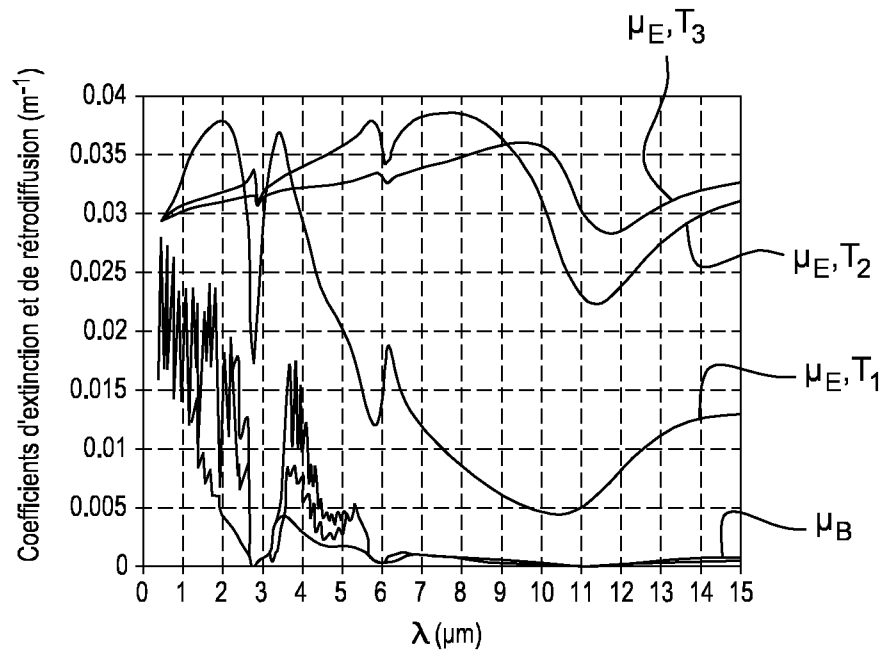


Fig. 2

Fig. 3



2 / 4

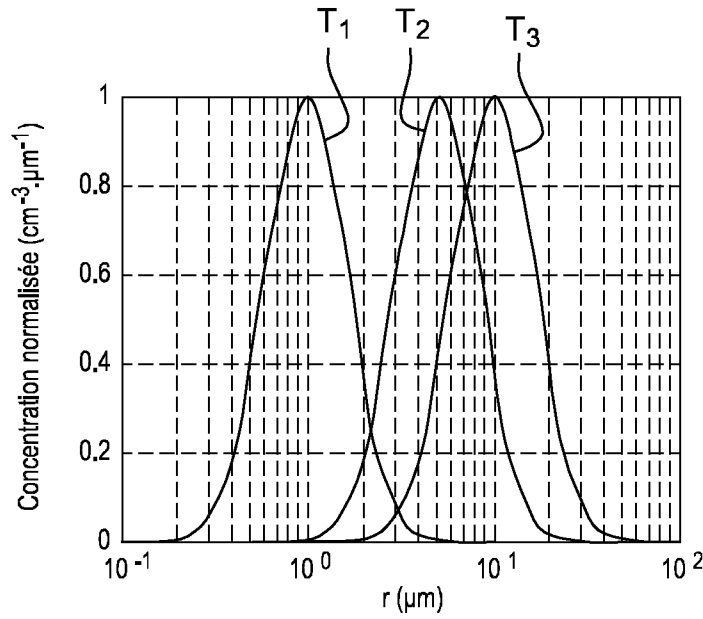


Fig. 4

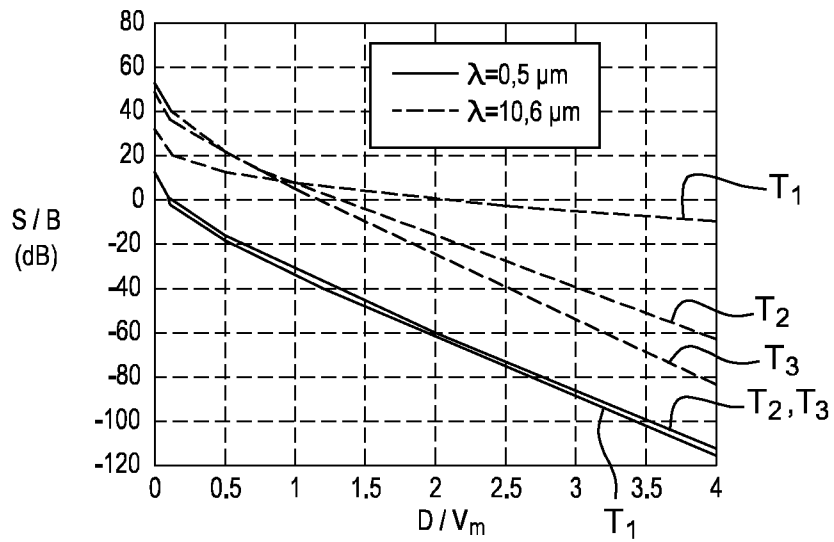


Fig. 5

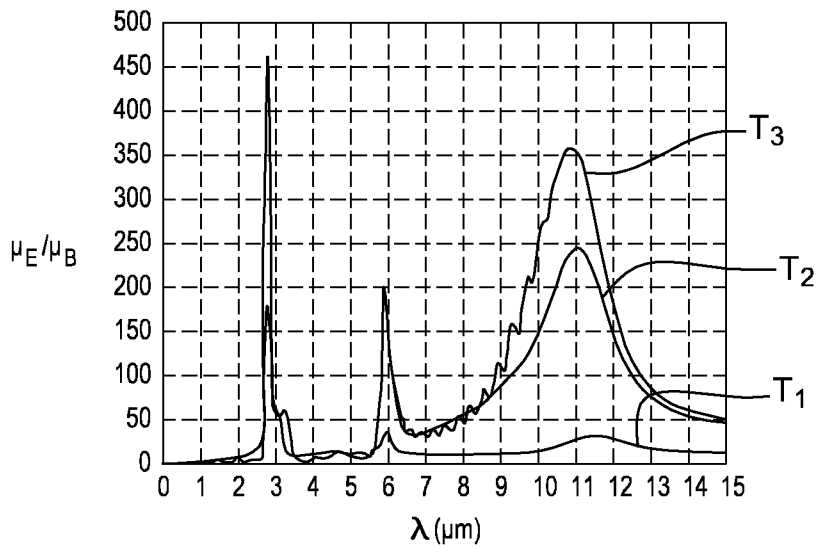


Fig. 6

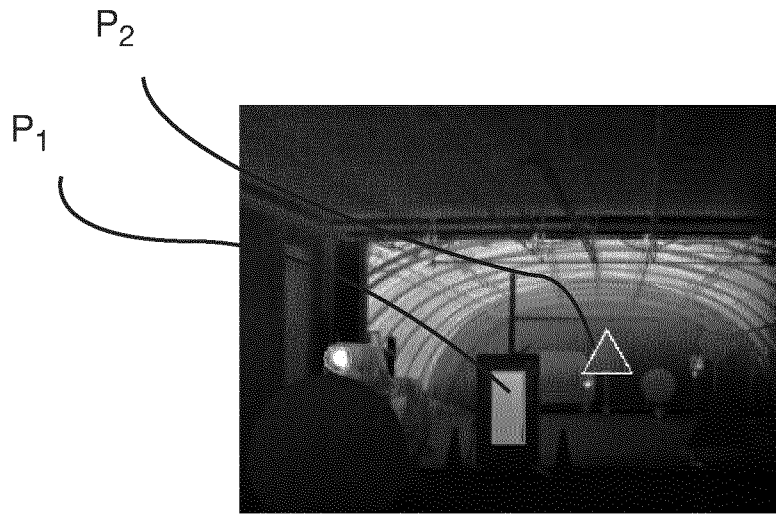


Fig. 7a

Fig. 7b

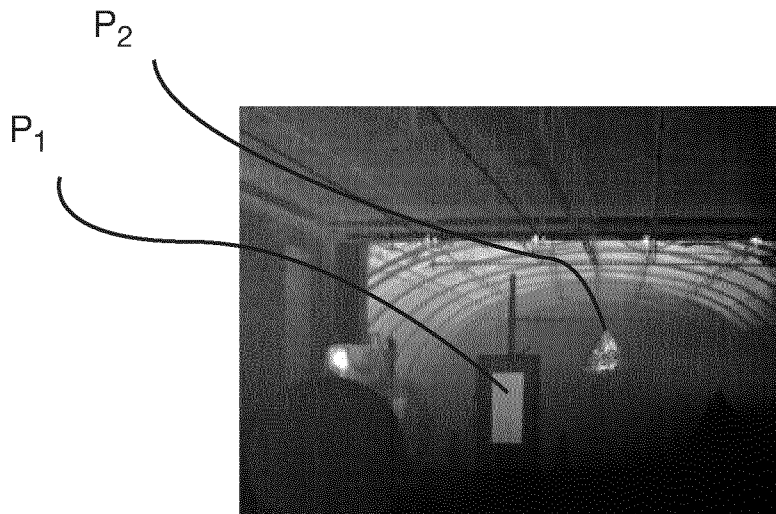
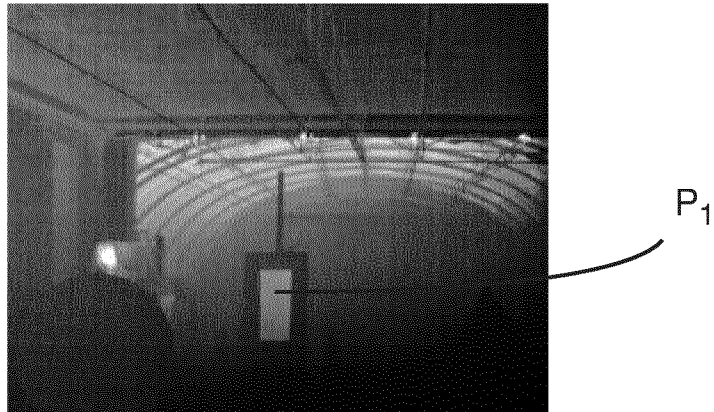


Fig. 7c

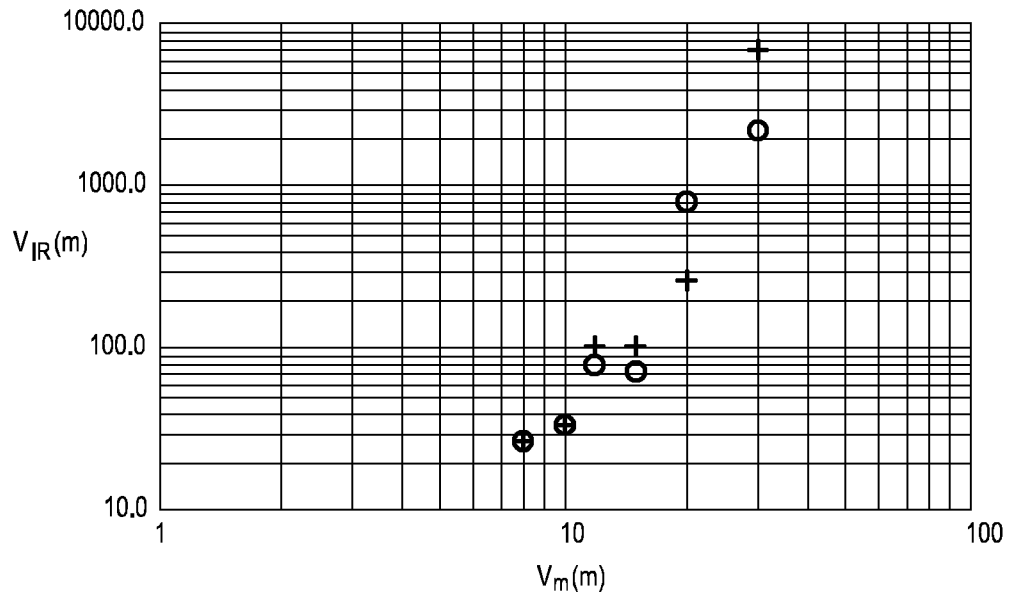


Fig. 8

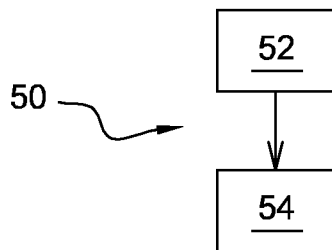


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/072826

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04N5/33 H04N5/225 H04N5/235
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

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 practical, 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 2010/040197 A1 (INST NAT OPTIQUE [CA]; BERGERON ALAIN [CA]; JEROMINEK HUBERT [CA]) 15 April 2010 (2010-04-15) abstract figure 1 paragraph [0003] paragraph [0009] paragraph [0010] paragraph [0028]	1,3-7,9, 10
Y	DE 10 2008 046964 A1 (SIEMENS AG [DE]) 12 May 2010 (2010-05-12) abstract figure 1 paragraph [0002]	1,3-7,9, 10

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 document 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 2 February 2012	Date of mailing of the international search report 09/02/2012
----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

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 Lauri, Lauro
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/072826

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2010040197	A1	15-04-2010	CA 2735803 A1	15-04-2010
			EP 2332007 A1	15-06-2011
			WO 2010040197 A1	15-04-2010

DE 102008046964	A1	12-05-2010	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/072826

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04N5/33 H04N5/225 H04N5/235 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		
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-Internat		
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 2010/040197 A1 (INST NAT OPTIQUE [CA]; BERGERON ALAIN [CA]; JEROMINEK HUBERT [CA]) 15 avril 2010 (2010-04-15) abrégé figure 1 alinéa [0003] alinéa [0009] alinéa [0010] alinéa [0028]	1,3-7,9, 10
Y	DE 10 2008 046964 A1 (SIEMENS AG [DE]) 12 mai 2010 (2010-05-12) abrégé figure 1 alinéa [0002]	1,3-7,9, 10
<input 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 2 février 2012		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 09/02/2012
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 Lauri, Lauro

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2011/072826

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010040197 A1	15-04-2010	CA 2735803 A1	15-04-2010
		EP 2332007 A1	15-06-2011
		WO 2010040197 A1	15-04-2010

DE 102008046964 A1	12-05-2010	AUCUN	
