

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 082 614**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **18 00617**

⑤1 Int Cl⁸ : **G 01 C 25/00 (2018.01), G 01 C 21/00**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 **Date de dépôt** : 15.06.18.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 20.12.19 Bulletin 19/51.

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

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦1 **Demandeur(s)** : SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE Société par actions simplifiée — FR et STAR NAV Société à responsabilité limitée — FR.

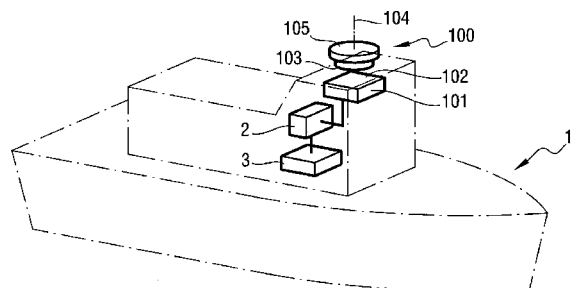
⑦2 **Inventeur(s)** : ELIE PHILIPPE et LAMY AU ROUSSEAU GEORGES.

⑦3 **Titulaire(s)** : SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE Société par actions simplifiée, STAR NAV Société à responsabilité limitée.

⑦4 **Mandataire(s)** : CABINET BOETTCHER Société anonyme.

⑤4 **DISPOSITIF DE POSITIONNEMENT ASTRONOMIQUE PAR OBSERVATION DIURNE OU NOCTURNE D'UN ASTRE.**

⑤7 Dispositif de positionnement astronomique par observation diurne ou nocturne d'un astre, comprenant une unité électronique de traitement reliée à au moins un capteur optronique associé à au moins un élément optique pour définir une voie optique, caractérisé en ce que le capteur optronique est un capteur silicium sensible dans la bande de longueurs d'onde du domaine visible et en ce que la voie optique comprend un filtre à bande étroite qui couvre au moins une raie d'émission correspondant à l'astre et qui est écartée des bandes d'absorption atmosphérique.



FR 3 082 614 - A1



La présente invention concerne le domaine de la navigation et plus précisément le recalage astronomique.

Arrière-plan technologique.

5 La plupart des véhicules destinés au voyage ou transport de marchandises intègre une centrale de navigation qui comprend un dispositif de géolocalisation par satellites et/ou une unité de mesure inertielle.

10 Il est intéressant de pouvoir recalibrer périodiquement la navigation issue de la centrale de navigation afin de pouvoir compenser des dérives ou une défaillance de celle-ci. Une possibilité consiste à prendre le soleil comme point de repère pour déterminer la position du véhicule et effectuer un recalage de la navigation.

15 Il est envisagé d'utiliser à cette fin un capteur optronique. Des capteurs optroniques sensibles dans la bande des longueurs d'onde appartenant au domaine visible ont dans un premier temps été testés et se sont révélés relativement efficaces lorsque le ciel est dégagé. En
20 revanche, lorsque des nuages sont présents dans le ciel, ils diffusent la lumière du soleil et provoquent une saturation des détecteurs élémentaires (ou pixels) composant le capteur. Des capteurs optroniques sensibles dans la bande des longueurs d'onde appartenant au domaine
25 infrarouge ont également été testés et se sont révélés plus performants que les capteurs optroniques du domaine visible. Néanmoins, ces capteurs optroniques du domaine infrarouge ont une résolution plus faible et un angle de champ plus étroit tout en étant beaucoup plus onéreux que
30 les capteurs optroniques du domaine visible.

Objet de l'invention

Un but de l'invention est de fournir un moyen pour remédier aux inconvénients précités.

Bref exposé de l'invention

A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un dispositif de positionnement astronomique par observation d'un astre, comprenant une unité électronique de traitement reliée à au moins un capteur optronique associé à au moins un élément optique pour définir une voie optique. Le capteur optronique est un capteur silicium sensible dans la bande de longueurs d'onde du domaine visible et la voie optique comprend un filtre à bande étroite qui couvre au moins une raie d'émission correspondant à l'astre et qui est écartée des bandes d'absorption atmosphérique.

Ainsi, le filtre présent dans la voie optique permet de faire ressortir la présence de l'astre observé en augmentant le rapport entre le signal de l'astre observé et le signal correspondant au fond du ciel nuageux.

Selon un premier mode de réalisation, la bande du filtre est centrée sur 656,6 nm.

Le dispositif est alors plus particulièrement adapté à l'observation solaire.

Selon un deuxième mode de réalisation, la bande du filtre s'étend entre 480 nm et 500 nm.

Le dispositif est alors plus particulièrement adapté à l'observation lunaire.

L'invention a également pour objet un véhicule comprenant une unité de commande reliée à une centrale de navigation et à un dispositif selon l'invention, le capteur optronique étant fixé sur le véhicule de telle manière que son champ couvre une portion du ciel.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation particulier non limitatif de l'invention.

Brève description des dessins

Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique partielle d'un véhicule équipé d'un dispositif selon l'invention,
- 5 - la figure 2 est un diagramme montrant de manière indicative le spectre du rayonnement solaire transmis par l'atmosphère et le spectre du rayonnement du corps noir (longueur d'onde en abscisse, intensité en ordonnée) ;
- 10 - la figure 3 est une schématique partielle en perspective d'un dispositif selon une variante de réalisation de l'invention.

Description détaillée de l'invention

15 Sur la figure 1 est représenté schématiquement un navire 1 pourvu d'une unité de commande 2 et d'un dispositif selon l'invention, généralement désigné en 100.

20 L'unité de commande 2 comprend un ordinateur relié aux différents composants du navire (notamment la barre de direction et le moteur) et exécutant un programme permettant à l'équipage présent sur la passerelle de piloter le navire. L'unité de commande 2 est connue en elle-même.

25 L'unité de commande 2 est reliée à une centrale de navigation 3 également embarquée sur le navire 1. La centrale de navigation 3, connue en elle-même, incorpore un système de géolocalisation par satellites (de type GPS, Galileo, Glonass, Beidou...) et/ou une unité de mesure
30 inertielle.

Le dispositif 100 comprend est agencé pour permettre un positionnement astronomique du navire 1 par l'observation diurne et/ou nocturne d'un astre. La position ainsi déterminée est transmise via l'unité de
35 commande 2 à la centrale de navigation 3 pour permettre

une vérification de la navigation fournie par la centrale de navigation 3 ou un recalage éventuel de cette navigation en cas de dérive trop importante ou de défaillance de ladite centrale.

5 Le dispositif 100 comprend une unité électronique de traitement 101 reliée à au moins un capteur optronique 102 disposé derrière au moins un élément optique 103 pour définir une voie optique 104. L'unité de traitement 101 incorpore un processeur et une mémoire pour exécuter un
10 programme d'acquisition d'images au moyen du capteur optronique 102, de calcul d'une hauteur sur l'horizon d'un astre visible sur l'image et de calcul d'une position du navire à partir de cette hauteur et d'éphémérides stockés en mémoire. Le principe du calcul
15 de la position d'un véhicule à partir de la hauteur d'un astre sur l'horizon étant connu, il ne sera pas décrit ici. De la même manière, l'acquisition d'une image à partir d'un capteur optronique et le calcul de la hauteur sur l'horizon d'un astre visible sur l'image capturée
20 sont connus et ne seront pas plus détaillés ici.

Le capteur optronique 102 est ici un capteur en silicium sensible à la plage de longueurs d'ondes du domaine visible (soit entre 300 nm et 1 μ m) et, de préférence dans la plage des longueurs d'ondes comprises
25 entre 600 nm et 1 μ m, et a un angle de champ supérieur à 5°. Le capteur optronique 102 est ici de type FPA (de l'anglais « focal plane array ») avec une architecture CMOS ou CCD. Le capteur optronique 102 a une résolution ici égale à 5120 pixels par 5120 pixels (on rappelle
30 qu'un capteur est composé d'une pluralité de détecteurs élémentaires adjacents les uns aux autres et qu'un pixel, de l'anglais « picture element », désigne un tel détecteur élémentaire). Chaque pixel est formé par un puits accumulant des charges électriques en fonction des
35 photons qu'ils reçoivent. De préférence, le capteur

optronique 102 a en outre une capacité de multifenêtrage, c'est-à-dire qu'il est possible de définir une ou plusieurs fenêtres planaires à la surface du capteur optronique 102, chaque fenêtre planaire englobant une pluralité de détecteurs élémentaires de chacun desquels il est possible d'extraire périodiquement un signal image et le reste du capteur optronique 102 est négligé.

L'élément optique 103 (ici un groupe de lentilles) associé au capteur optronique 102 procure au capteur optronique 102 un champ ayant un angle de préférence supérieur à 100° voire ici égal à 170° .

La voie optique 104 comprend un filtre 105 à bande étroite ayant une largeur de quelques nanomètres qui couvre au moins une raie d'émission correspondant à l'astre et qui est écartée des bandes d'absorption atmosphérique terrestre.

Le filtre 105 est ici positionné en avant de l'élément optique 103.

La bande du filtre 105 est centrée sur 656,6 nm soit la raie d'émission de l'hélium très présent dans l'atmosphère solaire. Ce filtre est donc très bien adapté à l'observation du soleil. La largeur de la bande du filtre 105 fait quelques nanomètres pour ne pas intercepter pas des raies d'absorption de l'atmosphère (en l'espèce, la raie d'absorption la plus proche raie est celle de la molécule de dioxygène située à 686,7 nm, voir sur la figure 2). Dans cette bande spectrale, l'influence de la hauteur du soleil est négligeable jusqu'à 15° , ce qui confirme le potentiel de détection du capteur optronique 102 dans le champ de 170° .

En variante, la bande du filtre 105 s'étend entre 480 nm et 500 nm. Cette bande couvre les raies d'émission du fer (489nm, 491nm, 496nm) qui est un matériau présent sur la lune. Le capteur optronique 102 sera alors particulièrement performant pour l'observation lunaire.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

5 En particulier, l'invention est applicable à tout type de véhicule, terrestre, naval, aérien, spatial, piloté ou non.

10 En variante, comme représenté à la figure 3, il est possible d'équiper la voie optique d'une pluralité de filtres 105 interchangeables. Les filtres 105, ici au nombre de trois, sont portés par une platine 106 pivotante montée en avant de l'élément optique 103 pour présenter devant celui-ci l'un ou l'autre des filtres 105. La platine 106 est entraînée en rotation par un
15 moteur piloté par l'unité de traitement 101.

Le filtre 105 peut être positionné devant l'élément optique 103 ou entre le capteur optronique 102 et l'élément optique 103 ou à l'intérieur de l'élément optique 103.

20 L'élément optique 103 peut-être un objectif à focale fixe ou à focale variable (zoom).

La bande du filtre 105 peut être prévue pour couvrir les raies d'émission d'autres atomes ou molécules, et peut également avoir une largeur différente de celles
25 mentionnées.

Le capteur optronique 102 peut être monté fixe sur le véhicule ou au contraire mobile pour pouvoir être orienté vers une portion de ciel prédéterminée (dans ce dernier cas, on comprend que le capteur peut avoir un
30 champ plus étroit).

REVENDICATIONS

1. Dispositif de positionnement astronomique par observation d'un astre, comprenant une unité électronique de traitement reliée à au moins un capteur optronique associé à au moins un élément optique pour définir une voie optique, caractérisé en ce que le capteur optronique est un capteur silicium sensible dans la bande de longueurs d'onde du domaine visible et en ce que la voie optique comprend un filtre à bande étroite qui couvre au moins une raie d'émission correspondant à l'astre et qui est écartée des bandes d'absorption atmosphérique.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la bande du filtre est centrée sur 656,6 nm.
3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la bande du filtre s'étend entre 480 nm et 500 nm.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la bande du filtre a une largeur de quelques nanomètres.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le filtre est monté devant l'élément optique.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le filtre est monté entre l'élément optique et le capteur.
7. Véhicule comprenant une unité de commande reliée à une centrale de navigation et à un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, le

capteur optronique étant fixé sur le véhicule de telle manière que son champ couvre une portion du ciel.

1/2

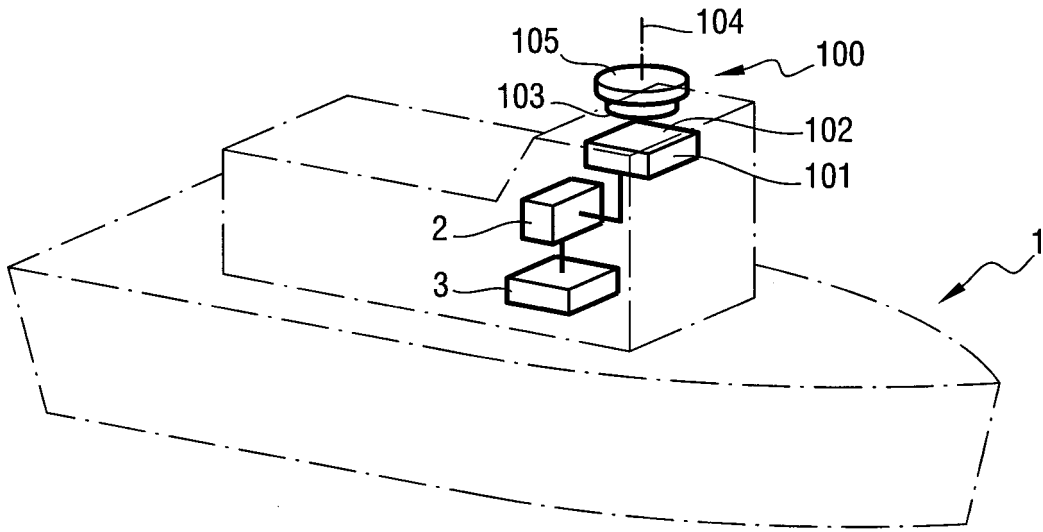


Fig. 1

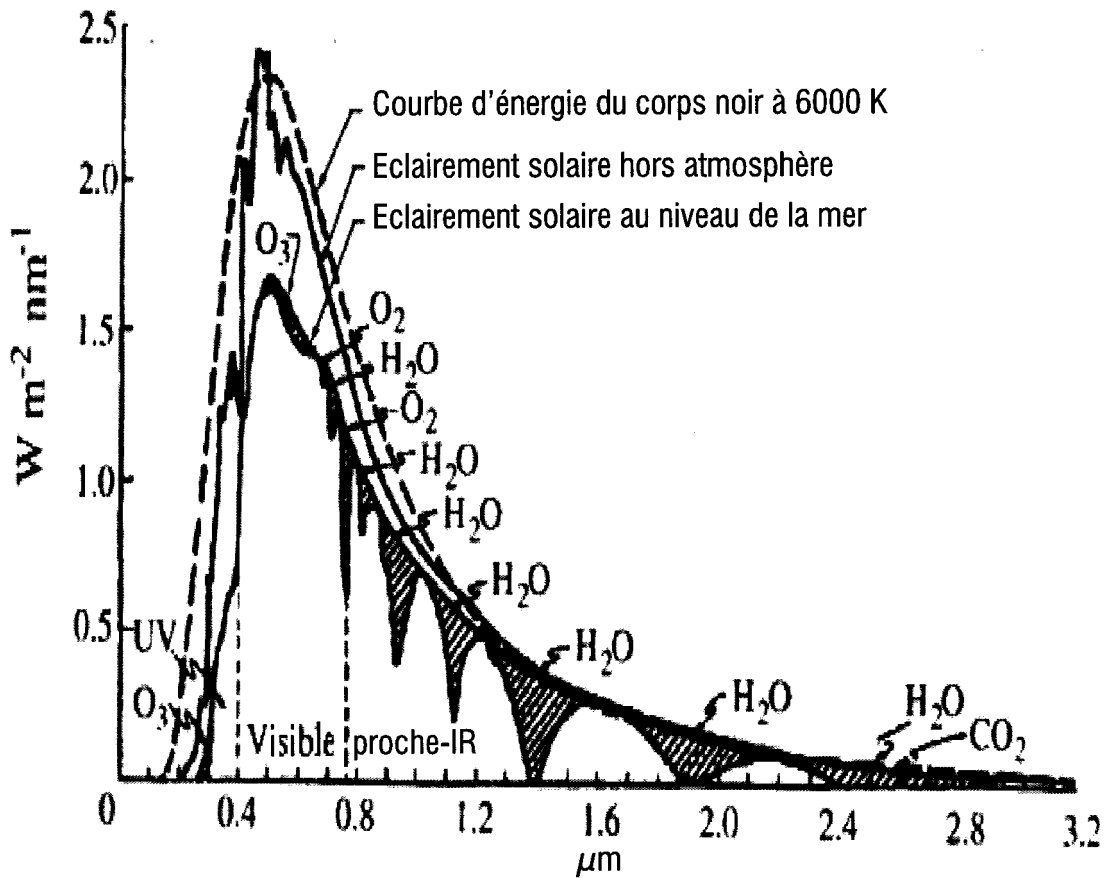


Fig. 2

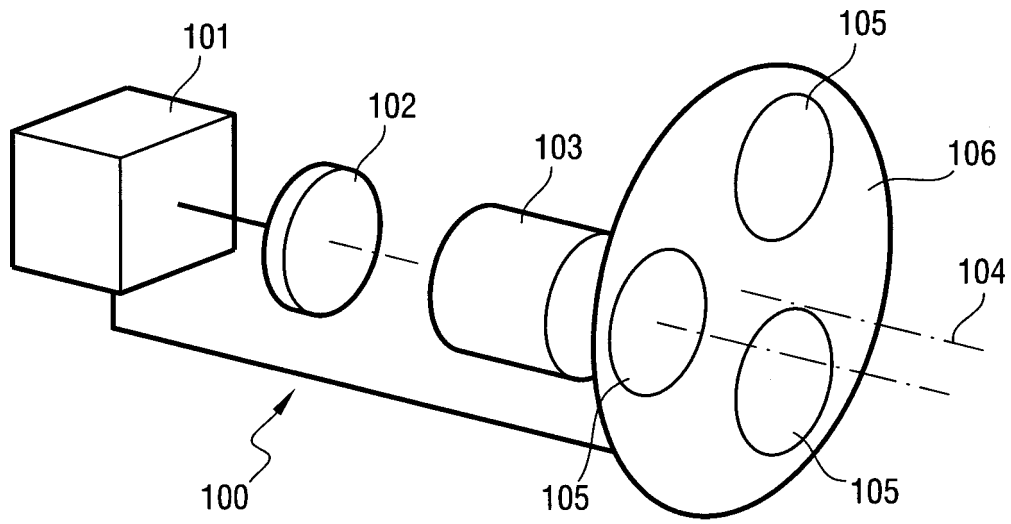


Fig. 3

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 855714
 FR 1800617

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 012 081 A (JUNGWIRTH DOUGLAS R [US] ET AL) 30 avril 1991 (1991-04-30) * abrégé * * colonne 1, ligne 6 - ligne 13 * * colonne 4, ligne 48 - ligne 52 * * colonne 5, ligne 26 - ligne 39 * * colonne 6, ligne 3 - ligne 16 * * colonne 7, ligne 24 - ligne 33 * * figures 1-8 * * revendications 1-22 * -----	1-7	G01C25/00 G01C21/00
X	US 2003/234341 A1 (OSBORN JON V [US]) 25 décembre 2003 (2003-12-25) * abrégé * * figures 1-4 * * alinéas [0001] - [0010], [0016], [0018], [0023] * * revendications 1-17 * -----	1,5,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01C G01S G05D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 février 2019		Toth, Rémy	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1800617 FA 855714**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **22-02-2019**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5012081	A	30-04-1991	AUCUN	

US 2003234341	A1	25-12-2003	AUCUN	
