

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :

2 968 778

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

21 N° d'enregistrement national :

10 04816

51 Int Cl⁸ : G 02 B 23/14 (2012.01), B 64 G 1/66

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.12.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.06.12 Bulletin 12/24.

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 :

71 Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR.

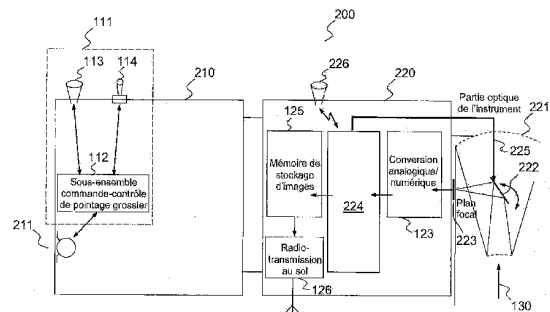
72 Inventeur(s) : SAINT HERVE, THOMAS ERIC,
VOGEL CATHERINE, SGHEDONI MICHEL et COUZIN
PATRICE.

73 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

74 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

54 INSTRUMENT DE PRISE DE VUE A POINTAGE AUTONOME ET SATELLITE D'OBSERVATION COMPORTANT UN TEL INSTRUMENT.

57 Système (220) d'observation et d'acquisition d'images dans l'espace, pour satellite d'observation, comportant au moins un instrument de prise de vue (221) pointant vers une cible observée qui reçoit un signal lumineux provenant de ladite cible et qui délivre une vue de ladite cible sous forme d'un signal analogique, un convertisseur (123) dudit signal analogique en un signal numérique, un calculateur embarqué (224) qui réalise une compression des images contenues dans ledit signal numérique, des moyens (125) de stockage desdites images compressées, ledit système (220) étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de détection des mouvements parasites dudit système dans l'espace, notamment des dérives d'attitude, des moyens, mis en oeuvre par ledit calculateur embarqué (224), de calcul d'une compensation desdits mouvements parasites pour obtenir un pointage fin de l'instrument de prise de vue (221) vers la cible et des moyens d'actuation (225) convertissant ladite compensation en une action mécanique directe sur au moins un miroir mobile (222) situé dans le trajet du signal lumineux à l'intérieur de l'instrument de prise de vue (221) et réfléchissant ledit signal vers le plan focal (223) dudit instrument (221).



FR 2 968 778 - A1



INSTRUMENT DE PRISE DE VUE A POINTAGE AUTONOME ET SATELLITE D'OBSERVATION COMPORTANT UN TEL INSTRUMENT

Le domaine de la présente invention est celui des satellites
5 d'observation et des instruments de prise de vue ou d'imagerie constituant la
charge utile de tels satellites. L'invention concerne tout autant les satellites
d'observation de la surface terrestre principalement utilisés pour des
applications de météorologie ou cartographie que les satellites d'observation
de l'espace par exemple utilisés en astronomie.

10

La prise d'images à partir d'un satellite d'observation impose un
pointage très précis de l'instrument de prise de vues vers sa cible et
indirectement un pointage très précis et une stabilisation du satellite qui
héberge cet instrument.

15

Un tel pointage implique l'utilisation d'éléments de mesures, de calcul
ainsi que plusieurs boucles successives d'actuation. Une première boucle de
pointage « grossier » est en général couplée à une seconde boucle de
pointage « fin », chacune mettant en jeu des séries d'actuateurs distincts.
L'ensemble des équipements utilisés pour mettre en œuvre le pointage de
20 l'instrument de mesure vers sa cible est réparti dans le satellite d'observation
en fonction de contraintes techniques. Par exemple, de façon à éviter les
perturbations créées par les déformations de la structure du satellite
lorsqu'elle est exposée aux variations du rayonnement solaire, les senseurs
de dépointage fin et les actuateurs associés sont localisés le plus proche
25 possible de l'instrument de mesure.

30

Les satellites d'observation connus présentent ainsi une architecture
complexe pour lesquels l'instrument de prise de vue est indissociable de la
plateforme spatiale d'accueil. En effet la fonction de pointage fin est réalisée
par un calculateur embarqué dans la plateforme du satellite et les moyens
30 mis en œuvre pour réaliser les boucles de pointage sont également répartis
dans le satellite lui-même. Ainsi, il n'est pas possible de séparer la définition

de l'instrument de prise de vue de celle du satellite. La création d'un satellite d'observation impose donc de définir simultanément chacun des composants depuis l'instrument jusqu'à la plateforme qui le supporte. Sauf dans le cas d'instruments aux performances très rudimentaires, il n'est donc pas possible
5 de définir une charge utile constituée de l'instrument de prise de vue seul et qui soit indépendante de sa plateforme d'accueil puisque cette dernière doit prendre en compte des contraintes fortes liées à la réalisation du pointage fin de l'instrument d'observation.

10 La présente invention vise à remédier aux limitations précitées des satellites d'observation connus en proposant un instrument de prise de vue indépendant de la plateforme spatiale qui l'héberge. De cette façon, l'invention permet de séparer la conception de l'instrument et de la plateforme satellitaire d'accueil et ainsi de concevoir, développer et valider
15 l'instrument d'observation de façon indépendante.

La solution mise en œuvre par l'invention consiste notamment à déplacer la fonction de pointage fin habituellement réalisée par des équipements répartis dans tout le satellite vers un emplacement proche de l'instrument de prise de vue. Les équipements réalisant habituellement le
20 calcul du pointage fin sur le satellite sont ainsi supprimés. De plus l'invention ne nécessite pas d'équipement supplémentaire mais exploite les fonctionnalités déjà présentes dans le système de prise de vue qui comporte l'instrument d'observation.

25 L'invention a ainsi pour objet un système d'observation et d'acquisition d'images dans l'espace, pour satellite d'observation, comportant au moins un instrument de prise de vue pointant vers une cible observée qui reçoit un signal lumineux provenant de ladite cible et qui délivre une vue de ladite cible sous forme d'un signal analogique, un convertisseur dudit signal analogique
30 en un signal numérique, un calculateur embarqué qui réalise une compression des images contenues dans ledit signal numérique, des

moyens de stockage desdites images compressées, ledit système étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de détection des mouvements parasites dudit système dans l'espace, notamment des dérives d'attitude, des moyens, mis en œuvre par ledit calculateur embarqué, de
5 calcul d'une compensation desdits mouvements parasites pour obtenir un pointage fin de l'instrument de prise de vue vers la cible et des moyens d'actuation convertissant ladite compensation en une action mécanique directe sur au moins un miroir mobile situé dans le trajet du signal lumineux à l'intérieur de l'instrument de prise de vue et réfléchissant ledit signal vers le
10 plan focal dudit instrument.

Dans un aspect particulier de l'invention, la détection des mouvements parasites est réalisée par le calculateur embarqué à partir d'une analyse des mouvements observés entre une pluralité d'images successivement acquises.

15 Dans un aspect particulier de l'invention, l'analyse des mouvements est réalisée par un calcul de corrélation entre les pixels des dites images ou par une détection des positions successives d'amers dans lesdites images.

Dans un aspect particulier de l'invention, les moyens de détection des mouvements parasites sont constitués par un senseur d'attitude, tel qu'un
20 senseur stellaire, qui produit une estimation des mouvements parasites à destination du calculateur embarqué.

Dans un aspect particulier de l'invention, les moyens de détection des mouvements parasites sont constitués par au moins une partie d'un capteur d'image positionné dans l'instrument de prise de vue.

25 Dans un aspect particulier de l'invention, les moyens d'actuation sont constitués par au moins un actuateur piézoélectrique.

Dans une variante de réalisation, le système selon l'invention comporte en outre des moyens de radio-transmission desdites images compressées vers le sol.

30 Dans une variante de réalisation, l'instrument de prise de vue est un instrument optique ou un instrument Lidar.

L'invention a également pour objet un satellite d'observation comportant au moins une plateforme spatiale d'accueil adaptée à réaliser un pointage grossier dudit satellite vers sa cible à observer et un système d'observation et d'acquisition d'images dans l'espace selon l'invention, ledit
5 système étant embarqué sur ladite plateforme.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui représentent :

10 La figure 1, un synoptique de l'architecture d'un satellite d'observation connu,

La figure 2, un synoptique de l'architecture d'un satellite d'observation selon l'invention.

15 La figure 1 décrit une architecture fonctionnelle d'un satellite d'observation 100 selon l'état de l'art. Un tel satellite a pour fonction la prise d'images, terrestres ou spatiales, et nécessite à cet effet une précision importante dans le pointage de l'instrument de prise de vue vers sa cible. Ce pointage précis est réalisé par plusieurs boucles d'actuation qui ont pour
20 fonction de corriger les vibrations et autres effets mécaniques indésirables du satellite-hôte.

Un satellite d'observation 100 connu comporte ainsi une plateforme d'accueil 110 sur laquelle est embarqué un module instrument 120. Le module instrument 120 comporte un instrument de prise de vue 121, par
25 exemple un instrument optique tel qu'un télescope spatial, qui reçoit la lumière 130 provenant de la cible à surveiller, par exemple une région de la surface du globe terrestre ou une région de l'espace, laquelle est réfléchie sur un ou plusieurs miroirs constituant le télescope puis concentrée en un point du plan focal 122 dudit télescope. Le plan focal 122 comporte un
30 ensemble de capteurs photosensibles qui convertissent le rayonnement électromagnétique reçu en un signal électrique analogique. Ces capteurs

sont par exemple des capteurs CCD (« Charge-Coupled Device »), ou des capteurs APS (« Active Pixel Sensors »). Ce signal analogique est ensuite numérisé, via un convertisseur analogique numérique 123, pour obtenir une image numérique de la cible à un instant donné. L'ensemble des images ainsi obtenues grâce à l'instrument de prise de vue 121 constituent un débit d'information important qu'il est nécessaire de comprimer pour éviter de saturer la mémoire de stockage à bord et/ou simplifier le canal de transfert des images vers le sol. A cet effet, un dispositif de compression numérique 124 d'images en temps réel est inséré entre le convertisseur analogique numérique 123 et la mémoire de stockage d'images 125. Ainsi, le flux de données d'images est compressé en temps-réel avant stockage ce qui permet d'économiser la place en mémoire et de rester compatible du dimensionnement de cette mémoire 125. Les images compressées stockées sont ensuite transmises vers le sol par des moyens de radio-transmission 126 lorsque le satellite se trouve en visibilité d'une station de contrôle au sol. Le dispositif 124 de compression d'images est réalisé par un ordinateur embarqué présentant une forte capacité de calcul afin de permettre l'exécution d'un grand nombre d'opérations simultanées en temps-réel. La capacité et les performances du ordinateur sont d'autant plus grandes que la résolution des images capturées est élevée.

Dans un satellite 100 de l'état de l'art, le pointage précis de l'instrument de prise de vue est réalisé par des moyens situés sur la plateforme d'accueil 110 qui visent à corriger les mouvements parasites du satellite tout entier. Le pointage de l'instrument de prise de vue s'effectue en deux étapes, une phase de pointage grossier qui a pour objectif l'orientation du satellite et de son instrument vers la cible puis une phase de pointage fin qui permet la stabilisation du satellite ou la compensation de certains mouvements parasites résiduels. De tels mouvements sont par exemple liés à la pression solaire qui engendre un effet de rotation sur un satellite asymétrique ou encore des frottements du satellite liés à son interaction avec l'atmosphère.

A cet effet, la plateforme support 110 comporte un premier sous-ensemble 112 commande-contrôle de pointage grossier du satellite qui interagit avec des moyens 113 de mesure des dérives d'attitude du satellite et des moyens 114 d'actuation. Les moyens 113 de mesure sont, par exemple, des senseurs d'attitude tels des senseurs solaires qui permettent de déterminer la position du satellite par rapport au soleil pris comme référence d'attitude. Les moyens 114 d'actuation sont, par exemple, des tuyères ordinaires de contrôle d'orbite et d'attitude ou des roues de réaction sans contraintes particulières sur les vibrations qu'elles engendrent ou encore des magnéto-coupleurs. Les roues d'actuation sont disposées selon plusieurs axes fixes par rapport au satellite et permettent, par un contrôle de leur mouvement, de faire tourner le satellite par effet de réaction. Ils réalisent une correction du mouvement ou de l'orientation du satellite à partir des mesures fournies par les senseurs d'attitude 113. Le sous-ensemble 112 commande-contrôle de pointage grossier comporte un calculateur qui reçoit les mesures réalisées par les moyens de mesure 113 de dérive d'attitude, en déduit la position du satellite par rapport à une référence fixe ou la dérive de cette position et produit des corrections adaptées aux moyens 114 d'actuation pour orienter précisément le satellite vers sa cible. Le système 111 constitué du sous-ensemble 112 commande-contrôle, des moyens de mesure 113 et des moyens d'actuation 114 est un système bouclé. La détection de dérive d'attitude et la correction de pointage sont effectuées en boucle jusqu'à ce que le système converge vers une position stable qui correspond à la direction de pointage du satellite vers sa cible.

Ce système 111 de pointage grossier, que comporte la plateforme support du satellite, n'est pas suffisant pour assurer la stabilité requise de l'instrument de prise de vue 121 dans l'objectif d'acquérir des images avec une précision importante. C'est pour cela qu'un second système de pointage fin est mis en œuvre par la plateforme-support 110 pour corriger, par exemple, les vibrations résiduelles, les dérives ou les déformations qui affectent le satellite et/ou pour effectuer un suivi direct de la cible.

Ce second système de pointage fin est constitué d'un sous-ensemble 115 commande-contrôle de pointage fin qui interagit avec des moyens 116 de mesure précise du mouvement du satellite et des moyens 117,118 d'actuation à haute précision. Les moyens 116 de mesure précise sont, par exemple, des senseurs d'attitude à haute précision tels des senseurs stellaires qui effectuent une analyse de la position des étoiles pour en déduire la position précise du satellite par référence. Les moyens 117,118 d'actuation à haute précision sont, par exemple, des tuyères vernier 118 à très faible poussée, des roues d'actuation 117 spécifiques à faible bruit et/ou des magnéto-coupleurs.

Le sous-ensemble 115 commande-contrôle comporte un calculateur qui reçoit les mesures réalisées par les senseurs 116, par exemple des senseurs de dérive d'attitude, en déduit la position du satellite par rapport à une référence et produit des corrections adaptées aux moyens 117,118 d'actuation pour compenser les mouvements parasites et assurer une stabilisation du satellite dans sa direction de pointage.

La figure 2 décrit une architecture fonctionnelle d'un satellite d'observation 200 selon l'invention. Les éléments identiques entre le satellite 200 selon l'invention et le satellite 100 de l'état de l'art portent les mêmes références. En particulier le satellite 200 selon l'invention comporte une plateforme d'accueil 210 qui comprend un système 111 de pointage grossier tel que celui décrit précédemment. Le satellite 200 selon l'invention comporte également un module instrument 220 qui comprend au moins un instrument de prise de vue 221, un convertisseur analogique numérique 123, un calculateur embarqué 224 réalisant une fonction de compression d'images, une mémoire 125 de stockage d'images et des moyens de radio-transmission 126 au sol qui peuvent alternativement être déportés dans la plateforme d'accueil 210 (non représenté). L'instrument de prise de vue 221 peut être un instrument optique, tel un télescope spatial ou un instrument

Lidar (Light Detection and Ranging) qui va éclairer la cible et analyser les propriétés du signal réfléchi sur celle-ci.

Un des objectifs de l'invention est d'éliminer de la plateforme support du satellite, les équipements matériels utilisés pour la réalisation du pointage fin du satellite, notamment le sous-ensemble 115 commande-contrôle de pointage fin, les senseurs d'attitude précis 116 et les actuateurs à haute précision 117,118. La plateforme ne nécessite plus d'actuateurs à haute précision mais uniquement des actuateurs 211 à faible précision. De cette façon, le module instrument 220 est rendu totalement indépendant de la plateforme support 210 et constitue ainsi un système 220 d'observation et d'acquisition d'images dans l'espace. La fonction de pointage fin, habituellement réalisée par des moyens localisés sur la plateforme support 210, est cette fois réalisée par des moyens situés dans le module instrument 220 lui même. Plus précisément, on utilise le calculateur embarqué 224 réalisant la fonction de compression d'images numériques pour mettre en œuvre les calculs nécessaires au pointage fin de l'instrument de prise de vue. Selon l'invention, le calculateur embarqué 224 réalise, en plus de la fonction de compression d'images, une détection et des mesures des défauts de pointage de l'instrument de prise de vue dus à des mouvements parasites, un calcul de correction de pointage fin et une commande d'actuation à destination directe de la partie optique de l'instrument de prise de vue 221. De cette façon l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à la réalisation du contrôle de pointage fin sont regroupées dans le module instrument 220 sans nécessiter l'utilisation d'équipements supplémentaires tel qu'un calculateur embarqué additionnel.

La détection des mouvements parasites du satellite peut être réalisée de plusieurs façons distinctes. Dans une première variante de réalisation de l'invention, la détection des mouvements parasites est effectuée par le biais d'une analyse de l'image enregistrée à un instant donné en comparaison à l'image enregistrée à un instant antérieur afin de détecter un bougé du satellite. Par exemple, une telle détection est réalisée par un calcul de

corrélation entre les pixels de deux ou plusieurs images consécutives ou non. Elle peut également être réalisée par une détection d'amers, c'est-à-dire de points ou détails remarquables dans l'image, et une comparaison de leur position à différents instants. La fonction de détection de mouvement produit
5 en sortie un vecteur contenant au moins une information de correction d'attitude afin d'en déduire la direction précise du mouvement parasite et de pouvoir ainsi le compenser. Dans ce mode de réalisation de l'invention, la détection de mouvement est réalisée directement sur les images issues du signal numérique en sortie du convertisseur analogique/numérique 123. Elle
10 peut donc être réalisée par le calculateur 224 qui exécute habituellement la fonction de compression d'images à moindre coût et sans nécessiter d'équipements supplémentaires.

En effet, le calcul des corrections de pointage fin est très peu consommateur en temps de calcul par rapport à la complexité de traitement
15 engendrée par la fonction de compression d'image. Ainsi, le calculateur 224 peut exécuter le calcul des corrections de pointage fin en parallèle de sa fonction première de compression d'image sans nécessiter de redimensionnement.

Dans une autre variante de réalisation de l'invention, la détection de
20 mouvements parasites est réalisée par un ou plusieurs senseurs d'attitude 226, par exemple des senseurs stellaires, dédiés et positionnés sur l'instrument de prise de vue et qui communiquent avec le calculateur embarqué 224 pour lui fournir des informations de mouvement nécessaires à l'élaboration des corrections de pointage fin.

25 Dans une autre variante, la détection de mouvements est réalisée par l'intermédiaire de capteurs photosensibles distincts de ceux fournissant l'image, par exemple des capteurs CCD (« Charge-Coupled Device »), ou des capteurs CMOS APS (« Active Pixel Sensors »), introduits à cet effet dans le plan focal 223 de l'instrument de prise de vue 221. Ces capteurs sont
30 par exemple positionnés en périphérie des capteurs dédiés à l'imagerie et sont eux-mêmes dédiés uniquement à la détection de mouvement. Les

capteurs dédiés à la détection de mouvement peuvent présenter des caractéristiques différentes des capteurs d'imagerie. En particulier, leur temps d'intégration peut être plus court pour avoir une boucle de contrôle de pointage fin plus rapide.

5 La commande d'actuation 225 générée par le calculateur 224 à partir des corrections de pointage fin calculées vient agir directement sur l'instrument de prise de vue lui-même et non plus sur le satellite en entier comme cela est le cas pour les satellites d'observation connus. A cet effet, des moyens d'actuation ou plus précisément de pilotage angulaire, par
10 exemple un ou plusieurs dispositifs piézoélectriques, sont positionnés sur un ou plusieurs miroirs mobiles 222 localisés dans le trajet de la lumière 130. La commande d'actuation 225 vient piloter le dispositif piézoélectrique afin de modifier l'orientation du miroir mobile sur lequel sont réfléchis les rayons lumineux incidents en direction du plan focal 223. L'utilisation de moyens
15 d'actuation couplés à un miroir mobile permet de corriger finement les erreurs de dépointage. Elle permet également d'interrompre temporairement certaines activités mécaniques sur la plateforme, par exemple le contrôle d'attitude au moyen de tuyères ou la rotation de panneaux solaires. Ainsi, tout en laissant la plateforme dériver sans contrôle durant une prise d'image
20 particulièrement délicate, les moyens d'actuation vont permettre de supprimer le dépointage qui s'en suit, rendant le processus global de pointage fin plus efficace.

 La présente invention a pour avantage de rendre autonome
25 l'instrument de prise de vue de la plateforme d'accueil qui l'héberge. Ainsi, un tel instrument selon l'invention peut être installé sur un grand nombre de plateformes dont la performance en termes de pointage est relâchée, par rapport à un satellite d'observation classique, sans impact sur la mission du satellite. Par exemples, les plateformes de satellites de télécommunications
30 peuvent être utilisées pour héberger l'instrument d'imagerie selon l'invention. Elles sont généralement moins coûteuses que des plateformes dédiées à

l'observation et présentent des contraintes de pointage relâchées par rapport à l'observation. En effet la précision nécessaire au pointage d'une antenne radio d'un satellite de télécommunication est moins importante que pour un instrument optique. Dans un tel cas de figure, les moyens 126 de radio-
5 transmission au sol sont généralement déjà compris dans la plateforme et ne seront donc pas localisés dans le module instrument.

Le fait de rendre l'instrument de prise de vue indépendant de la plateforme d'accueil permet également un développement et une validation de l'instrument de façon indépendante et donc à moindre coût.

10 L'invention permet également la suppression du calculateur de pointage fin de la plateforme sans nécessiter un ajout de calculateur spécifique similaire dans l'instrument de prise de vue. Ainsi, on diminue l'encombrement du satellite par une concentration de plusieurs fonctionnalités habituellement dispersées dans le satellite vers un seul
15 calculateur qui réalise par ailleurs la fonction de compression d'images. La détection de mouvement, étape préalable au calcul de pointage fin, habituellement réalisée par des senseurs rattachés au satellite, peut à présent être exécutée par le compresseur d'images qui met en œuvre, avant ou en parallèle de l'étape de compression, une détection de mouvement par
20 analyse des déplacements entre deux images successives.

Le contrôle de pointage fin selon l'invention permet également, pendant une prise de vue, de laisser dériver temporairement la plateforme du satellite en interrompant certains de ses actionneurs de pointage grossiers. En effet, l'instrument de prise de vue selon l'invention étant autonome, la phase
25 finale du pointage vers la cible peut être réalisée par l'instrument lui-même. Ainsi, il est possible, par exemple, d'arrêter temporairement, pendant une prise d'images, la rotation des panneaux solaires du satellite.

Le contrôle de pointage réalisé par le système selon l'invention permet également de diminuer le temps de stabilisation de l'instrument avant de
30 pouvoir effectuer une prise de vue nette car la boucle de pointage fin peut démarrer avant la fin d'une manœuvre de repointage lors d'un changement

de cible. La diminution de ce temps de stabilisation, encore appelé temps de retranquillisation, entraîne indirectement l'augmentation du nombre d'images par secondes qui peuvent être prises par l'instrument. En effet, tant que le satellite d'imagerie est en mouvement, l'instrument n'est pas stabilisé, et

5 l'immobilisation de la structure du satellite entraîne un délai pendant lequel aucune image n'est prise.

Enfin, le fait d'effectuer la détection de dépointage au travers de l'instrument d'optique lui-même permet de soustraire, sans avoir à les mesurer, les déformées géométriques dans l'image qui sont dues aux

10 déformations de l'instrument de prise de vue. En effet la mesure du dépointage s'effectuant à la sortie de l'instrument de prise de vue au niveau de son plan focal, les déformations impactant l'image sont naturellement incorporées dans la mesure de dépointage effectuée.

REVENDEICATIONS

1. Système (220) d'observation et d'acquisition d'images dans l'espace,
5 pour satellite d'observation, comportant au moins un instrument de
prise de vue (221) pointant vers une cible observée, qui reçoit un
signal lumineux provenant de ladite cible et qui délivre une vue de
ladite cible sous forme d'un signal analogique, un convertisseur (123)
dudit signal analogique en un signal numérique, un calculateur
10 embarqué (224) qui réalise une compression des images contenues
dans ledit signal numérique, des moyens (125) de stockage desdites
images compressées, ledit système (220) étant caractérisé en ce qu'il
comporte en outre des moyens de détection des mouvements
parasites dudit système dans l'espace, notamment des dérives
15 d'attitude, des moyens, mis en œuvre par ledit calculateur embarqué
(224), de calcul d'une compensation desdits mouvements parasites
pour obtenir un pointage fin de l'instrument de prise de vue (221) vers
la cible et des moyens d'actuation (225) convertissant ladite
compensation en une action mécanique directe sur au moins un miroir
20 mobile (222) situé dans le trajet du signal lumineux à l'intérieur de
l'instrument de prise de vue (221) et réfléchissant ledit signal vers le
plan focal (223) dudit instrument (221).
2. Système (220) selon la revendication 1 caractérisé en ce que la
25 détection des mouvements parasites est réalisée par le calculateur
embarqué (224) à partir d'une analyse des mouvements observés
entre une pluralité d'images successivement acquises.
3. Système (220) selon la revendication 2 caractérisé en ce que
30 l'analyse des mouvements est réalisée par un calcul de corrélation

entre les pixels des dites images ou par une détection des positions successives d'amers dans lesdites images.

- 5 4. Système (220) selon la revendication 1 caractérisé en ce que les moyens de détection des mouvements parasites sont constitués par un senseur (226) d'attitude, tel qu'un senseur stellaire, qui produit une estimation des mouvements parasites à destination du calculateur embarqué (224).
- 10 5. Système (220) selon la revendication 1 caractérisé en ce que les moyens de détection des mouvements parasites sont constitués par au moins une partie d'un capteur d'image positionné dans l'instrument de prise de vue (221).
- 15 6. Système (220) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que lesdits moyens d'actuation (225) sont constitués par au moins un actuateur piézoélectrique.
- 20 7. Système (220) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens (126) de radio-transmission desdites images compressées vers le sol.
- 25 8. Système (220) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'instrument de prise de vue (221) est un instrument optique ou un instrument Lidar.
- 30 9. Satellite d'observation (200) comportant au moins une plateforme spatiale d'accueil (210) adaptée à réaliser un pointage grossier dudit satellite vers sa cible à observer et un système (220) d'observation et d'acquisition d'images dans l'espace selon l'une des revendications 1 à 8, ledit système (220) étant embarqué sur ladite plateforme (210).

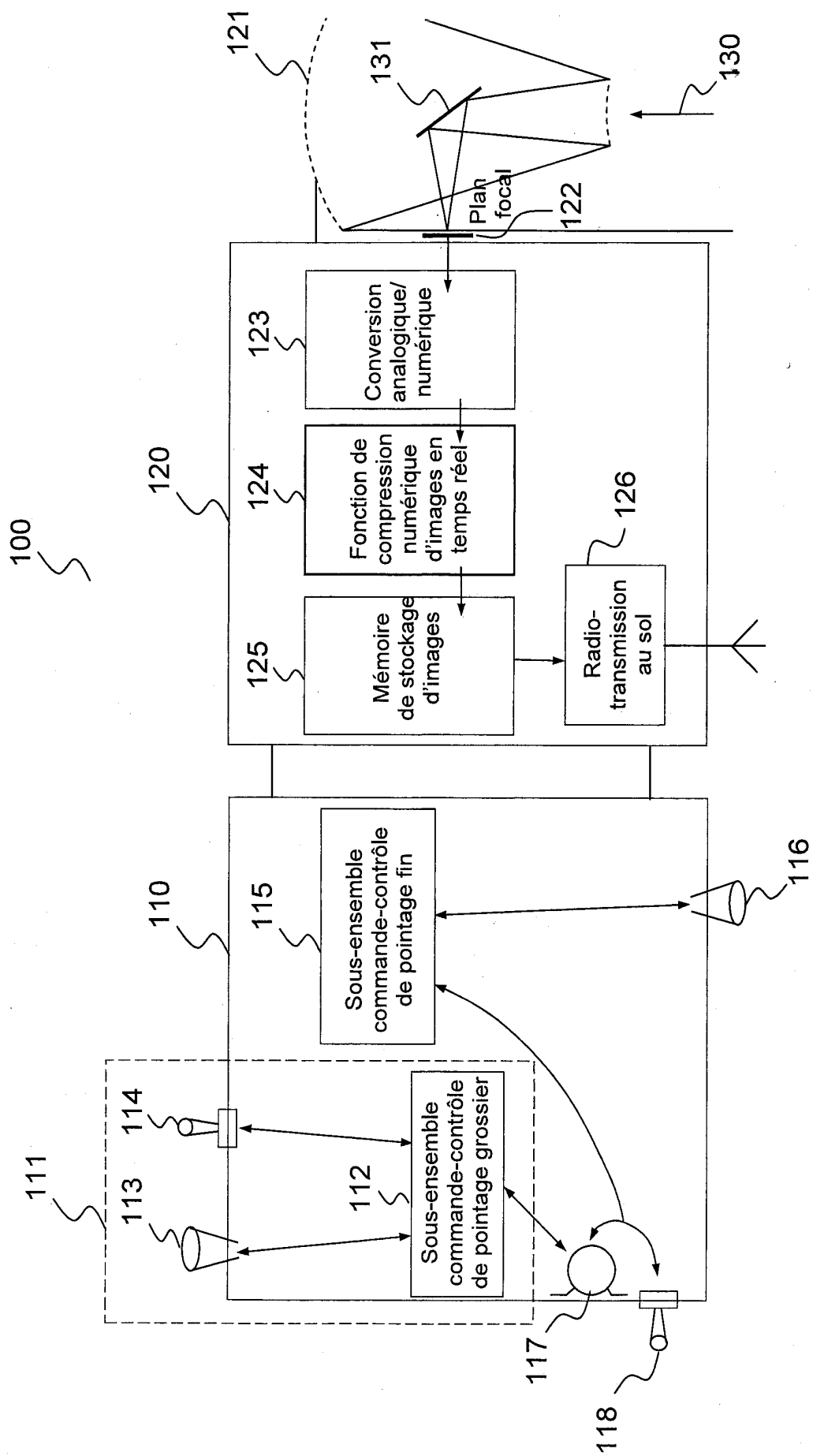


FIG.1

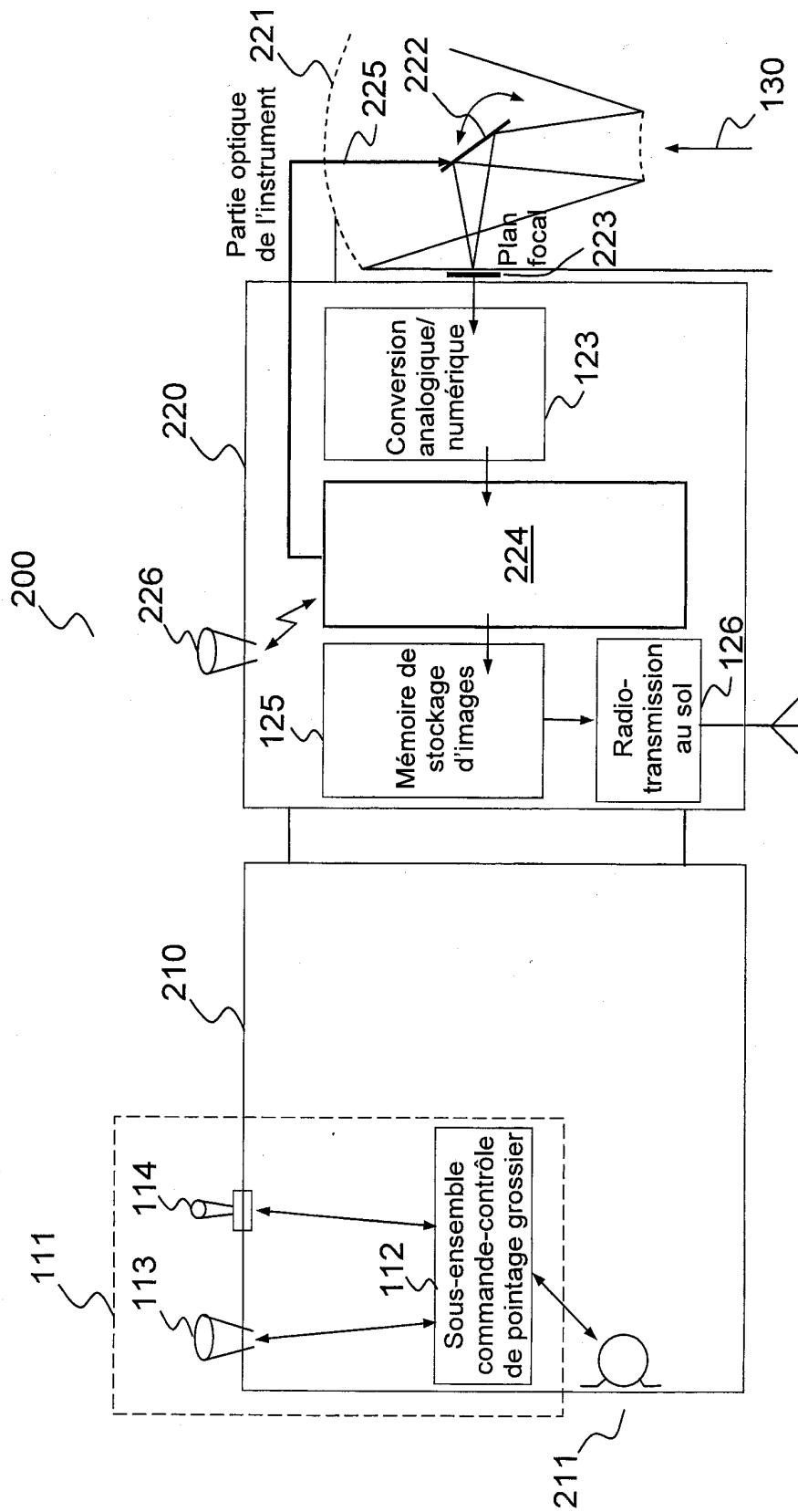


FIG.2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 746137
FR 1004816

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		
Y	US 2008/158679 A1 (LUTY CLIFFORD J [US] ET AL) 3 juillet 2008 (2008-07-03) * alinéas [0031] - [0087] *	1-9	G02B23/14 B64G1/66 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B64G G02B G06T H04N
Y	US 2002/005851 A1 (KINNO KENJI [JP] ET AL KONNO KENJI [JP] ET AL) 17 janvier 2002 (2002-01-17) * alinéas [0174] - [0176]; figure 29 *	1-9	
A	US 6 122 449 A (SATOH TOMONORI [JP] ET AL) 19 septembre 2000 (2000-09-19) * colonne 3, ligne 62 - colonne 5, ligne 65 *	1	
A	US 2005/258338 A1 (BAUMGART JORG [DE] ET AL BAUMGART JOERG [DE] ET AL) 24 novembre 2005 (2005-11-24) * alinéa [0032] *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 mai 2011		Stemmer, Michael	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1004816 FA 746137**

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 **17-05-2011**

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 2008158679 A1	03-07-2008	CA 2613449 A1 EP 1907898 A2 WO 2007005721 A2	11-01-2007 09-04-2008 11-01-2007

US 2002005851 A1	17-01-2002	EP 0789259 A2	13-08-1997

US 6122449 A	19-09-2000	JP 11194377 A	21-07-1999

US 2005258338 A1	24-11-2005	DE 102004024859 A1 FR 2872301 A1 GB 2414355 A	15-12-2005 30-12-2005 23-11-2005
