



(51) Classification internationale des brevets :
B64G 1/50 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/053502

(22) Date de dépôt international :
15 décembre 2015 (15.12.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
14 62565 17 décembre 2014 (17.12.2014) FR

(71) Déposant : AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS
[FR/FR]; 51-61 Route de Verneuil, 78130 Les Mureaux
(FR).

(72) Inventeurs : MENA, Fabrice; Hameau de Pugnères,
81500 Teulat (FR). COUTAL, Patrick; 7 domaine de
Liere, 31290 Renneville (FR).

(74) Mandataire : CABINET PLASSERAUD; 52 rue de la
Victoire, 75440 Paris Cedex 09 (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

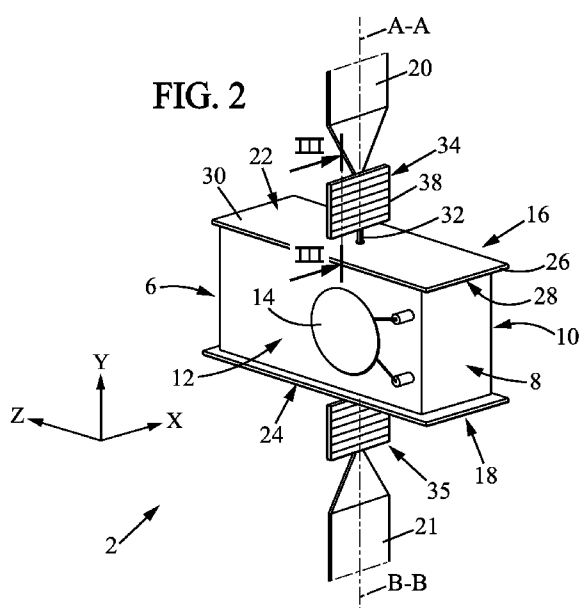
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,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

Publiée :

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

(54) Title : SPACECRAFT

(54) Titre : ENGIN SPATIAL



(57) Abstract : The invention relates to a spacecraft comprising: - a body (4) with a +Y surface (18) and a -Y surface (16) opposite the +Y surface (18); - a radiator (22, 24) supported by the +Y surface (18) and/or the -Y surface (16); said radiator (22, 24) having an outer surface (30). The invention is characterized in that it comprises an assembly (34) having at least one absorption surface (40) suitable for partially absorbing the incident solar radiation during the spring and autumn equinoxes, said assembly (34) being suitable for transmitting said absorbed heat to the radiator (22, 24); said absorption surface (40) being tilted, in relation to the outer surface (30) of the radiator (22, 24), at an angle substantially between 20° and 26°.

(57) Abrégé : L'invention concerne un engin spatial comprenant : - une caisse (4) ayant une face +Y (18) et une face -Y (16) opposée à la face +Y (18); - un radiateur (22, 24) porté par au moins une face parmi la face +Y (18) et la face -Y (16); ledit radiateur (22, 24) ayant une face externe (30); caractérisé en ce qu'il comprend un assemblage (34) ayant au moins une face d'absorption (40) propre à absorber

[Suite sur la page suivante]

une partie du rayonnement solaire incident durant les équinoxes de printemps et d'automne, ledit assemblage (34) étant apte à transmettre ladite chaleur absorbée au radiateur (22, 24); ladite face d'absorption (40) étant inclinée par rapport à la face externe (30) du radiateur (22, 24) d'un angle sensiblement compris entre 20° et 26°.

Engin spatial

La présente invention concerne un engin spatial et en particulier un satellite géostationnaire.

5

En raison du mouvement de révolution de la terre autour du soleil, les différentes faces d'un satellite géostationnaire ne reçoivent pas la même quantité de rayonnement solaire au cours des saisons. Il en résulte des variations cycliques de températures sur la face +Y et sur la face -Y. Ainsi, durant les équinoxes d'hiver et d'été (EQ), les faces -Y et +Y présentent des températures 10 moins élevées que durant les solstices d'hiver (WS) et d'été (SS) comme illustré sur la figure 1. Par ailleurs, la température des faces du satellite fluctue également au cours du temps. Cette température est environ égale à 20°C en début de vie du satellite et de 70°C en fin de vie du satellite. Ces variations de 15 température au cours des saisons et au cours du temps sont reproduites au sol dans une atmosphère sous vide, au cours de tests de validation du satellite.

Ces tests de validation sont longs et contraignants à réaliser.

Pour faciliter les tests de validation au sol, il a été envisagé de diminuer les variations de température au cours des saisons et au cours du temps.

20 A cette fin, les faces +Y et -Y du satellite ont été réchauffées au moment de l'équinoxe par des chaufferettes électriques. Néanmoins, les chaufferettes présentent une efficacité limitée et requiert de sur-dimensionner le système de puissance électrique du satellite. Ce surdimensionnement augmente notablement le coût du satellite.

25 Par ailleurs, pour réguler les températures des faces de satellites d'observation de la terre, des persiennes (en anglais « louvers ») ont été fixées en vis-à-vis de radiateurs montés sur les faces extérieures des satellites. Ces persiennes occultent plus ou moins la face extérieure du radiateur en fonction des besoins en refroidissement des satellites. Les persiennes sont montées 30 pivotantes autour d'un axe disposé le long d'une tranche longitudinale des persiennes. En position fermée, de telles persiennes occultent l'ensemble de la face extérieure du radiateur. Ces persiennes ont pour unique fonction d'empêcher le rayonnement solaire d'atteindre le radiateur. De plus, ces

persiennes nécessitent un mécanisme complexe permettant la rotation des persiennes. Ce mécanisme doit avoir une bonne tenue dans un environnement thermique variable.

5 Le document JP H03 109999 divulgue un satellite comprenant un dispositif permettant d'absorber une partie du rayonnement solaire incident (le) principalement durant les équinoxes de printemps et d'automne et de le transférer par rayonnement au radiateur adjacent. Ce dispositif comprend deux plaques thermo-rayonnantes chacune montée sur un bras de support d'un
10 panneau solaire. Au cours d'une journée, les deux bras de support et les deux plaques thermo-rayonnantes sont entraînés en rotation autour de l'axe longitudinal des bras de support.

Chaque plaque est pleine. Elle présente une face à forte absorptivité et à forte émissivité et une face opposée à faible absorptivité. Cette dernière face est
15 propre à réfléchir le rayonnement solaire. Les plaques sont entraînées en rotation autour d'un axe perpendiculaire à l'axe longitudinal du bras de support qui la supporte. L'amplitude de la rotation est d'environ 180 °. L'entraînement en rotation est réalisé à certaines saisons. Ainsi, à l'équinoxe de printemps et d'automne, les faces à forte absorptivité des deux plaques thermo-rayonnantes
20 sont pivotées de manière à présenter un angle de 23° avec les radiateurs.

Ainsi, les faces à forte absorptivité absorbent le rayonnement solaire et émettent de la chaleur vers les radiateurs. Lors du solstice d'été, la plaque thermo-rayonnante du bras de support situé du côté Nord est entraînée en rotation afin que sa face de faible absorptivité soit dirigée vers le rayonnement solaire et soit
25 perpendiculaire au radiateur Nord. Cette face est ainsi exposée vers le soleil pour ne pas chauffer le radiateur Sud du satellite lorsqu'il est exposé au rayonnement solaire direct.

Enfin, lors du solstice d'hiver, la plaque thermo-rayonnante du bras de support situé du côté Sud est entraînée en rotation afin que sa face de faible
30 absorptivité soit dirigée vers le rayonnement solaire et soit perpendiculaire au radiateur Sud.

Toutefois, ce dispositif requiert un ou deux moteurs électriques supplémentaires. Ce ou ces moteurs alourdissent le satellite et augmentent le coût de fabrication de celui-ci.

De plus, le satellite du document JP H03 109999 n'est pas sécurisé. Si une
5 pièce d'entraînement ou l'un des moteurs d'entraînement en rotation des plaques thermo- rayonnantes tombe en panne au cours d'une mission, il est difficile de les réparer. Si de plus cette panne a lieu au cours des solstices, les plaques thermo-rayonnantes restent dans une position qui va accroître les différences de températures au cours des autres saisons et qui mettra en danger
10 le fonctionnement des équipements électroniques embarqués.

Le but de la présente invention est de proposer un système à moindre coût et plus fiable qui permettrait de limiter les variations de température entre les faces Nord et Sud d'un satellite au cours des équinoxes et au cours des
15 solstices.

A cet effet, l'invention a pour objet un engin spatial comprenant :

- une caisse ayant une face +Y et une face -Y opposée à la face +Y;
- un premier radiateur porté par au moins une face parmi la face +Y et la
20 face -Y ; ledit premier radiateur ayant une face externe ;
- un premier bras de support s'étendant sensiblement perpendiculairement à la face externe du premier radiateur, ledit premier bras de support ayant un axe longitudinal (A-A) ;
- un moteur d'entraînement propre à entraîner le premier bras de support
25 en rotation autour dudit axe longitudinal (A-A) du premier bras de support, la vitesse de rotation du premier bras de support étant sensiblement égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial ;
- un premier assemblage porté par le premier bras de support, ledit premier assemblage ayant au moins une face d'absorption propre à absorber une partie
30 du rayonnement solaire incident durant les équinoxes de printemps et d'automne, ledit premier assemblage étant apte à transmettre ladite chaleur absorbée au premier radiateur; ladite face d'absorption étant inclinée par rapport à la face externe du premier radiateur d'un angle sensiblement compris entre 20°

et 26°. ledit premier assemblage (34) comprend au moins deux lamelles (36) fixées l'une au-dessus de l'autre, et séparées l'une de l'autre par un espace libre (e), lesdites lamelles étant fixes par rapport au premier bras de support (32).

Avantageusement, dans la présente invention, les lamelles sont fixes par rapport au bras de support. Il en découle un système plus simple, moins coûteux et plus fiable.

Avantageusement, l'assemblage selon l'invention présente une surface ajourée, qui absorbe de façon variable et sélective (1% à 100%) le rayonnement solaire incident. En effet, le rayonnement solaire « traverse » l'assemblage au cours des solstices. Cela lui donne la qualité d'être discret à la saison souhaitée, et permet son caractère « fixe ».

Bien que les lamelles occultent une partie des rayonnements au cours des solstices, leur épaisseur est si faible que la perte de chaleur qui en découle est très négligeable puisqu'elle représente quelques pour cent de la chaleur perçue, typiquement autour de 5%.

Avantageusement, dans l'assemblage selon l'invention, seule la face d'absorption est exposée au rayonnement solaire incident et cette face est toujours au droit du radiateur adjacent.

Avantageusement, l'assemblage selon l'invention est moins coûteux à la fabrication. De plus il est passif et ne nécessite pas d'alimentation électrique.

Avantageusement, l'assemblage selon l'invention est peu encombrant et présente une masse très faible de l'ordre de quelques kilos, typiquement autour d'un kilo.

Suivant des modes particuliers de réalisation, l'engin spatial comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

-Le premier radiateur est porté par la face -Y et dans lequel lesdites lamelles du premier assemblage sont sensiblement parallèles à la direction du rayonnement solaire au cours du solstice d'été.

Avantageusement, comme ladite au moins lamelle est inclinée d'un angle correspondant à l'angle formé entre la face externe du radiateur et la direction prise par le rayonnement solaire au cours du solstice, ladite au moins lamelle ne n'est pas chauffée au cours du solstice.

- l'engin spatial comporte un deuxième radiateur porté par l'autre face parmi la face $-Y$ et la face $+Y$; ledit deuxième radiateur ayant une face externe ; un deuxième bras de support s'étendant sensiblement perpendiculairement à la face externe du deuxième radiateur, ledit deuxième bras de support ayant un
5 axe longitudinal (B-B) ;

- un moteur d'entraînement propre à entraîner le deuxième bras de support en rotation autour dudit axe longitudinal (B-B) du deuxième bras de support, la vitesse de rotation du deuxième bras de support étant sensiblement égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial ;

10 - un deuxième assemblage porté par le deuxième bras de support, ledit deuxième assemblage ayant au moins une face d'absorption inclinée par rapport à la face externe du deuxième radiateur d'un angle (α) sensiblement compris entre 20° et 26° ,

et dans lequel ledit deuxième assemblage comprend plusieurs lamelles
15 fixes par rapport au deuxième bras de support ; lesdites lamelles étant fixées les unes au-dessus des autres et espacées les unes des autres par un espace libre, lesdites lamelles du deuxième assemblage sont sensiblement parallèles à la direction du rayonnement solaire au cours du solstice d'hiver

- L'engin comporte au moins un panneau solaire, et dans lequel ledit bras
20 de support supporte ledit au moins un panneau solaire.

Comme les panneaux solaires sont généralement entraînés en rotation autour d'un axe perpendiculaire à la face externe du radiateur à une vitesse égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial, l'utilisation de ce bras de support pour porter l'assemblage de lamelles permet de ne pas rajouter
25 un mécanisme de rotation supplémentaire. Cette mise en œuvre est très avantageuse d'un point de vue économique.

- Les lamelles comprennent un film polyimide et des baguettes propres à rigidifier ledit film polyimide.

- Ladite au moins face d'absorption présente un revêtement ayant une forte
30 absorptivité solaire, par exemple un revêtement de couleur noire.

- La face externe dudit radiateur présente un revêtement non spéculaire.

- Chaque lamelle présente une épaisseur inférieure au millimètre.

- Les lamelles d'un assemblage parmi le premier assemblage et le deuxième assemblage sont parallèles les unes aux autres.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins, sur
5 lesquels :

- la figure 1 sont deux courbes représentatives des variations de température des faces + Y et -Y d'un engin spatial selon l'état de la technique au cours d'une année ;

- la figure 2 est une vue en perspective de l'engin spatial selon un premier
10 mode de réalisation l'invention, en orbite géostationnaire ;

- la figure 3 est une vue en coupe d'un assemblage de lamelles calorifères ;

- la figure 4 est une vue en perspective schématique illustrant le mode de fonctionnement du premier mode de réalisation de l'invention, au cours du solstice d'été;

- la figure 5 est une vue en perspective schématique illustrant le mode de
15 fonctionnement du premier mode de réalisation de l'invention, au cours de l'équinoxe ; et

- la figure 6 est une vue schématique simplifiée d'un mode de réalisation du satellite selon l'invention à l'équinoxe de printemps EP, au solstice d'été SE, à
20 l'équinoxe d'automne EA et au solstice d'hiver SH.

La présente invention est définie par rapport à un repère orthogonal R (X, Y, Z) représenté sur les figures 2 à 5. Le sens des vecteurs X, Y et Z est défini
25 comme étant le sens positif. Le sens inverse est défini comme étant un sens négatif.

Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires.

30 En référence à la figure 2, un engin spatial 2 selon le premier mode de réalisation de l'invention se présente sous la forme d'une caisse 4 parallélépipédique. Cette caisse 4 présente toujours la même face dirigée vers la

Terre, cette face étant appelée la face Terre 6. La face opposée et parallèle à la face Terre 6 est quant à elle appelée la face anti- Terre 8.

La face - X, aussi appelée face Est 10, et la face +X, aussi appelée face Ouest 12, sont des faces opposées, parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction de déplacement de l'engin spatial 2. Des antennes de communication 14 sont généralement fixées sur les faces -X 10 et +X 12. La face - Y, aussi appelée face Nord 16, et la face + Y, aussi appelée face Sud 18, sont deux autres faces de la caisse. Elles sont opposées, parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe Nord-Sud de la Terre.

10 L'engin spatial 2 comprend un premier radiateur 22 et un second radiateur principal 24 pour refroidir des équipements électroniques contenus dans la caisse. Ces équipements électroniques non représentés sur les figures sont reliés thermiquement au premier et au second radiateurs, par exemple, par l'intermédiaire de caloducs également non représentés.

15 Le premier radiateur 22, de forme générale parallélépipédique, présente quatre faces latérales 26, une face principale interne 28 fixée sur la face -Y 16, une face principale externe 30 opposée à la face principale interne et située du côté de l'espace extérieur à l'engin spatial. Les faces principales interne 28 et externe 30 s'étendent dans la plan (X, Y). Le second radiateur 24 est identique
20 au premier radiateur 22. Il ne sera pas décrit en détail. Il est fixé sur la face +Y 18.

En référence aux figures 1 et 6, l'engin spatial 2 comprend un premier 32 et un deuxième 33 bras de support s'étendant sensiblement selon la direction Y, un premier 20 et un deuxième 21 panneaux solaires fixés à une extrémité
25 distale du premier 32 et du deuxième 33 bras de support, et un ou deux motoréducteurs 50, 51 propres à entraîner en rotation le premier 32 et respectivement le deuxième 33 bras de support à une vitesse sensiblement égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial. Ainsi, les panneaux solaires 20, 21 sont dirigés vers le soleil tout le long de la journée.

30 Le premier bras de support 32 présente un axe longitudinal (A-A). Le motoréducteur 50 est propre à entraîner en rotation le premier bras de support 32 autour de l'axe longitudinal (A-A). Le deuxième bras de support 33 présente

un axe longitudinal (B-B). Le motoréducteur 51 est propre à entraîner en rotation le deuxième bras de support 33 autour de l'axe longitudinal (B-B).

En variante, un seul motoréducteur est propre à entraîner le premier bras de support 32 et le deuxième bras de support 33.

5 L'engin spatial 2 comprend en outre un premier assemblage 34 de lamelles 36 et une deuxième assemblages 35 de lamelles 36 fixés au premier bras de support 32 et respectivement au deuxième bras de support 33 entre la caisse 4 et le premier panneau solaire 20 et le deuxième panneau solaire 21. Chaque assemblage 34,35 de lamelles est immobile par rapport au bras de support
10 32,33 qui le porte. Chaque assemblage 34,35 de lamelles est entraîné en rotation par le bras de support 32,33 qui le porte.

Les lamelles 36 des assemblages de lamelles sont calorifères. Elles sont propres à absorber le rayonnement solaire à l'équinoxe et à transférer, par radiation, la chaleur générée par ce rayonnement solaire au premier radiateur 22
15 et au second radiateur 24, comme explicité ci -après.

Les lamelles calorifères 36 sont des plaques d'épaisseur très faible de l'ordre du millimètre ou moins. Elles sont, par exemple, réalisées à partir d'un feuillet et de baguettes de rigidification fixées sur une face du feuillet. Le feuillet est réalisé, par exemple, par un film en polyimide désigné par la marque
20 déposée « Kapton » ou par des couches en graphite. Les baguettes sont, par exemple, réalisées en carbone.

Comme visible sur la figure 3, les lamelles calorifères 36 sont fixées les unes au-dessus des autres. Elles sont superposées selon la direction Y. Un espace libre e est agencé entre deux lamelles calorifères 36 superposées l'une
25 sur l'autre. Les lamelles calorifères 36 de l'assemblage sont, avantageusement, fixées dans un cadre 38.

Les lamelles calorifères 36 ont une face principale plane 40, dite face d'absorption 40, disposée en regard de la face externe 30 du premier radiateur ou du second radiateur 24 et une face extérieure 42 opposée à la face
30 d'absorption 40. La face d'absorption 40 du premier assemblage 34 de lamelles monté sur la face -Y 16 est inclinée par rapport à la face principale externe 30 du premier radiateur d'un angle dièdre α environ égal à 23, 5 °. De la même façon, la face d'absorption 40 du deuxième assemblage 35 de lamelles monté

sur la face +Y 18 est inclinée par rapport à la face principale externe 30 du second radiateur d'un angle dièdre α environ égal à 23, 5 °. L'ouverture dudit angle dièdre α s'étend du côté de la direction du rayonnement solaire incident I_s .

Comme visible sur les figures 4 et 6, la valeur de cet angle dièdre α correspond à l'angle maximal formé entre la face principale externe 30 du premier radiateur 22 et la direction du rayonnement solaire incident I_{SE} durant le solstice d'été SE. De la même façon, cette valeur correspond à l'angle maximal formé entre la face principale externe 30 du second radiateur 24 et la direction du rayonnement solaire incident I_{SH} durant le solstice d'hiver SH.

En fonctionnement, au cours du solstice d'été SE, la direction du rayonnement solaire I_{SE} est sensiblement parallèle aux lamelles calorifères 36 du premier assemblage 34, comme visible sur les figures 4 et 6. Comme les lamelles calorifères présentent une épaisseur faible, leurs présences n'entraînent pas de perte de capacité de rejection thermique pour le premier radiateur 22. La quasi-totalité du rayonnement solaire incident I_{SE} atteint le premier radiateur 22. Le premier bras de support 32 pivote autour de son axe longitudinal (A-A) (autour de la direction Y) à une vitesse égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial. Ainsi, la direction du rayonnement solaire I_{SE} est parallèle aux lamelles calorifères tout au long de la journée.

Au cours du solstice d'hiver SH, la direction du rayonnement solaire I_{SH} est parallèle aux lamelles calorifères du deuxième assemblage 35 de lamelles fixé au deuxième bras de support 33 situé du côté de la face +Y 18. La présence des lamelles calorifères n'entraînent pas de perte calorifique pour le second radiateur 24.

En référence au figures 5 et 6, au cours de l'équinoxe de printemps EP et au cours de l'équinoxe d'automne EA, la direction du rayonnement solaire incident I_E s'étend dans le plan (X, Y). Cette direction I_E forme un angle d'environ 23,5 ° avec le plan médian des lamelles calorifères 36. En conséquence, les faces d'absorption 40 des lamelles calorifères qui sont en regard de la face externe 30 du premier radiateur et les faces d'absorption 40 des lamelles calorifères qui sont en regard de la face externe 30 du second radiateur absorbent la partie UV du rayonnement solaire incident I_E et se réchauffent. Les lamelles calorifères 36 peuvent ainsi atteindre une température d'environ 90°C.

Lorsque les lamelles calorifères 36 sont chaudes, elles rayonnent cette chaleur vers le radiateur situé du côté du bras de support portant l'assemblage calorifère. Ainsi, au cours de l'équinoxe de printemps EP et au cours de l'équinoxe d'automne EA, le premier radiateur 22 et le second radiateur 24 se réchauffent et réchauffent les faces +Y 18 et -Y 16 de la caisse. Tout comme pour le solstice d'été, le premier bras de support 32 et le deuxième bras de support 33 pivotent autour de leur axe longitudinal à une vitesse égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial afin que le rayonnement solaire incident IE réchauffe les faces d'absorption 40 des lamelles calorifères tout au long de la journée.

Une élévation de température d'environ 15°C peut, par exemple, être atteinte à l'aide d'un assemblage de vingt-cinq lamelles calorifères d'une dimension de 2 300 par 50 millimètres, deux lamelles adjacentes étant espacées d'un écartement de 19,9 millimètres.

Ainsi, les variations de température entre les équinoxes et les solstices, sont diminuées.

Préférentiellement, les faces d'absorption 40 des lamelles calorifères 36 présentent un revêtement à forte absorptivité solaire afin d'absorber un maximum de rayonnement solaire. Elles sont, par exemple, de couleur noire. L'homme du métier thermicien du spatial choisit un matériau adapté en fonction de multiples critères en dehors de l'absorptivité. En général les matériaux et revêtement choisi auront avec une absorptivité solaire supérieure à 0.6.

Préférentiellement, le premier radiateur 22 et le second radiateur 24 sont revêtus d'un matériau non spéculaire ou peu spéculaire afin que les radiateurs ne réchauffent pas les lamelles calorifères 36 au cours des solstices par réflexion du flux solaire.

Préférentiellement, les lamelles calorifères 36 sont des plaques d'épaisseur inférieure au millimètre.

Notez que contrairement aux persiennes (en anglais « louvers »), les lamelles calorifères 36 ne sont pas mobiles autour d'un axe contenu dans leur plan médian ou parallèle à leur plan médian. Elles sont fixes par rapport au cadre et au bras de support 32 qui les porte.

En variante, les lamelles calorifères 36 présentent un plan médian incliné par rapport à la face principale externe 30 des premier et second radiateurs d'un angle dièdre compris entre 20° et 26°.

5 Chaque assemblage 34, 35 comporte au moins deux lamelles calorifères 36. Dans chaque assemblage, les faces principales 40 des lamelles sont disposées parallèlement les unes aux autres. Dans chaque assemblage 34, 35, l'espace libre e entre deux lamelles calorifères superposées et adjacentes est compris entre 0.5 cm et 10 cm pour des lamelles de 50 mm de largeur .

10 Les lamelles calorifères 36 du premier assemblage 34 sont sensiblement parallèles à la direction du rayonnement solaire I_{SE} au cours du solstice d'été SE.

Les lamelles calorifères (36) du deuxième assemblage (35) sont sensiblement parallèles à la direction du rayonnement solaire (I_{SH}) au cours du solstice d'hiver (SH)

15

20

25

30

Engin spatial

La présente invention concerne un engin spatial et en particulier un satellite géostationnaire.

5

En raison du mouvement de révolution de la terre autour du soleil, les différentes faces d'un satellite géostationnaire ne reçoivent pas la même quantité de rayonnement solaire au cours des saisons. Il en résulte des variations cycliques de températures sur la face +Y et sur la face -Y. Ainsi, durant les équinoxes d'hiver et d'été (EQ), les faces - Y et + Y présentent des températures moins élevées que durant les solstices d'hiver (WS) et d'été (SS) comme illustré sur la figure 1. Par ailleurs, la température des faces du satellite fluctue également au cours du temps. Cette température est environ égale à 20°C en début de vie du satellite et de 70°C en fin de vie du satellite. Ces variations de température au cours des saisons et au cours du temps sont reproduites au sol dans une atmosphère sous vide, au cours de tests de validation du satellite.

10

15

Ces tests de validation sont longs et contraignants à réaliser.

20

Pour faciliter les tests de validation au sol, il a été envisagé de diminuer les variations de température au cours des saisons et au cours du temps.

25

A cette fin, les faces +Y et - Y du satellite ont été réchauffées au moment de l'équinoxe par des chaufferettes électriques. Néanmoins, les chaufferettes présentent une efficacité limitée et requiert de sur-dimensionner le système de puissance électrique du satellite. Ce surdimensionnement augmente notablement le coût du satellite.

30

Par ailleurs, pour réguler les températures des faces de satellites d'observation de la terre, des persiennes (en anglais « louvers ») ont été fixées en vis-à-vis de radiateurs montés sur les faces extérieures des satellites. Ces persiennes occultent plus ou moins la face extérieure du radiateur en fonction des besoins en refroidissement des satellites. Les persiennes sont montées pivotantes autour d'un axe disposé le long d'une tranche longitudinale des persiennes. En position fermée, de telles persiennes occultent l'ensemble de la face extérieure du radiateur. Ces persiennes ont pour unique fonction

d'empêcher le rayonnement solaire d'atteindre le radiateur. De plus, ces persiennes nécessitent un mécanisme complexe permettant la rotation des persiennes. Ce mécanisme doit avoir une bonne tenue dans un environnement thermique variable.

5

Le but de la présente invention est de proposer un système à moindre coût qui permettrait de limiter les variations de température entre les équinoxes et les solstices.

10

A cet effet, l'invention a pour objet un engin comprenant :

- une caisse ayant une face +Y et une face -Y opposée à la face +Y;
- un radiateur porté par au moins une face parmi la face +Y et la face -Y ;

ledit radiateur ayant une face externe ;

15

caractérisé en ce qu'il comprend un assemblage ayant au moins une face d'absorption propre à absorber une partie du rayonnement solaire incident (le) durant les équinoxes de printemps et d'automne, ledit assemblage étant apte à transmettre ladite chaleur absorbée au radiateur; ladite face d'absorption étant inclinée par rapport à la face externe du radiateur d'un angle sensiblement compris entre 20° et 26°.

20

Avantageusement, l'assemblage est propre à absorber les rayonnements solaires à l'équinoxe et à transférer, par radiation ou par transfert fluïdique (caloduc), la chaleur générée par ces rayonnements solaires audit radiateur pour le réchauffer. L'augmentation de la température du radiateur générée par l'assemblage au cours de l'équinoxe permet de réduire les variations de

25

température de cette face de l'engin entre les saisons.

Avantageusement, la diminution des variations de température des faces de l'engin spatial permet de réduire la durée des tests de qualification en vide thermique. Il en résulterait un gain significatif en termes de coût et de durée de conception d'un engin spatial.

30

Avantageusement, cet assemblage est passif. Ils n'a pas besoin d'énergie électrique pour réchauffer le radiateur. De plus cet assemblage peut être réalisé à un coût faible. Il présente une masse faible et un faible encombrement notamment au cours de la phase de lancement du satellite.

Suivant des modes particuliers de réalisation, l'engin spatial comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

5 -L'assemblage comprend au moins une lamelle ayant une face principale plane disposée au droit de la face externe du radiateur, cette face principale plane étant la face d'absorption, la chaleur absorbée étant transmise au radiateur par rayonnement.

Avantageusement, comme ladite au moins lamelle est inclinée d'un angle correspondant à l'angle formé entre la face externe du radiateur et la direction
10 prise par le rayonnement solaire au cours du solstice, ladite au moins lamelle ne n'est pas chauffée au cours du solstice.

- L'engin comporte un bras de support portant ledit assemblage, ledit bras de support s'étendant sensiblement perpendiculairement à la face externe du radiateur, et au moins un moteur d'entraînement propre à entraîner le bras de
15 support en rotation selon un axe longitudinal du bras de support, la vitesse de rotation du bras de support étant sensiblement égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial.

Avantageusement, comme le bras de support est entraîné en rotation à une vitesse correspondant à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial,
20 au cours de l'équinoxe, la face d'absorption de chaque lamelle est au droit du rayonnement solaire tout au long de la journée. Avantageusement, les faces d'absorption des lamelles sont ainsi éclairées de la même façon tout au long d'une journée. Elles peuvent ainsi transmettent au radiateur la même quantité de chaleur au cours d'une journée.

25 L'assemblage comprend au moins deux lamelles fixées l'une au-dessus de l'autres, et séparées l'une de l'autre par un espace libre.

- L'engin comporte au moins un panneau solaire, et dans lequel ledit bras de support supporte ledit au moins un panneau solaire.

Comme les panneaux solaires sont généralement entraînés en rotation
30 autour d'un axe perpendiculaire à la face externe du radiateur à une vitesse égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial, l'utilisation de ce bras de support pour porter l'assemblage de lamelles calorifères permet de ne

pas rajouter un mécanisme de rotation supplémentaire. Cette mise en œuvre est très avantageuse d'un point de vue économique.

Les lamelles comprennent un film polyimide et des baguettes propres à rigidifier ledit film polyimide.

- 5 - Ladite au moins face d'absorption présente un revêtement ayant une forte absorptivité solaire, par exemple un revêtement de couleur noire.
- La face externe dudit radiateur présente un revêtement non spéculaire.
- Chaque lamelle présente une épaisseur inférieure au millimètre.
- L'assemblage comprend au moins deux cônes ayant chacun une face
- 10 d'absorption et au moins un caloduc relié thermiquement audites faces d'absorption ainsi qu'au radiateur, la chaleur absorbée par la face d'absorption étant transmise par ledit caloduc audit radiateur.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins, sur

15 lesquels :

- la figure 1 sont deux courbes représentatives des variations de température des faces + Y et -Y d'un engin spatial selon l'état de la technique au cours d'une année ;
- 20 - la figure 2 est une vue en perspective de l'engin spatial selon un premier mode de réalisation l'invention, en orbite géostationnaire ;
- la figure 3 est une vue en coupe d'un assemblage de lamelles calorifères ;
- la figure 4 est une vue en perspective schématique illustrant le mode de fonctionnement du premier mode de réalisation de l'invention, au cours du
- 25 solstice d'été;
- la figure 5 est une vue en perspective schématique illustrant le mode de fonctionnement du premier mode de réalisation de l'invention, au cours de l'équinoxe ;
- la figure 6 est une vue en perspective de l'engin spatial selon un second
- 30 mode de réalisation de l'invention, en orbite géostationnaire ; et
- la figure 7 est une vue en perspective schématique illustrant une partie du second mode de réalisation de l'invention.

La présente invention est définie par rapport à un repère orthogonal R (X, Y, Z) représenté sur les figures 2 à 5. Le sens des vecteurs X, Y et Z est défini comme étant le sens positif. Le sens inverse est défini comme étant un sens négatif.

5

Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires.

En référence à la figure 2, un engin spatial 2 selon le premier mode de réalisation de l'invention se présente sous la forme d'une caisse 4 parallélépipédique. Cette caisse 4 présente toujours la même face dirigée vers la Terre, cette face étant appelée la face Terre 6. La face opposée et parallèle à la face Terre 6 est quant à elle appelée la face anti- Terre 8.

La face - X, aussi appelée face Est 10, et la face +X, aussi appelée face Ouest 12, sont des faces opposées, parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction de déplacement de l'engin spatial 2. Des antennes de communication 14 sont généralement fixées sur les faces -X 10 et +X 12. La face - Y, aussi appelée face Nord 16, et la face + Y, aussi appelée face Sud 18, sont deux autres faces de la caisse. Elles sont opposées, parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe Nord-Sud de la Terre.

L'engin spatial 2 comprend un premier radiateur 22 et un second radiateur principal 24 pour refroidir des équipements électroniques contenus dans la caisse. Ces équipements électroniques non représentés sur les figures sont reliés thermiquement au premier et au second radiateurs, par exemple, par l'intermédiaire de caloducs également non représentés.

Le premier radiateur 22, de forme générale parallélépipédique, présente quatre faces latérales 26, une face principale interne 28 fixée sur la face -Y 16, une face principale externe 30 opposée à la face principale interne et située du côté de l'espace extérieur à l'engin spatial. Les faces principales interne 28 et externe 30 s'étendent dans la plan (X, Y). Le second radiateur 24 est identique au premier radiateur 22. Il ne sera pas décrit en détail. Il est fixé sur la face +Y 18.

L'engin spatial 2 comprend deux bras de support 32 s'étendant sensiblement selon la direction z, deux panneaux solaires 20 chacun fixé à une extrémité distale d'un bras de support 32, et un ou deux motoréducteurs non représentés propres à entraîner en rotation chaque bras de support 32 à une
5 vitesse sensiblement égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial. Ainsi, les panneaux solaires 20 sont dirigés vers le soleil tout le long de la journée.

L'engin spatial 2 comprend en outre deux assemblages 34 de lamelles 36, chacun, fixé à un bras de support 32 entre la caisse 4 et un panneau solaire 20.
10 Chaque assemblage 34 de lamelles est immobile par rapport au bras de support 32 qui le porte. Chaque assemblage 34 de lamelles est entraîné en rotation par le bras de support 32 qui le porte.

Les lamelles 36 des assemblages de lamelles sont calorifères. Elles sont propres à absorber le rayonnement solaire à l'équinoxe et à transférer, par
15 radiation, la chaleur générée par ce rayonnement solaire au premier radiateur 22 et au second radiateur 24, comme explicité ci-après.

Les lamelles calorifères 36 sont des plaques d'épaisseur très faible de l'ordre du millimètre ou moins. Elles sont, par exemple, réalisées à partir d'un feuillet et de baguettes de rigidification fixées sur une face du feuillet. Le feuillet
20 est réalisé, par exemple, par un film en polyimide désigné par la marque déposée « Kapton » ou par des couches en graphite. Les baguettes sont, par exemple, réalisées en carbone.

Comme visible sur la figure 3, les lamelles calorifères 36 sont fixées les unes au-dessus des autres. Elles sont superposées selon la direction z. Un
25 espace libre e est agencé entre deux lamelles calorifères 36 superposées l'une sur l'autre. Les lamelles calorifères 36 de l'assemblage sont, avantageusement, fixées dans un cadre 38.

Les lamelles calorifères 36 ont une face principale plane 40, dite face d'absorption 40 et disposée en regard de la face externe 30 du premier radiateur
30 ou du second radiateur 24, une face extérieure 42 opposée à la face d'absorption 40. La face d'absorption 40 de l'assemblage 34 de lamelles monté sur la face -Y 16 est inclinée par rapport à la face principale externe 30 du premier radiateur d'un angle dièdre α environ égal à 23, 5 °. De la même façon,

la face d'absorption 40 de l'assemblage 34 de lamelles monté sur la face +Y 18 est inclinée par rapport à la face principale externe 30 du second radiateur d'un angle dièdre α environ égal à 23, 5 °. L'ouverture dudit angle dièdre α s'étend du côté de la direction du rayonnement solaire incident I_s .

5 Comme visible sur la figure 4, la valeur de cet angle dièdre α correspond à l'angle maximal formé entre la face principale externe 30 du premier radiateur 22 et la direction du rayonnement solaire incident I_s durant le solstice d'hiver. De la même façon, cette valeur correspond à l'angle maximal formé entre la face principale externe 30 du second radiateur 24 et la direction du rayonnement
10 solaire incident I_s durant le solstice d'été.

En fonctionnement, au cours du solstice d'été, la direction du rayonnement solaire est parallèle aux lamelles calorifères 36. Comme les lamelles calorifères présentent une épaisseur faible, leurs présences n'entraînent pas de perte de capacité de rejection thermique pour le premier radiateur 22. La quasi-totalité du
15 rayonnement solaire incident atteint le premier radiateur 22. Le bras de support 32 pivote autour de son axe longitudinal (autour de la direction z) à une vitesse égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial. Ainsi, la direction du rayonnement solaire I_s est parallèle aux lamelles calorifères tout au long de la journée.

20 Au cours du solstice d'hiver, la direction du rayonnement solaire est parallèle aux lamelles calorifères de l'assemblage 34 de lamelles fixé au bras de support situé du côté de la face +Y 18. La présence des lamelles calorifères n'entraînent pas de perte calorifique pour le second radiateur 24. Cette situation similaire à la situation du solstice d'hiver n'a pas été représentée.

25 En référence à la figure 5, au cours de l'équinoxe, la direction du rayonnement solaire incident I_s s'étend dans le plan (X, Y). Cette direction I_s forme un angle d'environ 23, 5 ° avec le plan médian des lamelles calorifères 36. En conséquence, les faces d'absorption 40 des lamelles calorifères qui sont en regard de la face externe 30 du premier radiateur et les faces d'absorption 40
30 des lamelles calorifères qui sont en regard de la face externe 30 du second radiateur absorbent la partie UV du rayonnement solaire incident I_s et se réchauffent. Les lamelles calorifères 36 peuvent ainsi atteindre une température d'environ 90°C. Lorsque les lamelles calorifères 36 sont chaudes, elles

rayonnent cette chaleur vers le radiateur situé du côté du bras de support portant l'assemblage calorifère. Ainsi, au cours de l'équinoxe, le premier radiateur 22 et le second radiateur 24 se réchauffent et réchauffent les faces +Y 18 et -Y 16 de la caisse. Tout comme pour le solstice d'été, le bras de support 32 pivote autour de son axe longitudinal à une vitesse égale à la vitesse de rotation du soleil
5 autour de l'engin spatial afin que le rayonnement solaire incident le réchauffe les faces d'absorption 40 des lamelles calorifères tout au long de la journée.

Une élévation de température d'environ 15°C peut, par exemple, être atteinte à l'aide d'un assemblage de vingt-cinq lamelles calorifères d'une
10 dimension de 2 300 par 50 millimètres, deux lamelles adjacentes étant espacées d'un écartement de 19, 9 millimètres.

Ainsi, les variations de température entre les équinoxes et les solstices, sont diminuées.

Préférentiellement, les faces d'absorption (40) des lamelles calorifères 36
15 présentent un revêtement à forte absorptivité solaire. afin d'absorber un maximum de rayonnement solaire. Elles sont, par exemple, de couleur noire. L'homme du métier thermicien du spatial choisit un matériau adapté en fonction de multiples critères en dehors de l'absorptivité, En général les matériaux et revêtement choisi auront avec une absorptivité solaire supérieure à 0.6.

20 Préférentiellement, le premier radiateur 22 et le second radiateur 24 sont revêtus d'un matériau non spéculaire ou peu spéculaire afin que les radiateurs ne réchauffent pas les lamelles calorifères 36 au cours des solstices par réflexion du flux solaire.

Préférentiellement, les lamelles calorifères 36 sont des plaques d'épaisseur
25 inférieure au millimètre.

Notez que contrairement aux persiennes (en anglais « louvers »), les lamelles calorifères 36 ne sont pas mobiles autour d'un axe contenu dans leur plan médian ou parallèle à leur plan médian. Elles sont fixes par rapport au cadre et au bras de support 32 qui les porte.

30 En variante, les lamelles calorifères 36 présentent un plan médian incliné par rapport à la face principale externe 30 des premier et second radiateurs d'un angle dièdre compris entre 20° et 26°.

La figure 6 représente un engin spatial 50 selon un second mode de réalisation de l'invention. Cet engin spatial 50 est identique ou similaire à l'engin spatial 2 selon le premier mode de réalisation de l'invention à l'exception du fait que les assemblages 34 de lamelles calorifère portés par les bras de support ont
5 été remplacés par des assemblages de cônes 52 fixé au premier 22 et au second 24 radiateurs. Les éléments techniques de l'engin spatial 2 selon le premier mode de réalisation identiques ou similaires aux éléments techniques de l'engin spatial 50 selon le second mode de réalisation ne seront pas décrits une seconde fois.

10 Les assemblages de cônes 52 sont fixés sur la partie du premier 22 et du second 24 radiateurs située au-dessus des panneaux solaires 20, lorsque ceux-ci sont repliés pour le lancement. Ils présentent un faible diamètre D afin qu'ils recouvrent une faible partie des radiateurs. Par exemple, des cônes 54 ayants des bords circulaires 56 d'un diamètre de 150 mm peuvent être utilisés.
15 L'assemblage de cônes 52 présente, de plus, une faible hauteur H afin de pouvoir être logé dans l'espace sous coiffe.

Les assemblages de cônes 52 ont pour fonction d'absorber le maximum de rayonnement solaire au moment de l'équinoxe et de transférer cette chaleur aux faces $-Y$ 16 et $+Y$ 18 et d'absorber le minimum de rayonnement solaire aux
20 cours des solstices.

Les assemblages de cône 52 fixés sur le premier radiateur 22 sont identiques et fixés de la même façon que les assemblages de cônes 52 fixés sur le second radiateur 24. Pour simplifier la description, seul les assemblages de cônes 52 fixés sur la premier radiateur sont décrits ci-après.

25 L'exemple de réalisation d'un assemblage de cônes 52, illustré sur la figure 6, comprend six cônes 54 munis chacun d'un orifice 56 à son sommet 58 et un caloduc central 60 logé dans l'orifice 56 de chaque cône 54. Le caloduc central 60 est sensiblement perpendiculaire à la face principale externe 30 du premier radiateur. Il est fixé à chaque cône 54 ainsi qu'au premier radiateur 22.

30 Les cônes 54 de l'assemblage de cônes sont disposés les uns au-dessus des autres avec leur sommet 58 situé au droit de la face externe 30 du premier radiateur. Les bords circulaires 56 de deux cônes adjacents 54 sont séparés par

un espace libre e. Les cônes 54 présentent un angle de cône β sensiblement égal à 23, 5°.

Les cônes 54 sont réalisés dans un matériau conducteur de chaleur et léger. Un matériau tel que le graphoil peut par exemple être utilisé.

5 La face externe 62 des cônes c'est-à-dire la face en regard de la face externe 30 du premier radiateur est recouverte avec un revêtement 64 qui absorbe la partie UV du rayonnement solaire incident. Ce revêtement 64 présente, de plus, une faible émissivité. Par exemple, un revêtement 64 de Nickel poli noir peut être utilisé. Ce revêtement 64 est fixé au caloduc central 60.

10 La face interne 66 des cônes est réalisée dans un matériau conducteur. Du graphoil peut, par exemple, être utilisé. La face interne 66 n'est pas reliée thermiquement au caloduc central 60. Un matelas isolant est agencé entre la face interne 66 et la face externe 62. Avantageusement, la face interne 66 est peinte en couleur noire. Les flux solaires sont absorbés et ré-émis dans l'IR.

15 Comme la face externe du cône au-dessus a une faible émissivité, ce rayonnement est rayonné vers l'espace.

En fonctionnement, au cours de l'équinoxe, les faces externes 62 de chaque cône absorbent le rayonnement solaire et transmettent la chaleur
20 captée, par conduction thermique, au caloduc central 60. Le caloduc central 60 transmet cette chaleur au premier radiateur 22.

Au cours du solstice, la face interne 66 des cônes absorbe le rayonnement solaire incident et le ré-émet par radiation infra-rouge vers l'espace.

Avantageusement, les assemblages de cônes 52 peuvent être facilement
25 montés et démontés sur de nouveaux satellites ou sur des satellites déjà existants.

Avantageusement, les assemblages de cônes 52 sont des systèmes passifs qui fonctionnent sans puissance électrique.

Avantageusement, les assemblages de cônes 52 présentent une masse
30 faible et un faible coût.

REVENDICATIONS

1.- Engin spatial (2) comprenant :

- une caisse (4) ayant une face +Y (18) et une face -Y (16) opposée à la
5 face +Y (18);
- un premier radiateur (22) porté par au moins une face parmi la face +Y (18) et la face -Y (16) ; ledit premier radiateur (22) ayant une face externe (30) ;
- un premier bras de support (32) s'étendant sensiblement perpendiculairement à la face externe (30) du premier radiateur, ledit premier
10 bras de support (32) ayant un axe longitudinal (A-A) ;
- un moteur d'entraînement (50, 51) propre à entraîner le premier bras de support (32) en rotation autour dudit axe longitudinal (A-A) du premier bras de support, la vitesse de rotation du premier bras de support (32) étant sensiblement égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial (2) ;
- 15 - un premier assemblage (34) porté par le premier bras de support (32), ledit premier assemblage (34) ayant au moins une face d'absorption (40) propre à absorber une partie du rayonnement solaire incident (I_E) durant les équinoxes de printemps (EP) et d'automne (EA), ledit premier assemblage (34) étant apte à transmettre ladite chaleur absorbée au premier radiateur (22); ladite face
20 d'absorption (40) étant inclinée par rapport à la face externe (30) du premier radiateur (22) d'un angle (α) sensiblement compris entre 20° et 26° ,
caractérisé en ce que ledit premier assemblage (34) comprend au moins deux lamelles (36) fixées l'une au-dessus de l'autre, et séparées l'une de l'autre par un espace libre (e), lesdites lamelles étant fixes par rapport au premier bras
25 de support (32).

2.- Engin spatial (2) selon la revendication 1, dans lequel ledit premier radiateur (22) est porté par la face -Y (16) et dans lequel lesdites lamelles (36) du premier assemblage (34) sont sensiblement parallèles à la direction du
30 rayonnement solaire (I_{SE}) au cours du solstice d'été (SE).

3.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, qui comporte :

- un deuxième radiateur (24) porté par l'autre face parmi la face -Y (16) et la face +Y (18); ledit deuxième radiateur (24) ayant une face externe (30) ;

- un deuxième bras de support (33) s'étendant sensiblement perpendiculairement à la face externe (30) du deuxième radiateur (24), ledit
5 deuxième bras de support (33) ayant un axe longitudinal (B-B) ;

- un moteur d'entraînement (50, 51) propre à entraîner le deuxième bras de support (33) en rotation autour dudit axe longitudinal (B-B) du deuxième bras de support, la vitesse de rotation du deuxième bras de support (33) étant sensiblement égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial (2) ;

10 - un deuxième assemblage (35) porté par le deuxième bras de support (33), ledit deuxième assemblage (35) ayant au moins une face d'absorption (40) inclinée par rapport à la face externe (30) du deuxième radiateur (24) d'un angle (α) sensiblement compris entre 20° et 26° ,

et dans lequel ledit deuxième assemblage (35) comprend plusieurs lamelles
15 (36) fixes par rapport au deuxième bras de support (33) ; lesdites lamelles (36) étant fixées les unes au-dessus des autres et espacées les unes des autres par un espace libre (e), lesdites lamelles (36) du deuxième assemblage (35) sont sensiblement parallèles à la direction du rayonnement solaire (I_{SH}) au cours du solstice d'hiver (SH).

20

4.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, qui comporte au moins un panneau solaire (20, 21), et dans lequel ledit premier bras de support (32) et/ou ledit deuxième bras de support (32) supporte ledit au moins un panneau solaire (20, 21).

25

5.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel lesdites lamelles (36) comprennent un film polyimide et des baguettes propres à rigidifier ledit film polyimide.

30

6.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel ladite au moins face d'absorption (40) présente un revêtement ayant une forte absorptivité solaire, par exemple un revêtement de couleur noire.

7.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la face externe (30) dudit radiateur présente un revêtement non spéculaire.

5 8.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel chaque lamelle (36) présente une épaisseur inférieure au millimètre.

9.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel lesdites lamelles (36) d'un assemblage parmi le premier assemblage (34)
10 et le deuxième assemblage (35) sont parallèles les unes aux autres.

15

20

25

30

1.- Engin spatial (2, 50) comprenant :

- une caisse (4) ayant une face +Y (18) et une face -Y (16) opposée à la face +Y (18);

5 - un radiateur (22, 24) porté par au moins une face parmi la face +Y (18) et la face -Y (16) ; ledit radiateur (22, 24) ayant une face externe (30) ;

caractérisé en ce qu'il comprend un assemblage (34, 52) ayant au moins une face d'absorption (40, 62) propre à absorber une partie du rayonnement solaire incident (1e) durant les équinoxes de printemps et d'automne, ledit assemblage (34, 52) étant apte à transmettre ladite chaleur absorbée au
10 radiateur (22, 24) ; ladite face d'absorption (40, 62) étant inclinée par rapport à la face externe (30) du radiateur (22, 24) d'un angle (α , β) sensiblement compris entre 20° et 26°.

2.- Engin spatial (2) selon la revendication 1, dans lequel ledit assemblage
15 (34) comprend au moins une lamelle (36) ayant une face principale plane (40) disposée au droit de la face externe (30) du radiateur, cette face principale plane (40) étant la face d'absorption (40), la chaleur absorbée étant transmise au radiateur (22, 24) par rayonnement.

20 3.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, qui comporte :

- un bras de support (32) portant ledit assemblage (34), ledit bras de support (32) s'étendant sensiblement perpendiculairement à la face externe (30) du radiateur, et

25 - au moins un moteur d'entraînement propre à entraîner le bras de support (32) en rotation selon un axe longitudinal du bras de support, la vitesse de rotation du bras de support (32) étant sensiblement égale à la vitesse de rotation du soleil autour de l'engin spatial (2).

30 4.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ledit assemblage (34) comprend au moins deux lamelles (36) fixées l'une au-dessus de l'autres, et séparées l'une de l'autre par un espace libre (e).

5.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, qui comporte au moins un panneau solaire (20), et dans lequel ledit bras de support (32) supporte ledit au moins un panneau solaire (20).

5 6.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel lesdites lamelles (36) comprennent un film polyimide et des baguettes propres à rigidifier ledit film polyimide.

10 7.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel ladite au moins face d'absorption (40) présente un revêtement ayant une forte absorptivité solaire, par exemple un revêtement de couleur noire.

15 8.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la face externe (30) dudit radiateur présente un revêtement non spéculaire.

9.- Engin spatial (2) selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, dans lequel chaque lamelle (36) présente une épaisseur inférieure au millimètre.

20 10.- Engin spatial (50) selon la revendication 1, dans lequel l'assemblage (52) comprend au moins deux cônes (54) ayant chacun une face d'absorption (62) et au moins un caloduc (60) relié thermiquement audites faces d'absorption (62) ainsi qu'au radiateur (30), la chaleur absorbée par la face d'absorption (62) étant transmise par ledit caloduc (60) audit radiateur (30).

25

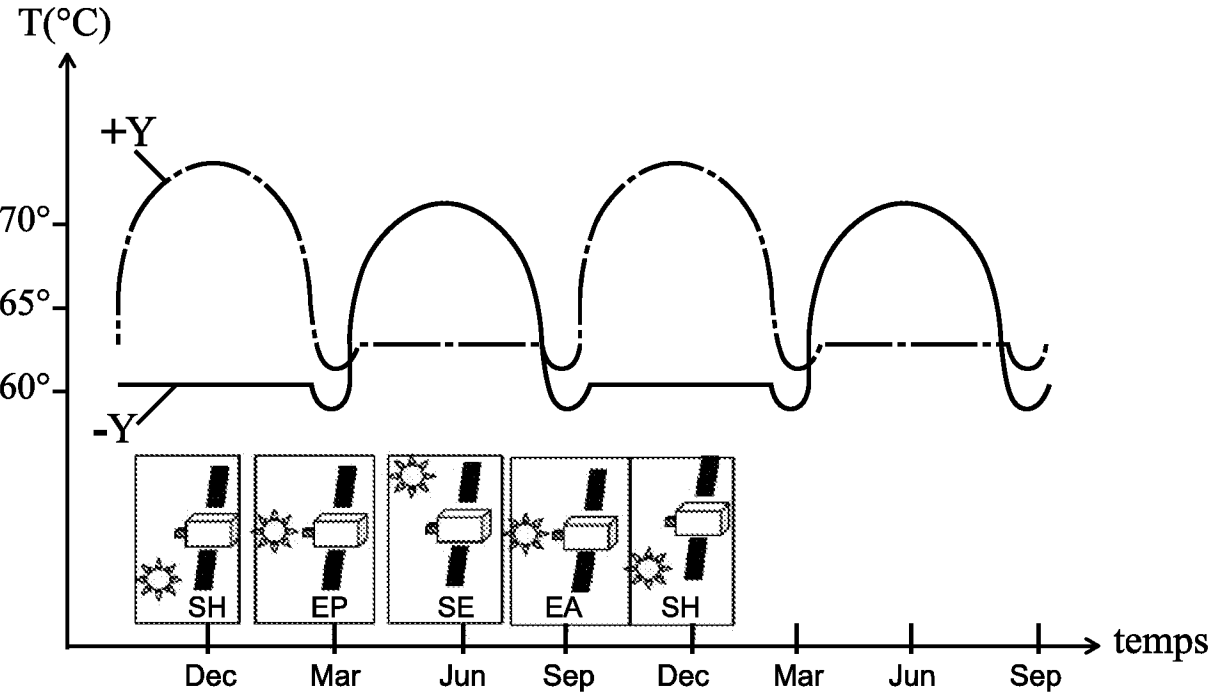
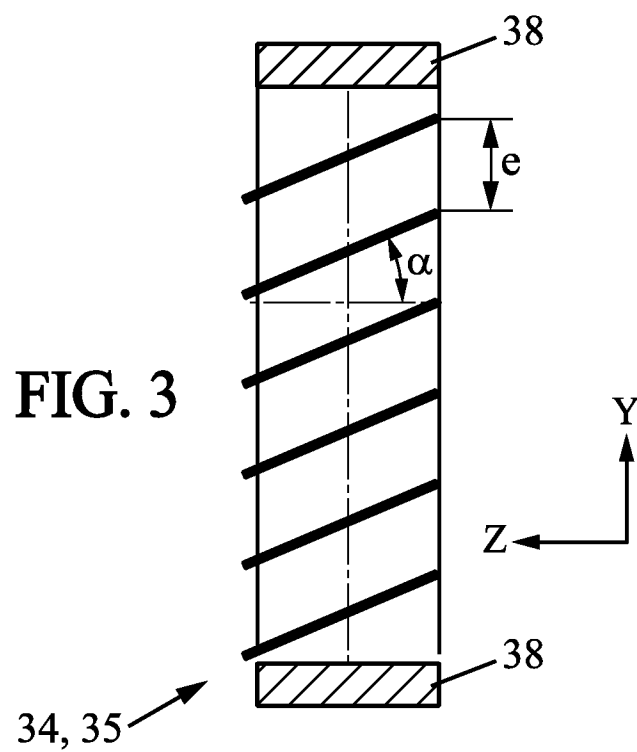
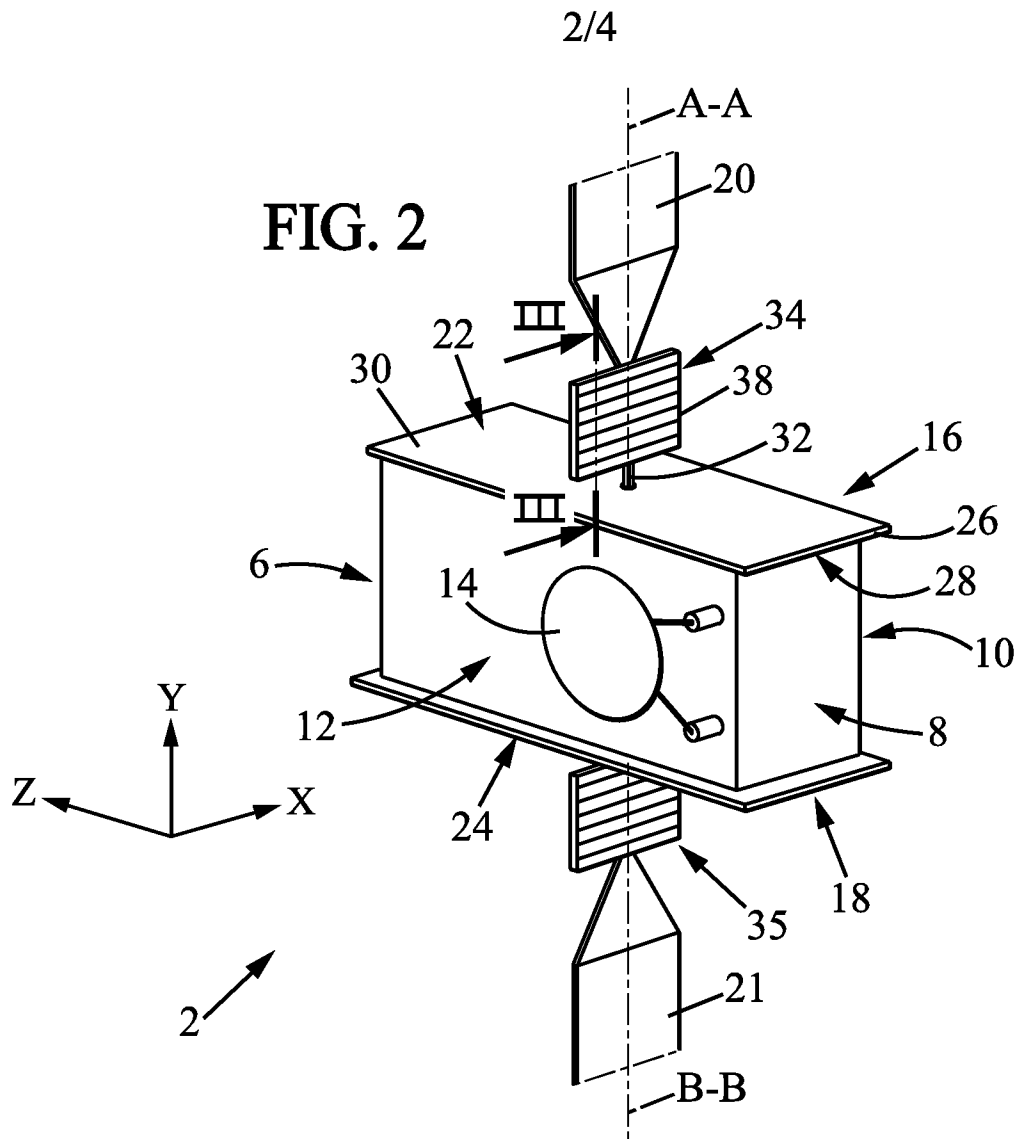


FIG. 1



3/4

FIG. 4

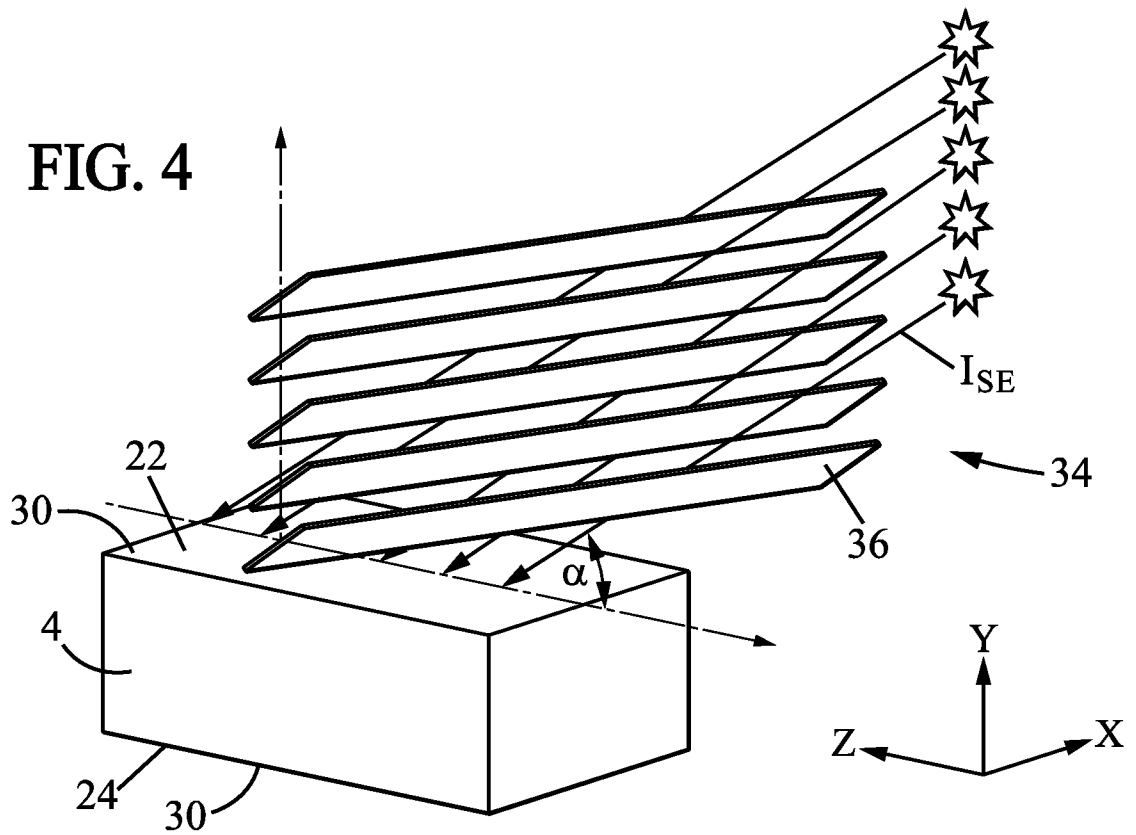
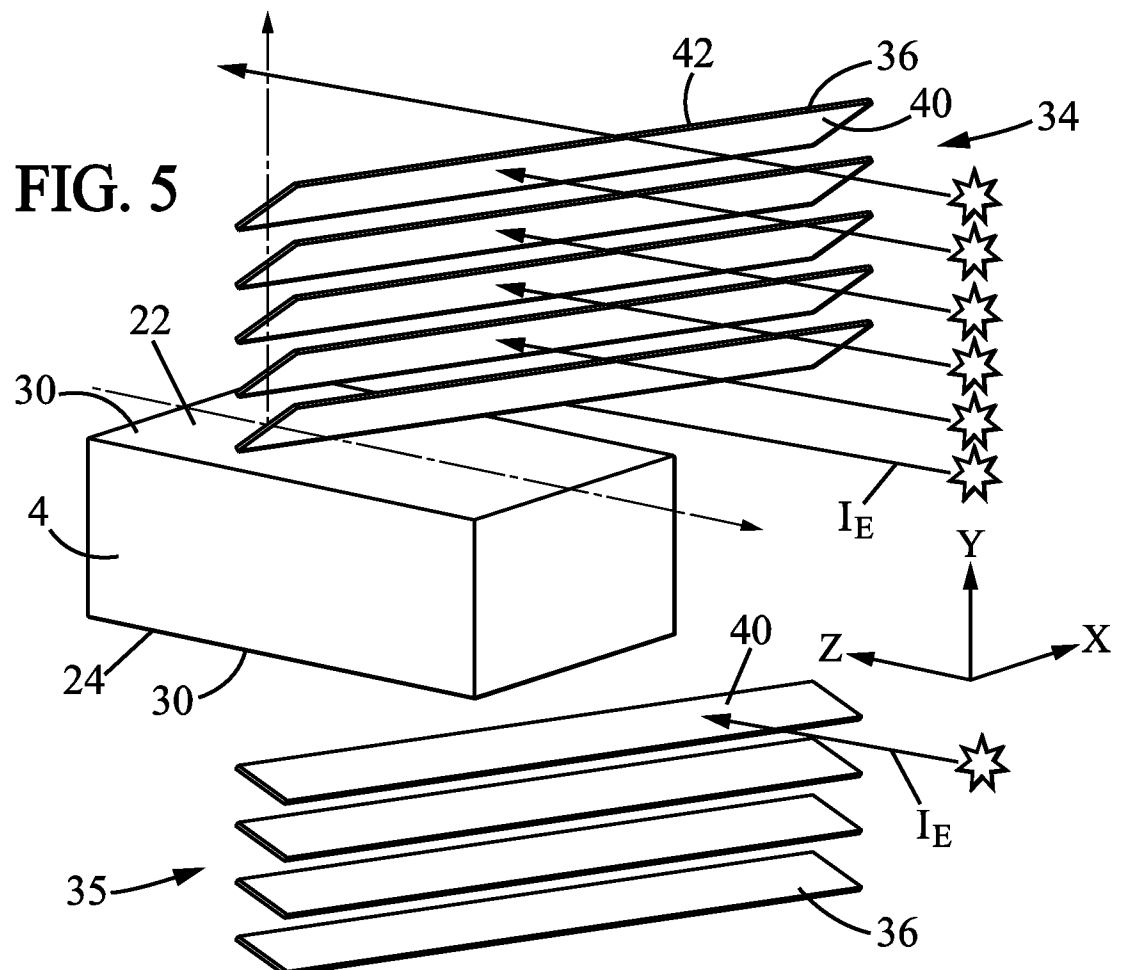


FIG. 5



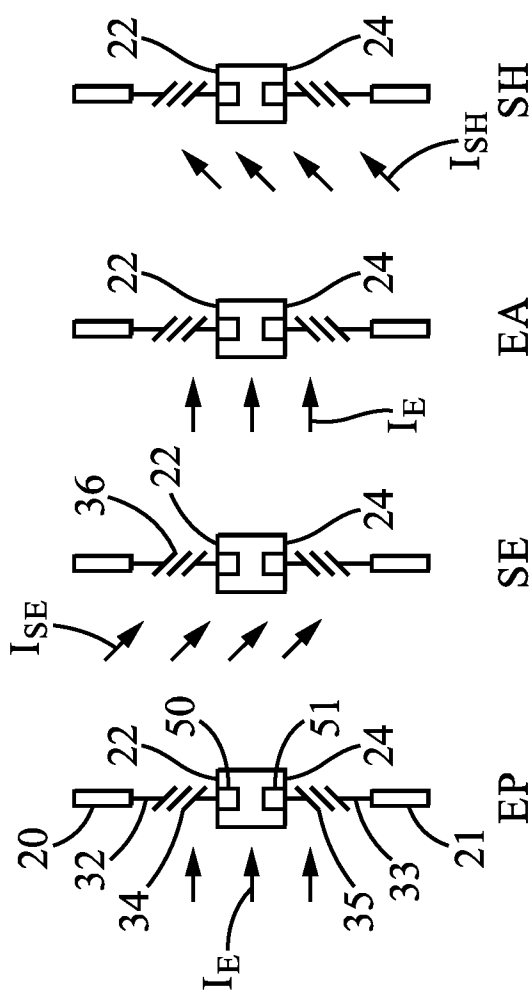


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/053502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64G1/50
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)
B64G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP H03 109999 U (MITSUBISHI) 12 November 1991 (1991-11-12) the whole document -----	1-9
A	US 2014/299714 A1 (WONG HAMILTON [US]) 9 October 2014 (2014-10-09) the whole document -----	1-9
A	US 2008/257525 A1 (OHNISHI AKIRA [JP] ET AL) 23 October 2008 (2008-10-23) the whole document -----	1-9
A	KR 101 240 434 B1 (KOREA AEROSPACE RES INST [KR]) 11 March 2013 (2013-03-11) abstract; figures -----	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 March 2016

Date of mailing of the international search report

24/03/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Weber, Carlos

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/053502

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H03109999	U	12-11-1991	NONE	

US 2014299714	A1	09-10-2014	EP 2983992 A2	17-02-2016
			US 2014299714 A1	09-10-2014
			WO 2014168923 A2	16-10-2014

US 2008257525	A1	23-10-2008	JP 2008265522 A	06-11-2008
			US 2008257525 A1	23-10-2008

KR 101240434	B1	11-03-2013	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/053502

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B64G1/50
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)
B64G

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP H03 109999 U (MITSUBISHI) 12 novembre 1991 (1991-11-12) le document en entier -----	1-9
A	US 2014/299714 A1 (WONG HAMILTON [US]) 9 octobre 2014 (2014-10-09) le document en entier -----	1-9
A	US 2008/257525 A1 (OHNISHI AKIRA [JP] ET AL) 23 octobre 2008 (2008-10-23) le document en entier -----	1-9
A	KR 101 240 434 B1 (KOREA AEROSPACE RES INST [KR]) 11 mars 2013 (2013-03-11) abrégé; figures -----	1-9



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



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

10 mars 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/03/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Weber, Carlos

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/053502

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP H03109999	U	12-11-1991	AUCUN	

US 2014299714	A1	09-10-2014	EP 2983992 A2	17-02-2016
			US 2014299714 A1	09-10-2014
			WO 2014168923 A2	16-10-2014

US 2008257525	A1	23-10-2008	JP 2008265522 A	06-11-2008
			US 2008257525 A1	23-10-2008

KR 101240434	B1	11-03-2013	AUCUN	
