(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 135 451**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 04638**

(51) Int Cl[8] : ***B 64 G 1/66*** *(2022.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 16.05.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 17.11.23 Bulletin 23/46.

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

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

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *Airbus Defence and Space SAS Société par actions simplifiée (SAS)* — FR et *CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES Etablissement public à caractère industriel et commercial* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** LANGLET Floriane et CARPONCIN Delphine.

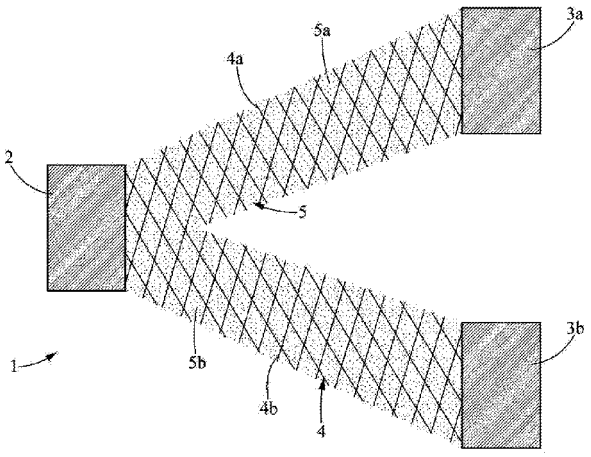
(73) **Titulaire(s) :** Airbus Defence and Space SAS Société par actions simplifiée (SAS), CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES Etablissement public à caractère industriel et commercial.

(74) **Mandataire(s) :** Plasseraud IP.

(54) Equipement spatial thermorégulé à soutien mécanique thermiquement isolant.

(57) Il est décrit un équipement spatial (10) thermorégulé comprenant au moins une structure de soutien mécanique (1) comprenant une première portion (2) métallique d'interface avec l'équipement, solidaire d'au moins une deuxième portion (3) métallique d'interface avec une plateforme spatiale (20), caractérisé en ce que ladite structure de soutien mécanique comprend en outre au moins un maillage métallique (4) formant une liaison mécanique entre lesdites première et deuxième portions d'interface, ladite structure de soutien mécanique comprenant également au moins un bloc de matériau (5) mécaniquement rigide et thermiquement isolant reliant continûment et rigidement lesdites première et deuxième portions d'interface et comblant ledit maillage métallique.

Figure 2



FR 3 135 451 - A1

Description

Titre de l'invention : Equipement spatial thermorégulé à soutien mécanique thermiquement isolant

Domaine technique

[0001] La présente divulgation concerne un équipement spatial thermorégulé comprenant une ou plusieurs structures de soutien mécanique thermiquement isolantes.

Technique antérieure

[0002] Les engins spatiaux, tels que par exemple satellites artificiels, sondes, vaisseaux, peuvent comporter une charge utile comprenant un ou plusieurs équipements, comme des instruments optiques, des instruments de télécommunications, ou des capteurs, et une plate-forme sur laquelle sont montés les instruments, cette plate-forme assurant notamment un rôle de soutien mécanique.

[0003] Certains équipements, ou certains composants de ces équipements, doivent être thermorégulés pour permettre un fonctionnement optimal. C'est le cas par exemple d'un plan focal d'instrument optique, pouvant comprendre des détecteurs susceptibles de subir un accroissement de température lors de l'acquisition d'images, cet accroissement de température pouvant lui-même dérégler l'instrument et perturber la qualité des images acquises.

[0004] Pour ces équipements, la structure de soutien permettant de relier ces équipements à la plate-forme doit satisfaire à la fois une exigence de raideur mécanique élevée, pour assurer un découplage des contraintes mécaniques que pourrait induire la plate-forme sur l'équipement, et d'autre part assurer une isolation thermique de l'équipement thermorégulé par rapport à la plate-forme. On connaît notamment le brevet FR3040777 qui enseigne un ensemble de détection optique comportant une structure complexe utilisant une platine en céramique et une cale de réglage en céramique.

[0005] Ce type de technologie complexe est toutefois coûteux à fabriquer.

RESUME

[0006] La présente divulgation vient améliorer la situation.

[0007] Il est proposé un équipement spatial thermorégulé comprenant au moins une structure de soutien mécanique comprenant une première portion métallique d'interface avec l'équipement, solidaire d'au moins une deuxième portion métallique d'interface avec une plateforme spatiale, caractérisé en ce que ladite structure de soutien mécanique comprend en outre au moins un maillage métallique formant une liaison mécanique entre lesdites première et deuxième portions d'interface, ladite structure de soutien mécanique comprenant également au moins un bloc de matériau mécaniquement rigide et thermiquement isolant reliant continûment et rigidement

lesdites première et deuxième portions d'interface et comblant ledit maillage métallique.

[0008] Dans des modes de réalisation, le maillage comprend un agencement en trois dimensions d'une pluralité de tiges reliées entre elles de façon à former entre elles des interstices.

[0009] Dans des modes de réalisation, l'ensemble formé par la première portion d'interface, la deuxième portion d'interface et le maillage métallique est réalisé d'un seul bloc avec au moins une cloison de l'équipement spatial qui se prolonge par ladite première portion d'interface.

[0010] Dans des modes de réalisation, le métal ou alliage métallique formant ledit maillage et lesdites première et deuxième portions d'interfaces d'une part, et le bloc de matériau thermiquement isolant d'autre part, présentent des coefficients de dilatation thermique respectifs égaux à au plus 20 % près.

[0011] Dans des modes de réalisation, le maillage et les première et deuxième portions d'interfaces sont formés en alliage de titane, aluminium et vanadium ou en alliage de fer et nickel, par exemple composé à 64% de fer et 36% de nickel.

[0012] Dans des modes de réalisation, le bloc de matériau thermiquement isolant est constitué par une céramique ou du verre.

[0013] Dans des modes de réalisation, la structure de soutien mécanique définit un pied en V où la pointe du V est prolongée par ladite première portion d'interface prolongée par deux maillages métalliques en V jusqu'à deux deuxièmes portions d'interface, les maillages en V noyés au moins en partie dans le bloc de matériau thermiquement isolant formant deux liaisons mécaniques entre lesdites première et deuxièmes portions d'interface.

[0014] Dans des modes de réalisation, l'équipement est choisi parmi un instrument d'observation et un cryostat.

[0015] L'équipement spatial thermorégulé proposé comprend une structure de soutien mécanique permettant de satisfaire des exigences de raideur mécanique élevée et d'isolation thermique de l'équipement. La structure de soutien mécanique comprend à cet égard un bloc de matériau thermiquement isolant remplissant les interstices d'un maillage métallique. Le maillage métallique forme ainsi l'âme de la structure de soutien métallique, et permet de définir sa forme.

[0016] Dans des modes de réalisation, l'ensemble comprenant le maillage et les portions d'interface peut être réalisé par fabrication additive, ce qui rend possible la réalisation d'une grande diversité de formes et de dimensions. Par ailleurs, le fait de disposer d'un ensemble monobloc incluant le maillage et les portions d'interface permet de diminuer le nombre de manipulation lors de l'assemblage de l'engin spatial.

DESCRIPTION DES FIGURES

[0017] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

[0018] [Fig.1] représente schématiquement un exemple de structure de soutien mécanique.

Fig. 2

[0019] [Fig.2] représente schématiquement un autre exemple de structure de soutien mécanique.

Fig. 3a

[0020] [Fig.3a], représente schématiquement une étape de fourniture d'un ensemble monobloc d'un procédé de fabrication d'une structure de soutien mécanique.

Fig. 3b

[0021] [Fig.3b] représente schématiquement une étape d'insertion du maillage de l'ensemble monobloc dans un moule lors d'un procédé de fabrication d'une structure de soutien mécanique.

Fig. 3c

[0022] [Fig.3c] représente schématiquement une étape de coulage du matériau dans le maillage lors d'un procédé de fabrication d'une structure de soutien mécanique.

Fig. 3d

[0023] [Fig.3d] représente schématiquement une étape de retrait de l'ensemble monobloc du moule et de refroidissement pour obtenir la structure de soutien mécanique.

Fig. 4

[0024] [Fig.4] représente schématiquement les principales étapes d'un procédé de fabrication d'une structure de soutien mécanique.

Fig. 5

[0025] [Fig.5] représente schématiquement un exemple d'application d'un dispositif de support comprenant des structures de soutien mécanique à un plan focal d'instrument spatial.

Description des modes de réalisation

[0026] On va maintenant décrire des exemples d'un équipement spatial 10 thermorégulé comprenant une ou plusieurs structures de soutien mécanique 1. L'équipement spatial thermorégulé 10 peut être par exemple un instrument d'observation, par exemple un télescope, comprenant un composant thermorégulé tel qu'un détecteur optique ou un plan focal. Alternativement, l'équipement spatial peut être tout équipement faisant l'objet d'une régulation thermique, par exemple un cryostat.

[0027] Cet équipement spatial thermorégulé 10 est embarqué dans un engin spatial comprenant une plateforme de support 20, en étant monté sur la plate-forme de support

par l'intermédiaire d'au moins une structure de soutien mécanique 1. L'engin spatial peut par exemple être un satellite, une sonde, un vaisseau, une station spatiale, etc.

[0028] La structure de soutien mécanique 1 de l'équipement spatial comprend au moins une première portion d'interface 2 avec l'équipement 10, et au moins une deuxième portion d'interface 3 avec la plate-forme spatiale 20. Les deux portions d'interface 2, 3 sont réalisées en métal ou en alliage métallique, par exemple du titane ou un alliage à base de titane, comme par exemple un alliage à base de titane, aluminium et vanadium, ou encore un alliage de fer et nickel, par exemple un alliage constitué à 64% de fer et 36% de nickel connu sous la dénomination commerciale Invar. Dans un mode de réalisation, les première et deuxième portions d'interface 2,3 sont formées du même métal ou alliage métallique.

[0029] Dans un exemple de réalisation, une portion d'interface 2,3 avec l'équipement ou la plate-forme spatiale peut comprendre une platine comprenant des orifices traversants permettant une fixation par vis.

[0030] Dans un exemple de réalisation, une portion d'interface peut être une partie d'une cloison de l'équipement spatial ou d'une cloison de l'engin spatial embarquant l'équipement, ladite cloison étant alors prolongée par la portion d'interface correspondante.

[0031] La structure 1 de soutien mécanique comprend en outre un maillage métallique 4 établissant une liaison mécanique entre d'une part la ou les portions d'interface 2 avec l'équipement spatial et d'autre part la ou les portions d'interface 3 avec la plateforme. Le maillage métallique 4 peut être réalisé dans le même métal ou alliage métallique que les portions d'interface 2,3, et forme une liaison mécanique entre la première portion d'interface 2 et la deuxième portion d'interface 3. Le maillage 4 est avantageusement réalisé d'une seule pièce avec les portions d'interface 2,3, en étant dépourvu de charnière. Ainsi, dans un exemple de réalisation, l'ensemble monobloc 9 est réalisé d'une seule pièce avec une cloison de l'équipement spatial.

[0032] Le maillage 4 comprend un agencement en trois dimensions d'un ensemble de tiges 40 reliées entre elles de façon à définir entre elles des interstices 41 également tridimensionnels. Ces interstices 41 peuvent présenter une forme géométrique, par exemple être cubiques, tétraédriques ou hexaédriques selon la disposition des tiges du maillage, ou encore présenter une forme non géométrique et irrégulière. La dimension des interstices du maillage et le diamètre des tiges peut être variable en fonction de la taille de la structure de support, et des propriétés mécaniques recherchées pour cette structure. Par exemple la longueur d'une arête d'une maille du maillage peut être comprise entre quelques millimètres et quelques centimètres.

[0033] La forme du maillage 4 peut être variable en fonction du nombre de portions d'interface 2,3 et de la géométrie générale souhaitée pour la structure de soutien mé-

tallique. Dans un exemple illustré schématiquement sur la [Fig.1], la structure de soutien mécanique peut comprendre une portion d'interface 2 avec l'équipement 10 et une portion d'interface 3 avec la plate-forme spatiale 20. Dans ce cas, le maillage 4 peut s'étendre de façon sensiblement rectiligne entre les deux portions d'interface. En variante représentée sur la [Fig.2], la structure de soutien mécanique 1 peut comprendre une unique portion d'interface 2 avec l'équipement et deux ou trois portions d'interface 3 avec la plate-forme spatiale. Le maillage peut alors présenter une forme générale en V ou en trépied comprenant deux – respectivement trois - portions rectilignes 4a, 4b, formant un angle entre elles, chaque portion rectiligne reliant entre elles la portion d'interface 2 avec l'équipement et une portion d'interface 3a, 3b respective avec la plate-forme. La configuration inverse où la structure de soutien mécanique comprend une portion d'interface 3 avec la plate-forme et deux interfaces 2 ou plus avec l'équipement peut également être envisagée. Selon encore d'autres variantes, la structure peut comporter plusieurs portions d'interface 2 avec l'équipement et plusieurs portions d'interface 3 avec la plate-forme et le maillage peut présenter une forme de croix.

[0034] La structure de soutien mécanique 1 de l'équipement spatial comprend également un bloc 5 de matériau mécaniquement rigide et thermiquement isolant en appui mécanique contre les portions d'interface 2, 3 et comblant les interstices du maillage 4.

[0035] Le matériau constitutif du bloc est choisi pour pouvoir être inséré dans le maillage métallique 4 à l'état de poudre ou à l'état liquide pour pouvoir être fritté ou moulé, comme décrit plus en détails ci-après. Dans des modes de réalisation, le matériau constitutif du bloc est une céramique, par exemple de la zircone ou du verre, ce dernier pouvant par exemple être à composition aluminate ou silicate.

[0036] De plus, le matériau est avantageusement choisi pour présenter un coefficient de dilatation thermique proche de celui du métal ou de l'alliage métallique formant l'ensemble monobloc. Par exemple, mais non limitativement, les coefficients de dilatation thermique du matériau coulé et du matériau formant l'ensemble monobloc peuvent être choisis égaux à au plus 20%, par exemple à au plus 15% près, ou par exemple à au plus 11% près.

[0037] La ou les structures de soutien mécanique 1 peut ainsi former les pieds d'un équipement spatial. Les pieds peuvent être intégrés à l'équipement spatial ou rapportés. Les pieds intégrés à l'équipement spatial sont par exemple réalisés dans le prolongement d'une paroi de support ou dans le prolongement d'une paroi délimitant un espace fermé recevant un fluide de régulation thermique.

[0038] Deux exemples d'une telle structure de soutien mécanique 1 sont représentés sur la [Fig.1] et la [Fig.2].

[0039] L'exemple représenté sur la [Fig.1] est celui d'une structure comprenant une portion

d'interface avec l'équipement 10 et une portion d'interface avec la plateforme 20, reliées entre elles par un maillage 4 linéaire.

[0040] L'exemple représenté sur la [Fig.2] est celui où la structure est un bipode comprenant une portion 2 d'interface avec l'équipement 10 et deux portions 3a, 3b d'interface avec la plateforme. Le maillage 4 relie la portion 2 avec chaque portion 3a, 3b et présente à cet effet une forme en V comprenant deux branches 4a, 4b rectilignes unies à une extrémité où elles sont solidaires de la portion 2, chaque branche étant solidaire à son extrémité opposée d'une portion 3a, 3b respective. Le bloc de matériau comblant le maillage présente la même forme.

[0041] En référence à la [Fig.5], un équipement spatial thermorégulé 10 peut comprendre une ou plusieurs structures de soutien mécanique 1 obtenues par le procédé décrit ci-avant, pour le relier à la plateforme 20. Par exemple, l'équipement peut être supporté par deux structures de soutien mécanique sous forme de bipode, comme décrit ci-avant en référence à la [Fig.1]. Selon un autre exemple, un équipement spatial thermorégulé 10 peut comprendre une unique structure de soutien mécanique 1 sous la forme de tripode comprenant trois pieds reliés entre eux par une extrémité formée par la portion 2 d'interface avec l'équipement, les extrémités opposées des trois pieds étant formées par trois portions respectives d'interface avec la plate-forme.

[0042] En référence aux figures 3a à 3d et 4, on va décrire un exemple non limitatif de procédé de fabrication d'une structure de soutien mécanique 1 décrite ci-avant. Un tel procédé comprend la fourniture 100 d'un ensemble monobloc 9 de définition de la géométrie de la structure de soutien mécanique, dont un exemple est représenté schématiquement sur la [Fig.3a].

[0043] Cet ensemble monobloc comprend la ou les première(s) portion(s) d'interface 2 avec l'équipement 10, la ou les deuxième(s) portion(s) d'interface 3 avec la plate-forme spatiale 20, et le maillage métallique 4 reliant entre elles lesdites portions.

[0044] Dans un exemple de réalisation, une portion d'interface peut être une partie d'une cloison de l'instrument spatial ou d'une cloison de l'engin spatial embarquant l'instrument, ladite cloison étant alors prolongée par la portion d'interface correspondante. Par exemple, une première portion d'interface 2 avec l'instrument peut être une partie d'une cloison délimitant une cavité contenant un matériau caloporteur assurant une régulation thermique de l'instrument, comme par exemple une structure de transfert de chaleur a matériau diphasique, par exemple un caloduc.

[0045] L'ensemble monobloc 9 comprend en outre un maillage également métallique 4, pouvant être réalisé dans le même métal ou alliage métallique que les portions d'interface 2,3, et formant une liaison mécanique entre la première portion d'interface 2 et la deuxième portion d'interface 3. Le maillage 4 est avantageusement réalisé d'une seule pièce avec les portions d'interface 2,3, en étant dépourvu de charnière. Ainsi,

dans un exemple de réalisation, l'ensemble monobloc 9 est réalisé d'une seule pièce avec une cloison de l'instrument spatial.

[0046] L'ensemble comprenant les portions d'interface 2, 3, et le maillage métallique 4 forme un ensemble 9 de définition de la géométrie de la structure de soutien mécanique 1, car la géométrie du maillage, en particulier sa largeur et sa profondeur entre deux portions d'interface, et la géométrie et les positions relatives des portions d'interface, définissent la géométrie de la structure obtenue à l'issue du procédé.

[0047] Cet ensemble monobloc 9 est avantageusement d'une seule pièce métallique. Il peut être fabriqué par fabrication additive, par exemple lors d'une étape préliminaire 90 du procédé.

[0048] Le procédé comprend ensuite la fabrication du bloc 5 de matériau mécaniquement rigide et thermiquement isolant remplissant les interstices du maillage 4.

[0049] Dans un exemple de réalisation, cette étape peut être réalisée par coulage du matériau constitutif du bloc en fusion dans le maillage, par exemple du verre. Le procédé comprend alors une étape 200 de coulage du matériau en fusion dans le maillage métallique et contre les première(s) 2 et deuxième(s) 3 portions d'interface. Le matériau dans ce cas est choisi pour présenter, à l'état de fusion, une viscosité suffisamment faible pour lui permettre de remplir les interstices du maillage et pour former un bloc mécaniquement rigide une fois refroidi. La taille des interstices du maillage est également déterminée en fonction du matériau qui est ensuite coulé à l'état de fusion dans les interstices du maillage de façon à combler ces interstices, et de la technique utilisée pour procéder au coulage. .

[0050] Ainsi, après durcissement, le matériau coulé prend la forme d'un bloc 5 de matériau mécaniquement rigide et thermiquement isolant, en appui contre les portions d'interface et comblant le maillage, c'est-à-dire remplissant au moins en partie les interstices du maillage.

[0051] Le coulage 200 peut comprendre, en référence à la [Fig.3b], une étape préliminaire 210 de positionnement de l'ensemble monobloc dans un moule 6, dont les parois délimitent le contour de la structure de soutien mécanique à réaliser, et plus précisément les contours du bloc de matériau 5. Avantageusement, les parois du moule sont en appui contre les portions d'interface 2, 3 et s'étendent autour du contour extérieur du maillage 4. De fait, la forme du bloc de matériau 5 délimitée par le moule correspond à celle du maillage. Selon un exemple purement illustratif, et comme représenté sur les figures 3c et 3d, si la structure à réaliser est un bipode, avec un maillage présentant une forme en V, le bloc de matériau présente également une forme en V avec deux portions rectilignes 5a, 5b reliant la portion d'interface 2 avec respectivement chaque portion 3a, 3b. Dans certains cas, les parois du moule peuvent cependant être espacées du contour extérieur du maillage, par exemple d'une distance inférieure ou égale à la

longueur des arêtes du maillage, ce qui correspond une fois le matériau durci à une portion circonférentielle autour du maillage et dépourvue de tiges du maillage.

[0052] L'ensemble monobloc 9, et le cas échéant le moule dans lequel il est placé en vue du coulage du verre, sont par ailleurs chauffés 220 dans un four, à une température inférieure à celle de fusion du verre, mais de préférence supérieure ou égale à la température de transition vitreuse du verre, par exemple entre 500 et 600°C, par exemple à 550°C. Cette étape de chauffage permet de réduire le choc thermique entre le verre et l'ensemble monobloc lors du coulage et ainsi permettre que le verre pénètre et comble l'ensemble des interstices du maillage.

[0053] Par ailleurs, le verre, après synthèse et refroidissement, est de préférence affiné avant d'être coulé, c'est-à-dire qu'il est chauffé 230 pour être débarrassé des bulles d'air qu'il peut contenir, et également pour le rendre liquide afin d'être coulé. Cette étape d'affinage et de fusion du verre peut être réalisée par exemple dans un autre four à une température supérieure à 800°C, par exemple de 1000°C ou plus.

[0054] Le coulage proprement dit du verre en fusion dans l'ensemble monobloc peut être réalisé par gravité ou par injection 240, après avoir sorti le verre d'une part, et l'ensemble monobloc d'autre part de leurs fours respectifs. Cette étape est représentée schématiquement en [Fig.3c]. La structure comprenant l'ensemble monobloc positionné dans le moule et le verre comblant les interstices du maillage de l'ensemble monobloc sont ensuite replacés dans un four à la température de transition vitreuse du verre pour un recuit mécanique 250, permettant de relâcher les contraintes. La durée de ce recuit peut être d'au moins deux heures.

[0055] Puis le procédé comprend le refroidissement du matériau coulé 300 pour obtenir le bloc rigide. Pour cela, la structure est sortie du four pour refroidir progressivement à température ambiante. Le moule peut être avant ou après que la température de la structure a atteint la température ambiante. La structure obtenue après retrait du moule est représentée schématiquement sur la [Fig.3d].

[0056] Une fois le matériau coulé durci, la structure de soutien mécanique 1 est obtenue, présentant une raideur importante et permettant d'assurer l'isolation thermique de l'équipement spatial par rapport à la plate-forme, du fait de la faible surface relative des tiges constitutives du maillage par rapport au bloc de matériau thermiquement isolant.

Revendications

[Revendication 1] Equipement spatial (10) thermorégulé comprenant au moins une structure de soutien mécanique (1) comprenant une première portion (2) métallique d'interface avec l'équipement (10), solidaire d'au moins une deuxième portion (3) métallique d'interface avec une plateforme spatiale (20), **caractérisé en ce** que ladite structure de soutien mécanique comprend en outre au moins un maillage métallique (4) formant une liaison mécanique entre lesdites première et deuxième portions (2,3) d'interface, ladite structure de soutien mécanique (1) comprenant également au moins un bloc de matériau (5) mécaniquement rigide et thermiquement isolant reliant continûment et rigidement lesdites première et deuxième portions (2, 3) d'interface et comblant ledit maillage métallique.

[Revendication 2] Equipement spatial (10) thermorégulé selon la revendication 1, dans lequel ledit maillage (4) comprend un agencement en trois dimensions d'une pluralité de tiges (40) reliées entre elles de façon à former ent re elles des interstices (41).

[Revendication 3] Equipement spatial (10) thermorégulé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'ensemble formé par la première portion (2) d'interface, la deuxième portion (3) d'interface et le maillage métallique (4) est réalisé d'un seul bloc avec au moins une cloison de l'équipement spatial (10) qui se prolonge par ladite première portion d'interface (2).

[Revendication 4] Equipement spatial (10) thermorégulé selon l'une des revendications précédentes, où ledit maillage (4) et lesdites première (2) et deuxième (3) portions d'interfaces sont formés en alliage de titane, aluminium et vanadium ou en alliage de fer et nickel, par exemple composé à 64% de fer et 36% de nickel.

[Revendication 5] Equipement spatial (10) thermorégulé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le bloc de matériau thermiquement isolant (4) est constitué par une céramique ou du verre.

[Revendication 6] Equipement spatial (10) thermorégulé selon l'une des revendications précédente, dans lequel ladite structure de soutien mécanique (1) définit un pied en V où la pointe du V est prolongée par ladite première portion (2a) d'interface prolongée par deux maillages (5a, 5b) métalliques en V jusqu'à deux deuxièmes portions (3a, 3b) d'interface, les maillages en V noyés au moins en partie dans le bloc de matériau thermiquement isolant formant deux liaisons mécaniques entre lesdites première et

deuxièmes portions d'interface.

[Revendication 7] Equipement spatial (10) thermorégulé selon l'une des revendications précédentes, l'équipement étant choisi parmi un instrument d'observation et un cryostat.

[Fig. 1]

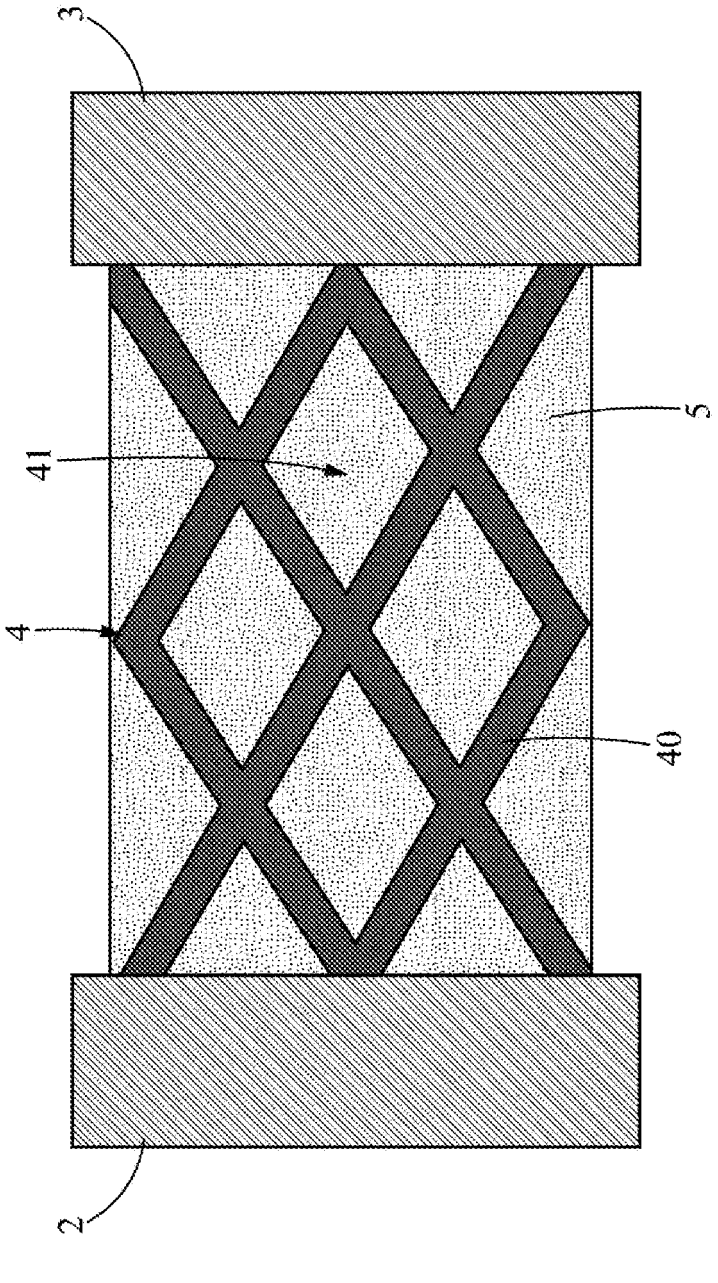


FIG. 1

[Fig. 2]

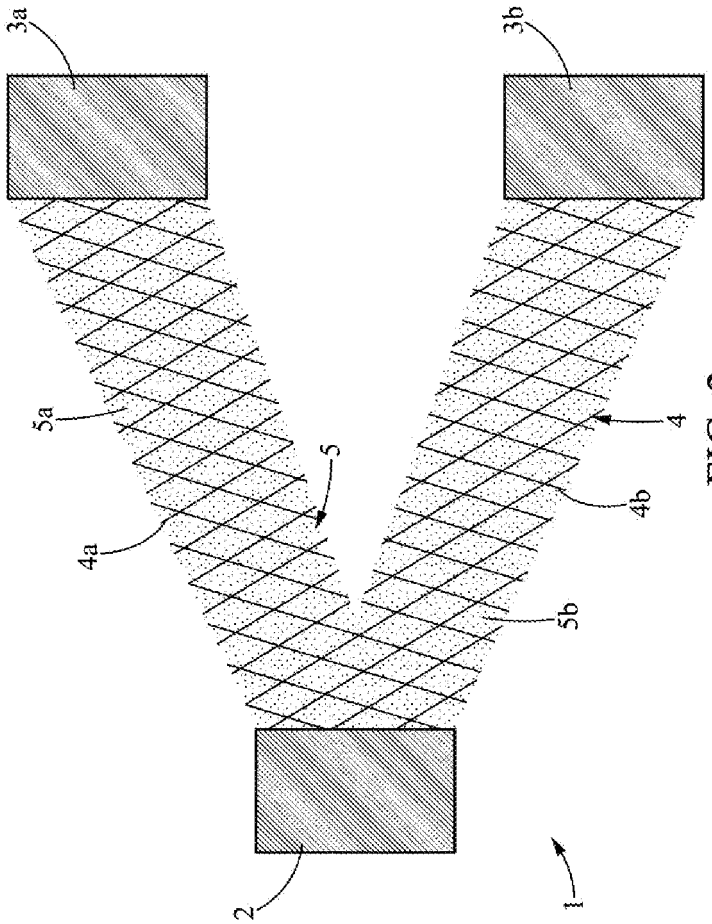


FIG. 2

[Fig. 3a]

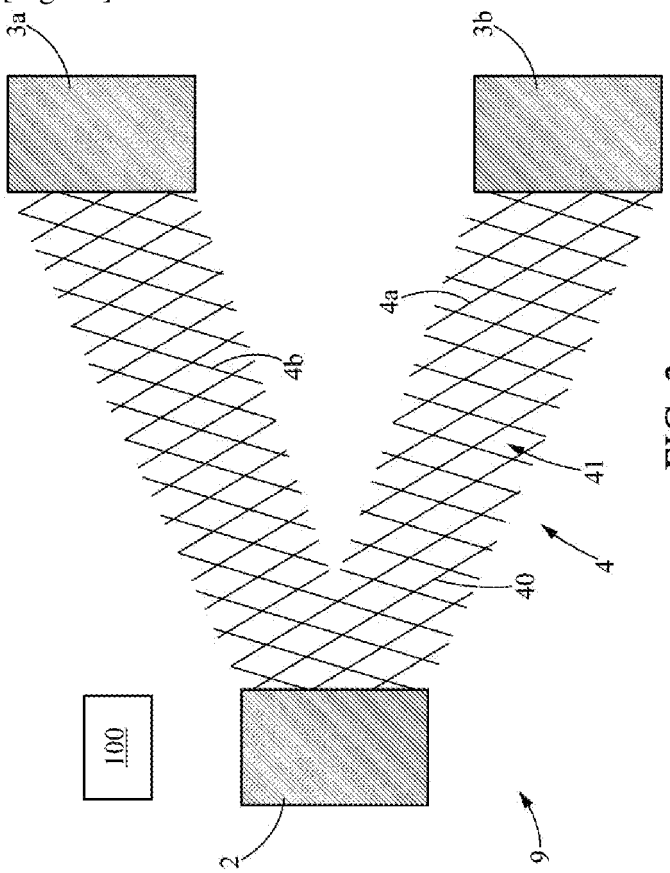


FIG. 3a

[Fig. 3b]

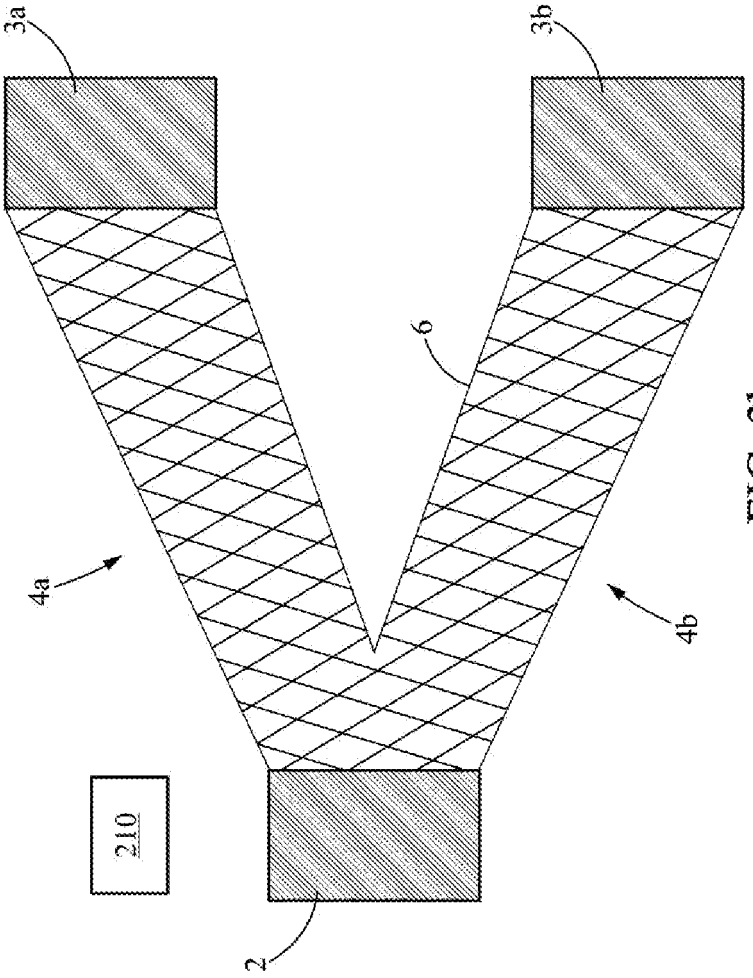


FIG. 3b

[Fig. 3c]

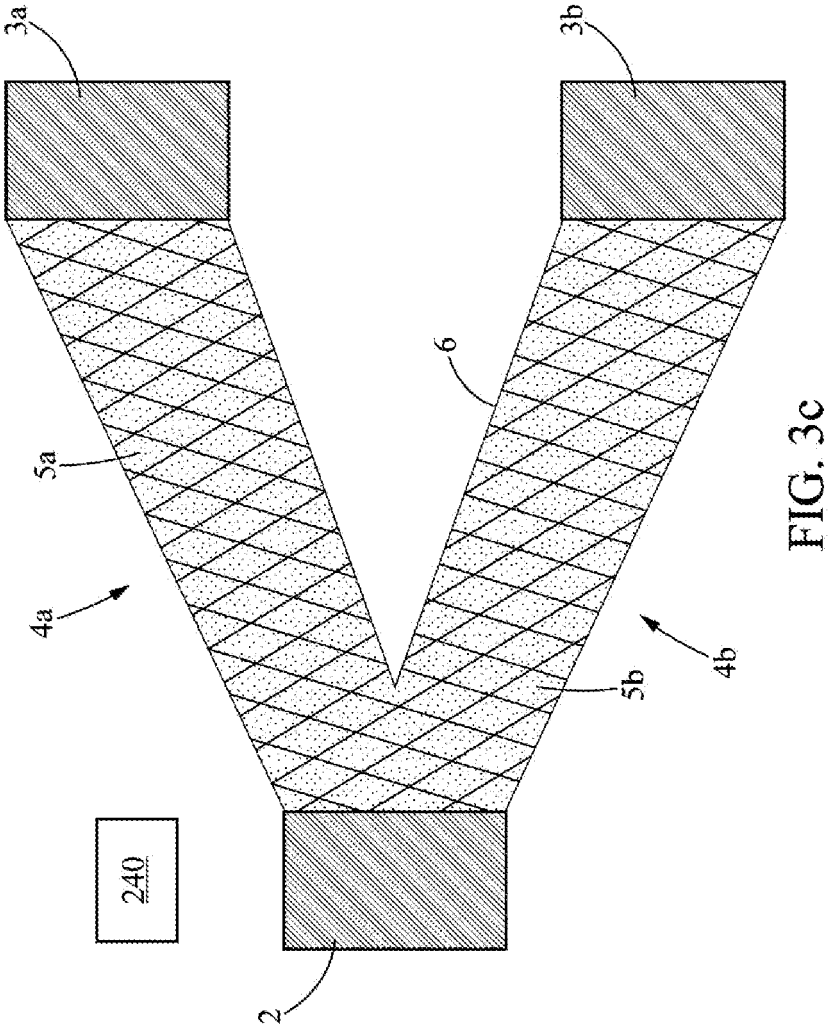


FIG. 3c

[Fig. 3d]

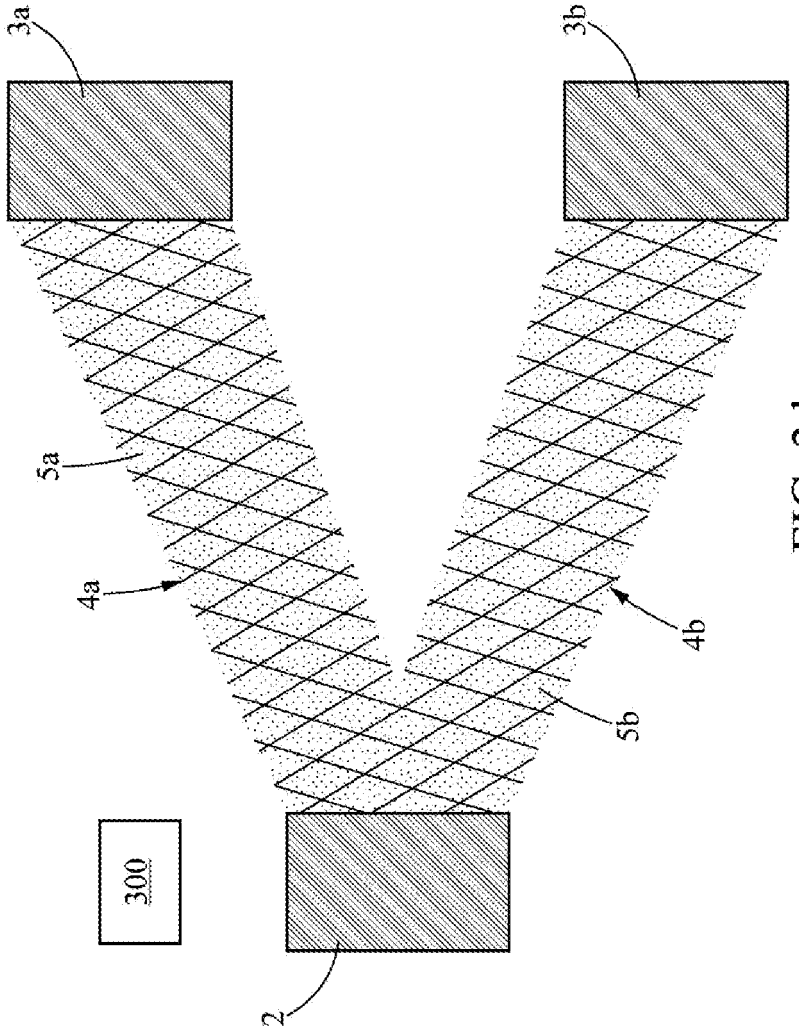


FIG. 3d

[Fig. 4]

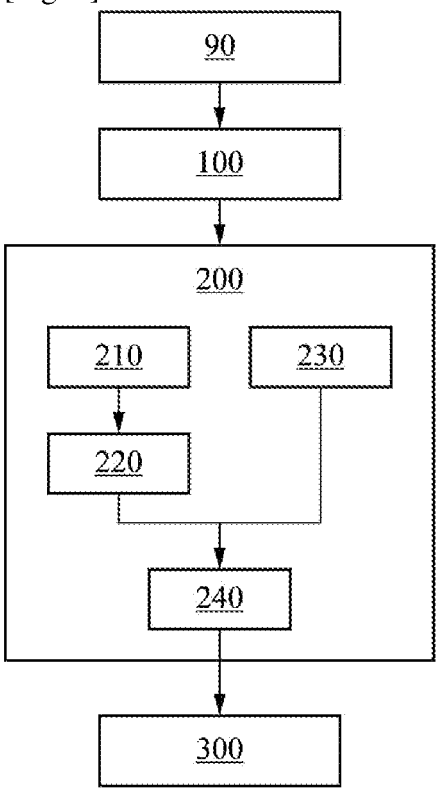


FIG. 4

[Fig. 5]

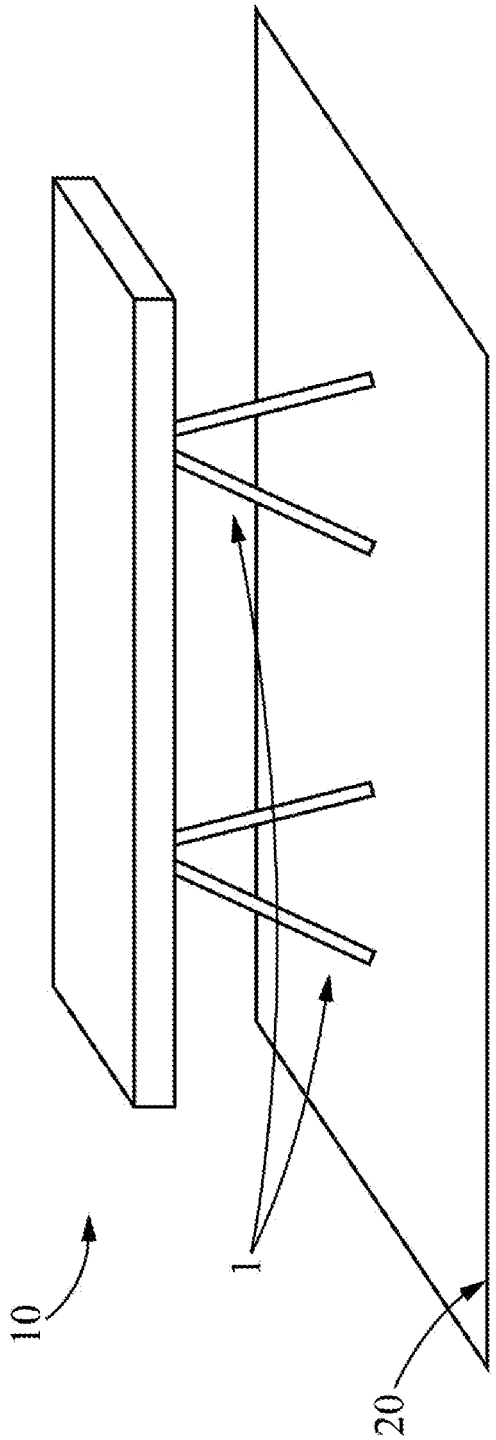


FIG. 5

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 907338
FR 2204638

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		
A	CN 111 891 389 A (SHANGHAI SATELLITE ENG INST) 6 novembre 2020 (2020-11-06) * le document en entier *	1-7	B64G1/66
A	CN 110 356 591 B (CHANGCHUN INST OPTICS FINE MECH & PHYSICS CAS) 16 juillet 2021 (2021-07-16) * le document en entier *	1-7	
A	CN 113 562 202 A (BEIJING INSTITUTE TECH) 29 octobre 2021 (2021-10-29) * le document en entier *	1-7	
A	CN 103 241 391 B (SHANGHAI SATELLITE ENG INST) 16 mars 2016 (2016-03-16) * le document en entier *	1-7	
A	US 2018/057190 A1 (DYE SCOTT A [US] ET AL) 1 mars 2018 (2018-03-01) * le document en entier *	1-7	
A	CN 105 667 837 A (UNIV DALIAN TECH) 15 juin 2016 (2016-06-15) * le document en entier *	1-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B64G F16L
A	CN 114 084 382 A (BEIJING MINOSPACE TECH CO LTD ET AL.) 25 février 2022 (2022-02-25) * le document en entier *	1-7	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
10 janvier 2023	Weber, Carlos

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2204638 FA 907338

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 **10-01-2023**
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
CN 111891389 A	06-11-2020	AUCUN	
CN 110356591 B	16-07-2021	AUCUN	
CN 113562202 A	29-10-2021	AUCUN	
CN 103241391 B	16-03-2016	AUCUN	
US 2018057190 A1	01-03-2018	AUCUN	
CN 105667837 A	15-06-2016	AUCUN	
CN 114084382 A	25-02-2022	AUCUN	

EPO FORM P0465