

(19)



(11)

**EP 2 451 007 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**09.05.2012 Bulletin 2012/19**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 1/28** (2006.01) **H01Q 1/42** (2006.01)  
**H01Q 19/12** (2006.01) **H01Q 19/18** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11186580.4**

(22) Date de dépôt: **25.10.2011**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**

(72) Inventeurs:  
• **Bouguereau, Jean-Luc**  
**31830 Plaisance du Touch (FR)**  
• **Calmettes-Carensac, Fabien**  
**31270 Cugnaux (FR)**

(30) Priorité: **29.10.2010 FR 1004272**

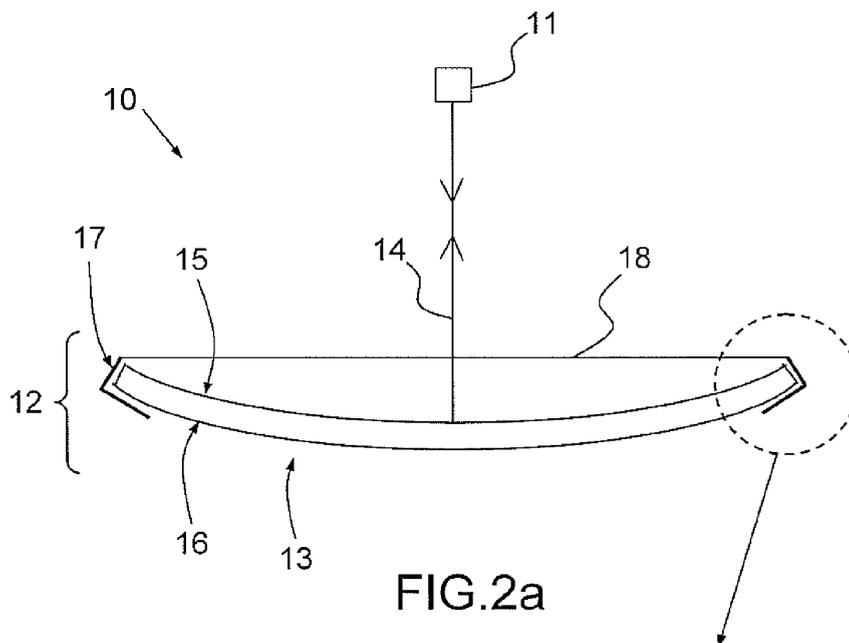
(74) Mandataire: **Esselin, Sophie et al**  
**Marks & Clerk France**  
**Conseils en Propriété Industrielle**  
**Immeuble Visium**  
**22, Avenue Aristide Briand**  
**94117 Arcueil Cedex (FR)**

(71) Demandeur: **Thales**  
**92200 Neuilly Sur Seine (FR)**

(54) **Dispositif d'émission d'ondes radioélectriques, antenne et engin spatial**

(57) Dispositif pour émettre des ondes radioélectriques comprenant un équipement émetteur (13) pour une antenne de télécommunication (10), une membrane (18) de protection thermique du réflecteur et des moyens de fixation de la membrane de protection thermique (18) à l'équipement (13), ladite membrane de protection thermique (18) étant munie d'une pluralité de tendeurs élas-

tiques prévus pour maintenir la membrane de protection thermique (18) tendue entre une première face active de l'équipement émetteur (13) et l'espace, indépendamment des dilatations thermiques de la membrane (18) et l'équipement émetteur (13) se produisant dans une plage de températures prédéterminée, lorsque les moyens de fixation assurent la fixation de la membrane (18) audit équipement émetteur (13).



**FIG.2a**

**EP 2 451 007 A1**

## Description

**[0001]** Le domaine de l'invention est celui des antennes de télécommunication destinées à émettre des ondes radioélectriques. Ces antennes sont utilisées sur la terre où bien dans l'espace où elles sont embranchées à bord de satellites de télécommunication. Le rayonnement radioélectrique est classiquement émis par une source couplée à un ou plusieurs réflecteurs ou bien uniquement par un panneau rayonnant émettant directement le rayonnement radioélectrique en direction de l'espace.

**[0002]** On cherche généralement à minimiser les déformations thermo-élastiques du réflecteur ou du panneau rayonnant pour garantir une stabilité de la directivité de l'antenne. Les déformations thermo-élastiques du réflecteur ou du panneau rayonnant proviennent des variations thermiques cycliques causées par l'alternance de passages de zones d'ombre et de zones d'exposition aux rayons solaires.

**[0003]** Dans la suite du texte, par équipement émetteur, on entend réflecteur ou panneau rayonnant.

**[0004]** Une membrane de protection thermique est généralement disposée entre une face active de l'équipement émetteur et l'espace pour isoler thermiquement l'équipement émetteur et limiter les déformations thermo-élastiques. Il s'agit plus particulièrement de membranes de protection multi-couches comprenant un empilement de couches de polyimide. Le polyimide utilisé est bien connu de l'homme du métier, il s'agit, par exemple, d'une couche de Kapton<sup>R</sup> sur laquelle est déposée du Germanium. Cette isolation est extrêmement légère. Par ailleurs, cette isolation présente l'avantage d'être globalement transparente aux ondes radioélectriques.

**[0005]** Lors du montage de la membrane sur un réflecteur, on cherche à éviter que la membrane ne vienne se coller sur la face réfléchissante concave du réflecteur pour empêcher la détérioration du réflecteur du fait des flux aérodynamiques qui chauffent sa surface. Lorsque la membrane vient se coller sur la face concave du réflecteur, le Germanium focalise les rayons du soleil ce qui a pour effet de détériorer les éléments se trouvant sur le trajet d'un rayon réfléchi par la surface réfléchissante concave du réflecteur comme, par exemple, une source radiofréquence ou bien un réflecteur secondaire.

**[0006]** Généralement on étend la membrane entre la face concave du réflecteur ou du panneau rayonnant et l'espace et on vient fixer le pourtour de la membrane sur la tranche du réflecteur séparant la surface active de la surface inactive du réflecteur ou du panneau.

**[0007]** Or, la membrane et l'équipement émetteur subissent, du fait de leur conception dans des matériaux différents, des dilations/rétractations différentes lorsque la température varie.

**[0008]** Cette solution ne garantit pas une tension permanente de la membrane du fait que l'antenne est soumise à des variations de températures.

**[0009]** Par ailleurs, à fréquence élevée (Bande Ka), le

Kapton n'est pas totalement transparent aux ondes radiofréquence. La membrane induit donc des déphasages sur le rayonnement réfléchi par un réflecteur ou rayonné par le panneau rayonnant. La valeur du déphasage dépend du positionnement de la membrane relativement à la surface active émettant, c'est-à-dire réfléchissant ou rayonnant, les ondes radioélectriques.

**[0010]** On cherche à maintenir la membrane tendue en permanence entre l'équipement émetteur et l'espace pour que le déphasage induit par la membrane soit toujours le même.

**[0011]** Il existe une solution pour garantir une tension permanente de la membrane 1. Cette solution est représentée sur les figures 1 a et 1 b dans le cas d'un réflecteur bigrille c'est-à-dire un réflecteur 2 comprenant deux réflecteurs individuels 7, 9. Elle est basée sur l'utilisation de tendeurs. Des tendeurs 6 sont répartis régulièrement sur la périphérie du réflecteur et sont fixés sur la structure 5 reliant les deux réflecteurs individuels c'est à dire séparant la face surface active 3 de la surface inactive 4 du réflecteur. Lors de l'opération de fixation de la membrane 1 sur le réflecteur 2 au moyen de moyens de fixation 8, les tendeurs sont repliés en U entre la membrane et la tranche 5 du réflecteur 2 de sorte qu'ils appliquent un effort  $\bar{E}$  sur la membrane vers l'extérieur du réflecteur qui tend en permanence la membrane comme une peau de tambour entre la face active et l'espace.

**[0012]** Toutefois, cette solution implique une immobilisation prolongée du réflecteur lors de l'installation des tendeurs avant de venir y fixer la membrane.

**[0013]** En outre, l'opération de fixation de la membrane sur le réflecteur est complexe et difficilement reproductible. Lors de cette opération, il faut non seulement s'assurer que l'on replie les tendeurs en U, mais également, que le pliage est tel qu'il permet de tendre la membrane comme une peau de tambour.

**[0014]** Par ailleurs, cette solution ne peut être implantée que sur les réflecteurs bi-grilles, elle n'est pas implantable sur les réflecteurs simples ou sur les panneaux rayonnants car la tranche de ces équipements séparant la surface active de la surface inactive, n'offre pas de surface lisse pour le collage.

**[0015]** Un but de la présente invention est de pallier les inconvénients précités.

**[0016]** Par ailleurs, cette solution est encombrante et fragile. Les tendeurs repliés en U occupent un espace non négligeable en périphérie du réflecteur, et le moindre choc peut les décoller ou les casser.

**[0017]** Un autre but de l'invention est de remédier à cet inconvénient.

**[0018]** A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif pour émettre des ondes radioélectriques comprenant un équipement émetteur pour une antenne de télécommunication, une membrane de protection thermique du réflecteur et des moyens de fixation de la membrane de protection thermique sur l'équipement, ladite membrane de protection thermique étant munie d'une pluralité de tendeurs élastiques prévus pour maintenir la membrane

de protection thermique tendue entre une première face active de l'équipement émetteur et l'espace, indépendamment des dilatations thermiques de la membrane et de l'équipement émetteur se produisant dans une plage de températures prédéterminée, lorsque les moyens de fixation assurent la fixation de la membrane audit équipement émetteur.

**[0019]** Avantageusement, la plage de températures prédéterminée s'étend de - 250°C à + 400°C.

**[0020]** Avantageusement, les moyens de fixation de la membrane comprennent des premiers moyens de fixation solidaires de la membrane assurant la séparation entre les tendeurs et la bordure de la membrane pour garantir un contact entre l'équipement émetteur et les tendeurs lorsque les moyens de fixation assurent la fixation de la membrane sur ledit équipement émetteur.

**[0021]** Avantageusement, les moyens de fixation comprennent des deuxième moyens de fixation fixés sur une deuxième face inactive de l'équipement émetteur et sont destinés à coopérer avec les premiers moyens de fixation pour assurer la fixation de la membrane à l'équipement émetteur.

**[0022]** Avantageusement, les tendeurs élastiques comprennent des lames flexibles présentant une raideur supérieure à la raideur de la membrane.

**[0023]** Avantageusement, les lames flexibles présentant une raideur comprise entre 5 N/m et 500N/m.

**[0024]** Avantageusement, les lames flexibles sont en poly-para-phénylène téréphtalamide PPD-T ou en polyimide.

**[0025]** Avantageusement, les lames flexibles présentent une épaisseur comprise entre 0.1 mm et 2 mm.

**[0026]** Avantageusement, les lames flexibles sont des lames Kapton<sup>R</sup> présentant une épaisseur de 10 à 20 fois supérieure à l'épaisseur de la membrane

**[0027]** Avantageusement, les lames flexibles sont agencées de sorte qu'elles soient à cheval sur la jointure entre une deuxième face inactive du panneau et une tranche de l'équipement émetteur, reliant la première face active et la deuxième face inactive, lorsque les moyens de fixation assurent la fixation de la membrane audit équipement émetteur, les lames étant en outre dimensionnées de sorte qu'elles soient en flexion sur toute la plage de température prédéterminée.

**[0028]** Avantageusement, les lames flexibles sont plaquées contre la membrane.

**[0029]** Avantageusement, les tendeurs élastiques sont agencés de sorte à exercer un effort supplémentaire sur la membrane dans la direction perpendiculaire à l'effort et en direction de l'espace de sorte à maintenir la membrane espacée de la première face active de l'équipement émetteur en tout point de la dite première face active.

**[0030]** Avantageusement, l'équipement émetteur est un réflecteur.

**[0031]** Avantageusement, le réflecteur est parabolique.

**[0032]** Avantageusement, l'équipement émetteur est

un panneau rayonnant.

**[0033]** Avantageusement, la première face active est concave.

**[0034]** Avantageusement, la première face active est plane.

**[0035]** L'invention a également pour objet une antenne comprenant un dispositif selon l'invention.

**[0036]** L'invention a en outre pour objet, un engin spatial comprenant une antenne selon l'invention.

**[0037]** Enfin, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un dispositif pour réfléchir des ondes radioélectriques selon l'invention comprenant :

- une étape consistant à équiper la membrane de tendeurs élastiques prévus pour assurer le maintien de la membrane tendue entre la première face de l'équipement émetteur et l'espace, indépendamment des dilatations thermiques de la membrane et de l'équipement émetteur se produisant dans une plage de températures prédéterminée, lorsque les moyens de fixation assurent la fixation de la membrane audit équipement émetteur,
- une étape de fixation de la membrane munie des tendeurs élastiques à l'équipement émetteur.

**[0038]** La solution proposée permet, du fait que les tendeurs sont fixés à la membrane, de limiter au maximum le temps d'immobilisation de l'équipement émetteur qui doit être disponible pour subir de nombreux tests avant son envoi dans l'espace. Elle permet également de garantir une tension permanente de la membrane.

**[0039]** Par ailleurs, elle est peu encombrante et solide.

**[0040]** En outre, lors de la préparation de l'antenne avant son envoi dans l'espace, l'antenne est soumise à différents test qui conduisent à installer et retirer plusieurs fois la membrane sur l'équipement émetteur. La solution proposée permet d'obtenir une reproductibilité du montage de la membrane sur l'équipement émetteur. Autrement dit, elle permet de garantir le même positionnement de la membrane sur l'équipement émetteur à chaque nouveau montage. Les perturbations induites par la membrane sur le rayonnement émis par la membrane sont toujours les mêmes sur toute la durée de vie de l'antenne au sol.

**[0041]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- les figures 1 a et 1 b déjà décrites représentent schématiquement en coupe, un réflecteur muni d'une membrane selon l'art antérieur et, respectivement, un détail de l'agencement des tendeurs à la périphérie du réflecteur,
- les figures 2a et 2b représentent schématiquement, en coupe, une antenne selon l'invention et respectivement, un détail d'un premier exemple d'agencement des tendeurs à la périphérie d'un réflecteur du

dispositif de d'émission selon l'invention,

- la figure 3 représente schématiquement la face interne de la membrane.

**[0042]** D'une figure à l'autre, les mêmes éléments sont repérés par les mêmes références.

**[0043]** Sur les figures 2a et 2b, on a représenté une coupe d'une antenne de télécommunication 10 selon l'invention, comprenant une source 11 positionnée au foyer d'un dispositif 12 pour émettre des ondes radioélectriques selon l'invention. Ce dispositif 12 comprend un réflecteur 13 sur lequel des ondes radioélectriques sont destinées à être réfléchies depuis la source.

**[0044]** En variante, la source peut être remplacée par un récepteur. Les ondes sont alors réfléchies vers le récepteur.

**[0045]** L'antenne de télécommunication peut être destinée aux applications spatiales ou terrestres.

**[0046]** Le réflecteur 13 comprend une première face active 15 et une deuxième face inactive 16. Ces faces sont, sur la réalisation de la figure 2a, sensiblement parallèles. La première face 15 et la deuxième face 16 sont jointes par l'intermédiaire d'une tranche 17 s'étendant continuellement à la périphérie des deux faces 15, 16. Une membrane sépare la première face 15 de l'espace.

**[0047]** Sur les réalisations des figures, le réflecteur est parabolique. La première face active 15 est concave. Sur la réalisation de la figure 2a, la deuxième face 16 est convexe.

**[0048]** Enfin, le réflecteur est simple, il est constitué d'un unique réflecteur individuel. L'invention s'applique également aux réflecteurs bigrilles comprenant deux réflecteurs individuels disposés l'un derrière l'autre comme décrit précédemment. Dans ce cas, la première face appartient à un premier réflecteur individuel et la deuxième face appartient à un deuxième réflecteur individuel.

**[0049]** Le dispositif pour réfléchir des ondes radioélectriques comprend en outre une membrane 18 de protection thermique du réflecteur 13, et des moyens de fixation 19, 20 de la membrane de protection thermique 18 au réflecteur 13.

**[0050]** La membrane 18 est une membrane de protection multicouche comprenant un empilement de couches de polyimide. Le polyimide utilisé est bien connu de l'homme du métier, il s'agit par exemple d'un film de Kapton<sup>R</sup> Germanisé (Kapton<sup>R</sup> avec dépôt de germanium) développé par la société DuPont de Neumours. On choisit des membranes de protection thermique transparentes aux ondes électromagnétiques sur toute la plage des fréquences utilisées en télécommunication spatiale.

**[0051]** Les membranes de protection thermique présentent classiquement une épaisseur comprise entre 0.025 mm et 0.2 mm (assemblage de feuilles de Kapton et de séparateurs) et un module d'élasticité compris entre 2 GPa et 2.5GPa. Le module d'élasticité dépend de la température.

**[0052]** La membrane 18 sépare la première face 15 du réflecteur 13 et l'espace de sorte à assurer la protec-

tion thermique du réflecteur 13. En d'autres termes, tout point de la première face 15 est séparée de l'espace par la membrane 18. Les dimensions de la membrane sont choisies en fonction de cette condition. Par ailleurs, les dimensions de la membrane 18 sont choisies pour permettre d'assurer la fixation de la membrane 18 sur la deuxième face 16 de ce dernier au moyen des moyens de fixation 19, 20.

**[0053]** Les moyens de fixation de la membrane comprennent des premiers moyens de fixation 19 solidaires de la membrane 18. Les premiers moyens de fixation 19 sont fixés sur la périphérie de la face interne 21 de la membrane 18.

**[0054]** La face interne 21 est la face de la membrane 18 qui est destinée à faire face au réflecteur 13, et la face externe 22 de la membrane 18 est la face de la membrane qui est destinée à être orientée vers l'espace.

**[0055]** Les premiers moyens de fixation sont destinés à coopérer avec le réflecteur 13 pour assurer la fixation de la membrane au réflecteur.

**[0056]** Plus particulièrement, les premiers moyens de fixation 19 sont destinés à coopérer avec la deuxième face du réflecteur 16.

**[0057]** Les moyens de fixation sont aptes à fixer la membrane de façon amovible au réflecteur mais on pourrait également utiliser des moyens de fixation permanents.

**[0058]** Avantagusement, les moyens de fixation comprennent en outre des deuxièmes moyens de fixation 20 solidaires du réflecteur. Ils sont fixés sur la périphérie de la face interne de la membrane 25. Sur les réalisations des figures, les deuxièmes moyens de fixation sont fixés sur la deuxième face 16 (figure 2b). Les premiers moyens 19 de fixation sont destinés à coopérer avec les deuxièmes moyens de fixation 20 pour fixer la membrane 18 au réflecteur 13. Il s'agit, par exemple, de moyens d'accrochage à crochets et boucles. De tels moyens d'accrochage sont, par exemple, commercialisés sous le nom de Velcro<sup>R</sup>.

**[0059]** La membrane 18 est munie d'une pluralité de tendeurs élastiques 23, représentés en gras sur la figure 2a, prévus pour assurer le maintien de la membrane 18 de façon tendue entre la première face 15 du réflecteur et l'espace, indépendamment des dilatations thermiques de la membrane 18 et du réflecteur 13 se produisant dans une plage de températures prédéterminée, lorsque les moyens de fixation 19, 20 assurent la fixation de la membrane sur le réflecteur.

**[0060]** La membrane forme alors une surface sensiblement plane entre la première face du réflecteur et l'espace.

**[0061]** La membrane de protection thermique 18 est munie d'une pluralité de tendeurs élastiques 23 prévus pour créer un effort F qui tire la membrane 18 vers l'extérieur du réflecteur 13, c'est-à-dire vers l'espace, lorsque la membrane est fixée au réflecteur, de sorte que la membrane forme une surface sensiblement plane entre la première face 15 du réflecteur 13 et l'espace, indé-

pendamment des dilatations thermiques de la membrane 18 et du réflecteur 13 se produisant dans une plage de températures prédéterminée.

**[0062]** En d'autres termes, les tendeurs élastiques sont dimensionnés et agencés de sorte à tendre la membrane comme une peau de tambour entre la première face du réflecteur 15 et l'espace.

**[0063]** Les tendeurs rattrapent, du fait de leur élasticité, les jeux dus aux dilatations et contractions thermo-élastiques différentielles entre le réflecteur et la membrane, lorsque la température varie, pour tendre la membrane en permanence.

**[0064]** Cette solution présente l'avantage de garantir la tension de la membrane dans une plage de températures choisie en fonction des conditions d'utilisation de la membrane et du réflecteur ce qui permet de s'affranchir des problèmes de focalisation solaire décrits précédemment. Par ailleurs, du fait de la tension permanente de la membrane, l'influence de la membrane sur les performances du dispositif de réflexion est la même quelque soit la température. En outre, en couplant les tendeurs à la membrane, on évite d'immobiliser inutilement le réflecteur pour y fixer individuellement les tendeurs sur le réflecteur avant de venir y attacher la membrane. Le réflecteur n'est immobilisé que lors de l'opération de fixation de la membrane.

**[0065]** La plage de température choisie dépend des applications. Pour des applications spatiales, on choisit une plage de température s'étendant de - 250°C à +350 °C. Cette plage de température correspond à la plage de températures à laquelle est susceptible d'être soumise la membrane protectrice d'une antenne de télécommunication envoyée dans l'espace.

**[0066]** Les tendeurs élastiques 23 sont agencés à la périphérie de la membrane et sont fixés sur la face interne 21 de la membrane.

**[0067]** La fixation des tendeurs élastiques 23 sur la face interne 21 de la membrane permet de limiter les risques de décollement du tendeur. Les efforts sont exercés par les tendeurs sur la membrane pour la maintenir tendue. Ces efforts ne sont pas repris par les moyens de fixation du tendeur sur la membrane car ils sont orientés perpendiculairement.

**[0068]** Les tendeurs élastiques 23 sont fixés à la membrane 18, par exemple, au moyen d'un adhésif, comme, par exemple, de la colle ou d'une bande adhésive ou par tout autre moyen de fixation du tendeur à la membrane. On utilise avantageusement une bande adhésive en Kapton<sup>R</sup>.

**[0069]** Le Kapton<sup>R</sup> est déjà utilisé pour les applications spatiales. Il vérifie les critères imposés pour les applications spatiales. L'utilisation de ce matériau permet de s'affranchir de tous les tests d'homologations auxquels est soumis un nouveau matériau pour pouvoir être utilisé pour ces applications.

**[0070]** Par ailleurs, il présente l'avantage de présenter le même comportement thermo-élastique que la membrane qui est réalisée dans le même matériau.

**[0071]** Sur la réalisation des figures, les tendeurs 23 sont des lames flexibles. Il s'agit, par exemple de lames en Kapton<sup>R</sup>. On peut également utiliser des lames de poly-para-phénylène téréphtalamide PPD-T.

5 **[0072]** La société Dupont de Nemours commercialise ce dernier matériau sous le nom de Kevlar<sup>R</sup>. Ce matériau présente l'avantage de conserver ses propriétés mécaniques à des températures extrêmes.

10 **[0073]** En résumé, tout matériau présentant une raideur et une stabilité dimensionnelle équivalente au Kapton<sup>R</sup> et vérifiant des critères prédéterminés imposés pour une application spatiale peut être utilisé.

15 **[0074]** On choisit des lames présentant une raideur supérieure à celle de la membrane. Avantageusement, on choisit des lames présentant une raideur comprise entre 5 N/m et 500 N/m. On choisit par exemple des lames flexibles présentant une épaisseur comprise entre 0.1 mm et 2 mm.

20 **[0075]** On choisit avantageusement des lames de Kapton<sup>R</sup> présentant une épaisseur supérieure à celle de la membrane. On choisit avantageusement des lames dont l'épaisseur est entre 10 et 20 fois supérieure à l'épaisseur de la membrane. On choisit, par exemple, des lames présentant une épaisseur de 0.38 mm.

25 **[0076]** On agence les tendeurs par rapport aux premiers moyens de fixation 19 de la membrane 18 de sorte que les tendeurs 23 soient en appui sur le réflecteur 13 lorsque la membrane 18 est fixée au réflecteur 13 au moyen des moyens de fixation 19, 20. Les premiers moyens de fixation assurent la séparation entre les tendeurs 23 et la bordure de la membrane 18. Grâce à cet agencement, les tendeurs peuvent exercer des efforts F qui tirent la membrane vers l'extérieur du réflecteur, c'est-à-dire vers l'espace.

30 **[0077]** Dans le cas où les tendeurs 23 sont des lames flexibles plaquées sur la membrane, comme représenté sur la figure 2b, on agence plus particulièrement les lames 23 de sorte qu'elles soient à cheval sur la jointure 24 entre la deuxième face 16 du réflecteur 13 et la tranche 17 lorsque la membrane 18 est fixée au réflecteur et on dimensionne les lames 23 de sorte qu'elles soient en flexion sur toute la plage de température prédéterminée.

35 **[0078]** Ainsi, lorsque l'on vient fixer la membrane sur le réflecteur 13, chaque lame 23 produit, du fait de son dimensionnement et de son agencement, un effort F qui tire la membrane 18 vers l'extérieur du réflecteur 13 de sorte à tendre la membrane. Cet effort est exercé quelque soit la température à laquelle est soumis le dispositif de réflexion pourvu qu'elle se trouve dans la plage de température prédéterminée.

40 **[0079]** Les tendeurs 23 sont répartis sur la périphérie de la membrane 18 de sorte que la membrane 18 forme une surface sensiblement plane entre l'espace et la première face 15 lorsque la membrane 18 est fixée au réflecteur 13.

45 **[0080]** L'obtention d'une membrane 18 formant une surface sensiblement plane nécessite un positionnement précis des tendeurs 23 par rapport au réflecteur. La pré-

cision du positionnement est obtenue notamment en agencant judicieusement les tendeurs 23 par rapport aux premiers moyens de fixation 19, 20. Cette opération est délicate. Elle est réalisée directement sur la membrane avant la fixation de celle-ci au réflecteur. L'opération consistant à faire coopérer les premiers 19 et les deuxièmes 20 moyens de fixation est aisée. Elle ne nécessite pas de prendre de précautions particulières pour assurer un positionnement précis de la membrane. Les opérations de précision ont déjà été réalisées sur la membrane.

**[0081]** De préférence, comme représenté sur les figures 2a et 2b, les lames sont plaquées contre la membrane. Le fait de plaquer les lames 23 contre la membrane garantit le positionnement des lames dans la position souhaitée lors de la fixation de la membrane sur le réflecteur.

**[0082]** Sur la réalisation de la figure 2b, les tendeurs sont en retrait par rapport à la première face 15. La membrane est en appui sur la périphérie de la face active 15.

**[0083]** En variante, les tendeurs sont agencés de sorte maintenir la membrane espacée de la première face du réflecteur en tout point de cette face. Autrement dit, les tendeurs 23 sont agencés de sorte à exercer un effort supplémentaire sur la membrane dans la direction perpendiculaire à l'effort F vers l'espace de sorte à maintenir la membrane 18 espacée de la première face 15 du réflecteur 13 en tout point de ladite première face 15.

**[0084]** Par exemple, on agence les lames de sorte qu'elles présentent une bordure s'étendant plus près de l'espace que la première face 15.

**[0085]** Cette caractéristique permet de tendre la membrane dans un plan qui n'est accolé à aucun point à la première face du réflecteur, même à sa périphérie.

**[0086]** Notons que tout ce qui a été décrit précédemment est applicable en remplaçant le réflecteur par un autre équipement émetteur du type panneau rayonnant des ondes radioélectriques présentant une première face active, rayonnant des ondes radioélectriques et une face inactive reliées par une tranche.

**[0087]** L'agencement des lames de sorte à maintenir la membrane 18 espacée de la première face active en tout point de ladite face active est particulièrement avantageux lorsque l'équipement émetteur est un panneau émetteur plan, par exemple un panneau rayonnant plan est plan. Elle permet de garantir l'espacement entre la membrane et la première face du réflecteur.

**[0088]** Comme représenté sur la figure 3, la membrane 18 comprend, sur sa périphérie, des languettes 26 dont une seule est référencée numériquement pour plus de clarté. Ces languettes 26 sont réparties en pétales de fleurs à la périphérie de la membrane. Autrement dit, la périphérie de la membrane 21 présente une découpe en pétales de fleurs.

**[0089]** Les premiers moyens de fixation 19 sont agencés sur ces languettes 26 de sorte que lorsque l'on vient coller la membrane 18 au réflecteur 13, ils viennent coopérer avec les deuxièmes moyens de fixation 20.

**[0090]** L'invention a également pour objet un procédé

de fabrication d'un dispositif de réflexion 12 selon l'invention. Ce procédé comprend :

- une étape consistant à équiper la membrane 18 de tendeurs élastiques 23 prévus pour assurer le maintien de la membrane 18 tendue entre la première face 15 de l'équipement émetteur et l'espace, indépendamment des dilatations thermiques de la membrane 18 et de l'équipement émetteur 13 se produisant dans une plage de températures prédéterminée, lorsque les moyens de fixation assurent la fixation de la membrane 18 audit équipement émetteur 13,
- une étape de fixation de la membrane 18 munie des tendeurs élastiques 23 à l'équipement émetteur 13.

**[0091]** Ce procédé est plus intéressant industriellement que le procédé de fabrication de l'art antérieur car il ne nécessite pas d'étape de fixation des tendeurs élastiques à la membrane ce qui limite la durée de l'immobilisation de l'équipement émetteur. Par ailleurs, les tendeurs étant agencés sur la membrane pour obtenir l'effet souhaité, l'étape de fixation de la membrane est facile.

**[0092]** L'invention concerne par ailleurs un engin spatial, par exemple, un satellite, comprenant une antenne de télécommunication, comprenant un dispositif selon l'invention.

## 30 Revendications

1. Dispositif pour émettre des ondes radioélectriques comprenant un équipement émetteur (13) pour une antenne de télécommunication (10), une membrane (18) de protection thermique du réflecteur et des moyens de fixation (19, 20) de la membrane de protection thermique (18) à l'équipement (13), **caractérisé en ce que** ladite membrane de protection thermique (18) est munie d'une pluralité de tendeurs élastiques (23) prévus pour maintenir la membrane de protection thermique (18) tendue entre une première face active de l'équipement émetteur (13) et l'espace, indépendamment des dilatations thermiques de la membrane (18) et l'équipement émetteur (13) se produisant dans une plage de températures prédéterminée, lorsque les moyens de fixation (19, 20) assurent la fixation de la membrane (18) audit équipement émetteur (13), lesdits tendeurs élastiques (23) comprenant des lames flexibles, présentant une raideur supérieure à la raideur de la membrane, étant plaquées contre la membrane et étant fixées à la membrane (18).
2. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de fixation (19, 20) de la membrane comprennent des premiers moyens de fixation (19) solidaires de la membrane (18) assurant la séparation entre les tendeurs (23)

- et la bordure de la membrane (18) pour garantir un contact entre l'équipement émetteur (13) et les tendeurs (23) lorsque les moyens de fixation (19, 20) assurent la fixation de la membrane (18) audit équipement émetteur (13).
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de fixation comprennent des deuxièmes moyens de fixation (20) fixés sur une deuxième face inactive (16) de l'équipement émetteur (13) et sont destinés à coopérer avec les premiers moyens de fixation (19) pour assurer la fixation de la membrane (18) à l'équipement émetteur (13).
4. Dispositif selon la revendication l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les lames flexibles présentant une raideur comprise entre 5 N/m et 500 N/m.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les lames flexibles sont en poly-para-phénylène téréphtalamide PPD-T ou en polyimide.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les lames flexibles présentent une épaisseur comprise entre 0.1 mm et 2 mm.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les lames flexibles sont des lames Kapton<sup>R</sup> présentent une épaisseur de 10 à 20 fois supérieure à l'épaisseur de la membrane.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans lequel la plage de températures prédéterminée s'étend de - 250°C à +400°C.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les lames flexibles sont agencées de sorte qu'elles soient à cheval sur la jointure (24, 25) entre une deuxième face inactive (16) du panneau et une tranche (17) joignant la première face active (15) et la deuxième face inactive (16) de l'équipement émetteur (13) lorsque les moyens de fixation (19, 20) assurent la fixation de la membrane (18) audit équipement émetteur (13), les lames étant en outre dimensionnées de sorte qu'elles soient en flexion sur toute la plage de température prédéterminée.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les tendeurs élastiques (23) sont agencés de sorte à exercer un effort supplémentaire sur la membrane dans la direction perpendiculaire à l'effort ( $\vec{F}$ ) et en direction de l'espace de sorte à maintenir la membrane (18) espacée de la première face active (15) de l'équipement émet-
- teur (13) en tout point de la dite première face active (15).
11. Antenne comprenant un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes.
12. Engin spatial comprenant une antenne selon la revendication précédente.
13. Procédé de fabrication d'un dispositif pour réfléchir des ondes radioélectriques selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant :
- une étape consistant à équiper la membrane (18) de tendeurs élastiques (23) prévus pour assurer le maintien de la membrane (18) tendue entre la première face (15) de l'équipement émetteur et l'espace, indépendamment des dilatations thermiques de la membrane (18) et de l'équipement émetteur (13) se produisant dans une plage de températures prédéterminée, lorsque les moyens de fixation assurent la fixation de la membrane (18) audit équipement émetteur (13), lesdits tendeurs élastiques (23) comprenant des lames flexibles présentant une raideur supérieure à la raideur de la membrane, lesdites lames flexibles étant plaquées contre la membrane et fixées à la membrane (18),
  - une étape de fixation de la membrane (18) munie des tendeurs élastiques (23) à l'équipement émetteur (13).

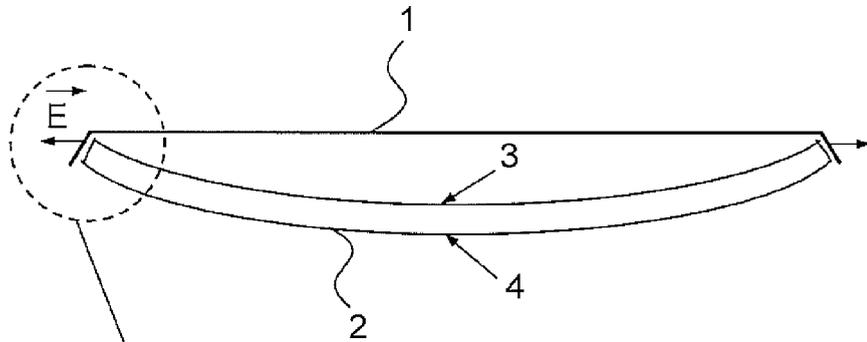


FIG. 1a

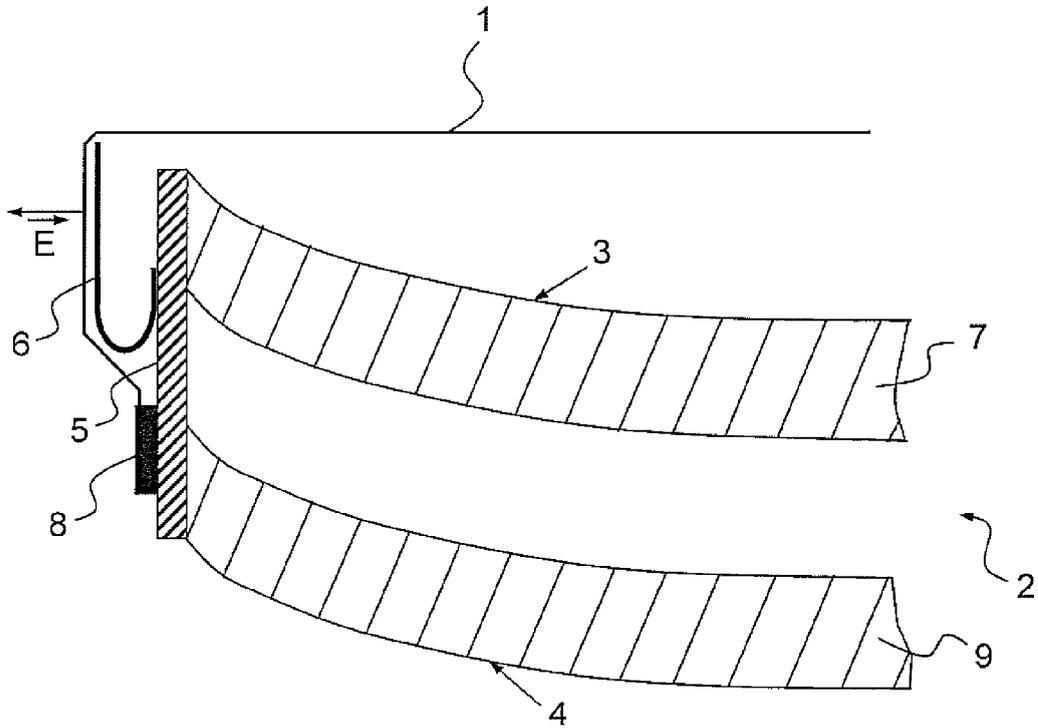
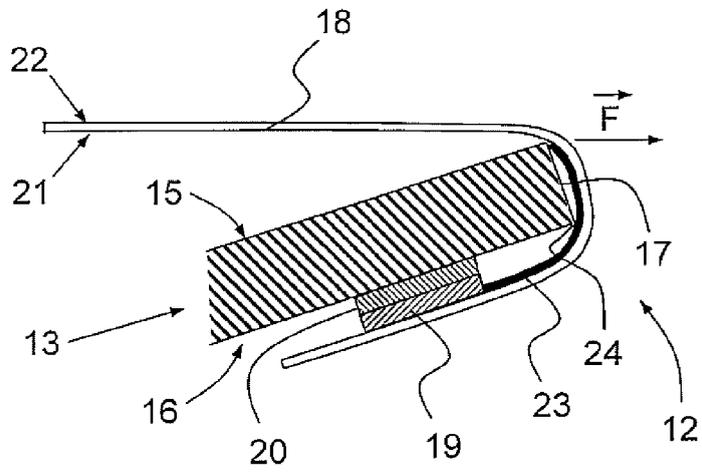
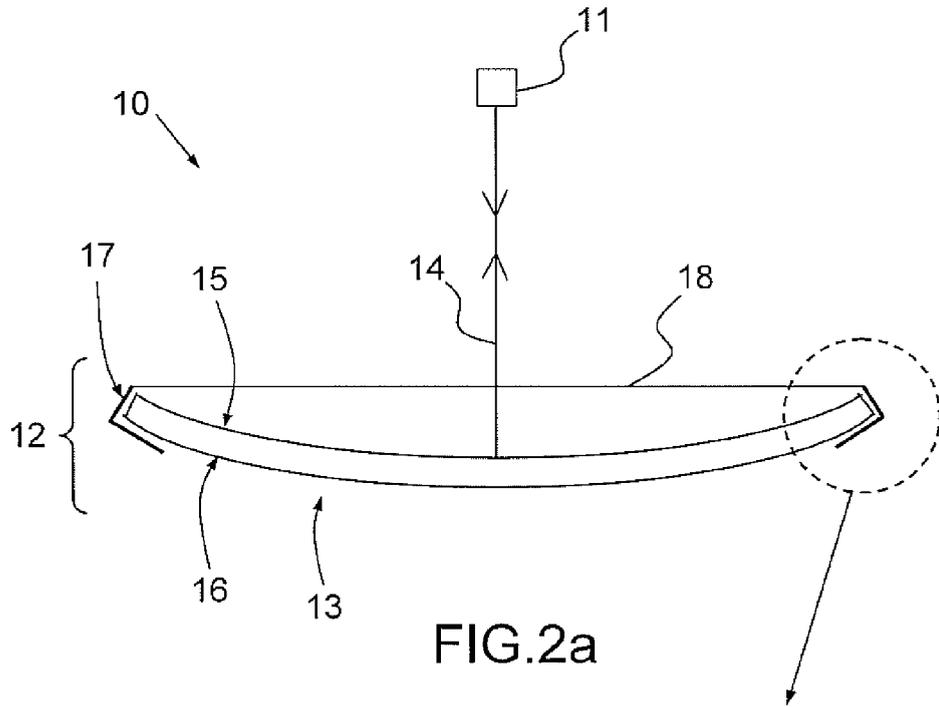


FIG. 1b



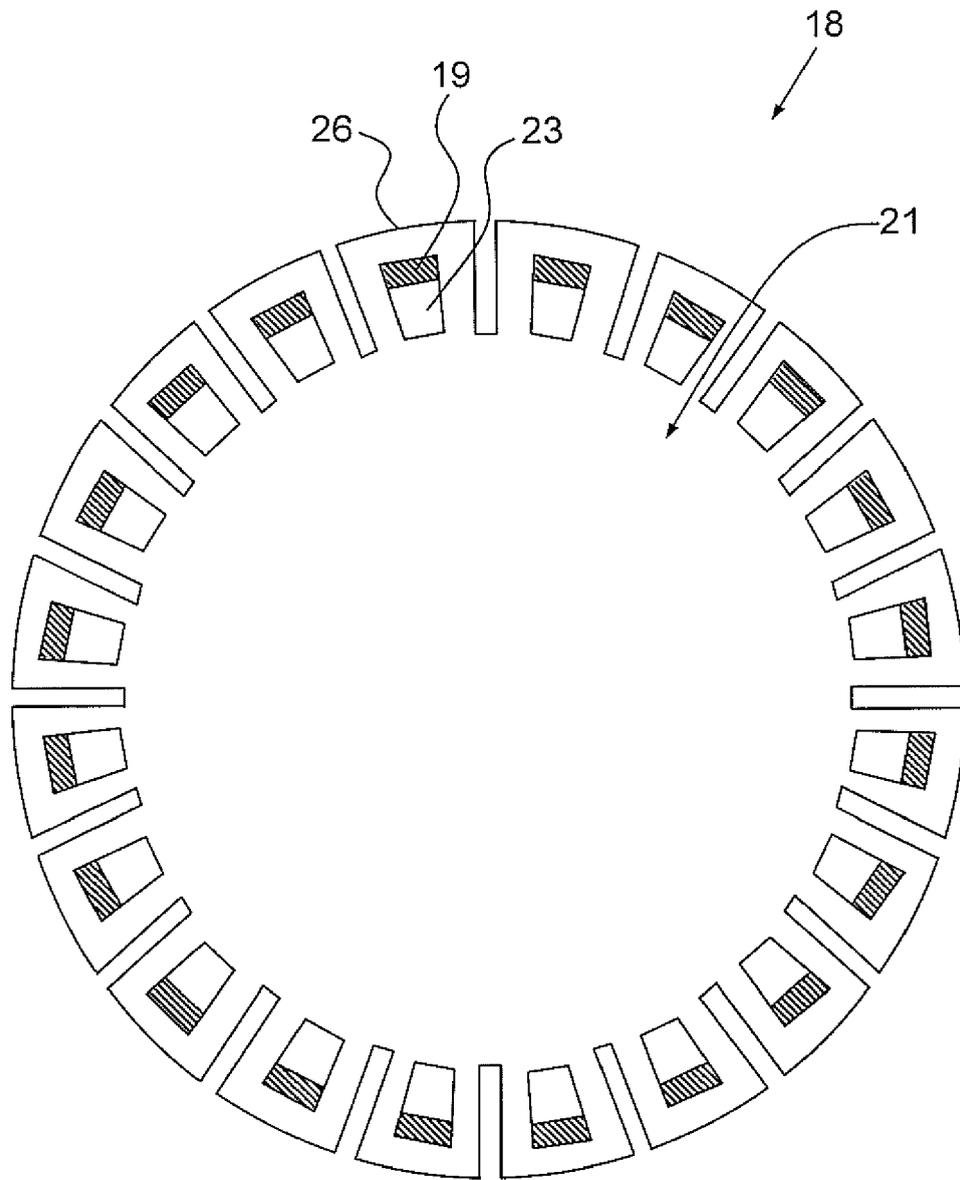


FIG. 3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 11 18 6580

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	GB 2 277 200 A (BRITISH AEROSPACE [GB] BRITISH AEROSPACE [GB]; MMS SPACE SYSTEMS LTD []) 19 octobre 1994 (1994-10-19) * page 8, ligne 1-13; figure 1 * -----	1-13	INV. H01Q1/28 H01Q1/42
A	US 3 388 401 A (WEIR WALTER F) 11 juin 1968 (1968-06-11) * figure 2 * -----	1-13	ADD. H01Q19/12 H01Q19/18
A	US 4 918 459 A (DE TESO JOHN S [US]) 17 avril 1990 (1990-04-17) * figures 2,5 * -----	1-13	
A	US 4 126 864 A (HOPKINS B [US]) 21 novembre 1978 (1978-11-21) * figure 3 * -----	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01Q
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>29 mars 2012</b>	Examineur <b>Marot-Lassauzaie, J</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.02 (F04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 18 6580

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

29-03-2012

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2277200	A	19-10-1994	AUCUN	
-----				
US 3388401	A	11-06-1968	AUCUN	
-----				
US 4918459	A	17-04-1990	AUCUN	
-----				
US 4126864	A	21-11-1978	AUCUN	
-----				

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82