

(19)



(11)

EP 2 650 971 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
12.11.2014 Bulletin 2014/46

(51) Int Cl.:
H01Q 19/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13163597.1**

(22) Date de dépôt: **12.04.2013**

(54) Antenne à réflecteurs multiples pour satellite de télécommunications

Antenne mit Mehrfachreflektoren für Telekommunikations-Satellit.

Multiple-reflector antenna for telecommunications satellites

(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**

(30) Priorité: **13.04.2012 FR 1201099**

(43) Date de publication de la demande:
16.10.2013 Bulletin 2013/42

(73) Titulaires:
• **Thales**
92200 Neuilly Sur Seine (FR)
• **Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)**
75001 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Brossier, Jérôme**
31470 Fonsorbes (FR)

• **Schreider, Ludovic**
31100 Toulouse (FR)
• **Depeyre, Serge**
31700 Blagnac (FR)
• **Cadiergues, Laurent**
31100 Toulouse (FR)

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

(56) Documents cités:
US-A- 5 526 008 US-B1- 6 239 763

EP 2 650 971 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne une antenne à réflecteurs multiples pour satellite de télécommunications par radiofréquence, et en particulier un dispositif de commutation entre plusieurs sous-réflecteurs destinés à réfléchir un faisceau d'ondes entre une source et un réflecteur principal, comme par exemple une antenne grégorienne embarquée sur une plateforme satellite à orbite géostationnaire.

[0002] La durée de vie croissante des satellites de télécommunication et l'évolution des exigences associées aux différentes missions entraînent le développement de nouvelles générations de satellites dont un objectif est d'améliorer la flexibilité de missions. C'est le cas notamment pour les antennes de télécommunications et leurs mécanismes associés, pour lesquels on cherche par exemple à pouvoir choisir entre plusieurs zones de couvertures et plusieurs plans de fréquence, et ainsi donner la possibilité de modifier en orbite les missions du satellite.

[0003] Le Document US 6 239 763 B1 décrit une antenne à 2 sous-réfecteurs.

[0004] Plusieurs approches sont envisagées pour améliorer la flexibilité de mission des antennes de satellite de télécommunication. Dans une première approche, une antenne active dite antenne à formation de faisceau par calcul est envisagée. Pour améliorer la flexibilité de mission, ces antennes permettent de pointer une surface géographique étendue par déplacement du faisceau. Toutefois, ces antennes nécessitent un module électronique complexe et coûteux. En effet, ce module électronique requiert par exemple l'intégration de nombreux équipements de calcul pour déterminer l'orientation du faisceau, d'éléments rayonnants pour la formation du faisceau, d'équipements de fourniture d'énergie pour alimenter les équipements de calcul et d'équipements performants de dissipation de chaleur. La prise en compte de ces éléments dans leur ensemble augmente sensiblement le coût de conception ainsi que le coût de lancement dans l'espace d'un satellite ainsi équipé.

[0005] Dans une seconde approche, on envisage un dispositif de commutation entre plusieurs sous-réflecteurs montés sur un arbre. Par rotation de cet arbre par rapport au bâti de la structure de l'antenne sur laquelle sont maintenus de façon solidaire un réflecteur principal et une source, il devient possible d'adresser plusieurs zones de couverture du globe terrestre.

[0006] Dans une mise en oeuvre connue, l'axe de rotation de l'arbre porteur des sous-réflecteurs est contenu dans un plan, couramment appelé plan focal, comprenant le centre du réflecteur principal, le centre du sous-réflecteur et la source. Pour ne pas interférer avec le champ balayé par le faisceau d'ondes de l'antenne, il est nécessaire de relier l'arbre porteur des sous-réflecteurs au bâti de la structure mécanique par l'arrière de l'antenne, générant un important porte-à-faux. Ce maintien par l'arrière impose une structure mécanique très raide, vo-

lumineuse et lourde, pour lui permettre de supporter les efforts rencontrés par la plateforme satellite lors de son lancement par un engin spatial lanceur.

[0007] Plus généralement, la problématique du gerbage, permettant de maintenir en position l'ensemble des équipements lors d'une phase de lancement, et du dégerbage, permettant de libérer et rendre opérationnels les équipements, est déterminante. Les solutions aujourd'hui envisagées de commutation entre plusieurs réflecteurs ne répondent pas de manière efficace à cette problématique.

[0008] La présente invention vise à proposer une solution alternative de dispositif de commutation de réflecteurs d'antenne en palliant les difficultés de mise en oeuvre citées ci-dessus.

[0009] A cet effet, l'invention a pour objet une antenne à réflecteurs multiples pour satellite de télécommunications, comprenant un arbre, sur lequel sont fixés au moins deux sous-réflecteurs, tournant par rapport à une structure porteuse, et un moteur comprenant un rotor apte à entraîner en rotation l'arbre, et un stator fixé à la structure porteuse, **caractérisée en ce que** l'antenne à réflecteurs multiples comprend en outre:

- deux paliers permettant la rotation de l'arbre par rapport à la structure porteuse, les sous-réflecteurs étant fixés sur l'arbre entre les deux paliers,
- un filtre mécanique, disposé entre l'arbre et le rotor, rigide en torsion pour permettre au rotor de transmettre le mouvement de rotation à l'arbre, et apte à amortir les efforts générés par l'arbre sur le moteur,
- des moyens de verrouillage, aptes à figer la position angulaire de l'arbre par rapport à la structure porteuse, dans une première configuration de stockage, dite gerbée, et à libérer l'arbre en rotation au moyen du moteur, dans une configuration opérationnelle, dite dégerbée.

[0010] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée des modes de réalisation donnés à titre d'exemple sur les figures suivantes.

La figure 1 représente un schéma de principe d'une antenne à réflecteurs multiples selon l'invention, munie d'un réflecteur principal, d'une source et de deux sous-réflecteurs commutables par rotation, les figures 2.a et 2.b représentent deux modes de réalisation d'un système de commutation entre plusieurs sous-réflecteurs d'une antenne telle que décrite sur la figure 1, les figures 3.a, 3.b et 3.c représentent des moyens de verrouillage en position gerbée (3.a), en position dégerbée (3.c) et dans une position intermédiaire (3.b) du système de commutation décrit sur la figure 2. a, la figure 4 représente en perspective une antenne à réflecteur multiples selon les deux modes de réali-

sation de l'invention.

[0011] Par souci de clarté, les mêmes éléments porteront les mêmes repères dans les différentes figures.

[0012] La figure 1 représente un schéma de principe d'une antenne à réflecteurs multiples 1, comprenant une structure porteuse 2, sur laquelle sont fixés un réflecteur principal 3 et une source 4. L'antenne à réflecteurs multiples 1 comprend en outre un arbre 5, sur lequel sont fixés deux sous-réflecteurs 6 et 7, tournant par rapport à une structure porteuse 2.

[0013] Il est entendu que l'invention peut être mise en oeuvre pour une antenne ne comprenant pas de réflecteur principal. Les sous-réflecteurs 6 et 7 deviennent alors des réflecteurs permettant de réfléchir directement un faisceau d'ondes entre la source 4 et une zone de couverture.

[0014] Sur la figure 1, le sous-réflecteur 6 est dans sa position opérationnelle, apte à réfléchir un faisceau d'ondes entre la source 4 et le réflecteur principal 3. Le plan contenant le point d'émission de la source 4, le centre du sous-réflecteur 6 et le centre du réflecteur principal 3 est appelé plan focal de l'antenne 1 par la suite.

[0015] Sur la figure 1, l'antenne à réflecteurs multiples 1 mise en oeuvre est de type grégorienne. Les sous-réflecteurs 6 et 7 sont de forme sensiblement ellipsoïdales et sont montés sur l'arbre 5 de façon à présenter leur surface concave pour la réflexion du faisceau d'ondes entre le réflecteur principal 3 et la source 4.

[0016] Dans une configuration alternative de la présente invention, une antenne à réflecteurs multiples 1 de type Cassegrain est mise en oeuvre. Un ou plusieurs sous-réflecteurs de forme sensiblement paraboliques sont montés sur l'arbre 5 de façon à présenter leur surface convexe pour la réflexion du faisceau d'ondes entre le réflecteur principal 3 et la source 4.

[0017] Il est aussi possible de fixer sur l'arbre 5 un sous-réflecteur 6 présentant sa surface concave pour la réflexion du faisceau d'ondes, et un réflecteur 7 présentant sa surface convexe pour la réflexion du faisceau d'ondes, et ainsi améliorer encore la flexibilité de mission de l'antenne.

[0018] La figure 2.a représente un premier mode de réalisation d'un système de commutation entre plusieurs sous-réflecteurs d'une antenne telle que décrite sur la figure 1.

[0019] L'antenne à réflecteurs multiples 1 comprend l'arbre 5, sur lequel sont fixés les deux sous-réflecteurs 6 et 7, tournant par rapport à la structure porteuse 2, et un moteur 8 comprenant un rotor 9 apte à entraîner en rotation l'arbre 5, et un stator 10 fixé à la structure porteuse 2. L'arbre 5 peut tourner par rapport à la structure porteuse 2, selon un axe de rotation X1 perpendiculaire au plan focal de l'antenne.

[0020] L'antenne à réflecteurs multiples 1 comprend aussi:

- deux paliers 11 et 12 permettant la rotation de l'arbre

5 par rapport à la structure porteuse 2; les sous-réflecteurs 6 et 7 étant fixés sur l'arbre 5 entre les deux paliers 11 et 12.

- un filtre mécanique 13, disposé entre l'arbre 5 et le rotor 9, rigide en torsion pour permettre au rotor 9 de transmettre le mouvement de rotation à l'arbre 5, apte à absorber les défauts d'alignements entre le rotor 9 et l'arbre 5, et apte à amortir les efforts générés par l'arbre 5 sur le moteur 8,
- des moyens de verrouillage 14, aptes à figer la position angulaire de l'arbre 5 par rapport à la structure porteuse 2, dans une première configuration de stockage, dite gerbée, et à libérer l'arbre 5 en rotation au moyen du moteur 8, dans une configuration opérationnelle, dite dégerbée.

[0021] Cette mise en oeuvre est particulièrement avantageuse dans la mesure où la structure en portique, formée au moyen des deux paliers 11 et 12, placés de part et d'autre des sous-réflecteurs 6 et 7, permet de limiter fortement les efforts de porte-à-faux générés, notamment lors d'une phase de lancement du satellite. Ce n'est pas le cas des solutions connues mettant en oeuvre des dispositifs de commutation dans lesquels l'axe de rotation X1 de l'arbre 5 est dans le plan focal de l'antenne, impliquant de supporter l'ensemble des éléments mobiles par une seule extrémité, pour ne pas interférer avec le champ balayé par le faisceau d'ondes de l'antenne.

[0022] Avantageusement, les deux paliers 11 et 12 sont à roulements mécaniques.

[0023] Avantageusement, le filtre mécanique 13 est un soufflet métallique rigide en torsion, et apte à amortir les efforts générés par l'arbre 5 sur le moteur 10, et notamment les efforts en translation et en cisaillement ainsi que les moments de flexion générés lors d'une phase de lancement du satellite.

[0024] Avantageusement, le filtre mécanique 13 permet également de compenser les défauts d'alignement éventuels entre l'axe de rotation X1 de l'arbre 5 et l'axe de rotation du moteur 8.

[0025] Avantageusement, le moteur 8 comprend un radiateur 15 apte à rayonner de la chaleur produite par le moteur 8 lors de son fonctionnement, et apte à réchauffer le moteur 8.

[0026] Avantageusement, le radiateur 15 est de type électrique pour sa fonction de réchauffage du moteur 8.

[0027] Avantageusement, les moyens de verrouillage 14 comprennent un doigt 17 solidaire du rotor 9 et une rainure 18 solidaire de la structure porteuse 2. Ce premier mode de réalisation est particulièrement avantageux car il permet de protéger efficacement le moteur 8 des efforts de torsion entre le rotor 9 et le stator 10 et d'éviter tout mouvement intempestif en rotation de la partie tournante lors de la phase lancement du satellite. Les moyens de verrouillage 14 sont représentés sur les figures 3.a, 3.b et 3.c dans une vue en coupe selon un axe X2 perpendiculaire à l'axe X1 et traversant le rotor 9 tel que représenté sur la figure 2.a.

[0028] La figure 2.b représente un second mode de réalisation d'un système de commutation entre plusieurs sous-réflecteurs d'une antenne telle que décrite sur la figure 1.

[0029] L'antenne à réflecteurs multiples 1 comprend l'arbre 5, sur lequel sont fixés les deux sous-réflecteurs 6 et 7, tournant par rapport à la structure porteuse 2, et le moteur 8 comprenant le rotor 9 apte à entraîner en rotation l'arbre 5, et le stator 10 fixé à la structure porteuse 2. L'arbre 5 peut tourner par rapport à la structure porteuse 2, selon un axe de rotation X1 perpendiculaire au plan focal de l'antenne.

[0030] Avantageusement, l'antenne à réflecteurs multiples 1 comprend aussi :

- les deux paliers 11 et 12,
- le filtre mécanique 13,
- des moyens de verrouillage 16, aptes à figer la position angulaire de l'arbre 5 par rapport à la structure porteuse 2, dans une première configuration de stockage, dite gerbée, et à libérer l'arbre 5 en rotation au moyen du moteur 8, dans une configuration opérationnelle, dite dégerbée.

[0031] Avantageusement, les moyens de verrouillage 16 comprennent un doigt 51 solidaire de l'arbre 5 et une rainure 52 solidaire de la structure porteuse 2. Ce second mode de réalisation est particulièrement avantageux car il permet de figer en rotation l'arbre 5 par rapport à la structure porteuse 2, et ainsi de protéger le moteur 8 et le filtre mécanique 13 des efforts de torsion générés par l'arbre et les composants qui lui sont reliés.

[0032] Les figures 3.a, 3.b et 3.c représentent les moyens de verrouillage 14 en position gerbée (3.a), en position dégerbée (3.b) et dans une position intermédiaire (3.b), dans une vue en coupe selon l'axe X2 décrit sur la figure 2.a.

[0033] Avantageusement, les moyens de verrouillage 14 comprennent le doigt 17 solidaire du rotor 9, la rainure 18 solidaire de la structure porteuse 2, et un ressort de torsion 19 permettant en configuration gerbée de maintenir le doigt 17 au fond de la rainure 18; le ressort de torsion 19 étant basculé dans une position de repos, en configuration dégerbée, au moyen du moteur 8, permettant de libérer en rotation le rotor 9.

[0034] Sur la figure 3.a, le ressort de torsion 19 maintient le doigt 17 au fond de la rainure 18. Le ressort de torsion 19 est tendu entre le doigt 17 et deux plots de maintien 20 et 21 solidaires de la structure porteuse 2.

[0035] Sur la figure 3.b, le moteur 8 est apte à produire un effort suffisant pour décoller le doigt 17 de la rainure 18 et le libérer du ressort de torsion 19.

[0036] Sur la figure 3.c, le doigt 17 est libéré de la rainure 18 et du ressort de torsion 19. Le rotor 9 est libre en rotation. Avantageusement, le ressort de torsion 19 est maintenu en position de repos, en configuration dégerbée, entre les deux plots de maintien 20 et 21 et un troisième plot de repos 22 solidaire de la structure por-

teuse 2.

[0037] Avantageusement, le ressort de torsion 19 est maintenu tendu, en configuration gerbée, entre le doigt 17 et les deux plots de maintien 20 et 21, solidaire de la structure porteuse 2, et est maintenu en position de repos, en configuration dégerbée, entre les deux plots de maintien 20 et 22 et le troisième plot de repos 23, solidaire de la structure porteuse 2.

[0038] Avantageusement, l'effort généré par le ressort de torsion 19 sur le doigt 17 en configuration gerbée, est suffisant pour contrer les efforts de torsion transmis par l'arbre 5 et les composants qui lui sont fixés, au moteur 8, notamment lors d'une phase de lancement du satellite.

[0039] Avantageusement, le ressort de torsion 19 est une lame en matière métallique, qui oppose un effort maximal en torsion pouvant être ajusté par une opération de déformation manuelle préalable au montage en configuration gerbée.

[0040] Ce moyen de verrouillage est particulièrement avantageux car il est simple, facilement reconfigurable, et beaucoup moins coûteux que les dispositifs de gerbage connus, notamment basés sur des composants électrotechniques. Il est notamment possible de réarmer plusieurs fois le ressort de torsion 19 en position gerbée pour permettre de tester et mettre au point les moyens de verrouillage 14 avant une phase de lancement.

[0041] Avantageusement, le ressort de torsion 19 et les plots 20, 21 et 22 sont positionnés de façon à permettre au rotor 9, en configuration dégerbée, de revenir à la position angulaire initialement occupée en configuration gerbée, le doigt 17 étant en butée mécanique dans une première position angulaire, au fond de la rainure 18.

[0042] Avantageusement, une seconde rainure 23 solidaire de la structure porteuse 2, permet de mettre en butée mécanique le doigt 17 dans une seconde position angulaire.

[0043] Avantageusement, des butées mécaniques disposées entre l'arbre 5 et la structure porteuse 2, par exemple entre le doigt 17 et les rainures 18 et 23, permettent de limiter l'amplitude de rotation de l'arbre 5, et permettent le passage d'un cablage électrique 24 entre la structure porteuse 2 et l'arbre 5.

[0044] Avantageusement, le cablage électrique 24 comprend des moyens de mise à la masse des équipements montés sur l'arbre 5, et des moyens d'alimentation d'un dispositif de mesure de température monté sur l'arbre 5.

[0045] Le fonctionnement des moyens de verrouillage 16 est similaire à celui des moyens de verrouillage 14 tels que représentés sur les figures 3.a, 3.b et 3.c. Avantageusement, les moyens de verrouillage 16 comprennent le doigt 51 solidaire de l'arbre 5, la rainure 52 solidaire de la structure porteuse 2, et le ressort de torsion 19 permettant en configuration gerbée de maintenir le doigt 51 au fond de la rainure 52; le ressort de torsion 19 étant basculé dans une position de repos, en configuration dégerbée, au moyen du moteur 8, permettant de libérer en rotation l'arbre 5.

[0046] La figure 4 représente en perspective l'antenne à réflecteur multiples 1 selon les deux modes de réalisation de l'invention. L'antenne à réflecteur multiple 1 comprend une structure porteuse 2, sur laquelle sont fixés un réflecteur principal 3, une source 4 et un arbre 5. Quatre sous-réflecteurs 25, 26, 27 et 28 sont fixés sur l'arbre 5.

[0047] Avantageusement, la structure porteuse 2 comprend deux structures d'élévation 31 et 32 formées chacune d'une pluralité de barres d'élévation 33; chacune des structures d'élévation 31 et 32 étant fixée d'une part au bati 28 de la structure porteuse 2 et d'autre part à l'un des paliers 8 et 9

[0048] Avantageusement la source 4 est solidaire de la structure porteuse 2 au moyen de deux fixations 34 et 35 sur les structures d'élévation 31 et 32.

[0049] Avantageusement, chacune des barres d'élévation 33 comprend un matériau composite à base de fibre de carbone.

[0050] Cette mise en oeuvre est particulièrement avantageuse car la structure porteuse 2 ainsi assemblée est à la fois raide et peu encombrante, ce qui la rend particulièrement adaptée pour une application dans un environnement disponible très restreint, notamment à proximité des sous-réflecteurs et du champ balayé par le faisceau d'ondes.

Revendications

1. Antenne à réflecteurs multiples pour satellite de télécommunications, comprenant un arbre (5), sur lequel sont fixés au moins deux sous-réflecteurs (6, 7), tournant par rapport à une structure porteuse (2), et un moteur (8) comprenant un rotor (9) apte à entraîner en rotation l'arbre (5), et un stator (10) fixé à la structure porteuse (2),
caractérisée en ce que l'antenne à réflecteurs multiples (1) comprend en outre :

- deux paliers (11, 12) permettant la rotation de l'arbre (5) par rapport à la structure porteuse (2), les sous-réflecteurs (6, 7) étant fixés sur l'arbre (5) entre les deux paliers (11, 12),
- un filtre mécanique (13), disposé entre l'arbre (5) et le rotor (9), rigide en torsion pour permettre au rotor (9) de transmettre le mouvement de rotation à l'arbre (5), apte à absorber les défauts d'alignements entre le rotor (9) et l'arbre (5), et apte à amortir des efforts générés par l'arbre (5) sur le moteur (8),
- des moyens de verrouillage (14 ; 16), aptes à figer la position angulaire de l'arbre (5) par rapport à la structure porteuse (2), dans une première configuration de stockage, dite gerbée, et à libérer l'arbre (5) en rotation au moyen du moteur (8), dans une configuration opérationnelle, dite dégerbée.

2. Antenne à réflecteurs multiples selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les moyens de verrouillage (14) comprennent un doigt (17) solidaire du rotor (9), une rainure (18) solidaire de la structure porteuse (2), et un ressort de torsion (19) permettant en configuration gerbée de maintenir le doigt (17) au fond de la rainure (18); le ressort de torsion (19) étant basculé dans une position de repos, en configuration dégerbée, au moyen du moteur (8), permettant de libérer en rotation le rotor (9)

3. Antenne à réflecteurs multiples selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les moyens de verrouillage (16) comprennent un doigt (51) solidaire de l'arbre (5), une rainure (52) solidaire de la structure porteuse (2), et un ressort de torsion (19) permettant en configuration gerbée de maintenir le doigt (51) au fond de la rainure (52); le ressort de torsion (19) étant basculé dans une position de repos, en configuration dégerbée, au moyen du moteur (8), permettant de libérer en rotation l'arbre (5)

4. Antenne à réflecteurs multiples selon l'une des revendications 2 à 3, **caractérisée en ce que** le ressort de torsion (19) est maintenu tendu, en configuration gerbée, entre le doigt (17 ; 51) et deux plots de maintien (20, 21) solidaire de la structure porteuse (2), et maintenu en position de repos, en configuration dégerbée, entre les deux plots de maintien (20, 21) et un troisième plot de repos (22) solidaire de la structure porteuse (2).

5. Antenne à réflecteurs multiples selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le filtre mécanique (13) est un soufflet métallique, rigide en torsion, et apte à amortir des efforts générés par l'arbre (5) sur le moteur (8), et notamment les efforts en translation, de cisaillement et les moment de flexion générés lors d'une phase de lancement du satellite.

6. Antenne à réflecteurs multiples selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des butées mécaniques (17, 18, 23) sont disposées entre l'arbre (5) et la structure porteuse (2), de façon à limiter l'amplitude de rotation de l'arbre (5) et permettre le passage d'un cablage électrique (24) entre la structure porteuse (2) et l'arbre (5).

7. Antenne à réflecteurs multiples selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le cablage électrique (24) comprend des moyens de mise à la masse des équipements montés sur l'arbre (5), et des moyens d'alimentation d'un dispositif de mesure de température monté sur l'arbre (5).

8. Antenne à réflecteurs multiples selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

le moteur (8) comprend un radiateur (15) apte à rayonner de la chaleur produite par le moteur (8) lors de son fonctionnement, et apte à réchauffer le moteur (8).

9. Antenne à réflecteurs multiples selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les paliers (11, 12) sont à roulements mécaniques.

10. Antenne à réflecteurs multiples selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la structure porteuse (2) comprend deux structures d'élévation (31, 32), formées chacune d'une pluralité de barres d'élévation (33); chacune des structures d'élévation (31, 32) étant fixée d'une part au bâti (29) de la structure porteuse (2) et d'autre part à l'un des paliers (8, 9).

11. Antenne à réflecteurs multiples selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** chacune des barres d'élévation (33) comprend un matériau composite à base de fibre de carbone.

12. Antenne à réflecteurs multiples selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ledits au moins deux réflecteurs (6, 7) forment des sous-réflecteurs, **en ce que** l'antenne à réflecteurs multiples (1) comprend en outre un réflecteur principal (3) et une source (4) fixés sur la structure porteuse (2), **en ce qu'en** configuration opérationnelle, un des sous-réflecteurs (6, 7) réfléchit un faisceau d'ondes entre la source (4) et le réflecteur principal (3), **en ce que** la rotation de l'arbre (5) par rapport à la structure porteuse (2) s'effectue autour d'un axe (X1) et **en ce que** l'axe (X1) est sensiblement perpendiculaire à un plan focal de l'antenne, plan contenant un point d'émission de la source (4), un centre du réflecteur principal (3) et un centre du sous-réflecteur (6, 7) utilisé.

Patentansprüche

1. Antenne mit Mehrfachreflektoren für Telekommunikationssatelliten, die eine Welle (5) umfasst, auf der mindestens zwei Unterreflektoren (6, 7) befestigt sind, die im Verhältnis zu einer tragenden Struktur (2) dreht, und einen Motor (8), der einen Rotor (9) umfasst, der imstande ist, die Welle (5) rotierend anzutreiben, und einen an der tragenden Struktur (2) befestigten Stator (10),
dadurch gekennzeichnet, dass die Antenne mit Mehrfachreflektoren (1) ferner umfasst:

- zwei Lager (11, 12), die die Rotation der Welle (5) im Verhältnis zur tragenden Struktur (2) erlauben, wobei die Unterreflektoren (6, 7) auf der Welle (5) zwischen den zwei Lagern (11, 12)

befestigt sind,

- einen zwischen der Welle (5) und dem Rotor (9) angeordneten verwindungssteifen mechanischen Filter (13), um dem Rotor (9) zu erlauben, die Rotationsbewegung an die Welle (5) zu übertragen, der imstande ist, Fluchtungsfehler zwischen dem Rotor (9) und der Welle (5) zu absorbieren und imstande ist, von der Welle (5) auf den Motor (8) ausgeübte Kräfte zu dämpfen,
- Verriegelungsmittel (14; 16), die imstande sind, die Winkelposition der Welle (5) im Verhältnis zur tragenden Struktur (2) in einer ersten Lagerkonfiguration, gestapelte Konfiguration genannt, zu fixieren und die Welle (5) mit Hilfe des Motors (8) in einer operativen Konfiguration, entstapelte Konfiguration genannt, rotierend freizugeben.

2. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verriegelungsmittel (14) einen mit dem Rotor (9) einstückigen Finger (17), eine mit der tragenden Struktur (2) einstückige Rille (18) und eine Torsionsfeder (19) umfassen, die in gestapelter Konfiguration erlaubt, den Finger (17) auf dem Boden der Rille (18) zu halten; wobei die Torsionsfeder (19) in entstapelter Konfiguration mit Hilfe des Motors (8) in eine Ruhestellung gekippt wird, die erlaubt, den Rotor (9) rotierend freizugeben.

3. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verriegelungsmittel (16) einen mit der Welle (5) einstückigen Finger (51), eine mit der tragenden Struktur (2) einstückige Rille (52) und eine Torsionsfeder (19) umfassen, die in gestapelter Konfiguration erlaubt, den Finger (51) auf dem Boden der Rille (52) zu halten; wobei die Torsionsfeder (19) in entstapelter Konfiguration mit Hilfe des Motors (8) in eine Ruhestellung gekippt wird, die erlaubt, die Welle (5) rotierend freizugeben.

4. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Torsionsfeder (19) in gestapelter Konfiguration zwischen dem Finger (17; 51) und zwei mit der tragenden Struktur (2) einstückigen Halteblöcken (20, 21) gespannt gehalten wird und in entstapelter Konfiguration zwischen den zwei Halteblöcken (20, 21) und einem dritten, mit der tragenden Struktur (2) einstückigen Ruheblock (22) in Ruhestellung gehalten wird.

5. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mechanische Filter (13) ein metallischer Balg ist, der verwindungssteif und imstande ist, von der Welle (5) auf den Motor (8) erzeugte Kräfte

te zu amortisieren und insbesondere die Verschiebungs- und Scherkräfte und die Biegemomente, die während einer Startphase des Satelliten erzeugt werden.

6. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mechanische Anschläge (17, 18, 23) zwischen der Welle (5) und der tragenden Struktur (2) derart angeordnet sind, dass die Rotationsamplitude der Welle (5) begrenzt wird und der Durchgang einer elektrischen Verkabelung (24) zwischen der tragenden Struktur (2) und der Welle (5) erlaubt ist.
7. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Verkabelung (24) Mittel für die Erdung der auf der Welle (5) montierten Ausrüstungen und Stromversorgungsmittel einer auf der Welle (5) montierten Temperaturmessvorrichtung aufweist.
8. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor (8) einen Radiator (15) umfasst, der imstande ist, die vom Motor (8) bei seinem Betrieb produzierte Wärme abzustrahlen und imstande ist, den Motor (8) zu wärmen.
9. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lager (11, 12) mechanische Wälzlager sind.
10. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die tragende Struktur (2) zwei Hubstrukturen (31, 32) umfasst, die jeweils von einer Vielzahl von Hubstangen (33) gebildet sind; wobei jede der Hubstrukturen (31, 32) einerseits am Gestell (29) der tragenden Struktur (2) und andererseits an einem der Lager (11, 12) befestigt ist.
11. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Hubstangen (33) ein Verbundmaterial auf der Basis von Kohlenfaser umfasst.
12. Antenne mit Mehrfachreflektoren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei Reflektoren (6, 7) Unterreflektoren bilden, dass die Antenne mit Mehrfachreflektoren (1) ferner einen Hauptreflektor (3) und eine Quelle (4) umfasst, die auf der tragenden Struktur (2) befestigt sind, dass in operativer Konfiguration einer der Unterreflektoren (6, 7) ein Wellenbündel zwischen der Quelle (4) und dem Hauptreflektor (3) reflektiert, dass die Rotation der Welle (5) im Verhältnis zur tragenden Struktur (2) um eine

Achse (X1) erfolgt und dass die Achse (X1) im Wesentlichen lotrecht zu einer Fokalebene der Antenne ist, wobei die Ebene einen Sendepunkt der Quelle (4), ein Zentrum des Hauptreflektors (3) und ein Zentrum des verwendeten Unterreflektors (6, 7) enthält.

Claims

1. A multiple reflector antenna for a telecommunications satellite, comprising a shaft (5), to which at least two sub-reflectors (6, 7) are fixed, rotating relative to a support structure (2), and a motor (8), comprising a rotor (9) capable of rotating said shaft (5), and a stator (10) fixed to said support structure (2), **characterised in that** said multiple reflector antenna (1) further comprises:
 - two bearings (11, 12) allowing said shaft (5) to be rotated relative to said support structure (2), said sub-reflectors (6, 7) being fixed to said shaft (5) between said two bearings (11, 12);
 - a mechanical filter (13), disposed between said shaft (5) and said rotor (9), which filter is torsionally rigid to allow said rotor (9) to transfer the rotation movement to said shaft (5), and is capable of absorbing the alignment faults between said rotor (9) and said shaft (5), and is capable of damping forces generated by said shaft (5) on said motor (8);
 - locking means (14, 16) capable of fixing the angular position of said shaft (5) relative to said support structure (2) in a first storage configuration, referred to as stowed configuration, and of rotationally releasing said shaft (5) by means of said motor (8) in an operational configuration, referred to as unstowed configuration.
2. The multiple reflector antenna according to claim 1, **characterised in that** said locking means (14) comprise a finger (17) rigidly connected to said rotor (9), a groove (18) rigidly connected to said support structure (2), and a torsion spring (19) allowing, in the stowed configuration, said finger (17) to be held at the bottom of said groove (18), said torsion spring (19) being tipped to a rest position, in the unstowed configuration, by means of said motor (8), allowing said rotor (9) to be rotationally released.
3. The multiple reflector antenna according to claim 1, **characterised in that** said locking means (16) comprise a finger (51) rigidly connected to said shaft (5), a groove (52) rigidly connected to said support structure (2), and a torsion spring (19) allowing, in the stowed configuration, said finger (51) to be held at the bottom of said groove (52), said torsion spring (19) being tipped to a rest position, in the unstowed configuration, by means of said motor (8), allowing

said shaft (5) to be rotationally released.

4. The multiple reflector antenna according to any one of claims 2 to 3, **characterised in that** said torsion spring (19) is kept taut, in the stowed configuration, between said finger (17, 51) and two retention pins (20, 21) rigidly connected to said support structure (2), and held in the rest position, in the unstowed configuration, between said two retention pins (20, 21) and a third rest pin (22) rigidly connected to said support structure (2). 5
5. The multiple reflector antenna according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said mechanical filter (13) is a torsionally rigid metal bellows capable of damping forces generated by said shaft (5) on said motor (8), and particularly the translation and shear forces and the bending moments generated during a phase of launching said satellite. 10
6. The multiple reflector antenna according to any one of the preceding claims, **characterised in that** mechanical stops (17, 18, 23) are disposed between said shaft (5) and said support structure (2) so as to limit the amplitude of rotation of said shaft (5) and to allow the passage of an electric wire (24) between said support structure (2) and said shaft (5). 15
7. The multiple reflector antenna according to claim 6, **characterised in that** said electric wire (24) comprises means for grounding equipment mounted on said shaft (5), and means for supplying power to a temperature measuring device mounted on said shaft (5). 20
8. The multiple reflector antenna according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said motor (8) comprises a radiator (15) capable of radiating heat produced by said motor (8) during its operation, and capable of heating said motor (8). 25
9. The multiple reflector antenna according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said bearings (11, 12) are mechanical roller bearings. 30
10. The multiple reflector antenna according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said support structure (2) comprises two elevation structures (31, 32), each formed by a plurality of elevation bars (33), each of said elevation structures (31, 32) being fixed, on the one hand, to the frame (29) of said support structure (2) and, on the other hand, to one of said bearings (11, 12). 35
11. The multiple reflector antenna according to claim 10, **characterised in that** each elevation bar (33) comprises a carbon fibre based composite material. 40

12. The multiple reflector antenna according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said at least two reflectors (6, 7) form sub-reflectors, **in that** said multiple reflector antenna (1) further comprises a main reflector (3) and a source (4) fixed to said support structure (2), **in that** in an operational configuration one of said sub-reflectors (6, 7) reflects a wave beam between said source (4) and said main reflector (3), **in that** the rotation of said shaft (5) relative to said support structure (2) occurs about an axis (X1), and **in that** said axis (X1) is substantially perpendicular to a focal plane of said antenna, which plane contains an emission point of said source (4), a centre of said main reflector (3) and a centre of the sub-reflector (6, 7) that is used. 45

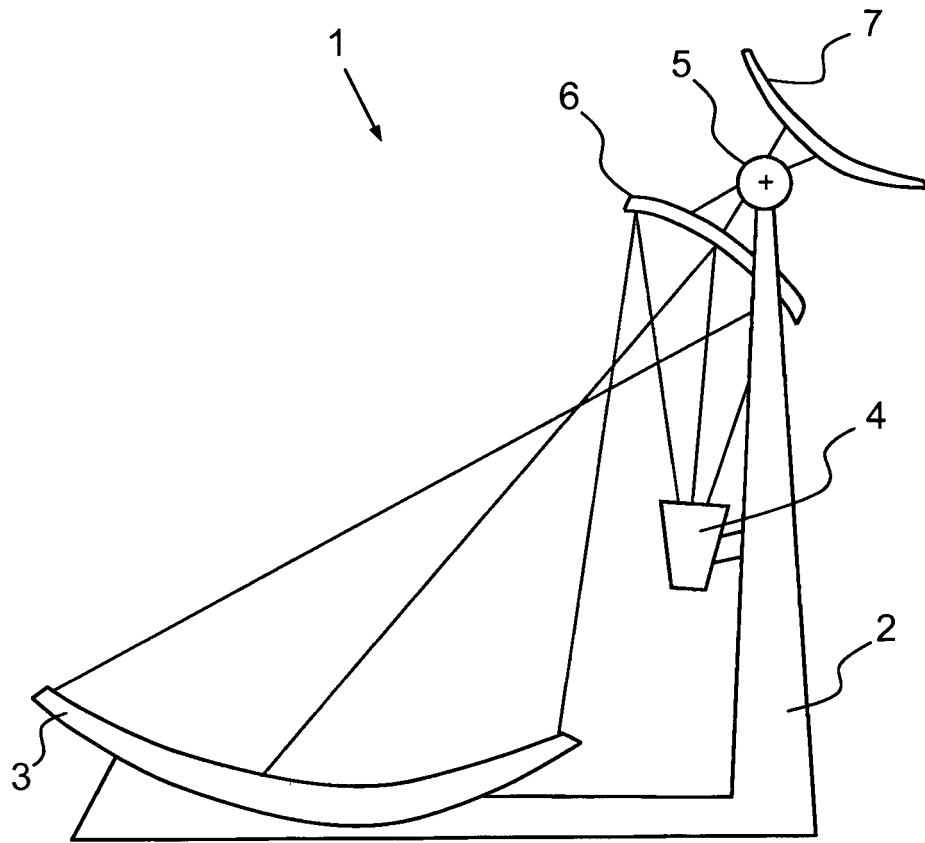


FIG.1

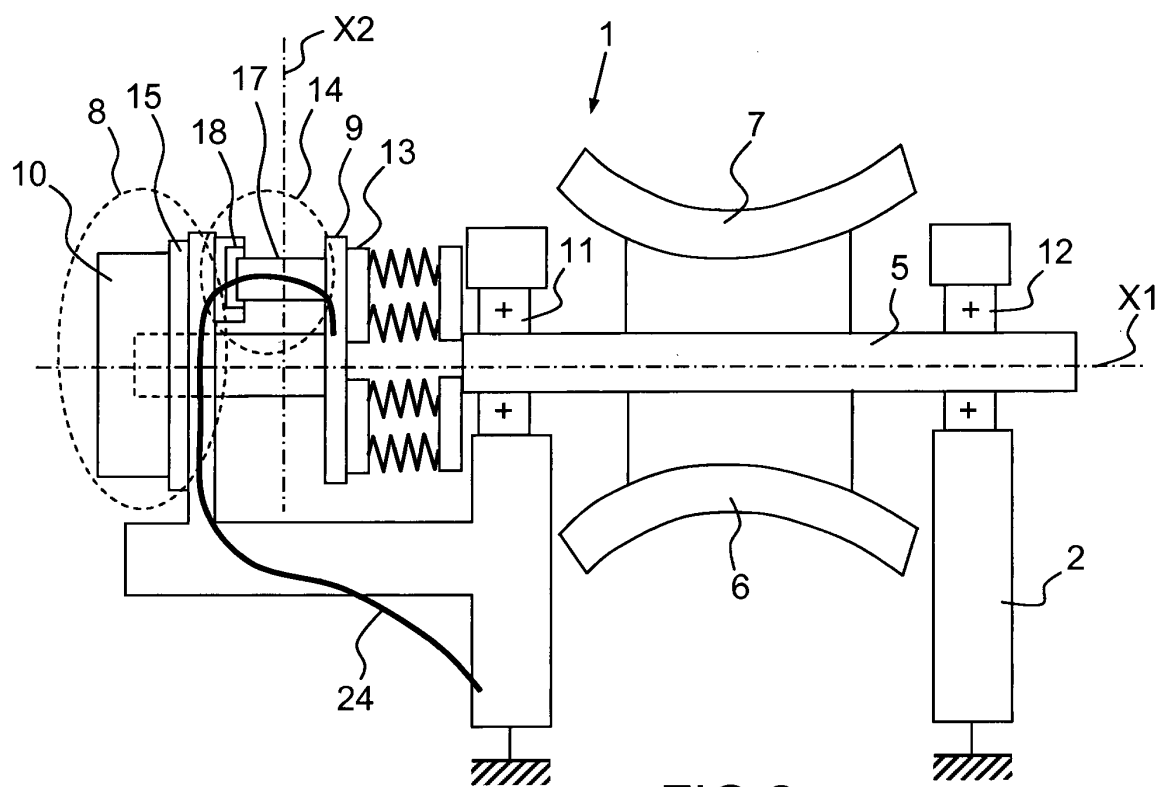


FIG. 2a

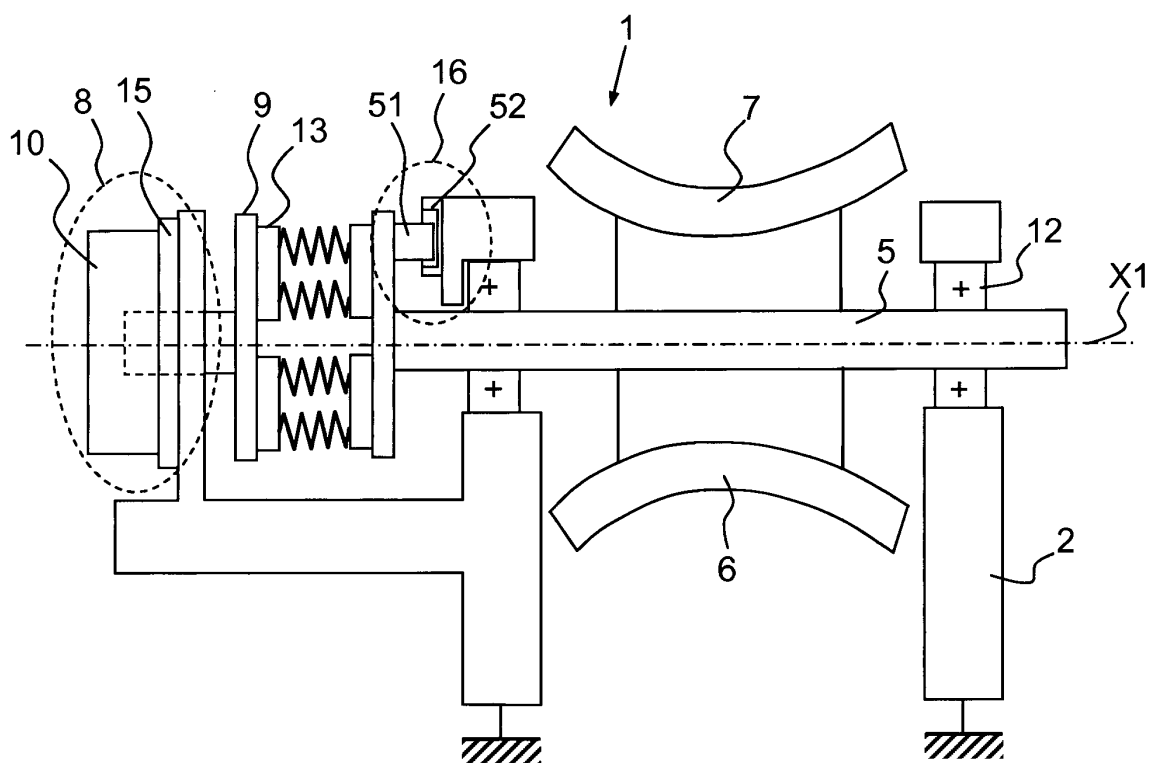
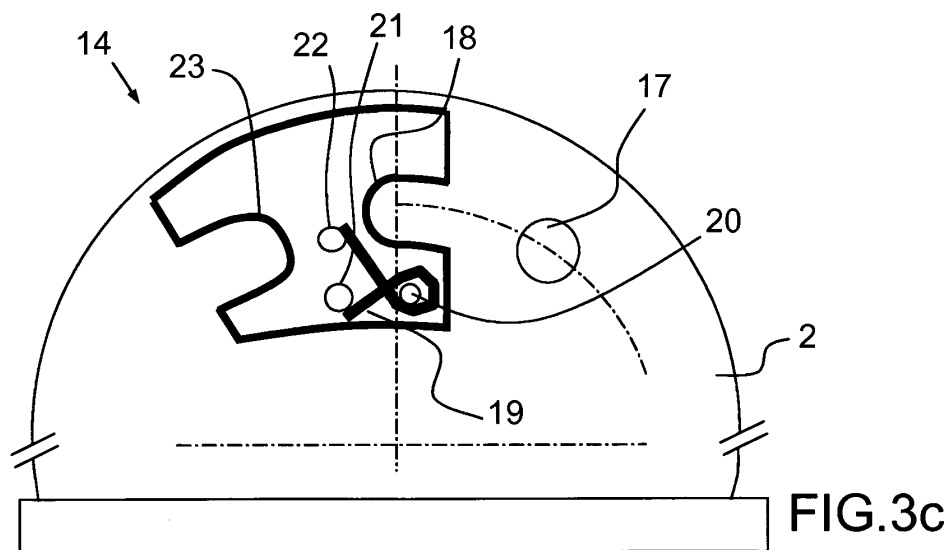
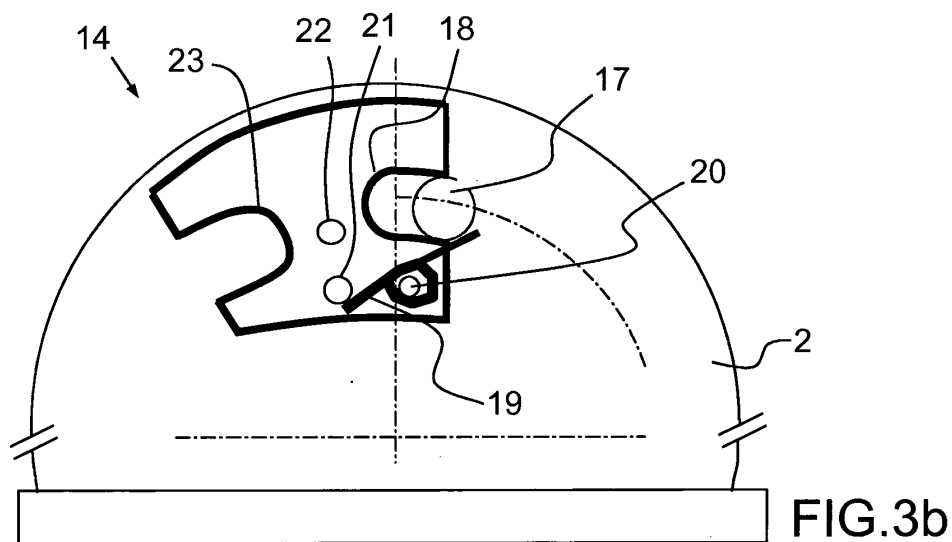
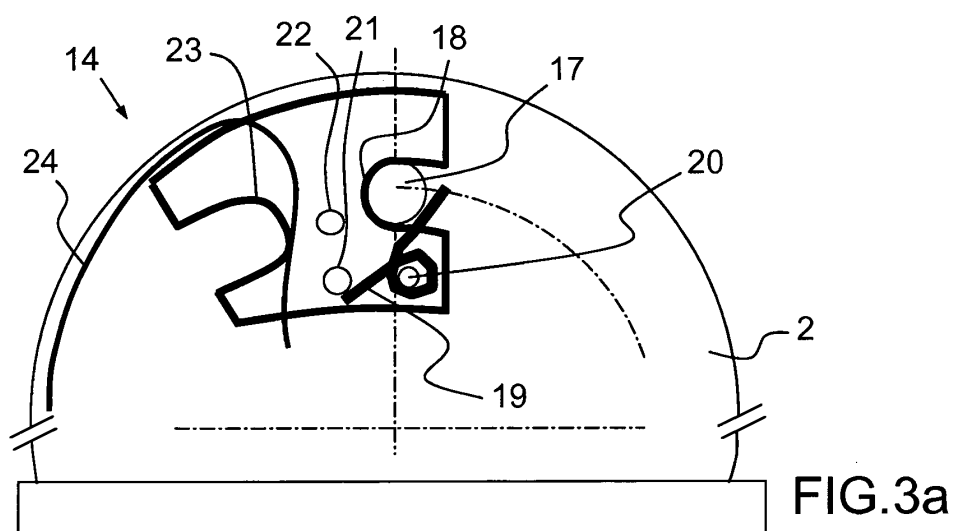


FIG. 2b



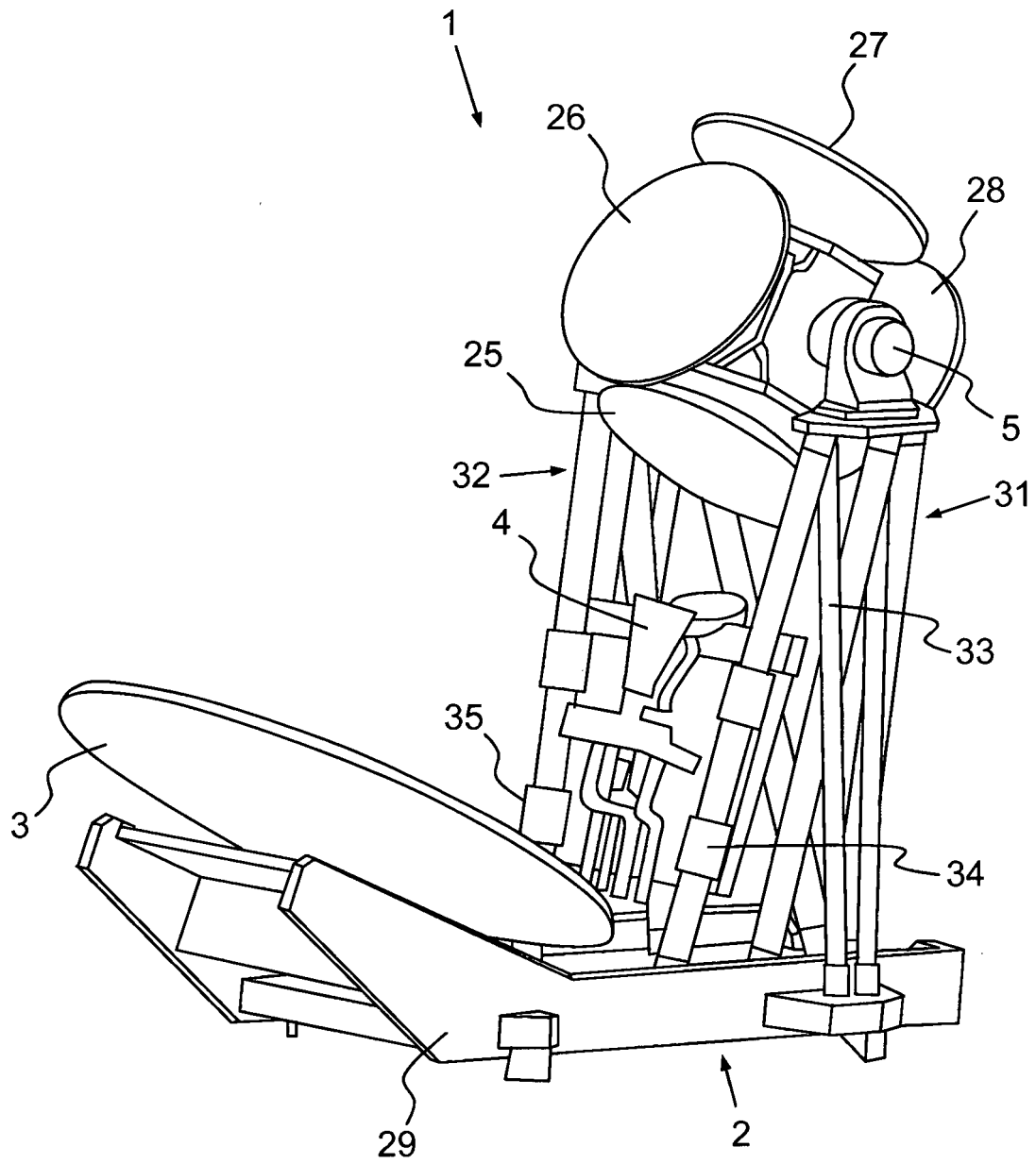


FIG.4

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 6239763 B1 [0003]