



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **92401441.8**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01Q 15/14**

(22) Date de dépôt : **26.05.92**

(30) Priorité : **19.06.91 FR 9107534**

(43) Date de publication de la demande :
23.12.92 Bulletin 92/52

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES GB GR IT LI LU MC NL PT SE

(71) Demandeur : **AEROSPATIALE Société Nationale Industrielle**
37, Boulevard de Montmorency
F-75781 Paris Cédex 16 (FR)

(72) Inventeur : **Schenck, Serge**
13, rue Ed. Vaillant
F-78500 Sartrouville (FR)
Inventeur : **Lach, Olivier**
3, Parc Bugatti
F-78130 Les Mureaux (FR)

(74) Mandataire : **Santarelli, Marc et al**
Cabinet Rinuy et Santarelli 14, avenue de la Grande Armée
F-75017 Paris (FR)

(54) **Réflecteur d'antenne reconfigurable en service.**

(57) Un réflecteur d'antenne reconfigurable en service, comportant une structure rigide de support (2), une surface réfléchissante déformable (1) ayant des propriétés de réflectivité radio-électrique, et des actionneurs (3) agissant sur cette surface réfléchissante déformable pour la déformer, caractérisé en ce que cette surface réfléchissante est classiquement déformable avec une raideur en flexion, et en ce que les actionneurs agissent, en des points de contrôle (P) de cette surface réfléchissante déformable, transversalement à celle-ci.

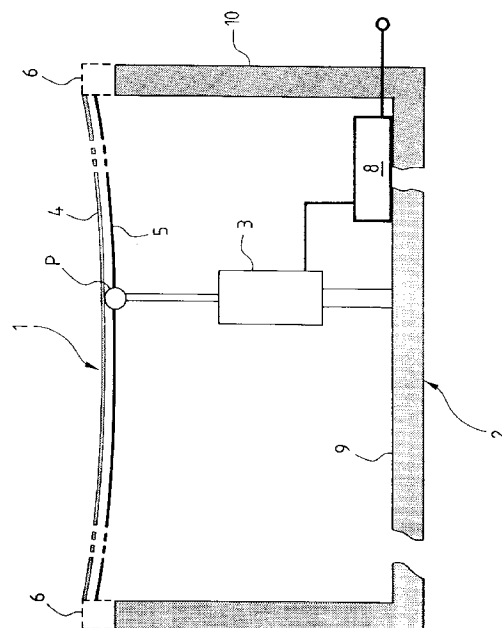


Fig. 4

L'invention concerne un réflecteur d'antenne à géométrie variable destiné à permettre de couvrir (par émission et/ou réception), à partir d'un véhicule spatial tel que satellite, une zone de sol ayant un contour non circulaire, par exemple entourant un pays ou un groupe de pays (voir la figure 1), que l'on veut pouvoir modifier au cours de la vie opérationnelle du véhicule spatial. On parle en pratique de réflecteur d'antenne à faisceau à contour formé reconfigurable en orbite ou, de manière plus concise, réflecteur d'antenne reconfigurable en service.

Toutefois, bien que l'invention vise en priorité une application spatiale, il est entendu qu'elle peut plus généralement s'appliquer à tout réflecteur d'antenne dont on souhaite, en service, pouvoir modifier la forme du faisceau sans changer le réflecteur (par exemple dans le domaine des télescopes de grandes dimensions quoique de grande précision).

La méthode classique d'obtention d'un faisceau à contour formé consiste à utiliser une source multiple éclairant, selon une loi d'illumination adaptée, un système de réflecteur(s) excentré(s) simple ou double. Le faisceau s'obtient en excitant les éléments de la source avec des phases et des amplitudes optimisées, à l'aide d'un réseau de formation de signal comprenant des guides d'ondes (en anglais "beam forming network").

Une autre méthode pour obtenir un diagramme de rayonnement ayant le contour voulu consiste à utiliser une source unique associée à un système de réflecteur(s) à surface formée (c'est-à-dire ayant une géométrie spécifique, par exemple non quadratique telle que celle de la figure 2). Les variations de chemin optique entre la source et différents points du réflecteur permettent de générer un diagramme de phase et d'amplitude correspondant aux caractéristiques du diagramme de rayonnement voulu.

En raison de l'allongement de la durée de vie des satellites, il devient nécessaire de pouvoir modifier la forme des faisceaux, en orbite, afin de compenser des variations de position orbitale ou de répondre à de nouvelles contraintes de service. De tels systèmes d'antenne reconfigurables s'obtiennent classiquement en intégrant au réseau de formation des diviseurs de puissances et des déphaseurs à caractéristiques variables. Cela rend la source multiple très complexe et entraîne de ce fait des pertes d'énergie radio-électrique, des risques de produits d'intermodulation passive dans le cas d'une antenne d'émission, une régulation thermique contraignante pour la plateforme du satellite et une masse pénalisante.

Une solution alternative pour reconfigurer en orbite une antenne à réflecteur consiste à employer un système d'un ou plusieurs réflecteurs dont on rend les surfaces réfléchissantes déformables afin de pouvoir modifier le diagramme de rayonnement.

La faisabilité de cette approche a déjà été étudiée par CLARRICOATS et al. (voir notamment : "A recon-

figurable mesh reflector antenna" de P.J.B. CLARRICOATS, Z. HAI, R.C. BROWN, G.T. POULTON & G. CRONE paru dans ICAP Conference, April 1989, ou "The design and testing of reconfigurable reflector antennas" de P.J.B. CLARRICOATS, R.C. BROWN, G.E. CRONE, Z. HAI, G.T. POULTON & P.J. WILSON paru dans ESA Workshop for antenna technology, November 1989). Néanmoins le concept proposé utilise une surface réfléchissante formée d'un tricot en molybdène doré et mise au profil point par point par un réseau de caténares tendus par un système de poulies commandées par des moteurs pas à pas.

D'un point de vue mécanique et géométrique, cette surface déformable se comporte comme une membrane de sorte que la surface réfléchissante possède de nombreuses singularités (voir par exemple la figure 3). Par suite, la mise au profil précise du réflecteur malgré ces singularités nécessite un nombre de points de contrôle élevé.

L'invention a pour objet de pallier les inconvénients précités en minimisant la présence d'artefacts, tels que les singularités précitées, à la surface d'un réflecteur d'antenne reconfigurable en service.

La solution proposée pour obtenir une surface régulière consiste à utiliser une peau réfléchissante et élastiquement déformable ayant une raideur en flexion, tout en étant suffisamment souple à l'endroit de ses interfaces avec la structure porteuse ou les actionneurs de manière à limiter les efforts et les énergies de déformation.

Plus précisément, l'invention propose un réflecteur d'antenne reconfigurable en service, comportant une structure rigide de support, une surface réfléchissante déformable ayant des propriétés de réflectivité radio-électrique, et des actionneurs agissant sur cette surface réfléchissante déformable pour la déformer, caractérisé en ce que cette surface réfléchissante est élastiquement déformable avec une raideur en flexion, et en ce que les actionneurs agissent, en des points de contrôle de cette surface réfléchissante déformable, transversalement à celle-ci.

Selon des dispositions préférées, éventuellement combinées :

- cette surface réfléchissante ayant une raideur en flexion comporte une couche de plastique renforcée par des fibres,
- ces fibres sont électriquement conductrices,
- cette surface réfléchissante est en un matériau composite à base de fibres de carbone de fibres aramides ou de fibres de verre, imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique,
- ces fibres sont électriquement non conductrices et cette couche de plastique est recouverte d'un film métallique,
- le film métallique est déposé sous vide,
- le film métallique est collé,
- la surface réfléchissante déformable comporte

une couche réfléchissante souple en flexion portée par une couche porteuse déformable élastiquement ayant une raideur en flexion,

- la couche réfléchissante est fixée à la couche porteuse par des points de couture,

- la couche réfléchissante est fixée à la couche porteuse par collage,

- la couche porteuse est une grille formée de fils élastiques ayant une raideur en flexion,

- la grille est formée de fils métalliques,

- la grille est formée de fils en fibres enrobées d'une matière thermodurcissable ou thermoplastique,

- la grille est formée de bandes en fibres enrobées de résine thermoplastique ou thermodurcissable,

- la grille est formée de bandes métalliques,

- les fibres sont des fibres aramides, des fibres de verre ou des fibres de carbone,

- la taille de maille de la grille est comprise entre 10 et 1000 mm, de préférence entre 30 mm et 300 mm,

- en sa périphérie, cette grille est raccordée à une bordure de la structure rigide de support qui matérialise le contour de la surface réfléchissante,

- les fils ayant une raideur en flexion sont raccordés à cette bordure avec au moins un débatement parallèle à eux-mêmes,

- la couche réfléchissante souple en flexion est un film plastique souple métallisé,

- la couche réfléchissante souple en flexion est un tricot de fil métallique,

- la couche réfléchissante souple est un tissu de fibres ou de fils électriquement conducteurs,

- les actionneurs sont des actionneurs linéaires piezo-électriques,

- les actionneurs comportent des moteurs rotatifs, une vis et un écrou coopérant avec cette vis,

- les actionneurs sont raccordés à la structure rigide de support par des liaisons à cardan, ou des liaisons rigides,

- les actionneurs sont raccordés à la surface réfléchissante par des liaisons pivotantes à deux degrés de liberté en rotation autour de deux axes sensiblement parallèles à la surface réfléchissante déformable,

- la surface réfléchissante comporte une couche réfléchissante souple en flexion portée par une couche porteuse ayant une raideur en flexion et formée de fils élastiques en flexion se croisant en sorte que cette couche porteuse est une grille en flexion et en ce que les actionneurs agissent sur cette surface réfléchissante déformable en des points de contrôle faisant partie de cette couche porteuse et situés en des croisements desdits fils,

- à chaque croisement de fil peut être associé un actionneur,

- certains au moins des actionneurs comportent des anneaux dans lesquels deux fils de la grille se croisent en coulissant librement.

Des objets, caractéristiques et avantages de l'invention ressortent de la description qui suit, donnée à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue partielle du globe terrestre, centrée sur l'Europe et sur laquelle sont reportées des courbes d'isopuissance associées à une antenne de rayonnement ayant un faisceau formé,

- la figure 2 est une représentation graphique de l'écart de la surface formée d'un réflecteur d'antenne typique à configuration figée, avec un paraboloïde de référence,

- la figure 3 est une représentation graphique de l'écart de la surface formée réelle d'un réflecteur d'antenne connu typique à géométrie reconfigurable, avec le même paraboloïde de référence,

- la figure 4 est un schéma de principe d'un réflecteur d'antenne reconfigurable en service, conforme à l'invention,

- la figure 5 est une vue schématique en perspective d'un réflecteur de contour circulaire et à neuf points de contrôle,

- la figure 6 est une vue schématique en perspective de la structure porteuse de la figure 4, prise isolément,

- la figure 7 est une vue de détail d'une maille de cette structure porteuse et de la portion de surface souple qu'elle supporte,

- la figure 8 est une vue en coupe partielle d'un actionneur,

- la figure 9 est une vue schématique de la liaison de cet actionneur au croisement de deux fils de la structure porteuse,

- la figure 10 est une vue similaire, avec un actionneur simplifié et des fils mobiles les uns par rapport aux autres, et

- la figure 11 est une représentation graphique de l'écart de la surface formée réelle d'un réflecteur conforme à l'invention avec un paraboloïde de référence.

La figure 1 est un exemple de couverture, par une antenne à faisceau formé, d'une zone géographique du globe terrestre (noté T), centrée sur l'Europe et s'étendant au Nord jusqu'en Scandinavie, à l'Est jusqu'aux frontières de l'U.R.S.S., au Sud jusqu'à l'Afrique du Nord et à l'Ouest jusque dans l'Océan Atlantique en incluant les îles des Açores. Diverses courbes d'isopuissance de rayonnement sont reportées, s'échelonnant entre 21,5 dBi et 30,5 dBi.

De tels diagrammes de rayonnement sont classiquement obtenus à l'aide de réflecteurs ayant une surface gauche dont la figure 2 donne l'écart parallèlement à Z à un paraboloïde de référence, dans un exemple simple, dans un repère (X, Y, Z) où Z est au

moins approximativement orienté selon la direction d'émission (ou de réception).

Malheureusement, dans le cas d'un réflecteur reconfigurable en service, la surface réelle obtenue en suivant les enseignements de CLARRICOATS et al. présente de multiples singularités, repérées S à la figure 3, comparables aux piqûres d'une couverture piquée, et qui induisent des hétérogénéités dans la couverture du sol par l'antenne.

Pour éviter ce type d'artefacts, un réflecteur d'antenne conforme à l'invention, tel que schématisé à la figure 4, se compose des sous-ensembles suivants :

- une surface réfléchissante déformable ou peau repérée 1 dans son ensemble, assurant la réflexion des ondes radioélectriques et dotée d'une raideur de flexion,
- une structure rigide de support, repérée 2 dans son ensemble, de type sandwich ou treillis, métallique ou réalisée en matériaux composites, sur laquelle (ici sur sa bordure) la peau 1 est fixée par sa périphérie, et
- des actionneurs, repérés 3, fixés sur cette structure et attelés à la surface déformable en des points de contrôle P et destinés à mettre cette surface déformable au profil voulu en prenant appui sur la structure rigide.

L'invention couvre en fait deux cas, selon que le réflecteur comporte :

- soit une peau monocouche qui possède à la fois les caractéristiques radio-électriques nécessaires à la réflexion radio-électrique et également la propriété d'élasticité et de raideur en flexion,
- soit une peau en deux couches, et c'est le cas général représenté à la figure 4, avec une surface réfléchissante 4 sans rigidité de flexion supportée par une structure légère 5 ayant une raideur élastique en flexion ; les propriétés mécaniques et radio-électriques de la peau sont ainsi découplées puisées assurées par deux composants différents.

Dans le premier cas, la peau mince réfléchissante ayant une raideur en flexion est typiquement composée par exemple de :

- plastique renforcé par des fibres électriquement conductrices (carbone, métal, ...), par exemple une mince peau d'épaisseur comprise entre 25 μ m et 1 mm en matériaux composites à base de fibres de carbone imprégnées de résine thermodurcissable ou thermoplastique,
- plastique renforcé par des fibres électriquement non conductrices (aramide, verre, ...), d'épaisseur comprise entre 25 μ m et 1 mm et recouvert par un film métallique (cuivre, aluminium, argent, or, ...) déposé sous vide ou collé, et d'épaisseur typiquement comprise entre 500 $\text{\AA}$ et 50 μ m.

Dans le second cas, la surface réfléchissante à faible rigidité de flexion est par exemple constituée de :

- un film plastique souple métallisé (feuille thermoplastique, par exemple vendue sous la dénomination commerciale "KAPTON", et aluminisée),

- un tricot de fil électriquement conducteur tel que (métallique molybdène doré de 25 μ m de diamètre, ...) par exemple similaire à celui utilisé pour les réflecteurs déployables en orbite, ou

- un tissu de fibres ou de fils électriquement conducteurs (métallique ou en carbone) pouvant éventuellement être enrobés d'une gaine protectrice isolante.

Cette surface réfléchissante 4, d'épaisseur typiquement comprise entre 25 μ m et 1 mm, est tendue sur la structure porteuse légère 5 qui consiste typiquement en une grille à mailles triangulaires ou rectangulaires de fils possédant une raideur en flexion (fils métalliques ou fibres de verre, de kevlar, de carbone enrobées d'une matrice thermodurcissable ou thermoplastique), et de taille de mailles typiquement comprise entre 30 et 300 mm (plus généralement entre 10 et 1000 mm). Cette surface réfléchissante peut elle-même être un tricot de taille de mailles typiquement comprise entre 0,2 et 6 mm.

Les figures 5 à 7 représentent un exemple de réalisation d'un réflecteur conforme au schéma de principe de la figure 4. Les éléments similaires à ceux de la figure 4 y sont affectés des mêmes chiffres de référence.

La structure rigide 2 est représentée à la figure 5 de manière aussi schématisée qu'à la figure 4, avec un fond 9 permettant l'implantation et le support des actionneurs et une paroi latérale cylindrique 10 sur la tranche ou bordure 13 de laquelle est fixée, à distance de ce fond, la périphérie de la peau 1, repérée 6 à la figure 4.

Plus précisément, la structure porteuse légère 5, telle que schématisée à la figure 6, elle est formée de deux nappes de fils ou de bandes, croisés 11 et 12 raccordés près de leurs extrémités à ladite tranche libre 13 de la paroi cylindrique 10 matérialisant la périphérie 6 de la peau 1 (voir la figure 5). Cette liaison est effectuée par tout moyen approprié, par exemple par des trous aménagés dans cette paroi cylindrique 10 et recevant directement les extrémités de la structure porteuse légère (c'est-à-dire en pratique les extrémités recourbées des fils qui constituent cette structure).

À la figure 5, les raccordements entre les extrémités libres des fils et la bordure 13 sont entourés par des cercles 14 ou des ellipses 15 auprès desquels figurent des flèches (une flèche pour les cercles et deux flèches croisées pour les ellipses) : cela schématise l'existence avantageuse d'un débatement de ces raccordements le long de ces fils (cercles et ellipses) voire le long de la bordure 13 (ellipses). Ces cercles ou ellipses ont par exemple la forme des trous précités. En pratique un débatement seulement le

long des fils (cercles) suffit pour le (ou les) fil(s) situé(s) au centre de chaque nappe de fils 11 ou 12. Cela sera commenté ci-dessous.

La surface réfléchissante souple 4 qui recouvre la surface porteuse légère 5 est elle-même fixée à sa périphérie sur la tranche 13 de la paroi cylindrique en sorte d'être maintenue en tension. Cette fixation est effectuée par tout moyen approprié, par exemple par couture, collage ou par des attaches du type "VEL-CRO". Une partie seulement en est représentée aux figures 5 et 7. Elle est fixée aux fils ou aux bandes 11, 12 et 13 par tout moyen connu approprié, par exemple par collage ou par couture avec du fil de KEVLAR. Des exemples de ces points de couture le long des fils sont repérés en 16 aux figures 5 et 7. Comme on l'a vu ci-dessus la représentation de cette peau par un treillis n'est proposée qu'à titre d'exemple.

Les points de contrôle P sont en pratique choisis en certains au moins des croisements de fils 11 et 12. A la figure 6, ces points de contrôle sont prévus tous les deux fils, avec des fils intermédiaires entre les fils reliant ces points de contrôle. Ces fils intermédiaires ont été omis à la figure 5 par souci de lisibilité. On peut bien sûr, en variante, considérer chaque croisement de fil comme un point de contrôle.

Aux figures 5 et 6 neuf points de contrôle sont prévus : ce nombre est bien sûr quelconque, choisi d'autant plus élevé que l'on souhaite une grande précision dans la géométrie imposée à la peau 1.

De manière typique, on choisit selon l'invention entre 4 et 100 points de contrôle par mètre carré.

En pratique, on choisit au centre de la peau 1 un point de contrôle particulier, ici repéré P_0 , qui constitue un point de référence pour l'ensemble de la peau. Ce point P_0 est en pratique situé au croisement des fils centraux dont les liaisons avec la bordure 13 sont entourées de cercles 14.

La mise au profil de la surface réfléchissante s'effectue par une commande synchronisée ou séquentielle des actionneurs motorisés qui agissent sur des points de contrôle.

Il y a un actionneur par point de contrôle. Les actionneurs sont de préférence de type vérins :

- actionneurs linéaires piézo-électriques,
- moteurs électriques rotatifs pas à pas couplés à des systèmes vis/écrous.

Ces actionneurs peuvent pousser et tirer la surface réfléchissante, dans une direction voisine de sa perpendiculaire.

Néanmoins, pour limiter les efforts et les énergies de déformations que pourraient engendrer les variations de longueur développée au niveau de la surface entre deux points de contrôle successifs, des degrés de liberté de rotations sont avantageusement introduits par des liaisons de type cardan :

- soit entre la structure arrière et les actionneurs,
- soit entre les actionneurs et la "peau".

La figure 8 présente, en demi-coupe, un exemple

préférée de réalisation d'un actionneur 3, présentant des degrés de liberté en rotation aussi bien à sa jonction au fond 9 de la structure porteuse 2 qu'à sa jonction à un point de contrôle P.

Cet actionneur comporte une partie menante 20 liée au fond 9, et une partie menée 21 liée au point P. Cette partie menante 20 comporte un moteur 22 commandé de toute manière connue appropriée, au travers d'un circuit de commande repéré 8 à la figure 4, et une vis 23 adaptée à être commandée en rotation mais fixe axialement. La partie menée 21 comporte une portion tubulaire 24 formant écrou, libre axialement par rapport à la partie menante mais attelée en rotation.

A sa base, la partie menante est attelée par une liaison à cardan repérée 25 à une bride de fixation 26 vissée au fond 9. Deux degrés de liberté en rotation sont ainsi réalisés autour d'axes transversaux à l'actionneur.

A sa partie haute, la partie menée 21 porte un étrier pivotant 27, articulé autour d'un premier axe transversal X1. Dans cet étrier pivotant est montée pivotante, autour d'un second axe X2 perpendiculaire au premier axe, une pièce de liaison 28 assujettie au point P.

La conjonction de ces degrés de liberté en rotation autorise, par inclinaison (modérée) de l'actionneur, un débattement du point P parallèlement à la surface porteuse 4. Ce type d'actionneur est particulièrement avantageux lorsque, comme dans le cas de la figure 9, les fils 11 et 12 qui se croisent au point P sont liés entre eux, avec (ou sans) possibilité de débattement en rotation α , ou lorsque la peau est en une seule couche.

Dans la majorité des cas, l'étrier pivotant permet à lui seul d'assurer un débattement suffisant du point P. La liaison à cardan 25 située à la base de l'actionneur peut alors être avantageusement remplacée par une liaison rigide sans degré de liberté.

Dans le cas d'une peau composée d'une grille, ces degrés de liberté de rotations peuvent être remplacés par des degrés de liberté de translation pure. En effet, on peut faire glisser les fils indépendamment les uns des autres par rapport aux points de contrôle.

Au point de contrôle P_0 , dont il a été précisé qu'il constitue un point de référence, il n'est pas nécessaire d'assurer des degrés de liberté de translation ; par suite, il est inutile de prévoir pour l'actionneur lié à ce point P_0 , la liaison cardan 25 à sa base ou l'étrier pivotant 27.

Le cas est représenté à la figure 10 où l'actionneur schématisé en 3' comporte à sa partie supérieure deux anneaux repérés 30 dans leur ensemble, dans lesquels coulisent librement les fils 11 et 12 correspondants : cela permet une simplification de la structure de l'actionneur qui n'a plus besoin de présenter des degrés de liberté en rotation.

Pour les mêmes raisons, les éléments rigides de

la peau tels que les fils ou les surfaces en matériaux composites doivent pouvoir coulisser sur le contour du réflecteur.

C'est pour cette même raison qu'ont été prévues les ellipses 15 de la figure 5. En fait, les liaisons schématisées par les cercles 14 peuvent être matérialisées par des trous circulaires tandis que les liaisons à deux degrés de liberté de translation, schématisées par les ellipses 15 peuvent être matérialisées par des trous oblongs localisés dans la structure rigide de support à proximité du contour de la surface réfléchissante.

A titre illustratif :

- la peau réfléchissante est un tricot réalisé en fils de molybdène doré d'épaisseur 25 μm ,
- la structure porteuse sous-jacente est une grille en fibres de verre à matrice epoxy à mailles rectangulaires de 160 mm x 175 mm, avec un diamètre de fil de 3 mm,
- l'aire de la peau est de 1,6 m²,
- il y a 45 points de contrôle,
- les actionneurs ont une course maximale de 15 mm.

La figure 11 montre un exemple de géométrie de surface ainsi obtenu. On peut observer des dépressions à l'endroit des points de contrôle P, mais que celles-ci sont bien moins marquées que dans l'état de la technique dont la figure 3 est un exemple représentatif.

Il doit être entendu ici que l'invention ne concerne pas la détermination théorique de la géométrie à donner à un (ou plusieurs) réflecteur(s) pour obtenir un faisceau ayant le contour voulu, mais la structure à donner à ce réflecteur pour pouvoir matérialiser cette géométrie de consigne.

Il va de soi que la description qui précède n'a été proposée qu'à titre d'exemple non limitatif et que de nombreuses variantes peuvent être proposées par l'homme de l'art sans sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Réflecteur d'antenne reconfigurable en service, comportant une structure rigide de support (2), une surface réfléchissante déformable (1) ayant des propriétés de réflectivité radio-électrique, et des actionneurs (3) agissant sur cette surface réfléchissante déformable pour la déformer, caractérisé en ce que cette surface réfléchissante est élastiquement déformable avec une raideur en flexion, et en ce que les actionneurs agissent, en des points de contrôle (P) de cette surface réfléchissante déformable, transversalement à celle-ci.
2. Réflecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que cette surface réfléchissante (1) ayant

une raideur en flexion comporte une couche de plastique renforcée par des fibres.

3. Réflecteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que ces fibres sont électriquement conductrices.
4. Réflecteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que cette surface réfléchissante est en un matériau composite à base de fibres de carbone imprégnées d'une résine thermodurcissable.
5. Réflecteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que ces fibres sont électriquement non conductrices et cette couche de plastique est recouverte d'un film métallique.
6. Réflecteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le film métallique est déposé sous vide.
7. Réflecteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le film métallique est collé.
8. Réflecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface réfléchissante déformable (1) comporte une couche réfléchissante (4) souple en flexion portée par une couche porteuse (5) élastiquement déformable ayant une raideur en flexion.
9. Réflecteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que la couche réfléchissante (4) est fixée à la couche porteuse (5) par des points de couture (16) ou par collage.
10. Réflecteur selon la revendication 8 ou la revendication 9, caractérisé en ce que la couche porteuse est une grille formée de fils (11, 12) ayant une raideur en flexion.
11. Réflecteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que la grille est formée de fils ou de bandes métalliques.
12. Réflecteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que la grille est formée de fils ou de bandes en fibres enrobées d'une matière thermodurcissable ou thermoplastique.
13. Réflecteur selon la revendication 12, caractérisé en ce que les fibres sont des fibres de verre, des fibres aramides ou des fibres de carbone.
14. Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que la taille de maille de la grille est comprise entre 10 mm et 1 m.

- 15.** Réflecteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que cette grille est à sa périphérie, fixée à la structure rigide de support, et à laquelle les fils ou bandes ayant une raideur en flexion sont raccordés (14, 15) avec au moins un débattement parallèle à eux-mêmes. 5
- 16.** Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que la couche réfléchissante souple en flexion est un film plastique souple métallisé. 10
- 17.** Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que la couche réfléchissante souple en flexion est un tricot de fil électriquement conducteur. 15
- 18.** Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que la couche réfléchissante souple est un tissu de fibres ou de fils électriquement conducteurs. 20
- 19.** Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que les actionneurs (3) sont des actionneurs linéaires piezo-électriques. 25
- 20.** Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que les actionneurs (3) comportent des moteurs rotatifs (22), une vis (23) et un écrou (24) coopérant avec cette vis. 30
- 21.** Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que les actionneurs sont raccordés à la structure rigide de support par des liaisons à cardan (25). 35
- 22.** Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que les actionneurs (3) sont raccordés à la surface réfléchissante par des liaisons pivotantes (27, 28) à deux degrés de liberté en rotation autour de deux axes (X1, X2) sensiblement parallèles à la surface réfléchissante déformable. 40 45
- 23.** Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que la surface réfléchissante (1) comporte une couche réfléchissante (4) souple en flexion portée par une couche porteuse (3) ayant une raideur en flexion formée de fils (11, 12) rigides, en ce que cette couche porteuse (5) est une grille et en ce que les actionneurs (3) agissent sur cette surface réfléchissante déformable en des points de contrôle (P) faisant partie de cette couche porteuse et situés en des croisements desdits fils. 50 55
- 24.** Réflecteur selon la revendication 23, caractérisé en ce que à chaque croisement de fil ou de bande est associé un actionneur.
- 25.** Réflecteur selon l'une des revendications 23 ou 24, caractérisé en ce que certains (3') au moins des actionneurs comportent des anneaux (40) dans lesquels deux fils de la grille se croisent en coulissant librement.

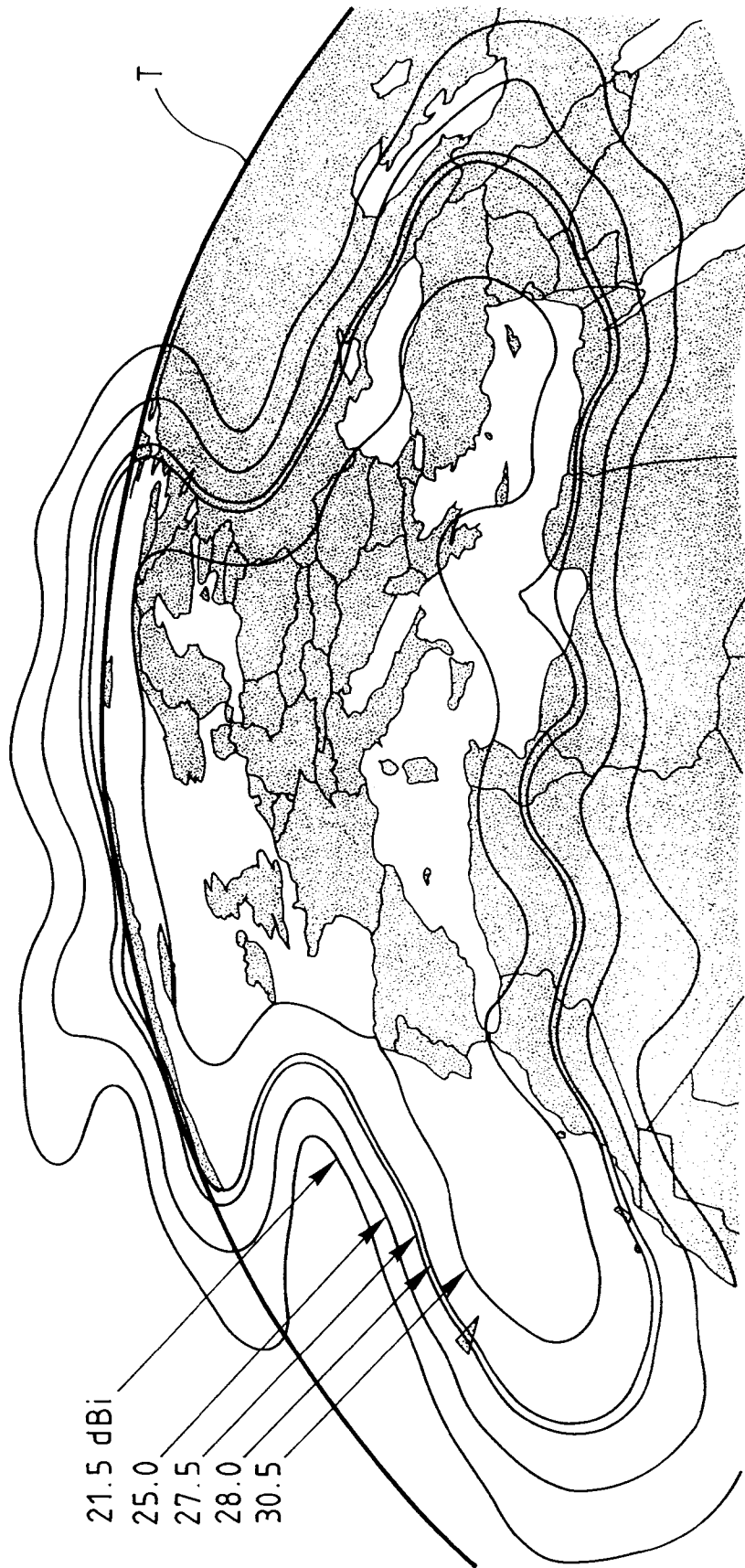


Fig.1

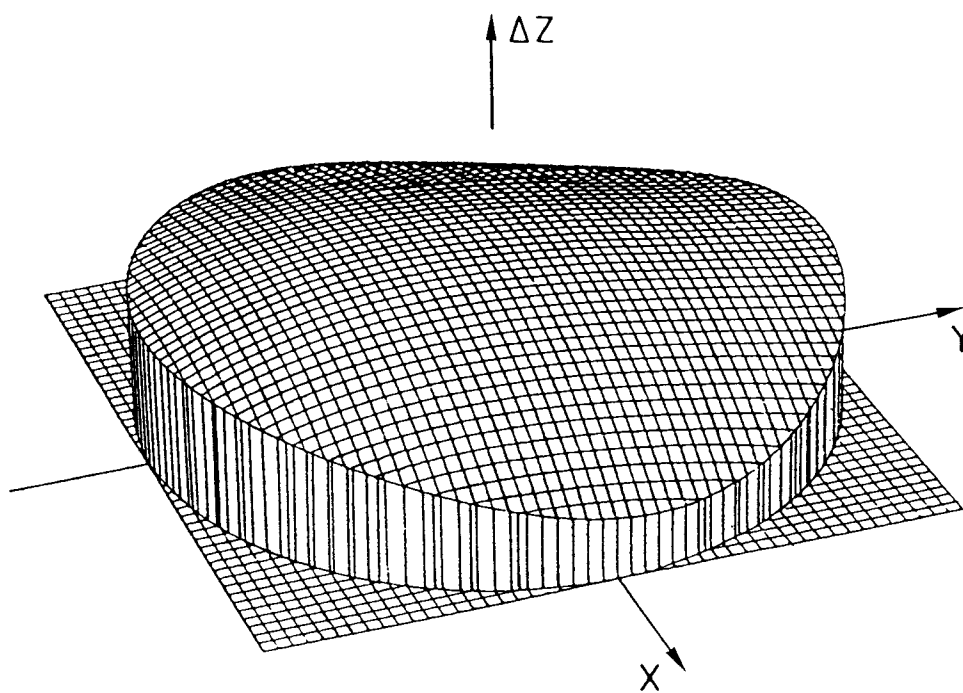


Fig.2

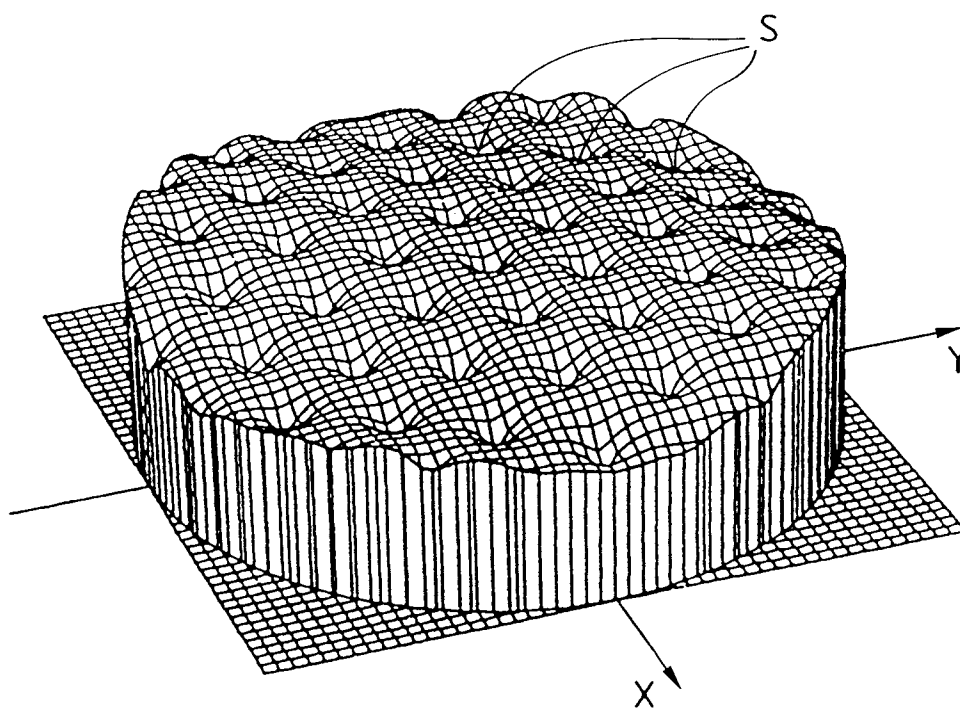


Fig.3

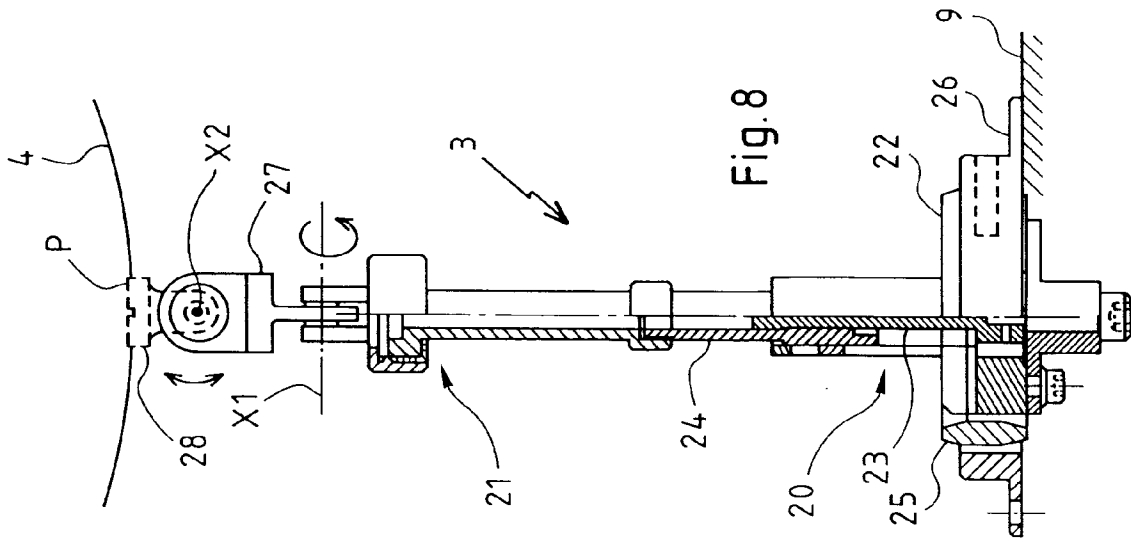


Fig. 8

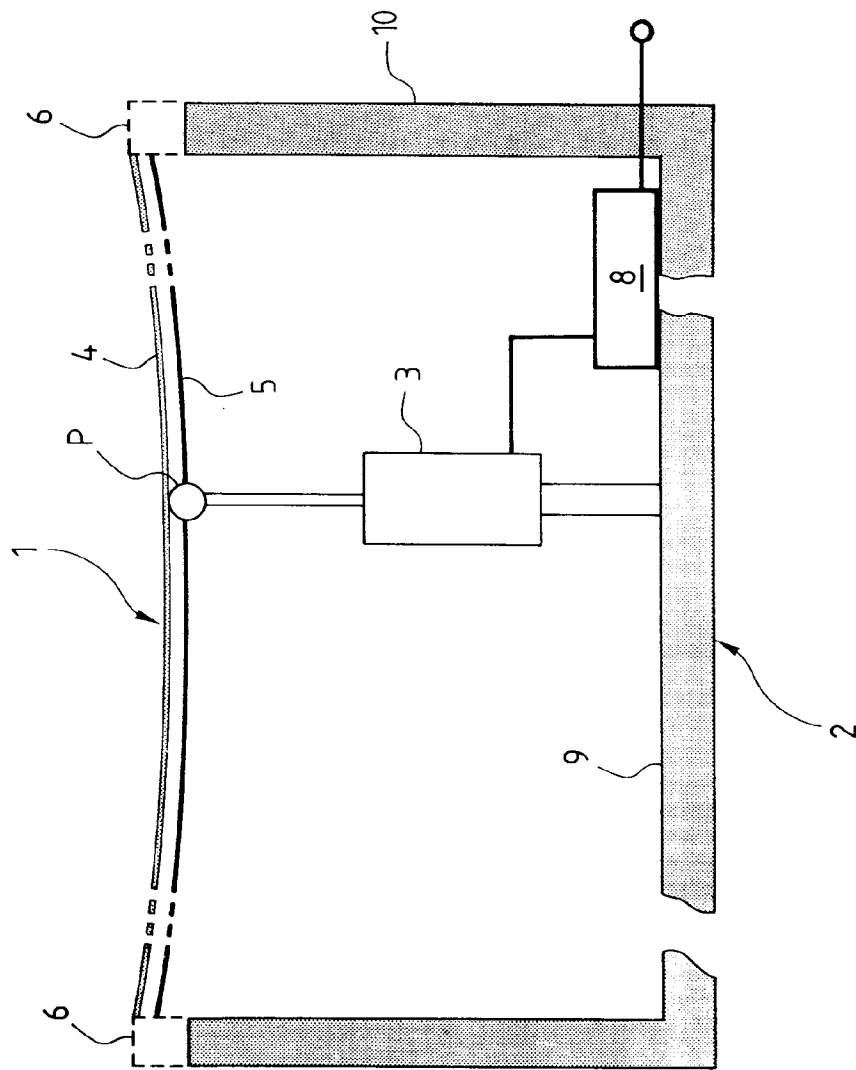


Fig. 4

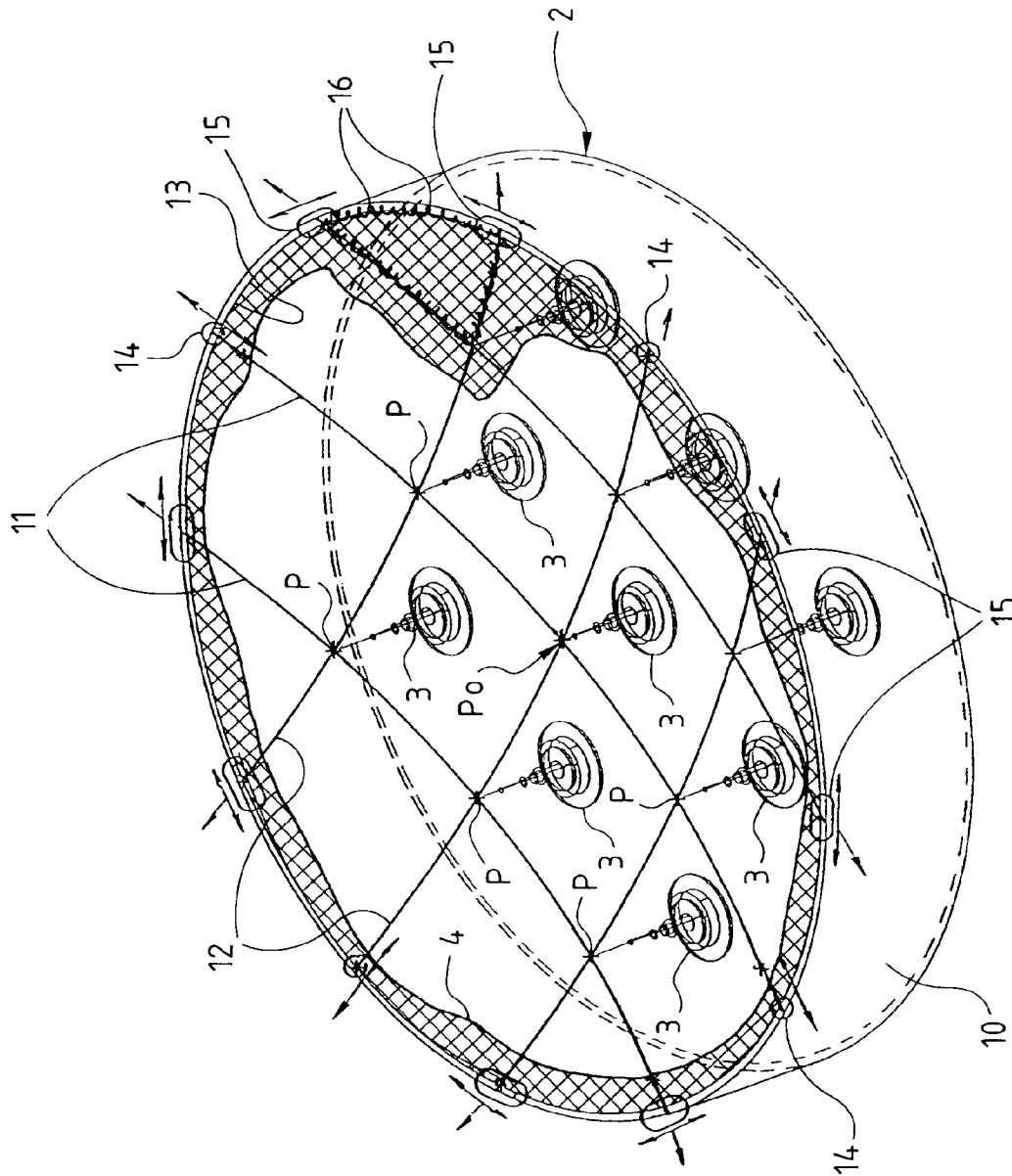


Fig. 5

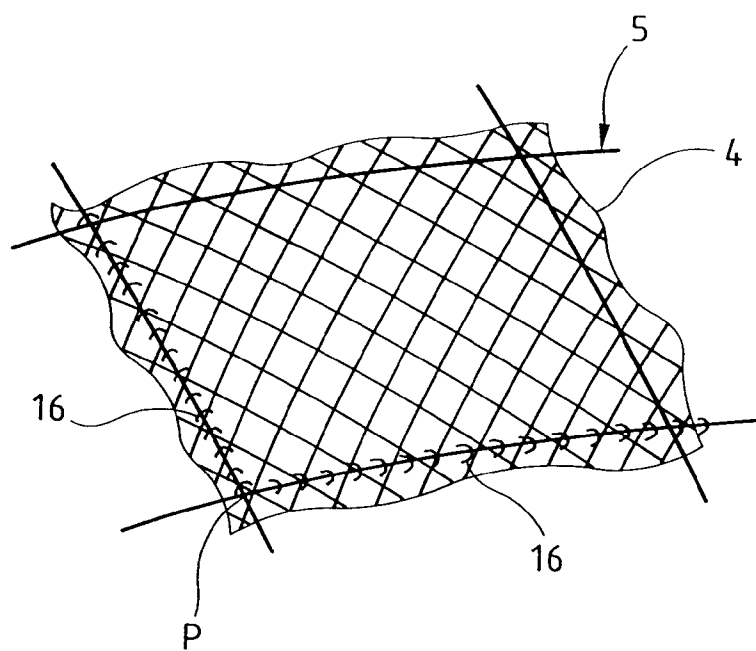


Fig.7

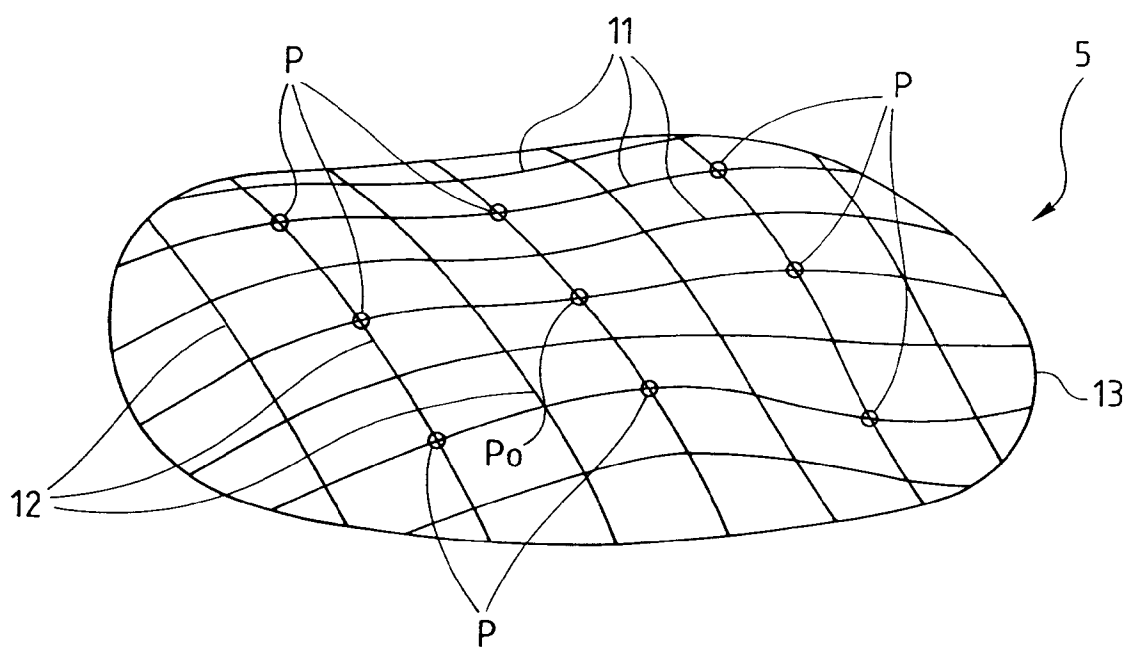


Fig.6

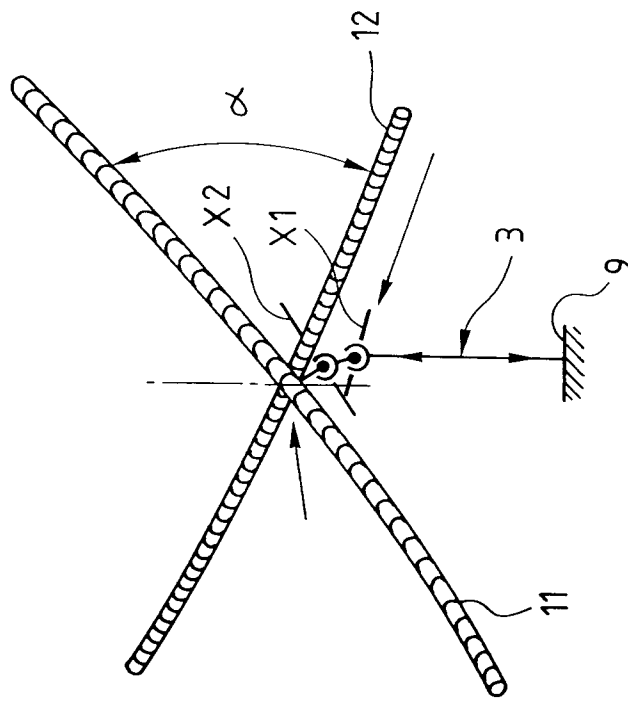


Fig.9

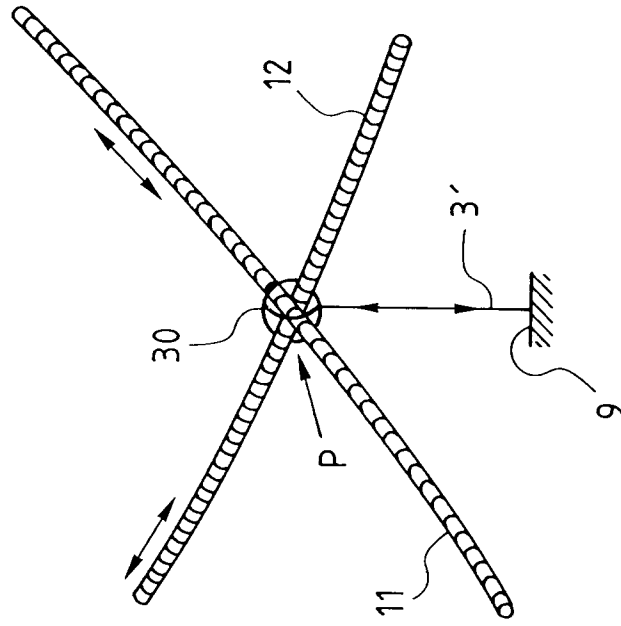


Fig.10

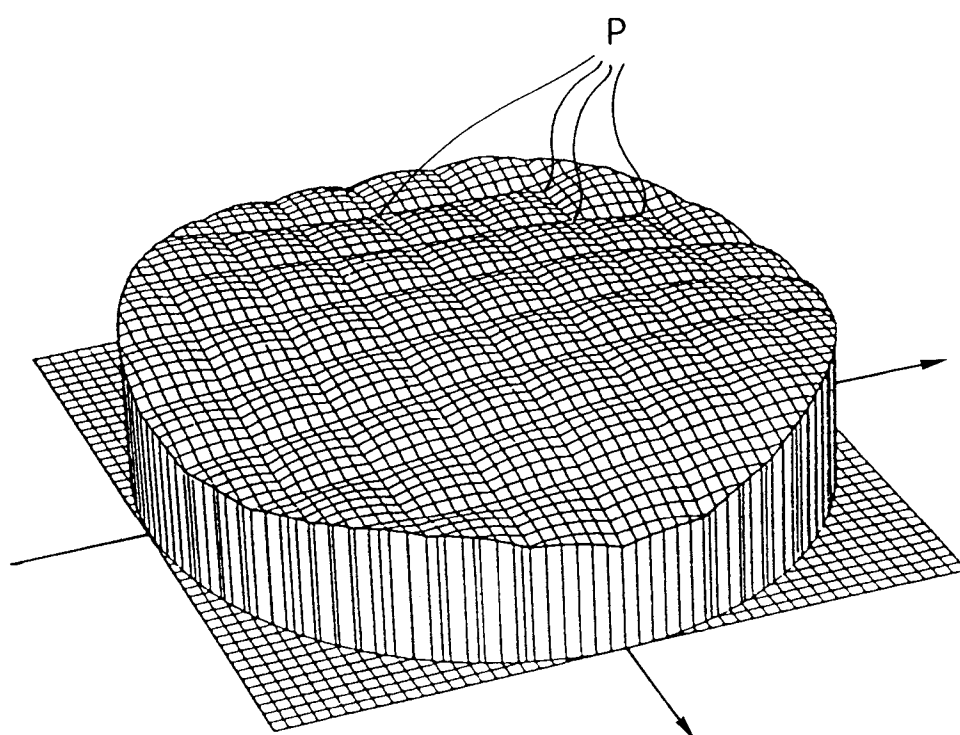


Fig.11



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 1441

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	18TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE 88 Septembre 1988, STOCKHOLM, SWEDEN pages 482 - 487; CLARRICOATS ET AL.: 'A RECONFIGURABLE SATELLITE REFLECTOR ANTENNA' * le document en entier *	1-25	H01Q15/14
A	ELECTRONICS LETTERS, vol. 27, no. 1, 3 Janvier 1991, STEVENAGE, GB pages 64 - 65; HAI ET AL.: 'EXPERIMENTAL VERIFICATION OF AN ELECTRONICALLY CONTROLLED RECONFIGURABLE REFLECTOR ANTENNA' * le document en entier *	1	
A	MICROWAVE ENGINEERING EUROPE Juin 1991, page 15; 'Mesh antennas pulled into shape' * le document en entier *	1	
A	EP-A-0 290 124 (TRW) * abrégé; figures 3-7 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	WO-A-8 901 708 (HUGHES AIRCRAFT) * abrégé; figures 3-7 *	1	H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 08 SEPTEMBRE 1992	Examineur ANGRAEIT F. F. K.
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 1500 (3.82) (P0402)