

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 89403561.7

51 Int. Cl.⁵: H01Q 15/14, H01Q 15/00

22 Date de dépôt: 19.12.89

30 Priorité: 21.12.88 FR 8816916

43 Date de publication de la demande:
27.06.90 Bulletin 90/26

84 Etats contractants désignés:
DE ES GB IT SE

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

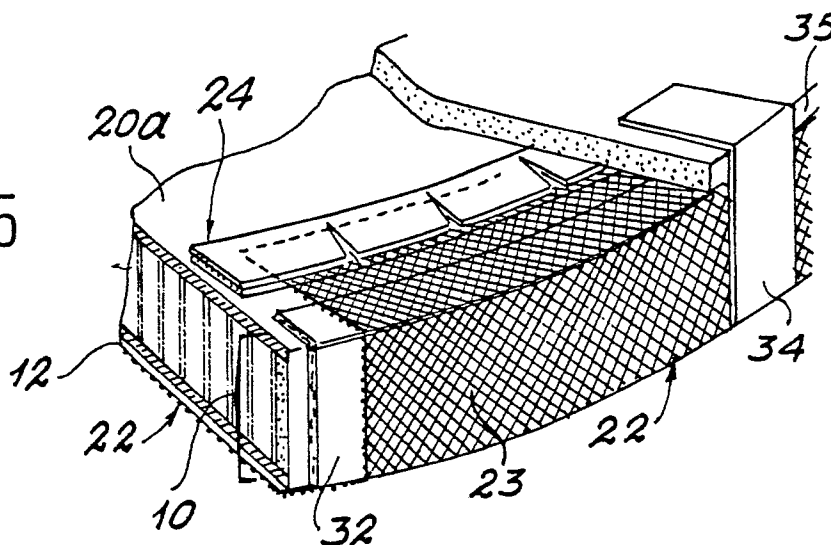
72 Inventeur: **Rigollet, Jean-Paul**
14, rue Mayet
F-75006 Paris(FR)

74 Mandataire: **Mongrédien, André et al**
c/o SOCIETE DE PROTECTION DES
INVENTIONS 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

54 **Réflecteur d'ondes électromagnétiques pour antenne et son procédé de fabrication.**

57 Le réflecteur d'ondes comporte un support rigide courbe (10) pourvu d'une face avant convexe recouverte d'une peinture (12) d'isolant thermique, un tricot (22) métallique apte à réfléchir les ondes électromagnétiques et recouvrant la peinture (12), des moyens de fixation (24) du type bande "Velcro^R" fixés sur la face arrière (20a) du support assurant le maintien du tricot sur le support et une superisolation thermique (35) située sur toute la face arrière du support, maintenue par des languettes (34) de polyimide adhésives.

FIG. 5



REFLECTEUR D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES POUR ANTENNE ET SON PROCEDE DE FABRICATION

L'invention a pour objet un réflecteur d'ondes électromagnétiques à surface convexe et son procédé de fabrication. Ce réflecteur constitue plus spécialement le réflecteur secondaire d'une antenne radio à configuration du type "Cassegrain", destinée à travailler dans un domaine de longueur d'onde allant jusqu'à 20 GHz.

Ces antennes sont utilisées en particulier dans le domaine des télécommunications ; elles peuvent être utilisées sur terre ou dans l'espace. Dans le domaine spatial, ces antennes sont destinées à équiper des satellites de télécommunications.

Bien que le réflecteur de l'invention soit plus particulièrement destiné à constituer le réflecteur secondaire d'une antenne du type "Cassegrain", il peut aussi être utilisé comme réflecteur dans une antenne classique monoréflecteur ou comme réflecteur principal dans une antenne biréflecteur.

Une antenne à configuration classique se compose d'une source radiofréquence et d'un réflecteur de forme parabolique dont la face concave constitue généralement la face active. La source est placée au foyer du réflecteur et elle est destinée à émettre ou recevoir un rayonnement électromagnétique que le réflecteur focalise.

Dans certains domaines et plus particulièrement dans le domaine spatial, on préfère utiliser une antenne à réflecteur secondaire, ayant une configuration dite de "Cassegrain" afin de limiter l'encombrement de l'antenne pour une même distance focale (généralement de 1 à 3 m). Sur la figure 1, on a représenté schématiquement une antenne de type "Cassegrain".

Cette antenne comporte essentiellement un réflecteur ou miroir principal 2 qui est un paraboloïde de foyer F_1 , un réflecteur ou miroir secondaire 4 dont la surface est de type hyperboloïde de foyer F_2 et une source primaire 6 placée au foyer F_2 .

Pour un fonctionnement en émission, la source 6 illumine le réflecteur secondaire 4 qui réfléchit le rayonnement 7 sur le réflecteur principal 2, ce dernier assurant la directivité de l'émission du rayonnement électromagnétique.

En réception, le fonctionnement se fait en sens inverse : réception des ondes électromagnétiques par le miroir principal 2 qui les réfléchit vers le miroir secondaire 4 où elles sont à nouveau réfléchies vers la source 6.

La configuration représentée sur la figure 1 est du type "Offset" ou "excentré". Le fonctionnement d'une antenne de type "centré" est tout à fait similaire.

Dans le domaine spatial, la face active des réflecteurs d'antenne, c'est-à-dire les faces réfléchissantes 4a et 2a respectivement des miroirs

principal 4 et secondaire 2, sont recouvertes d'une peinture blanche généralement à base de silicone. Cette peinture a pour rôle de protéger les réflecteurs montés sur les satellites des variations thermiques cycliques causées par les passages alternatifs de zones d'ombre et de zones d'éclairement solaire.

Cette protection thermique permet de minimiser les déformations thermo-élastiques résultantes du réflecteur, en maintenant les faces actives 4a et 2a dans une plage de profils qui conserve les performances radio-électriques souhaitées de l'antenne.

Bien que cette peinture assure une isolation thermique généralement satisfaisante, elle présente, dans certains cas, des inconvénients. Ceci tient au fait que le rayonnement incident traverse la couche de peinture avant de se réfléchir sur la surface conductrice 4a ou 2a du réflecteur.

Dans le cas d'une onde électromagnétique à polarisation circulaire, la couche de peinture provoque un déphasage entre les composantes du champ électrique verticale et horizontale. Ce déphasage détruit la pureté de la polarisation circulaire et le rayonnement réfléchi présente alors une polarisation elliptique correspondant à une perte d'énergie. Ce phénomène est d'autant plus important que l'angle d'incidence i (figure 1) que fait le rayonnement par rapport à la normale à la surface active, est élevé.

Pour de faibles incidences, ce qui est généralement le cas dans les antennes à un seul réflecteur, l'effet de ce déphasage peut ne pas être pris en compte. En revanche, ces perturbations ne sont nullement négligeables dans le cas de réflecteurs secondaires d'antenne de type "Cassegrain", et plus spécialement à configuration "excentrée", où les angles d'incidence du rayonnement peuvent atteindre des valeurs élevées (de l'ordre de 60°) sur le réflecteur secondaire.

Par ailleurs, dans le domaine spatial, les réflecteurs d'antenne doivent être les plus légers possible afin de faciliter la mise sur orbite du satellite équipé de ces réflecteurs.

Pour remédier à ces inconvénients, on a conçu tout récemment le réflecteur d'antenne à face active convexe, schématisé sur la figure 2. Ce réflecteur d'antenne 4 comporte un support rigide 10 dont la face active 10a est recouverte totalement de la couche de peinture d'isolant thermique 12. Cette couche d'isolant 12 est elle-même recouverte d'un revêtement 14 métallisé. Ce revêtement 14 est en particulier un film de polyimide tel que du Kapton^R, d'épaisseur 25 micromètres, recouverte d'une couche d'aluminium de 30 à 40 nm.

Ce revêtement 14 est relativement léger et assure la réflexion des ondes électromagnétiques 7, comme cela ressort clairement de la figure 2, et empêche ainsi le rayonnement électromagnétique de traverser la couche de peinture 12 et donc sa modification de polarisation.

Afin d'assurer un poids minimum du réflecteur, le support rigide 10 est formé d'une structure rigide en nid d'abeille 16 prise en sandwich entre deux revêtements 18 et 20 en carbone.

Le réflecteur de la figure 2 permet bien de remédier aux inconvénients précédents.

Malheureusement, l'emploi d'un revêtement 14 en Kapton^R aluminisé présente un certain nombre d'inconvénients. En effet, ce type de matériau est difficile à fabriquer étant donné qu'il doit être formé avec une tension mécanique précise afin d'absorber les dilatations du support 10 dans un cycle de températures typiquement de -160°C à +100°C dans le cas d'une antenne de satellite placée sur orbite, tout en assurant une bonne réflexion des ondes.

Par ailleurs, sa mise en oeuvre est coûteuse et ce type de revêtement risque de se déchirer. Enfin, ce revêtement est peu déformable, ce qui limite son utilisation. En particulier, ce matériau ne peut pas être utilisé pour des réflecteurs de très forte convexité.

La présente invention a justement pour objet un réflecteur d'ondes électromagnétiques constituant en particulier le réflecteur secondaire d'une antenne radio à deux réflecteurs, permettant de remédier aux inconvénients donnés ci-dessus. En particulier, ce réflecteur comporte un matériau réflecteur d'ondes, solide utilisable quelle que soit la convexité du réflecteur, absorbant toutes les dilatations thermiques du support du réflecteur tout en empêchant la modification de la polarisation du rayonnement électromagnétique, lors de l'utilisation d'une peinture isolante thermiquement.

Par ailleurs, le réflecteur de l'invention, peut être utilisé dans le domaine spatial, compte tenu de son faible poids.

L'invention a donc pour objet un réflecteur convexe d'une onde électromagnétique de longueur d'onde λ , comportant un support rigide courbe, pourvu d'une face avant convexe constituant la face active du réflecteur et d'une face arrière, une peinture isolante thermiquement et diélectrique revêtant la face active, un tricot conducteur électrique tendu, apte à réfléchir ladite onde et recouvrant la peinture isolante, les mailles du tricot ayant un diamètre inférieur à $\lambda/8$, et des moyens de fixation du tricot sur le support.

Le tricot conducteur, conforme à l'invention, s'adapte aisément à des formes non développables et de forte convexité, contrairement au polyimide aluminisé de l'art antérieur.

En outre, avec un isolant thermique tel qu'une peinture à base de silicone, revêtant totalement la face active du réflecteur, ce tricot, assurant la réflexion des ondes électromagnétiques, empêche que ces dernières traversent la couche de peinture sous-jacente et donc leur changement de polarisation.

Conformément à l'invention, le tricot peut être réalisé en n'importe quel matériau bon conducteur de l'électricité et présentant un coefficient de dilatation faible. Ce tricot peut être du platine, de l'argent, du titane, de l'or, du molybdène, du tungstène ou un alliage métallique. De préférence, on utilise du molybdène recouvert d'un film d'or ; le molybdène est le métal associant le meilleur coefficient de dilatation ($5.10^{-6} \text{ m/M}^\circ \text{ C}$) et l'une des résistivités électriques les moins élevées ($5,2 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$). En outre, il présente une masse spécifique faible (9 g/cm^3) ce qui est très avantageux pour une application dans le domaine spatial. le film d'or recouvrant le molybdène améliore les contacts métalliques.

Par ailleurs, un tricot est extrêmement léger, ce qui est le but recherché pour un réflecteur destiné à équiper une antenne placée sur un satellite. Dans ce cas particulier, on utilise avantageusement un support rigide constitué d'une structure en nid d'abeille prise en sandwich entre un premier revêtement constituant la face avant du réflecteur et un second revêtement constituant la face arrière dudit réflecteur.

La structure nid d'abeille peut être métallique, en verre, en Kevlar^R ou en carbone. Par ailleurs, les revêtements situés de part et d'autre du nid d'abeille peuvent être en carbone, en Kevlar^R ou en verre.

Afin d'améliorer l'isolation thermique du réflecteur, des moyens supplémentaires d'isolation thermique sont prévus sur l'ensemble de la face arrière du réflecteur. Ces moyens peuvent être constitués d'une simple couche de peinture isolante ou d'un empilement de couches métallisées et de couches isolantes. De préférence, on utilise un empilement de couches de polyimide métallisées et de gazes de tissu.

Bien que tout moyen de fixation peut être envisagé pour rendre solidaire le tricot conducteur et le support rigide, on utilise de préférence une ou plusieurs bandes adhésives montées solidairement sur la face arrière, ou sur la tranche du support ou encore sur les deux à la fois. De préférence, on utilise une bande adhésive montée solidairement sur la face arrière du réflecteur constituée d'une première partie pourvue de picots ou crochets et d'une seconde partie destinée à adhérer à la première partie, généralement appelée partie feutre, le pourtour du tricot étant inséré entre ces deux parties.

L'invention a aussi pour objet une antenne à réflecteur secondaire convexe réalisé comme décrit précédemment. Cette antenne est en particulier une antenne de type "Cassegrain" à configuration "centrée" ou "excentrée".

L'invention a encore pour objet un procédé de fabrication d'un réflecteur d'ondes électromagnétiques tel que décrit précédemment, consistant à :

- monter sur la face arrière du réflecteur les moyens de fixation du tricot sur le support,
- placer sur la face active peinte du réflecteur une pièce de tricot de dimension supérieure à celle de la face active,
- tendre ledit tricot à la tension souhaitée,
- implanter des aiguilles dans le tricot tendu, à la périphérie du support,
- surfiler le tricot tendu à une distance déterminée des aiguilles et en dehors du support,
- rabattre la partie du tricot non-surfilée sur la face arrière du support,
- fixer ladite partie non-surfilée sur la face arrière du réflecteur à l'aide desdits moyens de fixation, et
- enlever lesdites aiguilles.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre illustratif et non limitatif en référence aux figures 3 à 8 annexées, les figures 1 et 2 ayant déjà été décrites.

La figure 3 représente schématiquement une vue d'ensemble du réflecteur conforme à l'invention.

La figure 4 représente une partie agrandie du réflecteur de l'invention montrant en outre la fixation du tricot sur la face active.

La figure 5 illustre l'isolation thermique supplémentaire d'un réflecteur conforme à l'invention et la figure 6 illustre le maintien de la fixation de cette isolation.

Les figures 7 et 8 illustrent schématiquement le montage du tricot sur le support du réflecteur conforme à l'invention.

La description ci-après se réfère à un réflecteur secondaire convexe d'une antenne de type "Cassegrain" (voir figure 1) bien que, comme on l'a vu précédemment, l'invention soit d'application beaucoup plus générale. En outre, les éléments du réflecteur, communs à ceux de l'art antérieur, portent les mêmes références.

En référence aux figures 3, 4 et 5 le réflecteur d'ondes électromagnétiques de l'invention comporte un support rigide 10 convexe, de contour elliptique, constitué d'une structure en nid d'abeille 16 en aluminium, prise en sandwich entre un revêtement supérieur 18 et un revêtement inférieur 20 en carbone. Le support 10 a une épaisseur totale de 25 mm environ pour un réflecteur de forme elliptique de 500 mm de grand axe et 350 mm de petit axe.

La face supérieure 10a du support, constituant la face active du réflecteur, est équipée d'une couche de peinture 12 à base de silicone telle que la peinture PSG 120 FD fabriquée par Astral. Cette peinture a l'avantage de présenter des caractéristiques thermo-optiques de protection thermique du support 10 tout à fait satisfaisantes. En effet, l'absorptance (ou coefficient d'absorption) solaire de cette peinture est inférieure à 0,2.

Cette couche de peinture 12 recouvre totalement la face supérieure 10a de la structure rigide ; elle a une épaisseur de 0,1 mm environ, ce qui correspond à un poids de 260 g/m².

Conformément à l'invention, un tricot métallique 22 recouvre totalement la peinture isolante 12. Les mailles de ce tricot sont fonction de la fréquence du rayonnement radioélectrique à réfléchir. Pour que le tricot réfléchisse une onde de longueur d'onde λ , il faut que la taille ou "diamètre" des mailles 23 (figure 5) soit $< \lambda/8$. Par exemple, on utilise une maille de 2 mm de diamètre pour une fréquence radio ≤ 2 GHz et une maille de 1 mm pour une fréquence radio ≤ 15 GHz.

Ce tricot est en particulier constitué de fils de 25 micromètres d'épaisseur en molybdène doré et est vendu par la société Brochier (France).

Comme représenté sur la figure 3, ce tricot 22 assure la réflexion des ondes électromagnétiques 7 issues en particulier d'une source radiofréquence 6. La réflexion des ondes sur le tricot 22 ne modifie nullement les propriétés (et en particulier la polarisation) de l'onde reçue.

La fixation du tricot 22 sur le support 10 est en particulier assurée par une bande adhésive 24 du type bande Velcro^R, située sur la face arrière 20a du réflecteur et à sa périphérie. A cet effet, le tricot 22 doit présenter des dimensions supérieures à celles de la surface 10a du réflecteur de façon à être rabattu sous la face arrière 20a du réflecteur.

Comme représenté sur la figure 4, une bande Velcro^R est constituée de façon connue d'une partie 26 équipée de picots ou crochets 28 et d'une partie feutre 30 destinée à adhérer sur les picots de la partie 26, le maintien du tricot 22 est assuré en plaçant l'extrémité de ce dernier entre les deux parties 26 et 30 ; les picots 28 assurant la fixation de la partie feutre 30 traversent le tricot 22.

Le dos de la partie 26 du Velcro^R est rendu solidaire de la face inférieure 20a du réflecteur à l'aide d'une colle du type colle à froid du type époxy-modifiée connue sous la marque REDUX 408.

La bande 24 velcro^R est située en particulier à 10 mm de la périphérie du support 10 du réflecteur.

Lorsque la bande velcro^R utilisée se présente sous la forme d'une bande continue rectiligne, il est nécessaire de l'entailler régulièrement selon le

rayon de courbure du réflecteur (tous les 30 à 60 mm environ) afin de l'aligner aussi précisément que possible par rapport à la périphérie du réflecteur.

Pour améliorer la finition du support 10 et le protéger de la pollution environnante, un film polyimide 32 adhésif est positionné par collage sur toute la tranche 33 du support 10 et sur la périphérie de la face arrière 20a du réflecteur. Ce film adhésif 32 est placé entre le support 10 et le tricot 22 et est disposé de façon à affleurer la couche de peinture

Pour améliorer l'isolation thermique du réflecteur, une isolation thermique supplémentaire 35 peut être prévue sur toute la face arrière 20a du réflecteur, comme représenté sur les figures 3, 5 et 6. Cette superisolation thermique est en particulier constituée d'un empilement de couches de polyimide aluminisé ou doré et de gazes de tissu en verre ou en nylon. Cette isolation est extrêmement légère. Sa structure précise et sa fabrication sont bien connues de l'homme de l'art. le polyimide utilisé est en particulier du Kapton^R.

Comme représenté sur les figures 5 et 6, des languettes de polyimide adhésives 34, par exemple en Kapton^R adhésif, assurent le maintien de l'isolation thermique 35. Ces languettes sont distantes de 20 mm par exemple et ont une largeur de 10 mm. Elles sont collées sur le tricot 22 et la superisolation thermique de façon à recouvrir la tranche 33 du réflecteur et la périphérie de la face arrière 20a.

Contrairement à l'art antérieur (figure 2), le Kapton^R utilisé n'a pas besoin d'être tendu ; les exigences du Kapton^R dans l'invention ne sont pas du tout les mêmes que celles de l'art antérieur puisqu'il ne sert nullement à la réflexion des ondes électromagnétiques, cette fonction étant assurée par le tricot.

Pour éviter un éventuel décollement des languettes 34 collées sur le tricot, un cerclage adhésif 36 peut être placé sur la tranche du réflecteur de façon à entourer tout le réflecteur (figure 6). Ce cerclage est un polyimide adhésif et en particulier du Kapton^R adhésif.

En référence aux figures 7 et 8, on décrit ci-après la mise en place du tricot 22 sur le support rigide 10 peint.

Le montage du tricot 22 sur le support 10 est réalisé après avoir collé la partie 26 du Velcro^R, équipé de ses picots, à la périphérie de la face inférieure 20a du support ainsi que le Kapton^R adhésif 32 sur la tranche du support. Le réflecteur est alors centré sur la planche mobile 37 d'une table de mise en tension 38 par l'intermédiaire d'un support cylindrique 39. Ce positionnement est effectué de façon que la surface tangente à la surface 10a du réflecteur passe au-dessus des rouleaux 40 de mise en tension.

Après avoir placé le tricot 22 sur la face active 10a peinte du réflecteur, on tend ce dernier par accrochage de masses 42 de 40 g environ réparties sur toute la périphérie du réflecteur (figure 8) tous les 40 mm environ afin d'obtenir dans le sens chaîne et largeur, noté respectivement x et y, une tension de 10 Newton par mètre.

Après mise en charge, l'ensemble est vibré pour répartir les tensions de façon homogène. Afin d'immobiliser le tricot ainsi tendu, des aiguilles 44 sont disposées à la périphérie du réflecteur 10. Comme représenté sur la figure 4, ces aiguilles sont enfilées entre la tranche 33 du support 10 et le Kapton^R adhésif 32. Ces aiguilles traversent uniquement le tricot 22. Elles sont disposées à un pas de 4 mm environ.

A l'aide d'une aiguille courbe et d'un fil de composition différente de celle du tricot 22 (coton ou Kevlar^R), on effectue un surfilage 46 du tricot à une distance e de la périphérie du support 10 et donc des aiguilles 44, qui est égale à l'épaisseur du support 10 (en particulier 25 mm).

On effectue alors le décrochage des masses de mise en tension, les aiguilles 44 assurant le maintien du tricot sur le support 10 et le surfilage 46 permettant de retrouver la tension du tricot 22 lors de la fixation du tricot sur le Velcro^R.

On effectue alors le rabattage du tricot 22 sur la tranche 33 du réflecteur (autrement dit sur le Kapton^R adhésif 32) puis sur la périphérie de la face inférieure 20a du réflecteur ; la partie non surfilée 22a du tricot est alors accrochée sur les picots 28 de la partie 26 de la bande Velcro^R. Ensuite, on vient appliquer la partie feutre 30 du Velcro^R sur la partie

L'ensemble obtenu n'est alors plus démontable, le tricot étant maintenu définitivement par la bande Velcro^R grâce aux picots 28.

L'ensemble du tricot est alors coupé au ras de la bande Velcro^R (figure 4) afin d'éviter tout dépassement du tricot de la bande Velcro^R. On peut alors retirer les aiguilles de maintien 44. On fixe alors la superisolation 35 sur la face arrière du réflecteur. le réflecteur est alors terminé.

Des essais de montée et descente en température entre -160°C et +100°C en caisson vide solaire, pendant des durées prolongées, ont confirmé la bonne tenue thermique du réflecteur. Par ailleurs, des essais radioélectriques sur des éprouvettes planes représentatives du réflecteur ont confirmé les propriétés radioélectriques recherchées du réflecteur.

55 Revendications

1. Réflecteur convexe d'une onde électromagnétique de longueur d'onde λ , comportant un sup-

port rigide courbe (10), pourvu d'une face avant (10a) convexe constituant la face active du réflecteur et d'une face arrière (20a), une peinture isolante thermiquement et diélectrique (12) revêtant la face active, un tricot conducteur électrique (22) tendu, apte à réfléchir ladite onde, et recouvrant la peinture isolante (12), les mailles (23) du tricot ayant un diamètre inférieur à $\lambda/8$, et des moyens de fixation (24) du tricot sur le support.

2. Réflecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tricot (22) est en molybdène recouvert d'or.

3. Réflecteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le support (10) est constitué d'une structure nid d'abeille (12) prise en sandwich entre un premier revêtement (18) constituant la face avant (10a) et un second revêtement (20) constituant la face arrière (20a).

4. Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que des moyens supplémentaires d'isolation thermique (35) sont prévus sur la face arrière (20a) du support (10).

5. Réflecteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens supplémentaires (35) d'isolation sont constitués d'un empilement de couches métallisées et de couches isolantes.

6. Réflecteur selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens supplémentaires (35) d'isolation sont constitués d'un empilement de couches de polyimide métallisées et de gazes de tissu.

7. Réflecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens de fixation (24) comprennent une bande d'adhésif montée solidaire sur la face arrière (20a) comportant une première partie (26) pourvue de picots (28) et une seconde partie (30) destinée à adhérer à la première partie, le bord (22a) du tricot étant inséré entre les première et seconde parties.

8. Réflecteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que des moyens de fixation adhésifs (34) sont prévus pour assurer le maintien des moyens supplémentaires (33) d'isolation thermique sur le support (10).

9. Antenne à réflecteur secondaire convexe, caractérisée en ce que le réflecteur est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8.

10. Procédé de fabrication d'un réflecteur d'ondes électromagnétiques conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8, consistant à :

- monter sur la face arrière (20a) les moyens de fixation (24) du tricot sur le support (10),
- placer sur la face active (10a) peinte une pièce de tricot (22) de dimension supérieure à celle de la face active,
- tendre ledit tricot (22) à la tension souhaitée,
- planter des aiguilles (44) dans le tricot (22)

tendu, à la périphérie du support,

- surfiler (46) le tricot tendu à une distance déterminée des aiguilles et en dehors du support,
- rabattre la partie du tricot non-surfilée (22a) sur la face arrière (20a) du support,
- fixer ladite partie non-surfilée (22a) sur la face arrière (20a) à l'aide desdits moyens de fixation (24), et
- enlever les aiguilles

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la distance (e) séparant le surfilage (46) et les aiguilles (44) est égale à l'épaisseur du support (10) peint.

FIG. 1

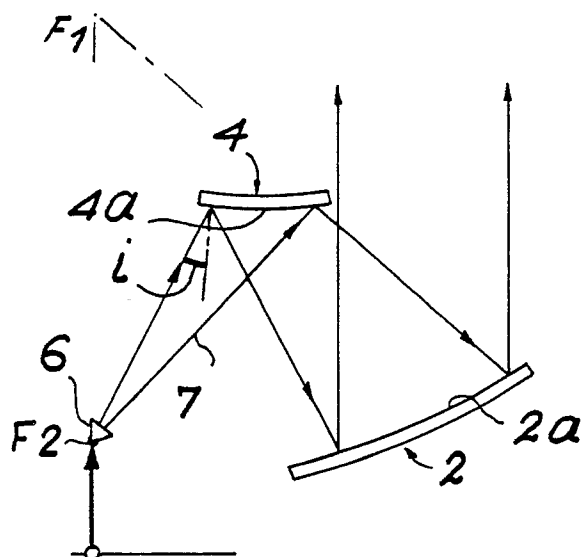


FIG. 2

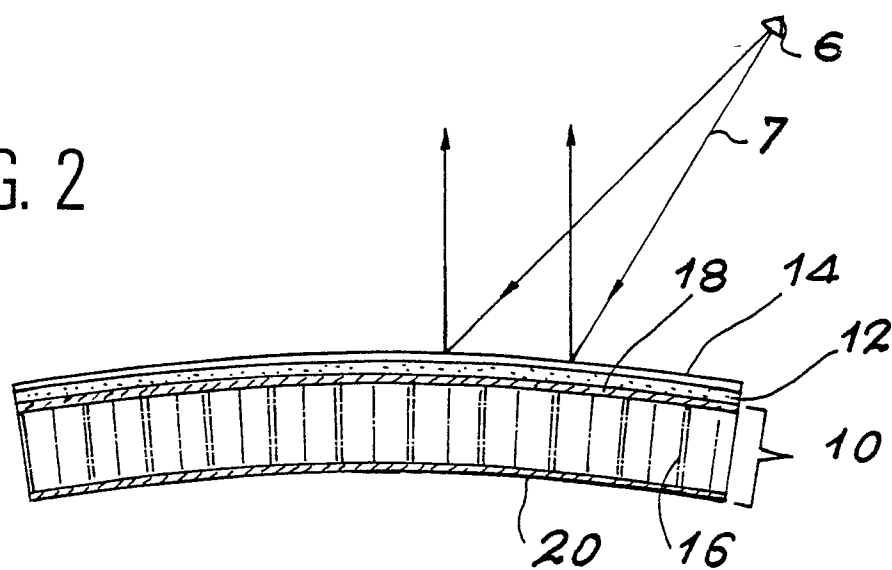
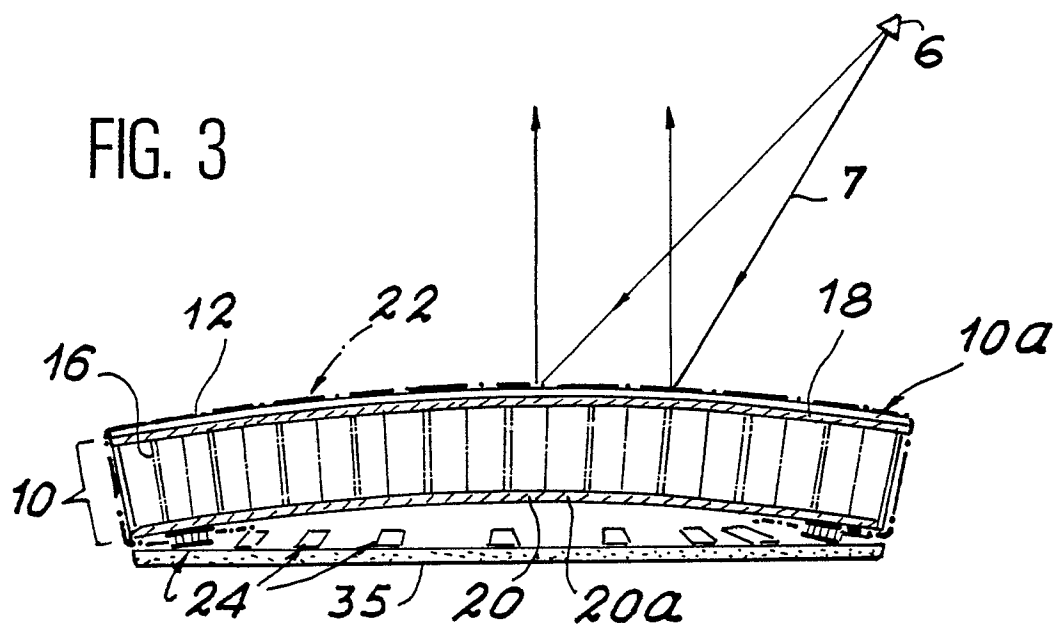


FIG. 3



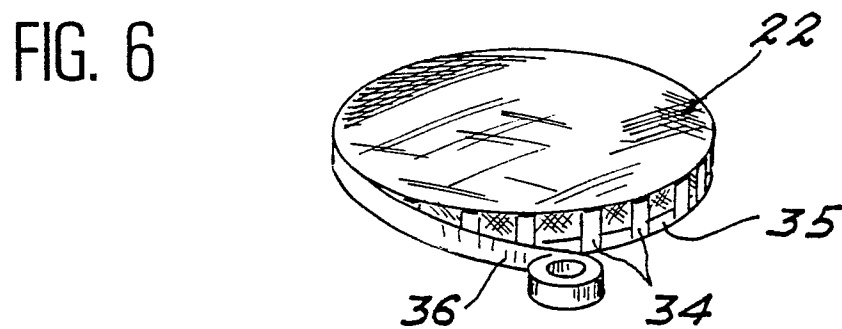
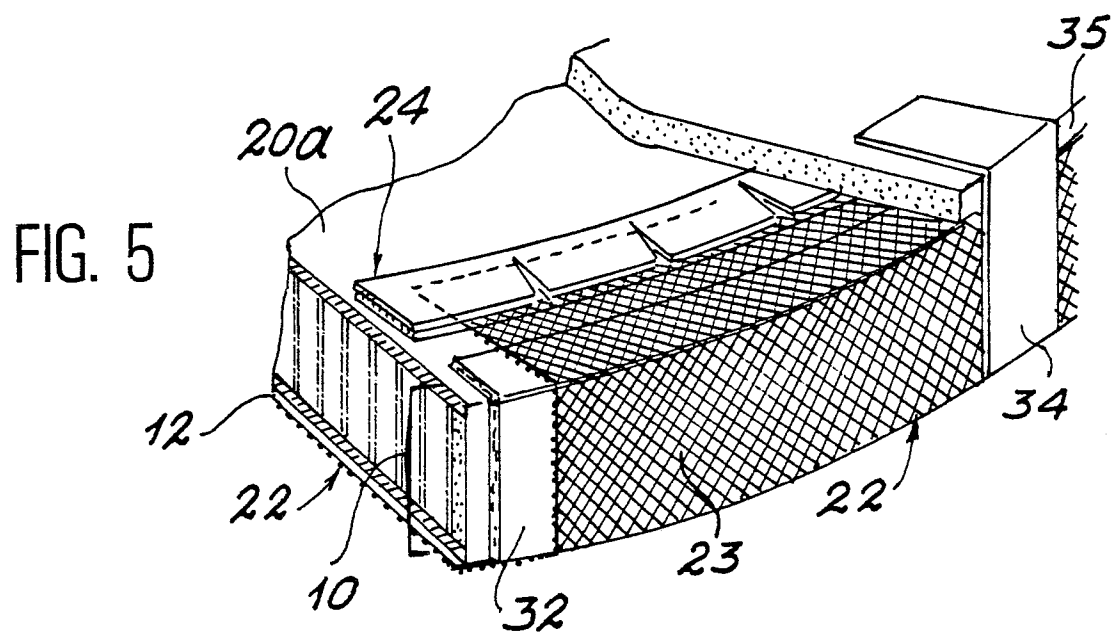
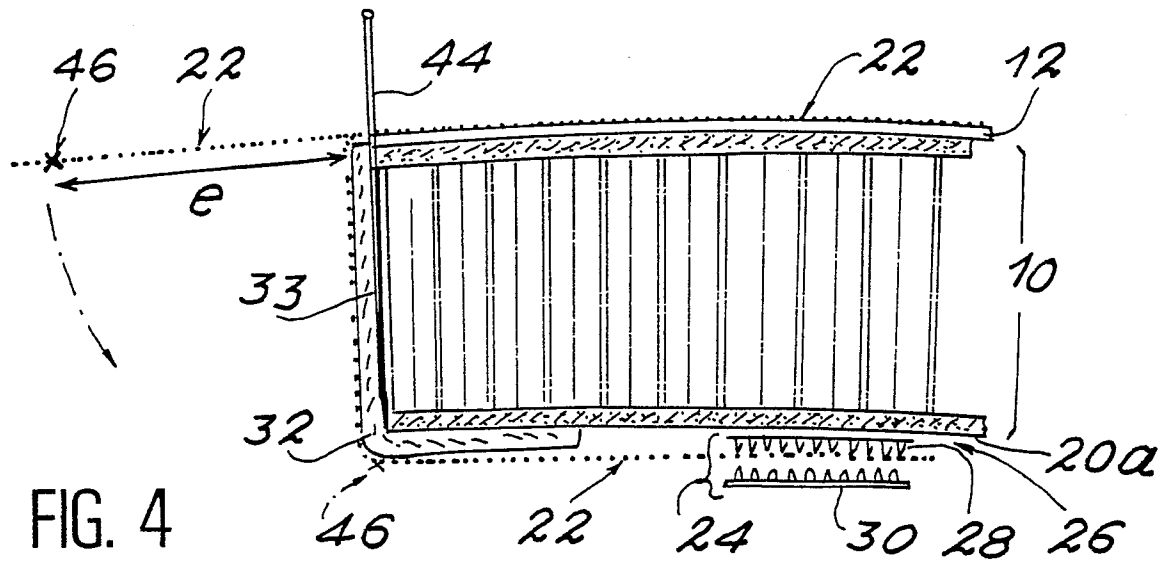


FIG. 7

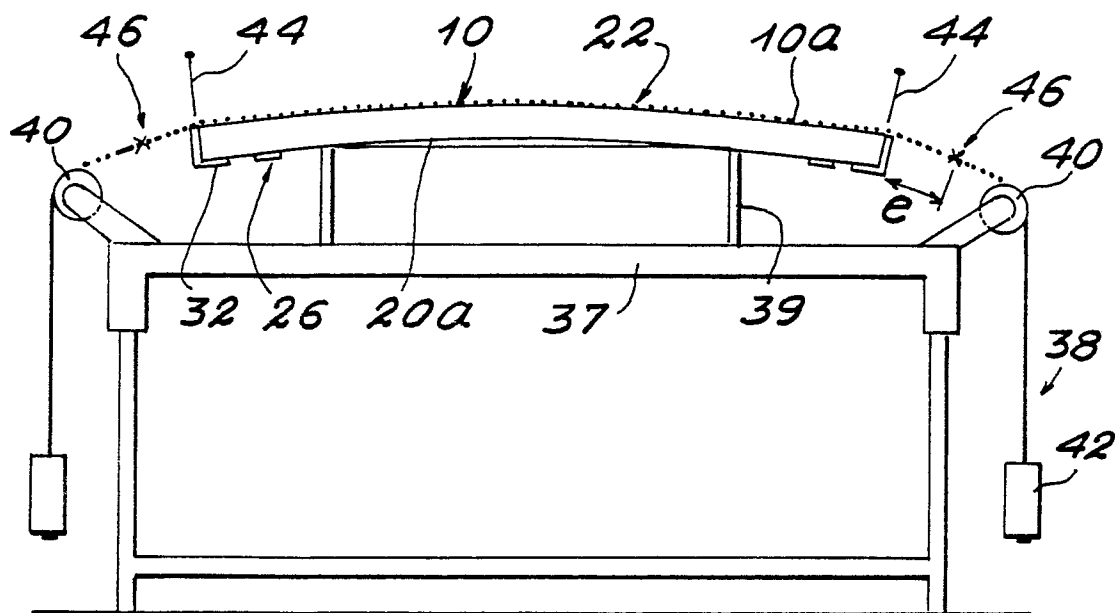
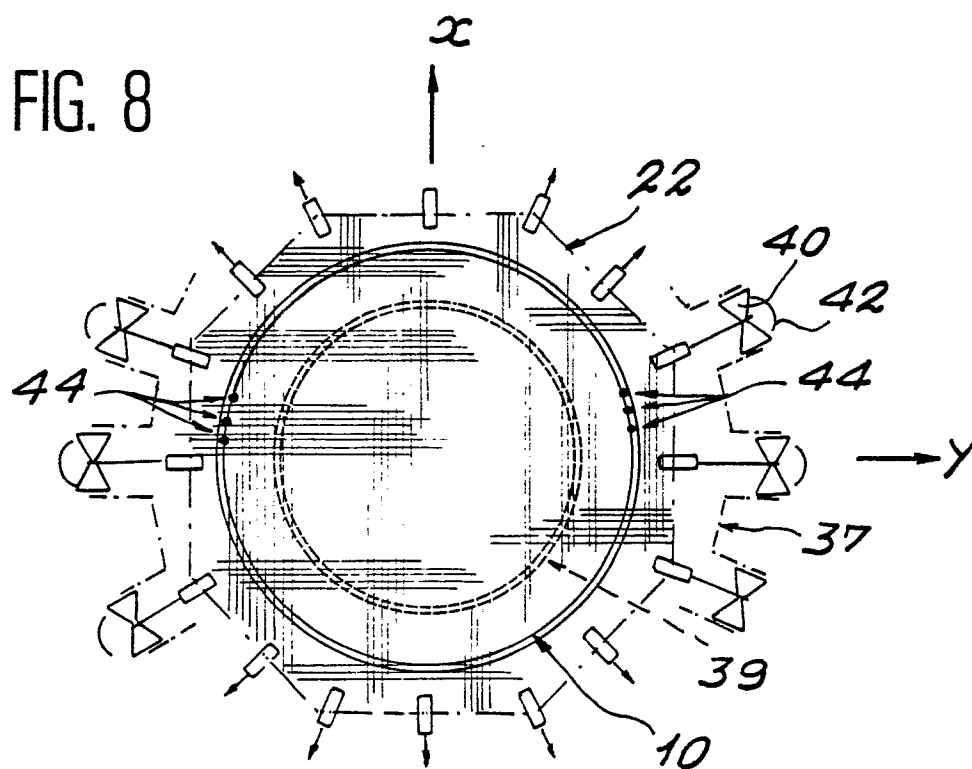


FIG. 8





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	US-A-3 483 614 (M.I. KAZIMI) * En entier * ---	1,3	H 01 Q 15/14 H 01 Q 15/00				
A	US-A-4 479 131 (J.E. ROGERS) * En entier * ---	1					
A	FR-A-2 598 339 (AGENCE SPATIALE EUROPEENNE) * Figures 1,5; page 2, ligne 10 - page 3, ligne 35; page 9, ligne 17 - page 10, ligne 31 * ---	1,3					
A	US-A-2 972 743 (E.L. SVENSSON et al.) ---						
A	GLOBECOM'85 - IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, New Orleans, Louisiana, 2-5 décembre 1985, vol. 1, pages 412-416, IEEE, New York, US; P. BIELLI et al.: "Dichroic subreflectors for multifrequency antennas" -----						
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)				
			H 01 Q				
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications							
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15-03-1990	Examineur ANGRABEIT F.F.K.				
<table border="0"><tr><td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</td><td>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</td></tr><tr><td>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</td><td></td></tr></table>				CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	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	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	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	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						
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							