

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 531 817

②1 N° d'enregistrement national :

83 13323

⑤1 Int Cl³ : H 01 Q 21/24.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16 août 1983.

③0 Priorité US, 16 août 1982, n° 408,503.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 7 du 17 février 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : RCA CORPORATION. —
US.

⑦2 Inventeur(s) : Raj Natarajan Gounder.

⑦3 Titulaire(s) :

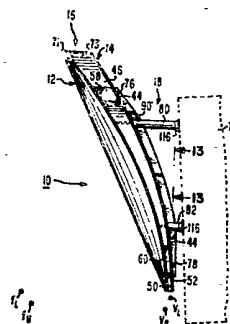
⑦4 Mandataire(s) : Beau de Loménie.

⑤4 Structure d'antenne.

⑤7 L'invention concerne une structure d'antenne de type
parabolique pour hyperfréquences.

L'antenne comporte essentiellement deux réflecteurs para-
boliques 12, 14 consistant chacun en un noyau en nid d'abeille
couvert par des feuilles isolantes. Les deux réflecteurs sont
assemblés par des nervures 16 qui maintiennent leur forme et
leur position.

Application aux antennes de télécommunications par satel-
lites.



FR 2 531 817 - A1

La présente invention concerne une structure d'antenne qui peut être utilisée pour une antenne compacte à réutilisation de fréquences.

Une structure d'antenne qui permet la réutilisation de fréquences par des sources et des réflecteurs qui réagissent à des ondes de polarisation orthogonales est décrite dans les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 3.898.667, 3.096.519 et dans un article intitulé "The SBS Communication Satellite - An Integrated Design" par H.A. Rosen, désigné par CH1352-4/78/0000-0343, publié par IEEE, pages 343 à 347. Selon le brevet n° 3.898.667, les réflecteurs se chevauchent avec leurs foyers respectifs non-coïncidants. Chaque réflecteur comporte une surface réfléchissante comprenant des éléments conducteurs, réfléchissants et parallèles, les éléments réfléchissants d'un réflecteur sont orientés perpendiculairement aux éléments réfléchissants de l'autre. Chaque réflecteur comporte un élément d'excitation associé, de même polarisation que les éléments du réflecteur particulier. Chaque réflecteur est une partie d'un paraboloïde de révolution. Une partie du premier réflecteur dont les éléments ont une orientation, par exemple horizontale, recouvre une partie d'un second réflecteur dont les éléments ont une seconde orientation, par exemple verticale. Une partie d'un troisième réflecteur dont les éléments sont orientés de la même manière que les éléments du second réflecteur recouvre une partie d'un quatrième réflecteur dont les éléments sont orientés de la même manière que ceux du premier réflecteur. Les réflecteurs sont montés sur une structure de satellite par des colonnettes de support. La matière pour les colonnettes de support est décrite comme un composite d'époxyde et de fibres de graphite qui est opaque aux ondes électromagnétiques.

Le brevet 3.096.519 précité décrit un secteur composite d'énergie en hyperfréquences comprenant une surface commune avec les réflecteurs indépendants par

ailleurs et qui convient pour l'application à un radar de recherche à faisceau en V. Dans cette structure, deux réflecteurs de forme identique sont d'abord superposés de manière que les surfaces élémentaires respectives

5 soient quelque part en contact intime. Ensuite, l'un des réflecteurs est tourné autour de l'axe de révolution de la figure de révolution qu'épouse une partie de chaque réflecteur. Il en résulte un réflecteur composite. De plus, seule une partie de chaque antenne élémentaire du

10 réflecteur composite a la forme d'un parabololoïde. Quand l'angle de rotation dont les réflecteurs sont mutuellement décalés augmente, la surface commune qui reste entre les antennes diminue, ce qui augmente la surface totale de l'antenne.

15 L'article de "SBS Communication Satellite" décrit une antenne de télécommunications qui consiste en deux réflecteurs indépendants à grille décalée qui sont superposés dans la même ouverture. L'un est polarisé horizontalement et l'autre verticalement. Les diamètres des

20 réflecteurs et leurs distances focales sont identiques pour chaque polarisation. Les fonds des deux réflecteurs sont décalés, permettant un décalage correspondant des plans focaux. Deux réseaux d'excitation séparés peuvent être utilisés pour émettre et recevoir et n'interfèrent

25 pas physiquement entre eux. Le réflecteur à grille horizontale avant est essentiellement transparent aux rayonnements à haute fréquence polarisée verticalement réfléchi par le réflecteur arrière. La superposition des réflecteurs dans une même ouverture permet que les deux réflecteurs

30 se partagent un support de structure et présentent un grand diamètre. Mais la réalisation d'antennes superposées pour des faisceaux de polarisations orthogonales ne va pas sans problèmes. Il est difficile d'obtenir une bonne réponse électrique des deux antennes tout en maintenant des fré-

35 quences de résonance mécanique relativement élevées de la structure pour qu'elle puisse résister au lancement et aux vibrations ultérieures, et aussi pour obtenir des

caractéristiques de réponse thermique selon lesquelles les déformations dues aux variations de dilatation des différentes matières soient minimales.

Dans une structure d'antenne selon l'invention,
5 un premier et un second réflecteurs d'ondes électromagnétiques sont espacés l'un au dessus de l'autre. Chaque réflecteur consiste en un réseau formé de plusieurs éléments réfléchissants d'ondes électromagnétiques, parallèles, espacées, et allongées. Les éléments d'un réseau
10 s'étendent dans la direction perpendiculaire aux éléments de réflecteurs de l'autre réseau. Une structure de supports d'éléments est prévue pour supporter les éléments de chaque réflecteur respectif. Chaque structure de support d'élément comporte une pièce transparente aux ondes électromagnétiques et une forme épousant celle de son réseau
15 d'éléments réfléchissants.

Selon l'invention, des nervures transparentes aux rayonnements sont fixées entre les structures de support pour former avec celles-ci une construction en
20 sandwich de manière qu'un rayonnement à haute fréquence avec une polarisation donnée traverse le premier réflecteur vers le second et soit réfléchi par le réseau d'éléments réfléchissant du second réflecteur pour traverser avec de faibles pertes l'espace occupé par les nervures,
25 la structure de support des éléments du premier réflecteur et le réseau des éléments réfléchissants du premier réflecteur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre dans un exemple de réalisation et en
30 se référant aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une vue en élévation avant de deux réflecteurs d'antenne superposée orientée perpendiculairement selon un mode de réalisation de l'invention,

35 La figure 2 est une coupe du mode de réalisation de la figure 1 suivant la ligne 2-2,

La figure 3 est une vue en élévation arrière du mode de réalisation de la figure 1,

La figure 4 est une coupe de la structure d'antenne de la figure 1 entre les deux réflecteurs
5 et vers le réflecteur supérieur avant,

La figure 5 est une coupe d'une partie du mode de réalisation de la figure 1 suivant la ligne 5-5,

La figure 6 est une coupe d'une partie du mode de réalisation de la figure 5 suivant la ligne 6-6,

10 La figure 7 est une partie du mode de réalisation de la figure 5 suivant la ligne 7-7,

La figure 8 est une coupe d'une partie du mode de réalisation de la figure 1 suivant la ligne 8-8,

La figure 9 est une coupe de la structure de la
15 figure 8 suivant la ligne 9-9,

La figure 10 est une vue en perspective éclatée d'une partie de la structure des figures 1, 2 et 3,

La figure 11 est une vue schématique éclatée montrant les divers éléments formant un réflecteur,

20 La figure 12 est une vue en perspective éclatée montrant la réalisation des éléments de la figure 12, et

La figure 13 est une coupe d'une partie du mode de réalisation de la figure 2 suivant la ligne 13-13.

Les réflecteurs des antennes de télécommunications
25 qui sont utilisés particulièrement dans les communications par satellites comportent des surfaces réfléchissantes qui sont des sections de paraboloïdes de révolution. Un tel paraboloïde est décrit par l'équation suivante :

$$U^2 + V^2 = 4fW$$

30 où U et V sont les coordonnées de la projection d'un point de la surface réfléchissante sur un plan défini par des axes U et V, f est la distance focale du paraboloïde et W est la projection du point de surface sur un axe W de l'axe de révolution du paraboloïde. Le paraboloïde
35 s'étend à partir de U=V=W=0 et il est symétrique autour de l'axe W. Le point central à X=V=W=0 est généralement appelé sommet.

Un certain nombre de procédés de réalisation sont connus pour former ces surfaces réfléchissantes. Selon un procédé, la surface réfléchissante à haute fréquence est formée par des surfaces métalliques pleins ou
5 des fils métalliques conducteurs HF tissés perpendiculairement.

Selon une autre réalisation, des fils en grille de polarisation de forme parabolique sont utilisés comme surface réfléchissante. Ces fils en grille, lorsqu'ils
10 sont projetés sur le plan U-V sont tous parallèles soit à l'axe U (polarisation horizontale), soit à l'axe V (polarisation verticale) du paraboloïde. Une surface comprenant ces fils de même orientation est réfléchissante pour le rayonnement HF de même polarisation et elle est
15 transparente au rayonnement HF polarisé perpendiculairement à la direction des fils des grilles. En raison de cette réalisation, deux de ces surfaces réfléchissantes peuvent être empilées l'une sur l'autre, ce dont il résulte un équipement optimal des surfaces réfléchissantes de
20 l'antenne dans un volume limité comme l'enveloppe de lancement d'un lanceur de satellite.

Mais ces fils en grille d'une même orientation et de forme parabolique doivent être supportés par des structures secondaires de manière que les surfaces
25 réfléchissantes soient maintenues dans leur forme correcte et leurs positions correctes dans tout l'environnement de leur mission. Dans le cas d'une antenne portée par un satellite, l'environnement de la mission comprend tous les environnements au sol, au lancement, à l'orbite de
30 transfert et à l'orbite spatiale d'utilisation. Ces structures secondaires, en plus de maintenir les formes et positions correctes des fils de grilles de polarisation, doivent présenter une interaction électrique minimale (être transparente) aux faisceaux HF. Cela est particulière-
35 ment vrai pour le réflecteur situé entre le faisceau HF et un autre réflecteur. Ainsi, dans une configuration empilée, le support de structure du réflecteur horizontal

- supérieur doit, dans le cas idéal être entièrement transparent au faisceau HF de polarisation verticale pour qu'il soit réfléchi par le réflecteur verticale inférieur.
- 5 La structure décrite ci-après permet de supporter les deux réflecteurs avec une interaction électrique minimale et aide à maintenir les structures dans leurs formes et positions correctes dans l'environnement de la mission, comprenant les entrées thermiques des structures.
- 10 La structure qui sera décrite comprend deux couches en sandwich à noyau en nid d'abeille composite renforcé par des fibres se chevauchant entièrement et qui sont reliées par une structure de nervures de raidissement communes pour former une construction
- 15 "super-sandwich". Le terme "super-sandwich" signifie une construction comprenant plusieurs couches en sandwich qui, à leur tour sont incluses dans une autre construction en sandwich. En d'autres mots, les couches multiples en sandwich sont combinées pour former un "super-sandwich".
- 20 Selon les figures 1,2 et 3, l'antenne 10 comporte un réflecteur supérieur 12, un réflecteur inférieur 14, une structure de nervures 16 pour relier le réflecteur supérieur 12 avec le réflecteur inférieur 14 et une structure de support d'antenne 18 fixée sur le côté arrière
- 25 du réflecteur inférieur 14. Les figures ne montrent pas les ensembles de cornet pour rayonner des ondes électromagnétiques ou pour recevoir des ondes électromagnétiques réfléchies par les surfaces d'antenne.
- Les réflecteurs 12 et 14 sont réalisés en matières
- 30 similaires comme le montre mieux la figure 11. Le réflecteur 12 est constitué par un noyau 20 en nid d'abeille formé d'un tissu Kevlar renforcé d'époxyde, de préférence un tissu Kevlar DuPont, style 120. Le noyau peut avoir une épaisseur de par exemple 3 à 12 mm. Kevlar est un nom
- 35 de marque déposée par E.I. DuPont pour une polyparabenzamide disponible sous forme de fibres ou de toiles tissées. Le noyau 20 comporte une direction de rubans 22. Direction de

rubans désigne la direction générale dans laquelle s'étendent les rubans ondulés (c'est-à-dire les couches de tissus qui forment le noyau en nid d'abeille). Le noyau comporte des rubans côte à côte d'un tissu, de
5 forme ondulée, qui sont collés entre eux pour former les cellules hexagonales d'un nid d'abeille ; chaque cellule ayant une dimension longitudinale perpendiculaire en direction des rubans 22. Le noyau 20 est disponible dans le commerce. Une surface, comme la surface 30 du
10 noyau 20 est mise en forme d'un parabololoïde comme le montrent les figures 1, 2 et 3 pour le réflecteur 12 ou 14.

Une première feuille de face 24 sur la face 30 du noyau comporte deux couches 26, 28 de toile Kevlar
15 renforcée à l'époxy 2. Cependant, la feuille de face sur la surface 30 peut consister en plus ou moins de deux couches. La couche 28 est collée sur la face 30 du noyau 20 avec sa chaîne (le terme "chaîne" désigne la direction dans laquelle se trouvent les fibres primaires, les fibres
20 secondaires étant perpendiculaires à ces dernières et s'appelant la "trame") faisant un angle avec la direction des rubans 22. A titre d'exemple, cet angle peut être 45°. La couche extérieure 26 est une chaîne à 0°, la direction des rubans 22 étant considérée comme la direction 0°.
25 Une couche de grilles 32 est fixée sur la couche 26.

La couche de grilles 32 consiste en un réseau d'éléments 33 conducteurs de l'électricité, espacés et parallèles, comme des bandes de cuivre qui sont fixés sur un support transparent aux rayonnements HF, comme un polyimide
30 (une matière de ce genre est connue sous le nom de marque Kapton de DuPont Corporation). Les éléments 33 de la couche 32 sont perpendiculaires à la direction des rubans 22.

La feuille de face inférieure 34 comporte également
35 deux couches 36, 38 de toile de Kevlar renforcée d'époxyde.

La couche 26 est collée directement sur la face inférieure 40 du noyau 20. La chaîne de la couche 36 est parallèle à la chaîne de la couche 28, faisant par exemple 45° avec la direction des rubans 22. La chaîne de la couche 38 est
5 parallèle à la chaîne de la couche 26, dans la direction 0° . La feuille de face inférieure 34 peut comporter plus ou moins des deux couches représentées. A titre d'exemple, chaque couche peut avoir une épaisseur de 0,125 mm.

L'orientation des couches 26 et 28 par rapport
10 à la direction des rubans 22 et par rapport à la direction de la chaîne des couches 36 et 38 est telle qu'elle forme une structure composite pleine quasi-isotrope. A l'exception de la couche de grilles réfléchissantes supplémentaires 32 comprenant les éléments réfléchissants 33, la feuille
15 de face supérieure est similaire à la feuille de face inférieure 34. Les éléments parallèles 33 de la couche 32 forment un réflecteur pour émettre ou recevoir une onde de polarisation linéaire de la manière connue.

La structure du réflecteur inférieur 14 est
20 similaire à la structure décrite ci-dessus du réflecteur supérieur 12. Mais, les éléments de grilles 33 du réflecteur supérieur 12 sont fixés pour une polarisation horizontale de toutes les ondes électromagnétiques réfléchies. Les éléments de grilles du réflecteur inférieur 14 font
25 un angle de 90° avec l'orientation des éléments de grilles 33 du réflecteur supérieur 12. Par conséquent, le réflecteur 14 réagit au rayonnement HF qui est polarisé perpendiculairement au rayonnement auquel réagit le réflecteur supérieur 12.

30 En regard de la figure 1, la chaîne de la couche 26 du réflecteur 12 est désignée comme référence par chaîne 0° . Les éléments réfléchissants 33 du réflecteur 12 sont orientés perpendiculairement à la direction de chaîne 0° . Des éléments de grilles 33' de la couche 32'
35 du réflecteur inférieur 14 font 90° avec l'orientation des éléments 33 de la couche 32. La chaîne de la couche 26' du réflecteur inférieur correspondant à la couche 26

du réflecteur supérieur fait 90° avec la chaîne de la couche 26. D'une façon similaire, la chaîne des autres couches 28', 36' et 38' correspondant aux couches 28, 36 et 38 du réflecteur supérieur 12 ont leur chaîne qui fait 90° avec celle de la couche correspondante du réflecteur supérieur. Il apparaît ainsi que le réflecteur supérieur 12 et le réflecteur inférieur 14 comportent des matières similaires formant chacun une construction en sandwich similaire.

Les réflecteurs 12, 14 représentés de face sur la figure 1 ont une forme généralement circulaire à titre d'exemple, à l'exception d'une encoche rectangulaire 42. L'encoche rectangulaire 42 reçoit la structure de cornet d'excitation (non-représentée). Le réflecteur inférieur 14 et le réflecteur supérieur 12 sont superposés l'un au-dessus de l'autre pour apparaître comme un seul réflecteur comme le montre la figure 1.

Les deux réflecteurs 12 et 14 sont assemblés en un "super-sandwich" par la structure de nervures 16 comme le montre la figure 2. La structure de nervures 16 est fixée directement sur la surface réfléchissante avant concave extérieure du réflecteur inférieur 14 et sur la surface convexe arrière extérieure du réflecteur supérieur 12.

En regard de la figure 4, la structure de nervures 16 comporte deux nervures concentriques 44 et 46. La nervure 46 se trouve sur les bords extérieurs (périphérie) 71 et 73 des deux réflecteurs 12 et 14 comme le montre la figure 2. Comme le montre la figure 1, la partie centrale de l'antenne ne comporte aucune partie de structure de nervures 16. Les nervures parallèles 48 et 50 sont voisines des bords correspondants de l'encoche 42. Les nervures 48 et 50 se terminent sur une nervure transversale 52. Les extrémités de la nervure s'appuient sur la surface intérieure de la nervure 46. La nervure 42 s'appuie sur le plus long bord de l'encoche 42.

Les nervures de raidissement 54, 56, 58 et 60 sont assemblées sur les deux nervures 44, 46 et s'étendent radialement entre elles comme des rayons. Toutes les nervures 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58 et 60 sont réalisées d'une façon similaire. D'une façon générale, ces nervures sont toutes d'une réalisation en sandwich similaires à la réalisation des réflecteurs 12 et 14 (sauf les éléments de grilles réfléchissantes) et consistent en des feuilles de face à couches multiples de toile Kevlar renforcée d'époxyde et en un noyau en nid d'abeille d'une seule couche de toile Kevlar renforcée d'époxyde. A titre d'exemple, le noyau en nid d'abeille des nervures peut avoir une épaisseur de 3 à 12 mm.

Selon les figures 8 et 9, une nervure telle que la nervure 58 est fixée entre le réflecteur supérieur 12 et le réflecteur inférieur 14. La nervure 58 comporte un noyau 52 en nid d'abeille et deux feuilles de face 64 et 66 en deux couches. Le noyau 62 est fait d'une toile tissée d'une seule couche de Kevlar renforcée d'époxyde. La direction des rubans 0° est généralement la direction parallèle à la longueur de la nervure. La direction de chaîne 0° est parallèle à la direction des rubans du noyau.

Les nervures sont assemblées sur les réflecteurs 12 et 14 de la manière représentée sur les figures 8 et 9. La nervure 58 est utilisée comme exemple. Cette nervure est fixée sur le réflecteur inférieur 14 par des brides de renforcement 68 et 70 en toile Kevlar qui peuvent consister en des feuilles de toile Kevlar en deux couches, renforcées d'époxyde formées à angle droit. Une branche de la bride de renforcement 68 est collée sur la nervure 58 et l'autre branche est collée sur la surface concave extérieure du réflecteur inférieur 14. La bride de renforcement 70 est collée de façon similaire sur le côté opposé de la nervure 58 et également sur la surface concave du réflecteur 14. Les deux brides 68 et 70 forment

entre elles une gouttière dans laquelle s'ajuste la nervure 58.

Une troisième bride 72 en forme de U s'ajuste sur le bord supérieur de la nervure 58. Pendant l'assemblage, le réflecteur supérieur 12 est serré contre les brides 72 encore collantes et toute la structure est cuite en place sous pression de la manière connue. Tous les joints entre les nervures et les réflecteurs comprennent des brides comme les brides 68, 70 et 72. Les bords périphériques extérieurs 71, 73 des réflecteurs respectifs 12 et 14, figure 2 peuvent être couverts par une simple couche de toile de fermeture de Kevlar renforcée d'époxyde (non-représentée) similaire en section à la bride 72 de la figure 9.

Sur la figure 2, le sommet du réflecteur inférieur 14 est désigné par V_L et le sommet du réflecteur supérieur 12 par V_U . Le sommet de chaque réflecteur est légèrement au-dessous de ce réflecteur. Les sommets V_U et V_L sont disposés l'un par rapport à l'autre et par rapport aux réflecteurs 12, 14 comme le montrent les figures 1 et 2. Les foyers correspondants du réflecteur supérieur et du réflecteur inférieur sont désignés par f_L et f_U respectivement. La distance focale (entre V_U et f_U) du réflecteur supérieur est représentée plus courte que la distance focale (V_U à f_L) pour le réflecteur inférieur. Ces positions relatives sont données à titre d'exemple. Il est bien entendu que les circuits électroniques et les ensembles de cornet d'excitation correspondants sont positionnés aux foyers f_L et f_U dans l'antenne terminée.

La structure de support 18 sert à fixer la structure "super-sandwich" comprenant le réflecteur inférieur 14 et le réflecteur supérieur 12 et la structure de nervures 16 sur un support tel qu'un véhicule spatial 74, figure 2. Selon la figure 3, la structure de support 18 comporte deux nervures croisées 76 et 78. Les nervures 76 et 78 sont réalisées de la même manière que la nervure 58 déjà décrite en regard de la figure 9. La structure 18

comporte également quatre pieds tubulaires 80, 82, 84 et 86 de section circulaire. Deux goussets incurvés 88, 90 fixent également les pieds sur le réflecteur 14. Les goussets 88 et 90 font en général des angles droits

5 avec la nervure 78. Les goussets 88 et 90 se trouvent également au-dessus de la nervure annulaire intérieure 44. Comme le montre la figure 12, les nervures 76 et 78 comportent chacune des encoches 91 et 92 pour emboîter la nervure 76 sur la nervure 78. Après avoir emboîtées

10 les nervures 76 et 78 sont renforcées avec des garnitures 94, 96, 98 et 100 en toile de Kevlar à couches multiples renforcées d'époxyde et qui, comme le montre la figure 13 sont des pièces en forme de L collées sur chacune des nervures à leur intersection.

15 La figure 10 montre un exemple de réalisation des nervures 76, 78 avec des goussets et le pied correspondant. La nervure 78 comporte deux encoches 102 et 104. Le pied 80 comporte également deux encoches 106 et 108 qui reçoivent respectivement les encoches 102 et 104 pour

20 emboîter la nervure 78 sur le pied 80. Un gousset 90 est fixé sur un côté du pied 80 et un gousset 88 sur son côté opposé. Les goussets 90 et 98 et la nervure 78 sont en outre fixés sur le pied 80 par des garnitures de renforcement, comme en 110, qui peuvent être deux couches de

25 toile de Kevlar renforcées d'époxyde. Des garnitures 110 sont fixées sur le gousset et le pied à leur intersection avec la nervure 78. D'une façon similaire, tous les pieds 82, 84 et 86 sont fixés sur les goussets correspondants et la nervure 76 ou 78 suivant le cas. Les bords des

30 goussets, des nervures et des pieds en 112 sur la figure 10, sont collés sur la surface extérieure convexe du réflecteur inférieur 14. Des brides comme les brides 68 et 72 des figures 8 et 9 sont utilisées pour mieux fixer encore les goussets et les nervures 77 et 78 sur la surface du

35 réflecteur convexe 14.

Les pieds 80, 82, 84 et 86 sont tous réalisés d'une façon similaire. A titre d'exemple, les pieds peuvent être en toile de graphite renforcée d'époxyde. Des montures métalliques 116 d'une matière comme de l'aluminium ou du titane sont fixées sur les extrémités des
5 pieds afin de monter mécaniquement ces derniers sur le satellite 14, figure 1. La monture 116 représentée sur la figure 3 consiste en un élément carré avec une ouverture circulaire et une rainure circulaire. Cette dernière
10 reçoit une extrémité de l'un respectif des pieds tubulaires 80, 82, 84 et 86. Chaque pied, comme le pied 86, est fixé sur une monture 116 respective. Cette dernière est ensuite fixée sur la structure de satellite 74, figure 2.

15 La figure 6 montre également des garnitures d'angles à couches multiples 116 et 118, perpendiculaires aux réflecteurs 12 et 14, qui assemblent les extrémités en appui des différentes nervures avec d'autres, par exemple, les extrémités des nervures 54, 56, 58 et 60 sur
20 les surfaces en regard des nervures 40, 44. Les garnitures 117 et 118 peuvent être en toile Kevlar à couches multiples renforcées d'époxyde.

Telle qu'elle a été décrite jusqu'ici, la structure de nervures 16 entre les réflecteurs 14 et 12 est
25 faite d'une matière transparente aux rayonnements comme de la toile Kevlar. Toutes les toiles sont collées avec des adhésifs qui sont transparents aux rayonnements HF. Ces adhésifs sont bien connus dans la technique. Les parties centrales des réflecteurs, qui comprennent des parties
30 relativement grandes des surfaces des réflecteurs respectifs ne comportent pas de structures de nervures entre les réflecteurs 12 et 14 comme le montre la figure 4. Autrement dit, la structure de nervures ne s'étend pas sur les parties centrales relativement grandes des
35 réflecteurs. Cela est important car la structure de nervures se trouve entre les éléments de grilles réfléchissants du réflecteur inférieur 14 et son cornet

d'excitation correspondant positionné au foyer f_L ,
figure 2. La transparence HF de la structure de nervures
16 est importante pour réduire au minimum son effet sur
les faisceaux qui traversent la structure et qui sont
5 réfléchis par les éléments de grilles du réflecteur
inférieur 14. La structure de support de sandwich pour la
couche de grilles 32, figure 1, du réflecteur supérieur
12 est transparente aux rayonnements HF. Ainsi, tous les
éléments de structure entre la couche de grilles 32'
10 du réflecteur inférieur 14 et son cornet d'excitation
correspondant situé au point f_L , figure 2, sont essen-
tiellement transparents aux rayonnements HF et par consé-
quent n'ont qu'un effet minimal sur un tel faisceau.

Les déformations thermiques sont réduites au
15 minimum en présence des excursions de températures grâce
à la combinaison des éléments de structure dans les
orientations relatives, comme décrit ci-dessus en regard
des figures 1 à 11. Un effet minimal de l'humidité sur
la structure combinée est également obtenu par les orien-
20 tations décrites. La perte d'insertion est réduite au
minimum grâce à la réduction du nombre des éléments de
structure de support (nervures) entre les réflecteurs
12 et 14, utilisant des matières à faible perte et avec
les orientations décrites des matières et des éléments
25 pour les réflecteurs 12 et 14 et la structure de nervures
16.

Les pieds 80, 82, 84 et 86 peuvent consister
en une toile graphite opaque aux rayonnements HF. Mais les
pieds se trouvent sur le côté arrière du réflecteur 14
30 et par conséquent en dehors du trajet du rayonnement HF
qui passe entre les réflecteurs 12 et 14 et les points
 f_L et f_U . Par conséquent, l'opacité des pieds aux rayon-
nements HF n'a aucune répercussion sur les caractéristiques
électriques de l'antenne. La structure de nervures sup-
35 plémentaires formée par la structure de support 18 sur
la partie centrale arrière de l'antenne n'a aucun effet

néfaste sur le rayonnement HF qui passe entre les réflecteurs 12 et 14 et points f_L et f_U car elle se trouve également située sur le côté arrière du réflecteur inférieur 14.

- 5 Etant donné que relativement peu d'éléments de structure sont utilisés dans la structure d'antenne décrite, cette dernière est relativement légère. Par exemple, un exemple de deux réflecteurs à ouverture circulaire d'un diamètre de 400 mm réalisé selon l'inven-
10 tion pèse moins de 6,3 kg. D'autres avantages de la structure décrite comprennent une rigidité relativement élevée et une fréquence élevée de vibrations naturelles (c'est-à-dire supérieure à 100 GHz, fréquence supérieure aux fréquences mécaniques apparaissant généralement dans
15 les véhicules spatiaux). Par ailleurs, la structure d'antenne décrite présente de faibles déformations thermiques dans son environnement orbital. Les déformations thermiques sont généralement inférieures à 0,5 mm en moyenne quadratique sur le diamètre total de la structure
20 et inférieures à 1,5 mm de crête dans le plus mauvais cas des excursions de températures apparaissant dans l'environnement orbital. Les déformations provoquées par le dégagement de l'humidité absorbée au sol sont également faibles, par exemple moins de 0,4 mm en moyenne
25 quadratique et 1,1 mm de crête en moyenne quadratique.

Les nervures circulaires 44 et 46 décrites ci-dessus sont relativement plus difficiles à fabriquer car elles se situent dans des plans parallèles (leurs bords font face dans la direction générale de l'ouverture).

- 30 Une variante à ces nervures circulaires consiste en une structure de nervures comportant plusieurs éléments rectilignes (plutôt qu'un seul élément circulaire) disposés pour former une structure de nervures polygonale. Ces autres structures pèsent un peu plus que la structure
35 décrite ci-dessus et peuvent également comporter davantage d'éléments dans la surface d'ouverture centrale critique

entre le réflecteur supérieur et le réflecteur inférieur. Bien que quatre pieds soient représentés, il est évident qu'un nombre plus grand ou plus petit pourrait également convenir.

5 Un exemple des matières possibles pouvant être utilisées pour cette structure d'antenne comprennent la Fiberite Kevlar Fabric Style 120/Epoxy 934 pour les feuilles de face, les fermetures d'extrémités, les brides et des matières associées. Le noyau en nid d'abeille peut être
10 fabriqué en Kevlar 49 fabriqué par Hexel Corporation, désigné par HRH-49-1/4-2.1. Les adhésifs pour coller les différents éléments sont connus sous les références EA 934, EA956 et EA9312, de Hysol Company, pouvant servir à coller des différents éléments.

15 Il importe que les matières utilisées dans la réalisation du réflecteur supérieur et de sa structure de support présentent de faibles tangentes de perte et de faibles constantes diélectriques car certains faisceaux traversent cette structure vers le réflecteur inférieur.
20 Les matières décrites permettent d'obtenir ce résultat. Le coefficient de dilatation thermique de la structure en sandwich de chaque réflecteur est plus grand parallèlement à la direction des rubans 22 du noyau, figure 11, que dans la direction perpendiculaire. L'utilisation de cuivre ou
25 d'autres métaux dans les éléments de grilles 33 collés sur la surface supérieure de chaque réflecteur introduit un degré élevé d'orthotropie de ce réflecteur. Le coefficient de dilatation thermique dans la direction longitudinale des éléments 33 lorsqu'ils sont faits de cuivre, ce qui
30 est courant pour cette utilisation, est supérieure à celui perpendiculaire à la direction des éléments de grilles. L'anisotropie de la structure en sandwich de chaque réflecteur est ainsi réduite au minimum en orientant les directions et rubans des noyaux 22 perpendiculairement à
35 la direction des éléments de grilles du réflecteur correspondant. De plus, l'anisotropie du coefficient de dilatation

ainsi que les comportements de résistance et de rigidité
mécaniques de chaque structure de réflecteur est réduite
au minimum par la quasi-isotropie de la relation (0/45)/
H.C./ (45/0) de la chaîne de couche de face et de la
5 construction en nid d'abeille. L'effet global est une
réduction au minimum des déformations du réflecteur
résultant des variations de températures dans l'espace.

REVENDEICATIONS

1. Structure d'antenne (figures 1-3) comprenant un premier et un second réflecteurs d'ondes électromagnétiques (12,14) espacés l'un de l'autre, chaque réflecteur comprenant un réseau (38, 38') formé de plusieurs
5 éléments réfléchissants d'ondes électromagnétiques, parallèles, espacés et allongés (p.e. 33, figure 4) les éléments d'un réseau s'étendant dans une direction perpendiculaire aux éléments réflecteurs de l'autre réseau et une structure de supports d'éléments (figure 11) pour
10 supporter les éléments de ce réflecteur, chaque structure de support des éléments comprenant une pièce (20) transparente aux ondes électromagnétiques et ayant une forme qui épouse celle de son réseau d'éléments réfléchissants, structure caractérisée en ce qu'une structure de nervures
15 (16) transparente aux rayonnements est fixée sur lesdites structures de support et entre elles pour former une construction en sandwich avec lesdites structures de support de manière qu'un rayonnement à haute fréquence d'une polarisation donnée traverse le premier réflecteur vers le
20 second réflecteur et est réfléchi par le réseau des éléments réfléchissants dudit second réflecteur pour passer à travers l'espace occupé par la structure de nervures, la structure de support des éléments du premier réflecteur, et le réseau des éléments réfléchissants du premier
25 réflecteur.

2. Structure d'antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite structure de nervures entoure lesdites parties centrales desdits réflecteurs et ne s'étend pas au-delà.

30 3. Structure d'antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que chacune desdites structures de support d'éléments comporte un bord périphérique annulaire (71,73) le bord d'une structure étant située au-dessus du bord de l'autre structure, ladite structure de
35 nervures comprenant une première nervure annulaire extérieure

(46) reliée auxdites deux structures de support dans la région des bords périphériques des structures respectives et une seconde nervure annulaire (44) à l'intérieur et concentrique de la première nervure annulaire et reliée
5 également auxdites deux structures de support et plusieurs nervures (54-60) disposées radialement entre ladite première et la seconde nervures et reliées également auxdites deux structures de support.

4. Structure d'antenne selon la revendication 1
10 ou 2, caractérisée en ce que chacune desdites structures de support (figure 11) comporte un premier noyau en nid d'abeille (20) en forme de feuille et des feuilles (24, 34) sur les faces opposées dudit noyau et la dite structure de nervures (figure 9) comporte plusieurs nervures (p.e. 58)
15 formées respectivement d'une matière de noyau (62) en nid d'abeille en forme de feuilles avec des feuilles (64, 66) sur ses faces opposées, le noyau et les feuilles de faces desdites structures de support étant fait de matières qui sont les mêmes que lesdites nervures.

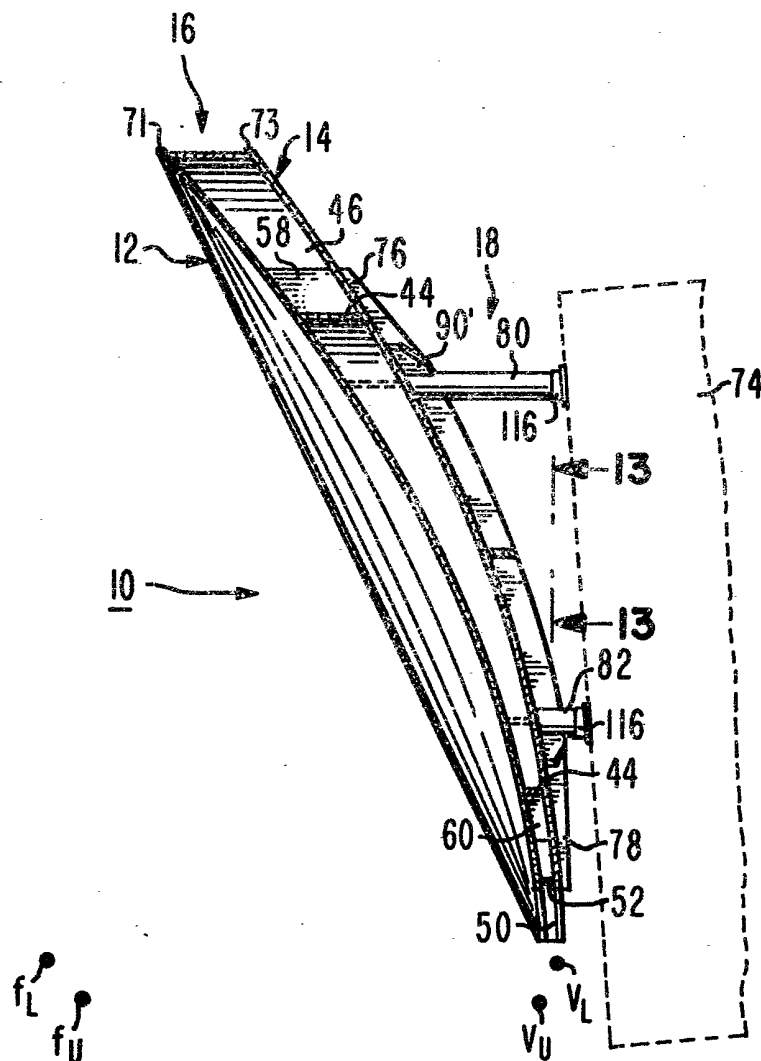
20 5. Structure d'antenne selon la revendication 4, caractérisée en ce que chaque noyau d'une structure de support comporte des rubans de matière de noyau avec des dimensions longitudinales parallèles, les feuilles sur chaque noyau comprenant une toile tissée renforcée d'époxyde,
25 la direction (chaîne 0°) de la chaîne de ladite toile étant parallèle à la direction (22) de la dimension longitudinale des rubans du noyau et perpendiculaire à la direction desdits éléments réfléchissants.

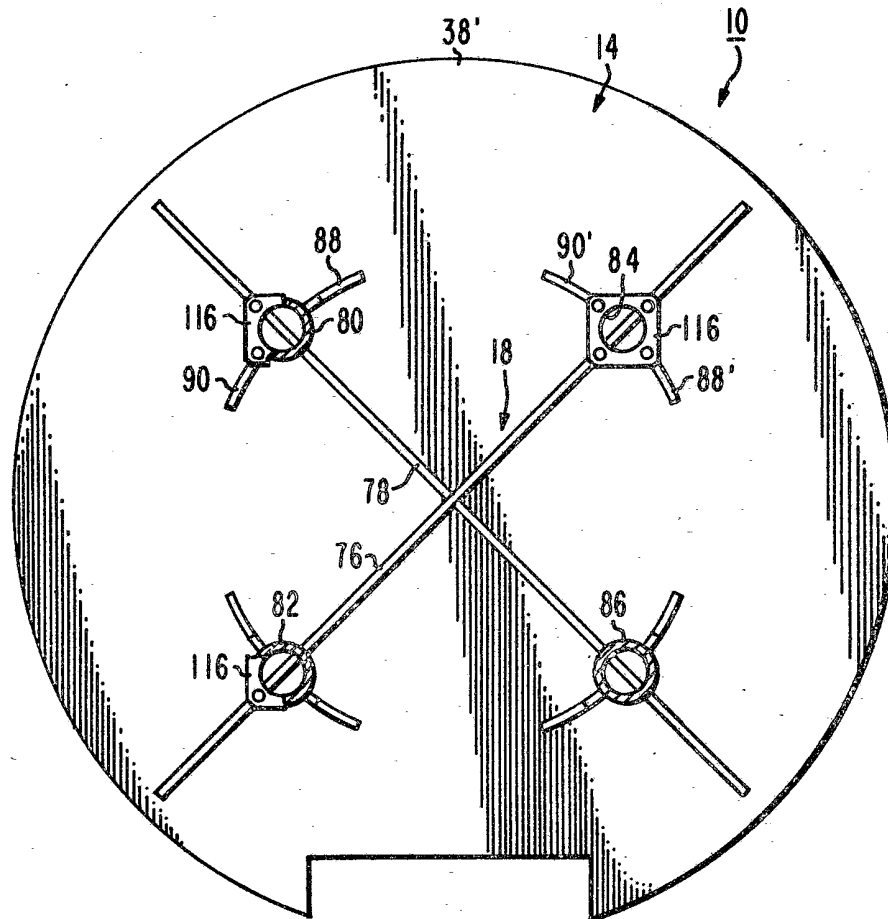
6. Structure d'antenne selon l'une quelconque
30 des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que ladite structure de nervures consiste en plusieurs nervures annulaires (44, 46) et des nervures radiales (54-60) fixées entre lesdites structures de support d'éléments et entre elles.

35 7. Structure d'antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce que lesdites nervures annulaires sont

espacées et concentriques entre elles et lesdites nervures radiales s'étendent comme des rayons entre lesdites nervures concentriques.

- 5 8. Structure d'antenne selon la revendication 7, caractérisée en ce que plusieurs pieds tubulaires (80-86) sont fixés et disposés sur le côté convexe de la seconde structure support de manière à s'en éloigner, chaque pied étant situé près d'une jonction desdites nervures annulaires (44) avec l'une respective desdites nervures radiales.
- 10 9. Structure d'antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que ladite structure de support comprenant ladite structure de nervures est réalisée en une toile tissée de polyparabenzamide renforcée d'époxyde.
- 15 10. Structure d'antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que chacun desdits réflecteurs comporte un sommet (V_L , V_U) voisin de l'un de ses bords et un foyer (F_L , F_U), lesdits réflecteurs étant disposés de manière que lesdits sommets
- 20 soient espacés l'un de l'autre et que lesdits foyers soient espacés l'un de l'autre.

*Fig. 2*

*Fig. 3*

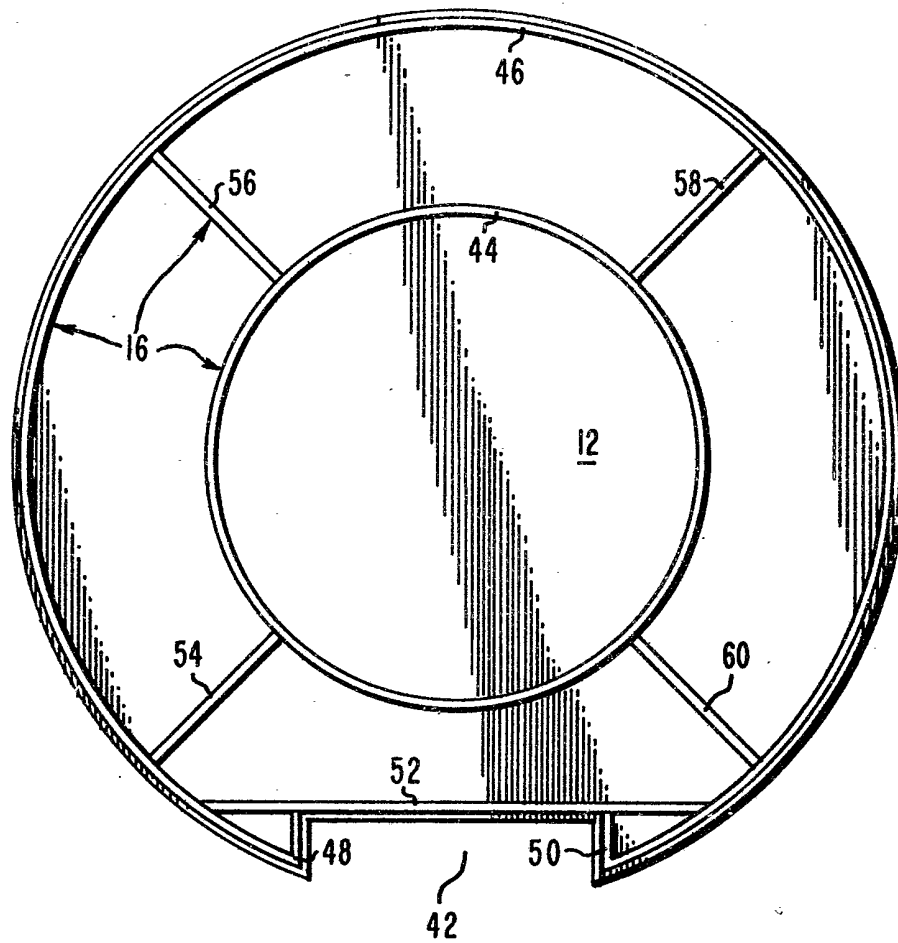


Fig. 4

Fig. 6

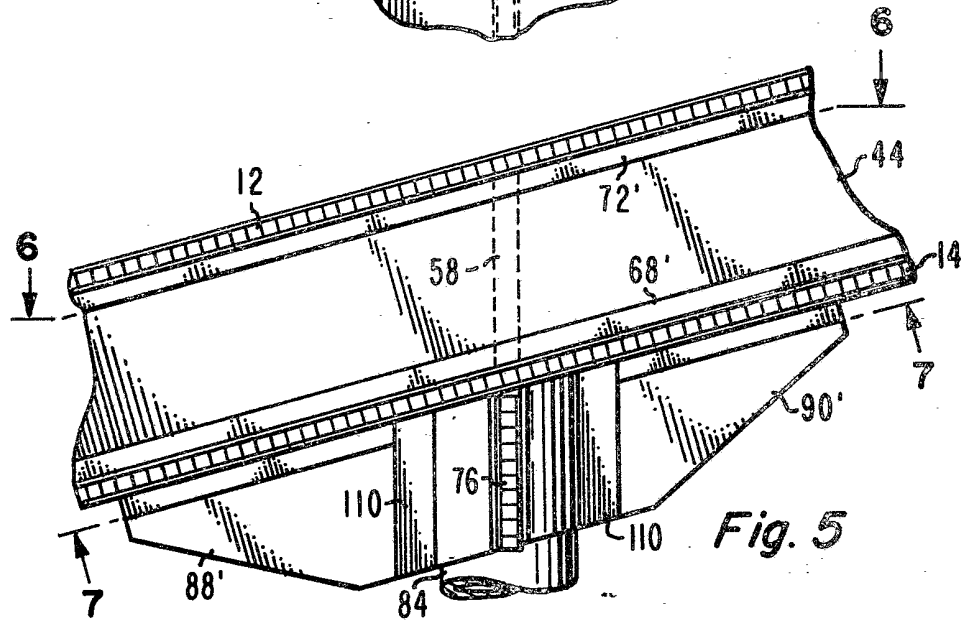
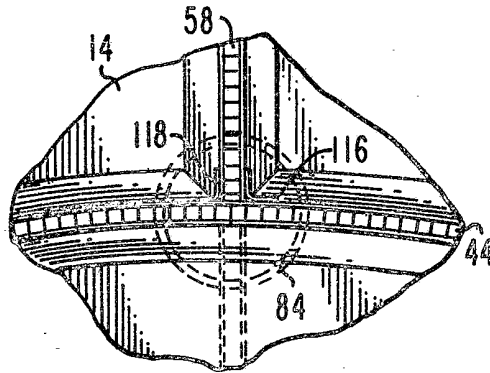
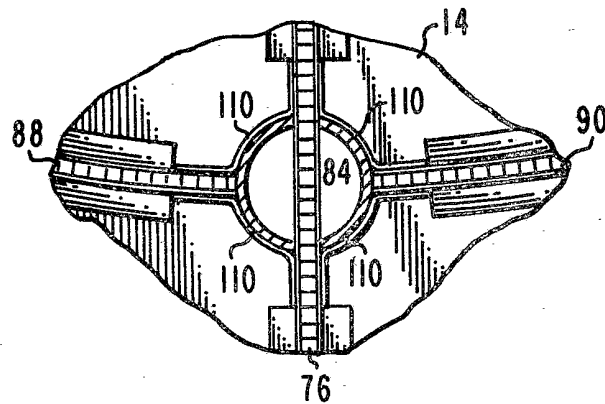


Fig. 5

Fig. 7



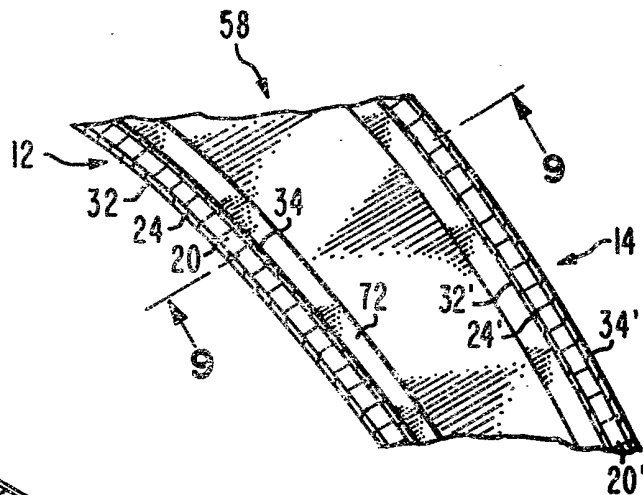


Fig. 8

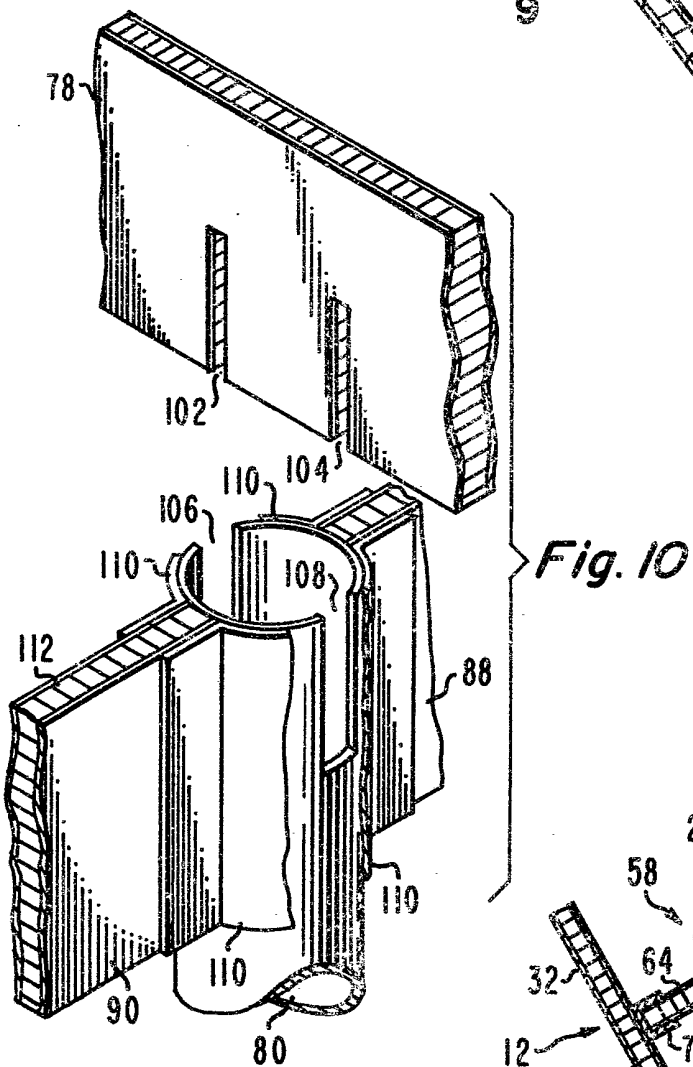


Fig. 10

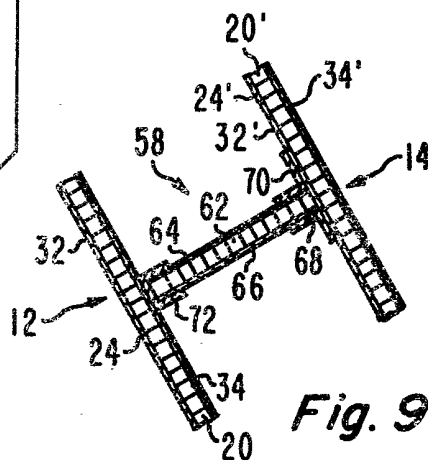


Fig. 9

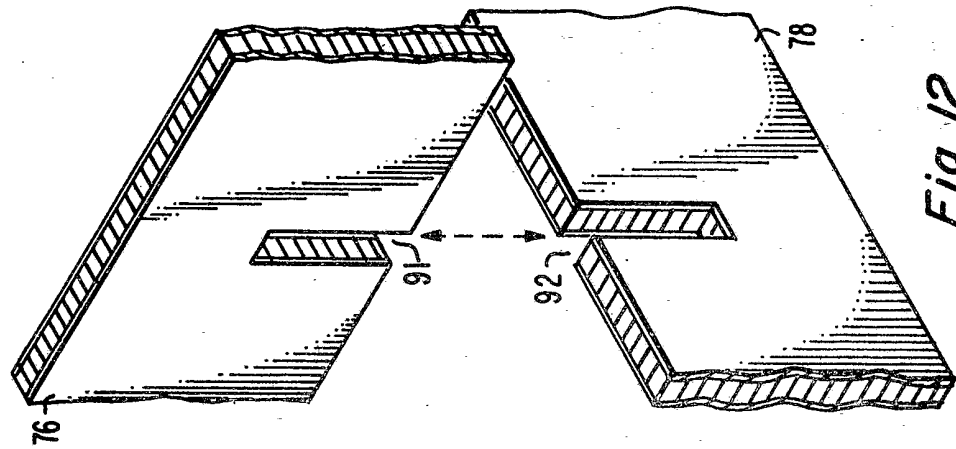


Fig. 12

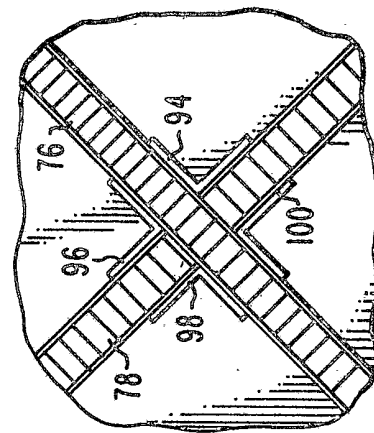


Fig. 13

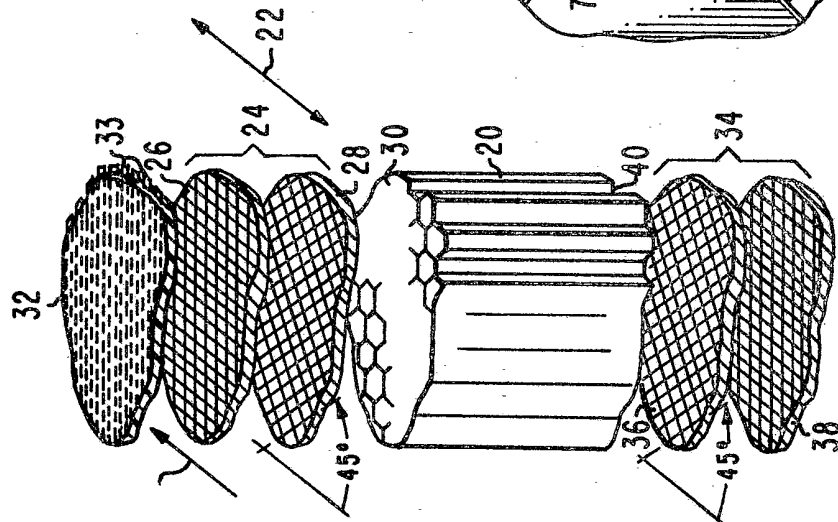


Fig. 11