



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
24.05.95 Bulletin 95/21

⑤① Int. Cl.⁶ : **H01Q 1/12, H01Q 15/20**

②① Numéro de dépôt : **90401962.7**

②② Date de dépôt : **06.07.90**

⑤④ **Antenne démontable et aérotransportable pour télécommunications avec un satellite.**

③⑩ Priorité : **06.07.89 FR 8909092**

④③ Date de publication de la demande :
06.03.91 Bulletin 91/10

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
24.05.95 Bulletin 95/21

⑧④ Etats contractants désignés :
DE GB

⑤⑥ Documents cités :
EP-A- 0 079 062
EP-A- 0 293 877
FR-A- 2 248 632
FR-A- 2 502 852
GB-A- 2 114 376
GB-A- 2 150 355
US-A- 3 383 692
US-A- 4 197 548
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol.9, no. 140
(E-321)(1863),14juin 1985; JP-A-6022802 (TOS-
HIBA) 05.02.1985

⑦③ Titulaire : **FRANCE TELECOM**
6, Place d'Alleray
F-75015 Paris (FR)
Titulaire : **Devillers, Yves**
23 Bd Poniatowski
F-75012 Paris (FR)
Titulaire : **Neveu, Frédéric**
RN 190 Chemin des Grandes Terres
F-78300 Carrières sous Poissy (FR)

⑦② Inventeur : **Devillers, Yves**
23 Boulevard Poniatowski
F-75012 Paris (FR)
Inventeur : **Neveu, Frédéric**
RN 190 Chemin des Grandes Terres
F-78300 Carrières sous Poissy (FR)
Inventeur : **Behe, Roger**
Route de la Tête de Chien Laturbie
F-06320 Cap-d'Ail (FR)
Inventeur : **Ramat, Pierre**
65 rue des Clos Beauregards
F-92500 Rueil Malmaison (FR)

⑦④ Mandataire : **Martinet & Lapoux**
BP 405
F-78055 St. Quentin en Yvelines Cédex (FR)

EP 0 415 804 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne une antenne transportable pour une station mobile terrienne de télécommunications, permettant de transmettre et de recevoir notamment des images, du son et des données avec un satellite de télécommunications. En particulier, elle est utilisée pour des reportages lointains afin de retransmettre des images de télévision et d'échanger des communications téléphoniques avec une régie de télévision en métropole.

Actuellement, les antennes mobiles connues, compte-tenu de leur forme et de leurs équipements d'assise au sol, ne pèsent jamais moins de deux tonnes et ne sont pas démontables dans des conditions satisfaisant un transport rapide, par aéronef sur site d'intervention dans des conditions économiquement raisonnables. Il en est de même, d'ailleurs, pour les équipements électroniques associés à l'antenne, qui sont confinés dans un abri de protection technique, dit shelter, de grande taille dont l'encombrement et le poids sont pénalisants.

En outre, les poids et encombrement des équipements et de l'antenne ont contribué, par leur coût, à empêcher toute réalisation de reportages d'images et sons à longue distance. Les utilisateurs de telles antennes, au premier rang desquels les chaînes de télévision et les clients privés, ont toujours considéré comme impossible la réalisation de tels reportages.

Il convient de souligner que le principal inconvénient de ces antennes connues réside dans le fait que celles-ci ne sont pas démontables en des pièces relativement petites permettant leur regroupage dans des colis facilement transportables dans des soutes d'avions de grande ligne. En effet, le réflecteur et le châssis, du genre treillis irrégulier de tubes, ne sont pas complètement séparables l'un de l'autre. L'ensemble réflecteur-châssis est démontable en quelques parties de réflecteur-châssis dont ces formes sont diverses et non standards et qui sont très volumineuses. Ces parties ont des dimensions excédant les longueur, largeur et hauteur maximales de 3,07 m, 1,8 m et 1,6 m requis pour des colis introduits dans des soutes d'avion de grande ligne. Dans ces conditions, ces antennes connues peuvent être aérotransportées par des avions dits cargos qui sont affrétés spécialement et dont les horaires sont tout à fait irréguliers. Ceci entraîne un temps d'immobilisation des équipements et de l'antenne beaucoup plus long que le temps nécessaire au transport de l'équipe de reportage séparé de celui de l'antenne et à l'accomplissement du reportage. Dans certains cas, les équipements et l'antenne ne peuvent même pas être acheminés par avion ou hélicoptère de petite taille jusqu'au site précis où a lieu le reportage en direct.

Par ailleurs, les antennes existantes et démontables, déjà trop lourdes, ont un diamètre relativement petit et donc des performances radioélectriques in-

suffisantes. La source hyperfréquence de l'antenne doit donc offrir une puissance très élevée à l'émission pour atteindre les objectifs de qualité requis pour la retransmission du reportage. Cette forte puissance obère à son tour les qualités de transportabilité des équipements et de l'antenne et le coût d'acheminement et de service humain, dans la mesure où la source hyperfréquence doit être plus puissante et donc les équipements électroniques doivent être plus lourds. En particulier, les équipements requièrent une alimentation électrique de puissance très élevée, augmentant l'encombrement et le poids de l'ensemble.

Ainsi, par exemple, la EP-A-O 079 062 décrit un réflecteur indémontable comprenant des secteurs réfléchissants concaves. Chaque secteur comprend des plaques perpendiculaires rectangulaires dont environ la moitié émerge dans la calotte concave interne du réflecteur. Les barrières diélectriques ainsi formées réduisent le rendement de l'antenne et imposent des équipements électroniques puissants.

La GB-A-2 150 355 décrit un réflecteur d'antenne de télécommunications formé par l'assemblage d'éléments rigides moulés. Chaque élément rigide présente, en une seule pièce, une surface réfléchissante bordée par une jupe et occupe à lui seul un volume important, si bien que les éléments composant un réflecteur sont difficilement transportables en raison du volume total occupé.

Le US-A-3 383 692 décrit une antenne de type Cassegrain de grande dimension. Cette antenne comprend un très grand nombre d'éléments démontables dont notamment douze secteurs de réflecteur et une structure porteuse elle-même comprenant différentes parties. L'assemblage de cette antenne est complexe, et la longueur des secteurs de réflecteurs est de l'ordre de grandeur du rayon de l'antenne ; pour une antenne de grande dimension, ces éléments sont donc intransportables par un avion de petite taille.

De même, la FR-A-2 502 852 décrit un réflecteur pour grande antenne de télécommunications. Le réflecteur comprend un panneau réfléchissant supporté par une structure porteuse. Celle-ci comprend des fermes radiales ceinturées par des raidisseurs, les fermes et raidisseurs étant en tôle raidie, monobloc. La structure porteuse n'est pas démontable et est par conséquent intransportable d'un lieu d'utilisation de l'antenne à un autre.

La présente invention a donc pour but de réaliser une antenne légère, facilement démontable en diverses pièces de faible encombrement, et donc aisément aérotransportable tout en faisant appel à une alimentation de puissance électrique relativement faible, afin de permettre des reportages rapides en tout lieu du globe et pour retransmettre des images de télévision notamment vers un satellite géostationnaire.

En particulier, l'antenne selon l'invention peut

être transportée dans la soute d'un avion de grande ligne en même temps que l'équipe de reportage elle-même.

A cette fin, une antenne notamment pour télécommunications bidirectionnelles avec un satellite, est telle que définie dans la revendication 1.

Les éléments de réflecteur et les panneaux du châssis sont chacun inscrits dans un rectangle prédéterminé, de préférence de 3 m x 1,5 m environ, et sont chacun à structure en sandwich, composée d'une âme en matière synthétique, ou en nid d'abeille ou en bois léger, et de faces en carbone. La masse surfacique des éléments de réflecteur et des panneaux de châssis peut être inférieure à 11 kg/m² environ, et de préférence de l'ordre de 5 kg/m². Ces caractéristiques dimensionnelles et structurelles permettent le transport de l'antenne selon l'invention dans une soute d'avion de grande ligne. Le coût du transport est réduit, compte-tenu du faible poids de l'antenne qui globalement, y compris avec ses accessoires tels que mât porteur de source, mât de levée en site et positionneur en azimut, peut être inférieur à 400 kg.

Les dimensions relativement grandes du réflecteur selon l'invention autorisent une source hyperfréquence de puissance faible et une source en énergie électrique peu encombrante et légère.

Selon une réalisation préférée, l'antenne est du type offset, et donc offre un rendement plus élevé que les antennes avec réflecteur à symétrie de révolution communément employée. L'antenne comporte un mât porteur de la source dont une partie inférieure est fixée latéralement à l'un des panneaux latéraux du châssis et dont une partie supérieure surplombant le réflecteur est disposée parallèlement et à proximité de l'axe focal du réflecteur. Ce mât peut pivoter pour être couché sur l'antenne et accéder à la source.

L'antenne comprend également des moyens démontables et aérotransportables pour orienter le réflecteur aussi bien en site qu'en azimut. Pour l'orientation en site du réflecteur sont prévus un mât de site démontable, de préférence télescopique, ayant une extrémité reposant sur le sol, un coulisseau coulissant le long du mât de site et articulé à l'un de panneaux latéraux du châssis, et des moyens pour élever le coulisseau le long du mât de site. Pour l'orientation azimutale du réflecteur sont prévus deux moyens de roulement montés à rotation sous l'un des panneaux latéraux du châssis et un chemin de roulement démontable pour les moyens de roulement.

Le piètement de l'antenne selon l'invention est donc complètement différent de ceux traditionnellement employés, du genre tourelle pour l'orientation en azimut et leviers à vérin montés sur la tourelle pour l'orientation en site. En particulier, le mât en site selon l'invention autorise à poser le châssis soutenant le réflecteur à-même le sol.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la

description de plusieurs réalisations préférées de l'invention en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels:

- 5 - la Fig. 1 est une vue schématique de côté longitudinal d'un châssis et d'un réflecteur d'une antenne selon une première réalisation de l'invention, en position horizontale ;
- la Fig. 2 est une vue de dessus schématique de l'antenne selon la Fig. 1 ;
- 10 - la Fig. 3 est une vue de dessus schématique du réflecteur de l'antenne selon la Fig. 1 ;
- la Fig. 4 est une vue de dessus schématique du châssis conformateur de l'antenne selon la Fig. 1 ;
- 15 - la Fig. 5 est une vue horizontale en coupe prise le long de la ligne V-V de la Fig. 6 montrant une liaison centrale au châssis entre des panneaux internes ;
- la Fig. 6 est une vue verticale en coupe prise le long de la ligne VI-VI de la Fig. 5 ;
- les Figs. 7 et 8 sont des vues de dessus de deux liaisons entre panneaux du châssis au niveau d'une arête verticale du châssis, respectivement ;
- 20 - la Fig. 9 est une vue de dessus d'une liaison entre le milieu d'un petit panneau latéral et d'un panneau interne-axial du châssis ;
- la Fig. 10 est une superposition des Figs. 3 et 4 ;
- 30 - la Fig. 11 est une vue schématique en perspective du réflecteur sur un moule, et du châssis retourné et en cours de surmoulage, selon la première réalisation ;
- les Figs. 12 et 13 sont des vues de dessus d'un réflecteur et d'un châssis conformateur selon une seconde réalisation de l'invention, respectivement ;
- les Figs. 14 et 15 montrent respectivement des vues arrière et de côté longitudinal d'un mât porte-source selon une première réalisation, respectivement ;
- les Figs. 16 et 17 montrent des vues arrière et de côté longitudinal d'un mât porte-source selon une seconde réalisation, respectivement ;
- 45 - la Fig. 18 est une vue éclatée d'un mât de levée en site de l'antenne ;
- la Fig. 19 montre schématiquement le mât de levée en site partiellement déployé ;
- les Figs. 20 et 21 sont des vues de dessus et de face d'une chape d'articulation entre le mât de levée en site et un petit panneau latéral du châssis, respectivement ;
- les Figs. 22 et 23 montrent schématiquement l'antenne selon la Fig. 1, avec un axe focal du réflecteur parallèle et perpendiculaire au sol, respectivement ;
- 55 - la Fig. 24 est une vue schématique de dessus d'un positionneur en azimut de l'antenne ;

- la Fig. 25 est une vue latérale d'une poutre de chemin de roulement pour patin-porteur de châssis, inclus dans le positionneur en azimut ;
- les Figs. 26 et 27 sont des vues verticales et de dessus d'un vérin à vis pour mise à niveau du chemin de roulement, respectivement ;
- la Fig. 28 est une vue de côté longitudinale d'une bascule pour supporter le chemin de roulement, selon une variante du positionneur en azimut ; et
- les Figs. 29 et 30 sont des vues schématiques de côté longitudinal et de dessus de l'antenne selon la Fig. 1, munie d'un positionneur en azimut avec bascule selon la Fig. 28, respectivement

Afin de fixer les idées certains constituants et dimensions d'éléments composant une antenne conforme à l'invention sont indiqués à titre d'exemple dans la description détaillée ci-après.

L'antenne selon une réalisation préférée est destinée à transmettre vers un satellite géostationnaire et à recevoir de ce satellite des signaux de télécommunications SHF en onde centimétrique, et plus particulièrement des signaux en bande C, respectivement compris entre 3,1 et 4,2 GHz, et 5,925 et 6,425 GHz. Les signaux de télécommunications peuvent supporter à la fois des images, du son et des données informatiques.

Comme montré schématiquement aux Figs. 1 et 2, l'antenne d'émission et de réception comprend essentiellement cinq ensembles démontables, savoir un réflecteur parabolique 1, un châssis-conformateur 2, un mât porteur 3 d'une source hyperfréquence 4, un mât de levée en site 5, et un positionneur en azimut 6.

L'antenne est du type à source hyperfréquence décentrée, dite "antenne offset". Le réflecteur 1 est une portion sans symétrie de révolution et à contour sensiblement elliptique d'un paraboloidé de révolution. La projection du réflecteur sur un plan focal perpendiculaire à l'axe F'F du paraboloidé est un cercle de projection passant à proximité du foyer f du paraboloidé. Une antenne offset présente l'avantage que le mât porteur 3 de la source 4 réduit les pertes par effet de masque et peut comporter une seule branche porteuse qui est alignée avec l'axe focal, ce qui augmente le rendement de l'antenne.

Le réflecteur d'antenne 1 présente ainsi un contour sensiblement elliptique avec une excentricité très petite. Comme montré en vue de dessus à la Fig. 3, X'X et Y'Y désignent des petit et grand axes du contour elliptique dans le plan d'ouverture du réflecteur. Le diamètre du cercle de projection est de 5,50 m environ, et le réflecteur 1 est vu du foyer f où se trouve la source hyperfréquence 4, sous un angle au sommet de $2 \times 40^\circ = 80^\circ$ environ. Les largeur et longueur du réflecteur suivant les axes X'X et Y'Y sont de l'ordre de 5,4 m et 5,9 m, ce qui correspond à une

surface d'environ 25 m².

Le réflecteur 1 est démontable en huit éléments minces paraboliques, dits pétales 11₁ à 11₈. Les contours des pétales sont délimités d'une part par le petit axe X'X du réflecteur et deux segments parallèles au petit axe X'X et distants de celui-ci d'un quart du grand axe Y'Y, et d'autre part par le grand axe Y'Y lui-même. La continuité de la surface du réflecteur est assurée par les jonctions bord à bord des pétales 11₁ à 11₈ suivant leurs bords parallèles aux axes X'X et Y'Y. Les pétales, et donc le réflecteur, sont minces, c'est à dire sont d'épaisseur faible et uniforme ce qui facilite leur empilage.

Comme cela apparaît à la Fig. 3, le réflecteur est en fait composé de quatre pétales centrales quasi-identiques 11₁ à 11₄ partagées par les axes X'X et Y'Y et de quatre pétales quasi-identiques 11₅ à 11₈ situées aux extrémités du grand axe Y'Y, ce qui facilite non seulement le coût de la construction du réflecteur, mais également l'empilage des pétales lorsque le réflecteur est démonté. En outre, les paires de pétales 11₅ et 11₆, et 11₇ et 11₈ aux extrémités du grand axe Y'Y comportent des débords trapézoïdaux 12₁ et 12₂ pour former des appuis du réflecteur sur le châssis 2, comme on le verra dans la suite. Chaque pétale a une surface d'environ 3 m².

Chacune des pétales 11₁ à 11₈ est constituée d'un panneau curviligne stratifié du type à structure en sandwich. Chaque panneau comprend une âme qui peut être en matière synthétique thermoformable, telle que mousse de polyméthacrylate (PMMA), ou en nid d'abeille, ou en bois léger tel que balsa rendu étanche par injection de résine. La mousse peut être renforcée de fibres de carbone ou de fibres de verre. Les deux faces de l'âme sont recouvertes par une ou plusieurs couches de fibres de carbone imprégnée de résine époxy qui, grâce à sa dilatation linéaire quasi-nulle, conserve une géométrie constante optimale à la pétale, quelles que soient les conditions climatiques qui peuvent varier de -70 °C à +70°C, ou lorsque le réflecteur se trouve pour partie à l'ombre, pour partie au soleil. La face concave de chaque pétale, constituant une portion réfléchissante du réflecteur d'antenne, comporte une grille métallique tressée finement, en aluminium, qui est collée sur les couches de carbone et protégée par un tissu de Kevlar lui-même recouvert d'une couche de peinture blanche. Selon d'autres réalisations, la grille métallique et la couche de Kevlar sont supprimées.

Lorsque les pétales comprennent une âme en balsa, l'épaisseur des pétales est de 14 mm et le réflecteur a une masse totale de 270 kg environ, soit une masse surfacique de 10,8 kg/m². Pour obtenir la même rigidité en flexion, l'épaisseur des pétales est de 22 mm lorsque celles-ci sont avec une âme de PMMA, et la masse du réflecteur est beaucoup plus faible, de l'ordre de 135 kg, soit 5,4 kg/m².

Selon la réalisation illustrée à la Fig. 4, le châs-

sis-conformateur 2 a la forme d'un prisme droit à base hexagonale symétrique et irrégulière. Les bases de prisme sont centrées autour d'un axe Z'Z central au réflecteur 1 et perpendiculaire aux axes X'X et Y'Y. Les bases de châssis ont un contour résultant de deux trapèzes isocèles mis tête-bêche le long du petit axe X'X du réflecteur 1. La grande base des trapèzes colinéaire à l'axe X'X est sensiblement égale à la moitié de la petite base des trapèzes, et la hauteur des trapèzes est égale à la moitié du grand axe Y'Y du réflecteur 1. Le châssis 2 résulte de l'assemblage de quatorze panneaux 21₁ à 21₁₄ disposés verticalement selon la Fig. 4, et donc perpendiculairement à la base inférieure du prisme. Les panneaux de châssis forment entre eux des mailles triangulaires d'un treillis polyédrique. Les chants longitudinaux inférieurs des panneaux sont coplanaires à la base inférieure du prisme du châssis. Les chants supérieurs des panneaux ont un profil curviligne en conformité avec la face convexe parabolique du réflecteur 1. La structure triangulée du châssis creux 2 comporte à l'intérieur, six panneaux 21₁ à 21₆ reliant les six arêtes du châssis au centre Z'Z de celui-ci, deux panneaux 21₇ et 21₈ le long de l'axe Y'Y, et six panneaux latéraux périphériques 21₉ à 21₁₄ reliant les arêtes du châssis deux à deux. Les panneaux du châssis sont principalement reliés entre eux au moyen d'un moyeu central 22 coaxial à l'axe Z'Z, et de six assemblages à trois tubes 23, 24 situés aux arêtes du châssis.

Les huit panneaux intérieurs 21₁ à 21₈ convergent vers le moyeu d'assemblage central 22. En référence aux Figs. 5 et 6, le moyeu 22 comporte un tube central 221 et deux flasques circulaires 222 et 223 coaxiaux à l'axe Z'Z. Le flasque 222 est soudé à la base inférieure du tube 221, tandis que le flasque 223 est monté amovible sur la base supérieure du tube 221. Sur la face supérieure du flasque inférieur 222 sont soudés huit tétons pleins coniques de centrage 224 qui sont terminés par des bouts cylindriques filetés 225. D'une manière analogue, le flasque supérieur amovible 223 comporte huit tétons creux coniques de centrage 226 soudés dans des trous du flasque 223 et saillant sous celui-ci. Les tétons inférieurs 224 et supérieurs 226 sont alignés deux à deux parallèlement à l'axe Z'Z, et sont répartis sur un cercle concentrique à l'axe Z'Z du tube 221 selon la distribution en étoile des panneaux 21₁ à 21₈. Les petits chants verticaux de chacun de ces panneaux sont formés par deux tubes 211 venus de moulage, dont les extrémités comportent des bagues soudées à alésage conique 212 et 213 destinées à coopérer avec deux tétons coniques alignés 224 et 226. Le téton 224 est maintenu emboîté dans la bague inférieure 212, et le téton 226 est maintenu emboîté dans la bague supérieure 213 au moyen d'une tige creuse 227. L'extrémité inférieure taraudée 228 de la tige 227 est visée sur le bout 225 du téton inférieur 224. L'extrémité supérieure de la tige 227 traverse le téton 226 et

comporte une tête carrée 229 appliquée sur la face supérieure du flasque 223. Comme cela apparaît à la Fig. 6, les extrémités des chants longitudinaux supérieurs des panneaux 21₁ à 21₈ comportent une petite encoche pour y loger le flasque supérieur 223 sous les pétales jointives de réflecteur 11₁ à 11₄.

Les assemblages à trois tubes situés aux arêtes du châssis-conformateur 2 sont destinés à solidariser les petits chants tubulaires externes de trois panneaux selon un montage sensiblement analogue au moyeu central 22.

Les deux assemblages 23 situés aux deux arêtes d'extrémité du petit axe X'X sont identiques, et l'un d'eux pour solidariser les grands panneaux latéraux externes 21₁₁ et 21₁₂ et le panneau interne 21₄ est montré à la Fig. 7. L'assemblage 23 comporte des flasques inférieur et supérieur oblongs 231 munis chacun de tétons de centrage coniques respectifs 224, 226 de manière à aligner les tubes voisins 211 des panneaux 21₄, 21₁₁ et 21₁₂ parallèlement au grand axe Y'Y et symétriquement par rapport au petit axe X'X. Trois tiges creuses 227 rassemblent les deux flasques qui entretouillent les extrémités de chants longitudinaux des panneaux 21₄, 21₁₁ et 21₁₂.

Les quatre assemblages 24 situés aux quatre arêtes dans les secteurs délimités par les axes X'X et Y'Y sont identiques, et l'un d'eux relatif aux deux panneaux latéraux externes 21₁₂ et 21₁₃ et au panneau interne 21₅ est montré à la Fig. 8. L'assemblage 24 comporte des flasques inférieur et supérieur 241 ayant chacun trois tétons de centrage 224, 226, comme les flasques d'assemblage 231, mais offrant un profil coudé symétrique par rapport au panneau interne 21₅. Trois tiges 227 à tête supérieure 229 et extrémité inférieure taraudée 228 solidarisent les panneaux 21₁₂, 21₁₃ et 21₅ avec les flasques 241.

Les petits panneaux latéraux externes 21₁₀ et 21₁₃ comportent en leur centre aligné sur l'axe Y'Y un tube de centrage 211Y noyé lors du moulage et de la fabrication dans l'âme du panneau. Comme montré à la Fig. 9, pour assembler par exemple l'un 21₁₃ de ces deux panneaux externes avec le panneau interne correspondant 21₈ colinéaire à l'axe Y'Y, des flasques oblongs inférieur et supérieur 25 comportent chacun deux tétons coniques de centrage respectifs 224, 226 qui pénètrent aux extrémités respectives du tube 211Y central au panneau externe 21₁₃ et du tube extrémal voisin 211 du panneau 21₈. Deux tiges 227 solidarisent les flasques 25 aux panneaux 21₁₃ et 21₈.

Le châssis-conformateur 2 comporte ainsi $8+(6 \times 3) + (2 \times 2) = 30$ ensembles de tube 211 et tige de liaison 227.

En pratique, la hauteur du moyeu central 22 est d'environ 350 mm, et la hauteur des assemblages périphériques de panneaux 23, 24 et 25 est d'environ 900 mm.

Lorsque les panneaux 21₁ à 21₁₄ du châssis-conformateur 2 sont suffisamment épais, typique-

ment d'épaisseur 20 mm, les pétales de réflecteur 11₁ à 11₈ sont fixées directement sur les chants curvilignes supérieurs des panneaux. Chaque pétale est ainsi fixée sur les panneaux sous-jacents respectifs au moyen de six vis 13 en nylon, typiquement de diamètre 8 mm, sensiblement équiréparties le long de la périphérie de la pétale, comme montré aux Figs. 3 et 10. Chaque vis 13 traverse un trou de la pétale et est vissée dans un insert métallique cylindrique, taraudé et expansible, implanté dans le chant longitudinal supérieur d'un panneau qui est surmoulé, comme précisé ci-après.

La structure en treillis à maille triangulée ainsi réalisée confère une très grande rigidité au châssis 2 tant en flexion qu'au vrillage. Les six panneaux latéraux 21₉ à 21₁₄ soutiennent parfaitement les pétales 11₁ à 11₈, en évitant tout porte-à-faux. Les vis 13 sont des vis coniques afin d'assurer en permanence un jointage parfait des pétales bord à bord et d'éviter tout risque d'écrasement lors du montage de celles-ci par des personnels non qualifiés. L'architecture générale du réflecteur 1 et du châssis 2 raidissant le réflecteur confèrent à l'antenne une excellente tenue aux vents violents. La présence des panneaux à l'intérieur du châssis ne permet pas aux vents de s'enfouffrer sous le réflecteur.

Chacun des panneaux 21₁ à 21₁₄ du châssis 2 a également une structure en sandwich composée d'une âme, de préférence en mousse de PMMA ou bien d'une âme en matériau identique à celle des pétales, dont les faces sont recouvertes par une ou plusieurs pellicules en carbone. Pour une âme de panneau en PMMA, la masse du châssis 2 est approximativement de 160 kg.

La fabrication du réflecteur 1 et du châssis conformateur 2 tels qu'ils viennent d'être décrits comporte de préférence les étapes suivantes, en référence à la Fig. 11.

a) A partir d'un moule mâle convexe parabolique MA dont la géométrie, qui n'est pas à symétrie de révolution, est préalablement contrôlée, le réflecteur d'antenne 1 est conforme.

b) Les panneaux 21₁ à 21₁₄ sont découpés au profil désiré et en particulier leur chant supérieur est usiné approximativement en fonction de la face convexe inférieure du réflecteur 1. Puis les panneaux sont reliés les uns aux autres au moyen du moyeu central 22 et des assemblages à flasques 23, 24 et 25.

c) Le réflecteur d'antenne, toujours sur le moule mâle MA en forme de paraboloïde, reçoit par-dessus le châssis-conformateur retourné qui est positionné convenablement sur le réflecteur, comme montré à la Fig. 11. Toutefois, préalablement à la pose du châssis sur le moule, la face convexe non-active du réflecteur est recouverte d'un film démoulant, et de la résine époxydique est épanchée sur le film, approximativement aux

jonctions correspondantes entre les panneaux et le réflecteur. La résine peut être largement épanchée pour former des cornières surmoulées de largeur déterminée le long et de chaque côté des chants longitudinaux courbes des panneaux raidisseurs 21₁ à 21₁₄. Ces cornières peuvent servir, dans certaines réalisations, à recevoir des vis de fixation de pétale, ou servir comme appui des pétales lorsque les panneaux sont minces.

d) Après thermodurcissement de la résine de surmoulage, les chants longitudinaux concaves des panneaux de châssis épousent parfaitement la forme parabolique du réflecteur. La position du châssis sur le réflecteur est précisément repérée, et/ou le cas échéant, des perçages et contre-perçages entre les cornières 24 du châssis 2 et les pétales 11₁ à 11₈ du réflecteur 1 sont effectuées pour des vis de fixation 13 notamment.

Il est à noter que l'assemblage par fixation mécanique du réflecteur d'antenne et du châssis conformateur permet la démontabilité de l'antenne tout en garantissant la géométrie du réflecteur déterminée lors du moulage. L'opération de surmoulage des chants des panneaux et éventuellement de cornières ainsi que certains perçages et contre-perçages doivent être impérativement réalisés avant que le réflecteur d'antenne ne soit séparé de son moule.

e) Après démontage du châssis 2 et dépose de ses panneaux, les chants surmoulés des panneaux sont nettoyés et ébarbés. Puis le réflecteur est découpé au profil désiré en plusieurs pétales, en l'occurrence huit pétales 11₁ à 11₈.

L'avantage principal du châssis conformateur démontable indépendamment du réflecteur d'antenne est d'offrir, après démontage, un volume le plus faible possible qui facilite le transport des panneaux du châssis conformateur, notamment par avion. La masse de chacun des éléments, pétales du réflecteur ou panneaux du châssis, n'excède pas 20 kg, et la longueur et la largeur de chacun de ces éléments sont inférieures à 3 m et 1,5 m, et donc inférieures aux dimensions standards de 3,07 m x 1,8 m de palette pour avion de grande ligne. Ces caractéristiques confèrent un montage aisé du châssis et du réflecteur, sans jamais faire appel à des engins de manutention, et des empilages peu encombrants des éléments.

D'autres réalisations de structure de châssis à base inférieure polygonale convexe peuvent être conçues à partir des concepts de fabrication et de démontabilité évoqués ci-dessus. Les Figs. 12 et 13 montrent un châssis 2a ayant une structure parallélépipédique pour un réflecteur 1a analogue au réflecteur 1. Le châssis 2a comporte deux paires de panneaux 21a₁, 21a₂ et 21a₃, 21a₄ alignés suivant les axes X'X et Y'Y et assemblés par un moyeu central à 4 branches 22a, deux petits panneaux transversaux 21a₅ et 21a₆ parallèles à l'axe X'X et analogues

aux panneaux 21₁₀ et 21₁₃, deux paires de panneaux longitudinaux 21a₇, 21a₈ et 21a₉, 21a₁₀ parallèles à l'axe Y'Y, et quatre panneaux internes 21a₁₁ à 21a₁₄ reliant deux à deux les milieux des côtés externes du châssis. Selon une autre variante, les panneaux 21a₁₁ à 21a₁₄ sont alignés deux à deux suivant les diagonales du rectangle du châssis. Les panneaux sont assemblés par huit paires de flasques adéquats 23a et 24a. La Fig. 12 montre les emplacements de vis de fixation 13a des pétales 11a₁ à 11a₈ du réflecteur 1a sur des cornières surmoulées sur les chants longitudinaux supérieurs concaves des panneaux 21a₁ à 21a₁₄, supposés ici minces. Des cavaliers 14a sont prévus aux jonctions bord à bord des pétales 11a₁ à 11a₈ sur le contour du réflecteur 1a pour conserver la continuité surfacique du réflecteur à l'encontre de sa flexion propre.

Lors du montage du réflecteur et du châssis in situ, les panneaux du châssis sont disposés à même sur le sol. Puis on procède au montage du mât porte-source 3, du mât de levée en site 5 et du positionneur en azimut 6.

Selon une première réalisation montrée aux Figs. 14 et 15, le mât porte-source 3 comprend essentiellement une poutre 31 du type caisson surplombant le réflecteur et deux montants de fixation plats sensiblement en triangle isocèle 32 et 33. Une platine 41 est fixée en partie supérieure de la poutre 31 et porte la source hyperfréquence 4. Les quatre pièces 31, 32, 33 et 41 sont en un matériau léger analogue à celui des pétales du réflecteur et des panneaux du châssis, et de préférence du type à structure en sandwich comprenant une âme en mousse de PMMA ou en nid d'abeille du type NEMEX fabriqué par DU PONT DE NEMOURS, les faces de l'âme étant recouvertes par des pellicules en carbone.

La poutre 31 a une section creuse rectangulaire ayant une largeur constante de 0,4 m et une hauteur décroissant vers le haut sur une longueur de 3 m. Une face inférieure 34 de la poutre 31, qui est normalement perpendiculaire au plan X'X-Y'Y du réflecteur, a une extrémité supérieure 35 boulonnée à des sommets aigus supérieurs des montants 32 et 33. L'extrémité inférieure de la face de poutre 34 et sensiblement le milieu des grands côtés des montants 32 et 33 entretoisant la face 34 sont montés à pivotement autour d'un axe 36 sensiblement coplanaire au plan X'X-Y'Y et parallèle à l'axe X'X. Cet axe de pivotement 36 est fixé par des petites cornières adéquates sur l'un, 21₁₀, des deux panneaux latéraux du châssis 2 parallèles à l'axe X'X. Les sommets aigus inférieurs 37 des montants 32 et 33 sont boulonnés à des petites cornières fixées au panneau de châssis 21₁₀.

Au travail, les extrémités inférieures 37 des montants 32 et 33 sont fixées au châssis 2, et le mât porte-source 3 est immobile comme montré à la Fig. 1. A cette position, la face arrière 310 de la poutre 31 qui n'est pas en regard du réflecteur 1 est parallèle à l'axe

focal F'F du réflecteur parabolique. La face 310 sert de référence pour positionner la platine 41 au sommet de la poutre.

La platine 41 présente de part et d'autre d'un coude, une aile plate inférieure 411 et une aile plate supérieure 412. L'aile 411 est appliquée sur la face 310 et comprend au moins une lumière de réglage 413 parallèle à l'axe focal F'F et traversée par un boulon 414 fixé au sommet de la poutre 31 de manière à faire coulisser la platine 41 parallèlement à l'axe F'F et ainsi ajuster la position de la source hyperfréquence 4 qui est supportée par l'autre aile de platine 412. La longueur focale peut être ainsi réglée.

Au repos, les extrémités inférieures 37 des montants sont détachées du châssis 2, et comme l'axe 36 est sensiblement au-dessus du réflecteur 2, le mât 3 peut basculer autour de l'axe 36 et ainsi être couché sur le réflecteur 2. A cette position, la platine 41, ou seulement la source 4, ou bien encore le mât 3 peut être séparé du châssis 2 et démonté, sans pour autant utiliser des échelles et démonter le mât de levée en site 5 qui peut être fixé au même panneau externe 21₁₀ que le mât porte-source 3, comme montré à la Fig. 1. Lors du démontage du mât porte-source 3, la platine 41 est mise dans une caisse avec la source 4 sans que celle-ci soit séparée de la platine, et les montants 32 et 33 sont séparés de la poutre 31 afin de les ranger aisément dans une soute d'avion.

Une autre réalisation de mât porte-source 3a est montrée aux Figs. 16 et 17. Le mât 3a comprend alors une seule poutre mince et pleine qui est en fait composée de deux plaques 31a et 32a raccordées par des cornières adéquates au niveau d'un coude 35a du mât. La plaque supérieure 31a est parallèle à l'axe focal F'F lorsque le bas 37a de la plaque inférieure 32a est fixé contre le panneau de châssis 21₁₀ et parallèlement à l'axe Z'Z. La partie centrale de la plaque 32a est montée à pivotement autour d'axes 36a parallèle à l'axe X'X, comme les flasques 32 et 33. La face avant de la plaque 31a, ici en regard du réflecteur, supporte au sommet l'aile inférieure d'une platine coudée 41a, analogue à la platine 41.

En référence aux Figs. 18 et 19, le mât de levée en site 5 comprend essentiellement un tube inférieur 50 de diamètre extérieur 80 mm, un tube supérieur 51 de diamètre externe 100 mm, un coulisseau 52 à relier au châssis-conformateur 2 de l'antenne, et un ensemble de poulies folles pour un câble CA de treuil TR.

Le tube inférieur 50 comprend un pied 53 qui comporte, en partie inférieure 501, une chape 531 à deux branches semi-circulaires pour reposer sur le sol S, et, en partie supérieure, un embout tubulaire 532 qui est emboîtable dans l'extrémité inférieure du tube 50 butant contre l'embase de la chape 531. L'embout tubulaire 532 renferme une poulie 533 dont l'axe est radial au tube 50 et qui est positionnée sensiblement au-dessus d'un trou inférieur de passage

de câble 501 pratiqué dans le tube 50. Dans l'extrémité supérieure 502 du tube 50 est emboîtable en butée un autre embout tubulaire 54 qui comporte également une poulie 541. L'axe de la poulie 541 est sensiblement décalé, vers la gauche selon la Fig. 19, par rapport à l'axe longitudinal du tube 50, afin que la poulie 541 saille sensiblement à travers une fente supérieure 503 du tube 50.

Le tube supérieur 51 comporte également deux embouts tubulaires à poulie 55 et 56. L'embout inférieur 55 est enfichable en butée dans l'extrémité inférieure 511 du tube 51 et reçoit à coulissement axial le tube inférieur 50, par l'extrémité supérieure 502 à embout 54. L'embout 55 comporte une poulie 551 dont l'axe est perpendiculaire à l'axe du tube 51 et qui est située à l'extérieur de l'extrémité du tube 511, devant une fente longitudinale 513 de celle-ci. L'embout supérieur 56 du second tube 51 présente un profil longitudinal en T dont la jambe verticale est emboîtable dans l'extrémité supérieure 512 du tube 51. L'une des ailes horizontales du profil en T supporte une poulie 561 dont l'axe est parallèle à celui de la poulie 551 et situé à la même distance de l'axe du tube 51. L'autre aile de l'embout en T 56 comporte un dispositif d'accrochage 562 d'une extrémité supérieure du câble CA. Les organes 561 et 562 sont sensiblement symétriques par rapport au tube 51, et plus particulièrement sont situés au-dessus et de part et d'autre d'une poulie à axe radial 521 montée à l'extérieur du coulisseau tubulaire 52.

Le coulisseau 52 peut coulisser à frottement le long du tube supérieur 51, entre des butées appropriées aux extrémités 511 et 512. Un axe 523 est emmanché dans le coulisseau 52 perpendiculairement à l'axe longitudinal du tube 51 et à l'axe de la poulie 521 et est monté tournant dans une chape 524 fixée par une plaque d'appui 525 (Figs. 20 et 21) en partie basse de l'un des petits panneaux externes du châssis. Selon la Fig. 1, la chape 524 est solidaire du panneau 21₁₀ et située sensiblement entre et dessous les montants 32 et 33 du mât porte-source 3.

Le tube supérieur 51 peut coulisser à frottement le long et autour du tube inférieur 50, avec une course limitée par des butées appropriées entre les poulies 533 et 561.

Le pied 53 à extrémités arrondies 531 permet d'incliner le mât 5 par rapport au sol S, lors du soulèvement du châssis 2 qui repose sur deux points d'appui stables au moyen du positionneur en azimut 6, comme on le verra dans la suite. Ces deux points d'appui sont opposés au pied 53 par rapport à l'axe central Z'Z du châssis, et bien entendu, le mât de levée en site 5 demeure toujours dans le plan médiateur de ces deux points d'appui. Par exemple, comme montré à la Fig. 1, lorsque le mât 5 est fixé par l'intermédiaire de l'axe d'articulation 523 le long de l'axe vertical du panneau de châssis 21₁₀, les deux autres points stables sur le sol sont situés au niveau des arê-

tes de châssis 24 bordant le panneau opposé 21₁₃.

Selon le schéma de la Fig. 19, le câble CA chemine à partir d'un treuil électrique TR reposant sur le sol S, en pénétrant d'abord dans le tube inférieur 50 à travers le trou 501, puis en contournant la poulie inférieure 533. Le câble CA longe l'intérieur du tube 50 et passe par-dessus la poulie supérieure 541 interne au tube 50. Le câble CA sort du tube 50 par la fente 503 et redescend dans l'extrémité inférieure 511 du tube supérieur 51, en longeant l'extrémité supérieure 502 du tube inférieur 50 pour finalement sortir du tube 51 par la fente inférieure 513 et contourner par-dessous la poulie externe 551. Le câble CA s'étend alors à l'extérieur du tube 51, de la poulie 551 à la poulie 561, en contournant cette dernière poulie par le dessous. Enfin, le câble redescend pour contourner par dessous la poulie externe 521 du coulisseau 52 et remonte pour fixer une extrémité supérieure de câble en 562. Les éléments 561, 521 et 562 forment ainsi un palan à deux poulies simples fixé à l'extrémité supérieure 56 du mât 5.

A un état de repos du mât 5, le tube 51 recouvre quasiment le tube 50, et le coulisseau 52 est en position basse sur le tube 51 le châssis 2 étant quasiment en position horizontale. Une traction du câble CA exercée par le treuil TR permet de rapprocher la poulie 551 de la poulie 541 et donc d'élever le tube 51 en coulisant le long du tube 50 reposant sur le sol S, et de rapprocher la poulie 521 du coulisseau 52 vers l'extrémité supérieure 512 du mât supportant la poulie 561. Ces deux rapprochements peuvent être effectués l'un après l'autre ou quasi-simultanément, en fonction des frottements relatifs entre les deux tubes 50 et 51 et entre le tube 51 et le coulisseau 52. Au fur et à mesure de la traction sur le câble CA, le côté 21₁₀ du châssis 2 selon la Fig. 1 qui est articulé au coulisseau 52 s'élève, l'axe Y'Y du châssis devient de plus en plus incliné par rapport au sol S et l'axe focal F'F tend à se rapprocher de l'horizontale, tandis que le mât 5 s'incline en direction du sol et le pied 53 pivote sur le sol.

Pour des tubes 50 et 51 ayant chacun une longueur de 3 m, l'angle de site de l'axe focal F'F à pointer vers un satellite géostationnaire peut varier de 65° 30', comme montré à la Fig. 1, à 17°. Pour couvrir des angles de site de 17° à 0°, une rallonge de mât 57 ayant une longueur de 1,8 m environ prolonge l'extrémité supérieure 512 du tube 51 au moyen d'un double embout tubulaire 58, comme montré à la Fig. 18. Dans ce cas, l'extrémité supérieure 572 de la rallonge reçoit l'embout en T 56. La Fig. 22 montre le mât 5 équipé de la rallonge 57 lorsque l'axe focal F'F est placé horizontalement ; ceci correspond par exemple à une antenne située dans une région polaire et pointée vers un satellite géostationnaire à orbite sensiblement équatoriale.

Sachant que l'axe focal F'F et donc la direction de la poutre 31 du mât porte-source 3 fait un angle de

65° 30' avec le plan normalement horizontal X'X-Y'Y auquel sont perpendiculaires les panneaux du châssis 2, il est nécessaire de fixer le mât porte-source 3 contre le petit panneau de châssis 21₁₃ opposé au panneau 21₁₀ auquel est articulé le mât de levée en site 5, afin que l'angle de site de l'axe focal F'F varie entre 65° 30' et 90°. A la Fig. 23, pour une élévation de 90° pour l'axe F'F, l'antenne a été par exemple transportée en région équatoriale et pointée vers un satellite géostationnaire équatorial.

Les tubes 50 et 51, la rallonge 57, le coulisseau 52 et les embouts 53, 54, 55, 56 et 58 peuvent être des tubes d'épaisseur de 5 mm en aluminium, ou des tubes d'épaisseur 2 mm en carbone. Les deux versions de mât 5 offrent des résistances analogues, mais la première version en aluminium pèse 45 kg environ, tandis que la seconde pèse 20 kg environ.

Avec le mât de levée en site 5 peut être prévu au moins un système de sécurité anti-chute à câble et enrouleur de câble 58, montré schématiquement à la Fig. 19. Le système 58 fonctionne comme une ceinture de sécurité pour automobile. Un câble 581 du système 58 a une extrémité 582 ancrée dans le sol S, et une autre extrémité fixée à un enrouleur de câble 583 également ancré sur le sol S. Le câble 581 contourne une poulie 584 fixée à l'extrémité supérieure 512 du tube 51, et le brin du câble ancré au sol en 582 est solidaire du coulisseau 52 par un moyen de fixation adéquat 585. En cas de déplacement relatif brusque du coulisseau 52 ou du tube 51, le système 5 immobilise ces éléments 51, 52 afin de maintenir rigide le mât 5 à une longueur désirée et éviter toute chute brutale du châssis 2 avec le réflecteur 1, suite à une rupture du câble de traction CA ou d'une poulie, ou à un défaut de fonctionnement du treuil TR.

Comme montré aux Figs. 1 et 2, le positionneur en azimut 6 comprend une poutre courbe profilée en I 61, deux patins 62₁ et 62₂ à un ou deux rouleaux, et plusieurs vérins à vis 63.

La poutre 61 est en fait constituée par trois éléments courbes identiques 61₁ à 61₃ ayant un rayon moyen R=6,25 m sensiblement plus grand que la longueur de châssis afin de permettre, selon la Fig. 24 une rotation des extrémités inférieures latérales du panneau 21₁₃ glissant sur le sol par l'intermédiaire des patins 62₁ et 62₂ autour du pied 53 du tube 50 du mât de levée en site 5. La longueur L de chaque élément courbe 61₁ à 61₃ excède sensiblement la demi-longueur d'un petit panneau latéral 21₁₀, 21₁₃ du châssis 2 et donc la demi-distance séparant les deux patins 62₁ et 62₂, et est de l'ordre de 1,76 m. La longueur L correspond à une variation en azimut de 16°. Le partage en trois éléments de la poutre 61 offre le double avantage que la poutre est aérotransportable, et que l'utilisation seulement de trois éléments permet des orientations en azimut de 0° à ± 180° de l'antenne. En effet, le châssis 2 est poussé par exemple vers la gauche selon la Fig. 24, et lorsque le châssis

2 et donc les patins 62₁ et 62₂ sont situés complètement sur les éléments 61₂ et 61₃, l'élément 61₁ est retiré puis abouté à l'élément 61₃ pour à nouveau pivoter le châssis d'un angle azimutal de 16°. Les éléments 61₁ à 61₃ sont ainsi permutés plusieurs fois pour effectuer un tour complet de 360° de l'antenne autour d'un axe vertical passant par le pied 53 du mât 5.

Comme montré à la Fig. 25, la poutre 61 est profilée transversalement en I et comprend une âme verticale centrale 611, une plaque d'appui 612 en partie inférieure, et une autre plaque 613 moins large en partie supérieure.

La plaque 613 constitue un chemin de roulement pour les patins 62₁ et 62₂. Comme montré également à la Fig. 25, chaque patin 62 comprend un rouleau 620 roulant sur la plaque 613, et deux flasques de guidage latéraux circulaires 621 entretoisant latéralement le chemin de roulement 613 et ainsi retenant et guidant les patins sur le chemin 613. Une double chape 623 en partie supérieure du patin 62 reçoit un axe d'articulation qui est parallèle à l'axe X'X et donc forme une corde du chemin de roulement circulaire 613 et qui est fixé dans l'une de deux encoches adéquates pratiquées dans le châssis, en partie inférieure du petit panneau 21₁₃, au voisinage des arêtes 24 de celui-ci.

Les extrémités et, si besoin, le milieu de chacun des éléments courbes 61₁ à 61₃, reposent sur le sol S au moyen de trois vérins à vis ou de trois paires de vérins à vis, tels que celui 63 montré aux Figs. 26 et 27. Le vérin 63 comprend un socle circulaire 631 à quatre trous 632 pour recevoir des piquets à ancrer dans le sol, un corps cylindrique taraudé 633 vissé au centre du socle, et une tige filetée 634 à visser dans le cylindre 633 et ayant une tête formée par une plaque rectangulaire 635. La plaque d'appui 612 d'un élément 61₁ à 61₃ peut être fixée par boulons sur la plaque 635.

Les plaques 635 des divers vérins 63 sont ajustées à un même niveau horizontal en vissant ou dévissant les tiges 634 afin de compenser la déclivité du terrain où est installée l'antenne et positionner à l'horizontale la poutre du chemin de roulement 61. Le corps cylindrique 633 de chaque vérin est amovible du socle 631 afin de l'interchanger avec d'autres corps cylindriques 633₁, 633₂, ayant des hauteurs différentes, comme montré à la Fig. 26.

Les éléments courbes 61₁ à 61₃ sont de préférence à structure sandwich avec âme en nid d'abeille du type NOMEX et faces en carbone. Les patins 62₁ et 62₂ sont en alliage léger recouvert de nylon. Les vérins à vis 63 sont principalement en aluminium.

Selon une autre variante montrée aux Figs. 28, 29 et 30 les vérins 63 sont remplacés par une bascule 64. La bascule comprend une semelle plate rectangulaire 641, ayant une longueur de 3 m, et un support 642 sous la forme d'une plaque à section verticale en

U, résultant de la jonction de deux plaques en U symétriques ayant chacune une longueur de 2 m. Le support 642 présente un longeron porteur 643 suffisamment long pour une variation en azimut de $\pm 6^\circ$ environ et suffisamment large pour y fixer au moins deux éléments courbes 61₁ et 61₂. Les côtés verticaux 644 du support 642 sont découpés en triangle isocèle dont les sommets obtus dirigés vers le bas sont montés à rotation autour d'un axe horizontal 645, transversal et médian à la semelle 641.

La bascule 64 permet de maintenir l'antenne à une position constante par rapport à un plan horizontal lorsque l'antenne est installée à bord d'un navire pouvant subir un roulis de l'ordre de $\pm 15^\circ$. L'axe longitudinal du navire est alors sensiblement parallèle à l'axe 645 de la bascule. Un asservissement électromécanique triaxial (non représenté) de la rotation en azimut de l'antenne parallèle à l'axe Z'Z et le long des éléments courbes 61₁, 61₂, de basculement de la bascule 64 parallèle à l'axe Y'Y, et de l'inclinaison du mât de levée en site 5 autour de la direction X'X peut être prévu pour maintenir une position déterminée de l'antenne lors de lacets, roulis et tangage du navire.

Cependant, la bascule 64 peut être utilisée au sol, pour corriger immédiatement la déclivité d'un terrain. Dans ce cas, après positionnement en azimut de l'antenne, et équilibrage éventuel de la bascule par des poids, l'inclinaison du longeron porteur 643 par rapport à la semelle 641 est maintenu au moyen de deux vérins 63 convenablement réglés et appliqués sous les extrémités du longeron 643, comme montré en traits pointillés à la Fig. 28.

Revendications

1. Antenne de télécommunications, comprenant plusieurs éléments séparables (11₁ à 11₈) qui sont assemblés pour offrir une surface concave continue parabolique de réflecteur (1), caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs panneaux séparables sensiblement rectangulaires (21₁ à 21₁₄) qui sont assemblés en un châssis (2) à treillis prismatique pour supporter le réflecteur parabolique, lesdits éléments étant minces avec une épaisseur sensiblement uniforme et jointés, et lesdits panneaux s'étendant sensiblement perpendiculaires à une base inférieure du treillis et ayant des chants supérieurs curvilignes qui sont conformés selon la face convexe du réflecteur parabolique (1) pour supporter d'une manière séparable les éléments de réflecteur (11₁ à 11₈).
2. Antenne conforme à la revendication 1, caractérisée en ce que chacun des éléments de réflecteur (11₁ à 11₈) est sensiblement rectangulaire et a des côtés parallèles respectivement à deux axes médians perpendiculaires (X'X, X'Y) du réflecteur (1) et au moins un côté formé par le contour sensiblement circulaire du réflecteur.
3. Antenne conforme à la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les éléments de réflecteur (11₁ à 11₈) et/ou les panneaux de châssis (21₁ à 21₁₄) sont chacun inscrits dans un rectangle prédéterminé, de préférence de 3 m x 1,5 m environ.
4. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les éléments de réflecteur (11₁ à 11₈) et/ou les panneaux de châssis (21₁ à 21₁₄) sont chacun à structure en sandwich composée d'une âme en matière synthétique, ou en nid d'abeille ou en bois léger, et de faces en carbone.
5. Antenne conforme à la revendication 4, caractérisée en ce que la face concave en carbone des éléments du réflecteur (11₁ à 11₈) est recouverte d'une grille métallique tressée, et d'un tissu de protection en Kevlar.
6. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la masse surfacique des éléments du réflecteur (11₁ à 11₈) ou des panneaux de châssis (21₁ à 21₁₄) est inférieure à 11 kg/m² environ, et de préférence de l'ordre de 5 kg/m².
7. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la base du treillis de châssis (2) est polygonale convexe, et en ce que chacune des faces latérales du châssis est constituée par l'un desdits panneaux (21₉ à 21₁₄).
8. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que des panneaux internes (21₁ à 21₆) du châssis relient des arêtes (23, 24) du treillis au centre (22) du treillis.
9. Antenne conforme à l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que des chants des panneaux (21₁ à 21₁₄) perpendiculaires à la base inférieure du treillis de châssis (2) sont constitués par des tubes (211), et en ce que le châssis comprend plusieurs moyens (22 ; 23 ; 24) démontables pour relier en parallèle des tubes de chant (211) de plusieurs groupes de panneaux convergeant au centre et vers des arêtes du treillis, respectivement.
10. Antenne conforme à la revendication 9, caractérisée en ce que chaque moyen pour relier en parallèle des tubes de chant de panneaux d'un groupe comprend un premier flasque (222) situé au niveau de la base inférieure du treillis de châs-

- sis (2) et supportant des premiers tétons de centrage (224), pour pénétrer dans des extrémités inférieures (212) de tubes de chant (211) des panneaux dudit groupe, un second flasque (223) situé au voisinage du dessous du réflecteur (1) et comportant des seconds tétons de centrage (226) pour pénétrer dans des extrémités supérieures (213) des tubes des panneaux dudit groupe, et des moyens (227) pour enserrer les tubes des panneaux ayant reçu lesdits tétons de centrage (224, 226) entre les flasques (222, 223).
- 5
- 10
11. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle est du type à source hyperfréquence (4) décentrée (offset) par rapport à l'axe focal (F'F) du réflecteur (1), et en ce qu'elle comprend un mât (3) porteur de la source (4) dont une partie inférieure (32, 33) est fixée latéralement à l'un (21₁₀ ; 21₁₃) de panneaux latéraux du châssis et dont une partie supérieure (31) surplombe le réflecteur et est disposée parallèlement et à proximité de l'axe focal (F'F) du réflecteur.
- 15
- 20
12. Antenne conforme à la revendication 13, caractérisée en ce que la partie inférieure (32, 33) du mât porteur de source (3) est montée à pivotement (36) contre le panneau latéral de châssis (21₁₀ ; 21₁₃) afin de coucher le mât (3) sur le réflecteur (1).
- 25
- 30
13. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce qu'elle comprend un mât de site démontable (50, 51) ayant une extrémité (53) reposant sur le sol (S), un coulisseau (52) coulissant le long du mât de site et articulé à l'un (21₁₀) de panneaux latéraux du châssis, et des moyens (TR, CA) pour élever le coulisseau le long du mât de site.
- 35
- 40
14. Antenne conforme à la revendication 13, caractérisée en ce que le mât de site (5) est télescopique et comprend un tube inférieur (50) debout sur le sol (5), et un tube supérieur (51) glissant le long du tube inférieur et le long duquel coulisse le coulisseau (52), et en ce que les moyens pour élever (TR, CA) élèvent également le tube supérieur (51) par rapport au tube inférieur (50).
- 45
- 50
15. Antenne conforme à la revendication 13 ou 14, caractérisée en ce que les moyens pour élever comprennent un treuil (TR) au sol (S), et un câble (A) tracté par le treuil et cheminant du treuil à travers des poulies (533, 541, 551) fixées au mât de site (50, 51) vers un palan (561, 521, 562) situé en partie supérieure du mât de site et ayant une poulie centrale (521) fixée au coulisseau (52).
- 55
16. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisée en ce que le mât de site (50, 51) et le coulisseau (52) sont composés d'éléments tubulaires à base d'aluminium ou de carbone.
17. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 13 à 16, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de sécurité (58) anti-chute du châssis (2) pour bloquer le coulisseau (52) sur le mât de site (5).
18. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisée en ce qu'elle comprend deux moyens de roulement (62₁, 62₂) montés à pivotement (623) sous l'un (21₁₃) de panneaux latéraux du châssis (2), et un chemin de roulement démontable (61) pour les moyens de roulement afin d'orienter l'antenne en azimut.
19. Antenne conforme à la revendication 18, caractérisée en ce que le chemin de roulement est composé de trois éléments séparables en arc de cercle (61₁, 61₂, 61₃) ayant un rayon (R) de préférence sensiblement supérieur à la longueur du châssis (2), et ayant chacun une longueur (L) sensiblement supérieure à la demi-distance séparant les deux moyens de roulement (62₁, 62₂).
20. Antenne conforme à la revendication 18 ou 19, caractérisée en ce que chacun des moyens de roulement (62₁, 62₂) comprend un rouleau (620) comportant deux flasques circulaires de guidage et retenue (621) qui bordent le chemin de roulement (61).
21. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 18 à 20, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens, de préférence du genre à vérins à vis (63), supportant ledit chemin de roulement (61) pour compenser la déclivité du terrain où est installée l'antenne, afin de positionner horizontalement ledit chemin de roulement (61).
22. Antenne conforme à l'une quelconque des revendications 18 à 20, caractérisée en ce qu'elle comprend une bascule (64) reposant sur le sol (S) et supportant le chemin de roulement (61) afin de maintenir horizontalement le chemin de roulement.

Patentansprüche

1. Telekommunikationsantenne mit mehreren Einzel-elementen (11₁ bis 11_g), die zur Bildung einer zusammenhängenden konkaven parabolischen Oberfläche eines Reflektors (1) zusammenge-

- setzt sind, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere einzelne rechteckige Platten (21₁ bis 21₁₄) aufweist, die in einem prismatischen Gitterrahmen (2) zur Stützung des parabolischen Reflektors eingesetzt sind, wobei die Elemente klein sind, eine gleichmäßige Dicke aufweisen und aneinander anstoßen, und wobei die Platten rechtwinklig von einer unteren Basis des Gitters abstehen und obere gekrümmte Schmalseiten aufweisen, die der konvexen Seite des parabolischen Reflektors (1) angepaßt sind, um auf zerlegbare Weise die Elemente des Reflektors (11₁ bis 11₈) zu stützen.
2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Reflektorelemente (11₁ bis 11₈) rechteckig ist und jeweils zu zwei senkrechten Mittelachsen (X'X, X'Y) des Reflektors (1) parallele Seiten und mindestens eine entsprechend der kreisförmigen Kontur des Reflektors geformte Seite aufweist.
3. Antenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektorelemente (11₁ bis 11₈) und/oder die Rahmenplatten (21₁ bis 21₁₄) jeweils in ein vorgegebenes Rechteck vorzugsweise von ungefähr 3 m x 1,5 m einschreibbar sind.
4. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektorelemente (11₁ bis 11₈) und/oder die Rahmenplatten (21₁ bis 21₁₄) jeweils aus einer Sandwich-Struktur aus einem Kern aus synthetischem Material oder einem Wabenmuster oder einem leichten Holz und Karbonoberflächen gebildet sind.
5. Antenne nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die konkave Karbonoberfläche der Reflektorelemente (11₁ bis 11₈) von einem geflochtenen metallischen Gitter und einer Schutzfolie aus Kevlar abgedeckt ist.
6. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das flächenbezogene Gewicht der Reflektorelemente (11₁ bis 11₈) oder der Rahmenplatten (21₁ bis 21₁₄) weniger als 11 kg/m² beträgt und vorzugsweise in der Größenordnung von 5 kg/m² liegt.
7. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Basis des Rahmengitters (2) vieleckig konvex ist und daß jede der Seitenflächen des Rahmens von einer der Platten (21₉ bis 21₁₄) gebildet wird.
8. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die inneren Platten (21₁ bis 21₆) des Rahmens Streben (23, 24) des Gitters mit der Mitte (22) des Gitters verbinden.
9. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrecht auf der unteren Basis des Rahmengitters (2) stehenden Kanten der Platten (21₁ bis 21₁₄) von Rohren (211) gebildet werden, und daß der Rahmen mehrere demontierbare Einrichtungen (22; 23; 24) zum parallelen Verbinden der Kantenrohre (211) von mehreren Gruppen von Platten, die im Zentrum und über die Streben des Gitters zusammenlaufen, aufweist.
10. Antenne nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jede Einrichtung zum parallelen Verbinden der Kantenrohre der Platten einer Gruppe einen ersten Flansch (222) auf der Ebene der unteren Basis des Rahmengitters (2), der erste Zentrieransätze (224) zum Einführen in die inneren Enden (212) der Kantenrohre (211) der Platten der Gruppe trägt, und einen zweiten Flansch (223), der benachbart unterhalb des Reflektors (1) angeordnet ist und zweite Zentrieransätze (226) zum Einführen in obere Enden (213) der Rohre der Platten der Gruppe aufweist, und Einrichtungen (227) zum Verengen der Rohre der Platten aufweist, die die Zentrieransätze (224, 226) zwischen den Flanschen (222, 223) aufnehmen.
11. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie vom Typ einer Ultrahochfrequenzquelle (4) mit einem Versatz bezüglich der Brennpunktachse (F'F) des Reflektors (1) ist, und daß sie einen Tragemast (3) für die Quelle (4) aufweist, von dem ein unterer Teil (32, 33) seitlich an einer (21₁₀; 21₁₃) der seitlichen Platten des Rahmens befestigt ist und von dem ein oberer Teil (31) über den Reflektor hinausragt und parallel und benachbart zur Brennpunktachse des Reflektors (F'F) angeordnet ist.
12. Antenne nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Teil (32, 33) des Tragemastes der Quelle (3) schwenkbar gegenüber der seitlichen Rahmenplatte (21₁₀; 21₁₃) angeordnet ist, um den Mast (3) auf den Reflektor (1) legen zu können.
13. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen zerlegbaren Befestigungsmasten (50, 51) aufweist, der mit einem Ende (53) auf dem Boden (S) ruht und einen Schieber (52), der längs des Befestigungsmastes entlanggleitet und schwenkbar an einer (21₁₀) der seitlichen Platten des Rahmens angeordnet ist, und Einrichtungen (TR, CA) zum Anhe-

- ben des Schiebers entlang des Befestigungsmastes aufweist.
14. Antenne nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Befestigungsmast (5) teleskopartig ausgebildet ist und ein unteres auf dem Boden (S) angeordnetes Rohr (50) und ein oberes Rohr (51) aufweist, das entlang des unteren Rohres gleitet und auf dem der Schieber (52) gleitet, und dadurch daß die Einrichtungen zum Anheben (TR, CA) ebenso das obere Rohr (51) bezüglich dem unteren Rohr (50) anheben.
15. Antenne nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zum Anheben eine Winde (TR) auf dem Boden (S) und ein Kabel (CA), das von der Winde gezogen wird und von der Winde über am Befestigungsmasten (50, 51) angeordnete Rollen (533, 541, 551) zu einem Flaschenzug (561, 521, 562) am oberen Teil des Befestigungsmastes, der eine zentrale, am Schieber (52) befestigte Rolle (521) aufweist, verläuft.
16. Antenne nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Befestigungsmast (50, 51) und der Schieber (52) aus rohrförmigen Elementen aus Aluminium oder aus Karbon zusammengesetzt sind.
17. Antenne nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß sie Einrichtungen zur Absturzsicherung (58) des Rahmens (2) durch Blockieren des Schiebers (52) auf dem Befestigungsmasten (5) aufweist.
18. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß sie zwei Rolleinrichtungen (62₁, 62₂), die schwenkbar (623) unter einem (21₁₃) der seitlichen Platten des Rahmens (2) angeordnet sind, und einen demontierbaren Rollweg (61) für die Rolleinrichtungen zur azimutalen Ausrichtung der Antenne aufweist.
19. Antenne nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Rollweg aus drei kreisbogenförmigen Einzelelementen (61₁, 61₂, 61₃) gebildet ist, die jeweils einen Radius (R) vorzugsweise größer als die Länge des Rahmens (2) und eine Länge (L) größer als die halbe Distanz zwischen den beiden Rolleinrichtungen (62₁, 62₂) aufweisen.
20. Antenne nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Rolleinrichtungen (62₁, 62₂) eine Rolle (620) mit zwei kreisförmigen Flanschen zur Führung und Zurückhaltung (621) aufweisen, die den Rollweg (61) begrenzen.
21. Antenne nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß sie Einrichtungen, vorzugsweise eine Schraubwinde (63), aufweist, die den Rollweg (61) stützen, um die Neigung des Geländes, auf dem die Antenne installiert ist, auszugleichen und den Rollweg (61) horizontal auszurichten.
22. Antenne nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Wippe (64) aufweist, die auf den Boden (S) gestellt wird und den Rollweg (61) trägt, um den Rollweg horizontal zu halten.

Claims

1. Telecommunications antenna comprising plural separable elements (11₁ to 11₈) that are assembled to offer a parabolic continuous concave surface of the reflector (1), characterized in that it comprises plural substantially rectangular separable panels (21₁ to 21₁₄) that are assembled into a prismatic lattice frame (2) for supporting the parabolic reflector, said elements being thin with a substantially uniform and jointed thickness, and said panels being substantially perpendicular to a lower base of the lattice and having curved upper edges that are conformed to the convex face of the parabolic reflector (1) for supporting the reflector elements (11₁ to 11₈) in a separable way.
2. Antenna according to claim 1, characterized in that each of the reflector elements (11₁ to 11₈) is substantially rectangular and has sides respectively parallel to two perpendicular medial axes (X'X, Y'Y) of the reflector (1) and at least one side formed by the substantially circular contour of the reflector.
3. Antenna according to claim 1 or 2, characterized in that the reflector elements (11₁ to 11₈) and/or the frame panels (21₁ to 21₁₄) are each inscribed in a predetermined rectangle, preferably of 3 m x 1.5 m approximately.
4. Antenna according to any one of claims 1 to 3, characterized in that the reflector elements (11₁ to 11₈) and/or the frame panels (21₁ to 21₁₄) each have a sandwich structure composed of a core of synthetic material, or of honeycombs, or of light wood, and of carbon sides.
5. Antenna according to claim 4, characterized in that the concave carbon side of the reflector elements (11₁ to 11₈) is covered by a woven metallic grid, and by a Kevlar protective fabric.

6. Antenna according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the mass per surface unity of the reflector elements (11₁ to 11₈) or the frame panels (21₁ to 21₁₄) is less than approximately 11 kg/m², and preferably on the order of 5 kg/m². 5
7. Antenna according to any one of claims 1 to 6, characterized in that the base of the frame lattice (2) is polygonal convex, and in that each of lateral sides of the frame is comprised by one of said panels (21₉ to 21₁₄). 10
8. Antenna according to any one of claims 1 to 7, characterized in that the internal panels (21₁ to 21₆) of the frame connect edges (23, 24) of the lattice to the center (22) of the lattice. 15
9. Antenna according to any one of claims 1 to 8, characterized in that edges of the panels (21₁ to 21₁₄) perpendicular to the lower base of the frame lattice (2) are constituted by tubes (211), and in that the frame comprises several dismountable means (22 ; 23 ; 24) for connecting in parallel edge tubes (211) of plural groups of panels respectively converging at the center and toward edges of the lattice. 20 25
10. Antenna according to claim 9, characterized in that each means for connecting in parallel edge tubes of panels in one group comprise a first flange (222) situated at the level of the lower base of the frame (2) and supporting first centering stubs (224) for entering lower ends (212) of edge tubes (211) of the panels in said group, a second flange (223) situated in the vicinity of the underneath of the reflector (1) and comprising second centering stubs (226) for entering upper ends (213) of tubes of the panels in said group, and means (227) for gripping the tubes of the panels having received said centering stubs (224, 226) between the flanges (222, 223). 30 35 40
11. Antenna according to any one of claims 1 to 10, characterized in that it is of the microwave source (4) type offset in relation to the focal axis (F'F) of the reflector (1), and in that it comprises a source (4) carrier mast (3) of which a lower part (32, 33) is laterally attached to one (21₁₀ ; 21₁₃) of the lateral panels of the frame and of which an upper part (31) overhanging the reflector and is located parallel to and close to the focal axis (F'F) of the reflector. 45 50
12. Antenna according to claim 13, characterized in that the lower part (32, 33) of the source carrier mast (3) is swivel-mounted (36) against the lateral frame panel (21₁₀ ; 21₁₃) in order to lay the mast (3) down on the reflector (1). 55
13. Antenna according to any one of claims 1 to 12, characterized in that it comprises a dismountable elevation angle mast (50, 51) having an end (53) resting on the ground (S), a slide part (52) sliding along the elevation angle mast and articulated to one (21₁₀) of lateral panels of the frame, and means (TR, CA) for lifting the slide part up along the elevation angle mast.
14. Antenna according to claim 13, characterized in that the elevation angle mast (5) is telescopic and comprises a lower tube (50) standing on the ground (S), and an upper tube (51) sliding along the lower tube and along which the slide part (52) slides, and in that the lifting means (TR, CA) also lift the upper tube (51) in relation to the lower tube (50).
15. Antenna according to claim 13 or 14, characterized in that the lifting means comprise a winch (TR) on the ground (S), and a cable (CA) drawn in by the winch and going from the winch via pulleys (533, 541, 551) fastened to the elevation angle mast (50, 51) toward a tackle (561, 521, 562) situated in an upper portion of the elevation angle mast and having a central pulley (521) fixed to the slide part (52).
16. Antenna according to any one of claims 13 to 15, characterized in that the elevation angle mast (50, 51) and the slide (52) are comprised of tubular elements with an aluminium or carbon basis.
17. Antenna according to any one of claims 13 to 16, characterized in that it comprises anti-fall safety means (58) of the frame (2) for blocking the slide part (52) on the elevation angle mast (5).
18. Antenna according to any one of claims 1 to 17, characterized in that it comprises two rolling means (62₁ ; 62₂) swivel-mounted (623) under one (21₁₃) of the lateral panels of the frame (2) and a dismountable runway (61) for the rolling means for azimuthal orienting of the antenna.
19. Antenna according to claim 18, characterized in that the runway is comprised of three separable elements (61₁, 61₂, 61₃) in the shape of an arc of circle, having a radius (R) preferably substantially greater than the length of the frame (2), and each having a length (L) substantially greater than the half-distance separating the two rolling means (62₁, 62₂).
20. Antenna according to claim 18 or 19, characterized in that each of the rolling means (62₁, 62₂) comprises a roller (620) comprising two circular guide and retaining flanges (621) that border the

runway (61).

- 21. Antenna according to any one of claims 18 to 19, characterized in that it comprises means, preferably of screw jacks (63) type, carrying said runway (61) for offsetting the slope of the ground on which the antenna is installed, in order to horizontally position said runway (61). 5

- 22. Antenna according to any one of claims 18 to 20, characterized in that it comprises a swing (64) resting on the ground (S) and supporting the runway (61) so as to horizontally maintain the runway. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

15

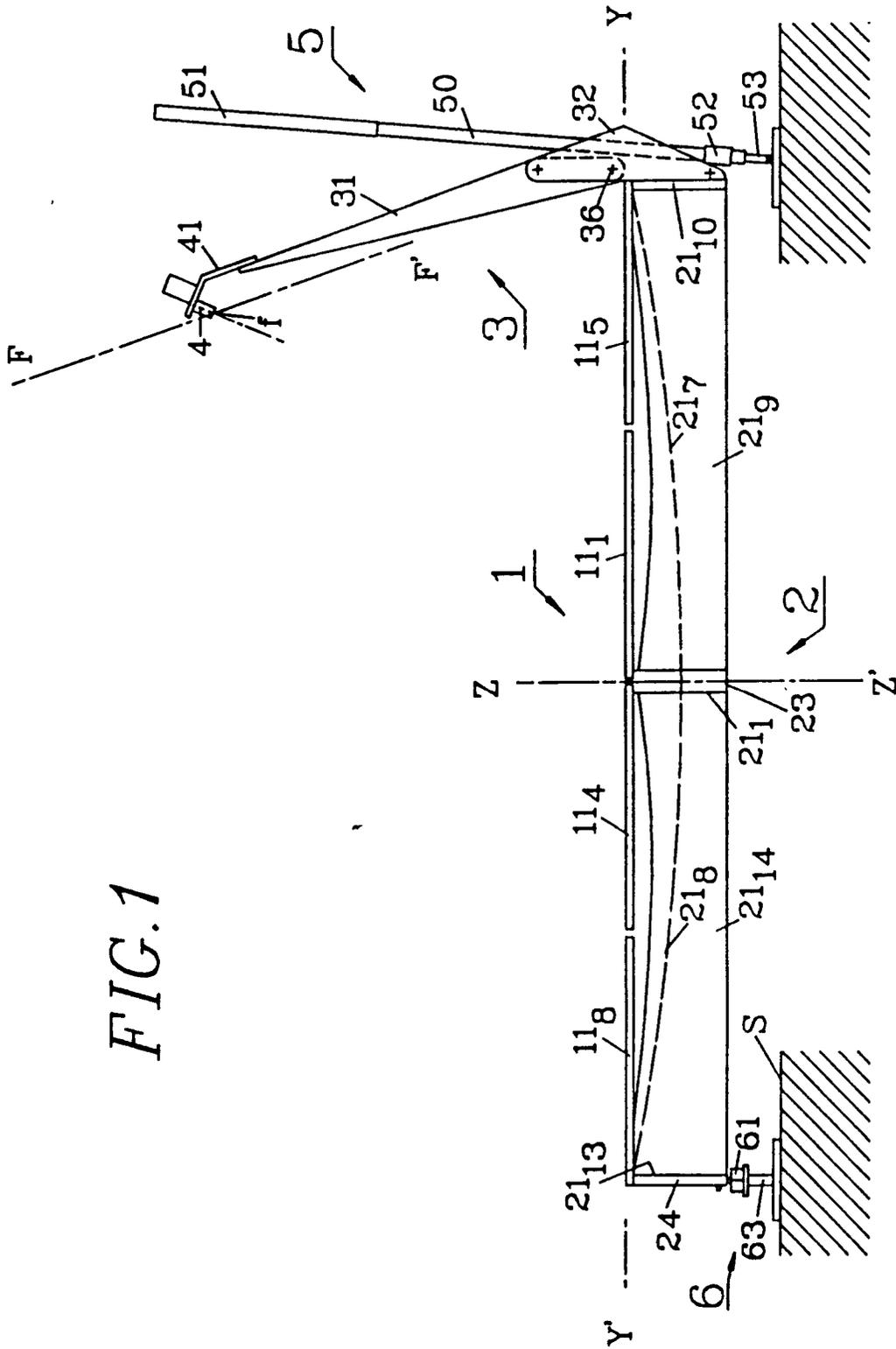


FIG. 2

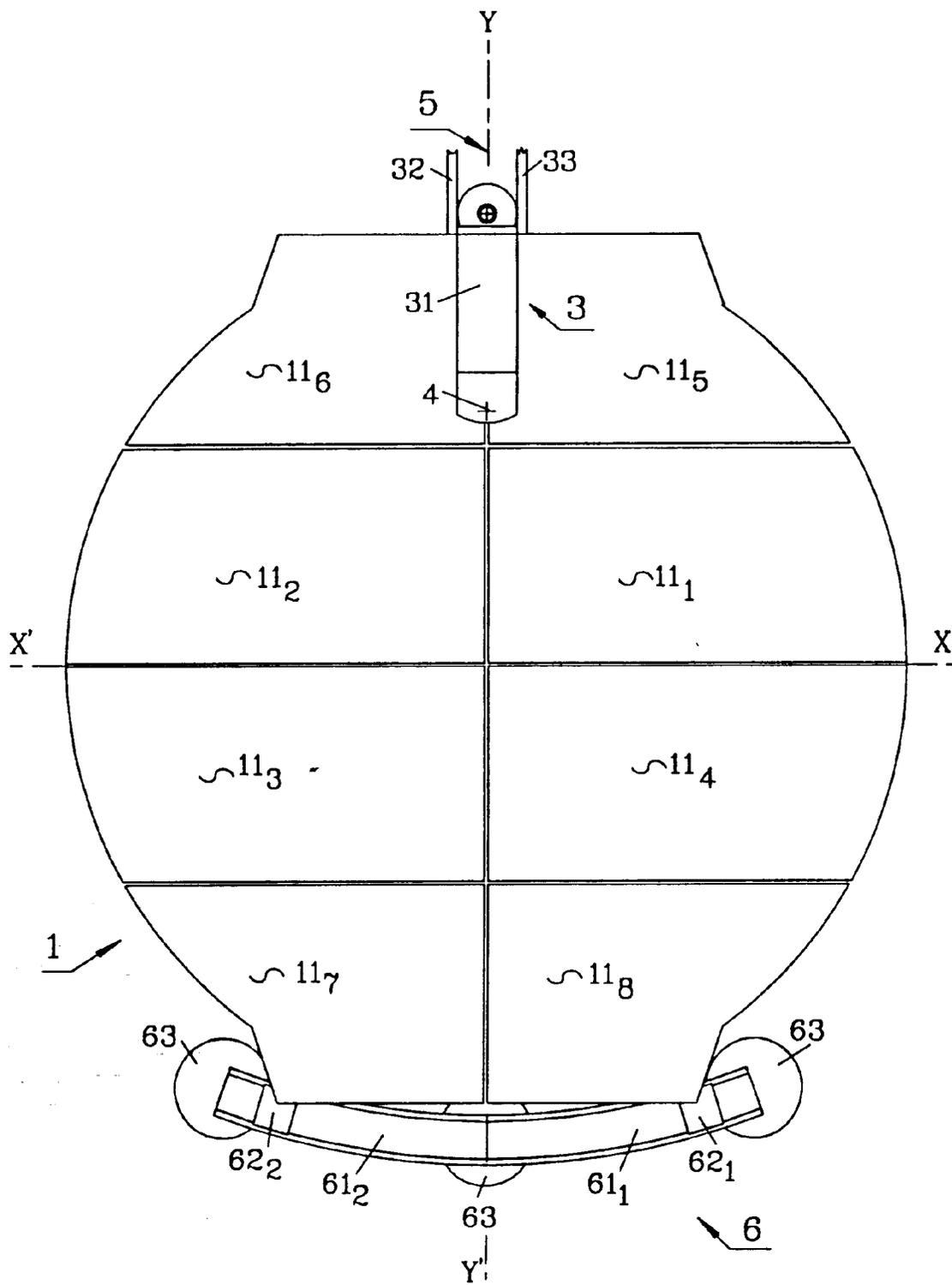


FIG. 3

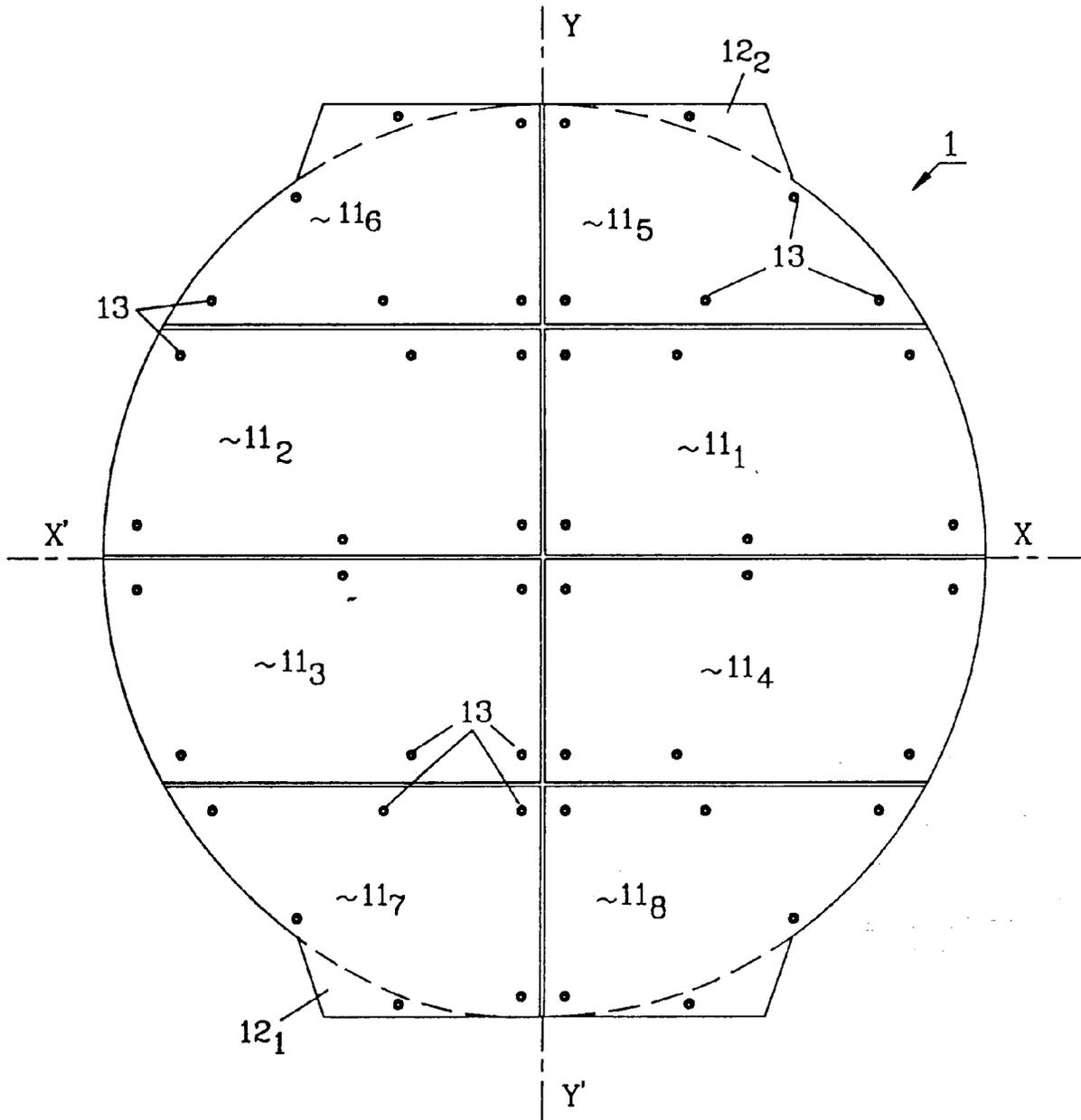


FIG. 4

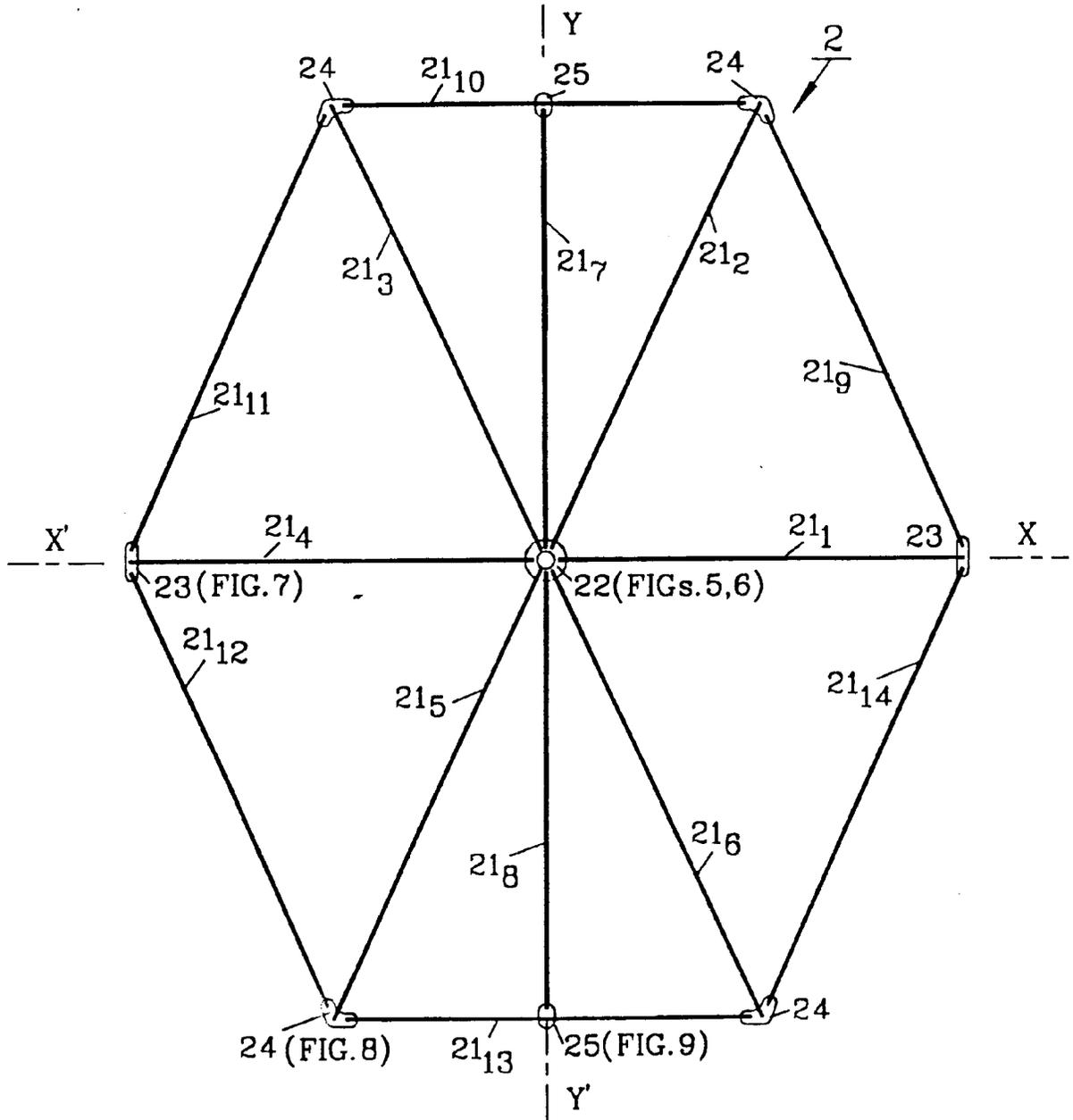


FIG. 5

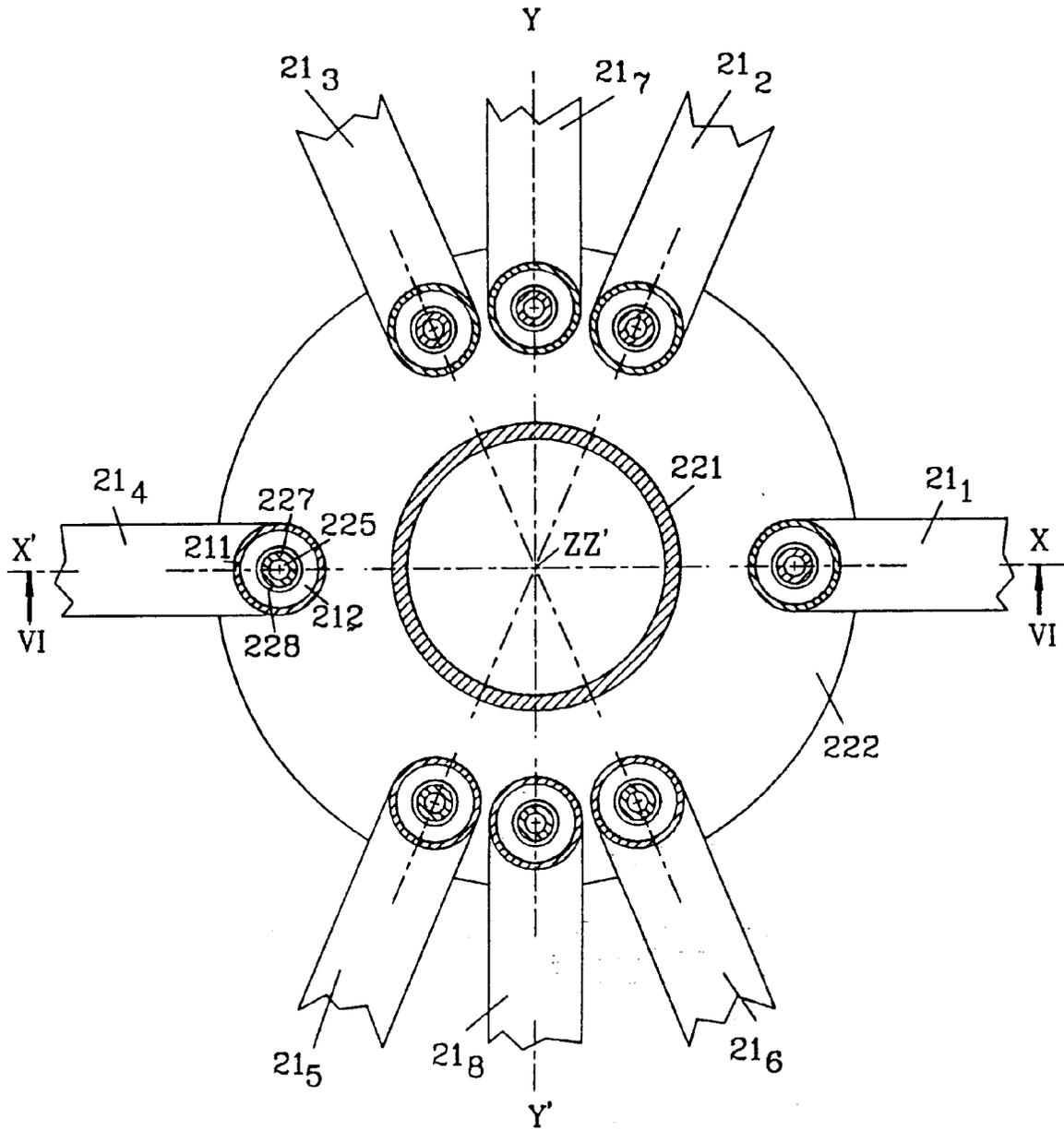


FIG. 6

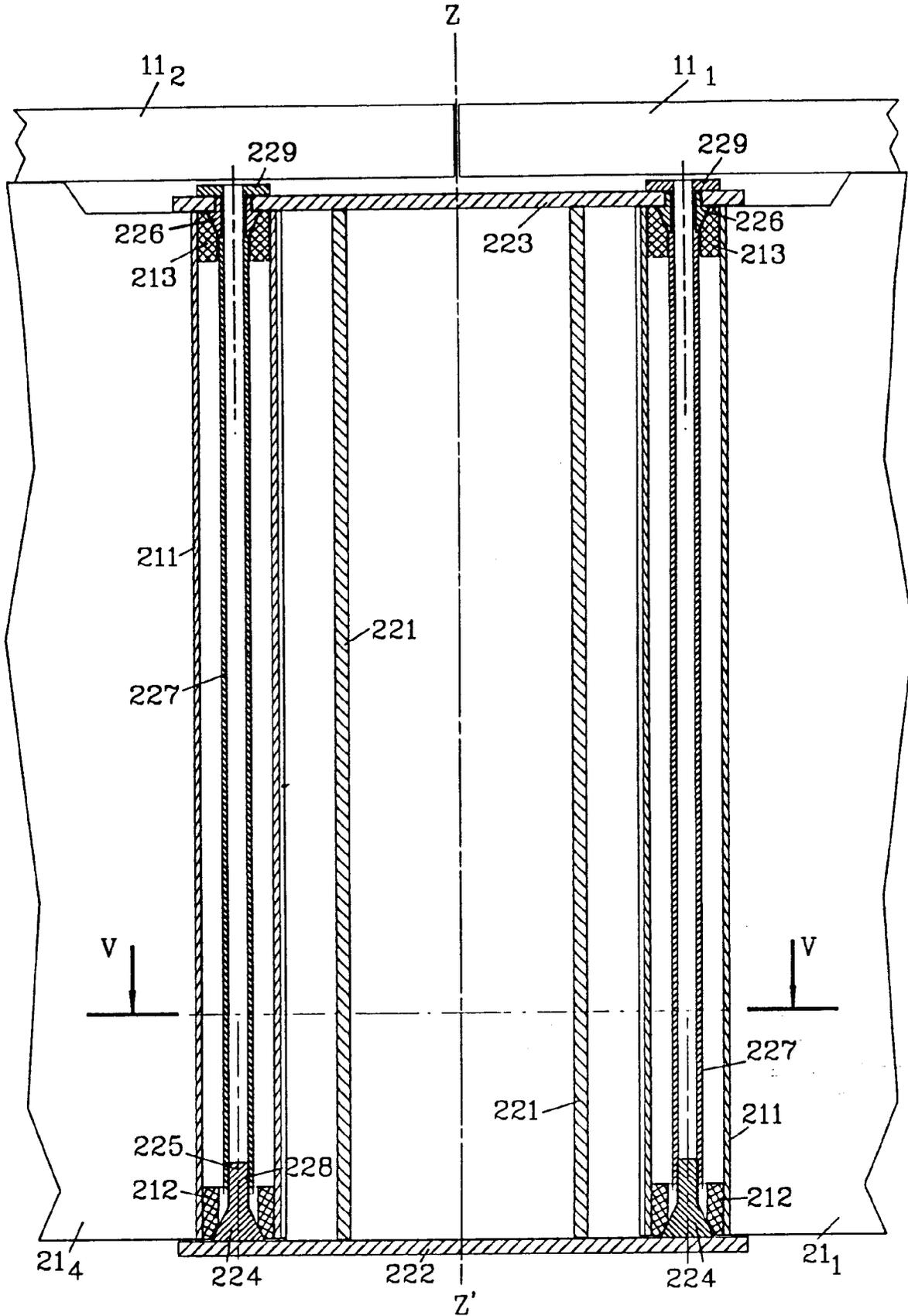


FIG. 7

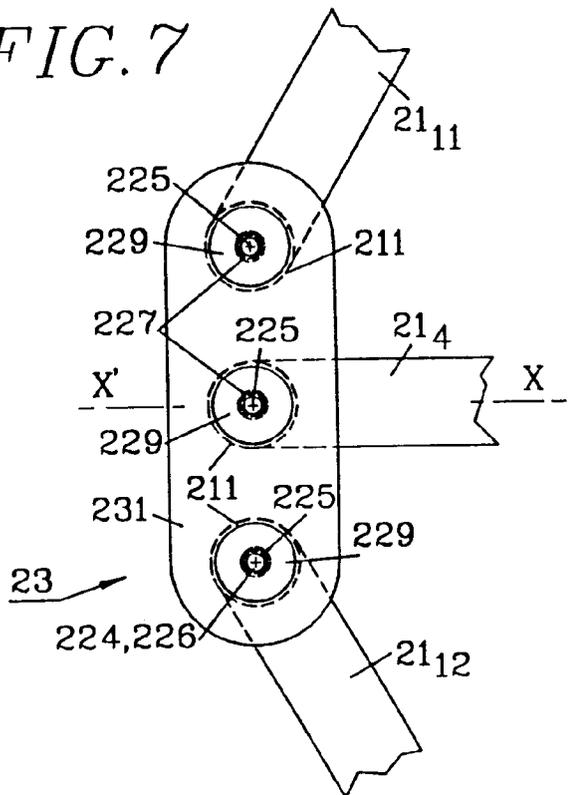


FIG. 8

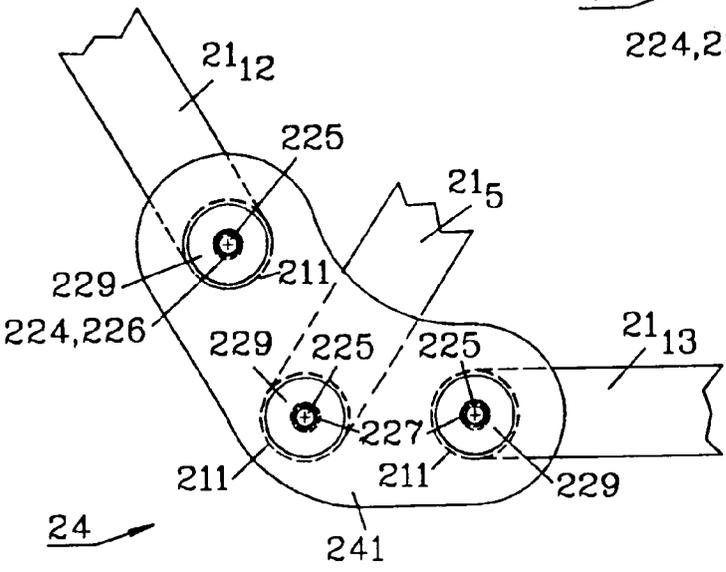


FIG. 9

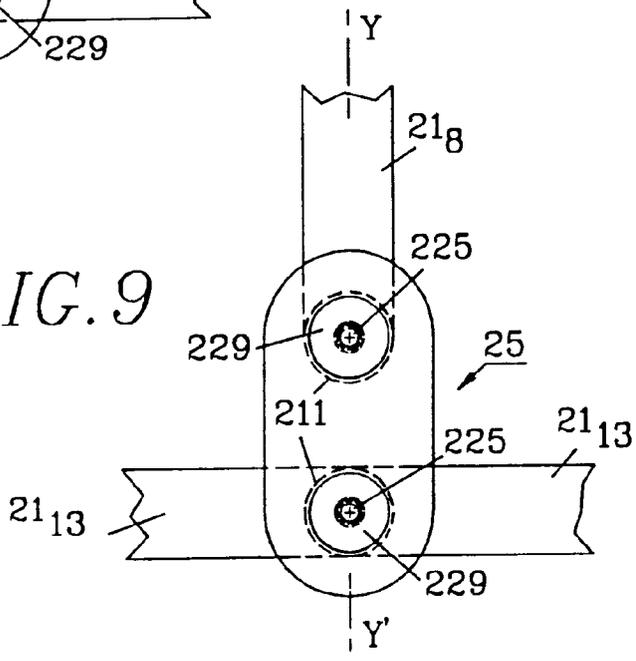


FIG. 10

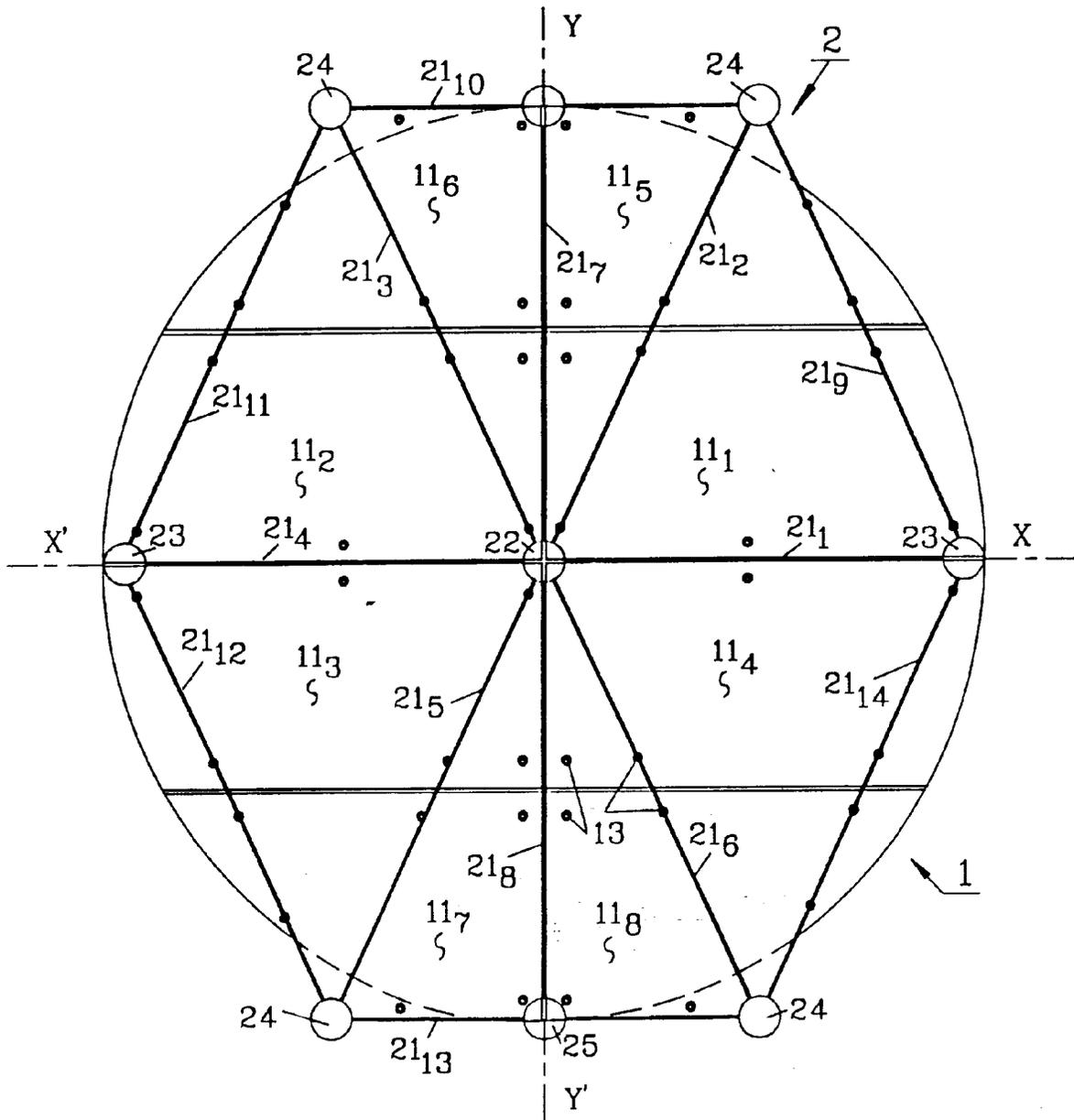


FIG. 11

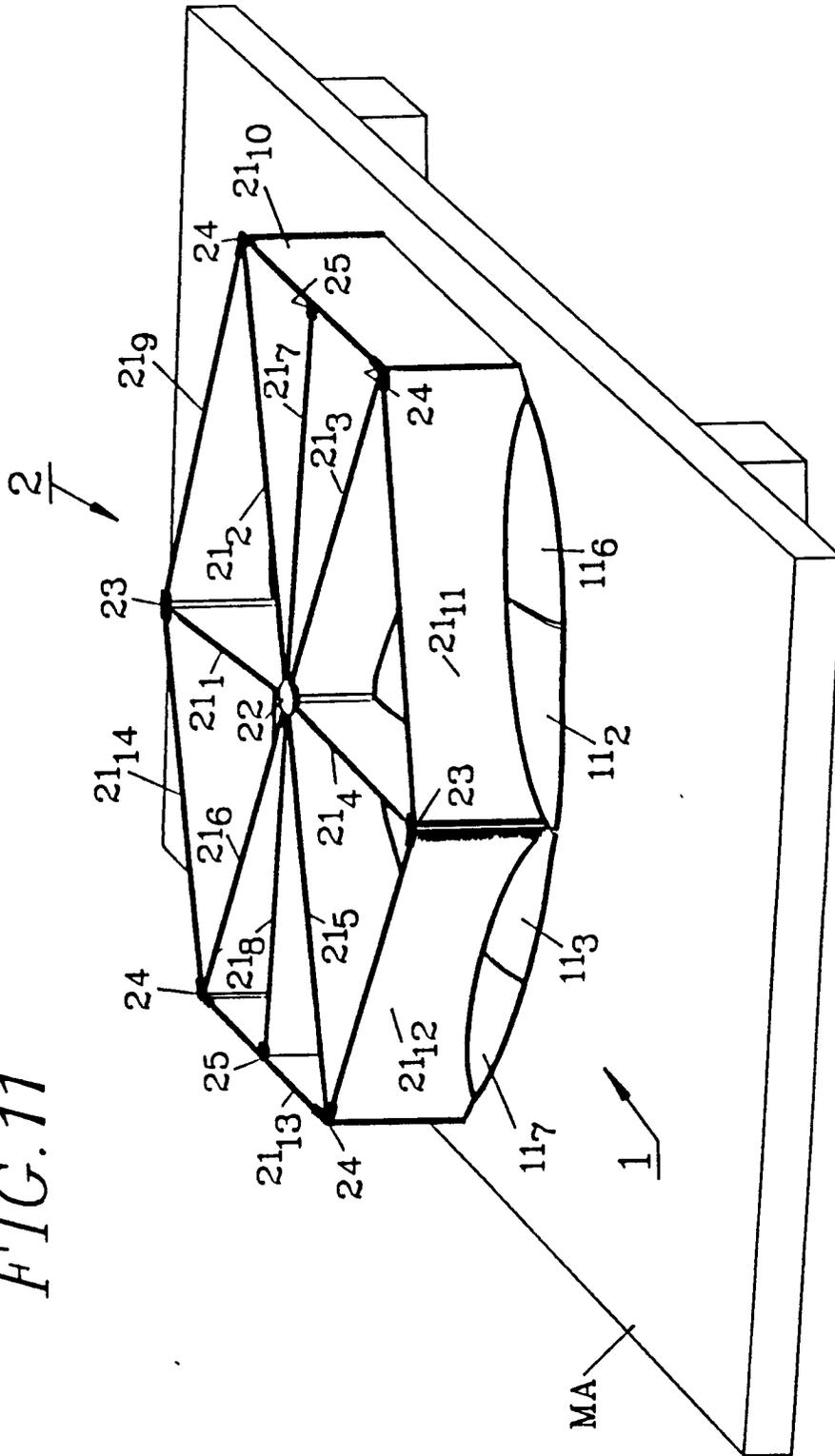


FIG. 12

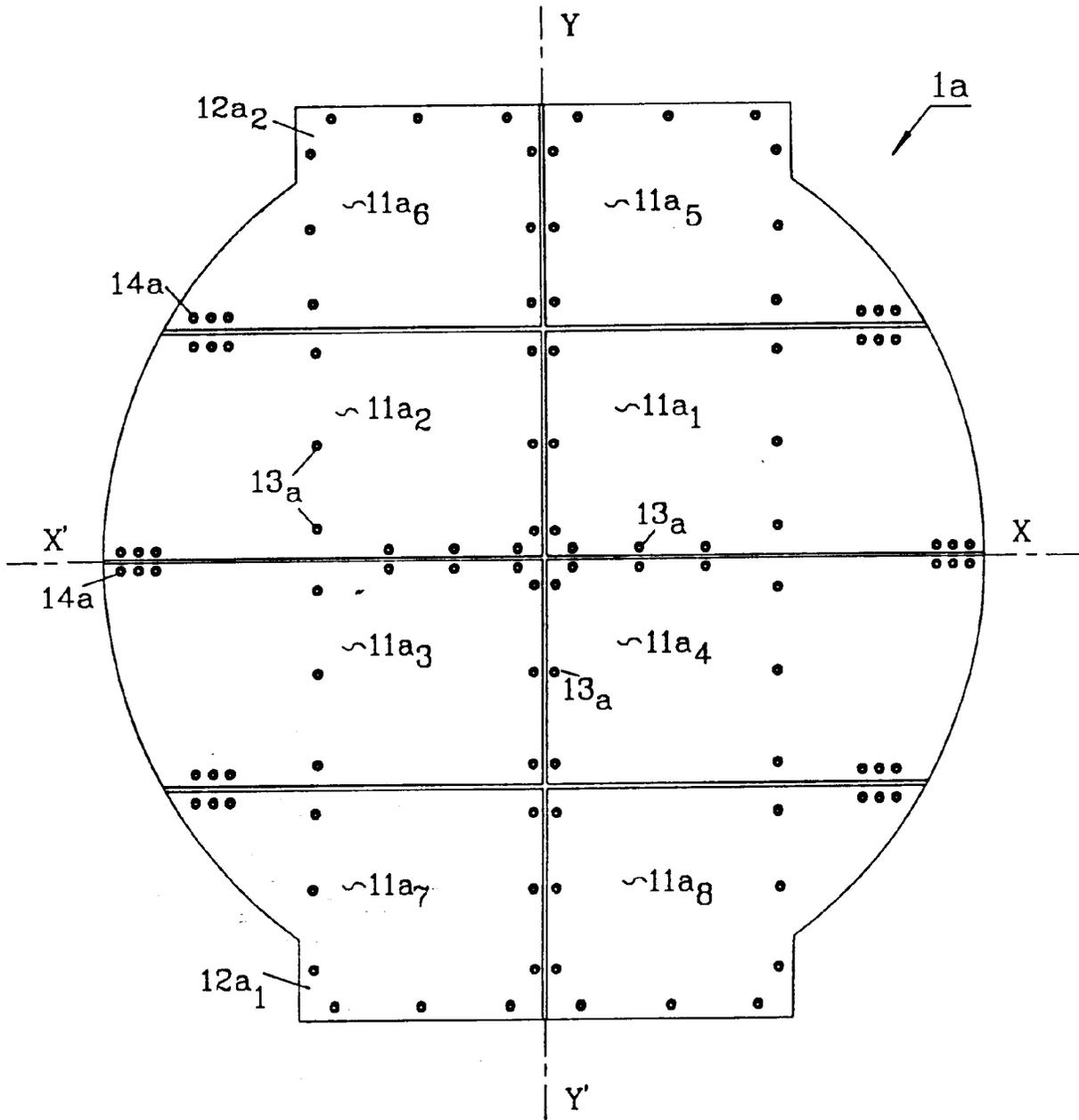


FIG. 13

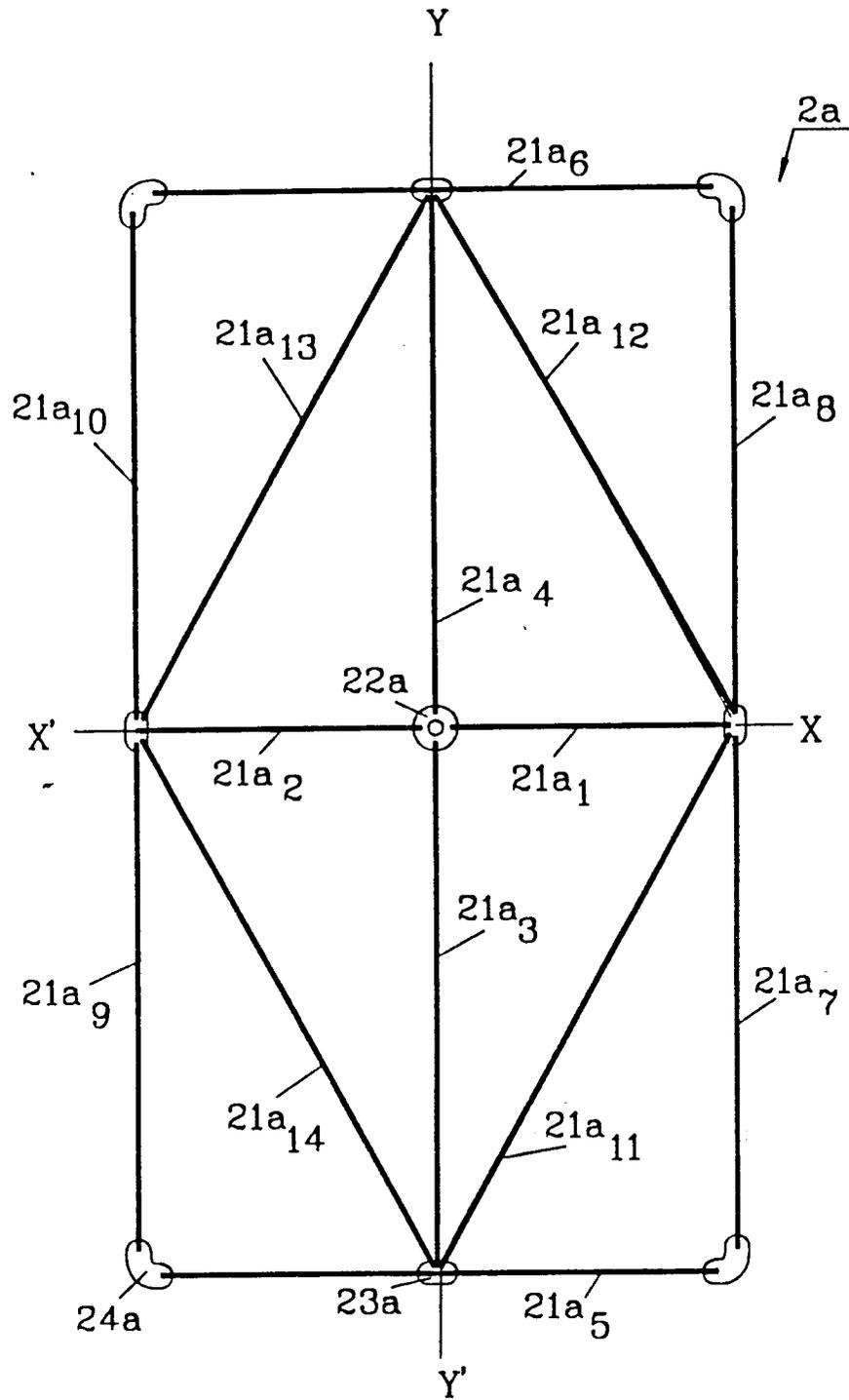


FIG. 14

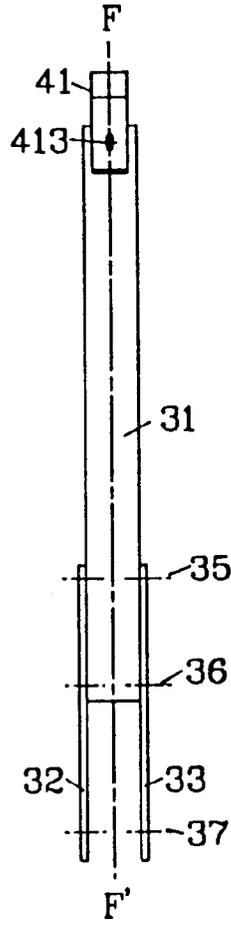


FIG. 15

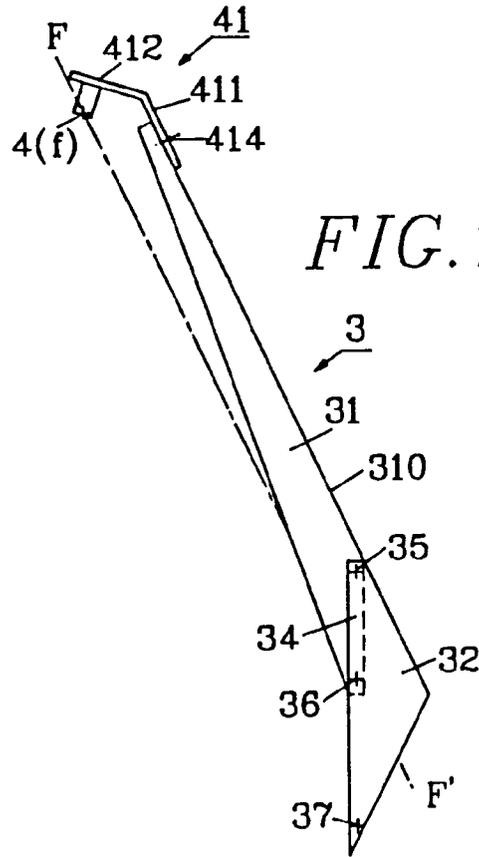


FIG. 16

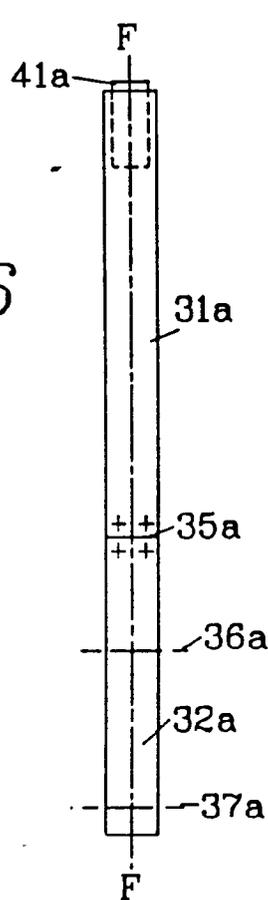
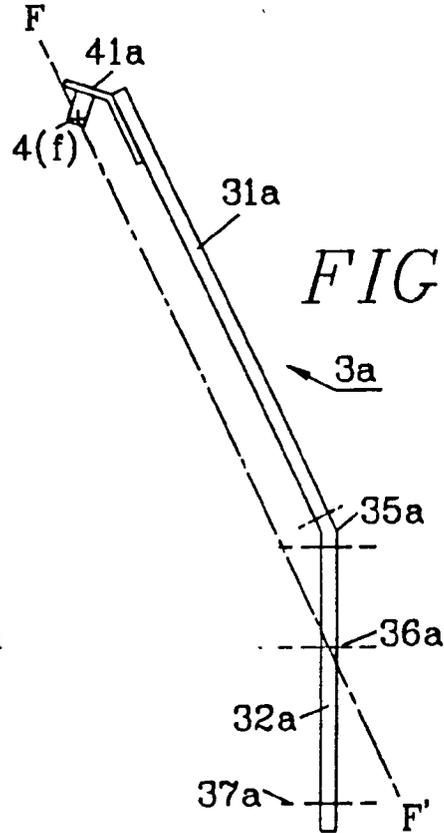


FIG. 17



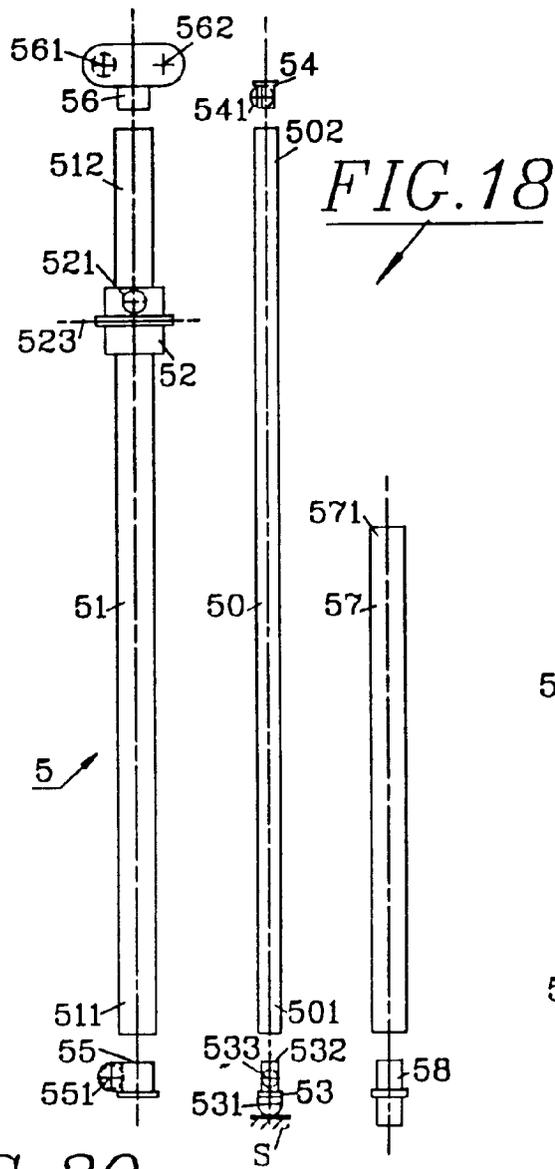


FIG. 18

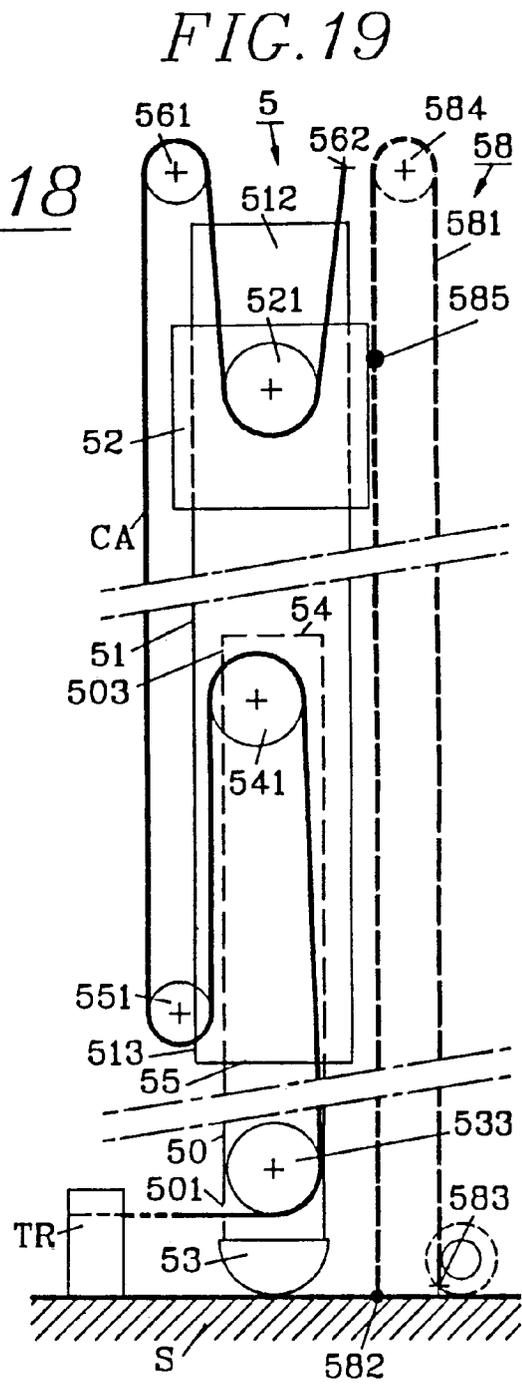


FIG. 19

FIG. 20

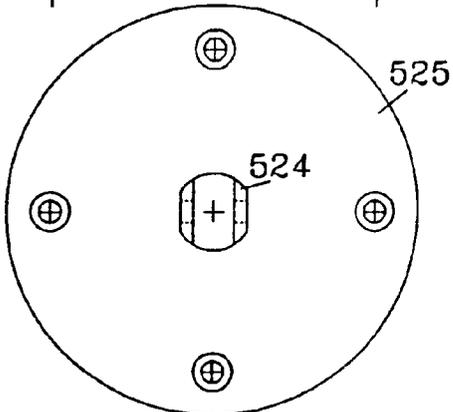
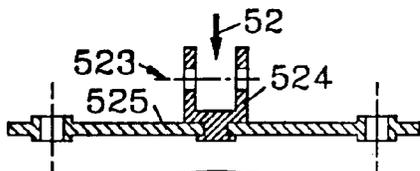


FIG. 21

FIG. 23

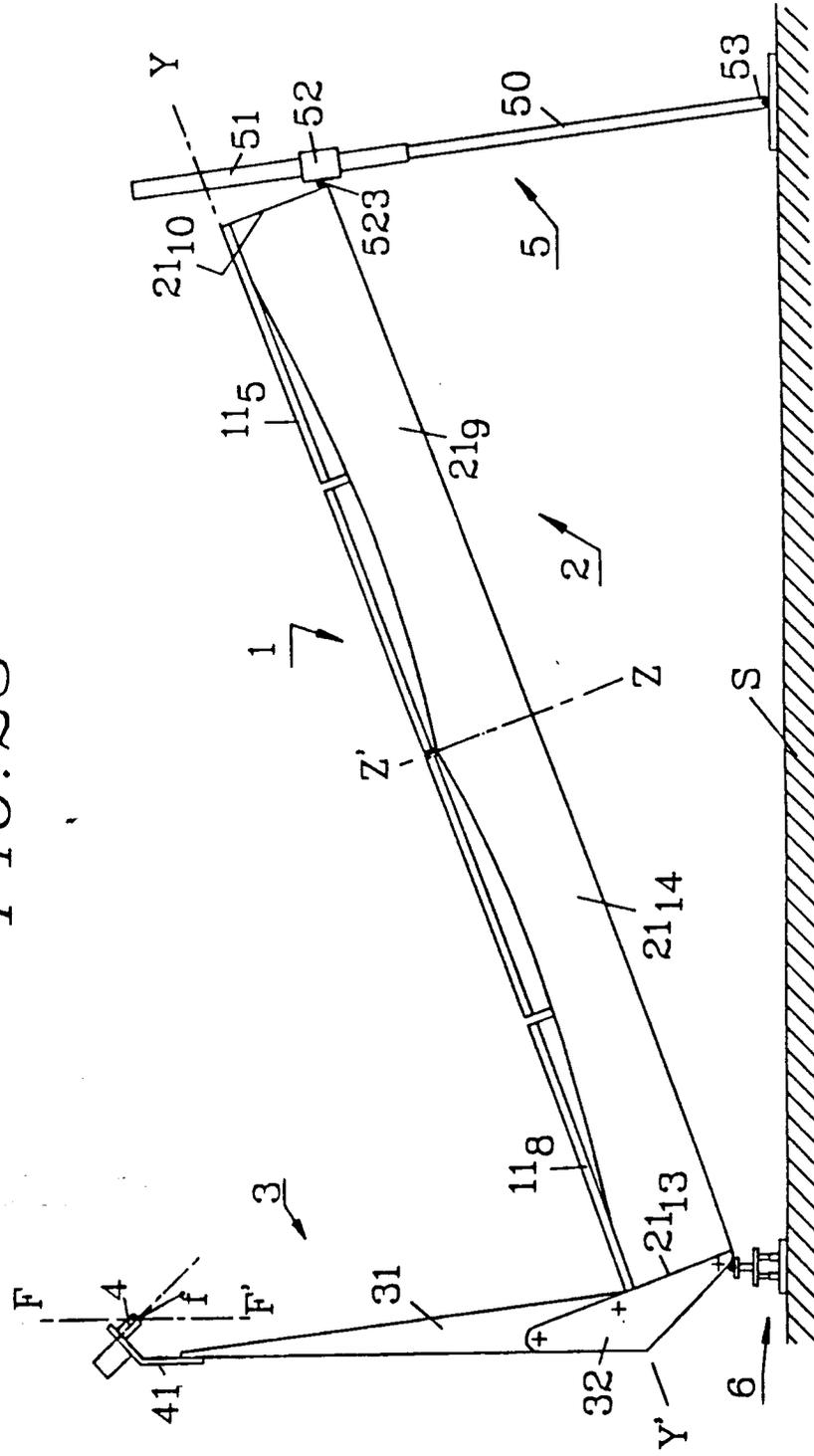
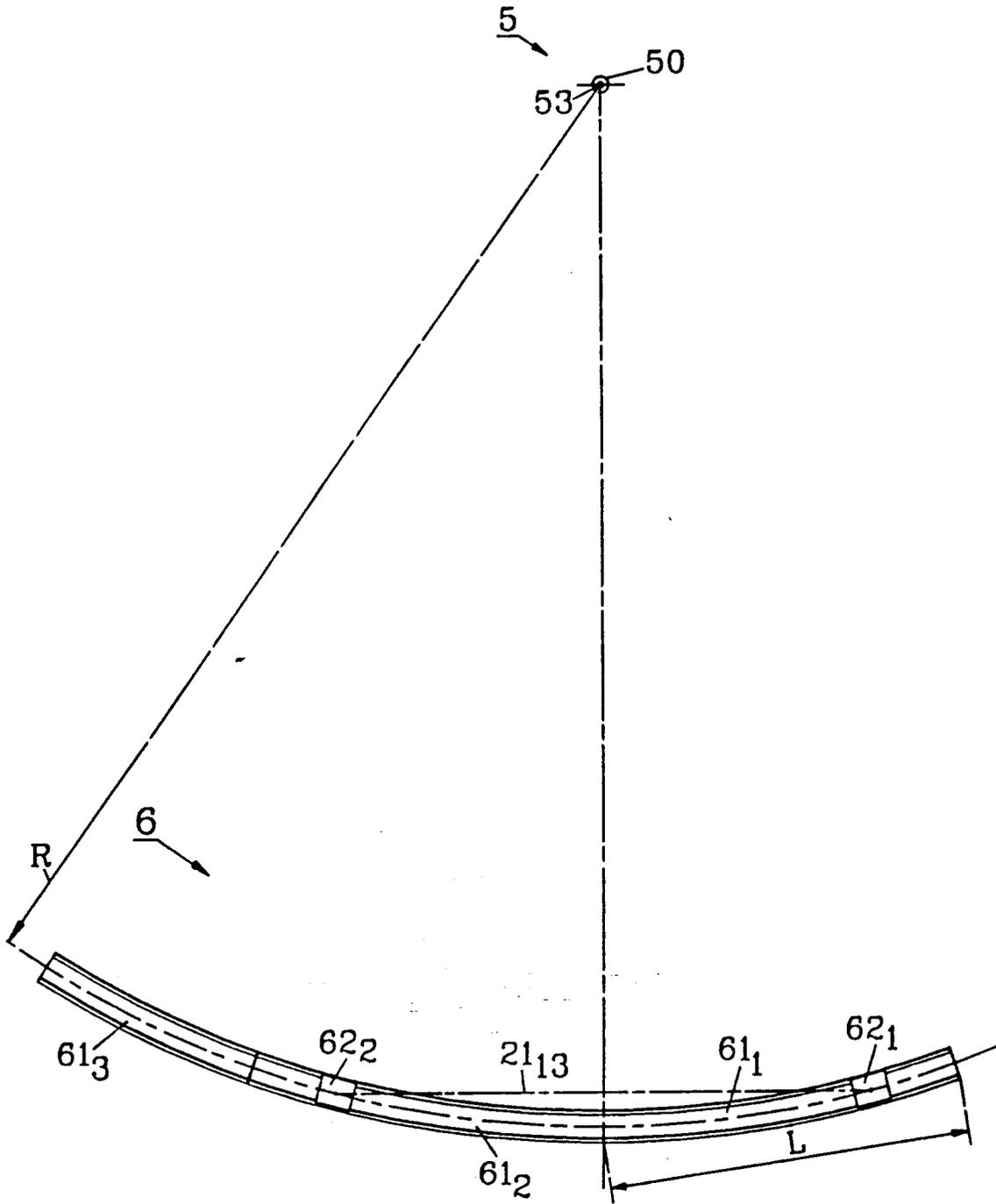


FIG. 24



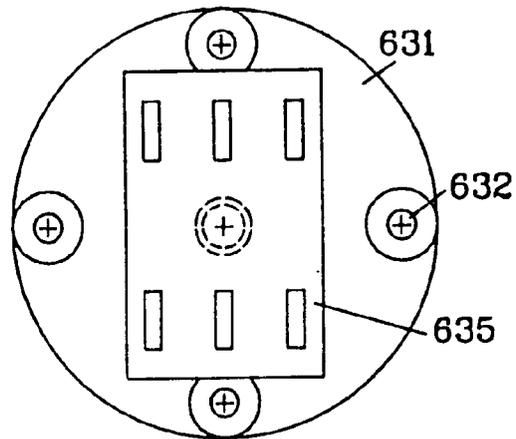
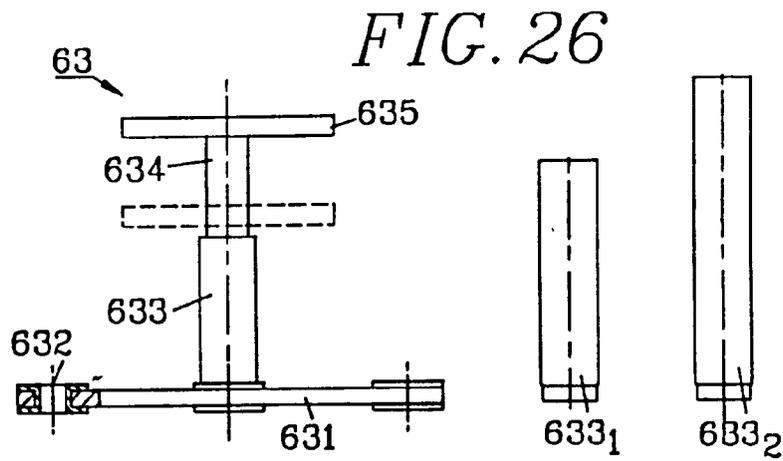
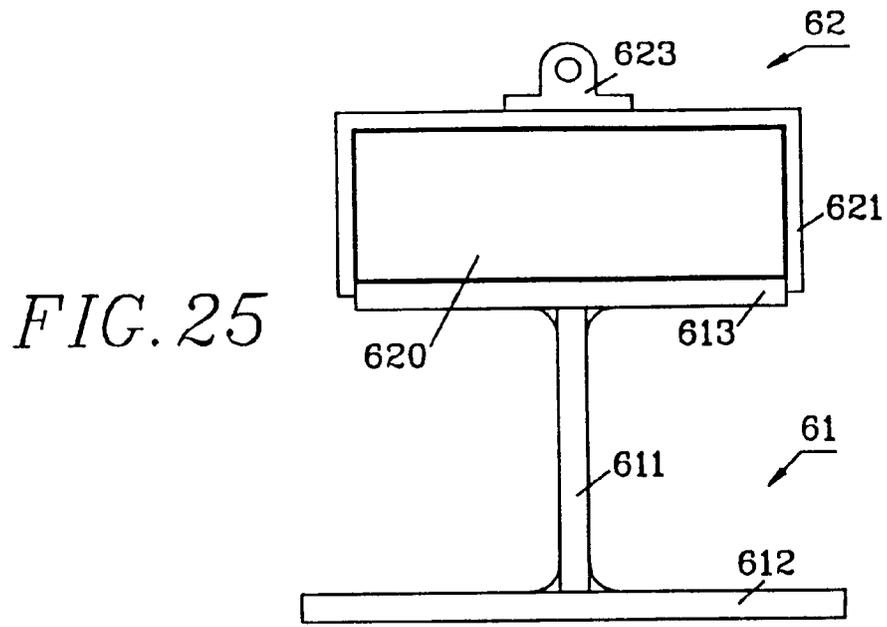


FIG. 28

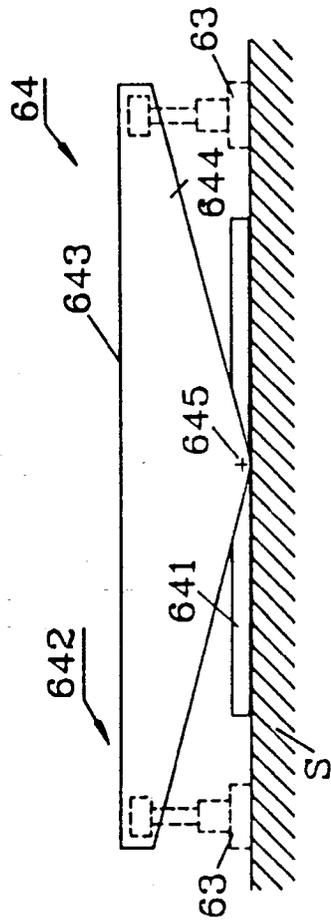


FIG. 29

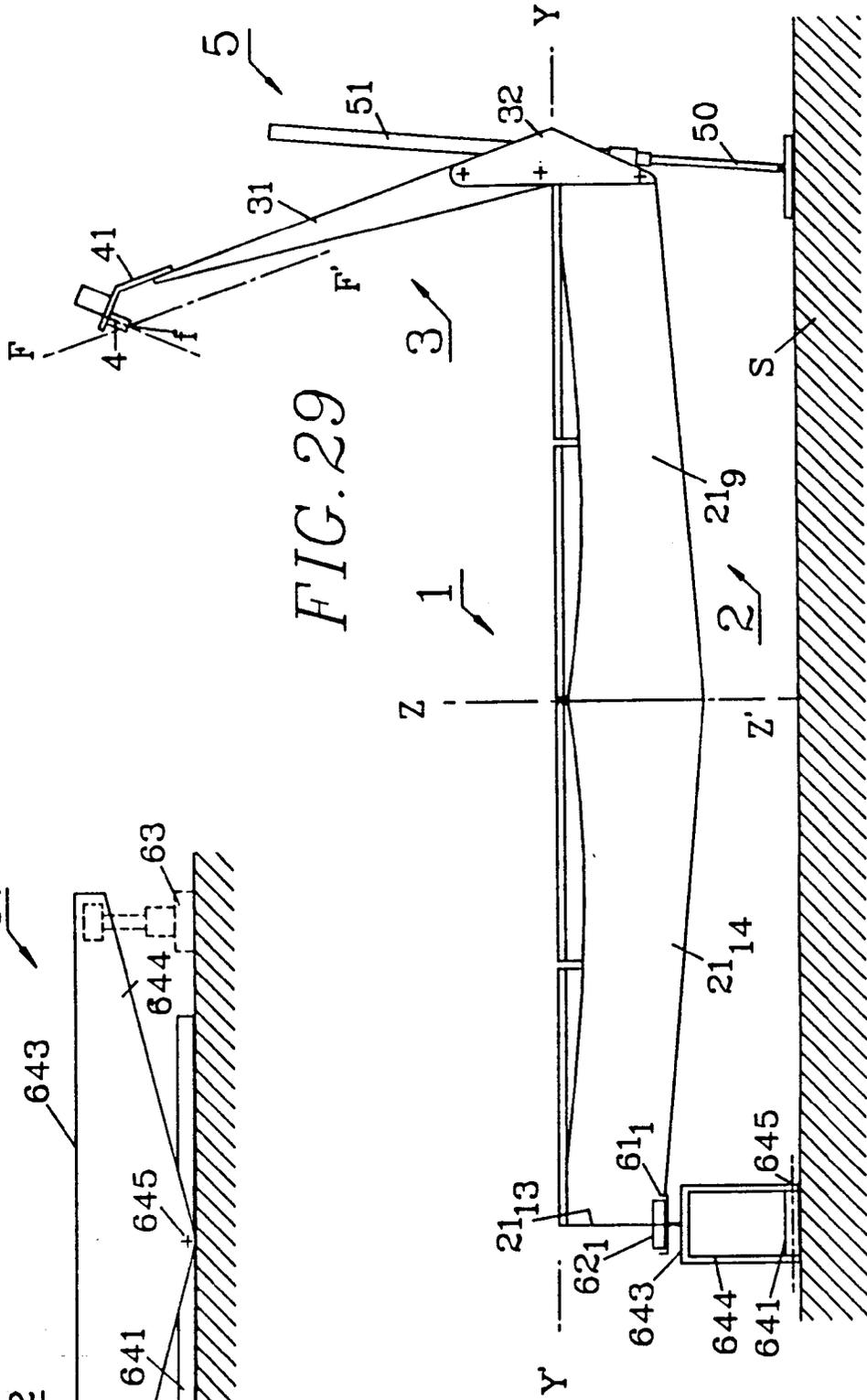


FIG. 30

