



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

(13) **A1**

(22) Date de dépôt/Filing Date: 2018/09/19
(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2019/03/19
(30) Priorité/Priority: 2017/09/19 (FR17 00 950)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *H01Q 3/08* (2006.01),
H01Q 1/12 (2006.01)

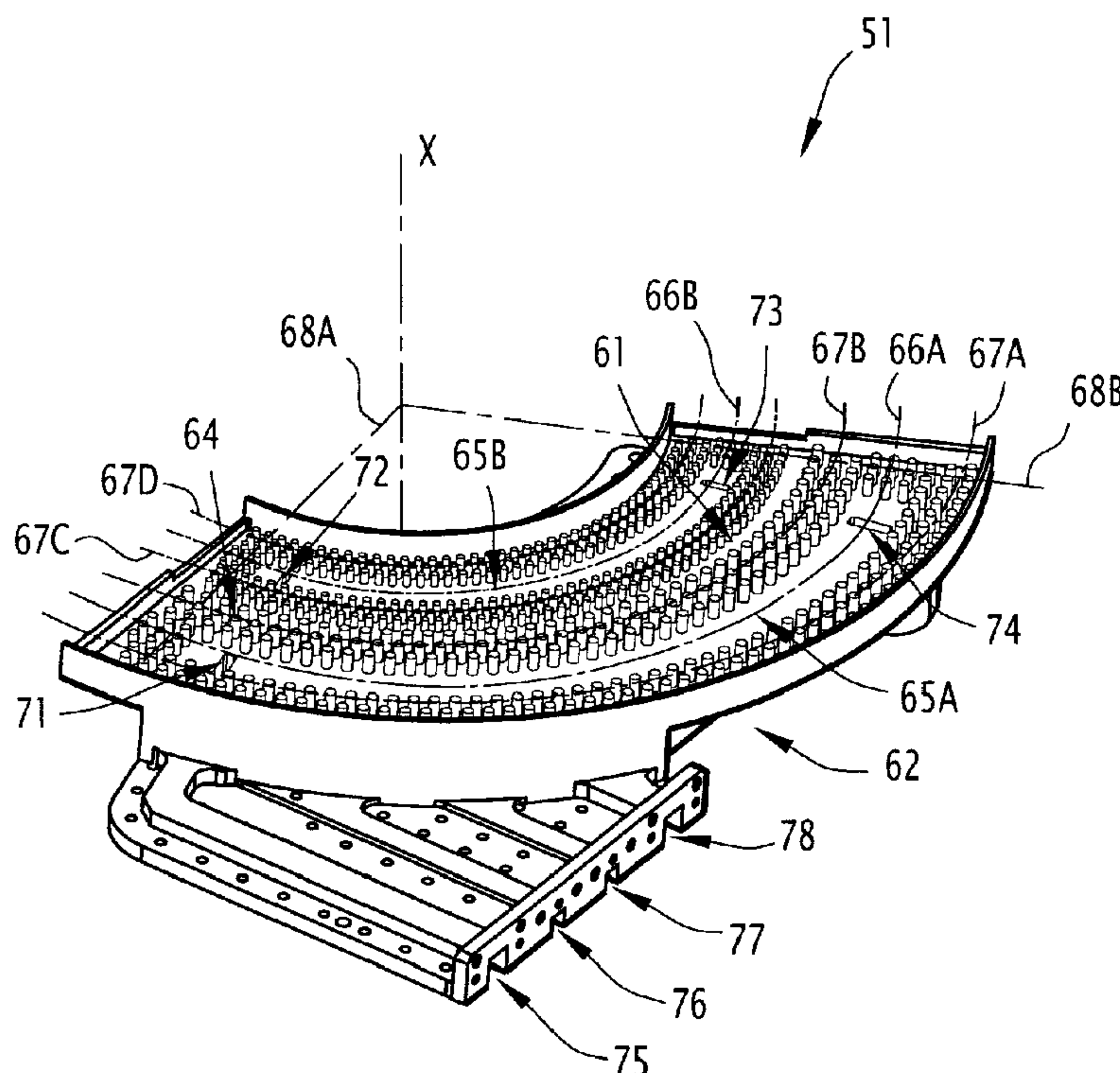
(71) Demandeur/Applicant:
THALES, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
FERRANDO, NICOLAS, FR;
BROSSIER, JEROME, FR;
BOSSHARD, PIERRE, FR;
CAILLOCE, YANN, FR;
LORENZO, JEROME, FR...

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : JOINT TOURNANT POUR UNE ANTENNE ROTATIVE ET ANTENNE ROTATIVE COMPORTANT UN TEL JOINT

(54) Title: ROTARY JOINT FOR A ROTARY ANTENNA AND ROTARY ANTENNA COMPRISING SUCH A JOINT



(57) Abrégé/Abstract:

Ce joint tournant comporte un stator (51) destiné à être fixé sur une première partie de l'antenne et définissant une surface de transmission (61), et un rotor destiné à être fixé sur une deuxième partie de l'antenne et définissant une surface de transmission.

(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

L'une des surfaces de transmission (61) comprend des moyens principaux de délimitation des signaux et l'autre comprend des moyens complémentaires de délimitation (64) des signaux électromagnétiques. Le rotor est monté rotatif par rapport au stator (51) de sorte qu'au moins une partie de la surface de transmission du rotor soit disposée en regard d'au moins une partie de la surface de transmission (61) du stator (51). Les parties en regard forment entre elles au moins une voie de transmission des signaux électromagnétiques délimitée par les moyens principaux et complémentaires de délimitation (64).

ABREGE

Ce joint tournant comporte un stator (51) destiné à être fixé sur une première partie de l'antenne et définissant une surface de transmission (61), et un rotor destiné à être fixé sur une deuxième partie de l'antenne et définissant une surface de transmission. L'une des surfaces de transmission (61) comprend des moyens principaux de délimitation des signaux et l'autre comprend des moyens complémentaires de délimitation (64) des signaux électromagnétiques.

Le rotor est monté rotatif par rapport au stator (51) de sorte qu'au moins une partie de la surface de transmission du rotor soit disposée en regard d'au moins une partie de la surface de transmission (61) du stator (51). Les parties en regard forment entre elles au moins une voie de transmission des signaux électromagnétiques délimitée par les moyens principaux et complémentaires de délimitation (64).

Joint tournant pour une antenne rotative et antenne rotative comportant un tel joint

La présente invention concerne un joint tournant et une antenne rotative comportant un tel joint.

5 Une telle antenne présente une grande agilité de pointage en azimut et en élévation, et est notamment utilisable dans le domaine spatial. Plus particulièrement, elle peut être montée sur des satellites présentant une surface extérieure réduite tout en assurant la réception et l'émission des signaux électromagnétiques pour une large bande passante.

10

Contexte

On connaît déjà des antennes analogues dans l'état de l'art.

Ainsi, par exemple, le document FR 3 029 018 décrit une antenne biaxe comportant une partie fixe installée sur une embase et une partie rotative montée sur
15 cette partie fixe. L'antenne comporte en outre un premier actionneur permettant à la partie rotative de tourner autour d'un premier axe de rotation perpendiculaire à l'embase pour modifier l'angle d'azimut de l'antenne.

Les parties fixe et rotative de cette antenne sont raccordées par un dispositif de
20 raccordement disposé entre elles le long du premier axe de rotation et permettant de transmettre des signaux électromagnétiques entre ces parties.

En particulier, ce dispositif de raccordement est composé d'un joint tournant et de deux excitateurs disposés de part et d'autre du joint tournant et permettant d'élaborer des ondes radiofréquence soit dans le mode électromagnétique fondamental à polarisation circulaire soit dans le mode électromagnétique à symétrie de révolution.

25 Le joint tournant forme un guide d'onde à section circulaire permettant notamment la propagation de deux signaux électromagnétiques en polarisation croisée entre les deux excitateurs.

La partie rotative de cette antenne comporte notamment un ensemble de réflexion composé d'un réflecteur et d'un miroir disposés l'un en regard de l'autre pour diriger des
30 signaux électromagnétiques émis par une source rayonnante dans un domaine de visibilité de l'antenne ou pour recevoir des signaux électromagnétiques issus de ce domaine. La source rayonnante est connectée au module de raccordement via notamment un exciteur.

En outre, la partie rotative définit un deuxième axe de rotation et comprend un
35 deuxième actionneur apte à tourner par exemple le miroir autour de ce deuxième axe de rotation pour modifier l'angle d'inclinaison de ce miroir par rapport au réflecteur.

Ainsi, le pointage d'une telle antenne selon un angle d'azimut et un angle d'élévation donnés, s'effectue en actionnant de manière appropriée le premier et le deuxième actionneurs.

5 Toutefois, cette antenne et notamment le joint tournant faisant partie de cette antenne ne sont pas complètement satisfaisants.

En particulier, le joint tournant décrit précédemment ne permet pas à l'antenne de recevoir et d'émettre des signaux électromagnétiques avec une bande passante de largeur supérieure à 1 GHz sans dégradation importante des performances de l'antenne.

10 Sommaire

L'invention a pour objet un joint tournant pour une antenne rotative comportant une première partie et une deuxième partie rotative par rapport à la première partie, le joint tournant étant destiné à raccorder la première et la deuxième parties de l'antenne et à transmettre des signaux électromagnétiques entre ces parties, présentant une forme
15 d'un secteur d'anneau avec une ouverture variable et définissant un axe de rotation passant par le centre d'anneau, une pluralité de directions radiales s'étendant à partir du centre d'anneau vers sa périphérie et une pluralité de directions circonférentielles s'étendant suivant des cercles concentriques disposés autour de l'axe de rotation.

Le joint tournant comporte un stator destiné à être fixé sur la première partie de
20 l'antenne et définissant une surface de transmission des signaux électromagnétiques, perpendiculaire à l'axe de rotation ; et un rotor destiné à être fixé sur la deuxième partie de l'antenne et définissant une surface de transmission des signaux électromagnétiques, perpendiculaire à l'axe de rotation.

L'une des surfaces de transmission comprend des moyens principaux de
25 délimitation des signaux électromagnétiques et l'autre comprenant des moyens complémentaires de délimitation des signaux électromagnétiques.

Le rotor est monté rotatif par rapport au stator autour de l'axe de rotation de sorte qu'en toute position du rotor, au moins une partie de la surface de transmission du rotor soit disposée en regard d'au moins une partie de la surface de transmission du stator.

30 En toute position du rotor, les parties en regard des surfaces de transmission du rotor et du stator forment entre elles au moins une voie de transmission des signaux électromagnétiques, la voie de transmission étant délimitée par les moyens principaux et complémentaires de délimitation et s'étendant selon une direction circonférentielle.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le joint comprend une ou
35 plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- en toute position du rotor, les parties en regard des surfaces de transmission du rotor et du stator forment entre elles au moins deux voies de transmission des signaux électromagnétiques, dites voies circonférentielles, les voies circonférentielles étant délimitées par les moyens principaux et complémentaires de délimitation et s'étendant
5 selon une même direction circonférentielle ;

- en toute position du rotor, les parties en regard des surfaces de transmission du rotor et du stator forment entre elles au moins deux voies de transmission des signaux électromagnétiques, dites voies radiales, les voies radiales étant délimitées par les moyens principaux et complémentaires de délimitation et s'étendant selon des directions
10 circonférentielles différentes ;

- la voie radiale s'étendant suivant la direction circonférentielle plus proche à l'axe de rotation que la direction circonférentielle de l'autre voie radiale ou de chaque autre voie radiale, est destinée à transmettre des signaux électromagnétiques reçus par l'antenne ;
et

- la voie radiale s'étendant suivant la direction circonférentielle plus écartée de l'axe de rotation que la direction circonférentielle de l'autre voie radiale et de chaque autre voie radiale, est destinée à transmettre des signaux électromagnétiques pour émission
15 par l'antenne ;

- les moyens principaux de délimitation font saillie par rapport à la surface de transmission correspondante pour former au moins un canal de transmission s'étendant
20 suivant une direction circonférentielle et délimité par ces moyens de délimitation selon chaque direction radiale et circonférentielle passant par ce canal ;

- les moyens complémentaires de délimitation font saillie par rapport à la surface de transmission correspondante et sont reçus dans le ou chaque canal de transmission
25 de manière mobile pour délimiter l'étendue circonférentielle de ce canal en fonction de la position du rotor ;

- la ou chaque voie de transmission étant formée par une portion délimitée par les moyens complémentaires de délimitation du canal de transmission ou de l'un des canaux de transmission ;

- les voies circonférentielles sont formées par des portions adjacentes d'un même canal de transmission divisé par les moyens complémentaires de délimitation ;

- pour le ou chaque canal de transmission, la surface de transmission du stator définit au moins une ouverture disposée sur l'une des extrémités de ce canal ;

- pour la ou chaque ouverture de la surface de transmission du stator, la surface de transmission du rotor définit une ouverture disposée sur la même direction
35 circonférentielle que cette ouverture de la surface de transmission du stator ;

- la ou chaque voie de transmission s'étendant entre l'ouverture ou l'une des ouvertures de la surface de transmission du stator et l'ouverture de la surface de transmission du rotor lui correspondant ;

5 - les moyens principaux et complémentaires de délimitation se présentent sous la forme d'une pluralité de plots espacés l'un de l'autre ;

- les plots des moyens principaux de délimitation sont distribués sur la surface de transmission correspondante suivant plusieurs directions circonférentielles et plusieurs directions radiales ; et

10 - les surfaces de transmission du rotor et du stator sont écartées l'une de l'autre suivant l'axe de rotation sans former des points de contact.

L'invention a également pour objet une antenne rotative comportant une première partie, une deuxième partie rotative par rapport à la première partie, et un joint tournant tel que défini précédemment, destiné à raccorder la première et la deuxième parties de l'antenne et à transmettre des signaux électromagnétiques entre ces parties.

15

Brève description des dessins

Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

20 - la figure 1 est une vue schématique en perspective d'une antenne rotative selon l'invention, l'antenne formant une chaîne radiofréquence ;

- la figure 2 est une vue schématique en perspective de la chaîne radiofréquence de la figure 1, la chaîne radiofréquence comportant un joint tournant selon l'invention comportant un stator et un rotor ;

25 - la figure 3 est une vue schématique en perspective éclatée de la chaîne radiofréquence de la figure 1 ;

- la figure 4 est une vue schématique en perspective du rotor de la figure 2 ;

- la figure 5 est une vue schématique en perspective du stator de la figure 2 ; et

30 - la figure 6 est une vue schématique expliquant la cinétique de l'antenne de la figure 1.

Description détaillée

Dans la suite de la description, par l'expression « sensiblement égal à », on entend une relation d'équivalence avec une erreur relative inférieure à 10%.

35 L'antenne 10 de la figure 1 est une antenne biaxe qui est notamment utilisable dans le domaine spatial pour recevoir et émettre des signaux électromagnétiques dans la

bande Ka en bipolarisation. Ces signaux électromagnétiques présentent donc des ondes radioélectriques.

L'antenne 10 forme une chaîne radiofréquence 11 composée de quatre voies de transmission des signaux électromagnétiques parmi lesquelles deux voies sont des voies de réception, c'est-à-dire voies de type Rx, et les deux autres voies sont des voies d'émission, c'est-à-dire voies de type Tx.

L'antenne 10 est par exemple montée sur une surface externe d'un satellite (non-illustré) disposé sur une orbite terrestre basse par exemple. Une telle surface externe comprend une embase comportant des moyens de fixation mécanique et des moyens de raccordement électromagnétique de l'antenne 10 au satellite.

Les moyens de fixation mécanique permettent de fixer mécaniquement l'antenne 10 à l'embase.

Les moyens de raccordement électromagnétique permettent d'assurer la transmission de l'ensemble des signaux électromagnétiques entre l'antenne 10 et le satellite comme par exemple des signaux reçus par l'antenne 10, des signaux destinés à l'émission par l'antenne 10 ainsi que des signaux d'alimentation électrique de l'antenne 10.

De manière générale, les moyens de raccordement mécanique et les moyens de raccordement électromagnétique sont connus en tant que tels et ne seront pas détaillés par la suite.

L'embase disposée sur la surface externe du satellite présente en outre au moins localement un plan d'embase 12 visible sur la figure 1.

Selon d'autres modes de réalisation, l'embase présente toute autre forme adaptée pour fixer l'antenne 10 de manière connue en soi. Dans ce cas, par plan d'embase, on entend un plan formé par trois points de contact quelconques de l'antenne 10 avec l'embase.

En référence à la figure 1, l'antenne 10 comprend une première partie 21 destinée à être fixée sur l'embase, une deuxième partie 22 montée rotative autour d'un premier axe X appelé également axe de rotation, sur la première partie 21, et un joint tournant 23 selon l'invention, disposé entre la première et la deuxième parties 21, 22.

La première partie 21 comprend un support d'antenne 30, un support rotatif 31, un premier actionneur (non-visible sur la figure 1) et des premiers moyens de guidage 36 (représentés schématiquement par un parallélépipède sur la figure 1) raccordant l'antenne 10 aux moyens de raccordement électromagnétique de l'antenne 10.

Le support d'antenne 30 présente une structure mécanique nécessaire pour supporter l'ensemble des composants de l'antenne 10. De plus, le support d'antenne 30

permet la fixation de l'antenne 10 à l'embase et notamment au plan d'embase 12 via les moyens de fixation mécanique mentionnés précédemment.

Le support rotatif 31 présente un raccordement mécanique de la deuxième partie 22 de l'antenne 10 à la première partie 21. Ainsi, par exemple, le support rotatif présente un arbre rotatif par rapport à la première partie 21 et solidaire avec la deuxième partie 22. Cet arbre est disposé suivant le premier axe X.

Le premier actionneur est apte à animer le support rotatif 31 d'un mouvement rotatif autour du premier axe X pour faire tourner la deuxième partie 22 de l'antenne 10 par rapport à cet axe X.

En particulier, le premier actionneur présente par exemple un moteur électrique intégré dans le support d'antenne 30 et lorsque le support rotatif 31 se présente sous la forme d'un arbre rotatif, apte à animer d'un mouvement rotatif cet arbre. Un tel moteur est connecté aux premiers moyens de guidage 36 pour recevoir des signaux d'alimentation électrique issus du satellite. Ces signaux permettent en particulier d'activer le fonctionnement du moteur pour tourner le support rotatif 31 et pour atteindre un angle d'élévation Θ souhaité.

L'angle d'élévation Θ de l'antenne 10 correspond en particulier à l'angle formé entre un deuxième axe Y et le plan d'embase 12. Le deuxième axe Y est perpendiculaire au premier axe X et à un troisième axe Z perpendiculaire au plan d'embase 12.

Le premier actionneur est par exemple configuré pour faire varier l'angle d'élévation Θ de l'antenne entre -30° et 30° ou de préférence, entre -60° et 60° .

La deuxième partie 22 de l'antenne 10 comprend un deuxième support rotatif 42, une source rayonnante 43, un ensemble de réflexion 44, un assemblage rotatif 45, un deuxième actionneur (non-visible sur la figure 1) et des deuxièmes moyens de guidage 46 des signaux électromagnétiques.

Le deuxième support rotatif 42 présente une structure mécanique apte à supporter l'ensemble des composants de la deuxième partie 22 de l'antenne 10. Il permet en outre de fixer la deuxième partie 22 de l'antenne 10 à la première partie 21 de manière rotative autour du premier axe X.

Ainsi, par exemple, lorsque le premier support rotatif 31 se présente sous la forme d'un arbre rotatif, le deuxième support rotatif 42 est solidaire avec cet arbre.

La source rayonnante 43 est apte à émettre et à recevoir des signaux électromagnétiques et se présente par exemple sous la forme d'un cornet d'émission et de réception des ondes radioélectriques, connu en soi.

Selon un autre exemple de réalisation, la source rayonnante 43 se présente sous la forme d'une pluralité de cornets d'émission et/ou de réception des ondes radioélectriques.

La source rayonnante 43 est montée de manière fixe sur le deuxième support rotatif 42 et est dirigée selon le deuxième axe Y.

Lorsque la source rayonnante 43 se présente sous la forme d'un cornet unique, ce cornet est donc dirigé selon le deuxième axe Y. Lorsque la source rayonnante 43 se présente sous la forme d'une pluralité de cornets, la maximisation de l'efficacité de l'antenne impose que les cornets soient dirigés vers le centre d'un réflecteur 47 de l'ensemble de réflexion 44. Cependant, pour des questions de coût de la solution, les cornets pourront être dirigés selon le deuxième axe Y.

Outre le réflecteur 47, l'ensemble de réflexion 44 comporte un miroir 48 disposé autour de la source rayonnante 43 et des moyens de fixation 49.

Le réflecteur 47, connu en soi, est disposé en regard de la source rayonnante 43 et présente par exemple une forme parabolique symétrique définissant un sommet de réflecteur S et un foyer F qui sont visibles sur la figure 1. Le sommet de réflecteur S présente par exemple le point de symétrie du réflecteur 47. Par ailleurs, le sommet de réflecteur S et le foyer F sont disposés sur le deuxième axe Y.

Le miroir 48 est par exemple un miroir plat de forme d'anneau au centre duquel est disposée la source rayonnante 43. Dans ce cas, le miroir 48 définit un plan de miroir et est disposé de sorte que le premier axe X soit parallèle au plan de miroir ou compris dans celui-ci.

Les moyens de fixation 49 permettent d'une part de fixer le miroir 48 à l'assemblage rotatif 45 et de l'autre part, le réflecteur 47 au miroir 48.

Notamment, entre le réflecteur 47 et le miroir 48, les moyens de fixation 49 se présentent sous la forme d'une pluralité de bracons disposés selon différents niveaux par rapport au deuxième axe Y. Ainsi, dans l'exemple de la figure 1, deux bracons sont disposés parallèlement l'un à l'autre dans la partie de l'ensemble réflexion 44 présentant la plus courte distance entre le réflecteur 47 et le miroir 48, et deux bracons sont disposés parallèlement l'un à l'autre dans la partie de l'ensemble réflexion 44 présentant la moitié de la plus longue distance entre le réflecteur 47 et le miroir 48. Un axe perpendiculaire au plan formé par ces deux derniers bracons et passant par le centre du miroir 48 sera désigné par la suite par axe d'inclinaison A de l'ensemble de réflexion 44.

L'ensemble de réflexion 44 et notamment le miroir 48 disposé de manière fixe par rapport au réflecteur 47, définissent un axe de propagation Pr des signaux électromagnétiques.

En particulier, l'axe de propagation P_r correspond à la direction selon laquelle l'ensemble de réflexion 44 est apte à transmettre des signaux électromagnétiques émis par la source rayonnante 43 et selon laquelle l'ensemble de réflexion 44 est apte à recevoir des signaux électromagnétiques pour les transmettre à la source rayonnante 43.

5 Dans l'exemple décrit, l'axe de propagation P_r est perpendiculaire au deuxième axe Y . Par ailleurs, dans la position de l'ensemble de réflexion 44 représentée sur la figure 1, l'axe de propagation P_r est parallèle au troisième axe Z et le plan formé par l'axe de propagation P_r et le deuxième axe Y est perpendiculaire au premier axe X .

10 L'assemblage rotatif 45 est monté rotatif sur le deuxième support rotatif 42, autour du deuxième axe et est solidaire avec les moyens de fixation 49 de l'ensemble de réflexion 44. Ainsi, la rotation de l'assemblage rotatif 45 autour du deuxième axe Y entraîne la rotation de l'ensemble de réflexion 44 autour de la source rayonnante 43.

15 Le deuxième actionneur est par exemple intégré dans le deuxième support rotatif 42 et est relié à l'assemblage rotatif 45 pour animer cet assemblage d'un mouvement de rotation.

Le deuxième actionneur est par exemple sensiblement analogue au premier actionneur et se présente notamment sous la forme d'un moteur électrique. Ce moteur est alors relié à un arbre rotatif compris dans l'assemblage rotatif 45.

20 Tout comme le premier actionneur, le deuxième actionneur est alimenté par des signaux d'alimentation électrique issus du satellite permettant d'activer son fonctionnement pour atteindre un angle d'inclinaison α de l'ensemble de réflexion 44 souhaité. L'angle d'inclinaison α de l'ensemble de réflexion 44 correspond à l'angle formé entre l'axe d'inclinaison A (visible notamment sur la figure 6) de l'ensemble de réflexion 44 et le troisième axe Z .

25 Le deuxième actionneur est par exemple configuré pour faire varier l'angle d'inclinaison α de l'ensemble de réflexion 44 entre -30° et 30° ou de préférence, entre -60° et 60° .

30 Les premiers et les deuxièmes moyens de guidages 36, 46 permettent de guider des signaux électromagnétiques au sein de l'antenne 10. Ces moyens seront expliqués plus en détail en référence aux figures 2 et 3 illustrant respectivement une vue en perspective et une vue en perspective éclatée de la chaîne radiofréquence 11. Par chaîne radiofréquence, on entend l'ensemble des composants de la première et de la deuxième parties 21, 22 de l'antenne 10 participant dans la transmission des signaux électromagnétiques au sein de l'antenne 10.

En effet, comme cela est illustré sur ces figures, la chaîne radiofréquence 11 est composée de la source rayonnante 43, des deuxièmes moyens de guidage 46, du joint tournant 23 et des premiers moyens de guidage 36.

5 Les premiers moyens de guidage 36 permettent de connecter les moyens de raccordement électromagnétique du satellite au joint tournant 23 et les deuxièmes moyens de guidage 46 permettent de connecter le joint tournant 23 à la source rayonnante 43.

10 En particulier, les premiers moyens de guidage 36 présentent quatre voies de transmission formées de guides d'onde ou/et de câbles coaxiaux qui sont coudés de manière appropriée en fonction de la disposition des moyens de raccordement électromagnétique du satellite et du joint tournant 23.

15 Chaque voie de transmission des premiers moyens de guidage 36 est une voie d'accès radiofréquence au joint tournant 23. Dans l'exemple de réalisation de la figure 1, deux voies permettent de réaliser la transmission des signaux électromagnétiques pour deux polarisations orthogonales et les deux autres voies permettent de réaliser la réception des signaux électromagnétiques pour deux polarisations orthogonales.

Les deuxièmes moyens de guidage 46 présentent quatre voies de transmission formées de guides d'onde ou/et de câbles coaxiaux qui sont coudés de manière appropriée en fonction de la disposition du joint tournant 23 et de la source rayonnante 43.

20 Plus particulièrement, dans l'exemple de réalisation des figures 2 et 3, ces guides d'ondes et/ou ces câbles sont coudés de sorte que les signaux électromagnétiques reçus par la source rayonnante 43 selon le deuxième axe Y soient propagés vers le joint tournant 23 selon des axes parallèles au premier axe X et que les signaux électromagnétiques issus du joint tournant 23 selon des axes parallèles au premier axe X
25 soient propagés selon le deuxième axe Y dans la source rayonnante 43.

30 Comme dans le cas précédent, deux voies de transmission des deuxièmes moyens de guidage 46 permettent de réaliser la transmission des signaux électromagnétiques pour deux polarisations orthogonales et les deux autres voies permettent de réaliser la réception des signaux électromagnétiques pour deux polarisations orthogonales.

En outre, dans le point de raccordement des deuxièmes moyens de guidage 46 à la source rayonnante 43, ces moyens comportent un excitateur apte à renforcer et/ou à polariser les signaux électromagnétiques passant par les voies de transmission correspondantes, selon des méthodes connues en soi.

35 En particulier, l'excitateur permet à la fois de générer la polarisation souhaitée pour la transmission et de recevoir la polarisation souhaitée en réception. Dans le cas

d'une pluralité de cornets, les deuxièmes moyens de guidage 46 comportent autant d'excitateurs que de cornets nécessaires à la réalisation de la mission de l'antenne 10.

Le joint tournant 23 comporte un stator 51, un rotor 52, un capot de stator 53 et un capot de rotor 54.

5 Le joint tournant 23 présente une forme d'un secteur d'anneau de centre disposé sur un axe de rotation défini par le joint qui coïncide avec le premier axe X.

Ce secteur présente un angle d'ouverture variable en fonction de la position du rotor 52 par rapport au stator 51 à varie par exemple entre sensiblement 160° dans une position d'ouverture minimale et sensiblement 220° dans deux positions d'ouverture
10 maximale.

En outre, ce secteur définit une pluralité de directions radiales s'étendant à partir du centre d'anneau vers sa périphérie et une pluralité de directions circonférentielles s'étendant suivant des cercles concentriques disposés autour du premier axe X. Ainsi, chaque direction radiale et chaque direction circonférentielle sont situées dans un plan
15 perpendiculaire au premier axe X et, dans l'exemple de réalisation de la figure 1, perpendiculaire au plan d'embase 12.

Le rotor 52 et le capot de rotor 54 sont fixés à la deuxième partie 22 de l'antenne 10 et notamment au deuxième support tournant 42. Le stator 51 et le capot de stator 53 sont fixés à la première partie 21 de l'antenne 10 et notamment au support d'antenne 30.
20 Ainsi, lors de la rotation de la deuxième partie 22 de l'antenne 10 par rapport à la première partie 21, le rotor 52 tourne par rapport au premier axe X sans entrer en contact avec le stator 51. Cette rotation fait alors varier la valeur d'angle l'ouverture du joint tournant 23.

Le rotor 52 et le stator 51 seront expliqués par la suite en détail en référence
25 respectivement aux figures 4 et 5.

Ainsi, en référence à la figure 5, le stator 51 présente une forme d'un secteur d'anneau d'ouverture constante et de centre disposé sur le premier axe X. L'angle d'ouverture de ce secteur est par exemple sensiblement égal à 160° .

Le stator 51 est fait par exemple d'une seule pièce d'un matériau conducteur.

30 Le stator 51 comporte une surface de transmission 61 disposée en regard du rotor 52 et une surface de fixation 62 couverte par le capot de stator 53.

La surface de transmission 61 comporte des moyens principaux de délimitation 64 des signaux électromagnétiques faisant saillie par rapport à la surface de transmission 61 et formant deux canaux de transmission 65A et 65B des signaux électromagnétiques.

35 Chacun de ces canaux de transmission 65A, 65B s'étend selon une direction circonférentielle 66A, 66B et est délimité par les moyens 64 selon chaque direction radiale

et circonférentielle passant par ce canal. La largeur de chacun de ces canaux 65A, 65B, c'est-à-dire son étendue selon chaque direction radiale, est par exemple sensiblement égale à 7 mm.

5 Dans l'exemple de réalisation de la figure 5, le canal de transmission 65A s'étendant selon la direction circonférentielle 66A plus écartée du premier axe X que la direction circonférentielle 66B, est destiné à transmettre des signaux électromagnétiques pour émission par l'antenne 10, c'est-à-dire les signaux de type Tx.

10 Le canal de transmission 65B s'étendant selon la direction circonférentielle 66B plus proche du premier axe X que la direction circonférentielle 66A, est destiné à transmettre des signaux électromagnétiques reçus par l'antenne 10, c'est-à-dire les signaux de type Rx.

Les moyens principaux de délimitation 64 se présentent sous la forme d'une pluralité de plots espacés l'un de l'autre de manière homogène. Ces plots ont par exemple une forme cylindrique de diamètre compris entre 1,5 mm et 2,5 mm.

15 Les plots délimitant le même canal de transmission 65A, 65B sont de mêmes dimensions et sont distribués sur la surface de transmission 61 suivant plusieurs directions circonférentielles de part et d'autre du canal de transmission correspondant et à chaque extrémité de ce canal suivant plusieurs directions radiales.

20 Ainsi, dans l'exemple de la figure 5, les plots associés au canal de transmission 65A sont distribués selon trois directions circonférentielles de part et d'autre du canal 65A et selon trois directions radiales à chaque extrémité de ce canal. Pour des raisons de simplicité, sur la figure 5, uniquement une direction circonférentielle 67A, 67B de chaque côté du canal 65A et une direction radiale 68A, 68B à chaque extrémité de ce canal, sont illustrées.

25 De manière analogue, les plots associés au canal de transmission 65B sont distribués selon trois directions circonférentielles de part et d'autre du canal 65B et selon trois directions radiales à chaque extrémité de ce canal. Pour des raisons de simplicité, sur la figure 5, uniquement une direction circonférentielle 67C, 67D de chaque côté du canal 65B et une direction radiale 68C, 68D à chaque extrémité de ce canal, sont
30 illustrées.

Le pas d'espacement de deux plots voisins suivant la direction circonférentielle ou radiale correspondante est par exemple égal sensiblement à 3,5 mm.

35 Par ailleurs, sur cette même figure, la hauteur des plots associés au canal de transmission 65A, c'est-à-dire au canal pour les signaux de type Tx, est sensiblement supérieure à la hauteur des plots associés au canal de transmission 65B, c'est-à-dire au canal pour les signaux de type Rx. Ainsi, la hauteur des plots associés au canal de

transmission 65A est par exemple sensiblement égale à 3 mm et la hauteur des plots associés au canal de transmission 65B est par exemple sensiblement égale à 2 mm.

À l'extrémité de chaque canal de transmission 65A, 65B, la surface de transmission 61 définit une ouverture 71 à 74 débouchant respectivement sur un guide
5 d'onde 75 à 78 formé entre la surface de fixation 62 et le capot de stator 53.

Chaque guide d'onde 75 à 78 s'étend donc dans un plan perpendiculaire au premier axe X et est coudé de manière appropriée pour raccorder la voie de transmission correspondante aux premiers moyens de guidage 36.

En référence à la figure 4, le rotor 52 présente une forme d'un secteur d'anneau
10 d'ouverture constante sensiblement analogue à celle du stator 51. Comme dans le cas précédent, l'ouverture de ce secteur est par exemple sensiblement égale à 160° et le centre de ce secteur est disposé sur le premier axe X.

Tout comme le stator 51, le rotor 52 est fait par exemple d'une seule pièce d'un matériau conducteur et comporte une surface de transmission 81 et une surface de
15 fixation 82 couverte par le capot de rotor 54.

Dans la position d'ouverture minimale du joint tournant 23, la surface de transmission 81 du rotor 52 est disposée sensiblement entièrement en regard de la surface de transmission 61 du stator 51.

Dans toute autre position du joint tournant 23, une partie de la surface de
20 transmission 81 du rotor 52 est disposée en regard d'une partie de la surface de transmission 61 du stator 51. Par ailleurs, dans chacune des positions d'ouverture maximale, la surface des parties en regard est minimale.

La première position d'ouverture maximale est obtenue en faisant tourner le rotor 52 autour du premier axe X dans le sens antihoraire. La deuxième position d'ouverture
25 maximale est obtenue en faisant tourner le rotor 52 autour du premier axe X dans le sens horaire.

Dans toute position du rotor 52 par rapport au stator 51, la surface de transmission 81 du rotor 52 est écartée de la surface de transmission 61 du stator 51 selon le premier axe X, d'une valeur d'écartement égale par exemple sensiblement à 0,5 mm.

30 Les surfaces de transmission 61, 81 forment entre elles un plan de transmission des signaux électromagnétiques. Ce plan est perpendiculaire au premier axe X et comprend en toute position du rotor 52 par rapport au stator 51 quatre voies de transmission des signaux électromagnétiques comme cela sera expliqué par la suite.

La surface de transmission 81 du rotor 52 comprend deux surfaces planes 83A,
35 83B et des moyens complémentaires de délimitation 84 des signaux électromagnétiques.

Chaque surface plane 83A, 83B est associée à l'un des canaux de transmission 65A, 65B du stator 51 et est destinée à couvrir entièrement ce canal 65A, 65B avec les moyens principaux de délimitation 64 associés à ce canal 65A, 65B, lorsque le joint tournant 23 se trouve dans la position d'ouverture minimale. Ainsi, chaque surface plane 5 83A, 83B présente une forme circonférentielle.

Les surfaces planes 83A, 83B sont disposées de manière étagée. Ainsi, dans l'exemple de la figure 4, la surface plane 83B moins écartée du premier axe X fait saillie par rapport à la surface plane 83A d'une valeur sensiblement égale à la différences des hauteurs des plots associés au canal de transmission 65A et ceux associés au canal de 10 transmission 65B.

Les moyens complémentaires de délimitation 84 des signaux électromagnétiques sont disposés sur chacune des surfaces planes 83A, 83B et font saillie par rapport à cette surface 83A, 83B.

Les moyens complémentaires de délimitation 84 disposés sur la surface plane 15 83A sont reçus dans le canal de transmission 65A de manière mobile avec la rotation du rotor 52 de sorte qu'en toute position du rotor 52 par rapport au stator 51, ces moyens divisent le canal de transmission correspondant en deux voies de transmission circonférentielles complémentaires.

De manière analogue, les moyens complémentaires de délimitation 84 disposés 20 sur la surface plane 83B sont reçus dans le canal de transmission 65B de manière mobile avec la rotation du rotor 52 de sorte qu'en toute position du rotor 52 par rapport au stator 51, ces moyens divisent le canal de transmission correspondant en deux voies de transmission circonférentielles complémentaires.

Les moyens complémentaires de délimitation 84 se présentent sous la forme 25 d'une pluralité de plots disposés selon plusieurs directions radiales de part et d'autre d'une direction radiale centrale 86 de la surface de transmission 81 et éventuellement, selon cette-même direction radiale centrale 86.

Par direction radiale centrale, on entend la direction radiale passant par le milieu du secteur du rotor 52, c'est-à-dire la direction radiale divisant la surface de transmission 30 81 en deux parties sensiblement équivalentes.

Ainsi, dans l'exemple de réalisation de figure 4, les plots sont disposés selon la direction radiale centrale 86 et selon deux autres directions radiales disposées de chaque côté de la direction radiale centrale.

Les plots disposés sur la surface plane 83A sont analogues aux plots associés au 35 canal de transmission 65A et les plots disposés sur la surface plane 83B sont analogues aux plots associés au canal de transmission 65B.

Chaque surface plane 83A, 83B définit deux ouvertures 91 à 94 disposées de part et d'autre de la direction radiale centrale 86. Chacune de ces ouvertures 91 à 94 est adjacente aux moyens complémentaires de délimitation 84 de sorte qu'en toute position du rotor 52 par rapport au stator 51, elle débouche d'un côté sur l'un des canaux de transmission 65A, 65B et de l'autre côté, sur un guide d'onde 95 à 98 formé entre la surface de fixation 82 et le capot de rotor 54.

Chaque guide d'onde 95 à 98 s'étend donc dans un plan perpendiculaire au premier axe X et est coudé de manière appropriée par raccorder la voie de transmission correspondante aux deuxièmes moyens de guidage 46.

Ainsi, la coopération du rotor 52 avec le stator 51 forme en toute position du rotor 52 par rapport au stator 51 quatre voies de transmission des signaux électromagnétiques entre la première partie 21 de l'antenne 10 et la deuxième partie 22.

Parmi ces voies de transmission, la voie formée entre les ouvertures 71 et 91 et la voie formée entre les ouvertures 74 et 94 sont destinées à transmettre les signaux électromagnétiques pour émission via la source rayonnante 43. La voie formée entre les ouvertures 72 et 92 et la voie formée entre les ouvertures 73 et 93 sont destinées à transmettre les signaux électromagnétiques reçus par la source rayonnante 43.

Le fonctionnement de l'antenne 10 et notamment sa cinétique par rapport aux axes X et Y seront désormais expliqués en référence à la figure 6.

En effet, la figure 6 illustre dans sa partie supérieure trois positions différentes de la deuxième partie 22 par rapport à la première partie 21 de l'antenne 10 lors de la rotation de la deuxième partie 22 par rapport au premier axe qui est alors perpendiculaire au plan de la partie supérieure de la figure 6.

Dans la position du milieu, l'angle d'élévation Θ de l'antenne 10 formé entre le deuxième axe Y et le plan d'embase 12 est égal à 0° . Le joint tournant 23 se trouve donc dans sa position d'ouverture minimale.

Lorsqu'il est nécessaire de modifier cet angle d'élévation Θ , le premier actionneur est alimenté par le satellite pour faire tourner la deuxième partie 22 de l'antenne dans le sens horaire ou antihoraire autour du premier axe X, en fonction du signe des signaux d'alimentation correspondants.

Ainsi, dans la position à gauche, la deuxième partie 22 est tournée autour du premier axe X dans le sens antihoraire pour atteindre l'angle d'élévation Θ sensiblement égal à -30° . Dans cette position, le joint tournant 23 se trouve donc dans sa première position d'ouverture maximale.

Dans la position à droite, la deuxième partie 22 est tournée autour du premier axe X dans le sens horaire pour atteindre l'angle d'élévation Θ sensiblement égal à 30° . Dans

cette position, le joint tournant 23 se trouve donc dans sa deuxième position d'ouverture maximale.

Dans sa partie inférieure, la figure 6 illustre trois positions différentes de l'ensemble de réflexion 44 par rapport par exemple à la première partie 21 de l'antenne 5 10 lors de la rotation de l'ensemble de réflexion 44 autour du deuxième axe Y qui est alors perpendiculaire au plan de la partie inférieure de la figure 6.

Dans la position du milieu, l'angle d'inclinaison α formé entre l'axe d'inclinaison A et le troisième axe Z est égal à 0° .

Lorsqu'il est nécessaire de modifier cet angle d'inclinaison α , le deuxième actionneur est alimenté par le satellite pour faire tourner l'ensemble de réflexion 44 dans 10 le sens horaire ou antihoraire autour du deuxième axe Y, en fonction du signe des signaux d'alimentation correspondants.

Ainsi, dans la position à gauche, l'ensemble de réflexion 44 est tourné autour du deuxième axe Y dans le sens antihoraire pour atteindre l'angle d'inclinaison α 15 sensiblement égal à -30° .

Dans la position à droite, l'ensemble de réflexion 44 est tourné autour du deuxième axe Y dans le sens horaire pour atteindre l'angle d'inclinaison α sensiblement égal à 30° .

Ainsi, en faisant varier l'angle d'élévation Θ et l'angle d'inclinaison α de manière 20 appropriée, il est possible d'atteindre une position de pointage souhaité de l'antenne 10 et ceci de manière particulièrement précise.

On conçoit alors que la présente invention présente un certain nombre d'avantages.

Tout d'abord, en utilisant le joint tournant tel que décrit précédemment, il est 25 possible de recevoir et d'émettre des signaux électromagnétiques avec une bande passante de largeur sensiblement égale à 3 GHz en transmission et à 3 GHz en réception et pour deux polarisations orthogonales en configuration un seul cornet, tout en assurant des bonnes performances de l'antenne.

De plus, l'antenne selon l'invention est particulièrement simple dans la fabrication 30 et dans l'assemblage car le raccordement électromagnétique entre la première et la deuxième parties de cette antenne est assuré en utilisant un très petit nombre de pièces. En particulier, ce raccordement est assuré entièrement par le joint tournant qui peut être composé uniquement d'un stator et d'un rotor.

Finalement, une telle structure du joint tournant est très peu sensible à des 35 imprécisions de l'installation de ses différents composants. En effet, la disposition du rotor légèrement à l'écart du stator a pour but d'empêcher « l'échappement » des signaux

électromagnétiques circulant dans le plan de transmission. Ainsi, cet écart peut être varié d'une antenne à l'autre sans dégradation significative des performances de ces antennes. De plus, étant donné que ce joint tournant est sans contact autour des voies de transmission, il ne limite pas la durée de vie de l'antenne.

REVENDEICATIONS

1.- Joint tournant (23) pour une antenne rotative (10) comportant une première partie (21) et une deuxième partie (23) rotative par rapport à la première partie (21), le
5 joint tournant (23) étant destiné à raccorder la première et la deuxième parties (21, 22) de l'antenne (10) et à transmettre des signaux électromagnétiques entre ces parties (21, 22), présentant une forme d'un secteur d'anneau avec une ouverture variable et définissant un
axe de rotation (X) passant par un centre d'anneau, une pluralité de directions radiales (68A, 68B) s'étendant à partir du centre d'anneau vers sa périphérie et une pluralité de
10 directions circonférentielles (66A, 66B, 67A, ..., 67D) s'étendant suivant des cercles concentriques disposés autour de l'axe de rotation (X) ;

le joint tournant (23) comportant :

- un stator (51) destiné à être fixé sur la première partie (21) de l'antenne (10) et définissant une surface de transmission (61) des signaux électromagnétiques,
15 perpendiculaire à l'axe de rotation (X) ;

- un rotor (52) destiné à être fixé sur la deuxième partie (22) de l'antenne (10) et définissant une surface de transmission (81) des signaux électromagnétiques, perpendiculaire à l'axe de rotation (X) ;

l'une des surfaces de transmission (61, 81) comprenant des moyens principaux de
20 délimitation (64) des signaux électromagnétiques et l'autre comprenant des moyens complémentaires de délimitation (84) des signaux électromagnétiques ;

le rotor (52) étant monté rotatif par rapport au stator (51) autour de l'axe de rotation (X) de sorte qu'en toute position du rotor (52), au moins une partie de la surface de transmission (81) du rotor (52) soit disposée en regard d'au moins une partie de la
25 surface de transmission (61) du stator (51) ;

en toute position du rotor (52), les parties en regard des surfaces de transmission (61, 81) du rotor (52) et du stator (51) forment entre elles au moins une voie de transmission des signaux électromagnétiques, la voie de transmission étant délimitée par les moyens principaux et complémentaires de délimitation (64, 84) et s'étendant selon
30 une direction circonférentielle (66A, 66B).

2.- Joint tournant (23) selon la revendication 1, dans lequel en toute position du rotor (52), les parties en regard des surfaces de transmission (61, 81) du rotor (52) et du stator (51) forment entre elles au moins deux voies de transmission des signaux
35 électromagnétiques, dites voies circonférentielles, les voies circonférentielles étant

délimitées par les moyens principaux et complémentaires de délimitation (64, 84) et s'étendant selon une même direction circonférentielle (66A, 66B).

5 3.- Joint tournant (23) selon la revendication 1, dans lequel en toute position du rotor (52), les parties en regard des surfaces de transmission du rotor (52) et du stator (51) forment entre elles au moins deux voies de transmission des signaux électromagnétiques, dites voies radiales, les voies radiales étant délimitées par les moyens principaux et complémentaires de délimitation (64, 84) et s'étendant selon des directions circonférentielles différentes (66A, 66B).

10

4.- Joint tournant (23) selon la revendication 3, dans lequel ;

15 - la voie radiale s'étendant suivant la direction circonférentielle (66B) plus proche à l'axe de rotation (X) que la direction circonférentielle (66A) de l'autre voie radiale ou de chaque autre voie radiale, est destinée à transmettre des signaux électromagnétiques reçus par l'antenne (10) ; et

- la voie radiale s'étendant suivant la direction circonférentielle (66A) plus écartée de l'axe de rotation (X) que la direction circonférentielle (66B) de l'autre voie radiale et de chaque autre voie radiale, est destinée à transmettre des signaux électromagnétiques pour émission par l'antenne (10).

20

25 5.- Joint tournant (23) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les moyens principaux de délimitation (64) font saillie par rapport à la surface de transmission (61) correspondante pour former au moins un canal de transmission (65A, 65B) s'étendant suivant une direction circonférentielle (66A, 66B) et délimité par ces moyens de délimitation selon chaque direction radiale et circonférentielle passant par ce canal.

30 6.- Joint tournant (23) selon la revendication 5, dans lequel les moyens complémentaires de délimitation (84) font saillie par rapport à la surface de transmission correspondante (81) et sont reçus dans le ou chaque canal de transmission (65A, 65B) de manière mobile pour délimiter l'étendue circonférentielle de ce canal en fonction de la position du rotor (52) ;

35 la ou chaque voie de transmission étant formée par une portion délimitée par les moyens complémentaires de délimitation (84) du canal de transmission ou de l'un des canaux de transmission (65A, 65B).

7.- Joint tournant (23) selon la revendications 2, dans lequel :

les moyens principaux de délimitation (64) font saillie par rapport à la surface de transmission (61) correspondante pour former au moins un canal de transmission (65A, 65B) s'étendant suivant une direction circonférentielle (66A, 66B) et délimité par ces
5 moyens de délimitation selon chaque direction radiale et circonférentielle passant par ce canal

les moyens complémentaires de délimitation (84) font saillie par rapport à la surface de transmission correspondante (81) et sont reçus dans le ou chaque canal de transmission (65A, 65B) de manière mobile pour délimiter l'étendue circonférentielle de ce
10 canal en fonction de la position du rotor (52) ;

la ou chaque voie de transmission étant formée par une portion délimitée par les moyens complémentaires de délimitation (84) du canal de transmission ou de l'un des canaux de transmission (65A, 65B) ; et

les voies circonférentielles sont formées par des portions adjacentes d'un même canal de transmission (65A, 65B) divisé par les moyens complémentaires de délimitation
15 (84).

8.- Joint tournant selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans lequel :

- pour le ou chaque canal de transmission (65A, 65B), la surface de transmission
20 (61) du stator (51) définit au moins une ouverture (71, ..., 74) disposée sur l'une des extrémités de ce canal ;

- pour la ou chaque ouverture (71, ..., 74) de la surface de transmission (61) du stator (51), la surface de transmission (81) du rotor (52) définit une ouverture (91, ..., 94) disposée sur la même direction circonférentielle que cette ouverture (71, ..., 74) de la
25 surface de transmission (61) du stator (51) ;

la ou chaque voie de transmission s'étendant entre l'ouverture ou l'une des ouvertures (71, ..., 74) de la surface de transmission (61) du stator (51) et l'ouverture (91, ..., 94) de la surface de transmission (81) du rotor (52) lui correspondant.

9.- Joint tournant (23) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel les moyens principaux et complémentaires de délimitation (64, 84) se présentent sous la forme d'une pluralité de plots espacés l'un de l'autre.
30

10.- Joint tournant (23) selon la revendication 9, dans lequel les plots des moyens principaux de délimitation (64) sont distribués sur la surface de transmission (61)
35

correspondante suivant plusieurs directions circonférentielles et plusieurs directions radiales.

11.- Joint tournant (23) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel les surfaces de transmission (61, 81) du rotor (51) et du stator (52) sont écartées l'une de l'autre suivant l'axe de rotation (X) sans former des points de contact.

12.- Antenne rotative (10) comportant :

- une première partie (21) ;
- une deuxième partie (22) rotative par rapport à la première partie (21) ; et
- un joint tournant (23) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, destiné à raccorder la première et la deuxième parties (21, 22) de l'antenne (10) et à transmettre des signaux électromagnétiques entre ces parties (21, 22).

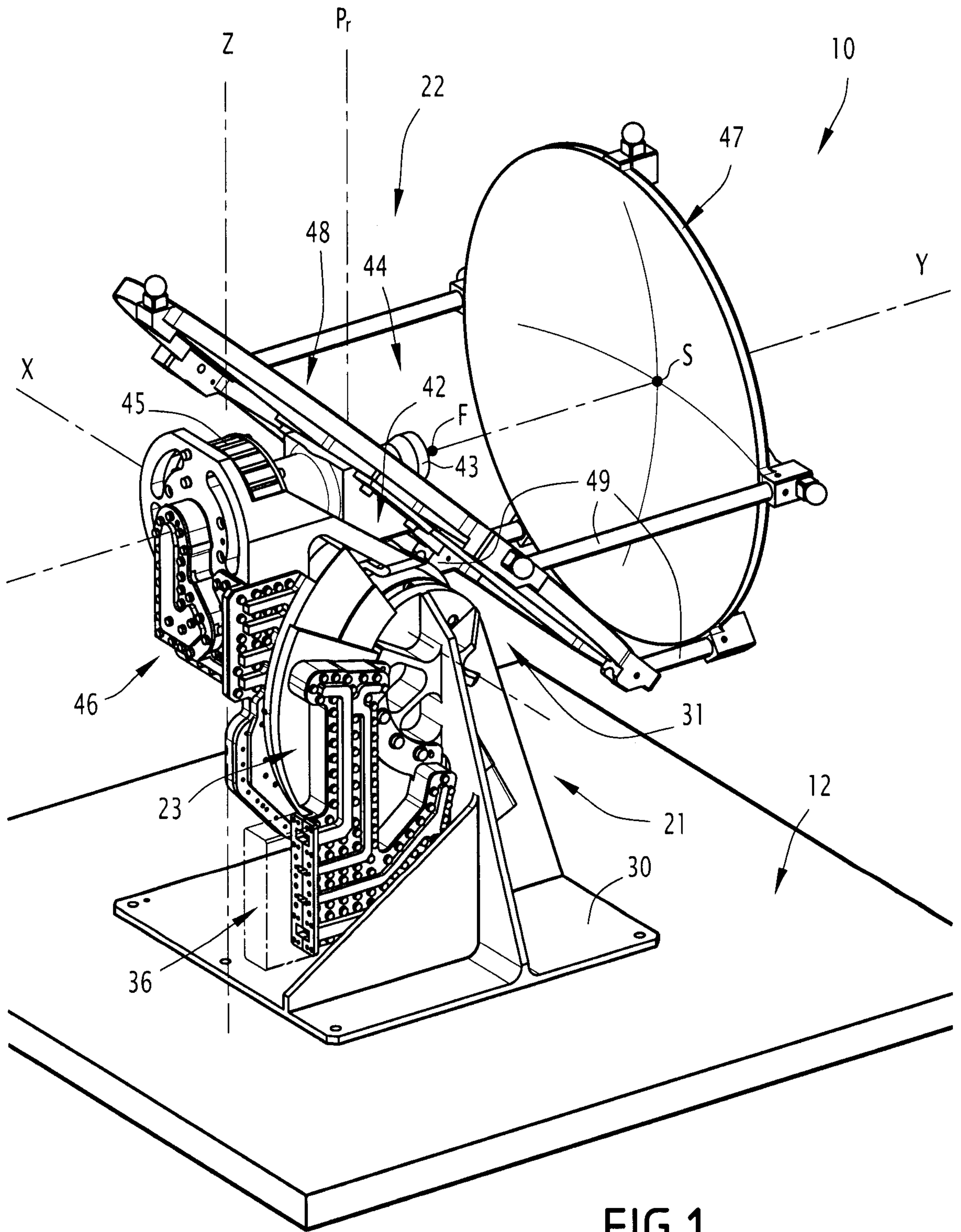


FIG.1

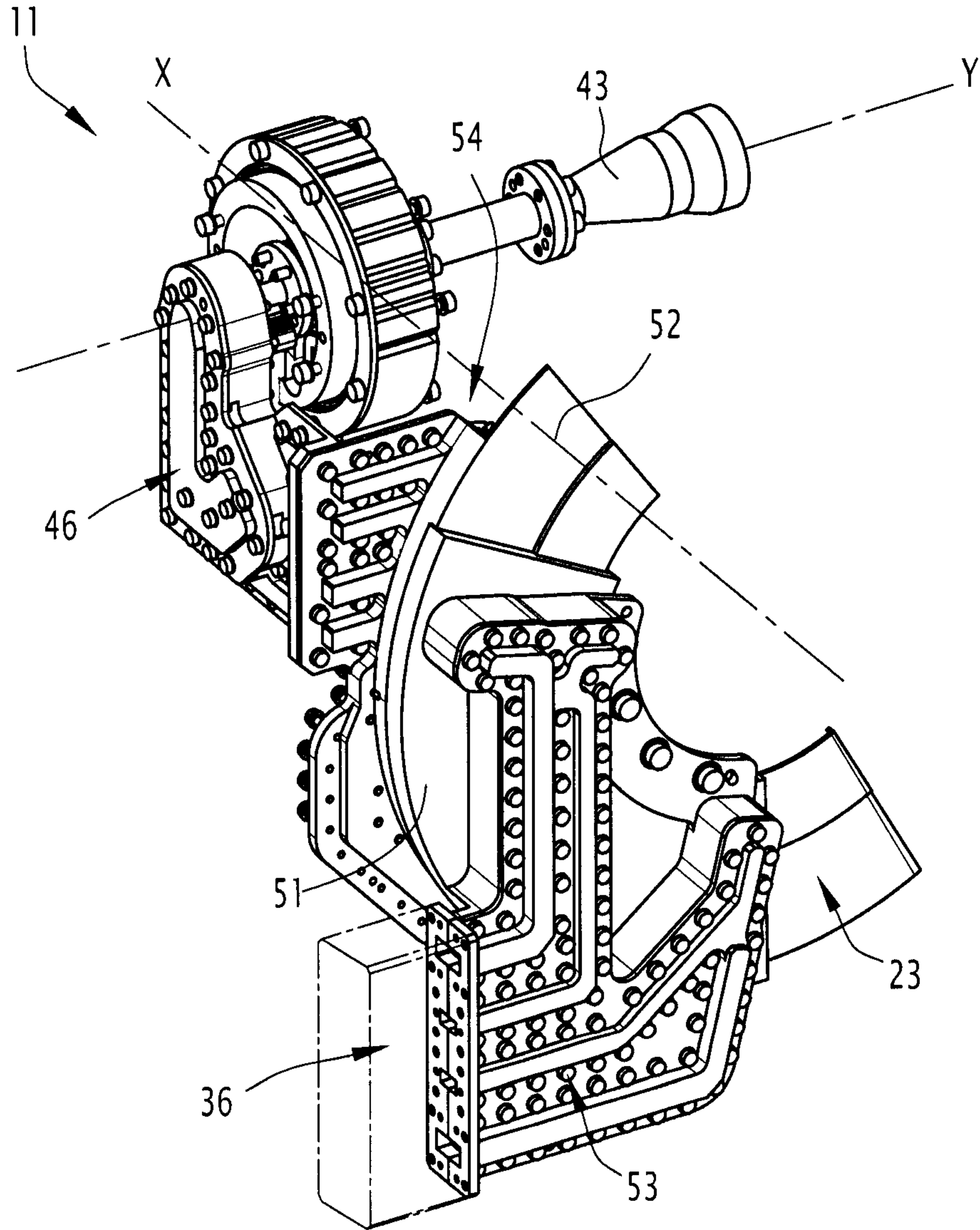


FIG.2

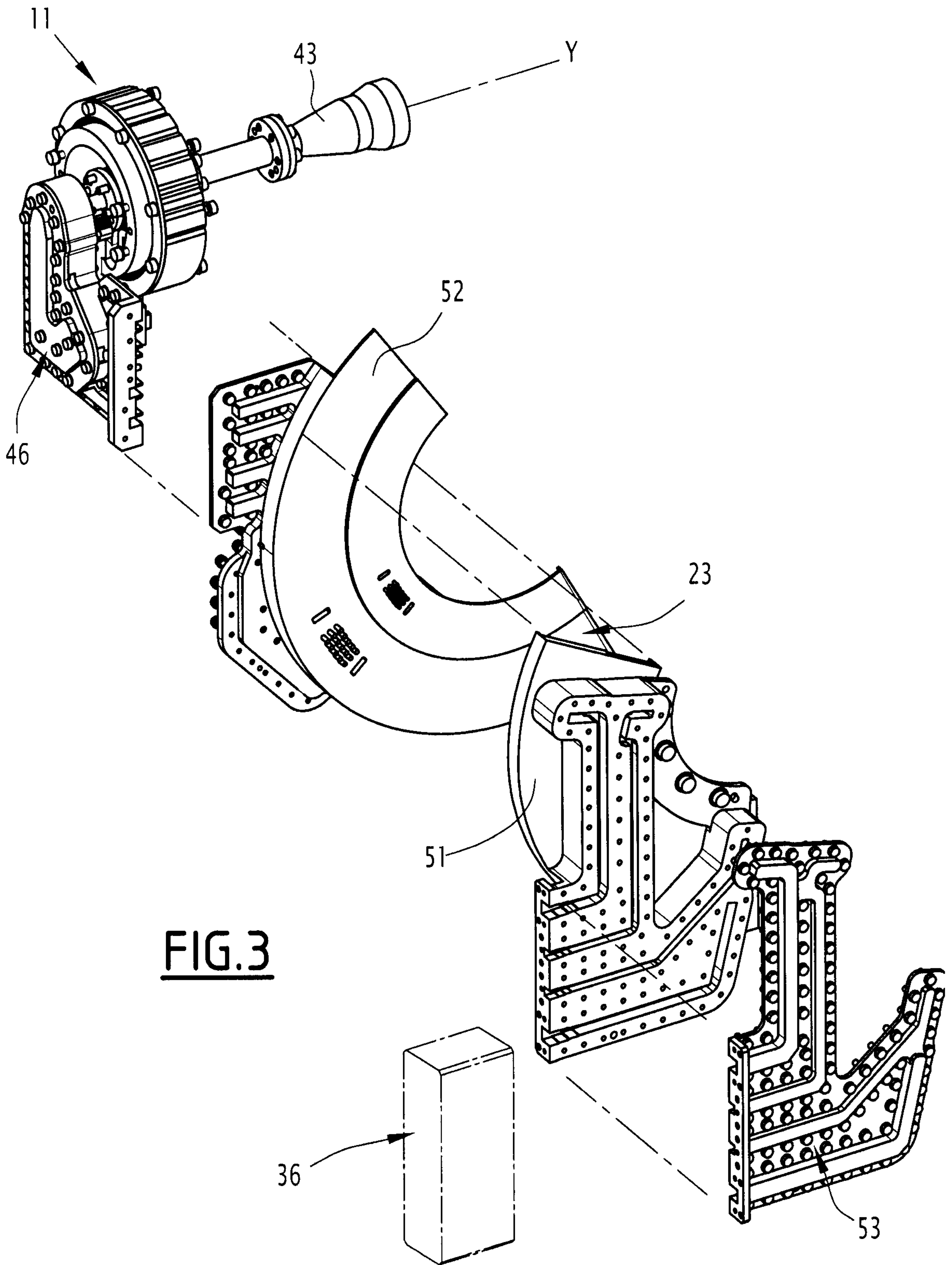


FIG. 3

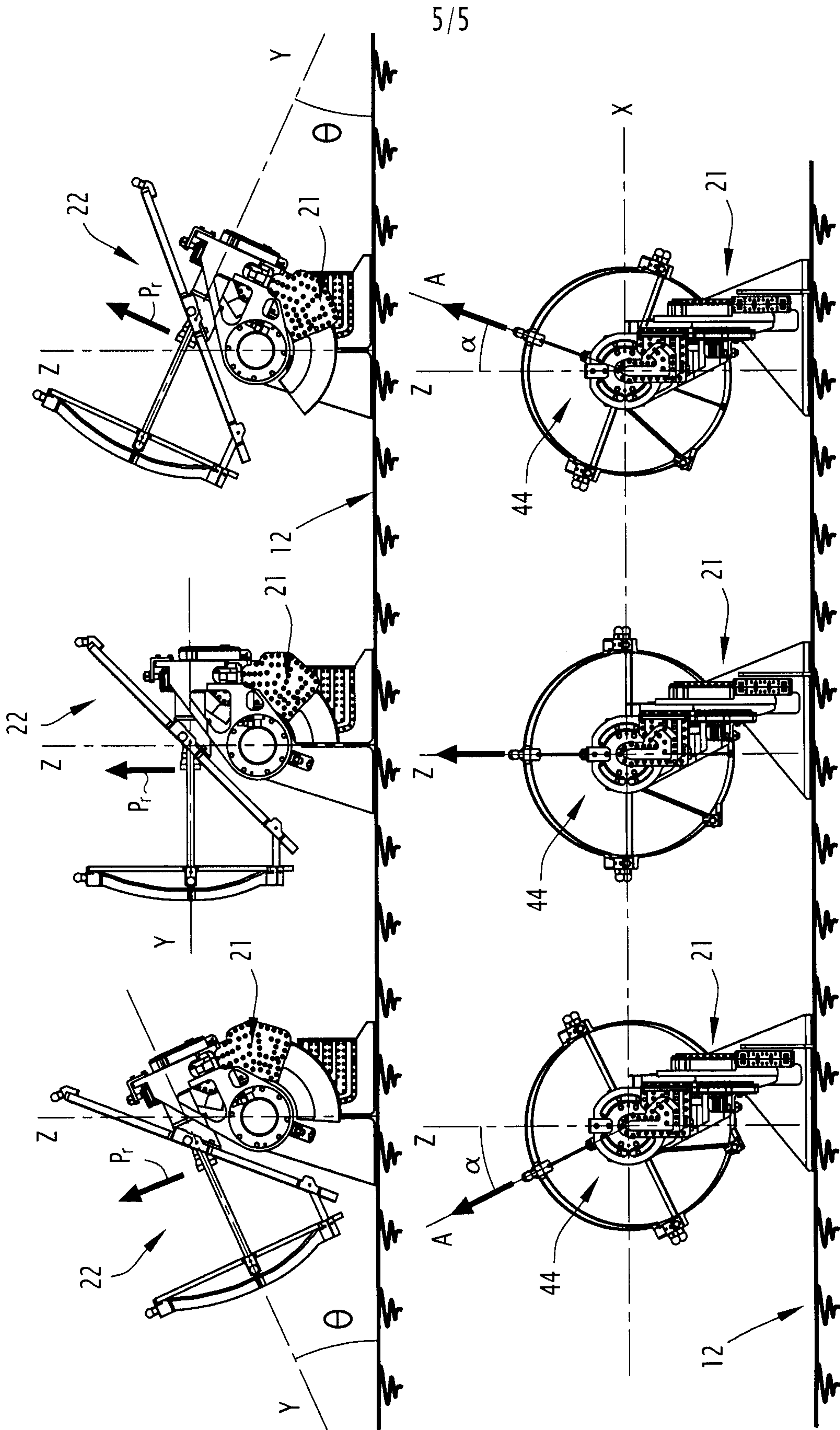


FIG.6

