



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
01.06.2016 Bulletin 2016/22

(21) Numéro de dépôt: **15195396.5**

(22) Date de dépôt: **19.11.2015**

(51) Int Cl.:
H01P 1/06 (2006.01) **H01Q 3/08** (2006.01)
H01Q 3/20 (2006.01) **H01Q 13/02** (2006.01)
H01Q 19/19 (2006.01) **H01P 1/161** (2006.01)

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(30) Priorité: **26.11.2014 FR 1402674**

(71) Demandeur: **THALES**
92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeurs:
• **LORENZO, Jérôme**
31880 LA SALVETAT SAINT GILLES (FR)

• **BOSSHARD, Pierre**
31170 TOURNEFEUILLE (FR)
• **BROSSIER, Jérôme**
31470 FONSORRES (FR)
• **MONTEILLET, Benjamin**
31300 TOULOUSE (FR)
• **MEZIANI, Abdelkader**
31600 SAUBENS (FR)

(74) Mandataire: **Nguyen, Dominique et al**
Marks & Clerk France
Immeuble Visium
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(54) **MODULE COMPACT D'EXCITATION RADIOFRÉQUENCE À CINÉMATIQUE INTÉGRÉE ET ANTENNE COMPACTE BIAXE COMPORTANT AU MOINS UN TEL MODULE COMPACT**

(57) Le module compact d'excitation comporte deux excitateurs radiofréquence RF (11, 12) et un joint tournant (13) couplés entre eux selon un axe longitudinal commun (5), le joint tournant comportant deux parties distinctes, respectivement fixe (14) et rotative (15) autour de l'axe longitudinal commun (5), les deux excitateurs radiofréquence étant montés de part et d'autre du joint tournant, respectivement sur les parties fixe et rotative, et couplés axialement entre eux par l'intermédiaire du joint tournant. Le module compact d'excitation comporte en outre un actionneur rotatif (18) pourvu d'une ouverture traversante axiale (40), le joint tournant (13) étant logé dans l'ouverture traversante axiale (40) de l'actionneur rotatif.

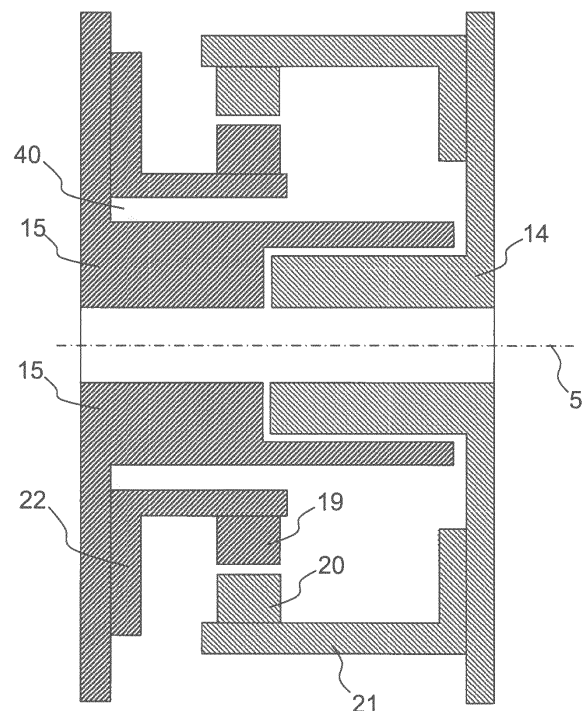


FIG.5a

Description

[0001] La présente invention concerne un module compact d'excitation radiofréquence à cinématique intégrée et une antenne compacte biaxe comportant un tel module compact. Elle s'applique aux antennes à agilité de pointage qui doivent offrir un large domaine de pointage en azimut et en élévation ainsi qu'un fonctionnement en émission, en réception et/ou en bipolarisation. Elle s'applique en particulier dans le domaine spatial, aux antennes montées sur des satellites.

[0002] Pour des satellites en orbite basse, dits défilants, ne disposant que de faibles volumes pour implanter des équipements d'antenne, lorsque la mission exige à la fois une forte agilité de pointage et un fonctionnement de l'antenne en émission et en réception et en bipolarisation, le volume alloué en hauteur pour implanter l'antenne est souvent critique.

[0003] Les solutions d'antennes à agilité de pointage connues ne permettent pas d'assurer à la fois, la cinématique de pointage ainsi qu'un fonctionnement en bipolarisation et un fonctionnement en émission et réception dans un volume contraint.

[0004] Il est notamment connu de réaliser une antenne à réflecteur comportant une source fixe centrée dans laquelle le réflecteur a une symétrie de révolution et comporte un mécanisme de pointage qui l'actionne en rotation selon deux axes azimut et élévation. L'agilité de pointage est obtenue grâce au mouvement du réflecteur. Cependant la symétrie de révolution du réflecteur ne permet pas de maximiser le gain de l'antenne en limite de la couverture ni de maîtriser les performances de polarisation croisée sur un large domaine de balayage. En outre, il est difficile de minimiser la hauteur de l'antenne en raison de la position de la source qui est généralement très éloignée du réflecteur et la longueur du guide d'onde pour atteindre la source est importante. Par ailleurs, cette solution d'antenne ne permet pas un fonctionnement avec des angles d'élévation élevée.

[0005] Il est également connu de réaliser une antenne à double réflecteurs comportant une source placée devant le réflecteur secondaire dans laquelle l'agilité de pointage de l'antenne est obtenue sur un axe d'azimut grâce au mouvement de l'ensemble des deux réflecteurs et de la source. L'agilité de pointage de l'antenne sur un axe d'élévation est obtenue grâce au mouvement de l'ensemble des deux réflecteurs par rapport à la source qui reste fixe. Les inconvénients sont que cette solution d'antenne ne permet pas un fonctionnement en bipolarisation et en outre, le volume nécessaire pour l'implantation de la cinématique de l'antenne est important.

[0006] Il est également connu de réaliser une antenne comportant un réflecteur centré dans laquelle l'agilité de pointage est obtenue par un ensemble de trois actualisateurs linéaires associés à des bras articulés. La jonction radiofréquence bipolarisation est assurée par deux câbles coaxiaux. Les inconvénients sont que cette solution présente un encombrement, une masse et un coût im-

portants. En outre, les liaisons radiofréquence réalisées par des câbles coaxiaux souples posent des problèmes de durée de vie.

[0007] Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients des antennes à agilité de pointage connues et de réaliser un module compact d'excitation radiofréquence à cinématique intégrée apte à être connecté à un élément rayonnant d'une antenne, permettant d'assurer une agilité de pointage de l'antenne en azimut et en élévation et permettant un fonctionnement dans une ou plusieurs bandes de fréquence et pour une seule ou deux polarisations différentes.

[0008] Pour cela, l'invention concerne un module compact d'excitation radiofréquence comportant deux excitateurs radiofréquence et un joint tournant couplés entre eux selon un axe longitudinal commun, le joint tournant comportant deux parties distinctes, respectivement fixe et rotative autour de l'axe longitudinal commun, les deux excitateurs radiofréquence étant montés de part et d'autre du joint tournant, respectivement sur les parties fixe et rotative, et couplés axialement entre eux par l'intermédiaire du joint tournant. Le module compact comporte en outre un actionneur rotatif pourvu d'une ouverture traversante axiale orientée selon l'axe longitudinal commun, le joint tournant étant logé dans l'ouverture traversante axiale de l'actionneur rotatif.

[0009] Avantageusement, les parties fixe et rotative du joint tournant sont emmanchées entre elles, sans contact, parallèlement à l'axe longitudinal commun, les deux parties fixe et rotative comportant chacune une ouverture axiale cylindrique traversante formant un guide d'onde cylindrique axial.

[0010] Avantageusement, les parties fixe et rotative du joint tournant sont séparées par un espace intermédiaire et, dans l'espace intermédiaire, au moins l'une des parties fixe ou rotative peut comporter des parois munies de corrugations.

[0011] Alternativement, dans l'espace intermédiaire, au moins l'une des parties fixe ou rotative peut comporter des parois munies d'au moins une cavité.

[0012] Avantageusement chaque exciteur radiofréquence comporte un guide d'onde principal monté selon l'axe longitudinal commun et couplé au guide d'onde cylindrique axial du joint tournant.

[0013] Avantageusement, chaque exciteur RF peut comporter un transducteur orthomode OMT couplé au guide d'onde principal de l'exciteur RF.

[0014] Alternativement, chaque exciteur RF peut comporter un polariseur couplé au guide d'onde principal de l'exciteur RF.

[0015] L'invention concerne aussi une antenne compacte biaxe comportant deux modules compacts d'excitation et un cornet rayonnant associé à un polariseur, les axes longitudinaux des deux modules compact étant orientés perpendiculairement entre eux, le deuxième module compact étant relié au polariseur auquel est connecté le cornet rayonnant.

[0016] L'invention concerne enfin une antenne com-

pacte biaxe comportant un seul module compact d'excitation, un cornet rayonnant associé à un polariseur, un réflecteur et un miroir plan placé autour du cornet rayonnant et incliné par rapport à un axe d'élévation, le cornet rayonnant étant placé devant le réflecteur, le module compact d'excitation comportant un axe longitudinal orienté selon un axe d'azimut.

[0017] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la suite de la description donnée à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés qui représentent :

- figure 1 : un schéma synoptique d'un module compact d'excitation à cinématique intégrée, selon l'invention ;
- figure 2 : un schéma éclaté de l'agencement axial du module compact d'excitation à cinématique intégrée, selon l'invention ;
- figure 3a : un schéma en coupe axiale d'un premier exemple de réalisation du joint tournant, selon l'invention ;
- figure 3b : un schéma en coupe axiale d'un deuxième exemple de réalisation du joint tournant, selon l'invention ;
- figure 4 : un schéma en coupe transversale, d'un exemple d'excitateur RF apte à être utilisé dans le module compact d'excitation correspondant aux figures 1 et 2, selon l'invention ;
- figures 5a et 5b : deux schémas en coupe axiale, de deux exemples d'agencements d'un joint tournant dans un orifice axial d'un actionneur rotatif, selon l'invention ;
- figure 6 : un schéma synoptique d'un premier exemple d'architecture d'antenne mobile biaxe très compacte, comportant un ensemble de deux modules compacts d'excitation couplés entre eux et un cornet rayonnant couplé à cet ensemble, selon l'invention ;
- figures 7a et 7b : une vue compacte et une vue éclatée de l'antenne correspondant à la figure 6, selon l'invention ;
- figure 8 : un schéma synoptique d'un deuxième exemple d'architecture d'antenne mobile biaxe très compacte, comportant un module compact d'excitation couplé à un cornet rayonnant, un réflecteur parabolique et un miroir réflecteur mobile en élévation, selon l'invention ;
- figures 9a et 9b : deux vues en perspective et de profil de l'antenne correspondant à la figure 8, selon l'invention.

[0018] Selon l'invention, le module compact d'excitation 10 représenté sur les figures 1 et 2 comporte deux excitateurs radiofréquence RF 11, 12 couplés entre eux parallèlement à un axe longitudinal 5 par l'intermédiaire d'un joint tournant 13 couplé à un actionneur rotatif 18. Comme représenté sur les figures 3a et 3b, le joint tournant est constitué de deux parties distinctes 14, 15, res-

pectivement fixe 14 et rotative 15, emmanchées entre elles, sans contact, parallèlement à l'axe longitudinal 5, les deux parties fixe et rotative comportant une ouverture axiale cylindrique traversante formant un guide d'onde cylindrique 17 axial commun aux deux parties fixe et rotative 14, 15. Les deux parties, respectivement fixe 14 et rotative 15, du joint tournant 13 forment respectivement un stator et un rotor mobile en rotation autour de l'axe longitudinal 5. Les deux excitateurs RF 11, 12 sont montés de part et d'autre du joint tournant 13, respectivement sur les parties fixe 14 et rotative 15, du joint tournant. Le premier excitateur RF 11 monté sur le stator du joint tournant est donc fixe alors que le deuxième excitateur RF 12 monté sur le rotor du joint tournant est mobile en rotation autour de l'axe longitudinal 5. Le module compact d'excitation représenté sur la figure 1 comporte en outre au moins un port d'entrée relié à un port correspondant du premier excitateur RF 11 et au moins un port de sortie relié à un port correspondant du deuxième excitateur RF 12. Le nombre de ports d'entrée et de sortie du module d'excitation compact 10 est égal au nombre de voies de chaque excitateur RF. Par exemple, ce nombre est égal 1 lorsque chaque excitateur RF utilisé est mono-voie, et égal à deux lorsque chaque excitateur RF est bi-voies comme représenté sur l'exemple de la figure 1 qui comporte deux ports d'entrée 24, 25 et deux ports de sortie 26, 27. Il est également possible d'utiliser des excitateurs RF comportant un nombre d'entrée/sortie supérieur à deux.

[0019] Dans l'exemple de la figure 3a, les deux parties, respectivement fixe 14 et mobile 15, du joint tournant ont des géométries de formes complémentaires, mâle et femelle, et sont séparées par un espace 16 intermédiaire. Dans l'exemple explicitement représenté, le rotor 15 est la partie femelle et le stator 14 est la partie mâle, mais alternativement, il est également possible d'avoir la configuration inverse dans laquelle le rotor serait la partie mâle et le stator la partie femelle. Dans l'espace 16 intermédiaire séparant les deux parties mâle et femelle du joint tournant 13, les parois des parties mâle et femelle peuvent être planes et lisses comme illustré sur la figure 3a. Alternativement, dans l'espace 16 intermédiaire, les parois des parties mâle et/ou femelle peuvent comporter des corrugations qui constituent des pièges radiofréquence, chaque piège radiofréquence étant équivalent à un court-circuit électrique, ce qui permet d'éviter les fuites électromagnétiques entre les deux parties du joint tournant. Alternativement, dans l'espace 16 intermédiaire, le piège radiofréquence peut être constitué par une cavité 8 aménagée dans la paroi de la partie mâle 14 et/ou de la partie femelle 15 du joint tournant 13, comme représenté par exemple sur la figure 3b, ou par plusieurs cavités successives. L'ouverture axiale cylindrique traversante 17 du joint tournant 13 forme un guide d'onde à section circulaire permettant par exemple la propagation de deux ondes électromagnétiques en polarisation circulaire croisée entre les deux excitateurs RF 11, 12.

[0020] Chaque excitateur RF comporte un guide d'on-

de principal monté selon l'axe longitudinal commun 5 et couplé au guide d'onde cylindrique axial 17 du joint tournant 13. L'architecture des excitateurs RF 11, 12 n'a pas d'importance d'un point de vue fonctionnel. Il est juste nécessaire que les excitateurs soient réalisés dans une technologie guide d'onde et qu'ils soient aptes à élaborer une ou plusieurs ondes RF soit dans le mode électromagnétique fondamental TE₁₁ à polarisation circulaire, soit dans un mode électromagnétique à symétrie de révolution, tel que le mode TM₀₁ par exemple. Il est ainsi possible d'utiliser des excitateurs RF connus comportant une seule voie RF et une seule bande de fréquence de fonctionnement ou des excitateurs comportant deux voies RF fonctionnant en bi-polarisation et dans une seule bande de fréquence. De même, de manière connue, pour un fonctionnement dans deux fréquences de fonctionnement différentes ou plus, il est possible d'utiliser un excitateur RF à deux étages ou plus, chaque étage étant dédié à une fréquence particulière, ou de combiner l'excitateur RF avec un polariseur. Dans le cas d'un fonctionnement en bipolarisation, chaque excitateur RF peut comporter un polariseur à septum ou un transducteur orthomode OMT.

[0021] A titre d'exemple non limitatif, la figure 4 illustre un exemple d'excitateur RF 11 compact planaire à deux voies permettant un fonctionnement mono-fréquence et bipolarisation et pouvant être utilisé dans le module compact d'excitation de l'invention. Dans l'exemple de la figure 4, l'excitateur RF 11 comporte une chaîne radiofréquence RF planaire constituée d'un transducteur orthomode OMT à deux branches 30 et de deux circuits de recombinaison RF 28, 29 reliés aux deux ports d'entrée/sortie 24, 25 par l'intermédiaire d'un coupleur. L'OMT comporte un guide d'onde principal 23 à section circulaire ayant un axe longitudinal disposé parallèlement à l'axe 5 et comporte deux branches transversales situées dans un plan perpendiculaire à l'axe 5 et respectivement couplées au guide d'onde principal par deux fentes axiales de couplage. Les deux fentes axiales de couplage traversent la paroi du guide d'onde axial et sont espacées angulairement d'un angle égal à 90°. Les deux branches transversales de l'OMT sont respectivement reliées aux deux circuits de recombinaison RF 28, 29 de l'excitateur RF 11 par l'intermédiaire de filtres. Les deux circuits de recombinaison RF 28, 29 permettent l'élaboration de deux ondes en polarisation circulaire droite et gauche dans le guide d'onde cylindrique principal 23 de l'OMT. Les composants radiofréquence ont une structure planaire perpendiculaire à l'axe 5 et sont dédiés au traitement des signaux radiofréquence RF correspondant à une même bande de fréquence. Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à ce type d'excitateur RF. Tout autre excitateur mono-voie ou multi-voies peut également être utilisé. Le nombre de ports d'entrée/sortie de l'excitateur est directement lié au nombre de voies de l'excitateur RF.

[0022] Comme illustré sur la figure 2, les deux excitateurs RF 11, 12 sont montés de part et d'autre du joint tournant 13, les guides d'onde principaux des deux ex-

citateurs RF 11, 12 étant couplés entre eux par l'intermédiaire du guide d'onde axial 17 du joint tournant 13. Le guide d'onde principal du premier excitateur compact 11 est fixé à la partie stator du joint tournant 13 et dans le prolongement du guide d'onde axial 17 du joint tournant, le guide d'onde principal du second excitateur compact 12 est fixé à la partie rotor du joint tournant 13 et dans le prolongement du guide d'onde axial 17 du joint tournant. Les guides d'onde principaux des deux excitateurs compacts 11, 12 et le guide d'onde axial 17 du joint tournant 13 sont donc alignés selon un même axe longitudinal commun, parallèle à l'axe 5 et forment un guide d'onde cylindrique commun permettant d'assurer la liaison radiofréquence, c'est-à-dire la propagation des ondes électromagnétiques, entre le ou les ports d'entrée 24, 25 du premier excitateur 11 et le ou les ports de sortie 26, 27 correspondants du deuxième excitateur 12. Le module compact d'excitation comporte en outre un actionneur rotatif 18 comportant une ouverture axiale cylindrique traversante 40 orientée selon l'axe longitudinal 5, dans laquelle est logé le joint tournant 13, comme représenté sur les figures 5a et 5b. Le joint tournant et l'actionneur rotatif sont donc coaxiaux. L'actionneur rotatif 18 comporte un rotor 19 couplé au rotor 15 du joint tournant 13 et un stator 20 couplé au stator 14 du joint tournant 13. Comme représenté sur l'exemple de la figure 5b, le stator peut être monté sur une première pièce support 21 et le rotor 15 peut être monté sur une deuxième pièce support 22. Dans ce cas, la deuxième pièce support 22 peut comporter une extrémité montée sur la première pièce support 21 par l'intermédiaire d'une pièce d'interface tel que par exemple un roulement à billes 3. En fonctionnement, l'actionneur rotatif 18 entraîne le rotor du joint tournant 13 en rotation autour de l'axe longitudinal 5 qui entraîne à son tour le deuxième excitateur 12 solidaire du rotor du joint tournant. Le premier excitateur 11 solidaire du stator du joint tournant 13 reste fixe. La liaison radiofréquence entre les deux excitateurs 11, 12 est assurée par le guide d'onde longitudinal 17 d'axe 5 commun aux deux excitateurs compacts 11, 12 et au joint tournant 13.

[0023] Le module compact d'excitation 10 permet donc, dans un volume réduit, d'assurer la motorisation mécanique et la liaison radiofréquence, entre deux parties d'une antenne respectivement fixe et mobile en rotation. Il permet ainsi d'assurer l'orientation d'un élément d'une antenne, par exemple un élément rayonnant, par rotation, autour de l'axe 5, du deuxième excitateur 12 solidaire du rotor 15 du joint tournant 13. Pour cela, les accès de l'élément rayonnant de l'antenne doivent être respectivement connectés aux accès de sortie du deuxième excitateur 12 solidaire du rotor 15 du joint tournant.

[0024] Il est possible de combiner deux mouvements d'entraînement en rotation selon deux axes différents, par exemple orthogonaux entre eux, et d'obtenir par exemple une rotation d'un axe de pointage d'une antenne en azimut et en élévation, par exemple en combinant

deux modules compact d'excitation 10, 50 identiques couplés en série. Le couplage en série des deux modules compact d'excitation 10, 50 peut par exemple être réalisé par l'intermédiaire de câbles coaxiaux ou de guides d'onde coudés comme représenté sur les figures 6, 7a, 7b.

[0025] La figure 6 illustre un premier exemple de schéma synoptique d'une architecture d'antenne mobile biaxe très compacte, comportant un ensemble de deux modules compacts d'excitation 10, 50 couplés entre eux et un cornet 34 rayonnant associé à un polariseur 33 couplé à cet ensemble, selon l'invention. Une vue compacte et une vue éclatée de l'antenne correspondante sont illustrées sur les figures 7a et 7b. L'antenne comporte un premier module compact 10 comportant un axe longitudinal orienté selon un premier axe de rotation en azimut Z et un deuxième module compact 50 ayant un axe longitudinal orienté selon un deuxième axe de rotation en élévation X perpendiculaire au premier axe Z. Les deux modules compacts 10, 50 sont reliés perpendiculairement entre eux, par exemple par des guides d'onde coudés ou des câbles coaxiaux 35, 36 connectés entre deux sorties du premier module compact 10 et deux entrées du deuxième module compact 50. En sortie de l'ensemble des deux modules compacts, le deuxième module compact 50 est relié en entrée d'un polariseur 33 en sortie duquel est connecté le cornet rayonnant 34. Chaque module compact 10, 50 comporte deux excitateurs 11, 12 couplés entre eux par un joint tournant 13 logé dans une ouverture axiale d'un actionneur rotatif 18 respectif comme décrit en liaison avec les figures 1 et 2. Le premier module compact 10 comporte un premier actionneur rotatif qui entraîne le rotor d'un premier joint tournant ainsi que l'excitateur qui est solidaire de ce rotor dans un mouvement de rotation autour de l'axe Z. Le deuxième module compact 50 comporte un deuxième actionneur rotatif qui entraîne le rotor d'un deuxième joint tournant et l'excitateur qui lui est solidaire dans un mouvement de rotation autour de l'axe X. Le cornet rayonnant 34 associé au polariseur 33 couplé à la partie rotative du deuxième module compact 50 est donc entraîné en rotation autour de l'axe d'élévation X par l'intermédiaire du rotor du deuxième joint tournant et autour de l'axe d'azimut Z par l'intermédiaire du rotor du premier joint tournant, l'angle de rotation en azimut étant typiquement compris entre -180° et 180° , l'angle de rotation en élévation étant typiquement compris entre -70° et $+70^\circ$. Ces deux rotations combinées permettent d'assurer une orientation du cornet rayonnant 34 de l'antenne par rapport à deux axes orthogonaux Z d'azimut et X d'élévation et d'assurer un pointage du faisceau radiofréquence rayonné par l'antenne dans une direction choisie dans un cône de demi-angle au sommet de l'ordre de 70° à 80° .

[0026] Alternativement, selon un autre mode de réalisation de l'invention, il est possible de combiner deux mouvements d'entraînement en rotation selon deux axes différents, par exemple orthogonaux entre eux, et d'obtenir par exemple une rotation d'un axe de pointage d'une antenne en azimut et en élévation, en combinant un mo-

dule compact d'excitation avec un miroir plan incliné comme représenté sur les figures 8, 9a, 9b.

[0027] La figure 8 illustre un deuxième exemple d'un schéma synoptique d'une architecture d'antenne mobile biaxe très compacte, comportant un module compact d'excitation 10 couplé par un lien radiofréquence à un cornet rayonnant 34 associé à un polariseur 33, un réflecteur 31 et un miroir plan 32 incliné par rapport à un axe d'élévation X, selon l'invention. Le réflecteur 31 peut être à surface parabolique ou à surface préformée (en anglais, shaped reflector). Une vue en perspective et une vue de profil de l'antenne correspondante sont illustrées sur les figures 9a et 9b. Le réflecteur 31 et le miroir plan 32 sont montés sur une platine 38 de l'antenne mobile en rotation autour d'un axe d'azimut Z. Alternativement, le réflecteur et le miroir pourront être reliés mécaniquement entre eux par l'intermédiaire de bracons. Cette architecture d'antenne ne comporte qu'un seul module compact d'excitation 10 comportant un axe longitudinal orienté selon l'axe d'azimut Z. Le module compact d'excitation 10, logé à l'intérieur de la platine 38 et non visible sur les figures 9a et 9b, comporte deux excitateurs couplés entre eux par un joint tournant logé dans une ouverture axiale d'un actionneur rotatif respectif comme décrit en liaison avec les figures 1 et 2. L'actionneur rotatif entraîne la platine 38 de l'antenne et le rotor du joint tournant ainsi que l'excitateur qui est solidaire de ce rotor dans un mouvement de rotation autour de l'axe d'azimut Z. Le cornet rayonnant associé au polariseur est couplé à l'excitateur solidaire du rotor du joint tournant qui l'entraîne en rotation autour de l'axe d'azimut Z. Le cornet rayonnant 34 est placé devant le réflecteur 31 qui assure la réflexion de l'onde radiofréquence rayonnée par le cornet 34 en direction du miroir plan 32 placé autour du cornet rayonnant 34 et orienté vers une direction d'élévation formant un angle d'élévation réglable. Le miroir plan 32 réfléchit l'onde radiofréquence émise par l'ensemble cornet rayonnant 34 et réflecteur 31 dans la direction souhaitée.

[0028] Le dépointage mécanique en azimut du faisceau émis par l'antenne est réalisé par la rotation conjointe de la platine 38 de l'antenne et du rotor du joint tournant et le dépointage en élévation est réalisé par la modification de l'angle d'inclinaison du miroir plan 32 par rapport à l'axe d'élévation. Cette architecture d'antenne très compacte permet une émission d'une onde radiofréquence en bipolarisation dans n'importe quelle direction choisie, dans un large domaine de balayage angulaire correspondant à un angle de rotation en azimut typiquement compris entre -180° et 180° , et à un angle θ de rotation en élévation typiquement compris entre -70° et $+70^\circ$.

[0029] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec des modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention. Ainsi, l'invention n'est pas

limitée à un type d'excitateur RF particulier mais peut être appliquée à tout type d'excitateur RF, de mode TM01 ou TE01, équipé d'un polariseur et/ou d'un OMT, comportant une ou plusieurs voies RF. De même, le nombre d'entrée/sortie de chaque excitateur n'est pas limité à un ou deux, mais peut être supérieur à deux.

Revendications

1. Module compact d'excitation radiofréquence, **caractérisé en ce qu'il** comporte deux excitateurs radiofréquence RF (11, 12) et un joint tournant (13) couplés entre eux selon un axe longitudinal commun (5), le joint tournant comportant deux parties distinctes, respectivement fixe (14) et rotative (15) autour de l'axe longitudinal commun (5), les deux excitateurs radiofréquence étant montés de part et d'autre du joint tournant, respectivement sur les parties fixe et rotative, et couplés axialement entre eux par l'intermédiaire du joint tournant, et **en ce qu'il** comporte en outre un actionneur rotatif (18) pourvu d'une ouverture traversante axiale (40) orientée selon l'axe longitudinal commun (5), le joint tournant (13) étant logé dans l'ouverture traversante axiale (40) de l'actionneur rotatif. 5 10 15 20 25
2. Module compact d'excitation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les parties fixe et rotative (14, 15) du joint tournant (13), sont emmanchées entre elles, sans contact, parallèlement à l'axe longitudinal commun (5), les deux parties fixe et rotative comportant chacune une ouverture axiale cylindrique traversante (17) formant un guide d'onde cylindrique axial. 30 35
3. Module compact d'excitation selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les parties fixe et rotative du joint tournant sont séparées par un espace (16) intermédiaire et **en ce que**, dans l'espace intermédiaire, au moins l'une des parties fixe ou rotative comporte des parois munies de corrugations (16). 40
4. Module compact d'excitation selon la revendication 2, caractérisé en ce les parties fixe et rotative du joint tournant sont séparées par un espace (16) intermédiaire et en ce que, dans l'espace intermédiaire, au moins l'une des parties fixe ou rotative comporte des parois munies d'au moins une cavité (8). 45 50
5. Module compact d'excitation selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque excitateur RF (11, 12) comporte un guide d'onde principal (23) monté selon l'axe longitudinal commun et couplé au guide d'onde cylindrique axial du joint tournant. 55
- 5, **caractérisé en ce que** chaque excitateur RF (11, 12) comporte un transducteur orthomode OMT (30) couplé au guide d'onde principal (23) de l'excitateur RF.
7. Module compact d'excitation selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** chaque excitateur RF comporte un polariseur (33) couplé au guide d'onde principal (23) de l'excitateur RF.
8. Antenne compacte biaxe **caractérisée en ce qu'elle** comporte deux modules compacts d'excitation (10, 50) selon l'une des revendications précédentes et un cornet rayonnant (34) associé à un polariseur (33), les axes longitudinaux des deux modules compact étant orientés perpendiculairement entre eux, le deuxième module compact étant relié au polariseur auquel est connecté le cornet rayonnant.
9. Antenne compacte biaxe **caractérisée en ce qu'elle** comporte un seul module compact d'excitation (10) selon l'une des revendications 1 à 7, un cornet rayonnant (34) associé à un polariseur (33), un réflecteur (31) et un miroir plan (32) placé autour du cornet rayonnant et incliné par rapport à un axe d'élévation, le cornet rayonnant étant placé devant le réflecteur, le module compact d'excitation (10) comportant un axe longitudinal orienté selon un axe d'azimut.
6. Module compact d'excitation selon la revendication

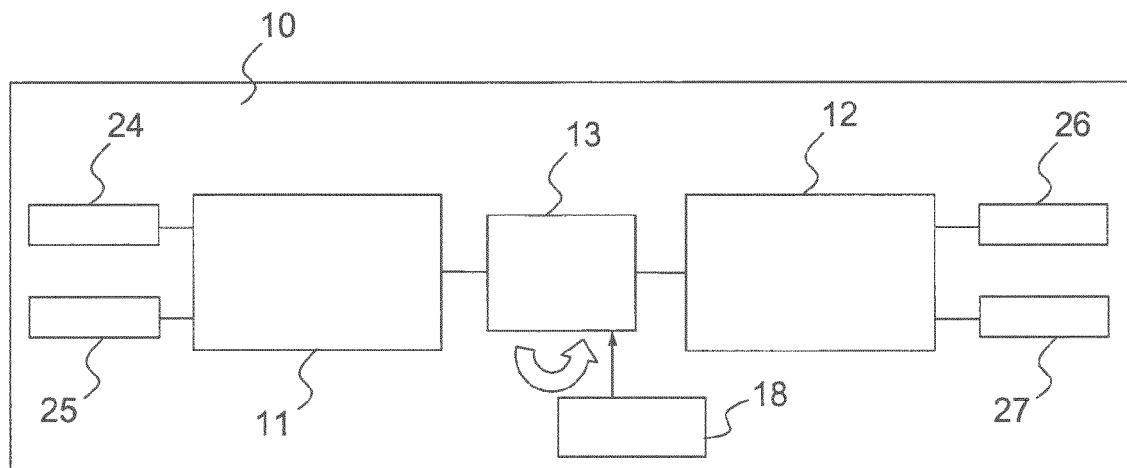


FIG.1

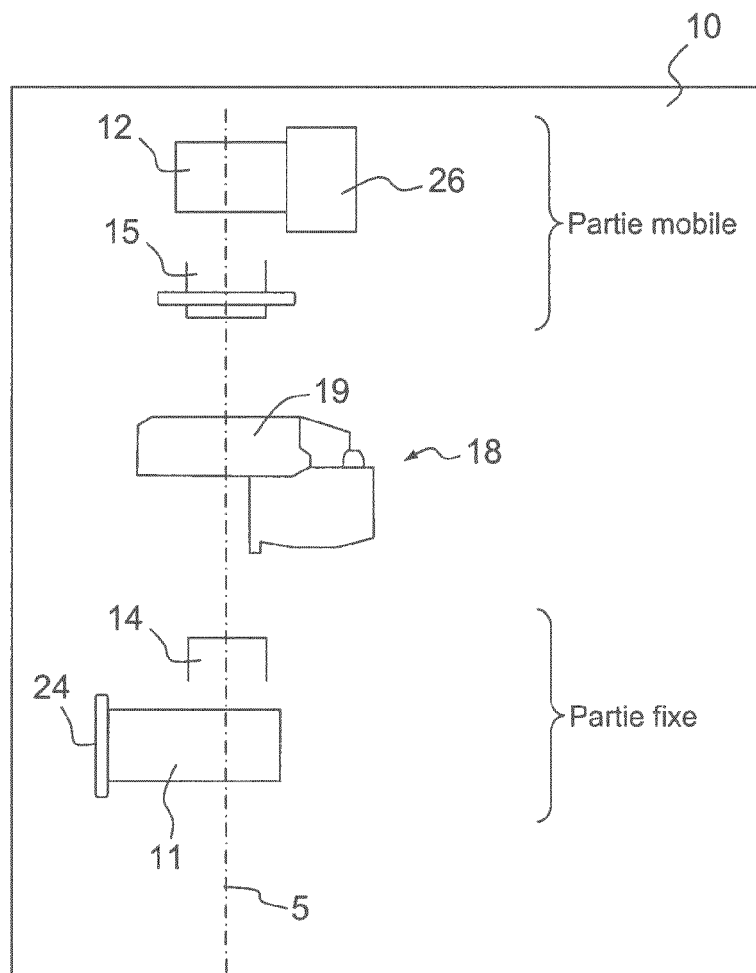


FIG.2

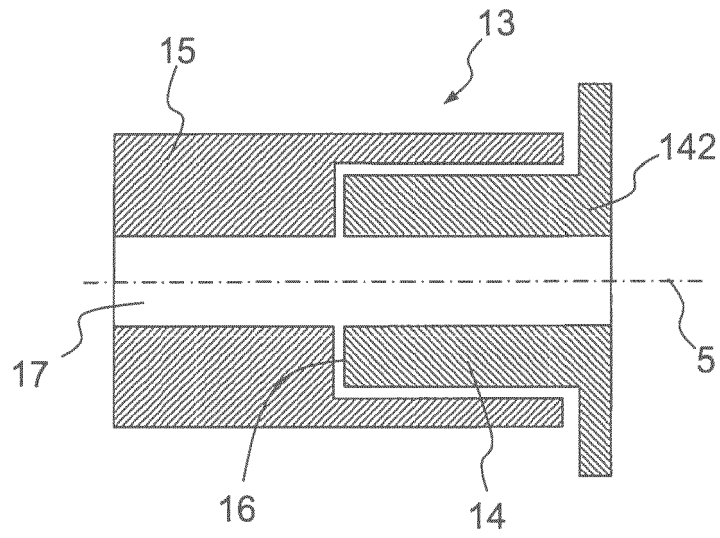


FIG.3a

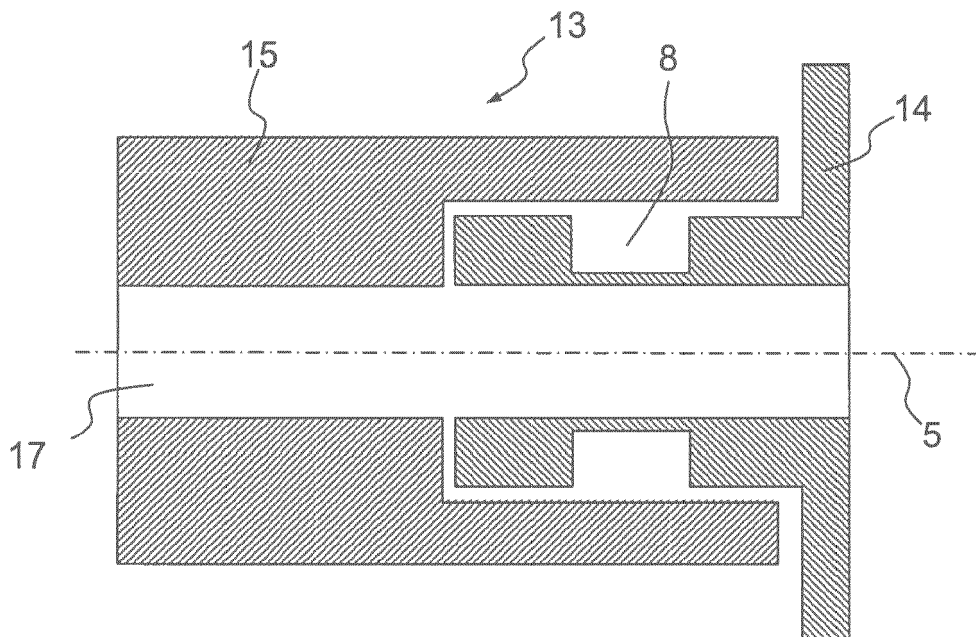


FIG.3b

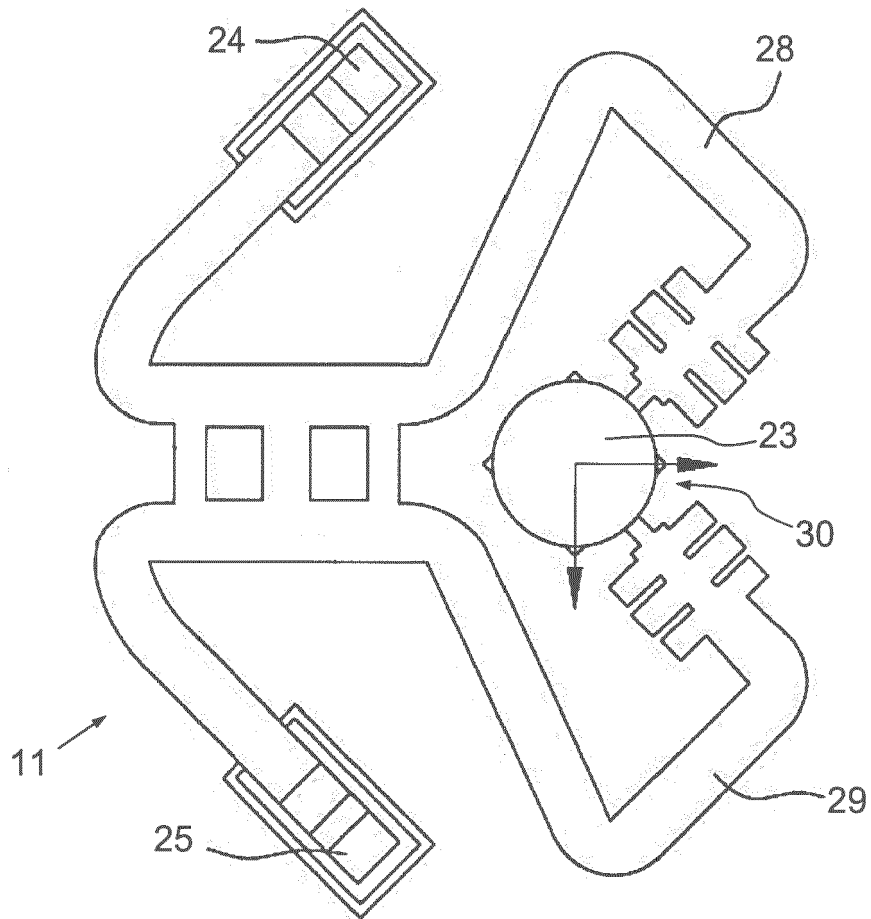


FIG.4

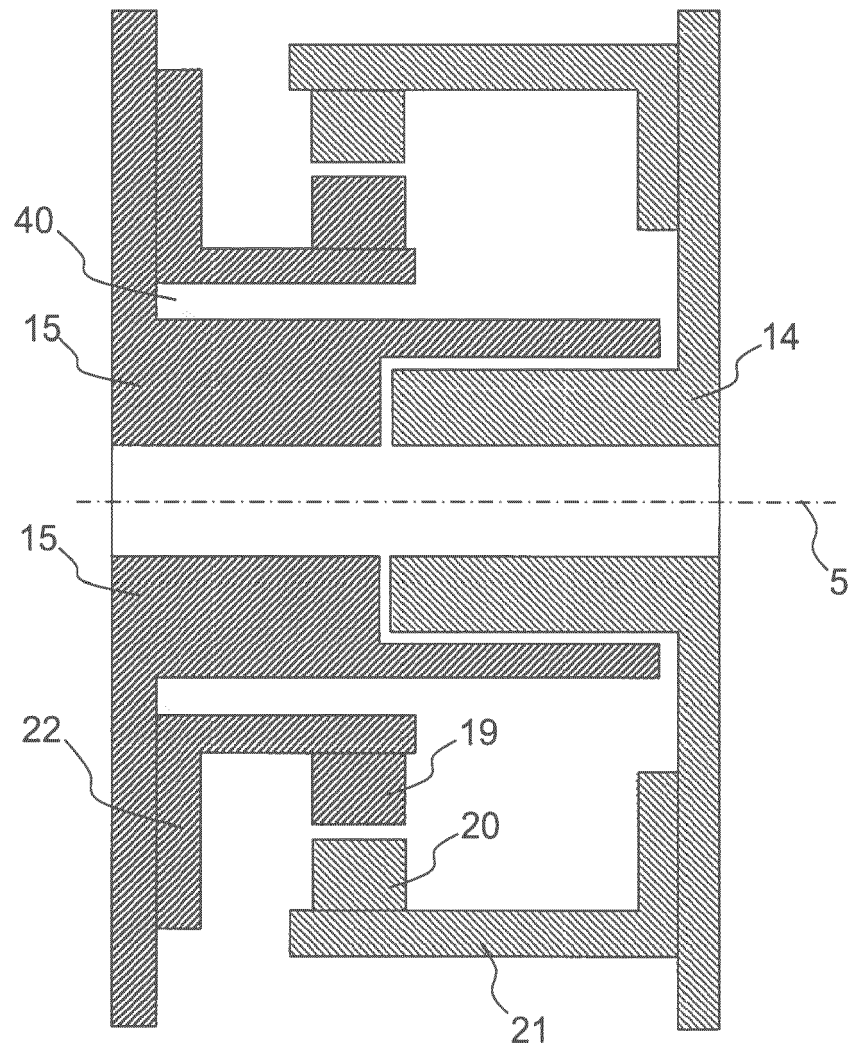


FIG.5a

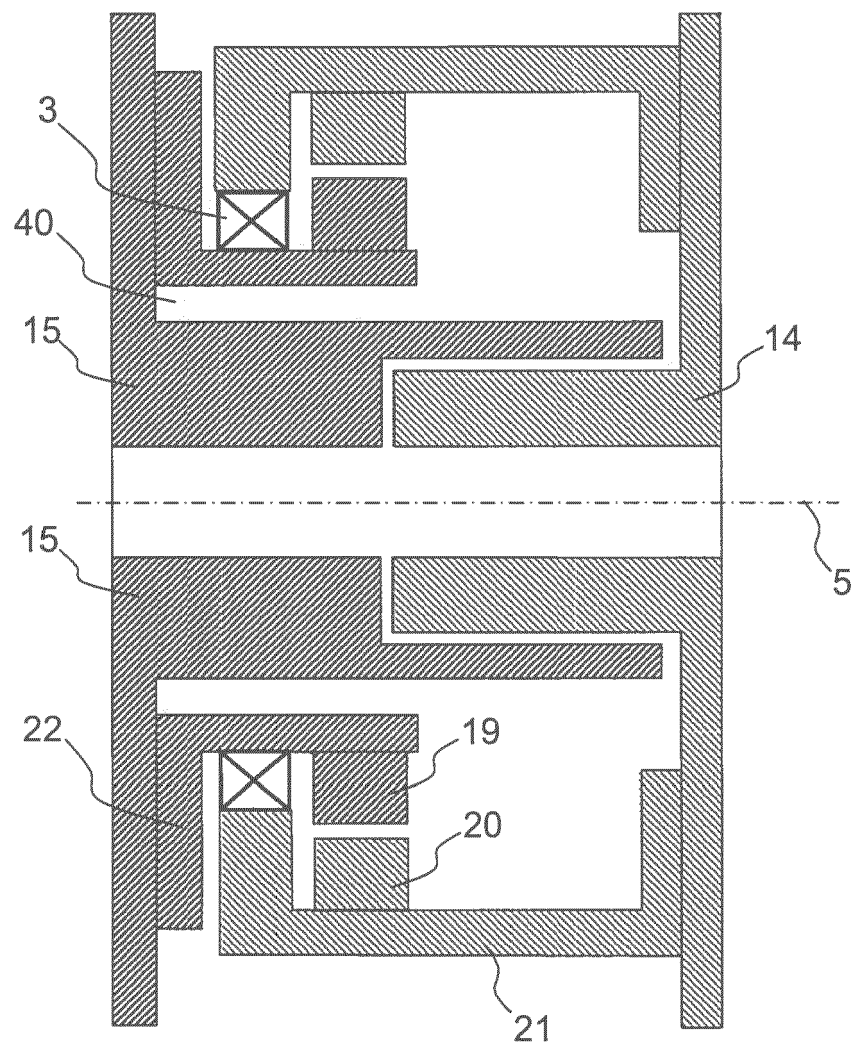


FIG.5b

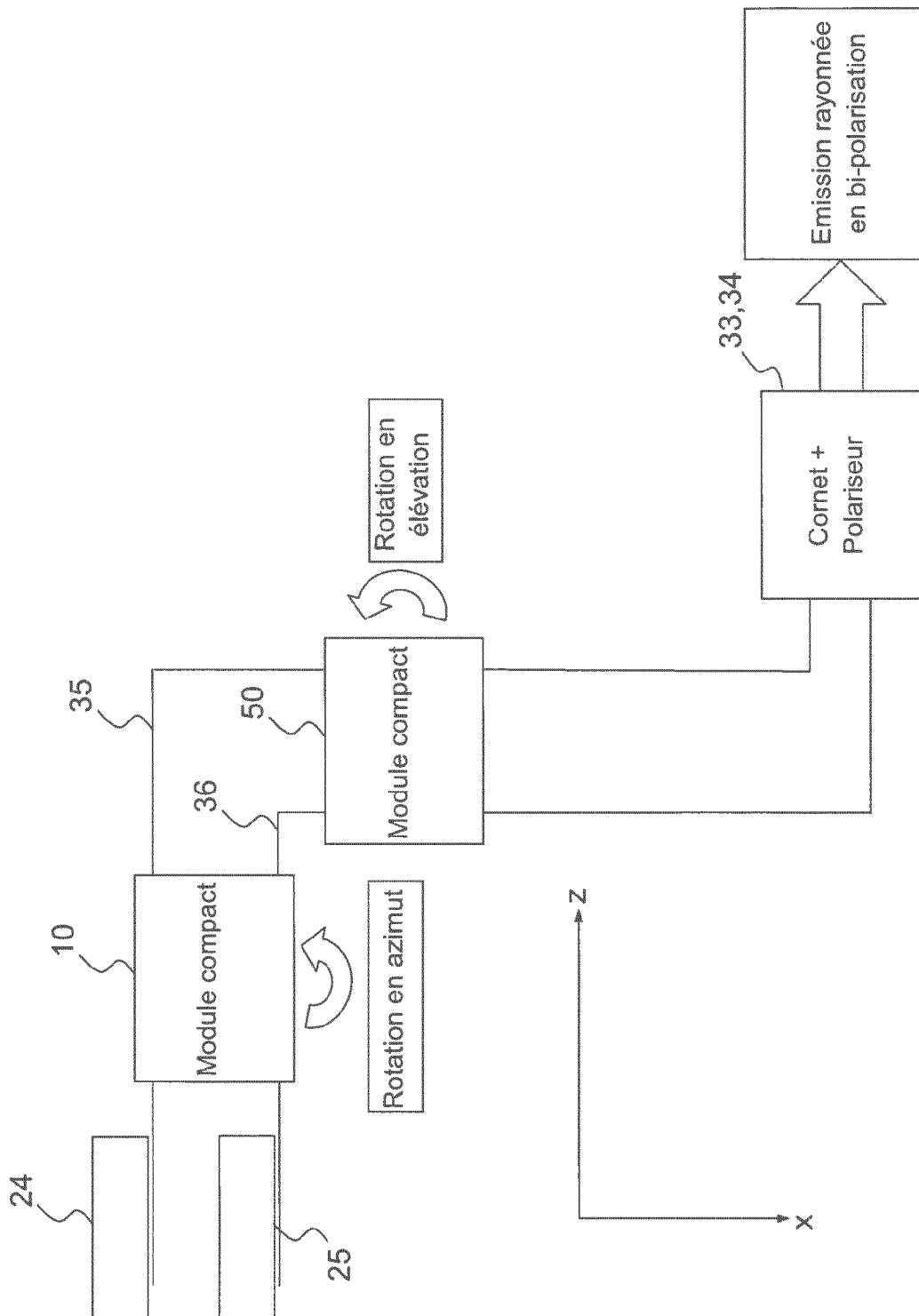


FIG.6

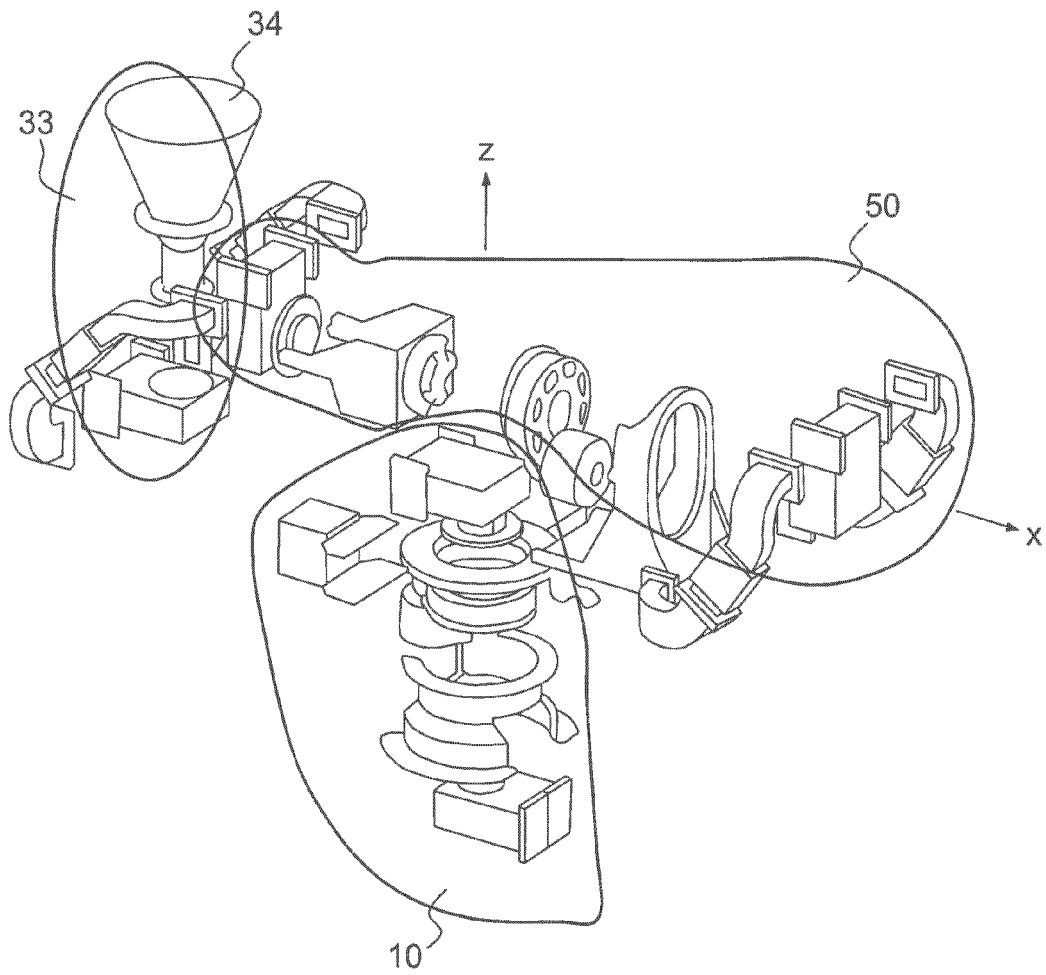


FIG.7a

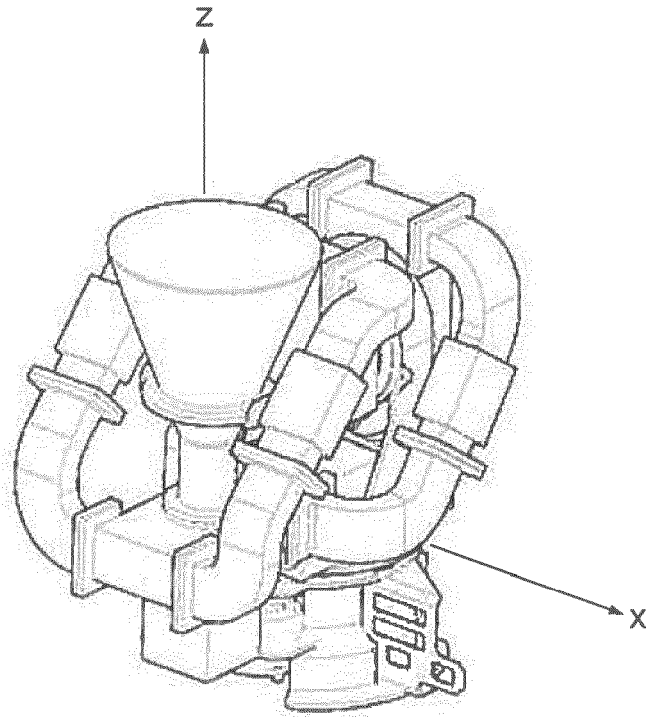


FIG.7b

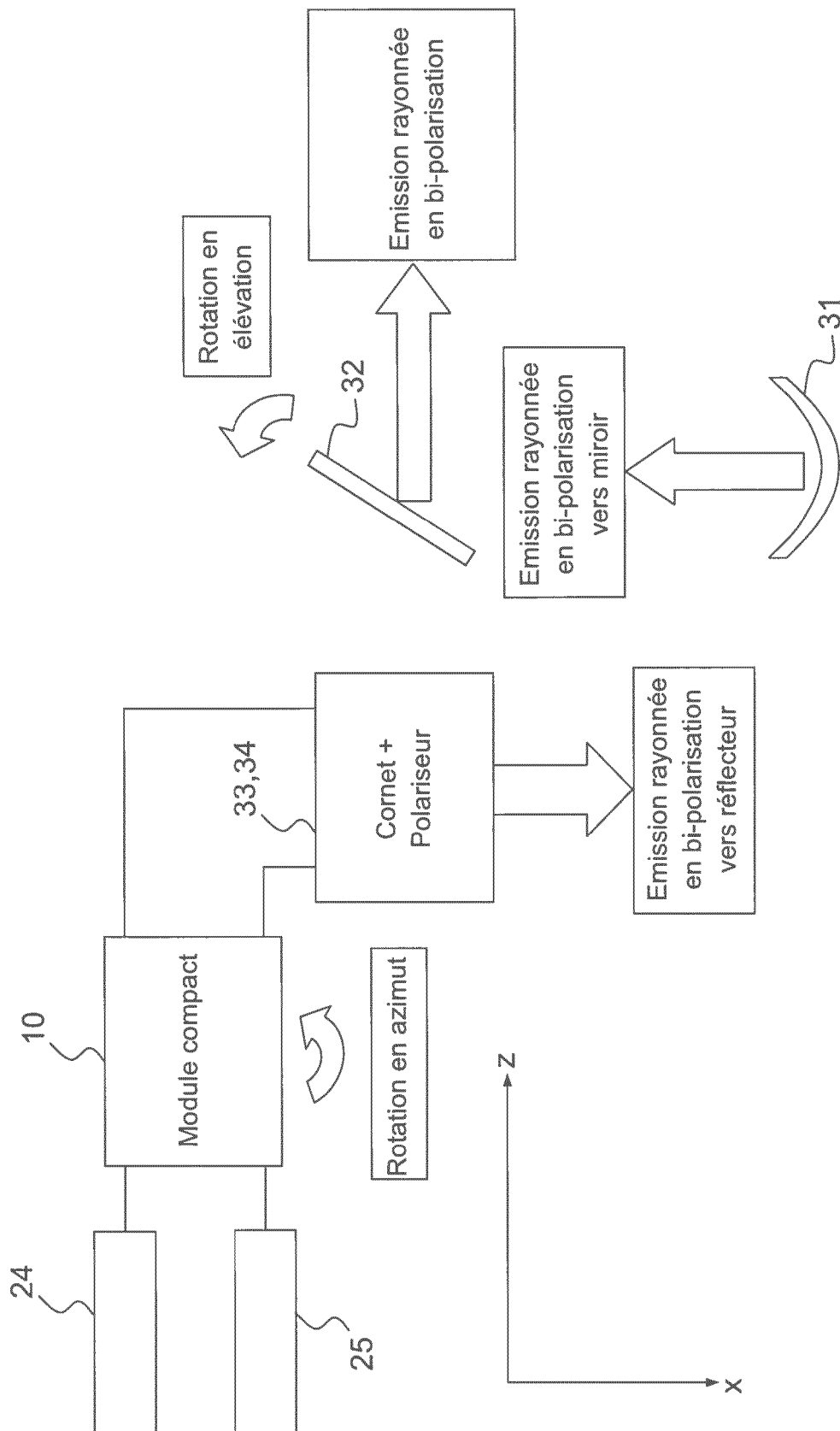


FIG.8

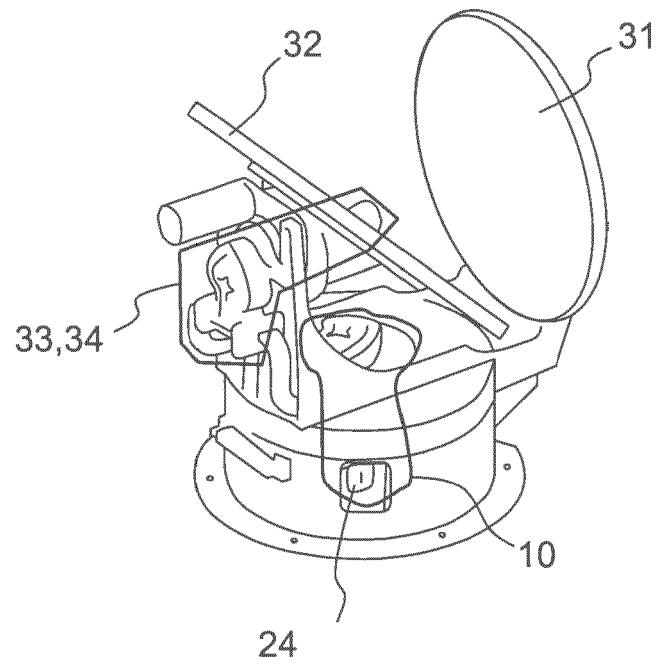


FIG. 9a

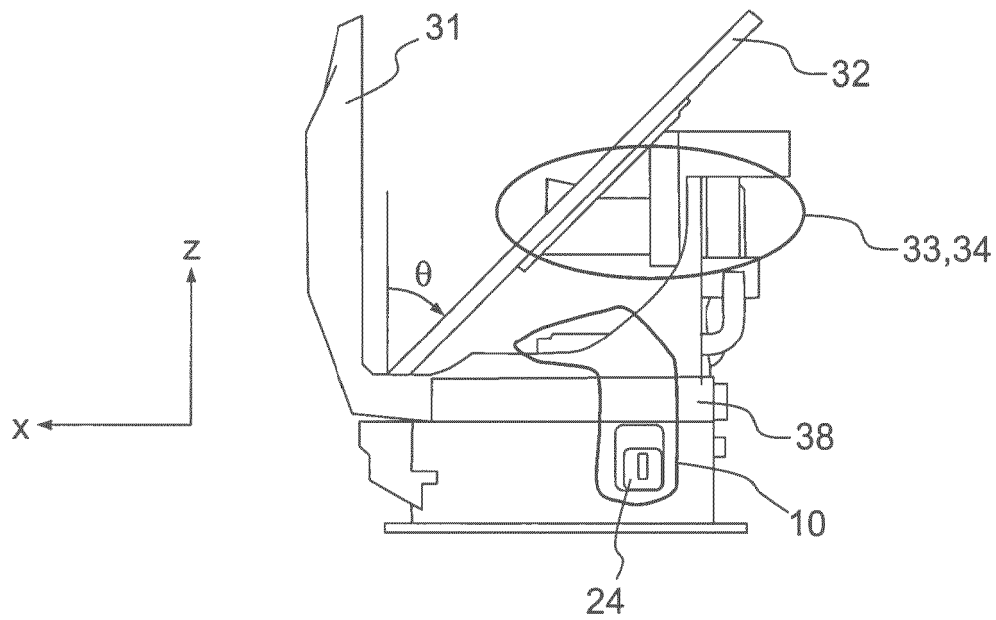


FIG. 9b



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 19 5396

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 3 715 688 A (WOODWARD O) 6 février 1973 (1973-02-06)	1,2,5-7	INV. H01P1/06 H01Q3/08 H01Q3/20 ADD. H01Q13/02 H01Q19/19 H01P1/161
Y	* colonne 1 - colonne 8; figures 1-3 *	8,9	
X	US 2007/013457 A1 (TAVASSOLI HOZOURI BEHZAD [US]) 18 janvier 2007 (2007-01-18) * alinéas [0009], [0043] - alinéa [0045]; figure 9 *	1-5	
Y	WO 2013/150994 A1 (FURUNO ELECTRIC CO LTD) 10 octobre 2013 (2013-10-10) * figures 1-4 * & US 2015/054703 A1 (YANO KOHJI [JP] ET AL) 26 février 2015 (2015-02-26) * alinéas [0016], [0017], [0045] - alinéa [0057]; figures 1-4 *	8	
Y	US 2014/104125 A1 (CHOINIERE ERIC [CA] ET AL) 17 avril 2014 (2014-04-17) * alinéas [0003], [0031] - alinéa [0036]; figures 2, 3 *	9	
A	US 2010/149058 A1 (BOSSHARD PIERRE [FR] ET AL) 17 juin 2010 (2010-06-17) * alinéa [0031] - alinéa [0033]; figure 2 *	5-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01P H01Q F16L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 11 avril 2016	Examineur Hueso González, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 15 19 5396

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

11-04-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3715688 A	06-02-1973	CA 930041 A US 3715688 A	10-07-1973 06-02-1973
US 2007013457 A1	18-01-2007	US 2007013457 A1 WO 2007011560 A2	18-01-2007 25-01-2007
WO 2013150994 A1	10-10-2013	CN 104205488 A EP 2835865 A1 JP 5864727 B2 JP WO2013150994 A1 US 2015054703 A1 WO 2013150994 A1	10-12-2014 11-02-2015 17-02-2016 17-12-2015 26-02-2015 10-10-2013
US 2014104125 A1	17-04-2014	AUCUN	
US 2010149058 A1	17-06-2010	CA 2678530 A1 CN 101752632 A EP 2202839 A1 FR 2939971 A1 JP 5678314 B2 JP 2010148109 A RU 2009133480 A US 2010149058 A1	16-06-2010 23-06-2010 30-06-2010 18-06-2010 04-03-2015 01-07-2010 20-03-2011 17-06-2010

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82