



(11)

EP 3 154 128 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.04.2017 Bulletin 2017/15

(51) Int Cl.:
H01Q 13/02 ^(2006.01) **H01Q 5/35** ^(2015.01)
H01Q 5/55 ^(2015.01)

(21) Numéro de dépôt: **16192643.1**

(22) Date de dépôt: **06.10.2016**

(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

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

(72) Inventeur: **PEROTTINO, Paddy**
31170 Tournefeuille (FR)

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

(30) Priorité: **09.10.2015 FR 1502126**

(54) **CORNET RAYONNANT COMPACT MULTIFRÉQUENCES, SOURCE RAYONNANTE ET ANTENNE COMPORTANT UN TEL CORNET RAYONNANT**

(57) Le cornet rayonnant, apte à propager des signaux dans un spectre de fréquences $B_1, \dots, B_i, \dots, B_N$, B_1 étant la bande de fréquences la plus basse, B_i étant au moins une bande de fréquence intermédiaire et B_N la bande de fréquence la plus haute, comporte une paroi latérale à symétrie de révolution autour d'un axe longitudinal Z , un orifice d'accès axial (12), appelé embouchure, et une ouverture rayonnante (13), la paroi latérale (14) comportant des corrugations (15) annulaires. Le cor-

net rayonnant (10) comporte en outre quatre plongeurs coaxiaux (16) diamétralement opposés deux à deux, insérés dans une corrugation spécifique (17) dédiée, les quatre plongeurs coaxiaux (16) étant équi-répartis angulairement dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal Z et pénétrant dans le conduit longitudinal axial (11) du cornet rayonnant (10), chaque plongeur coaxial (16) étant dédié à la propagation de signaux dans la bande de fréquences B_1 la plus basse du spectre considéré.

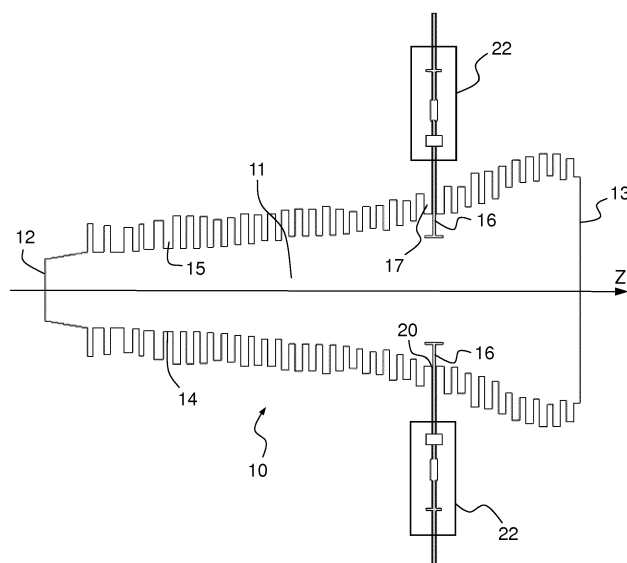


FIG.1a

Description

[0001] La présente invention concerne un cornet rayonnant compact multifréquences, une source rayonnante et une antenne comportant un tel cornet rayonnant. Elle s'applique à tout type d'antenne comportant un cornet rayonnant éclairant un réflecteur dans le cadre d'applications d'antennes spatiales ou terrestres, aussi bien dans le domaine des télécommunications que dans le domaine des instruments d'observation et des sciences de la Terre, tel que le domaine de l'altimétrie et de la radiométrie.

[0002] Les antennes, terrestres ou embarquées à bord des satellites, sont généralement dédiées à une mission précise et sont optimisées pour un fonctionnement dans une ou plusieurs bandes de fréquences séparées, par exemple les deux bandes K et Ka ou les deux bandes Ku et Ka. Pour réaliser plusieurs missions différentes, par exemple de télécommunications et d'altimétrie, ou pour un fonctionnement sur une plus grande excursion en fréquences, par exemple dans les quatre bandes de fréquences C, Ku, K, Ka, il est alors nécessaire d'utiliser plusieurs antennes différentes dédiées à chaque bande de fréquences et à chaque mission. Chaque antenne étant associée à un ensemble de traitement des signaux dédié, l'installation des différents systèmes d'antennes constituent une charge utile encombrante, lourde et coûteuse, difficilement compatible de la place disponible à bord des satellites et pénalisant la masse de l'ensemble.

[0003] Ainsi, dans le domaine de l'observation terrestre, par exemple pour mesurer la topographie de la surface terrestre, les phénomènes océanographiques, la vitesse des vents, la vapeur d'eau dans l'atmosphère, plusieurs instruments différents d'altimétrie et de radiométrie sont couramment embarqués sur un satellite. Ces instruments sont indépendants les uns des autres, chaque instrument comportant sa propre antenne associée à un traitement du signal dédié de façon à permettre une bonne précision des mesures dans différentes bandes de fréquences séparées. Or, les plateformes dédiées à l'observation de la Terre sont souvent des mini ou des micro satellites dont les capacités d'aménagement de plusieurs missions sont limitées. En outre, l'utilisation de plusieurs instruments indépendants ne permet pas de réaliser une visée au Nadir commune à tous les instruments, ce qui nécessite d'apporter des corrections pour garantir une bonne corrélation des mesures d'altimétrie et de radiométrie et ajoute des imprécisions et des erreurs qui peuvent être difficiles à minimiser, voire impossible à supprimer.

[0004] Il existe des antennes utilisant un cornet rayonnant illuminant un réflecteur, le cornet pouvant fonctionner à des fréquences multiples, mais comme tous les signaux traversent le cornet depuis son petit diamètre d'embouchure vers son grand diamètre d'ouverture rayonnante, plus l'excursion en fréquence augmente, plus il est difficile d'obtenir un bon niveau de performances sur l'ensemble du spectre de fréquences de fonc-

tionnement. En outre, plus la fréquence de fonctionnement est basse, plus la taille du cornet rayonnant est importante et il est donc difficile d'optimiser la taille du cornet sur un spectre de fréquences couvrant plus de deux octaves en fréquence.

[0005] Notamment, il est connu du document US 5175555 de réaliser une antenne combinée d'altimétrie et de radiométrie pouvant fonctionner dans quatre bandes de fréquence différentes, en utilisant un seul cornet rayonnant partagé en commun entre un système d'altimétrie et un système de radiométrie. Le cornet rayonnant de forme conique est muni de quatre ports différents respectivement dédiés à quatre bandes de fréquences de fonctionnement. Les trois ports correspondant aux fréquences les plus basses sont couplés à des ouvertures à sections rectangulaires transversales aménagées dans la paroi à section divergente du cornet, entre l'embouchure et l'ouverture rayonnante de plus grand diamètre du cornet. Le port correspondant aux fréquences les plus hautes, est aménagé dans l'embouchure du cornet. Les quatre ports se trouvent tous au plus près de l'embouchure du cornet. Ce cornet permet d'obtenir une excursion de fréquence sur une largeur de bande comprise entre 13.5 GHz et 36.56 GHz, correspondant aux trois bandes Ku, K, Ka, cependant, il ne permet pas un fonctionnement à des fréquences inférieures à 13.5 GHz et notamment en bande C dont la fréquence centrale est égale à 6.6 GHz.

[0006] Le document US 4258366 décrit une antenne comportant un cornet rayonnant conique muni de corrugations et alimenté simultanément par plusieurs signaux à différentes fréquences comprises entre 6 et 37 GHz. La fréquence la plus basse à 6.6 GHz est injectée dans le cornet par des ports latéraux constitués d'une paire de fentes longitudinales localisées à proximité de l'embouchure du cornet, c'est-à-dire à l'extrémité du cornet ayant le plus petit diamètre. Les deux fentes diamétralement opposées sont alimentées par l'intermédiaire d'un adaptateur et d'un diviseur de puissance en té. Les fréquences supérieures à 6.6 GHz sont injectées par un guide d'onde à section circulaire connecté à l'extrémité du cornet ayant le plus petit diamètre, appelée embouchure. Le problème est que le diamètre de l'embouchure du cornet doit être de taille suffisante, c'est-à-dire supérieur ou égal à 30 mm, pour permettre une propagation des fréquences en bande C. De même, la longueur du cornet et la taille du diamètre d'ouverture du cornet doivent être suffisantes pour permettre une propagation des fréquences en bande C. Un autre problème est que le diamètre d'ouverture du cornet nécessaire à la propagation des signaux dans la bande de fréquence la plus basse, par exemple la bande C, pénalise de façon conséquente l'encombrement global du cornet, ce qui rend cette solution d'antenne trop volumineuse pour être embarquée sur un mini satellite ou sur un micro satellite.

[0007] Il existe donc un besoin de réaliser un cornet rayonnant compact, léger et à faible coût, fonctionnant dans plusieurs bandes de fréquences différentes, par

exemple les quatre bandes de fréquences C, Ku, K, Ka, permettant de regrouper, sur une antenne unique, plusieurs applications différentes, et permettant ainsi, au choix, de réaliser différentes missions de télécommunications dans les différentes bandes de fréquences, ou de réaliser, toutes les fonctions d'altimétrie et de radiométrie couvrant les différentes bandes de fréquences.

[0008] En particulier, il existe un besoin de réaliser un cornet rayonnant plus compact que les cornets rayonnants connus dont la fréquence de fonctionnement la plus basse, par exemple en bande C, nécessite de grandes dimensions.

[0009] Le but de l'invention est de réaliser un cornet rayonnant multifréquences ne comportant pas les inconvénients des cornets rayonnants connus, fonctionnant dans un très large spectre en fréquence couvrant plusieurs bandes de fréquences différentes, telles que par exemple les quatre bandes de fréquences C, Ku, K, Ka, le cornet rayonnant étant plus compact que les cornets rayonnants connus.

[0010] Un autre but de l'invention est de réaliser une antenne comportant un tel cornet rayonnant.

[0011] Pour cela, l'invention concerne un cornet rayonnant multifréquences apte à propager des signaux dans un spectre de fréquences comprenant plusieurs bandes de fréquences différentes B₁, ..., B_i, ..., B_N, i étant compris entre 1 et N, B₁ étant la bande de fréquences la plus basse, B_i étant au moins une bande de fréquence intermédiaire et B_N la bande de fréquence la plus haute, le cornet rayonnant comportant une paroi latérale à symétrie de révolution autour d'un axe longitudinal Z, un orifice d'accès axial, appelé embouchure, et une ouverture rayonnante opposée à l'orifice d'accès axial, la paroi latérale délimitant un conduit longitudinal axial reliant l'orifice d'accès axial et l'ouverture rayonnante, le conduit longitudinal axial ayant, en section transversale, un diamètre croissant entre l'orifice d'accès axial et l'ouverture rayonnante, la paroi latérale comportant une surface interne constituée d'une pluralité de corrugations annulaires concentriques, situées dans des plans successifs parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe longitudinal Z, chaque corrugation étant centrée sur l'axe longitudinal Z. Le cornet rayonnant comporte en outre quatre plongeurs coaxiaux diamétralement opposés deux à deux, insérés dans une corrugation spécifique dédiée de la paroi latérale, perpendiculairement à l'axe longitudinal Z, les quatre plongeurs coaxiaux étant équi-répartis angulairement dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal Z et pénétrant dans le conduit longitudinal axial du cornet rayonnant, chaque plongeur coaxial étant dédié à la propagation de signaux dans la bande de fréquences B₁ la plus basse du spectre de fréquences considéré.

[0012] Avantageusement, chaque plongeur coaxial peut être constitué d'une tige métallique comportant une extrémité solidaire d'un embout métallique, en forme de disque ou de tronc de cône, l'embout métallique étant perpendiculaire à la tige métallique, l'embout métallique plongeant dans le conduit longitudinal axial du cornet

rayonnant.

[0013] Avantageusement, le cornet rayonnant peut comporter en outre quatre connecteurs coaxiaux respectivement associés aux quatre plongeurs coaxiaux, chaque connecteur coaxial comportant une âme métallique et une embase fixée sur une surface externe de la paroi latérale du cornet rayonnant, la tige métallique de chaque plongeur coaxial étant respectivement constituée par l'âme métallique du connecteur coaxial correspondant.

[0014] Avantageusement, chaque connecteur coaxial peut être relié à un filtre coaxial dédié à l'adaptation du plongeur coaxial correspondant, dans la bande de fréquence B₁ la plus basse du spectre de fréquences considéré.

[0015] Avantageusement, la bande de fréquences la plus basse B₁ peut être la bande C.

[0016] Avantageusement, le cornet rayonnant peut comporter plusieurs jeux de plongeurs coaxiaux insérés dans différentes corrugations spécifiques ayant des diamètres internes différents, chaque jeu de plongeurs coaxiaux étant dédié à la propagation de signaux dans des bandes de fréquences différentes du spectre de fréquences considéré.

[0017] L'invention concerne également une source rayonnante comportant un cornet rayonnant et comportant en outre un guide d'onde axial connecté à l'orifice d'accès axial du cornet rayonnant, des ports transversaux couplés perpendiculairement audit guide d'onde axial et un port terminal axial, les ports transversaux étant respectivement dédiés à la propagation des bandes de fréquences intermédiaires et le port terminal axial étant apte à la propagation de la bande de fréquences la plus haute du spectre de fréquences considéré, le guide d'onde axial ayant une section transversale de dimension décroissante entre l'orifice d'accès axial et le port terminal axial.

[0018] Avantageusement, la source peut comporter deux ports d'accès transversaux respectivement dédiés à deux bandes de fréquences intermédiaires différentes Ku et K.

[0019] Avantageusement, la bande de fréquence la plus haute du spectre peut être la bande Ka.

[0020] L'invention concerne aussi une antenne comportant un cornet rayonnant et au moins un réflecteur, le cornet rayonnant illuminant le réflecteur.

[0021] 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 :

- figures 1a et 1b : deux schémas, respectivement en coupe longitudinale et en perspective, d'un exemple de la structure interne d'un cornet rayonnant muni de corrugations et comportant des plongeurs coaxiaux, selon l'invention;
- figures 2a et 2b: un schéma partiel, en coupe transversale, illustrant l'implantation des quatre plon-

geurs coaxiaux à l'intérieur du cornet rayonnant et respectivement, un schéma, en vue de dessus, de l'implantation des quatre plongeurs coaxiaux dans une corrugation spécifique du cornet rayonnant, selon l'invention;

- figure 3 : un schéma partiel, en perspective, d'une corrugation équipée de quatre plongeurs coaxiaux dont deux sont respectivement connectés en série à des connecteurs coaxiaux associés à des filtres d'adaptation, selon l'invention ;
- figure 4 : un schéma de profil d'un cornet rayonnant comportant une corrugation équipée de plongeurs coaxiaux dont deux sont respectivement connectés en série à des connecteurs coaxiaux associés à des filtres d'adaptation, selon l'invention ;
- figure 5a : un schéma en perspective d'une source radiofréquence d'antenne comportant un cornet rayonnant couplé à un excitateur multifréquences, selon l'invention ;
- figure 5b : un schéma synoptique, en coupe longitudinale, d'une source radiofréquence d'antenne comportant un cornet rayonnant couplé à un excitateur multifréquences, selon l'invention ;
- figure 6 : un schéma en perspective, d'un exemple d'antenne comportant un cornet rayonnant, selon l'invention ;
- figure 7 : un schéma en coupe longitudinale, d'un exemple de cornet rayonnant comportant plusieurs jeux de plongeurs coaxiaux dédiés à différentes bandes de fréquences, selon l'invention.

[0022] L'invention concerne un cornet rayonnant multifréquences apte à propager des signaux dans un spectre de fréquences comprenant plusieurs bandes de fréquences différentes B1,..., Bi, ..., BN, i étant compris entre 1 et N, B1 étant la bande de fréquences la plus basse, Bi étant au moins une bande de fréquence intermédiaire et BN la bande de fréquence la plus haute. Comme illustré sur les figures 1a et 1 b, le cornet rayonnant 10 comporte une paroi latérale 14 s'étendant longitudinalement, selon un axe longitudinal Z, un orifice d'accès axial 12, appelé aussi embouchure, et une ouverture rayonnante 13 opposée à l'orifice d'accès axial. La paroi latérale 14 est à symétrie de révolution autour de l'axe longitudinal Z et délimite un conduit longitudinal axial 11 reliant l'orifice d'accès axial 12 et l'ouverture rayonnante 13, le conduit longitudinal axial 11 ayant, en section transversale, un diamètre croissant entre l'orifice d'accès axial et l'ouverture rayonnante. La paroi latérale 14 comporte une surface interne constituée d'une pluralité de corrugations 15 annulaires concentriques, situées dans des plans successifs parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe longitudinal Z, chaque corrugation 15 étant centrée sur l'axe longitudinal Z.

[0023] Le cornet rayonnant 10 comporte en outre quatre plongeurs coaxiaux 16, diamétralement opposés deux à deux, insérés perpendiculairement à l'axe longitudinal Z, au travers de quatre orifices cylindriques 20

respectifs usinés dans une corrugation spécifique 17 de la paroi latérale 14, les quatre orifices cylindriques permettant le passage de l'âme des plongeurs coaxiaux. Les quatre plongeurs coaxiaux sont respectivement munis de filtres d'adaptation coaxiaux 22 situés à l'extérieur de la paroi latérale 14 du cornet 10. Les quatre plongeurs coaxiaux 16 sont équi-répartis angulairement dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal Z et pénètrent dans le conduit longitudinal axial 11 du cornet, chaque plongeur coaxial 16 étant dédié à la propagation des signaux dans la plus basse des bandes de fréquences du spectre de fréquences de fonctionnement du cornet rayonnant, tel que par exemple en bande C, entre 5.25 GHz et 5.6 GHz. La structure du cornet rayonnant 10 est ainsi parfaitement symétrique par rapport à l'axe longitudinal Z et l'utilisation des quatre plongeurs bien répartis angulairement, à 90° les uns des autres, permet d'exciter le mode de propagation fondamental et de minimiser l'impact des modes de propagation d'ordre supérieur non désirés. Avantagusement, pour que le prélèvement des signaux de la bande de fréquences la plus basse B1, par exemple la bande C, soit favorisé, la corrugation spécifique 17 est localisée plus près de l'ouverture rayonnante 13 du cornet rayonnant que de l'orifice d'accès axial 12. Le diamètre intérieur de la corrugation spécifique 17 a une valeur choisie de telle sorte que la propagation du mode fondamental correspondant à la bande de fréquence la plus basse B1 soit possible.

[0024] Comme illustré plus en détail sur les figures 2a et 2b, chaque plongeur coaxial 16 peut être constitué d'une tige métallique 18 comportant une extrémité solidaire d'un embout métallique 19, l'embout métallique 19 étant de préférence en forme de disque ou de tronc de cône disposé perpendiculairement à la tige métallique 18. La tige métallique 18 passe au-travers d'un orifice cylindrique, perpendiculaire à l'axe longitudinal Z, percé dans la corrugation spécifique 17 de la paroi latérale 14, et pénètre dans le conduit longitudinal axial 11 du cornet rayonnant 10. Les quatre plongeurs coaxiaux 16 sont destinés à injecter des signaux en bande de fréquence la plus basse B1, dans le cornet rayonnant 10 afin qu'ils se propagent vers l'ouverture rayonnante 13, et inversement, à prélever des signaux en bande de fréquence la plus basse B1, provenant de l'ouverture rayonnante 13 et entrant dans le cornet rayonnant 10. Contrairement aux solutions de l'art antérieur pour lesquelles la bande de fréquence basse est prélevée ou injectée à proximité de l'orifice d'accès axial 12, selon l'invention, le prélèvement ou l'injection de la bande de fréquence la plus basse, par exemple la bande C, est réalisé à distance de l'orifice d'accès axial où transitent les autres bandes de fréquences plus hautes, et sans passer par une cavité fermée intermédiaire. En particulier, le prélèvement ou l'injection de la bande de fréquence la plus basse B1 est réalisé à proximité du diamètre d'ouverture rayonnante 13 du cornet rayonnant. Sachant que le diamètre de l'ouverture rayonnante du cornet rayonnant est beaucoup plus important que le diamètre de l'orifice d'accès

axial, il n'est donc pas nécessaire d'augmenter, de façon conséquente, les dimensions du cornet rayonnant pour permettre un fonctionnement dans la bande de fréquence la plus basse B1, par exemple en bande C.

[0025] Comme illustré sur les figures 2b et 3, le cornet rayonnant 10 peut comporter en outre quatre connecteurs coaxiaux 21 respectivement associés aux quatre plongeurs coaxiaux 16, chaque connecteur coaxial 21 comportant une âme métallique interne constituant la tige métallique 18 d'un plongeur coaxial, une embase 24 fixée sur une surface externe de la paroi latérale du cornet rayonnant et un accès d'entrée/sortie 25, solidaire de l'embase 24 et débouchant vers l'extérieur du cornet rayonnant. La tige métallique 18 de chaque plongeur coaxial 16 est alors respectivement constituée par l'âme métallique du connecteur coaxial 21 correspondant, qui est insérée à l'intérieur du conduit longitudinal axial 11 du cornet rayonnant, au travers d'un orifice cylindrique aménagé dans la paroi latérale 14 du cornet rayonnant et au travers de la corrugation spécifique 17 dédiée. La corrugation spécifique 17 est une couronne annulaire ayant un diamètre interne dont la valeur est compatible de la propagation des signaux en bande de fréquence la plus basse B1. Par exemple, lorsque B1 correspond à la bande C, entre 5.25 GHz et 5.6 GHz, le diamètre interne de la couronne annulaire doit être compris entre 37 et 40 mm. Pour que la taille du cornet rayonnant soit réduite, la couronne annulaire peut être localisée de préférence, à proximité de l'extrémité de plus grand diamètre du cornet rayonnant, c'est-à-dire à proximité de l'ouverture rayonnante 13.

[0026] Pour ne pas dégrader le rayonnement du cornet rayonnant dans les bandes de fréquences plus hautes que la bande B1, les dimensions des plongeurs coaxiaux doivent être réduites autant que possible, tout en restant aptes à la propagation des signaux en bande B1. Par exemple, pour la bande C, le diamètre de l'embout métallique 19 de la tige métallique 18 de chaque plongeur coaxial 16 peut être compris entre 4 mm et 5 mm. Par ailleurs, la profondeur de pénétration de chaque plongeur coaxial 16 dans le conduit longitudinal axial 11 du cornet rayonnant résulte d'un compromis : d'une part, le plongeur coaxial doit pénétrer à une profondeur suffisamment élevée pour pouvoir capter, ou inversement injecter, des signaux en bande B1 avec suffisamment d'énergie, et d'autre part, la profondeur de pénétration de chaque plongeur coaxial ne doit pas être trop élevée pour ne pas dégrader les signaux dans les bandes de fréquences supérieures. Par exemple, pour être compatible de la bande C, la profondeur de pénétration de chaque plongeur coaxial peut être comprise entre 5 mm et 7 mm.

[0027] En raison de la présence de l'embout métallique 19 à l'extrémité de la tige 18 de chaque plongeur coaxial 16 et en raison des faibles dimensions des plongeurs coaxiaux et du cornet rayonnant, l'insertion de chaque plongeur coaxial au travers d'une corrugation spécifique 17 du cornet rayonnant et le positionnement correct des quatre plongeurs coaxiaux dans le conduit longitudinal

axial 11 du cornet rayonnant, peuvent difficilement être réalisés si le cornet rayonnant est monobloc. Pour équiper le cornet rayonnant des quatre plongeurs coaxiaux, selon l'invention, le cornet rayonnant 10 est réalisé en trois sections distinctes à symétrie de révolution autour de l'axe longitudinal Z, la corrugation spécifique 17 au travers de laquelle les quatre plongeurs coaxiaux sont insérés, étant préférentiellement fabriquée dans une couronne annulaire indépendante. Par ailleurs, les plongeurs coaxiaux 16 sont de préférence insérés dans la corrugation spécifique 17 avant la mise en place de leur embout métallique 19. Après l'insertion des tiges métalliques 18, chaque embout métallique est ensuite respectivement fixé, préférentiellement par brasage ou par collage par une colle conductrice, à l'extrémité de la tige d'un plongeur coaxial. Pour des raisons de tenue mécanique aux vibrations et de tenue thermique aux hautes températures, le brasage est préféré. Après fabrication, la couronne annulaire indépendante équipée des quatre plongeurs coaxiaux constitue une section intermédiaire du cornet rayonnant qui est insérée entre deux sections d'extrémités contenant respectivement, les plus petits diamètres du cornet rayonnant et les plus grands diamètres du cornet rayonnant, les trois sections intermédiaire et d'extrémités étant ensuite assemblées entre elles par tout type de moyens de liaison connus, par exemple par soudure, ou brasage, ou par des liaisons vis-écrous.

[0028] L'ensemble constitué d'un connecteur coaxial et d'un plongeur coaxial forme une sonde coaxiale apte à l'excitation du cornet rayonnant en bande B1 et l'accès d'entrée/sortie 25 de chaque connecteur coaxial est un accès d'entrée/sortie pour les signaux en bande B1 propagés par les sondes coaxiales respectives. Le type de polarisation linéaire verticale ou horizontale, ou circulaire droite ou gauche, est déterminé par l'orientation du cornet rayonnant et par l'utilisation de coupleurs connectés en sortie des filtres coaxiaux, tels que, par exemple, un coupleur 3 dB / 90° pour créer les polarisations circulaires droite et gauche après sommation des signaux prélevés dans le conduit longitudinal axial 11 du cornet rayonnant, ou après division des signaux injectés dans le conduit longitudinal axial 11 du cornet rayonnant, les signaux sommés ou divisés étant issus de plongeurs coaxiaux, deux à deux diamétralement opposés.

[0029] Pour optimiser la propagation des signaux en bande de fréquences B1 et améliorer les performances des plongeurs coaxiaux, chaque plongeur coaxial 16 peut, de préférence, être connecté en série à un filtre coaxial 22 dédié à l'adaptation du plongeur coaxial correspondant à la bande de fréquences B1. Chaque filtre coaxial d'adaptation 22 est placé à l'extérieur de la paroi latérale 14 du cornet rayonnant et est relié, directement par un coude coaxial (non représenté) ou par un câble coaxial 23, au connecteur coaxial 21 correspondant, comme illustré par exemple sur les figures 3 et 4. Pour ne pas surcharger les figures 3 et 4, seuls deux filtres coaxiaux 22 sont représentés, mais il est bien entendu que chaque plongeur coaxial est équipé d'un filtre coaxial

dédié et qu'il y a donc quatre filtres coaxiaux respectivement reliés aux quatre plongeurs coaxiaux.

[0030] Les quatre plongeurs coaxiaux étant implantés à l'intérieur du conduit longitudinal axial 11 du cornet rayonnant par l'intermédiaire de la corrugation spécifique 17, les signaux en bande de fréquences B1 sont directement injectés, ou prélevés, à l'intérieur du cornet rayonnant, sans passer par l'orifice d'accès axial 12 du cornet rayonnant. Cela permet de réduire la taille du cornet rayonnant qui correspond à la taille d'un cornet rayonnant fonctionnant dans une bande de fréquences intermédiaire Bi, immédiatement supérieure à la bande de fréquences la plus basse B1 prélevée ou injectée par les plongeurs coaxiaux. Lorsque la bande B1 est la bande C, l'encombrement du cornet rayonnant est alors 2.5 à 3 fois plus faible par rapport à l'encombrement d'un cornet rayonnant classique fonctionnant dans la bande C.

[0031] Les plongeurs coaxiaux 16 diamétralement opposés peuvent alors être respectivement connectés deux à deux, par l'intermédiaire des filtres coaxiaux respectifs, par un coupleur dédié, non représenté, chaque coupleur comportant un port nommé « port somme » dédié à la propagation de signaux dans la bande B1 considérée. Le port somme de chaque coupleur permet de propager ou récupérer le signal d'une seule et même polarisation linéaire, horizontale ou verticale, suivant l'orientation donnée au cornet rayonnant. Les deux polarisations linéaires portées respectivement par les deux coupleurs sont perpendiculaires entre elles. Si l'on souhaite propager des polarisations circulaires droite et gauche, il suffit de connecter en outre, un coupleur 3 dB / 90° en sortie des deux coupleurs réalisant la sommation des signaux prélevés, ou la division des signaux injectés, et reliant deux à deux les plongeurs coaxiaux, afin de combiner en phase les deux polarisations linéaires horizontale et verticale et obtenir ainsi deux polarisations circulaires droite et gauche.

[0032] Comme représenté sur l'exemple illustré sur les figures 5a et 5b, pour permettre un fonctionnement du cornet rayonnant dans des bandes de fréquences supérieures à la bande B1, le cornet rayonnant 10 est couplé à un ensemble d'excitation, appelé exciteur 30. L'ensemble composé du cornet rayonnant et de l'exciteur, constitue une source radiofréquence multifréquences et multiports. L'exciteur 30 comporte un guide d'onde axial 31 à section circulaire, appelé port commun de l'exciteur, directement connecté à l'orifice d'accès axial 12, dans le prolongement du conduit longitudinal axial 11, un port terminal axial 32 couplé au guide d'onde axial 31 par une transition 33 dédiée, et des embranchements transversaux 34, 35 couplés au guide d'onde axial 31 par des transducteurs orthomodes 36, 37, respectivement dédiés à la propagation des différentes bandes de fréquences intermédiaires Bi non prélevées dans la paroi latérale 14 du cornet rayonnant 10. Le guide d'onde axial 31 comporte des sections de dimensions décroissantes entre l'orifice d'accès axial 12 et le port terminal axial 32 apte à la propagation de la bande de fréquences la plus

haute, par exemple la bande Ka entre 31.3 GHz et 31.5 GHz. Le nombre d'embranchements transversaux est égal au nombre de bandes de fréquences intermédiaires Bi souhaitées. Sur l'exemple illustré sur les figures 5a et 5b, le guide d'onde axial comporte deux embranchements latéraux 34, 35, incluant des filtres dédiés à l'adaptation de la bande de fréquences de fonctionnement respective, couplés perpendiculairement audit guide d'onde axial 31, et respectivement munis d'un port transversal 38, 39. Les deux ports transversaux 38, 39 peuvent par exemple, être respectivement dédiés à la propagation des bandes Ku entre 13.4 GHz et 13.75 GHz et K entre 23.7 GHz et 23.9 GHz. Les différents ports, terminal 32 et transversaux 38, 39, sont des ports rectangulaires classiques. Leur orientation respective associée à l'orientation de la source radiofréquence munie d'un cornet rayonnant 10 et d'un exciteur 30 et montée dans une antenne 40, détermine le type de polarisation linéaire, horizontal ou vertical, propagé au travers du cornet rayonnant.

[0033] Chaque port, transversal et terminal, couplé au guide d'onde axial peut être associé à un filtre dont la présence est optionnelle mais qui participe à l'adaptation dudit port à une bande de fréquences respective, par exemple Ku, K, ou Ka. Bien entendu, il est possible de choisir d'autres bandes de fréquences de fonctionnement que celles explicitement décrites et d'ajouter des ports additionnels en fonction des besoins.

[0034] Le cornet rayonnant multifréquences équipé des quatre plongeurs coaxiaux conformément à l'invention et d'un exciteur tel que décrit ci-dessus, est particulièrement compact et peut être utilisé comme source primaire dans tout type d'antenne comportant au moins un réflecteur comme représenté par exemple sur la figure 6. Une antenne 40 comportant un réflecteur 41 illuminé par la source radiofréquence munie d'un cornet rayonnant 10 et d'un exciteur 30 conformes à l'invention, peut par exemple être utilisée dans un système de télécommunications multifréquences ou dans une application d'altimétrie et de radiométrie multifréquences.

[0035] Le cornet rayonnant multifréquences de l'invention, présente l'avantage de combiner les fonctionnalités d'au moins quatre instruments différents dans la même antenne et d'éclairer le réflecteur d'antenne par un cornet rayonnant unique et donc avec une ouverture identique, commune à tous les instruments, les différents faisceaux élaborés par l'antenne ayant des empreintes au sol se superposant et se recouvrant en tout ou partie. Cela permet de réaliser des mesures d'altimétrie et de radiométrie très précises car les reliefs terrestres éclairés par l'antenne sont en tout ou partie les mêmes pour tous les instruments. Cela permet également d'une part, de maximiser les performances de l'antenne sans qu'il soit nécessaire d'augmenter le diamètre du réflecteur d'antenne car un seul cornet rayonnant est placé exactement au foyer de l'antenne et d'autre part, de profiter d'une faible variation du centre de phases du cornet rayonnant, à proximité du foyer de l'antenne, suivant la bande de

fréquence considérée, contrairement au cas où plusieurs cornets sont utilisés.

[0036] A titre d'exemple, une antenne munie d'un réflecteur et du cornet rayonnant associé à un excitateur fonctionnant dans les quatre bandes de fréquences C, Ku, K, Ka a été réalisée. En fonctionnement, le centre estimé des empreintes des faisceaux rayonnés sur la Terre, par l'antenne, dans les quatre bandes de fréquences C, Ku, K et Ka, étaient alignées à 0.05° près les uns des autres.

[0037] Dans les exemples explicitement décrits ci-dessus, les plongeurs coaxiaux 16 sont montés dans une unique corrugation spécifique 17 du cornet rayonnant, la corrugation spécifique 17 étant une couronne annulaire ayant un diamètre interne compatible de la bande de fréquences B1 la plus basse du spectre considéré et sont dédiés à l'injection et à l'extraction de signaux uniquement dans la bande de fréquence la plus basse. Mais bien entendu, de façon plus générale, il est également possible d'extraire plusieurs bandes de fréquences différentes par l'intermédiaire de plongeurs coaxiaux dédiés, montés dans différentes corrugations annulaires spécifiques 17a, 17b, 17c du cornet rayonnant, les différentes corrugations spécifiques 17a, 17b, 17c ayant des diamètres internes différents dont les valeurs respectives dépendent directement des fréquences centrales des bandes de fonctionnement respectives souhaitées. Les valeurs du diamètre interne des corrugations spécifiques dans les différentes bandes de fréquences sont estimées, en première approximation, en calculant l'homothétie de la plage de fréquences désirée par rapport à la plage de fréquences de la bande C. Pour la bande X, la plage de fréquences pouvant être centrée, par exemple, autour de 8 GHz, le coefficient homothétique de réduction des dimensions connues pour la bande C est compris entre 0,65 (5,25 GHz / 8 GHz) et 0,7 (5,6 GHz / 8 GHz) pour obtenir la valeur du diamètre correspondant à la bande X, le diamètre étant alors compris entre 24 mm (0,65 x 37 mm) et 28 mm (0,7 x 40 mm).

[0038] La figure 7 illustre un schéma en coupe longitudinale, d'un exemple de réalisation dans lequel trois bandes de fréquences C, Ku et Ka sont prélevées au travers de la paroi latérale du cornet rayonnant par l'intermédiaire de trois jeux de plongeurs coaxiaux différents, 16a, 16b, 16c aménagés dans trois corrugations spécifiques différentes du cornet rayonnant. Les trois corrugations spécifiques ont des diamètres internes différents aptes à la propagation des signaux dans les bandes de fréquences respectives. Les diamètres internes des différentes corrugations spécifiques sont d'autant plus grands et localisés le plus proche du diamètre de l'ouverture rayonnante 13 du cornet rayonnant que la bande de fréquences est plus basse. Ainsi, sur la figure 7, les signaux en bande C sont extraits et injectés par des premiers plongeurs coaxiaux 16a implantés dans une corrugation spécifique de plus grand diamètre interne, localisée la plus près de l'ouverture rayonnante 13 du cornet rayonnant. Des seconds plongeurs coaxiaux

16b dédiés aux signaux dans la bande intermédiaire Ku, sont implantés dans une corrugation spécifique de diamètre intermédiaire et des troisièmes plongeurs coaxiaux 16c dédiés à la bande Ka sont localisés dans une corrugation spécifique de plus petit diamètre interne située plus loin du diamètre de l'ouverture rayonnante 13. Chaque jeu de plongeurs coaxiaux peut comporter quatre plongeurs coaxiaux régulièrement répartis angulairement, les plongeurs coaxiaux étant diamétralement opposés deux à deux. Sur la figure 7, deux plongeurs coaxiaux opposés sont visibles pour chaque bande de fréquences de fonctionnement, les deux plongeurs coaxiaux diamétralement opposés permettant d'exciter le cornet rayonnant selon l'une des deux polarisations linéaires verticale ou horizontale.

[0039] 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. En particulier, les bandes de fréquences explicitement décrites ne sont que des exemples de réalisation et peuvent bien sûr, être remplacées par toutes autres bandes de fréquences souhaitées. Notamment, la bande de fréquence la plus basse peut être une autre bande de fréquences que la bande C et les bandes de fréquences intermédiaires et haute peuvent être également différentes des bandes de fréquences Ku, K, Ka explicitement décrites. Par ailleurs, le nombre de corrugations spécifiques équipées de plongeurs coaxiaux n'est pas limité à un. Le cornet rayonnant peut comporter N corrugations spécifiques équipées de plongeurs coaxiaux, où N est supérieur ou égal à un. Le nombre N de corrugations spécifiques et leur diamètre interne est fonction des bandes de fréquences à propager par des plongeurs coaxiaux intégrés dans lesdites corrugations spécifiques.

40 Revendications

1. Cornet rayonnant multifréquences apte à propager des signaux dans un spectre de fréquences comprenant plusieurs bandes de fréquences différentes B1, ..., Bi, ..., BN, i étant compris entre 1 et N, B1 étant la bande de fréquences la plus basse, Bi étant au moins une bande de fréquence intermédiaire et BN la bande de fréquence la plus haute, le cornet rayonnant comportant une paroi latérale à symétrie de révolution autour d'un axe longitudinal Z, un orifice d'accès axial (12), appelé embouchure, et une ouverture rayonnante (13) opposée à l'orifice d'accès axial, la paroi latérale (14) délimitant un conduit longitudinal axial (11) reliant l'orifice d'accès axial et l'ouverture rayonnante, le conduit longitudinal axial (11) ayant, en section transversale, un diamètre croissant entre l'orifice d'accès axial et l'ouverture rayonnante, la paroi latérale (14) comportant une

- surface interne constituée d'une pluralité de corrugations (15) annulaires concentriques, situées dans des plans successifs parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe longitudinal Z, chaque corrugation étant centrée sur l'axe longitudinal Z, **caractérisé en ce que** le cornet rayonnant (10) comporte en outre quatre plongeurs coaxiaux (16) diamétralement opposés deux à deux, insérés dans une corrugation spécifique (17) dédiée de la paroi latérale (14), perpendiculairement à l'axe longitudinal Z, les quatre plongeurs coaxiaux (16) étant équi-répartis angulairement dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal Z et pénétrant dans le conduit longitudinal axial (11) du cornet rayonnant (10), chaque plongeur coaxial (16) étant dédié à la propagation de signaux dans la bande de fréquences B1 la plus basse du spectre de fréquences considéré.
2. Cornet rayonnant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque plongeur coaxial (16) est constitué d'une tige métallique (18) comportant une extrémité solidaire d'un embout métallique (19), en forme de disque ou de tronc de cône, l'embout métallique (19) étant perpendiculaire à la tige métallique (18), l'embout métallique (19) plongeant dans le conduit longitudinal axial (11) du cornet rayonnant (10).
 3. Cornet rayonnant selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre quatre connecteurs coaxiaux (21) respectivement associés aux quatre plongeurs coaxiaux (16), chaque connecteur coaxial (21) comportant une âme métallique et une embase (24) fixée sur une surface externe de la paroi latérale (14) du cornet rayonnant, la tige métallique (18) de chaque plongeur coaxial (16) étant respectivement constituée par l'âme métallique du connecteur coaxial correspondant.
 4. Cornet rayonnant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** chaque connecteur coaxial (21) est relié à un filtre coaxial (22) dédié à l'adaptation du plongeur coaxial (16) correspondant, dans la bande de fréquence B1 la plus basse du spectre de fréquences considéré.
 5. Cornet rayonnant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bande de fréquences la plus basse B1 est la bande C.
 6. Cornet rayonnant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte plusieurs jeux de plongeurs coaxiaux (16a, 16b, 16c) insérés dans différentes corrugations spécifiques (17a, 17b, 17c) ayant des diamètres internes différents, chaque jeu de plongeurs coaxiaux (16a, 16b, 16c) étant dédié à la propagation de signaux dans des bandes de fréquences différentes du spectre de fréquences considéré.
 7. Source rayonnante comportant un cornet rayonnant (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre un guide d'onde axial (31) connecté à l'orifice d'accès axial (12) du cornet rayonnant (10), des ports transversaux (38, 39) couplés perpendiculairement audit guide d'onde axial et un port terminal axial (32), les ports transversaux étant respectivement dédiés à la propagation des bandes de fréquences intermédiaires et le port terminal axial (32) étant apte à la propagation de la bande de fréquences la plus haute du spectre de fréquences considéré, le guide d'onde axial (31) ayant une section transversale de dimension décroissante entre l'orifice d'accès axial (12) et le port terminal axial (32).
 8. Source rayonnante selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'elle** comporte deux ports d'accès transversaux (38, 39) respectivement dédiés à deux bandes de fréquences intermédiaires différentes Ku et K.
 9. Source rayonnante selon l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisée en ce que** la bande de fréquence la plus haute du spectre est la bande Ka.
 10. Antenne comportant un cornet rayonnant (10) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre au moins un réflecteur (41), le cornet rayonnant (10) illuminant le réflecteur (41).

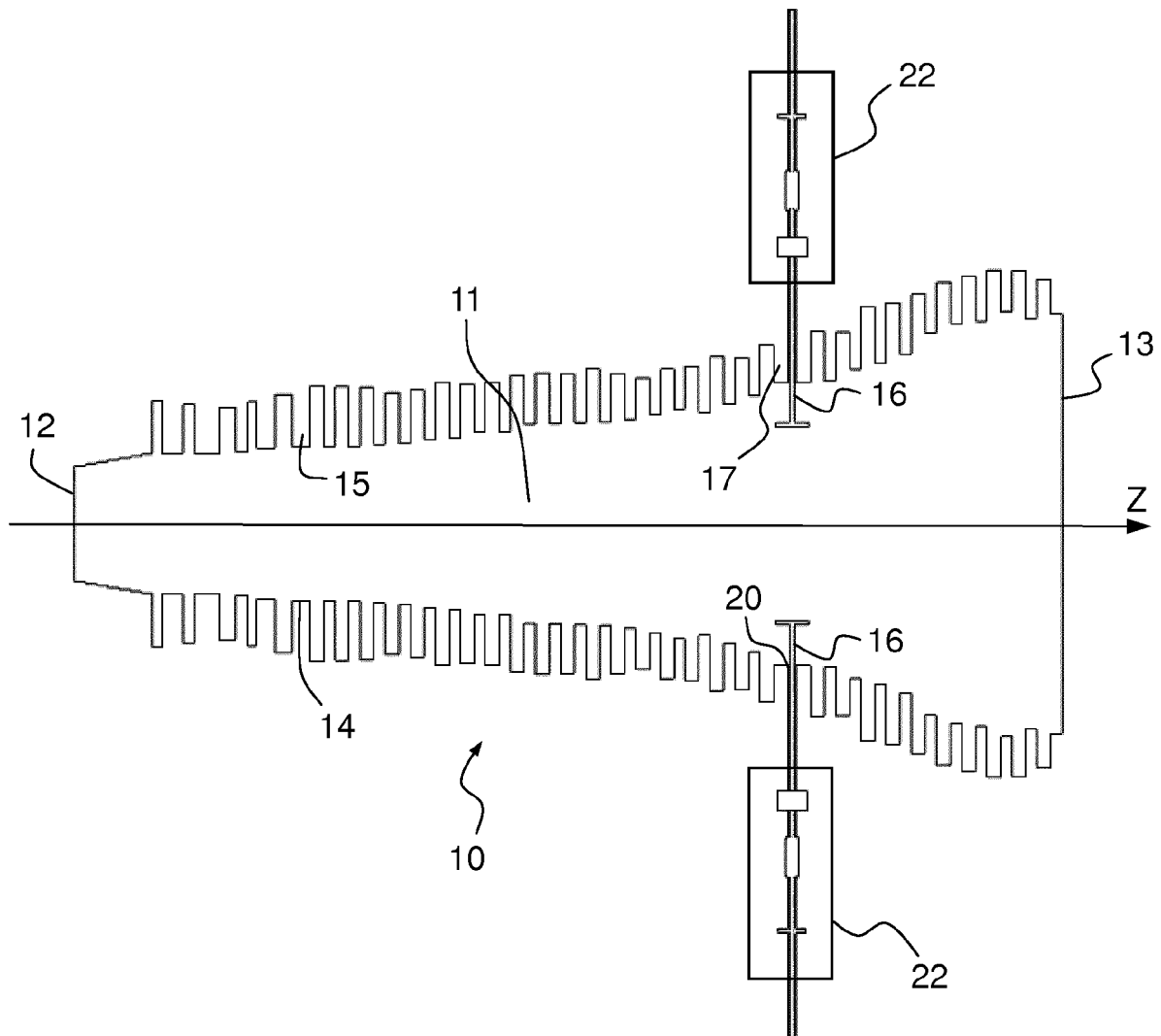


FIG.1a

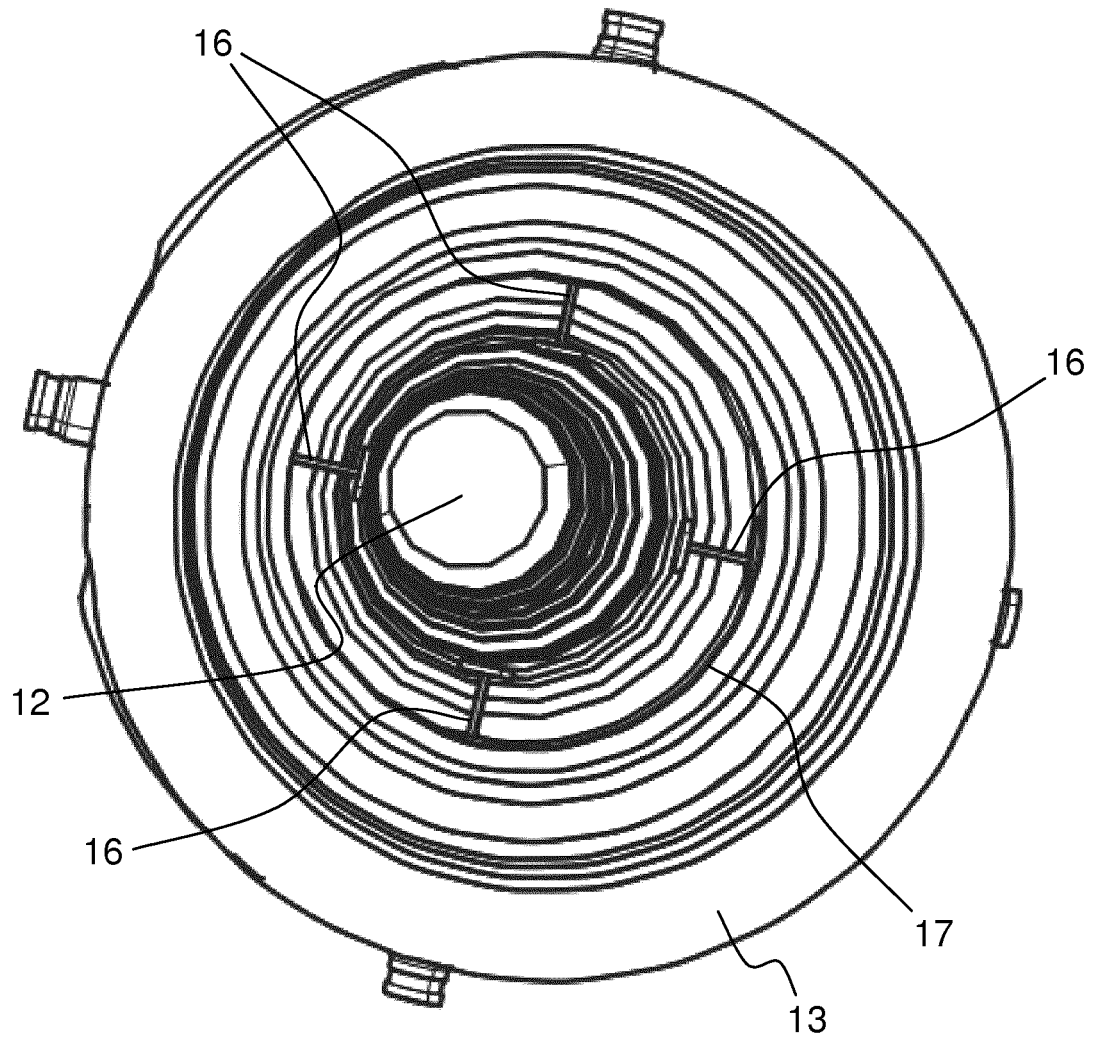


FIG.1b

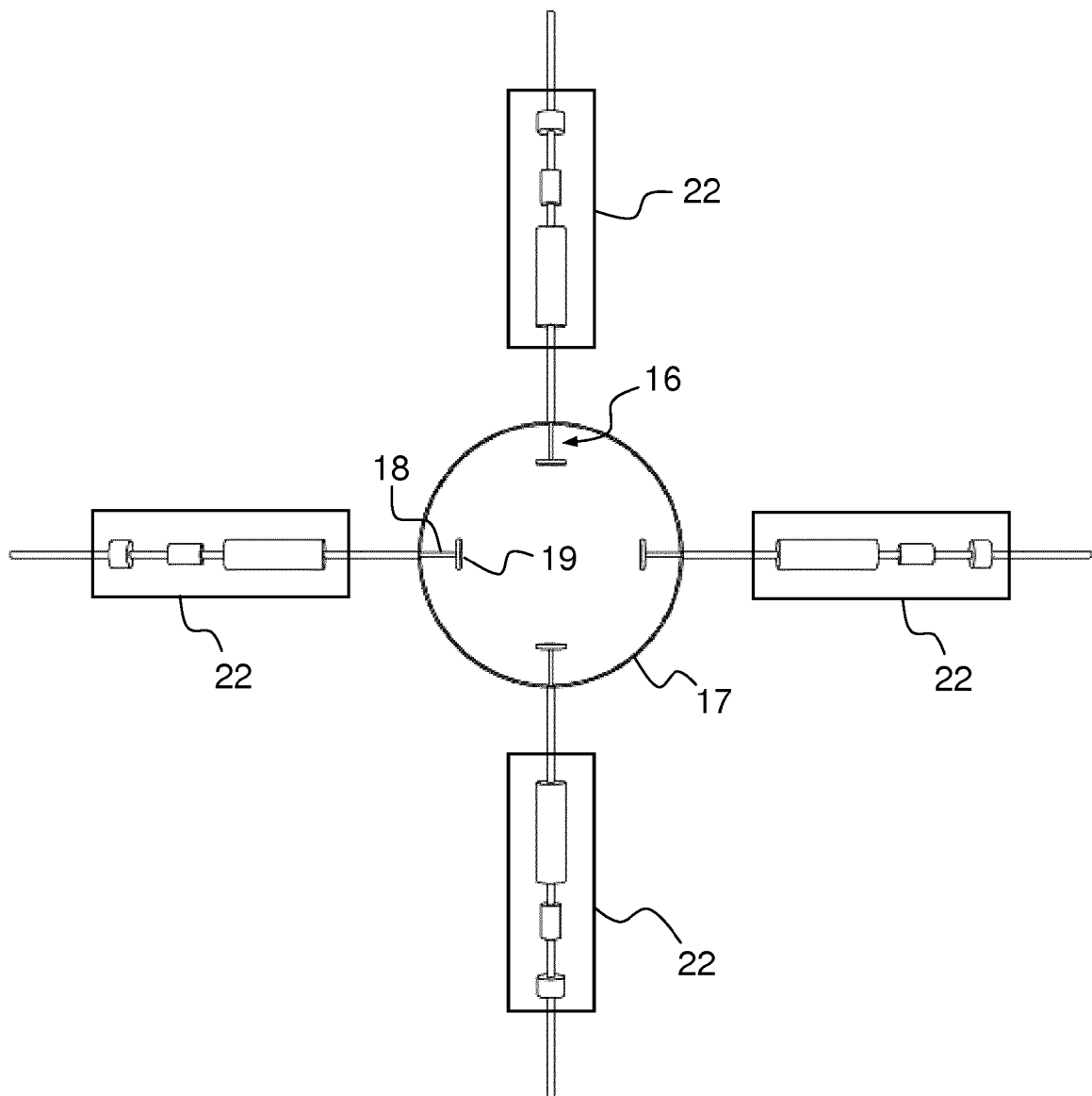


FIG.2a

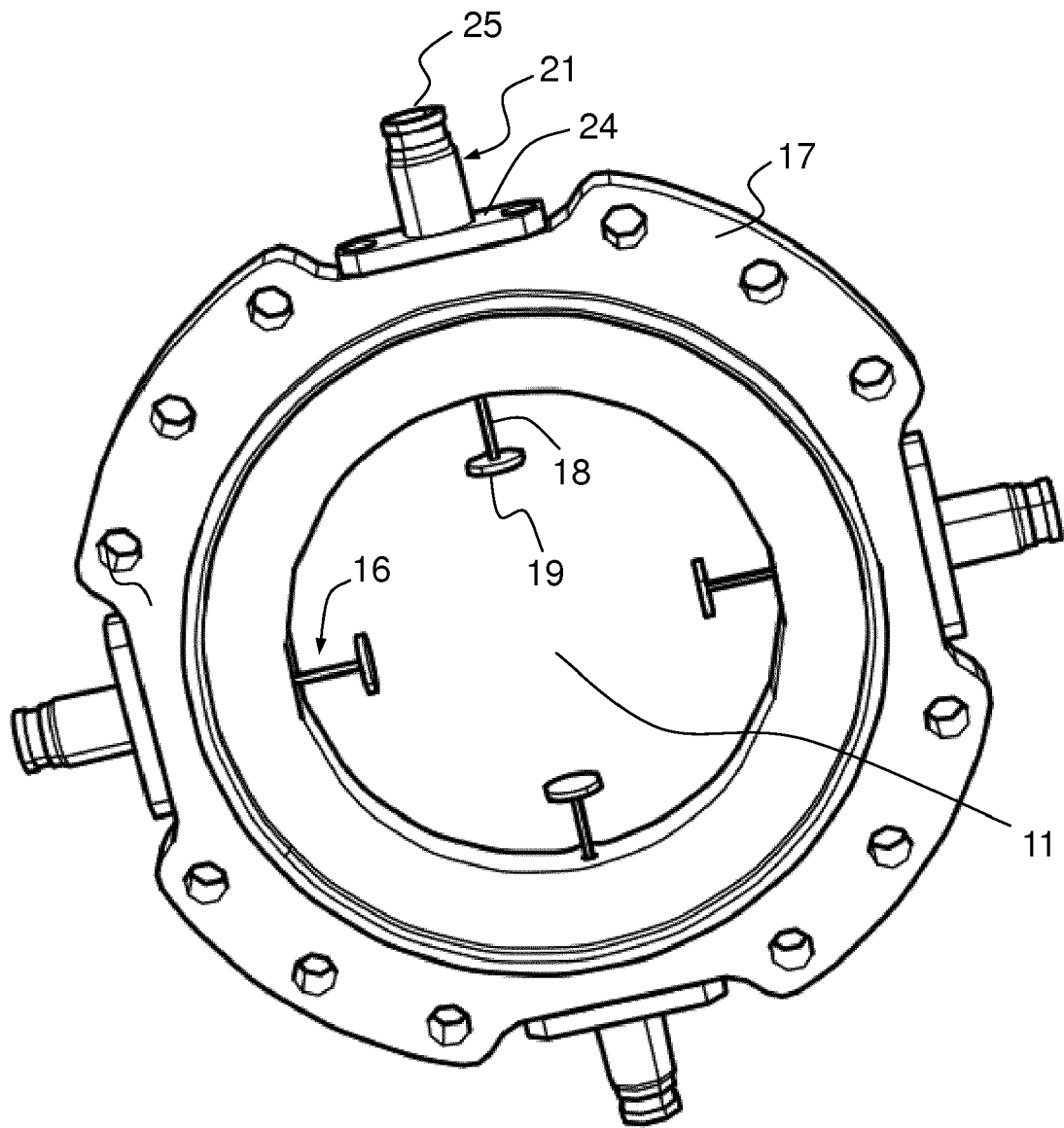
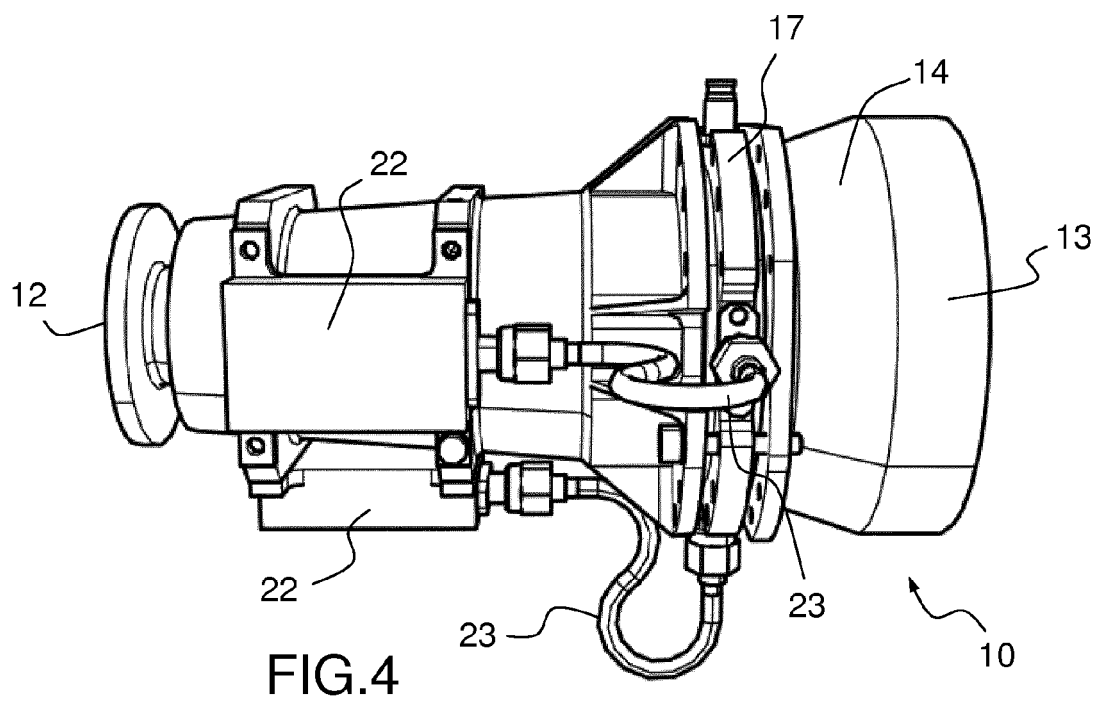
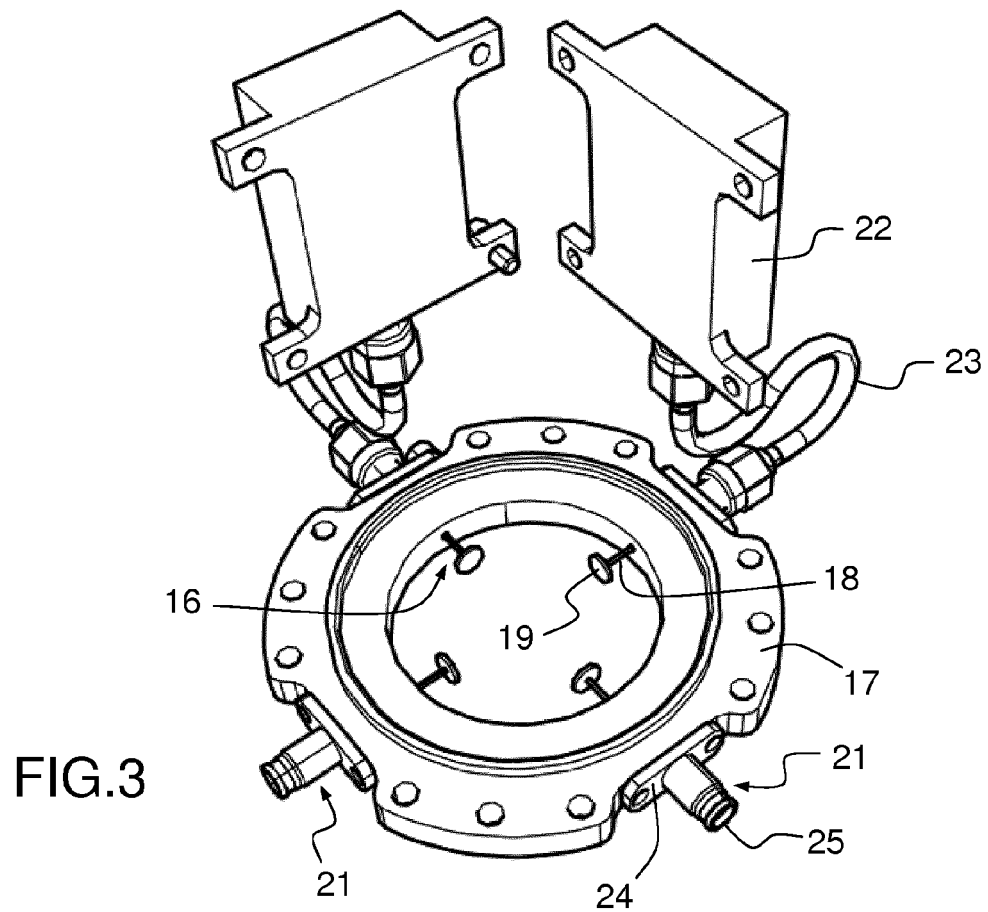
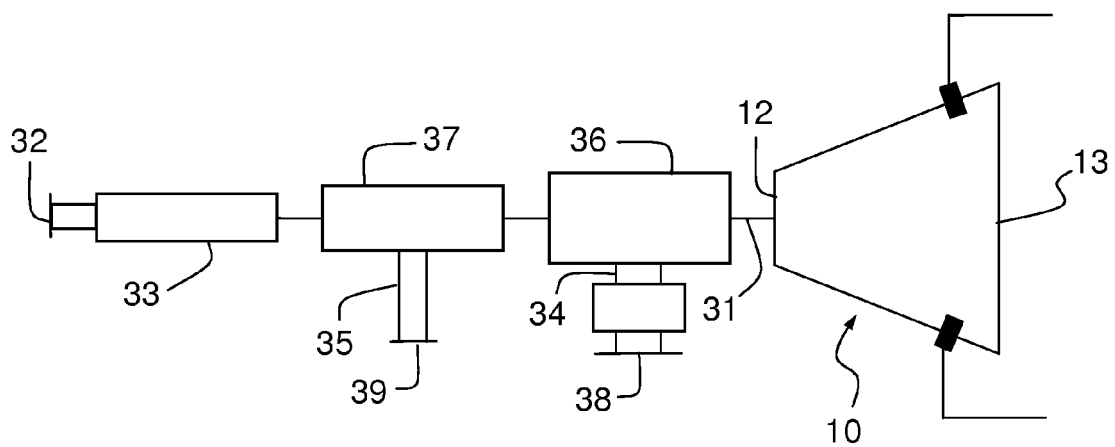
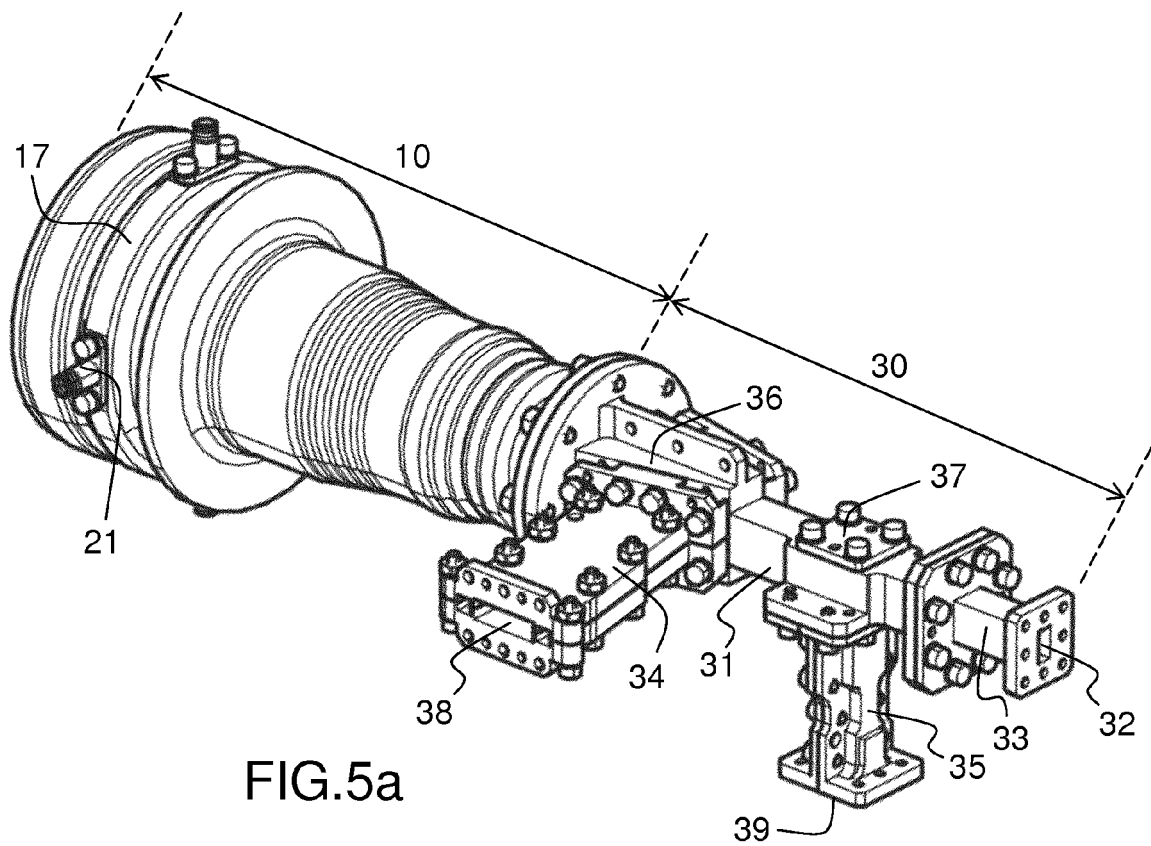


FIG.2b





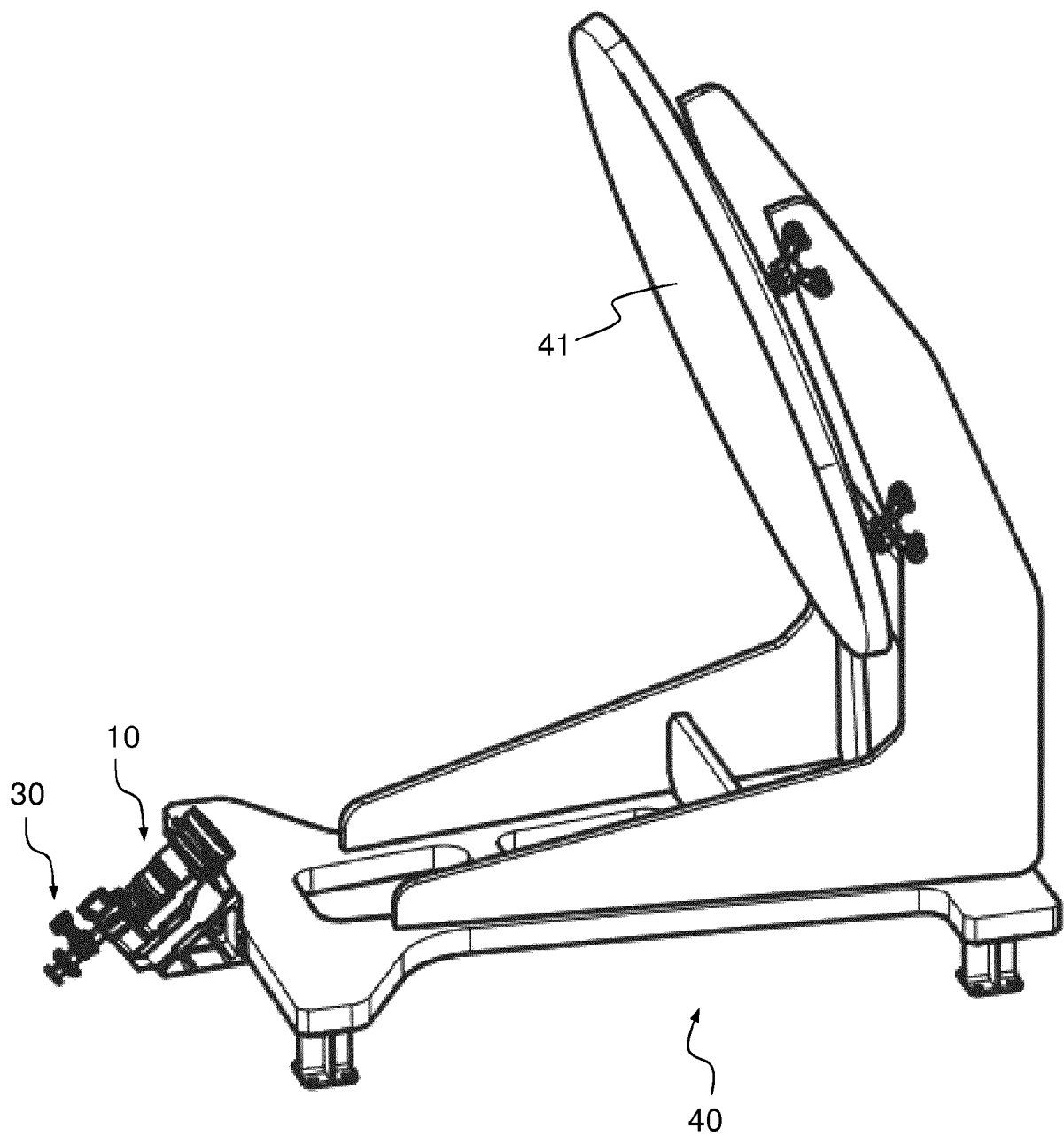


FIG.6

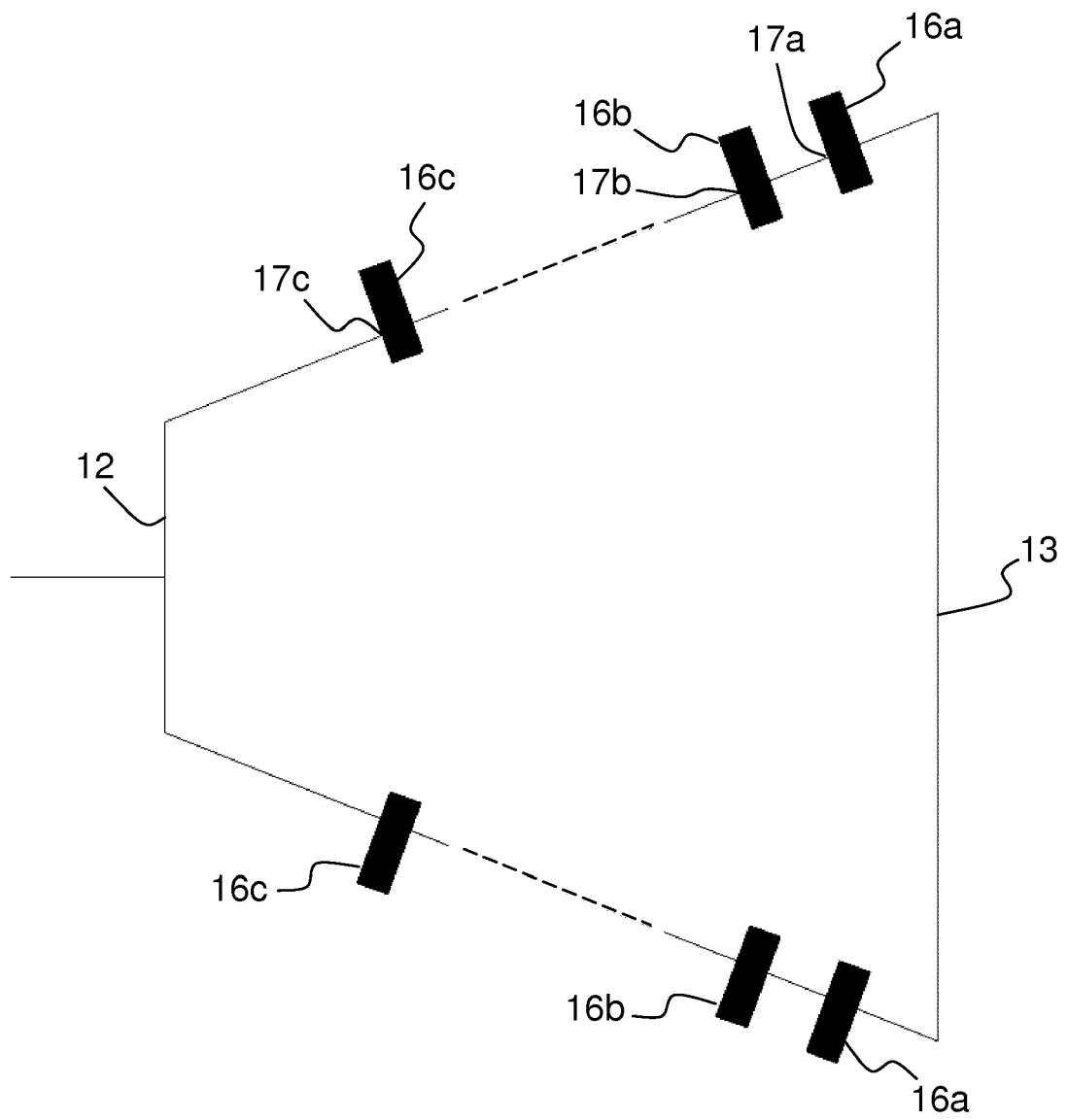


FIG. 7



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 19 2643

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)
A,D	US 4 258 366 A (FROSC ROBERT A ADMINISTRATOR ET AL) 24 mars 1981 (1981-03-24) * le document en entier *	1-10	INV. H01Q13/02 H01Q5/35 H01Q5/55
A	US 3 568 204 A (BLAISDELL LEONARD L) 2 mars 1971 (1971-03-02) * colonne 5, ligne 73 - colonne 6, ligne 16; figures 1,3 *	1	
A	GB 2 160 022 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 11 décembre 1985 (1985-12-11) * le document en entier *	1	
A	US 3 100 894 A (MORRIS GILLER ET AL) 13 août 1963 (1963-08-13) * colonne 1, ligne 67 - colonne 2, ligne 26 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		26 janvier 2017	Moumen, Abderrahim
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 16 19 2643

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.

26-01-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4258366 A	24-03-1981	AUCUN	
US 3568204 A	02-03-1971	AUCUN	
GB 2160022 A	11-12-1985	CA 1239222 A	12-07-1988
		DE 3421313 A1	12-12-1985
		FR 2565736 A1	13-12-1985
		GB 2160022 A	11-12-1985
		IT 1184562 B	28-10-1987
		JP S613503 A	09-01-1986
		JP H0344684 B2	08-07-1991
		US 4675689 A	23-06-1987
US 3100894 A	13-08-1963	GB 907117 A	03-10-1962
		US 3100894 A	13-08-1963

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 5175555 A [0005]
- US 4258366 A [0006]