



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**19.04.2017 Bulletin 2017/16**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 1/12 (2006.01)**      **H01Q 3/01 (2006.01)**  
**H01Q 3/02 (2006.01)**      **H01Q 19/19 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **16193184.5**

(22) Date de dépôt: **11.10.2016**

(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**

(72) Inventeurs:  
• **LORENZO, Jérôme**  
**31880 LA SALVETAT SAINT GILLES (FR)**  
• **FERRANDO, Nicolas**  
**31170 TOURNEFEUILLE (FR)**  
• **BROSSIER, Jérôme**  
**31470 FONSORBES (FR)**  
• **MONTEILLET, Benjamin**  
**31300 TOULOUSE (FR)**

(30) Priorité: **16.10.2015 FR 1502177**

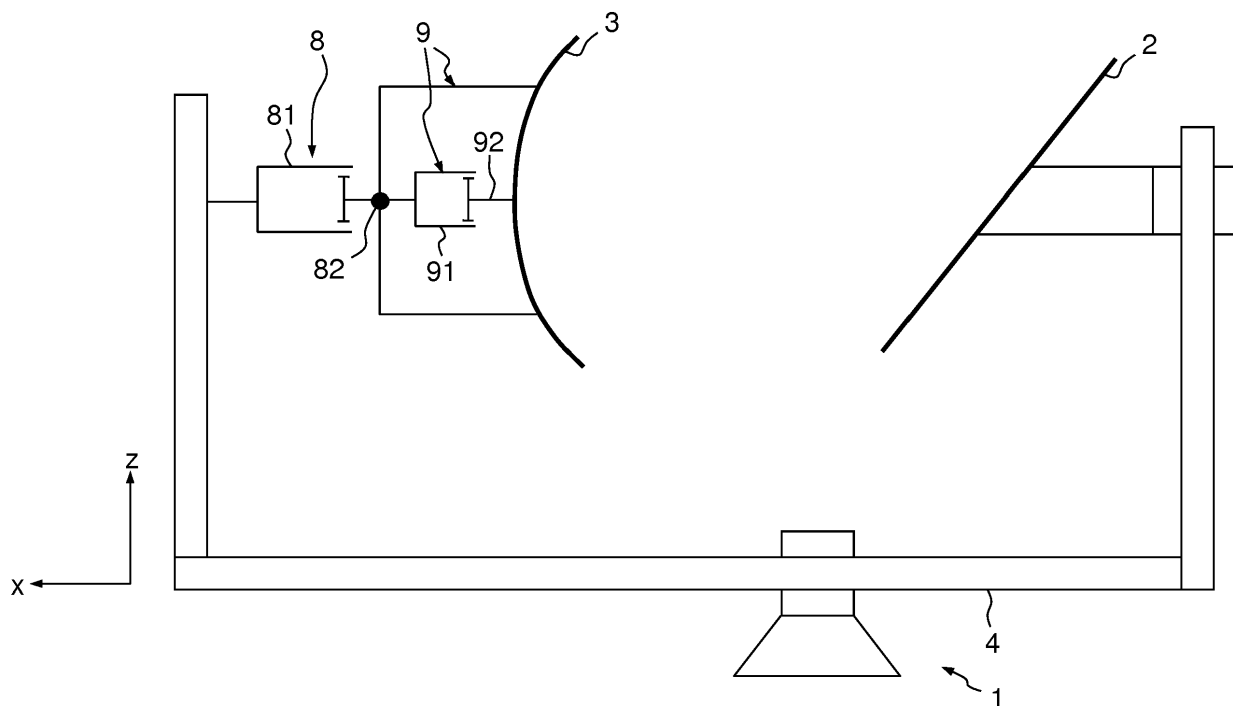
(71) Demandeur: **Thales**  
**92400 Courbevoie (FR)**

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

(54) **ANTENNE COMPACTE À OUVERTURE DE FAISCEAU MODULABLE**

(57) Antenne compacte (1) à un seul faisceau comprenant un réflecteur principal (2), un réflecteur secondaire (3), et un ensemble actionneur (8, 9) commandé

agissant sur le réflecteur secondaire (3) de manière à gérer l'ouverture du faisceau.



**FIG.4**

## Description

**[0001]** L'invention porte sur une antenne compacte. Elle s'applique notamment aux antennes compactes bi-axe 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]** On entend par large couverture angulaire en terme de pointage, i.e. typiquement avec un cône de demi-largeur angulaire au sommet pouvant aller jusqu'à 80°.

**[0003]** Les satellites en orbite basse, dits "défilants", ne disposent que de faibles volumes pour implanter des équipements d'antenne, et la mission peut exiger à la fois une forte agilité de pointage et un fonctionnement de l'antenne en émission et en réception et en bipolarisation, et une génération de plusieurs ouvertures de faisceau.

**[0004]** Il n'est pas connu d'antennes à agilité de pointage permettant d'assurer l'ensemble de ces fonctions.

**[0005]** Il est connu de réaliser une antenne parabolique centrée à laquelle est ajouté un miroir plan pour obtenir l'agilité en élévation. L'ensemble tourne autour de l'axe vertical pour avoir l'agilité en azimut. Une telle antenne parabolique ne permet pas un fonctionnement en bipolarisation ni d'éviter le point de singularité nadir. Elle ne permet pas non plus de générer plusieurs ouvertures de faisceau.

**[0006]** Il est également 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 et n'est pas compatible avec un fonctionnement bi-polarisation. Une telle antenne ne permet pas non plus de générer plusieurs ouvertures de faisceau.

**[0007]** 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. Une telle antenne ne permet pas non plus de générer plusieurs ouvertures de faisceau.

**[0008]** 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 actionneurs 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 importants. En outre, les liaisons radiofréquence réalisées par des câbles coaxiaux souples posent des problèmes de durée de vie. Une telle antenne ne permet pas non plus de générer plusieurs ouvertures de faisceau.

**[0009]** Un but de l'invention est de pallier les problèmes précédemment cités, et plus particulièrement de fournir une architecture antenne compacte permettant sur un très large domaine de balayage de générer avec la même antenne pointable passive plusieurs ouvertures de faisceaux.

**[0010]** Aussi, il est proposé, selon un aspect de l'invention, une antenne compacte à un seul faisceau comprenant un réflecteur principal, un réflecteur secondaire ou sub-réflecteur, et un ensemble actionneur commandé agissant sur le réflecteur secondaire de manière à gérer l'ouverture du faisceau.

**[0011]** Une telle antenne permet de générer une pluralité d'ouvertures de faisceau.

**[0012]** Dans un mode de réalisation, l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur adapté pour déplacer en translation le réflecteur secondaire dit sub-réflecteur.

**[0013]** Ainsi, lorsque l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur adapté pour déplacer le réflecteur secondaire, la focale équivalente de l'antenne est modifiée ainsi que le niveau d'éclairement de la source sur les bords du sub-réflecteur, ce qui permet de modifier la forme du diagramme antenne et donc l'ouverture du lobe principal.

**[0014]** Selon un mode de réalisation, l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur adapté pour déformer le réflecteur secondaire ou sub-réflecteur.

**[0015]** Ainsi, lorsque l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur adapté pour déformer le réflecteur secondaire la forme, ou "shaping" en langue anglaise, du sub-réflecteur est modifiée, ce qui permet de modifier la forme du diagramme antenne et donc l'ouverture du lobe principal.

**[0016]** Lorsque l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur adapté pour déplacer le réflecteur secondaire et au moins un actionneur adapté pour déformer le réflecteur secondaire, la focale équivalente de l'antenne, ainsi que la forme ou "shaping" du sub-réflecteur sont modifiés ensemble: en combinant ces deux effets, ceci permet de modifier de façon plus importante la forme du diagramme d'antenne et donc l'ouverture du lobe principal. L'excursion de variation d'ouverture antenne sur le lobe principal est alors maximisée.

**[0017]** Selon un mode de réalisation, l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur adapté pour déplacer et déformer le réflecteur secondaire.

**[0018]** Ainsi, lorsque l'ensemble actionneur comprend un actionneur capable de déplacer et déformer le réflecteur secondaire, l'implantation du système actionneur unique permet de greffer la fonction ouverture de faisceau modulable sur une large excursion d'ouverture tout en minimisant l'impact sur le coût et la complexité de l'antenne. En effet, cet actionneur unique est facilement implantable car sa masse et son volume sont très faibles, et il ne nécessite qu'un unique harnais électrique pour le commander.

**[0019]** Dans un mode de réalisation, les actionneurs sont configurés en série.

**[0020]** Le fait de configurer les actionneurs en série permet de les commander indépendamment et de gérer simplement et de manière précise le déplacement et la déformation souhaités pour modifier l'ouverture de faisceau.

**[0021]** Selon un mode de réalisation, au moins un actionneur est linéaire.

**[0022]** L'utilisation d'actionneurs linéaires, par exemple de type pas-à-pas permet de piloter simplement et avec précision la variation de l'ouverture de faisceau, et permet également que ce pilotage soit réversible (le faisceau peut s'ouvrir ou se fermer).

**[0023]** Dans un mode de réalisation, le réflecteur secondaire a une symétrie de révolution.

**[0024]** L'invention sera mieux comprise à l'étude de quelques modes de réalisation décrits à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1a et 1b illustrent schématiquement un mode de réalisation selon un aspect de l'invention dans lequel l'ensemble actionneur ne comprend que des actionneurs adaptés pour déplacer le réflecteur secondaire;
- les figures 2a et 2b illustrent schématiquement un mode de réalisation selon un aspect de l'invention dans lequel l'ensemble actionneur ne comprend que des actionneurs adaptés pour déformer le réflecteur secondaire;
- la figure 3a, 3b et 3c illustrent schématiquement un mode de réalisation selon un aspect de l'invention dans lequel l'ensemble actionneur comprend des actionneurs adaptés pour déplacer le réflecteur secondaire et des actionneurs adaptés pour déformer le réflecteur secondaire; et
- la figure 4 illustre schématiquement un mode de réalisation généralisé de celui des figures 3a, 3b et 3c.

**[0025]** Sur les différentes figures, les éléments ayant des références identiques sont identiques.

**[0026]** Sur les figures suivantes sont illustrées, de manière très schématique, des exemples d'antennes compactes selon divers mode de réalisation de l'invention.

**[0027]** Seuls les éléments nécessaires à l'invention sont représentés, mais l'antenne compacte comprend également les éléments classiques nécessaires à son fonctionnement tels que décrits, par exemple, dans la demande FR dont le numéro d'enregistrement est 14/02674.

**[0028]** Sur les figures 1a et 1b, une antenne compacte classique est représentée schématiquement, et comprend notamment un réflecteur principal 2, en l'espèce un miroir plan incliné par rapport à un axe d'élévation X, ainsi qu'un réflecteur secondaire 3, en l'occurrence un miroir à surface parabolique de révolution. Le miroir plan 2 et le miroir parabolique 3 sont montés sur une platine 4 de l'antenne compacte mobile 1 en rotation autour de l'axe d'azimut Z.

**[0029]** Ce premier mode de réalisation comprend un actionneur 5, par exemple un actionneur linéaire, adapté pour déplacer le réflecteur secondaire 3 ou miroir parabolique selon l'axe d'élévation X.

**[0030]** Sur l'exemple décrit, le réflecteur secondaire 3 est déplacé vers la gauche selon l'axe d'élévation X, entre les figures 1a et 1b, par action commandée de l'actionneur 5.

**[0031]** Ce déplacement commandé du réflecteur secondaire 3 permet de modifier l'ouverture de faisceau de l'antenne compacte 1.

**[0032]** Sur les figures 2a et 2b, une antenne compacte classique est représentée schématiquement, et comprend notamment un réflecteur principal 2, en l'espèce un miroir plan incliné par rapport à un axe d'élévation X, ainsi qu'un réflecteur secondaire 3, en l'occurrence un miroir à surface parabolique de révolution. Le miroir plan 2 et le miroir parabolique 3 sont montés sur une platine 4 de l'antenne compacte mobile 1 en rotation autour de l'axe d'azimut Z.

**[0033]** Ce deuxième mode de réalisation comprend un actionneur 6, par exemple un actionneur linéaire, adapté pour déformer le réflecteur secondaire 3 ou miroir parabolique selon l'axe d'élévation X, ou, en d'autres termes, modifier sa concavité ou sa forme.

**[0034]** Par exemple, l'actionneur 6 peut comprendre un actionneur linéaire associé à un système de tirants se reprenant sur la périphérie du sub-réflecteur réalisé dans un matériau souple permettant de réfléchir les ondes électromagnétiques.

**[0035]** Sur l'exemple décrit, le réflecteur secondaire 3 ou miroir parabolique 3 est déformé, par exemple par diminution de sa concavité entre les figures 2a et 2b par action commandée de l'actionneur 6.

**[0036]** Cette déformation commandée du réflecteur secondaire 3 permet de modifier l'ouverture de faisceau de l'antenne compacte 1.

**[0037]** Sur les figures 3a, 3b et 3c, une antenne compacte classique est représentée schématiquement, et comprend notamment un réflecteur principal 2, en l'es-

pièce un miroir plan incliné par rapport à un axe d'élévation X, ainsi qu'un réflecteur secondaire 3, en l'occurrence un miroir à surface parabolique de révolution. Le miroir plan 2 et le miroir parabolique 3 sont montés sur une platine 4 de l'antenne compacte mobile 1 en rotation autour de l'axe d'azimut Z.

**[0038]** Ce deuxième mode de réalisation comprend un actionneur 7, par exemple un actionneur linéaire, adapté pour déplacer et/ou déformer le réflecteur secondaire 3 ou miroir parabolique selon l'axe d'élévation X.

**[0039]** Par exemple, l'actionneur 7 peut comprendre un ensemble actionneur linéaire avec système de tirants se reprenant sur la périphérie du sub-réflecteur réalisé dans un matériau souple permettant de réfléchir les ondes électromagnétiques, le tout associé à un système de ressort unique permettant avec le même actuateur linéaire d'ouvrir la forme du sub-réflecteur une fois que ce même sub-réflecteur a été déplacé.

**[0040]** Sur l'exemple décrit, le réflecteur secondaire 3 ou miroir parabolique 3 est déplacé puis déformé par diminution de sa concavité entre les figures 3b et 3c par action commandée de l'actionneur 7.

**[0041]** Cette combinaison de déplacement et de déformation commandée du réflecteur secondaire 3 permet de modifier l'ouverture de faisceau de l'antenne compacte 1.

**[0042]** La figure 4 représente une généralisation du mode de réalisation des figures 3a, 3b et 3c, dans lequel l'ensemble actionneur comprend deux actionneurs 8 et 9 configurés en série.

**[0043]** Les actionneurs 8 et 9 peuvent être des actionneurs rotatifs permettant les mouvements souhaités du réflecteur secondaire 3. Avantageusement, les actionneurs sont des actionneurs linéaires.

**[0044]** L'actionneur 8 comprend un corps 81 et une tige 82 mobile en translation selon un axe par rapport au corps 81, en l'espèce l'axe d'élévation X. L'actionneur 8 permet de déplacer le réflecteur secondaire 3, en l'occurrence selon l'axe d'élévation X.

**[0045]** De même l'actionneur 9 comprend un corps 91 et une tige 92 mobile en translation selon un axe par rapport au corps 91, en l'espèce l'axe d'élévation X. L'actionneur 9 permet de déformer le réflecteur secondaire 3, en l'occurrence de modifier la concavité du réflecteur secondaire 3 au vu de la connexion rigide entre l'actionneur 9 et le réflecteur secondaire 3. Cet actionneur 9 peut comprendre un simple système passif de ressort.

**[0046]** Les actionneurs 8 et 9 sont pilotés de manière à déplacer en translation pour chacun la tige, par rapport au corps respectif. Le corps 81 est solidaire de la platine 4 de l'antenne 1. Les actionneurs 8 et 9 sont configurés en série de sorte que le corps 91 est solidaire de la tige 82. La tige 92 est solidaire du réflecteur secondaire 3.

**[0047]** Pour simplifier la construction du dispositif les axes sont avantageusement confondus, en l'espèce l'axe d'élévation X. D'autres dispositions sont possibles dans le cadre de l'invention. En variante, les axes des deux actionneurs 8 et 9 peuvent être parallèles et distants

l'un de l'autre.

## Revendications

1. Antenne compacte (1) à un seul faisceau comprenant un réflecteur principal (2), un réflecteur secondaire (3), et un ensemble actionneur (5; 6; 7; 8, 9) commandé agissant sur le réflecteur secondaire (3) de manière à gérer l'ouverture du faisceau.
2. Antenne selon la revendication 1, dans laquelle l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur (5) adapté pour déplacer en translation le réflecteur secondaire.
3. Antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur (6) adapté pour déformer le réflecteur secondaire.
4. Antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur (7) adapté pour déplacer et déformer le réflecteur secondaire.
5. Antenne selon les revendications 2 et 3, dans laquelle les actionneurs (8,9) sont configurés en série.
6. Antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins un actionneur (5, 6, 7, 8, 9) est linéaire.
7. Antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le réflecteur secondaire (3) a une symétrie de révolution.
8. Antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'ensemble actionneur comprend au moins un actionneur pas-à-pas (5, 6, 7, 8, 9).

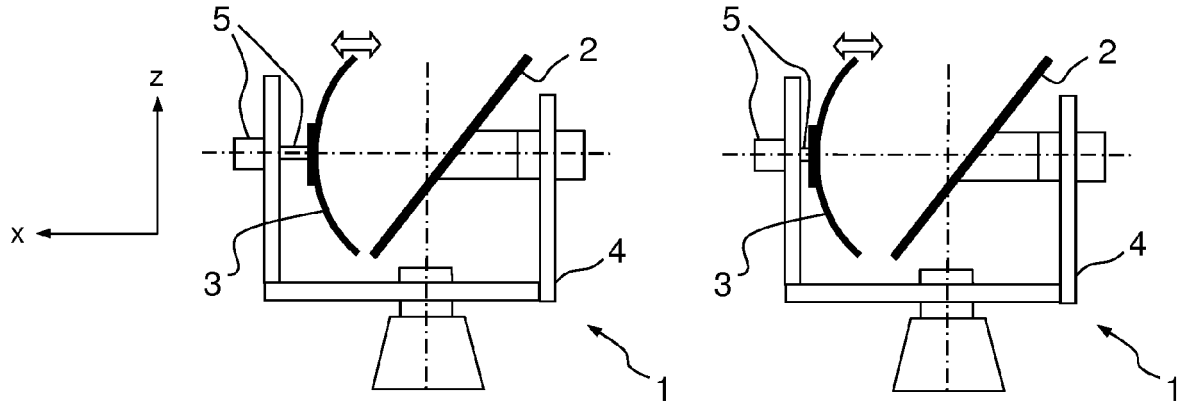


FIG. 1a

FIG. 1b

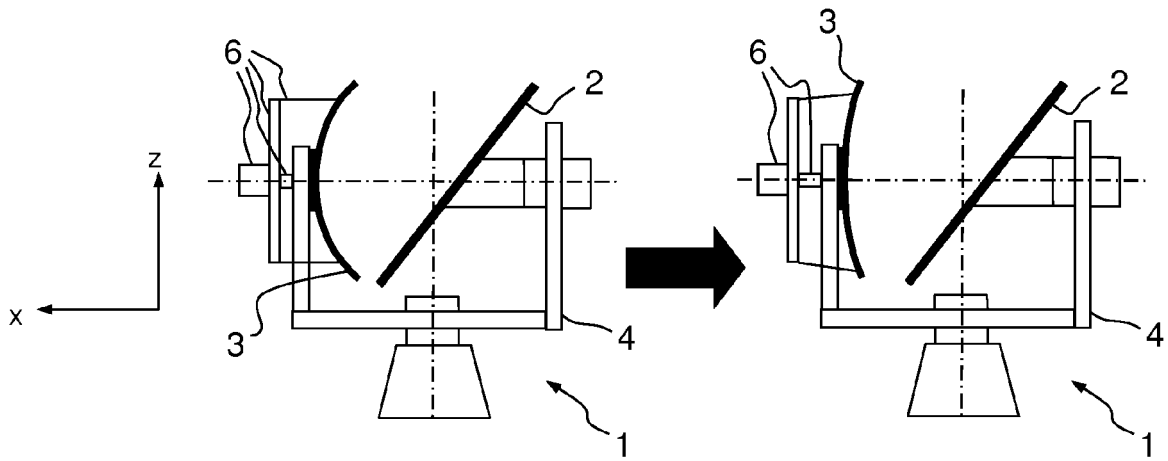


FIG. 2a

FIG. 2b

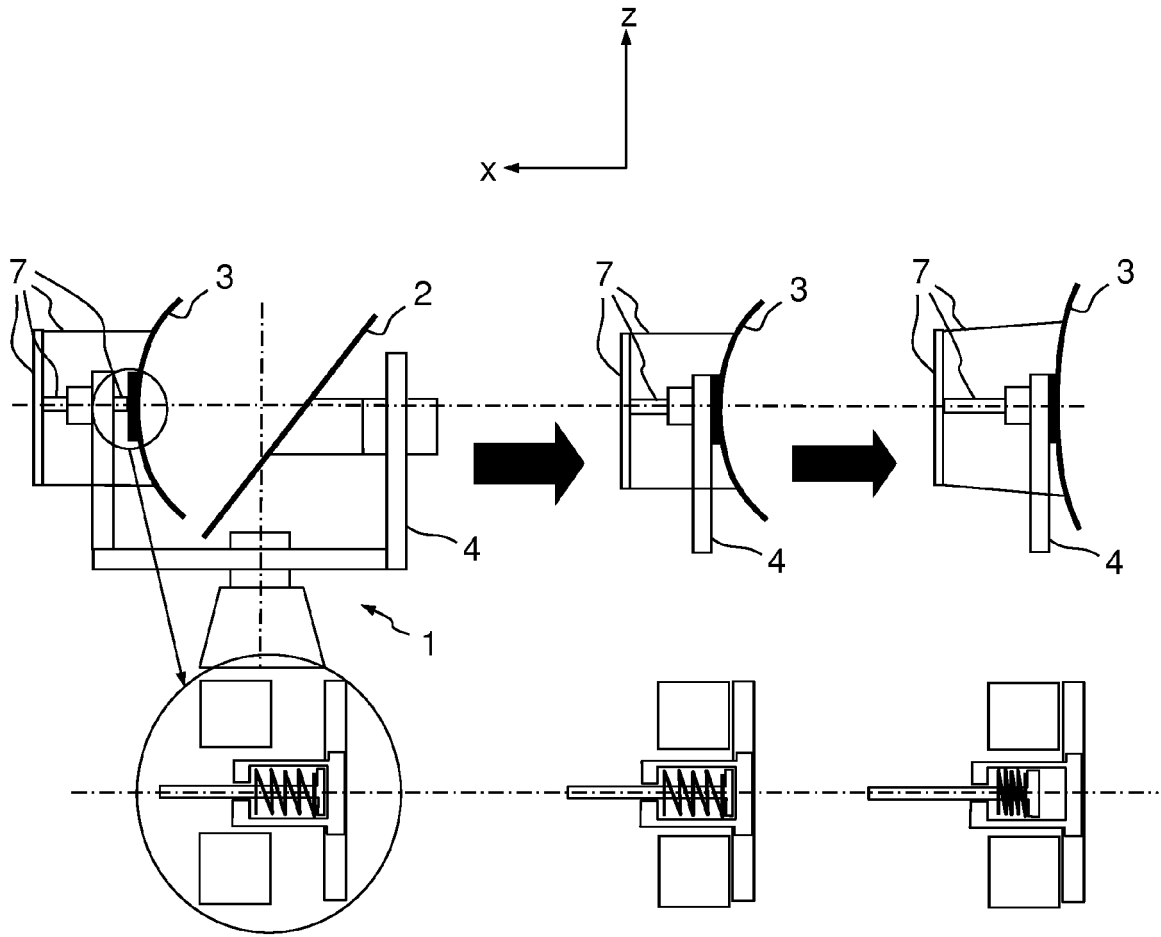


FIG.3a

FIG.3b

FIG.3c

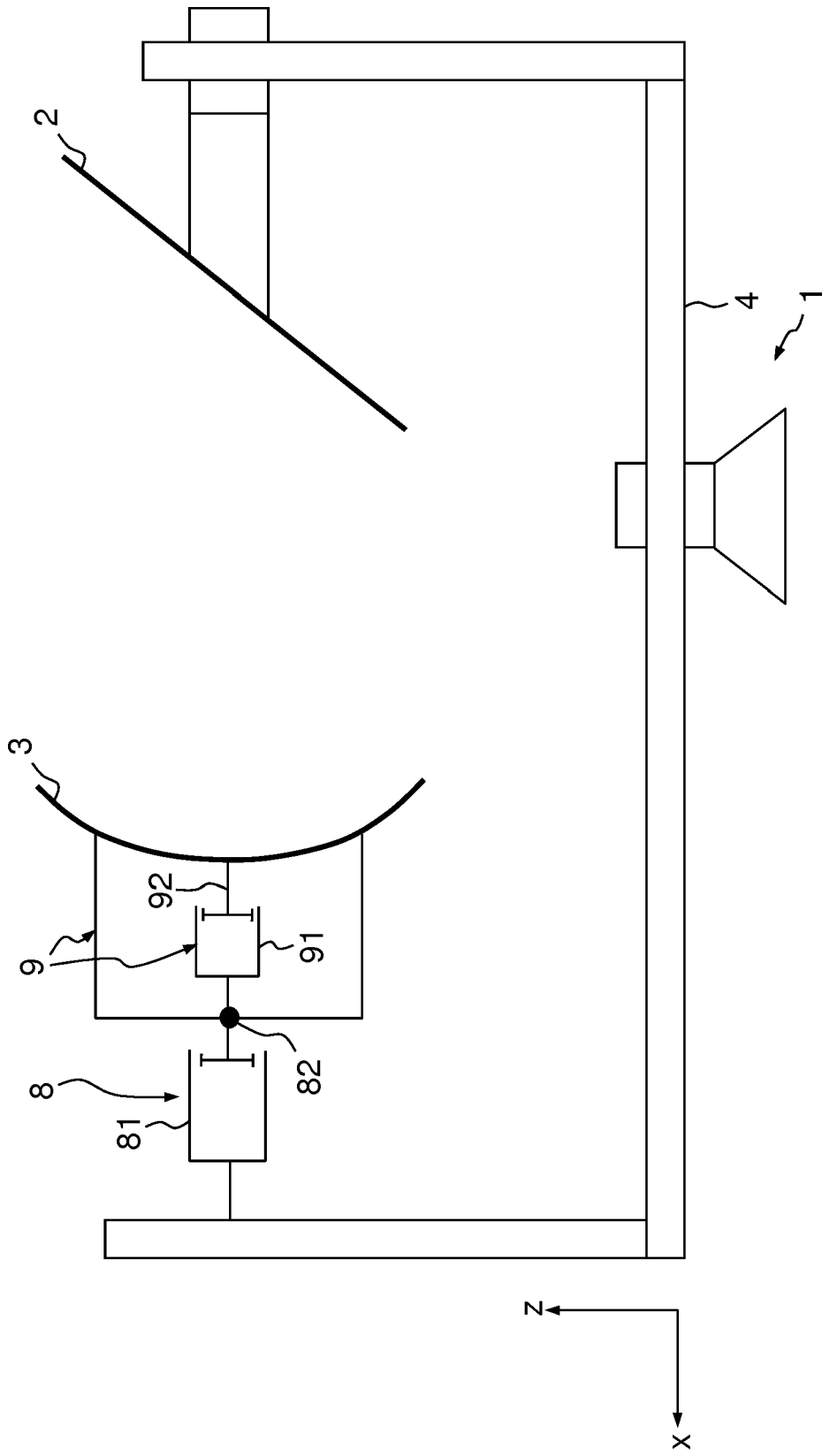


FIG.4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 16 19 3184

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 5 579 018 A (FRANCIS COLIN M [US] ET AL) 26 novembre 1996 (1996-11-26)	1,2,6-8	INV. H01Q1/12 H01Q3/01 H01Q3/02 H01Q19/19
Y	* colonne 2, ligne 53 - ligne 56 * * colonne 3, ligne 35 - ligne 56 * * figures 1,2 *	3-5	
X	----- EP 1 414 110 A1 (EMS TECHNOLOGIES CANADA LTD [CA]) 28 avril 2004 (2004-04-28) * figure 1 * * alinéa [0018] * * alinéa [0024] - alinéa [0027] *	1,2,7,8	
Y	----- EP 2 648 281 A1 (THALES SA [FR]; CENTRE NAT ETD SPATIALES [FR]) 9 octobre 2013 (2013-10-09) * alinéa [0001] * * alinéa [0003] - alinéa [0006] * * alinéa [0016] - alinéa [0018] * * figure 1 *	3-5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01Q
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>9 février 2017</b>	Examineur <b>Wattiaux, Véronique</b>
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 03.02 (P04C02)



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

EP 16 19 3184

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.

09-02-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5579018	A	26-11-1996	AUCUN
EP 1414110	A1	28-04-2004	AUCUN
EP 2648281	A1	09-10-2013	CA 2811767 A1 06-10-2013 EP 2648281 A1 09-10-2013 FR 2989229 A1 11-10-2013 JP 2013219768 A 24-10-2013 US 2013265209 A1 10-10-2013

EPO FORM P0460

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