

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 217 687 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
26.06.2002 Bulletin 2002/26

(51) Int Cl.7: **H01Q 3/26, H01Q 1/28**

(21) Numéro de dépôt: **01403200.7**

(22) Date de dépôt: **11.12.2001**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **21.12.2000 FR 0016774**

(71) Demandeur: **Thales
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

• **Renault, Michel, Thales Intellectual Property
94117 Arcueil Cedex (FR)**

• **Merlet, Thomas, Thales Intellectual Property**

94117 Arcueil Cedex (FR)

• **Le Calvez, Veronique,**

Thales Intellectual Property

94117 Arcueil Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Lucas, Laurent Jacques**

Thales Intellectual Property,

13, avenue du Président Salvador Allende

94117 Arcueil Cedex (FR)

(54) Procédé de mesure et compensation de la déformation d'une antenne et antenne pour un tel procédé

(57) La présente invention concerne un procédé de détermination de l'erreur du diagramme de rayonnement d'une antenne à balayage électronique, l'erreur étant due à la déformation mécanique de la surface rayonnante de l'antenne, et la détermination, en vue de la correction de cette erreur, étant effectuée à partir de mesures de la déformation mécanique de la surface rayonnante. Le procédé compense la déformation mesurée en calculant et appliquant une correction d'écart de phase sur les déphasateurs.

La présente invention concerne également une antenne comportant des moyens mettant en oeuvre un tel procédé.

La déformation mécanique est estimée par des mesures optiques.

Le nombre de points de mesure est inférieur au nombre d'éléments rayonnants de l'antenne.

La correction de l'erreur est effectuée pendant le fonctionnement de l'antenne.

L'invention s'applique notamment pour des antennes à balayage électronique à coût et masse réduits.

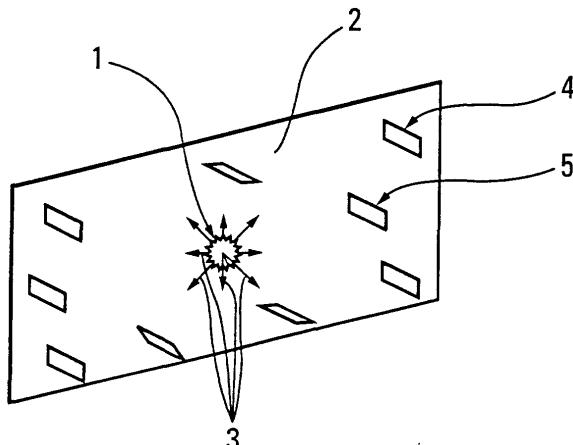


Fig. 1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des antennes à réseau à balayage électronique ; et plus particulièrement un procédé de détermination de l'erreur du diagramme de rayonnement due à la déformation de la face rayonnante d'une antenne à réseau et de compensation de cette erreur.

[0002] On va d'abord décrire brièvement le fonctionnement d'une telle antenne. Elle est constituée d'une pluralité d'éléments rayonnants, de type dipôle par exemple, généralement disposés aux noeuds d'un maillage plan régulier (rectangulaire, triangulaire, ou plus généralement bi-périodique). A chacun de ces éléments rayonnants est associé un dispositif déphaseur à commande électronique. Pour orienter le faisceau radioélectrique dans une direction de pointage donnée, les signaux émis ou reçus par les différents éléments rayonnants sont déphasés entre eux de telle sorte que les contributions au rayonnement de l'antenne des divers éléments rayonnants s'ajoutent en phase dans la direction choisie. La valeur de consigne de la commande de chaque déphaseur est élaborée par un calculateur appelé pointeur. La commande électronique du pointage de l'antenne permet une mise en oeuvre de multiples fonctions radar sur une même antenne, par exemple une veille, des poursuites et une conduite de tir.

[0003] L'antenne à réseau se présente sous la forme d'une dalle comportant une surface rayonnante et une épaisseur correspondant à l'empilement d'un élément rayonnant, d'un déphaseur, d'une distribution hyperfréquence et dans certains cas d'un générateur hyperfréquence. L'épaisseur est par exemple de quelques dizaines de centimètres.

[0004] Dans une antenne à réseau, la qualité du diagramme de rayonnement et la précision de pointage du faisceau radioélectrique dépendent pour une part importante de la maîtrise du plan d'onde électrique. Pour respecter les exigences de précision de pointage et de qualité du diagramme, la méthode utilisée actuellement consiste à définir une structure mécanique, supportant les éléments rayonnants, dont l'état de planéité permet d'obtenir la qualité du plan d'onde électrique. Pour cela, on définit des tolérances de fabrication très serrées pour la structure mécanique et les éléments rayonnants et on conçoit une structure mécanique dont la rigidité est très élevée. Cette rigidité permet d'éviter que les déformations mécaniques induites par les conditions de fonctionnement et d'environnement, notamment le mouvement de rotation de l'antenne et le vent, ne dégradent la planéité de la surface d'émission.

[0005] Les inconvénients principaux de la méthode ci-dessus pour assurer la qualité de la surface d'émission de l'antenne à réseau sont de conduire à un matériel dont la masse et le coût sont élevés. Une antenne à réseau est généralement 5 à 10 fois plus lourde qu'une antenne radar passive. La satisfaction des exigences

de rigidité entraîne la conception de structures lourdes, qui pénalisent la mobilité et l'implantation du matériel. Le déplacement d'un tel matériel peut être impossible par transport aérien et nécessite un véhicule routier de forte capacité. Les moyens d'installation sont importants, avec par exemple une grue, et la structure d'accueil est sophistiquée. L'installation sur un navire peut notamment être impossible. La mobilité réduite, l'importance des temps et des moyens d'installation d'un système mobile comportant une antenne à réseau actuelle limitent notablement la tactique.

[0006] Un but de l'invention est notamment de permettre la réalisation d'une antenne à réseau à balayage électronique dont la mobilité, l'implantation et la tactique sont améliorées. A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de détermination de l'erreur du diagramme de rayonnement d'une antenne à balayage électronique comportant un réseau de N éléments rayonnants, l'erreur étant due à la déformation mécanique de la surface rayonnante de l'antenne, tel que la détermination est effectuée à partir de mesures de la déformation mécanique de n points de ladite surface en vue de la correction de cette erreur.

[0007] L'invention a notamment pour avantage qu'elle permet une réalisation d'antenne à balayage électronique dont la structure est allégée et simplifiée sans porter atteinte à la qualité de son diagramme de rayonnement. Elle permet de réaliser une antenne à faible coût et dont le déplacement est facilité.

[0008] De préférence, le procédé utilise des mesures optiques des déformations du plan de l'antenne.

[0009] De préférence, le procédé selon l'invention est mis en oeuvre à l'aide de sources lumineuses et de capteurs optiques fixés sur l'antenne elle-même. Il ne fait appel à aucun dispositif ou système de mesure d'erreur extérieur à l'antenne et permet de conserver l'autonomie totale de l'antenne, notamment pour une antenne mobile.

[0010] L'invention permet de compenser des déformations mécaniques du plan mécanique de l'antenne induites par les conditions de fonctionnement et d'environnement. L'invention permet de conserver une même qualité de diagramme de rayonnement avec une antenne dont les déformations sont dix à cent fois plus élevées que les déformations tolérées sans mise en oeuvre de l'invention. L'invention permet de réduire notablement les contraintes de rigidité.

[0011] L'invention permet de compenser un défaut permanent de la surface rayonnante de l'antenne, elle présente l'avantage d'augmenter les tolérances mécaniques de fabrication de la surface de l'antenne.

[0012] L'invention concerne également une antenne à balayage électronique comportant des moyens mettant en oeuvre le procédé.

[0013] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard de dessins annexés qui représentent :

- la figure 1, un exemple de réalisation d'une antenne permettant la mise en oeuvre du procédé ;
- la figure 2, un exemple de réalisation d'une barrette de fibres optiques selon l'invention ;
- la figure 3, une variante de réalisation de mesure de déplacement selon l'invention ;
- la figure 4, un capteur pour la variante de réalisation de mesure.

[0014] La figure 1 illustre de façon schématique un exemple de réalisation d'une antenne à balayage électronique à réseau avec un dispositif de mesure de la déformation de la surface rayonnante. Dans l'exemple de réalisation de la figure 1, la mesure de déformation est une mesure de type optique. Une source lumineuse comporte par exemple un laser ou une diode électroluminescente placé en arrière de la surface rayonnante 2 de l'antenne. Dans cet exemple, la surface rayonnante de l'antenne est sensiblement plane, elle matérialise, à des défauts près, un plan de référence pour l'émission radar. Un hologramme volumique 1 est placé en un point de la surface rayonnante 2 considéré comme un point de référence de la surface rayonnante 2 de l'antenne.

[0015] La source lumineuse associée à un hologramme permet l'émission, à partir du point de référence de la surface 2, d'un faisceau lumineux 3 dans un plan sensiblement parallèle au plan de référence de la surface rayonnante. Des barrettes de fibres optiques 4, 5 sont fixées sur la surface rayonnante. L'antenne comporte n barrettes de fibres optiques. Le plan de réception d'une barrette 4 est sensiblement perpendiculaire à la surface rayonnante d'une part et sensiblement perpendiculaire au faisceau lumineux 3 qui est reçu par la barrette d'autre part.

[0016] L'hologramme est construit par exemple par irradiation ultraviolette ou de faible longueur d'onde. L'hologramme permet de focaliser la lumière de la source lumineuse sur chacune des n barrettes en formant par exemple n faisceaux. Le faisceau lumineux 3 est anamorphosé. Le faisceau émis par la source devient elliptique en traversant l'hologramme. L'hologramme volumique présente les avantages d'un faible encombrement et d'une réalisation aisée.

[0017] La figure 2 illustre le plan de réception d'un exemple de barrette de fibres optiques selon l'invention. Chaque barrette de fibres est un faisceau de fibres optiques présentant une extrémité plane et rigide. Le reste du faisceau est de préférence souple. Le plan de réception comporte des sections 6 de fibres optiques de petit diamètre, par exemple d'environ 250 micromètres. Chaque cœur de fibre en silice 7 comporte de préférence un revêtement 8 polymère transparent au rayonnement électronique du radar. La fibre optique présente l'avantage d'être immune au rayonnement radar. Le faisceau des fibres optiques 6 se prolonge en arrière du plan de la figure 2. Dans l'exemple illustré par la figure 2, les fibres optiques sont réparties en trois couches superposées dans le plan de réception. Une couche inférieure

9 présente des sections de fibres juxtaposées dont les centres des coeurs sont alignés le long d'un segment de droite 12. La couche intermédiaire 10 présente des sections juxtaposées dont les centres des coeurs sont alignés selon un second segment de droite 13 parallèle au premier. Une couche supérieure 11 est parallèle aux deux couches déjà décrites 9, 10. Les centres 14, 15, 16 de la première fibre de chacune des trois couches sont décalés dans la direction commune aux premier et second segments de droite 12, 13 correspondant à celle d'un axe 17 des abscisses des centres de fibres. L'intercentre, ou diamètre de fibre, est l'écart entre les centres de deux fibres juxtaposées d'une même couche. L'espacement entre les centres 14, 15 de deux fibres juxtaposées de deux couches décalées est inférieur à l'intercentre. Dans l'exemple de la figure 2, l'abscisse du centre 15, 16 de la première fibre d'une couche 10, 11 est supérieure d'un tiers d'intercentre à l'abscisse du centre de la première fibre 14, 15 de la couche immédiatement inférieure 9, 10.

[0018] Chaque fibre optique d'une barrette est reliée à un récepteur CCD. Les récepteurs CCD sont installés directement sur la barrette de fibres associée ou sont reportés à l'intérieur de l'antenne. Le mode de réalisation avec report à l'intérieur de l'antenne, en arrière des éléments rayonnants, par une longueur adaptée du faisceau de fibres optiques de la barrette présente l'avantage d'éviter une perturbation du champ hyperfréquence émis par l'antenne par les semi-conducteurs CCD.

[0019] Un groupe CCD regroupant les récepteurs CCD associés à une barrette de fibres permet d'identifier la ou les fibres optiques éclairées par le faisceau lumineux 3 sur le plan de réception de la barrette de fibres. Chaque groupe CCD fournit une mesure du déplacement du faisceau lumineux sur la barrette de fibres associée, le déplacement est mesuré selon l'axe des abscisses. La résolution de la mesure dépend de l'espacement discret des fibres le long de cet axe, du diamètre du cœur des fibres et de la largeur du faisceau d'éclairage selon cet axe. La mesure d'une barrette comportant une seule couche de fibres juxtaposées présente une meilleure résolution lorsque le revêtement des fibres est supprimé. Dans l'exemple de la figure 2, les différentes couches de fibres superposées et décalées permettent d'obtenir une bonne résolution tout en conservant le revêtement de chacune des fibres. La barrette selon la figure 2 est robuste et peu coûteuse.

[0020] Chaque groupe CCD mesure un déplacement dans une direction sensiblement perpendiculaire au plan d'émission du faisceau lumineux 3. Chaque groupe CCD fournit une mesure du déplacement du point de fixation à la surface rayonnante de la barrette de fibres optiques qui lui est associée. Chaque déplacement est mesuré par rapport au point de référence de la surface rayonnante. Le dispositif décrit ci-dessus permet de mesurer le déplacement relatif de n points de la surface rayonnante de l'antenne par rapport au point de référence et dans la direction sensiblement perpendiculaire

au plan de référence de la surface rayonnante.

[0021] L'ensemble des n groupes CCD est relié par une interface à une carte de calcul. A partir du nombre n de points de la surface rayonnante dont le déplacement est mesuré, la carte de calcul élabore une estimation du déplacement réel de chacun des N nombreux éléments rayonnants de la surface rayonnante de l'antenne. Par exemple pour une antenne présentant quelques centaines à quelques milliers d'éléments rayonnants, le nombre n de points de mesure de déplacement est avantageusement compris entre une et quelques dizaines.

[0022] Dans un exemple d'une antenne plane montée en extérieur, la carte de calcul élabore une forme approchée de la déformation réelle de la surface rayonnante par une combinaison linéaire de six formes élémentaires de déformation correspondant dans cet exemple aux trois premiers modes propres de déformation de l'antenne plane et aux trois formes extrêmes de déformations dues au vent. Pour une combinaison de six formes élémentaires, le nombre des points de la surface dont le déplacement est mesuré est entre 10 et 20 et de préférence entre 12 et 18, et ces points sont placés dans des zones caractéristiques de chaque forme. Certains points peuvent être associés à plusieurs formes élémentaires lorsque la méthode d'identification permet de discriminer leur participation à chacune d'entre elles. Dans le procédé de l'invention, la position de chaque point de mesure et leur nombre est préalablement calculé. A chaque couple d'un point de mesure et d'une forme élémentaire est associé un coefficient qui caractérise la part du déplacement du point de mesure par rapport au déplacement maximal vu par la surface dans cette forme élémentaire. Les points de mesure retenus permettent l'identification de la contribution de chaque forme élémentaire lorsque les coefficients définis sont assimilables aux coefficients d'un système d'équations linéaires indépendant.

[0023] La position de chaque point de fixation des barrettes de fibres permet de séparer la contribution de chaque forme élémentaire à la forme approchée de la déformation réelle.

[0024] Les formes élémentaires de déformation dépendent de la géométrie de la surface rayonnante, par exemple carrée, rectangulaire, ronde, et de la fixation de la dalle de l'antenne sur son support.

[0025] La carte de calcul élabore ensuite et pour chaque élément rayonnant de l'antenne, une estimation de la distance entre sa position théorique en l'absence de déformation de la surface et sa position réelle estimée. Cette distance estimée représente une mesure de l'erreur du diagramme de rayonnement de l'antenne déformée.

[0026] A partir de la distance estimée d'un élément rayonnant, la carte de calcul élabore une valeur de correction d'écart de phase à appliquer sur le dispositif déphaseur associé à l'élément rayonnant. Une liaison numérique transmet les informations de correction d'écart

de phase au calculateur de pointage du radar qui pilote les phases des éléments rayonnants. Dans l'invention, le nombre de formes de déformation à utiliser pour l'estimation de la déformation réelle de l'antenne dépend

5 de la précision des déphasateurs de l'antenne. Il est au moins égal à trois. Pour des déphasateurs peu précis, le nombre de formes de déformation peut être limité à 3. Pour des déphasateurs de haute qualité présentant une précision élevée, un nombre de formes de déformation plus important permet une meilleure estimation. L'ensemble des calculs de correction et leur transmission au calculateur de pointage est réalisé en moins de dix millisecondes, il permet une correction assez rapide compte tenu des vitesses de déformation mécanique

10 dont les fréquences propres sont dans une plage d'un dixième à une dizaine de Hertz. Les mesures optiques de déplacement des n points de la surface rayonnante sont renouvelées à une fréquence élevée dans une plage d'une centaine à un millier de Hertz permettant une

15 correction du pointage du radar à une cadence plus rapide que celle de la dégradation gênante du diagramme de rayonnement due aux déformations mécaniques de la surface rayonnante. La correction peut être effectuée en dehors d'une rafale d'impulsions.

20 **[0027]** L'application de la correction calculée selon l'invention permet l'émission d'une onde radar dont le diagramme de rayonnement est corrigé des perturbations dues à la déformation de la surface rayonnante de l'antenne mesurée pendant le fonctionnement de l'antenne. L'invention permet notamment de réduire l'augmentation de la largeur du lobe principal et la remontée

25 du niveau des lobes secondaires du diagramme qui sont constatées lorsqu'une antenne radar se déforme. L'invention permet d'améliorer les performances d'une antenne se déformant.

30 **[0028]** L'émission radar est corrigée en temps réel. L'invention permet l'émission d'une onde électromagnétique plane à partir d'un plan mécanique déformé de la surface de l'antenne.

35 **[0029]** Pour une antenne d'une surface entre quelques mètres carrés et quelques dizaines de mètres carrés, le nombre n de capteurs de mesure de déformation est de une à quelques dizaines. Par exemple avec une précision de mesure de déformation d'un dixième de millimètre, l'invention permet de corriger des amplitudes de déformation jusqu'à une dizaine de millimètres par rapport au plan de référence de l'antenne. L'invention est particulièrement adaptée à un radar multifonction qui nécessite une grande précision, elle permet d'assouplir les contraintes de rigidité de son antenne.

40 **[0030]** L'invention permet aussi d'améliorer les performances d'une antenne présentant un défaut de géométrie permanent par exemple de fabrication ou accidentel. L'invention permet notamment d'assouplir les tolérances de planéité en fabrication. L'invention permet de corriger des amplitudes de déformation augmentées d'un facteur dix à cent par rapport aux amplitudes de déformations tolérées pour garantir la maîtrise du plan

d'onde électrique dans l'art antérieur.

[0031] Dans une variante de réalisation de l'invention illustrée par les figures 3 et 4, les mesures de déplacement des n points de l'antenne sont estimées de la façon suivante.

[0032] L'antenne représentée sur la figure 3 comporte n sources lumineuses 19, 20 placées en n points de la surface rayonnante et éclairant séquentiellement un capteur 21 fixé en un point de référence de la surface rayonnante, laquelle est représentée par son plan de référence 22. Une source lumineuse comporte de préférence un laser en arrière du plan de la surface rayonnante et un miroir au point de la surface dont le déplacement est à mesurer. Le miroir non métallique est réalisé par exemple par empilement de couches diélectriques optiques, il renvoie l'onde lumineuse du laser vers le capteur 21. La source lumineuse présente l'avantage de ne pas perturber le rayonnement électromagnétique de l'antenne. La figure 4 illustre le capteur 21, il comporte une matrice 24 de micro lentilles dont le plan, représenté sur la figure 4 par la droite 25, est sensiblement perpendiculaire au plan de la surface rayonnante. Le capteur comporte une barrette CCD 23 perpendiculaire à la surface de l'antenne et il est relié à des moyens de calcul. Le capteur 21 est placé de préférence sur le bord de l'antenne afin d'éviter les perturbations du champ électromagnétique émis par celle-ci. Le rayon de l'onde lumineuse 26 émise par la source placée en un premier point 27 de la surface de l'antenne se traduit par un espace entre deux taches successives de focalisation des micro lentilles. La mesure de l'espacement sur la barrette CCD 23 permet d'estimer la distance d entre la source au premier point 27 et la matrice 24 avec une très grande précision. Lorsque l'antenne se déforme, la source se déplace notamment dans la direction perpendiculaire au plan initial de l'antenne, c'est-à-dire parallèlement à la barrette CCD et elle est représentée sur la figure 4 par le second point 28, les taches de focalisation des micro lentilles se déplacent et la mesure du déplacement général D permet aux moyens de calcul d'évaluer la distance x du déplacement de la source entre les premier et second points 27 et 28.

[0033] L'éclairage séquentiel du capteur par les n sources permet l'évaluation successive du déplacement relatif de chacun des n points de la surface de l'antenne où sont placées les sources lumineuses, le déplacement étant évalué par rapport au point de référence de fixation du capteur 21 et dans la direction sensiblement perpendiculaire au plan de référence 22 de la surface rayonnante. Les n sources lumineuses éclairent de préférence de façon directionnelle vers le capteur 21.

[0034] Cette variante présente l'avantage de mettre en oeuvre un capteur et un ensemble électronique de traitement disponibles dans le commerce.

[0035] La variante peut être modifiée en ajoutant une source lumineuse supplémentaire par exemple au centre de la surface rayonnante, et en effectuant la différence du déplacement de la source supplémentaire et

des déplacements des autres sources. Cette modification permet de fournir des mesures de déplacement par rapport à une référence placée en un point quelconque de la surface de l'antenne, par exemple le centre.

5

Revendications

1. Procédé de détermination de l'erreur du diagramme de rayonnement d'une antenne à balayage électronique comportant un réseau de N éléments rayonnants, **caractérisé en ce que** l'erreur étant due à la déformation mécanique de la surface rayonnante de l'antenne, la détermination est effectuée à partir de mesures de la déformation mécanique de n points de ladite surface en vue de la correction de cette erreur.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les mesures de la déformation mécanique sont des mesures optiques.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les mesures de la déformation mécanique sont effectuées au moyen d'une source lumineuse et de n capteurs optiques.
4. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les mesures de la déformation mécanique sont effectuées au moyen de n sources lumineuses et d'un unique capteur optique.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les n sources lumineuses éclairent de façon séquentielle ledit capteur.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface rayonnante de l'antenne présentant des formes élémentaires de déformation, la position des n points de mesure est déterminée par calcul en fonction d'un nombre entier de ces formes élémentaires de déformation.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface rayonnante de l'antenne présentant des formes élémentaires de déformation, le nombre entier de formes élémentaires est au moins égal à 3.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface rayonnante de l'antenne présentant des formes élémentaires de déformation, le nombre entier de formes élémentaires est égal à 6 et **en ce que** le nombre n de points de mesures est compris entre 12 et 18.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface rayonnante

- de l'antenne est sensiblement plane.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** compense ladite erreur en calculant et en appliquant une correction d'écart de phase sur les déphaseurs associés aux N éléments rayonnants. 5

11. Antenne à balayage électronique comportant un réseau de N éléments rayonnants, **caractérisée en ce qu'elle** comporte des moyens de mesure de déformation de sa surface rayonnante, lesdits moyens estimant la déformation à partir de n points de ladite surface. 10

12. Antenne à balayage électronique selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la surface rayonnante de l'antenne présentant des formes élémentaires de déformation, la position des n points de mesure est déterminée par calcul en fonction d'un nombre entier de ces formes élémentaires de déformation. 15

13. Antenne à balayage électronique selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** la surface rayonnante de l'antenne présentant des formes élémentaires de déformation, le nombre entier de formes élémentaires est au moins égal à 3. 20

14. Antenne à balayage électronique selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** la surface rayonnante de l'antenne présentant des formes élémentaires de déformation, le nombre entier de formes élémentaires est égal à 6 et **en ce que** le nombre n de points de mesures est compris entre 12 et 18. 25

15. Antenne à balayage électronique selon l'une des revendications 11 à 14, **caractérisée en ce que** la surface rayonnante de l'antenne est sensiblement plane. 30

16. Antenne à balayage électronique selon l'une des revendications 11 à 15, **caractérisée en ce qu'elle** comporte des moyens de calcul d'écart de phase, lesdits écarts de phase étant appliqués sur les déphaseurs des éléments rayonnants compensent l'erreur du diagramme de rayonnement due à la déformation mécanique de la surface rayonnante 35

17. Antenne à balayage électronique selon l'une des revendications 11 à 16, **caractérisée en ce que** lesdits moyens comportent des barrettes optiques éclairées par une source laser. 40

18. Antenne à balayage électronique selon la revendication 17, **caractérisée en ce que** lesdits moyens comportent un hologramme volumique situé entre la source laser et les barrettes optiques. 45

19. Antenne à balayage électronique selon l'une des revendications 17 et 18, **caractérisée en ce que** lesdites barrettes optiques comportent au moins deux couches de fibres optiques superposées et décalées. 50

20. Antenne à balayage électronique selon l'une des revendications 17 et 18, **caractérisée en ce que** lesdites barrettes optiques comportent trois couches de fibres optiques superposées et décalées. 55

21. Antenne à balayage électronique selon l'une des revendications 11 à 16, **caractérisée en ce que** lesdits moyens comportent des sources lumineuses éclairant séquentiellement un capteur optique situé sur la surface rayonnante.

22. Antenne à balayage électronique selon la revendication 21, **caractérisée en ce que** lesdites sources lumineuses comportent des moyens de renvoi de la lumière vers ledit capteur, lesdits moyens comportant un miroir non métallique situé sur la surface rayonnante.

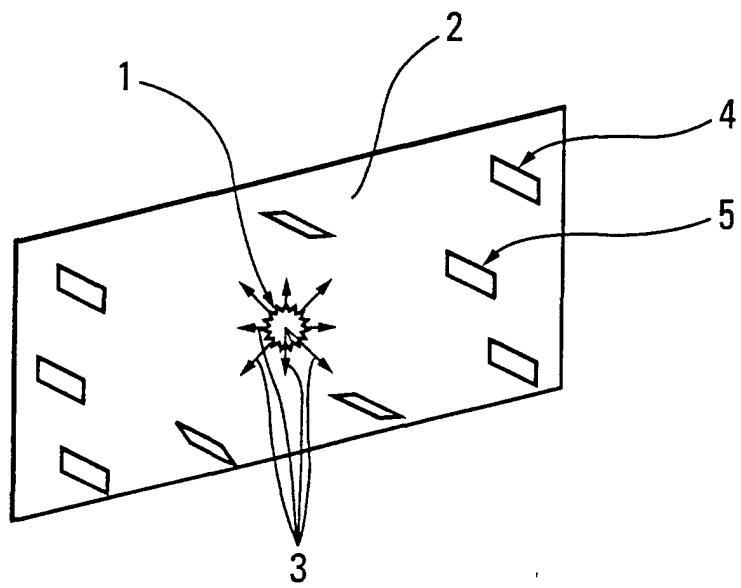


Fig. 1

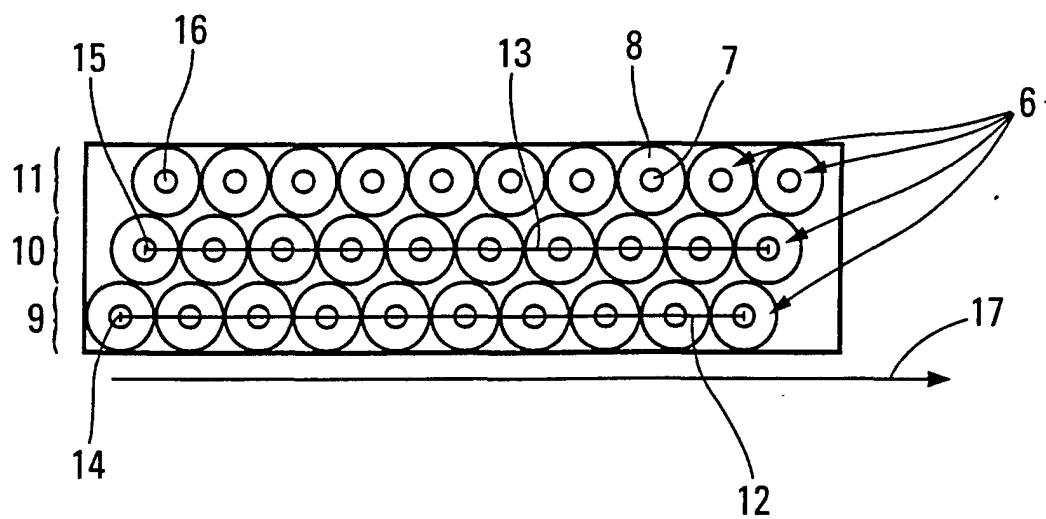


Fig. 2

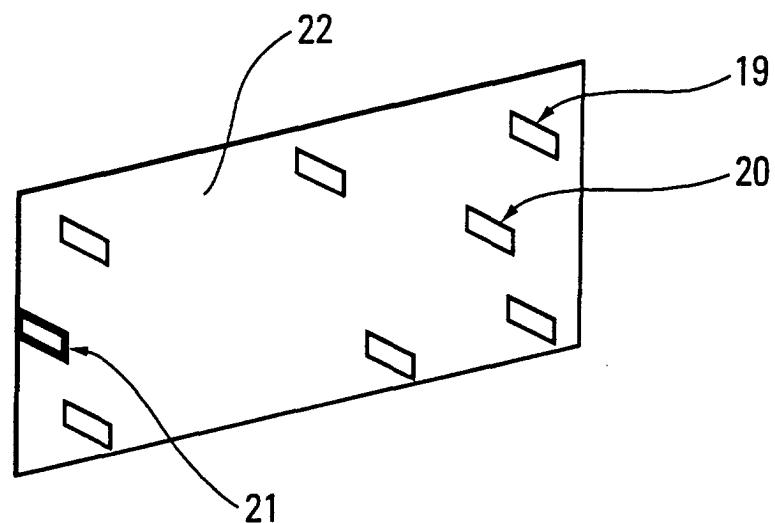


Fig. 3

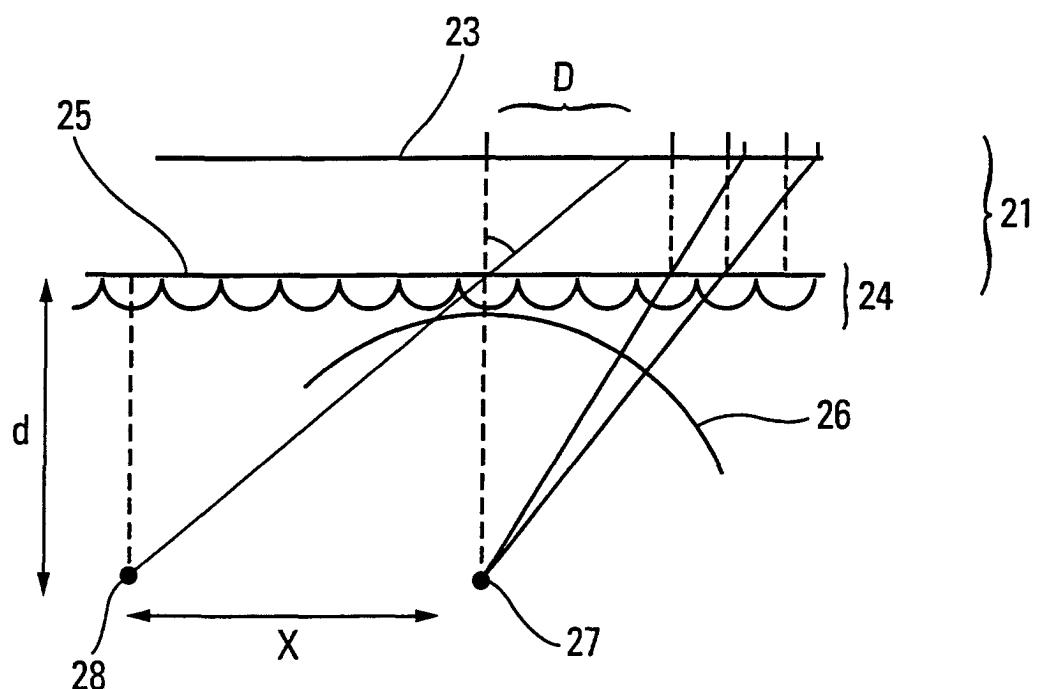


Fig. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 3200

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	US 4 578 680 A (HAUPT RANDY L) 25 mars 1986 (1986-03-25) * colonne 2, ligne 59 - colonne 5, ligne 30; figures 1,2 *	1,2,6,7, 9-13,15, 16	H01Q3/26 H01Q1/28
Y	---	4	
X	US 5 003 314 A (BERKOWITZ BERNARD ET AL) 26 mars 1991 (1991-03-26) * colonne 10; figures 1C,5A,5B,7 *	1,9-11, 15,16	
D,Y	NEISWANDER R. S.: "Conceptual Design of a Surface Measurement System for Large Deployable Space Antennas" LARGE SPACE SYSTEMS TECHNOLOGY, NASA, vol. 2, no. 2215, 16 - 19 novembre 1981, pages 631-639, XP001023805 * le document en entier *	4	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01Q
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	22 février 2002	Ribbe, J	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

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

EP 01 40 3200

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.

22-02-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4578680	A	25-03-1986	AUCUN	
US 5003314	A	26-03-1991	AUCUN	

EPO FORM P0460

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