



(11) **EP 2 264 832 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
22.12.2010 Bulletin 2010/51

(51) Int Cl.:
H01Q 19/19 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10164928.3**

(22) Date de dépôt: **04.06.2010**

(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 SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME RS

(30) Priorité: **04.06.2009 FR 0953694**

(71) Demandeur: **Alcatel Lucent
75007 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Le Bayon, Armel
44570 Trignac (FR)**
• **Tuau, Denis
44570 Trignac (FR)**

(74) Mandataire: **Sciaux, Edmond
Alcatel Lucent
32 Avenue Kléber
92700 Colombes (FR)**

(54) **Réflecteur secondaire pour une antenne à double réflecteur**

(57) La présente invention a pour objet un réflecteur second aire d'antenne à double réflecteur comprenant une première extrémité, ayant un premier diamètre, une seconde extrémité, ayant un second diamètre plus grand que le premier diamètre, une surface interne convexe réfléchissante placée à la seconde extrémité ayant un axe de révolution, une surface externe, de même axe de révolution que la surface interne, reliant la première extrémité à la deuxième extrémité, et un corps diélectrique s'étendant entre la première et la seconde extrémité et limité par la surface interne et la surface externe, dans lequel le corps diélectrique présente au niveau de la première extrémité un renflement formant un cornet ayant une surface externe qui présente un profil continu, dont l'extrémité de diamètre moindre est adaptée pour le couplage à l'extrémité d'un guide d'onde cylindrique et dont la surface externe est réfléchissante. De préférence, le profil de la surface externe du cornet est défini par la relation :

$$\rho(z) = a_w + (\rho_0 - a_w) \left\{ \frac{(1-A)(z+L)}{L} + A \sin^2 \left(\frac{\pi[z+L]}{2L} \right) \right\}$$

dans laquelle A est une constante numérique, a_w est le premier rayon de la première extrémité du réflecteur secondaire, ρ_0 est le deuxième rayon de la deuxième extrémité du réflecteur secondaire, L est la hauteur totale du réflecteur secondaire, z est la hauteur considérée du réflecteur secondaire, et $\rho(z)$ est le rayon d'une section placée à la hauteur z du réflecteur secondaire.

EP 2 264 832 A2

Description

[0001] La présente invention se rapporte aux antennes radiofréquences (RF) à double réflecteur. Ces antennes comportent un réflecteur primaire concave de grand diamètre et un réflecteur secondaire (« sub-reflector » en anglais) convexe de diamètre moindre situé à proximité du foyer du réflecteur primaire. Ces antennes fonctionnent indifféremment en mode transmetteur ou en mode récepteur, correspondant à deux sens opposés de propagation des ondes RF. Dans ce qui suit, la description est donnée soit en mode émission, soit en mode réception de l'antenne, selon ce qui permet de mieux illustrer les phénomènes décrits. Il faut noter que tous les raisonnements s'appliquent aux antennes aussi bien en réception qu'en émission.

[0002] Les antennes à double réflecteur, notamment celles dites de type Cassegrain, sont utilisées pour réaliser des systèmes compacts. Les doubles réflecteurs comportent un réflecteur primaire concave, habituellement parabolique, ainsi qu'un réflecteur secondaire convexe de diamètre inférieur qui est placé au voisinage du foyer, sur le même axe de révolution que le réflecteur primaire. Le réflecteur primaire est percé à son sommet et un guide d'onde est inséré selon son axe. L'extrémité du guide d'onde fait face au réflecteur secondaire. En mode émission, les ondes RF transmises par le guide d'onde sont réfléchies par le réflecteur secondaire vers le réflecteur primaire.

[0003] Le réflecteur secondaire doit être maintenu au voisinage du foyer du réflecteur primaire. Un des moyens possibles est de fixer le réflecteur secondaire à l'extrémité du guide d'onde, lui servant alors de support mécanique. Dans ce cas, le réflecteur secondaire comporte habituellement un corps diélectrique (fréquemment en plastique) sensiblement conique et transparent aux ondes RF. La surface externe de forme générale sensiblement conique du réflecteur secondaire fait face au réflecteur primaire. La surface interne convexe du réflecteur secondaire est revêtue d'un traitement permettant de réfléchir les ondes RF en direction du réflecteur primaire en traversant le corps diélectrique. Ce revêtement est le plus souvent en métal. De multiples réflexions des ondes RF surviennent entre l'extrémité du guide d'onde et le réflecteur primaire, en impliquant le réflecteur secondaire.

[0004] De manière à réduire ces réflexions, on a proposé d'introduire des perturbations locales, sous forme de reliefs, sur la surface externe du réflecteur secondaire faisant face au réflecteur primaire. Cependant ces reliefs ont un effet moindre sur les pertes par débordement (« spillover » en anglais).

[0005] En mode émission de l'antenne, par exemple, les pertes par débordement, exprimées en dB, correspondent à l'énergie réfléchie par le réflecteur secondaire en direction du réflecteur primaire, et dont le trajet se termine au-delà du diamètre externe du réflecteur primaire. Ces pertes conduisent à une pollution de l'environnement par les ondes RF. Ces pertes par débordement doivent être limitées à des niveaux définis par des normes.

[0006] Une première solution proposée est d'attacher à la périphérie du réflecteur primaire une jupe qui a la forme d'un cylindre, de diamètre voisin de celui du réflecteur primaire et de hauteur convenable, revêtu intérieurement d'une couche absorbant le rayonnement RF. Outre l'encombrement qui en résulte, cette solution connue présente l'inconvénient aujourd'hui gênant du coût du matériau de la jupe, ainsi que du coût d'assemblage de cette jupe sur le réflecteur primaire.

[0007] Une autre solution consiste à proposer un réflecteur secondaire dont la surface externe présente un profil selon une courbe particulière. Toutefois cette solution ne permet une faible valeur de perte par débordement qu'à condition que le réflecteur secondaire ait une taille importante. En outre les pertes par réflexion ne sont réduites que pour une étroite bande de fréquence. En effet le guide d'onde produit un large faisceau de radiation avec un gain faible. Afin de réduire les pertes par débordement, le réflecteur secondaire doit donc avoir un large diamètre ou bien être placé très près du guide d'onde. Toutefois dans ce dernier cas, les performances relatives à la perte par réflexion sont affectées.

[0008] La présente invention a pour but de proposer un réflecteur secondaire d'antenne à double réflecteur dont les pertes par débordement sont notablement réduites, sans présenter les inconvénients de l'art antérieur notamment en termes de dimensions et de coût.

[0009] Les pertes par débordement pour le mode émission d'une antenne RF correspondent à des valeurs de l'angle d'éclairement (mesuré par rapport à l'axe de révolution du réflecteur secondaire) du réflecteur primaire par le réflecteur secondaire pour lesquels les ondes RF issues du guide d'onde sont réfléchies par le réflecteur secondaire dans une direction qui est en dehors du périmètre du réflecteur primaire.

[0010] L'objet de la présente invention est un réflecteur secondaire d'antenne à double réflecteur comprenant:

- une première extrémité, ayant un premier rayon,
- une seconde extrémité, ayant un second rayon plus grand que le premier rayon,
- une surface interne convexe réfléchissante placée à la seconde extrémité ayant un axe de révolution,
- une surface externe, de même axe de révolution que la surface interne, reliant la première extrémité à la deuxième extrémité,
- un corps diélectrique s'étendant entre la première et la seconde extrémité et limité par la surface interne et la surface externe,

[0011] Le corps diélectrique présente au niveau de la première extrémité un renflement formant un cornet ayant une

surface externe qui présente un profil continu, dont l'extrémité de rayon moindre est adaptée pour le couplage à l'extrémité d'un guide d'onde cylindrique et dont la surface externe est réfléchissante.

[0012] De préférence la surface externe du cornet présente un profil défini par la relation suivante :

$$\rho(z) = a_w + (\rho_0 - a_w) \left\{ \frac{(1-A)(z+L)}{L} + A \sin^2 \left(\frac{\pi(z+L)}{2L} \right) \right\}$$

dans laquelle

A est une constante numérique,

a_w est le premier rayon de la première extrémité du réflecteur secondaire,

ρ_0 est le deuxième rayon de la deuxième extrémité du réflecteur secondaire.

L est la hauteur totale du réflecteur secondaire,

z est la hauteur considérée du réflecteur secondaire, et

$\rho(z)$ est le rayon d'une section placée à la hauteur z du réflecteur secondaire.

[0013] Selon une première variante de la constante A est égale à zéro ($A = 0$). Dans ce cas, la surface externe du cornet présente un profil sensiblement linéaire et le cornet a sensiblement la forme d'un cône tronqué.

[0014] Selon une seconde variante de réalisation, la constante A est différente de zéro ($A \neq 0$). Dans ce cas, la surface externe du cornet présente un profil continu de forme particulière.

[0015] Avec un tel profil, le cornet a une meilleure efficacité, une polarisation croisée moins élevée, des lobes latéraux ayant un niveau plus faible et une bande de fréquence de largeur accrue.

[0016] Selon une autre variante, la surface externe du cornet est métallisée. Elle peut être par exemple recouverte d'un métal réfléchissant, comme l'argent.

[0017] L'invention propose aussi une antenne à double réflecteur comportant un réflecteur secondaire tel que précédemment décrit.

[0018] L'invention a comme avantage de réduire notablement les pertes par débordement et de présenter de faibles pertes par réflexion.

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation, donné bien entendu à titre illustratif et non limitatif, et dans le dessin annexé sur lequel

- la figure 1 montre une coupe schématique d'un mode de réalisation d'un réflecteur secondaire selon l'invention.
- la figure 2 représente en coupe axiale schématique d'un réflecteur secondaire selon le mode de réalisation préféré de l'invention.
- la figure 3 est une vue en perspective coupée du réflecteur de la figure 2,
- la figure 4 montre en perspective le réflecteur de la figure 2.
- la figure 5 est une comparaison de la largeur du faisceau sortant d'un guide d'onde de l'art antérieur et celui sortant du cornet du réflecteur de la figure 2, le ΔS en dB est donné en ordonnée, et en abscisse l'angle θ mesuré par rapport à l'axe de W-W' du réflecteur secondaire en degrés,
- la figure 6 montre la perte par réflexion du réflecteur de la figure 2, la perte par réflexion R en dB est donné en ordonnée, et en abscisse la fréquence ν en GHz,
- la figure 7 représente le diagramme de radiation du réflecteur de la figure 2, le gain G en dB est donné en ordonnée, et en abscisse l'angle θ en degrés.

[0020] Dans le mode de réalisation de l'invention illustré sur la figure 1, on a représenté en coupe axiale un réflecteur secondaire **1** d'une antenne à double réflecteur relié à un guide d'onde **2**. Le guide d'onde **2** est ici un tube creux métallique, par exemple en aluminium. Son diamètre, d'environ $\lambda_g/2,5$ où λ_g est la longueur d'onde du signal RF guidé, est choisi de manière à permettre la propagation du mode TE₁₁ seulement, avant l'apparition de modes supérieurs. Le réflecteur secondaire **1** comporte un corps diélectrique **3** dont l'extrémité **4** de moindre diamètre est reliée au guide d'onde **2**. Le corps diélectrique **3** du réflecteur secondaire **1** est par exemple en un matériau diélectrique comme du plastique. L'extrémité opposée **5** du corps diélectrique **3** est creusée pour former une surface interne **6** concave réfléchissante pour le signal RF. La surface interne **6** du réflecteur secondaire **1** est par exemple une surface de révolution décrite par une équation polynomiale autour d'un axe de révolution **W-W'**. La surface interne **6** peut être recouverte d'un métal réfléchissant, comme l'argent. La surface externe **7** du réflecteur secondaire **1** est la surface placée en regard du réflecteur primaire. La surface externe **7** est une surface de révolution autour de l'axe de révolution **W-W'**.

[0021] L'extrémité **4** du corps diélectrique **3** du réflecteur secondaire **1** est munie extérieurement d'un renflement, ici

en forme de cône tronqué, formant un cornet **8** (« horn » en anglais) dont la surface externe **9** présente un profil continu. La surface extérieure **9** du cornet **8** est lisse et métallisée pour être réfléchissante. La jonction **10** du réflecteur secondaire **1** et du guide d'onde **2** est située à l'extrémité de moindre diamètre du cornet **8**. Une partie du matériau diélectrique du corps diélectrique **3** se prolonge pour pénétrer à l'intérieur du guide d'onde **2**, afin d'assurer le maintien mécanique et la transition radio-électrique entre le guide d'onde **2** et le réflecteur secondaire **1**.

[0022] On considérera maintenant la figure **2** qui illustre un mode de réalisation avantageux d'un réflecteur secondaire **20**. Bien qu'un cornet de forme sensiblement conique permette de résoudre le problème, de meilleurs résultats peuvent être obtenus avec un cornet **21** dont la surface externe **22** possède un profil défini par la relation :

$$\rho(z) = a_w + (\rho_0 - a_w) \left\{ \frac{(1 - A)(z + L)}{L} + A \sin^2 \left(\frac{\pi[z + L]}{2L} \right) \right\}$$

permettant des transitions douces entre un guide d'onde et la surface interne réfléchissante **23** du réflecteur secondaire **20**,

[0023] Les figures 3a et 3b montre la comparaison entre un cornet **30** en forme de cône tronqué (fig.3a) et un cornet **31** ayant une surface externe à profil défini par la relation suivante (fig. 3b) :

$$\rho(z) = a_w + (\rho_0 - a_w) \left\{ \frac{(1 - A)(z + L)}{L} + A \sin^2 \left(\frac{\pi[z + L]}{2L} \right) \right\}$$

dans laquelle

A est une constante numérique,

a_w est le premier rayon de la première extrémité du réflecteur secondaire,

ρ_0 est le deuxième rayon de la deuxième extrémité du réflecteur secondaire,

L est la hauteur totale du réflecteur secondaire,

z est la hauteur considérée du réflecteur secondaire, et

$\rho(z)$ est le rayon d'une section placée à la hauteur z du réflecteur secondaire.

[0024] Le cornet **31** avec un tel profil a une meilleure efficacité, une polarisation croisée moins élevée, des lobes latéraux ayant un niveau plus faible et une bande de fréquence de largeur accrue.

[0025] Sur les figures 4a et 4b, un réflecteur secondaire **40** relié à un guide d'onde **41** est représenté en perspective. La figure 4a est une coupe partielle. Le réflecteur secondaire **40** comporte un renflement, formant un cornet **42** ayant un profil continu tel que décrit par l'équation précédemment mentionnée, placé à son extrémité de moindre diamètre coopérant avec le guide d'onde **41**.

[0026] La figure 5 est une comparaison de la largeur du faisceau sortant d'un guide d'onde de l'art antérieur et celui sortant du cornet ayant un profil tel que décrit par l'équation précédemment mentionnée placé à l'extrémité de moindre diamètre du réflecteur secondaire. L'amplitude du signal **S** est donné pour une fréquence de 7,8 GHz dans le plan vertical (courbes **50** et **51**) et dans le plan horizontal (courbes **52** et **53**) en fonction de l'angle d'ouverture θ du guide d'onde (courbes **51** et **53**) ou du cornet à son extrémité de plus grand diamètre (courbes **50** et **52**) respectivement. Lorsqu'une antenne comporte un cornet ayant un profil tel que décrit par l'équation précédemment mentionnée, son diagramme est plus directif, avec des pertes par débordement réduites.

[0027] On voit sur la figure 6 la faible perte **60** par réflexion **R** du réflecteur secondaire en fonction de la fréquence ν du signal PF émis / transmis.

[0028] La figure 7 représente le diagramme de radiation du réflecteur secondaire respectivement dans le plan horizontal (courbe **70**) et dans le plan vertical (courbe **71**). On voit, pour un angle d'ouverture ρ autour de -120° et $+120^\circ$ par rapport à l'axe de révolution W-W' du réflecteur, des zones **72** et **73** respectivement dans lesquelles les pertes par débordement sont nettement améliorées par rapport à l'art antérieur.

Revendications

1. Réflecteur secondaire d'antenne à double réflecteur comprenant :

- une première extrémité, ayant un premier diamètre,
- une seconde extrémité, ayant un second diamètre plus grand que le premier diamètre,
- une surface interne convexe réfléchissante placée à la seconde extrémité ayant un axe de révolution,
- une surface externe, de même axe de révolution que la surface interne, reliant la première extrémité à la deuxième extrémité,
- un corps diélectrique s'étendant entre la première et la seconde extrémité et limité par la surface interne et la surface externe,

caractérisé en ce que le corps diélectrique présente au niveau de la première extrémité un renflement formant un cornet ayant une surface externe qui présente un profil continu, dont l'extrémité de diamètre moindre est adaptée pour le couplage à l'extrémité d'un guide d'onde cylindrique et dont la surface externe est réfléchissante.

2. Réflecteur secondaire selon la revendication 1, dans lequel le cornet a sensiblement la forme d'un cône tronqué.

3. Réflecteur secondaire selon la revendication 1. dans lequel le profil de la surface extrme du cornet est défini par la relation :

$$\rho(z) = a_w + (\rho_0 - a_w) \left\{ \frac{(1 - A)(z + L)}{L} + A \sin^2 \left(\frac{\pi[z + L]}{2L} \right) \right\}$$

dans laquelle

A est une constante numérique,

a_w est le premier rayon de la première extrémité du réflecteur secondaire,

ρ_0 est le deuxième rayon de la deuxième extrémité du réflecteur secondaire,

L est la hauteur totale du réflecteur secondaire,

z est la hauteur considérée du réflecteur secondaire, et

$\rho(z)$ est le rayon d'une section placée à la hauteur z du réflecteur secondaire.

4. Réflecteur secondaire selon la revendication 3, dans lequel la constante A est différente de zéro.

5. Réflecteur secondaire selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la surface externe du cornet est métallisée.

6. Antenne à double réflecteur comportant un réflecteur secondaire selon l'une des revendications précédentes.

FIG. 1

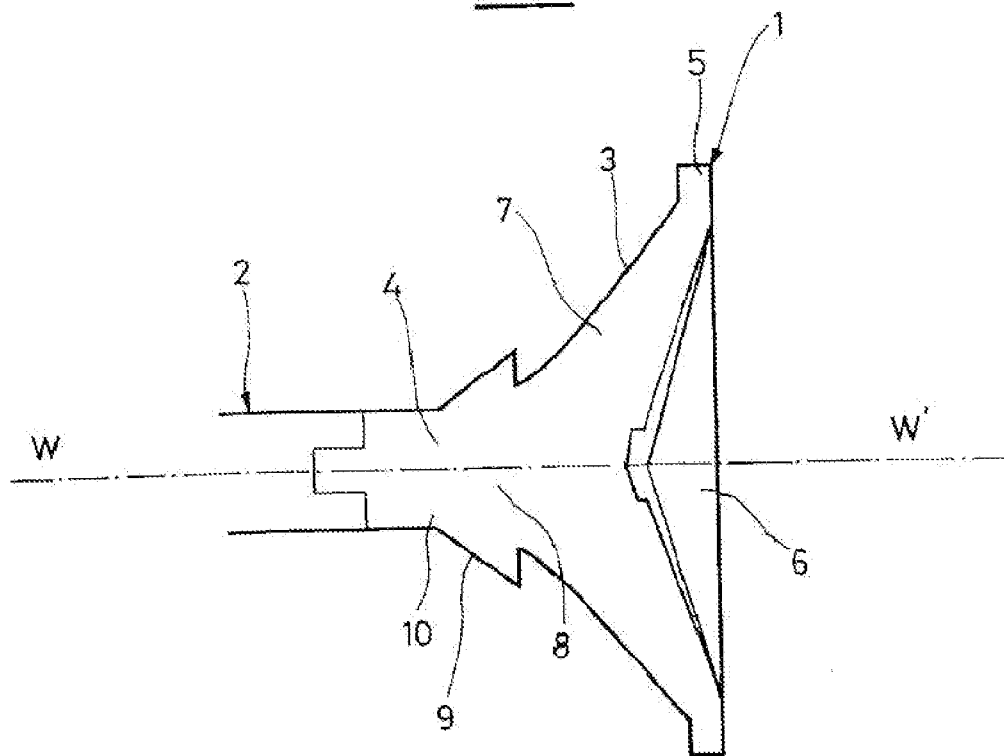


FIG. 2

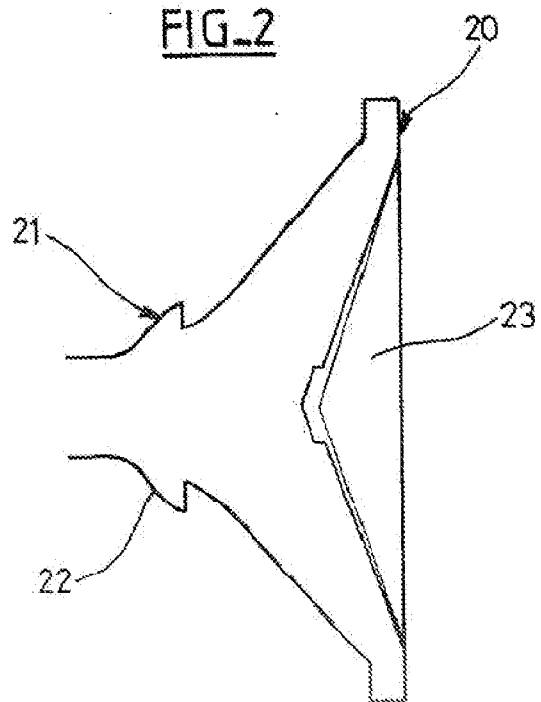


FIG. 3

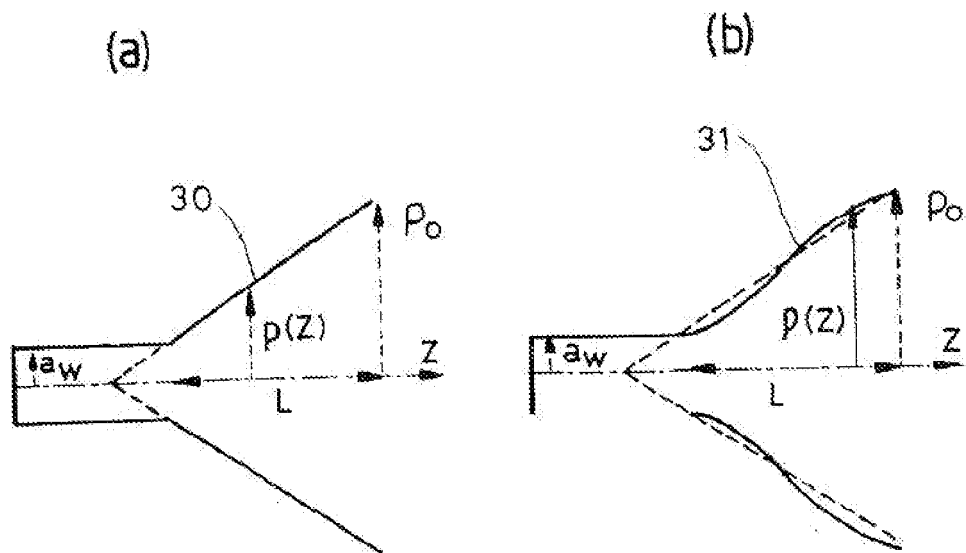
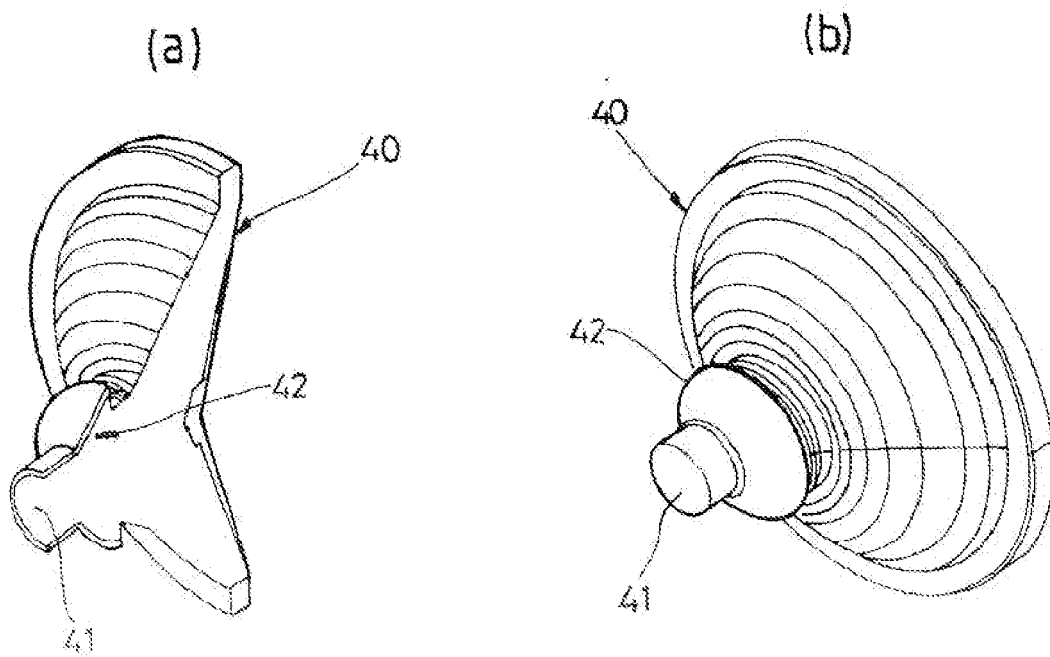
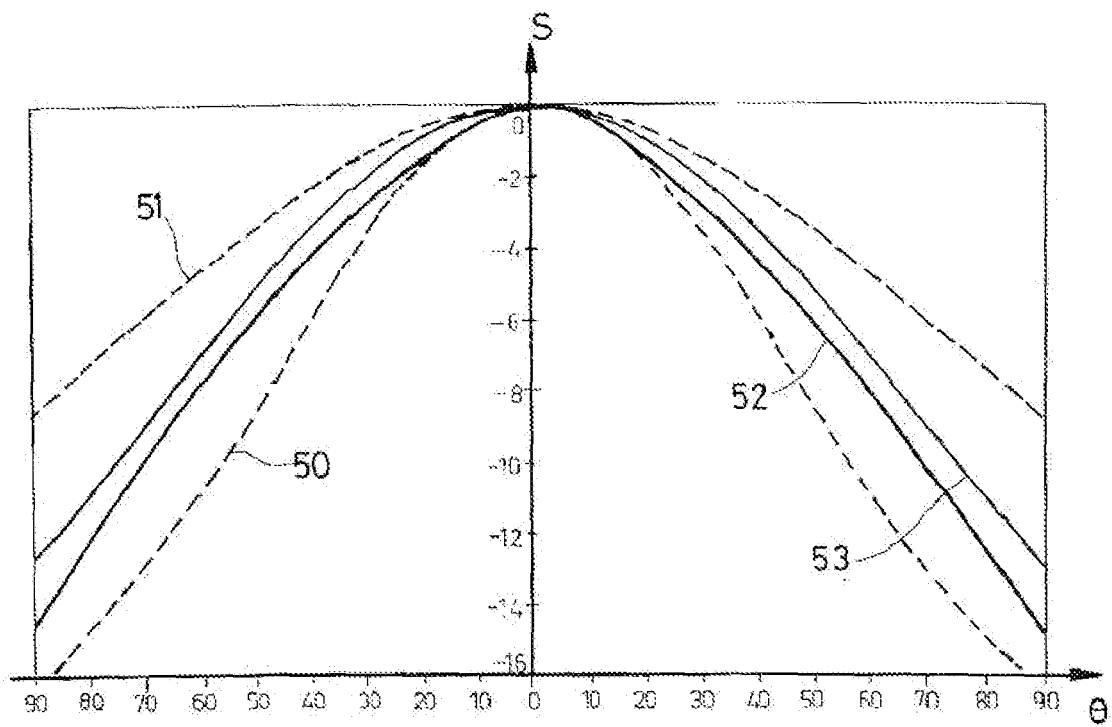


FIG. 4



FIG_5



FIG_6

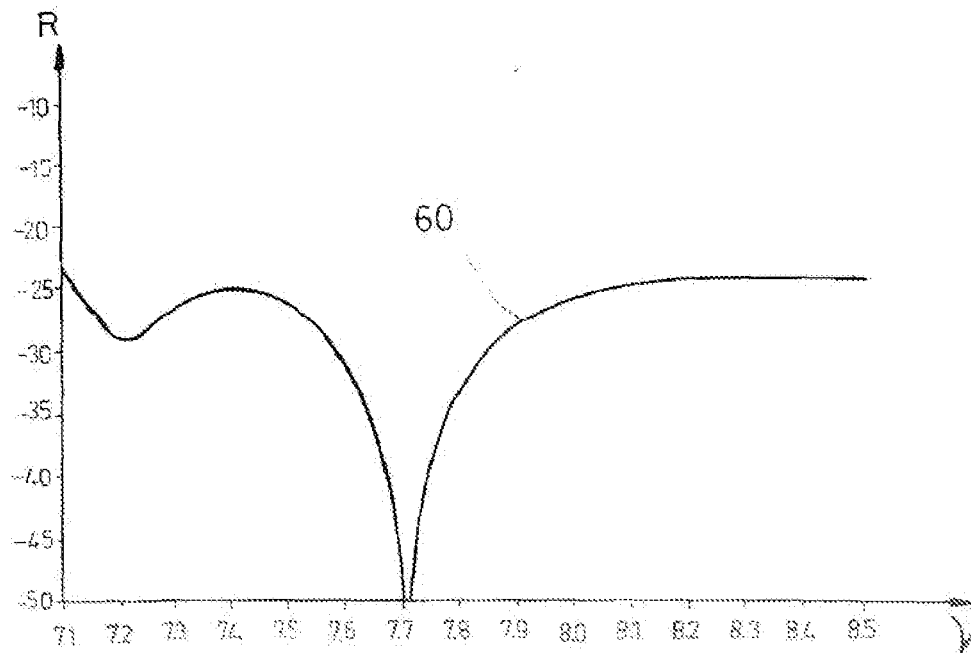


FIG. 7

