(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication : **0 626 736 A1**

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **94401141.0**

(22) Date de dépôt : **24.05.94**

(51) Int. Cl.[5] : **H01Q 21/20,** H01Q 19/10

(30) Priorité : **25.05.93 FR 9306234**

(43) Date de publication de la demande : **30.11.94 Bulletin 94/48**

(84) Etats contractants désignés : **DE ES FR GB IT SE**

(71) Demandeur : **Société dite CEIS TM (Société Anonyme)**
11, avenue Didier Daurat
F-31700 Blagnac (FR)

(72) Inventeur : **Saint, Jacques**
12, rue du Réveil Matin
F-78800 Houilles (FR)

(74) Mandataire : **Lerner, François**
5, rue Jules Lefèbvre
F-75009 Paris (FR)

(54) Antenne radioélectrique omnidirectionnelle et son application à un répondeur radar.

(57) L'invention concerne le domaine des antennes radioélectriques omnidirectionnelle.
L'antenne se compose d'un circuit imprimé plan (11), sur lequel sont gravés les dipôles rayonnants et un réflecteur radioélectrique (12,13) formé par exemple de deux troncs de pyramide accolés par leurs petites bases enserrant entre eux ledit circuit plan rayonnant.
L'invention s'applique plus particulièrement à des balises de détresse.

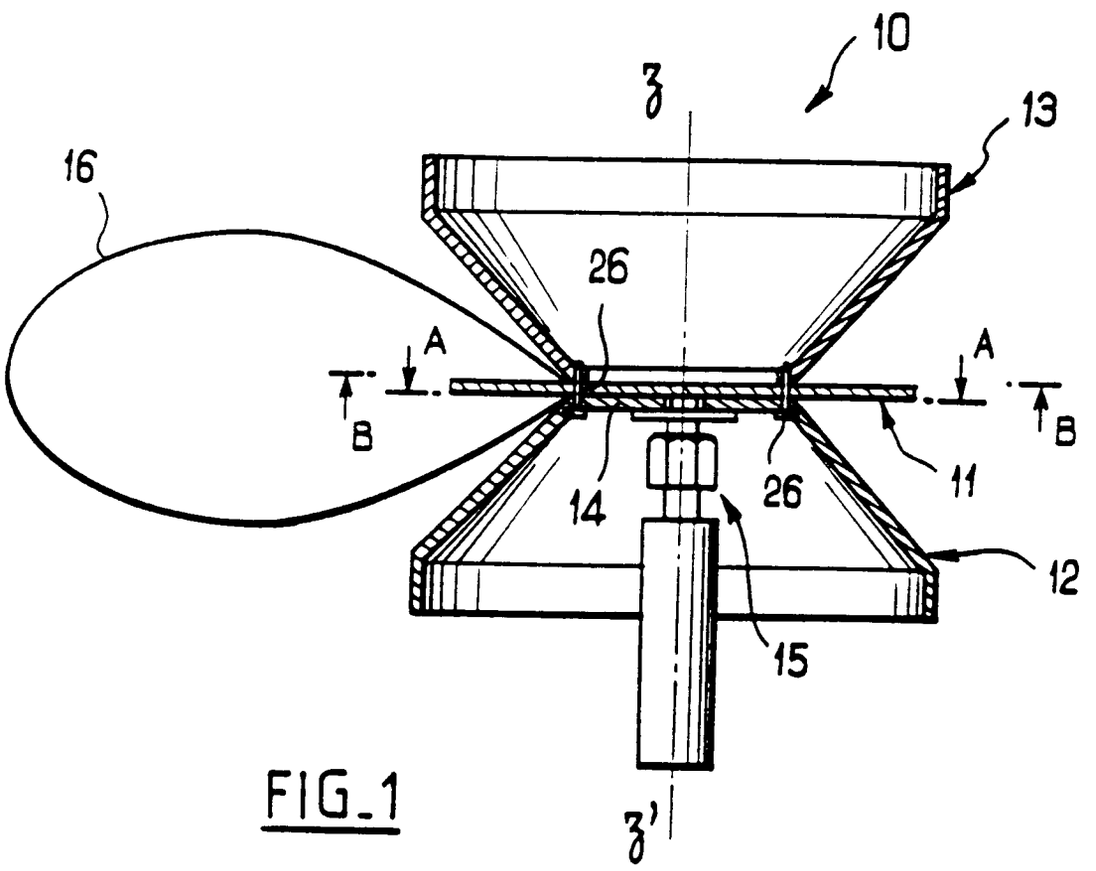


FIG_1

EP 0 626 736 A1

L'invention a pour objet une antenne radioélectrique omnidirectionnelle et son application à un répondeur radar en particulier, mais non exclusivement des balises, notamment des balises de détresse.

Pour diverses applications, en particulier pour le repérage d'un mobile, on cherche à construire des antennes radioélectrique omnidirectionnelles, en particulier dans le plan $\vec{E}$, c'est-à-dire en polarisation horizontale, de faible encombrement et faible poids, et de technologie robuste, compte tenu des applications, en particulier pour des balises de détresse pouvant être utilisées par des explorateurs, navigateurs, etc...

Les antennes radioélectriquement similaires proposées aujourd'hui appartiennent généralement à deux types.

Selon le premier type, l'antenne est composée d'un guide d'ondes plat dans lequel ont été usinées deux fentes rayonnantes, le guide d'ondes plat étant placé entre deux plans réflecteurs formés par exemple par des plaques métalliques. Les rendements de telles antennes sont très médiocres.

Selon une autre technique, on utilise un circuit imprimé, sur lequel sont gravés plusieurs réseaux d'antennes sur un substrat suffisamment souple pour être conformé en cylindre rayonnant. Il s'agit d'une technique relativement coûteuse, le rendement d'émission restant faible et l'antenne fragile.

L'invention se rapporte à une antenne radioélectrique, de construction très robuste, et de caractéristiques radioélectriques supérieures.

L'antenne radioélectrique conforme à l'invention est du type comportant :

- un circuit imprimé plan, sur lequel sont gravés les dipôles rayonnants,
- un réflecteur radioélectrique placé derrière les dipôles sensiblement en symétrie de chaque côté du plan dudit circuit imprimé et se caractérise en ce que :
- ledit circuit imprimé plan se présente sous la forme d'une galette plate, à la périphérie de laquelle sont formés les dipôles rayonnants, et
- en ce que ledit réflecteur se présente sous la forme de deux surfaces symétriques par rapport au plan de la galette et allant en s'évasant depuis le plan de ladite galette jusqu'aux bords extérieurs de l'antenne.

Selon une réalisation avantageuse, le réflecteur se présente sous la forme de deux troncs de pyramide accolés par leurs petites bases en enserrant entre eux ledit circuit plan.

Par exemple, le tronc de pyramide est à section carrée, quatre dipôles rayonnants étant ainsi disposés angulairement à 90° les uns des autres au droit de chaque face des deux troncs de pyramide disposés en vis-à-vis, entre lesquels le circuit plan est disposé. Dans une telle réalisation, les quatre dipôles peuvent être alimentés en phase, l'antenne rayonnant alors dans toutes les directions du plan horizontal avec une puissance convenable pour un angle de site, par exemple de 60°.

L'invention et sa mise en oeuvre apparaîtront plus clairement à l'aide de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une vue en coupe d'une antenne conçue selon l'invention.

La figure 2 montre, à un peu plus grande échelle, le tronc de pyramide inférieur de l'antenne.

Les figures 3 et 4 sont des vues faites respectivement selon les flèches III et IV de la figure 2.

La figure 5 montre, comme la figure 2, le tronc de pyramide supérieur de l'antenne.

Les figures 6 et 7 sont des vues faites respectivement selon les flèches VI et VII de la figure 5.

La figure 8 montre le circuit imprimé plan vu par-dessus et la figure 9, le même circuit vu par-dessous.

La figure 10, qui constitue une superposition des figures 6 et 8, montre la coopération du circuit imprimé avec les réflecteurs.

La figure 11 est un diagramme illustrant la répartition de la puissance rayonnée par l'antenne en gisement.

La figure 12 montre schématiquement la conformation du réflecteur de l'antenne selon une variante de réalisation.

En se reportant tout d'abord à la figure 1, on aperçoit les éléments principaux de l'antenne référencée dans son ensemble 10 et composée d'une galette plate 11 portant le circuit imprimé résonnant, cette galette étant montée assemblée entre deux troncs de pyramide accolés par leurs petites bases, référencés respectivement pour le tronc de pyramide inférieur 12 et pour le tronc de pyramide supérieur 13. La constitution particulière de ces trois éléments : galette plate et troncs de pyramide, apparaîtront plus en détails en relation avec la description des figures 2 à 9. Dans le mode de réalisation illustré, chaque tronc de pyramide est à section carrée et se termine du côté de sa grande base par une paroi annulaire cylindrique circulaire. Le tronc de pyramide inférieur 12 reçoit, sur sa face transversale 14, le connecteur 15 électrique d'alimentation de l'antenne qui est relié au centre du circuit imprimé, comme il sera décrit plus en détail plus loin.

Du fait des quatre faces réparties à 90° autour de l'axe central Z'Z de l'antenne, l'antenne rayonne dans un plan horizontal dans les quatre directions de l'espace, le faisceau de rayonnement ayant été schématisé en 16 dans une direction.

On se réfèrera maintenant aux figures 2, 3 et 4, en relation avec lesquelles on va décrire tout d'abord la constitution du tronc de pyramide inférieur 12. Ce tronc de pyramide peut être avantageusement constitué d'une paroi métallique, par exemple d'un alliage léger formant réflecteur d'ondes. Cette paroi pourrait également être constituée par exemple en matériau plastique moulé de qualité appropriée convenablement métallisé.

Dans la réalisation illustrée, le réflecteur inférieur 12 comporte une paroi de fond 14, quatre parois formant les faces latérales 17, 18, 19, 20 du tronc de pyramide à section carrée, et se termine du côté de la grande base par une paroi latérale formant jupe 21 à section cylindrique circulaire. Sur la face transversale 14 du réflecteur sont formés un certain nombre d'orifices, à savoir :

- un orifice central 22 permettant de réaliser la connexion électrique avec le circuit imprimé de la plaque galette 11,
- quatre orifices 23 pour la fixation sous le réflecteur inférieur du connecteur 15,
- quatre orifices 24 pour la fixation par des vis de la galette 11 de circuit imprimé sur le réflecteur inférieur,
- quatre orifices 25 pour l'assemblage des trois composants de l'antenne, réflecteur 12, galette 11, réflecteur 13, cette liaison se faisant par exemple au moyen de quatre vis, tel qu'illustré 26 à la figure 1.

On note en outre la présence de quatre encoches 27 formées dans la paroi transversale 14 du réflecteur 12, et qui se trouvent au regard de l'endroit où passent les lignes d'alimentation des dipôles comme il sera expliqué plus loin. Ces encoches ou décrochements ont pour objet de ne pas perturber l'impédance caractéristique de la ligne d'alimentation reliant les brins rayonnants du circuit imprimé de l'antenne.

En se reportant maintenant aux figures 5, 6 et 7, on décrira la constitution du réflecteur supérieur 13.

On retrouve la forme générale de tronc de pyramide se terminant par une collerette cylindrique circulaire. Pour simplification de la description, les parties similaires qu'on retrouve sur les deux réflecteurs, sont référencées sur le réflecteur supérieur par les mêmes nombres, indicés "prime" (’). On retrouve ainsi les quatre faces formant plans réflecteurs 17’, 18’, 19’, 20’, homologues des plans réflecteurs 17, 18, 19, 20 et qui, dans la position d'assemblage de l'antenne se trouvent en vis-à-vis. On retrouve également les quatre orifices 25’ d'assemblage par les vis 26 de l'ensemble. On note que ces vis se trouvent en alignement avec les diagonales 28, 28’ séparant les faces des deux réflecteurs. On note, sur les figures 2 et 5, que, dans l'exemple illustré, les faces des réflecteurs forment sensiblement un angle de 45° avec le plan médian de l'antenne, dans lequel est situé le circuit plan résonnant, de sorte que, comme illustré à la figure 1, l'angle d'ouverture entre les plans réflecteurs, est de l'ordre de 90°.

Aux figures 5 et 6, on note les encoches 27’ formant ouvertures qui laisseront passer sans contact les brins d'alimentation des dipôles du circuit rayonnant.

Contrairement au réflecteur inférieur, le réflecteur supérieur est évidé dans son centre, c'est-à-dire qu'il comporte une ouverture référencée 29 aux dessins.

On se reportera maintenant aux figures 8 et 9, dans lesquelles on décrira la constitution de la galette 11 portant le circuit imprimé rayonnant de l'antenne.

Ce circuit imprimé est avantageusement réalisé en technique "microstrip", c'est-à-dire comprenant un plan masse, une couche de matériau diélectrique et un circuit imprimé formé sur le matériau diélectrique.

A la figure 8, on aperçoit par dessus le circuit imprimé et à la figure 9, le plan masse par-dessous avec, en son centre, une partie métallisée 30 en liaison avec les quatre branches 32 (dont deux seulement ont été référencées pour ne pas surcharger le dessin) des quatre lignes d'alimentation des quatre dipôles rayonnants 33, 34, 35, 36. Une vis traversante 31 peut assurer la connexion avec le connecteur électrique 15.

Comme on le voit à la figure 8, chaque dipôle est alimenté par deux brins rayonnants tels que 37, 38, excités en opposition de phase, cette opposition étant créée par un répartiteur de puissance constitué par un anneau interrompu 39, l'impédance caractéristique de chaque bras de l'anneau pouvant être de l'ordre de 100 ohms. En 40, on aperçoit à l'entrée de chaque ligne bifilaire, après le connecteur, une barrette d'adaptation.

Selon une variante (non représentée) les deux éléments de chacun des dipôles situés sur la face supérieure de la galette 11, pourraient être excités par des lignes imprimées placées sur la face inférieure de la galette, en opposition avec les dipôles.

On notera la disposition en forme de "tête de flèche" de chaque paire de dipôles 33, 34, 35, 36, laquelle s'avère particulièrement efficace. D'autres formes cependant peuvent être choisies, par exemple en T avec la barre du T située à la périphérie de la galette.

Pour faciliter le montage de l'ensemble, la galette 11 portant le circuit imprimé comporte avantageusement quatre orifices référencés 24”, qui se trouvent en regard des orifices 24 formés dans la paroi latérale 14 du réflecteur inférieur et qui permettent de fixer la plaquette sur le réflecteur inférieur au moyen de quatre vis (non représentées), qui vont se trouver au centre des anneaux 39 jouant le rôle de répartiteur de puissance, comme indiqué ci-dessus.

On conçoit que la fabrication et l'assemblage de l'antenne ainsi constituée sont particulièrement rapides

et économiques. Bien sûr, nombre de variantes à cet assemblage peuvent être prévues, et par exemple, les connexions entre le circuit imprimé et le connecteur 15 peuvent être obtenues par soudure de l'un à l'autre au niveau de l'orifice 31 formé dans la plaquette du circuit imprimé.

Dans un exemple de réalisation d'une antenne fonctionnant en bande X, on a prévu les dimensions indiquées ci-après :

- diamètre de la galette portant le circuit imprimé : 62 mm
- distance séparant le répartiteur de puissance 39 de l'extrémité du dipôle correspondant : 20 mm
- diamètre de la jupe 21, 21' des réflecteurs : 70 mm
- hauteur de l'assemblage (parallèlement à l'axe Z'Z) : 60 mm.

Des mesures effectuées sur une antenne ainsi conçue, fonctionnant dans la gamme de fréquences 9200/9500 MHz, ont donné les résultats suivants.

Le taux d'ondes stationnaires mesuré est inférieur à 1,5.

Les caractéristiques de rayonnement relevées à partir des résultats de mesure sont les suivantes :

Fréquence GHz	9,2	9,35	9,5
Largeur du diagramme site à 3 dB (demi-puissance plan H)	60°	60°	60°
Variation du gain à ± 12,5° (en dB)	-1	-1	-1
Ondulation dans le plan azimut (en dB)	±1,5	±1,5	±1,5
Gain moyen (en dB)	3,7	3,7	3,7

L'antenne constituée selon l'invention peut être considérée comme ayant une configuration optimisée tant au niveau du circuit imprimé, qui réduit les pertes en lignes, qu'au niveau du réflecteur qui est parfaitement adapté.

Bien entendu, diverses variantes peuvent être apportées à la réalisation décrite. Par exemple, en vue d'augmenter la puissance rayonnée, et ce à partir d'un appareillage équivalent, il est possible, au lieu d'alimenter en phase les quatre dipôles rayonnants de l'antenne, de les alimenter successivement, par exemple au moyen d'une alimentation commutée électronique par diodes PIN, ce qui permet pratiquement de doubler la portée de l'antenne pour une même puissance d'émission.

Ainsi, en référence à la figure 10, dans ce cas, au lieu d'émettre sur 360° en gisement, on n'émettra que sur 90°, et de façon optimale, dans un faisceau de l'ordre de 45° centré autour de chaque dipôle rayonnant.

A la figure 11, on a illustré la répartition de la puissance rayonnée en fonction de l'angle du gisement, dans le cas d'une antenne omnidirectionnelle; on constate que la puissance de rayonnement est maximale au droit des dipôles, passant par un minimum dans la direction des diagonales comprises entre deux faces successives des réflecteurs, la variation de puissance étant de l'ordre de ± 20 % par rapport à la puissance moyenne rayonnée indiquée p_m ; cette variation de puissance en fonction de l'angle de gisement est également illustrée par la courbe de rayonnement C de la figure 10.

Bien entendu, l'antenne peut aussi comporter un circuit de réception et constituer ainsi un émetteur-récepteur omnidirectionnel.

Bien qu'on ait décrit un exemple dans lequel l'antenne fonctionne dans les quatre quadrants de l'espace, on peut concevoir une construction intégrant un plus grand nombre ou un plus faible nombre de secteurs opérationels, par exemple trois ou cinq.

Au lieu d'utiliser en tant que réflecteur les deux troncs de pyramide opposés décrits ci-dessus, on peut utiliser, comme illustré à la figure 12, un réflecteur 41 ayant une forme générale concave de révolution autour de l'axe z'z de l'antenne et symétrique par rapport au plan de la galette 11. La courbure de la concavité est avantageusement une parabole, bien que d'autres courbures puissent être utilisées selon que l'on souhaite une directivité plus ou moins grande de l'antenne, pouvant même aller jusqu'au choix d'une courbure convexe. Dans tous les cas, le réflecteur va en s'évasant depuis le plan de la galette 11 jusqu'aux bords extérieurs 21, 21' de l'antenne.

Revendications

1. Antenne radioélectrique du type comportant :
   - un circuit imprimé (11) plan, sur lequel sont gravés les dipôles rayonnants,
   - un réflecteur radioélectrique (12, 13) placé derrière les dipôles sensiblement en symétrie de chaque

côté du plan dudit circuit imprimé, caractérisée en ce que :

- ledit circuit imprimé plan se présente sous la forme d'une galette plate (11), à la périphérie de laquelle sont formés les dipôles rayonnants (33, 34, 35, 36), et
- en ce que ledit réflecteur se présente sous la forme de deux surfaces symétriques par rapport au plan de la galette (11) et allant en s'évasant depuis le plan de ladite galette jusqu'aux bords extérieurs de l'antenne.

2. Antenne selon la revendication 1 caractérisée en ce que ledit réflecteur se présente sous la forme de deux troncs de pyramide (12, 13) accolés par leurs petites bases en enserrant entre eux le circuit plan (11).

3. Antenne selon la revendication 1 caractérisée en ce que ledit réflecteur se présente sous la forme d'une surface concave de révolution autour de l'axe de l'antenne.

4. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit circuit plan comprend plusieurs dipôles rayonnants (33, 34, 35, 36) répartis angulairement régulièrement autour du centre (31) par lequel se fait l'alimentation.

5. Antenne selon les revendications 2 et 4, caractérisée en ce qu'une face de tronc de pyramide (17, 17', 18, 18', 19, 19', 20, 20') est centrée derrière chaque dipôle rayonnant (33, 34, 35, 36).

6. Antenne selon l'une des revendications 2 et 4 ou 5, caractérisé en ce que chaque tronc de pyramide se termine, du côté de sa grande base, par une paroi annulaire cylindrique circulaire (21, 21').

7. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'une des deux surfaces symétriques du réflecteur comprend une face terminale (14) servant au montage du connecteur (15) d'alimentation de l'antenne et à l'assemblage de ses composants, et l'autre surface (13) comprend une face terminale évidée (29) en son centre laissant apparaître le circuit imprimé.

8. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'au regard de l'endroit où passent les lignes d'alimentation (37, 38) des dipôles, sont formées des encoches (27) pour le bon fonctionnement de l'antenne.

9. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les deux éléments de chaque dipôle sont alimentés par deux brins rayonnants excités en opposition de phase par une ligne bifilaire (37, 38) comportant une partie en forme d'anneau interrompu (39).

10. Antenne selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'à l'entrée de chaque ligne bifilaire, après le connecteur (15), est prévue une barrette d'adaptation (40).

11. Répondeur radar et notamment balise radioélectrique, caractérisée en ce qu'elle utilise une antenne radioélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes.

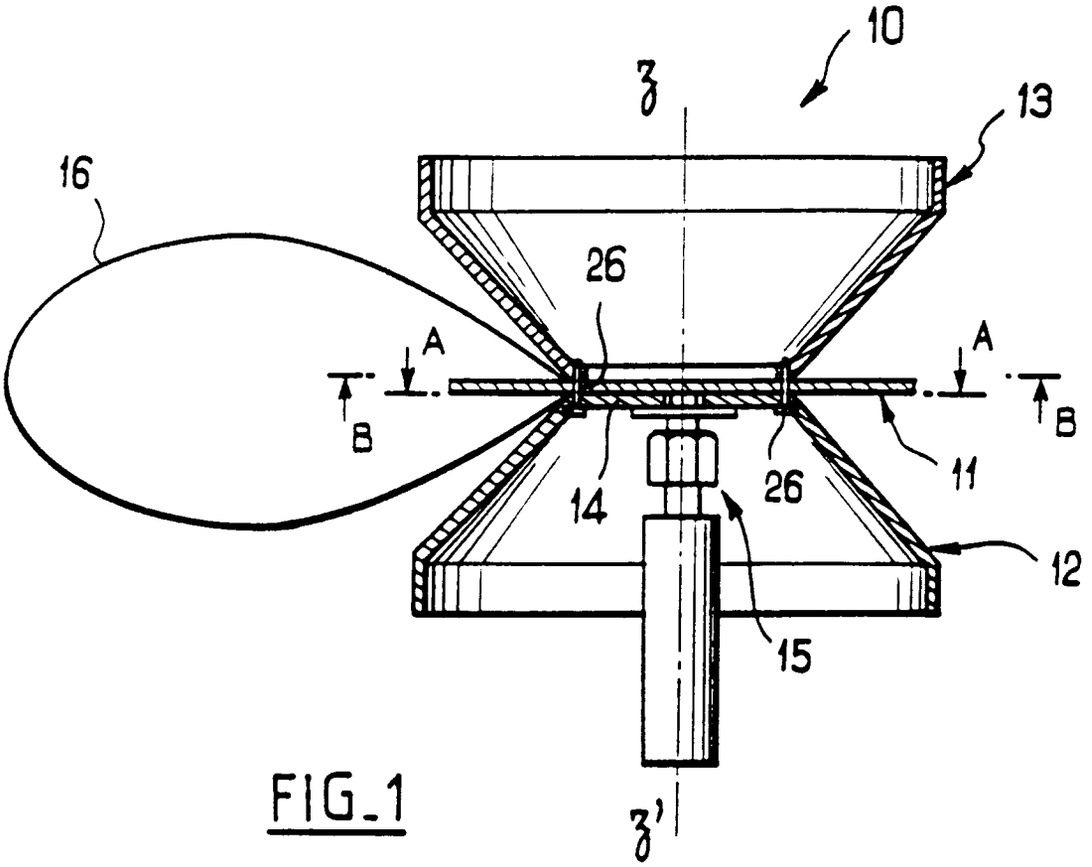


FIG_1

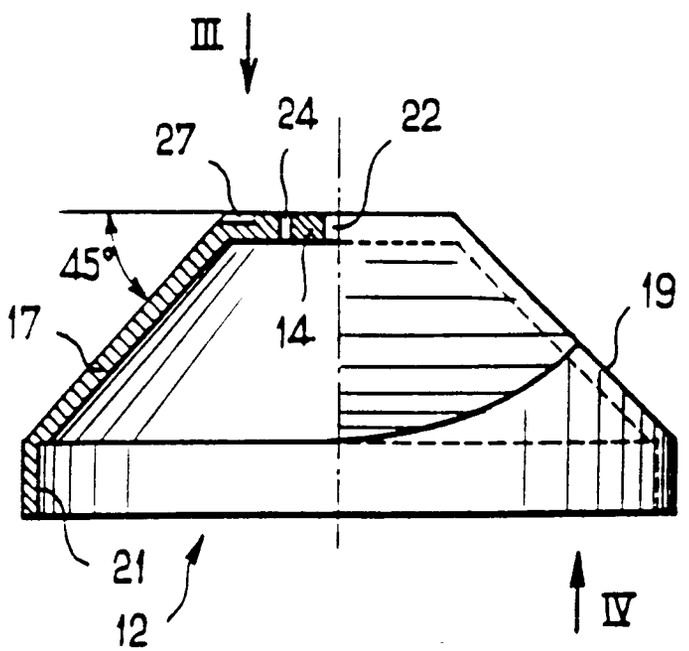


FIG_2

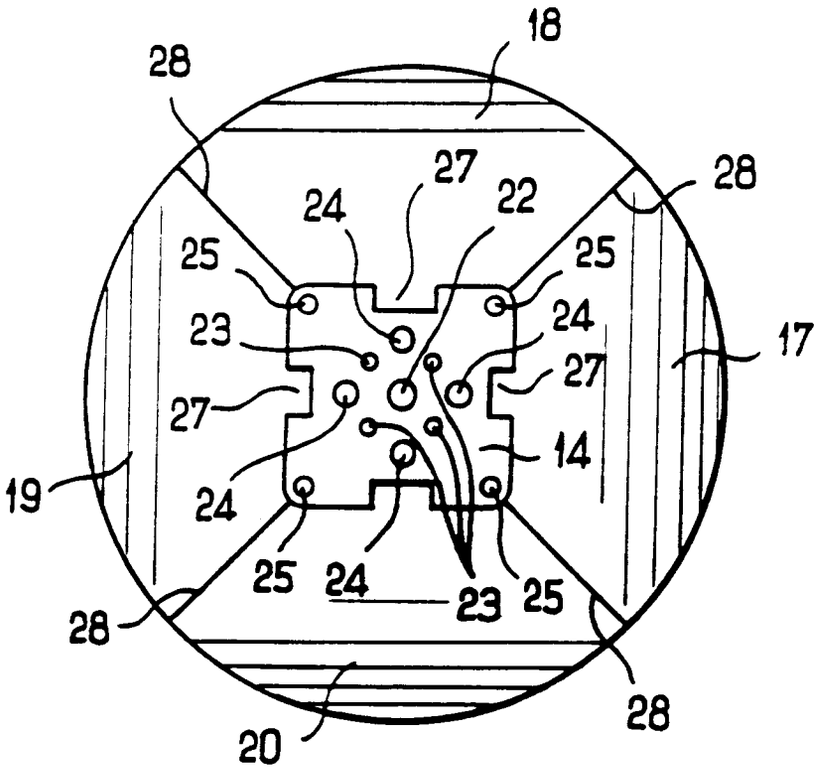

18
28
27
22
28
24
25
25
23
24
17
27
27
14
19
24
25
24
23
25
28
28
20

FIG_3

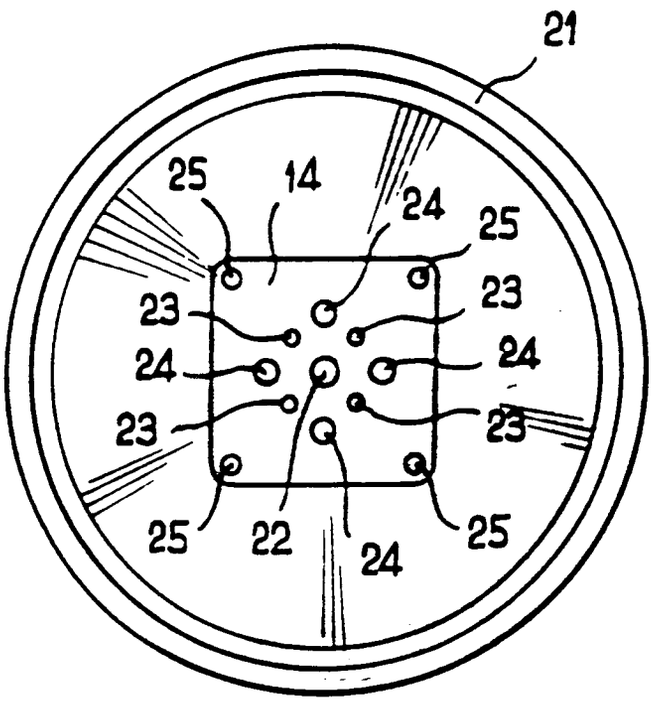

21
25
14
24
25
23
23
24
24
23
23
25
22
24
25

FIG_4

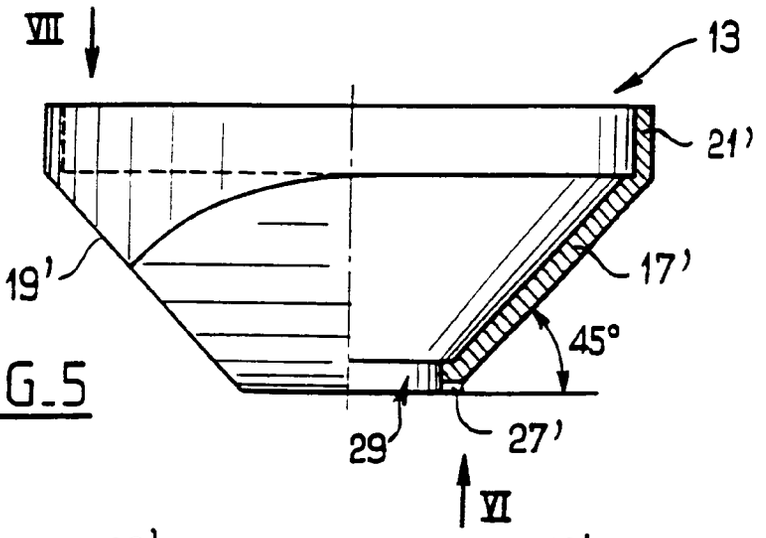


FIG_5

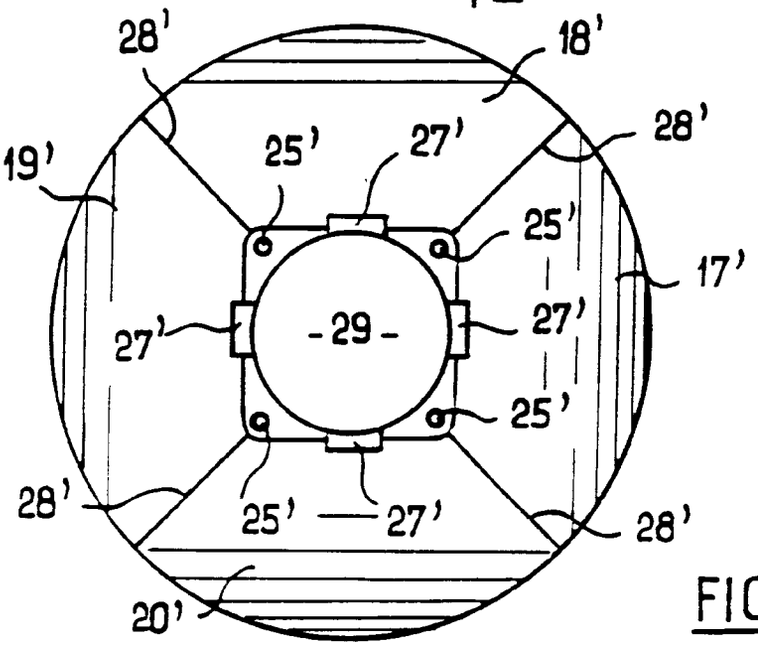


FIG_6

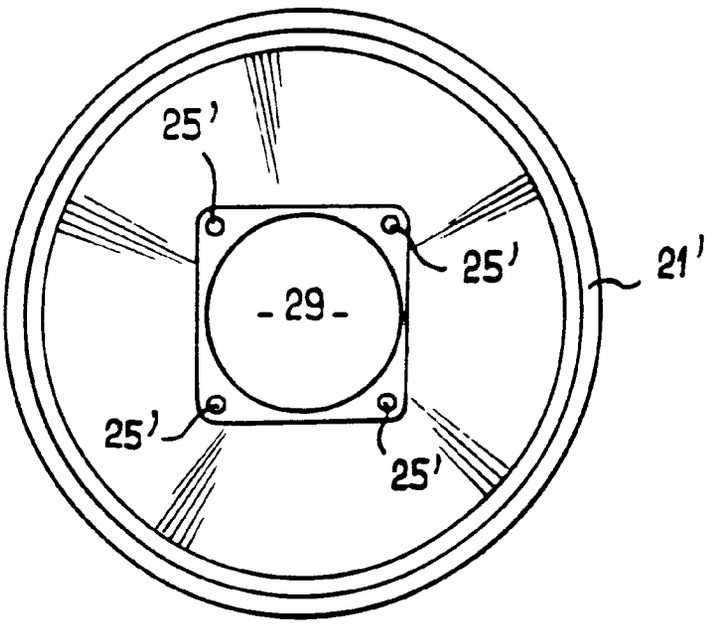


FIG_7

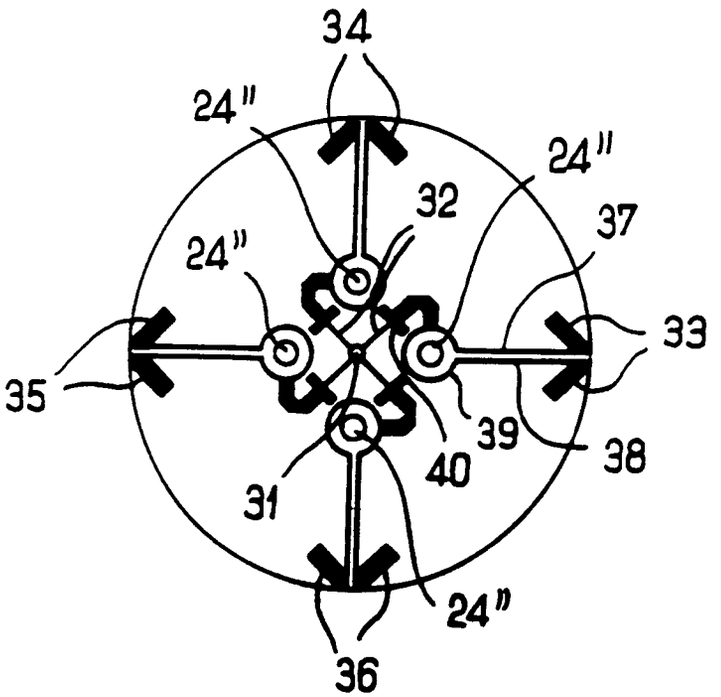


FIG_8

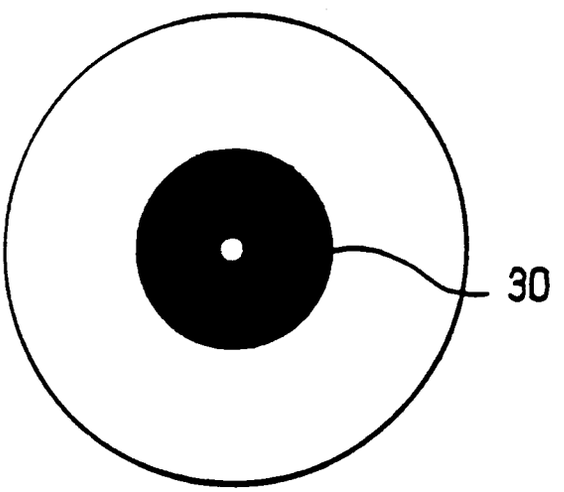


FIG_9

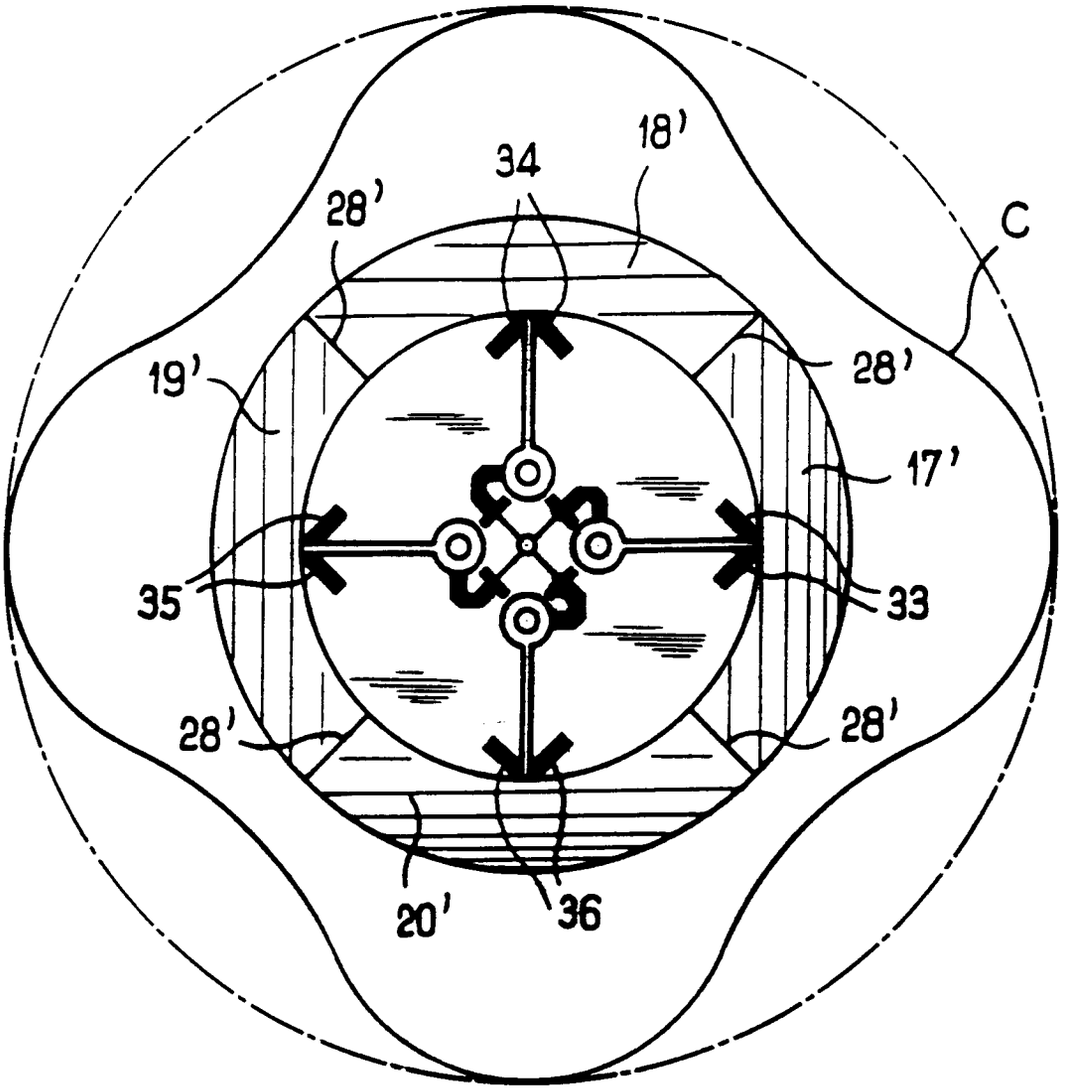

18'
34
28'
C
19'
28'
17'
35
33
28'
28'
20'
36

FIG_10

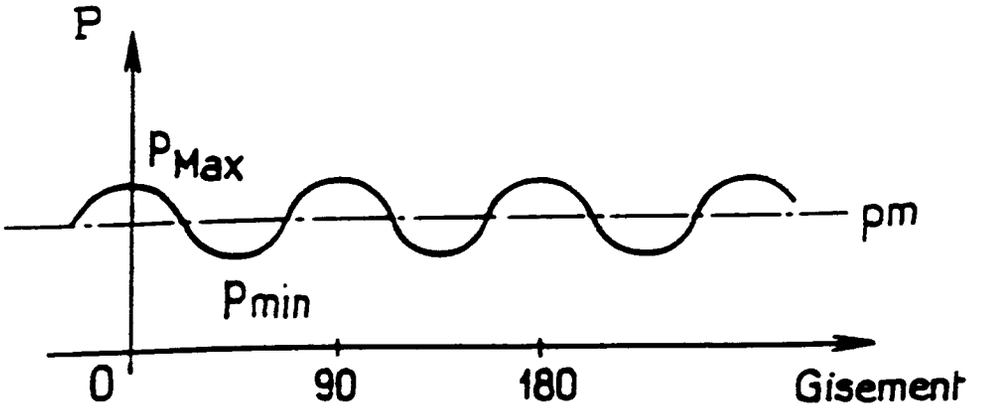

P
PMax
pm
Pmin
0
90
180
Gisement

FIG_11

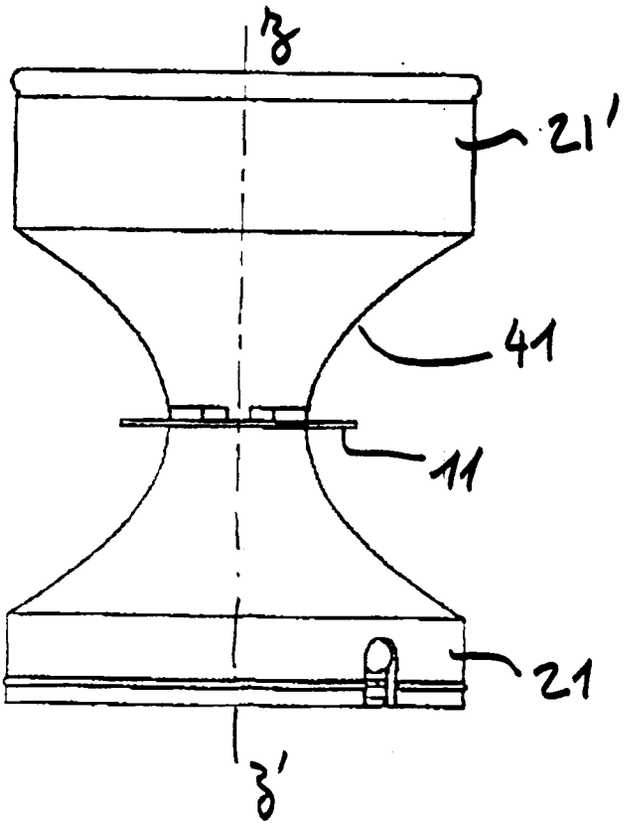


FIG 12

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 1141

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
A	US-A-4 114 163 (BOROWICK) * colonne 1, ligne 64 - colonne 2, ligne 47; figures 1-3 *	1-11	H01Q21/20 H01Q19/10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 367 (E-1112) 17 Septembre 1991 & JP-A-03 145 307 (NEC) * abrégé *	1	
A	US-A-3 887 926 (SCHWARTZ ET AL.) * colonne 6, ligne 64 - colonne 7, ligne 25; figure 9 *	1-7	
A	US-A-3 032 762 (KERR) * colonne 5, ligne 61 - colonne 6, ligne 17; figure 3 *	1-7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 4, no. 170 (E-35) (652) 22 Novembre 1980 & JP-A-55 117 306 (MITSUBISHI) * abrégé *	3-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5) H01Q G01S
A	US-A-4 513 292 (BOWMAN) * colonne 2, ligne 7 - colonne 3, ligne 60; figures 1,2 *	8-10	

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	28 Juillet 1994	Angrabeit, F

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)