

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 241 921 B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication de fascicule du brevet:
08.01.92

(51) Int. Cl.⁵: **H01Q 19/185, H01Q 11/08**

(21) Numéro de dépôt: **87105544.8**

(22) Date de dépôt: **14.04.87**

(54) **Antenne à haute efficacité.**

(30) Priorité: **15.04.86 FR 8605359**

(43) Date de publication de la demande:
21.10.87 Bulletin 87/43

(45) Mention de la délivrance du brevet:
08.01.92 Bulletin 92/02

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

(56) Documents cités:
EP-A- 0 169 823
US-A- 4 494 117

THE RADIO AND ELECTRONIC ENGINEER,
mai 1967, pages 317-321; S.C. LOH et al.:
"The radiation characteristics of the backfire
helical and zigzag antennae"

PROCEEDINGS OF THE IEEE, vol. 53, juillet
1965, pages 746,747; F.J. ZUCKER: "The back-
fire antenna: A qualitative approach to its
design"

(73) Titulaire: **ALCATEL ESPACE**
11, avenue Dubonnet
F-92407 Courbevoie Cédex(FR)

(72) Inventeur: **Anglade, Eric**
10 avenue de Gascogne
F-31170 Tournefeuille(FR)
Inventeur: **Bichet, Serge**
8 rue d'Occitanie
Pibrac 31490 Leguevin(FR)
Inventeur: **Gutierrez, Ricardo**
11 Impasse Saillagouse
F-31100 Toulouse(FR)
Inventeur: **Lenormand, Régis**
7bis rue Pargaminières
F-31000 Toulouse(FR)
Inventeur: **Rene, Didier**
30 rue Pierre Polette
F-31000 Toulouse(FR)
Inventeur: **Venault, Daniel**
Résidence Concorde 4 Passage A. Maurois
F-31000 Toulouse(FR)

EP 0 241 921 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND
PROPAGATION, vol. AP-32, no. 4, avril 1984,
pages 414,415, IEEE, New York, US; H.P. CO-
LEMAN et al.: "An orthogonal mode
(dual-sense) helical antenna"

⑦ Mandataire: Weinmiller, Jürgen et al
Lennéstrasse 9 Postfach 24
W-8133 Feldafing(DE)

Description

La présente invention est relative à une antenne à haute efficacité.

En matière d'éléments rayonnants à haute efficacité, on connaît la source communément appelée "Short Backfire". Elle est constituée d'un dipole ou de deux dipôles (croisés s'il y en a deux) et d'un réflecteur cylindrique. Les performances de ce type d'antenne ont été étudiées par H.W. EHRENSPECK et sont décrites dans l'article "A New Class of Medium - Size, High-efficiency Reflector Antennas" (IEEE Transactions on Antennas and Propagation" de mars 1974). Ce document décrit un type d'antenne à réflecteur permettant un plus grand gain directif que ceux obtenus avec des antennes à réflecteur conventionnelles de même surface. Une antenne de ce type comprend un réflecteur de forme cylindrique et un système d'alimentation situé au centre de ce réflecteur. Une telle antenne est analysée comme la combinaison de deux sources rayonnantes dont le rayonnement maximum et les relations de phase mutuelles peuvent être ajustés simplement pour obtenir un plus grand gain directif dans une direction perpendiculaire à la surface du fond du réflecteur. L'accroissement de gain directif est expliqué sur la base d'une extension virtuelle de l'ouverture de rayonnement au delà des dimensions physiques du réflecteur.

L'auteur compare l'efficacité de ce type de source, au rendement théorique maximal d'une ouverture rayonnante de même dimension. Ce rendement est défini par rapport à D_{max} (directivité maximale d'une ouverture rayonnante)

$$D_{max} = \frac{4A}{\lambda^2}$$

avec A : aire de la surface considérée
et λ : longueur d'onde.

Pour certaines caractéristiques du réflecteur (Diamètre $d = 2.45 \lambda$, hauteur $h = 0.57 \lambda$), la directivité mesurée est supérieure à la directivité maximale de l'ouverture rayonnante équivalente. Ce phénomène, selon les travaux précités, se reproduit pour des valeurs de diamètre : $d < 0.75 \lambda$.

Si on considère la valeur minimale du diamètre du réflecteur, d_{min} , pour une antenne du type "Short backfire" d_{min} doit être compatible avec l'encombrement du dipole : $d_{min} > 0.75 \lambda$.

Il y a donc incompatibilité entre les deux relations relatives au diamètre du réflecteur.

L'invention a pour objet une structure permettant de profiter du phénomène avantageux qui apparaît pour $d < 0.75 \lambda$, tout en ayant un diamètre de réflecteur $d \leq 0.7 \lambda$.

L'invention propose à cet effet une antenne à haute efficacité comprenant un réflecteur constitué

d'un fond et de parois de direction perpendiculaire à ce fond et de forme cylindrique, à l'intérieur duquel est disposé un dispositif rayonnant dans la direction perpendiculaire à ce fond, le dispositif rayonnant comprenant au moins un fil enroulé en hélice de part et d'autre de l'axe de symétrie du réflecteur qui est l'axe de rayonnement dudit dispositif, chaque fil étant court-circuité au réflecteur par son extrémité située du côté du fond de ce réflecteur et étant alimenté par son autre extrémité caractérisé en ce que au moins un câble coaxial situé à l'intérieur de l'hélice formée par le (ou les) fil(s) rayonnant permet d'alimenter ce (ou ces) fil(s) rayonnants, et en ce que le diamètre (d) du réflecteur (11) est inférieur à 0.75λ ; λ étant la longueur d'onde pour laquelle l'antenne est construite.

Les avantages que possèdent la présente invention par rapport aux antennes du type "Short Backfire" sont les suivants :

- Le diamètre du réflecteur n'est pas limité par l'encombrement du dipole,
- La directivité de l'élément rayonnant est modulable, contrairement à une antenne "Short Backfire" dont la directivité du dipole est constante.

Plus précisément l'invention a pour objet une antenne dans laquelle quatre câbles coaxiaux sont disposés à l'intérieur d'une hélice quadrifilaire, les âmes centrales des deux premiers câbles coaxiaux, qui sont des câbles d'alimentation, étant reliées par des premiers circuits métalliques aux âmes centrales des deux autres câbles coaxiaux, une plaque métallique disposée à une certaine distance de, cette extrémité permettant de relier les âmes centrales de ces deux derniers câbles coaxiaux et les conducteurs extérieurs des quatre câbles coaxiaux de telle manière que l'impédance présente en sortie des deux câbles d'alimentation soit 50Ω , les parties extérieures par rapport au réflecteur de ces quatre câbles coaxiaux étant reliées aux quatre fils par l'intermédiaire de quatre seconds circuits métalliques.

Avantageusement l'invention se rapporte à une antenne dans laquelle les premiers circuits métalliques sont réalisés par des couches métalliques disposées de part et d'autre d'un premier circuit imprimé, les seconds circuits métalliques étant réalisés par des couches métalliques disposées sur une première face d'un second imprimé superposé par sa seconde face avec l'une des faces du premier circuit imprimé.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre une vue en perspective schématique d'une antenne selon l'invention, le réflecteur étant représenté en coupe ;

- la figure 2 illustre une vue partielle en perspective de la source rayonnante de l'invention ;
- la figure 3 illustre une vue en coupe selon le plan III-III de la source rayonnante représentée à la figure 2.

La présente invention se rapporte à un élément rayonnant, constitué d'une hélice quadrifilaire 10, placé dans un réflecteur 11 ayant un fond 8 et des parois 9 latérales de direction perpendiculaire à ce fond et de forme cylindrique. Les dimensions du réflecteur 11 sont optimisées pour obtenir la superposition en phase, dans la direction de l'axe de rayonnement Δ , des composantes rayonnées par l'hélice 10 d'une part, et par le bord supérieur 12 du réflecteur 11 d'autre part.

L'antenne selon l'invention comprend quatre câbles coaxiaux 13, 14, 15, 16 qui sont de directions parallèles à l'axe du rayonnement Δ .

Les âmes centrales 20 et 21 des deux premiers câbles coaxiaux 13, 14, qui sont des câbles d'alimentation, sont reliées par des circuits 24 et 25 aux âmes centrales 22 et 23 des câbles coaxiaux 15 et 16. Ces âmes centrales 22 et 23 sont court-circuitées aux conducteurs extérieurs des câbles coaxiaux 13, 14, 15, 16 par une plaque métallique 26 à une distance e telle que l'impédance présentée en sortie des câbles coaxiaux 13 et 14 soit de 50Ω .

L'hélice quadrifilaire 10 est constituée de quatre brins rayonnants 27, 28, 29, 30 qui sont alimentés par le sommet ; leur base étant court-circuitée au réflecteur 11, ce qui lui permet d'être assimilée, en première analyse, à un dipôle recourbé.

Ces brins rayonnants 27, 28, 29 et 30 sont reliés aux conducteurs extérieurs des coaxiaux 13, 14, 15, 16 par les circuits 31, 32, 33, 34. Ces brins rayonnants sont court-circuités au réflecteur 11 par l'intermédiaire d'une plaque 17. En fonction de la valeur du diamètre d du réflecteur, la hauteur h du réflecteur est optimisée.

Sur les figures 1, 2 et 3 les circuits 24, 25 qui permettent de relier les âmes centrales 20 et 21 des câbles 13 et 14 aux âmes 22 et 23 des câbles 15 et 16, sont représentés par des dépôts métalliques effectués de part et d'autre d'un premier circuit imprimé 35 ; les circuits 31, 32, 33 et 34 qui permettent de relier les conducteurs extérieurs des câbles coaxiaux 13, 14, 15 et 16 aux brins rayonnants 27, 28, 29, et 30 sont des dépôts métalliques effectués sur une première face d'un deuxième circuit imprimé 36 dont la seconde face est superposée à l'une des faces du premier circuit imprimé 35.

Une telle antenne est principalement utilisée à des fréquences inférieures à 4 GHz. Contrairement aux antennes de l'art connu, comportant un dipôle situé à l'intérieur d'un réflecteur cylindrique dont la

directivité est donnée, dans l'antenne selon l'invention on peut jouer, à une fréquence donnée, sur le rapport diamètre/hauteur du réflecteur.

Dans le cas où l'on utilise l'antenne précitée comme élément rayonnant d'une antenne réseau un domaine de valeur du diamètre d est particulièrement intéressant. Elle est définie par la relation donnant la distance inter-éléments $L = 0.67 \lambda < L < 0.54 \lambda$.

Pour ces valeurs, les lobes de réseaux n'apparaissent pas. Il en résulte une efficacité optimale de l'antenne. Mais la diminution de cette distance L contribue généralement à augmenter de manière importante le couplage entre éléments. Dans le cas de la présente invention, le critère de cohérence du rayonnement issu de l'hélice 10 d'une part, et du bord supérieur 12 du réflecteur 11 d'autre part, corrèle la diminution de diamètre d , à une augmentation de la hauteur h du réflecteur 11, et donc améliore l'isolation directe entre éléments. Avec une telle antenne réseau le critère d'optimisation est d'obtenir une directivité maximale dans l'axe du rayonnement. Mais ce critère pourrait être d'obtenir un taux d'ellipticité maximal sur une couverture donnée, par exemple avec une antenne multidirectionnelle.

Il est bien entendu que la présente invention n'a été décrite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et que l'on pourra remplacer ses éléments constitutifs par des éléments équivalents sans, pour autant, sortir du cadre de l'invention.

Ainsi l'élément rayonnant 10 peut être aussi bien une hélice composée d'un ou de plusieurs fils : monofilaire, bifilaire... Cette hélice peut également être de forme conique.

Revendications

1. Antenne à haute efficacité comprenant un réflecteur (11) constitué d'un fond (8) et de parois (9) de direction perpendiculaire à ce fond et de forme cylindrique, à l'intérieur duquel est disposé un dispositif rayonnant (10) dans la direction perpendiculaire à ce fond, le dispositif rayonnant (10) comprenant au moins un fil (27) enroulé en hélice de part et d'autre de l'axe de symétrie du réflecteur qui est l'axe de rayonnement (Δ) dudit dispositif, chaque fil étant court-circuité au réflecteur par son extrémité situé du côté du fond de ce réflecteur (11) et étant alimenté par son autre extrémité, caractérisée en ce que au moins un câble coaxial (13) situé à l'intérieur de l'hélice formée par le (ou les) fil(s) rayonnant permet d'alimenter ce (ou ces) fil(s) rayonnants, et en ce que le diamètre (d) du réflecteur (11) est inférieur à $0,75 \lambda$; λ étant la longueur d'onde pour laquelle l'antenne est construite.

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que chaque câble coaxial est parallèle à l'axe de rayonnement (Δ).
3. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dispositif rayonnant (10) comporte quatre fils (27, 28, 29, 30) enroulés pour former une hélice quadrifilaire.
4. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que quatre câbles coaxiaux (13, 14, 15, 16) sont disposés à l'intérieur d'une hélice quadrifilaire (10), les âmes centrales (20, 21) des deux premiers câbles coaxiaux (13, 14), qui sont des câbles d'alimentation, étant reliées par des premiers circuits métalliques (24, 25) aux âmes centrales (22, 23) des deux autres câbles coaxiaux (15, 16), une plaque métallique (26) disposée à une certaine distance (e) de cette extrémité permettant de relier les âmes centrales (22, 23) de ces deux derniers câbles coaxiaux (15, 16) et les conducteurs extérieurs des quatre câbles coaxiaux (13, 14, 15, 16) de telle manière que l'impédance présente en sortie des deux câbles d'alimentation (13, 14) soit 50Ω , et en ce que les parties extérieures par rapport au réflecteur de ces quatre câbles coaxiaux (13, 14, 15, 16) soient reliées aux quatre fils (27, 28, 29, 30) par l'intermédiaire de quatre seconds circuits métalliques (31, 32, 33, 34).
5. Antenne selon la revendication 4, caractérisée en ce que les premiers circuits métalliques (24, 25) sont réalisés par des couches métalliques disposées de part et d'autre d'un premier circuit imprimé (35), et en ce que les seconds circuits métalliques (31, 32, 33, 34) sont réalisés par des couches métalliques disposées sur une première face d'un second circuit imprimé (36) superposé par sa seconde face avec l'une des faces du premier circuit imprimé (35).
6. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les fils enroulés (27, 28, 29, 30) forment une hélice de forme conique.

Claims

1. A high-efficiency antenna comprising a reflector (11) constituted by a bottom (8) and walls (9) extending perpendicularly to the bottom and cylindrical in shape, a radiating device (10) for radiating perpendicular to said bottom be-

ing placed inside said reflector, the radiating device (10) including at least one wire (27) wound helically about the axis of symmetry of the reflector which is also the radiating axis (Δ) of said device, each wire being short circuited to the reflector at its end situated adjacent to the bottom of the reflector (11) and being fed from its opposite end, the antenna being characterized in that at least one coaxial cable (13) situated inside the helix formed by the radiating wire(s) serves to feed the radiating wire(s), and in that the diameter d of the reflector (11) is less than 0.75λ , where λ is the wavelength for which the antenna is constructed.

2. An antenna according to claim 1, characterized in that each coaxial cable is parallel to the radiating axis (Δ).
3. An antenna according to any preceding claim, characterized in that the radiating device (10) comprises four wires (27, 28, 29, 30) wound to form a four-wire helix.
4. An antenna according to any preceding claim, characterized in that four coaxial cables (13, 14, 15, 16) are disposed inside a four-wire helix (10), with the central cores (20, 21) of two first coaxial cables (13, 14) constituting feed cables and being connected by first metallic circuits (24, 25) to the central cores (22, 23) of the other two coaxial cables (15, 16), a metal plate (26) disposed at a certain distance (e) from said end serving to interconnect the central cores (22, 23) of the latter two coaxial cables (15, 16) and the outer conductors of all four coaxial cables (13, 14, 15, 16) in such a manner that the output impedance presented by the two feed cables (13, 14) is 50Ω , and in that the outer portions of said four coaxial cables (13, 14, 15, 16) relative to the reflector are connected to the four wires (27, 28, 29, 30) via four second metallic circuits (31, 32, 33, 34).
5. An antenna according to claim 4, characterized in that the first metallic circuits (24, 25) are constituted by metal layers disposed on opposite faces of a first printed circuit (35), and in that the second metallic circuits (31, 32, 33, 34) are constituted by metal layers deposited on a first face of a second printed circuit (36) which is superposed via its second face on one of the faces of the first printed circuit (35).
6. An antenna according to any preceding claim, characterized by the fact that the helical wires (27, 28, 29, 30) constitute a conically-shaped

helix.

Patentansprüche

1. Antenne mit hohem Wirkungsgrad, mit einem Reflektor (11) bestehend aus einem Boden (8) und zylindrischen Wänden (9) senkrecht zum Boden, wobei in dem Reflektor eine senkrecht zum Boden strahlende Vorrichtung (10) angeordnet ist, die mindestens einen zur Wendel gewickelten Draht (27) beiderseits der Symmetrieachse des Reflektors aufweist, welche die Strahlungsachse (Δ) der Vorrichtung bildet, wobei jeder Draht mit seinem an der Bodenseite des Reflektors (11) gelegenen Ende kurzgeschlossen und über sein anderes Ende gespeist wird, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein im Inneren der aus dem strahlenden Draht (oder den Drähten) bestehenden Wendel angeordnetes Koaxialkabel (13) die Speisung des Drahtes (oder der Drähte) ermöglicht und daß der Durchmesser (d) des Reflektors (11) kleiner als $0,75 \lambda$ ist, wobei λ die Wellenlänge ist, für die die Antenne gebaut ist.

5
10
15
20
25
2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Koaxialkabel parallel zur Strahlungsachse (Δ) verläuft.

30
3. Antenne nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die strahlende Vorrichtung (10) vier in Form einer vierdrahtigen Wendel gewickelte Drähte (27, 28, 29, 30) umfaßt.

35
4. Antenne nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vier koaxiale Kabel (13, 14, 15, 16) im Inneren einer vierdrahtigen Wendel (10) angeordnet sind, wobei die zentralen Leiter (20, 21) der beiden ersten als Speisekabel dienenden Koaxialkabel (13, 14) durch erste metallische Stromkreise (24, 25) an die zentralen Leiter (22, 23) der beiden anderen Koaxialkabel (15, 16) angeschlossen sind und eine in einem gewissen Abstand (e) von diesem Anschlußende angeordnete Metallplatte (26) die Verbindung der zentralen Leiter (22, 23) dieser beiden Koaxialkabel (15, 16) mit den Außenleitern der vier Koaxialkabel (13, 14, 15, 16) ermöglicht, derart, daß die am Ausgang der beiden Speisekabel (13, 14) auftretende Impedanz 50Ω beträgt, und daß die relativ zum Reflektor äußeren Bestandteile der vier Koaxialkabel (13, 14, 15, 16) mit den vier Drähten (27, 28, 29, 30) durch vier zweite metallische Stromkreise (31, 32, 33, 34) miteinander verbunden sind.

40
45
50
55
5. Antenne nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten metallischen Stromkreise (24, 25) durch Metallschichten gebildet sind, die zu beiden Seiten einer ersten gedruckten Schaltung (35) angeordnet sind, und daß die zweiten metallischen Stromkreise (31, 32, 33, 34) durch Metallschichten gebildet sind, die auf einer ersten Seite einer zweiten gedruckten Schaltung (36) angeordnet sind, welche mit ihrer zweiten Seite von einer der Seiten der ersten gedruckten Schaltung (35) überdeckt wird.

5
6. Antenne nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gewickelten Drähte (27, 28, 29, 30) einen konischen Wendel bilden.

15

FIG.1

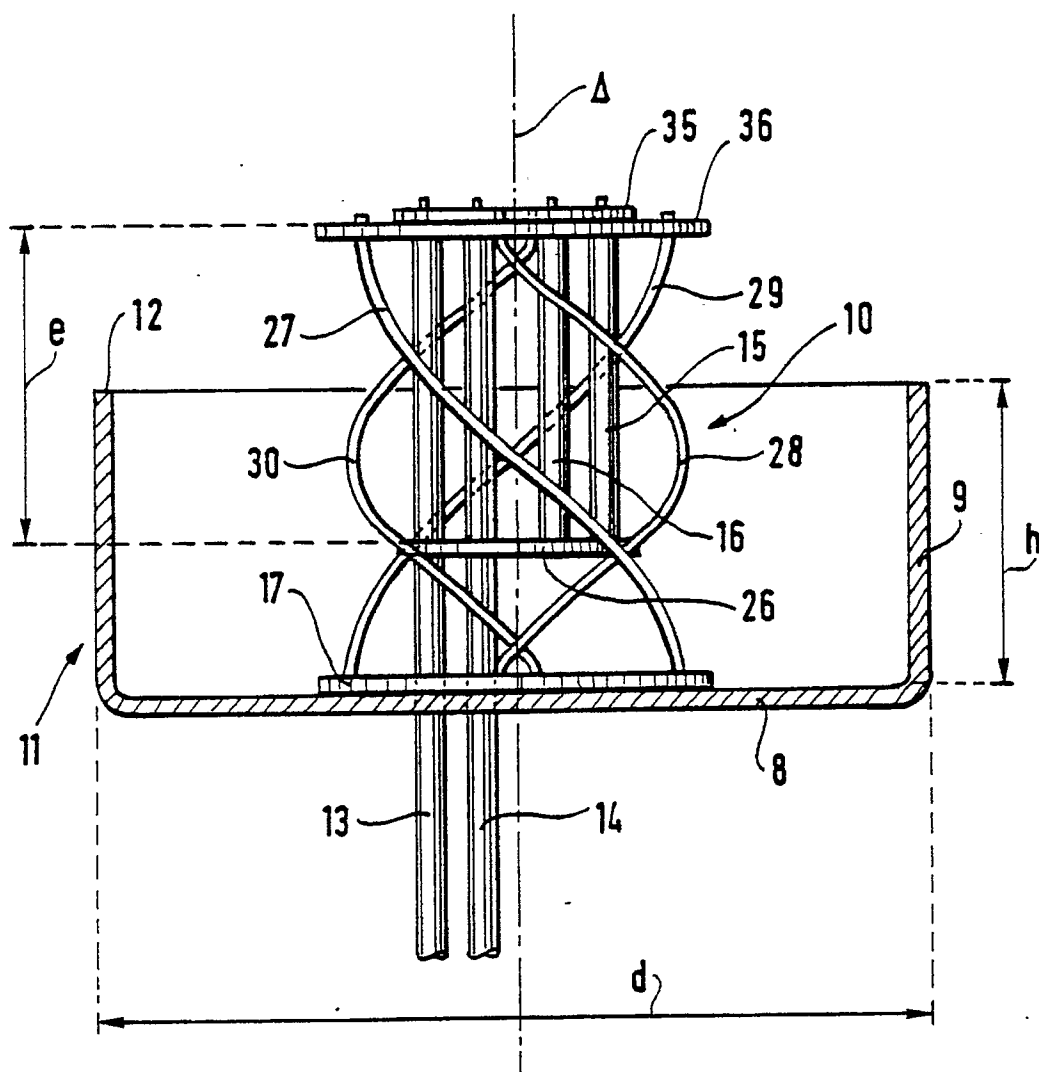


FIG. 2

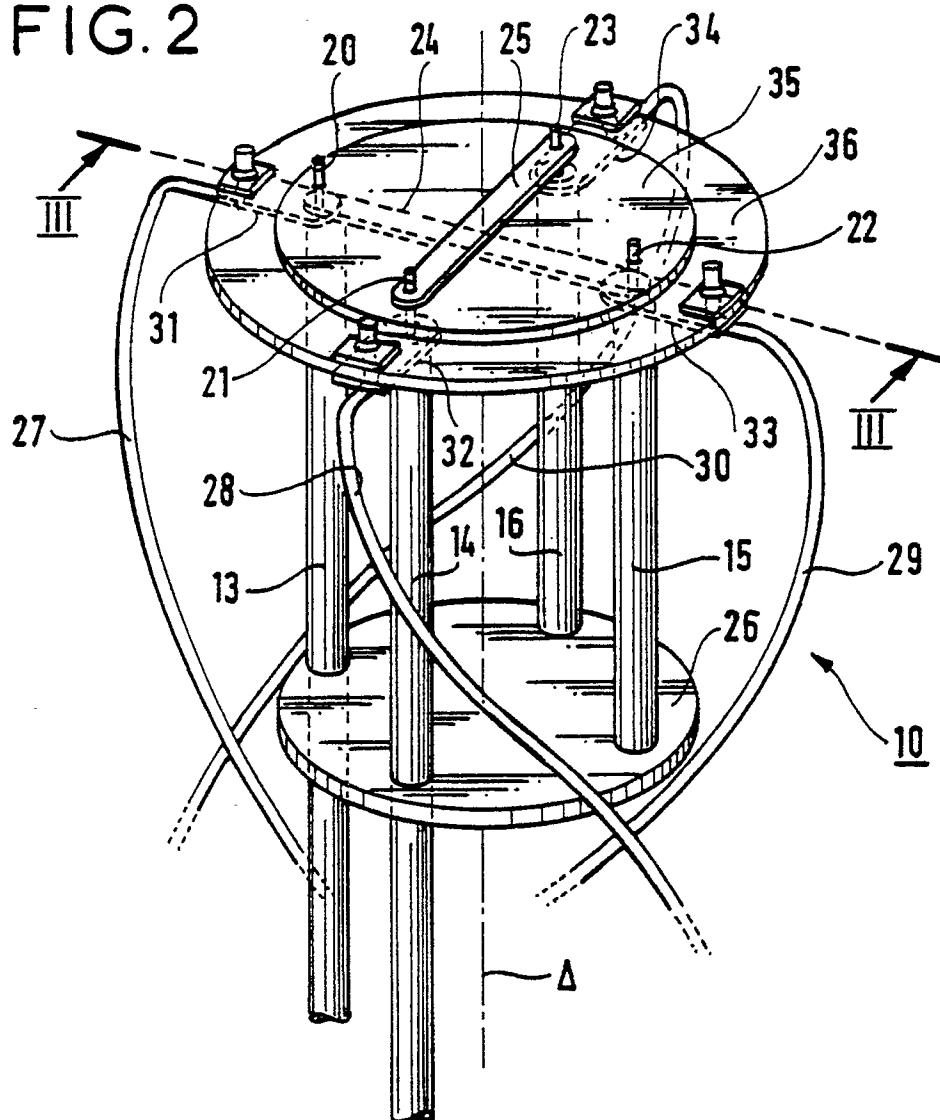


FIG. 3

