



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1998/07/27

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1999/01/28

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2006/05/30

(30) Priorité/Priority: 1997/07/28 (FR97 09 566)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *H01Q 21/00* (2006.01),
H01Q 19/10 (2006.01), *H01Q 9/44* (2006.01),
H01Q 21/26 (2006.01), *H01Q 1/52* (2006.01)

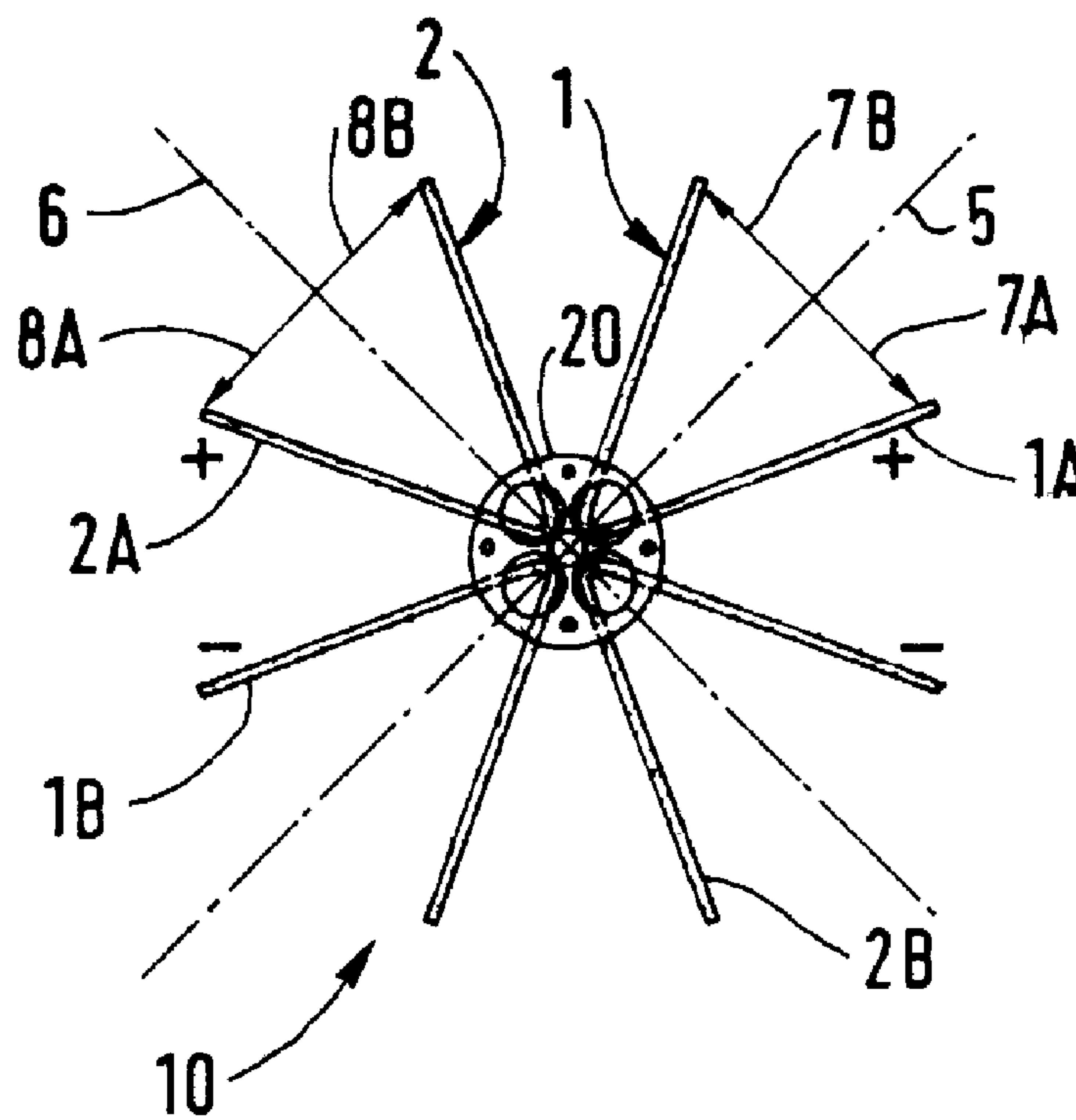
(72) Inventeurs/Inventors:
COLOMBEL, FRANCK, FR;
DEBLONDE, ERIC, FR;
LE CAM, PATRICK, FR;
PELEAU, FABIEN, FR

(73) Propriétaire/Owner:
ALCATEL, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : SYSTÈME D'ANTENNES DIRECTIONNELLES A POLARISATION CROISEE

(54) Title: SYSTEM OF CROSS-POLARIZATION DIRECTIONAL ANTENNAS



(57) Abrégé/Abstract:

Système d'antennes directionnelles à polarisation croisée, comportant un réflecteur (11) sensiblement plan et rectangulaire et au moins une cellule rayonnante (10) portée par ledit réflecteur, chaque cellule comportant au moins deux premiers éléments conducteurs (1A, 1B) montés tête-bêche et alimentés par une première source extérieure d'énergie en formant un premier dipôle (1), caractérisé en ce que chaque cellule rayonnante comporte deux deuxièmes éléments conducteurs (2A-2B) montés identiquement aux premiers et alimentés par une deuxième source extérieure d'énergie en formant un deuxième dipôle, et en ce que lesdits éléments conducteurs (1A-1B, 2A, 2B) sont des éléments pliés en forme de V et montés orthogonalement les deuxièmes par rapport aux premiers. Application à la téléphonie mobile.



ABREGE**SYSTEME D'ANTENNES DIRECTIONNELLES A POLARISATION CROISEE**

Système d'antennes directionnelles à polarisation croisée, comportant un réflecteur (11) sensiblement plan et rectangulaire et au moins une cellule rayonnante (10) portée par ledit réflecteur, chaque cellule comportant au moins deux premiers éléments conducteurs (1A, 1B) montés tête-bêche et alimentés par une première source extérieure d'énergie en formant un premier dipôle (1), caractérisé en ce que chaque cellule rayonnante comporte deux deuxièmes éléments conducteurs (2A-2B) montés identiquement aux premiers et alimentés par une deuxième source extérieure d'énergie en formant un deuxième dipôle, et en ce que lesdits éléments conducteurs (1A-1B, 2A, 2B) sont des éléments pliés en forme de V et montés orthogonalement les deuxièmes par rapport aux premiers.

Application à la téléphonie mobile.

Figure à publier : 1

SYSTEME D'ANTENNES DIRECTIONNELLES A POLARISATION CROISEE

La présente invention porte sur un système d'antennes directionnelles à polarisation croisée, destinées notamment à la téléphonie cellulaire.

Le document EP-A-0 730 319 décrit un système d'antennes directionnelles, comportant un réflecteur plan et un réseau d'antennes portées par ce réflecteur. Chacune des antennes est un dipôle défini par deux éléments conducteurs droits, qui sont montés sur deux supports pour leur fixation au réflecteur et sont reliés aux bornes + et - d'une source d'alimentation. Les antennes du réseau sont alignées selon l'un des axes du réflecteur. Elles sont à simple polarisation dans le réseau.

Le document US-A-5 030 962 décrit une structure d'antennes directionnelles à polarisation croisée, comportant un substrat de haute résistivité électrique, en particulier en silicone, un réseau d'antennes formées sur le substrat et une lentille diélectrique associée à l'ensemble. Chaque antenne comporte deux dipôles et quatre diodes interconnectant les dipôles deux à deux. Les diodes sont montées en boucle en reliant ainsi les quatre branches des deux dipôles, deux diodes opposées sur la boucle étant de polarité opposée à celle des deux autres.

Dans cette structure d'antennes, les éléments passifs définis par les dipôles et les éléments actifs tels que les diodes et d'éventuels autres composants associés aux dipôles sont réalisés par des techniques de photogravure multicouches sur le substrat.

En particulier, les branches des dipôles ont chacune la forme d'une bande conductrice droite et étroite, ou en variante d'une plaque conductrice triangulaire et sont deux à deux opposées, les axes respectifs des deux dipôles étant orthogonaux.

Ces antennes connues à double polarisation sont prévues pour des applications radar et fonctionnent à des

fréquences très élevées, de l'ordre de 100 GHz. Elles ne conviennent pas pour des applications en téléphonie mobile, pour lesquelles les antennes doivent être particulièrement robustes mécaniquement et sont du type transmission large
5 bande passante autour d'une fréquence préétablie, inférieure aux fréquences de la structure connue précitée, par exemple autour de 915 MHz pour les transmissions GSM, ou de 1780 MHz pour les transmissions DCS ou de 1920 MHz pour les transmissions PCS.

10 La présente invention a pour but de réaliser de manière compacte un système d'antennes directionnelles à polarisation croisée, adaptée à la téléphonie mobile.

Elle a pour objet un système d'antennes directionnelles à polarisation croisée, comportant un
15 réflecteur sensiblement plan et rectangulaire et au moins une cellule rayonnante portée par ledit réflecteur, chaque cellule comportant au moins deux premiers éléments conducteurs montés tête-bêche et alimentés par une première source extérieure d'énergie en formant un premier dipôle,
20 caractérisé en ce que chaque cellule rayonnante comporte deux deuxièmes éléments conducteurs montés identiquement aux premiers et alimentés par une deuxième source extérieure d'énergie en formant un deuxième dipôle, et en ce que lesdits éléments conducteurs sont des éléments pliés en
25 forme de V et montés orthogonalement les deuxièmes par rapport aux premiers.

De préférence, ce système d'antennes présente aussi au moins l'une des caractéristiques additionnelles suivantes :

- chaque élément conducteur est constitué par une
30 plaque pliée en V ;

- les éléments conducteurs en V ont chacun une ouverture comprise entre 20 et 80°, de préférence entre 40 et 50° environ ;

- les éléments conducteurs en V présentent une
35 orientation selon un angle différent de zéro par rapport à

l'horizontale, pour présenter une direction de polarisation décalée angulairement par rapport à l'horizontale ;

- la direction de polarisation est de $+ 45^\circ$ et $- 45^\circ$ environ, pour les éléments conducteurs de l'un et l'autre
5 des dipôles respectivement ;

- chaque élément conducteur présente une patte conductrice, d'une part solidaire de la base du Vé et saillante d'un côté du Vé sur une longueur sensiblement égale au quart de la longueur d'onde rayonnée par le dipôle
10 correspondant et d'autre part fixée sur ledit réflecteur ;
avantageusement, il est prévu une pièce conductrice de fixation des pattes des éléments conducteurs d'une même cellule sur le réflecteur, lesdites pattes ayant leurs extrémités encastrées dans ladite pièce de fixation et
15 soudées sur celle-ci ; en outre, il peut être prévu une pièce de solidarisation, en matériau de résistivité électrique élevée, solidarisant entre eux lesdits éléments conducteurs d'une même cellule ;

- un réseau de cellules est monté selon l'axe
20 longitudinal du réflecteur ;

- deux câbles principaux sont d'une part reliés respectivement à deux connecteurs coaxiaux prévus sur l'une des extrémités du réflecteur et affectés auxdites première et deuxième sources, et d'autre part reliés respectivement à
25 deux diviseurs d'énergie eux mêmes reliés respectivement à des premiers et des deuxièmes câbles affectés à l'alimentation des deux dipôles de différentes cellules ;

- le réflecteur porte des profilés montés parallèles à l'axe longitudinal et disposés symétriquement de part et
30 d'autre du réseau de cellules pour former un compensateur de couplage.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-après d'un exemple préféré de réalisation illustré dans les dessins ci-
35 annexés. Dans ces dessins :

- la figure 1 est une vue de face d'une cellule d'antennes directionnelles à double polarisation, selon l'invention,

- la figure 2 est une de côté de la cellule selon la figure 1,

- la figure 3 est une vue de face d'un système à réseau d'antennes selon l'invention,

- la figure 4 est une vue en coupe selon la ligne IV-IV de la figure 3,

- la figure 5 est une vue en coupe simplifiée du réseau d'antennes de la figure 3 montrant deux cornières selon un premier mode de réalisation,

- la figure 6 est une vue en coupe simplifiée du réseau d'antennes de la figure 3 montrant deux cornières selon un deuxième mode de réalisation.

En se référant à la figure 1 et/ou la figure 2, la cellule rayonnante selon l'invention comporte deux antennes directionnelles 1 et 2, à polarisation croisée.

Chacune de ces deux antennes constitue un dipôle formé par un couple d'éléments conducteurs en forme de V ϵ 1A et 1B ou 2A et 2B selon le dipôle.

Les deux éléments conducteurs d'un même dipôle sont montés tête-bêche. Les deux éléments conducteurs de l'un des deux dipôles sont orthogonaux à ceux de l'autre. Les éléments conducteurs du dipôle 1 sont reliés à un câble coaxial 3, pour leur alimentation par une première source extérieure d'énergie. Les éléments conducteurs du dipôle 2 sont pareillement reliés à un autre câble coaxial 4, pour leur alimentation par une deuxième source extérieure d'énergie, qui est indépendante de la première. Les polarités des dipôles sont notées + et - respectivement en regard des deux éléments conducteurs de chacun d'eux.

Sur cette figure 1, on a illustré en 5 et 6 les deux polarisations croisées de la cellule rayonnante, qui correspondent aux bissectrices des éléments conducteurs de l'un et l'autre des dipôles 1 et 2 et résultent des courants

dans ces éléments. Ces polarisations croisées 5 et 6 sont les composantes principales de polarisation obtenue par les dipôles alimentés 1 et 2. Elles sont en phase pour les deux éléments conducteurs du même dipôle.

5 On a également illustré en 7A-7B et 8A-8B les deux composantes secondaires . orthogonales aux composantes principales de polarisation. Ces composantes secondaires sont en opposition de phase, dans chaque élément conducteur des dipôles.

10 La forme en Vé de chaque élément conducteur des dipôles a l'avantage de minimiser l'effet lointain de ces composantes orthogonales qui tendent à s'annuler deux à deux. On précise comparativement, en ce qui concerne les dipôles à éléments conducteurs formés par deux plaques ou
15 couches ayant la forme d'un Vé plein, que l'effet lointain des composantes orthogonales demeure important. En effet dans un tel dipôle, les lignes de courant s'évasent à proximité des bords de chaque Vé plein pour venir suivre ces bords et font que les composantes orthogonales ne sont plus
20 en opposition de phase.

 Les éléments conducteurs en forme de Vé des deux dipôles sont de préférence des plaques pliées en Vé. Cette réalisation à l'aide de plaques et non pas de conducteurs électriques du type fil permet d'augmenter la bande passante
25 des dipôles.

 L'ouverture du Vé de chacun des éléments conducteurs est de préférence comprise entre 20° et 80° . Elle est avantageusement de 40 à 50° environ, pour permettre une optimisation d'impédance des antennes.

30 Avantageusement aussi, l'orientation des Vés par rapport à l'horizontale ou la verticale est choisie de sorte que ni l'une ni l'autre des polarisations 5 et 6 aient cette direction horizontale, ceci afin d'optimiser les caractéristiques de transmission des deux dipôles. En
35 particulier cette orientation des Vés est telle que les

directions des polarisations 4 et 5 soient à $+ 45^\circ$ et $- 45^\circ$ respectivement par rapport à la verticale.

En regard de la figure 2, on voit que les éléments conducteurs en Vé comportent chacun les deux branches de chaque Vé mais également une patte 9A ou 9B transversale au Vé et partant de la base de celui-ci.

Les deux branches du Vé et la patte forme une même pièce, la patte étant elle-même pliée en même temps que les branches.

10 Dans la cellule d'antennes à polarisation croisée, la longueur de chaque dipôle est sensiblement égale à la moitié de la longueur d'onde de l'énergie rayonnée. Les pattes telles que 9A, ou 9B sont quant à elles de longueur sensiblement égale au quart de la longueur d'onde et jouent
15 le rôle de symétriseurs de courant donnant les polarités + et - aux deux éléments du même dipôle alimenté. Ainsi, la puissance électrique fournie par la source d'énergie reliée à l'un des dipôles est transformée en ondes radiofréquences rayonnées par le dipôle selon un diagramme large-bande
20 souhaitée.

Dans la figure 3 et/ou la figure 4, le système d'antennes illustré comporte un réseau d'antennes à double polarisation, qui sont identiques les unes aux autres et à la cellule de la figure 1 et sont toutes désignées sous la
25 même référence globale 10, cette référence globale étant reportée en correspondance dans les figures 1 et 2. Ce réseau d'antennes ou cellules rayonnantes 10 est porté par un réflecteur plan rectangulaire 11. Il est disposé selon l'axe longitudinal du réflecteur. Il comporte quatre
30 cellules dans l'exemple illustré. Chaque cellule est alimentée par ses deux câbles 3 et 4 reliés aux deux dipôles de la cellule. Le réflecteur est de largeur voisine d'une longueur d'onde de l'énergie rayonnée par les antennes. Pour l'alimentation des dipôles des différentes cellules, les
35 câbles 3 de ces différentes cellules sont reliés à un câble principal 13 à travers un diviseur d'énergie 15 et

pareillement les câbles 4 sont reliés à un autre câble principal 14 à travers un deuxième diviseur d'énergie 16. Ces deux câbles principaux 13 et 14 sont par ailleurs reliés à deux connecteurs coaxiaux 17 et 18, portés par l'une des 5 extrémités du réflecteur et prévus pour les deux sources d'énergie affectées aux dipôles des différentes cellules 10.

En se référant plus particulièrement aux figures 1, 2 et 4 on précise que chacune des cellules 10 est fixée sur le réflecteur à l'aide d'une pièce conductrice 19, prévue en 10 bout des pattes telles que 9A et 9B des deux dipôles et elle même fixée au réflecteur.

Cette pièce 19 est de forme circulaire et relativement plate. Elle présente quatre alésages dans l'une de ses faces, dans lesquelles sont encastrées et soudées les 15 extrémités des quatre pattes telles que 9A et 9B et est solidarisée par vis au réflecteur.

Les éléments conducteurs en V_e munis de leur patte individuelle et la pièce de fixation 19 sont en laiton.

On précise également, en se référant aux figures 1 à 20 3, qu'une autre pièce de haute résistivité électrique 20 par exemple en plastique est avantageusement montée entre les quatre éléments conducteurs du même dipôle, pour renforcer leur solidarisation d'ensemble. Cette pièce 20 sert aussi à la fixation des deux câbles coaxiaux 3 et 4, dont le 25 conducteur central de chacun est soudé à l'un des éléments conducteurs. Cette pièce de solidarisation est ajourée pour minimiser son influence dans la cellule concernée 10.

Le système d'antennes à polarisation croisée est aussi muni d'au moins une paroi métallique de séparation telle que 30 21, entre les cellules ou groupes de cellules du réseau. La seule paroi 21 utilisée dans le système d'antennes selon les figures 3 et 4 est prévue selon l'axe transversal du réflecteur 11. Elle est fixée sur le réflecteur, en étant saillante sur celui-ci. Elle évite un couplage direct entre 35 les éléments rayonnants situés de part et d'autre d'elle.

Selon l'invention également, ce système d'antennes est équipé en outre d'un compensateur de couplage aérien indirect entre les dipôles, ce couplage indirect résultant pour une part importante du couplage entre les champs
5 électriques issus de réflexions parasites sur le réflecteur et plus particulièrement sur ses bords longitudinaux prévus généralement pliés et notés 11A et 11B.

Le compensateur de couplage comprend deux profilés ou cornières 23A, 23B. Ces cornières sont montées sur le
10 réflecteur plan rectangulaire parallèlement aux bords longitudinaux, et disposées de façon symétrique de part et d'autre de l'axe longitudinal suivant lequel les quatre cellules sont alignées.

Les deux cornières offrent des surfaces
15 réfléchissantes supplémentaires par rapport aux bords, de sorte que la recombinaison des champs électriques réfléchis par les bords et par les cornières conduit à une réduction sensible du couplage entre les deux polarisations orthogonales du système d'antennes.

20 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, figure 5, chaque cornière 23A ou 23B comprend une base 24A ou 24B fixée sur le réflecteur 11 et une arête 26A ou 26B pliée d'un angle α inférieur à 180 degrés par rapport à la base, par exemple d'un angle droit. Les différentes cotes du
25 système d'antennes représenté sur la figure 5 sont par exemple en millimètres (mm) :

- largeur du réflecteur 250 mm
- hauteur de chaque bord 32 mm
- hauteur de l'arête de chaque cornière 35 mm
- 30 - distance de l'arête au bord le plus proche 84 mm

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, figure 6, chaque cornière 23A ou 23B comprend un replat 28A ou 28B plié par rapport à l'arête, par exemple d'un angle droit, et dirigé vers le bord longitudinal correspondant 11A
35 ou 11B. Les différentes cotes du système d'antennes représenté sur la figure 6 sont par exemple :

- largeur du réflecteur 300 mm
- hauteur de chaque bord 48 mm
- hauteur de l'arête de chaque cornière 20 mm
- distance de l'arête au bord le plus proche 128 mm
- 5 - largeur du replat 37 mm.

Pour les deux exemples précédents, le système d'antennes a une bande passante allant de 872 MHz à 960 MHz centrée autour de 915 MHz. Pour déterminer expérimentalement le couplage entre les deux polarisations orthogonales du système d'antennes, une puissance électromagnétique est envoyée par une source d'énergie sur les dipôles 1A - 1B des quatre cellules identiques 10 dont la polarisation forme un angle de + 45 degrés avec le bord longitudinal 11A. Les dipôles 2A - 2B des cellules 10 dont la polarisation forme un angle de -45 degrés avec le bord longitudinal 11B détectent une puissance due au couplage, qui en présence des deux cornières décrites dans les deux exemples précédents, est de l'ordre du millième de la puissance envoyée par la source, alors qu'en l'absence des cornières, elle est de l'ordre du centième. Les deux cornières permettent ainsi de diviser par dix le couplage entre les deux polarisations croisées du système d'antennes qui passe de 20 décibel (dB) à 30 dB.

En variante non représentée le compensateur peut comprendre de chaque côté des quatre cellules plusieurs cornières telles que celles précitées ou un profilé à plusieurs arêtes telles que celles des cornières précitées.

On note, pour compléter la structure du système d'antennes selon l'invention, que celui-ci est équipé d'un radôme 30 fixé sur les rebords du réflecteur 11, ainsi que montré dans les figures 3 et 4. Une pièce support 31 est fixée sur la partie centrale de la paroi métallique 21, pour une meilleure tenue mécanique du radôme.

REVENDICATIONS

1/ Système d'antennes directionnelles à polarisation croisée, comportant un réflecteur (11) sensiblement plan et rectangulaire et au moins une cellule rayonnante (10) portée par ledit réflecteur, chaque cellule comportant au moins deux premiers éléments conducteurs (1A, 1B) montés tête-bêche et alimentés par une première source extérieure d'énergie en formant un premier dipôle (1), caractérisé en ce que chaque cellule rayonnante comporte deux deuxièmes éléments conducteurs (2A-2B) montés identiquement aux premiers et alimentés par une deuxième source extérieure d'énergie en formant un deuxième dipôle, et en ce que lesdits éléments conducteurs (1A-1B, 2A, 2B) sont des éléments pliés en forme de V et montés orthogonalement les deuxièmes par rapport aux premiers.

2/ Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément conducteur est constitué par une plaque pliée en V.

3/ Système selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits éléments conducteurs (1A-1B, 2A, 2B) en V ont chacune une ouverture comprise entre 20 et 80°.

4/ Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite ouverture est choisie comprise entre 40 et 50° environ.

5/ Système selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que lesdits éléments conducteurs en V présentent une orientation selon un angle différent de zéro par rapport à l'horizontale, pour présenter une direction de polarisation (5, 6) décalée angulairement par rapport à l'horizontale.

6/ Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que la direction de polarisation est de + 45° et - 45° environ, pour les éléments conducteurs de l'un et l'autre des dipôles (1, 2) respectivement.

7/ Système selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque élément conducteur présente une patte conductrice (9A, 9B), d'une part solidaire de la base du Vé et saillante d'un côté du Vé sur une longueur
5 sensiblement égale au quart de la longueur d'onde rayonnée par le dipôle correspondant et d'autre part fixée sur ledit réflecteur.

8/ Système selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce conductrice (19) de fixation des
10 pattes des éléments conducteurs d'une même cellule (10) sur le réflecteur (11), lesdites pattes ayant leurs extrémités encastrées dans ladite pièce de fixation et soudées sur celle-ci.

9/ Système selon l'une des revendications 7 et 8,
15 caractérisé en ce qu'il comporte une pièce de solidarisation (20), en matériau de résistivité électrique élevée, solidarissant entre eux lesdits éléments conducteurs (1A-1B, 2A-2B) d'une même cellule.

10/ Système selon l'une des revendications 1 à 9,
20 caractérisé en ce qu'il comporte un réseau de cellules (10), monté selon l'axe longitudinal du réflecteur.

11/ Système selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte deux câbles principaux (13, 14) d'une part reliés respectivement à deux connecteurs coaxiaux (17, 18)
25 prévus sur l'une des extrémités du réflecteur et affectés auxdites première et deuxième sources, et d'autre part reliés respectivement à deux diviseurs d'énergie (15, 16) eux mêmes reliés respectivement à des premiers et des deuxièmes câbles (3, 4) affectés à l'alimentation des deux
30 dipôles des différentes cellules (10).

12/ Système selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que le réflecteur (11) comporte deux bords longitudinaux (11A, 11B) et des profilés (23A, 23B) montés
parallèlement à l'axe longitudinal et symétriquement de part
35 et d'autre du réseau de cellules (10).

13/ Système selon la revendication 12, caractérisé en ce que chaque profilé (23A, 23B) comprend une base (24A, 24B) fixée sur le réflecteur (11) et au moins une arête (26A, 26B) pliée d'un angle (α) inférieur à 180 degrés par rapport à la base.

14/ Système selon la revendication 13, caractérisé en ce que chaque profilé comprend un replat (28A, 28B) plié par rapport à l'arête et dirigé vers un bord longitudinal (11A, 11B).

FIG. 1

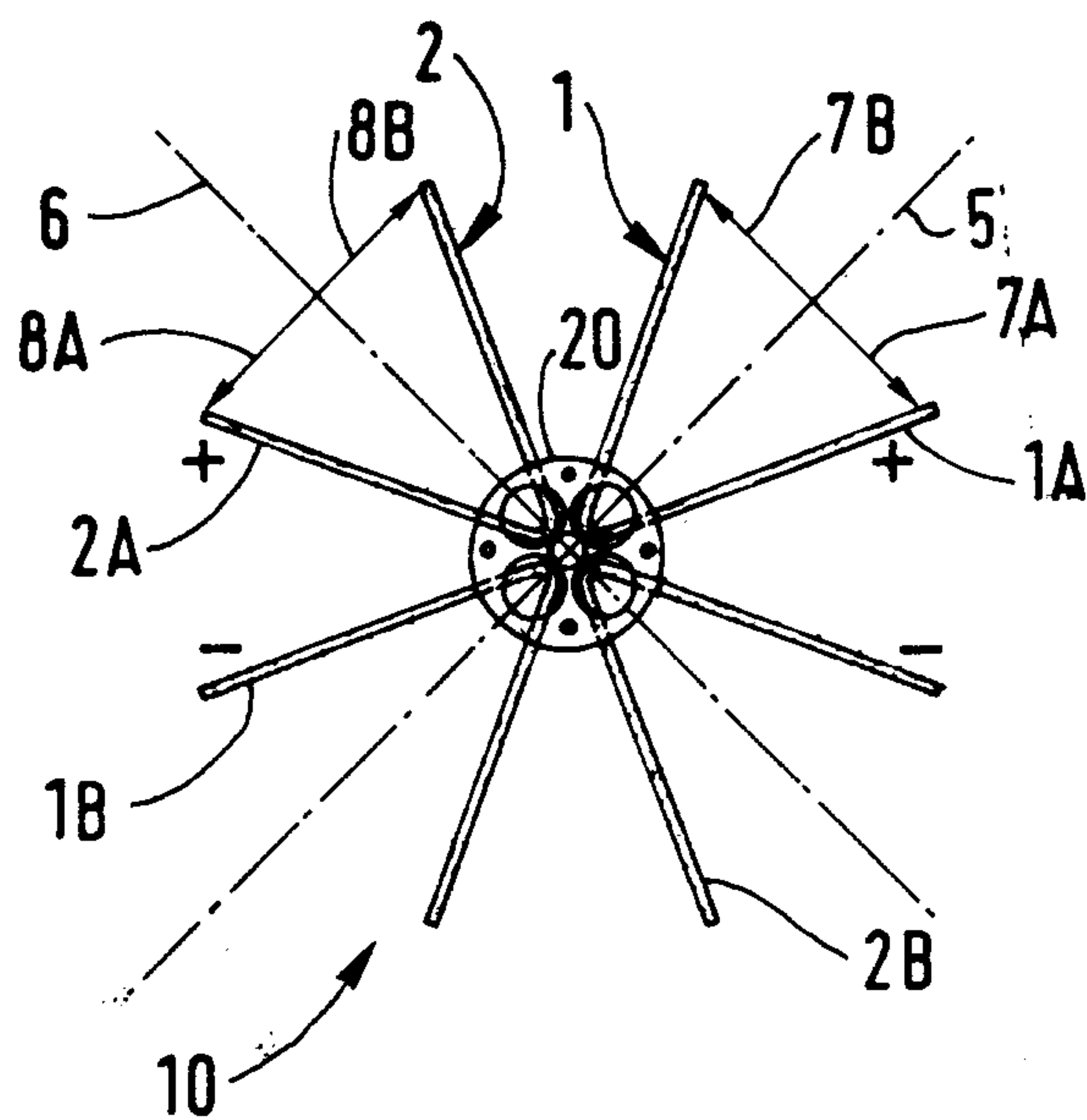


FIG. 2

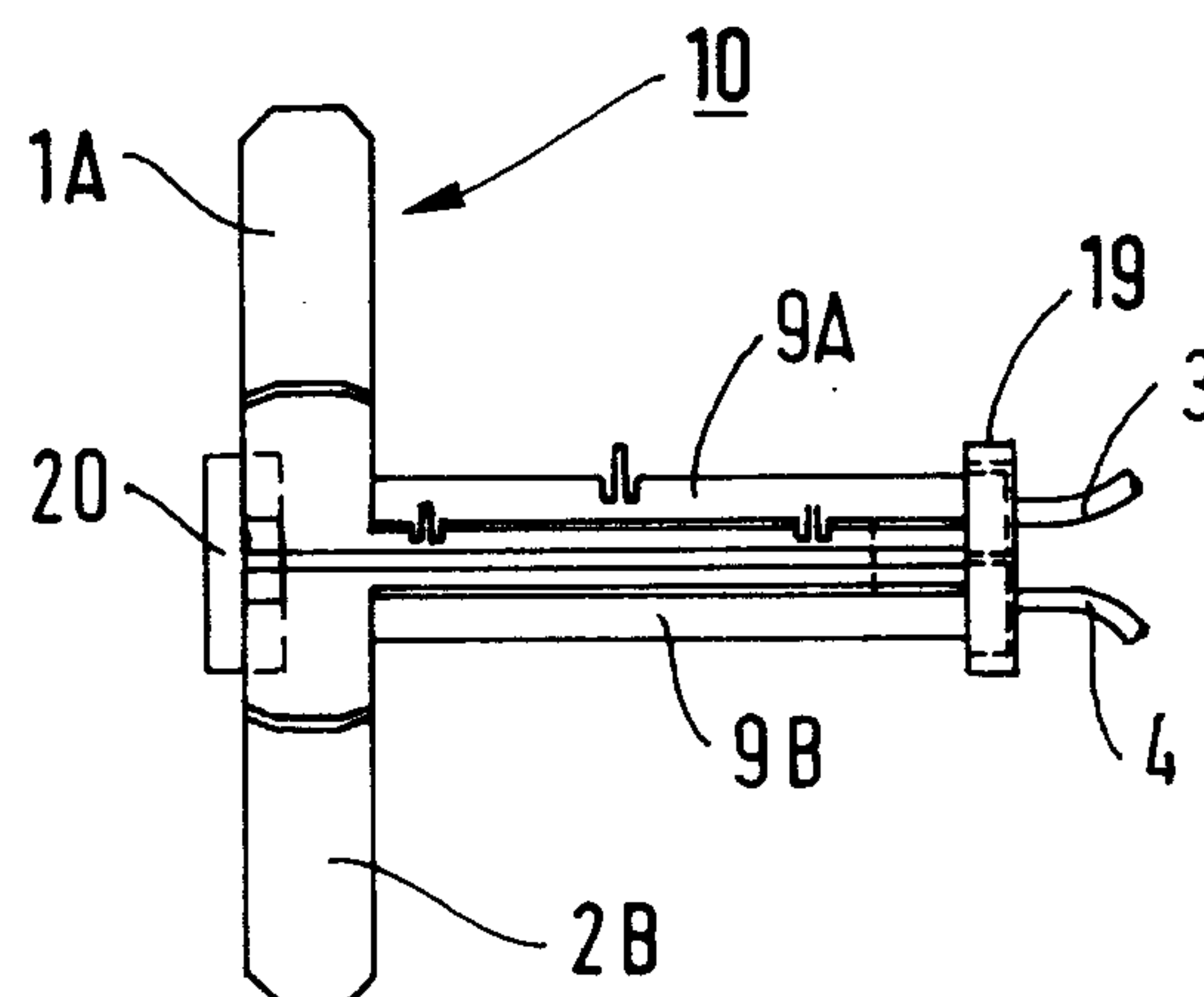


FIG. 5

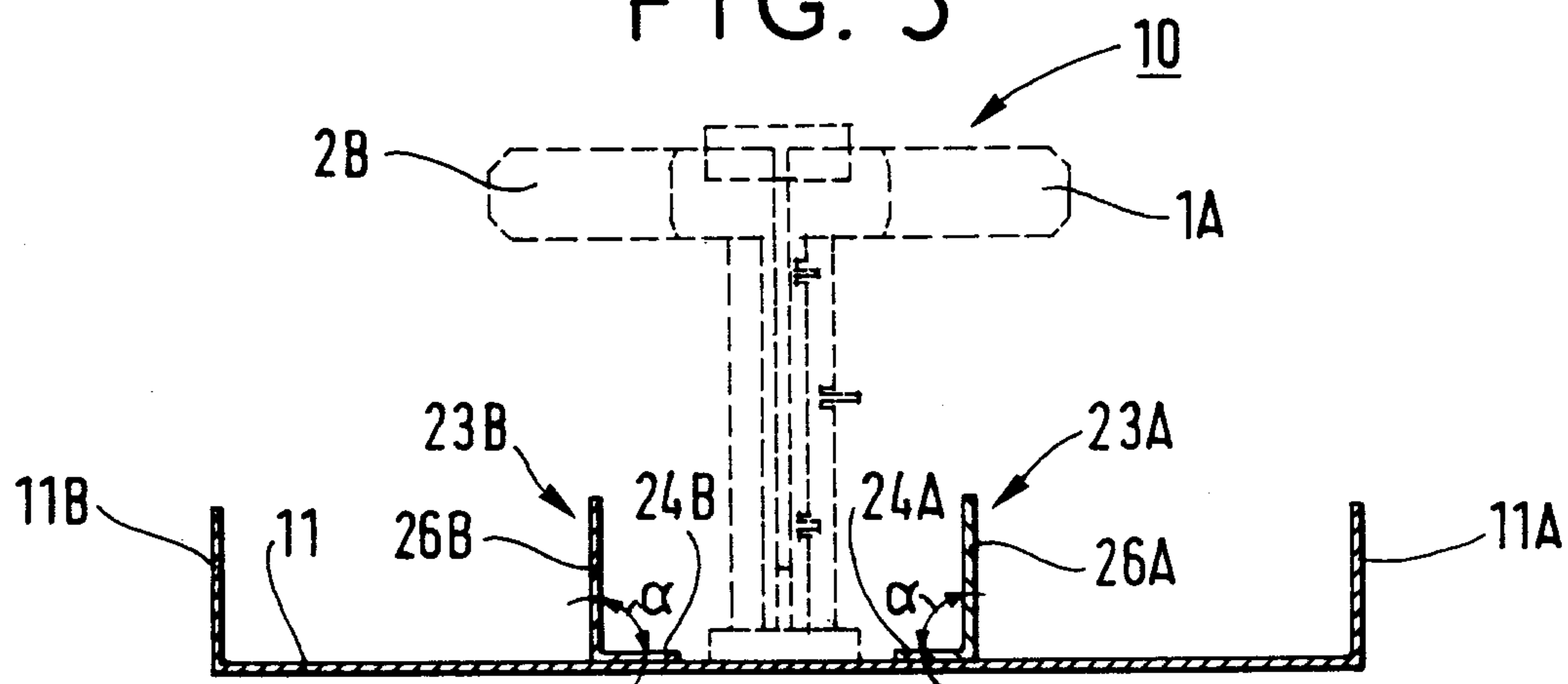


FIG. 6

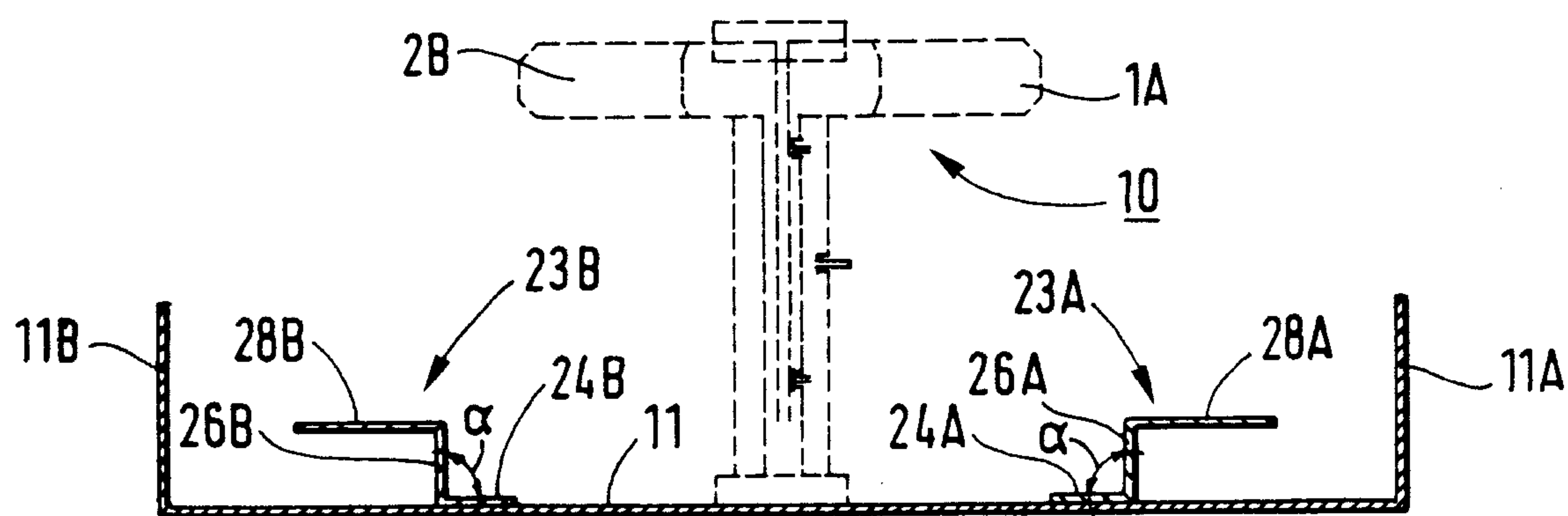


FIG. 3

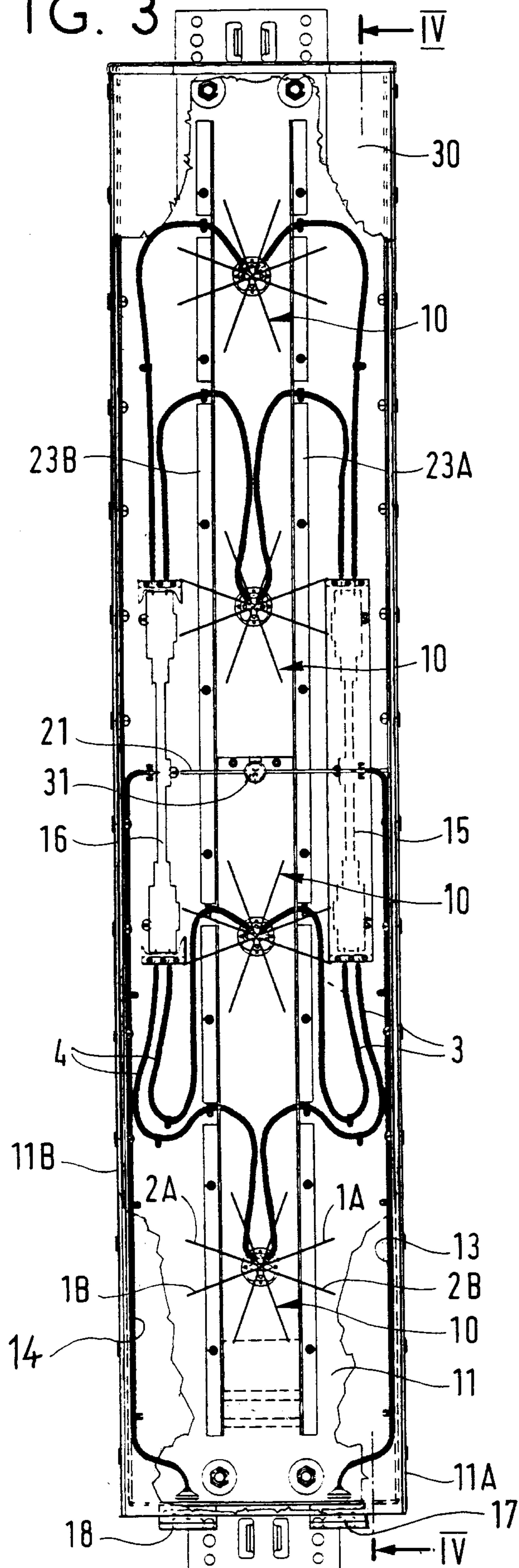


FIG. 4

