

⑩



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Numéro de publication:

**0 033 676
B1**

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet: **02.05.85**

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 Q 21/28, H 01 Q 25/00,
H 01 Q 9/27**

②① Numéro de dépôt: **81400052.7**

②② Date de dépôt: **16.01.81**

⑤④ **Antenne commune pour radar primaire et radar secondaire.**

③⑩ Priorité: **28.01.80 FR 8001760**

④③ Date de publication de la demande:
12.08.81 Bulletin 81/32

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
02.05.85 Bulletin 85/18

⑧④ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

⑤⑥ Documents cités:
**EP-A-0 013 240
FR-A-1 094 892
FR-A-1 540 954
US-A-3 445 850
US-A-3 550 135**

**Antenna Engineering Handbook-Henry Jasik,
Editor, MacGraw Hill, 1961 Ch. 17 p. 17-2, 17-3,
17-17,17-18, 17-20, 17-21**

⑦③ Titulaire: **THOMSON-CSF
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

⑦② Inventeur: **Dupressoir, Albert
THOMSON-CSF - SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

⑦④ Mandataire: **Benoît, Monique et al
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

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).

Courier Press, Leamington Spa, England.

EP 0 033 676 B1

Description

La présente invention se rapporte à une antenne commune pour radar primaire et radar secondaire.

Généralement, lorsque l'antenne du radar secondaire est intégrée à l'antenne du radar primaire, réalisant ainsi une véritable antenne bi-fonction radar primaire et radar secondaire, cette antenne bi-fonction est constituée par un miroir unique alimenté de façon telle qu'il est capable de rayonner de l'énergie dans l'espace aux fins de détecter une cible ou un aéronef—c'est ce qu'on appelle la fonction radar primaire—et également d'émettre un signal d'interrogation vers cet aéronef, qui possède à son bord un répondeur automatique—c'est ce qu'on appelle la fonction radar secondaire—.

Le faisceau rayonné véhiculant l'interrogation est directif, interrogeant dans la direction où l'aéronef a été détecté; toutefois l'on s'est aperçu que le répondeur de l'aéronef interrogé pouvait être déclenché par les lobes secondaires du diagramme d'interrogation dont le niveau risque d'être relativement élevé par rapport à celui du lobe principal. Pour remédier à cet inconvénient, on ajoute à l'antenne unique considérée des moyens dits de contrôle comportant des éléments rayonnants, agissant à la réception de l'interrogation par le répondeur interrogé et à la réception de la réponse de ce dernier par le récepteur concerné, et qui rayonnent suivant un diagramme quasi-omnidirectionnel dont le niveau est tel qu'il recouvre les lobes secondaires du diagramme rayonné par l'antenne principale.

Cette disposition permet par comparaison, faite dans les circuits associés, de l'amplitude des impulsions reçues du répondeur et de celles de contrôle, de déterminer l'impulsion reçue en réponse à l'interrogation par le lobe principal. Les moyens de contrôle destinés à réaliser ce diagramme de contrôle doivent être tels que le gain des voies de contrôle associées soit supérieur à celui des voies interrogation et réception dans les zones angulaires comprenant des lobes secondaires du diagramme directif d'interrogation mais beaucoup plus faible dans la direction de leur lobe principal. Une telle antenne a été décrite dans le document US—A—3550135. Dans ce document toutefois les éléments rayonnants utilisés sont essentiellement des dipôles lesquels présentent l'inconvénient de projeter une ombre sur le réflecteur en ce qui concerne le rayonnement primaire.

Dans une réalisation antérieure de la demande décrite dans la demande de brevet européen EP—A—13240 la fonction radar secondaire est remplie par un réseau linéaire d'éléments rayonnants intégrés totalement dans le réflecteur de l'antenne, le long d'une génératrice passant par la projection du centre de phase de l'antenne sur la surface du réflecteur.

Dans les réalisations décrites dans cette demande antérieure la source d'émission-réception de la fonction radar primaire rayonne une

onde polarisée rectilignement et croisée par rapport à l'onde polarisée rectilignement émise par les éléments rayonnants de la fonction radar secondaire. Or le principe d'intégration d'un réseau rayonnant dans le réflecteur de l'antenne peut s'appliquer également à d'autres types de sources rayonnantes, notamment les sources émettant des ondes polarisées circulairement ou elliptiquement. Ainsi, on peut réaliser une antenne commune pour radars primaire et secondaire dont les sources d'émission-réception rayonnent des ondes polarisées rectilignement, circulairement ou également elliptiquement.

Le but de l'invention est donc de réaliser une antenne commune pour radar primaire et radar secondaire du type décrit dans la demande citée constituée d'une part par un réflecteur unique illuminé par une source primaire jouant le rôle de source d'émission-réception de la fonction radar primaire et d'autre part, par un réseau linéaire d'éléments rayonnants servant de source d'émission-réception de la fonction radar secondaire, caractérisé en ce que les éléments rayonnants du réseau sont intégrés totalement dans le réflecteur, le long de la génératrice passant par la projection du centre de phase de l'antenne sur la surface du réflecteur et sont constitués par des guides d'ondes comportant un dispositif polariseur, mobile en rotation autour de l'axe longitudinal de chaque guide, lesdits guides générant des ondes polarisées rectilignement ou circulairement ou elliptiquement.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les éléments rayonnants intégrés totalement dans le réflecteur sont constitués par des guides d'ondes comportant un dispositif polariseur fixe, lesdits guides générant des ondes polarisées circulairement ou des ondes polarisées elliptiquement. D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif, et des dessins annexés suivant qui représentent:

- la figure 1, une coupe d'un réflecteur d'antenne commune pour radars primaire et secondaire selon l'invention, comportant un réseau linéaire d'éléments rayonnants constitués par des guides d'ondes polariseurs;
- la figure 2, une variante de réalisation d'un tel réflecteur, dans lequel les éléments du réseau sont constitués par des guides d'ondes polariseurs d'un autre type;
- la figure 3, une coupe d'un réflecteur d'antenne commune selon l'invention, comportant un réseau linéaire d'hélices rayonnantes;
- la figure 4, une coupe d'un réflecteur d'une antenne commune suivant l'invention, comportant un réseau linéaire de spirales rayonnantes.

Comme il a été dit plus haut, différents cas de réalisations d'une antenne commune pour radars primaire et secondaire peuvent se présenter suivant la polarisation des ondes émises par les sources. Ainsi, si la source du radar primaire émet

des ondes polarisées rectilignement, la source du radar secondaire peut émettre une onde polarisée rectilignement et croisée par rapport à la première ou bien une onde polarisée circulairement ou elliptiquement, à condition que ces deux sources n'absorbent pas leurs ondes mutuellement. De même, lorsque la source du radar primaire émet une onde polarisée circulairement ou elliptiquement, la source du radar secondaire peut émettre une onde polarisée contrarotative.

Dans le cas où la fonction radar secondaire comporte une voie contrôle, celle-ci peut émettre des ondes polarisées différentes de celles émises par la source du radar primaire ou même de celles émises par la source du radar secondaire.

Il y a donc deux grandes catégories de réalisation d'éléments rayonnants intégrés dans le réflecteur de l'antenne et constituant la voie du radar secondaire: une première catégorie comportant les éléments émettant des ondes polarisées rectilignement ou circulairement ou elliptiquement, constitués par les guides d'ondes dotés d'un polariseur à position variable, et une seconde catégorie comportant les éléments émettant des ondes polarisées circulairement ou elliptiquement, constitués par des guides d'ondes à polariseur fixe, par des hélices, ou par des spirales.

Ces différentes réalisations sont représentées sur les figures qui vont être décrites maintenant, notamment la figure 1 qui représente schématiquement une vue en coupe d'un réflecteur 1 d'antenne commune pour radars primaire et secondaire. Ce réflecteur 1 comporte un réseau linéaire 2 d'éléments rayonnants générant des ondes polarisées rectilignement ou circulairement (ou elliptiquement).

Le réflecteur 1 est réalisé en matériau métallique ou en diélectrique 3—du mat de verre imprégné d'époxy—recouvert par un tissu 4 de fibres de verre porteur de fils métalliques guipés 40 et 41 croisés. Ces fils sont en général en cuivre de faible épaisseur.

Les éléments rayonnants sont constitués par des guides d'ondes $2i$, i variant de 1 à n avec n représentant le nombre total d'éléments d'un réseau, comportant un dispositif polariseur 13 qui est mobile en rotation autour de l'axe longitudinal Δ de chaque guide, et est situé dans le plan du réflecteur 1. Ce dispositif polariseur 13 est constitué par un réseau plan de lames métalliques parallèles ou par plusieurs réseaux associés de fils métalliques parallèles. Cette association de réseaux de fils vise une meilleure adaptation, et l'espacement comme le nombre de ces réseaux associés permet un réglage de la largeur de la bande de fonctionnement des éléments rayonnants du réseau linéaire 2. Afin que le dispositif polariseur soit équivalent à une partie du réflecteur 1 vis-à-vis de l'onde polarisée émise par la source du radar primaire, il faut que les dimensions de chaque guide d'ondes soient telles qu'il ramène un plan de court-circuit au niveau du réflecteur 1.

Les guides d'ondes $2i$ sont réalisés dans le

réflecteur 1 à partir du même matériau que le réflecteur, recouvert de la même manière par un tissu 4 de fibres de verre porteur de fils métalliques.

Pour diminuer le volume des guides d'ondes $2i$ et constituer un ensemble monolithique de réalisation simple, les guides sont remplis de diélectrique 3. Les éléments excitateurs 6 de ces guides $2i$ —du type plongeur ou cross-bar—sont insérés dans le diélectrique 3 remplissant les guides et comportent une embase coaxiale 7 permettant l'adaptation entre les guides $2i$ et les lignes coaxiales 8 qui les relient à un système diviseur de puissance 9, placé au dos du réflecteur 1 et identique à celui décrit dans la demande de brevet déjà citée EP—A—0013240.

Lorsque la fonction radar secondaire possède une voie contrôle et que le diagramme de cette voie donné par les éléments rayonnants $2i$ du réseau, placés dans la face avant du réflecteur 1, n'assure pas le recouvrement correct de la partie arrière du diagramme directif de la voie interrogation, cette voie contrôle est dotée d'un ou plusieurs éléments supplémentaires rayonnant vers l'arrière. Ce peut être un ou plusieurs guides d'ondes 11 formés dans le matériau du capot 10. Ces éléments rayonnants 11 supplémentaires sont en nombre réduit et placés dans le capot 10, dans le plan de symétrie du réflecteur 1 contenant les éléments rayonnants vers l'avant.

La figure 2 représente une variante de réalisation d'une antenne commune pour radars primaire et secondaire dont les éléments du réseau rayonnent des ondes polarisées rectilignement ou circulairement ou elliptiquement. Ici, les éléments rayonnants du réseau sont des guides d'ondes $2i$ d'un autre type—i variant de 1 à n , n étant le nombre total d'éléments du réseau 2—, comportant un dispositif polariseur 14 placé à l'intérieur de chaque guide $2i$. Ce dispositif 14 est généralement constitué par une lame diélectrique symétrique par rapport à l'axe Δ' longitudinal de chaque guide $2i$, et mobile autour de cet axe Δ' pour pouvoir émettre des ondes polarisées rectilignement comme circulairement ou elliptiquement, suivant la voie qui rayonne. Ainsi, on peut réaliser une voie directive du radar secondaire émettant des ondes, polarisées circulairement grâce au réseau linéaire 2 et une voie de contrôle émettant des ondes polarisées rectilignement grâce à un certain nombre des éléments $2i$ de ce réseau 2 pour lesquels le dispositif polariseur 14 a tourné. L'excitation de ces guides $2i$ est réalisée, comme pour la figure précédente, et les mêmes éléments portant les mêmes numéros ne seront pas décrits une nouvelle fois.

Dans un autre exemple de réalisation d'éléments rayonnants réalisés par des guides d'ondes dont le dispositif polariseur est placé à l'intérieur de chaque guide, ce dispositif peut être constitué par des iris réglables permettant de modifier l'ouverture du guide suivant la polarisation désirée.

Dans les deux figures qui viennent d'être

décrites, les éléments rayonnants constitués par des guides d'ondes comportant chacun un dispositif polariseur génèrent des ondes polarisées rectilignement ou circulairement ou elliptiquement, suivant la position variable du dispositif polariseur. Lorsque les éléments rayonnants sont constitués par des guides d'ondes à polariseur fixe, ils génèrent des ondes polarisées circulairement ou bien des ondes polarisées elliptiquement, à l'exclusion les unes des autres.

Sur la figure 3, les éléments sont constitués par des hélices 15 placées chacune dans une cavité excitatrice 16 de dimension telles qu'elle ramène un plan de court-circuit au niveau du réflecteur 1. Chaque hélice est reliée au diviseur de puissance 9 par l'intermédiaire d'une ligne coaxiale 150. Sur la figure 4, les éléments rayonnants sont des spirales 17 placées à la surface du réflecteur et excitées chacune par une cavité résonnante 18 intégrée dans ce même réflecteur et de dimensions telles qu'elles ramènent un plan de court-circuit au niveau du réflecteur. Ces spirales sont réalisées mécaniquement ou déposées par photogravure sur une plaquette de diélectrique. L'alimentation de chaque spirale se fait par l'intermédiaire d'une ligne coaxiale 170 qui relie la spirale rayonnante 17 au système diviseur de puissance 9.

Dans ces deux derniers exemples de réalisation, on peut être amené, comme pour les cas précédents, à placer quelques éléments rayonnants dans le capot arrière pour recouvrir les lobes secondaires arrière du diagramme de rayonnement de la voie interrogation du radar secondaire.

On a ainsi décrit une antenne commune pour radars primaire et secondaire pour laquelle les éléments rayonnants du réseau linéaire réalisant la fonction radar secondaire et qui sont totalement intégrés dans le réflecteur de l'antenne, sont tels qu'ils génèrent des ondes polarisées rectilignement ou circulairement ou elliptiquement.

Revendications

1. Antenne commune pour radar primaire et radar secondaire constituée d'une part par un réflecteur unique (1) illuminé par une source primaire jouant le rôle de source d'émission-réception de la fonction radar primaire et d'autre part par un réseau linéaire (2) d'éléments rayonnants servant de source d'émission-réception de la fonction radar secondaire ramenant un plan de court-circuit au niveau du réflecteur, caractérisée en ce que les éléments rayonnants (2i) du réseau sont intégrés totalement dans le réflecteur le long de la génératrice passant par la projection du centre de phase de l'antenne sur la surface du réflecteur (1) et en ce qu'ils sont constitués par des guides d'ondes (2i) comportant un dispositif polariseur (13 ou 14), mobile en rotation autour de l'axe longitudinal (Δ) de chaque guide, lesdits guides d'ondes générant des ondes polarisées rectilignement ou circulairement ou elliptiquement.

2. Antenne commune pour radar primaire et radar secondaire constituée d'une part par un réflecteur unique (1) illuminé par une source primaire jouant le rôle de source d'émission-réception de la fonction radar primaire et d'autre part par un réseau linéaire (2) d'éléments rayonnants servant de source d'émission-réception de la fonction radar secondaire, caractérisée en ce que les éléments rayonnants (2i) du réseau sont intégrés totalement dans le réflecteur le long de la génératrice passant par la projection du centre de phase de l'antenne sur la surface du réflecteur (1) et en ce qu'ils sont constitués par des guides d'ondes (2i) comportant un dispositif polariseur (15 ou 17) fixe, lesdits guides d'ondes générant des ondes polarisées circulairement ou des ondes polarisées elliptiquement.

3. Antenne commune suivant la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif polariseur (13) des guides d'ondes (2i) est situé à la surface du réflecteur (1).

4. Antenne commune suivant la revendication 3, caractérisée en ce que le dispositif polariseur (13) est constitué par plusieurs réseaux associés de fils métalliques parallèles.

5. Antenne commune suivant la revendication 3, caractérisée en ce que le dispositif polariseur (13) est constitué par un réseau plan de lames métalliques parallèles.

6. Antenne commune suivant la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif polariseur des guides d'ondes (2i) est constitué d'une lame (14) de diélectrique située à l'intérieur de ces guides.

7. Antenne commune suivant la revendication 2, caractérisée en ce que les éléments rayonnants du réseau linéaire, générant ou bien des ondes polarisées circulairement ou bien des ondes polarisées elliptiquement, sont constitués par des hélices métalliques (15) placées dans des cavités rayonnantes (16) intégrées dans le réflecteur (1) et de dimensions telles qu'elles ramènent un plan de court-circuit au niveau du réflecteur (1).

8. Antenne commune suivant la revendication 2, caractérisée en ce que les éléments rayonnants du réseau linéaire, générant ou bien des ondes polarisées circulairement ou bien des ondes polarisées elliptiquement, sont constitués par des spirales (17) placées à la surface du réflecteur (1) et alimentées chacune par une cavité résonnante (18) intégrée dans le réflecteur et de dimensions telles qu'elles ramènent un plan de court-circuit au niveau du réflecteur.

Patentansprüche

1. Gemeinsame Antenne für Primärradar und Sekundärradar, gebildet einerseits aus einem einzigen Reflektor (1), der durch eine Primärquelle angestrahlt wird, welche die Aufgabe der Sende-Empfangs-Quelle der Primärradar-Funktion erfüllt, und andererseits aus einer linearen Gruppe (2) von Strahlerelementen, welche als Sende-Empfangs-Quelle der Sekundärradar-Funktion dienen und eine Kurzschlußebene

auf die Höhe des Reflektors legen, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlelemente (2i) der Gruppe vollständig in den Reflektor entlang der Erzeugenden integriert sind, welche durch die Projektion des Phasenzentrums der Antenne auf die Oberfläche des Reflektors (1) geht, und daß sie durch Wellenleiter (2i) gebildet sind, die eine Polarisatorvorrichtung (13 oder 14) umfassen welche drehbeweglich um die Längschse (Δ) jedes Leiters ist, wobei die Wellenleiter Wellen erzeugen, die geradlinig oder zirkular bzw. elliptisch polarisiert sind.

2. Gemeinsame Antenne für Primärradar und Sekundärradar, einerseits gebildet aus einem einzigen Reflektor (1), der von einer Primärquelle angestrahlt wird, welche die Aufgabe der Sendempfangs-Quelle der Primärradar-Funktion erfüllt, und andererseits aus einer linearen Gruppe (2) von Strahlelementen, die als Sendempfangs-Quelle der Sekundärradar-Funktion dienen, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlelemente (2i) der Gruppe vollständig in den Reflektor entlang der Erzeugenden integriert sind, welche durch die Projektions des Phasenzentrums der Antenne auf die Oberfläche des Reflektors (1) geht, und daß sie durch Wellenleiter (2i) gebildet sind, die eine feste Polarisatorvorrichtung (15 oder 17) enthalten, wobei die Wellenleiter Wellen erzeugen, die zirkular polarisiert sind, oder elliptisch polarisierte Wellen erzeugen.

3. Gemeinsame Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisatorvorrichtung (13) der Wellenleiter (2i) an der Oberfläche des Reflektors (1) liegt.

4. Gemeinsame Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisatorvorrichtung (13) aus mehreren zugeordneten Gruppen von parallelen Metalldrähten gebildet ist.

5. Gemeinsame Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisatorvorrichtung (13) aus einer ebenen Gruppe von metallischen parallelen Scheiben gebildet ist.

6. Gemeinsame Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisatorvorrichtung der Wellenleiter (2i) aus einer dielektrischen Scheibe (14) gebildet ist, welche im Inneren dieser Leiter liegt.

7. Gemeinsame Antenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlelemente der linearen Gruppe, die entweder zirkular polarisierte Wellen oder elliptisch polarisierte Wellen erzeugen, durch metallische Helixelemente (15) gebildet sind, welche in Strahlerräumen (16) angeordnet sind, die in den Reflektor (1) integriert und von solchen Abmessungen sind, daß sie eine Kurzschlußebene auf die Höhe des Reflektors (1) legen.

8. Gemeinsame Antenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlelemente der linearen Gruppe, welche entweder zirkular polarisierte Wellen oder elliptisch polarisierte Wellen erzeugen, durch Spiralen (17)

gebildet sind, welche an der Oberfläche des Reflektors (1) angeordnet und jeweils durch einen Resonanzhohlraum (18) gespeist sind, der in den Reflektor integriert und von solchen Abmessungen ist, daß sie eine Kurzschlußebene auf die Höhe des Reflektors legen.

Claims

1. Joint antenna for primary radar and secondary radar constituted on the one hand by a single reflector (1) illuminated by a primary source playing the part of the transmit-receive source of the primary radar function and on the other hand by a linear array (2) of radiating elements serving as transmit-receive source of the secondary radar function and bringing a short-circuit plane to the level of the reflector, characterized in that the radiating elements (2i) of the array are completely integrated into the reflector along the generatrix passing through the projection of the phase center of the antenna onto the surface of the reflector (1) and they are constituted by waveguides (2i) comprising a polarizer device (13 or 14) rotatable about the longitudinal axis (Δ) of each waveguide, said waveguides generating rectilinearly or circularly or elliptically polarized waves.

2. Joint antenna for primary radar and secondary radar constituted on the one hand by a single reflector (1) illuminated by a primary source playing the part of the transmit-receive source of the primary radar function and on the other hand by a linear array (2) of radiating elements serving as transmit-receive source of the secondary radar, characterized in that the radiating elements (2i) of the array are completely integrated in the reflector along the generatrix passing through the projection of the phase center of the antenna onto the surface of the reflector (1) and that they are constituted by waveguides (2i) comprising a fixed polarizer device (15 or 17), the waveguides generating circularly polarized waves or elliptically polarized waves.

3. Joint antenna according to claim 1, characterized in that the polarizer device (13) of the waveguides (2i) is situated at the surface of the reflector (1).

4. Joint antenna according to claim 3, characterized in that the polarizer device (13) is constituted by a plurality of associated arrays of parallel metal wires.

5. Joint antenna according to claim 3, characterized in that the polarizer device (13) is constituted by a planar array of parallel metallic disks.

6. Joint antenna according to claim 1, characterized in that the polarizer device of waveguides (2i) is constituted by a dielectric disk (14) situated in the interior of said waveguides.

7. Joint antenna according to claim 2, characterized in that the radiating elements of the linear array generating either circularly polarized waves or elliptically polarized waves are constituted by metallic helix elements (15) disposed in radiating

cavities (16) integrated in the reflector (1) and of such dimensions that they bring a short-circuit plane to the level of the reflector (1).

8. Joint antenna according to claim 2, characterized in that the radiating elements of the linear array generating either circularly polarized waves

or elliptically polarized waves are constituted by spirals (17) situated at the surface of the reflector (1) and each fed by a resonant cavity (18) integrated in the reflector and of such dimensions that they bring a short-circuit plane to the level of the reflector.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

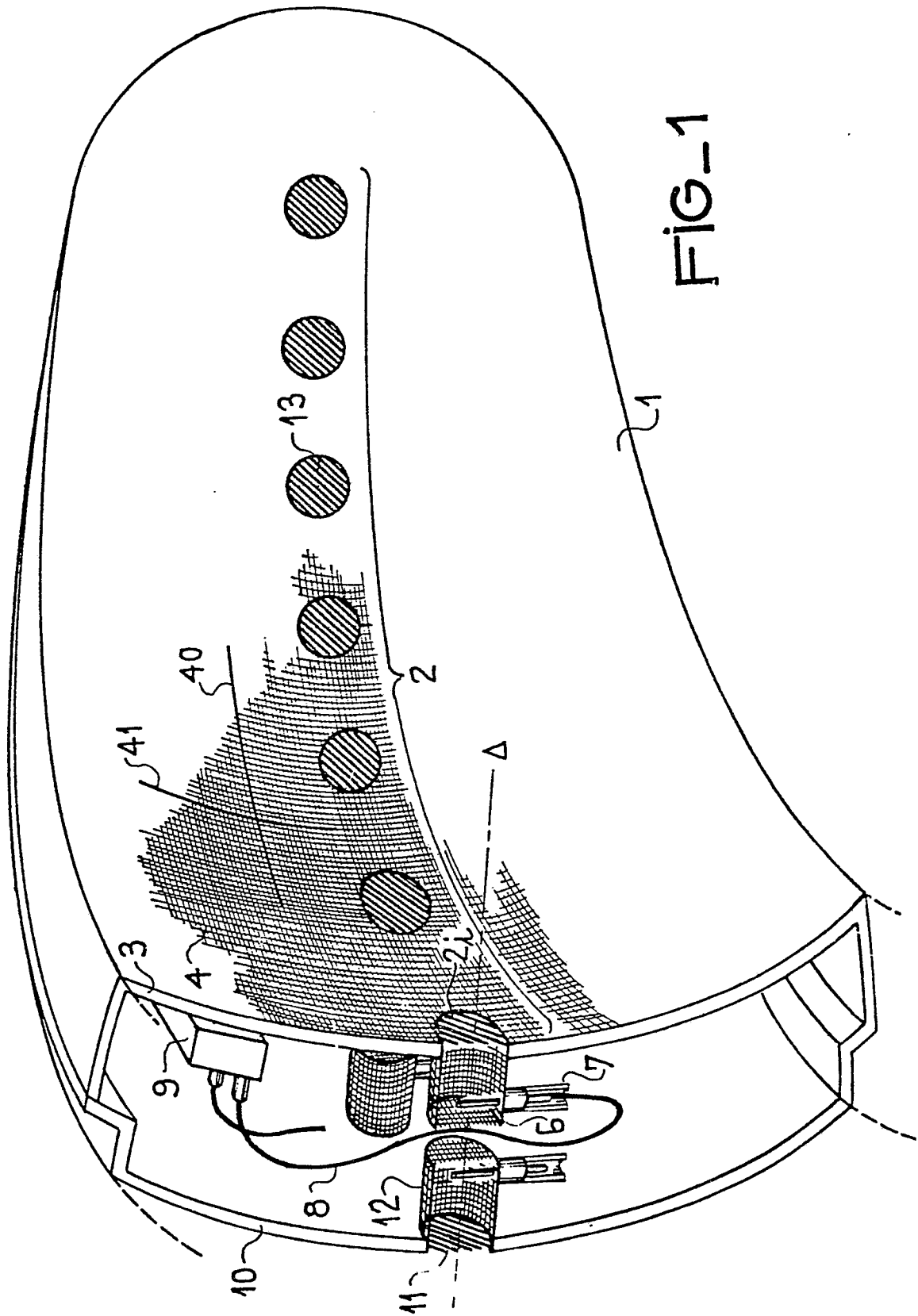


FIG. 2

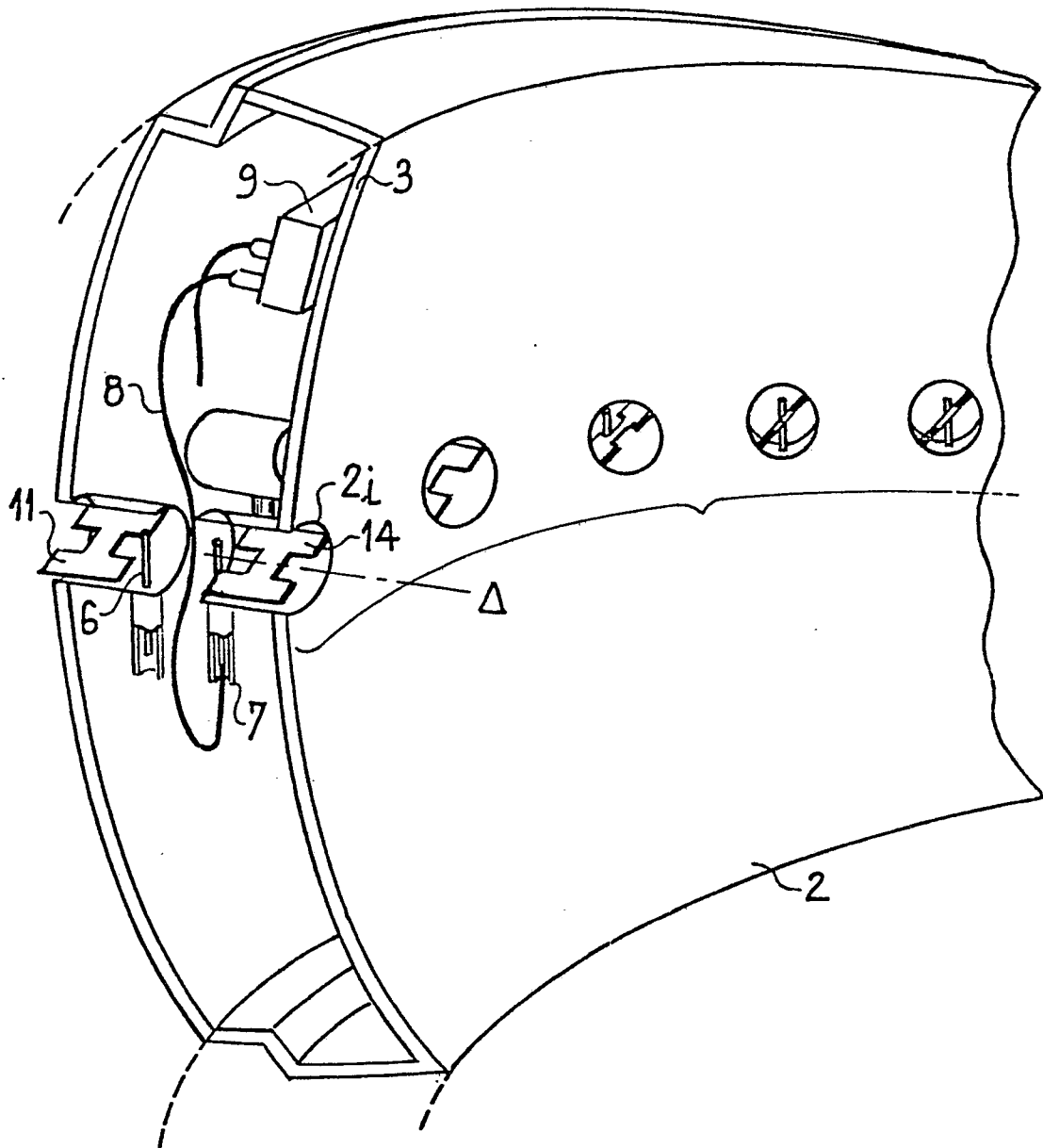
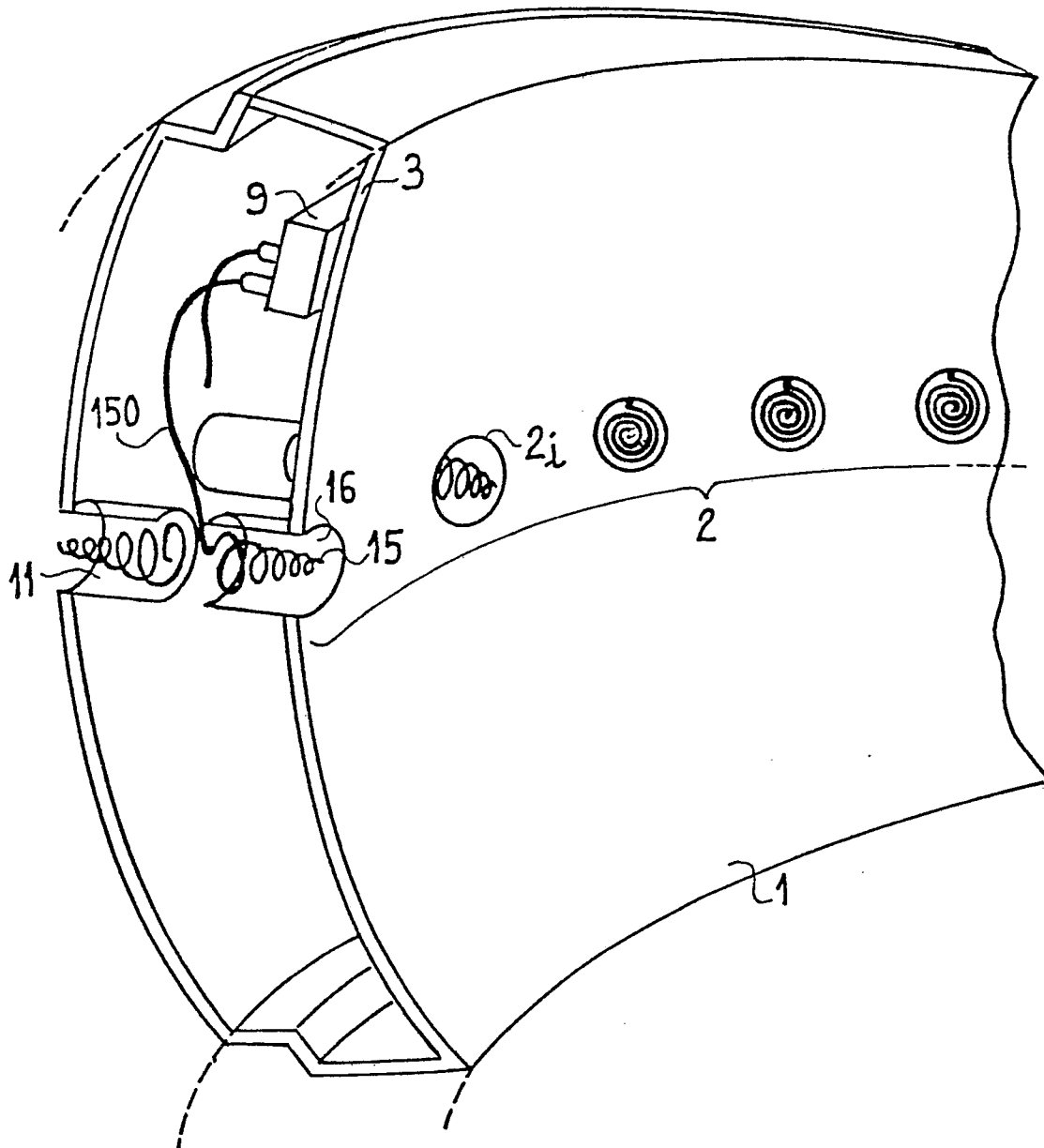


FIG. 3



FIG_4

