



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 683 028 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
08.01.2014 Bulletin 2014/02

(51) Int Cl.:  
H01Q 1/28 (2006.01)  
H01Q 1/50 (2006.01)  
B64D 45/02 (2006.01)  
H01Q 21/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 13174798.2

(22) Date de dépôt: 02.07.2013

(84) Etats contractants désignés:  
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR  
Etats d'extension désignés:  
BA ME

(30) Priorité: 05.07.2012 FR 1201909

(71) Demandeur: Dassault Aviation  
75008 Paris (FR)

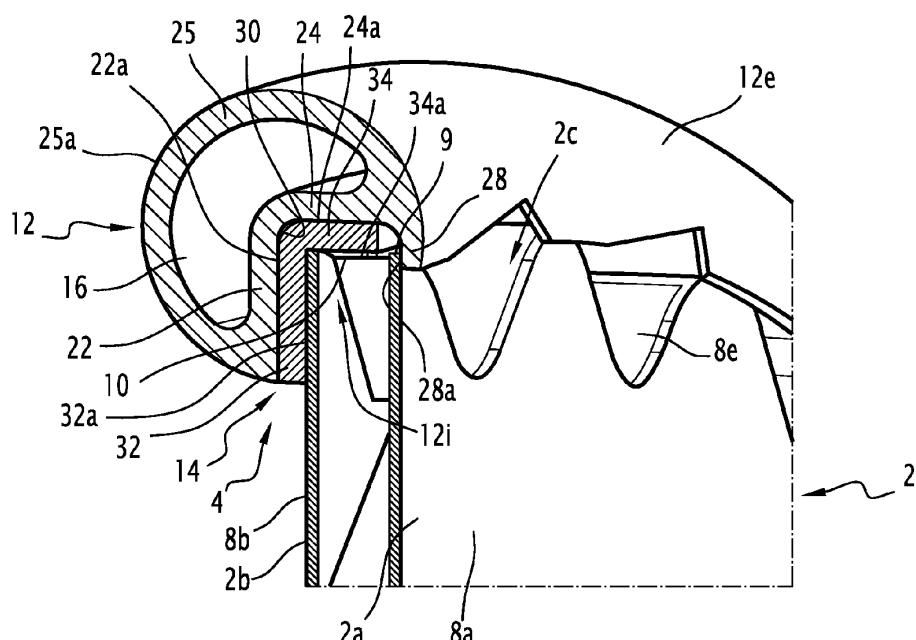
(72) Inventeurs:  
• Moreau, Jean-Patrick  
91450 Soisy sur Seine (FR)  
• Carre, Roland  
78150 Le Chesnay (FR)

(74) Mandataire: Jacobson, Claude  
Cabinet Lavoix  
2, Place d'Estienne d'Orves  
75441 Paris Cedex 09 (FR)

### (54) Ensemble d'antenne

(57) Cet ensemble d'antenne (1) comprend une antenne (2) comportant une surface avant de rayonnement (2a), une surface arrière (2b) et un contour latéral (2c) présentant au moins une zone de renforcement de champ électrique (9, 10). Il est caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif de protection (4) de l'antenne (2) contre la foudre, présentant une surface interne

(12i) coiffant au moins partiellement le contour latéral (2c) de ladite antenne (2) en étant en contact électrique avec ledit contour latéral (2c), ladite surface interne (12i) recouvrant la ou chaque zone de renforcement de champ électrique (9, 10), ledit dispositif de protection (4) présentant une surface externe courbe (12e) à l'opposé de ladite surface interne (12i).



**FIG.2**

## Description

**[0001]** L'invention concerne un ensemble d'antenne comprenant une antenne comportant une surface avant de rayonnement, une surface arrière et un contour latéral présentant au moins une zone de renforcement de champ électrique.

**[0002]** L'invention s'applique en particulier à un ensemble d'antenne radar aéroportée adaptée à la détection et à la localisation de phénomènes météorologiques.

**[0003]** Au sein des aéronefs, les radars météorologiques sont logés dans la pointe avant. Ils comprennent généralement une antenne à fentes, mobile en élévation et en azimut, de manière à balayer l'ensemble de l'espace situé au devant de l'aéronef.

**[0004]** Cette antenne est recouverte par un radôme, qui forme la surface extérieure de la pointe avant de l'aéronef et lui donne ainsi sa forme. Ce radôme est transparent du point de vue électromagnétique pour permettre à l'antenne d'émettre et de recevoir les ondes électromagnétiques. Ce radôme a pour but de protéger l'antenne radar notamment des effets directs de la foudre. Pour ce faire ce radôme comporte des bandes parafoudre conductrices régulièrement disposées sur sa surface de sorte qu'en cas de foudre sur la pointe avant de l'aéronef, le courant de foudre s'écoulera au travers de ces bandes afin d'éviter l'attachement de la foudre sur l'antenne au travers du radôme.

**[0005]** L'antenne à fentes est en forme générale de disque et présente sur son contour latéral un profil en forme de marches d'escaliers. Or, ces marches présentent des angles saillants formant des zones de renforcement de champ électrique, susceptibles de provoquer des effets de pointe. En effet, le champ électrique autour de l'antenne étant maximum à proximité de ces angles saillants, ceux-ci sont susceptibles d'être des points d'attachement de la foudre, donc d'être responsables du foudroyement de l'antenne.

**[0006]** La tenue à la foudre de la pointe avant de l'aéronef est conditionnée à la fois par les caractéristiques diélectriques du matériau constitutif du radôme, par la distance minimale garantie entre l'antenne et la paroi intérieure du radôme, quelle que soit la position de l'antenne, et par la mise en place de bandes parafoudre réparties sur le pourtour du radôme.

**[0007]** Notamment, la garantie d'une distance minimale entre l'antenne, qui est métallique, et la paroi intérieure du radôme permet de limiter le champ électrique se développant au voisinage de l'antenne en conditions foudroyantes.

**[0008]** La qualification d'un aéronef relativement à sa tenue à la foudre directe est obtenue au moyen d'essais normalisés. Cette qualification, une fois acquise, est reconduite d'un aéronef à un autre, tant que la configuration de l'aéronef vis-à-vis de la tenue à la foudre reste inchangée, c'est-à-dire tant que les caractéristiques conditionnant la tenue à la foudre de l'aéronef sont inchangées. Cependant, dès que l'une de ces caractéristiques est

modifiée, la tenue à la foudre de la pointe avant de l'aéronef est modifiée. Une nouvelle qualification est alors requise, ce qui implique de refaire tout ou partie des essais de qualification.

**[0009]** En particulier, les caractéristiques conditionnant la tenue à la foudre dépendent des caractéristiques du radar météorologique utilisé, notamment des dimensions de l'antenne, de son positionnement à l'intérieur du radôme et du balayage dans l'espace qui doit être réalisé par l'antenne. Or, ces caractéristiques du radar ne sont pas standardisées et peuvent être modifiées afin d'en améliorer les performances. Notamment, la position de l'antenne peut être avancée dans le radôme, et/ou son diamètre augmenté, l'amplitude du balayage étant ainsi accrue.

**[0010]** De telles modifications ont pour effet de dégrader la tenue à la foudre de la pointe avant de l'aéronef.

**[0011]** Afin de conserver une distance identique entre l'antenne et le radôme, dans le but de conserver la qualification acquise pour l'aéronef vis-à-vis de la tenue à la foudre, il peut être envisagé de décaler vers l'arrière l'ensemble du radar, ou d'agrandir le radôme. Cependant, ces solutions ne sont pas toujours compatibles avec la géométrie du nez de l'aéronef et avec son aménagement intérieur.

**[0012]** L'augmentation de la rigidité électrique du radôme, permettant d'améliorer sa tenue diélectrique donc sa tenue au champ électrique, peut également être envisagée. Cependant, cette solution implique une augmentation de l'épaisseur du radôme, donc de sa masse, et une réduction des performances radioélectriques entraînant un impact négatif sur les performances du radar, et plus généralement de l'aéronef.

**[0013]** Le but de l'invention est donc de fournir un ensemble d'antenne diminuant les risques d'attachement de la foudre sur l'antenne du radar météorologique sans qu'il soit nécessaire de modifier la géométrie du nez de l'aéronef.

**[0014]** A cette fin, l'invention a pour objet un ensemble du type précité, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un dispositif de protection de l'antenne contre la foudre, présentant une surface interne coiffant au moins partiellement le contour latéral de ladite antenne en étant en contact électrique avec ledit contour latéral, ladite surface interne recouvrant la ou chaque zone de renforcement de champ électrique, ledit dispositif de protection présentant une surface externe courbe à l'opposé de la surface interne.

**[0015]** Selon d'autres aspects de l'invention, l'ensemble d'antenne comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- ladite antenne est une antenne plane discoïde, ledit dispositif de protection étant avantageusement de forme annulaire ;
- ladite zone de renforcement de champ électrique est une partie anguleuse dudit contour latéral ;
- ledit dispositif de protection comprend une portion

médiane circonférentielle placée en regard dudit contour latéral, et une portion arrière, disposée à l'arrière de ladite surface arrière, lesdites portions médiane et arrière formant un logement de réception de l'antenne ;

- l'édit dispositif de protection comprend en outre un rebord de maintien, disposé à l'avant de la surface avant de l'antenne, ladite portion arrière et l'édit rebord de maintien pinçant l'antenne dans l'édit dispositif de protection ;
- ladite portion arrière comprend une face longitudinale d'appui contre la surface arrière de l'antenne, ladite portion médiane comprend une face transversale d'appui contre l'édit contour latéral, et l'édit rebord de maintien comprend une face de maintien en appui surfacique contre la surface avant de l'antenne, ladite surface interne étant formée par ladite face longitudinale d'appui, ladite face transversale d'appui et ladite face de maintien ;
- l'édit rebord de maintien est en contact électrique avec au moins une partie des zones de renforcement de champ de ladite antenne ;
- l'édit dispositif de protection comprend un corps rigide et un joint de solidarisation déformable, partiellement interposé entre l'édit corps et ladite antenne ;
- l'édit dispositif de protection comprend un corps rigide réalisé d'un seul tenant, présentant une surface interne coiffant au moins partiellement le contour latéral de ladite antenne en étant en contact électrique avec l'édit contour latéral, ladite surface interne recouvrant la ou chaque zone de renforcement de champ électrique, l'édit corps rigide présentant une surface externe courbe à l'opposé de ladite surface interne, et l'édit corps rigide comprend des moyens d'engagement de ladite antenne dans l'édit corps rigide ;
- l'édit corps rigide comprend des moyens de verrouillage de la position de ladite antenne par rapport au l'édit dispositif de protection ;
- l'édit dispositif de protection comporte plusieurs éléments assemblés selon un plan radial de ladite antenne ;
- l'édit dispositif de protection comporte au moins deux éléments assemblés de part et d'autre du contour latéral de l'antenne ;
- lesdites surfaces annulaires interne et externe sont conductrices électriquement, avantageusement métallisées ;
- l'édit dispositif de protection est formé à partir d'un matériau électriquement isolant au moins partiellement recouvert d'un dépôt métallique ;
- ladite antenne comporte une pluralité de fentes.

**[0016]** Selon un mode de réalisation, l'antenne de l'ensemble est une antenne d'un radar météorologique, disposée dans la pointe avant de l'aéronef.

**[0017]** L'invention a également pour objet un aéronef comprenant un ensemble d'antenne selon l'invention.

**[0018]** L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- 5 - la Figure 1 est une vue schématique en perspective d'un premier mode de réalisation d'un ensemble d'antenne selon l'invention ;
- la Figure 2 est une vue schématique en perspective, selon une coupe radiale, d'une partie pertinente de l'ensemble de la Figure 1 ;
- la Figure 3 est une vue schématique de face du dispositif de protection de l'ensemble de la Figure 1 ;
- la Figure 4 est une vue schématique de face de l'ensemble de la Figure 1 lors de son montage ;
- la Figure 5 est une vue schématique de face de l'ensemble de la Figure 1 une fois le montage achevé ;
- la Figure 6 est une vue schématique en perspective d'un aéronef dont la pointe avant est munie de l'ensemble de la Figure 1 et où le radôme n'est pas représenté ;
- la Figure 7 est une vue éclatée d'un deuxième mode de réalisation d'un ensemble d'antenne selon l'invention ;
- la Figure 8 est une vue prise en coupe longitudinale d'une variante du deuxième mode de réalisation de l'ensemble d'antenne ;
- la Figure 9 est une vue en perspective partiellement en coupe longitudinale du système de la Figure 8 ;
- la Figure 10 est une vue en perspective d'un ensemble selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la Figure 11 est une vue prise en coupe selon un plan radian, d'une partie de l'ensemble de la Figure 10.

**[0019]** On a représenté sur la Figure 1 un ensemble d'antenne 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention. L'ensemble 1 est destiné à être positionné dans la pointe avant d'un aéronef, et à être recouvert par un radôme (non représenté) formant la surface extérieure de cette pointe avant.

**[0020]** L'ensemble d'antenne 1 comprend une antenne 2 et un dispositif 4 de protection de l'antenne 2.

**[0021]** L'antenne 2 est dans cet exemple une antenne plane, métallique, présentant une pluralité de fentes. Une telle antenne est généralement désignée par le terme « antenne à fentes ». L'antenne 2 comprend une surface avant 2a de rayonnement, sensiblement plane, destinée à être orientée vers l'extérieur de l'aéronef, à travers le radôme. L'antenne 2 comprend également une surface arrière 2b plane.

**[0022]** Dans tout ce qui suit, les orientations choisies sont indicatives et s'entendent par rapport aux Figures. En particulier, les termes « avant » et « arrière » s'entendent de manière relative par rapport à la direction d'émission de l'antenne.

**[0023]** Par ailleurs, dans la suite de la description, on

appellera plan avant ou arrière de l'antenne un plan comprenant respectivement la surface avant 2a ou la surface arrière 2b de l'antenne 2, et les termes « intérieur » et « extérieur », appliqués à une surface, doivent s'entendre respectivement comme une surface périphérique orientée vers l'axe A-A' qui passe par le centre de l'antenne 2 orthogonalement à l'antenne, et une surface périphérique orientée à l'opposé de l'axe A-A'.

**[0024]** En outre, on qualifiera en outre de « longitudinal » un plan ou une section parallèle au plan moyen de l'antenne, de « transversal » un plan ou une section orthogonal(e) au plan moyen de l'antenne, et de « radial » un plan ou un axe transversal comprenant l'axe A-A'.

**[0025]** L'antenne 2 comprend un réseau 6 d'éléments rayonnants 8. Chaque élément rayonnant 8 a la forme d'un tube de section transversale rectangulaire, fermé à ses extrémités, formant un guide d'onde.

**[0026]** Chaque élément rayonnant 8 comprend ainsi une paroi avant 8a, formant une portion de la surface avant 2a de l'antenne, une paroi arrière 8b, deux cotés s'étendant entre les parois avant 8a et arrière 8b, non visibles sur les figures, et deux parois d'extrémités 8e. Chaque élément rayonnant 8 est muni sur sa paroi avant 8a de sources rayonnantes telles que des fentes, non représentées.

**[0027]** Les éléments rayonnants 8 sont de longueurs variables. Ils sont juxtaposés par leurs cotés, en alignant leurs milieux respectifs selon une même direction longitudinale, entre deux éléments rayonnants terminaux 8t, pour former le réseau 6. L'antenne 2 présente ainsi une épaisseur e définie comme l'épaisseur des éléments rayonnants 8 selon une direction transversale.

**[0028]** De manière connue, les éléments rayonnants 8 sont adaptés pour former ensemble un champ électromagnétique cohérent dont la direction de propagation est perpendiculaire à la surface d'émission.

**[0029]** Comme illustré sur la Figure 1, les longueurs des éléments rayonnants 8 sont telles que l'antenne 2 a la forme générale d'un disque.

**[0030]** Les surfaces avant 2a et arrière 2b sont respectivement formées par les parois avant 8a et arrière 8b des éléments rayonnants 8. Par ailleurs, les parois d'extrémités 8e des éléments rayonnants et les côtés des éléments rayonnants terminaux 8t orientés vers l'extérieur de l'antenne 2 forment un contour latéral 2c de l'antenne 2.

**[0031]** En raison de la forme parallélépipédique des éléments rayonnants 8, le contour latéral 2c de l'antenne 2 présente au moins une région anguleuse. Dans cet exemple, le contour latéral 2c est crénelé, en forme de « marches d'escalier ». Notamment, la surface avant 2a de l'antenne 2 comprend une pluralité d'angles saillants formés par des coins 9 des parois avant 8a d'au moins une partie des éléments rayonnants 8, et le contour latéral de l'antenne 2 comprend une pluralité d'arêtes 10 faisant saillie vers l'arrière de l'antenne 2 à partir des coins 9. Les coins 9 et les arêtes 10 forment des zones

de renforcement de champ électrique susceptibles de provoquer des effets de pointe.

**[0032]** A titre d'exemple, le diamètre de l'antenne 2 est compris entre 15 et 22 pouces, et son épaisseur e est inférieure à 12 mm.

**[0033]** Le dispositif 4 de protection est propre à réduire le champ électrique en périphérie de l'antenne 2, en supprimant les zones de renforcement de champ électrique dues aux coins 9 et aux arêtes 10.

**[0034]** Dans cet exemple, il comprend un anneau 12 de protection, également appelé anneau de Corona ou anneau courbant, de forme générale torique. L'anneau comporte une surface interne 12i, orientée vers l'antenne 2, et une surface externe 12e.

**[0035]** L'anneau 12 est disposé autour de l'antenne 2, sa surface interne 12i étant en contact électrique avec l'antenne 2. La surface externe 12e est large et arrondie. Elle est donc dépourvue de zones de renforcements susceptibles de provoquer des effets de pointe. Les surfaces interne et externe sont métalliques.

**[0036]** Grâce à l'ensemble d'antenne selon l'invention les zones de renforcement de champ électrique présentes sur l'antenne de par sa construction sont ainsi « masquées » par le dispositif 4 de protection. En cas de foudre les risques pour que celle-ci frappe une des zones de renforcement de champ de l'antenne 2 sont ainsi rendus quasiment nuls.

**[0037]** Le dispositif 4 de protection comprend également un joint souple déformable 14 (visible sur la Figure 2), interposé entre l'anneau 12 et l'antenne 2, et destiné à assurer le contact entre l'anneau 12 et l'antenne 2.

**[0038]** Comme illustré sur la Figure 2, l'anneau 12 est de forme générale de révolution autour de l'axe A-A'. Il présente ainsi une section longitudinale de forme générale circulaire.

**[0039]** L'anneau 12 forme un tube creux 16 enroulé autour de l'axe A-A'.

**[0040]** L'anneau 12 comprend une paroi longitudinale avant 22 plane, de forme annulaire, et une paroi transversale 24 annulaire, avantageusement orthogonale à la paroi longitudinale 22 et disposée au droit du contour latéral 2c de l'antenne 2. L'anneau 12 comprend en outre une paroi arrière 25 de section radiale en forme incurvée, par exemple en forme d'arc de cercle, qui s'étend entre un rebord intérieur de la paroi longitudinale 22 et un rebord avant de la paroi transversale 24. Avantageusement, cet arc de cercle sous-tend un angle supérieur ou égal à 270°. Les sections radiales des parois longitudinales 22 et transversale 24 forment par exemple des rayons de cet arc de cercle.

**[0041]** Le tube 16 est ainsi défini par la paroi longitudinale 22, la paroi transversale 24 et la paroi arrière 25.

**[0042]** Les parois longitudinale 22 et transversale 24 comprennent une face d'appui longitudinale 22a et transversale 24a respectivement, orientées vers l'extérieur du tube 16. La paroi arrière 25 comporte une face externe 25a, c'est-à-dire orientée vers l'extérieur du tube 16, qui forme la surface externe 12e de l'anneau 12.

**[0043]** La surface externe 12e est généralement continue, convexe, incurvée et dépourvue d'aspérités macroscopiques. Elle est donc sensiblement dépourvue de zones de renforcement de champ électrique.

**[0044]** L'anneau 12 comporte en outre un rebord 28 de maintien de l'antenne 2, de forme générale de révolution autour de l'axe AA', qui fait saillie depuis la zone de liaison de la paroi arrière 25 avec la paroi transversale 24, orthogonalement à la paroi transversale 24, vers le centre de l'antenne 2. Le rebord 28 comporte une face de maintien 28a orientée vers l'intérieur du tube 16, en regard de la face d'appui 22a.

**[0045]** La paroi longitudinale 22, la paroi transversale 24 et le rebord 28 de maintien définissent ainsi un logement de réception de l'antenne 2. En particulier, la paroi longitudinale 22 et la paroi transversale 24 forment une cornière 30 de réception de l'antenne 2, tandis que le rebord 28 forme un organe de retenue de l'antenne 2 dans la cornière 30. Les surfaces d'appui longitudinale 22a et transversale 24a et la surface de maintien 28a forment la surface interne 12i de l'anneau 12.

**[0046]** L'anneau 12 comporte ainsi une portion médiane, entourant l'antenne 2 au droit de son contour latéral 2c, et une portion arrière, disposée à l'arrière de l'antenne, en regard de la surface arrière 2b.

**[0047]** L'anneau 12 présente un rayon intérieur  $R_{12}$ , défini comme la distance entre l'axe A-A' et la surface 24a de la paroi transversale 24, légèrement supérieur au rayon  $R_2$  de l'antenne 2, c'est-à-dire le rayon  $R_2$  d'un cercle qui serait circonscrit à l'antenne 2.

**[0048]** Le rayon  $R_{16}$  du tube 16 est supérieur à l'épaisseur  $e$  de l'antenne. Ce rayon  $R_{16}$  est par exemple compris entre 1,2 et 3 fois l'épaisseur  $e$  de l'antenne, avantageusement égal à 10mm.

**[0049]** L'anneau 12 est réalisé à partir d'un matériau léger et rigide, de surface extérieure métallique. Avantageusement, pour des raisons de gain de masse, l'anneau 12 est réalisé à partir d'un corps formé d'un matériau isolant, par exemple un matériau plastique recouvert d'une couche métallique, par exemple du nickel, du chrome, de l'aluminium ou de l'étain. Le corps isolant est par exemple réalisé par stéréolithographie, tandis que la couche métallique est par exemple déposée par dépôt électrolytique, ou par pulvérisation ou évaporation sous vide.

**[0050]** Le joint souple 14, de forme générale de révolution autour d'un axe central AA', présente une section radiale en forme de L. Le joint souple 14 comprend ainsi une branche longitudinale 32 et une branche transversale 34. Sa surface externe est de forme conjuguée à la surface de la cornière 30 formée par les surfaces d'appui 22a, 24a. Le joint souple 14 est ainsi disposé en appui surfacique contre la surface externe de la cornière 30, les surfaces externes des branches longitudinales 32 et transversale 34 étant placées en appui surfacique contre les surfaces d'appui externes 22a et 24a respectivement.

**[0051]** Avantageusement, l'épaisseur de la branche transversale 34 du joint 14 est sensiblement égale à la différence entre le rayon  $R_2$  de l'antenne et le rayon  $R_{12}$

de l'anneau. Par ailleurs, l'épaisseur de la branche longitudinale 32 du joint 14 est sensiblement égale à la différence entre le rayon  $R_{16}$  du tube 16 et l'épaisseur  $e$  de l'antenne 2. Les branches longitudinale 32 et transversale 34 sont avantageusement d'épaisseur égale. Le joint 14 est réalisé dans un matériau souple isolant, par exemple à base de silicium ou d'élastomère. Les surfaces internes longitudinale 32a et transversale 34a du joint 14 ainsi que la surface 28a du rebord 28 de maintien sont en appui contre l'antenne 2.

**[0052]** L'anneau 12 est avantageusement réalisé d'un seul tenant. Le rebord 28 de maintien comprend une pluralité d'encoches 31, destinées à permettre l'engagement de l'antenne 2 dans la cornière 30. En particulier, chacune des encoches 31 est propre à recevoir un des coins 9 de l'antenne 2 lors de son engagement dans l'anneau 12 selon une direction parallèle à l'axe A-A'.

**[0053]** L'anneau 12 comprend par ailleurs des moyens de verrouillage de la position angulaire de l'antenne 2 (non visibles sur les figures), propres à bloquer en rotation autour de l'axe A-A' l'antenne 2 dans l'anneau 12, une fois celle-ci engagée dans l'anneau 12. Ces moyens de verrouillage comprennent par exemple une pluralité de butées faisant saillie dans la cornière 30.

**[0054]** Comme représenté sur les Figures 3 à 6, l'antenne 2 est installée dans le dispositif 4 en engageant l'antenne 2, parallèlement à l'axe A-A', dans la cornière 30, chaque coin 9 de l'antenne 2 étant reçu dans une encoche 31. Le dispositif 4 est alors tourné autour de l'axe A-A' jusqu'à une position de butée, dans laquelle, l'antenne 2 est bloquée en rotation dans l'anneau 12 par les moyens de verrouillage.

**[0055]** Dans cette position de butée, les coins 9 sont en appui surfacique contre la surface 28a du rebord 28 de maintien, et recouverts par le rebord 28. Chaque encoche 31 est alors sensiblement équidistante des deux coins 9 de l'antenne 2 adjacents.

**[0056]** Le dispositif 4 de protection formé de l'anneau 12 et du joint 14 est ainsi disposé autour de l'antenne 2, en venant au contact de chacune des arêtes saillantes 10 de l'antenne 2.

**[0057]** En particulier, chacune des arêtes saillantes 10 est en appui contre la surface interne transversale 34a, et la surface interne longitudinale 32a reçoit en appui surfacique une portion extérieure annulaire de la surface arrière 2b de l'antenne 2.

**[0058]** L'antenne 2 est donc maintenue dans une position fixe dans l'anneau 12 par les parois longitudinale 22 et transversale 24, et le rebord 28 de maintien. Notamment, la paroi longitudinale 22 et le rebord 28 de maintien forment un étai empêchant tout mouvement de l'antenne 2 par rapport à l'anneau 12 dans une direction transversale. Ainsi, le joint souple 14 permet de solidariser l'anneau 12 à l'antenne 2, en évitant tout mouvement de l'un par rapport à l'autre, notamment en vol. Par ailleurs, l'antenne 2 est bloquée en rotation autour de l'axe A-A' par les moyens de verrouillage.

**[0059]** L'équipotentialisation de l'antenne 2 et l'anneau

12 est assurée par le contact électrique existant entre le rebord 28 de maintien et les coins 9 de l'antenne 2. Le maintien au même potentiel de l'antenne 2 et de l'anneau 12 permet de supprimer les circulations de courant entre eux et de limiter les causes d'amorçages de la foudre.

**[0060]** Comme visible sur la figure 6, l'ensemble d'antenne 1 est installé dans la pointe avant 37 d'un aéronef 38 de façon mobile en étant monté sur un dispositif 40 de balayage. Dans la position nominale de l'ensemble d'antenne 1, le plan avant de l'antenne 2 est orthogonal à l'axe de roulis de l'aéronef 38. La direction longitudinale des éléments rayonnants 8 est par exemple tournée de 45° par rapport à un axe vertical.

**[0061]** Le dispositif 40 est propre à faire tourner l'ensemble d'antenne 1 autour de deux axes orthogonaux passant par le centre de l'antenne 2, et parallèles respectivement à l'axe de lacet et à l'axe de tangage de l'aéronef 38. L'ensemble d'antenne 1 est ainsi mobile à la fois en élévation et en azimut. A titre d'exemple, l'ensemble d'antenne 1 peut balayer un angle de 120° en azimut et de 70° en élévation autour de sa position nominale.

**[0062]** L'anneau 12 est par exemple réalisé par assemblage de deux demi-anneaux de section longitudinale de forme générale semi-circulaire autour de l'antenne 2, selon un plan radial de l'antenne 2.

**[0063]** On a ainsi représenté sur la Figure 7 un autre mode de réalisation de l'anneau 12.

**[0064]** Dans ce mode de réalisation, l'anneau 12 est réalisé à partir de deux demi-anneaux sensiblement identiques 44 ou 44', chaque demi-anneau étant propre à entourer l'antenne 2 sur la moitié de la périphérie de celle-ci, c'est-à-dire sur un secteur angulaire égal à 180°. L'anneau 12 est ainsi monté en assemblant mécaniquement les demi-anneaux autour de l'antenne 2 par assemblage de leurs extrémités respectives. Dans ce mode de réalisation, l'anneau 12 est dépourvu d'encoches 31.

**[0065]** Dans l'exemple illustré sur la Figure 7, cet assemblage est réalisé par vissage. Selon ce mode de réalisation, chaque demi-anneau 44 comprend deux extrémités de raccord 48a et 48b, chaque extrémité 48a, 48b d'un demi-anneau 44 étant propre à être fixée par vissage à une extrémité correspondante 48b, 48a de l'autre demi-anneau 44.

**[0066]** Chaque extrémité de raccord 48a, 48b des deux demi-anneaux 44 présente une section transversale pleine, élargie vers l'intérieur et vers l'arrière de l'anneau 2, et est fermée par une surface terminale radiale plane 51. Chaque surface terminale 51 forme alors un épaulement radial 52, qui est percé d'un trou taraudé 53.

**[0067]** Chaque extrémité 48a, 48b d'un demi-anneau 44 est vissée à l'extrémité correspondante 48b, 48a de l'autre demi-anneau 44 au moyen d'un écrou à travers les trous taraudés 53.

**[0068]** Dans une variante à ce mode de réalisation illustrée sur les Figures 8 et 9, l'assemblage entre les demi-anneaux 44' est réalisé par clipage. Chaque demi-anneau 44' comprend ainsi deux extrémités de raccord

62a, 62b, chaque extrémité 62a, 62b d'un demi-anneau 44' étant propre à être fixée par clipage à l'extrémité correspondante 62b, 62a de l'autre demi-anneau 44'.

**[0069]** Sur la Figure 8, seule la zone du dispositif située au voisinage d'une zone de raccord entre deux extrémités de raccord 62a, 62b fixées l'une à l'autre des demi-anneaux 44' est représentée. Ces deux extrémités de raccord sont fixées l'une à l'autre au moyen d'un assemblage à encliquetage, comprenant une patte de verrouillage et une ouverture de verrouillage correspondante.

**[0070]** L'extrémité de raccord 62b comprend ainsi une patte de verrouillage 66 faisant saillie depuis le bord d'extrémité de la paroi d'appui transversale 24 dans une direction sensiblement parallèle à cette paroi. La patte 66 est déformable élastiquement. Elle comprend sur sa surface extérieure une saillie d'arrêt 68 formant un épaulement radial 68a orienté vers la paroi d'appui transversale 24.

**[0071]** L'extrémité de raccord 62a est propre à être assemblée par clipage à l'extrémité de raccord 62b. Sa surface intérieure forme une ouverture de verrouillage 70 propre à recevoir la patte 66. En particulier, l'ouverture de verrouillage comporte un épaulement radial 70a propre à recevoir en appui l'épaulement 68a de la patte 66.

**[0072]** L'assemblage des extrémités de raccord 62a et 62b est réalisé en déformant élastiquement la patte 66 pour l'introduire selon une direction longitudinale d'assemblage dans l'ouverture de verrouillage 70, jusqu'à ce que l'épaulement 68a de la patte 66 soit en appui superficiel contre l'épaulement 70a de l'ouverture 70, empêchant tout mouvement de la patte à l'écart de l'ouverture 70. L'assemblage de l'anneau 12 selon cette variante ne nécessite ainsi aucun outil.

**[0073]** L'anneau 12 comprend également deux joints souple 71, chaque joint 71 étant interposé entre deux extrémités de raccord 62a et 62b, assurant la liaison entre les demi-anneaux 44 et 44'.

**[0074]** L'extrémité de raccord 62b est par ailleurs muni d'une ouverture traversante 72 accessible depuis sa surface extérieure et débouchant dans l'ouverture d'assemblage 70. Cette ouverture traversante 72 permet l'introduction d'un outil de déverrouillage, pour repousser élastiquement la patte 66 et désassembler les extrémités de raccord 62a et 62b.

**[0075]** Les dépôts métalliques au niveau des extrémités des demi-anneaux 44 et 44' sont réalisés de façon à éviter la génération de zones de renforcement de champ, notamment au niveau de la zone de contact des demi-anneaux entre eux.

**[0076]** On a représenté sur les Figures 10 et 11 un ensemble d'antenne 100 selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

**[0077]** Le dispositif 100 comprend une antenne 2, identique à celle décrite en référence aux Figures 1 à 9, et un dispositif 104 de protection comprenant un anneau 112 de protection.

**[0078]** L'anneau 112 diffère de l'anneau 12 par sa sec-

tion radiale et par son mode d'assemblage.

**[0079]** L'anneau 112 est en effet réalisé par assemblage selon un plan d'assemblage défini par le contour de l'antenne 2 de deux éléments annulaires 114, 115 de section longitudinale sensiblement circulaire.

**[0080]** Un premier élément annulaire 114, appelé par la suite élément annulaire médian 114 entoure l'antenne 2 au droit de son contour latéral 2c. L'élément annulaire médian 114 est de forme générale de révolution autour de l'axe AA'. Il présente une section radiale en forme générale de quart de disque. L'élément annulaire médian 114 comprend une surface longitudinale arrière 114b, plane et de forme annulaire. Il comprend également une surface transversale 114c annulaire, orthogonale à la surface arrière 114b et disposée au droit du contour latéral 2c de l'antenne 2, et une surface avant 114a de section radiale en forme d'arc de cercle.

**[0081]** L'élément annulaire médian 114 comporte en outre un rebord 128 de maintien de l'antenne 2, de forme générale de révolution autour de l'axe AA', qui fait saillie depuis le bord avant de la surface transversale 114c vers le centre de l'antenne 2. Le rebord 128 comporte une surface de maintien 128a orientée vers l'arrière de l'antenne 2, propre à venir en appui surfacique contre la surface avant 2a de l'antenne 2, en particulier contre les coins 9.

**[0082]** La distance d entre la surface de maintien 128a et la surface arrière 114b est sensiblement égale à l'épaisseur e de l'antenne. Ainsi, lorsque le rebord 128 est en appui surfacique contre la surface avant 2a de l'antenne 2, la surface arrière 114b s'étend dans le plan arrière de l'antenne.

**[0083]** Le deuxième élément annulaire 115, appelé élément annulaire arrière, est disposé à l'arrière du plan arrière de l'antenne. L'élément annulaire arrière 115 est de forme générale de révolution autour de l'axe AA'.

**[0084]** L'élément annulaire arrière 115 comprend une paroi longitudinale avant 115a plane, de forme annulaire, et une paroi arrière 115b de section transversale en forme de demi-cercle dont la section radiale de la paroi avant 115a forme un diamètre. L'élément annulaire arrière 115 forme ainsi un tube creux 116, présentant une section radiale en forme générale de demi-cercle.

**[0085]** Les éléments annulaires médian 114 et arrière 115 ont sensiblement le même diamètre extérieur. Le rayon intérieur  $R_{114}$  de l'élément annulaire médian 114, défini comme la distance entre l'axe A-A' et la surface transversale 114c est légèrement supérieur au rayon  $R_2$  de l'antenne 2.

**[0086]** Le rayon du tube 116 est par exemple compris entre 1,2 et 3 fois l'épaisseur e de l'antenne.

**[0087]** La paroi avant 115a de l'élément annulaire arrière 115 est propre à venir en appui surfacique au droit de la surface arrière 114b de l'élément annulaire médian 114, et contre une portion extérieure sensiblement annulaire de la surface arrière 2b de l'antenne 2.

**[0088]** L'anneau 112 est assemblé en positionnant l'élément annulaire médian 114 autour de l'antenne 2,

sa surface transversale 114c disposée au droit du contour latéral 2c de l'antenne 2, et sa surface de maintien 128a étant en appui surfacique contre la surface avant 2a de l'antenne 2, et en positionnant l'élément annulaire arrière 115 derrière l'antenne 2, sa surface avant 115a étant au droit de la surface arrière 114b de l'élément annulaire médian 114, et contre une portion extérieure sensiblement annulaire de la surface arrière 2b de l'antenne 2. Un joint annulaire 129 est interposé entre la surfaces avant 115a et la surface arrière 114b. Ce joint 129 est destiné à assurer le contact entre les éléments annulaires 114, 115. Il est réalisé dans un matériau élastomère électriquement conducteur.

**[0089]** Les éléments annulaires 114 et 115 sont par exemple fixés l'un à l'autre par vissage ou par clavage.

**[0090]** L'anneau 112 est ainsi disposé autour de l'antenne 2, en venant au contact de chacune des arêtes saillantes 10. En particulier, les coins 9 sont en appui surfacique contre la surface 128a du rebord 128 de maintien, et recouverts par ce rebord 128.

**[0091]** La surface de maintien 128a, la surface transversale 114c de l'élément annulaire médian 114 et une portion de la surface avant 115a de l'élément annulaire arrière 115 forment une surface interne 112i de l'anneau 12, en contact électrique avec le contour latéral 2c.

**[0092]** La surface transversale 114c et une portion de la surface avant 115a délimitent une cornière 130 de réception de l'antenne 2. L'antenne 2 y est maintenue dans une position fixe en étant prise en étau entre la paroi avant 115a et le rebord 128 de maintien.

**[0093]** La surface avant 114a et la surface extérieure de la paroi arrière 115b forment une surface externe 112e de l'anneau 112. Cette surface externe est large et arrondie. Elle est donc dépourvue de zones de renforcements susceptibles de provoquer des effets de pointe.

**[0094]** En variante, un joint souple similaire au joint souple 14 est interposé entre l'anneau 112 et l'antenne 12.

**[0095]** La surface extérieure de l'anneau 112 est métallique. L'équipotentialisation de l'antenne 2 et l'anneau 112 est ainsi assurée par le contact électrique entre le rebord 128 de maintien et les coins 9 de l'antenne 2.

**[0096]** L'anneau 112 est réalisé à partir d'un matériau léger et rigide. La surface extérieure de chaque élément annulaire 114, 115 est métallique.

**[0097]** Avantageusement, chaque demi-anneau 114, 115 de l'anneau 112 est réalisé comme décrit précédemment pour les demi-anneaux de l'anneau 12.

**[0098]** Ainsi réalisé, l'ensemble d'antenne selon l'invention permet d'éviter les risques d'attachement de la foudre donc d'améliorer la tenue à la foudre d'un aéronef intégrant ce dispositif par rapport à l'antenne 2 seule. Cette amélioration de la tenue à la foudre est de plus réalisée sans avoir à modifier l'agencement de la pointe avant de l'aéronef, c'est-à-dire sans avoir à modifier la position de l'antenne dans cette pointe avant ni à agrandir le radôme.

**[0099]** En effet, l'ensemble d'antenne selon l'invention

ne comprend aucune pointe ni arête saillante, qui formerait une zone de renforcement du champ électrique. Au contraire, la surface externe de l'anneau est large et arrondie, ce qui permet de réduire le champ statique en périphérie de l'antenne.

**[0100]** Cette réduction de champ statique est d'autant plus importante que l'aire de la surface externe de l'anneau est grande. En effet, le champ peut alors se répartir sur une plus grande surface.

**[0101]** Selon l'invention, et conformément aux modes de réalisation décrits, l'anneau comporte une portion médiane, entourant l'antenne 2 au droit de son contour latéral 2c, et une portion arrière, disposée à l'arrière de l'antenne 2. Seul les rebords de maintien s'étendent à l'avant du plan avant de l'antenne 2. Une telle structure de l'anneau permet de développer une surface externe de l'anneau importante tout en minimisant les perturbations du diagramme de rayonnement de l'antenne. En effet, cette surface externe se développe principalement en arrière de l'antenne 2.

**[0102]** La réalisation de l'anneau en matériau léger permet de minimiser l'augmentation de l'inertie de l'antenne due à l'anneau. Cette légèreté est notamment accentuée par la forme de tube creux de l'anneau. De plus, la rigidité de ce matériau permet de limiter les déformations de l'anneau.

**[0103]** En variante, l'anneau 12 ou 112 est entièrement métallique.

**[0104]** Il doit être compris que les exemples de réalisation présentés ci-dessus ne sont pas limitatifs.

**[0105]** Notamment, selon un mode de réalisation, l'anneau est intégré à l'antenne lors de sa fabrication, ce qui permet d'éviter l'assemblage de l'anneau autour de l'antenne. Par exemple, l'anneau peut être réalisée d'un seul tenant avec l'antenne.

**[0106]** En outre, les caractéristiques techniques des modes de réalisation et variantes mentionnées ci-dessus peuvent être combinées entre elles.

## Revendications

1. Ensemble d'antenne (1) comprenant une antenne (2) comportant une surface avant de rayonnement (2a), une surface arrière (2b) et un contour latéral (2c) présentant au moins une zone de renforcement de champ électrique (9, 10),  
ledit ensemble d'antenne (1) étant **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un dispositif de protection (4) de l'antenne (2) contre la foudre, présentant une surface interne (12i ; 112i) coiffant au moins partiellement le contour latéral (2c) de ladite antenne (2) en étant en contact électrique avec ledit contour latéral (2c), ladite surface interne (12i ; 112i) recouvrant la ou chaque zone de renforcement de champ électrique (9, 10), ledit dispositif de protection (4) présentant une surface externe courbe (12e ; 112e) à l'opposé de ladite surface interne (12i ; 112i).

2. Ensemble d'antenne (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite antenne (2) est une antenne plane discoïde, ledit dispositif de protection (4) étant avantageusement de forme annulaire.
3. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** ladite zone de renforcement de champ électrique (9, 10) est une partie anguleuse dudit contour latéral (2c).
4. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection (4) comprend une portion médiane circonférentielle placée en regard dudit contour latéral (2c), et une portion arrière, disposée à l'arrière de ladite surface arrière (2b), lesdites portions médiane et arrière formant un logement (30 ; 130) de réception de l'antenne (2).
5. Ensemble d'antenne (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection (4) comprend en outre un rebord de maintien (28 ; 128), disposé à l'avant de la surface avant (2a) de l'antenne (2), ladite portion arrière et ledit rebord de maintien (28 ; 128) pinçant l'antenne (2) dans ledit dispositif de protection (4).
6. Ensemble d'antenne (1) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ladite portion arrière comprend une face longitudinale d'appui (22a ; 115a) contre la surface arrière (2b) de l'antenne (2), ladite portion médiane comprend une face transversale d'appui (24a ; 114c) contre ledit contour latéral (2c), et ledit rebord de maintien (28 ; 128) comprend une face de maintien (28a ; 128a) en appui surfacique contre la surface avant (2a) de l'antenne (2), ladite surface interne étant formée par ladite face longitudinale d'appui (22a ; 115a), ladite face transversale d'appui (24a ; 114c) et ladite face de maintien (28a ; 128a).
7. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6 **caractérisé en ce que** ledit rebord de maintien (28 ; 128) est en contact électrique avec au moins une partie des zones de renforcement de champ (9, 10) de ladite antenne (2).
8. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection (4) comprend un corps (12 ; 112) rigide et un joint de solidarisation (14) déformable, partiellement interposé entre ledit corps (12 ; 112) et ladite antenne (2).
9. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection (4) comprend un corps rigide (12) réalisé d'un seul tenant, présentant une surface interne (12i ; 112i) coiffant au moins partiellement le contour latéral (2c) de ladite antenne (2) en étant en contact électrique avec ledit contour latéral (2c), ladite surface interne (12i ; 112i) recouvrant la ou chaque zone de renforcement de champ électrique (9, 10), ledit dispositif de protection (4) présentant une surface externe courbe (12e ; 112e) à l'opposé de ladite surface interne (12i ; 112i).

lement le contour latéral (2c) de ladite antenne (2) en étant en contact électrique avec ledit contour latéral (2c), ladite surface interne (12i ; 112i) recouvrant la ou chaque zone de renforcement de champ électrique (9, 10), ledit corps rigide (12) présentant une surface externe courbe (12e ; 112e) à l'opposé de ladite surface interne (12i ; 112i), et **en ce que** ledit corps rigide (12) comprend des moyens d'engagement de ladite antenne (2) dans ledit corps rigide (12). 5 10

10. Ensemble d'antenne (1) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** ledit corps rigide (12) comprend des moyens de verrouillage de la position de ladite antenne (2) par rapport audit dispositif de protection (4). 15
11. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection (4) comporte plusieurs éléments (44 ; 44') assemblés selon un plan radial de ladite antenne (2). 20
12. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection (4) comporte au moins deux éléments (114, 115) assemblés de part et d'autre du contour latéral (2c) de l'antenne. 25
13. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites surfaces annulaires interne (12i ; 112i) et externe (12e; 112e) sont conductrices électriquement, avantageusement métallisées. 30 35
14. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection (4) est formé à partir d'un matériau électriquement isolant au moins partiellement recouvert d'un dépôt métallique. 40
15. Ensemble d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite antenne (2) comporte une pluralité de fentes. 45

50

55

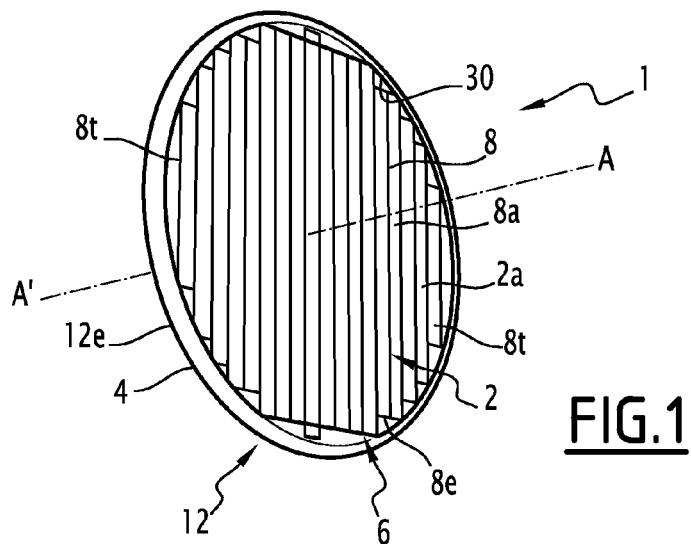


FIG.1

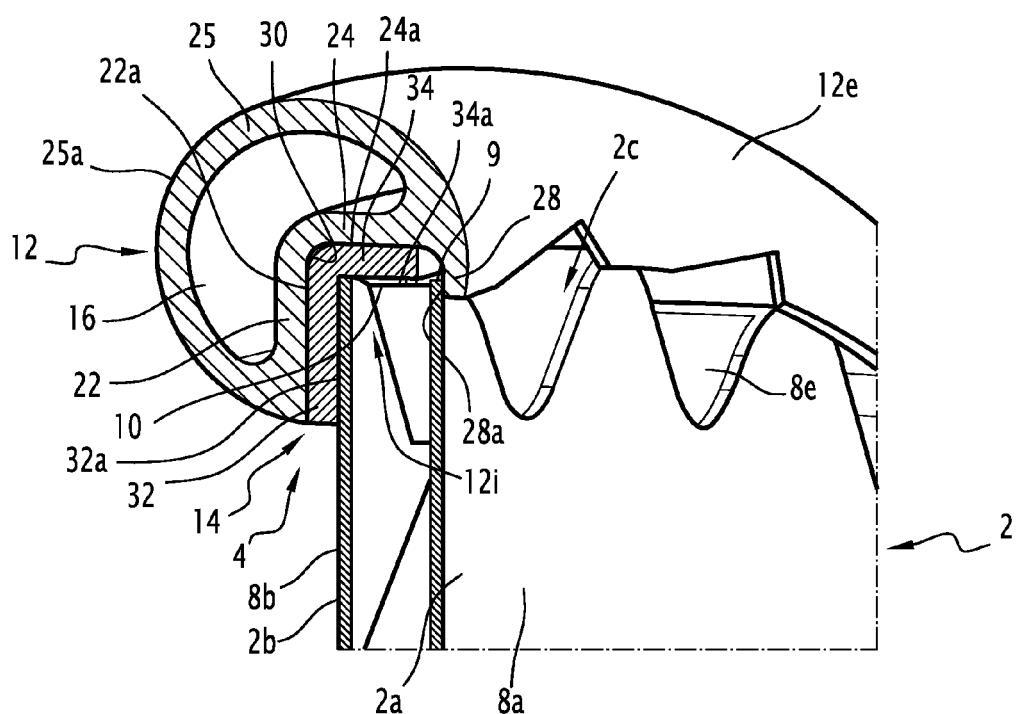


FIG.2

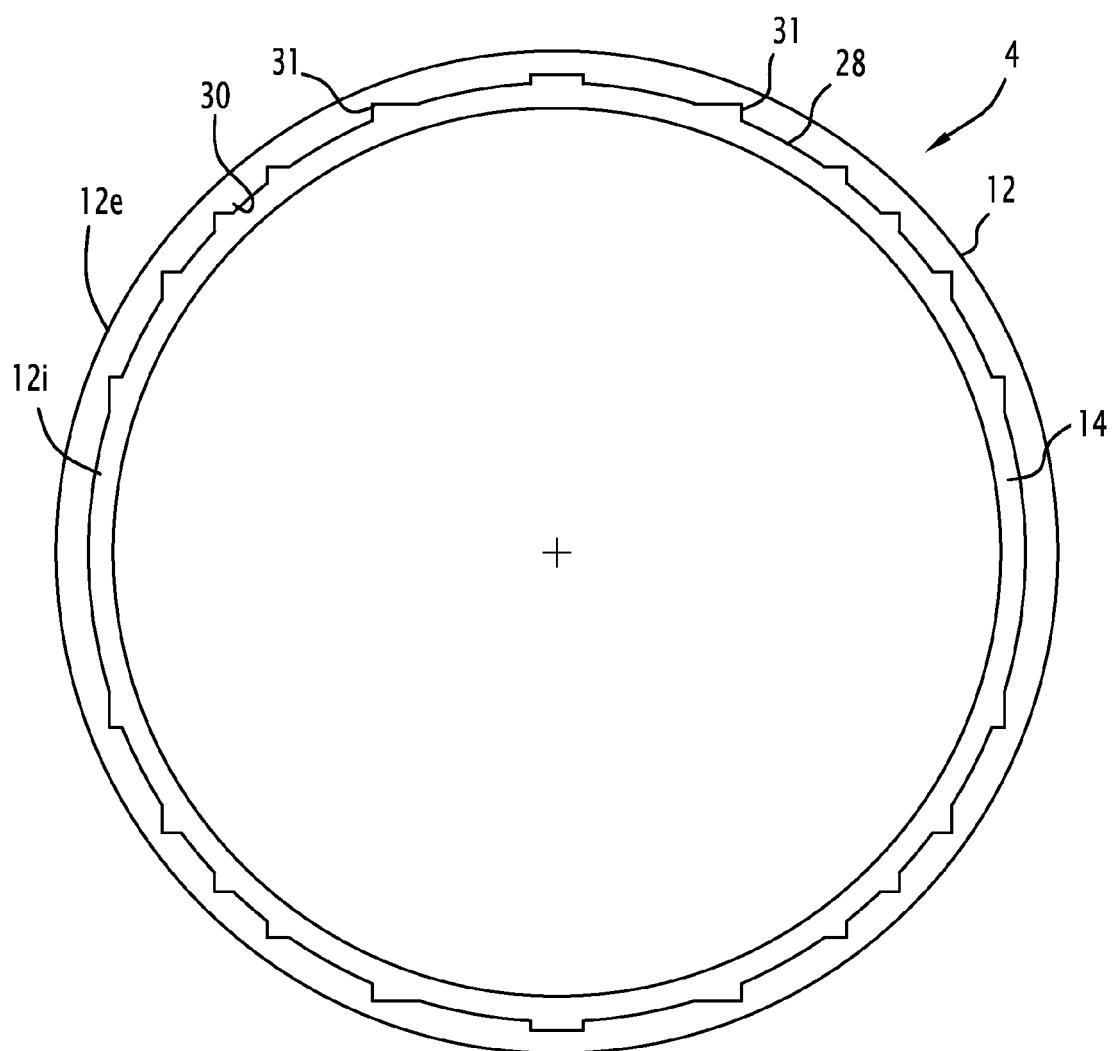


FIG.3

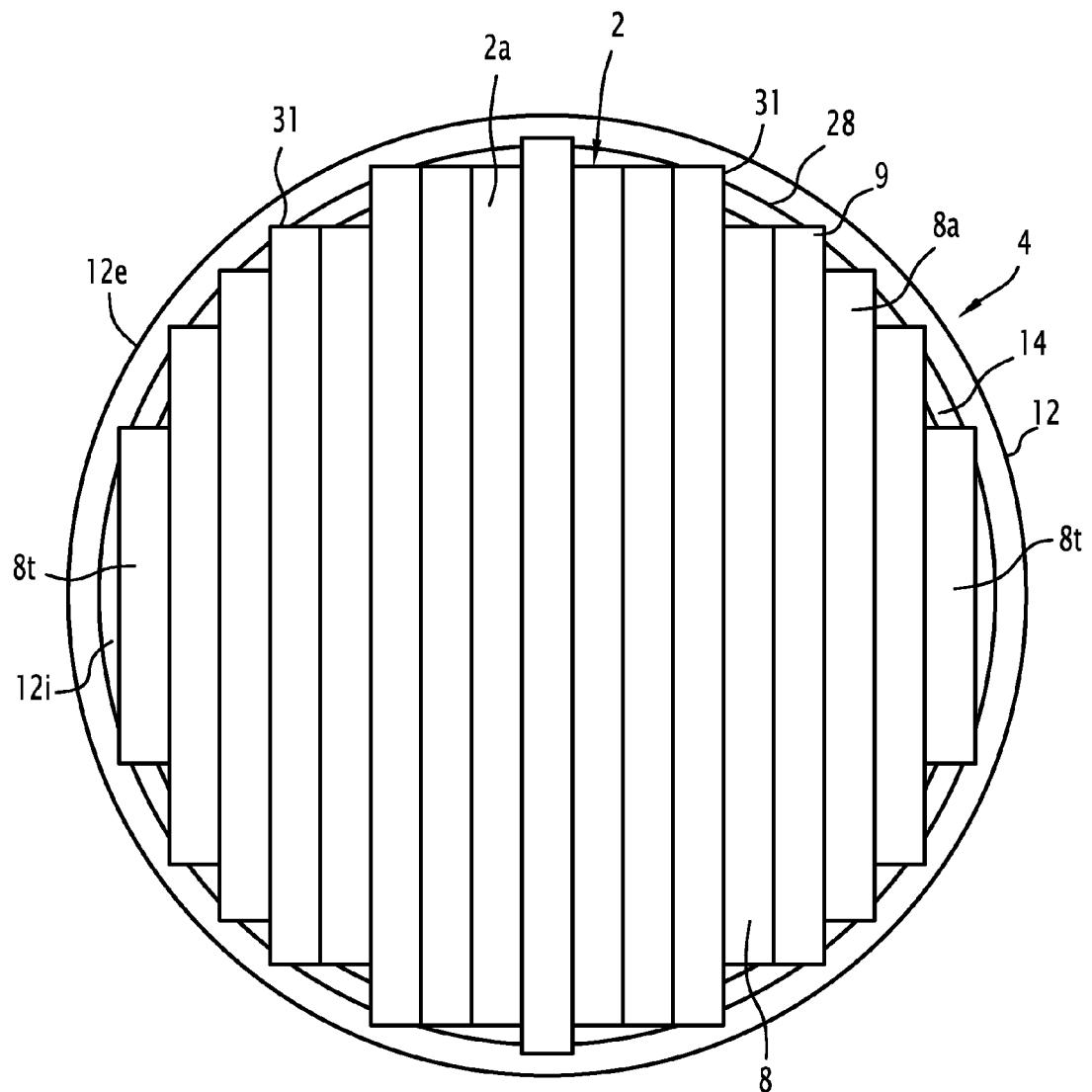


FIG.4

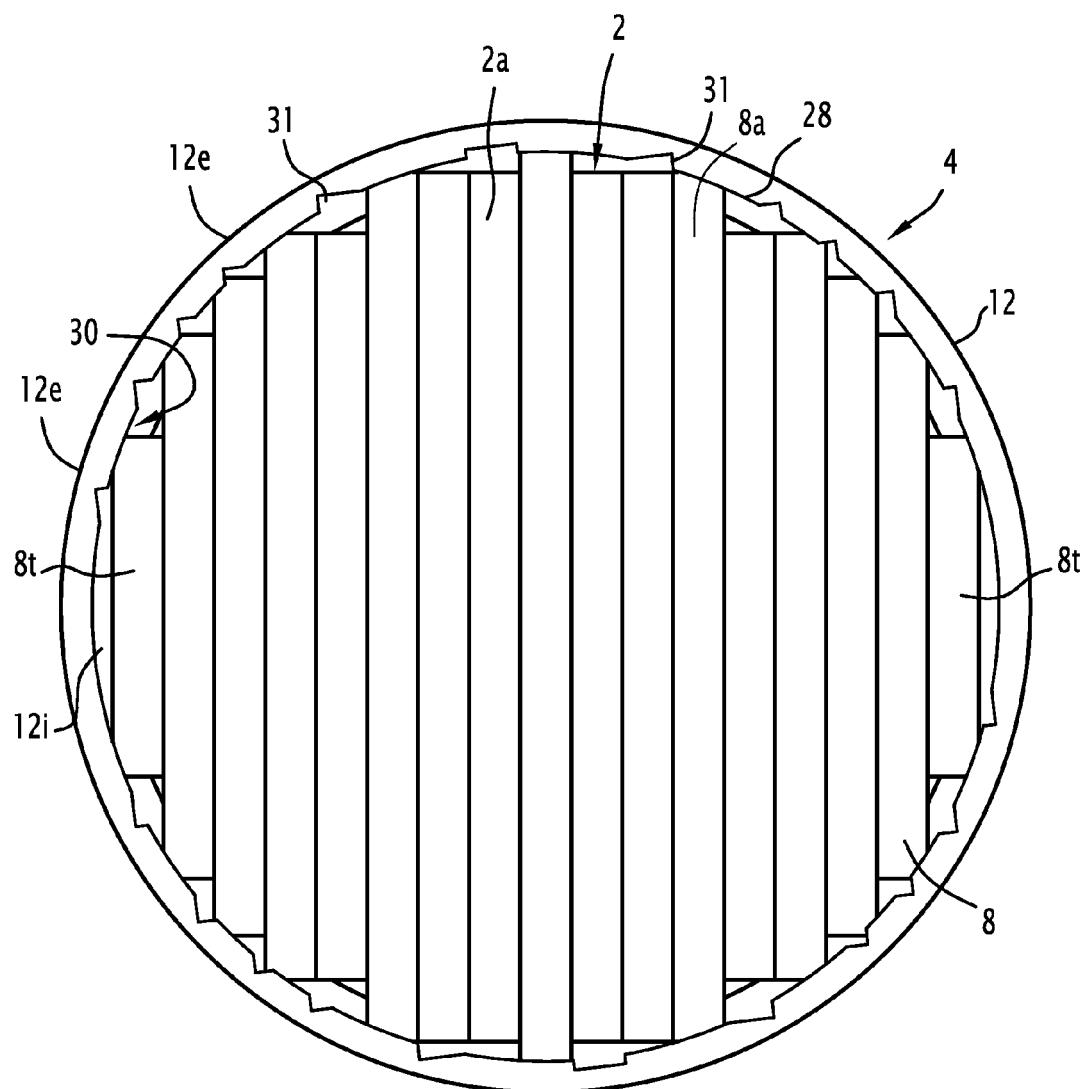
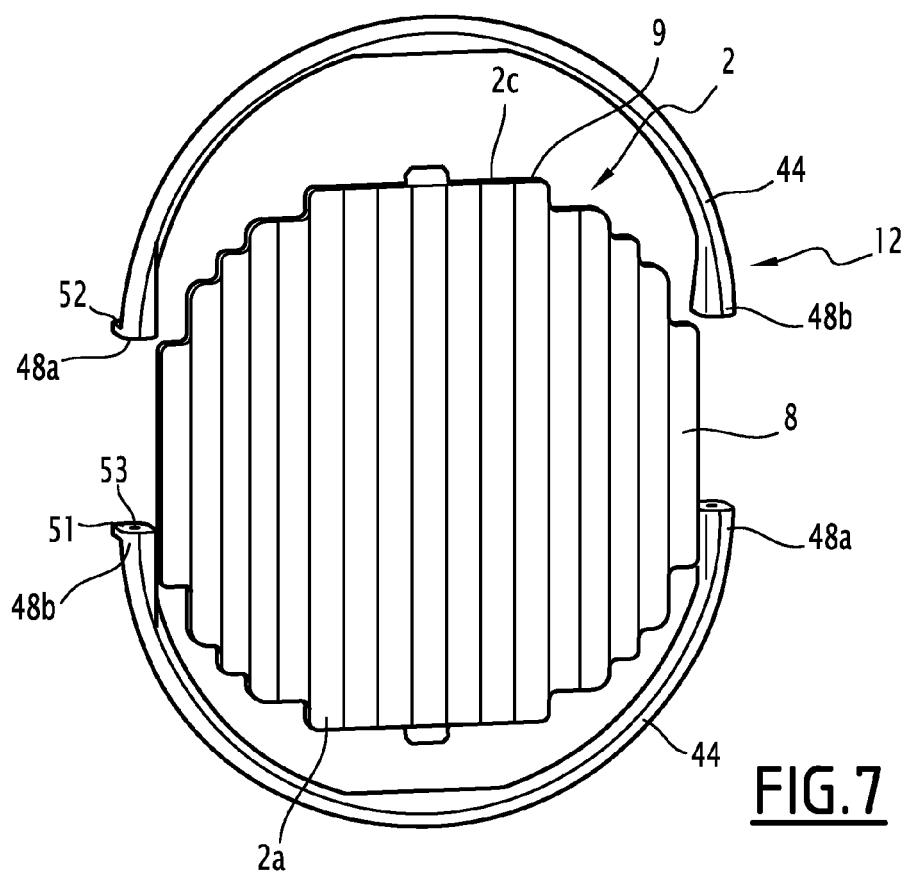
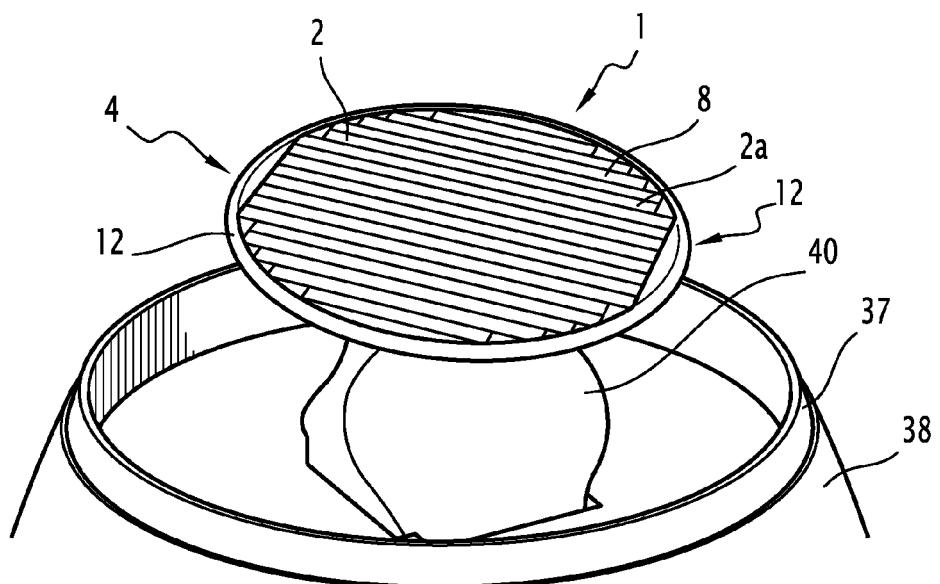


FIG.5



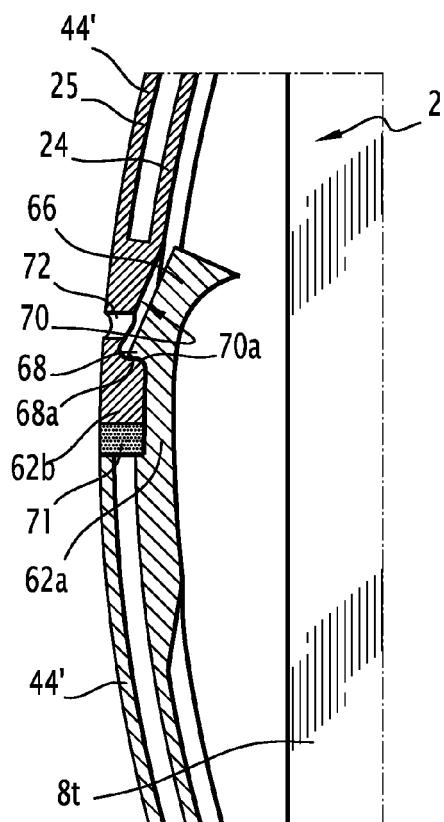


FIG.8

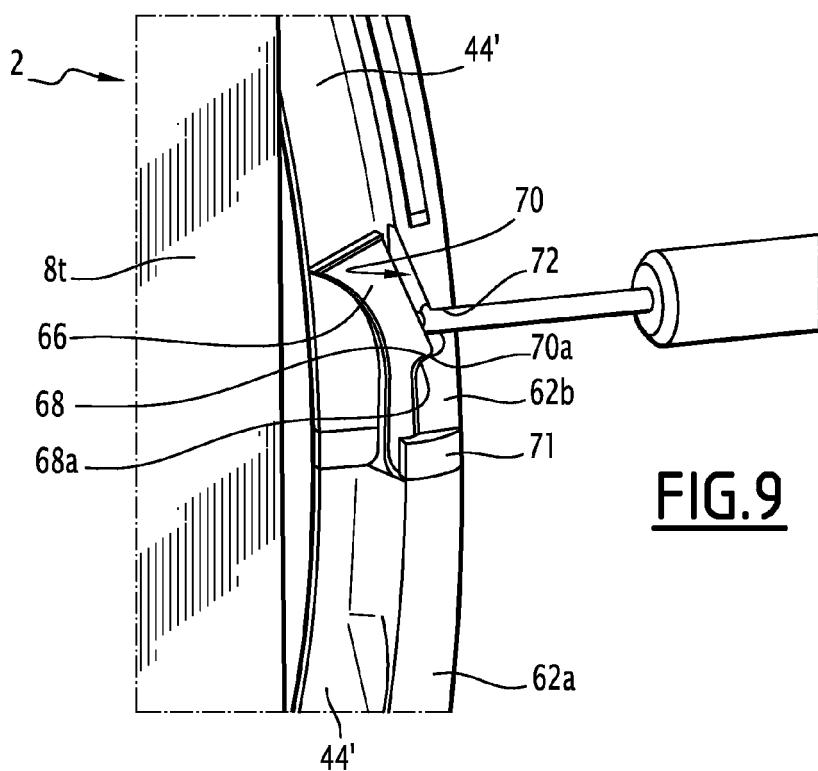
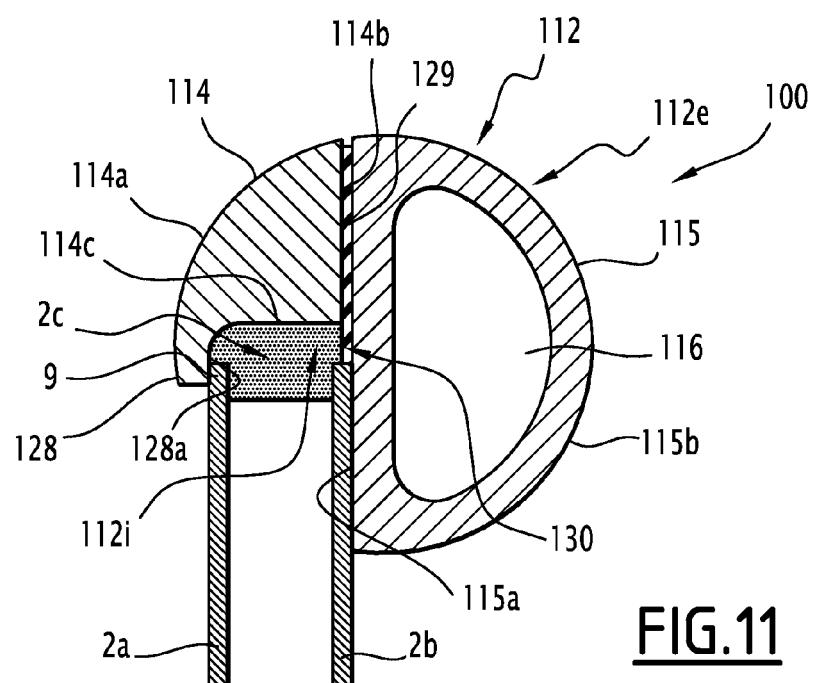
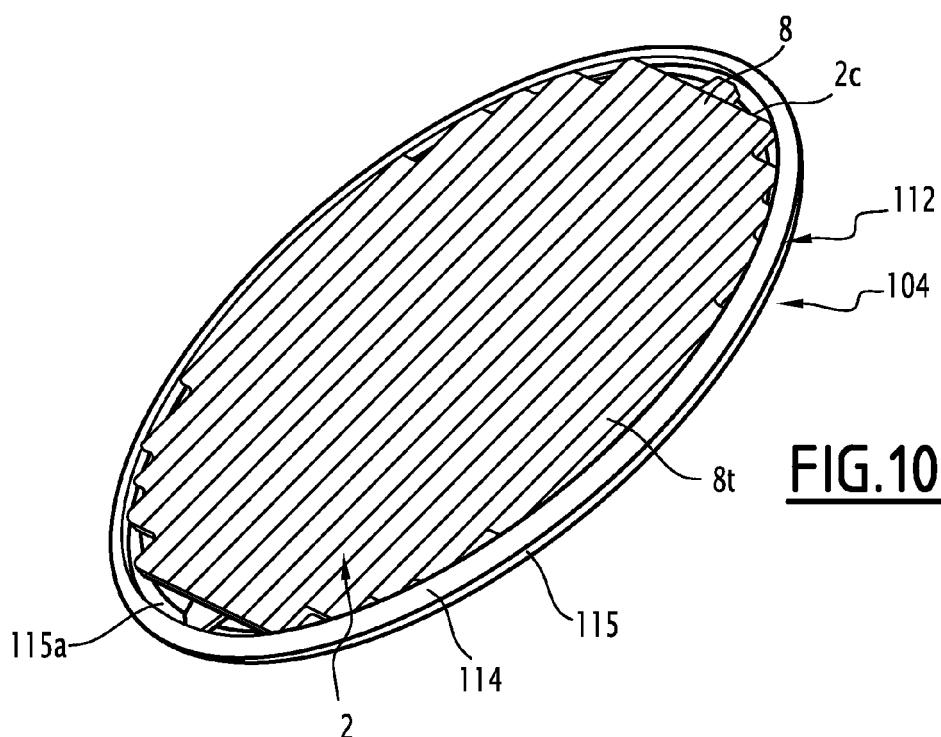


FIG.9





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 13 17 4798

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	FR 2 675 767 A1 (BIRault JEAN) 30 octobre 1992 (1992-10-30) * le document en entier * -----	1	INV. H01Q1/28 B64D45/02 H01Q1/50 H01Q21/00
A	JP 2002 016420 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP; NTT DOCOMO INC) 18 janvier 2002 (2002-01-18) * le document en entier * -----	1	
A	GB 2 295 594 A (CHELTON ELECTROSTATICS LTD [GB]) 5 juin 1996 (1996-06-05) * page 3, ligne 3 - page 10, ligne 2 * * page 10, ligne 23 - page 18, ligne 23 * * figures 1-6 * -----	1	
A	GB 2 474 775 A (BOEING CO [US]) 27 avril 2011 (2011-04-27) * pages 4-12 * * figures 1-10 * -----	1	
A	EP 1 117 147 A2 (ANDREW CORP [CH]) 18 juillet 2001 (2001-07-18) * alinéas [0013] - [0024] * * figures 5-7 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01Q B64D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
1	Lieu de la recherche Munich	Date d'achèvement de la recherche 6 août 2013	Examinateur Kruck, Peter
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 13 17 4798

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

06-08-2013

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2675767	A1	30-10-1992	AUCUN		
JP 2002016420	A	18-01-2002	JP	3634244 B2	30-03-2005
			JP	2002016420 A	18-01-2002
GB 2295594	A	05-06-1996	AUCUN		
GB 2474775	A	27-04-2011	GB	2474775 A	27-04-2011
			US	2011095951 A1	28-04-2011
EP 1117147	A2	18-07-2001	AT	336088 T	15-09-2006
			AU	777157 B2	07-10-2004
			AU	7250500 A	19-07-2001
			BR	0100069 A	21-08-2001
			CA	2329668 A1	14-07-2001
			CN	1306318 A	01-08-2001
			DE	60122029 T2	22-02-2007
			EP	1117147 A2	18-07-2001
			IL	140423 A	20-08-2006
			JP	2001237634 A	31-08-2001
			KR	20010086337 A	10-09-2001
			US	6362787 B1	26-03-2002

EPOFORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82