



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**04.03.2020 Bulletin 2020/10**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 13/06 (2006.01)** **H01Q 13/24 (2006.01)**  
**H01Q 19/08 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **19191636.0**

(22) Date de dépôt: **14.08.2019**

(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**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(30) Priorité: **28.08.2018 FR 1857700**

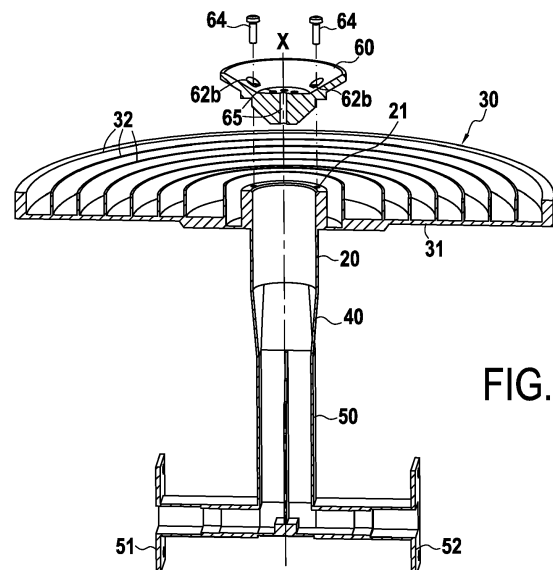
(71) Demandeurs:  
• **ArianeGroup SAS**  
**75015 Paris (FR)**  
• **Centre National de la Recherche Scientifique**  
**75016 Paris (FR)**  
• **Université de Limoges**  
**87000 Limoges (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **GIRARDOT, Arnaud**  
**33160 SAINT MEDARD EN JALLES (FR)**  
• **GUIHARD, Davy**  
**33480 CASTELNAU DE MEDOC (FR)**  
• **DUGENET, Jeremy**  
**34460 ARSAC (FR)**  
• **MONEDIERE, Thierry**  
**87060 LIMOGES (FR)**  
• **ARNAUD, Eric**  
**87060 LIMOGES (FR)**  
• **THEVENOT, Marc**  
**87060 LIMOGES (FR)**

(74) Mandataire: **Cabinet Beau de Loménie**  
**158, rue de l'Université**  
**75340 Paris Cedex 07 (FR)**

(54) **ANTENNE POUR UN SATELLITE SPATIAL**

(57) L'invention concerne une antenne (10) pour un satellite spatial comprenant au moins : un guide d'ondes (20) ayant d'une extrémité (21) destinée à émettre ou à recevoir une onde électromagnétique, une structure piège à ondes de surface (30) solidaire de l'extrémité du guide d'ondes, ladite structure comprenant une surface (31) s'étendant transversalement par rapport au guide d'ondes à partir de laquelle font saillie des anneaux concentriques (32) autour du guide d'ondes, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une lentille diélectrique (60) fixée sur l'extrémité (21) du guide d'ondes, la lentille présentant une forme de révolution autour d'un axe (X) du guide d'ondes, le diamètre de la lentille étant croissant en s'éloignant de l'extrémité du guide d'ondes, et en ce que la lentille présente une permittivité diélectrique relative effective supérieure à 1 et inférieure ou égale à 5.



**FIG.5**

## Description

### Arrière-plan de l'invention

**[0001]** La présente invention se rapporte au domaine général des antennes pour satellites spatiaux. L'invention concerne plus particulièrement une antenne comprenant un guide d'ondes ayant d'une extrémité destinée à émettre ou à recevoir une onde électromagnétique et une structure piège à ondes de surface fixée sur l'extrémité du guide d'ondes.

**[0002]** Un satellite 1 (figure 1) en orbite autour de la Terre doit être pourvu d'une antenne 2 qui assure une communication la plus stable possible et avec un gain sensiblement constant, quel que soit l'emplacement d'un émetteur/récepteur sur le globe 3. Pour cela, les antennes des satellites doivent présenter un diagramme de rayonnement isoflux idéal du type de celui illustré sur la figure 2 (gain exprimé en dBi), c'est-à-dire comprenant un minimum local à  $\theta=0^\circ$  (où  $\theta$  est l'élévation), des maxima à environ  $\theta=\pm 60^\circ$ , et un gain au-delà de  $\theta=+60^\circ$  et en deçà de  $\theta=-60^\circ$  qui décroît rapidement.

**[0003]** Une antenne comprenant un guide d'ondes avec une extrémité rayonnante munie d'une structure piège à ondes de surface comprenant des corrugations (anneaux concentriques) permet d'obtenir un diagramme de rayonnement isoflux tel que celui obtenu illustré sur la figure 3. Le diagramme de rayonnement de ce type d'antenne présente généralement un maximum local du gain à  $\theta=0^\circ$ , ce qui n'est pas souhaitable pour l'application spatiale envisagée.

**[0004]** Il existe donc un besoin pour une antenne pour satellite qui permette d'obtenir un diagramme de rayonnement isoflux qui se rapproche du diagramme idéal présenté ci-avant.

### Objet et résumé de l'invention

**[0005]** La présente invention a donc pour but principal de fournir une antenne qui réponde aux exigences présentées ci-avant. Une antenne pour un satellite spatial selon l'invention comprend au moins :

- un guide d'ondes ayant d'une extrémité destinée à émettre ou à recevoir une onde électromagnétique,
- une structure piège à ondes de surface solidaire de l'extrémité du guide d'ondes, ladite structure comprenant une surface s'étendant transversalement par rapport au guide d'ondes à partir de laquelle font saillie des anneaux concentriques autour du guide d'ondes.

**[0006]** Selon l'invention, l'antenne comprend en outre une lentille diélectrique fixée sur l'extrémité du guide d'ondes, la lentille présentant une forme de révolution autour d'un axe du guide d'ondes, le diamètre de la lentille étant croissant en s'éloignant de l'extrémité du guide d'ondes, la lentille présentant une permittivité diélectrique

relative effective supérieure à 1 et inférieure ou égale à 5.

**[0007]** On entend par permittivité diélectrique relative « effective » de la lentille, la permittivité diélectrique relative du volume occupé par la lentille, incluant l'air ou le vide dans sa porosité éventuelle, et non pas la permittivité diélectrique relative du matériau constituant la lentille. L'homme du métier sait déterminer la permittivité diélectrique relative effective d'un échantillon par une caractérisation radioélectrique, par exemple à l'aide d'une ligne de transmission ou d'une cavité résonante. La valeur de la permittivité diélectrique peut être mesurée dans une bande de fréquences opérationnelle de l'antenne et à température ambiante.

**[0008]** Les inventeurs ont observé qu'une telle lentille placée sur l'extrémité rayonnante du guide d'ondes permet d'obtenir un diagramme de rayonnement isoflux se rapprochant du diagramme représenté sur la figure 2, c'est-à-dire dont la valeur du maximum local à  $\theta=0^\circ$  est réduite par rapport aux antennes de l'art antérieur, pour se rapprocher du minimum local souhaité. La lentille permet d'obtenir une diminution du gain du rayonnement axial en envoyant l'énergie électromagnétique vers l'horizon. Elle facilite ainsi le rayonnement isoflux tout en gardant une bonne symétrie de révolution de rayonnement électromagnétique.

**[0009]** Dans un exemple de réalisation, la permittivité diélectrique relative effective de la lentille peut être comprise entre 2 et 4. Cette valeur de permittivité pour la lentille est avantageuse, notamment lorsque l'antenne émet ou reçoit dans une bande de fréquences opérationnelle comprise entre 8,025 et 8,400 GHz.

**[0010]** Dans un exemple de réalisation, la permittivité diélectrique relative effective de la lentille peut être comprise entre 2 et 3.

**[0011]** Dans un exemple de réalisation, la lentille peut présenter une forme tronconique.

**[0012]** Dans un exemple de réalisation, un rapport entre le plus grand diamètre de la lentille et le diamètre de la lentille pris à l'extrémité du guide d'ondes peut être compris entre 1,9 et 3,0.

**[0013]** Dans un exemple de réalisation, un rapport entre la longueur de la lentille et le plus grand diamètre de la lentille peut être compris entre 0,3 et 0,8.

**[0014]** La lentille comprend une portion distale à l'extérieur du guide d'ondes, le diamètre de la portion distale étant croissant en s'éloignant de l'extrémité du guide d'ondes, et une portion proximale à l'intérieur du guide d'ondes, le diamètre de la portion proximale étant décroissant en s'éloignant de l'extrémité du guide d'ondes. Cette disposition permet d'améliorer l'adaptation d'impédance entre le guide d'ondes et le milieu extérieur à l'antenne.

**[0015]** Dans un exemple de réalisation, la portion distale peut avoir une forme évasée.

**[0016]** Dans un exemple de réalisation, la lentille peut être en polytétrafluoroéthylène (PTFE ou Téflon®). Le PTFE présente généralement une permittivité diélectrique

que relative de l'ordre de 2,1.

**[0017]** Dans un exemple de réalisation, la lentille peut être constituée de polyétheréthercétone (PEEK). Le PEEK présente généralement une permittivité diélectrique relative de l'ordre de 3,1.

**[0018]** Des porosités et/ou des perçages dans la lentille peuvent permettre de réduire la permittivité diélectrique relative effective de la lentille. En effet, la permittivité diélectrique relative effective d'un volume comprenant un matériau et de l'air ou du vide (par exemple sous la forme de porosités dans le matériau), est, en première approximation, égale à la moyenne des permittivités diélectriques relatives de l'air ou du vide (soit sensiblement 1) et du matériau, pondérées respectivement par le volume occupé par l'air ou le vide rapporté au volume total (défini par exemple par un taux de porosité) et le volume occupé par le matériau rapporté au volume total.

**[0019]** Dans un exemple de réalisation, la lentille peut comprendre des perçages traversant. De tels perçages sont avantageux en ce qu'ils mettent en contact le volume intérieur du guide d'ondes et le milieu extérieur à l'antenne, évitant ainsi les variations de pressions qui pourraient occasionner des dommages à l'antenne, et en ce qu'ils permettent d'éviter l'apparition de décharges partielles liées à l'effet Corona.

**[0020]** Dans un exemple de réalisation, la lentille peut être fixée sur le guide d'ondes par des éléments de fixation logés dans des trous de fixation prévus dans la lentille diélectrique. Les éléments de fixation peuvent être constitués du même matériau que celui de la lentille. Les éléments de fixation peuvent présenter une permittivité diélectrique relative effective comprise entre 90% et 110% de la permittivité diélectrique relative effective de la lentille.

**[0021]** L'invention a également pour objet un satellite spatial comprenant une antenne telle que celle présentée ci-avant.

**[0022]** L'invention vise également un dispositif d'émission comprenant une source d'ondes électromagnétiques, une antenne telle que celle présentée ci-avant en communication avec la source, et un adaptateur entre la source et le guide d'ondes de l'antenne.

**[0023]** L'invention vise enfin un dispositif de réception comprenant un récepteur d'ondes électromagnétiques, une antenne telle que celle présentée ci-avant en communication avec le récepteur, et un adaptateur entre le récepteur et le guide d'ondes de l'antenne.

#### Brève description des dessins

**[0024]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 montre schématiquement un satellite spatial en gravitation autour de la Terre et comprenant

une antenne,

- la figure 2 montre un diagramme de rayonnement théorique pour une antenne à diagramme isoflux idéale,
- 5 - la figure 3 montre un diagramme de rayonnement obtenu expérimentalement pour une antenne de l'art antérieur,
- la figure 4 montre une vue en perspective d'une antenne pour satellite spatial selon un exemple de réalisation de l'invention,
- 10 - les figures 5 et 6 montrent deux vues en coupe longitudinale de l'antenne selon les plans V et VI de la figure 4, et
- les figures 7 à 9 montrent différentes vues de la lentille diélectrique d'une antenne selon un exemple de réalisation de l'invention.
- 15

#### Description détaillée de l'invention

20 **[0025]** La figure 4 montre une antenne 10 pour satellite spatial selon un mode de réalisation de l'invention. L'antenne 10 s'étend selon un axe X et présente généralement une forme de révolution autour de cet axe.

**[0026]** L'antenne 10 comprend ici un guide d'ondes circulaire 20 ayant une première extrémité 21 destinée à émettre ou à recevoir une onde électromagnétique, et une structure piège à ondes de surface 30 solidaire de l'extrémité 21 du guide d'ondes. Le guide d'ondes circulaire 20 comprend une deuxième extrémité opposée à la première extrémité 21 qui est reliée à un adaptateur 40. L'adaptateur 40 assure la transition entre un polariseur 50 rectangulaire de type septum et le guide d'ondes circulaire 20. Le polariseur 50, connu en soi, comprend deux entrées/sorties 51 et 52, et permet par exemple la transmission et/ou la réception de deux ondes orthogonales polarisées circulairement avec la même antenne 10.

**[0027]** La structure piège à ondes de surface 30 comprend un disque 31 formant une surface continue qui s'étend transversalement, ici perpendiculairement, par rapport au guide d'ondes circulaire 20. Le disque 31 est solidaire du guide d'ondes 20 à proximité de l'extrémité 21 de ce dernier. La structure 30 comprend en outre des anneaux concentriques 32 (ou corrugations) en saillie sur le disque 31 en direction de l'espace depuis ou vers lequel l'antenne 10 doit recevoir ou émettre une onde électromagnétique. Dans l'exemple illustré, la structure 30 comprend huit anneaux concentriques 32. Le nombre d'anneaux concentriques 32 modifie le diagramme de rayonnement de l'antenne d'une façon connue de l'homme du métier. En particulier, ce nombre modifie la pente avec laquelle décroît le gain en dBi après les maxima autour de  $\theta = \pm 60^\circ$ .

**[0028]** Conformément à l'invention, l'antenne 10 comprend en outre une lentille diélectrique 60 fixée sur l'extrémité 21 du guide d'ondes circulaire 20. La lentille 20 est également centrée sur l'axe X et présente une forme de révolution autour de cet axe. La lentille 20 présente

une forme tronconique, son diamètre étant croissant en s'éloignant de l'extrémité 21 du guide d'ondes 20.

**[0029]** Toujours selon l'invention, la lentille diélectrique 60 présente une permittivité diélectrique relative effective supérieure à 1 et inférieure ou égale à 5. Avantageusement, la permittivité diélectrique relative effective de la lentille 60 peut être comprise entre 2 et 4, par exemple comprise entre 2 et 3. Cette lentille diélectrique 60 permet d'atténuer le maximum local à  $\theta=0^\circ$  et d'obtenir un diagramme de rayonnement qui se rapproche du diagramme isoflux idéal tel que celui illustré sur la figure 2. Pour obtenir une telle permittivité diélectrique relative effective, on peut fabriquer la lentille dans un matériau qui présente une permittivité diélectrique relative adéquate. En variante, on peut utiliser un matériau qui présente une permittivité diélectrique relative plus élevée que celle visée et qui présente des porosités et/ou des perçages (traversant ou non). En effet, une présence plus importante de porosités et/ou de perçages permet de réduire la permittivité diélectrique relative effective de la lentille. La permittivité diélectrique relative effective réelle de la lentille peut être mesurée par des méthodes radioélectriques connues mettant en oeuvre par exemple un résonateur ou une ligne de transmission. Une loi de mélange (A) permet toutefois d'avoir une approximation de la valeur de la permittivité diélectrique relative effective de la lentille  $\varepsilon_{eff}$  en fonction de la porosité totale dans la lentille  $\varphi$  (correspondant au volume d'air ou de vide rapporté au volume total de la lentille) et de la permittivité diélectrique relative  $\varepsilon_{mat}$  du matériau constituant la lentille.

$$(A) : \varepsilon_{eff} = \varphi \cdot \varepsilon_{air/vide} + (1 - \varphi) \cdot \varepsilon_{mat}$$

**[0030]** L'expression (A) peut ensuite être réduite à l'expression (B) en faisant l'approximation  $\varepsilon_{air/vide} \approx 1$ .

$$(B) : \varepsilon_{eff} \approx (1 - \varphi) \cdot \varepsilon_{mat}$$

**[0031]** On peut utiliser du Téflon® (PTFE) en tant que matériau constituant la lentille, qui présente une permittivité diélectrique relative de l'ordre de 2,1. En variante, on peut utiliser du PEEK, qui présente une permittivité diélectrique relative de l'ordre de 3,1. Le PEEK est préféré car il présente une bonne tenue mécanique et est plus résistant dans les conditions auxquelles l'antenne sera soumise.

**[0032]** Les figures 7 à 9 montrent des vues détaillées de la lentille 60. La lentille 60 présente une forme généralement tronconique autour de l'axe X. Elle comprend ici une portion proximale 61 qui est logée dans le guide d'ondes circulaire 20 et une portion distale 62 située à l'extérieur du guide d'ondes circulaire 20. La portion proximale 61 peut boucher l'extrémité 21 du guide d'ondes circulaire 20 (à l'exception de perçages éventuels), alors que la portion distale 62 présente une forme éva-

sée. La portion distale 62 présente ici une forme de cornet.

**[0033]** La portion proximale 61 de la lentille 60 a une forme tronconique dont le plus petit diamètre d1 est situé à l'intérieur du guide d'ondes circulaire 20 et dont le plus grand diamètre d2 est égal au diamètre de l'extrémité 21 du guide d'ondes circulaire 20.

**[0034]** La portion distale 62 s'étend à partir de l'extrémité 21 du guide d'ondes circulaire et présente au niveau de l'extrémité 21 le diamètre d2. La portion distale 62 a un diamètre croissant en s'éloignant de l'extrémité 21 jusqu'à un diamètre maximal d3, supérieur au diamètre d2. Le rapport entre le diamètre d3 et le diamètre d2 est de préférence compris entre 1,9 et 3,0. Le rapport entre le diamètre d2 et le diamètre d1 est de préférence compris entre 1 et 4. La portion distale 62 comprend en outre un rebord 63 ou épaulement permettant à la lentille 60 d'être en butée sur l'extrémité 21 du guide d'ondes circulaire 20 lorsqu'elle est fixée sur ce dernier. De par sa forme évasée, la portion distale 62 présente une paroi 62a d'épaisseur e. La paroi 62a est ainsi située autour d'un volume de vide ou d'air. De préférence, l'épaisseur e est comprise entre  $\lambda/12$  et  $\lambda/3$  (où  $\lambda$  est la longueur d'onde moyenne utilisée par l'antenne pour émettre et/ou recevoir).

**[0035]** La portion proximale 61 s'étend dans le guide d'ondes circulaire 20 sur une première longueur L1 (mesurée selon l'axe X), et la portion distale s'étend sur une deuxième longueur L2 à partir de l'extrémité 21. La lentille 60 présente une longueur totale L égale à la somme des longueurs L1 et L2. Dans l'exemple illustré, la pente de la paroi 61a de la portion proximale 61, correspondant au rapport entre sa longueur et la demi-différence en valeur absolue de ses diamètres extrêmes, est supérieure à la pente de la paroi de la portion distale 62. En d'autres termes :  $L1/(d2-d1) \geq L2/(d3-d2)$ . De préférence le rapport  $L1/(d2-d1)$  est compris entre  $\lambda/25$  et  $\lambda/6$ , et le rapport  $L2/(d3-d2)$  est inférieur à  $\lambda/40$ . Le rapport entre la longueur L1 et la longueur L2 est de préférence compris entre 1 et 3. Le rapport entre le diamètre d3 et la longueur L2 est de préférence compris entre 1 et 3.

**[0036]** La lentille 60 est ici fixée sur l'extrémité 21 du guide d'ondes circulaire 20 par l'intermédiaire d'éléments de fixation 63, par exemple des vis. Les éléments de fixation 63 peuvent être constitués du même matériau que celui de la lentille 60. Les éléments de fixation 64 sont logés dans des trous de fixation 62b traversant pratiqués dans la paroi 62a de la portion distale 62.

**[0037]** La portion proximale 61 présente en outre, dans l'exemple illustré, des perçages traversant 65 s'étendant parallèlement à l'axe X. La portion proximale 61 présente sept perçages traversant répartis sur et autour de l'axe X. Ces perçages 65 permettent notamment d'éviter l'apparition de décharges partielles dues à l'effet Corona, et peuvent également avoir pour fonction de réduire la permittivité diélectrique relative effective de la lentille 60.

**[0038]** L'antenne 10 présentée ci-avant peut être utilisée sur un satellite spatial en orbite pour établir des com-

munications avec un émetteur/récepteur situé sur Terre. L'antenne 10 peut être utilisée par exemple sur une bande de fréquences opérationnelle comprise entre 7,985 GHz et 8,440 GHz. Les dimensions de l'antenne 10 pourront notamment être adaptées à la gamme de fréquences opérationnelle qui sera utilisée.

## Revendications

1. Antenne (10) pour un satellite spatial (1) comprenant au moins :

- un guide d'ondes (20) ayant d'une extrémité (21) destinée à émettre ou à recevoir une onde électromagnétique,
- une structure piège à ondes de surface (30) solidaire de l'extrémité du guide d'ondes, ladite structure comprenant une surface (31) s'étendant transversalement par rapport au guide d'ondes à partir de laquelle font saillie des anneaux concentriques (32) autour du guide d'ondes,

**caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre une lentille diélectrique (60) fixée sur l'extrémité (21) du guide d'ondes, la lentille présentant une forme de révolution autour d'un axe (X) du guide d'ondes, le diamètre de la lentille étant croissant en s'éloignant de l'extrémité du guide d'ondes, et **en ce que** la lentille présente une permittivité diélectrique relative effective supérieure à 1 et inférieure ou égale à 5, la lentille (60) comprenant une portion distale (62) à l'extérieur du guide d'ondes, le diamètre de la portion distale étant croissant en s'éloignant de l'extrémité (21) du guide d'ondes (20), et une portion proximale (61) à l'intérieur du guide d'ondes, le diamètre de la portion proximale étant décroissant en s'éloignant de l'extrémité du guide d'ondes.

2. Antenne selon la revendication 1, dans laquelle la permittivité diélectrique relative effective de la lentille (60) est comprise entre 2 et 4.

3. Antenne selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la lentille (60) présente une forme tronconique.

4. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle un rapport entre le plus grand diamètre (d3) de la lentille (60) et le diamètre (d2) de la lentille pris à l'extrémité (21) du guide d'ondes (20) est compris entre 1,9 et 3,0.

5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle un rapport entre la longueur (L) de la lentille (60) et le plus grand diamètre (d3) de la lentille est compris entre 0,3 et 0,8.

6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la lentille (60) est en polytétrafluoroéthylène (PTFE).

7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la lentille (60) est constituée de polyétheréthercétone (PEEK).

8. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle la lentille (60) comprend des perçages (65) traversant.

9. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la lentille (60) est fixée sur le guide d'ondes (20) par des éléments de fixation (64) logés dans des trous de fixation (62b) prévus dans la lentille.

10. Satellite spatial (1) comprenant une antenne (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

11. Dispositif d'émission comprenant une source d'ondes électromagnétiques, une antenne (10) selon l'une des revendications 1 à 9 en communication avec la source, et un adaptateur (40, 50) entre la source et le guide d'ondes (20) de l'antenne.

12. Dispositif de réception comprenant un récepteur d'ondes électromagnétiques, une antenne (10) selon l'une des revendications 1 à 9 en communication avec le récepteur, et un adaptateur (40, 50) entre le récepteur et le guide d'ondes (20) de l'antenne.

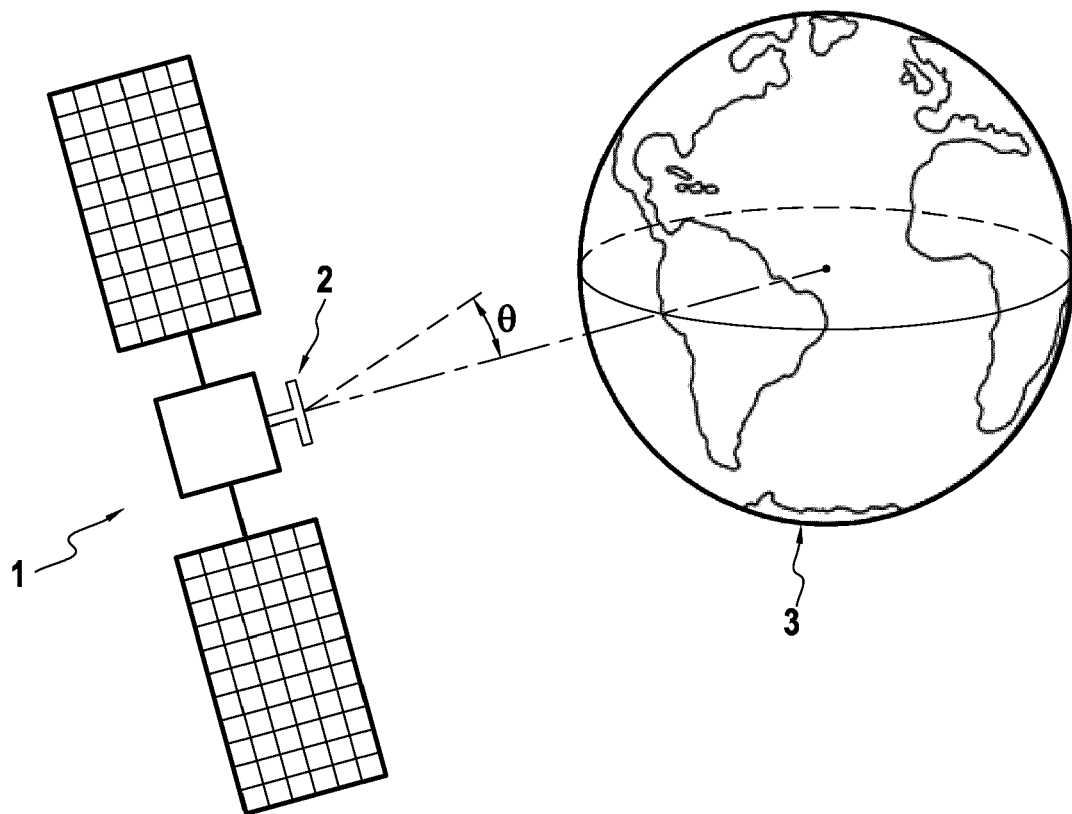


FIG.1

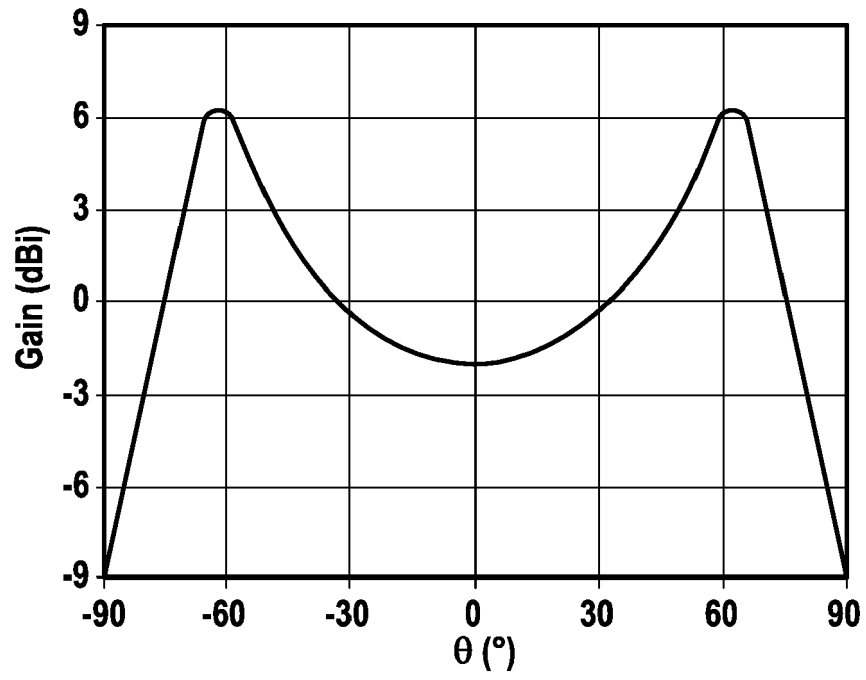


FIG.2

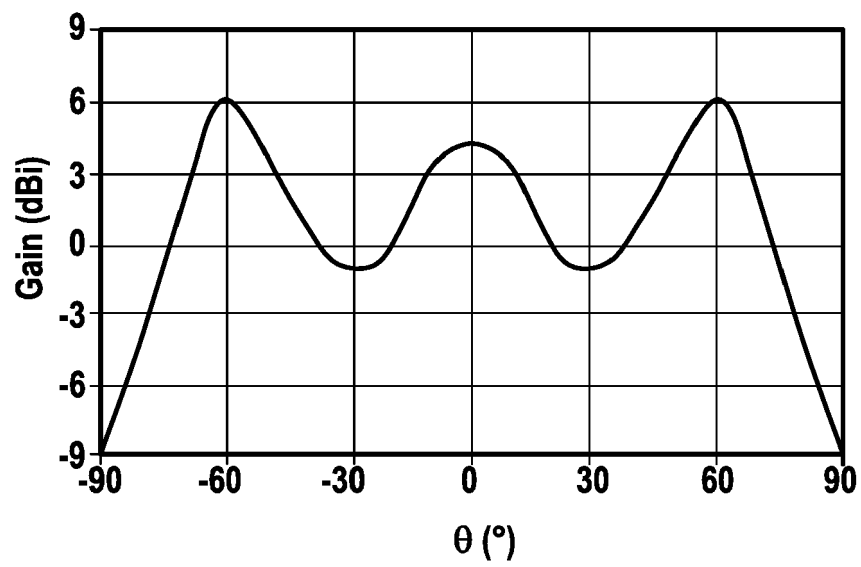


FIG.3  
ART ANTERIEUR

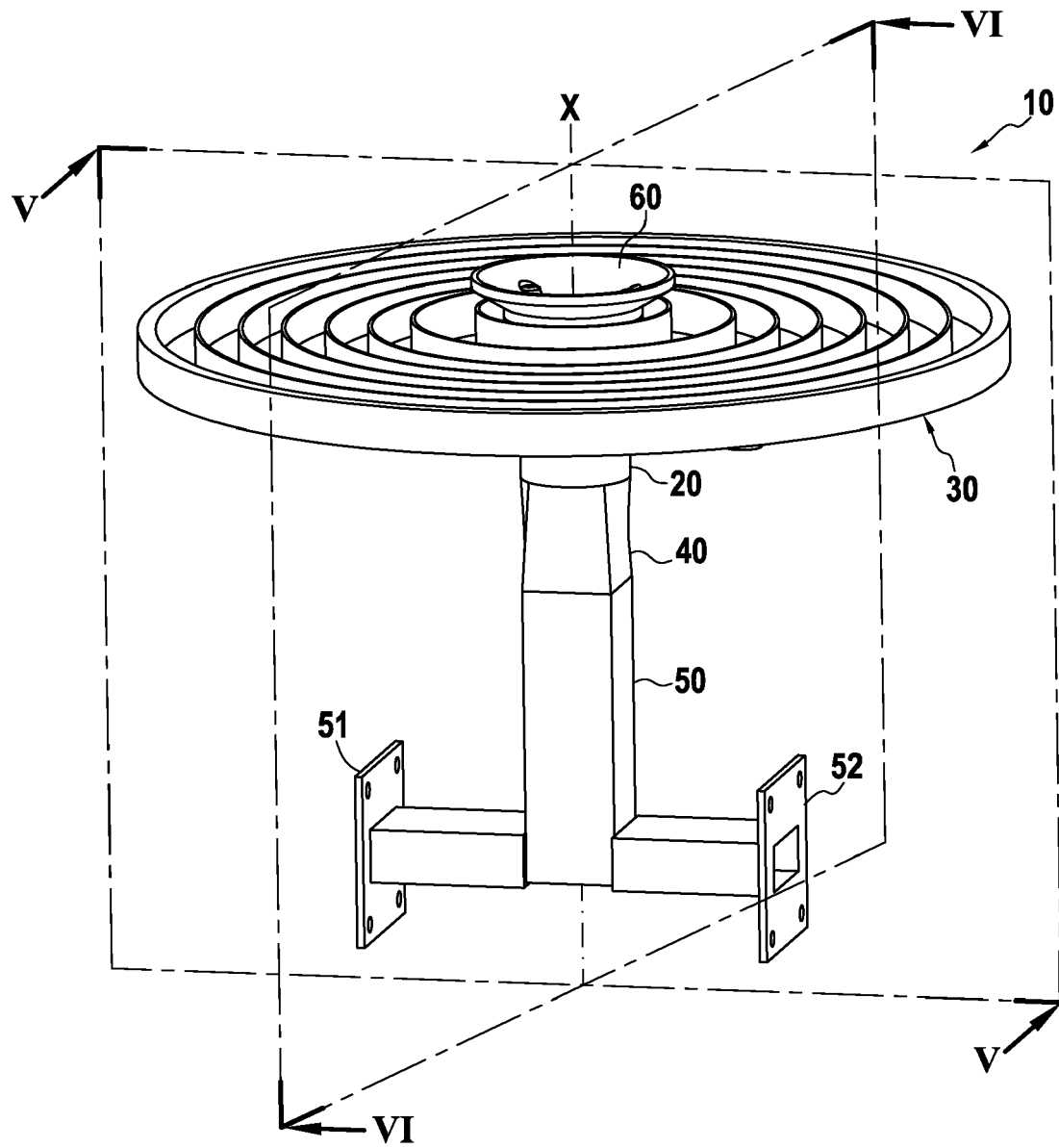


FIG.4



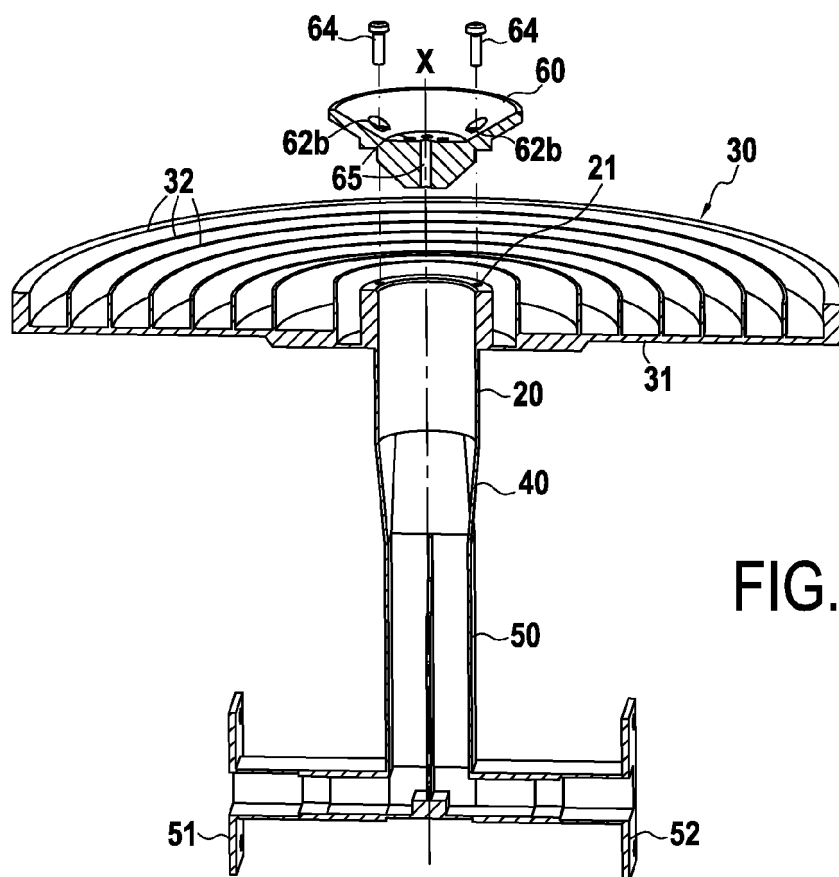


FIG. 5

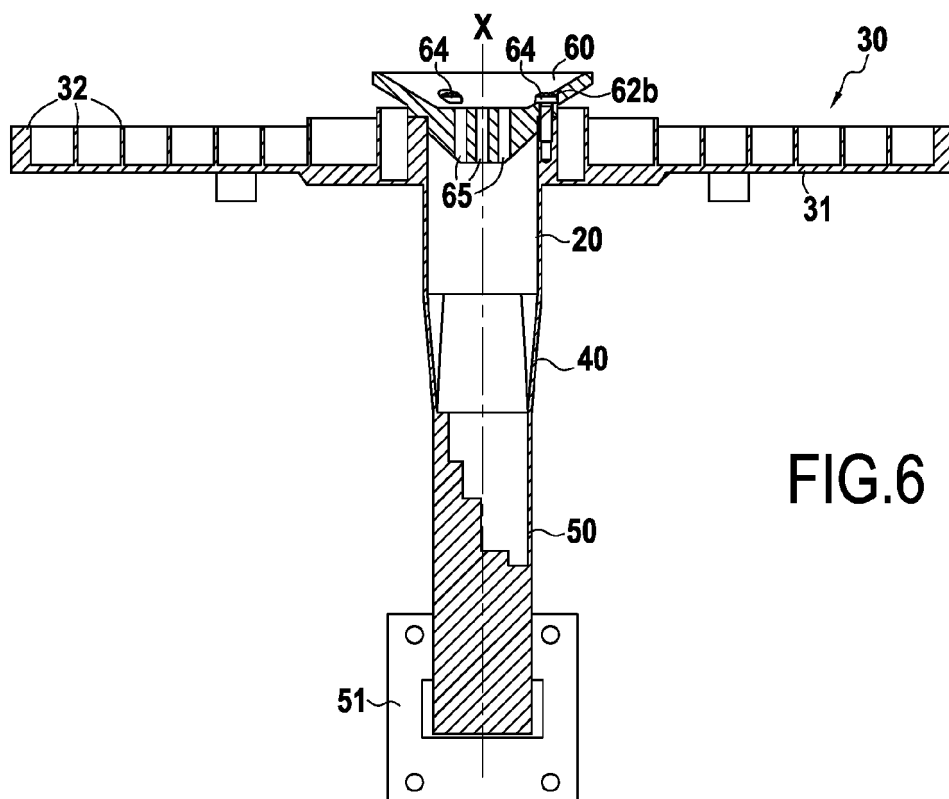
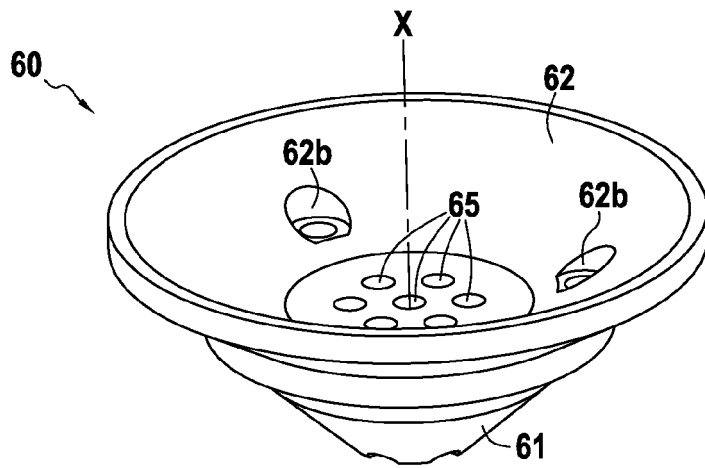
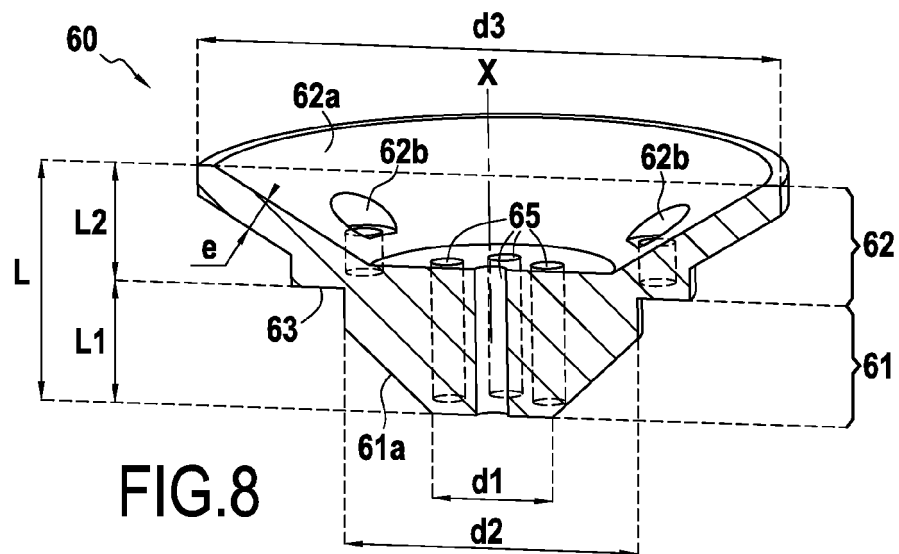


FIG. 6



**FIG.7**



**FIG.8**

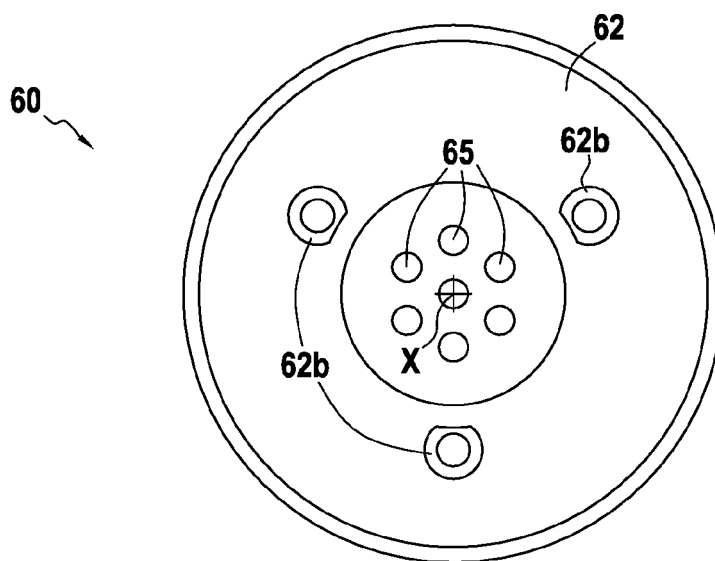


FIG.9



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 19 19 1636

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes   | Revendication concernée   | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)              |
| X  | EP 1 076 379 A2 (ALPS ELECTRIC CO LTD [JP]) 14 février 2001 (2001-02-14)<br>* figures 1-6 *<br>* alinéa [0001] *<br>* alinéa [0003] - alinéa [0013] *<br>* alinéa [0015] - alinéa [0017] *<br>* alinéa [0019] *<br>* alinéa [0023] - alinéa [0025] *  | 1-12  | INV.<br>H01Q13/06<br>H01Q13/24<br>H01Q19/08 |
| A  | EP 1 538 702 A1 (THOMSON LICENSING SA [FR]) 8 juin 2005 (2005-06-08)<br>* alinéa [0002] - alinéa [0003] *<br>* alinéa [0008] - alinéa [0009] *<br>* alinéa [0020] - alinéa [0022] *<br>* revendications 1, 7 *  | 1-7,<br>10-12   |   |
| A  | US 2005/140560 A1 (NAGANO ATSUSHI [JP] ET AL) 30 juin 2005 (2005-06-30)<br>* figures 5-8 *<br>* alinéa [0005] *<br>* alinéa [0012] *<br>* alinéa [0051] - alinéa [0056] *   | 9,10  | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)        |
| A  | US 2012/262331 A1 (KIENZLE KLAUS [DE] ET AL) 18 octobre 2012 (2012-10-18)<br>* figure 1 *<br>* alinéa [0041] - alinéa [0044] *  | 9   | H01Q  |
| X  | WO 2018/064835 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD) 12 avril 2018 (2018-04-12)<br>* figure 3 *<br>* alinéa [0011] - alinéa [0012] *<br>* alinéa [0014] *<br>* alinéa [0019] - alinéa [0022] *<br>* alinéa [0028] - alinéa [0029] *<br>* alinéa [0033] - alinéa [0034] *<br>* revendications 1, 4-6 * | 1-12  |   |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications   |   |   |   |
| Lieu de la recherche<br><b>La Haye</b>   |   | Date d'achèvement de la recherche<br><b>17 octobre 2019</b>   | Examineur<br><b>Gehrmann, Elke</b>          |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 19 19 1636

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |  |  |                                      |
|---|--|--|--------------------------------------|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes  | Revendication concernée  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)       |
| A   | EP 1 329 988 A1 (YAGI ANTENNA [JP])<br>23 juillet 2003 (2003-07-23)<br>* figures 9(B), 11, 19(B), 26(B) *<br>* alinéa [0001] - alinéa [0009] *<br>* alinéa [0027] *<br>* alinéa [0029] - alinéa [0033] *<br>* alinéa [0047] *<br>* alinéa [0064] - alinéa [0071] *<br>* alinéa [0081] *<br>----- | 1-5,<br>10-12  |                                      |
| A   | FR 2 466 108 A1 (LICENTIA GMBH [DE])<br>27 mars 1981 (1981-03-27)<br>* figure 1 *<br>* page 4, ligne 15 - ligne 19 *<br>-----  | 1  |                                      |
|   |  |  | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
|   |  |  |                                      |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications  |  |  |                                      |
| Lieu de la recherche<br>La Haye   |  | Date d'achèvement de la recherche<br>17 octobre 2019   | Examineur<br>Gehrmann, Elke          |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES   |  |  |                                      |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                      |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 19 19 1636

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.

17-10-2019

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |  | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|--|------------------------|---|------------------------|
| EP 1076379 A2                                   |  | 14-02-2001             | CN 1284760 A                            | 21-02-2001             |
|   |  |                        | DE 60010991 T2                          | 09-06-2005             |
|   |  |                        | EP 1076379 A2                           | 14-02-2001             |
|   |  |                        | JP 2001053537 A                         | 23-02-2001             |
|   |  |                        | MX PA00007909 A                         | 24-04-2002             |
|   |  |                        | TW 483188 B                             | 11-04-2002             |
|   |  |                        | US 6353417 B1                           | 05-03-2002             |
| -----   |  |                        |   |                        |
| EP 1538702 A1                                   |  | 08-06-2005             | CN 1624977 A                            | 08-06-2005             |
|   |  |                        | EP 1538702 A1                           | 08-06-2005             |
|   |  |                        | FR 2863408 A1                           | 10-06-2005             |
|   |  |                        | JP 2005184806 A                         | 07-07-2005             |
|   |  |                        | KR 20050054856 A                        | 10-06-2005             |
| -----   |  |                        |   |                        |
| US 2005140560 A1                                |  | 30-06-2005             | CN 1638193 A                            | 13-07-2005             |
|   |  |                        | JP 4084299 B2                           | 30-04-2008             |
|   |  |                        | JP 2005192089 A                         | 14-07-2005             |
|   |  |                        | US 2005140560 A1                        | 30-06-2005             |
| -----   |  |                        |   |                        |
| US 2012262331 A1                                |  | 18-10-2012             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |  |                        |   |                        |
| WO 2018064835 A1                                |  | 12-04-2018             | BR 112019004151 A2                      | 28-05-2019             |
|   |  |                        | CN 108701905 A                          | 23-10-2018             |
|   |  |                        | EP 3419117 A1                           | 26-12-2018             |
|   |  |                        | JP 2019525689 A                         | 05-09-2019             |
|   |  |                        | US 2019051990 A1                        | 14-02-2019             |
|   |  |                        | WO 2018064835 A1                        | 12-04-2018             |
| -----   |  |                        |   |                        |
| EP 1329988 A1                                   |  | 23-07-2003             | CN 1195900 A                            | 14-10-1998             |
|   |  |                        | CN 1516356 A                            | 28-07-2004             |
|   |  |                        | CN 1516357 A                            | 28-07-2004             |
|   |  |                        | DE 69735652 T2                          | 24-08-2006             |
|   |  |                        | DE 69735682 T2                          | 24-08-2006             |
|   |  |                        | EP 0843381 A2                           | 20-05-1998             |
|   |  |                        | EP 1329987 A1                           | 23-07-2003             |
|   |  |                        | EP 1329988 A1                           | 23-07-2003             |
|   |  |                        | ES 2260533 T3                           | 01-11-2006             |
|   |  |                        | ES 2261810 T3                           | 16-11-2006             |
|   |  |                        | HK 1068468 A1                           | 01-12-2006             |
|   |  |                        | HK 1068469 A1                           | 01-12-2006             |
|   |  |                        | ID 18955 A                              | 28-05-1998             |
|   |  |                        | KR 19980042444 A                        | 17-08-1998             |
|   |  |                        | KR 20060086891 A                        | 01-08-2006             |
|   |  |                        | TW 393800 B                             | 11-06-2000             |
|   |  |                        | US 6121939 A                            | 19-09-2000             |
|   |  |                        | US 6388633 B1                           | 14-05-2002             |

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

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

EP 19 19 1636

5 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.  
17-10-2019

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
|   |                        | US 2002097187 A1                        | 25-07-2002             |
| FR 2466108 A1                                   | 27-03-1981             | DE 2938187 A1                           | 02-04-1981             |
|   |                        | FR 2466108 A1                           | 27-03-1981             |
|   |                        | IT 1132744 B                            | 02-07-1986             |

EPO FORM P0460

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