



(11) **EP 1 798 809 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
13.08.2008 Bulletin 2008/33

(51) Int Cl.:
H01Q 1/28 ^(2006.01) **H01Q 3/46** ^(2006.01)
H01Q 19/10 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06125691.3**

(22) Date de dépôt: **08.12.2006**

(54) **Dispositif d'émission et/ou de réception d'ondes électromagnétiques pour aérodynes**

Vorrichtung zum Ausstrahlen und/oder Empfangen von elektromagnetischen Wellen für aerodynamisch gesteuerte Luftfahrzeuge

Device for transmitting and/or receiving electromagnetic waves for aerodynes

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorité: **16.12.2005 FR 0512846**

(43) Date de publication de la demande:
20.06.2007 Bulletin 2007/25

(73) Titulaire: **THALES**
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(72) Inventeurs:
• **Soiron, Michel**
78450 Chavenay (FR)

• **Guillaumot, Georges**
91250 Tigery (FR)
• **Dousset, Thierry**
95210 Saint-Gratien (FR)

(74) Mandataire: **Lucas, Laurent Jacques**
Marks & Clerk France
31-33 Avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 829 918 **WO-A-03/058753**
US-A- 4 148 040 **US-B1- 6 208 304**

EP 1 798 809 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'émission et/ou de réception d'ondes électromagnétiques pour aérodynes. Elle s'applique par exemple dans le domaine de l'aéronautique.

[0002] De nouveaux services de divertissement ou de communication sont aujourd'hui offerts aux passagers des avions commerciaux ou d'affaire, ces services étant couramment rassemblés sous la dénomination anglo-saxonne de « In Flight Entertainment » (qu'on appellera services IFE par la suite). Les services IFE entraînent des contraintes nouvelles. Par exemple l'accès à l'Internet haut débit pour chaque passager exige des débits de transmission très importants vers des satellites géostationnaires en charge de distribuer l'information. Une antenne additionnelle émettrice et/ou réceptrice doit être implantée sur la partie supérieure du fuselage des avions. Tout d'abord cette antenne doit permettre de viser n'importe quel satellite en fonction de la position géographique de l'avion qui est sans cesse en mouvement. En plus, l'antenne doit émettre une onde à fréquence élevée adaptée au haut débit, dans la bande X, Ku ou Ka par exemple, c'est-à-dire entre 10 et 35 gigahertz. Sachant que les fonctions classiques de communication et de navigation nécessitent déjà un grand nombre d'antennes réparties sur le dos et sous le ventre de l'appareil, ceci pose des problèmes de disponibilité et de choix des zones d'implantation, ainsi que des problèmes de vérification de découplage entre les antennes.

[0003] Une solution classique est l'utilisation d'une antenne directionnelle orientée mécaniquement dans la direction du satellite, l'ensemble du dispositif étant enfermé dans un radôme fixe. Mais l'augmentation permanente des débits implique une augmentation constante des fréquences, jusqu'en bande Ka par exemple, et le coût de conception, de réalisation et de maintenance de ce type d'antenne augmente rapidement. La fiabilité limitée de tout asservissement mécanique est d'autant plus dommageable économiquement que les interventions de maintenance sur le dos de l'appareil sont difficiles. Enfin ces antennes sont encombrantes et font apparaître une protubérance considérable à la surface du fuselage, augmentant notablement la traînée de l'appareil et donc sa consommation de kérosène. De plus, l'utilisation de plusieurs de ces antennes sur un même porteur engendre des zones de masquage.

[0004] Une autre solution peut être envisagée qui s'affranchit des inconvénients de fiabilité d'un asservissement mécanique. C'est l'utilisation de 3 antennes fixes à balayage électronique classique disposées sur le fuselage de l'appareil selon 3 directions bien précises. En effet, une seule antenne de ce type n'a une couverture angulaire que très limitée à un cône de l'ordre de 60 degrés environ autour de la direction normale à l'antenne. De plus le signal perd en qualité lorsqu'il est émis avec un angle s'éloignant de la direction normale à l'antenne. Il en faut donc trois correctement orientées pour

satisfaire aux contraintes de couverture angulaire, l'une disposée horizontalement sur le dessus du fuselage et les deux autres disposées verticalement de chaque côté du fuselage. Mais ces antennes ont une épaisseur relativement importante car elles intègrent un dispositif d'émission d'ondes derrière l'antenne elle-même, celle-ci étant traversée par les ondes qu'elle réfracte. Leur encombrement, quoique inférieur à une antenne à balayage mécanique, reste élevé et fait encore apparaître des protubérances importantes. Enfin un tel dispositif à trois antennes nécessite une surface d'implantation à la surface du fuselage plutôt étendue et donc difficilement disponible. Leur maintenance à partir de l'intérieur de l'avion est également rendue difficile par la nécessité d'aménager 3 accès distincts.

[0005] Cette solution à trois antennes pourrait être améliorée par l'utilisation d'antennes à balayage électronique d'un type connu par sa désignation anglo-saxonne de « reflect-array » (que l'on appellera réseau réflecteur par la suite). Ces antennes ont la caractéristique de ne pas comporter de dispositif d'émission d'ondes intégré au réseau rayonnant et par conséquent d'offrir une épaisseur très faible. Ces dispositifs ne réfractent pas une onde générée à l'arrière de l'antenne, ils réfléchissent une onde générée à l'avant de l'antenne par un dispositif d'émission d'ondes déporté. Selon exactement le même principe qu'une antenne à balayage électronique classique pour ajuster l'angle de réfraction, une antenne à réseau réflecteur ajuste l'angle de réflexion du faisceau par déphasage relatif du champ rayonné par des éléments disposés en réseau. Les éléments rayonnants disposés en réseau peuvent être des guides d'ondes intégrant des déphaseurs à diodes ou à systèmes micro-électro-mécaniques par exemple, couramment appelés MEMS selon l'expression anglo-saxonne « Micro-Electro-Mechanical System ». Cette technologie est bien connue par ailleurs. Pour mettre en oeuvre cette solution, il faut implanter également 3 mâts au profil aérodynamique et équipés de cornets d'éclairage à leur sommet pour illuminer les trois réseaux réflecteurs. Ce type d'antenne ayant les mêmes limitations en couverture angulaire que les antennes à balayage électronique classique, à savoir environ 60 degrés autour de la direction normale à l'antenne, il en faut également trois correctement orientées pour satisfaire aux contraintes de couverture angulaire. L'une d'entre elles doit être disposée horizontalement sur le dessus du fuselage avec son mât d'illumination et les deux autres verticalement de chaque côté avec leurs mâts d'illumination également. Mais même si l'épaisseur est considérablement réduite, une telle solution nécessite encore une surface d'implantation trop étendue.

[0006] Il apparaît que difficulté d'implantation, surconsommation, manque de fiabilité et maintenance difficile sont des inconvénients essentiels qui font que les solutions actuelles sont médiocres surtout d'un point de vue économique.

[0007] Le document WO 03/058753 A2 décrit un dispositif d'émission et/ou de réception d'ondes électroma-

gnétiques pour aérodynes selon l'art antérieur.

[0008] L'invention a notamment pour but de pallier les inconvénients précités en exploitant de manière opportune une structure déjà existante sur le fuselage de l'appareil, à savoir l'antenne de type sabre. Une antenne sabre est présente sur tout avion pour assurer les communications vocales par radio en bandes VHF et UHF.

[0009] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'émission et/ou de réception d'ondes électromagnétiques pour aérodynes comportant une antenne sabre présente sur le dessus du fuselage de l'aérodyne. Il comporte également un réseau réflecteur principal disposé horizontalement au pied de l'antenne sabre et un cornet d'éclairage principal disposé au sommet de l'antenne sabre, le cornet illuminant le réseau réflecteur principal. Il comporte aussi deux réseaux réflecteurs secondaires disposés verticalement de part et d'autre des faces de l'antenne sabre et deux cornets d'éclairage secondaires disposés au pied de l'antenne dans le plan du réseau réflecteur principal, chaque cornet illuminant l'un des réseaux réflecteurs secondaires. Chaque réseau réflecteur réfléchit les ondes émises par le cornet d'éclairage l'illuminant.

[0010] Avantageusement, l'un des plans réflecteurs directif peut être un réseau d'éléments rayonnants réflecteur et directif par déphasage relatif du champ rayonné par les éléments, suffisamment mince pour ne pas augmenter inconsiderablement l'épaisseur de l'antenne sabre.

[0011] Par exemple, les ondes réfléchies sont dans la bande X, Ku ou Ka.

[0012] L'invention a encore pour principaux avantages qu'elle s'intègre sur une structure d'accueil existante qu'est l'antenne sabre sans en perturber le fonctionnement. En effet les fonctions classiques de communication vocale par radio UHF et VHF de l'antenne sabre restent indépendantes des nouvelles fonctions sur les autres bandes de fréquences. Le découplage est assuré par le fait que ces fonctions s'adressent à des gammes de fréquence bien différentes. En particulier, l'une peut tomber en panne sans conséquence sur l'autre. Ainsi c'est une solution multifonction compacte et modulaire qui limite la prolifération grandissante des antennes et facilite la maintenance. Ne faisant intervenir aucun dispositif complexe d'asservissement mécanique au bénéfice d'une technologie à base de balayage électronique, c'est non seulement une solution plus fiable mais également une solution meilleure en terme de précision et de rapidité de pointage de faisceau.

[0013] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard de dessins annexés qui représentent :

- la figure 1, une illustration d'un exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention par une vue de profil ;
- la figure 2, une illustration de l'exemple précédent de réalisation d'un dispositif selon l'invention par une vue du dessus ;

- les figures 3a et 3b, une illustration de la couverture angulaire de l'exemple précédent de réalisation d'un dispositif selon l'invention par une vue de profil et de face ;

- 5 - la figures 4a et 4b, une illustration de la couverture angulaire de l'exemple précédent de réalisation d'un dispositif selon l'invention par une vue du dessus et de face.

10 **[0014]** La figure 1 et la figure 2 illustrent le même exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention, la figure 1 par une vue de profil et la figure 2 par une vue du dessus. Une antenne sabre 2 est implantée verticalement par sa base sur la partie supérieure du fuselage 1 d'un avion. Une antenne sabre est une plaque conductrice dont la forme peut s'apparenter à celle d'une lame. Elle est d'ailleurs plus connue sous sa désignation anglo-saxonne de « blade antenna » qui signifie « antenne lame ». Par exemple c'est un quadrilatère dont 2 côtés opposés formant la base et le sommet de l'antenne sont parallèles, la longueur de sa base étant de l'ordre de 20 deux fois celle de son sommet. Cette forme en lame a le double avantage de présenter un profil aérodynamique et d'être adaptée à l'émission et à la réception des ondes en bandes VHF et UHF utilisées pour les communications vocales par radio entre le pilote et les contrôleurs de trafic au sol. Elle peut être protégée par un capot en polyuréthane par exemple.

25 **[0015]** Avantageusement, un réseau réflecteur 3 est implanté à plat horizontalement sur le fuselage de l'avion au pied de l'antenne sabre 2. Un cornet d'éclairage 4 est disposé au sommet de l'antenne sabre, à l'arrière par exemple de manière à surplomber le réseau réflecteur 3 et orienté de manière à l'illuminer le plus efficacement possible. Un faisceau d'ondes circulaire 9 issu du cornet d'éclairage 4, c'est-à-dire composé d'ondes sphériques partant dans toutes les directions, est réfléchi par le réseau réflecteur 3 en un faisceau d'ondes planaires, c'est-à-dire composé d'ondes dans une unique direction. Cette direction de réflexion dépend du déphasage relatif du champ rayonné par les éléments du réseau réflecteur. En commandant la modulation de ce déphasage, il est aisé de changer la direction dans laquelle le faisceau est réfléchi et ainsi de viser un satellite géostationnaire. Toutefois cette technologie de réseau réflecteur ne permet pas de réfléchir un signal de qualité en dehors d'un cône de 60 degrés axé sur la direction normale au réseau réflecteur. Cette antenne ne suffit donc pas à elle seule à couvrir une portion de l'espace suffisante pour espérer pointer n'importe quel satellite géostationnaire.

30 **[0016]** Pour cette raison, deux autres réseaux réflecteurs 5 et 6 sont avantagement disposés à plat verticalement de part et d'autre des faces de la plaque conductrice formant l'antenne sabre. Deux cornets d'éclairage 7 et 8 sont disposés au pied de l'antenne sabre dans le plan du réseau réflecteur 3 en regard des réseaux réflecteurs 5 et 6 et orientés de manière à les illuminer le plus efficacement possible. Par le même principe que

précédemment décrit, des faisceaux d'ondes circulaires 10 et 11 issus des cornets d'éclairage 7 et 8 sont réfléchis par les réseaux réflecteurs 5 et 6 en faisceaux d'ondes planaires. Si chacune des deux antennes à réseau réflecteur latérales a la même limitation en couverture angulaire que celle disposée au pied de l'antenne sabre, l'ensemble réalisé par les trois antennes à réseau réflecteur a en revanche une couverture angulaire totale bien plus étendue.

[0017] Par exemple les faisceaux d'ondes émis et réfléchis sont dans la bande de fréquence X, Ku ou Ka, c'est-à-dire entre 10 et 35 gigahertz.

[0018] Les figures 3a et 3b illustrent la couverture angulaire de l'antenne à réseau réflecteur 3 de l'exemple précédent de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

[0019] La figure 3a met en évidence par une vue de profil la couverture angulaire du dispositif dans un cône droit de 60 degrés de demi-ouverture axé sur la direction normale 20 au réseau réflecteur 3. La figure 3b met en évidence par une vue de face la portée angulaire du dispositif dans ce cône. Toute la portion d'espace se situant au-dessus de l'appareil est couverte.

[0020] Les figures 4a et 4b illustrent la couverture angulaire des antennes à réseaux réflecteurs 5 et 6 de l'exemple précédent de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

[0021] La figure 4a met en évidence par une vue de dessus, d'une part la portée angulaire du dispositif dans un cône droit de 60 degrés de demi-ouverture axé sur la direction normale 21 au réseau réflecteur 5, et d'autre part la portée angulaire du dispositif dans un cône droit de 60 degrés de demi-ouverture axé sur la normale 22 au réseau réflecteur 6. La figure 4b met en évidence par une vue de face la portée angulaire du dispositif dans ces deux cônes. Toute la portion d'espace se situant à droite comme à gauche de l'appareil est couverte.

[0022] Ainsi le dispositif selon l'invention ne laisse subsister que deux zones d'ombre, l'une vers l'avant de l'appareil et l'autre vers l'arrière. Chacune de ces zones d'ombre forme un cône droit de 30 degrés de demi-ouverture environ et axé longitudinalement à l'appareil. Mais il faut noter que les solutions actuelles à base d'asservissement mécanique ou de balayage électronique classique présentent également des zones d'ombre, souvent dues aux équipements mitoyens. Dans le cas du dispositif selon l'invention, seul un satellite situé très loin devant l'appareil ou très loin derrière ne pourra être pointé.

[0023] Or il a été constaté que la position des satellites visés et les trajectoires suivies par les vols long courrier dans lesquels les services IFE aux passagers seront majoritairement proposés, des vols est-ouest et notamment transatlantiques, ne nécessitent pas de pointer un faisceau dans ces directions. Le dispositif selon l'invention est donc tout à fait adapté à la transmission des informations des systèmes IFE. Ne présentant pas par ailleurs les difficultés de maintenance, les problèmes de fiabilité ou encore de surconsommation des solutions actuelles à base d'asservissement mécanique ou de balayage

électronique classique, le dispositif selon l'invention présente donc bien un intérêt économique majeur.

[0024] Le mode de réalisation décrit par les figures utilise des réseaux réflecteurs directifs par déphasage relatif du champ rayonné par des éléments. Mais l'invention peut être mise en oeuvre en utilisant n'importe quelle autre technologie de plan réflecteur directif.

10 Revendications

1. Dispositif d'émission et/ou de réception d'ondes électromagnétiques pour aérodynes **caractérisé en ce qu'il comporte :**

- une antenne sabre (2) présente sur le dessus du fuselage de l'aérodyne ;
- un réseau réflecteur principal (3) disposé horizontalement au pied de l'antenne sabre ;
- un cornet d'éclairage principal (4) disposé au sommet de l'antenne sabre, le cornet illuminant le réseau réflecteur principal ;
- deux réseaux réflecteurs secondaires (5, 6) disposés verticalement de part et d'autre des faces de l'antenne sabre ;
- deux cornets d'éclairage secondaires (7, 8) disposés au pied de l'antenne sabre dans le plan du réseau réflecteur principal, chaque cornet illuminant l'un des réseaux réflecteurs secondaires ;

chaque réseau réflecteur réfléchissant les ondes (9, 10, 11) émises par le cornet d'éclairage l'illuminant.

2. Dispositif d'émission et/ou de réception d'ondes électromagnétiques pour aérodynes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le réseau réflecteur principal (3) ou l'un des réseaux réflecteurs secondaires (5, 6) est un réseau réflecteur directif permettant de réfléchir toutes les ondes dans une même direction.

3. Dispositif d'émission et/ou de réception d'ondes électromagnétiques pour aérodynes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le réseau réflecteur principal (3) ou l'un des réseaux réflecteurs secondaires (5, 6) est un réseau d'éléments rayonnants directif par déphasage relatif du champ rayonné par les éléments.

4. Dispositif d'émission et/ou de réception d'ondes électromagnétiques pour aérodynes selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les ondes réfléchies sont dans la bande de fréquence X, Ku ou Ka.

Claims

1. Device for emitting and/or receiving electromagnetic waves for aerodynes, **characterized in that** it comprises:

- a blade antenna (2) present on the top of the fuselage of the aerodyne;
- a main reflector array (3) disposed horizontally at the foot of the blade antenna;
- a main illumination horn (4) disposed at the apex of the blade antenna, the horn illuminating the main reflector array;
- two secondary reflector arrays (5, 6) disposed vertically on either side of the faces of the blade antenna;
- two secondary illumination horns (7, 8) disposed at the foot of the blade antenna in the plane of the main reflector array, each horn illuminating one of the secondary reflector arrays;

each reflector array reflecting the waves (9, 10, 11) emitted by the illumination horn illuminating it.

2. Device for emitting and/or receiving electromagnetic waves for aerodynes according to Claim 1, **characterized in that** the main reflector array (3) or one of the secondary reflector arrays (5, 6) is a directional reflector array making it possible to reflect all the waves in one and the same direction.
3. Device for emitting and/or receiving electromagnetic waves for aerodynes according to Claim 1, **characterized in that** the main reflector array (3) or one of the secondary reflector arrays (5, 6) is a directional array of radiating elements that can be directed by relative phase shifting of the field radiated by the elements.
4. Device for emitting and/or receiving electromagnetic waves for aerodynes according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the reflected waves are in the X, Ku or Ka frequency band.

beleuchtet;

- zwei Nebenreflektornetze (5, 6), die senkrecht zu beiden Seiten der Flächen der Blattantenne angeordnet sind;
- zwei Nebenbeleuchtungs-Hornstrahler (7, 8), die am Fuß der Blattantenne in der Ebene des Hauptreflektornetzes angeordnet sind, wobei jeder Hornstrahler eines der Nebenreflektornetze beleuchtet;

wobei jedes Reflektornetz die Wellen (9, 10, 11) reflektiert, die von dem es beleuchtenden Beleuchtungs-Hornstrahler gesendet werden.

2. Vorrichtung zum Senden und/oder Empfangen elektromagnetischer Wellen für Luftfahrzeuge nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hauptreflektornetz (3) oder eines der Nebenreflektornetze (5, 6) ein Richtreflektornetz ist, das es ermöglicht, alle Wellen in der gleichen Richtung zu reflektieren.
3. Vorrichtung zum Senden und/oder Empfangen elektromagnetischer Wellen für Luftfahrzeuge nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hauptreflektornetz (3) oder eines der Nebenreflektornetze (5, 6) ein Richtnetz strahlender Elementen durch relative Phasenverschiebung des von den Elementen abgestrahlten Felds ist.
4. Vorrichtung zum Senden und/oder Empfangen elektromagnetischer Wellen für Luftfahrzeuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die reflektierten Wellen im Frequenzband X, Ku oder Ka liegen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Senden und/oder Empfangen elektromagnetischer Wellen für Luftfahrzeuge, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aufweist:

- eine Blattantenne (2), die auf der Oberseite des Rumpfs des Luftfahrzeugs vorhanden ist;
- ein Hauptreflektornetz (3), das waagrecht am Fuß der Blattantenne angeordnet ist;
- ein Hauptbeleuchtungs-Hornstrahler (4), der am Scheitel der Blattantenne angeordnet ist, wobei der Hornstrahler das Hauptreflektornetz

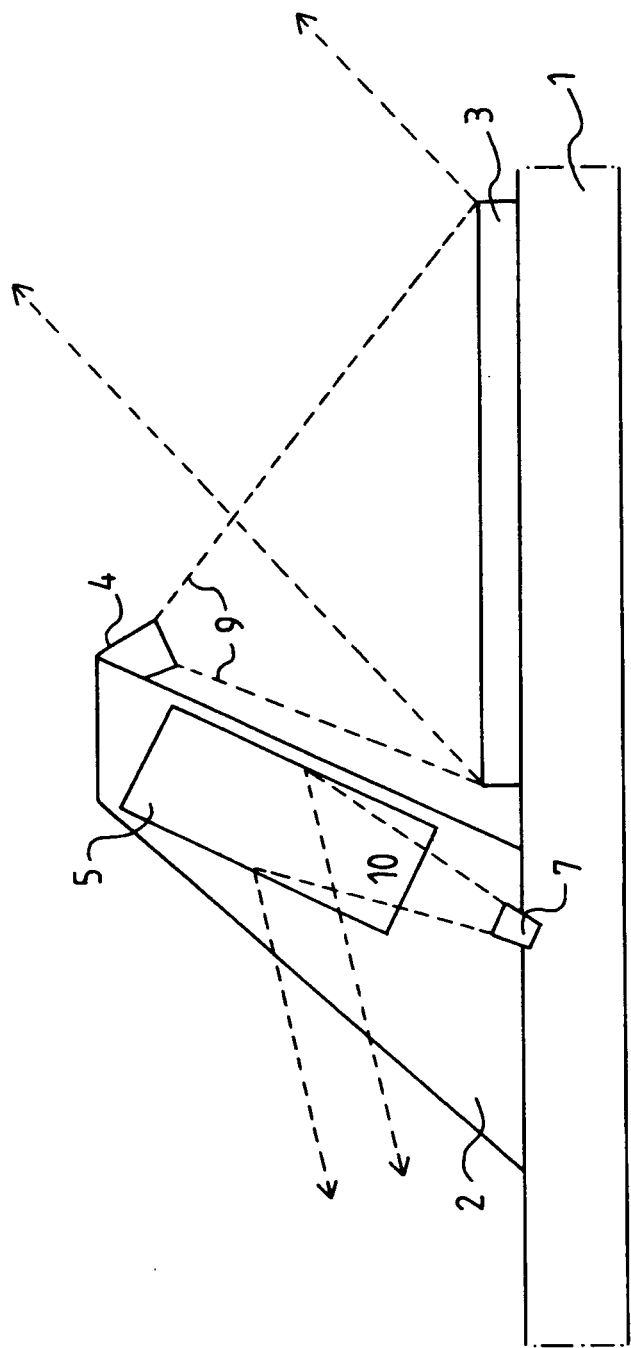


FIG.1

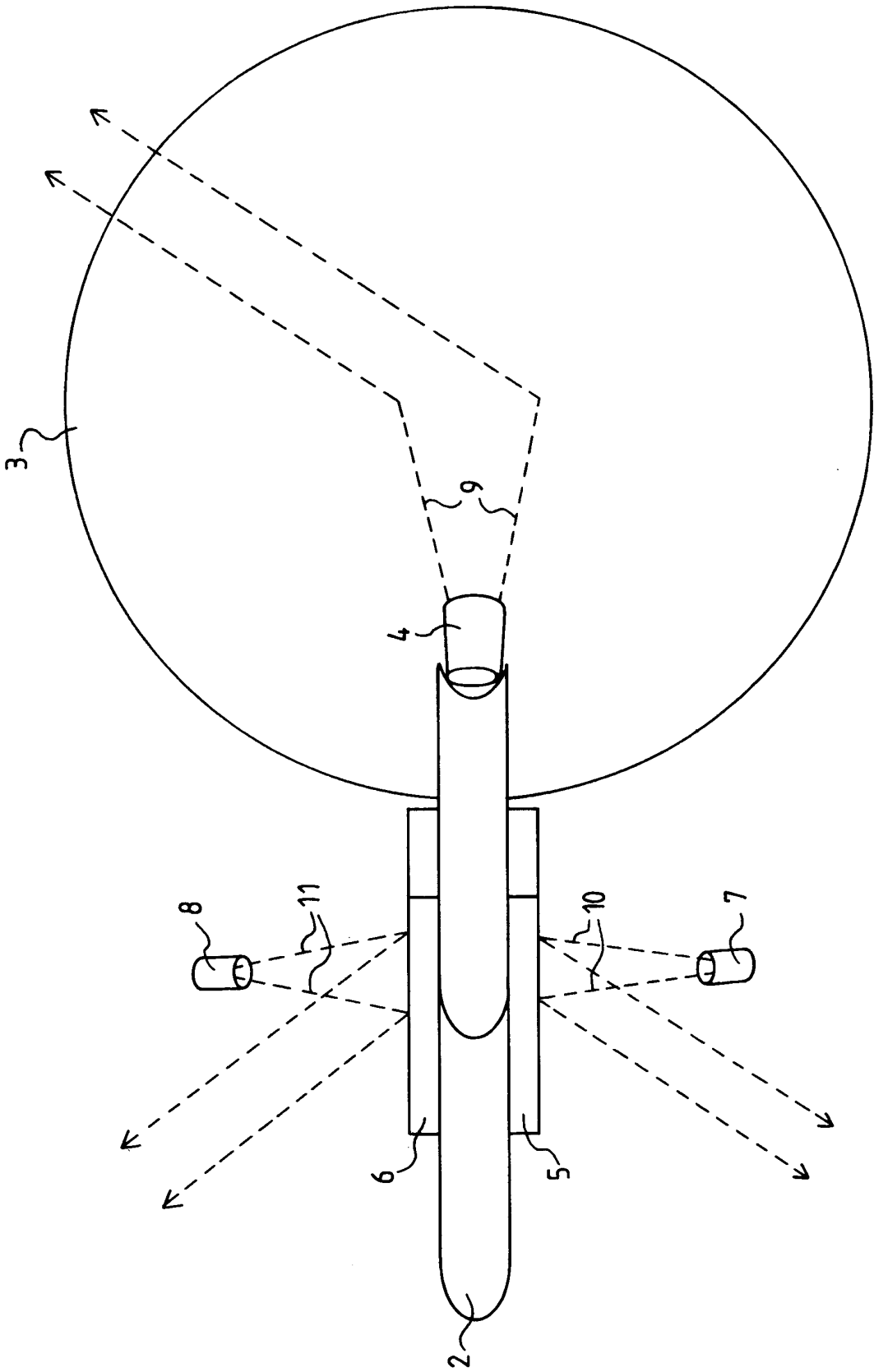


FIG.2

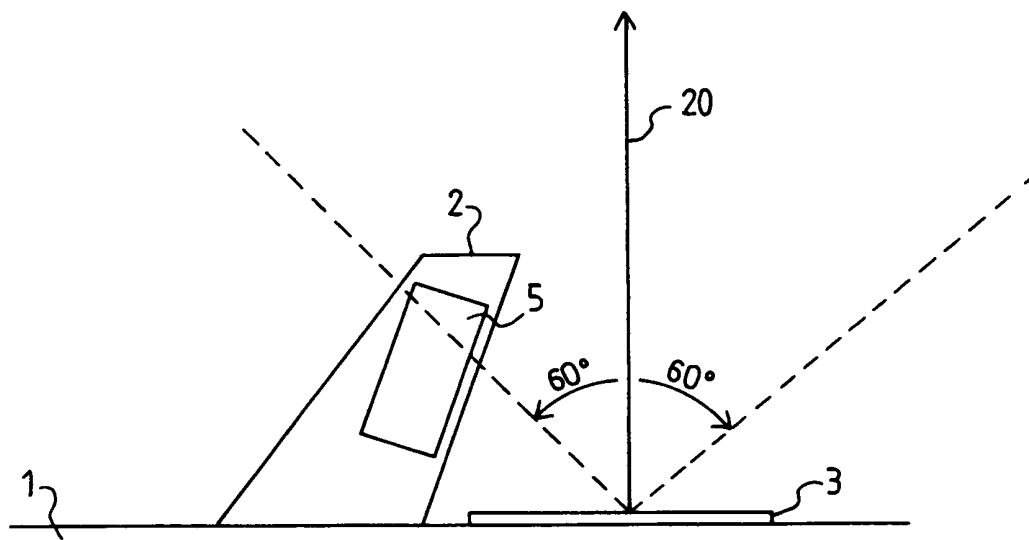


FIG. 3a

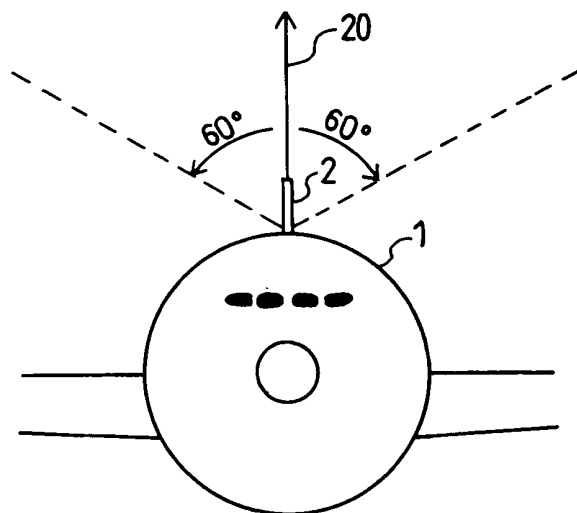


FIG. 3b

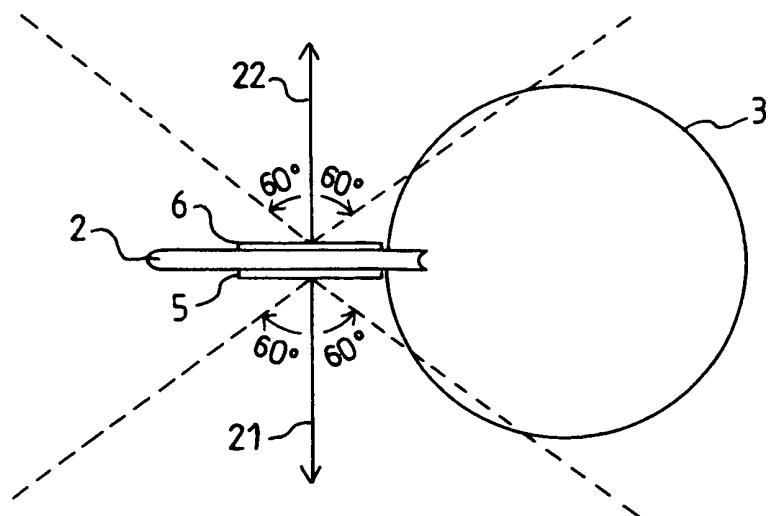


FIG. 4a

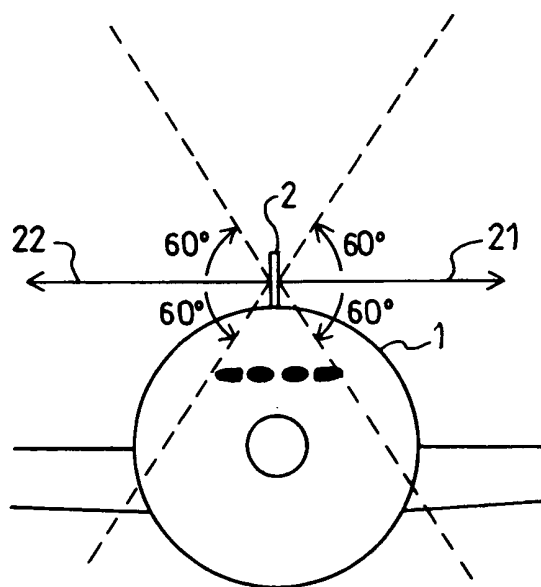


FIG. 4b

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 03058753 A2 [0007]