



(11)

EP 2 045 870 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
26.07.2017 Bulletin 2017/30

(51) Int Cl.:
H01Q 1/02 (2006.01) H01Q 1/42 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08165807.2**

(22) Date de dépôt: **03.10.2008**

(54) **Kit anti-givre pour radome par circulation d'air chaud**

Enteisungsvorrichtung für ein Radom mittels Heissluftzirkulation

Device for de-icing of a radome using circulation of hot air

(84) Etats contractants désignés:
FR TR

(30) Priorité: **05.10.2007 FR 0707010**

(43) Date de publication de la demande:
08.04.2009 Bulletin 2009/15

(73) Titulaire: **THALES**
92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeurs:
• **Duval, Laurent**
29200, BREST (FR)
• **Etienne, Philippe**
29200, BREST (FR)

• **Kennel, Olivier**
92320, CHATILLON (FR)

(74) Mandataire: **Lucas, Laurent Jacques**
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble Visium
22, Avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(56) Documents cités:
WO-A-97/11505 FR-A- 2 631 745
JP-A- 2 109 402 JP-A- 6 061 717
JP-A- 2006 003 162

EP 2 045 870 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 les systèmes d'émission ou de réception fonctionnant sous des conditions climatiques variées et en particulier par temps froids et humides propices à la formation de givre.

[0002] Elle concerne en particulier, mais non exclusivement, le fonctionnement des systèmes de détection radioélectrique à antennes fixes couvrant un secteur angulaire délimité par un plan (angle d'ouverture du diagramme d'antenne inférieur à 180° ou angle de balayage inférieur à 180°), dont les antennes sont installées en espace découvert sous des radômes.

[0003] Dans certaines conditions d'environnement, les équipements au sol de détection radar sont très perturbés par certaines conditions climatiques généralement récurrentes qui induisent la formation de couche de givre dont l'épaisseur est parfois suffisante pour altérer le fonctionnement de l'équipement en modifiant ses caractéristiques d'émission ou de réception radioélectriques. Ainsi une antenne sous radôme peut voir ses performances fortement dégradées par le simple fait que le radôme sous lequel elle se trouve présente une surface couverte d'une épaisse couche de givre.

[0004] Pour lutter contre le givre pouvant se former sur une surface exposée, il existe diverses solutions. Il est par exemple possible de procéder à un dégivrage mécanique consistant en pratique éliminer par grattage, au moyen du dispositif approprié, la couche de givre ayant pris forme sur la surface considérée. Cependant, un tel moyen est avant tout applicable aux cas de surface mécaniquement peu fragiles, ce qui n'est généralement pas le cas d'un radôme. De même il est également possible d'utiliser un moyen de dégivrage thermique consistant par exemple en un réseau de résistances en contact avec la surface à dégivrer et dont la mise en service (l'alimentation électrique) génère par contact un réchauffement de la surface considérée, suffisant pour faire fondre rapidement la couche de givre. Un tel système est par exemple utilisé pour assurer le dégivrage des lunettes arrières des véhicules automobiles. Cependant un tel système n'est pas utilisable dans le cas d'un radôme car il nécessite de disposer contre la surface du radôme un réseau de résistances électriques qui représentent autant d'obstacle à la propagation des ondes radioélectrique au travers du radôme.

[0005] Il est encore également possible de procéder, tant que les conditions climatiques le requièrent, à une aspersion de liquide de dégivrage sur la surface considérée. Cependant ce moyen requiert la mise en place et le remplacement régulier d'une réserve de liquide de dégivrage, ce qui n'est pas toujours aisé s'agissant d'un équipement isolé. En outre l'écoulement du liquide de dégivrage sur la surface d'un radôme, mécanisme nécessairement lent du fait de la température ambiante et du mécanisme même de dégivrage par échange thermique entre le liquide et le radôme, a pour conséquence négative de dégrader les performances radioélectriques

du radôme.

[0006] Par suite s'agissant d'un radôme, c'est à dire d'une surface dont l'espace environnant ne doit pas être encombré d'éléments mécaniques pouvant gêner la propagation des ondes radioélectriques, le seul moyen envisageable d'un point de vue pratique consiste à soumettre le radôme à l'action d'un souffle d'air chaud, ou plus généralement de gaz chaud, venant élever la température de l'atmosphère environnant la surface à dégivrer et ainsi créer des conditions climatiques locales rendant la formation de givre impossible. Cependant, le problème posé par une telle solution réside dans le fait que pour créer de telles conditions autour d'une surface exposée à l'air libre, il faut dépenser une quantité d'énergie importante, les pertes calorifiques étant importantes. En effet, l'air chaud soufflé sur la surface à dégivrer échange une partie non négligeable de son énergie calorifique avec l'espace libre sans bénéfice pour la surface elle-même. De sorte que pour dégivrer une surface donnée il faut mettre en oeuvre des moyens surdimensionnés, pas toujours compatible de l'infrastructure sur laquelle est placée la surface à dégivrer, un mât ou un pylône, par exemple.

[0007] Par suite il n'existe à l'heure actuelle pas de dispositif qui permette de procéder de manière satisfaisante tant du point de vue radioélectrique que du point de vue du rendement énergétique, au dégivrage d'une surface de type radôme placée en espace libre. Les documents FA2631745, WO 97/11505, JP02109402, et JP06061717 divulguent des dispositifs pour dégivrer une surface de type radôme connus de l'art antérieur.

[0008] Un but de l'invention est de proposer une solution qui permette de procéder au dégivrage d'une surface de type radôme, en particulier d'une surface plane ou d'une surface non planes délimitée par une surface plane, sans altérer mécaniquement la surfaces traitée, ni affecter les caractéristiques radioélectriques de cette surface. Un autre but est de proposer une solution qui ne nécessite pas d'interventions de maintenance régulières telle que l'approvisionnement en liquide de dégivrage. Un autre but encore est de proposer une solution économique d'un point de vue du rendement énergétique.

[0009] A cet effet l'invention a pour objet un dispositif pour dégivrer une surface de type radôme abritant une antenne conforme à la revendication indépendante. Selon un mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention, les moyens complémentaires comportent un cadre plan venant se positionner autour du radôme pour former avec ce dernier une surface plane plus large que le radôme. La buse de diffusion et le collecteur étant en outre agencés de part et d'autre du cadre, au dessus et au dessous du radôme, les largeurs de la buse et du collecteur sont définies de façon à générer un courant d'air laminaire dont la surface est supérieure à la surface du radôme et qui recouvre la totalité de la surface du radôme.

[0010] Selon une variante du mode de réalisation pré-

cèdent du dispositif selon l'invention, des résistances chauffantes sont placées niveau de la buse et du collecteur, de sorte mise sous tension dégage une chaleur qui provoque le dégivrage de leurs ouvertures.

[0011] Selon un autre mode de réalisation, adapté à un radôme présentant une surface non plane, les moyens complémentaires comportent une surface non plane sensiblement identique, de constante diélectrique sensiblement égale, venant s'ajuster sur le radôme de façon à ménager un espace interne de circulation d'air de faible épaisseur. Les buses de diffusion et le collecteur sont en outre configurés et agencés sur les moyens complémentaires de façon à faire circuler un courant d'air laminaire dans l'espace interne.

[0012] La solution proposée permet d'éviter les dégradations de performance des antennes puisque l'élément dégivrant ne se compose que d'air chaud (elle consiste à induire un écoulement laminaire d'air chaud sur la surface du radôme).

[0013] Les caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux appréciés grâce à la description qui suit, description qui expose l'invention au travers de modes de réalisation particuliers pris comme exemples non limitatifs et qui s'appuie sur les figures annexées, figures qui représentent:

- les figures 1 et 2, des illustrations du principe de fonctionnement du dispositif selon l'invention, appliqué au cas particulier d'un radôme plat;
- la figure 3, une illustration schématique du problème posé par la présence de vent se déplaçant latéralement par rapport au radôme;
- les figures 4 et 5, des illustrations d'un mode particulier de réalisation du dispositif selon l'invention, appliqué au cas particulier d'un radôme plat, permettant de prendre en compte l'action d'un vent latéral;
- la figure 6, une illustration de l'effet avantageux du mode particulier de réalisation des figures 4 et 5
- la figure 7, l'illustration d'une variante du mode de réalisation des figures 4 et 5;
- la figure 8, l'illustration d'un autre mode de réalisation du dispositif selon l'invention applicable en particulier au cas d'un radôme de surface non plane;

[0014] On s'intéresse dans un premier temps aux figures 1 et 2 qui illustrent un premier exemple de réalisation du dispositif de dégivrage selon l'invention. Cet exemple de réalisation est adapté à un équipement 11 comportant une antenne 12 protégée par un radôme 13 de surface plane. Un tel équipement est par exemple un système de détection à antenne fixe, dont le diagramme de rayonnement 14 se situe dans une portion d'espace limitée par un plan P, matérialisé par le trait pointillé 15 sur la figure 1, parallèle à la surface du radôme (i. e. l'espace en avant du radôme).

[0015] Dans une telle configuration matérielle, illustrée par la figure 1, le problème posé par la formation de givre

sur le radôme est résolu en faisant circuler à la surface du radôme un écoulement, une circulation, laminaire d'air chaud au moyen de l'équipement approprié. Selon l'invention cet équipement comporte:

- un générateur d'air chaud 16, qui comporte une entrée d'air froid, ou frais, 161, des moyens 162 pour réchauffer cet air froid et l'amener à la température voulue et une sortie d'air chaud 163. Les moyens pour réchauffer l'air frais sont par exemple un calorifère électrique comme symbolisé sur la figure 1.
- un dispositif d'injection forcée d'air 17 branché sur l'entrée d'air frais du générateur d'air chaud 16, qui aspire de l'air par son entrée et fait circuler l'air aspiré vers l'entrée du générateur. Ce dispositif peut être par exemple un ventilateur électrique agencé de façon appropriée à l'entrée du générateur d'air chaud.
- un dispositif d'aspiration 18 qui aspire l'air chaud produit par le générateur 16 et le propulse vers l'extérieur. Ce dispositif peut également être, par exemple, un ventilateur électrique agencé de façon appropriée à la sortie du générateur d'air chaud.
- un jeu de canalisation "aller" 111, débouchant de préférence au niveau de la partie basse du radôme et destiné à amener l'air chaud propulsé par le dispositif d'aspiration 18 au contact de la face avant du radôme, et à diffuser cet air chaud sous forme d'un courant d'air laminaire 19, formant un film d'air chaud à la surface du radôme. Le film d'air chaud pulsé se propage ainsi à la surface du radôme dont il provoque le réchauffement par échange thermique et au contact de laquelle il se refroidit progressivement au cours de sa progression de la base du radôme à son sommet.
- un jeu de canalisations "retour" 112, débouchant de préférence au niveau de la partie haute du radôme et destiné à récupérer l'air rafraîchi ayant circulé à la surface du radôme. L'autre extrémité du jeu de canalisations "retour" 112 est raccordé à l'entrée du dispositif d'injection forcée d'air 17 du générateur d'air chaud 16. Ainsi, l'air rafraîchi à la surface du radôme et présent au niveau de l'extrémité supérieur est aspiré dans le jeu de canalisations "retour" et conduit dans le générateur d'air chaud pour être réchauffé.

[0016] Selon le mode de réalisation envisagé, le dispositif d'injection forcée d'air 17 et le dispositif d'aspiration 18 peuvent des éléments distincts ou être intégrés dans un seul et même équipement disposé à l'entrée 161 du générateur d'air chaud 16.

[0017] Comme on peut le constater sur la figure 1, l'ensemble des moyens décrits dans ce qui précède, constitue un système de dégivrage en circuit fermé ou quasi fermé présentant plusieurs caractéristiques avantageuses.

[0018] C'est tout d'abord un système économique, ne

nécessitant aucun apport en produit dégivrant.

[0019] C'est ensuite un système qui présente un rendement optimum car l'air injecté à l'entrée du générateur d'air chaud 16 est un air rafraîchi dont la température, en régime permanent n'est pas aussi basse que celle de l'air ambiant. En effet, pour obtenir un dégivrage uniforme de la surface du radôme, il est nécessaire que pendant son passage au contact du radôme le flux d'air chaud laminaire ne perde pas la totalité de son énergie calorifique de façon à ce qu'un échange thermique efficace ait lieu également au niveau de la partie haute du radôme. Par suite, pour assurer ces conditions le flux d'air est propulsé avec une vitesse suffisante, fonction en particulier des dimensions du radôme et de la température de l'air chaud en sortie du générateur. Avantageusement, cette vitesse de circulation de l'air permet également d'aspirer après son passage sur la surface du radôme, un air non pas froid, mais simplement rafraîchi qui est retourné vers le générateur d'air chaud. En réutilisant de l'air déjà utilisé, on évite ainsi une trop grande dépense d'énergie dans le réchauffage de l'air de dégivrage.

[0020] C'est encore un système facilement automatisable ou télécommandable en particulier dans le cas où le générateur d'air chaud est un dispositif électrique. Aucune action manuelle de réapprovisionnement de matériau consommable n'étant nécessaire, les seules actions à entreprendre pour mettre le système en service sont alors les actions de mise en marche et de régulation du système de dégivrage, actions qui peuvent être réalisées au moyen de commandes électriques ou radioélectriques distantes et/ou d'un système de contrôle automatisé.

[0021] Afin d'assurer la dispersion d'un flux laminaire d'air 19 à la surface du radôme, ainsi que la récupération de ce flux refroidi, le jeu de canalisations "aller" comporte à son extrémité débouchant au niveau de la surface du radôme une buse de ventilation 113 dont la forme, définie en fonction du profil de la surface du radôme, assure la canalisation adéquate de l'air chaud. De même le jeu de canalisations "retour" comporte à son extrémité débouchant au niveau de la surface du radôme d'un collecteur d'air 114 dont la forme, également définie en fonction du profil de la surface du radôme, assure une récupération optimale du flux d'air laminaire refroidi après son passage sur la surface du radôme. Ainsi, dans cette forme particulière de réalisation prise comme exemple non limitatif, la buse de ventilation et le collecteur d'air ont, comme l'illustre la figure 2, une forme générale d'entonnoir de section rectangulaire d'épaisseur très faible à son embouchure.

[0022] On s'intéresse ensuite aux figures 3 à 6.

[0023] La figure 3, illustre l'influence d'un vent latéral, illustré par la flèche 31, sur l'efficacité du dispositif selon l'invention, dans sa version la plus simple illustrée par les figures 1 et 2, dans le dégivrage d'un radôme à surface plane.

[0024] Comme on peut le constater sur cette figure, la présence d'un fort vent latéral a pour effet d'affecter le

flux laminaire 19 d'une déformation de son cours. Dans une telle circonstance, le flux laminaire se trouve dévié, du fait notamment de sa faible épaisseur, de sorte qu'une partie 32 de la surface du radôme n'est pas couverte par ce flux d'air chaud et qu'une partie 33 du flux d'air chaud (représentée par une surface pointillée sur la figure) est dissipé dans l'environnement extérieur en pure perte et n'est donc pas utilisée pour le dégivrage du radôme. Les caractéristiques du radôme se trouvent alors perturbées et les performances de l'équipement dégradées.

[0025] Les figures 4 et 5 présentent de manière schématique la structure d'une variante de réalisation qui permet avantageusement de résoudre le problème particulier de la présence de vent latéral.

[0026] Selon cette variante de réalisation, le dispositif selon l'invention comporte, outre les éléments décrits précédemment, une pièce d'encadrement plane 41 qui vient encadrer le radôme 13. En outre le dispositif selon l'invention comporte une buse de ventilation 42 et un collecteur d'air rafraîchi 43, dont les dimensions ont été modifiées par rapport à celles des éléments 113 et 114 de la version de base du dispositif. Les dimensions des éléments 42 et 43 sont telles que le flux laminaire produit, symbolisé par les pointillés 44, couvre une surface intermédiaire entre la surface du radôme 13 et la surface de l'ensemble constitué par le radôme 13 et la pièce d'encadrement 41.

[0027] L'avantage d'une telle variante de réalisation est visible sur l'illustration de la figure 6. En effet en cas de vent latéral, le flux laminaire d'air chaud produit par le dispositif selon l'invention à la surface du radôme se trouve comme précédemment (cf. figure 3) déformé. Cependant du fait que la surface couverte par ce flux d'air chaud 44 est plus grande que la surface du radôme il est avantageusement possible, en dimensionnant la pièce d'encadrement, la buse de ventilation et le collecteur en fonction de la force maximum du vent latéral pouvant apparaître, de produire un flux d'air chaud qui, malgré la déformation subie, couvre la totalité de la surface du radôme, comme illustré sur la figure 6.

[0028] On s'intéresse ensuite à la figure 7 qui illustre une variante de réalisation du dispositif selon l'invention, variante qui peut être combinée aussi bien avec le mode de réalisation de base tel qu'illustré par les figures 1 et 2, qu'avec la variante de réalisation illustrée par les figures 5 et 6.

[0029] Selon cette variante de réalisation, le dispositif selon l'invention est pourvu de moyens complémentaires permettant de faciliter sa mise en marche par temps de fort givre, alors qu'il était préalablement à l'arrêt. Ces moyens 71 et 72 ont pour objet de débarrasser les orifices de sortie de la buse de ventilation et du collecteur d'air du givre pouvant les obstruer du fait de leur étroitesse. Ils consistent par exemple en des résistances chauffantes placées dans (ou sur) la buse de ventilation et le collecteur d'air, à proximité des orifices. De la sorte grâce à ces moyens additionnels, qui peuvent être avantageusement mis en service à distance, le dispositif selon l'in-

vention peut être mis en marche après que les orifices ont été désobstrués, et ce, sans intervention humaine.

[0030] Comme il a été dit précédemment, le mode de réalisation décrit dans les paragraphes précédents est ici livré à titre d'exemple de réalisation non limitatif. Ce mode de réalisation a pour particularité d'être bien adapté au dégivrage de surfaces planes, que leur forme géométrique de la surface soit un disque ou un rectangle. Suivant la forme considérée, le profil de la buse de ventilation et du collecteur d'air sont adaptés de façon à établir le flux d'air laminaire le plus approprié, sans que cela ne modifie le principe de fonctionnement du dispositif selon l'invention tel que revendiqué, principe qui peut s'appliquer comme l'illustre la figure 8 à des surfaces non planes, convexes par exemple.

[0031] Le mode de réalisation illustré par la figure 8, est particulièrement adapté au cas où pour une raison quelconque, de nature radioélectrique par exemple, le radôme 81 placé devant l'antenne présente une surface à profil convexe. Dans ce cas particulier, la production d'un flux d'air chaud laminaire capable de balayer la totalité de la surface du radôme, simplement au moyen d'une buse de ventilation 82 et d'un collecteur d'air rafraîchi 83 est difficile voire impossible à réaliser, sauf au prix de pertes considérables et d'un rendement faible voire très faible. C'est pourquoi dans un tel mode de réalisation, les moyens complémentaires de guidage du flux d'air laminaire sont indispensables et prennent une forme particulière, adaptée au profil du radôme. Cette forme de réalisation particulière permet de limiter les déperditions d'air chaud et donc de limiter la consommation en énergie du système.

[0032] Ces moyens 84 sont, en pratique constitués, par un élément de guidage du flux d'air dont la surface a un profil semblable à celui du radôme et réalisé dans le même matériau que celui-ci ou réalisé dans un matériau présentant des caractéristiques diélectriques proches. Cet élément est par ailleurs conçu et agencé de façon à ce que sa face interne définisse avec la face externe du radôme un espace laminaire 85 dans lequel circule le flux d'air chaud. De la sorte le flux d'air chaud produit par le dispositif selon l'invention maintient la surface de l'élément de guidage 84 à une température empêchant la formation de givre; le maintien en température étant réalisé par échange thermique entre le flux d'air et la surface interne de l'élément de guidage 84 puis par conduction à travers de l'épaisseur de matériau qui le constitue.

[0033] Une tel mode de réalisation présente l'avantage particulier de pouvoir être adapté au dégivrage d'une large gamme de surfaces, allant d'une surface plane, d'un radôme plan, à une surface de type hémisphérique, voire sphérique.

[0034] Le mécanisme selon l'invention tel que décrit dans ce qui précède, présente ainsi plusieurs avantages, le principal étant qu'il permet d'assurer le dégivrage du radôme auquel il est associé. Cet avantage est obtenu en générant localement, à la surface du radôme, un flux

d'air chaud laminaire qui réchauffe la surface du radôme sur laquelle il circule et qui après s'être rafraîchi au contact de la surface est ensuite récupéré et réchauffé. Ce principe de recyclage, rendu possible par la circulation d'air forcée qui est entretenue par le dispositif selon l'invention, permet avantageusement de réaliser un dispositif plus économique qu'un dispositif fonctionnant en circuit ouvert par chauffage de l'air froid extérieur. Incidemment, le dispositif selon l'invention présente également l'avantage d'être télécommandable ou même automatisable.

Revendications

1. Dispositif pour dégivrer une surface d'un radôme abritant une antenne comportant:

- un générateur d'air chaud (16);
- un jeu de canalisations aller (111) pour conduire l'air chaud produit par le générateur vers la surface à dégivrer;
- un jeu de canalisations retour (112) pour amener de l'air refroidi vers le générateur d'air chaud;
- des moyens de circulation d'air (17, 18) pour insuffler l'air chaud produit par le générateur dans le jeu de canalisations aller et pour aspirer de l'air refroidi et faire circuler l'air refroidi vers le générateur d'air chaud par le jeu de canalisations retour;

caractérisé en ce qu'il comporte en outre:

- une buse de diffusion d'air (113) placée sur le pourtour de la surface, reliée au jeu de canalisation aller et configuré de façon à diffuser sur toute la surface à dégivrer l'air chaud sortant du jeu de canalisations aller (111) sous la forme d'un courant d'air chaud laminaire libre couvrant la totalité de cette surface;
- un collecteur d'air (114) placé sur le pourtour de la surface, relié au jeu de canalisation retour et configuré de façon à permettre une aspiration d'air au niveau de la surface à dégivrer; l'air étant aspiré par les moyens de circulation d'air et ramené au générateur d'air chaud (16) par le jeu de canalisations retour (112);
- des moyens complémentaires (41) agencés en périphérie de la surface à dégivrer et configurés de façon à former un encadrement permettant d'assurer le maintien du courant d'air chaud laminaire diffusé par la buse de diffusion (113) sur la surface à dégivrer.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

- le radome (13) présentant une surface plane, les moyens complémentaires (41) comportent un cadre plan venant se positionner autour du radome pour former avec ce dernier une surface plane plus large que le radôme

- la buse de diffusion (42) et le collecteur (43) étant agencés de part et d'autre du cadre, au dessus et au dessous du radôme, les largeurs de la buse (42) et du collecteur (43) sont définies de façon à générer un courant d'air laminaire dont la surface est supérieure à la surface du radôme et qui recouvre la totalité de la surface du radôme (13).

3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, le radôme étant une surface non plane (81), les moyens complémentaires comportent une surface non plane (84) de forme sensiblement identique à celle du radôme, de constante diélectrique sensiblement égale, venant s'ajuster sur le radôme de façon à ménager un espace interne de circulation d'air de faible épaisseur, les buses de diffusion (82) et le collecteur (83) étant configurés et agencés sur les moyens complémentaires de façon à faire circuler un courant d'air laminaire dans l'espace interne l'air chaud étant délivré dans l'espace interne par la buse de diffusion (82) située à la base du radôme et l'air refroidi étant récupéré par le collecteur (83) situé au sommet du radôme (81).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des résistances chauffantes (71, 72) sont placées niveau de la buse (42) et du collecteur (43), de sorte que leur mise sous tension dégage une chaleur qui provoque le dégivrage de leurs ouvertures.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Enteisen einer Oberfläche einer eisen Antenne aufnehmenden Radarkuppel, die Folgendes umfasst:
- einen Heißluftgenerator (16);
 - einen Satz von Vorlaufkanälen (111) zum Leiten der von dem Generator erzeugten Heißluft zu der zu enteisenden Oberfläche;
 - einen Satz von Rücklaufkanälen (112) zum Zurückführen der gekühlten Luft zum Heißluftgenerator;
 - Luftzirkulationsmittel (17, 18) zum Einblasen der vom Generator erzeugten Heißluft in den Satz von Vorlaufkanälen und zum Ansaugen von gekühlter Luft und Zirkulierenlassen der gekühlten Luft zu dem Heißluftgenerator durch den Satz von Rücklaufkanälen;

dadurch gekennzeichnet, dass sie ferner Folgendes umfasst:

- eine Luftdiffusionsdüse (113), platziert auf der Peripherie der Oberfläche, verbunden mit dem Satz von Vorlaufkanälen und konfiguriert zum Diffundieren, über die gesamte zu enteisende Oberfläche, der den Satz von Vorlaufkanälen (111) verlassenden Heißluft in Form eines freien laminaren Heißluftstroms, der diese gesamte Oberfläche bedeckt;
- einen Luftsammler (114), platziert auf der Peripherie der Oberfläche, verbunden mit dem Satz von Rücklaufkanälen und konfiguriert zum Zulassen, dass Luft auf die zu enteisende Oberfläche angesaugt wird, wobei die Luft von den Luftzirkulationsmitteln angesaugt und durch den Satz von Rücklaufkanälen (112) zu dem Heißluftgenerator (16) zurückgeführt wird;
- ergänzende Mittel (41), angeordnet auf der Peripherie der zu enteisenden Oberfläche und konfiguriert zum Bilden eines Rahmens, der es zulässt, dass der von der Diffusionsdüse (113) verteilte laminare Heißluftstrom auf der zu enteisenden Oberfläche gehalten wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- die ergänzenden Mittel (41), da die Radarkuppel (13) eine ebene Oberfläche hat, einen ebenen Rahmen haben, der um die Radarkuppel herum positioniert ist, um eine ebene Oberfläche damit zu bilden, die größer ist als die Radarkuppel;
- wobei, da die Diffusionsdüse (42) und der Sammler (43) auf beiden Seiten des Rahmens, über und unter der Radarkuppel, angeordnet sind, die Breiten der Düse (42) und des Sammlers (43) so definiert sind, dass ein laminarer Luftstrom entsteht, dessen Oberfläche größer ist als die Oberfläche der Radarkuppel, und der die gesamte Oberfläche der Radarkuppel (13) bedeckt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ergänzenden Mittel, da die Radarkuppel eine unebene Oberfläche (81) ist, eine unebene Oberfläche (84) mit einer Form aufweisen, die im Wesentlichen mit der der Radarkuppel identisch ist, mit einer im Wesentlichen gleichen dielektrischen Konstante, so an die Radarkuppel angepasst, dass ein dünner Innenraum für Luftzirkulation entsteht, wobei die Diffusionsdüsen (82) und der Sammler (83) auf den ergänzenden Mitteln konfiguriert und angeordnet sind, um einen laminaren Luftstrom im Innenraum zirkulieren zu lassen, wobei die Heißluft dem Innenraum durch die an der Basis der

Radarkuppel befindliche Diffusionsdüse (82) zugeführt und die gekühlte Luft von dem am Dach der Radarkuppel (81) befindlichen Sammler (83) zurückgewonnen wird.

4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Heizwiderstände (71, 72) an der Düse (42) und am Sammler (43) platziert sind, so dass bei Anlegen von Spannung daran Wärme freigesetzt wird, die bewirkt, dass ihre Öffnungen enteist werden.

Claims

1. Device for de-icing a surface of a radome housing an antenna, comprising:

- a hot air generator (16);
- a set of intake ducts (111) for directing the hot air produced by the generator towards the surface to be de-iced;
- a set of exhaust ducts (112) for returning cooled air towards the hot air generator;
- air circulation means (17, 18) for blowing the hot air produced by the generator into the set of intake ducts and for aspirating cooled air and circulating the cooled air towards the hot air generator through the set of exhaust ducts;

characterised in that it further comprises:

- an air diffusion nozzle (113) that is placed on the periphery of the surface, connected to the set of intake ducts and configured to diffuse, over the entire surface to be de-iced, the hot air exiting the set of intake ducts (111) in the form of a free laminar hot air flow covering the whole of said surface;
- an air manifold (114) that is placed on the periphery of the surface, connected to the set of exhaust ducts and configured to allow air to be aspirated on the surface to be de-iced, the air being aspirated by the air circulation means and returned to the hot air generator (16) through the set of exhaust ducts (112);
- supplementary means (41) arranged on the periphery of the surface to be de-iced and configured to form a frame allowing the laminar hot air flow distributed by the diffusion nozzle (113) to be maintained on the surface to be de-iced.

2. The device according to claim 1, **characterised in that**:

- with the radome (13) having a flat surface, the supplementary means (41) comprise a flat frame positioned around the radome in order to

form a flat surface therewith that is larger than the radome;

- with the diffusion nozzle (42) and the manifold (43) being arranged on either side of the frame, above and below the radome, the widths of the nozzle (42) and of the manifold (43) are defined so as to generate a laminar air flow, the surface area of which is greater than the surface of the radome and which covers the whole surface of the radome (13).

3. The device according to claim 1, **characterised in that**, with the radome being a non-flat surface (81), the supplementary means comprise a non-flat surface (84) having a shape substantially identical to that of the radome, with a substantially equal dielectric constant, which is adjusted to fit the radome so as to provide a thin internal space for air circulation, the diffusion nozzles (82) and the manifold (83) being configured and arranged on the supplementary means in order to circulate a laminar air flow in the internal space, the hot air being delivered to the internal space by the diffusion nozzle (82) located at the base of the radome and the cooled air being recovered by the manifold (83) located on the top of the radome (81).

4. The device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** heating resistors (71, 72) are placed on the nozzle (42) and on the manifold (43) so that powering them up releases heat that causes their openings to be de-iced.

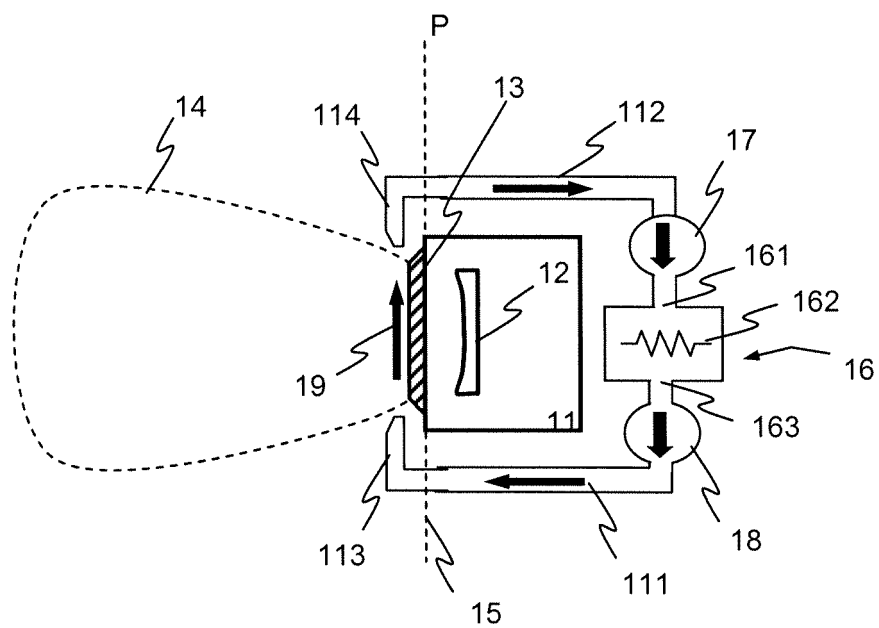


Fig.1

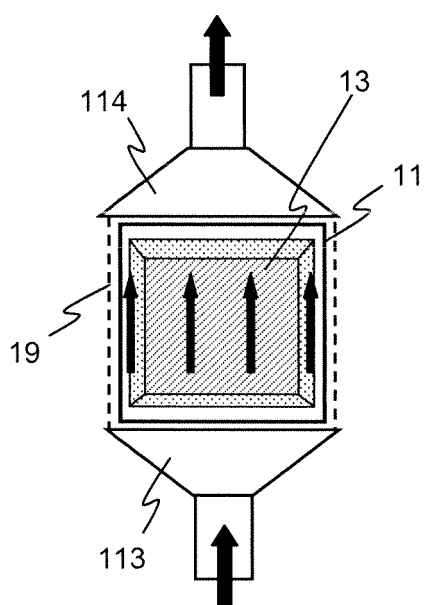


Fig.2

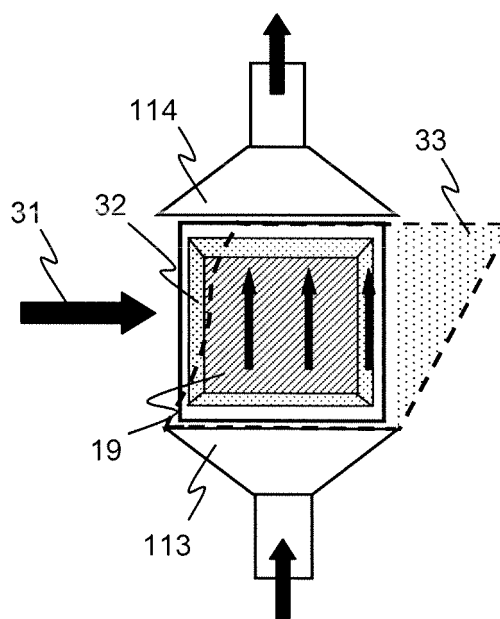


Fig.3

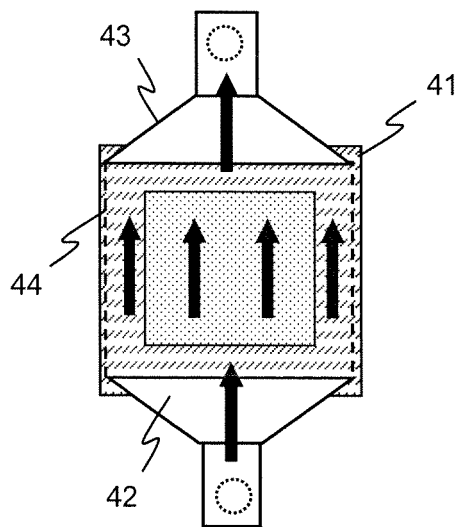


Fig. 4

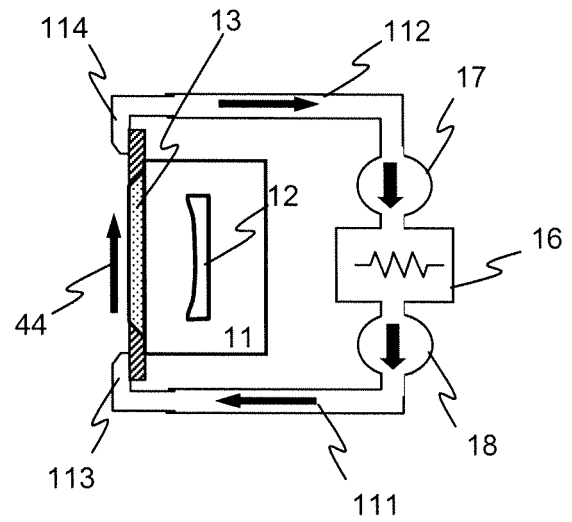


Fig. 5

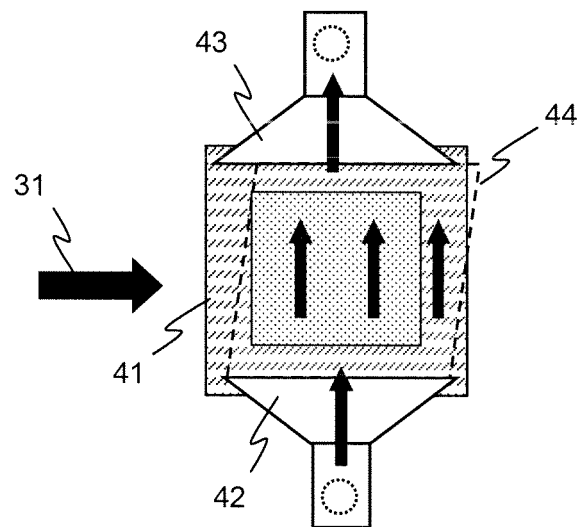


Fig. 6

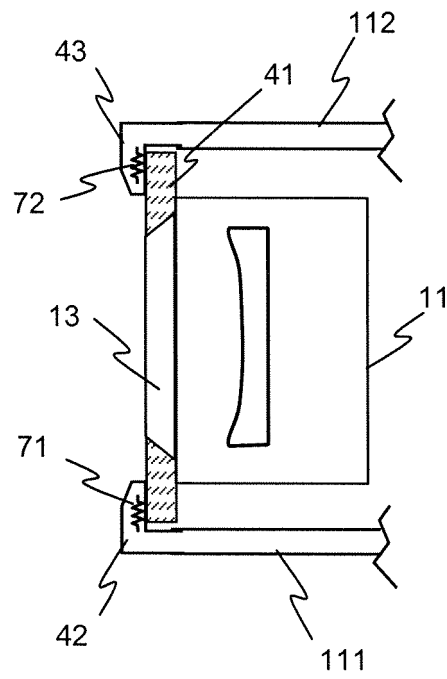


Fig.7

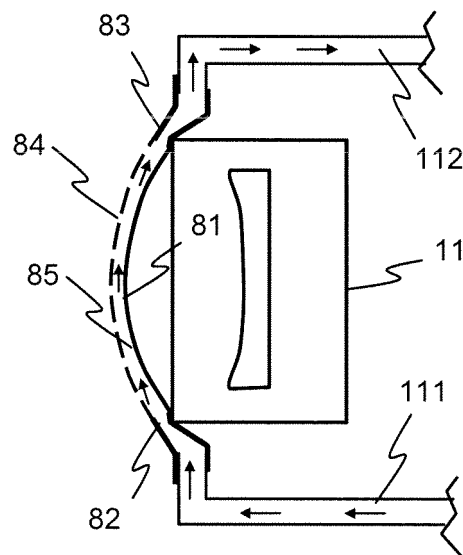


Fig.8

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 2631745 A [0007]
- WO 9711505 A [0007]
- JP 02109402 A [0007]
- JP 06061717 B [0007]