



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.10.2016 Bulletin 2016/43

(51) Int Cl.:
H01Q 1/28 (2006.01) **H01Q 21/00** (2006.01)
H01Q 21/06 (2006.01) **H01P 3/12** (2006.01)
H01Q 25/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16166576.5**

(22) Date de dépôt: **22.04.2016**

(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:
MA MD

(30) Priorité: **24.04.2015 FR 1500871**

(71) Demandeur: **THALES**
92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeurs:
• **BOSSHARD, Pierre**
31170 TOURNEFEUILLE (FR)
• **ODIN, Jean-Christophe**
31037 TOULOUSE Cedex 1 (FR)
• **SAINT MARTIN, Olivier**
31037 TOULOUSE Cedex 1 (FR)
• **ANDRIEU, Daniel**
31037 TOULOUSE Cedex 1 (FR)

(74) Mandataire: **Nguyen, Dominique et al**
Marks & Clerk France
Immeuble Visium
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(54) **ARCHITECTURE D'ANTENNE A PLUSIEURS SOURCES PAR FAISCEAU ET COMPORTANT UN RESEAU FOCAL MODULAIRE**

(57) L'antenne MFPB comporte une pluralité de sources RF à quatre accès et un BFN, le nombre de sources par faisceau étant égal à quatre, et une plaque d'interface (30) structurante unique, couvrant l'ensemble des accès des sources RF, et comportant une pluralité de guides d'onde traversants (31). Les guides d'onde traversants (31) sont disposés selon une matrice à plusieurs lignes et plusieurs colonnes. les sources RF sont regroupées en sous-ensembles (20, 21, 22) respectivement intégrés dans différents blocs de sources (15) in-

dépendants montés les uns à côté des autres sur la face avant de la plaque d'interface (30), les accès des sources RF de chaque bloc de sources étant raccordés aux guides d'onde traversants. Le BFN est constitué de plusieurs BFN partiels linéaires indépendants, appelés barrettes de BFN (BFN1, BFN2, BFN3), montés côte à côte sur la face arrière de la plaque d'interface (30), les différents accès des combineurs de puissance (23a, 23b) intégrés dans chaque barrette de BFN étant raccordés aux guides d'onde traversants.

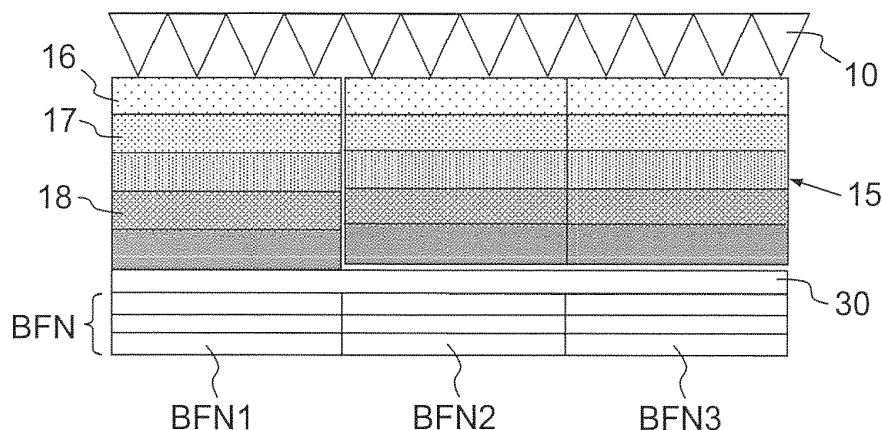


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne une architecture d'antenne à plusieurs sources par faisceau et comportant un réseau focal modulaire. Elle s'applique au domaine des applications spatiales telles que les télécommunications par satellite et plus particulièrement aux systèmes d'antennes MFPB (en anglais : Multiple Feeds Per Beam) embarqués sur un satellite afin d'assurer une mission à couverture mutifaisceaux.

[0002] Dans une antenne MFPB à plusieurs sources radiofréquences RF par faisceau, chaque faisceau est formé en combinant les accès de plusieurs sources radiofréquences d'un réseau focal, chaque source radiofréquence étant constituée d'un élément rayonnant connecté à une chaîne radiofréquence d'émission et de réception généralement à deux accès. Pour cela, les sources RF du réseau focal sont groupées en une pluralité de cellules élémentaires comportant le même nombre de sources RF et formant un maillage. Selon l'implantation des sources radiofréquences dans le réseau focal et le nombre sources radiofréquences dans chaque maille, la maille peut avoir différentes formes géométriques, par exemple carrée ou hexagonale. Les accès des sources radiofréquences de chaque maille peuvent alors être combinés entre eux pour former un faisceau. Pour obtenir un bon recouvrement des faisceaux, il est connu de réutiliser une ou plusieurs sources radiofréquences pour former des faisceaux adjacents. La réutilisation des sources radiofréquences est généralement réalisée selon deux dimensions de l'espace, ce qui nécessite classiquement, l'utilisation d'un réseau de formation de faisceaux BFN (en anglais : Beam Forming Network) complexe, qui comporte des circuits de combinaison de puissance disposés axialement, qui s'entrecroisent les uns avec les autres, et il est alors impossible de séparer physiquement les circuits de combinaison dédiés à la formation de faisceaux différents. Cette difficulté est accrue par l'usage de coupleurs communs à plusieurs sources radiofréquences, qui permettent la réutilisation des sources radiofréquences et l'indépendance des faisceaux entre eux. Ces antennes ne peuvent donc pas être construites et assemblées sous forme modulaire et le nombre de faisceaux qui peuvent être formés est limité.

[0003] Le document FR 2 939 971 décrit une source radiofréquence particulièrement compacte, comportant une chaîne RF à quatre accès dont deux accès d'émission fonctionnant respectivement dans deux polarisations P1, P2 orthogonales entre elles et deux accès de réception fonctionnant respectivement dans les deux polarisations P1 et P2. Les accès d'émission et les accès de réception fonctionnent respectivement dans deux bandes de fréquences différentes F1 et F2. Cette source radiofréquence comportant quatre accès indépendants, permet de former deux faisceaux indépendants à l'émission et à la réception.

[0004] Le document FR 2 993 716 décrit une architecture d'antenne MFPB d'émission et de réception com-

portant un réseau focal équipé de sources radiofréquences compactes à quatre accès, dans laquelle chaque faisceau est élaboré par un groupe de quatre sources radiofréquences du réseau, en combinant par quatre, les accès de même polarisation et de même fréquence de chacune des quatre sources radiofréquences. Cette antenne fonctionne à l'émission et à la réception, et deux faisceaux adjacents fonctionnant dans des polarisations orthogonales sont élaborés par deux groupes de sources RF différents, constitués chacun de quatre sources radiofréquences pouvant partager une ou deux sources radiofréquences, selon l'arrangement des quatre sources RF dans la maille. Cette architecture ne permet de réutiliser les sources radiofréquence que dans une seule dimension de l'espace et nécessite l'utilisation d'une deuxième antenne identique pour obtenir un bon recouvrement des faisceaux dans les deux dimensions de l'espace. Cette architecture d'antenne est donc particulièrement simple puisque deux faisceaux adjacents sont réalisés par des combinaisons d'accès différents, ce qui permet l'utilisation de BFN indépendants, chaque BFN comportant des circuits de combinaison dédiés à la formation d'un seul faisceau. Cependant ce document ne donne aucune information sur une possibilité de construction du réseau focal de l'antenne sous une forme modulaire, ni sur la possibilité d'un assemblage des sources et des BFN sans recouvrement entre les composants des différents BFN.

[0005] Le but de l'invention est de remédier aux problèmes des antennes MFPB connues et de réaliser une nouvelle architecture d'antenne MFPB dont la dimension peut être ajustée selon les besoins, sans limitation, comportant un réseau focal complètement modulaire permettant d'élaborer un très grand nombre de faisceaux, chaque module élémentaire étant fonctionnel et indépendant des autres modules, les différents modules élémentaires pouvant être assemblés de façon simple, sur un plan de joint unique, sans aucun recouvrement entre les composants des différents modules, et donc sans aucune contrainte hyperstatique.

[0006] Pour cela, l'invention concerne une antenne à plusieurs sources par faisceau comportant un réseau focal équipé d'une pluralité de sources radiofréquences RF et d'un réseau de formation de faisceaux BFN, chaque source RF comportant un cornet rayonnant relié à une chaîne RF d'émission et de réception, deux accès d'émission fonctionnant respectivement dans deux polarisations différentes orthogonales entre elles et deux accès de réception fonctionnant respectivement dans lesdites deux polarisations différentes, le nombre de sources RF par faisceau étant égal à quatre. Le réseau focal et le réseau de formation de faisceaux sont modulaires, les sources RF étant regroupées en sous-ensembles respectivement intégrés dans différents blocs de sources indépendants les uns des autres, comportant chacun au moins quatre sources RF et le réseau de formation de faisceaux BFN comportant plusieurs BFN partiels linéaires indépendants appelés barrettes de BFN.

L'antenne comporte en outre une plaque d'interface structurante unique comportant une face avant sur laquelle sont montés les différents blocs de sources, disposés les uns à côté des autres, et une face arrière sur laquelle les barrettes de BFN sont montées côte à côte, la plaque structurante comportant une pluralité de guides d'onde traversants débouchant sur les deux faces avant et arrière auxquels sont respectivement raccordés d'une part les différents accès des sources RF de chaque bloc de sources et d'autre part, des accès correspondants des BFN partiels linéaires, les accès correspondants des sources RF et des BFN partiels étant reliés entre eux par l'intermédiaire des guides d'onde traversants de la plaque d'interface.

[0007] Avantageusement, chaque bloc de sources peut être constitué d'un empilement de plusieurs couches planaires, chaque couche planeaire étant constituée de deux demi-coquilles métalliques complémentaires assemblées entre elles, les deux demi-coquilles de chaque couche planeaire intégrant des composants radiofréquences des chaînes RF de toutes les sources RF du bloc de sources, chaque chaîne RF étant raccordée à un cornet rayonnant correspondant.

[0008] Avantageusement, les guides d'ondes traversants de la plaque d'interface peuvent être respectivement disposés selon une matrice à plusieurs lignes et plusieurs colonnes et les accès d'émission et de réception des chaînes RF peuvent avoir tous la même orientation.

[0009] Avantageusement, les sources RF adjacentes dans le réseau focal ont des accès d'émission et des accès de réception respectivement reliés quatre par quatre par les combineurs de puissance intégrés dans les barrettes de BFN, deux groupes de quatre sources consécutifs dans le réseau focal partageant deux sources en commun selon une seule direction du réseau focal et les barrettes de BFN s'étendent parallèlement à ladite direction du réseau focal correspondant au partage de sources.

[0010] Avantageusement, la plaque d'interface peut comporter, en périphérie du réseau focal, des guides d'onde traversants disponibles, raccordés à des accès d'émission et de réception de sources RF mais non connectés à des accès d'une barrette de BFN, les guides d'onde traversants disponibles comportant un matériau absorbant contenant du carbone.

[0011] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la suite de la description donnée à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés qui représentent :

- figure 1 : un schéma, en coupe transversale, d'un exemple de réseau focal modulaire, selon l'invention ;
- figures 2a et 2b: deux schémas en perspective et en vue de dessous, illustrant, respectivement, un exemple de sources RF à quatre accès, et un exemple de

disposition des quatre accès, selon l'invention ;

- figure 3a : un schéma, en perspective, d'un exemple de bloc de sources, selon l'invention ;
- figures 3b et 3c : deux schémas, en vue de dessous, de deux exemples d'arrangement des accès du bloc de sources de la figure 3a, selon l'invention ;
- figure 4 : un schéma illustrant un arrangement des trous traversants débouchant sur les faces avant et arrière d'une plaque d'interface structurante, selon l'invention ;
- figure 5a : un schéma, en vue partielle de dessous, illustrant un exemple de position des barrettes de BFN partiels et les différents groupes d'accès combinés sur une plaque d'interface structurante, selon l'invention ;
- figure 5b: une vue de détail de deux groupes de sources adjacents partageant deux sources RF avec la combinaison des accès pour la formation de deux faisceaux d'émission et de deux faisceaux de réception, selon l'invention ;
- figure 6 : un schéma en perspective, d'un exemple d'aménagement des barrettes de BFN partiels, sur la plaque d'interface structurante, selon l'invention.

[0012] L'invention concerne une architecture d'antenne fonctionnant à l'émission et à la réception. La formation des faisceaux est donc réalisé dans les deux bandes de fréquence d'émission et de réception. Cependant, pour obtenir un bon recouvrement des faisceaux dans les deux directions de l'espace, il est nécessaire d'utiliser deux antennes dédiées aux deux bandes de fréquence, les deux antennes ayant une architecture identique. La suite de la description est limitée à une seule antenne fonctionnant en émission et en réception.

[0013] La figure 1 est un schéma en coupe transversale, illustrant un exemple de réseau focal modulaire, selon l'invention. Le réseau focal comporte une pluralité de blocs de sources 15 (en anglais : cluster sources), une pluralité de sous-réseaux de formation de faisceaux, BFN1, BFN2, BFN3, appelés BFN partiels, et une plaque d'interface structurante 30 couvrant l'ensemble des accès des sources RF. Chaque bloc de sources comporte un sous-ensemble de plusieurs sources radiofréquences RF, comportant des chaînes RF d'émission Tx et de réception Rx complètement intégrées. Tous les blocs de sources 15 comportent un nombre identique de N sources RF, où N est un nombre entier supérieur ou égal à quatre, agencées selon une matrice comportant au moins deux lignes et au moins deux colonnes. A titre d'exemple non limitatif, la figure 3a illustre un bloc de sources comportant huit sources RF agencées en quatre lignes et deux colonnes. Selon l'invention, comme représenté sur les figures 2a et 2b, chaque source RF comporte un cornet rayonnant 10 connecté à une chaîne RF 11 munie de quatre accès d'émission ou de réception Tx1, Tx2, Rx1, Rx2, la chaîne RF pouvant, par exemple, être similaire à celle décrite dans le document FR 2 993 716. Chaque chaîne RF comporte un transducteur or-

thomode diplexant OMT et des filtres. La formation de la polarisation circulaire est assurée par des coupleurs et/ou par un polariseur pour les accès de réception Rx. Alternativement, la chaîne RF peut être conçue pour fonctionner en polarisation linéaire. Avantagusement, pour que chaque bloc de sources soit le plus compact possible, les différentes chaînes RF peuvent être fabriquées en deux parties complémentaires, appelées demi-coquilles, par un procédé d'usinage connu, les deux demi-coquilles étant ensuite assemblées entre elles par tout type de liaison connues, classiquement par des vis, ou alternativement, par soudure, ou par collage.

[0014] Avantagusement, toutes les chaînes RF intégrées dans un même bloc de sources peuvent être usinées ensemble, les unes à côté des autres, dans des demi-coquilles métalliques communes à toutes les sources RF du bloc de sources. Dans ce cas, l'assemblage d'un bloc de sources consiste à assembler les demi-coquilles deux à deux, puis à empiler les coquilles assemblées dans des couches planaires différentes 16, 17, et enfin, à empiler et assembler des couches planaires additionnelles 18 contenant les coupleurs et les polariseurs axiaux. La fabrication de tous les composants radiofréquences par usinage dans des pièces métalliques communes à toutes les sources RF, procure une très grande robustesse de chaque chaîne RF vis-à-vis des dispersions de performances liées à la fabrication des composants. En effet, tous les composants correspondant à une même bande de fréquence étant localisés dans une même couche physique, tous les chemins électriques dédiés aux deux polarisations de chaque chaîne RF sont symétriques et induisent donc la même dispersion de phase.

[0015] Chaque bloc de sources présente alors l'avantage d'avoir une architecture multicouches plane comportant un premier étage constitué des éléments rayonnants, par exemple des cornets, un deuxième étage comportant les chaînes RF raccordées aux différents cornets, et trois étages intégrant des coupleurs et des polariseurs axiaux.

[0016] Comme représenté sur les deux arrangements illustrés, en vues de dessous, sur les figures 3b et 3c, les quatre accès d'émission Tx1, Tx2 et de réception Rx1, Rx2 de chaque source RF sont aménagés côte à côte sur la face arrière du bloc de sources 15. Les accès correspondant à différentes sources RF sont orientés parallèlement entre eux et sont agencés selon une matrice, dans le même arrangement de lignes et de colonnes que les cornets rayonnants des sources RF correspondantes, par exemple quatre lignes et deux colonnes dans le cas des figures 3a, 3b et 3c. La seule différence entre les deux arrangements représentés sur les figures 3b et 3c concerne la direction d'orientation des accès qui peut être réalisée selon une direction X correspondant à la direction des lignes, ou selon une direction Y correspondant à la direction des colonnes, les directions X et Y pouvant être orthogonales dans le cas d'une maille carrée comme représenté sur les figures 3b et 3c, ou être

orientées à 30° ou à 60° dans le cas d'une maille hexagonale comme représenté sur les figures 5a et 5b. Dans l'arrangement représenté sur la figure 3b, dans chaque ligne, pour toutes les sources RF, les accès correspondant à la même fréquence et à la même polarisation sont disposés dans le même ordre et sont donc alignés entre eux. Dans l'arrangement représenté sur la figure 3c, dans chaque colonne, pour toutes les sources RF, les accès correspondant à la même fréquence et à la même polarisation sont disposés dans le même ordre et sont donc alignés entre eux. Bien entendu, les dénominations « ligne » et « colonne » sont arbitraires et peuvent être inversées sans que l'invention ne soit modifiée.

[0017] Les différents accès des sources RF intégrées dans chaque bloc de sources 15 sont destinés à être raccordés à des guides d'ondes traversants 31 correspondants, ouverts à leurs deux extrémités opposées, aménagés dans la plaque d'interface structurante 30 commune à tous les blocs de sources 15 du réseau focal de l'antenne. La plaque d'interface structurante 30 a des dimensions qui correspondent aux dimensions dudit réseau focal et couvre donc la totalité de la surface du réseau focal. La plaque d'interface structurante 30 comporte au moins autant de guides d'ondes traversants 31 qu'il y a d'accès de sources RF à raccorder, les guides d'onde traversants débouchant sur deux faces opposées, respectivement avant et arrière, de la plaque d'interface structurante. La disposition des guides d'onde traversants est identique à la disposition en matrice des accès des blocs de sources comme représenté sur la figure 4. Ainsi, tous les blocs de sources 15 sont montés côte à côte sur une face avant de la plaque d'interface structurante, sans aucun recouvrement entre eux, et tous les accès des sources RF intégrées dans les blocs de sources sont connectés à des guides d'onde traversants respectifs intégrés dans la plaque d'interface structurante.

[0018] Comme représenté sur les figures 5a et 5b, chaque faisceau est élaboré par un groupe 20, 21, 22 de quatre sources RF du réseau focal, les quatre sources RF étant disposées selon une matrice à deux lignes et deux colonnes, en combinant, par l'intermédiaire des guides d'onde traversants 31 de la plaque d'interface 30, les accès de même polarisation et de même fréquence de chacune des quatre sources RF. Dans chaque groupe de quatre sources RF, un seul des accès d'émission, par exemple Tx1, et un seul des accès de réception, par exemple Rx1, de chaque source RF sont combinés aux accès correspondants des trois autres sources RF du groupe par des combineurs de puissance dédiés 23a, 23b. Ainsi, avec chaque groupe de quatre sources RF sont élaborés un faisceau d'émission et un faisceau de réception. Chaque source RF comportant deux accès d'émission et deux accès de réception, il reste donc un accès d'émission Tx2 et un accès de réception Rx2 disponibles qui peuvent être utilisés pour former un autre faisceau d'émission et un autre faisceau de réception avec des sources RF d'un autre groupe adjacent.

[0019] Deux faisceaux adjacents fonctionnant dans des polarisations orthogonales sont élaborés par deux groupes de sources RF adjacents, constitués chacun de quatre sources RF. Les accès combinés dans les deux groupes adjacents 20, 21 ont la même fréquence mais des polarisations différentes. Pour cela, en émission et en réception, le deuxième accès disponible est combiné avec des accès correspondants d'un groupe de quatre sources RF adjacents. Selon une direction du réseau focal, par exemple selon la direction X, les deux groupes adjacents 20, 21 comportent deux sources en commun et partagent donc deux sources RF parmi les quatre. Dans l'autre direction, par exemple la direction Y, aucune source RF n'est partagée entre les groupes de sources adjacents 20, 22. La réutilisation de deux sources RF parmi les quatre est donc réalisée selon une seule direction du réseau focal.

[0020] Comme il n'y a un partage de sources que dans une seule direction du réseau focal, la formation des différents faisceaux peut être réalisée en utilisant des BFN partiels linéaires, indépendants et sans aucun recouvrement entre eux, chaque BFN partiel, BFN1, BFN2, BFN3, étant dédié la formation d'une ligne de faisceaux. Les BFN partiels s'étendent selon la direction du réseau focal correspondant à la direction où il y a un partage de sources entre les groupes adjacents, c'est-à-dire selon la direction X dans notre exemple. Chaque BFN partiel peut alors être fabriqué sous une forme modulaire, appelée barrette de BFN, chaque barrette de BFN comportant tous les combineurs de puissance 23a, 23b nécessaires à la combinaison des accès des sources RF, quatre par quatre, pour la formation d'une ligne de faisceaux. La barrette de BFN s'étend parallèlement aux lignes d'accès à combiner, a une largeur correspondant à la largeur de deux colonnes d'accès du réseau focal et a une longueur correspondant à la longueur d'une ligne du réseau focal. Le réseau focal comporte un BFN partiel par ligne de faisceaux à former. Chaque barrette de BFN comporte une face avant munie de deux lignes d'accès d'entrée arrangés selon une matrice identique à celle de deux lignes de guides d'onde traversants 31 de la plaque d'interface 30 structurante et comporte une face arrière munie de deux accès de sortie de faisceau, respectivement d'émission et de réception, par groupe de quatre sources RF. Ainsi, comme représenté sur le schéma de la figure 6, toutes les barrettes de BFN partiels, BFN1, BFN2, BFN3, sont montées côte à côte sur une face arrière de la plaque d'interface structurante 30, sans aucun recouvrement entre elles, et tous les accès d'entrée des BFN partiels sont connectés à des guides d'onde traversants respectifs intégrés dans la plaque d'interface structurante. Comme chaque guide d'onde traversant est connecté à un accès d'une source RF appartenant à un bloc de sources 15 monté sur la face avant de la plaque d'interface structurante 30, les accès d'entrée de chaque BFN partiel sont reliés à des accès respectifs des sources RF intégrées dans les blocs de sources par l'intermédiaire des guides d'onde traversants de la plaque d'interface

structurante. A la périphérie du réseau focal, il peut y avoir certains guides d'onde traversants 19 disponibles qui sont raccordés à des accès des sources RF mais qui ne sont pas utilisés pour la formation des faisceaux et donc non connectés aux accès d'un BFN partiel. Dans ce cas, pour absorber l'énergie RF rayonnée par les accès des sources RF, non utilisés, un matériau absorbant est inséré localement dans les guides d'onde traversants disponibles de la plaque d'interface structurante auxquels sont raccordés les accès non utilisés. Avantageusement, le matériau absorbant contient du carbone, tel que par exemple du carbure de silicium.

[0021] Cette architecture d'antenne ne permet de réutiliser les sources radiofréquence que dans une seule dimension de l'espace et nécessite l'utilisation d'une deuxième antenne identique pour obtenir un bon recouvrement des faisceaux dans les deux dimensions de l'espace. Cette architecture d'antenne est donc particulièrement simple puisque deux faisceaux adjacents sont réalisés par des combinaisons d'accès différents, sans utilisation de coupleurs, ce qui permet l'utilisation de combineurs de puissance indépendants dédiés à la formation d'un seul faisceau.

[0022] La plaque d'interface structurante assure le support, l'assemblage et les interconnexions entre tous les blocs de sources et tous les BFN partiels sur un plan de joint unique et permet un total découplage entre les différentes sources RF intégrées dans les blocs de sources élémentaires montés sur sa face avant et les différents BFN partiels montés sur sa face arrière. Contrairement aux architectures d'antenne classiques, le nombre de chaînes RF intégrées dans chaque bloc de sources n'est pas figé et peut être adapté à volonté en fonction de la forme de la couverture à réaliser. Par ailleurs, il est possible d'incorporer des guides d'onde traversants torsadés (en anglais : twisted) dans la plaque d'interface structurante. La plaque d'interface structurante permet alors de connecter des chaînes RF et des BFN ayant des guides d'onde de sections différentes ainsi que des guides d'onde ayant des orientations différentes, ce qui permet de simplifier la conception des BFN. L'orientation des accès des chaînes RF étant identique pour toutes les sources RF, cela permet de faciliter le routage des combineurs de puissance au sein des BFN dans un plan parallèle au réseau focal, sans recouvrement entre les BFN et de diminuer l'encombrement de chaque source RF et la taille de la maille du réseau focal.

[0023] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec des modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

Revendications

1. Antenne à plusieurs sources par faisceau compor-

tant un réseau focal équipé d'une pluralité de sources radiofréquences RF et d'un réseau de formation de faisceaux BFN, chaque source RF comportant un cornet rayonnant (10) relié à une chaîne RF (11) d'émission et de réception, deux accès d'émission (Tx1, Tx2) fonctionnant respectivement dans deux polarisations différentes orthogonales entre elles et deux accès de réception (Rx1, Rx2) fonctionnant respectivement dans lesdites deux polarisations différentes, le nombre de sources RF par faisceau étant égal à quatre, **caractérisée en ce que** le réseau focal et le réseau de formation de faisceaux sont modulaires, les sources RF étant regroupées en sous-ensembles respectivement intégrés dans différents blocs de sources (15) indépendants les uns des autres, comportant chacun au moins quatre sources RF et le réseau de formation de faisceaux BFN comportant plusieurs BFN partiels linéaires indépendants (BFN1, BFN2, BFN3), appelés barrettes de BFN, et **en ce qu'**elle comporte en outre une plaque d'interface (30) structurante unique comportant une face avant sur laquelle sont montés les différents blocs de sources (15), disposés les uns à côté des autres, et une face arrière sur laquelle les barrettes de BFN sont montées côte à côte, la plaque structurante comportant une pluralité de guides d'onde traversants (31) débouchant sur les deux faces avant et arrière auxquels sont respectivement raccordés d'une part les différents accès des sources RF de chaque bloc de sources et d'autre part, des accès correspondants des BFN partiels linéaires, les accès correspondants des sources RF et des BFN partiels étant reliés entre eux par l'intermédiaire des guides d'onde traversants (31) de la plaque d'interface (30).

2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** chaque bloc de sources (15) est constitué d'un empilement de plusieurs couches planaires (16, 17, 18), chaque couche planaire étant constituée de deux demi-coquilles métalliques complémentaires assemblées entre elles, les deux demi-coquilles de chaque couche planaire intégrant des composants radiofréquences des chaînes RF (11) de toutes les sources RF du bloc de sources, chaque chaîne RF étant raccordée à un cornet rayonnant (10) correspondant.
3. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les guides d'ondes traversants (31) de la plaque d'interface (30) sont respectivement disposés selon une matrice à plusieurs lignes et plusieurs colonnes et **en ce que** les accès d'émission et de réception des chaînes RF (11) ont tous la même orientation.
4. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les sources RF adja-

centes dans le réseau focal ont des accès d'émission et des accès de réception respectivement reliés quatre par quatre par des combineurs de puissance (23a, 23b) intégrés dans les barrettes de BFN (BFN1, BFN2, BFN3), deux groupes (20, 21) de quatre sources consécutifs dans le réseau focal partageant deux sources en commun selon une seule direction du réseau focal et **en ce que** les barrettes de BFN s'étendent parallèlement à ladite direction du réseau focal correspondant au partage de sources.

5. Antenne selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la plaque d'interface (30) comporte, en périphérie du réseau focal, des guides d'onde traversants disponibles (19), raccordés à des accès d'émission et de réception de sources RF mais non connectés à des accès d'une barrette de BFN, lesdits guides d'onde traversants disponibles (19) comportant un matériau absorbant contenant du carbone.

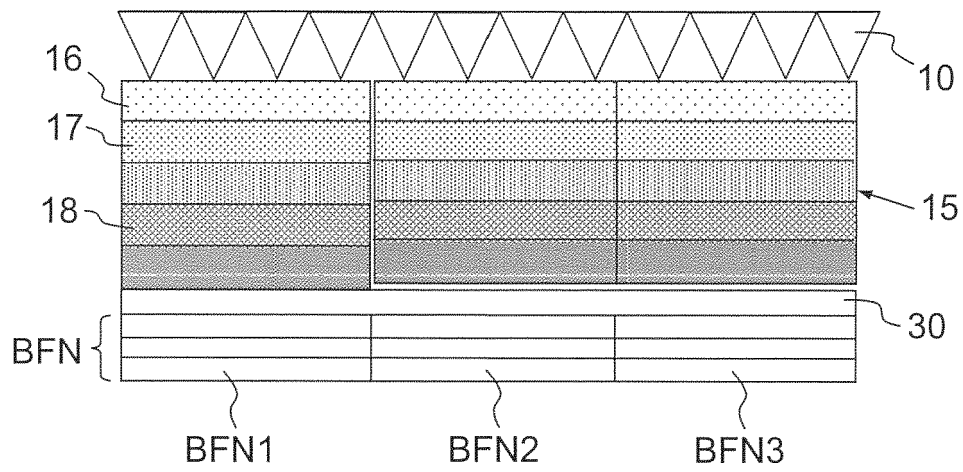


FIG. 1

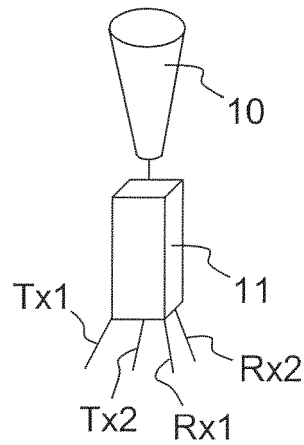


FIG. 2a

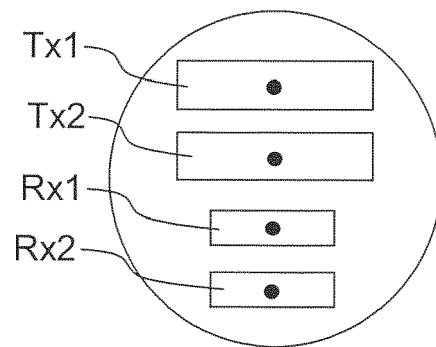


FIG. 2b

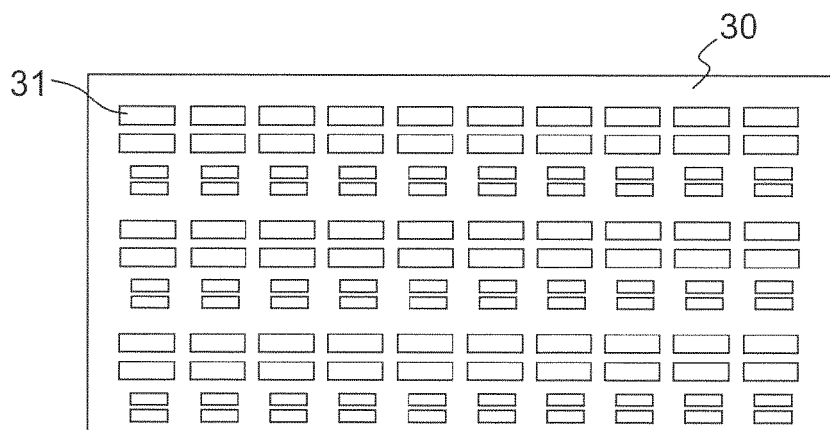
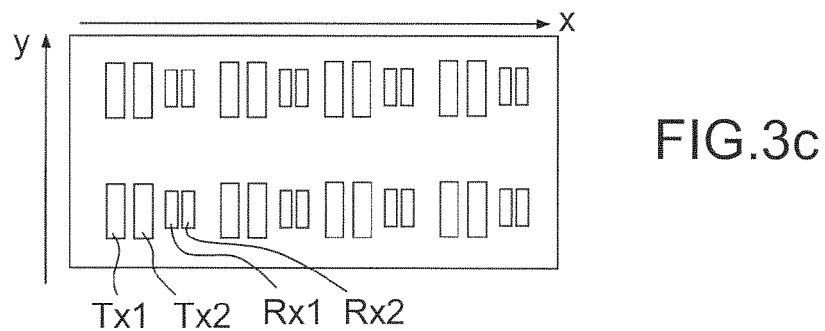
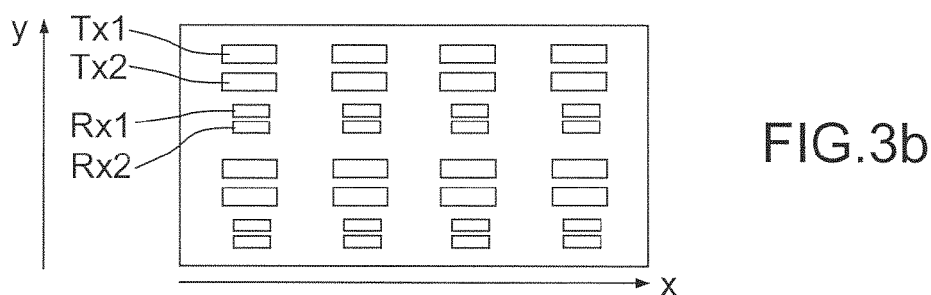
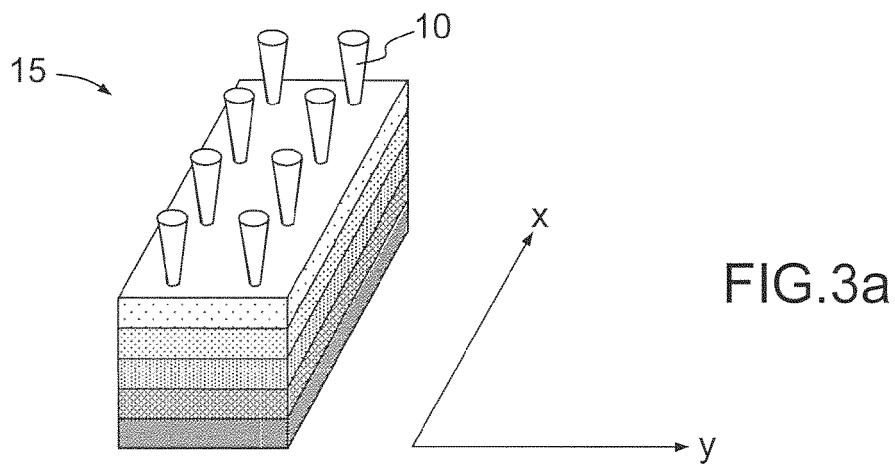


FIG. 4

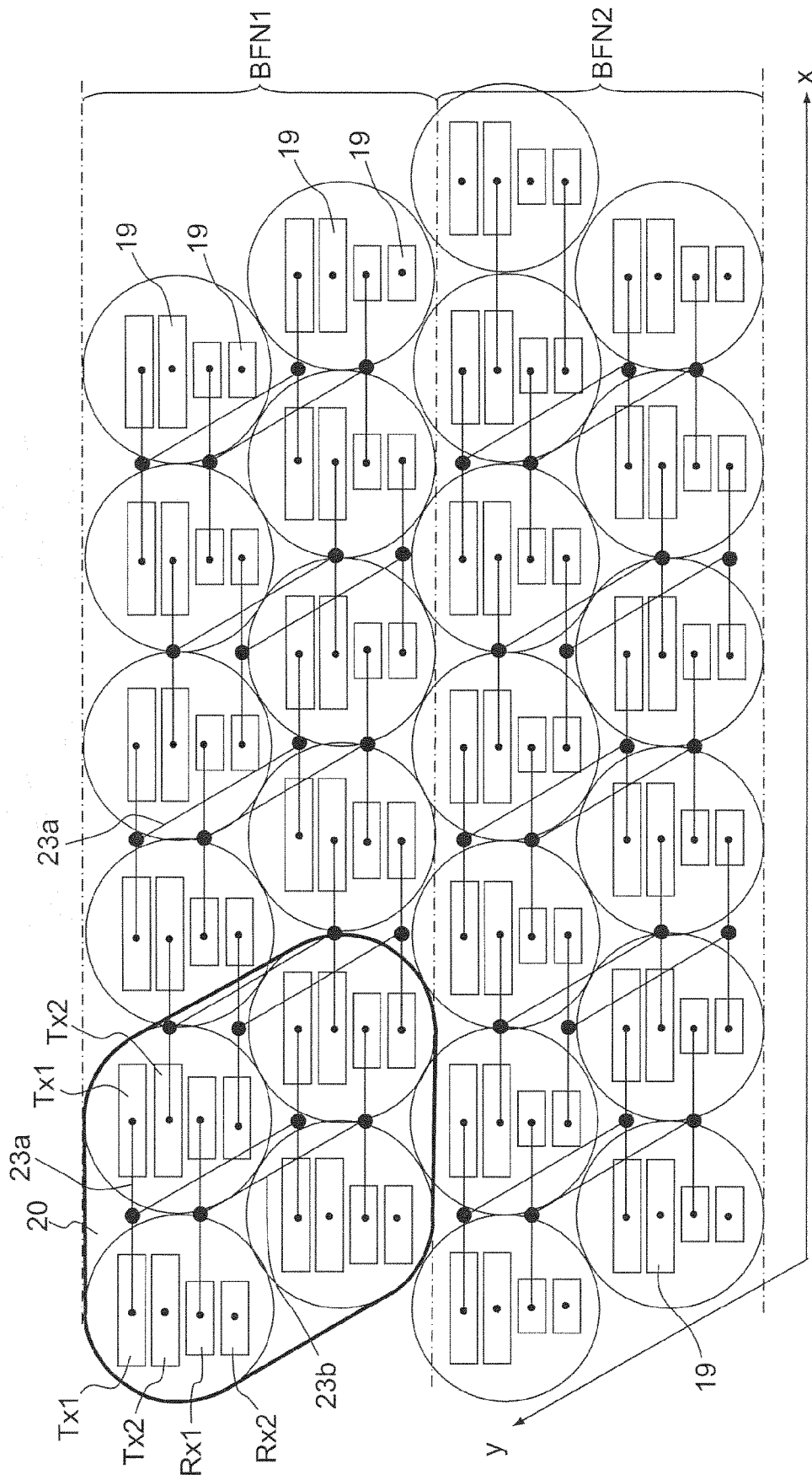


FIG.5a

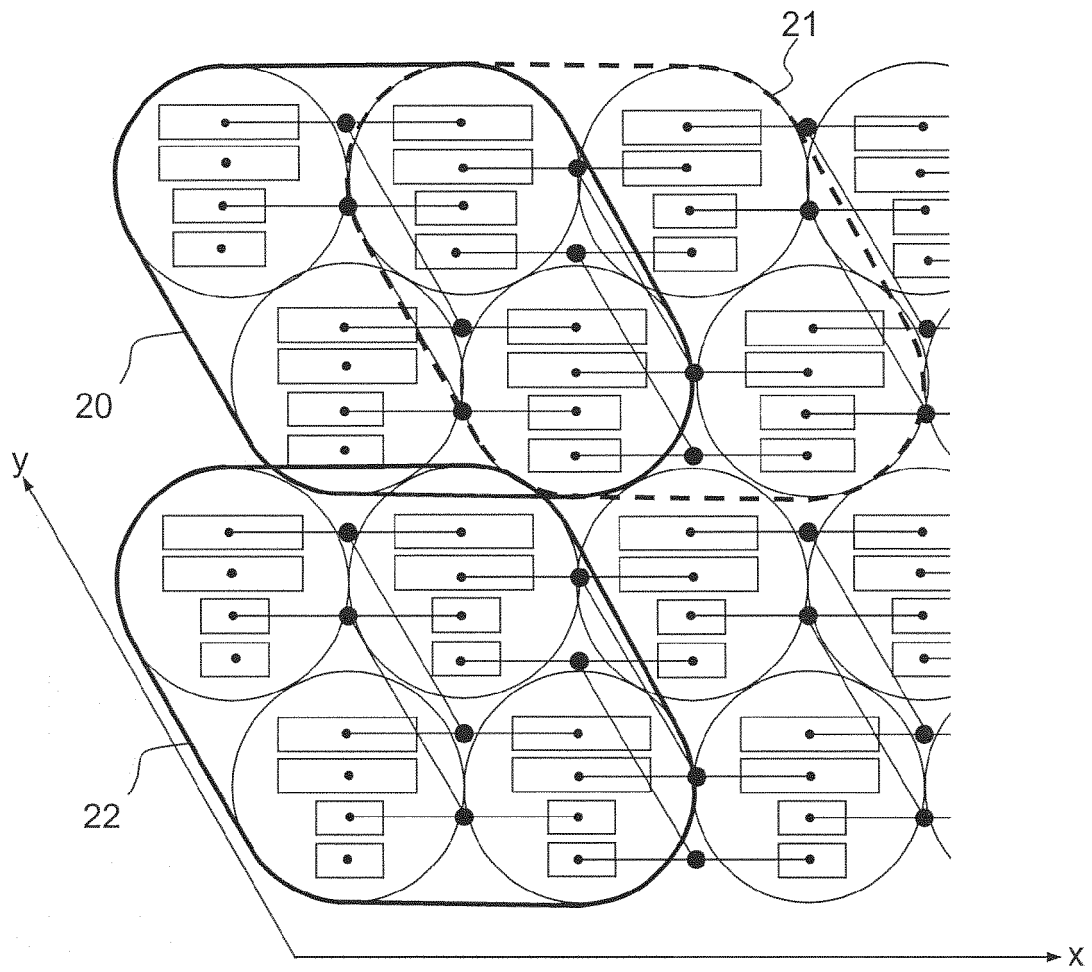


FIG. 5b

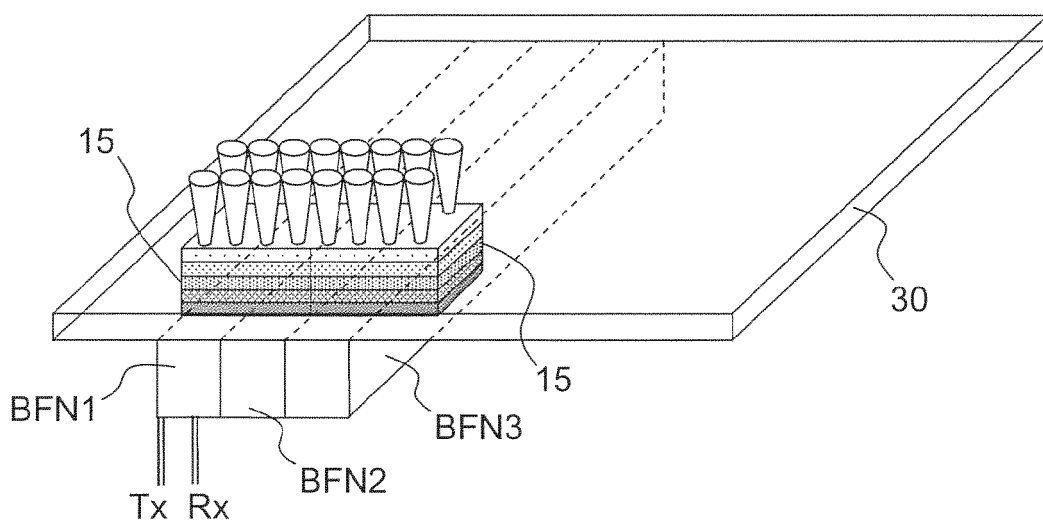


FIG. 6



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 16 6576

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)
Y	US 2014/022138 A1 (BOSSHARD PIERRE [FR] ET AL) 23 janvier 2014 (2014-01-23) * page 2, alinéa 9 - page 2, alinéa 10 * * page 3, alinéa 32 - page 3, alinéa 34; figures 1, 2 * * page 3, alinéa 37 - page 5, alinéa 46; figures 4-6 *	1-5	INV. H01Q1/28 H01Q21/00 H01Q21/06 ADD. H01P3/12 H01Q25/00
Y	US 2009/315796 A1 (KODAMA KATSUHISA [JP]) 24 décembre 2009 (2009-12-24) * page 4, alinéa 60 - page 4, alinéa 66; figures 4-8 *	1-5	
Y	FR 2 764 738 A1 (THOMSON CSF [FR]) 18 décembre 1998 (1998-12-18)	2,3	
A	* page 2, ligne 32 - page 6, ligne 23; figures 1-4 *	1,4	
A	"Reflexionsfreie Abschlusswiderstände und Dämpfungsglieder", TASCHENBUCH DER HOCHFREQUENZTECHNIK,, 1 janvier 1968 (1968-01-01), pages 443-445, XP001367596, * Chapitre 17; page 443 - page 444; figures 17.1 - 17.8 *	5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01Q H01P
A	EP 2 822 095 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 7 janvier 2015 (2015-01-07) * page 3, alinéa 7 - page 4, alinéa 14; figures 1, 2 *	1-4	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 25 août 2016	Examineur Blech, Marcel
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 16 16 6576

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.

25-08-2016

10

Document brevet cité
au rapport de recherche

Date de
publication

Membre(s) de la
famille de brevet(s)

Date de
publication

15

US 2014022138 A1 23-01-2014 CA 2821250 A1 20-01-2014
EP 2688142 A1 22-01-2014
FR 2993716 A1 24-01-2014
JP 2014023162 A 03-02-2014
US 2014022138 A1 23-01-2014

20

US 2009315796 A1 24-12-2009 DE 102008056705 A1 31-12-2009
JP 4592786 B2 08-12-2010
JP 2010004164 A 07-01-2010
US 2009315796 A1 24-12-2009

25

FR 2764738 A1 18-12-1998 EP 0919071 A1 02-06-1999
FR 2764738 A1 18-12-1998
IL 128420 A 21-04-2002
JP 2000517145 A 19-12-2000
US 6198456 B1 06-03-2001
WO 9857391 A1 17-12-1998

30

EP 2822095 A1 07-01-2015 EP 2822095 A1 07-01-2015
US 2014375525 A1 25-12-2014

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

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

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

- FR 2939971 [0003]
- FR 2993716 [0004] [0013]