

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 925 230**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **07 08848**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 01 P 5/12 (2006.01), H 03 F 3/60**

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 18.12.07.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.06.09 Bulletin 09/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *THALES Société anonyme* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : FRAYSSE JEAN PHILIPPE,
DENOUAL JEAN MICHEL et PEDEN ALAIN.

⑦3 Titulaire(s) :

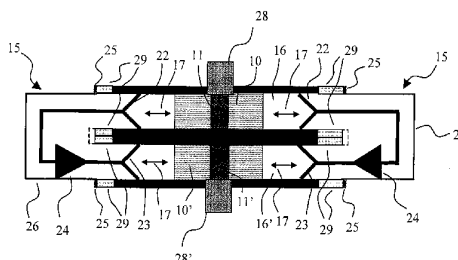
⑦4 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

⑤4 DISPOSITIF D'AMPLIFICATION DE PUISSANCE RADIALE A COMPENSATION DE DISPERSION DE PHASE DES VOIES AMPLIFICATION.

⑤7 Un système de combinaison de puissance radiale comprenant:

- un diviseur radial (10) comprenant des accès en guides d'onde rectangulaires (16) en périphérie;
- un combineur radial (10'), superposé au diviseur radial, comprenant des accès en guides d'onde rectangulaires (16') en périphérie;
- une première transition d'entrée (11) émettant un premier signal au centre du diviseur radial;
- une seconde transition de sortie (11') captant le premier signal amplifié vers la sortie du combineur radial (10');
- au moins deux voies amplificatrices (15) comprenant:
 - une troisième transition (22) d'entrée apte à coopérer avec les guides (16);
 - une quatrième transition (23) de sortie apte à coopérer avec les guides (16') et;
 - au moins un amplificateur (24).

Le système selon l'invention comprend des moyens de réglages du positionnement des voies amplificatrices permettant ainsi d'ajuster le déphasage des différentes voies.



FR 2 925 230 - A1



DISPOSITIF D'AMPLIFICATION DE PUISSANCE RADIALE A COMPENSATION DE DISPERSION DE PHASE DES VOIES AMPLIFICATRICES

La présente invention concerne le domaine des amplificateurs hyperfréquences à semi-conducteurs et plus particulièrement les systèmes de combinaison de puissance. Parmi les différentes techniques de combinaisons, le domaine de l'invention se situe dans les systèmes de combinaisons de puissance radiales.

La puissance de sortie des éléments semi-conducteurs diminuant avec l'augmentation de la fréquence de fonctionnement, il est nécessaire de combiner plusieurs amplificateurs semi-conducteurs élémentaires pour atteindre les puissances de sortie requises par certaines applications telles que les émetteurs de télémétrie d'instruments haut-débit des satellites par exemple.

Aujourd'hui, les systèmes de combinaison de puissance utilisés dans le domaine spatial ne sont pas adaptés pour combiner réellement efficacement plus de 4 amplificateurs élémentaires aux fréquences millimétriques. Une conséquence de cette limitation conduit parfois à concevoir des composants à semi-conducteurs en privilégiant la puissance de sortie au détriment du rendement en puissance ajoutée et de la criticité des conceptions.

Par ailleurs, ces combinaisons sont parfois insuffisantes et limitatives pour obtenir les puissances de sortie des SSPA, signifiant « Solid State Power Amplifier » dans la terminologie anglo-saxonne, requises pour répondre aux réels besoins des applications.

Les systèmes de combinaison de puissance comportent généralement un diviseur, un amplificateur et un combineur permettant à partir d'un signal d'entrée de délivrer un signal de sortie amplifié. Ces systèmes comportent généralement des transitions permettant de changer de structures de propagation telles que d'une structure planaire vers un guide d'onde rectangulaire ou un guide d'onde coaxial par exemple.

Aujourd'hui, les principales technologies de combinaisons de puissance se déclinent selon une première catégorie de combinaison de puissance dite arborescente, une seconde catégorie de combinaison de puissance dite spatiale et une troisième catégorie de combinaison de puissance dite radiale.

Les techniques de combinaison arborescentes planaires permettent de combiner efficacement deux ou quatre amplificateurs. Toutefois, ces techniques ne sont pas adaptées pour combiner un grand nombre d'amplificateurs car l'augmentation du nombre d'étages de combinaison et l'allongement des lignes de liaison entre les additionneurs du combineur conduisent à dégrader très sensiblement le signal par des pertes de combinaison.

Afin de minimiser ces pertes de combinaison, des guides d'onde métalliques peuvent être utilisés à la place des lignes de propagation planaires. Dans ce cas de figure, il est alors nécessaire de rajouter entre le combineur et les amplificateurs élémentaires des transitions afin d'assurer la propagation des signaux entre les lignes planaires des amplificateurs élémentaires et les guides d'onde métalliques du combineur. Le rajout de ces transitions et surtout la taille des guides d'onde métalliques utilisés conduit à un encombrement important de ce type de combineur. Il n'est donc pas adapté pour combiner un grand nombre d'amplificateurs.

Les combinaisons arborescentes telles que représentées dans la figure 1 comprennent généralement un diviseur 1 permettant de diviser un signal d'entrée 5 dans différentes voies amplificatrices 2. Les différents signaux amplifiés sortant des voies amplificatrices peuvent être propagés et combinés dans différents étages d'additionneur binaire en guide d'onde rectangulaire 4, 4', 4'' à partir d'une transition 3. Un signal amplifié et combiné 6 peut alors être traité en aval.

Les techniques de combinaisons spatiales telles que la solution développée dans le brevet US5736908 sont caractérisées en ce que le dispositif d'amplification comprend plusieurs voies amplificatrices, généralement sous forme de plateaux, se superposant. Le signal d'entrée se répartit sur les voies amplificatrices grâce à la distribution spatiale de

l'énergie du signal et se re-combine en sortie une fois amplifié suivant le même principe. Ces techniques présentent plusieurs inconvénients.

Le premier inconvénient résulte d'une combinaison de nombreux amplificateurs avec cette technique. Il est alors nécessaire d'ajouter des
5 dispositifs supplémentaires pour pouvoir exciter et combiner uniformément toutes les voies amplificatrices. Ces dispositifs supplémentaires rajoutant des pertes, l'efficacité de combinaison de ce type de combineur est dégradée.

Un second inconvénient est la difficulté d'obtenir une évacuation efficace de la puissance dissipée par les différentes voies amplificatrices
10 superposées. Ceci a pour conséquence, avec ce type de technique de combinaison, lorsque de nombreux amplificateurs sont combinés, de rendre difficile le respect des contraintes imposées par le domaine spatial sur les températures maximales de jonction des composants à semi-conducteurs, ces dernières ne devant pas être dépassées.

En dernier lieu, un inconvénient est la relative dépendance des voies
15 amplificatrices, une panne survenant dans l'une des voies amplificatrices, celle-ci peut perturber fortement le fonctionnement général du dispositif d'amplification.

Les techniques de combinaisons radiales telles que les solutions
20 proposées dans les brevets US4700145, US4641106 et US4931747 sont caractérisées en ce que le dispositif d'amplification comprend plusieurs voies amplificatrices, chacune se connectant aux extrémités de deux guides d'onde radiaux, les extrémités étant situées entre le diviseur et le combineur, les deux guides d'onde radiaux étant superposés. Cette connexion permet
25 d'amplifier un premier signal provenant d'un des accès du premier guide d'onde radial et de le réinjecter dans un des accès du second guide d'onde radial de manière à ce qu'il se re-combine avec les autres signaux provenant des autres accès du guide d'onde radial du combineur.

Ces techniques présentent de nombreux avantages notamment
30 l'encombrement réduit du dispositif d'amplification par rapport à une technique de combinaison à structure arborescente avec des guides d'onde rectangulaires. Par ailleurs, un autre avantage est la possibilité d'améliorer le contrôle de la diminution de la puissance de sortie induite par la panne d'une ou plusieurs voies amplificatrices en améliorant l'isolation entre les voies

amplificatrices grâce à des matériaux absorbants ou des moyens dissipatifs placés au niveau des parois des guides d'onde radiaux.

5 En outre, les dispositifs d'amplification radiaux permettent de combiner plusieurs amplificateurs élémentaires en une seule étape. Les pertes de combinaison sont donc réduites par rapport aux techniques de combinaison arborescentes.

10 En revanche, une limitation actuelle de ces solutions provient du fait qu'il n'existe pas de système simple et efficace pour compenser la dispersion de phase des différentes voies amplificatrices combinées lors de la recombinaison du signal de sortie. Cet inconvénient nécessite d'effectuer un tri des voies amplificatrices sur la phase du coefficient de transmission ou nécessite de rajouter des déphaseurs variables sur les voies amplificatrices
15 pour compenser la dispersion de phase des voies amplificatrices. Cette dernière solution est complexe à mettre en œuvre, encombrante, introduit de nouvelles pertes et consomme éventuellement une puissance supplémentaire.

20 Un but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

L'invention propose un dispositif d'amplification radial comprenant des moyens de réglage du positionnement des voies amplificatrices de manière à ajuster le déphasage des différentes voies, ce qui permet de combiner un signal de sortie en phase.

25

Avantageusement, le système de combinaison de puissance radiale à compensation de dispersion de phase dans le domaine des hyperfréquences comprend :

- 30 ▪ un premier guide d'onde radial, appelé diviseur radial, ayant une entrée en son centre et une pluralité de sorties en périphérie, chacune des sorties étant un guide d'onde métallique, le premier guide d'onde radial permettant de diviser un signal d'entrée en plusieurs signaux de sortie ;
- 35 ▪ un second guide d'onde radial, appelé combineur radial, superposé au diviseur radial ayant une sortie en son centre et une pluralité

d'entrées en périphérie, chacune des entrées étant un guide d'onde métallique, le second guide d'onde radial permettant de combiner une pluralité de signaux d'entrée en un signal de sortie ;

- 5 ▪ une première transition d'entrée émettant un premier signal dans le diviseur radial ;
- une seconde transition de sortie captant le premier signal amplifié vers la sortie du combineur radial ;
- une pluralité de voies amplificatrices, chacune comprenant :
 - 10 ○ une troisième transition d'entrée apte à coopérer avec l'un des guides d'onde métalliques du diviseur radial et ;
 - une quatrième transition de sortie apte à coopérer avec l'un des guides d'onde métalliques du combineur radial et ;
 - au moins un amplificateur solidaire de la troisième et quatrième transition.

15

Avantageusement, le système comprend des moyens de réglages (29) du positionnement d'au moins une voie amplificatrice dans les guides d'onde métalliques.

20 Avantageusement, les moyens de réglages comprennent un jeu de cales.

Avantageusement, chaque voie amplificatrice comprend des moyens de fixations permettant de fixer chaque voie amplificatrice au combineur et au diviseur avec une cale.

25 Avantageusement, le jeu de cales contribue au transfert thermique entre les voies amplificatrices et les guides d'onde radiaux.

Avantageusement, des coquilles revêtent les voies amplificatrices et favorisent les échanges thermiques entre les amplificateurs et l'extérieur du système.

30 Avantageusement, les guides d'onde métalliques des sorties du diviseur et des entrées du combineur sont droits de manière à ce que la connexion des voies amplificatrices est réalisée dans l'axe radial.

35 Avantageusement, les guides d'onde métalliques des sorties du diviseur et des entrées du combineur sont coudés de manière à ce que la connexion des voies amplificatrices est réalisée perpendiculairement à l'axe radial.

Avantageusement, le diviseur radial et le combineur radial comprennent des matériaux absorbants ou des moyens dissipatifs assurant l'isolation entre les voies.

Avantageusement, les guides d'onde métalliques en périphérie
5 des deux guides d'ondes radiaux sont des guides d'onde rectangulaires.

Avantageusement, l'entrée du diviseur et/ou la sortie du combineur sont des guides d'onde cylindriques.

Avantageusement, l'entrée du diviseur et/ou la sortie du combineur sont des guides d'onde coaxiaux.

10 Avantageusement, au moins une transition comporte une âme centrale en contact avec la partie inférieure d'un guide d'onde radial.

Avantageusement, au moins un accès d'un guide d'onde coaxial centré sur le guide d'onde radial est destiné à recevoir un connecteur coaxial (28), une bague de centrage, une âme centrale et en ce que cet accès se
15 prolonge en partie dans le guide d'onde radial par un conducteur extérieur (101) en forme de cône directement usiné dans le capot supérieur.

Avantageusement, la transition entre le mode de propagation en guide d'onde rectangulaire et le mode de propagation en micro-ruban comprend :

- 20
- des métallisations dont le profil est en cosinus avec une pente nulle à l'extrémité de la transition côté guide d'onde rectangulaire et ;
 - un substrat découpé selon le profil en cosinus des métallisations de manière à minimiser le coefficient de réflexion de la transition.

25

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

- 30
- la figure 1 : un dispositif d'amplification à structure arborescente selon l'art antérieur ;
 - la figure 2A : une représentation d'un dispositif d'amplification radial ;
 - la figure 2B : une représentation d'un dispositif d'amplification radial comportant un jeu de cales.
 - 35 • la figure 2C : une représentation d'un dispositif d'amplification radial coudé comportant un jeu de cales.

- la figure 3A : une vue de dessus d'un dispositif d'amplification radial selon l'invention ;
- la figure 3B : une vue en coupe du dispositif d'amplification radial de la figure 3A ;
- 5 • La figure 4A : une première variante de réalisation de la voie amplificatrice et des moyens de réglage du positionnement ;
- La figure 4B : une seconde variante de réalisation de la voie amplificatrice et des moyens de réglage du positionnement ;
- 10 • La figure 4C : une troisième variante de réalisation de la voie amplificatrice et des moyens de réglage du positionnement ;
- La figure 5A : une vue en coupe d'un exemple de transition entre un guide d'onde coaxial et un guide d'onde radial ;
- La figure 5B : une vue en coupe et une vue de dessus d'un cas de réalisation d'une transition entre un guide d'onde coaxial et un guide d'onde radial ;
- 15 • Les figures 6A et 6B : un cas de réalisation d'une transition entre un guide d'onde rectangulaire et une ligne micro-ruban ;
- La figure 6C : un cas de réalisation d'une transition comportant plusieurs circuits pour réaliser une transition entre un guide d'onde rectangulaire et des lignes micro-rubans ;
- 20

Dans la description qui suit, on appelle « transition » tout dispositif qui permet le passage d'une onde électromagnétique d'une structure de propagation vers une autre avec le minimum de pertes de transmission
 25 comme par exemple, une ligne coaxiale vers un guide d'onde radial, ou un guide d'onde rectangulaire vers une ou plusieurs lignes planaires de type micro-ruban, coplanaire, fente, ou tout autre support.

Les figures 2A et 2B illustrent une représentation sous forme de blocs
 30 dans une coupe respectivement d'un dispositif de l'art antérieur et d'un dispositif d'amplification selon l'invention.

Le dispositif comprend un diviseur comportant un premier guide d'onde radial 10 dans lequel un signal d'entrée pénètre par l'intermédiaire d'une transition 11, la transition 11 assurant la propagation du signal entre un

accès 28, de type guide d'onde coaxial, guide d'onde cylindrique ou guide d'onde rectangulaire par exemple, et le guide d'onde radial 10.

Le diviseur du dispositif d'amplification comprend, dans l'exemple de la figure 2B, un guide d'onde radial 10 avec des accès en guides d'onde
5 rectangulaires 16 en périphérie. Les signaux divisés se propagent dans chacun des guides d'onde rectangulaires 16 pour atteindre les transitions d'entrées des voies amplificatrices 15 enfichées ou connectées selon les modes de réalisation dans les guides d'onde rectangulaires pour y être
10 fixées. Les voies amplificatrices 15 permettent de capter les signaux provenant des guides d'onde rectangulaires 16, de les amplifier grâce à un amplificateur 24, et de les émettre dans des guides d'onde rectangulaires 16' afin que les signaux se re-combinent entre eux dans le combineur 10'. Les signaux combinés sont transmis vers l'extérieur du dispositif par
15 l'intermédiaire d'une transition 11' assurant la propagation du signal entre le guide d'onde radial 10' et un second accès 28', de type guide d'onde coaxial, guide d'onde cylindrique ou guide d'onde rectangulaire par exemple.

Les voies amplificatrices 15 peuvent être enfichées ou fixées par l'intermédiaire d'un dispositif de fixation aux guides d'onde rectangulaires 16 et 16' selon un sens 17 précisé sur la figure 3A.

20 Par exemple, des cales 29 peuvent être ajoutées, comme illustrées figure 2B, entre les voies amplificatrices 15 et les guides d'onde rectangulaires 16, 16'. Celles-ci peuvent être avantageusement de différentes épaisseurs selon les voies des guides d'onde rectangulaires 16, 16' pour s'adapter au déphasage propre de chaque voie amplificatrice 15.

25 Dans un autre mode de réalisation représenté figure 2C, les guides d'onde rectangulaires 16, 16' peuvent être coudés, par exemple à 90° de manière à ce que la direction de connexion des voies amplificatrices 15 s'effectuent selon la direction des axes des transitions 11, 11'.

30 Par la suite, on appellera voie amplificatrice, une voie comprenant au moins une transition d'émission, une transition de réception et au moins un amplificateur.

L'invention s'applique plus généralement, au-delà du mode de réalisation décrit, à des accès en guides d'onde métalliques en périphérie du guide d'onde radial.

5 La figure 3A représente une vue de dessus d'un dispositif selon l'invention comprenant un diviseur comportant un premier guide d'onde radial 10 par lequel un signal d'entrée pénètre par l'intermédiaire d'une transition 11 (non représentée sur cette figure) assurant la transmission d'un signal provenant d'un accès 28.

10 Le diviseur du dispositif d'amplification comprend, dans l'exemple de la figure 3A, un guide d'onde radial 10 avec des accès en guides d'onde rectangulaires 16 en périphérie. Dans ce mode de réalisation, le dispositif selon l'invention dispose de huit guides d'onde rectangulaires disposés symétriquement en périphérie du guide d'onde radial 10. Les signaux divisés
15 se propagent dans chacun des guides d'onde rectangulaires pour atteindre les transitions d'entrée des voies amplificatrices 15 enfichées et connectées dans les guides d'onde rectangulaires.

Le dispositif d'amplification selon l'invention permet de disposer de
20 moyens de réglage 29 de la position de chacune des transitions dans les guides d'onde rectangulaires 16. Ces moyens de réglages 29 dans un mode de réalisation représenté dans la figure 3A sont des jeux de cales qui peuvent être réalisés par des guides d'onde rectangulaires d'adaptation 29.

Avantageusement, la partie 14 formant un angle à l'intersection de
25 deux guides d'onde rectangulaires 16 permet aux signaux de se répartir intégralement dans les différents accès en guides d'onde métalliques.

Le dispositif selon l'invention comprend un combineur superposé au diviseur comportant un guide d'onde radial avec des accès en guides d'onde
30 rectangulaires, mais il n'est pas représenté sur la vue de dessus de la figure 3A.

La figure 3B représente le dispositif d'amplification de la figure 3A dans le plan de coupe selon l'axe 21. Ce dernier comprend deux guides

d'onde radiaux 10, 10' superposés qui coopèrent avec respectivement des guides d'onde rectangulaires 16 et 16' disposés en périphérie.

Une transition 11 émet le signal provenant de l'accès 28 dans le guide d'onde radial 10. L'accès 28 peut être un guide d'onde cylindrique, un guide
5 d'onde coaxial ou encore un guide d'onde rectangulaire selon les modes de réalisation de l'invention. La géométrie du guide d'onde radial 10 et celle des guides d'onde rectangulaires 16 permettent de répartir le signal émis dans chacun des guides d'onde rectangulaires 16.

Le dispositif comprend également les voies amplificatrices 15 qui sont
10 enfichées ou connectées et fixées à l'aide de moyens de fixation selon les modes de réalisation. Chacune des voies amplificatrices 15 comprend une transition de réception 22 assurant la propagation du signal d'un guide d'onde rectangulaire dans une ligne de propagation planaire, de type micro-ruban par exemple. En outre, chaque voie amplificatrice 15 comprend au
15 moins un amplificateur 24 et une transition d'émission 23 du signal amplifié. De la même façon que la transition de réception, la transition d'émission 23 peut être une simple transition d'une ligne de propagation planaire, de type micro-ruban par exemple, dans un guide d'onde rectangulaire.

Le combineur comprend un guide d'onde radial 10', qui peut être
20 appelé combineur radial, avec des accès en guides d'onde rectangulaires en périphérie. Le guide d'onde radial 10' reçoit chaque signal provenant de chaque voie amplificatrice 15 qui se propage par l'intermédiaire de guides d'onde rectangulaires 16'. Le guide d'onde radial 10' permet de transmettre les signaux de sortie combinés à l'accès 28' via la transition 11'.

25 Le principal avantage de la solution de l'invention est de permettre d'ajuster les phases des différents signaux provenant des guides d'onde rectangulaires 16' qui se re-combinent dans le guide d'onde radial 10'. Cet ajustement est effectué à l'aide de moyens de réglage de l'enfoncement des
30 voies amplificatrices 15 dans les guides d'onde rectangulaires 16 et 16'.

Dans une variante de réalisation, ces moyens peuvent être des cales 29 de butées coopérant avec les guides d'onde rectangulaires 16 et 16' sous forme de guide d'onde d'adaptation rectangulaire, tel que représenté figure 4C.

Les cales peuvent être choisies en fonction du déphasage introduit par les voies amplificatrices 15.

Un autre avantage est de pouvoir tester les voies amplificatrices 15 séparément dans deux guides d'onde rectangulaires superposés de manière
5 à connaître leurs caractéristiques avant leur montage dans le dispositif d'amplification.

La mesure du déphasage introduit par les voies amplificatrices permet de déterminer le positionnement de chaque voie amplificatrice dans les guides d'onde rectangulaires 16, 16' de manière à ce que toutes les voies
10 amplificatrices se re-combinent en phase.

Une coquille 26 peut avantageusement revêtir la voie amplificatrice ainsi que des moyens de fixation 25 représentés par une butée sur la figure 3B.

15 Les amplificateurs 24 peuvent être avantageusement en contact avec la coquille 26 pour favoriser les échanges thermiques entre les amplificateurs et l'extérieur du système.

Le dispositif selon l'invention, dans d'autres modes de réalisation, permet d'augmenter le nombre d'amplificateurs combinés. Trois solutions
20 peuvent être employées simultanément ou indépendamment.

La première solution consiste à augmenter le nombre d'accès en guides d'onde rectangulaires. La seconde solution est d'augmenter le nombre d'amplificateurs par voies amplificatrices. Enfin une troisième
25 solution consiste à augmenter le nombre de voies amplificatrices enfichables dans chaque guide d'onde rectangulaire.

Le dispositif selon l'invention propose d'améliorer l'isolation entre les voies du combineur et du diviseur en plaçant avantageusement dans le
30 combineur et le diviseur des matériaux absorbants ou des moyens dissipatifs, tel que décrit par exemple dans le brevet US4263568. Cette amélioration permet de rendre plus indépendantes les voies amplificatrices.

Les avantages du dispositif selon l'invention et notamment du mode
35 de réalisation exposé est qu'il présente une faible dispersion de phase des

parties passives, qu'il introduit de faibles pertes de combinaison et qu'il permet des plages d'utilisation pouvant s'étendre des bandes centimétriques aux bandes millimétriques.

Par ailleurs, des avantages résident en ce que les voies
5 amplificatrices sont facilement démontables, qu'elles puissent comprendre à la fois l'amplificateur et les transitions et enfin qu'elles puissent être caractérisées facilement, notamment par le paramètre intrinsèque du déphasage introduit par la voie amplificatrice.

En outre, la compacité du dispositif permet de réaliser un assemblage
10 peu encombrant tout en conservant une gestion efficace des contraintes thermiques.

Les figures 4A, 4B et 4C illustrent des variantes de réalisations notamment de la voie amplificatrice 15 permettant d'intégrer l'amplificateur 24 et de réaliser les transitions d'émission et de réception par l'intermédiaire de lignes métalliques sur un substrat 50. Les voies amplificatrices 15 peuvent être connectées aux guides d'onde 16, 16' comme illustré figure 4A et 4B ou enfichées dans les guides d'onde rectangulaires comme illustré figure 4C.

20 Dans ces variantes de réalisation, les jeux de cales 29 peuvent être de simples cales de butée comme illustrés figure 4C ou encore des guides d'onde rectangulaires d'adaptation tels que représentés figure 4A.

Dans un cas privilégié de réalisation, ces jeux de cale permettent un
25 échange thermique efficace entre les voies amplificatrices et les accès des guides d'onde radiaux aptes à dissiper sur une grande surface la chaleur. En outre, le positionnement des voies amplificatrices en périphérie de la structure permet d'envisager également une évacuation de la puissance dissipée par la périphérie.

30 La figure 4A illustre l'utilisation avantageuse de la coquille (26) pour favoriser l'échange thermique (30) entre l'amplificateur et l'extérieur du système.

La figure 5A illustre une vue en coupe d'un exemple de transition 11 entre un accès coaxial 28, également appelé connecteur coaxial, et un guide d'onde radial 10.

La figure 5B est un exemple de réalisation d'une transition telle que
5 celle de la figure 5A.

La transition entre l'accès coaxial et le guide d'onde radial est composée de deux parties métalliques : un capot supérieur 100 et un capot inférieur 103 qui forment un guide d'onde radial 10. Le guide d'onde coaxial centré sur la structure radiale se prolonge en partie dans le guide d'onde radial 10 par un conducteur extérieur 101 en forme de cône directement usiné dans le capot supérieur 100. Le guide d'onde coaxial ainsi constitué a
10 les mêmes dimensions intérieures que celles du connecteur coaxial 28 fixé sur le capot supérieur 100. L'âme centrale 110 du connecteur coaxial prolongé est réalisée par une tige métallique 112 s'introduisant, d'une part,
15 dans la partie 110, dite femelle, du connecteur coaxial 28 et, d'autre part, dans un réceptacle 102 prévu dans le capot inférieur 103 du guide d'onde radial 10. Le diamètre de la tige métallique 112 doit également être le même que celui de l'âme 110 du connecteur 28. Il n'y a donc pas de changement des dimensions de la partie coaxiale lors du passage du connecteur 28 au
20 guide d'onde coaxial prolongé dans le guide d'onde radial 10. Cette continuité de dimensions permet de garantir des performances optimales en adaptation de la transition.

Le positionnement précis de l'âme au centre de la structure est assuré d'une part par son réceptacle 102 dans le capot inférieur 103 et d'autre part
25 par une bague diélectrique 111 insérée à l'intérieur du cône 101. Toutefois, dans le cas où cette bague est constituée d'un diélectrique dont la permittivité est différente de celle de l'air, du vide ou du matériau contenu dans la transition, des discontinuités dans le diamètre du conducteur extérieur et/ou le diamètre de l'âme centrale du guide d'onde coaxial peuvent
30 être introduites pour compenser cette différence de permittivité.

Le maintien d'une pression verticale suffisante sur la tige métallique 112, appelée également l'âme, pour l'insertion dans la partie femelle 110 du connecteur 28 peut être réalisé en insérant un ressort ou un matériau compressible dans le trou 102 du capot inférieur 103.

35

Cette transition illustrée figure 5B permet :

- 5 ▪ de simplifier l'usinage de l'âme centrale et d'améliorer la précision des dimensions géométriques, elle permet donc de réduire la désadaptation lors du passage de l'onde du connecteur dans la structure ;
- 10 ▪ d'obtenir une bonne adaptation sur une large bande de fréquences grâce à l'adaptation progressive réalisée par le cône 101 usiné sur le capot supérieur 100 ;
- 10 ▪ de relâcher les contraintes liées à l'usinage d'un profil de forme complexe sur le conducteur extérieur du coaxial grâce à l'utilisation d'un cône en ligne droite ;
- 15 ▪ l'obtention d'une parfaite symétrie de révolution grâce aux différents systèmes de positionnement de l'âme centrale et du connecteur 110 ;
- 15 ▪ de réaliser une transition d'un coaxial vers un guide d'onde radial de n'importe quelle hauteur en ré-optimisant les deux dimensions géométriques du cône, c'est à dire la hauteur et la largeur de la base ;
- 20 ▪ l'obtention d'une bonne tenue en puissance du dispositif, l'âme centrale du coaxial étant en contact avec le fond de la structure (le capot inférieur 103).

L'incorporation de cette transition dans le diviseur et/ou le combineur permet :

- 25 ▪ de relâcher les contraintes liées à l'usinage, les guides d'onde étant usinés dans le capot inférieur 103 et le cône 101 dans la partie supérieure 100 ;
- 30 ▪ de réaliser, avec une transition d'un encombrement réduit du cône 101, l'adaptation entre un coaxial et un guide d'onde radial dont la hauteur correspond à la hauteur des guides d'onde rectangulaires présents sur la périphérie de la structure.

Les voies amplificatrices du dispositif selon l'invention permettent d'amplifier un signal capté par des transitions 22 et de les réinjecter après
35 amplification dans les guides d'onde rectangulaires 16 par l'intermédiaire de

transitions 23. Ces transitions présentent des caractéristiques avantageuses dans le dispositif selon l'invention et peuvent être réalisées, par exemple, selon les figures 6A et 6B.

5 La transition du guide d'onde rectangulaire 16 vers une ligne micro-ruban 64, représentée sur les figures 6A et 6B par différentes vues, est composée de circuits placés à l'intérieur d'un guide d'onde rectangulaire et parallèlement à la propagation du champ électrique du mode dominant. Le support de ce circuit est un substrat 61 de permittivité quelconque sur lequel sont gravés de part et d'autre un plan métallique 60 et une ligne métallique 10 63. Le plan métallique 60 est tracé en forme de cosinus de pente nulle à l'extrémité de la transition 22 côté guide d'onde rectangulaire 16. La hauteur du cosinus correspond à la hauteur du guide d'onde rectangulaire 16 et sa longueur est à déterminer par optimisation. La ligne métallique 63 tracée sur l'autre face comporte, elle aussi, une partie en cosinus. La longueur de cette 15 dernière partie est aussi déterminée par optimisation. Les paramètres, notamment la « période » et la « hauteur », utilisés pour tracer les cosinus du plan métallique 60 et de la ligne métallique 63 sont les mêmes. Le segment 62 reliant la ligne micro-ruban 64 à la partie haute de la transition 22 est réalisé en ligne droite mais peut cependant être réalisée en arc de cercle, 20 cosinus ou autre. La position de la ligne ainsi que les valeurs géométriques de ce segment 62 sont à déterminer par optimisation. La découpe du substrat 61 est réalisée en suivant les profils en cosinus de la ligne et du plan métallique 60, au plus près des métallisations.

25 Dans un cas de réalisation comprenant plusieurs circuits, les transitions peuvent être placées parallèlement les unes des autres dans un guide d'onde rectangulaire pour réaliser une transition d'un guide d'onde 16 vers plusieurs lignes micro-rubans.

30 La figure 6C représente un cas d'une transition de trois lignes micro-rubans vers un guide d'onde rectangulaire composée de trois circuits 220, 221 et 222 positionnées parallèlement.

Ce type de transition permet :

- 35 ▪ de passer directement du mode de propagation en guide d'onde rectangulaire à un mode de propagation de type micro-ruban ;

16

- de minimiser les pertes par la suppression d'une transition intermédiaire et ainsi de permettre une réduction de la complexité de réalisation ;
- 5 ▪ d'obtenir un encombrement réduit grâce à l'utilisation de profils en cosinus sur la ligne et le plan métallique ayant une pente nulle à l'extrémité de la transition côté guide d'onde rectangulaire ;
- d'obtenir une large bande passante ainsi qu'un bon niveau d'adaptation ;
- 10 ▪ d'obtenir un coefficient de réflexion très faible en entrée de la structure, vu du guide d'onde rectangulaire, même lorsque plusieurs circuits sont présents dans le guide d'onde.

L'incorporation de cette structure dans le combineur complet permet :

- de réduire son encombrement ;
- de maximiser ses performances.

15

REVENDEICATIONS

- 5 1. Système de combinaison de puissance radiale à compensation de dispersion de phase dans le domaine des hyperfréquences comprenant :
- 10 ▪ un premier guide d'onde radial (10), appelé diviseur radial, ayant une entrée en son centre et une pluralité de sorties en périphérie, chacune des sorties étant un guide d'onde métallique (16), le premier guide d'onde radial (10) permettant de diviser un signal d'entrée en plusieurs signaux de sortie ;
 - 15 ▪ un second guide d'onde radial (10'), appelé combineur radial, superposé au diviseur radial (10) ayant une sortie en son centre et une pluralité d'entrées en périphérie, chacune des entrées étant un guide d'onde métallique (16), le second guide d'onde radial (10') permettant de combiner une pluralité de signaux d'entrée en un signal de sortie ;
 - 20 ▪ une première transition d'entrée (11) émettant un premier signal dans le diviseur radial (10) ;
 - 25 ▪ une seconde transition de sortie (11') captant le premier signal amplifié vers la sortie du combineur radial ;
 - 30 ▪ une pluralité de voies amplificatrices (15), chacune comprenant :
 - 25 ○ une troisième transition (22) d'entrée apte à coopérer avec l'un des guides d'onde métalliques (16) du diviseur radial (10) et ;
 - 30 ○ une quatrième transition (23) de sortie apte à coopérer avec l'un des guides d'onde métalliques (16') du combineur radial (10') et ;
 - 35 ○ au moins un amplificateur (24) solidaire de la troisième et quatrième transition (22, 23) ;
- 30 caractérisé en ce que le système comprend des moyens de réglages (29) du positionnement d'au moins une voie amplificatrice (15) dans les guides d'onde métalliques (16, 16').
- 35 2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de réglages (29) comprennent un jeu de cales.

3. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que chaque voie amplificatrice comprend des moyens de fixations (25) permettant de fixer chaque voie amplificatrice (15) au combineur et au diviseur avec une cale (29).
5
4. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que le jeu de cales contribue au transfert thermique entre les voies amplificatrices et les guides d'onde radiaux.
- 10 5. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que des coquilles (26) revêtent les voies amplificatrices et favorisent les échanges thermiques entre les amplificateurs et l'extérieur du système.
- 15 6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les guides d'onde métalliques des sorties du diviseur et des entrées du combineur sont droits de manière à ce que la connexion des voies amplificatrices est réalisée dans l'axe radial.
- 20 7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les guides d'onde métalliques des sorties du diviseur et des entrées du combineur sont coudés de manière à ce que la connexion des voies amplificatrices est réalisée perpendiculairement à l'axe radial.
- 25 8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le diviseur radial et le combineur radial comprennent des matériaux absorbants ou des moyens dissipatifs assurant l'isolation entre les voies.
- 30 9. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les guides d'onde métalliques (16, 16') en périphérie des deux guides d'ondes radiaux (10, 10') sont des guides d'onde rectangulaires.

10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'entrée du diviseur (28) et/ou la sortie du combineur (28') sont des guides d'onde cylindriques.
- 5 11. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'entrée du diviseur (28) et/ou la sortie du combineur (28') sont des guides d'onde coaxiaux.
- 10 12. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'au moins une transition (11, 11') comporte une âme centrale (112) en contact avec la partie inférieure (103) d'un guide d'onde radial (10, 10').
- 15 13. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'au moins un accès d'un guide d'onde coaxial centré sur le guide d'onde radial est destiné à recevoir un connecteur coaxial (28), une bague de centrage (111), une âme centrale (112) et en ce que cet accès se prolonge en partie dans le guide d'onde radial (10, 10') par un conducteur extérieur (101) en forme de cône directement usiné dans le capot supérieur (100).
- 20 14. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que la transition (22, 23) entre le mode de propagation en guide d'onde rectangulaire (16) et le mode de propagation en micro-ruban (63) comprend :
- 25
 - des métallisations (63) dont le profil est en cosinus avec une pente nulle à l'extrémité de la transition côté guide d'onde rectangulaire et ;
 - un substrat (61) découpé selon le profil en cosinus des métallisations de manière à minimiser le coefficient de réflexion de la transition.
- 30

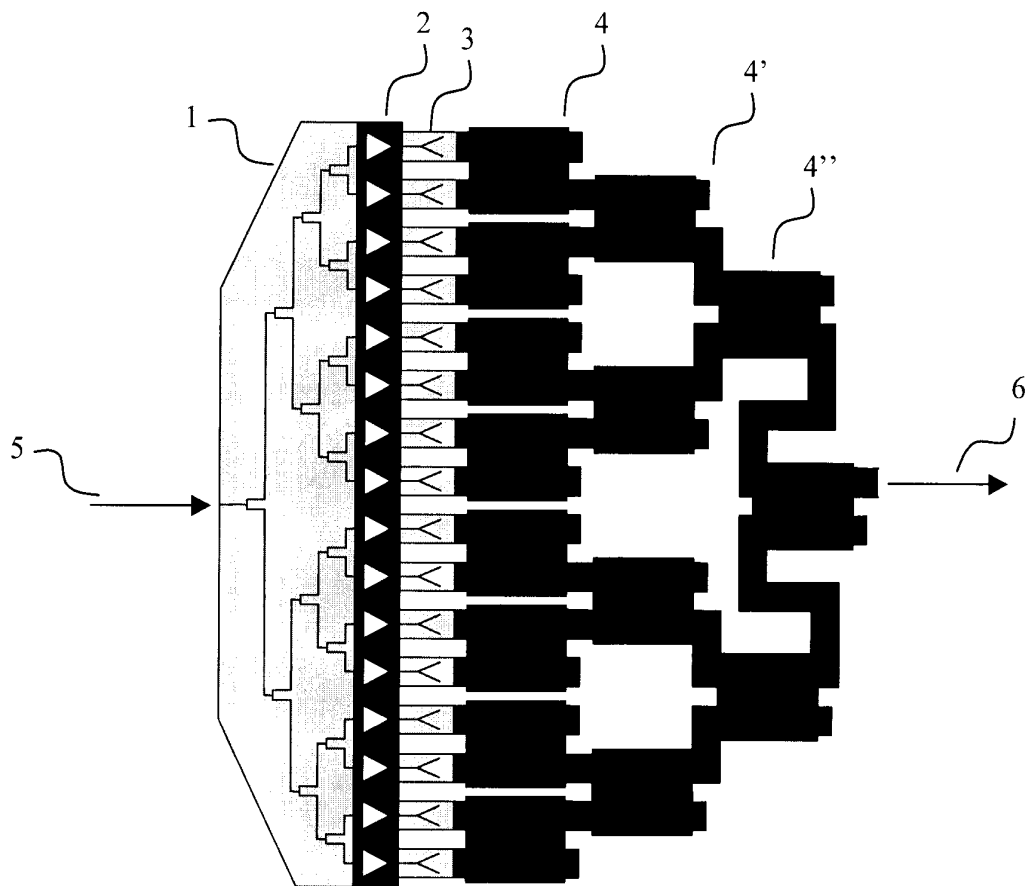


FIG.1

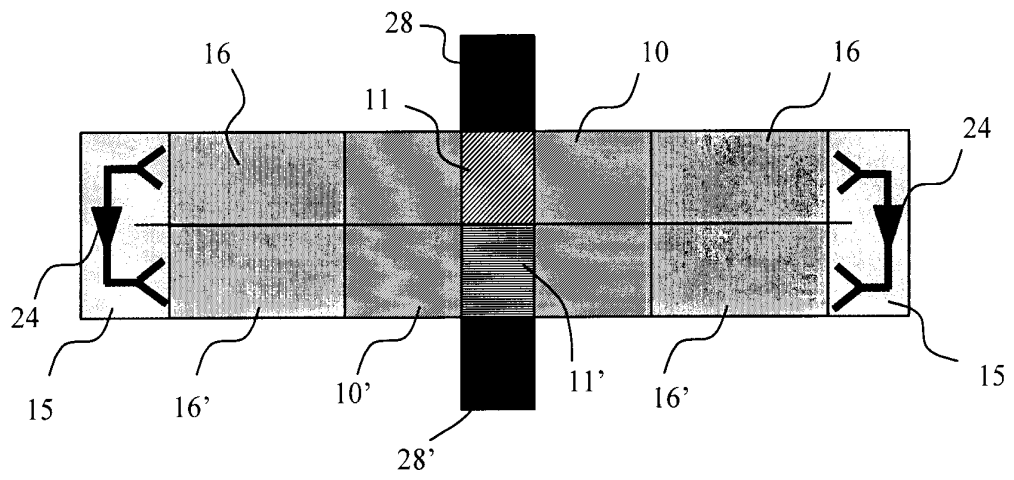


FIG. 2A

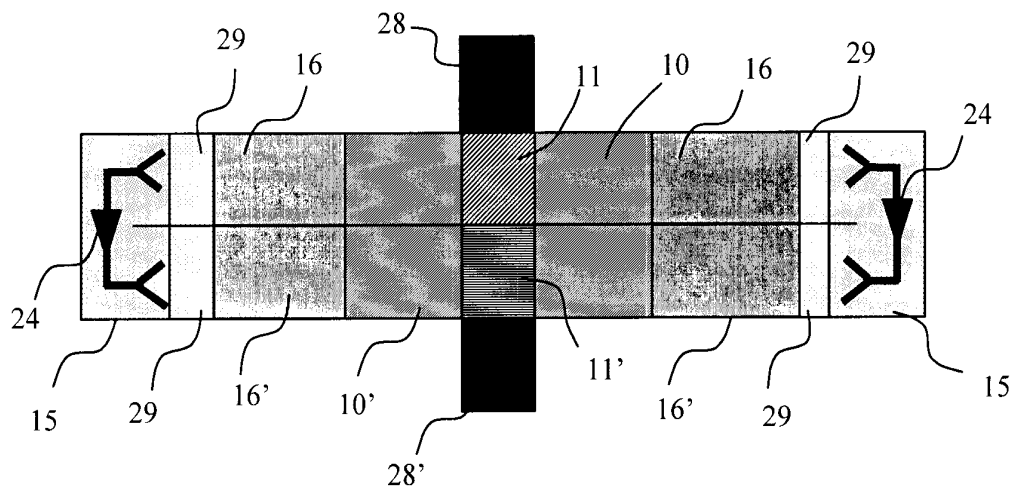


FIG. 2B

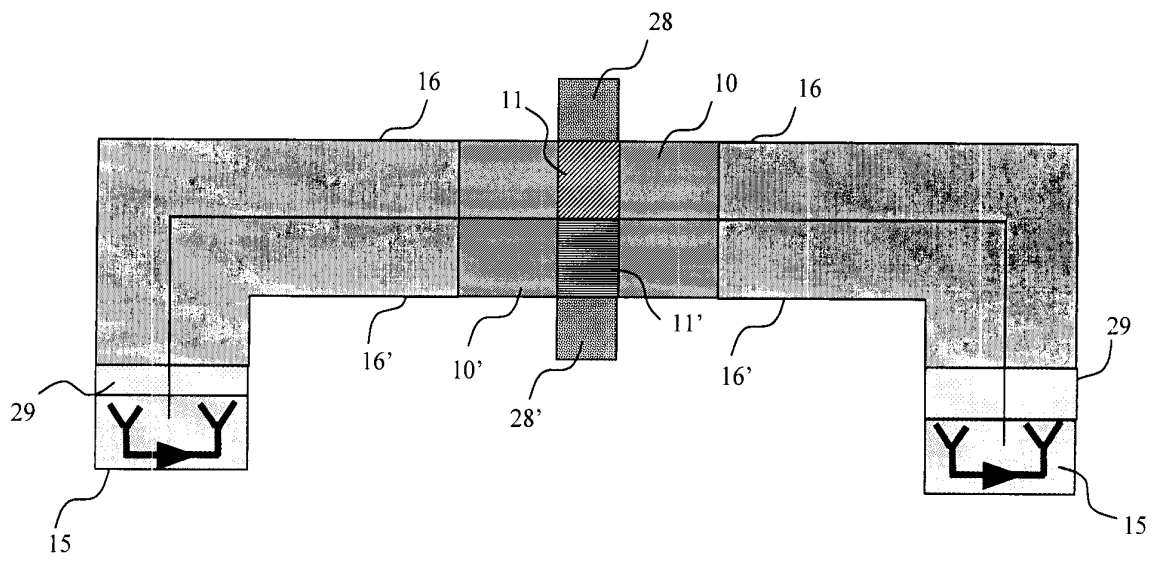


FIG.2C

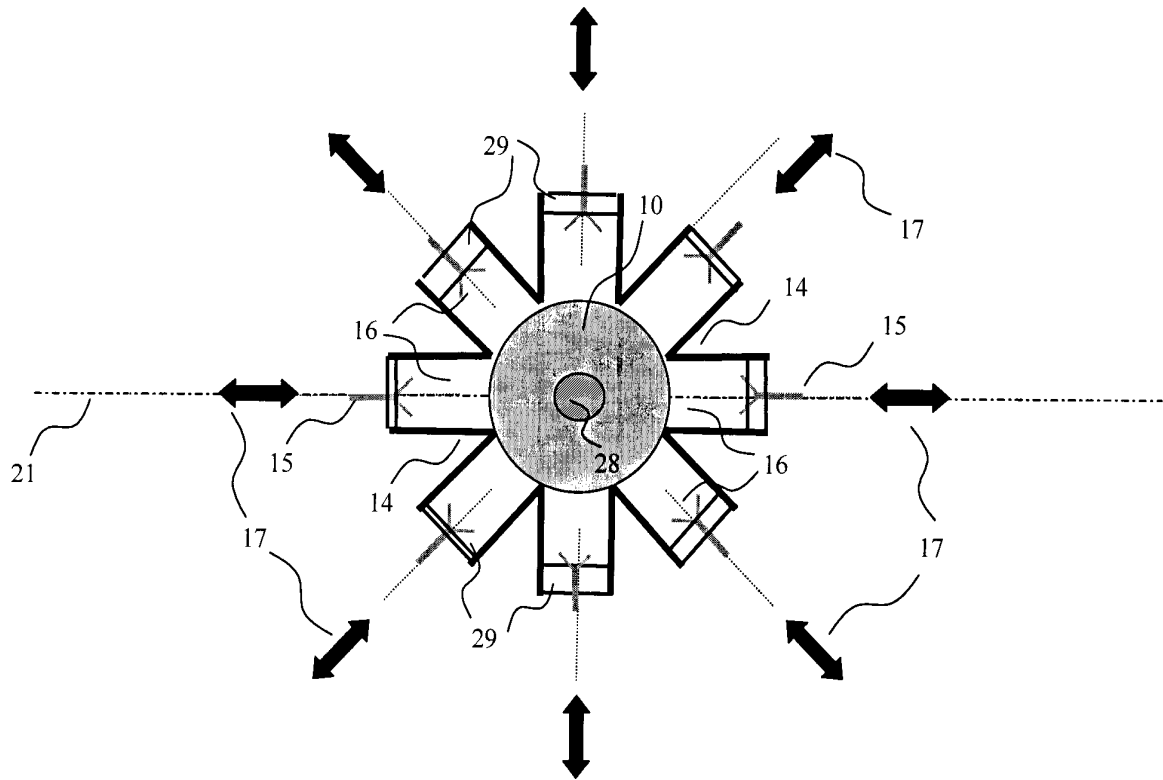


FIG.3A

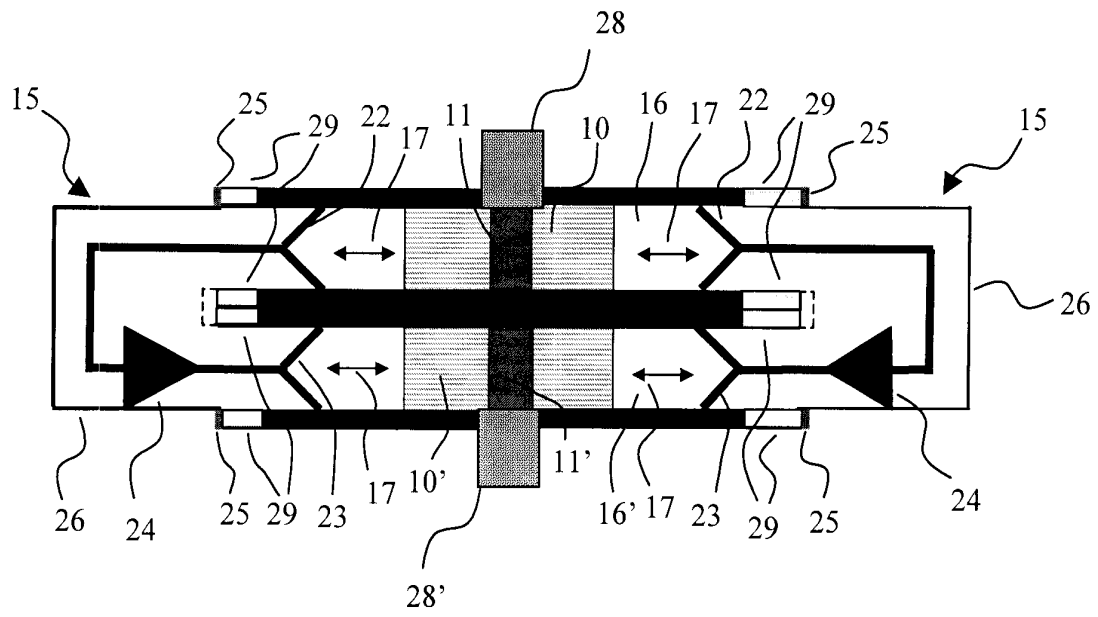


FIG.3B

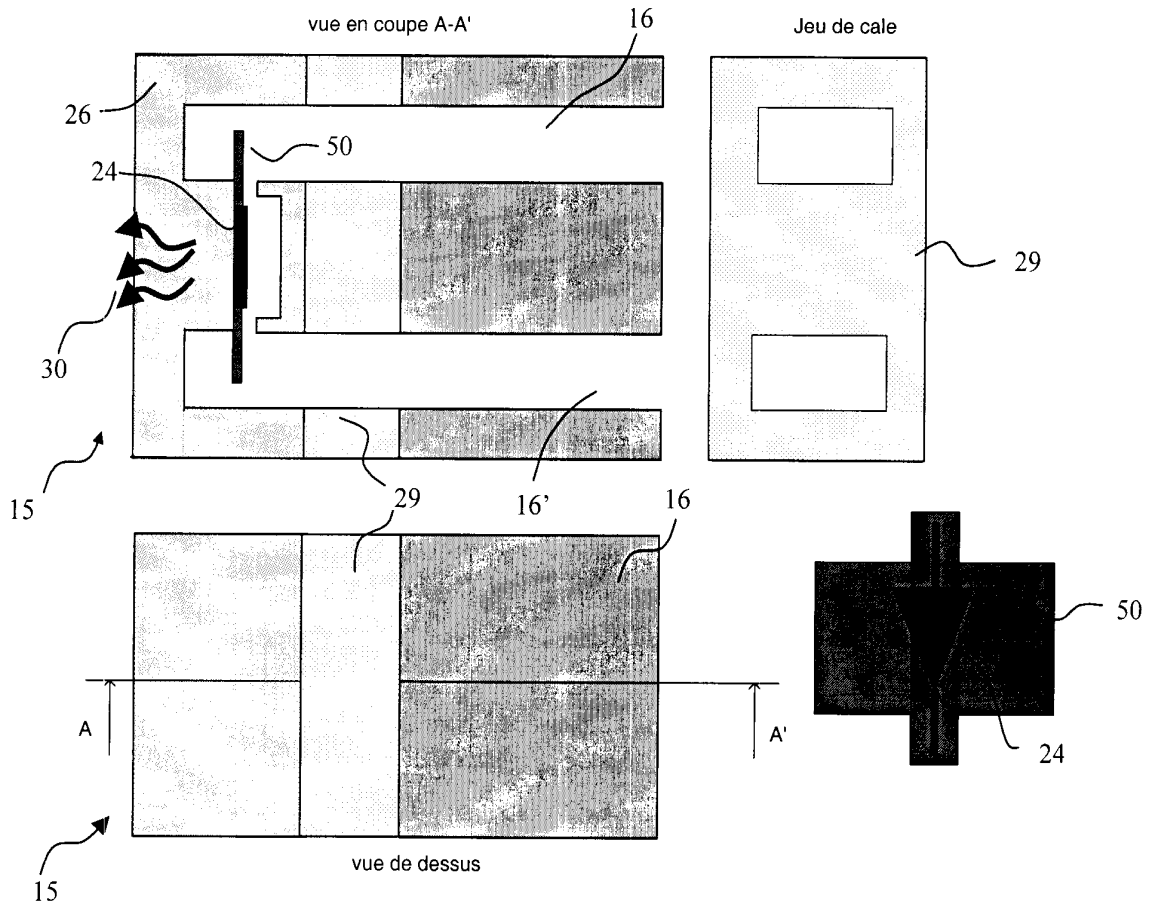


FIG.4A

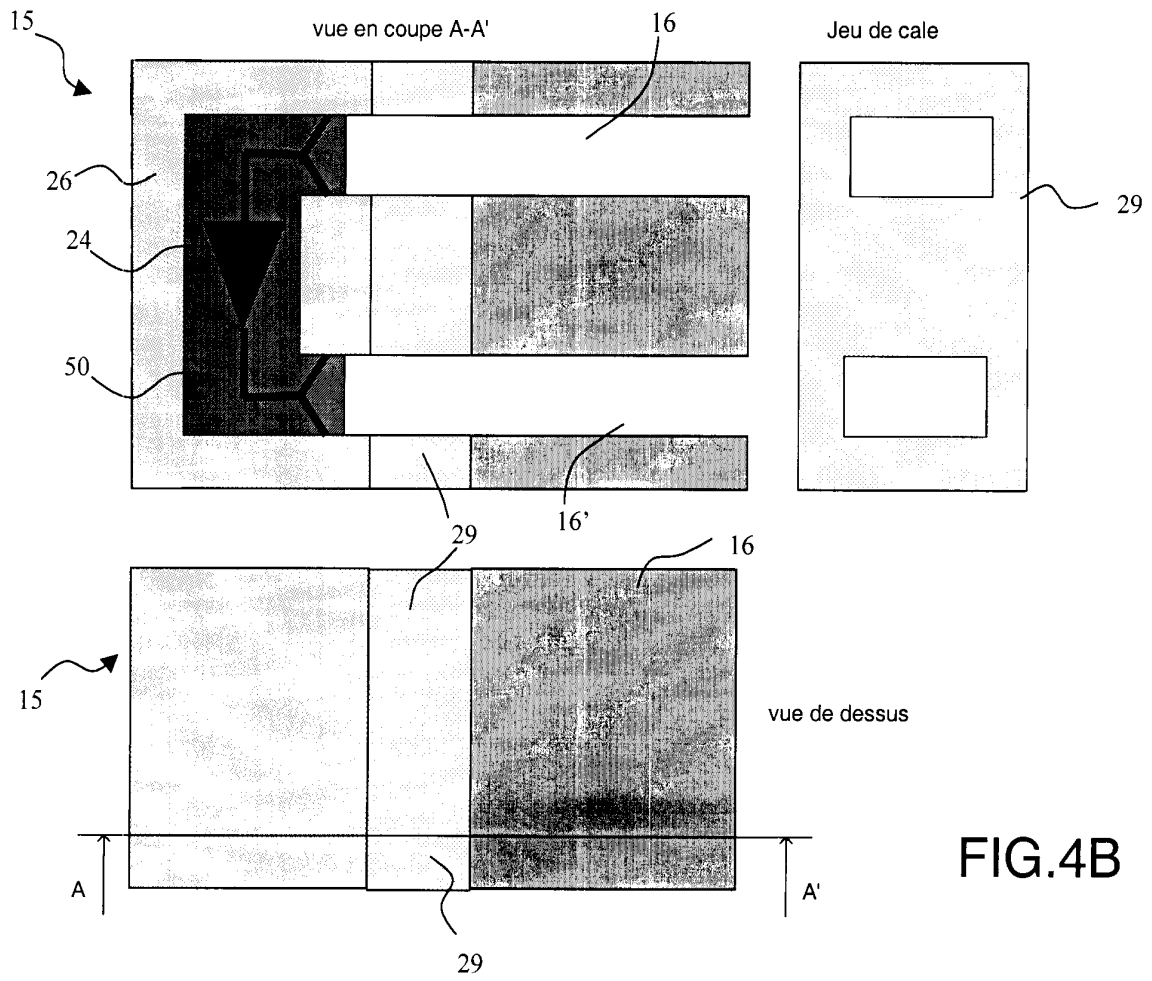


FIG.4B

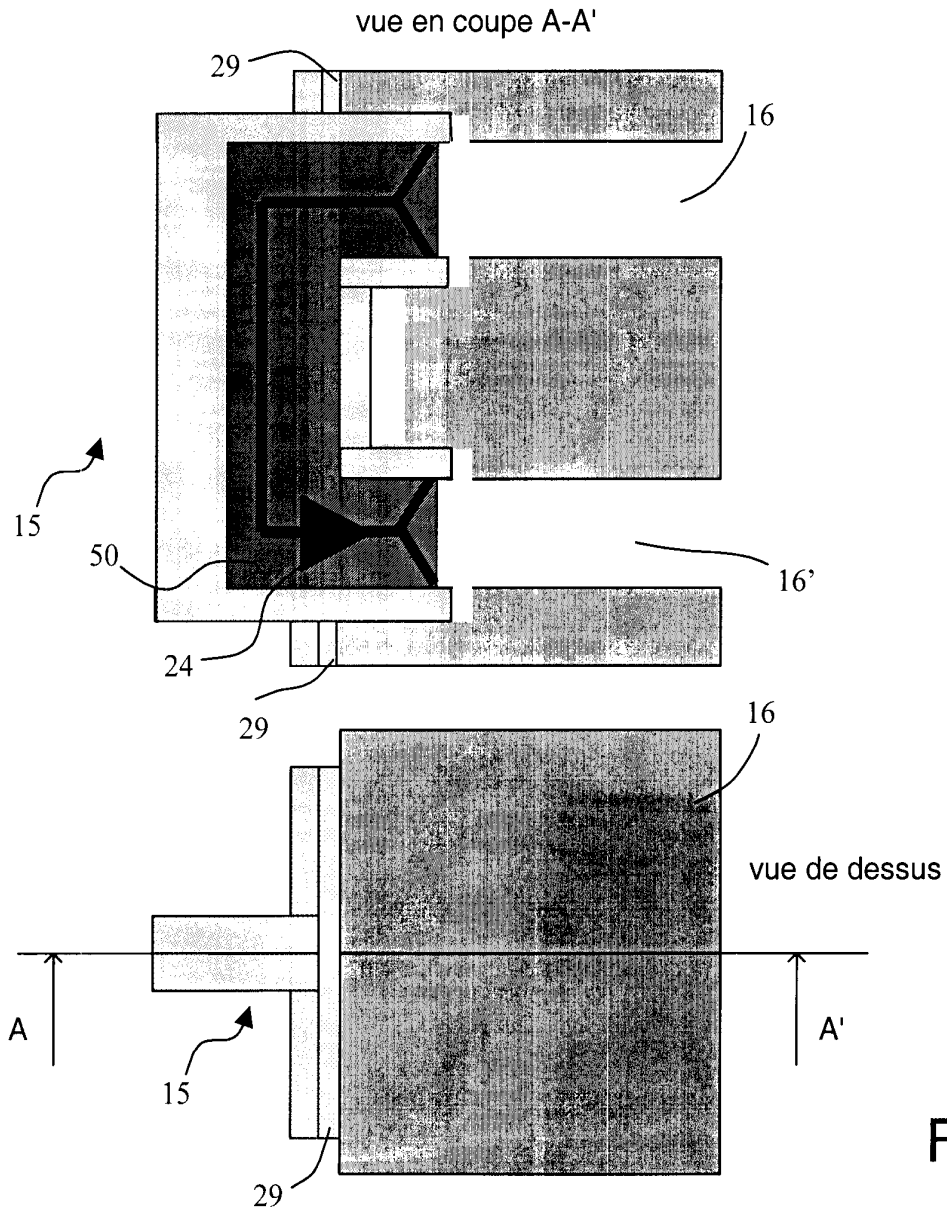


FIG.4C

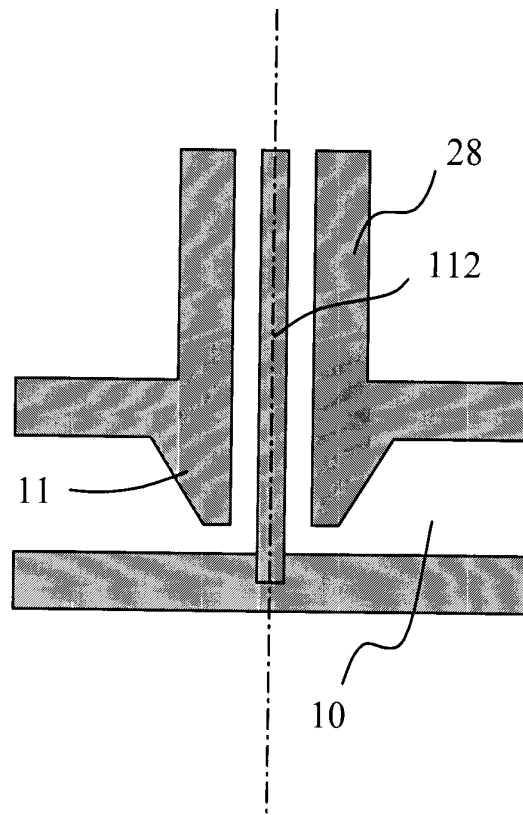


FIG.5A

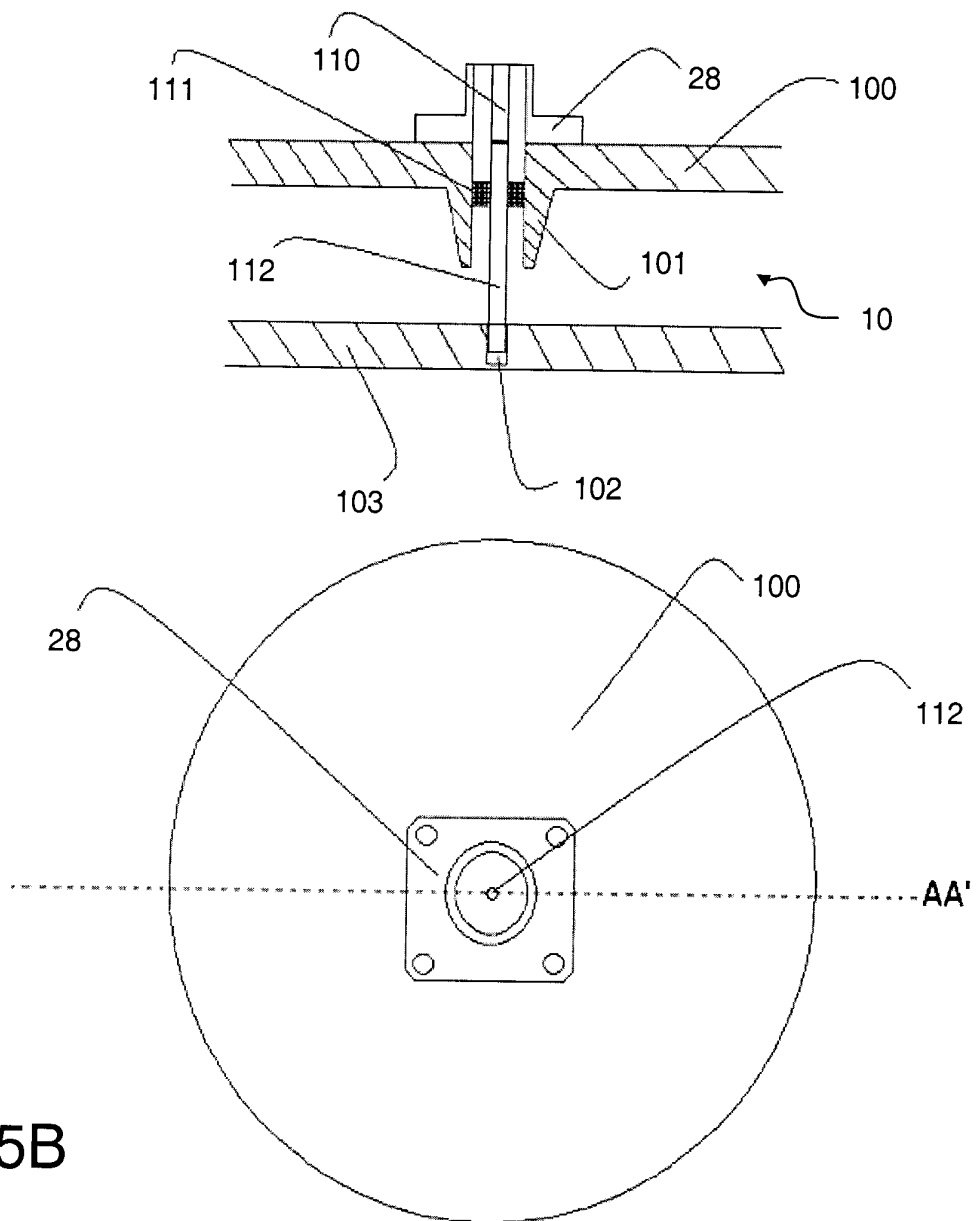


FIG. 5B

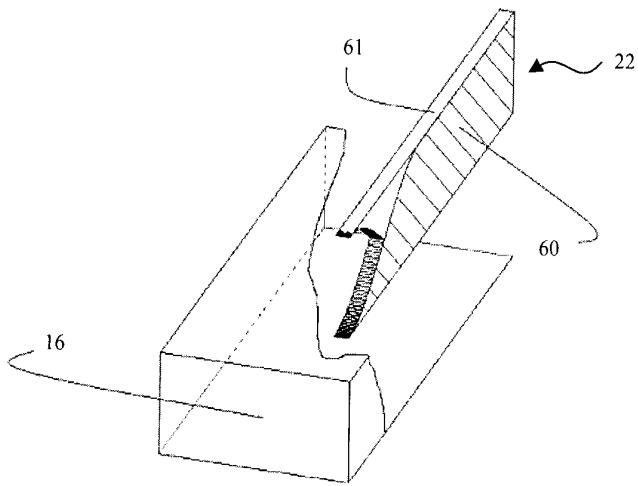


FIG. 6A

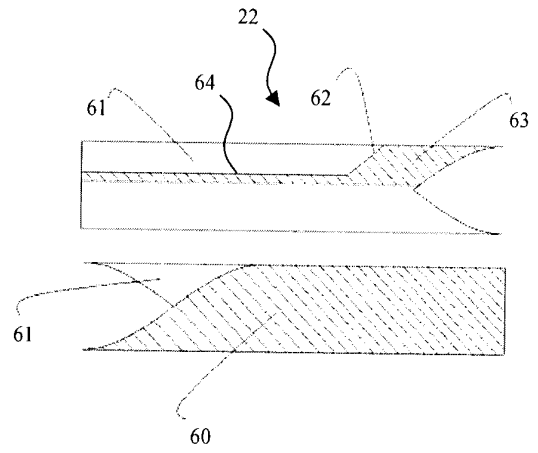


FIG. 6B

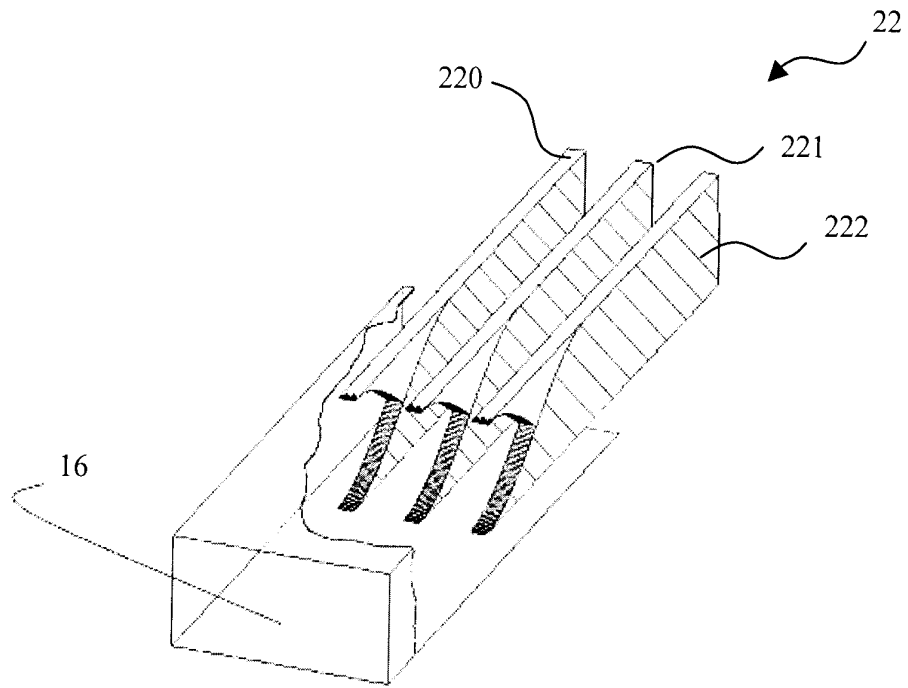


FIG.6C



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 704291
FR 0708848

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	BELOHOUBEK E ET AL: "30-WAY RADIAL POWER COMBINER FOR MINIATURE GAAS FET POWER AMPLIFIERS" INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST. BALTIMORE, MARYLAND, JUNE 2 19860602; 19860602 - 19860604 NEW YORK, IEEE, US, 2 juin 1986 (1986-06-02), pages 515-518, XP002181723 * le document en entier *	1-14	H01P5/12 H03F3/60
A	WO 2006/096771 A (WAVESTREAM CORP [US]; DECKMAN BLYTHE CHADWICK [US]; ROSENBERG JAMES JO) 14 septembre 2006 (2006-09-14) * page 8, ligne 1 - ligne 17; figure 2 *	1-14	
A	US 4 291 278 A (QUINE JOHN P) 22 septembre 1981 (1981-09-22) * colonne 2, ligne 18 - ligne 34; figure 1 *	1-14	
A	US 5 218 322 A (ALLISON ROBERT [US] ET AL) 8 juin 1993 (1993-06-08) * colonne 4, ligne 53 - ligne 68 *	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01P H03F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 juin 2008		La Casta Muñoa, S	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0708848 FA 704291**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 10-06-2008

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006096771 A	14-09-2006	AU 2006220545 A1	14-09-2006
		CA 2600447 A1	14-09-2006
		EP 1856763 A2	21-11-2007
		KR 20070119666 A	20-12-2007

US 4291278 A	22-09-1981	DE 3118394 A1	27-05-1982
		FR 2482384 A1	13-11-1981
		JP 1402750 C	28-09-1987
		JP 57007601 A	14-01-1982
		JP 62005535 B	05-02-1987

US 5218322 A	08-06-1993	AU 3566493 A	14-10-1993
		CA 2088624 A1	08-10-1993
		EP 0565053 A1	13-10-1993
		JP 6045850 A	18-02-1994
