

(19)



(11)

EP 3 171 451 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
24.05.2017 Bulletin 2017/21

(51) Int Cl.:
H01P 5/02 (2006.01) **H01P 5/12 (2006.01)**
H03F 3/60 (2006.01) **H01P 1/23 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **16200051.7**

(22) Date de dépôt: **22.11.2016**

(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: **23.11.2015 FR 1561267**

(71) Demandeurs:

- **COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES**
75015 Paris (FR)

- **Microwave Characterization Center**
59262 Sainghin en Melantois (FR)
- **Université Sciences Technologies Lille**
59650 Villeneuve d'Ascq (FR)

(72) Inventeurs:

- **THEVENEAU, Hadrien**
59800 Lille (FR)
- **WERQUIN, Matthieu**
59810 Lesquin (FR)
- **GAQUIÈRE, Christophe**
59650 Villeneuve D'Ascq (FR)

(74) Mandataire: **Santarelli**
49, avenue des Champs-Élysées
75008 Paris (FR)

(54) COMBINEUR SPATIAL DE PUISSANCE

(57) Le combineur spatial de puissance (10) comporte plusieurs entrées (11 a, 11 b, 11 c, ...) auxquelles sont reliées respectivement un ensemble de lignes de transmission (a, b, c, ...), et une sortie (12).

Le combineur spatial de puissance comporte en

outre un corps (13) formant une cavité (14) et l'ensemble de lignes de transmission (a, b, c, ...) traversent longitudinalement la cavité (14) et sont disposées autour d'un élément absorbant (15) s'étendant longitudinalement dans la cavité (14).

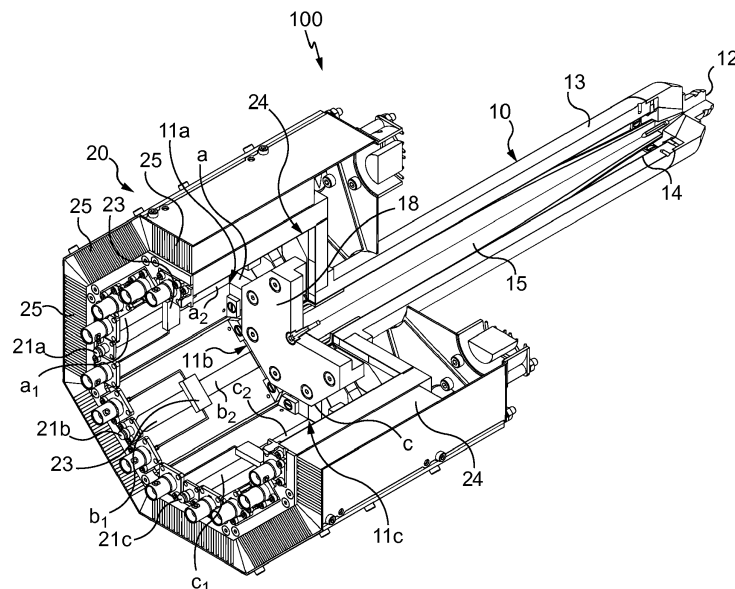


Fig. 1a

EP 3 171 451 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un combineur spatial de puissance comportant plusieurs entrées et une sortie.

[0002] Un combineur de puissance est un dispositif permettant de combiner en une seule sortie la puissance de plusieurs entrées.

[0003] La génération de fortes puissances est nécessaire dans certaines applications, par exemple dans des systèmes de radar afin d'émettre un signal de forte puissance ou des systèmes de communication afin de délivrer un signal de forte puissance à un canal de communication.

[0004] Le niveau de puissance en sortie d'un seul amplificateur de puissance n'étant pas souvent suffisant, un combineur de puissance est nécessaire pour additionner ou combiner des puissances sortant de plusieurs amplificateurs de puissance.

[0005] Ainsi, les combineurs de puissance sont fréquemment utilisés avec un ensemble d'amplificateurs de puissance, chaque amplificateur de puissance amplifiant un signal d'entrée et fournissant un signal de sortie. Le combineur de puissance combine la puissance des signaux de sortie des amplificateurs de puissance et génère une puissance totale de sortie.

[0006] De nombreuses architectures de combineurs de puissance existent. Un combineur spatial de puissance est un type de combineur de puissance constitué d'une cavité alimentée par des signaux provenant respectivement d'un ensemble de lignes de transmission en entrée. La puissance provenant de chaque ligne est combinée et récupérée dans une ligne de transmission centrale en sortie.

[0007] Dans les combineurs spatiaux de puissance actuels, les entrées du combineur de puissance ne sont pas isolées entre elles. Ainsi, chaque entrée du combineur a une influence sur les autres entrées, une panne au niveau d'une entrée ou des composants reliés à cette entrée pouvant être propagée au niveau des autres entrées.

[0008] En outre, la défaillance d'un seul amplificateur de puissance peut entraîner une dégradation importante dans les performances du combineur de puissance, pouvant entraîner une défaillance dans le fonctionnement d'un dispositif dans lequel est utilisé le combineur de puissance.

[0009] La présente invention a pour but de résoudre au moins un des inconvénients précités et de proposer un combineur spatial de puissance dans lequel la fiabilité est améliorée.

[0010] A cet effet, la présente invention propose selon un premier aspect un combineur spatial de puissance comportant plusieurs entrées auxquelles sont reliées respectivement un ensemble de lignes de transmission, et une sortie.

[0011] Le combineur spatial de puissance comporte en outre un corps formant une cavité, l'ensemble de li-

gnes de transmission traversant longitudinalement ladite cavité et étant disposées autour d'un élément absorbant s'étendant longitudinalement dans ladite cavité.

[0012] L'élément absorbant permet d'isoler les lignes de transmission entre elles, les signaux portés par les lignes de transmission n'ayant pas ainsi d'influence entre eux.

[0013] En outre, en cas de défaillance au niveau d'une ligne de transmission, cette ligne de transmission ne produit aucun effet sur les autres lignes de transmission de l'ensemble et le combineur de puissance délivre toujours un signal de sortie adéquat, dans le pire des cas, la puissance à la sortie pouvant être réduite.

[0014] Dans un mode de réalisation, la longueur de l'élément absorbant est équivalente à la longueur des lignes de transmission dans le combineur spatial de puissance.

[0015] Ainsi, l'élément absorbant s'étend longitudinalement sur la totalité de la longueur des lignes de transmission, ce qui améliore l'isolation des entrées entre elles et peut faciliter l'assemblage du combineur de puissance lors de sa fabrication.

[0016] Dans un autre mode de réalisation, la longueur de l'élément absorbant est inférieure à la longueur des lignes de transmission dans le combineur spatial de puissance.

[0017] Grâce à la réduction de la longueur de l'élément absorbant par rapport à la longueur des lignes de transmission, les pertes magnétiques et diélectriques dues à l'absorbant sont réduites.

[0018] Dans un cas particulier, l'élément absorbant s'étend en partant de l'entrée dudit combineur spatial de puissance.

[0019] Grâce à cette disposition de l'élément absorbant, l'évacuation de l'énergie dissipée sous forme de chaleur dans le combineur de puissance est améliorée du fait que la chaleur parcourt une distance réduite.

[0020] Dans un autre cas particulier, l'élément absorbant s'étend en partant de la sortie dudit combineur spatial de puissance.

[0021] Dans un mode de réalisation, le combineur spatial de puissance comporte en outre des moyens de dissipation thermique s'étendant longitudinalement dans la cavité, l'élément absorbant entourant les moyens de dissipation.

[0022] Selon une caractéristique, les moyens de dissipation thermique comportent une tige en métal.

[0023] En particulier, dans le cas où l'élément absorbant s'étend en partant de l'entrée et que la longueur de l'élément absorbant est inférieure à la longueur des lignes de transmission, la distance parcourue par la chaleur le long de la tige en métal est réduite.

[0024] Selon une caractéristique, les lignes de transmission sont des lignes de transmission microruban.

[0025] Ainsi, la connexion des lignes de transmission d'entrée à des circuits électroniques est facilitée.

[0026] En outre, aucune transition vers un autre type de ligne de transmission n'est nécessaire, évitant des

perles liées aux transitions entre différents types de lignes de transmission.

[0027] Selon une autre caractéristique, les entrées du combineur spatial de puissance présentent une basse impédance.

[0028] La connexion des entrées du combineur à des circuits ou composants électroniques ayant des sorties à basse impédance se trouve ainsi facilitée. En effet, lorsque les valeurs d'impédance sont proches, la mise en oeuvre de l'adaptation d'impédances est simplifiée.

[0029] Selon une autre caractéristique, le combineur spatial de puissance comporte un module évacuateur thermique.

[0030] Ce module évacuateur thermique aide à la dissipation thermique du combineur spatial de puissance.

[0031] Selon un mode de réalisation, le combineur spatial de puissance comporte un module de préadaptation d'impédance disposé en entrée du combineur spatial de puissance, le module de préadaptation d'impédance comportant des premières parties des lignes de transmission de l'ensemble de lignes de transmission.

[0032] Dans un mode de réalisation, chaque première partie des lignes de transmission comporte un ensemble de couches, l'ensemble de couches comportant :

- au moins une première couche conductrice transportant un signal et ayant une largeur diminuant le long de ladite première partie de la ligne de transmission, et
- au moins une deuxième couche conductrice servant de référence de potentiel et comportant une ouverture ayant une largeur augmentant le long de la première partie de ladite ligne de transmission.

[0033] Ainsi, du fait des variations de la largeur de la première couche conductrice et de l'ouverture de la deuxième couche conductrice, la valeur de l'impédance de la ligne de transmission varie le long de la ligne de transmission.

[0034] En particulier, l'impédance augmente le long de la ligne de transmission.

[0035] Par conséquent, la valeur de l'impédance d'une ligne de transmission à l'entrée du combineur spatial de puissance est inférieure à la valeur de l'impédance de la ligne de transmission à la sortie du combineur.

[0036] Dans une variante de ce mode de réalisation, l'ensemble de couches comporte une troisième couche conductrice servant de référence de potentiel.

[0037] Dans une autre variante de ce mode de réalisation, le module de préadaptation d'impédance comporte un support sur lequel sont disposés les premières parties des lignes de transmission, le support comportant un ensemble de creux, chaque première partie des lignes de transmission de l'ensemble de lignes de transmission étant respectivement disposée sur un creux de l'ensemble de creux.

[0038] Ainsi, la deuxième couche conductrice de chaque ensemble de couches de chaque ligne de transmis-

sion est en contact avec chaque creux du support.

[0039] La présente invention concerne selon un deuxième aspect, un ensemble d'amplification de puissance formé par un combineur spatial de puissance conforme à l'invention et une structure d'amplification disposée à l'entrée dudit combineur spatial de puissance, la structure d'amplification comportant un ensemble d'entrées et un ensemble de sorties, les sorties étant reliées respectivement aux entrées du combineur spatial de puissance.

[0040] Par conséquent, les lignes de transmission du combineur spatial de puissance sont connectées aux sorties de la structure d'amplification.

[0041] Ainsi, le combineur spatial de puissance combine les puissances présentes respectivement aux sorties de la structure d'amplification.

[0042] En outre, les lignes de transmission en entrée du combineur spatial de puissance correspondent respectivement à des lignes de transmission en sortie de ladite structure d'amplification.

[0043] Selon une caractéristique, la structure d'amplification comporte un ensemble d'amplificateurs de puissance, chaque amplificateur de puissance étant relié à chaque sortie de la structure d'amplification.

[0044] Ainsi, les signaux en entrée de l'ensemble de combinaison de puissance sont d'abord amplifiés et ensuite leur puissance est combinée, par le combineur spatial de puissance, en une seule sortie.

[0045] Selon une caractéristique, les sorties des amplificateurs de puissance présentent une basse impédance.

[0046] Ainsi, l'adaptation d'impédance entre la structure d'amplification et le combineur de puissance est facilement mise en oeuvre.

[0047] L'ensemble d'amplification de puissance présente des caractéristiques et avantages analogues à ceux décrits précédemment en relation avec le combineur spatial de puissance.

[0048] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

[0049] Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1a représente une vue en perspective avec arrachement partiel d'un ensemble d'amplification de puissance selon un mode de réalisation de l'invention comportant un combineur spatial de puissance selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 1b représente une vue en perspective éclatée de l'ensemble d'amplification de puissance de la figure 1a.
- la figure 2 représente une vue en perspective avec arrachement partiel du combineur de puissance selon un second mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 représente une vue en perspective avec arrachement partiel du combineur de puissance selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;

et

- les figures 4a et 4b représentent une vue éclatée d'une première partie d'une ligne de transmission du combineur de puissance représentée aux figures 2 et 3 selon deux modes de réalisation.

[0050] Un ensemble d'amplification de puissance conforme à l'invention va être décrit en référence aux figures 1 a et 1 b.

[0051] La figure 1a représente un ensemble d'amplification de puissance 100 comportant un combineur spatial de puissance 10 et une structure d'amplification 20.

[0052] Une vue éclatée de l'ensemble d'amplification de puissance est représentée à la figure 1 b.

[0053] Le combineur spatial de puissance 10 est disposé à la sortie de la structure d'amplification 20.

[0054] La structure d'amplification 20 comporte un ensemble d'entrées 21 a, 21b, 21c, ... et un ensemble de sorties 22a, 22b, 22c, ..., le nombre d'entrées et de sorties des ensembles étant identique.

[0055] On notera que dans la suite de ce document, les entrées de la structure d'amplification 20 sont référencées 21 et les sorties 22.

[0056] La structure d'amplification 20 comporte en outre un ensemble d'amplificateurs de puissance 23, chaque amplificateur de puissance 23 étant relié à une entrée 21 de la structure d'amplification 20 et à une sortie 22 de la structure d'amplification 20.

[0057] Des lignes de transmission en entrée a_1 , b_1 , c_1 ... relient respectivement les entrées 21 de la structure d'amplification 20 et les amplificateurs de puissance 23. Des lignes de transmission de sortie a_2 , b_2 , c_2 ... relient respectivement les amplificateurs de puissance 23 et les sorties 22 de la structure d'amplification 20.

[0058] Ainsi, les amplificateurs de puissance 23 amplifient respectivement les signaux aux entrées 21 de la structure d'amplification 20 et génèrent des signaux amplifiés aux sorties 22.

[0059] La structure d'amplification 20 comporte un corps 24 enfermant les amplificateurs de puissance 23 et les lignes de transmission en entrée a_1 , b_1 , c_1 ... et en sortie a_2 , b_2 , c_2 ...

[0060] Dans le mode de réalisation représenté sur les figures 1a et 1 b, le corps 24 présente une forme octogonale, les structures d'amplification comportent huit entrées 21, huit sorties 22, ainsi que huit amplificateurs de puissance 23. Chaque ensemble formé par un amplificateur de puissance 23, une ligne de transmission d'entrée a_1 , b_1 , c_1 ... et une ligne de transmission de sortie a_2 , b_2 , c_2 ... est disposé sur une face du corps 24 en forme octogonale.

[0061] Bien entendu, le corps de la structure d'amplification peut présenter des formes géométriques différentes, et le nombre d'entrées, sorties d'amplification de puissance et des lignes de transmission peuvent être différentes.

[0062] On notera que dans cette vue partielle avec un arrachement partiel représenté sur la figure 1a, seule-

ment trois des ensembles précités sont visibles.

[0063] Les amplificateurs de puissance 23 étant connus de l'homme du métier, ne seront pas décrits plus en détail dans ce document.

[0064] Dans le mode de réalisation représenté, la structure d'amplification 20 comporte des moyens de refroidissement 25 disposés sur le pourtour du corps 24 afin de dissiper la chaleur produite par les composants de puissance, en particulier par les amplificateurs de puissance 23.

[0065] Le combineur spatial de puissance 10 est disposé en sortie de la structure d'amplification 20.

[0066] Les sorties 22 de la structure d'amplification 20 sont reliées à des entrées 11 a, 11 b, 11 c, ... (nommés 11 dans la suite du document) du combineur spatial de puissance 10. Les puissances des signaux en sortie de la structure d'amplification 20 sont ainsi combinées par le combineur spatial de puissance 10 en une seule puissance en sortie du combineur spatial de puissance 10.

[0067] Ainsi, dans le combineur spatial de puissance 10 des lignes de transmission a, b, c, ... sont respectivement reliées aux entrées 11 a, 11 b, 11 c, ... du combineur spatial de puissance 10.

[0068] On notera que les lignes de transmission a, b, c, ... du combineur spatial de puissance 10 sont une continuité des lignes de transmission en sortie a_2 , b_2 , c_2 ... de la structure d'amplification 20.

[0069] Le combineur spatial de puissance 10 comporte en outre une sortie 12 sur laquelle une puissance combinée est générée.

[0070] Sur cette sortie 12, il est ainsi généré un signal de sortie combinée présentant une puissance correspondant aux puissances combinées des signaux en entrée 11 du combineur spatial de puissance 10. Par conséquent, sur la sortie 12, il est généré un signal de sortie combiné présentant une puissance correspondant aux puissances combinées des signaux en sortie de la structure d'amplification 20.

[0071] Des équipements électroniques peuvent être reliés à la sortie 12 du combineur spatial de puissance 10 afin d'utiliser cette puissance combinée.

[0072] On notera que dans l'exemple de réalisation décrit, la sortie 12 est à haute impédance, présentant à titre d'exemple nullement limitatif 50 Ohms.

[0073] Le signal à la sortie 12 du combineur spatial de puissance 10 peut ainsi être utilisé, par exemple dans une antenne ou comme entrée dans un dispositif servant de transition d'un guide d'ondes vers une ligne coaxiale, sans nécessité de transformation d'impédance, ou avec une transformation d'impédance facile à effectuer.

[0074] Le combineur spatial de puissance 10 comporte un corps cylindrique 13 formant une cavité 14.

[0075] Les lignes de transmission a, b, c, ... comportent une première partie correspondant à la portion de ligne entre l'entrée 11 et la cavité 14 du combineur spatial de puissance 10.

[0076] Dans la suite du document, la partie du combineur spatial de puissance au niveau de la cavité 14 sera

nommée coeur du combineur 101. La première partie d'une ligne de transmission a, b, c, ... est aussi nommée ligne d'accès aa, ba, ca, ...

[0077] Chaque ligne d'entrée a, b, c, ... comporte en outre une seconde partie ab, bb, cb, ... correspondant à la portion de ligne entre la ligne d'accès aa, ba, ca ... et la sortie 12 du combineur. Les secondes parties des lignes de transmission ab, bb, cb, ... traversent longitudinalement la cavité 14 en partant de l'entrée 11 du combineur spatial de puissance 10 et jusqu'à la sortie 12 du combineur spatial de puissance 10.

[0078] Dans le mode de réalisation décrit, les lignes de transmission d'entrée a, b, c ... sont des lignes de transmission microruban.

[0079] Ainsi, dès lors que les amplificateurs de puissance 23 délivrent des signaux en sortie sur des lignes microruban, la connexion entre la structure d'amplification 20 et le combineur spatial de puissance 10 peut être réalisé directement et sans nécessiter des conversions nécessaires entre différents types de lignes.

[0080] Des pertes dues à la transformation des signaux entre lignes de différents types sont ainsi évitées.

[0081] Le combineur spatial de puissance 10 comporte un élément absorbant 15 s'étendant longitudinalement dans la cavité 14.

[0082] L'élément absorbant 15 est placé entre les lignes de transmission d'entrée a, b, c, ... en particulier entre les secondes parties des lignes de transmission ab, bb, cb, ... dans le coeur du combineur 101.

[0083] Plus particulièrement, les secondes parties de lignes de transmission d'entrée ab, bb, cb, ... sont disposées autour de l'élément absorbant 15.

[0084] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, l'élément absorbant 15 s'étend sur toute la longueur des secondes parties des lignes de transmission ab, bb, cb, ... c'est-à-dire qu'il s'étend sur la totalité de la cavité 14 entre l'entrée 11 et la sortie 12 du combineur spatial de puissance 10, plus particulièrement sur la totalité du coeur du combineur spatial de puissance 101.

[0085] Par conséquent, dans ce mode de réalisation, la longueur de l'élément absorbant 15 est équivalente à la longueur des secondes parties des lignes de transmission ab, bb, cb, ... dans le combineur spatial de puissance 10.

[0086] Dans d'autres modes de réalisation, tel que le mode de réalisation représenté sur les figures 2 et 3, la longueur de l'élément absorbant 15 est inférieure à la longueur des secondes parties des lignes de transmission ab, bb, cb, ... dans le combineur spatial de puissance 10.

[0087] La figure 2 représente un combineur spatial de puissance 10' selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. On notera que la cavité n'est pas représentée sur cette figure.

[0088] Dans ce mode de réalisation, les lignes de transmission a', b', c', ... et en particulier les deuxième parties des lignes de transmission ab', bb', cb', ... sont disposées autour de l'élément absorbant 15', l'élément

absorbant 15' s'étendant longitudinalement dans une partie de la cavité (non représentée sur la figure).

[0089] Dans ce mode de réalisation, l'élément absorbant 15' s'étend en partant de la sortie 12' du combineur spatial de puissance 10' sur une longueur prédéterminée.

[0090] A titre d'exemple nullement limitatif, la longueur prédéterminée peut être de 50 mm.

[0091] Naturellement, la valeur de cette longueur prédéterminée peut être différente, cette valeur variant par exemple en fonction de la nature de l'élément absorbant 15' utilisé.

[0092] Dans un mode de réalisation, l'élément absorbant 15 comporte un matériau absorbant, tel qu'une résine époxy chargée de particules d'un absorbant magnétique, par exemple de particules ferrites.

[0093] Dans ce mode de réalisation, le combineur spatial de puissance 10' comporte en outre un élément plastique 16' s'étendant longitudinalement dans la cavité, en prolongation de l'élément absorbant 15'.

[0094] L'élément plastique 16' présente une fonction mécanique, permettant de maintenir en place les lignes de transmission a', b', c',

[0095] Dans ce mode de réalisation, l'élément absorbant 15' et l'élément plastique 16' sont fixés entre eux au moyen d'une tige filetée disposée dans un évidement 18' réalisé dans l'élément absorbant 15' et l'élément plastique 16'.

[0096] Ainsi, l'élément absorbant 15' et l'élément plastique 16' sont fixés entre eux par vissage.

[0097] En particulier, une première partie d'évidement 18a', correspondant à l'évidement réalisé dans l'élément plastique 16', est un évidement longitudinal taraudé, les parois de l'évidement 18' formant ainsi un pas de vis. Une seconde partie d'évidement 18b', correspondant à l'évidement réalisé dans l'élément absorbant 15', est un évidement dont les parois sont lisses.

[0098] Bien entendu, la fixation de l'élément absorbant 15' et de l'élément plastique 16' peut être réalisée par des moyens différents.

[0099] La figure 3 représente un troisième mode de réalisation du combineur spatial de puissance 10".

[0100] Dans ce mode de réalisation, l'élément absorbant 15" s'étend longitudinalement dans la cavité (non représentée sur cette figure) en partant de l'entrée 11" du combineur spatial de puissance 10", sur une longueur prédéterminée.

[0101] A titre d'exemple nullement limitatif, le combineur spatial de puissance peut présenter une longueur de 300 mm, et l'élément absorbant de 50 mm.

[0102] Selon un autre exemple, pour un combineur spatial de puissance à faibles pertes, la longueur de l'élément absorbant peut être de 20 mm.

[0103] Bien entendu, les valeurs des longueurs du combineur spatial de puissance et de l'élément absorbant peuvent être différentes.

[0104] Dans ce mode de réalisation, le combineur spatial de puissance 10" comporte des moyens de dissipa-

tion thermique 17" s'étendent longitudinalement dans la cavité.

[0105] Les moyens de dissipation thermique 17" comportent dans un mode de réalisation une tige en métal.

[0106] Ce mode de réalisation est particulièrement avantageux dès lors que la tige en métal permet une dissipation efficace de l'énergie thermique en forme de chaleur produite dans le combineur spatial de puissance 10".

[0107] Dans ce mode de réalisation, l'élément absorbant 15" est disposé de sorte qu'il entoure les moyens de dissipation 17" sur la longueur prédéterminée.

[0108] Ainsi, les moyens de dissipation thermique 17" s'étendent longitudinalement dans la totalité de la cavité. L'élément absorbant 15" s'étend sur une longueur prédéterminée en partant de l'entrée 11" du combineur spatial de puissance 10". Les moyens de dissipation thermique 17" sont ainsi entourés par l'élément absorbant 15" sur la longueur prédéterminée.

[0109] Dans un mode de réalisation, le combineur spatial de puissance 10 (voir figure 1) comporte en outre un module d'évacuation thermique 18.

[0110] Ce module d'évacuation thermique 18 peut être utilisé avec des différentes structures de combineurs spatiaux de puissance 10, 10', 10" en particulier avec les structures représentées sur les figures 2 et 3.

[0111] Ce module d'évacuation thermique 18 permet de dissiper d'avantage la chaleur produite dans le combineur spatial de puissance 10.

[0112] Le module d'évacuation thermique 18 est un module classique connu de l'homme du métier et ne nécessite pas d'être décrit en détail ici.

[0113] Dans les modes de réalisation décrits, les sorties des amplificateurs de puissance 23 (ou sorties 21 de la structure d'amplification 20) présentent une basse impédance.

[0114] En outre, les entrées 11 du combineur spatial de puissance 10 présentent aussi une basse impédance.

[0115] En outre, bien que les entrées du combineur spatial de puissance présentent une basse impédance, la sortie du combineur présente une haute impédance.

[0116] Dans un mode de réalisation tel que celui représenté aux figures 1a et 1 b, le combineur spatial de puissance 10 comporte en outre un module de préadaptation d'impédance 102. Ce module de préadaptation d'impédance 102 modifie la valeur de l'impédance présente en entrée 11 du combineur spatial de puissance 10.

[0117] Le module de préadaptation d'impédance comporte les premières parties des lignes de transmission aa, ba, ca ... ou lignes d'accès. Chaque ligne d'accès aa, ba, ca... comporte un circuit imprimé comportant au moins deux couches conductrices, une couche conductrice transportant un signal et une couche conductrice servant de référence de potentiel.

[0118] Deux modes de réalisation d'un circuit imprimé formant les lignes d'accès aa, ba, ca ... sont représentées par les figures 4a et 4b.

[0119] La figure 4a est une illustration simplifiée d'une vue éclatée d'un circuit imprimé formant la première partie d'une ligne de transmission ou ligne d'accès aa du combineur spatial de puissance 10 selon un mode de réalisation.

[0120] Chaque ligne d'accès aa, ba, ca, ... comporte un ensemble de couches superposées entre elles.

[0121] Dans le mode de réalisation représenté à la figure 4a, l'ensemble des couches comporte une première couche conductrice 200, une deuxième couche conductrice 400, ainsi qu'une troisième couche conductrice 700.

[0122] Dans ce mode de réalisation, la première couche conductrice 200 transporte un signal, et les seconde 400 et troisième 700 couches conductrices servent de référence de potentiel.

[0123] L'ensemble des couches comporte en outre une première couche d'isolant 300, une deuxième couche d'isolant 600 et une couche d'adhésif 500.

[0124] Dans un mode de réalisation, une des couches conductrices, étant ici la troisième couche conductrice 700, comporte des plots 800 disposés sur les bords le long de la couche.

[0125] Dans ce mode de réalisation, chacune des autres couches (200-600) comporte des ouvertures 900 disposées sur le bord du long de la couche, une ouverture présentant une forme complémentaire à un plot 800 de la troisième couche conductrice 700 et étant située de sorte qu'un plot 800 puisse être inséré dans une ouverture 900 de chaque couche de l'ensemble des couches formant la ligne d'accès aa.

[0126] L'ensemble formé par les plots 800 et par les ouvertures 900 forme des moyens de maintien ou de fixation des couches de l'ensemble des couches entre elles.

[0127] Bien entendu, d'autres modes de fixation ou de maintien peuvent être employés dans d'autres modes de réalisation.

[0128] En outre, le nombre de couches peut être différent.

[0129] La première couche conductrice 200 comporte une partie centrale 201 et deux parties latérales 202.

[0130] La partie centrale 201 de la première couche conductrice 200 transporte le signal transporté par une ligne de transmission a, dont la puissance va être combinée avec celle des autres signaux transportés par les autres lignes de transmission b, c,

[0131] Les parties latérales 202 de la première couche conductrice 200, la deuxième couche conductrice 400 et la troisième couche conductrice 700 servent de potentiel de référence. Les parties latérales 202 de la première couche conductrice 200, les deuxième 400 et troisième 700 couches conductrices sont reliées entre elles par les plots 800, ces plots étant par exemple métalliques.

[0132] Une première couche d'isolant 300 est disposée entre la première 200 et la deuxième 400 couche conductrice afin d'isoler entre elles ces deux dernières.

[0133] De manière similaire, la deuxième couche d'isolant 600 est disposée entre la deuxième couche 400 et

la troisième 700 couches conductrices.

[0134] Dans ce mode de réalisation, une couche d'adhésif 500 est disposée entre la deuxième couche conductrice 400 et la deuxième couche d'isolant 600.

[0135] On notera que dans l'exemple décrit, la première couche conductrice 200, la deuxième couche conductrice 400 et la première couche d'isolant 300 forment un premier ensemble, et la troisième couche conductrice 700 et la deuxième couche d'isolant 600 forment un second ensemble, le premier et le deuxième ensemble étant maintenus entre eux au moyen de la couche d'adhésif 500.

[0136] Bien entendu, d'autres couches conductrice, d'isolant et adhésives peuvent être ajoutées et l'ordre des couches peut être différent.

[0137] La variation d'impédance est mise en oeuvre par la première couche conductrice 200 et la deuxième couche conductrice 400.

[0138] Dans l'exemple représenté, la largeur de la première couche conductrice 200 diminue le long de la première partie de la ligne de transmission aa. La largeur de la première couche conductrice 200 présente ainsi une valeur inférieure au niveau de la sortie du module de préadaptation d'impédance 102, 102' (ou à l'entrée du coeur du combineur 101, 101') qu'au niveau de l'entrée de ce module 102, 102' (ou à l'entrée du combineur spatial de puissance 10).

[0139] La deuxième couche conductrice 400 comporte une ouverture 401. Cette ouverture 401, ou la largeur de l'ouverture 401, augmente le long de la première partie de la ligne de transmission aa. L'ouverture 401 de la deuxième couche conductrice 400 est ainsi plus importante au niveau de la sortie du module de préadaptation d'impédance 102, 102' (ou à l'entrée du coeur du combineur 101, 101') qu'au niveau de l'entrée de ce module 102, 102' (ou à l'entrée du combineur spatial de puissance 10).

[0140] La figure 4b est une illustration simplifiée d'une vue éclatée d'un circuit imprimé formant la première partie d'une ligne de transmission ou ligne d'accès aa' du combineur spatial de puissance 10 selon un deuxième mode de réalisation.

[0141] Dans ce mode de réalisation, l'ensemble des couches formant la ligne d'accès aa' comporte une première couche conductrice 200', une deuxième couche conductrice 400' et une couche d'isolant 300'.

[0142] L'ensemble formé par ces trois couches forme la ligne d'accès aa. Cette ligne d'accès aa' est disposée sur un support ou semelle 1000', la seconde couche conductrice 200' étant en contact avec le creux 1001'.

[0143] En particulier, le support 1000' comporte un ensemble de creux 1001', chaque creux 1001' présentant une forme adéquate à recevoir le circuit imprimé formant la ligne d'accès aa'.

[0144] Ainsi, dans le mode de réalisation décrit le nombre de creux est égal au nombre de lignes d'accès aa', ba', ca', ...

[0145] Bien entendu, le support 1000' peut être d'une

pièce ou être formé par un ensemble de supports, chaque support étant associé à une ligne d'accès aa', ba', ca', ...

[0146] Dans ce mode de réalisation, le support 1000' comporte en outre un second creux 1002' réalisé dans le premier creux 1001', le second creux 1002' recevant une deuxième couche d'isolant 600'.

[0147] La deuxième couche d'isolant 600' et le second creux 1002' ont ainsi des formes complémentaires.

[0148] La deuxième couche d'isolant 600' disposée dans le second creux 1002' du support 1000' aide au maintien du circuit imprimé formant la ligne d'accès aa' disposée dans le premier creux 1001' du support 1000'.

[0149] Dans le mode de réalisation décrit, le support 1000' est réalisé en métal.

[0150] La première couche conductrice 200' transporte le signal transporté par une ligne de transmission a', dont la puissance va être combinée avec celle des autres signaux transportés par les autres lignes de transmission b', c' ...

[0151] La deuxième couche conductrice 400', ainsi que le support en métal 1000' servent de potentiel de référence.

[0152] On notera que lorsque le circuit imprimé est inséré dans le premier creux 1001' du support 1000', la deuxième couche conductrice 400' est en contact avec le support 1000'.

[0153] La couche d'isolant 300' est disposée entre la première couche conductrice 200' et la deuxième couche conductrice 400' afin de les isoler entre elles.

[0154] Comme pour la figure 4a, d'autres couches de métallisation et d'isolant peuvent être ajoutées dans l'ensemble des couches.

[0155] En outre, la largeur de la première couche conductrice 200' diminue le long de la première partie de la ligne de transmission aa'. La largeur de la première couche conductrice 200 présente ainsi une valeur inférieure au niveau de la sortie du module de préadaptation d'impédance 102, 102' (ou à l'entrée du coeur du combineur 101, 101') qu'au niveau de l'entrée de ce module 102, 102' (ou à l'entrée du combineur spatial de puissance 10').

[0156] La deuxième couche conductrice 400' comporte une ouverture 401'. Cette ouverture 401', ou la largeur de l'ouverture 400', augmente le long de la première partie de la ligne de transmission aa'. L'ouverture 401' de la deuxième couche conductrice 400' est ainsi plus importante au niveau de la sortie du module de préadaptation d'impédance 102, 102' (ou à l'entrée du coeur du combineur 101, 101') qu'au niveau de l'entrée de ce module 102, 102' (ou à l'entrée du combineur spatial de puissance 10').

[0157] Dans les modes de réalisation dans lesquels le combineur spatial de puissance ne comporte pas de module de préadaptation d'impédance 101, 101', la variation d'impédance entre l'entrée et la sortie du combineur spatial de puissance est mise en oeuvre seulement par la structure coaxiale du coeur du combineur 101, 101'.

[0158] Dans tous les modes de réalisation, l'impédan-

ce de mode commun des lignes de transmission de la structure coaxiale du combineur de puissance augmente le long de la structure coaxiale du coeur du combineur 101, 101'. Cette augmentation est mise en oeuvre par une diminution du ratio entre le diamètre formé par l'ensemble des lignes de transmission situées à l'intérieur du corps cylindrique 13 et du diamètre intérieur du corps cylindrique 13 du coeur du combineur spatial de puissance 10.

[0159] On notera que la disposition des lignes à l'intérieur du corps cylindrique 13 et le propre corps cylindrique 13 forment une structure coaxiale.

Revendications

1. Combineur spatial de puissance (10 ; 10' ; 10'') comportant plusieurs entrées (11a, 11b, 11c, ... ; 11a', 11b', 11c', ... ; 11a'', 11b'', 11c'', ...) auxquelles sont reliées respectivement un ensemble de lignes de transmission (a, b, c, ... ; a', b', c', ... a'', b'', c'', ...), et une sortie (12 ; 12' ; 12''), le combineur spatial de puissance (10, 10', 10'') comportant en outre un corps (13 ; 13' ; 13'') formant une cavité (14) et étant **caractérisé en ce que** l'ensemble de lignes de transmission (a, b, c, ... ; a', b', c', ... a'', b'', c'', ...) traversent longitudinalement ladite cavité (14) et sont disposées autour d'un élément absorbant (15 ; 15' ; 15'') s'étendant longitudinalement dans ladite cavité (14).
2. Combineur spatial de puissance conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que** la longueur de l'élément absorbant (15) est équivalente à la longueur des lignes de transmission (a, b, c, ...) dans le combineur spatial de puissance (10).
3. Combineur spatial de puissance conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que** la longueur de l'élément absorbant (15', 15'') est inférieure à la longueur des lignes de transmission (a', b', c', ... ; a'', b'', c'', ...) dans le combineur spatial de puissance (10' ; 10'').
4. Combineur spatial de puissance conforme à la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'élément absorbant (15'') s'étend en partant de l'entrée dudit combineur spatial de puissance (10'').
5. Combineur spatial de puissance conforme à la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'élément absorbant (15') s'étend en partant de la sortie dudit combineur spatial de puissance (10').
6. Combineur spatial de puissance conforme à l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre des moyens de dissipation thermique (17'') s'étendant longitudinalement dans ladi-

te cavité, ledit élément absorbant (15'') entourant les moyens de dissipation (17'').

7. Combineur spatial de puissance conforme à la revendication 6, **caractérisé en ce que** les moyens de dissipation thermique (17'') comportent une tige en métal.
8. Combineur spatial de puissance conforme à l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les lignes de transmission (a, b, c, ... ; a', b', c', ... ; a'', b'', c'', ...) sont des lignes de transmission microruban.
9. Combineur spatial de puissance conforme à l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les entrées (11 a, 11 b, 11 c, ... ; 11 a', 11b', 11c', ... ; 11a'', 11b'', 11c'', ...) du combineur spatial de puissance (10 ; 10' ; 10'') présentent une basse impédance.
10. Combineur spatial de puissance conforme à l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un module d'évacuateur thermique (18).
11. Combineur spatial de puissance conforme à l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte un module de préadaptation d'impédance (102 ; 102') disposé en entrée du combineur spatial de puissance (10 ; 10' ; 10''), ledit module de préadaptation d'impédance (102 ; 102') comportant des premières parties desdites lignes de transmission (aa, ba, ca ... ; aa', ba', ca' ...) de l'ensemble de lignes de transmission.
12. Combineur spatial de puissance conforme à la revendication 11, **caractérisé en ce que** chaque première partie desdites lignes de transmission (aa, ba, ca, ... ; aa', ba', ca', ...) comporte un ensemble de couches, ledit ensemble de couches comportant
 - au moins une première couche conductrice (200 ; 200') transportant un signal et ayant une largeur diminuant le long de ladite première partie de la ligne de transmission (aa, ba, ca, ... ; aa', ba', ca', ...), et
 - au moins une deuxième couche conductrice (400 ; 400') servant de référence de potentiel et comportant une ouverture (401 ; 401') ayant une largeur augmentant le long de la première partie de ladite ligne de transmission (aa, ba, ca, ... ; aa', ba', ca', ...).
13. Combineur spatial de puissance conforme à la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'ensemble de couches comporte une troisième couche conductrice (700) servant de potentiel de référence.

14. Combineur spatial de puissance conforme à l'une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** ledit module de préadaptation d'impédance comporte un support (1000') sur lequel sont disposés les premières parties des lignes de transmission (aa', ab', ac', ...), ledit support (1000') comportant un ensemble de creux (1001'), chaque première partie des lignes de transmission de l'ensemble de lignes de transmission étant respectivement disposée sur un creux (1001') de l'ensemble creux (1001').
15. Ensemble d'amplification de puissance **caractérisé en ce qu'il** est formé par un combineur spatial de puissance (10 ; 10' ; 10'') conforme à l'une des revendications précédentes et une structure d'amplification (20) disposée à l'entrée (11 ; 11' ; 11'') dudit combineur spatial de puissance (10 ; 10' ; 10''), ladite structure d'amplification comportant un ensemble d'entrées (21 a, 21 b, 21 c, ...) et un ensemble de sorties (22a, 22b, 22c, ...), les sorties (22a, 22b, 22c, ...) étant reliées respectivement aux entrées (11 a, 11 b, 11 c, ... ; 11a', 11b', 11c', ... ; 11a'', 11b'', 11c'', ...) dudit combineur spatial de puissance (10 ; 10' ; 10'').
16. Ensemble d'amplification de puissance conforme à la revendication 15, **caractérisé en ce que** la structure d'amplification (20) comporte un ensemble d'amplificateurs de puissance (23), chaque amplificateur de puissance (23) étant relié à chaque sortie (22a, 22b, 22c, ...) de la structure d'amplification (20).
17. Ensemble d'amplification de puissance conforme à la revendication 16, **caractérisé en ce que** les sorties (22a, 22b, 22c, ...) des amplificateurs de puissance (23) présentent une basse impédance.

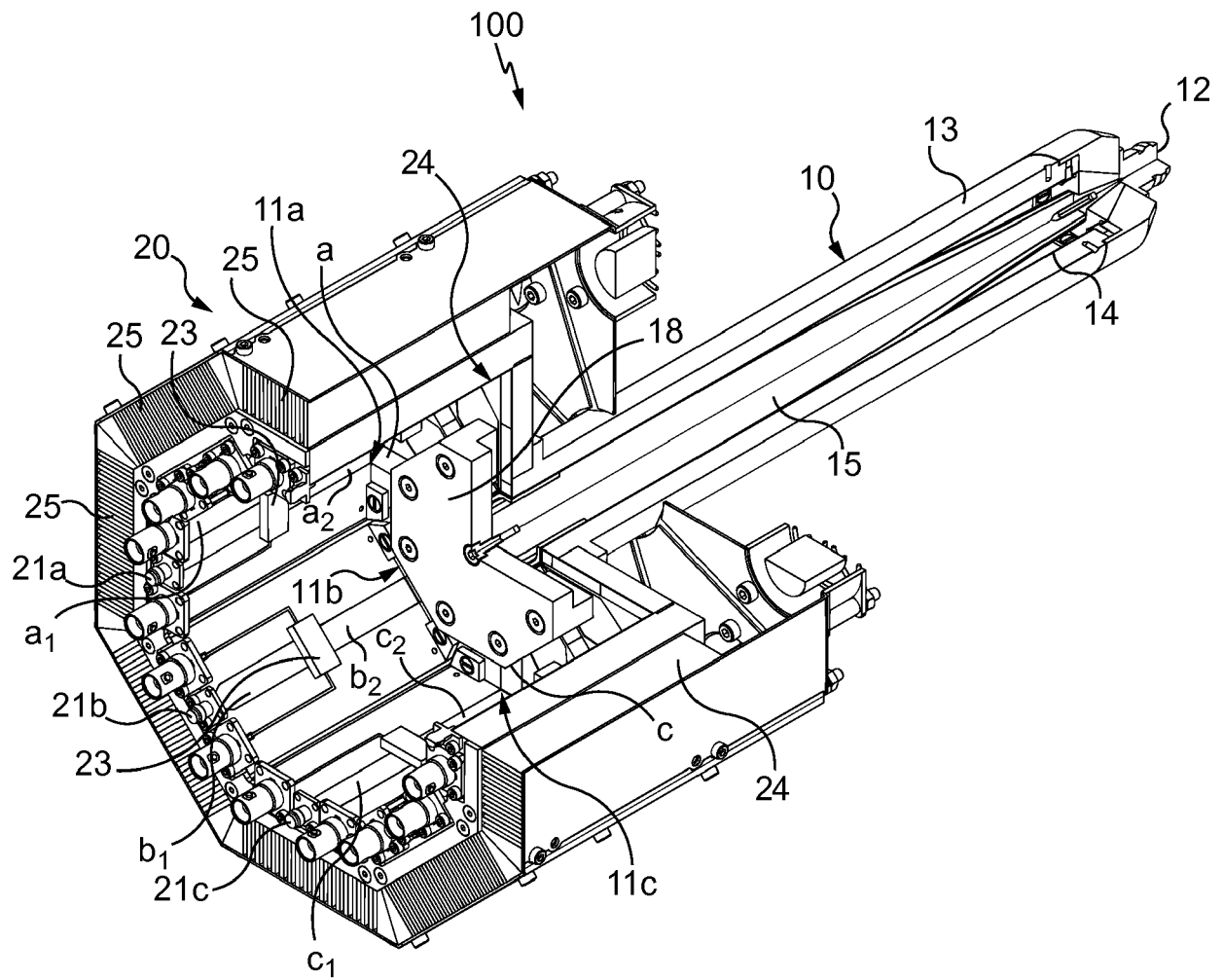
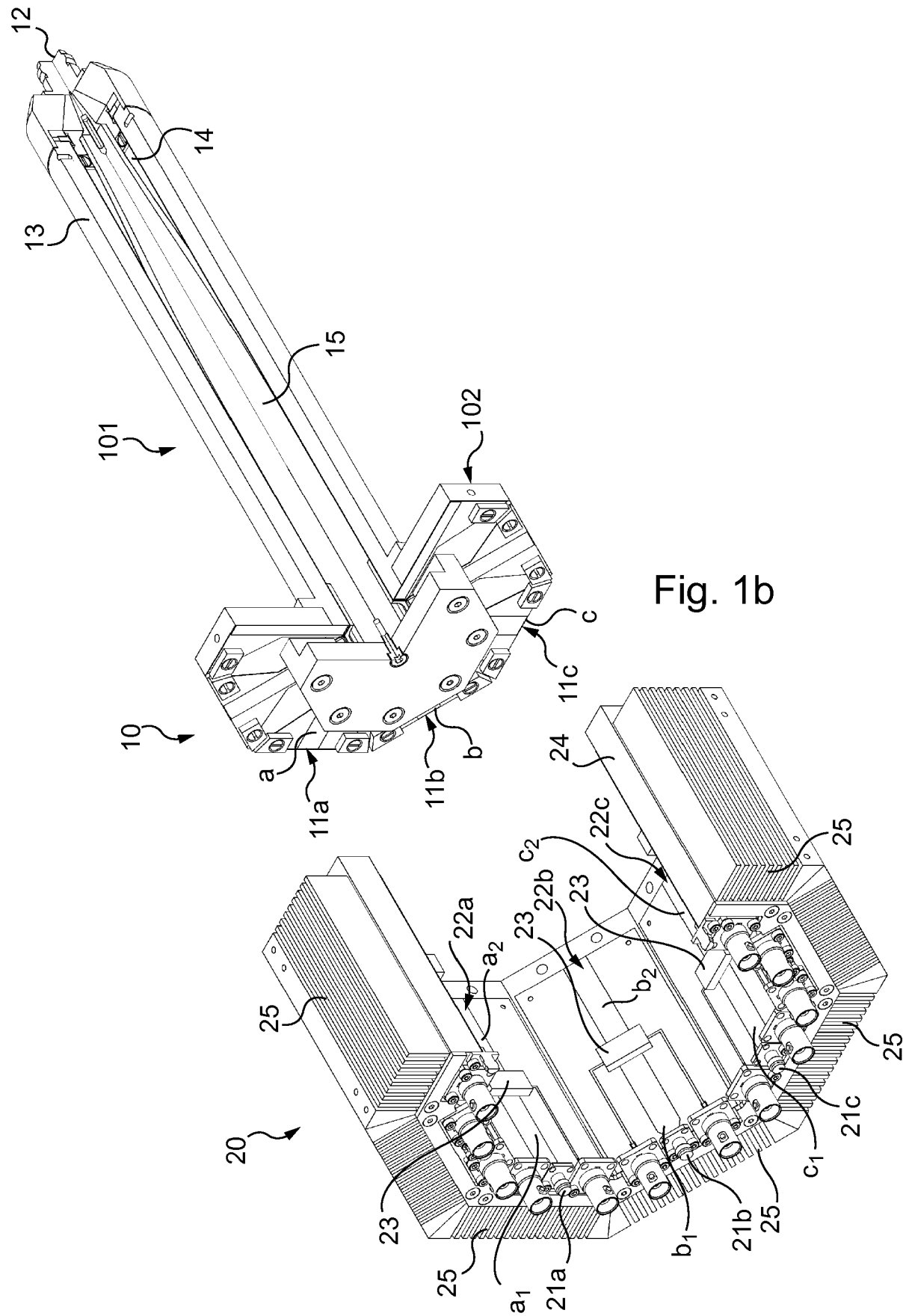


Fig. 1a



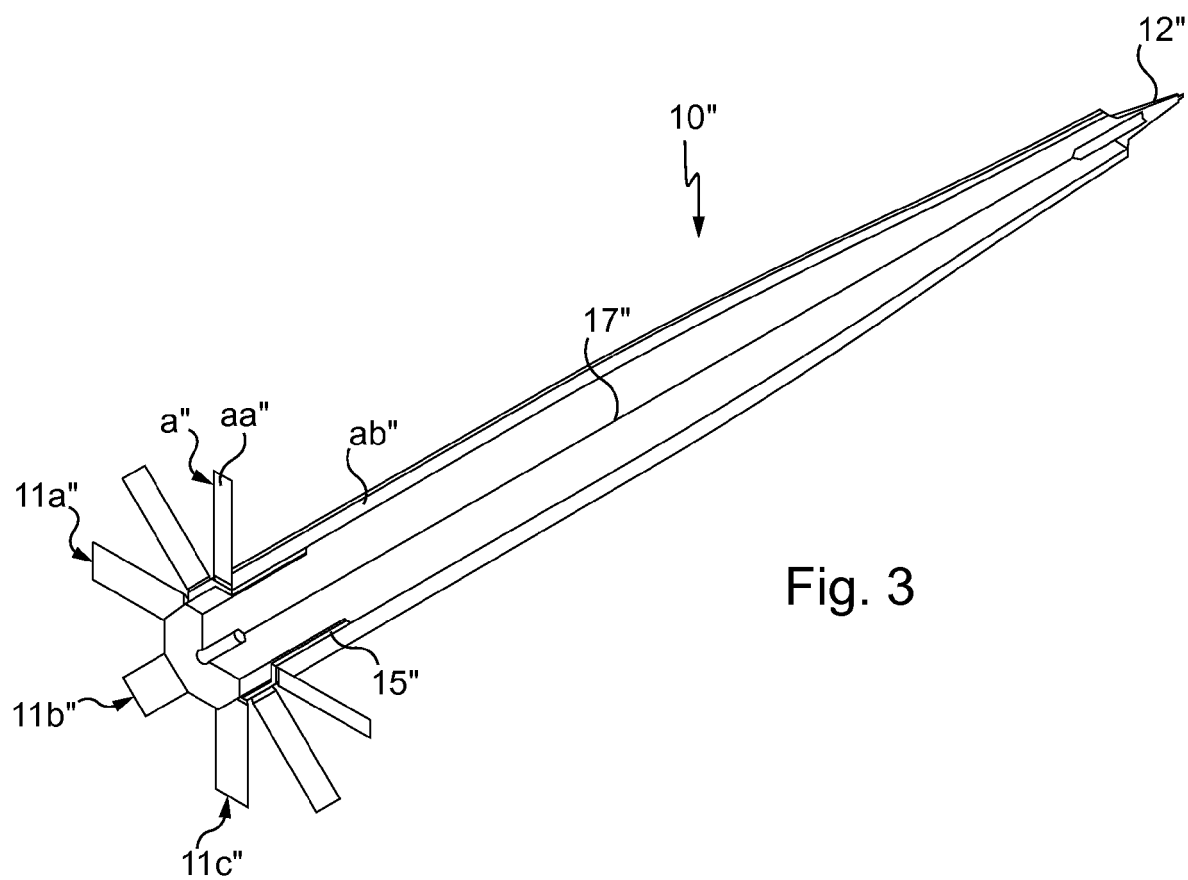
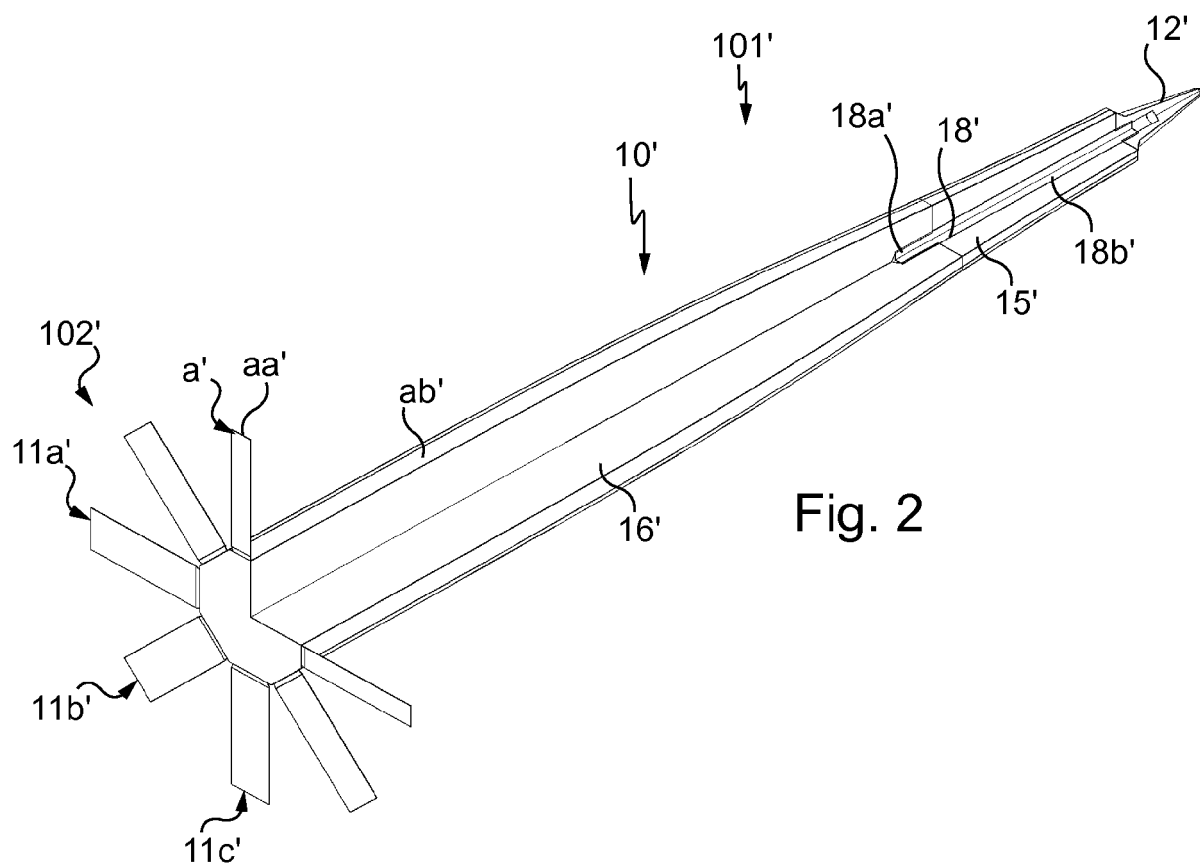
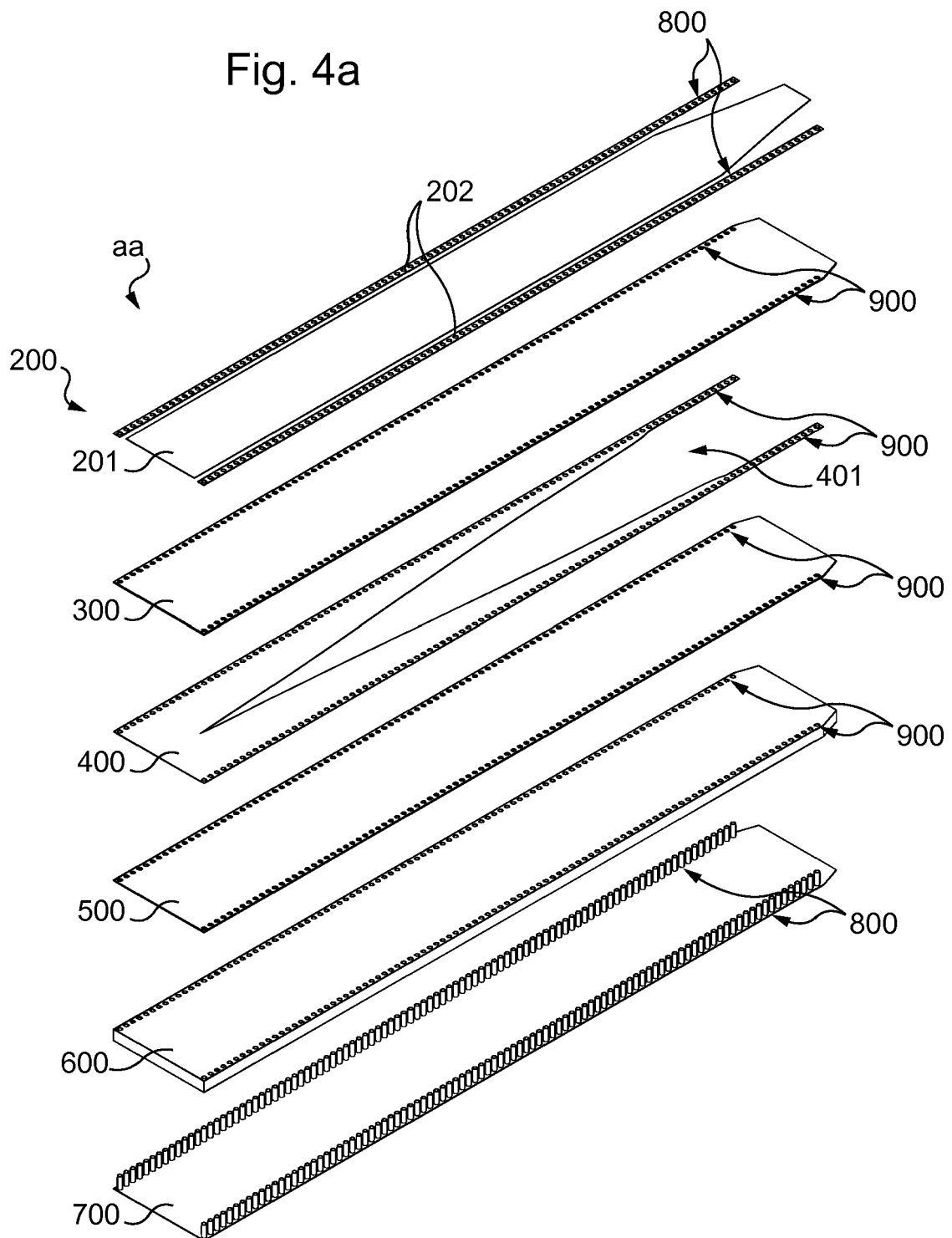


Fig. 4a



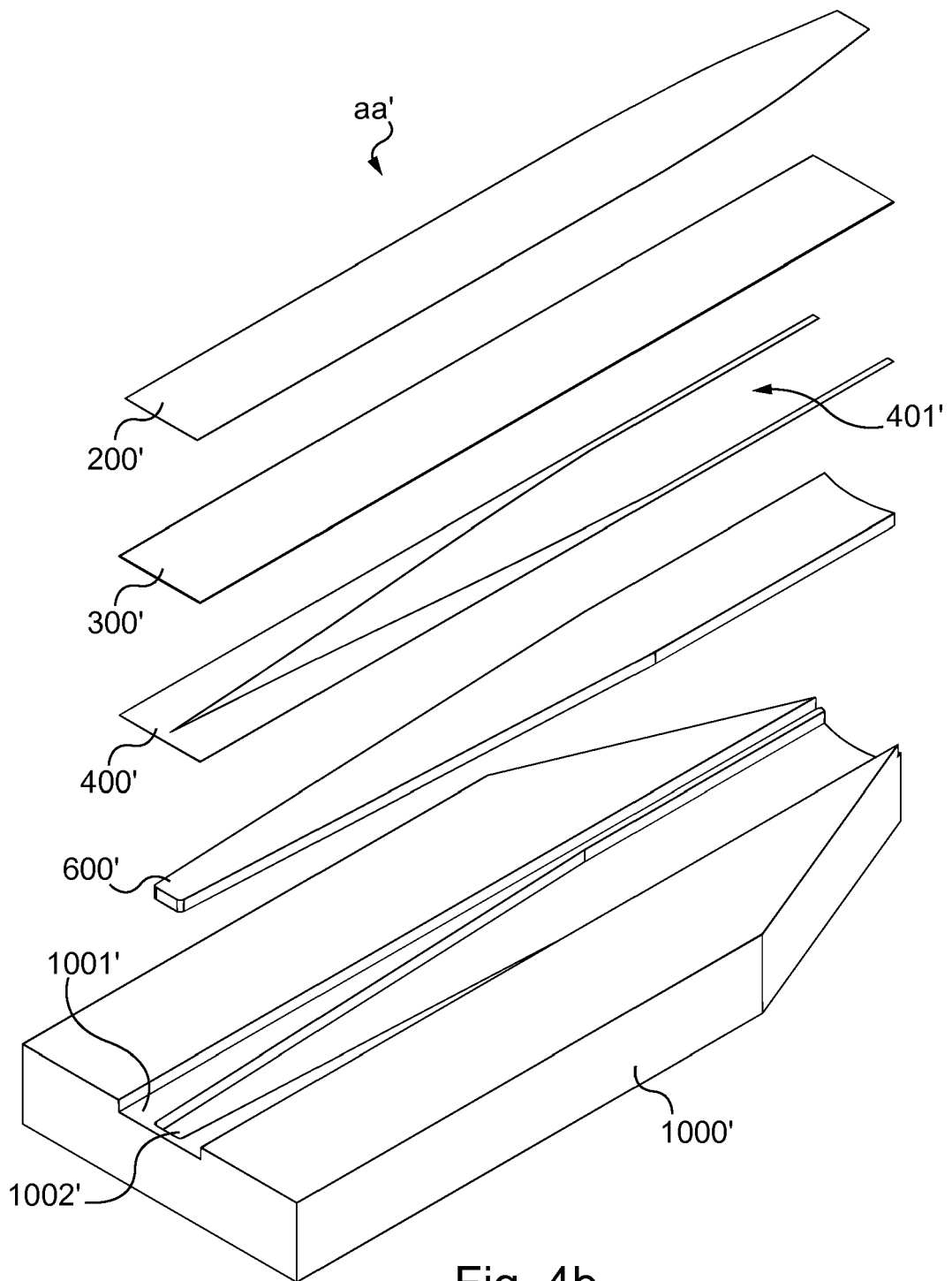


Fig. 4b



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 20 0051

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 5 142 253 A (MALLAVARPU RAGHUVeer [US] ET AL) 25 août 1992 (1992-08-25)	1-11, 14-17	INV. H01P5/02
Y	* colonne 4 - colonne 12; figures 1-3, 6-8 *	12,13	H01P5/12 H03F3/60
X	US 4 424 496 A (NICHOLS LAWRENCE J [US] ET AL) 3 janvier 1984 (1984-01-03)	1,2, 9-11, 15-17	ADD. H01P1/23
Y	US 5 262 739 A (DALMAN G CONRAD [US]) 16 novembre 1993 (1993-11-16)	12,13	
A	US 4 371 845 A (PITZALIS JR OCTAVIUS) 1 février 1983 (1983-02-01)	1,11	
A	US 4 129 839 A (TEMPLE S [US] ET AL) 12 décembre 1978 (1978-12-12)	1	
A	US 7 215 220 B1 (JIA PENGCHENG [US]) 8 mai 2007 (2007-05-08)	10	H01P H03F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		12 avril 2017	Hueso González, J
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 20 0051

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.

12-04-2017

	Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
10	US 5142253	A	25-08-1992	DE 69122296 D1	31-10-1996
				DE 69122296 T2	20-03-1997
				EP 0455485 A2	06-11-1991
15				IL 97851 A	12-04-1994
				JP 2918352 B2	12-07-1999
				JP H04229701 A	19-08-1992
				US 5142253 A	25-08-1992

20	US 4424496	A	03-01-1984	CA 1183910 A	12-03-1985
				DE 3238004 A1	21-04-1983
				GB 2107952 A	05-05-1983
				JP H0468802 B2	04-11-1992
				JP S5875911 A	07-05-1983
25				NL 8203947 A	02-05-1983
				US 4424496 A	03-01-1984

	US 5262739	A	16-11-1993	AUCUN	

30	US 4371845	A	01-02-1983	AUCUN	

	US 4129839	A	12-12-1978	CA 1116251 A	12-01-1982
				DE 2810194 A1	14-09-1978
				FR 2383552 A1	06-10-1978
				GB 1573989 A	03-09-1980
35				US 4129839 A	12-12-1978

	US 7215220	B1	08-05-2007	AUCUN	

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