



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
27.07.2011 Bulletin 2011/30

(51) Int Cl.:
H01P 1/30 (2006.01) H01P 3/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10189709.8**

(22) Date de dépôt: **02.11.2010**

(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

(30) Priorité: **23.12.2009 FR 0906278**

(71) Demandeur: **Thales**
92200 Neuilly Sur Seine (FR)

(72) Inventeurs:
• **Lagorsse, Joël**
31320 Castanet Tolosan (FR)
• **Montastier, Fabien**
31880 La Salvétat Saint Gilles (FR)

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

(54) **Actionneur thermo-élastique compact pour guide d'ondes, guide d'ondes à stabilité de phase et dispositif de multiplexage comportant un tel actionneur**

(57) L'actionneur thermo-élastique compact (15) comporte au moins deux pièces d'effort identiques (10a, 10b, 10c, 10d) et une pièce de maintien (11), la pièce de maintien présentant un coefficient de dilatation thermique inférieur au coefficient de dilatation thermique des pièces d'effort. Les pièces d'effort (10a, 10b, 10c, 10d) sont montées tête-bêche l'une à côté de l'autre parallèlement à un axe longitudinal Y et sont décalées linéairement l'une par rapport à l'autre, le long de l'axe longitudinal Y. La pièce de maintien (11) comporte deux extrémités respectivement reliées à des extrémités externes de chaque pièce d'effort et des extrémités internes de chaque pièce d'effort sont positionnées sous une zone médiane (14) de la pièce de maintien (11).

Application aux guides d'ondes des multiplexeurs intégrés dans des équipements spatiaux pour satellites.

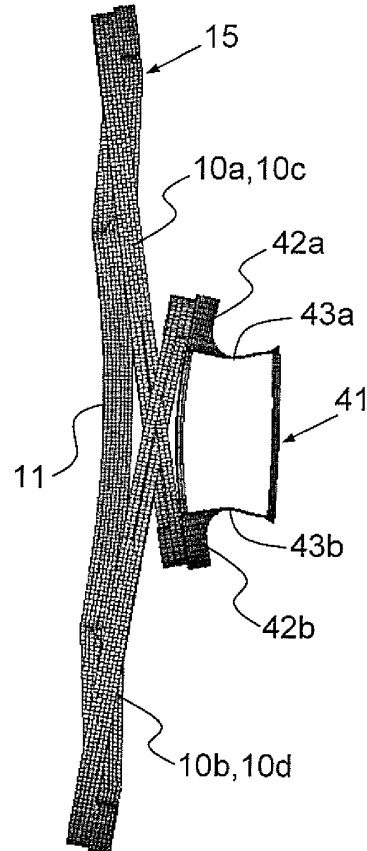


FIG.5a

Description

[0001] La présente invention concerne un actionneur thermo-élastique compact pour guide d'ondes, un guide d'ondes à stabilité de phase et un dispositif de multiplexage comportant un tel actionneur. Elle s'applique notamment à la compensation des changements de volume d'un guide d'ondes soumis à des variations de températures et plus particulièrement aux guides d'ondes des multiplexeurs intégrés dans des équipements spatiaux pour satellites.

[0002] Les multiplexeurs ou démultiplexeurs appelés aussi OMUX (en anglais : Output Multiplexer) intégrés notamment dans des équipements spatiaux sont soumis à des variations de températures importantes. Ces OMUX comportent généralement plusieurs canaux reliés entre eux par au moins un guide d'ondes, appelé aussi manifold, dont les variations dimensionnelles dues aux variations de températures induisent un décalage de la distance géométrique entre les ports de connexion aux canaux de l'OMUX et des déphasages dans les ondes guidées. Ces déphasages entraînent un dysfonctionnement de l'équipement et peuvent par exemple provoquer des désadaptations des canaux des OMUX.

[0003] Pour résoudre ce problème, il est connu de réaliser le guide d'ondes dans un matériau à faible taux d'expansion thermique CTE (en anglais : Coefficient of Thermal Expansion) tel que le titane ou un alliage de fer et de nickel comme par exemple l'invar (marque déposée). Cependant, les équipements spatiaux étant généralement réalisés dans des matériaux de faible densité tels que l'aluminium qui comporte un fort coefficient de dilatation thermique, les assemblages avec des guides d'ondes à faible CTE provoquent, lors des variations de température, des contraintes mécaniques importantes entre les structures qui peuvent engendrer des dysfonctionnements.

[0004] Le document US 5 428 323 décrit une méthode de compensation de la dilatation thermique d'un guide d'ondes à section rectangulaire en appliquant une déformation sur ses deux parois latérales de plus faible largeur de façon à assurer une stabilité de phase. La déformation est appliquée par des pièces d'écartement orthogonales aux petits côtés et fixées entre les petits côtés du guide d'ondes et une structure de maintien de faible CTE disposée autour du guide d'ondes. Lors d'une variation de température, les pièces d'écartements s'allongent ou se rétrécissent et viennent tirer ou appuyer orthogonalement sur les petits côtés, ce qui contraint les petits côtés du guide d'ondes à se déformer selon un axe orthogonal à ces petits côtés. Cependant cette technologie nécessite l'utilisation d'une structure de maintien disposée autour du guide d'ondes.

[0005] Le document EP 1 909 355 décrit un autre assemblage de guide d'onde à stabilité de phase dans lequel des mécanismes à leviers sont actionnés en rotation autour de pivots sous l'action de variations de température et permettent de compenser de plus grandes varia-

tions de dimension du guide d'onde en fonction de la température en venant tirer ou appuyer orthogonalement sur les petits côtés du guide d'ondes. Cependant cet assemblage est complexe, encombrant et peut gêner le positionnement des canaux adjacents et des interfaces mécaniques de l'OMUX à proximité du guide d'ondes, particulièrement dans le cadre d'une configuration compacte en épi selon laquelle les canaux sont disposés en quinconce de part et d'autre du guide d'onde.

[0006] Le document CA 2 432 876 décrit un autre assemblage de guide d'onde à stabilité de phase dans lequel les petits côtés du guide d'ondes ont une longueur initiale courbée et sont contraints selon une direction latérale du guide d'ondes par une pluralité de plaques à faible CTE placées côte à côte le long du guide d'ondes latéralement de part et d'autre de chaque petit côté courbé. L'expansion ou la contraction des petits côtés est restreint par les plaques latérales alors que les grands côtés sont libres de se dilater ou de se contracter. Cet assemblage présente l'inconvénient de nécessiter de pré-courber le petit côté du guide d'ondes tout en nervurant latéralement et symétriquement les parties hautes et basses du guide d'ondes, diminuant ainsi la latitude de positionnement des canaux par rapport au guide d'ondes ainsi que les interfaces mécaniques de l'OMUX à proximité du guide d'ondes.

[0007] Le but de l'invention est de réaliser un actionneur thermo-élastique pour guide d'ondes permettant d'assurer la stabilité de phase du guide d'ondes et ne comportant pas les inconvénients des dispositifs existants. Notamment, l'invention concerne un actionneur thermo-élastique pour guide d'ondes simple à mettre en oeuvre, de faible encombrement, optimisé pour minimiser le volume occupé à proximité du guide d'ondes et des canaux, et particulièrement adapté à une technologie d'OMUX à structure verticale.

[0008] Pour cela, l'invention concerne un actionneur thermo-élastique compact pour guide d'ondes comportant au moins deux pièces d'effort identiques réalisées dans un premier matériau présentant un premier coefficient de dilatation thermique et une pièce de maintien réalisée dans un deuxième matériau différent du premier matériau et présentant un second coefficient de dilatation thermique inférieur au premier coefficient de dilatation thermique, caractérisé en ce que les pièces d'effort ont une longueur qui s'étend selon une direction longitudinale Y entre deux extrémités externe et interne, sont montées tête-bêche l'une à côté de l'autre parallèlement à la direction Y et sont décalées linéairement l'une par rapport à l'autre, le long de l'axe longitudinal Y, et en ce que la pièce de maintien comporte deux extrémités supérieure et inférieure et une zone médiane située dans une région centrale de la pièce de maintien entre les deux extrémités supérieure et inférieure, les extrémités supérieure et inférieure de la pièce de maintien étant respectivement reliées aux extrémités externes de chaque pièce d'effort et les extrémités internes de chaque pièce d'effort étant positionnées sous la zone médiane

de la pièce de maintien.

[0009] Avantageusement, le décalage linéaire des pièces d'effort l'une par rapport à l'autre, le long de l'axe longitudinal Y, est égal à la moitié de leur longueur.

[0010] Avantageusement, les pièces d'effort sont filiformes et peuvent être par exemple, des barres longitudinales.

[0011] Préférentiellement, les pièces d'effort sont symétriques axialement. Elles peuvent par exemple, comporter une extrémité interne en forme de fourche comportant au moins deux doigts.

[0012] Dans un mode de réalisation particulier, l'actionneur comporte au moins quatre pièces d'effort montées tête-bêche deux à deux et les doigts des fourches des pièces d'effort consécutives montées dans un même sens sont entrecroisés les uns au-dessus des autres.

[0013] Avantageusement, chaque doigt comporte un point de fixation et les points de fixation de deux doigts entrecroisés appartenant à deux pièces d'effort consécutives montées dans un même sens sont reliés ensemble.

[0014] L'invention concerne aussi un guide d'ondes à stabilité de phase comportant une section transversale rectangulaire ayant deux grands côtés et deux petits côtés opposés et comportant au moins deux nervures longitudinales externes, respectivement supérieure et inférieure, situées symétriquement dans le prolongement des grands côtés, respectivement sur les deux petits côtés opposés du guide d'ondes, les deux nervures étant désaxées par rapport à un axe médian des petits côtés, le guide d'onde comportant au moins un actionneur thermo-élastique compact, l'actionneur ayant son axe longitudinal positionné parallèlement à un grand côté du guide d'ondes rectangulaire et les extrémités internes des pièces d'effort de l'actionneur situées sous la zone médiane étant respectivement fixées sur les nervures longitudinales externes du guide d'ondes.

[0015] L'invention concerne enfin un dispositif de multiplexage comportant au moins un guide d'ondes à stabilité de phase.

[0016] 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 :

- figures 1 et 2: deux schémas, respectivement en perspective et en vue éclatée, d'un premier exemple d'actionneur thermo-élastique compact pour guide d'ondes, selon l'invention ;
- figures 3a et 3b : deux vues en perspective et de dessous d'un deuxième exemple d'actionneur thermo-élastique compact pour guide d'ondes, selon l'invention ;
- figure 4 : une vue en coupe transversale d'un guide d'ondes à section rectangulaire à température ambiante équipé de l'actionneur thermo-élastique compact de la figure 2, selon l'invention ;

- figures 5a et 5b : deux vues, respectivement en coupe et en perspective, du guide d'ondes de la figure 4 lorsque la température croît, selon l'invention ;
- figures 6a, 6b, 6c : des vues en perspective d'un guide d'ondes rectangulaire équipé de plusieurs actionneurs thermo-élastiques compacts, 6a, 6b : les actionneurs sont tous répartis contre un même côté du guide - 6c : le guide d'ondes comporte plusieurs nervures en quinconce et les actionneurs sont positionnés en quinconce contre deux côtés du guide d'ondes, selon l'invention ;
- figures 7 et 8 : deux vues, respectivement en perspective et en coupe transversale, de deux exemples de multiplexeurs avec des canaux de topologie verticale, selon l'invention.

[0017] Le premier exemple d'actionneur représenté sur les figures 1 et 2 et le deuxième exemple d'actionneur représenté sur les figures 3a et 3b sont de formes allongées selon un axe longitudinal Y et comportent un nombre pair de pièces d'effort identiques 10a, 10b, 10c, 10d, 30a, 30b réalisées dans un premier matériau présentant un premier coefficient de dilatation thermique CTE1 et une pièce de maintien 11, 31 réalisée dans un deuxième matériau différent du premier matériau et présentant un second coefficient de dilatation thermique CTE2 inférieur au premier coefficient de dilatation thermique CTE1. Par exemple le premier matériau est un matériau conducteur thermique à fort coefficient de dilatation thermique tel que l'aluminium et le deuxième matériau est un matériau à faible coefficient de dilatation thermique tel que le titane ou un alliage de fer et de nickel comme par exemple l'Invar. Les pièces d'effort 10a à 10d, 30a, 30b et la pièce de maintien 11, 31 sont de forme allongée selon un axe longitudinal Y et peuvent présenter, comme sur les figures 1 et 2, une symétrie axiale par rapport à l'axe longitudinal Y. Les pièces d'effort sont filiformes et peuvent par exemple être des barres sensiblement droites, de faible largeur et de faible épaisseur comme sur les figures 3a et 3b ou présenter une extrémité en forme de fourche à deux doigts comme sur les figures 1 et 2 ou présenter toute autre forme à symétrie axiale par rapport à l'axe Y, allongée selon la direction Y et préférentiellement étroite dans les directions X et Z orthogonales à la direction Y. La longueur et l'épaisseur des pièces d'effort peuvent avoir des valeurs très variables selon les applications. A titre d'exemple non limitatif, les pièces d'effort peuvent avoir quelques millimètres d'épaisseur et plusieurs centimètres de longueur, ou des valeurs différentes d'un facteur dix et même au-delà.

[0018] Les pièces d'effort 10a, 10b ou 10c, 10d ou 30a, 30b sont montées tête-bêche les unes à côté des autres dans un même plan XY et de façon que deux pièces d'effort montées en vis-à-vis en sens inverse soient décalées linéairement l'une par rapport à l'autre, le long de l'axe longitudinal Y, d'une distance approximativement égale à la moitié de leur longueur. Chaque pièce d'effort comporte une extrémité interne 12, 13, 32 disposée dans

une zone médiane 14, 34 de l'actionneur 15, 35 et une extrémité externe 16, 36, les extrémités interne 12, 13, 32 et externe 16, 36 étant munies de points de fixation. Dans le cas de l'exemple, représenté sur les figures 1 et 2, où les pièces d'effort ont des extrémités internes en forme de fourche à deux doigts 17, 18, les doigts 17, 18 des fourches appartenant à des différentes pièces d'effort consécutives montées dans le même sens 10a, 10c ou en sens inverse 10b, 10d, s'entrecroisent les uns au-dessus des autres dans la zone médiane 14 de l'actionneur 15. Dans ce cas, les deux doigts entrecroisés les plus internes appartenant à deux pièces d'effort montées dans un même sens 10a, 10c sont reliés ensemble en leur point de fixation et il en est de même pour les deux pièces d'effort montées en sens inverse 10b, 10d. La pièce de maintien 11, 31 comporte deux extrémités opposées respectivement supérieure 20, 37 et inférieure 21, 38 et une zone médiane située entre les deux extrémités supérieure et inférieure, la zone médiane de la pièce de maintien 11, 31 correspondant à la zone médiane 14, 34 de l'actionneur 15, 35. La pièce de maintien est montée sur une face supérieure des pièces d'effort de façon que la zone médiane 14, 34 de la pièce de maintien 11, 31 recouvre au moins partiellement les extrémités internes 12, 13, 32 des pièces d'effort et que ses deux extrémités opposées 20, 21, 37, 38 soient fixées aux points de fixation des extrémités externes 16, 36 des pièces d'effort. La pièce de maintien 11, 31 a une faible épaisseur par rapport à sa longueur, la longueur et l'épaisseur de la pièce de maintien étant du même ordre de grandeur que celles des pièces d'effort, et peut par exemple avoir une forme dissymétrique sensiblement plane qui comporte une zone médiane 14, 34 de largeur égale ou supérieure à la largeur des pièces d'effort munie d'évidements latéraux 39, 40 aménagés dans l'épaisseur de la pièce de maintien, en regard des points de fixation des extrémités internes 12, 13, 32 des pièces d'effort, comme représenté sur les figures 3a et 3b. Alternativement et préférentiellement, la pièce de maintien peut avoir une forme symétrique qui comporte une zone médiane comportant un évidement central 22 de manière à permettre un accès à des points de fixation de l'actionneur situés aux extrémités des doigts des pièces d'effort comme représenté sur les figures 1 et 2. La pièce de maintien 11, 31 peut avoir toute autre forme, allongée selon la direction longitudinale Y, comportant une zone médiane recouvrant au moins partiellement les extrémités internes des pièces d'effort et deux extrémités opposées fixées aux points de fixation des extrémités externes des pièces d'effort.

[0019] La figure 4 représente une vue en coupe transversale d'un assemblage de l'actionneur thermo-élastique compact de la figure 2 sur un guide d'ondes 41 à section rectangulaire à température ambiante. Le guide d'ondes rectangulaire 41 comporte en section transversale, deux petits côtés 43a, 43b et deux grands côtés 44 opposés deux à deux. Le guide d'ondes comporte également deux nervures 42a, 42b longitudinales externes

disposées symétriquement respectivement sur chacun des petits côtés 43a, 43b, dans le prolongement des grands côtés 44. Les deux nervures externes 42a, 42b sont parallèles entre elles, s'étendent sur approximativement la moitié de la largeur des petits côtés 43a, 43b et sont désaxées par rapport à l'axe médian des petits côtés. Les nervures 42a, 42b sont préférentiellement taillées dans la masse, et donc solidaires du guide d'ondes 41. Les petits côtés 43a, 43b du guide d'ondes 41 ont une paroi plus fine que les grands côtés 44 de façon à ce qu'elle soit plus flexible et puisse se déformer sous l'action de forces de traction ou de compression.

[0020] La zone médiane 14 de l'actionneur 15 est fixée sur l'un des grands côtés 44 du guide d'ondes rectangulaire 41 et simultanément aux deux nervures longitudinales 42a, 42b situées respectivement sur les deux petits côtés opposés 43a, 43b du guide d'ondes 41. La fixation peut être réalisée par exemple au moyen de vis 45 de fixation montées dans des trous taraudés aménagés, aux points de fixation, dans les extrémités internes 12, 13 des pièces d'effort 10a à 10d et traversant l'une ou l'autre des nervures longitudinales 42a, 42b. Les faces inférieures des extrémités internes 12, 13 des pièces d'effort 10a à 10d sont au contact du grand côté 44 et des nervures 42a, 42b du guide d'ondes 41, les faces supérieures des extrémités internes 12, 13 des pièces d'effort 10a à 10d sont disposées sous la zone médiane de la pièce de maintien 11. La géométrie de l'actionneur 15 étant symétrique axialement et les pièces d'effort 10a à 10d étant montées tête-bêche, les doigts 17, 18 des pièces d'effort 10a et 10c orientées dans un même sens sont reliés à une même nervure 42b, les doigts 17, 18 des pièces d'effort 10b et 10d orientées dans un sens opposé sont reliés symétriquement à la nervure opposée 42a. Dans l'exemple de l'actionneur symétrique représenté sur les figures 1, 2 et 4, quatre pièces d'effort 10a à 10d comportant chacune deux doigts 17, 18 sont montées tête-bêche deux à deux, deux des pièces d'effort 10a, 10c étant orientées dans un même sens dans lequel les doigts sont fixés sur la nervure inférieure 42b du guide d'ondes 41, deux autres pièces d'effort étant orientées dans un même sens inverse dans lequel les doigts sont fixés sur la nervure supérieure 42a du guide d'ondes 41. Les deux doigts entrecroisés les plus internes appartenant à deux pièces d'effort montées dans un même sens sont reliés ensemble, les deux doigts les plus externes ne sont pas entrecroisés et sont fixés uniquement à une nervure. Les quatre doigts orientés dans un même sens sont donc respectivement reliés à une même nervure en trois points de fixation différents.

[0021] Les figures 5a et 5b représentent deux vues, respectivement en coupe et en perspective, de l'assemblage de la figure 4 lorsque la température croît. Lorsque la température varie, le guide d'ondes et les nervures réalisés dans un même matériau à fort CTE, tel que par exemple l'aluminium, se dilatent ou se contractent ce qui se traduit par un déphasage des ondes électriques se propageant dans le guide d'ondes. Les pièces d'effort

réalisées dans un matériau à fort CTE, de préférence conducteur électrique, pouvant être identique ou différent du matériau utilisé pour le guide d'ondes, sont reliées aux nervures du guide d'ondes par l'intermédiaire des vis de liaison et sont donc soumises aux mêmes variations de température que le guide d'ondes. Ces pièces d'effort vont donc également se dilater ou se contracter. Cependant la pièce de maintien réalisée dans un matériau à faible CTE tel que l'invar par exemple, va se dilater beaucoup plus faiblement que les pièces d'effort, garder une longueur très proche de sa longueur initiale et maintenir une distance quasiment constante entre les extrémités externes 16 des pièces d'effort. L'écart important entre les coefficients de dilatation thermique CTE1 et CTE2 permet donc d'engendrer un mouvement relatif entre les pièces d'effort fixées sur la nervure supérieure et les pièces d'effort fixées sur la nervure inférieure. Les dilatations ou les contractions des pièces d'effort vont donc se traduire par des déplacements croisés des doigts 17, 18 des fourches situées aux extrémités internes des pièces d'effort 10a à 10b. Les doigts vont se mouvoir symétriquement les uns par rapport aux autres, se cambrer et appliquer des efforts de compression ou de traction sur les nervures du guide d'ondes par l'intermédiaire des vis de liaison. Les efforts de traction ou de compression sur les nervures vont se traduire par un mouvement de rotation des nervures sur elles-mêmes et entraîner une déformation des petits côtés du guide d'ondes. La géométrie de l'actionneur 15 étant symétrique axialement, les doigts 17, 18 étant entrecroisés symétriquement les uns par rapport aux autres et reliés respectivement en trois points de fixation différents aux deux nervures opposées 42a, 42b, les efforts sont appliqués simultanément et symétriquement sur les deux nervures 42a, 42b. Le déplacement des pièces d'effort est proportionnel à la fois à la température, à la longueur des pièces d'effort entre les deux extrémités externes dans la direction longitudinale, et au coefficient de dilatation des pièces d'effort. Les extrémités externes 16 des pièces d'effort et les extrémités 20, 21 de la pièce de maintien sont reliées uniquement entre elles et à aucune autre pièce. L'utilisation de quatre pièces d'effort permet de mieux répartir les efforts sur les nervures et d'améliorer la transmission du mouvement de compression ou de traction, mais il est également possible de n'utiliser que deux pièces d'effort plus massives comme représenté sur les figures 3a et 3b ou un nombre pair de pièces d'effort supérieur à quatre. Alternativement, il est également possible d'utiliser un nombre impair de pièces d'effort.

[0022] Les figures 6a, 6b et 6c représentent des vues en perspective d'un guide d'ondes rectangulaire équipé de plusieurs actionneurs thermo-élastiques compacts selon l'invention.

[0023] Sur les figures 6a et 6b, le guide d'ondes comporte deux nervures longitudinales externes supérieure 42a et inférieure 42b respectivement fixées, ou taillées dans la masse, sur ses parois supérieure et inférieure

correspondant, en coupe transversale, aux deux petits côtés opposés 43a, 43b de la section rectangulaire du guide d'ondes. Les deux nervures supérieure et inférieure sont désaxées par rapport à l'axe médian des parois supérieure et inférieure et s'étendent symétriquement dans le prolongement d'un flanc du guide d'onde correspondant, en coupe transversale, à un grand côté 44 de la section rectangulaire. Les actionneurs sont répartis à intervalles réguliers le long du guide d'ondes rectangulaire, contre un même flanc, et comportent des pièces d'effort 10a à 10d fixées, par leur zone médiane, parallèlement à un flanc du guide d'ondes sur les deux nervures supérieure et inférieure. Sur la figure 6c, le guide d'ondes comporte plusieurs nervures supérieures et inférieures disposées en quinconce et des accès d'entrée 60 sur ses deux flancs et les actionneurs 15 sont disposés en quinconce sur les deux flancs du guide d'ondes de part et d'autre de chacun des accès d'entrée 60.

[0024] Les figures 7 et 8 représentent respectivement, en perspective et en coupe transversale, deux exemples de multiplexeurs, appelés aussi OMUX, comportant des filtres hyperfréquences 62 ayant chacun une sortie reliée à un accès 60 d'un guide d'ondes rectangulaire 41 commun. Les accès 60 du guide d'ondes rectangulaire sont aménagés à intervalles réguliers sur ses deux flancs de plus grande dimension correspondant aux grands côtés 44 de la section rectangulaire. Les filtres 62 sont disposés parallèlement les uns aux autres et sont fixés verticalement sur un support commun 63. Le guide d'ondes est disposé horizontalement entre deux rangées de filtres reliés aux accès sur ses deux flancs. Les actionneurs thermo-élastiques 15 sont visibles sur la coupe transversale de la figure 8. Cette figure montre que lorsque les filtres hyperfréquences 62 sont disposés verticalement, l'espace disponible entre les filtres pour les actionneurs thermo-élastiques 15 est très restreinte. L'actionneur de l'invention s'étend essentiellement selon une direction longitudinale Y et est très compact dans les autres directions ce qui permet de pouvoir l'insérer aisément entre deux filtres consécutifs, son axe longitudinal Y étant placé parallèlement à l'axe vertical des canaux des filtres.

[0025] 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.

50 Revendications

1. Actionneur thermo-élastique compact pour guide d'ondes comportant au moins deux pièces d'effort identiques (10a, 10b, 10c, 10d, 30a, 30b) réalisées dans un premier matériau présentant un premier coefficient de dilatation thermique CTE1 et une pièce de maintien (11, 31) réalisée dans un deuxième matériau différent du premier matériau et présentant un

- second coefficient de dilatation thermique CTE2 inférieur au premier coefficient de dilatation thermique CTE1, **caractérisé en ce que** les pièces d'effort (10a, 10b, 10c, 10d, 30a, 30b) ont une longueur qui s'étend selon un axe longitudinal Y entre deux extrémités externe (16, 36) et interne (12, 13, 32), sont montées tête-bêche l'une à côté de l'autre parallèlement à l'axe Y et sont décalées linéairement l'une par rapport à l'autre, le long de l'axe longitudinal Y, et **en ce que** la pièce de maintien comporte deux extrémités supérieure et inférieure et une zone médiane située entre les deux extrémités supérieure et inférieure, les extrémités supérieure et inférieure de la pièce de maintien (11, 31) étant respectivement reliées aux extrémités externes (16, 36) de chaque pièce d'effort (10a, 10b, 10c, 10d, 30a, 30b) et les extrémités internes (12, 13, 32) de chaque pièce d'effort étant positionnées sous la zone médiane (14, 34) de la pièce de maintien (11, 31).
2. Actionneur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le décalage linéaire des pièces d'effort (10a, 10b, 10c, 10d, 30a, 30b) l'une par rapport à l'autre, le long de l'axe longitudinal Y, est égal à la moitié de leur longueur.
 3. Actionneur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les pièces d'effort (10a, 10b, 10c, 10d, 30a, 30b) sont filiformes.
 4. Actionneur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les pièces d'effort (30a, 30b) sont des barres longitudinales.
 5. Actionneur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les pièces d'effort (10a, 10b, 10c, 10d) sont symétriques axialement.
 6. Actionneur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les pièces d'effort (10a, 10b, 10c, 10d) comportent une extrémité interne (12, 13) en forme de fourche comportant au moins deux doigts (17, 18).
 7. Actionneur selon la revendication 6 **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins quatre pièces d'effort (10a, 10b, 10c, 10d) montées tête-bêche deux à deux et **en ce que** les doigts (17, 18) des fourches des pièces d'effort consécutives montées dans un même sens (10a, 10c ou 10b, 10d) sont entrecroisés les uns au-dessus des autres.
 8. Actionneur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** chaque doigt (17, 18) comporte un point de fixation et **en ce que** les points de fixation de deux doigts entrecroisés appartenant à deux pièces d'effort consécutives (10a, 10c ou 10b, 10d) montées dans un même sens sont reliés ensemble.
 9. Guide d'ondes à stabilité de phase comportant une section transversale rectangulaire ayant deux grands côtés (44) et deux petits côtés opposés (43a, 43b) et comportant au moins deux nervures longitudinales externes, respectivement supérieure (42a) et inférieure (42b), situées symétriquement dans le prolongement des grands côtés (44), respectivement sur les deux petits côtés opposés (43a, 43b) du guide d'ondes (41), **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un actionneur thermo-élastique compact (15, 35) selon l'une des revendications précédentes, l'actionneur (15, 35) ayant son axe longitudinal Y positionné parallèlement à un grand côté (44) du guide d'ondes rectangulaire (41) et les extrémités internes (12, 13, 32) des pièces d'effort de l'actionneur situées sous la zone médiane (14, 34) étant respectivement fixées sur les nervures longitudinales externes (42a, 42b) du guide d'ondes (41).
 10. Guide d'ondes à stabilité de phase selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte plusieurs actionneurs thermo-élastiques compacts (15, 35) placés contre un même grand côté (44) du guide d'ondes (41).
 11. Guide d'ondes à stabilité de phase selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte plusieurs nervures longitudinales externes supérieures et inférieures disposées symétriquement et en quinconce sur les deux petits côtés opposés (43a, 43b) du guide d'ondes (41) et **en ce qu'il** comporte plusieurs actionneurs thermo-élastiques compacts (15, 35), les actionneurs thermo-élastiques étant placés en quinconce contre chacun des grands côtés (44) du guide d'ondes (41).
 12. Guide d'ondes à stabilité de phase selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'actionneur (15, 35) comporte au moins deux pièces d'effort (10a, 10c) montées tête-bêche, chaque pièce d'effort comportant une extrémité interne (12, 13) en forme de fourche comportant au moins deux doigts (17, 18) et **en ce que** les deux doigts (17, 18) d'une même fourche sont fixés à la même nervure respectivement inférieure (42b) et supérieure (42a).
 13. Dispositif de multiplexage **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un guide d'ondes (41) à stabilité de phase selon l'une des revendications 9 à 12.

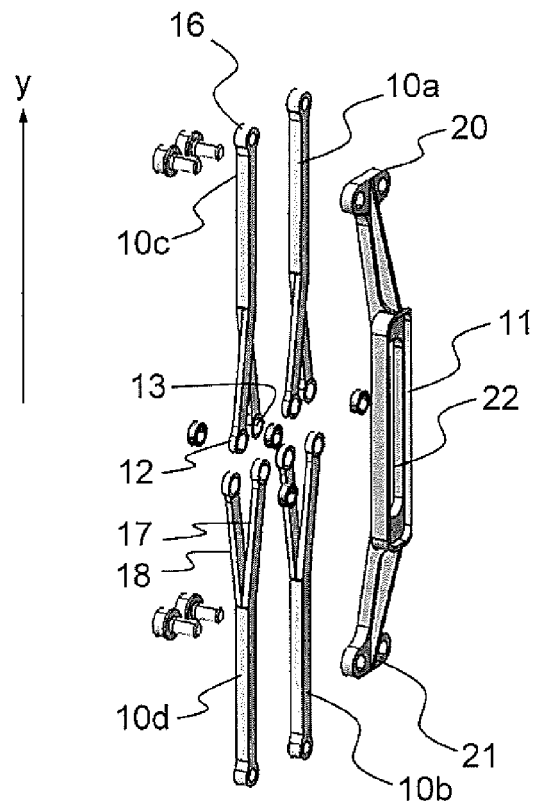


FIG.1

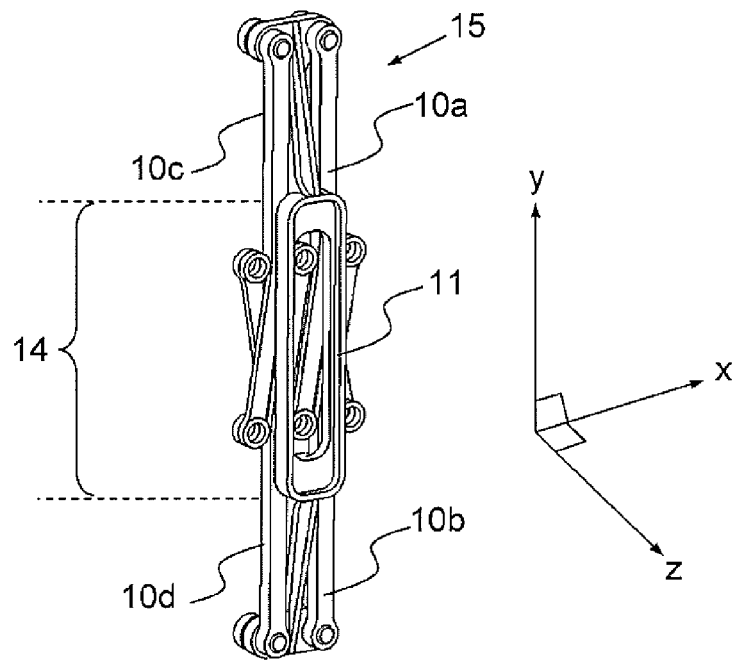


FIG.2

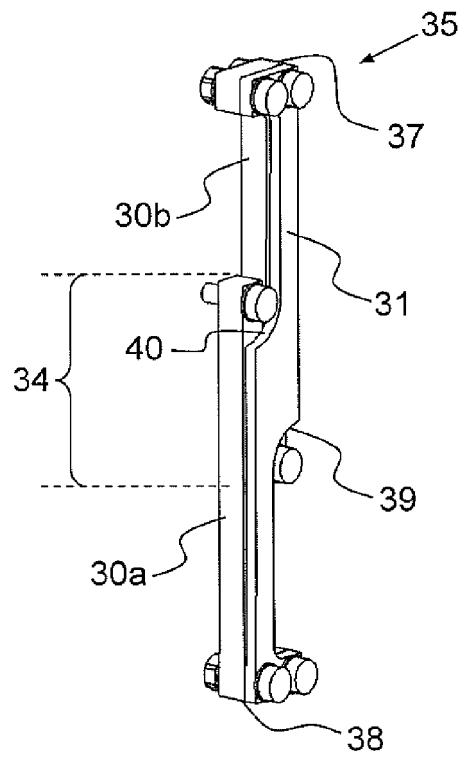


FIG.3a

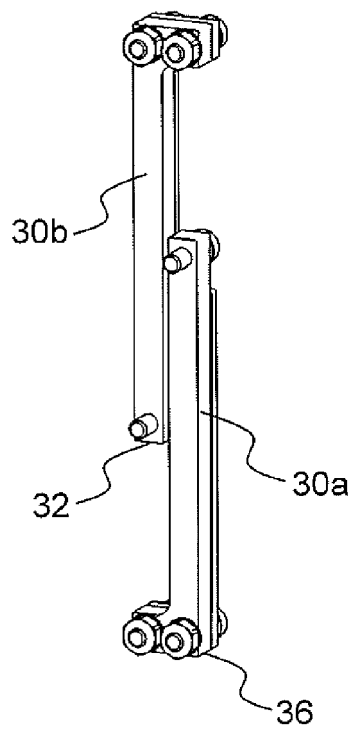


FIG.3b

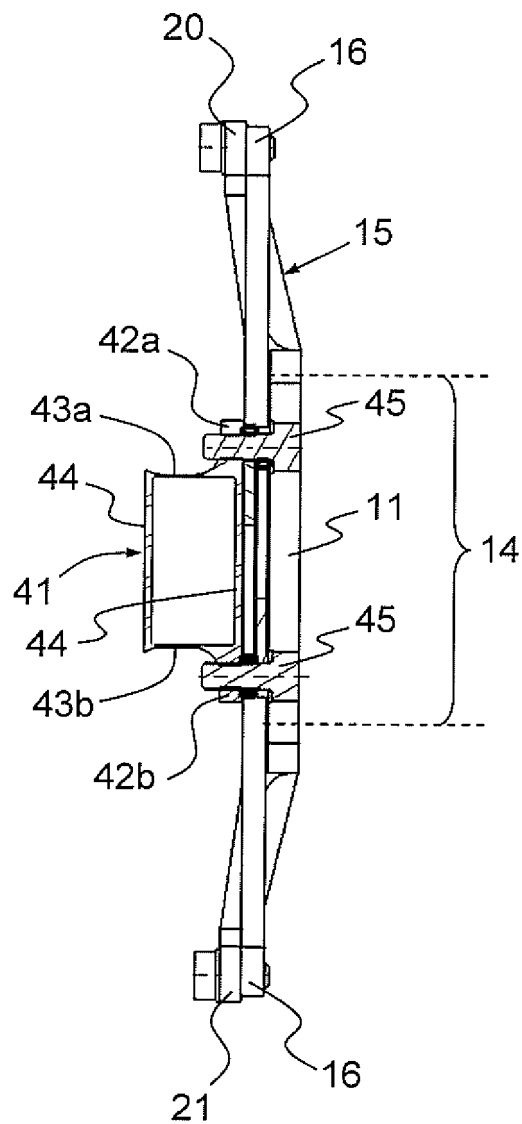


FIG.4

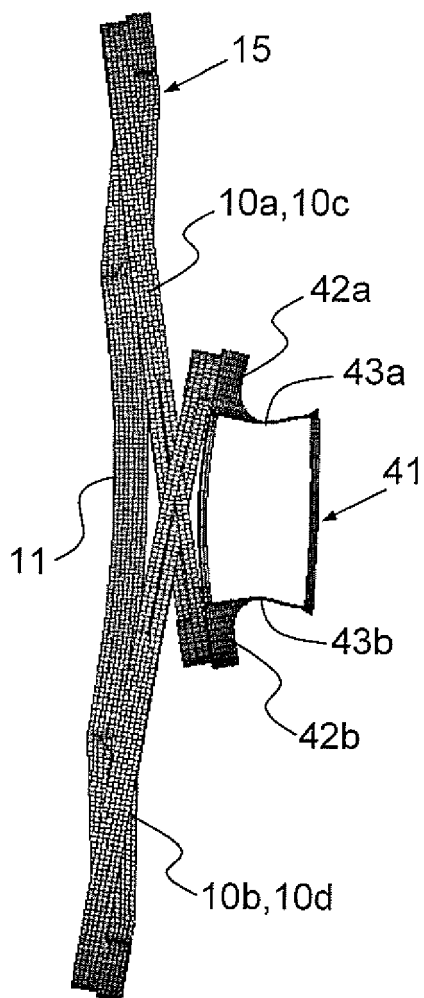


FIG. 5a

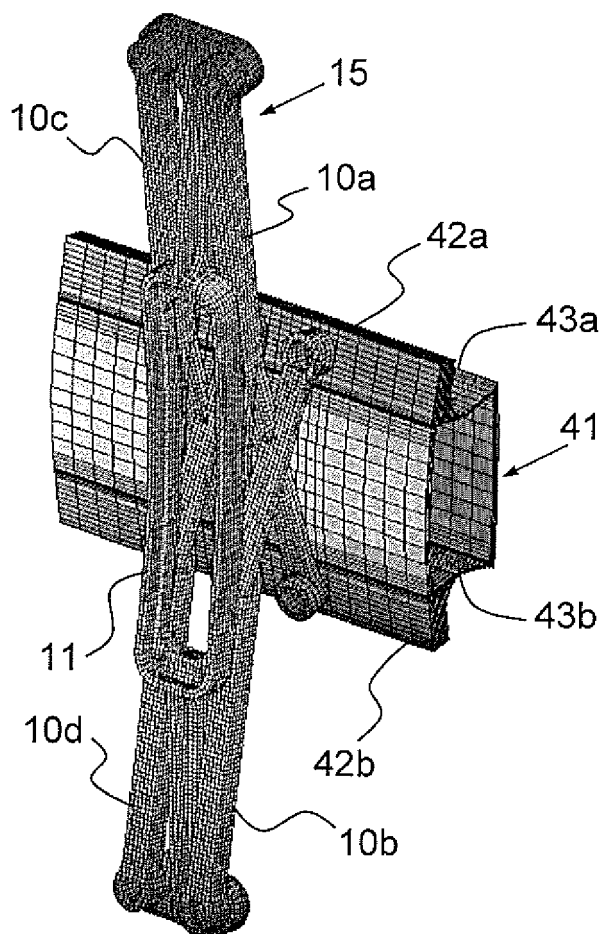


FIG. 5b

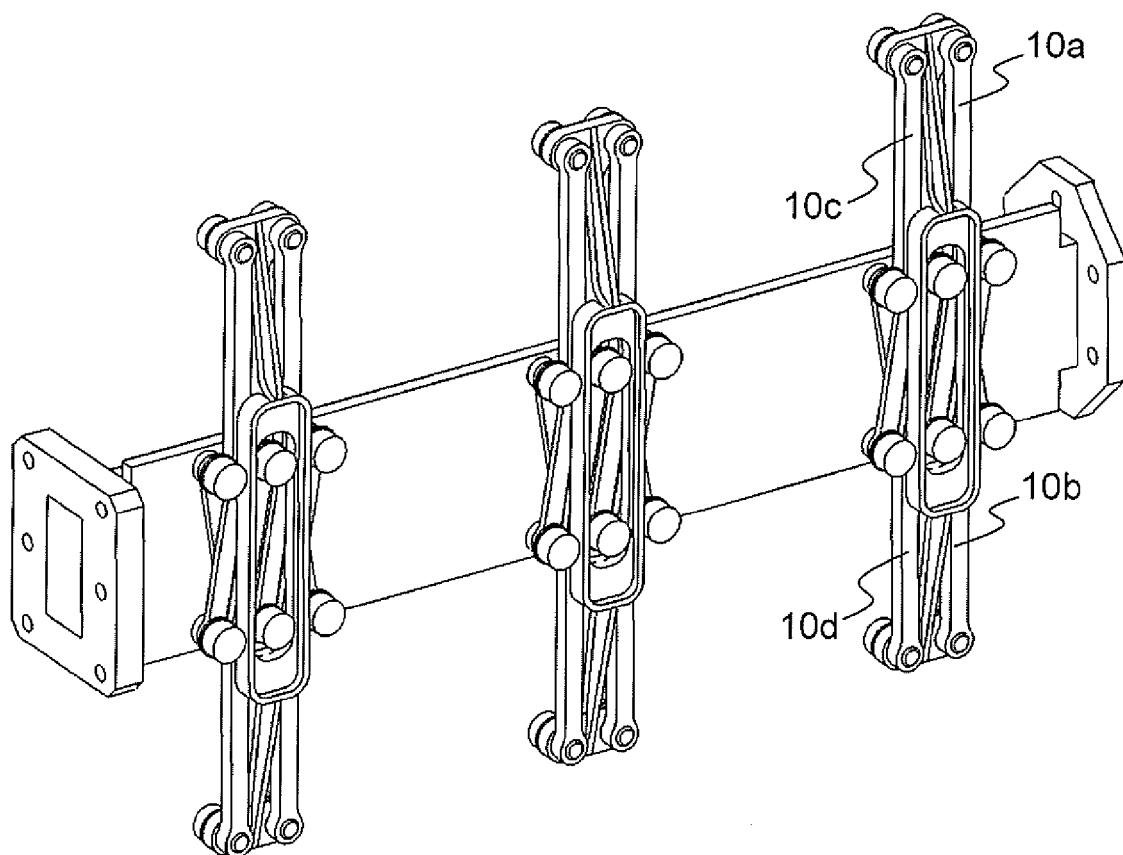


FIG.6a

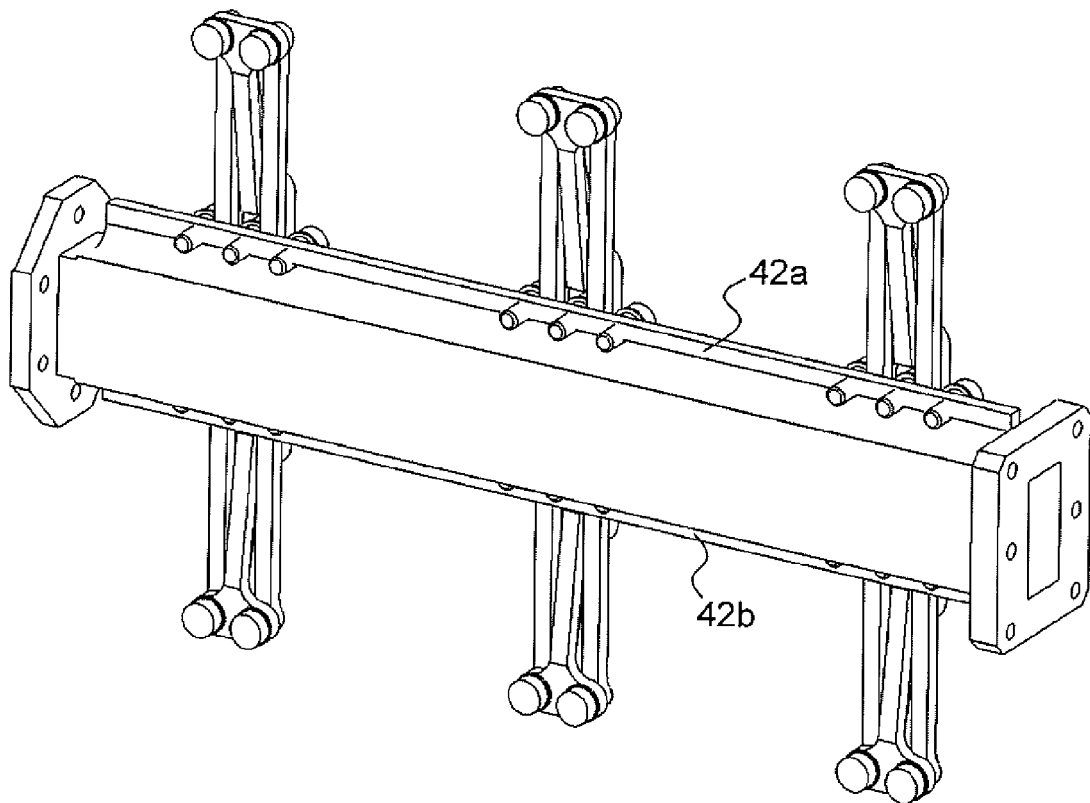


FIG.6b

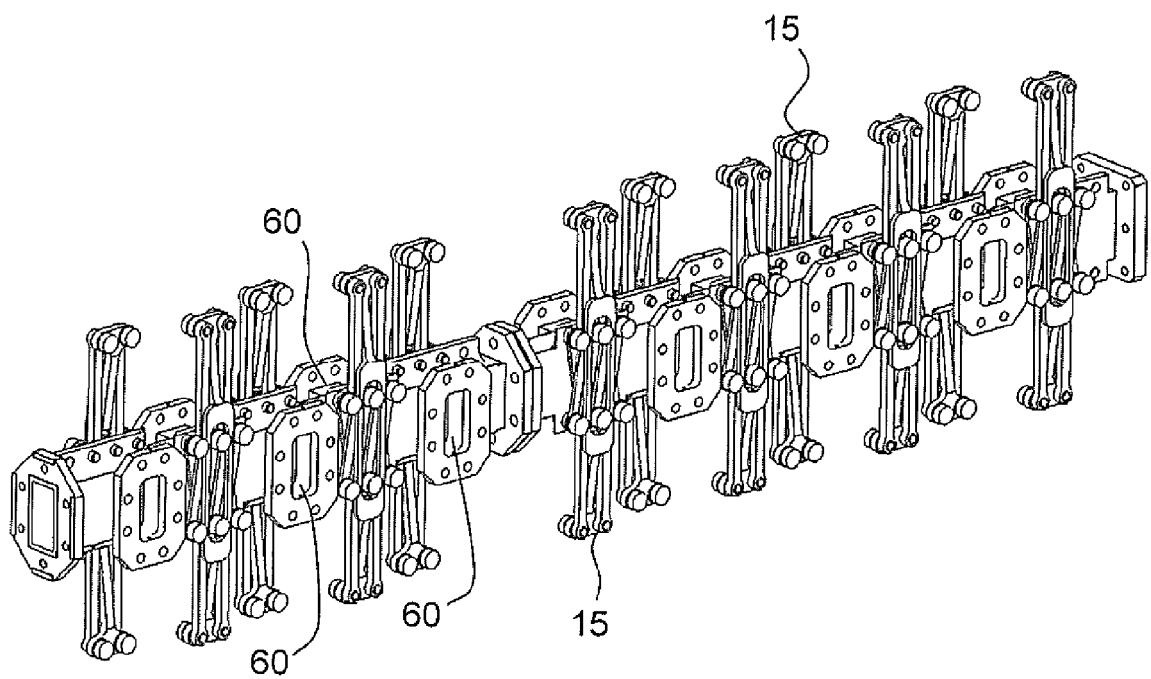


FIG.6c

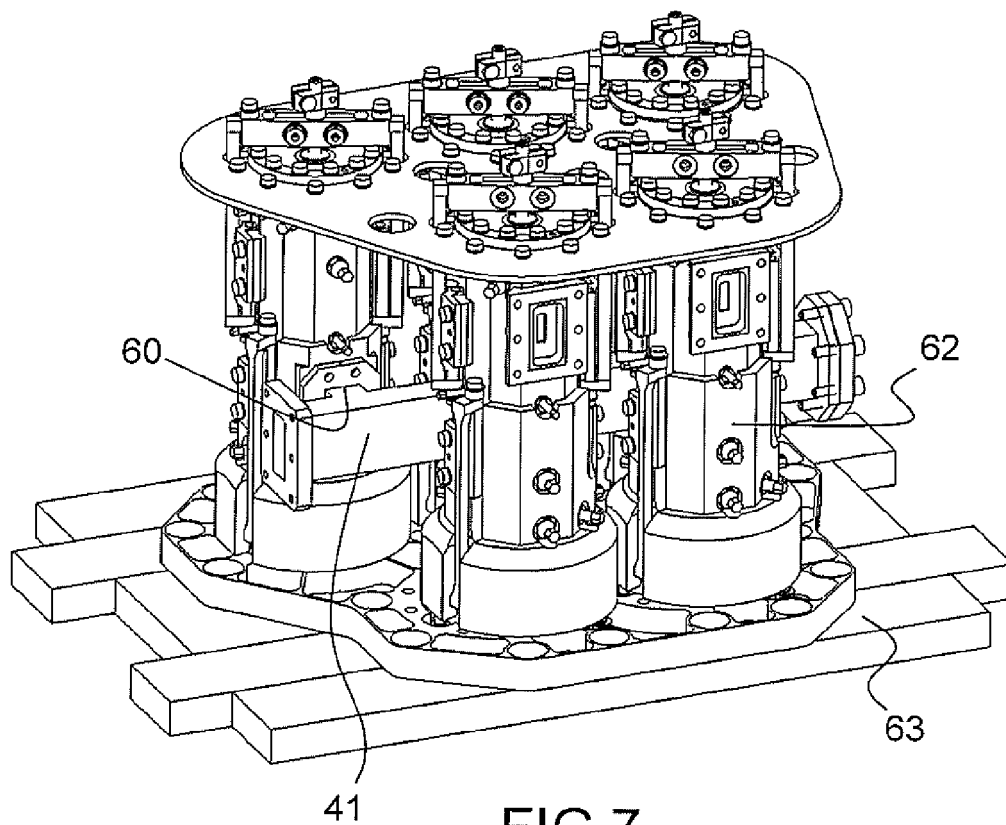


FIG. 7

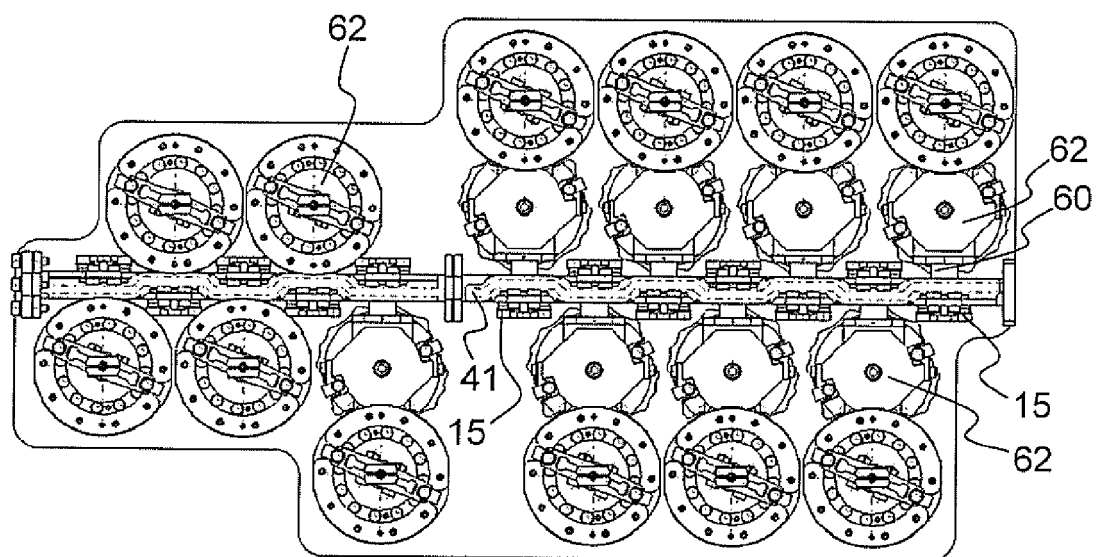


FIG. 8



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 18 9709

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 2 006 951 A1 (THALES SA [FR]) 24 décembre 2008 (2008-12-24) * alinéas [0013] - [0015]; figures 2a-3b *	1-13	INV. H01P1/30
A	DE 43 19 886 C1 (ANT NACHRICHTENTECH [DE]) 28 juillet 1994 (1994-07-28) * abrégé; figures 1,2 *	1-13	ADD. H01P3/12
A	DE 103 49 533 A1 (TESAT SPACECOM GMBH & CO KG [DE]) 9 juin 2005 (2005-06-09) * abrégé; figures 1,2,5 *	1-13	
A	US 4 057 772 A (BASIL JR RICHARD V ET AL) 8 novembre 1977 (1977-11-08) * le document en entier *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 17 juin 2011	Examineur Marot-Lassauzaie, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

 1
 EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

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

EP 10 18 9709

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.

17-06-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2006951	A1	24-12-2008	CA 2635177 A1	22-12-2008
			CN 101329003 A	24-12-2008
			FR 2917904 A1	26-12-2008
			JP 2009005354 A	08-01-2009
			US 2008315974 A1	25-12-2008

DE 4319886	C1	28-07-1994	EP 0630067 A1	21-12-1994
			US 5428323 A	27-06-1995

DE 10349533	A1	09-06-2005	AUCUN	

US 4057772	A	08-11-1977	AUCUN	

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

- US 5428323 A [0004]
- EP 1909355 A [0005]
- CA 2432876 [0006]