



(11) **EP 4 078 728 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

31.07.2024 Bulletin 2024/31

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

H01Q 21/06 (2006.01) **H01Q 13/02** (2006.01)

H01Q 1/28 (2006.01) **H01Q 21/00** (2006.01)

H01P 5/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20824690.0**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

H01Q 21/064; H01P 5/12; H01Q 1/288;

H01Q 13/0258; H01Q 21/0006

(22) Date de dépôt: **16.12.2020**

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/IB2020/062059

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2021/124170 (24.06.2021 Gazette 2021/25)

(54) **ANTENNE À DOUBLE POLARISATION**

DOPPELPOLARISATIONSENTENNE

DUAL-POLARIZATION ANTENNA

(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**

• **SIMON, Lionel**

1005 Lausanne (CH)

• **CAPDEVILA CASCANTE, Santiago**

1020 Renens (CH)

(30) Priorité: **18.12.2019 FR 1914809**

(74) Mandataire: **P&TS SA (AG, Ltd.)**

Avenue J.-J. Rousseau 4

P.O. Box 2848

2001 Neuchâtel (CH)

(43) Date de publication de la demande:

26.10.2022 Bulletin 2022/43

(73) Titulaire: **SWISSto12 SA**

1020 Renens (CH)

(56) Documents cités:

WO-A1-2013/089456

WO-A1-2015/134772

WO-A1-2017/053417

WO-A2-2019/226201

US-A1- 2011 267 250

US-A1- 2017 117 637

(72) Inventeurs:

• **MENARGUES GOMEZ, Esteban**

1028 Préverenges (CH)

EP 4 078 728 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un module radiofréquence (RF), destiné à former la partie passive d'une antenne à radiation directe (DRA, Direct Radiating Array).

Etat de la technique

[0002] Les antennes sont des éléments qui servent à émettre des signaux électromagnétiques dans l'espace libre, ou à recevoir de tels signaux. Les antennes simples, telles que les dipôles, ont des performances limitées en terme de gain et de directivité. Les antennes paraboliques permettent une directivité plus élevée, mais sont encombrantes et lourdes, ce qui rend leur usage peu approprié dans des applications telles que les satellites par exemple, lorsque le poids et le volume doivent être réduits.

[0003] On connaît également des réseaux d'antennes DRA qui réunissent plusieurs éléments radiants (éléments d'antennes) déphasés afin d'améliorer le gain et la directivité. Les signaux reçus sur les différents éléments radiants, ou émis par ces éléments, sont amplifiés et déphasés entre eux de manière à contrôler la forme des lobes de réception et d'émission du réseau.

[0004] A haute fréquence, par exemple aux fréquences micro-ondes, les différents éléments radiants sont tous connectés via un réseau de guide d'onde à un port permettant de connecter l'antenne à un circuit électronique comportant par exemple un circuit électronique RF et un amplificateur.

[0005] On connaît aussi des antennes à double polarisation capables d'émettre respectivement de recevoir simultanément des signaux avec deux polarisations. Dans ce cas, les signaux transmis ou reçus par chaque élément d'antenne sont combinés, respectivement séparés, selon leur polarisation au moyen d'un polariseur. Le polariseur peut aussi être intégré à l'élément d'antenne. Une antenne à double polarisation comporte deux ports pour connecter chacune des deux polarisations séparément de respectivement vers le circuit électronique.

[0006] De telles antennes destinées à transmettre des fréquences élevées, notamment pour des fréquences micro-ondes, sont difficiles à concevoir. Il est en particulier souvent souhaité de rapprocher les différentes antennes élémentaires du réseau autant que possible afin de réduire l'amplitude des lobes d'émission ou de réception secondaires, dans des directions autres que la direction d'émission ou de réception qui doit être privilégiée. Cette réduction du pas entre les différentes antennes élémentaires du réseau est cependant incompatible avec l'encombrement du réseau de guide d'ondes nécessaire afin de combiner les signaux reçus par les différentes antennes élémentaires, respectivement de diviser les signaux à émettre.

[0007] Il est en outre souvent nécessaire de réduire l'encombrement de l'antenne, et tout particulièrement sa largeur et sa hauteur dans le plan perpendiculaire à la direction de transmission du signal, afin de pouvoir la loger dans le volume réduit à disposition dans un satellite ou un aéronef.

[0008] Un autre but lors de la conception d'une telle antenne est aussi de réduire son poids, notamment dans des applications pour l'espace ou l'aéronautique.

[0009] Des exemples d'antennes connues sont décrits notamment dans WO2019/226201 A2, US2011/267250 A1, WO2017/053417 A1 et US2017/117637 A1.

[0010] Un but est de prévoir une antenne adaptée à la bande de fréquence Ka, notamment pour des communications satellites à polarisation LHCP et RHCP.

[0011] Enfin, il est aussi souhaitable de réaliser des antennes avec une conception modulaire nouvelle qui permette de varier le nombre d'antennes élémentaires selon les besoins, sans devoir pour autant revoir toute la conception de l'antenne. La conception est dite modulaire lorsque différents types d'antennes peuvent aisément être conçus en ajoutant ou retirant des éléments d'antennes standardisés lors de la conception de l'antenne, sans devoir pour cela revoir toute la conception de l'antenne ou du réseau de guides d'ondes. Il est en particulier souhaitable de pouvoir concevoir une antenne de manière modulaire en rajoutant des unités avec plusieurs antennes en garantissant un filtrage spatial.

[0012] L'antenne doit en outre bien entendu avoir des caractéristiques de rendement, gain, diagramme de rayonnement très élevés et compatibles avec les cahiers des charges de l'application.

[0013] Enfin, l'antenne doit pouvoir être fabriquée de manière industrielle et sans tomber dans le champ de protection de brevets existants.

Bref résumé de l'invention

[0014] Selon un aspect, une antenne à double polarisation (RHCP, LHCP), comprend :

au moins un premier port destiné à connecter l'antenne à un circuit actif pour transmettre ou recevoir un signal avec une première polarisation (LHCP) ;
au moins un second port destiné à connecter l'antenne à un ou au circuit actif pour transmettre ou recevoir un signal avec une seconde polarisation (RHCP) ;
plusieurs éléments d'antenne à double polarisation, les éléments d'antenne étant arrangés en unités de cellule,
chaque unité de cellule incluant quatre éléments d'antenne et deux jonctions 1-à-4, une première des deux jonctions étant associée à une première polarisation et une seconde de ces deux jonctions étant associée à une seconde polarisation, chaque dite jonction comprenant quatre branches pour la connecter à une des polarisations de chaque élément

d'antenne de l'unité correspondante et un tronc commun,
 un réseau de diviseurs/combineurs pour connecter le tronc de chaque dite jonction 1-à-4 d'une unité de cellule associée à la première polarisation avec le premier port et pour connecter le tronc de chaque dite jonction 1-à-4 associée à la seconde polarisation avec le second port,
 les quatre éléments d'antenne de chaque unité de cellule étant superposés,
 plusieurs unités de cellule étant juxtaposées,
 chaque unité de cellule comprenant deux éléments d'antenne dans un premier plan et deux autres éléments d'antenne dans un second plan parallèle au premier plan, lesdits plans étant décalés l'un par rapport à l'autre dans une direction perpendiculaire audits plans d'une distance inférieure à la largeur d'un élément d'antenne.

[0015] Cette structure permet de réaliser un réseau d'antenne élémentaires, appelé simplement antenne par la suite, de manière modulaire en juxtaposant des unités d'antennes formées chacune de quatre antennes élémentaires superposés.

[0016] Chaque unité d'antenne comporte deux jonctions 1-à-4 et permet ainsi de recevoir et respectivement d'émettre des signaux selon deux polarisations distinctes.

[0017] Chaque unité d'antenne comporte ainsi quatre éléments d'antenne superposés mais décalés deux par deux par deux.

[0018] La disposition des éléments d'antenne de chaque unité dans deux plans décalés l'un par rapport à l'autre dans une direction perpendiculaire au plan de la lame d'une distance inférieure à la largeur d'un élément d'antenne permet de réaliser un beamforming, ou filtrage spatial, des signaux reçus ou émis au sein d'une unité de cellule, de telle façon que dans des directions particulières, les signaux interfèrent de façon constructive tandis que dans d'autres directions les interférences soient destructives. Ce beamforming au niveau élémentaire de chaque unité permet davantage de liberté lors de la combinaison des unités d'antenne puisque chaque unité d'antenne comporte déjà des paires d'antennes déphasées. Elle facilite aussi la connexion des différentes antennes au moyen du réseau de guide d'ondes reliant les antennes entre elles.

[0019] Les notions de « superposition », de « juxtaposition » ou « d'empilement » décrivent la situation d'une antenne orientée d'une manière particulière avec des unités de cellule formées de quatre éléments d'antenne superposés l'un-au-dessus de l'autre. Toutefois, il va de soi que l'antenne peut émettre et recevoir indépendamment de son orientation dans l'espace, et que l'invention se rapporte à toute antenne qui peut être pivotée de manière à ce que, dans au moins une orientation possible, les éléments /composants de l'antenne soient superposés, juxtaposés ou empilés selon la dispo-

sition décrite et revendiquée.

[0020] Le nombre d'éléments d'antenne est de préférence exactement égal à quatre.

[0021] Le réseau de diviseurs/combineurs qui connecte les unités d'antenne aux ports comporte de préférence un premier sous-réseau de diviseurs/combineurs comportant un empilement de lames juxtaposées. Il est ainsi aisément possible de réaliser une antenne comportant un nombre d'antennes élémentaires plus important en ajoutant des lames supplémentaires et/ou en augmentant le nombre d'unités de cellule par lame.

[0022] Dans chaque lame, le premier sous-réseau de diviseurs/combineurs est agencé pour connecter entre eux les troncs de chaque jonction 1-à-4 de cette lame.

[0023] Certaines lames sont associées à une première polarisation et d'autres lames sont associées à la seconde polarisation.

[0024] Le premier sous-réseau de diviseurs/combineurs dans les lames associées à la première polarisation est agencé pour connecter entre eux les troncs de jonctions 1-4 associées à cette première polarisation. De la même façon, le premier sous-réseau de diviseurs/combineurs dans les lames associées à la seconde polarisation est agencé pour connecter entre eux les troncs de jonctions 1-4 associées à cette seconde polarisation.

[0025] Le premier sous-réseau de diviseurs/combineurs comporte avantageusement une alternance de premières lames associée à la première polarisation et de secondes lames associées à la seconde polarisation. Ainsi, chaque lame est dédiée à une seule polarisation.

[0026] L'antenne comporte avantageusement un second sous-réseau de diviseurs/combineurs arrangé pour connecter les dites premières lames entre elles et avec le premier port, et pour connecter les dites secondes lames entre elles et avec le second port.

[0027] Chaque lame s'étend de préférence dans une première direction sensiblement perpendiculaire à la direction de transmission du signal, et entre les deux plans définis par les bords latéraux extrêmes des éléments d'antenne associés à cette lame.

[0028] Une première lame et une seconde lame s'étendent de préférence entre les deux plans définis par les bords latéraux extrêmes des éléments d'antenne associés à ces deux lames. Ainsi, la largeur du réseau de diviseurs/combineurs est inférieure ou égale à la largeur maximale des éléments d'antenne associés ; la largeur totale de l'antenne est donc donnée par la largeur du réseau d'antennes élémentaires, et il est possible d'ajouter de nouveaux éléments d'antenne et de les connecter sans que le réseau de diviseurs/combineurs ne détermine la largeur totale.

[0029] Le second sous-réseau de diviseurs/combineurs est avantageusement prévu entre lesdites lames et lesdits ports.

[0030] Le second sous-réseau de diviseurs/combineurs comprend de préférence des portions de guide

d'onde s'étendant dans une seconde direction sensiblement perpendiculaire à la direction de transmission du signal.

[0031] Dans un mode de réalisation, chaque lame est associée à quatre unités de cellule.

[0032] Chaque élément d'antenne peut être connecté à deux lames voisines.

[0033] Dans un mode de réalisation, l'antenne comprend 32 lames, dont 16 associées à une première polarisation et 16 associées à la seconde polarisation.

[0034] Le premier sous-réseau de diviseurs/combinateurs de chaque lame comporte au moins une bifurcation dans le plan H.

[0035] Chaque élément d'antenne comprend de préférence un septum pour combiner en émission ou séparer en réception les deux polarisations d'un signal radiofréquence.

[0036] Chaque élément d'antenne a de préférence une section transversale perpendiculaire à la direction de propagation du signal de forme carrée.

[0037] L'antenne peut être réalisée de manière monolithique.

[0038] L'antenne peut être réalisée par impression 3D d'une âme et déposition d'une couche superficielle au moins sur la face interne de cette âme.

Breve description des figures

[0039] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

- La figure 1 illustre une vue en perspective d'une antenne comportant quatre unités de cellule selon l'invention.
- La figure 2 illustre un exemple de lame destinée à connecter entre eux les premières polarisations de quatre unités de cellule superposées.
- La figure 2 illustre un exemple de juxtaposition de deux lames destinées à connecter entre eux les premières et les secondes polarisations de quatre unités de cellule superposées.
- La figure 4 illustre un premier réseau de diviseurs/combinateurs formé de 32 lames juxtaposées.
- La figure 5 illustre une jonction 1-à-4 comportant quatre branches destinées à être connectées à la première polarisation des antennes élémentaires d'une unité de cellule, et un tronc pour le signal commun.
- La figure 6 illustre une vue en perspective d'un combineur/diviseur de puissance dans le plan H.
- La figure 7 illustre une vue de côté d'un combineur/di-

viseur de puissance dans le plan H.

- La figure 9 illustre un deuxième réseau de diviseurs/combinateurs dans le plan E.

- La figure 10 illustre schématiquement la manière dont une des polarités des antennes élémentaires superposées sont connectées via la lame associée.

- La figure 11 illustre schématiquement les connexions au sein du deuxième réseau de combineurs/diviseurs.

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0040] La présente invention concerne de manière générale un réseau d'antennes, appelé simplement antenne par la suite, et comportant plusieurs antennes élémentaires 3 (éléments radiants) disposées en matrice de manière à ce que les ouvertures de ces antennes élémentaires soient toutes dans le même plan. La direction d de transmission du signal, dans l'antenne et à la sortie de l'antenne, est perpendiculaire à ce plan.

[0041] La figure 1 illustre une antenne 1 comportant quatre unités de cellule 8 juxtaposées, chaque unité de cellule comportant quatre antennes élémentaires 3 superposées. L'antenne 1 de cet exemple comporte ainsi 16 antennes élémentaires, numérotées par ligne et colonne de $3_{0;0}$ jusqu'à $3_{3;3}$ et formant une matrice avec quatre lignes et quatre colonnes, chaque colonne étant formée dans cet exemple d'une seule unité de cellule. Comme on le verra plus loin, le nombre de colonnes peut être augmenté en juxtaposant des unités de cellule supplémentaires, et le nombre de lignes peut être augmenté en superposant des unités de cellule supplémentaire au sein de chaque colonne.

[0042] Le pas entre deux éléments d'antenne adjacents ainsi que le pas entre deux lignes est avantageusement inférieur à la longueur d'onde nominale du signal à transmettre; on réduit ainsi les lobes secondaires indésirables en émission ou en sensibilité de réception.

[0043] Les lignes successives de l'antenne sont déphasées; dans l'exemple illustré, les lignes paires sont déphasées par rapport aux lignes impaires d'un pas correspondant à la demi-largeur d'une antenne élémentaire. Ce déphasage permet d'effectuer un beamforming ou filtrage spatial des signaux reçus ou émis par les éléments d'antenne de l'unité de cellule 8, de telle façon que dans des directions particulières, les signaux interfèrent de façon constructive tandis que dans d'autres directions les interférences soient destructives.

[0044] Les éléments d'antenne 3 incluent chacun une ouverture formant un élément radiant orienté vers l'éther, et deux ports de connexion à la jonction 5 décrite plus loin. Un des deux ports est destiné à une première polarisation et le second est destiné à la seconde polarisation. L'antenne inclut un polariseur, de préférence sous la forme d'un septum 32 permettant de séparer les deux

polarisations LHCP et RHCP d'un signal en réception respectivement de combiner les deux polarisations en émission. Dans un autre mode de réalisation, les éléments d'antenne 3 peuvent comporter un autre type de polariseur, ou être liées à un polariseur distinct.

[0045] L'antenne 1 comporte en outre une série de jonctions 1-à-4 5. Deux jonctions 5 sont associées à chaque unité de cellule, afin d'une part de diviser respectivement combiner les signaux de première polarisation LHCP des quatre antennes élémentaires de l'unité de cellule, et d'autre part de diviser respectivement combiner les signaux de seconde polarisation RHCP des quatre antennes élémentaires de l'unité de cellule. Dans cet exemple, le nombre de jonctions 1-à-4 5 est donc égal à 8.

[0046] Dans le cas d'une antenne comportant plusieurs unités de cellule 8 superposées, et donc plus de 4 lignes, les signaux à la sortie des jonctions 5 sont combinés à l'aide d'un premier diviseur/compositeur de puissance dans le plan H, séparément pour chaque polarisation. Un port 7 (figure 8) permet de connecter chaque polarisation à un circuit électronique actif.

[0047] Les figures 2 à 4 illustrent un exemple de premier diviseur-compositeur 4 avec les jonctions 1-à-4 des unités de cellule associées, dans le cas d'une antenne à double polarisation comprenant 16X16 éléments d'antenne 3. Le premier diviseur/compositeur est constitué de plusieurs lames 2 juxtaposées, chaque lame étant dédiée à une des deux polarisations LHCP ou RHCP. Comme chaque élément d'antenne fournit deux polarisations, le nombre de lames est donc égal au double du nombre d'éléments d'antenne par ligne, c'est-à-dire 32 lames dans cet exemple.

[0048] Chaque lame 2 est destinée à être connectée à l'ensemble des éléments d'antenne 3 d'une colonne, c'est-à-dire à quatre unités de cellule 8 superposées dans cet exemple. Elle comprend donc des branches 500₀ à 500₁₅, chacune de ces branches étant directement connectées à un des deux ports de sortie d'une des antennes. Deux niveaux de jonctions 1-à-2 dans le plan H forment une jonction 1-à-4 (référence 5) permettant de combiner/diviser les signaux à l'intérieur de chaque unité de cellule 8; le signal commun au tronc 501 des jonctions de la lame 2 est combiné à l'aide de deux niveaux supplémentaires de jonctions 1-à-2 dans le plan H, le signal résultant de l'addition des signaux dans toutes les branches 500 d'une lame 2 se retrouvant ainsi au tronc 23 de cette lame.

[0049] La figure 2 illustre une seule lame 2. La figure 3 montre deux lames juxtaposées, l'une étant dédiée à une première polarisation LHCP de plusieurs unités de cellule superposées et l'autre à la seconde polarisation RHCP des mêmes unités de cellule. La figure 4 illustre la juxtaposition de 32 lames 2 constituant le premier réseau de diviseurs/compositeurs de l'antenne.

[0050] La figure 5 illustre une jonction 1-à-4-5 présente dans chaque unité de cellule. La jonction comporte donc quatre branches 500 destinées à être reliées à quatre

ports des éléments d'antenne 3 d'une unité de cellule 8. Le premier niveau comprend deux jonctions 1-à-2 51 pour combiner/diviser deux par deux les signaux de même polarisation de deux éléments d'antenne superposés. Les deux antennes de chaque paire étant déphasées, la jonction se fait dans le plan H. Une deuxième jonction 1-à-2 50 permet ensuite de combiner ensemble les troncs des deux jonctions 51, réunis dans un tronc commun 501.

[0051] Les figures 6 et 7 illustrent de manière plus détaillée un exemple de jonction 1-à-2. Cet exemple se rapporte au premier diviseur/compositeur de puissance 21 dans le premier réseau 4; toutefois, la réalisation des jonctions 1-à-2 50 et 51 dans les unités de cellule, et du second diviseur/compositeur de puissance 22 dans le premier réseau 4 peut être identique ou similaire, seule la direction des branches de la jonction différant. Comme on le voit notamment sur la figure 7, la hauteur b_1 du tronc 201 est inférieure à la hauteur b_2 de la portion de la jonction dans laquelle les signaux se combinent ou divisent, cette hauteur b_2 étant elle-même inférieure à la hauteur b_3 totale des deux branches 200.

[0052] La figure 8 illustre l'arrière de l'antenne 1, c'est-à-dire du côté opposé à la face avant d'où pointent les éléments d'antenne 3. On voit notamment sur cette figure un deuxième réseau de diviseurs/compositeurs 6 dans le plan E, est destiné à combiner/diviser les signaux des différentes lames 2, indépendamment pour chaque polarisation. Ce réseau 6 comporte un premier demi-réseau 6_{LHCP} pour la première polarisation LHCP et dont les branches forme un premier peigne destiné à être connecté aux lames 2 de première polarisation. Un second demi-réseau 6_{RHCP} pour la seconde polarisation RHCP comporte des branches formant un second peigne intercalé entre le premier peigne et destiné à être connecté aux lames 2 de seconde polarisation. Le tronc du premier demi-réseau forme le premier port 7_{LHCP} de l'antenne 1 et le tronc du premier demi-réseau forme le premier port 7_{RHCP}.

[0053] La figure 9 illustre un des demi-réseaux, par exemple le premier demi-réseau 6_{LHCP}. Dans l'exemple illustré, il comporte 16 branches 60₀ à 60₁₅ formant le peigne destiné à se connecter au tronc/port des différentes lames 2. Le nombre de branches 60 dépend bien entendu du nombre de lames 2. Quatre niveaux de jonctions 1-à-2 61,62,63,64 dans le plan E permettent successivement de combiner/diviser les signaux de ces différentes branches réunis dans un tronc commun 7 formant un des deux ports de l'antenne. La sortie de ce tronc 7 est coudée à 90° pour faciliter le raccordement à un guide d'onde ou directement au circuit électronique.

[0054] La figure 10 illustre schématiquement l'arborescence des jonctions au sein de chaque lame 2, la lame regroupant à la fois le premier réseau de diviseur/compositeurs 4 et les jonctions 1-à-4 5 des unités de cellule 8 associées à cette lame.

[0055] La figure 11 illustre schématiquement l'arborescence des jonctions au sein du deuxième réseau de di-

viseurs/combineurs 6.

[0056] L'antenne est avantageusement réalisée de manière monolithique, de préférence par impression 3D d'une âme en métal ou en polymère, puis déposition d'une couche conductrice au moins sur les faces internes des guides d'onde de l'antenne.

[0057] L'exemple ci-dessus se rapporte à une antenne comportant 16X16 éléments d'antenne. Ce nombre est non limitatif et le nombre d'éléments d'antenne peut être quelconque. Le nombre de lignes est cependant de préférence un multiple de 4 de manière à pouvoir concevoir l'antenne par empilement d'unités de cellule comportant quatre éléments d'antenne chacun. Ce nombre est en outre avantageusement une puissance de deux de manière à pouvoir réaliser un premier réseau de diviseurs/combineurs 4 avec un nombre de jonctions égal entre chaque branche de ce réseau et le tronc de la lame, garantissant ainsi plus facilement des chemins de longueur isophasse jusqu'aux différentes branches.

[0058] Le nombre d'éléments d'antenne par branche, et donc de lames 2, peut être quelconque. Ce nombre est cependant avantageusement une puissance de deux, de manière à pouvoir réaliser un second réseau de diviseurs/combineurs 6 avec un nombre de jonctions égal entre chaque branche de ce réseau et les ports 7 de l'antenne, garantissant ainsi plus facilement des chemins de longueur isophasse jusqu'aux différentes branches.

[0059] L'antenne peut comporter un trou de montage traversant le réseau de diviseurs dans une direction perpendiculaire à la direction de transmission du signal, et permettant de la monter en l'enfilant autour d'une barre cylindrique de montage. Cette solution permet de régler aisément l'orientation de l'antenne en la pivotant autour de la barre.

Numéros de référence employés sur les figures

[0060]

1	Antenne	
2	Lame	
21	Premier diviseur/combineur de puissance dans la lame (plan H)	
22	Second diviseur/combineur de puissance dans la lame (plan H)	45
200	Branche d'un diviseur/combineur de puissance dans la lame	
201	Tronc d'un diviseur/combineur de puissance dans la lame	50
23	Tronc principal de la lame	
3	Élément d'antenne	
32	Septum	
4	Premier réseau de diviseurs/combineurs (plan H)	
5	Jonction 1-4 d'une unité de cellule	55
50	Premier diviseur/combineur de puissance dans la jonction	
51	Second diviseur/combineur de puissance dans	

la jonction

500	Branche d'une jonction 1-4 dans l'unité de cellule
501	Tronc d'une jonction 1-4 dans l'unité de cellule
6	Deuxième réseau de diviseurs/combineurs (plan E)
5	
60	Branche de connexion entre le deuxième réseau de diviseurs et une lame
61	Premier diviseur/combineur de puissance dans le plan E
10	
62	Second diviseur/combineur de puissance dans le plan E
63	Troisième diviseur/combineur de puissance dans le plan E
64	Quatrième diviseur/combineur de puissance dans le plan E
15	
7	Port
8	Unité de cellule

LHCP	Indice pour les composants se rapportant à la polarisation gauche
RHCP	Indice pour les composants se rapportant à la polarisation droite

25 Revendications

1. Antenne (1) à double polarisation (RHCP, LHCP), comprenant :

30	au moins un premier port (7) destiné à connecter l'antenne à un circuit actif pour transmettre ou émettre un signal avec une première polarisation (LHCP) ;
35	au moins un second port (7) destiné à connecter l'antenne à un ou au circuit actif pour transmettre ou émettre un signal avec une seconde polarisation (RHCP) ;
	plusieurs éléments d'antenne (3) à double polarisation,
40	les éléments d'antenne étant arrangés en unités de cellule (8),
	chaque unité de cellule (5) incluant quatre éléments d'antenne (3) et deux jonctions 1-à-4 (5),
	une première des deux jonctions (5) étant associée à une première polarisation et une seconde de ces deux jonctions étant associée à une seconde polarisation, chaque dite jonction (5) comprenant quatre branches (500) pour la connecter à une des polarisations de chaque élément d'antenne (3) de l'unité correspondante et un tronc (501) commun,
	un réseau de diviseurs/combineurs (4, 6) pour connecter le tronc (501) de chaque dite jonction 1-à-4 (5) d'une unité de cellule (8) associée à la première polarisation avec le premier port (7) et pour connecter le tronc (501) de chaque dite jonction 1-à-4 (5) associée à la seconde polarisation avec le second port (7),

- les quatre éléments d'antenne (3) de chaque unité de cellule (8) étant superposés, plusieurs unités de cellule (8) étant juxtaposées, **caractérisé en ce que** chaque unité de cellule (8) comprend deux éléments d'antenne (3) dans un premier plan et deux autres éléments d'antenne (3) dans un second plan parallèle au premier plan, lesdits plans étant décalés l'un par rapport à l'autre dans une direction perpendiculaire audits plans d'une distance inférieure à une largeur d'un élément d'antenne.
2. Antenne selon la revendication 1, ledit réseau de diviseurs/combineurs (4, 6) comportant un premier sous-réseau de diviseurs/combineurs (4) formé d'un empilement de lames (2) juxtaposées et agencé pour connecter entre eux les troncs (501) de chaque dite jonction 1 à 4 (5) de plusieurs unités de cellules (8) superposées associée à la première polarisation et pour connecter entre eux les troncs (501) de chaque dite jonction 1 à 4 (5) de plusieurs unités de cellules (8) superposées associée à la seconde polarisation.
 3. Antenne selon la revendication 2, ledit premier sous-réseau de diviseurs/combineurs (4) comportant une alternance de premières lames (2_{LHCP}) associée à la première polarisation et de secondes lames (2_{RHCP}) associées à la seconde polarisation.
 4. Antenne selon la revendication 3, comportant un second sous-réseau de diviseurs/combineurs (6) arrangé pour connecter les dites premières lames (2_{LHCP}) entre elles et avec le premier port (7_{LHCP}), et pour connecter les dites secondes lames (2_{RHCP}) entre elles et avec le second port (7_{RHCP}).
 5. Antenne selon l'une des revendications 2 à 4, chaque lame (2) s'étendant dans une première direction sensiblement perpendiculaire à une direction de transmission du signal, et entre les deux plans définis par des bords latéraux extrêmes des éléments d'antenne associés à cette lame.
 6. Antenne selon l'une des revendications 3 à 4, une dite première lame (2_{LHCP}) et une dite seconde lame (2_{RHCP}) s'étendant entre les deux plans définis par des bords latéraux extrêmes des éléments d'antenne associés à ces deux lames.
 7. Antenne selon l'une des revendications 4 à 6, le second sous-réseau (6) étant prévu entre lesdites lames (2) et lesdits ports et comprenant des portions de guide d'onde s'étendant dans une seconde direction sensiblement perpendiculaire à une direction de transmission du signal.
 8. Antenne selon l'une des revendications 2 à 7, chaque lame (2) est associée à quatre unités de cellule (8).
 9. Antenne selon l'une des revendications 3 à 8, comprenant 32 dites lames.
 10. Antenne selon l'une des revendications 1 à 9, chaque élément d'antenne (3) comprenant un septum (32) pour combiner en émission ou séparer en réception les deux polarisations d'un signal radiofréquence.
 11. Antenne selon la revendication 10, chaque élément d'antenne (3) étant connecté à deux lames voisines (2_{LHCP} , 2_{RHCP}).
 12. Antenne selon l'une des revendications 1 à 11, chaque élément d'antenne (3) ayant une section transversale perpendiculaire à une direction de propagation du signal de forme carrée.
 13. Antenne selon l'une des revendications 1 à 12, comportant au moins une ouverture cylindrique dans une direction perpendiculaire à une direction de transmission du signal, et destinée au montage de l'antenne sur une tige permettant de la tenir et de l'orienter.
 14. Antenne selon l'une des revendications 1 à 13, comportant une âme réalisée en impression 3D et une couche superficielle au moins sur une face interne de cette âme.
- ### Patentansprüche
1. Antenne (1) mit doppelter Polarisation (RHCP, LHCP), umfassend:
 - mindestens einen ersten Anschluss (7), welcher dazu bestimmt ist, die Antenne mit einem aktiven Schaltkreis zum Übertragen oder Aussenden eines Signals mit einer ersten Polarisation (LHCP) zu verbinden;
 - mindestens einen zweiten Anschluss (7), welcher dazu bestimmt ist, die Antenne mit einem oder mehreren aktiven Schaltkreisen zum Übertragen oder Aussenden eines Signals mit einer zweiten Polarisation (RHCP) zu verbinden;
 - eine Vielzahl von dualpolarisierten Antennenelementen (3),
 - wobei die Antennenelemente in Zelleinheiten (8) angeordnet sind,
 - wobei jede Zelleinheit (5) vier Antennenelemente (3) und zwei 1-zu-4 Übergänge (5) umfasst, wobei einer der beiden Übergänge (5) einer ersten Polarisation und ein zweiter dieser beiden Übergänge einer zweiten Polarisation zugeordnet

- net ist, wobei jeder besagter Übergang (5) vier Zweige (500) umfasst, um ihn jeweils mit einer der Polarisierungen jedes Antennenelements (3) der entsprechenden Einheit zu verbinden, sowie einen gemeinsamen Stamm (501),
 5 ein Netzwerk von Teilern/Kombinierern (4, 6), um den Stamm (501) jedes besagten 1-zu-4-Übergangs (5) einer der ersten Polarisation zugeordneten Zelleinheit (8) mit dem ersten Anschluss (7) zu verbinden, und um den Stamm (501) jedes besagten, der zweiten Polarisation zugeordneten 1-zu-4-Übergangs (5) mit dem zweiten Anschluss (7) zu verbinden,
 10 wobei die vier Antennenelemente (3) jeder Zelleinheit (8) übereinander angeordnet sind, wobei mehrere Zelleinheiten (8) nebeneinander angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass jede Zelleinheit (8) zwei Antennenelemente (3) in einer ersten Ebene und zwei weitere Antennenelemente (3) in einer zweiten Ebene parallel zur ersten Ebene umfasst, wobei die besagten Ebenen in Bezug auf einander in einer Richtung senkrecht zu den besagten Ebenen um einen Abstand, der kleiner als eine Breite eines Antennenelements ist, versetzt sind.
 20
2. Antenne gemäß Anspruch 1, wobei das besagte Netzwerk von Teilern/ Kombinierern (4, 6) ein erstes Unternetzwerk von Teilern/Kombinierern (4) umfasst, welches aus einem Stapel nebeneinander angeordneter Lamellen (2) besteht und derart angeordnet ist, um die Stämme (501) jedes der besagten 1-zu-4-Übergänge (5) aus mehreren übereinander angeordneten, der ersten Polarisation zugeordneten Zelleinheiten (8) miteinander zu verbinden, und um die Stämme (501) jedes der besagten 1-zu-4-Übergänge (5) aus mehrerer übereinander angeordneten, der zweiten Polarisation zugeordneten Zelleinheiten (8) miteinander zu verbinden.
 30
 3. Antenne gemäß Anspruch 2, wobei das erste Unternetzwerk von Teilern/ Kombinierern (4) eine Abwechslung von ersten Lamellen (2_{LHCP}), welche der ersten Polarisation zugeordnet sind, und zweiten Lamellen (2_{RHCP}), welche der zweiten Polarisation zugeordnet sind, aufweist.
 35
 4. Antenne gemäß Anspruch 3, mit einem zweiten Unternetzwerk aus Teilern/ Kombinierern (6), welche derart angeordnet sind, um die ersten Lamellen (2_{LHCP}) miteinander und mit dem ersten Anschluss (7_{LHCP}) zu verbinden, und um die zweiten Lamellen (2_{RHCP}) miteinander und mit dem zweiten Anschluss (7_{RHCP}) zu verbinden.
 40
 5. Antenne gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei sich jede Lamelle (2) in einer ersten Richtung, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Signalübertragungsrichtung verläuft, und zwischen den beiden Ebenen, die durch äusserste Seitenkanten der diesem Blatt zugeordneten Antennenelemente definiert sind, erstreckt.
 45
 6. Antenne gemäß einem der Ansprüche 3 bis 4, wobei sich eine besagte erste Lamelle (2_{LHCP}) und eine besagte zweite Lamelle (2_{RHCP}) zwischen den beiden Ebenen, die durch äusserste Seitenkanten der diesen beiden Lamellen zugeordneten Antennenelemente definiert sind, erstrecken.
 50
 7. Antenne gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei das zweite Unternetzwerk (6) zwischen den besagten Lamellen (2) und den besagten Anschlüssen vorgesehen ist und Wellenleiterabschnitte umfasst, welche sich in einer zweiten Richtung im Wesentlichen senkrecht zu einer Signalübertragungsrichtung erstrecken.
 55
 8. Antenne gemäß einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei jede Lamelle (2) vier Zelleinheiten (8) zugeordnet ist.
 9. Antenne gemäß einem der Ansprüche 3 bis 8, bestehend aus 32 besagten Lamellen.
 10. Antenne gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei jedes Antennenelement (3) eine Trennwand (32) umfasst, um die beiden Polarisierungen eines Hochfrequenzsignals beim Senden zu kombinieren oder beim Empfang zu trennen.
 11. Antenne gemäß Anspruch 10, wobei jedes Antennenelement (3) mit zwei benachbarten Lamellen (2_{LHCP} , 2_{RHCP}) verbunden ist.
 12. Antenne gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei jedes Antennenelement (3) einen Querschnitt senkrecht zu einer Ausbreitungsrichtung des quadratischen Signals aufweist.
 13. Antenne gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, welche mindestens eine zylindrische Öffnung in einer Richtung senkrecht zu einer Signalübertragungsrichtung aufweist und welche dazu bestimmt ist, die Antenne an einem Stab zu befestigen, der es ermöglicht, sie zu halten und auszurichten.
 14. Antenne gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, mit einem im 3D-Druck hergestellten Kern und einer Oberflächenschicht auf zumindest einer Innenseite dieses Kerns.

Claims

1. Antenna (1) with dual polarization (RHCP, LHCP), comprising:

at least one first port (7) for connecting the antenna to an active circuit for transmitting or emitting a signal with a first polarization (LHCP) ;
 at least one second port (7) for connecting the antenna to an or to the active circuit for transmitting or emitting a signal with a second polarization (RHCP) ;
 several dual-polarized antenna elements (3), the antenna elements being arranged in cell units (8),
 each cell unit (5) including four antenna elements (3) and two 1-to-4 junctions (5), a first of the two junctions (5) being associated with a first polarization and a second of the two junctions being associated with a second polarization, each said junction (5) comprising four branches (500) for connecting it to one of the polarization of each antenna element (3) of the corresponding unit and a common stub (501),
 an array of dividers/combiners (4, 6) for connecting the stub (501) of each said 1-to-4 junction (5) of a cell unit (8) associated with the first polarization to the first port (7) and for connecting the stub (501) of each said 1-to-4 junction (5) associated with the second polarization to the second port (7)
 the four antenna elements (3) of each cell unit (8) being superposed, several cell units (8) being juxtaposed,
characterized in that each cell unit (8) comprises two antenna elements (3) in a first plane and two other antenna elements (3) in a second plane parallel to the first plane, said planes being offset from each other in a direction perpendicular to said planes by a distance smaller than a width of an antenna element.

2. Antenna according to claim 1, said array of dividers/combiners (4, 6) comprising a first sub-array of dividers/combiners (4) formed by a stack of juxtaposed blades (2) and arranged to connect together the stubs (501) of each said 1-to-4 junction (5) of several superposed cell units (8) associated with the first polarization and to connect together the stubs (501) of each said 1-to-4 junction (5) of several superposed cell units (8) associated with the second polarization.
3. Antenna according to claim 2, said first sub-array of dividers/combiners (4) comprising an alternance of first blades (2_{LHCP}) associated with the first polarization and of second blades (2_{RHCP}) associated with the second polarisation.

4. Antenna according to claim 3, comprising a second sub-array of dividers/combiners (6) arranged to connect said first blades (2_{LHCP}) to each other and to the first port (7_{LHCP})
 and to connect said second blades (2_{RHCP}) to each other and to the second port (7_{RHCP}).

5. Antenna according to one of claims 2 to 4, each blade (2) extending in a first direction substantially perpendicular to a direction of the signal transmission, and between the two planes defined by extreme lateral edges of the antenna elements associated with this blade.

6. Antenna according to one of claims 3 to 4, a said first blade (2_{LHCP}) and a said second blade (2_{RHCP}) extending between the two planes defined by extreme lateral edges of the antenna elements associated with these two blades.

7. Antenna according to any of claims 4 to 6, the second sub-array (6) being provided between said blades (2) and said ports and comprising waveguide portions extending in a second direction substantially perpendicular to a direction of the signal transmission.

8. Antenna according to one of claims 2 to 7, each blade (2) being associated with four cell units (8).

9. Antenna according to one of claims 3 to 8, comprising 32 said blades.

10. Antenna according to any of claims 1 to 9, each antenna element (3) comprising a septum (32) for combining in transmission or separating in reception the two polarizations of a radio frequency signal.

11. Antenna according to claim 10, each antenna element (3) being connected to two neighboring blades (2_{LHCP} , 2_{RHCP}).

12. Antenna according to any one of claims 1 to 11, each antenna element (3) having a cross-section perpendicular to a direction of the signal propagation of square shape.

13. Antenna according to any of claims 1 to 12, having at least one cylindrical opening in a direction perpendicular to a direction of the signal transmission, and for mounting the antenna on a rod for holding and orienting the antenna.

14. Antenna according to one of claims 1 to 13, comprising a core made by 3D printing and a surface layer at least on an inner side of this core.

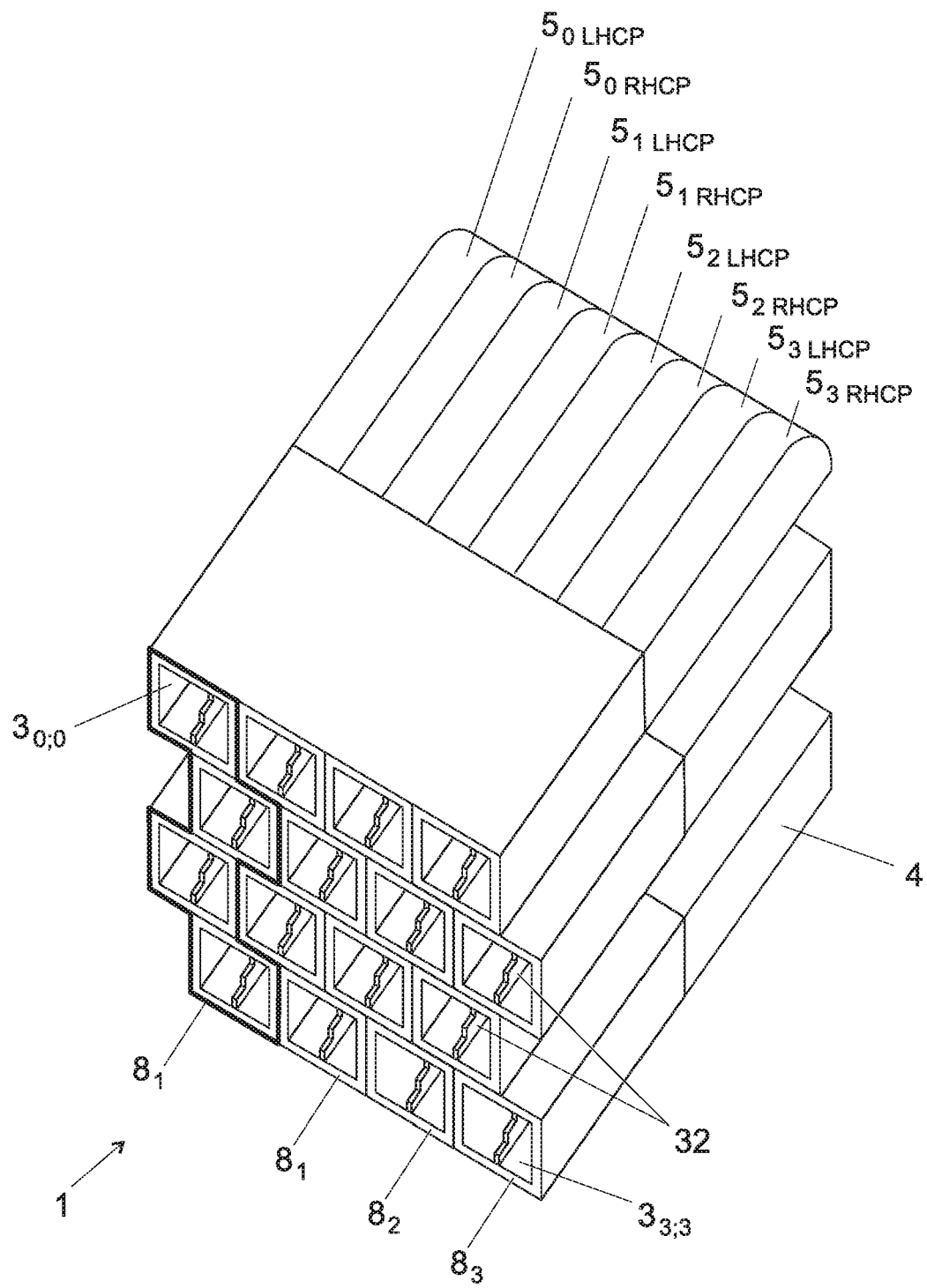
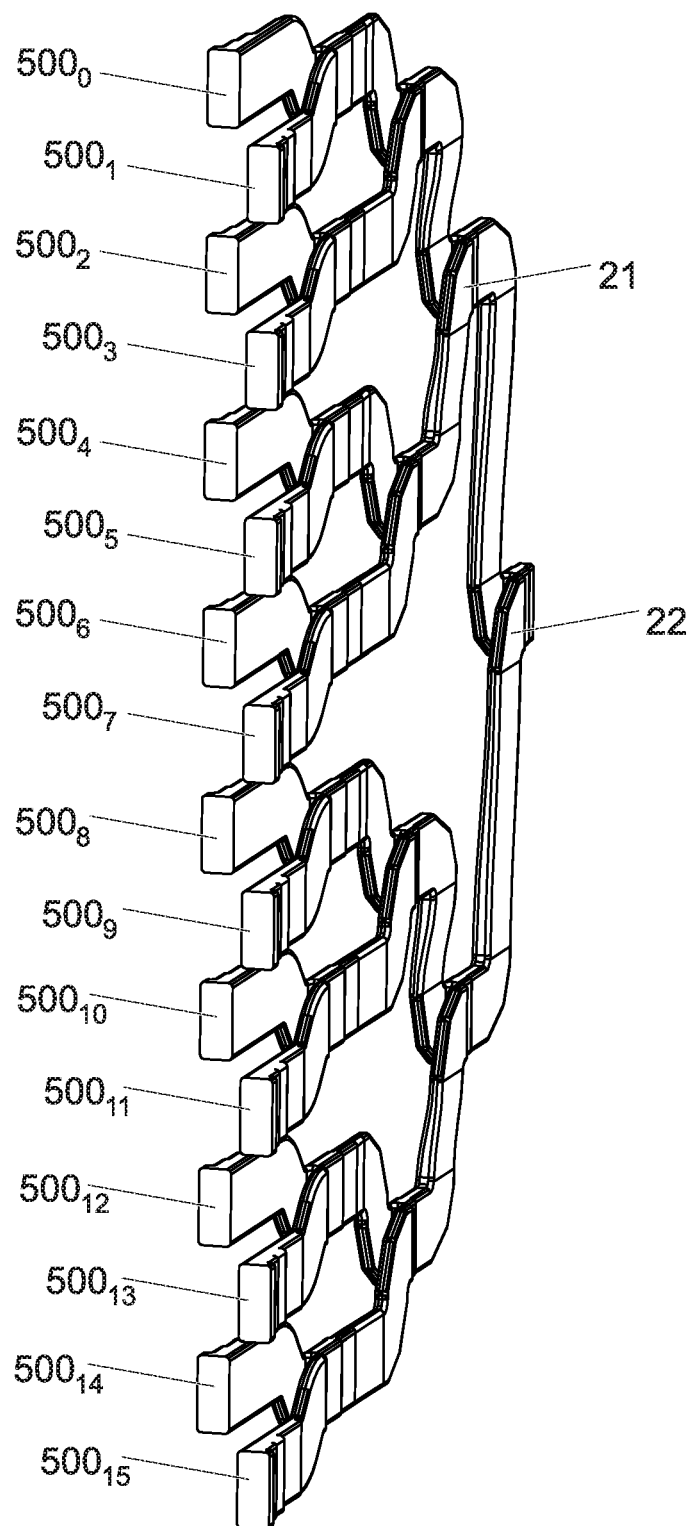


Fig. 1



2

Fig. 2

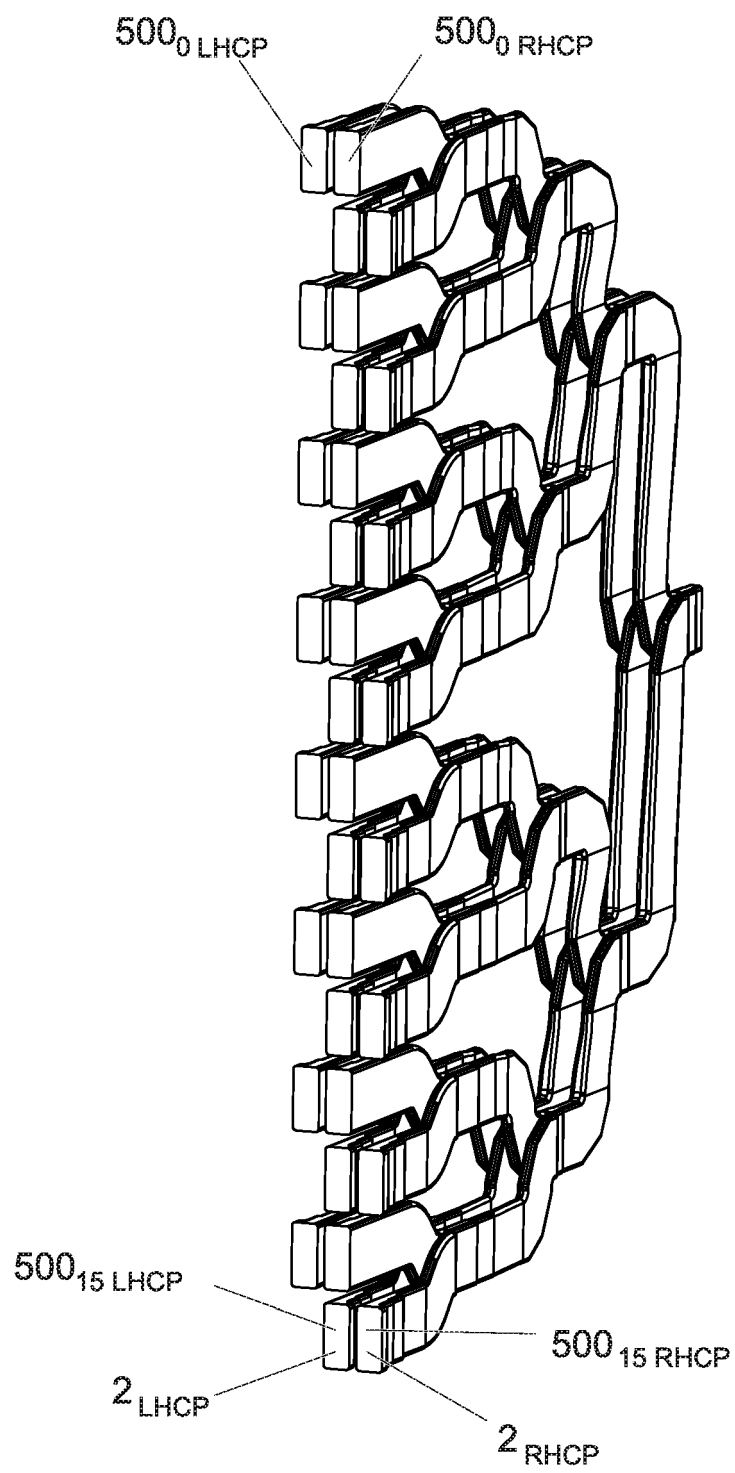


Fig. 3

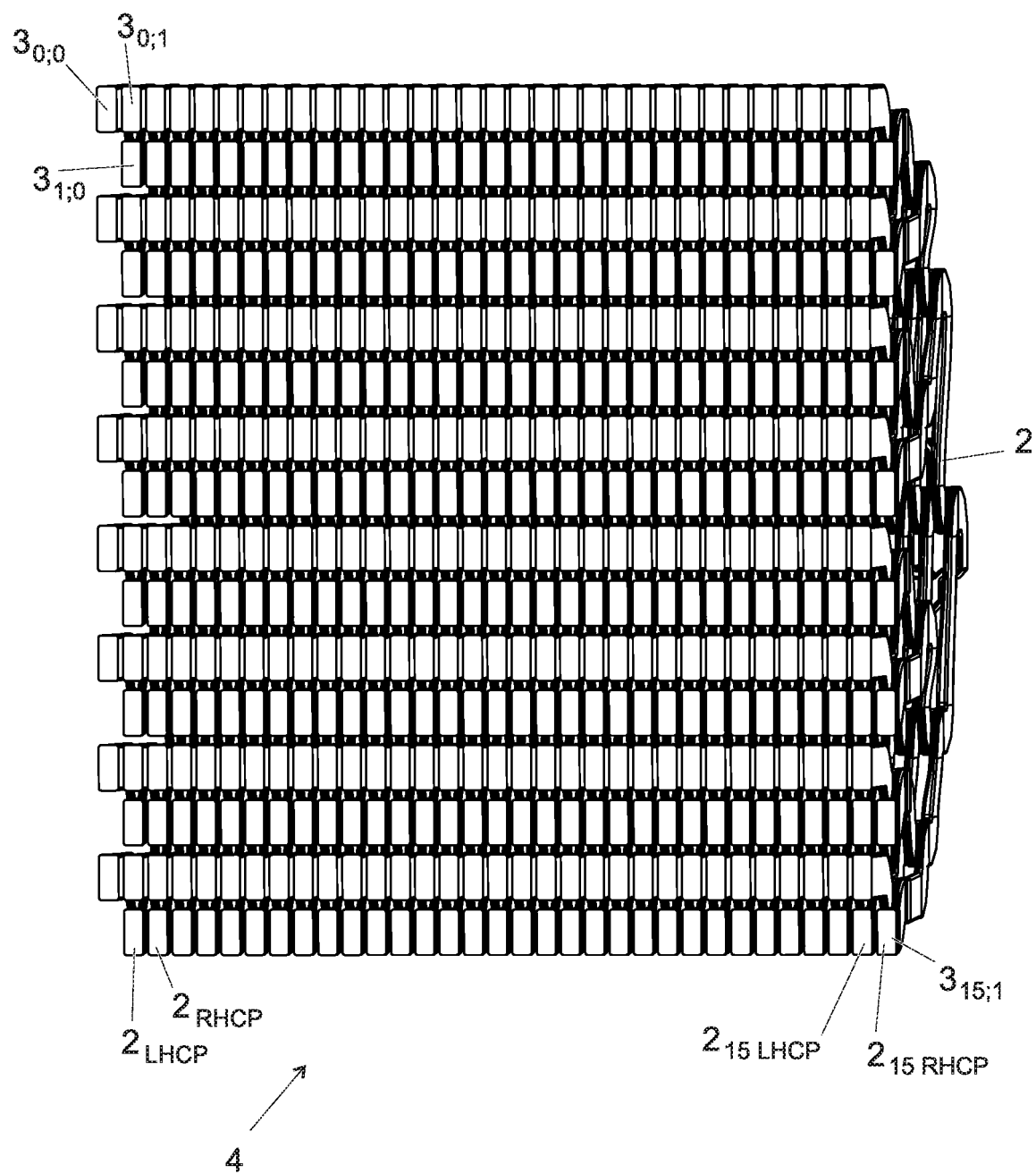


Fig. 4

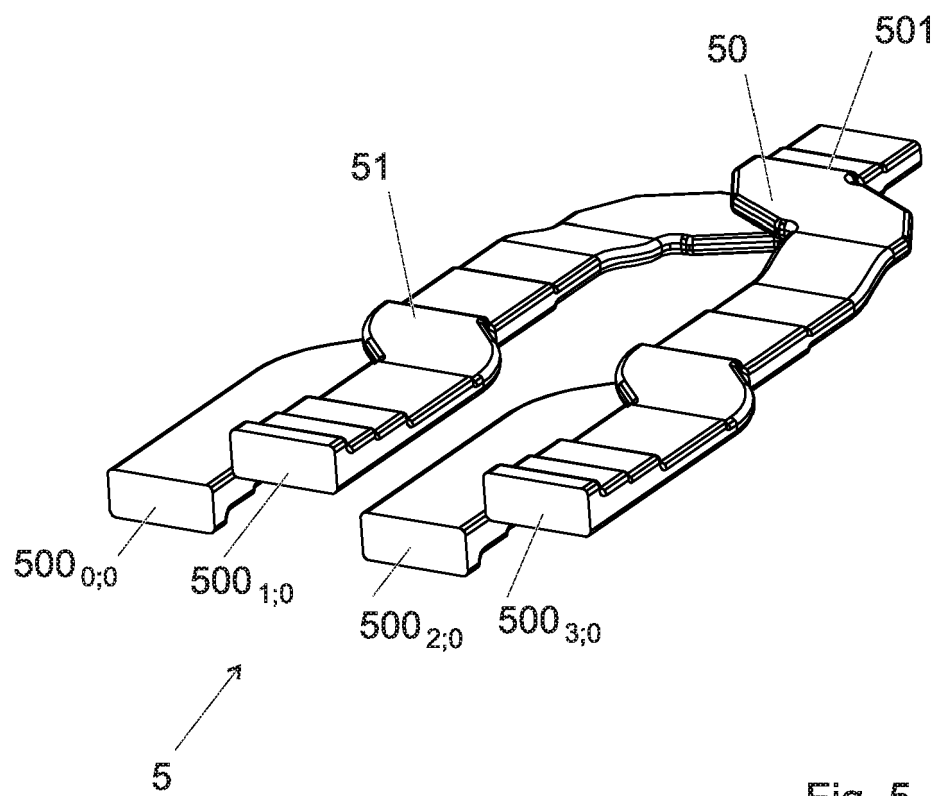


Fig. 5

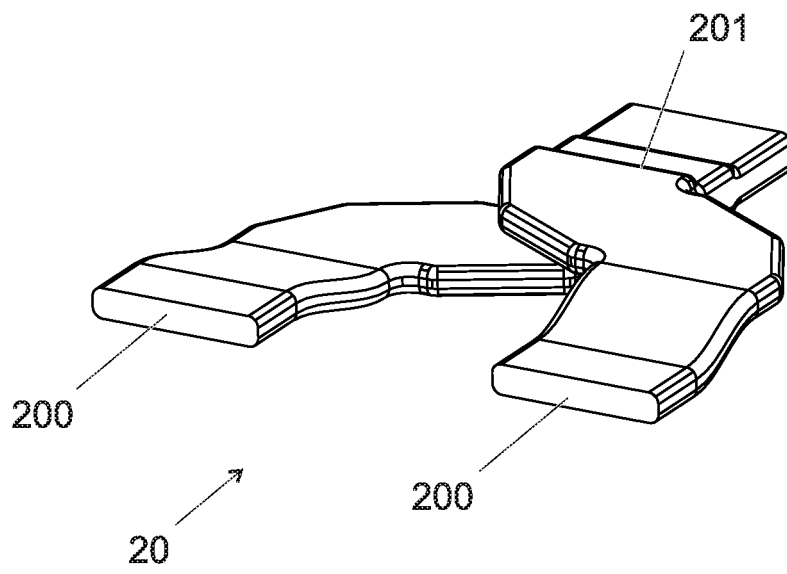


Fig. 6

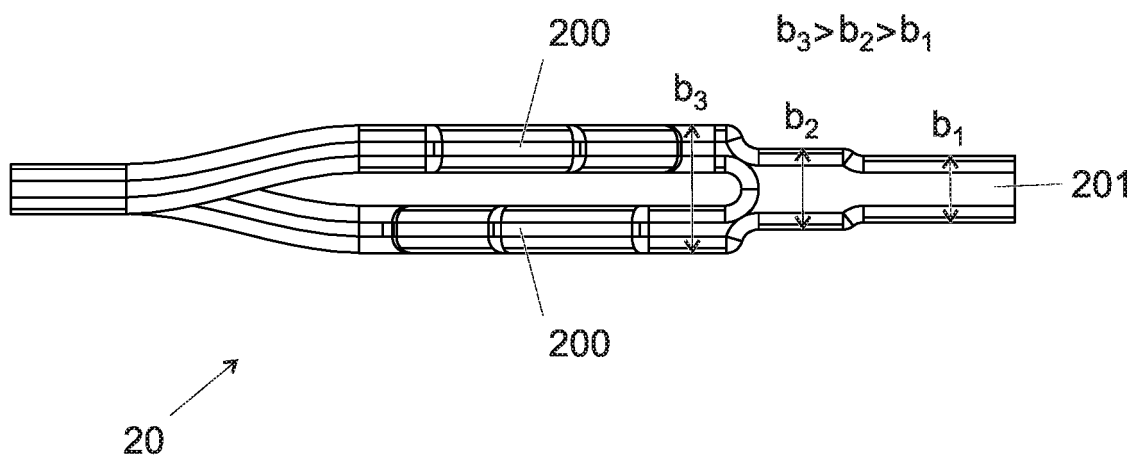


Fig. 7

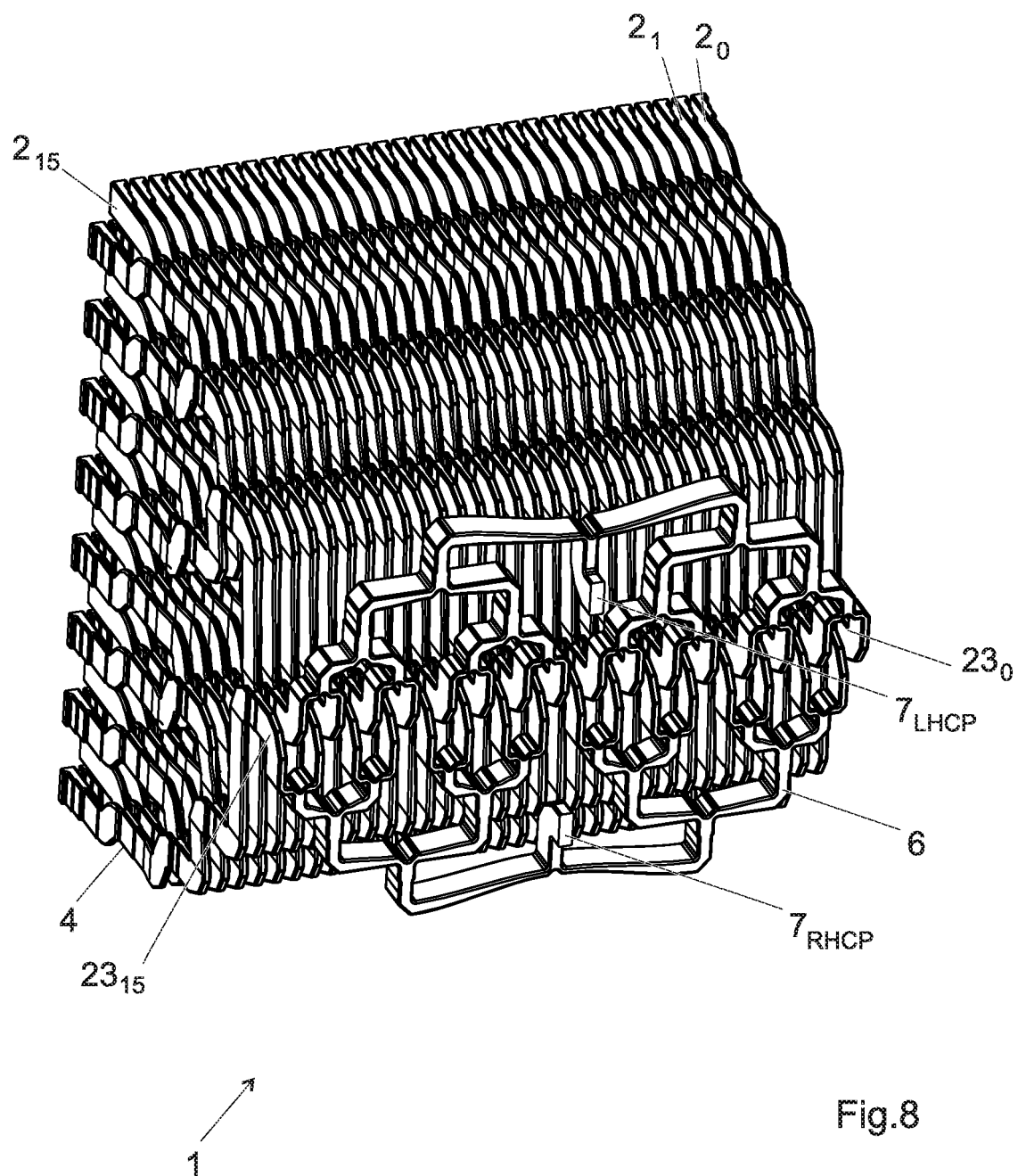
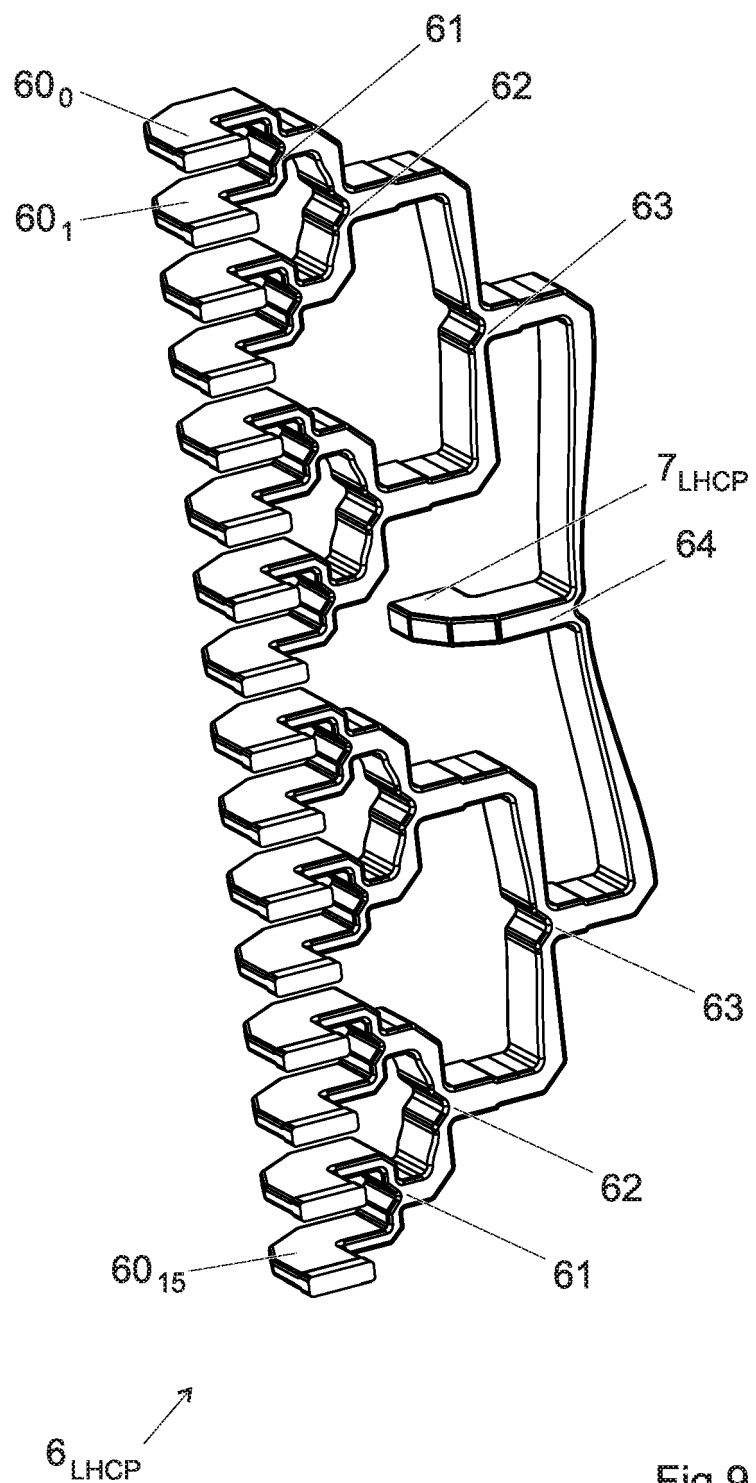


Fig.8



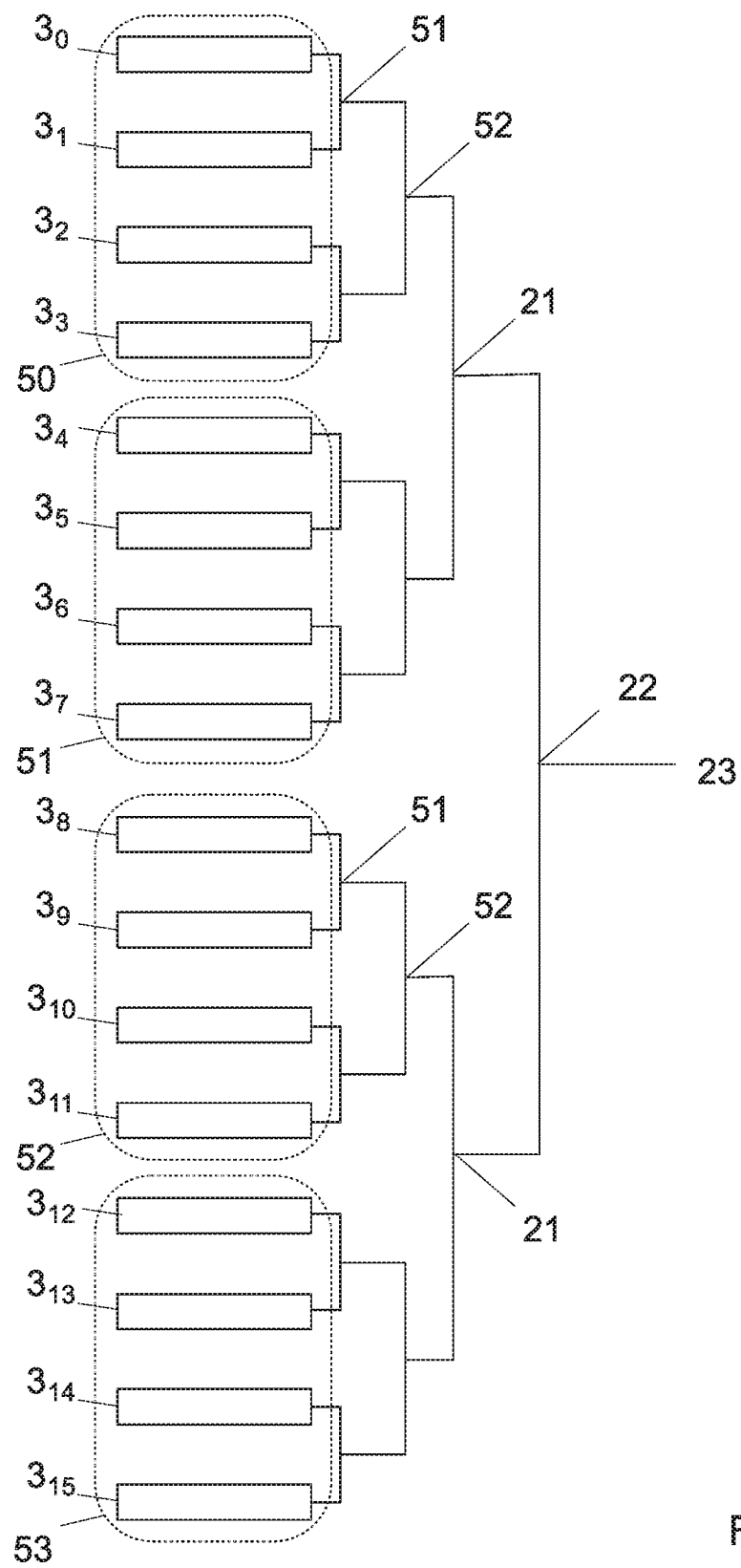


Fig.10

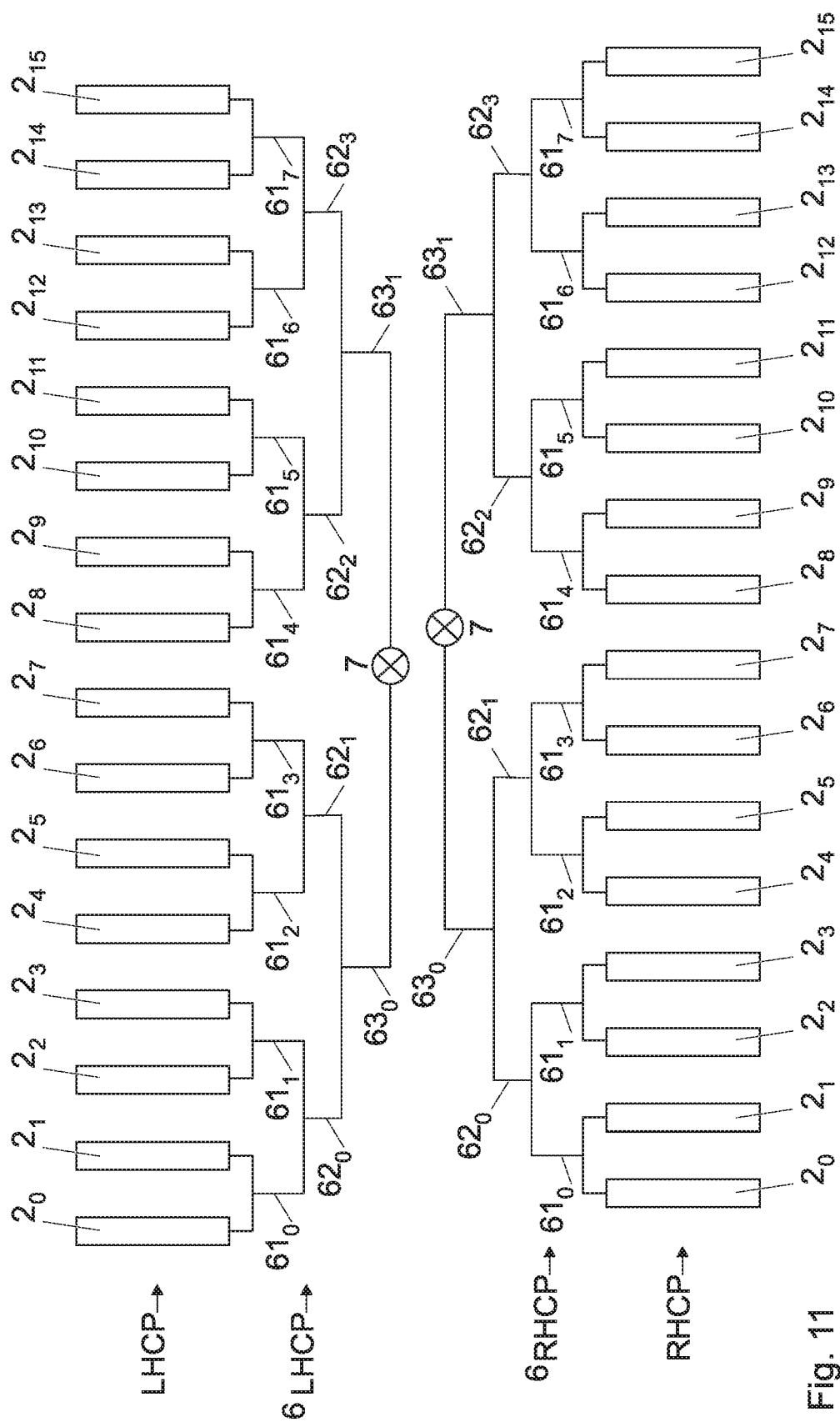


Fig. 11

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2019226201 A2 [0009]
- US 2011267250 A1 [0009]
- WO 2017053417 A1 [0009]
- US 2017117637 A1 [0009]