(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 146 766***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 02445**

(51) Int Cl[8] : ***H 01 R 12/77*** *(2023.01), H 01 R 24/40*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 16.03.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 20.09.24 Bulletin 24/38.

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

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *RADIALL SA* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Fleury GRANDJEAN et DAHMANI Youssef.

(73) **Titulaire(s) :** RADIALL SA.

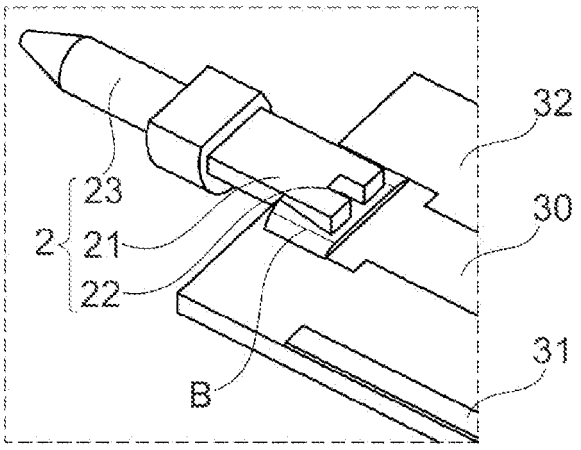
(74) **Mandataire(s) :** CABINET NONY.

(54) Transition améliorée entre un contact central d'un composant coaxial et une ligne de transmission, notamment radiofréquence (RF).

(57) Transition améliorée entre un contact central d'un composant coaxial et une ligne de transmission, notamment radiofréquence (RF).

L'invention concerne une transition (1) entre un contact central (2) d'un composant coaxial (10), et une ligne de transmission (30) d'un circuit (3, 3', 3''), notamment radiofréquence (RF), le contact central comprenant une partie avant cylindrique (23) et une partie arrière (21), dans le prolongement de sa partie avant, en contact et fixée à la ligne de transmission par une brasure (B), la partie arrière (21) comprenant au moins un évidement de matière (22), délimitant un volume formant une réserve pour la brasure (RB).

Figure pour l'abrégé : Fig.5A



FR 3 146 766 - A1

Description

Titre de l'invention : Transition améliorée entre un contact central d'un composant coaxial et une ligne de transmission, notamment radiofréquence (RF).

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine des circuits dont les fréquences de fonctionnement peuvent être à large bande allant de CC (acronyme de Courant Continu) ou DC (acronyme anglo-saxon pour « Direct Current ») aux radiofréquences (RF).

[0002] Elle concerne plus particulièrement une transition entre un contact central d'un composant coaxial radiofréquence (RF) et une ligne de transmission RF.

[0003] Dans le cadre de l'invention, il faut comprendre le terme « transition » comme désignant une liaison passive permettant de passer d'un support coaxial de propagation d'un signal dans une large bande allant de DC aux radiofréquences (RF), à un autre support non coaxial. Par radiofréquence, on entend le sens usuel à savoir une fréquence d'onde électromagnétique située entre 3 KHz et 300 GHz. La bande de fréquence concernée peut être DC-67GHz, DC-70 GHz, DC-100 GHz ou au-delà.

[0004] L'invention vise à améliorer une telle transition, notamment pour des diamètres de contacts centraux et des dimensions de lignes de transmission, très faibles.

[0005] Typiquement, il peut s'agir d'un diamètre extérieur de contact central inférieur à 0,8 mm.

[0006] Typiquement, la ligne de transmission propage l'onde électromagnétique selon le mode Transverse Electro-Magnétique (TEM).

[0007] Bien que décrite en référence plus particulièrement à une application entre une ligne coaxiale et une ligne planaire, l'invention s'applique à tous dispositifs passifs ou actifs à contact central d'un composant coaxial, notamment RF, tel qu'un atténuateur, diviseur, combineur, charge, coupleur et à tous circuits à ligne de transmission, telle qu'un triplaque, un micro-ruban, une ligne coplanaire ou une ligne suspendue.

[0008] Une ligne tri-plaque (également nommée "stripline" en anglais) est une ligne de transmission entourée d'un matériau diélectrique et suspendue entre deux plans de masse sur la ou les couches internes d'un circuit imprimé (PCB de l'anglais « Printed Circuit Board »).

[0009] Une ligne micro-ruban est une ligne de transmission routée sur une couche externe d'un circuit imprimé et isolée d'un plan de masse par un matériau diélectrique.

[0010] Une ligne coplanaire est une ligne de transmission sur un matériau diélectrique, formée par une piste conductrice bordée de chaque côté par une ligne conductrice de retour.

[0011] Une ligne suspendue est une ligne de transmission routée sur une couche externe d'un circuit imprimé, le tout entouré d'une couche d'air sur chacune des faces du circuit. Chaque couche d'air est elle-même recouverte par un plan de masse extérieur.

Technique antérieure

[0012] Dans le domaine de transmission de signaux radiofréquences (RF), il est connu d'utiliser des atténuateurs et des charges à contact central coaxial et lignes de transmission sous la forme d'une ligne planaire.

[0013] On rappelle ici qu'un atténuateur sert à baisser la puissance du signal RF, notamment pour protéger un équipement électronique tandis qu'une charge a pour fonction première d'absorber un signal RF et de le dissiper sous forme de chaleur.

[0014] Actuellement, les atténuateurs et charges coaxiaux sont conçus avec des circuits à substrat céramique, tel qu'en Al_2O_3, AlN ou quartz.

[0015] On a représenté aux figures 1 et 1A, une transition, désignée globalement par la référence numérique 1, telle qu'actuellement mise en œuvre dans un atténuateur coaxial RF existant.

[0016] La transition 1 entre un contact central 2 sous la forme d'une broche cylindrique dans sa partie avant et une ligne ruban 30 du circuit 3 comprend une brasure B. Plus précisément, le contact central 2 comprend une partie arrière hémicylindrique délimitée par un méplat 20 qui est brasé au moyen de la brasure B sur la ligne ruban 30.

[0017] Puis, ces composants liés par la transition 1 ainsi formée sont solidarisés à un composant, appelé cartouche 4, par l'intermédiaire d'une autre brasure sur des lignes conductrices 31 à la périphérie du support diélectrique 32 du circuit 3. Ces lignes 31 brasées suspendent le circuit 3 dans le conducteur de masse constitué par la cartouche 4.

[0018] L'atténuateur comprend par ailleurs un autre contact central sous la forme d'une douille 5 dans laquelle est connecté la broche 2 et une entretoise 6 autour de ces deux contacts centraux 2, 5.

[0019] Pour bon nombre d'applications, on cherche à concevoir des atténuateurs et charges qui permettent de transmettre des signaux à fréquence de plus en plus élevée, notamment jusqu'à 67 GHz voire au-delà.

[0020] Cette montée en fréquence implique une diminution des diamètres des contacts centraux, typiquement inférieurs à 0,8 mm, et des dimensions des lignes de transmission des circuits, ce qui engendre un impact relatif plus important des volumes de brasure et de leur quantité associée, avec différents inconvénients afférents auxquels les inventeurs ont pu être confrontés.

[0021] En premier lieu, les transitions 1 telles que celles montrées à la [Fig.1] nécessitent une maîtrise importante de la brasure B, notamment de sa quantité, car ce paramètre

influence fortement la réponse en fréquence, c'est-à-dire les paramètres RF de l'atténuateur ou de la charge en fonction de la fréquence du signal transmis.

[0022] En effet, les variations de quantité de brasure B engendrent une variation géométrique autour de la partie arrière du contact central 2 qui est enrobée par la brasure B, ce qui se traduit par une variation importante des performances RF de l'atténuateur. Cela est illustré aux figures 2 à 3B dans lesquelles les figures 2 à 2B montrent une première brasure B de volume et forme différents de la deuxième brasure B montrée aux figures 3 à 3B.

[0023] Les limites des technologies actuelles rendent difficile pour ne pas dire impossible une maîtrise suffisante de la quantité de brasure, de façon à négliger l'influence sur la réponse en fréquence.

[0024] Par ailleurs, la position axiale dans la cartouche 4, de la ligne de transmission 30 brasée au contact central 2 est difficilement maîtrisable avec une très bonne précision. Ainsi, les variations d'impédance électrique (variations d'adaptation), qui sont liées aux tolérances d'usinage et aux positions relatives des pièces, et qui permettent d'optimiser le Rapport d'onde stationnaire (ROS), ne peuvent donc pas être précises. Cela engendre des dispersions importantes introduisant de fortes variations des performances électriques. Ce phénomène est d'autant plus important à haute fréquence.

[0025] De manière plus détaillée, la position relative du contact central 2 par rapport au bord du substrat diélectrique 32 du circuit 3 peut être imprécise, du fait de la méthode de découpe des substrats. En effet, la découpe des circuits est effectuée par rainurage puis casse entre les différents circuits d'une même plaque de substrat diélectrique. Or, une casse présente un profil irrégulier, ce qui induit de fait un positionnement du contact central 2 par rapport au circuit 3, qui n'est pas reproductible à la fois en distance et en angle. Cela est illustré aux figures 4A et 4B montrant deux configurations différentes de position relative du contact central 2 relativement au circuit 3, respectivement sans espace entre le bord latéral du circuit 3 et le contact central 2, et avec un espace E entre eux.

[0026] Ces défauts de position du contact central entraînent des variations de l'impédance caractéristique de la ligne RF comprenant la ligne de transmission 30 et le contact central 2, ce qui réduit les performances de transmission du signal, encore plus à très haute fréquence.

[0027] Enfin, la réduction dimensionnelle des pièces de l'atténuateur, imposée par la montée en fréquence comme évoqué ci-avant, conduit à réduire les zones de contact destinées à recevoir les brasures et donc à diminuer les quantités de brasure B. La diminution de ces zones, et donc des surfaces en vis-à-vis des pièces brasées, engendrent une diminution de leur tenue mécanique.

[0028] Il existe donc un besoin pour améliorer les transitions, notamment radiofréquence

(RF), entre un contact central d'un composant coaxial, et une ligne de transmission, notamment afin de pallier les inconvénients précités.

[0029] L'invention vise à répondre à tout ou partie de ce besoin.

Exposé de l'invention

[0030] Pour ce faire, l'invention a pour objet, selon l'un de ses aspects, une transition entre un contact central d'un composant coaxial et une ligne de transmission d'un circuit, notamment radiofréquence (RF), le contact central comprenant une partie avant cylindrique et une partie arrière, dans le prolongement de sa partie avant, en contact et fixée à la ligne de transmission par une brasure, la partie arrière comprenant au moins un évidement de matière, délimitant un volume formant une réserve pour la brasure.

[0031] Selon un mode de réalisation avantageux, la partie arrière plate intégrant l'évidement de matière est délimitée par deux faces planes et parallèles.

[0032] Selon un mode de réalisation avantageux, la partie arrière est un parallélépipède droit ou une forme de section transversale trapézoïdale.

[0033] De préférence, la hauteur entre les deux faces planes et parallèles étant comprise entre 0,1 et 0,3 mm, de préférence entre 0,13 à 0,18 mm.

[0034] Avantageusement, l'évidement de matière est débouchant selon la hauteur.

[0035] Selon une variante de réalisation avantageuse, l'évidement de matière débouche en outre sur au moins une extrémité libre de la partie arrière du contact central.

[0036] Selon une variante de réalisation avantageuse, l'évidement de matière débouchant est de forme au moins en partie cylindrique ou parallélépipédique.

[0037] De préférence, la partie avant cylindrique étant distante du circuit.

[0038] Avantageusement, la distance entre la partie cylindrique du contact central et le bord du circuit en regard est comprise entre 0,1 à 0,8 mm, de préférence entre 0,35 et 0,45 mm.

[0039] Plusieurs configurations avantageuses peuvent être envisagées :

[0040] - le circuit peut être du type à micro-ruban suspendu, comprenant un substrat diélectrique dont une face principale comprend la ligne de transmission sous la forme d'un micro-ruban, et des lignes conductrices de masse destinées à être brasées avec une pièce du composant coaxial, de sorte à suspendre le circuit dans un conducteur de masse constitué par ladite pièce;

[0041] - le circuit peut être du type coplanaire, comprenant un substrat diélectrique dont une face principale comprend la ligne de transmission sous la forme d'un ruban, insérée dans un plan de masse coplanaire et à distance S du ruban.

[0042] La transition selon l'invention est avantageusement configurée pour fonctionner du courant continu (DC) à 100 GHz, préférentiellement du DC à 70 GHz.

[0043] L'invention concerne également un dispositif électronique passif ou actif, notamment

radiofréquence (RF), comprenant au moins une transition telle que décrite précédemment.

[0044] Un dispositif électronique passif constituant un composant coaxial choisi parmi un atténuateur, un diviseur, un coupleur, un combineur, une charge.

[0045] Selon un mode de réalisation avantageux, le dispositif selon l'invention, notamment en tant qu'atténuateur, comprend une cartouche, en tant que pièce du composant coaxial, délimitée par une paroi latérale comprenant au moins une région électriquement conductrice et à l'intérieur de laquelle est fixée le circuit, au moins une des lignes conductrices de masse étant reliée à ladite région électriquement conductrice par au moins une connexion électrique assurée par une brasure, ladite paroi latérale étant traversée par un orifice traversant s'étendant sur l'épaisseur de ladite paroi latérale et offrant un accès direct à la connexion électrique pour y établir ou contrôler ladite connexion électrique.

[0046] Le ou les orifices d'accès dans la paroi latérale de la cartouche permet(tent) de faciliter l'accès à la zone de la connexion électrique, pour y établir ou contrôler cette dernière, ce qui est particulièrement avantageux quand un contact électrique de grande qualité doit être garanti entre le composant et la cartouche.

[0047] Ainsi, l'invention consiste essentiellement en une transition entre un contact central d'un composant coaxial et une ligne de transmission d'un circuit, notamment radiofréquence (RF), avec un contact central dont la partie arrière comprend un évidement de matière délimitant un volume formant une réserve de brasure et vient se positionner directement sur la ligne de transmission, pour établir le contact électrique. La connexion du contact central sur la ligne de transmission se fait par le biais d'une brasure.

[0048] Les avantages de l'invention comparativement aux transitions selon l'état de l'art sont nombreux parmi lesquels on peut citer :

[0049] - un moindre impact de la brasure sur les performances RF du composant qui intègre la transition, du fait de l'évidement de matière qui définit la réserve de brasure ;

[0050] - une meilleure maîtrise de la forme de la brasure solidarisant le contact central à la ligne de transmission, grâce à la forme plate de la partie arrière du contact central comprenant des faces planes et parallèles ; ce qui induit une réduction des variations des performances sur le signal transmis, notamment RF ;

[0051] - une meilleure tenue mécanique de la transition par l'augmentation possible de longueur des arêtes de contact entre partie arrière du contact central et ligne de transmission, par la présence de l'évidement de matière débouchant ;

[0052] - une réduction de l'effet du positionnement du contact central relativement au circuit supportant la ligne de transmission, du fait de la longueur de la partie arrière plate du contact central qui peut être ajustée pour éloigner la partie cylindrique de ce dernier.

[0053] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront mieux à la lecture de la description détaillée d'exemples de mise en œuvre de l'invention faite à titre illustratif et non limitatif en référence aux figures suivantes.

Brève description des dessins

[0054] [Fig.1] la [Fig.1] représente en vue en coupe longitudinale partielle et en perspective d'une partie d'une charge coaxiale avec une transition entre contact central et ligne de transmission RF, selon l'état de l'art.

[0055] [Fig.1A] la [Fig.1A] est une vue en coupe longitudinale partielle de la [Fig.1].

[0056] [Fig.2], [Fig.2A], [Fig.2B] les figures 2, 2A, 2B sont des vue en perspective, en coupe longitudinale et arrière d'une transition selon l'état de l'art avec une première brasure.

[0057] [Fig.3], [Fig.3A], [Fig.3B] les figures 3, 3A, 3B sont des vue en perspective, en coupe longitudinale et arrière d'une transition selon l'état de l'art avec une deuxième brasure différente de la première brasure, résultant d'une maîtrise imparfaite du brasage.

[0058] [Fig.4A], [Fig.4B] les figures 4A et 4B sont des vues en coupe longitudinale partielle d'une partie d'un atténuateur coaxial avec une transition entre contact central et ligne de transmission RF, selon l'état de l'art, montrant deux configurations différentes de position relative entre les composants, résultant d'une maîtrise imparfaite de la position de la partie arrière du contact central sur le circuit.

[0059] [Fig.5] la [Fig.5] est une vue en perspective partielle d'une partie d'un atténuateur coaxial avec deux transitions entre contact central et ligne de transmission RF, selon l'invention.

[0060] [Fig.5A] la [Fig.5A] est une vue de détail de la [Fig.5].

[0061] [Fig.6] la [Fig.6] reprend la [Fig.5] avec en outre, en vue de coupe longitudinale, la cartouche et les entretoises agencées coaxialement autour des transitions selon l'invention.

[0062] [Fig.7] la [Fig.7] est une vue en coupe longitudinale un atténuateur coaxial dans son intégralité avec deux transitions comme selon les figures 5 et 6.

[0063] [Fig.8A], [Fig.8B] les figures 8A et 8B sont des vues en perspective partielle d'une transition selon l'invention.

[0064] [Fig.9] la [Fig.9] est une vue en perspective partielle illustrant l'arête de contact entre la partie arrière d'un contact central dépourvue d'évidement de matière et une ligne de transmission pour la réalisation d'une transition à brasure.

[0065] [Fig.10] la [Fig.10] est une vue en perspective partielle illustrant l'arête de contact entre la partie arrière plate d'un contact central avec un évidement de matière débouchant et une ligne de transmission pour la réalisation d'une transition à brasure

selon l'invention.

[0066] [Fig.11] la [Fig.11] illustre en vue en coupe longitudinale partielle une partie d'un atténuateur coaxial avec une transition selon l'invention montrant une configuration de position relative entre les composants.

[0067] [Fig.12] la [Fig.12] illustre sous forme de courbe une simulation d'un Rapport d'ondes stationnaires (ROS) selon la fréquence, tel qu'obtenu avec une transition selon l'état de l'art et selon l'invention.

[0068] [Fig.13], [Fig.14], [Fig.15] les figures 13, 14, 15 illustrent, en perspective partielle, une transition selon l'invention avec différentes variantes de réalisation d'évidement de matière débouchant dans la partie arrière d'un contact central.

[0069] [Fig.16] la [Fig.16] est une vue en coupe transversale d'une ligne coplanaire selon une première variante de circuit conforme à l'invention.

[0070] [Fig.17] la [Fig.17] est une vue en coupe transversale d'une ligne micro-ruban suspendue, selon une deuxième variante de circuit conforme à l'invention.

[0071] [Fig.18] la [Fig.18] illustre en perspective une variante de réalisation avantageuse d'une cartouche d'un atténuateur coaxial avec au moins une transition selon l'invention.

Description détaillée

[0072] Dans l'ensemble de la présente demande, les termes «avant» et «arrière» sont à comprendre par rapport à un composant coaxial mettant en œuvre au moins une transition entre contact central et une ligne de transmission d'un circuit selon l'invention. Ainsi, la partie avant d'un contact central est celle destinée à être accouplée avec un autre contact central.

[0073] Par souci de clarté, une même référence numérique est utilisée pour un même élément d'une transition selon l'état de l'art et d'une transition selon l'invention.

[0074] Les figures 1 à 4B ont déjà été décrites en détail en préambule. Elles ne seront donc pas commentées ci-après.

[0075] On a représenté sur les figures 5 et 5A une partie d'un atténuateur coaxial RF avec deux transitions selon l'invention.

[0076] Chaque transition 1 entre un contact central 2 sous la forme d'une broche cylindrique dans sa partie avant et une ligne micro-ruban suspendue 30 d'un circuit 3 RF comprend une brasure B.

[0077] Plus précisément, selon l'invention, le contact central 2 comprend une partie arrière plate 21, sous une forme de parallélépipède droit, qui est brasée au moyen de la brasure B sur la ligne 30 sous la forme d'un micro-ruban suspendu. Les bords de la partie plate 21 peuvent être cylindriques.

[0078] La partie plate 21 vient se positionner directement sur la ligne RF, pour établir le

contact électrique et la connexion du contact sur la ligne 30 est finalisée par la brasure B.

[0079] Le circuit 3 est du type à micro-ruban suspendu : il comprend ainsi un substrat diélectrique 32 dont une face principale supporte à la fois la ligne de transmission 30 et deux lignes conductrices de masse 31 qui s'étendent à la périphérie, chacune le long d'un bord longitudinal du substrat 32.

[0080] Le procédé de réalisation d'une transition 1 selon l'invention consiste en les étapes suivantes :

[0081] i/ dépôt d'une brasure B sur la ligne de transmission 30 en bord du circuit 3,

[0082] ii/ pose du contact central 2 avec sa partie arrière plate 21 sur la brasure B en bord du circuit 3,

[0083] iii/ passage en four pour réaliser le brasage et ainsi former la transition 1.

[0084] Puis, comme montré à la [Fig.6], ces composants liés par la transition 1 ainsi formée sont solidarisés à un composant, appelé cartouche 4, par exemple par l'intermédiaire d'une autre brasure sur les lignes conductrices 31 à la périphérie du support diélectrique 32 du circuit 3. Ces lignes de masse 31 sont destinées à être brasées avec une cartouche 4 de l'atténuateur coaxial, de sorte à suspendre le circuit 3 dans un conducteur de masse constitué par la cartouche 4.

[0085] L'atténuateur comprend par ailleurs un autre contact central sous la forme d'une douille 5 de type mâle à son extrémité libre, dans laquelle est connectée la broche 2 d'un des deux contacts centraux 2 et une entretoise 6 autour d'au moins une portion du contact central 2 et de la douille 5.

[0086] La broche 2 de l'autre des deux contacts centraux est connectée à une douille 50 de type femelle à son extrémité libre, une entretoise 6 entourant également au moins une portion de la broche 2 et de la douille 50.

[0087] Tel qu'illustré à la [Fig.7], l'atténuateur coaxial 10 comprend en outre deux isolants 11. Un des isolants 11 est interposé entre la broche 5 et un corps de masse 12 qui est aligné avec un premier corps métallique de fixation 13. L'autre des isolants 11 est interposé entre la douille 50 et un deuxième corps métallique de fixation 14.

[0088] De préférence, la partie arrière 21 du contact central 2 présente un évidement de matière débouchant 22 sur la totalité de la hauteur de cette partie arrière 21.

[0089] Dans l'exemple illustré des figures 8A et 8B, cet évidement de matière débouchant 22 débouche en outre sur l'extrémité libre de la partie arrière 21 et présente une forme de rainure parallélépipédique droite.

[0090] Ces figures 8A et 8B illustrent un des avantages d'une transition 1 selon l'invention.

[0091] Comme cela est visible, le fait d'avoir une forme plate 21 limite la remontée de la brasure B le long de la hauteur de cette partie arrière 21 du contact central. L'existence d'une arête franche à l'intersection 210 de la face plate supérieure et du bord libre

stoppe la propagation de la brasure sur la hauteur de la partie arrière du contact central. En effet, généralement la brasure B va se limiter à la hauteur H du plat, de préférence de l'ordre de 0,1 à 0,3 mm, préférentiellement de 0,13 à 0,18 mm. Les variations de hauteur de brasure B sont limitées. On obtient ainsi une meilleure maîtrise de la forme du ménisque de la brasure B que dans le cas d'une partie arrière hémicylindrique à méplat 20 comme montré aux figures 2 à 3B. On réduit ainsi les variations des performances RF d'une transition 1 à une autre. Autrement dit, grâce à la partie plate 21 du contact central 2, on obtient une reproductibilité des performances RF d'un atténuateur coaxial 10 à un autre réalisé selon le même procédé.

[0092] L'évidement de matière débouchant 22 permet en outre de fournir un volume qui sert de réserve à la brasure RB. Cette réserve peut donc être plus ou moins remplie lors de la pose du contact central 2 sur la brasure. Le niveau de ce remplissage de réserve n'a pas d'effet sur les performances RF de l'atténuateur coaxial 10. En effet, cette réserve RB, en absorbant plus ou moins l'excès de brasure B permet de limiter fortement l'impact de la quantité de brasure sur les performances de l'atténuateur 10.

[0093] Par ailleurs, la partie plate 21 permet d'obtenir une bonne tenue mécanique. La valeur de cette tenue est donnée par la longueur des arêtes périphériques A de contact entre cette partie 21 et la ligne de transmission 30, comme montré sur la [Fig.9].

[0094] Comme montré à la [Fig.10], la rainure débouchante 22 permet d'augmenter la longueur de contact A et donc d'augmenter la tenue mécanique du contact central 2 sur le circuit 3.

[0095] Un autre avantage obtenu par une transition 1 selon l'invention est illustrée à la [Fig.11]. La partie plate 21 du contact central 2 est prolongée au-delà du circuit 3, ce qui permet de garantir l'éloignement, ou autrement dit le décalage D, de la partie cylindrique 23 du contact central 2 du circuit 3. Le décalage est induit par une position du contact central 2 relativement au bord du circuit 3 qui peut varier selon une distance D. De préférence, le décalage entre le bord de circuit et la partie cylindrique 23 de contact est compris entre 0,1 à 0,8 mm, préférentiellement entre 0,35 et 0,45 mm.

[0096] Ce décalage permet ainsi de rendre la transition 1 moins sensible aux défauts de position à la fois du contact central 2 relativement au bord de circuit 3 et du sous-ensemble circuit 3 et contact central 2 solidarisé par la transition 1 relativement à la cartouche 4 de l'atténuateur 10. Il permet aussi de s'affranchir des niveaux de finition des bords du circuit 3.

[0097] La variation d'impédance électrique dans la zone Z au niveau du bord libre du circuit 3 n'est donc pas influencée par la position relative du contact central par rapport au bord du circuit 3, comme symbolisé par la zone encerclée sur la [Fig.11]. Cela permet de réduire l'influence de la position du contact central 2 sur les performances RF de l'atténuateur 10.

[0098] Les inventeurs ont simulé le rapport d'ondes stationnaires (ROS) en fonction de la fréquence, pour un atténuateur coaxial 10 intégrant deux transitions 1 selon l'invention, en comparaison avec un atténuateur coaxial intégrant deux transitions selon l'état de l'art. Le résultat de cette simulation est montré à la [Fig.12].

[0099] La [Fig.12] montre deux courbes C1 et C2. La courbe C1 représente le rapport d'ondes stationnaires pour un atténuateur coaxial comprenant deux transitions selon l'état de l'art, à savoir, par exemple avec un contact central avec une partie arrière hémicylindrique à méplat. La courbe C2 représente le rapport d'ondes stationnaires pour un atténuateur coaxial comprenant deux transitions selon l'invention. La courbe C2 montre une amélioration des performances RF de l'atténuateur, sur la plage de fréquence DC - 70 GHz, puisque, pour une fréquence donnée, le rapport d'ondes stationnaires de C2 est inférieur au rapport d'ondes stationnaires de C1 et se rapproche de la valeur 1.

[0100] Différentes variantes de formes d'évidement de matière débouchant sont illustrés aux figures 13 à 15 qui montrent respectivement :

- l'extrémité libre 24 de la partie arrière 21 en forme de T délimitant deux rainures débouchantes de part et d'autre, chacune de forme substantiellement parallélépipédique,
- une rainure débouchante 25 sous la forme d'un cylindre creux au sein de la partie arrière 21,
- une rainure débouchante 26 sous la forme d'un cylindre creux débouchant sur la ligne de transmission 30 par un prolongement de forme parallélépipédique droite.

[0101] L'atténuateur coaxial 10 tel que décrit précédemment met en œuvre un circuit 3 de type à micro-ruban suspendu.

[0102] D'autres variantes de circuit peuvent être mises en œuvre dans le cadre de l'invention.

[0103] La [Fig.16] montre un circuit 3' du type coplanaire sur lequel une transition 1 selon l'invention peut être réalisée. Ce circuit 3' comprend ainsi un substrat diélectrique 32 dont une face principale comprend la ligne de transmission 30 sous la forme d'un ruban, insérée dans un plan de masse 34 coplanaire et à distance S du ruban. L'autre face principale opposée à celle de la ligne de transmission 30, comprend un plan de masse 33.

[0104] La figures 17 montre un circuit 3'' du type à micro-ruban suspendu sur lequel une transition 1 selon l'invention peut être réalisée. Le circuit 3'' comprend en effet un substrat diélectrique 32 dont une face principale comprend la ligne de transmission 30 sous la forme d'un ruban, et qui est inséré entre deux plans de masse 33, 35.

[0105] La [Fig.18] montre une variante de réalisation avantageuse d'une cartouche 4

intégrant en son sein au moins une transition 1 selon l'invention. Ici, au moins une paroi latérale 40 comprend un orifice débouchant 41 s'étendant sur l'épaisseur de la paroi latérale 40 et offrant un accès direct à une connexion électrique réalisée par brasure entre une des lignes de masse 31 du circuit 3 de la transition et une région électriquement conductrice 42 de la paroi latérale. L'accès direct permet ainsi d'établir ou de contrôler ladite connexion électrique.

[0106] D'autres variantes et améliorations peuvent être prévues sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

[0107] Si dans les exemples illustrés, la partie arrière 21 du contact central 2 est un parallélépipède droit, d'autres formes à faces planes parallèles dont une en contact avec la ligne de transmission peuvent être envisagées.

[0108] D'autres formes d'évidement de matière débouchant que celles illustrées peuvent être envisagées.

Revendications

[Revendication 1] Transition (1) entre un contact central (2) d'un composant coaxial (10), et une ligne de transmission (30) d'un circuit (3, 3', 3''), notamment radiofréquence (RF), le contact central comprenant une partie avant cylindrique (23) et une partie arrière (21), dans le prolongement de sa partie avant, en contact et fixée à la ligne de transmission par une brasure (B), la partie arrière (21) comprenant au moins un évidement de matière (22), délimitant un volume formant une réserve pour la brasure (RB).

[Revendication 2] Transition (1) selon la revendication 1, la partie arrière (21) intégrant l'évidement de matière étant plate, délimitée par deux faces planes et parallèles.

[Revendication 3] Transition (1) selon la revendication 2, la partie arrière (21) étant un parallélépipède droit ou une forme de section transversale trapézoïdale.

[Revendication 4] Transition (1) selon la revendication 2 ou 3, la hauteur entre les deux faces planes et parallèles étant comprise entre 0,1 et 0,3 mm, de préférence entre 0,13 à 0,18 mm.

[Revendication 5] Transition (1) selon l'une des revendications précédentes, l'évidement de matière étant débouchant selon la hauteur.

[Revendication 6] Transition (1) selon la revendication 5, l'évidement de matière débouchant en outre sur au moins une extrémité libre de la partie arrière du contact central.

[Revendication 7] Transition (1) selon la revendication 5 ou 6, l'évidement de matière débouchant étant de forme au moins en partie cylindrique ou parallélépipédique.

[Revendication 8] Transition (1) selon l'une des revendications précédentes, la partie avant cylindrique (23) du contact central (2) étant distant du circuit.

[Revendication 9] Transition (1) selon la revendication 8, la distance D entre la partie cylindrique du contact central (2) et le bord du circuit en regard étant comprise entre 0,1 à 0,8 mm, de préférence entre 0,35 et 0,45 mm.

[Revendication 10] Transition (1) selon l'une des revendications précédentes, le circuit (3) étant du type à micro-ruban suspendu, comprenant un substrat diélectrique (32) dont une face principale comprend la ligne de transmission (30) sous la forme d'un micro-ruban, et des lignes conductrices de masse (31) destinées à être brasées avec une pièce du composant coaxial, de sorte à suspendre le circuit dans un conducteur de masse constitué par ladite pièce.

[Revendication 11] Transition (1) selon l'une des revendications 1 à 9, le circuit (3') étant du type coplanaire, comprenant un substrat diélectrique (32) dont une face principale comprend la ligne de transmission (30) sous la forme d'un ruban, insérée dans un plan de masse (34) coplanaire et à distance S du ruban.

[Revendication 12] Transition (1) selon l'une des revendications 1 à 11, configurée pour fonctionner du courant continu (DC) à 100 GHz, préférentiellement du DC à 70 GHz.

[Revendication 13] Dispositif électronique passif ou actif, notamment radiofréquence (RF), comprenant au moins une transition (1) selon l'une des revendications précédentes.

[Revendication 14] Dispositif électronique passif selon la revendication 13, constituant un composant coaxial (10) choisi parmi un atténuateur, un diviseur, un combineur, un coupleur et une charge.

[Revendication 15] Dispositif électronique selon la revendication 14 en combinaison avec la revendication 10, notamment en tant qu'atténuateur, comprenant une cartouche (4), en tant que pièce du composant coaxial, délimitée par une paroi latérale (40) comprenant au moins une région électriquement conductrice (42) et à l'intérieur de laquelle est fixée le circuit (3), au moins une des lignes conductrices de masse (31) étant reliée à ladite région électriquement conductrice par au moins une connexion électrique assurée par une brasure, ladite paroi latérale étant traversée par un orifice traversant (41) s'étendant sur l'épaisseur de ladite paroi latérale et offrant un accès direct à la connexion électrique pour y établir ou contrôler ladite connexion électrique.

[Fig. 1]

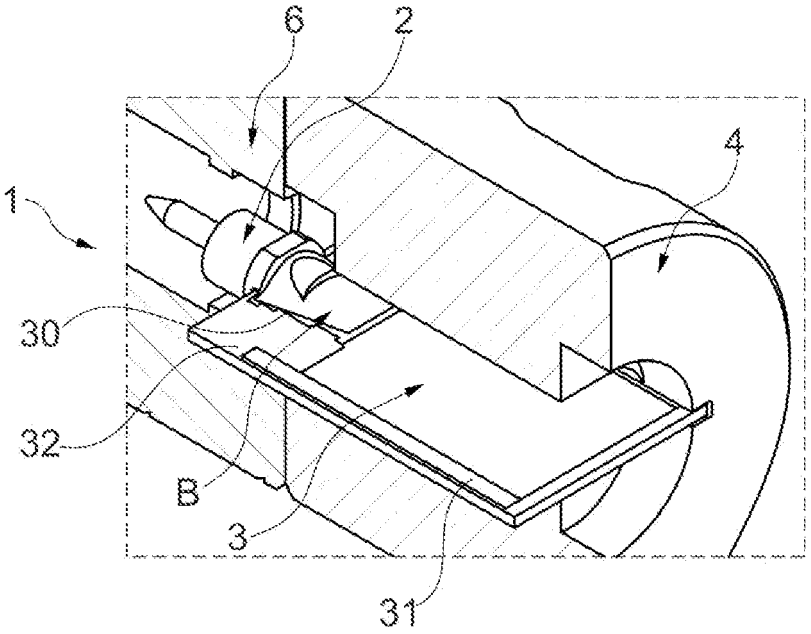


Fig. 1
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 1A]

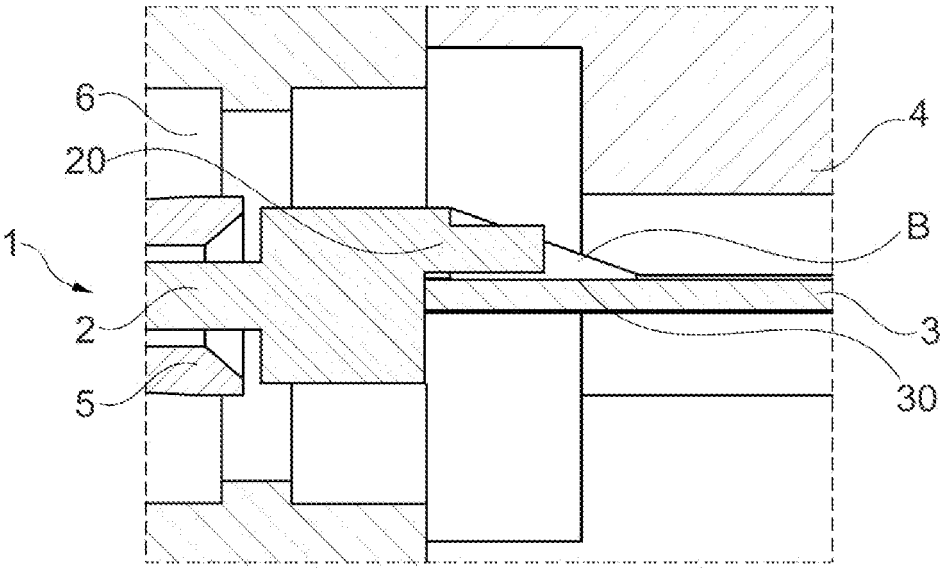


Fig. 1A
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 2]

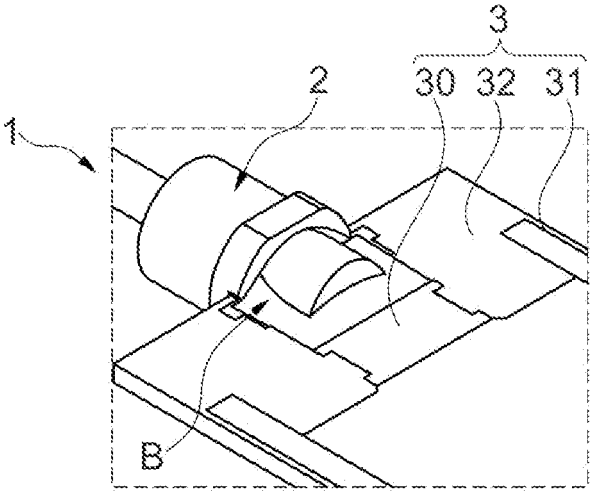


Fig. 2
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 2A]

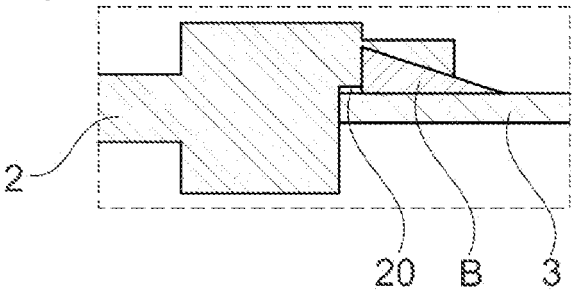


Fig. 2A
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 2B]

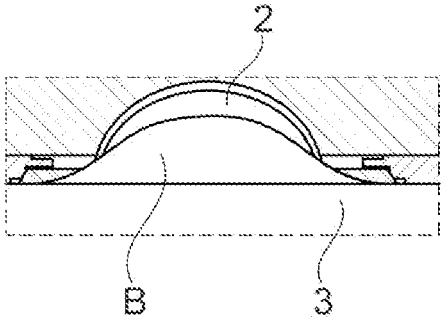


Fig. 2B
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 3]

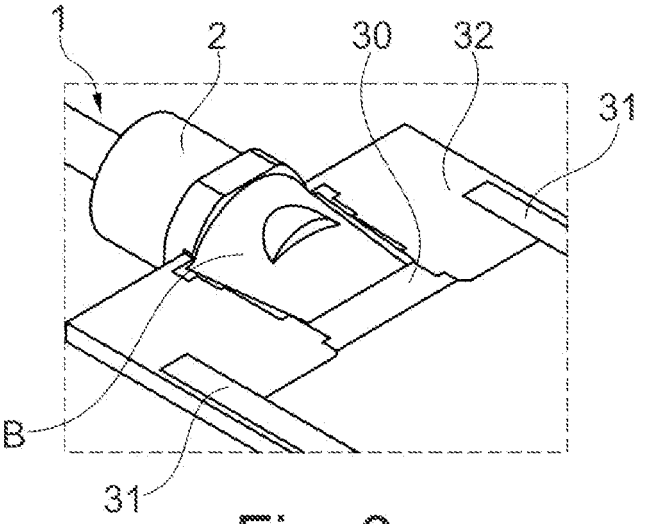


Fig. 3
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 3A]

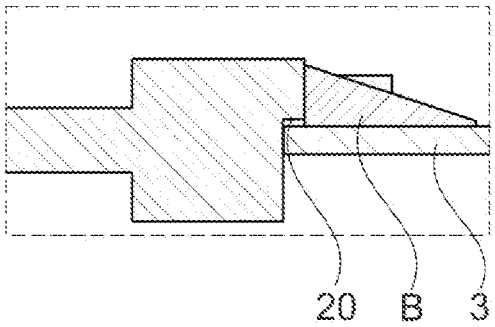


Fig. 3A
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 3B]

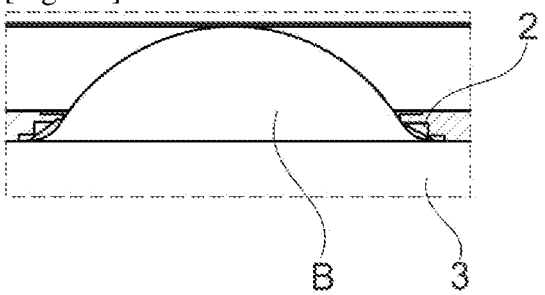


Fig. 3B
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 4A]

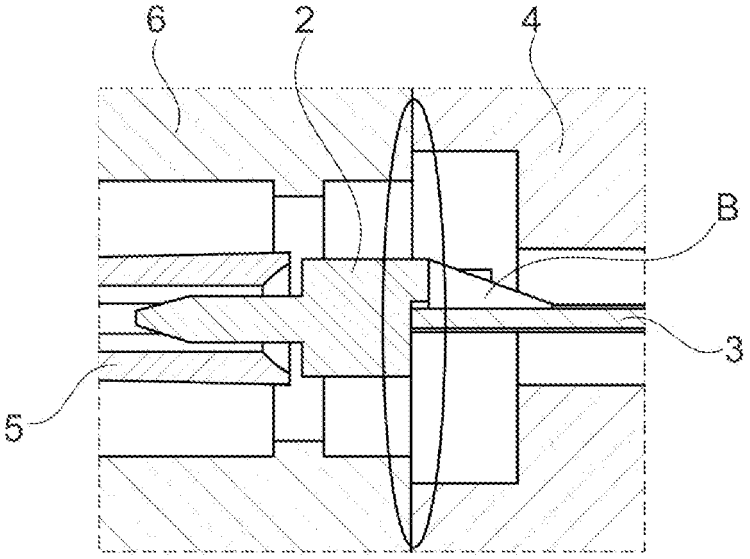


Fig. 4A
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 4B]

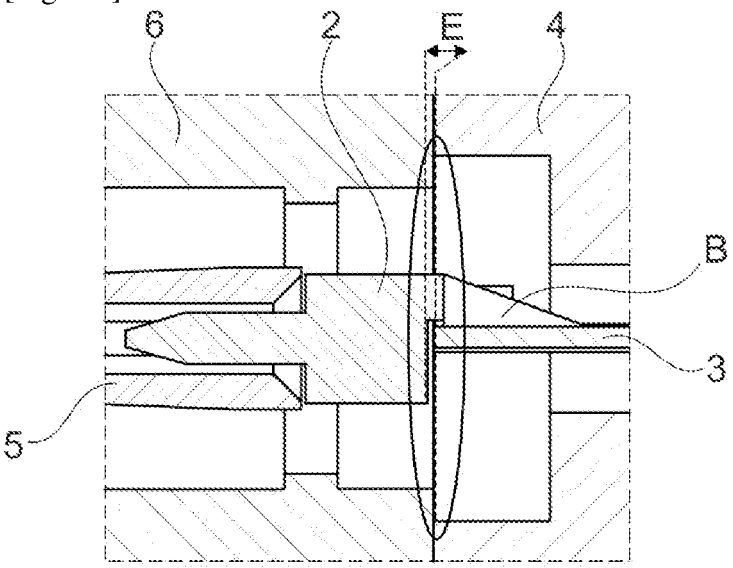


Fig. 4B
(ETAT DE L'ART)

[Fig. 5]

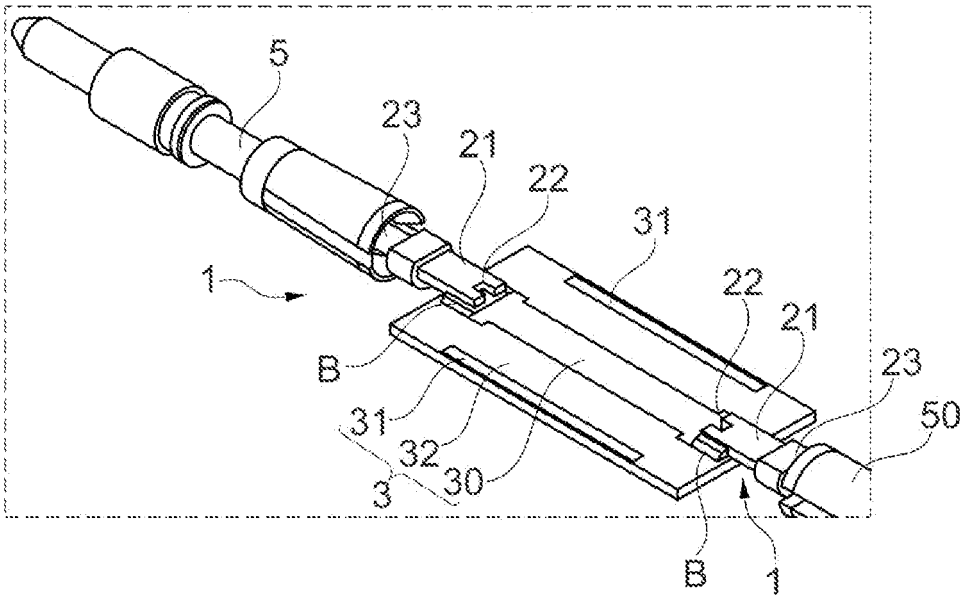


Fig. 5

[Fig. 5A]

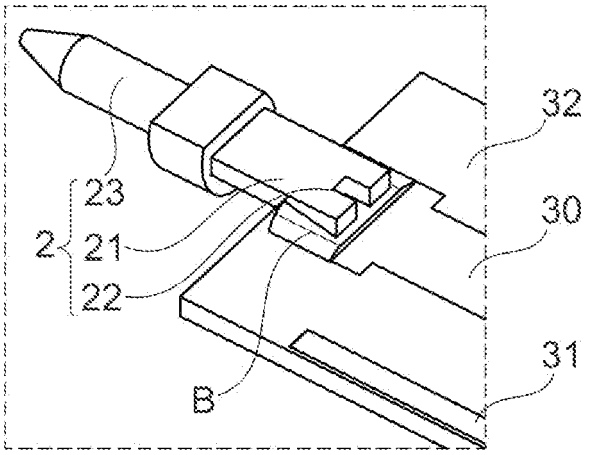


Fig. 5A

[Fig. 6]

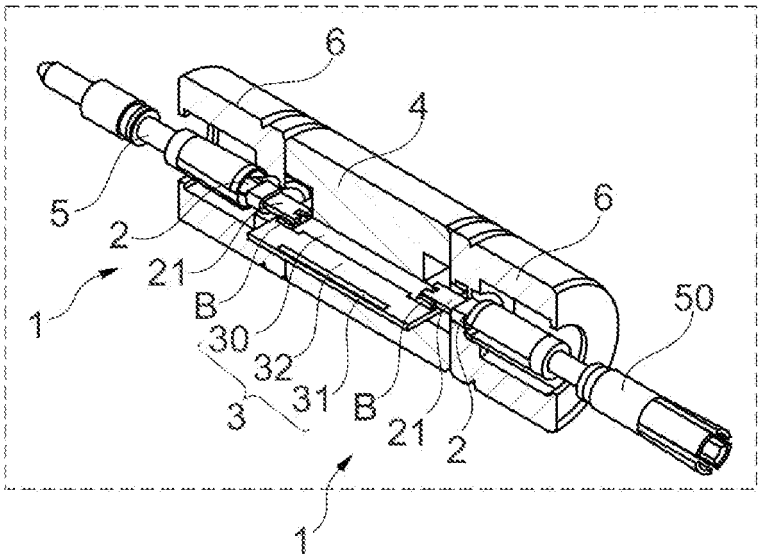


Fig. 6

[Fig. 7]

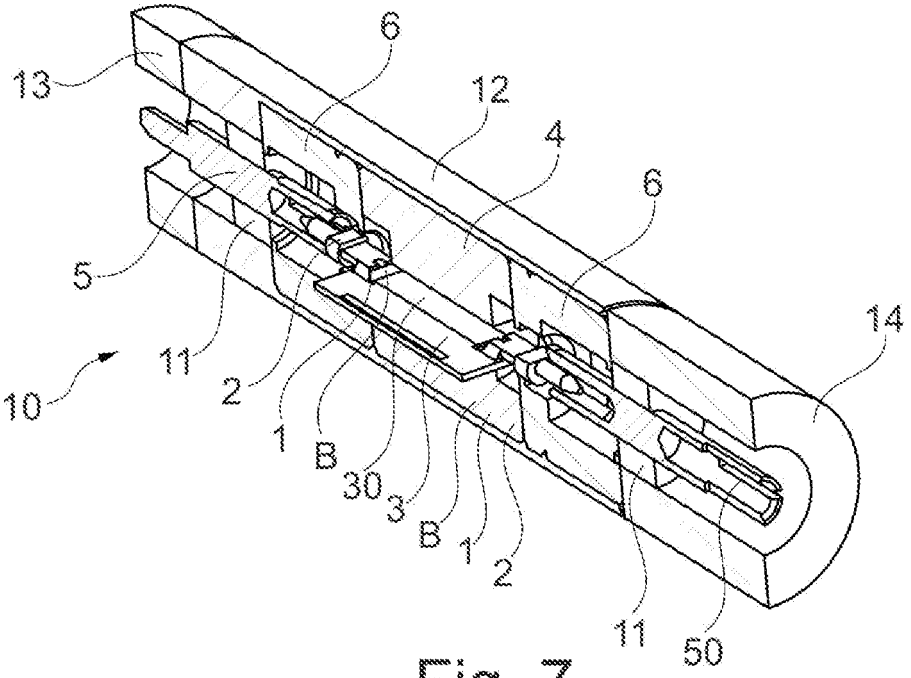


Fig. 7

[Fig. 8A]

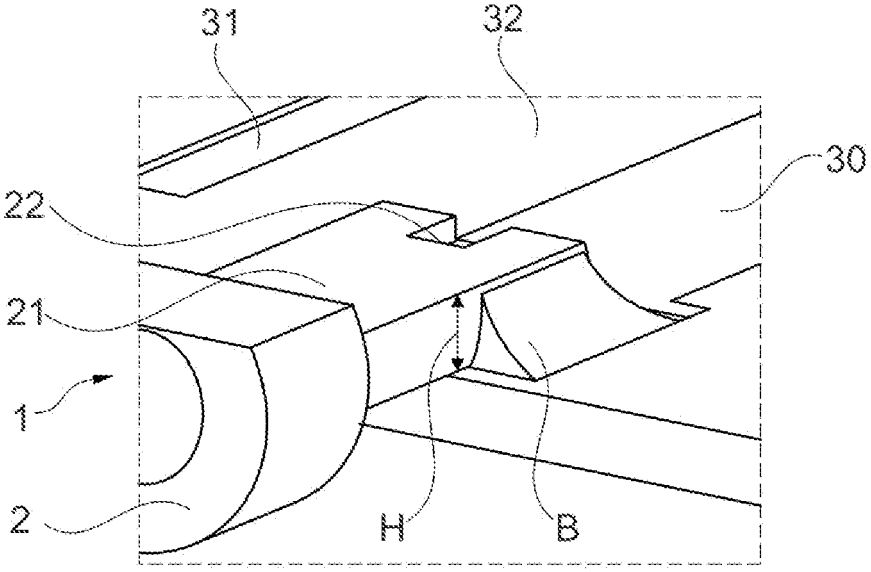


Fig. 8A

[Fig. 8B]

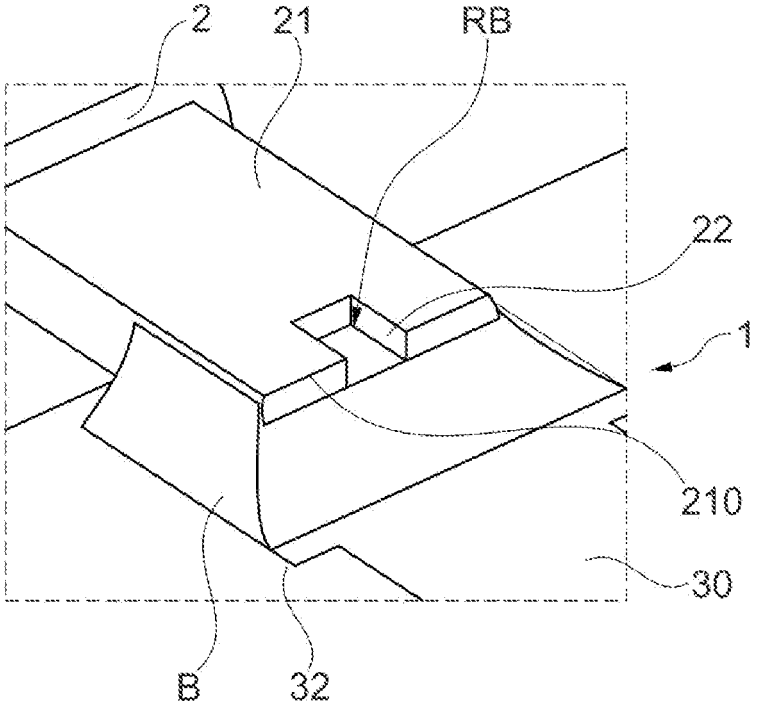


Fig. 8B

[Fig. 9]

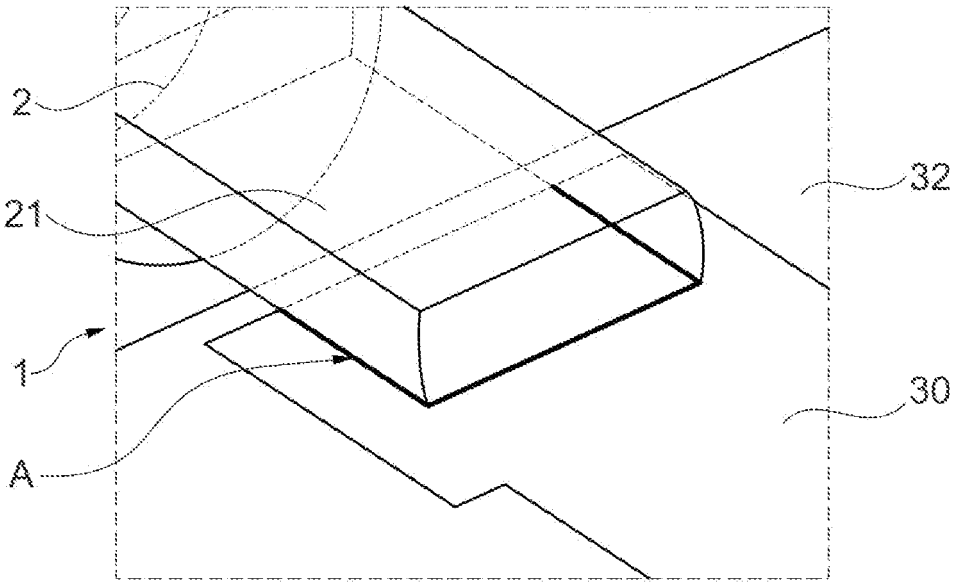


Fig. 9

[Fig. 10]

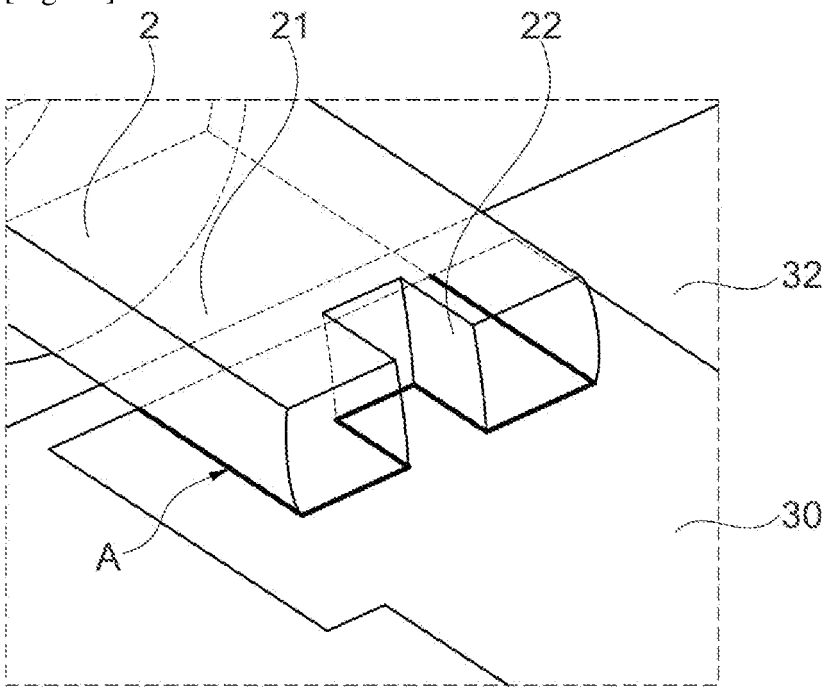


Fig. 10

[Fig. 11]

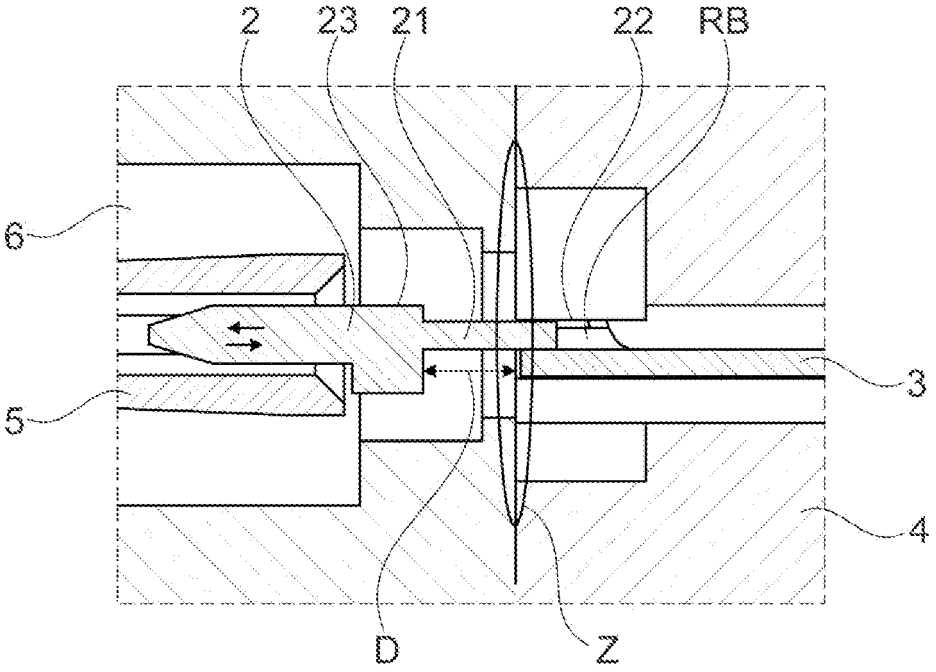


Fig. 11

[Fig. 12]

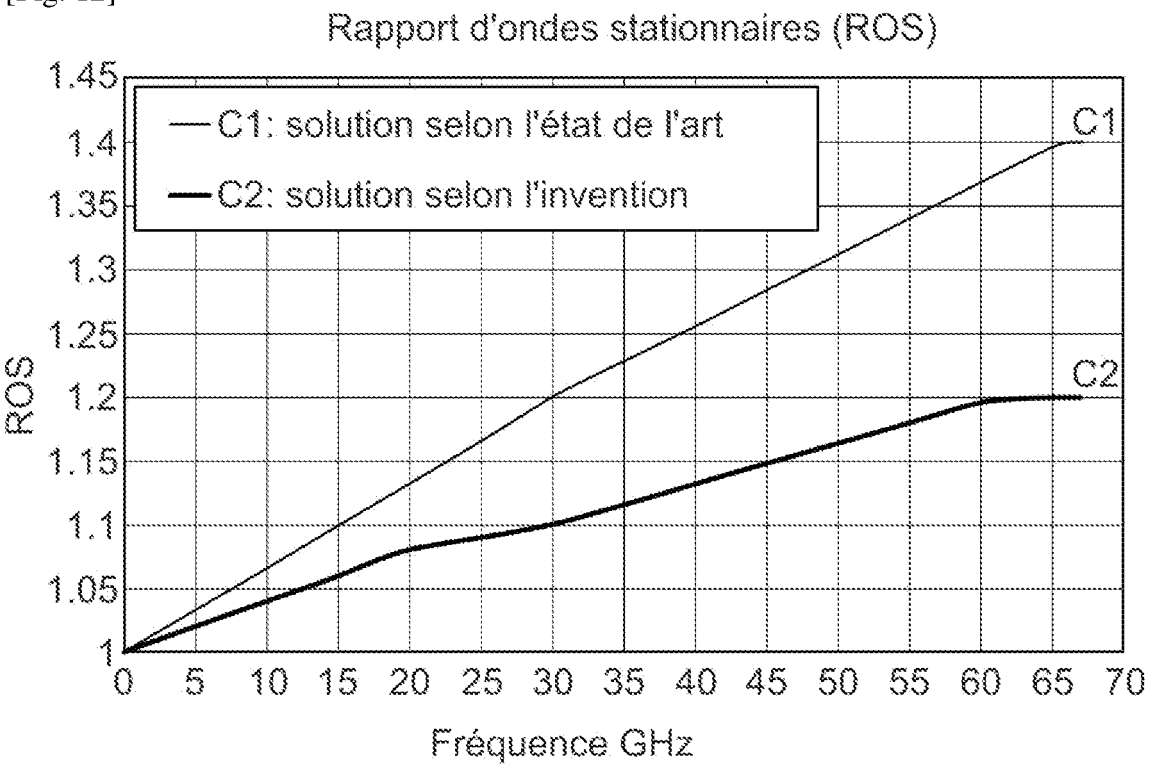


Fig. 12

[Fig. 13]

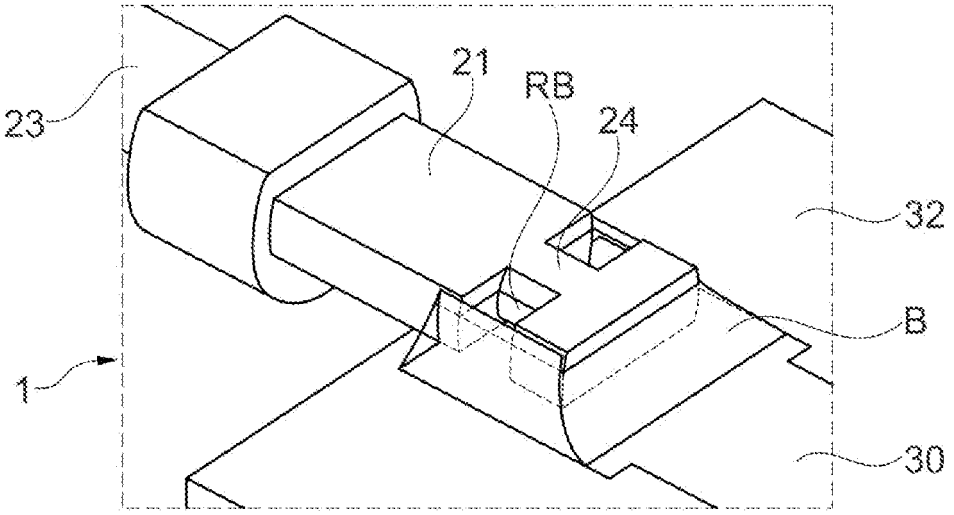


Fig. 13

[Fig. 14]

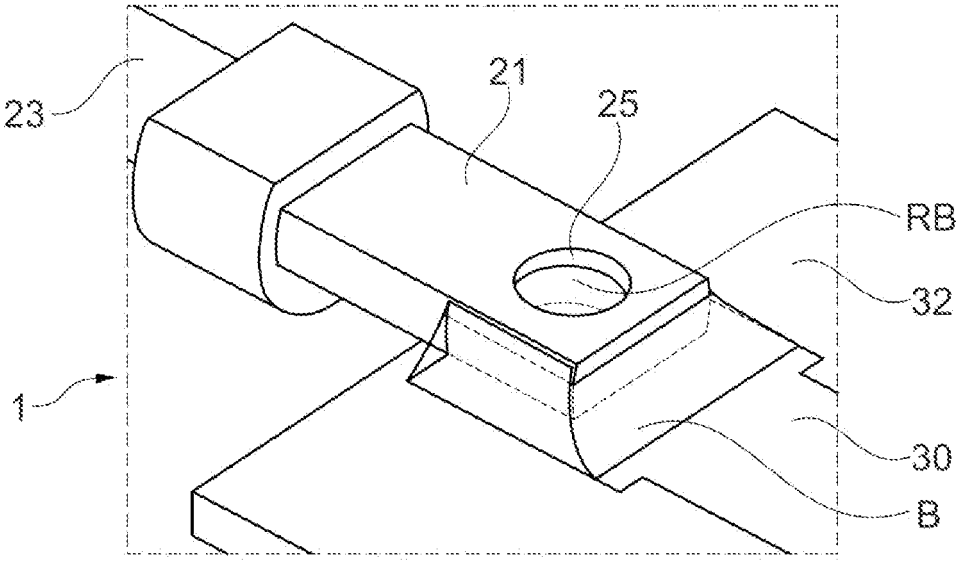


Fig. 14

[Fig. 15]

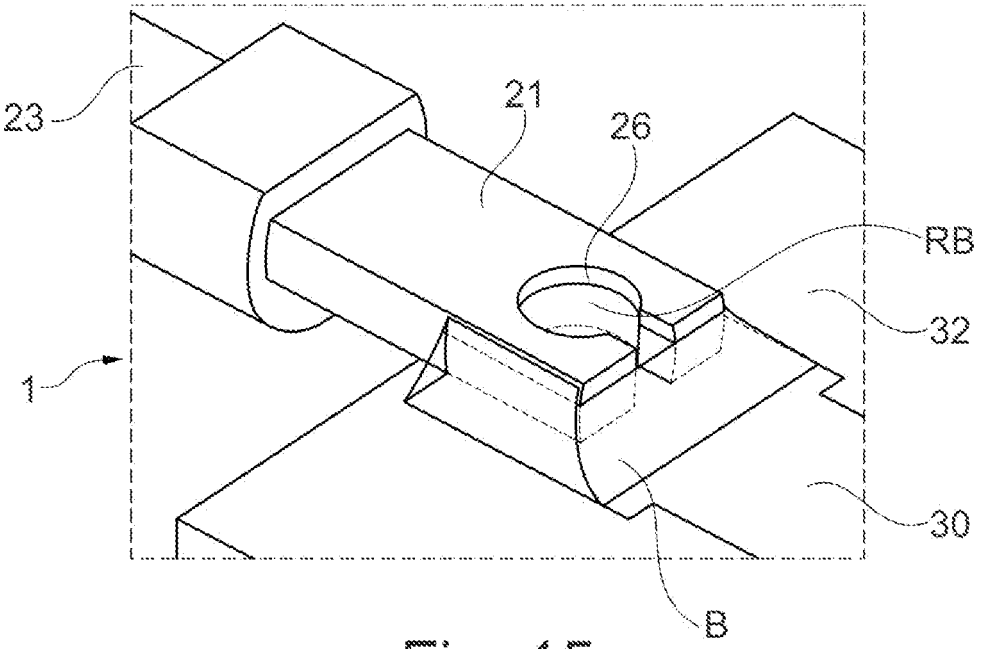


Fig. 15

[Fig. 16]

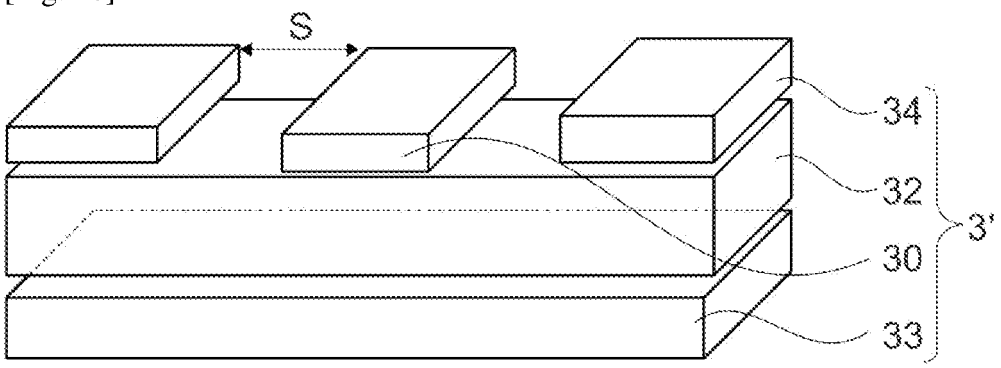


Fig. 16

[Fig. 17]

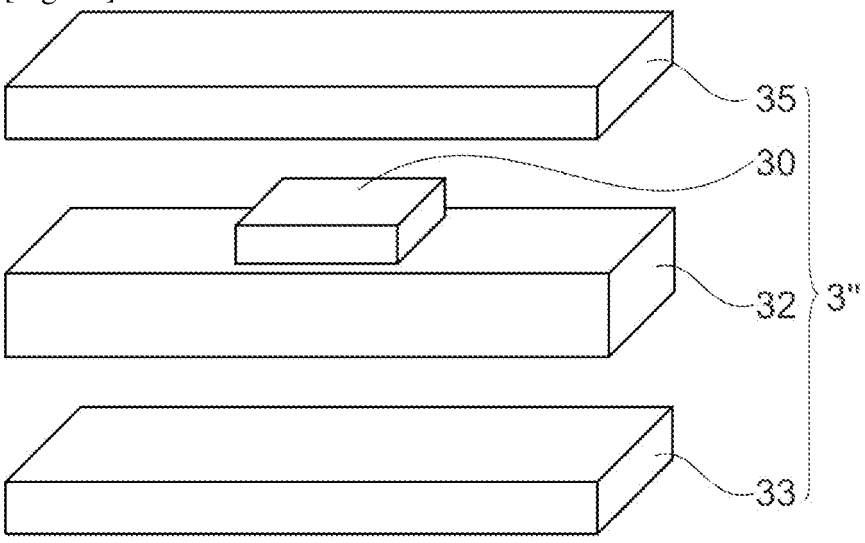


Fig. 17

[Fig. 18]

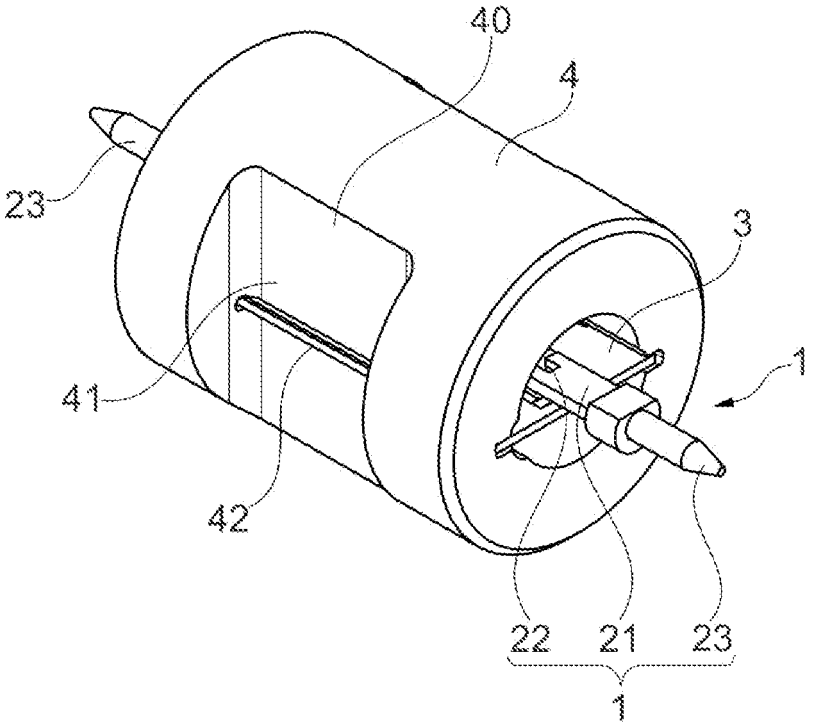


Fig. 18

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 917913
FR 2302445

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2006/097817 A1 (BLAVETTE YANN [FR]) 11 mai 2006 (2006-05-11) * figure 2 * * figure 3 * * alinéa [0015] * * alinéa [0017] * -----	1-15	H01R 12/77 H01R 24/40
X	EP 1 804 332 A1 (HIROSE ELECTRIC CO LTD [JP]) 4 juillet 2007 (2007-07-04) * figure 2 * * figure 5 * * alinéa [0001] * * alinéa [0007] * * alinéa [0026] * * alinéa [0032] * -----	1-11, 13-15	
A	LEVY R: "New coaxial-to-stripline transformers using rectangular lines", 19610501, vol. MTT-9, no. 3, 1 mai 1961 (1961-05-01), pages 273-274, XP001366199, * figure 2a * * figure 2b * * troisième alinéa; page 273 * -----	2-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01P H01R
A	FR 2 918 505 A1 (RADIALLA GROUPEMENT D INTERET [FR]) 9 janvier 2009 (2009-01-09) * figure 4 * * figure 5 * * page 9, ligne 31 - page 10, ligne 21 * -----	1-15	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
25 septembre 2023	Kalialakis, Christos

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2302445 FA 917913

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 25-09-2023
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006097817 A1	11-05-2006	AT 390724 T	15-04-2008
		AU 2003254692 A1	29-03-2004
		EP 1535364 A1	01-06-2005
		HK 1075134 A1	02-12-2005
		US 2006097817 A1	11-05-2006
		WO 2004023596 A1	18-03-2004
EP 1804332 A1	04-07-2007	EP 1804332 A1	04-07-2007
		JP 4456067 B2	28-04-2010
		JP 2007179939 A	12-07-2007
		US 2007159267 A1	12-07-2007
FR 2918505 A1	09-01-2009	EP 2015391 A1	14-01-2009
		FR 2918505 A1	09-01-2009
		US 2009009272 A1	08-01-2009

EPO FORM P0465