

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt: **89401031.3**

⑤ Int. Cl.⁴: **H 01 J 23/42**
H 01 J 23/50

⑱ Date de dépôt: **14.04.89**

⑳ Priorité: **19.04.88 FR 8805139**

⑦ Demandeur: **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux (FR)

④③ Date de publication de la demande:
08.11.89 Bulletin 89/45

⑦② Inventeur: **Tikes, Jacques**
THOMSON-CSF SCPI Cedex 67
F-92045 Paris la Defense (FR)

④④ Etats contractants désignés: **DE FR GB IT**

Henry, Dominique
THOMSON-CSF SCPI Cedex 67
F-92045 Paris la Defense (FR)

Le Fur, Joel
THOMSON-CSF SCPI Cedex 67
F-92045 Paris la Defense (FR)

⑦④ Mandataire: **Guérin, Michel et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67 (FR)

⑤④ **Tube à onde progressive comportant un dispositif de couplage entre sa ligne à retard et des circuits hyperfréquences externes.**

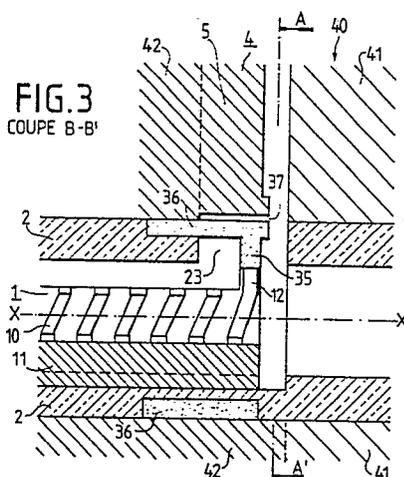
⑤⑦ Il comprend un fourreau (2) cylindrique contenant une ligne à retard (1) et un dispositif de couplage entre la ligne à retard (1) et un circuit externe (40) d'extraction ou d'injection de l'énergie hyperfréquence.

Ce circuit externe comprend une ligne de transmission (4) possédant une âme conductrice (5) interne.

Une pièce conductrice (36) est placée à une extrémité de la ligne à retard (1). Elle possède un doigt de couplage (35) faisant saillie vers l'intérieur du fourreau (2) et brasé à l'extrémité (12) de la ligne de retard (1). La pièce conductrice (36) est brasée au fourreau (2).

Le couplage entre la ligne à retard (1) et le circuit externe se fait entre la pièce (36) et l'âme conductrice (5) interne de la ligne de transmission (4). Ce couplage est sans contact, un intervalle étroit (37) étant aménagé entre la surface extérieure de la pièce (36) située du côté du doigt de couplage (35) et l'âme conductrice (5) interne.

Applications aux tubes à onde progressive de puissance à large bande.



Description

TUBE A ONDE PROGRESSIVE COMPORTANT UN DISPOSITIF DE COUPLAGE ENTRE SA LIGNE A RETARD ET DES CIRCUITS HYPERFREQUENCES EXTERNES

La présente invention concerne un tube à onde progressive comprenant une ligne à retard contenue dans un fourreau. Elle concerne plus particulièrement un dispositif de couplage entre la ligne à retard du tube et des circuits externes soit d'injection, soit d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube.

L'invention est particulièrement adaptée aux tubes à onde progressive de puissance, à large bande dont la ligne à retard est en hélice. Elle s'applique aussi aux tubes dont la ligne à retard est dérivée de l'hélice telle que les lignes à retard connues sous les dénominations "ring and bar" ou "ring and loop" en langue anglaise.

Un tube à onde progressive ou TOP se compose, en général :

- d'un canon à électrons qui produit un faisceau d'électrons long et fin,
- d'une ligne à retard contenue dans un fourreau, où s'effectue l'interaction entre le faisceau d'électrons et une onde hyperfréquence. Cette ligne à retard est munie d'un dispositif d'injection et d'un dispositif d'extraction de l'énergie hyperfréquence,
- d'un focalisateur à aimants permanents, placés autour de la ligne à retard sur toute sa longueur. Ce focalisateur crée une induction magnétique dans la zone d'interaction entre le faisceau électronique et l'onde hyperfréquence,
- d'un collecteur pouvant recueillir le faisceau électronique.

L'injection de l'énergie hyperfréquence, à l'entrée de la ligne à retard se fait généralement par l'intermédiaire d'un connecteur coaxial, le niveau d'énergie injecté étant faible.

L'extraction de l'énergie amplifiée, en sortie de la ligne à retard peut se faire, soit par l'intermédiaire d'un guide d'onde mouluré, soit par l'intermédiaire d'un élément coaxial. Cela dépend du niveau d'énergie présent en sortie de la ligne à retard.

Dans tous les cas, les circuits externes d'injection et d'extraction de l'énergie hyperfréquence sont conçus spécialement pour assurer l'étanchéité au vide de l'intérieur du tube à onde progressive.

Un dispositif de couplage, entre la ligne à retard d'un tube à onde progressive et les circuits hyperfréquences externes est connu, par exemple, par le brevet français N° 2 485 801-B déposé le 27 juin 1980. Dans ce brevet, la ligne à retard est une hélice. Au moins l'une de ses extrémités est reliée à un circuit externe. Ce circuit externe comprend une ligne de transmission possédant une âme conductrice interne. La liaison se fait par l'intermédiaire d'un doigt de couplage. Le doigt de couplage est solidaire d'un côté de l'âme conductrice interne de la ligne de transmission. De l'autre côté, le doigt de couplage est brasé sur l'extrémité de l'hélice. Dans ce brevet, la ligne de transmission est soit un guide d'onde mouluré, l'âme interne conductrice étant la moulure, soit une ligne coaxiale, l'âme interne conductrice étant le conducteur central de cette ligne.

Lors du montage des TOP, on s'aperçoit que le point où l'on doit braser le doigt de couplage, à l'extrémité de l'hélice n'est pas facile d'accès. De plus les dimensions de l'hélice et du doigt de couplage sont très faibles. Les mesures à effectuer pour vérifier la conformité du TOP ne peuvent avoir lieu qu'après la réalisation de la jonction hélice doigt de couplage. La liaison entre ces deux pièces étant une brasure, elle est indémontable. Cela signifie qu'en cas de défaut de l'une des pièces composant soit la ligne à retard, soit le focalisateur, soit les circuits externes hyperfréquences, tout l'ensemble sera rejeté.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients. Elle propose de rendre mécaniquement indépendant, la ligne à retard et les circuits externes d'injection ou d'extraction de l'énergie hyperfréquence d'un tube à onde progressive.

Pour cela, le doigt de couplage antérieurement solidaire de l'âme interne conductrice de la ligne de transmission sera maintenant solidaire d'une pièce conductrice. La pièce conductrice est fixée au fourreau entourant la ligne à retard. Le doigt de couplage est solidaire de la pièce conductrice et est fixé à l'extrémité de la ligne à retard. C'est par la surface extérieure de la pièce que se fait le couplage électromagnétique entre la ligne à retard et l'âme conductrice de la ligne de transmission.

Au cours du montage des TOP utilisant le dispositif selon l'invention il est possible de repérer les éventuels défauts des éléments composants soit la ligne à retard soit le focalisateur soit les circuits externes, avant l'assemblage définitif. Il est possible de faire des mesures entre la ligne à retard et les circuits externes sans que ces pièces ne soient assemblées définitivement. Seuls les éléments défectueux seront mis au rebut. Le coût de fabrication des TOP utilisant dans ce dispositif de couplage sera diminué.

La présente invention a donc pour objet un tube à onde progressive comprenant un fourreau cylindrique contenant une ligne à retard et un dispositif de couplage entre la ligne à retard et un circuit hyperfréquence externe, le circuit hyperfréquence comprenant une ligne de transmission possédant une âme interne conductrice, caractérisé en ce que le dispositif de couplage comprend :

une pièce conductrice placée à une extrémité de la ligne à retard et possédant un doigt de couplage faisant saillie vers l'intérieur du fourreau et fixé à l'extrémité de la ligne à retard,

la pièce étant brasée à une extrémité du fourreau et l'âme conductrice interne de la ligne de transmission ayant une extrémité située en regard de la surface extérieure de la pièce, le couplage électromagnétique hyperfréquence se faisant entre la surface extérieure de la pièce et l'âme conductrice interne.

L'extrémité de l'âme conductrice interne de la ligne de transmission est placée à proximité du doigt de couplage.

De préférence, un intervalle étroit est aménagé entre l'extrémité de l'âme conductrice interne de la ligne de transmission et la surface extérieure de la pièce conductrice. Cet intervalle permet d'éliminer les problèmes de mauvais contact.

Cet intervalle étroit est de préférence d'environ 0,1 millimètre.

La pièce conductrice aura de préférence la forme d'une bague encastrée autour du fourreau.

Le circuit hyperfréquence externe comprend, de préférence, un guide d'onde mouluré, l'âme conductrice interne étant la moulure ou une ligne coaxiale, l'âme conductrice interne étant le conducteur central de la ligne coaxiale.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après et des figures s'y rapportant qui représentent :

- la figure 1, une vue partielle en coupe d'un TOP utilisant un dispositif de couplage entre une ligne à retard en hélice et un guide d'onde mouluré selon l'art antérieur,

- la figure 2, une coupe transversale du même TOP,

- la figure 3, une vue partielle en coupe d'un TOP utilisant un dispositif de couplage entre une ligne à retard en hélice et un guide d'onde mouluré selon l'invention,

- la figure 4, une coupe transversale du même TOP,

- la figure 5a, une vue partielle en coupe d'un TOP selon l'invention, la ligne à retard et la moulure étant situées d'un même côté de l'axe du guide d'onde mouluré,

- la figure 5b, une vue partielle en coupe d'un TOP selon l'invention, la ligne à retard et la moulure étant situées de part et d'autre de l'axe du guide d'onde mouluré,

- les figures 6a à 6c, des vues partielles en coupe d'un TOP selon l'invention, la position de la pièce conductrice variant verticalement par rapport à celle de la moulure,

- la figure 7, une vue partielle en coupe d'un TOP utilisant un dispositif de couplage entre une ligne à retard en hélice et une ligne coaxiale, selon l'invention,

- la figure 8, une coupe transversale du même TOP.

Sur les différentes figures, les éléments correspondants sont désignés par les mêmes repères. Les cotes des différents éléments ne sont pas respectées pour des raisons de clarté.

La figure 1 est une vue partielle en coupe longitudinale d'un tube à onde progressive selon l'art antérieur.

La figure 2 est une coupe transversale dans le plan AA' du tube à onde progressive représenté à la figure 1. La figure 1 est aussi une coupe longitudinale dans le plan BB' de la figure 2.

Le tube à onde progressive représenté comprend une ligne à retard 1 et un circuit externe 40 d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube.

La ligne à retard 1 est constituée d'une hélice 10 d'axe XX'. Des tiges 11 assurent le centrage de l'hélice 10 dans un fourreau 2 cylindrique métallique.

Le fourreau 2 assure l'étanchéité au vide de l'intérieur du tube à onde progressive. Il est généralement porté à une masse. Les tiges 11 peuvent être en quartz, alumine, glucine, nitrure de bore... Elles peuvent être brasées ou serrées contre l'hélice 10.

Le tube à onde progressive comprend aussi un focalisateur 20. La ligne à retard 1 est disposée à l'intérieur du focalisateur 20. Il est constitué par la succession, selon l'axe XX' d'aimants permanents 22 alternés et de masses polaires 21. Ces aimants permanents 22 et ces masses polaires 21 sont annulaires, entourent le fourreau 2 cylindrique et s'étendent au-delà de sa longueur.

Un circuit externe 40 d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube à onde progressive est couplé à la ligne à retard 1. Dans notre exemple, ce circuit externe est constitué par un guide d'onde 4 rectangulaire et mouluré. Son axe est perpendiculaire à l'axe XX'. Ce guide d'onde 4 traverse le focalisateur 20 jusqu'à être en contact avec le fourreau 2. La largeur du guide d'onde est contenue, dans l'épaisseur selon l'axe XX', d'un des aimants 22. Le guide d'onde 4 possède une moulure 5 sur toute sa longueur. Elle fait saillie perpendiculairement à l'un des grands côtés du guide d'onde 4 en son milieu. La moulure 5 est prolongée du côté de la ligne à retard 1 par un doigt de couplage 55. Le fourreau 2 comporte, du côté où arrive le guide d'onde 4, une ouverture 23 permettant le passage du doigt de couplage 55. Le doigt de couplage 55 s'étend jusqu'à la ligne à retard 1 et il est brasé à l'extrémité 12 de l'hélice 10.

À l'extrémité du guide d'onde 4 mouluré, opposée à la jonction avec la ligne à retard 1, on peut utiliser de nombreux dispositifs de connexion à une ligne coaxiale ou à un autre guide d'onde par exemple. L'étanchéité au vide de l'intérieur du guide d'onde mouluré devra être assurée par un dispositif approprié. Le guide d'onde 4 peut être constitué par l'assemblage d'une partie 42 en forme de U, comportant la moulure 5, et d'une partie 41 formant un couvercle. Les pièces polaires peuvent être soudées ou brasées au guide d'onde 4 mouluré.

Le montage de tous ces éléments s'effectue en plusieurs étapes :

- positionnement et fixation de la partie du focalisateur 20 adjacente au couvercle 41 du guide d'onde 4.

- positionnement et fixation de la partie du focalisateur 20 adjacente à la partie 42 du guide d'onde 4 comportant la moulure 5.

- brasage de l'hélice 10 sur les tiges 11 puis dans le fourreau 2.

- brasage de l'ensemble hélice 10 fourreau 2 dans la partie du focalisateur 20 reliée au couvercle 41 du guide d'onde 4.

- assemblage des deux parties 41, 42 du guide d'onde 4 et jonction par brasage de l'extrémité 12 de l'hélice 10 et du doigt de couplage 55. Cette dernière brasure est très délicate à réaliser car elle n'est pas facile d'accès.

C'est seulement après toutes ces étapes que peuvent débiter les mesures de vérification du tube à onde progressive. Si une des pièces est défectueuse, tout l'ensemble sera mis au rebut.

On va maintenant décrire les modifications apportées par l'invention.

La figure 3 représente une vue partielle en coupe longitudinale selon l'invention d'un tube à onde progressive.

La figure 4 est une coupe transversale dans le plan AA' du tube à onde progressive représenté à la figure 3. La figure 3 est aussi une coupe longitudinale dans le plan BB' de la figure 4.

Le tube à onde progressive représenté comprend une ligne à retard 1 d'axe XX' et un circuit externe 40 d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube.

Ces deux figures représentent une zone au voisinage de l'extrémité de la ligne à retard 1, le reste de la construction pouvant être identique à ce qui a été décrit aux figures 1 et 2. En particulier, le focalisateur n'est pas représenté.

Dans cette réalisation, la ligne à retard 1 est une ligne à hélice 10. L'hélice 10 est maintenue par des tiges 11 dans un fourreau 2 métallique. Un circuit externe 40 d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube à onde progressive est couplé à la ligne à retard 1. Ce circuit est un guide d'onde 4 mouluré. Son axe est perpendiculaire à l'axe XX'. Ce guide d'onde 4 traverse le focalisateur jusqu'à être en contact avec le fourreau 2. Le guide d'onde 4 possède sur toute sa longueur une moulure 5. Mais dans cette réalisation, la moulure 5 ne comporte pas, du côté du couplage avec la ligne à retard 1, de doigt de couplage comme dans l'art antérieur.

Le guide d'onde 4 peut être constitué d'un couvercle 41 et d'une partie 42 en forme de U comportant la moulure 5.

Une pièce 36 conductrice est placée à une extrémité de la ligne à retard 1 du côté du couplage avec le circuit externe 40 d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube à onde progressive. Elle est brasée au fourreau 2. Sur la figure, la pièce 36 a la forme d'une bague encastrée dans la paroi extérieure du fourreau 2.

Un doigt de couplage 35 est solidaire de la pièce conductrice 36. Ce doigt de couplage 35 fait saillie vers l'intérieur du fourreau 2 et est brasé à l'extrémité 12 de l'hélice.

Le fourreau 2 possède toujours une ouverture 23 dans la zone du couplage avec le circuit externe 40 d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube à onde progressive. Cette ouverture 23 se trouve à proximité du doigt de couplage 35.

Un intervalle étroit 37 est aménagé entre l'extrémité de la moulure 5 placée du côté de la ligne à retard 1 et la surface extérieure de la bague 36 située au niveau du doigt de couplage 35. Il n'y a plus de contact mécanique entre l'hélice 10 et la moulure 5 et le couplage électromagnétique est assuré par effet capacitif entre la surface extérieure de la bague conductrice 36 et la moulure 5.

On aurait pu utiliser une pièce conductrice ayant une forme autre qu'une bague. Le doigt de couplage 35 aurait pu être solidaire d'une tige encastrée dans le fourreau. Une pièce conductrice en forme de bague est simple à réaliser et à assembler.

Des mesures ont montré que la qualité électrique de la jonction ne dépend pas de la valeur de l'intervalle 37 pourvu qu'il soit suffisamment petit.

Des couplages ont pu être réalisés dans des bandes de fréquences allant de la bande décimétrique à la bande millimétrique en gardant le même intervalle étroit 37. La valeur de cet intervalle est d'environ 0,1 millimètre. Un intervalle de 0,1 millimètre est facilement réalisable avec une tolérance satisfaisante.

Le montage des TOP comportant un dispositif de couplage selon l'invention est simplifié : les étapes de montage sont les suivantes :

- positionnement et fixation de la partie du focalisateur adjacente au couvercle 41 du guide d'onde 4,
- positionnement et fixation de la partie du focalisateur adjacente à la partie 42 moulurée du guide d'onde 4,
- brasage de l'hélice 10 sur les tiges 11 puis dans l'ensemble fourreau 2-bague 36. La bague 36 est brasée au préalable au fourreau 2. L'extrémité de l'hélice 10 est brasée au doigt de couplage 35 à cette étape. Cette brasure est facile à réaliser, le point de brasure est parfaitement accessible,
- assemblage des deux parties focalisateur-guide d'onde,
- assemblage et brasage de l'ensemble fourreau 2-bague 36-hélice 10 avec l'ensemble focalisateur-guide d'onde 4. Cette dernière étape ne pose pas de problème particulier.

Les mesures en vue de vérifier le bon fonctionnement des différents éléments peuvent avoir lieu avant ce dernier passage au four. Les pièces défectueuses peuvent être rejetées avant l'assemblage définitif. De plus, l'hélice subira un passage au four de moins que dans l'art antérieur. C'est un avantage car les brasages sont des opérations délicates à réaliser.

Les figures 5a et 5b représentent en coupe longitudinale deux variantes de la bague 36. La bague 36 représentée sur la figure 5a est plus particulièrement adaptée au cas où l'hélice 10 et la moulure 5 sont situées du même côté de l'axe du guide d'onde 4. La bague 36 représentée sur la figure 5b est plus particulièrement adaptée au cas où l'hélice 10 et la moulure 5 sont situées de part et d'autre de l'axe du guide d'onde 4.

Les figures 6a, 6b, 6c montrent qu'il est possible de faire varier, en hauteur, la position de la bague 36 par rapport à celle de la moulure 5. Cette variation permet de régler l'impédance caractéristique. Sur la figure 6a, le doigt 35 et la moulure 5 ont la même hauteur. Sur la figure 6b, le doigt 35 est plus bas que la moulure 5, sur la figure 6c le doigt 35 est plus haut que la moulure 5.

La figure 7 représente une vue partielle en coupe longitudinale d'un autre mode de réalisation d'un tube à onde progressive selon l'invention.

La figure 8 est une coupe transversale dans le plan AA' du tube à onde progressive représenté à la figure 7. La figure 7 est une coupe longitudinale dans le plan BB' de la figure 8.

Le tube à onde progressive représenté comprend une ligne à retard 1 d'axe XX' et un circuit externe 60 d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube à onde progressive. Les deux figures représentent uniquement une zone au voisinage de l'extrémité de la ligne à retard 10, le reste de la construction

pouvant être identique à ce qui a été décrit aux figures 1 et 2. En particulier, le focalisateur n'est pas représenté.

Sur ces figures, on retrouve la même ligne à retard 1, d'axe XX' que celle qui a été décrite aux figures 3 et 4. La pièce conductrice 36 portant le doigt de couplage 35 est placée à son extrémité. Il s'agit aussi d'une bague. Mais le circuit externe 60 d'extraction de l'énergie du tube est une ligne coaxiale 50. Elle est constituée d'un conducteur central 52 et d'un conducteur extérieur 54 en forme de cylindre creux, séparés par un diélectrique 51. L'axe de la ligne coaxiale est perpendiculaire à l'axe XX' de la ligne à retard 1. La ligne coaxiale 50 traverse le focalisateur jusqu'à être en contact avec le fourreau 2. Le fourreau 2 possède une ouverture 23 dans la zone de couplage avec la ligne coaxiale 50. Un intervalle étroit 37 est aménagé entre l'extrémité 53 du conducteur central 52 placée du côté de la ligne à retard 1 et la surface extérieure de la bague 36, au niveau du doigt de couplage 35.

L'invention s'applique aussi bien au couplage du circuit externe d'extraction de l'énergie hyperfréquence, comme on vient de le décrire, qu'au circuit externe d'injection de l'énergie hyperfréquence dans la ligne à retard. Dans ce dernier cas, la pièce portant le doigt de couplage se trouvera de l'autre côté de la ligne à retard, du côté du canon à électrons. Le circuit externe d'injection de l'énergie est généralement une ligne coaxiale. Le couplage sera identique à ce qui a été décrit aux figures 7 et 8.

L'invention s'applique aussi aux tubes à ondes progressives dont la ligne à retard est une structure dérivée de l'hélice, par exemple composée d'anneaux reliés entre eux par des barres. Ces structures sont connues sous les dénominations "ring and bar" ou "ring and loop" en langue anglaise. Le tube à onde progressive comportant le dispositif de couplage selon l'invention peut être utilisé en tant qu'amplificateur à champs croisés.

Des mesures ont été effectuées, en bande millimétrique, avec un tube à onde progressive utilisant un dispositif de couplage selon l'invention. Elles ont donné les résultats suivants :

- bande passante 15%
- rapport d'ondes stationnaires < 1,4.

La bande passante de la jonction peut être élargie jusqu'à environ 67% (soit un octave) avec un rapport d'ondes stationnaires inférieur à 1,7.

Revendications

1. Tube à onde progressive comprenant un fourreau (2) cylindrique contenant une ligne à retard et un dispositif de couplage entre la ligne à retard (1) et un circuit hyperfréquence externe (40), le circuit hyperfréquence (40) comprenant une ligne de transmission (4) possédant une âme conductrice (5) interne, caractérisé en ce que le dispositif de couplage comprend : une pièce conductrice (36) placée à une extrémité de la ligne à retard (1) et possédant un doigt de couplage (35) faisant saillie vers l'intérieur du fourreau (2) et fixé à l'extrémité

(12) de la ligne à retard (1), la pièce (36) étant brasée à une extrémité du fourreau (2) et l'âme conductrice interne (5) de la ligne de transmission (4) ayant une extrémité située en regard de la surface extérieure de la pièce,

le couplage électromagnétique hyperfréquence se faisant entre la surface extérieure de la pièce (36) et l'âme conductrice (5) interne.

2. Tube à onde progressive selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'extrémité de l'âme conductrice (5) interne est placée à proximité du doigt de couplage (35).

3. Tube à onde progressive selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'un intervalle étroit (37) est aménagé entre l'extrémité de l'âme conductrice (5) interne de la ligne de transmission (4) et la surface extérieure de la pièce (36) conductrice.

4. Tube à onde progressive selon la revendication 3, caractérisé en ce que la largeur de l'intervalle étroit entre l'extrémité de l'âme conductrice (5) interne de la ligne de transmission (4) et la surface extérieure de la pièce (36) conductrice est d'environ 0,1 millimètre.

5. Tube à onde progressive selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la pièce conductrice (36) à la forme d'une bague encastrée dans la paroi extérieure du fourreau (2).

6. Tube à onde progressive selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le circuit hyperfréquence externe (40) est un circuit d'injection ou un circuit d'extraction d'énergie hyperfréquence.

7. Tube à onde progressive selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la ligne de transmission est un guide d'onde mouluré (4), l'âme interne conductrice étant la moulure (5) du guide d'onde.

8. Tube à onde progressive selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la ligne de transmission est une ligne coaxiale (50), l'âme interne conductrice étant le conducteur central (52) de la ligne coaxiale.

9. Tube à onde progressive selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la ligne à retard (1) est une ligne à hélice (10) ou une ligne d'un type dérivé de l'hélice.

10. Tube à onde progressive selon la revendication 9, caractérisé en ce que le doigt de couplage (35) est brasé à l'extrémité (12) de l'hélice (10) ou à l'extrémité de la structure dérivée de l'hélice.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

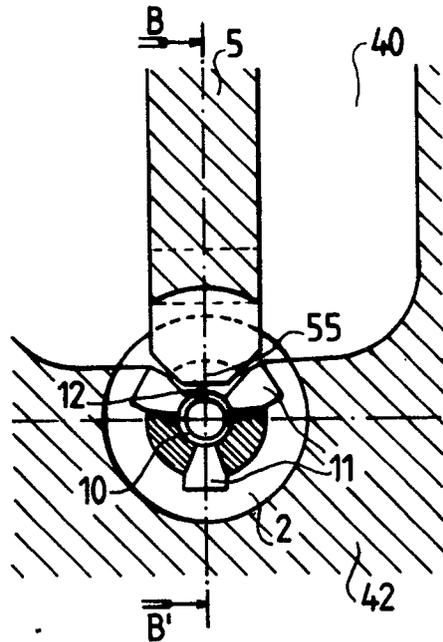
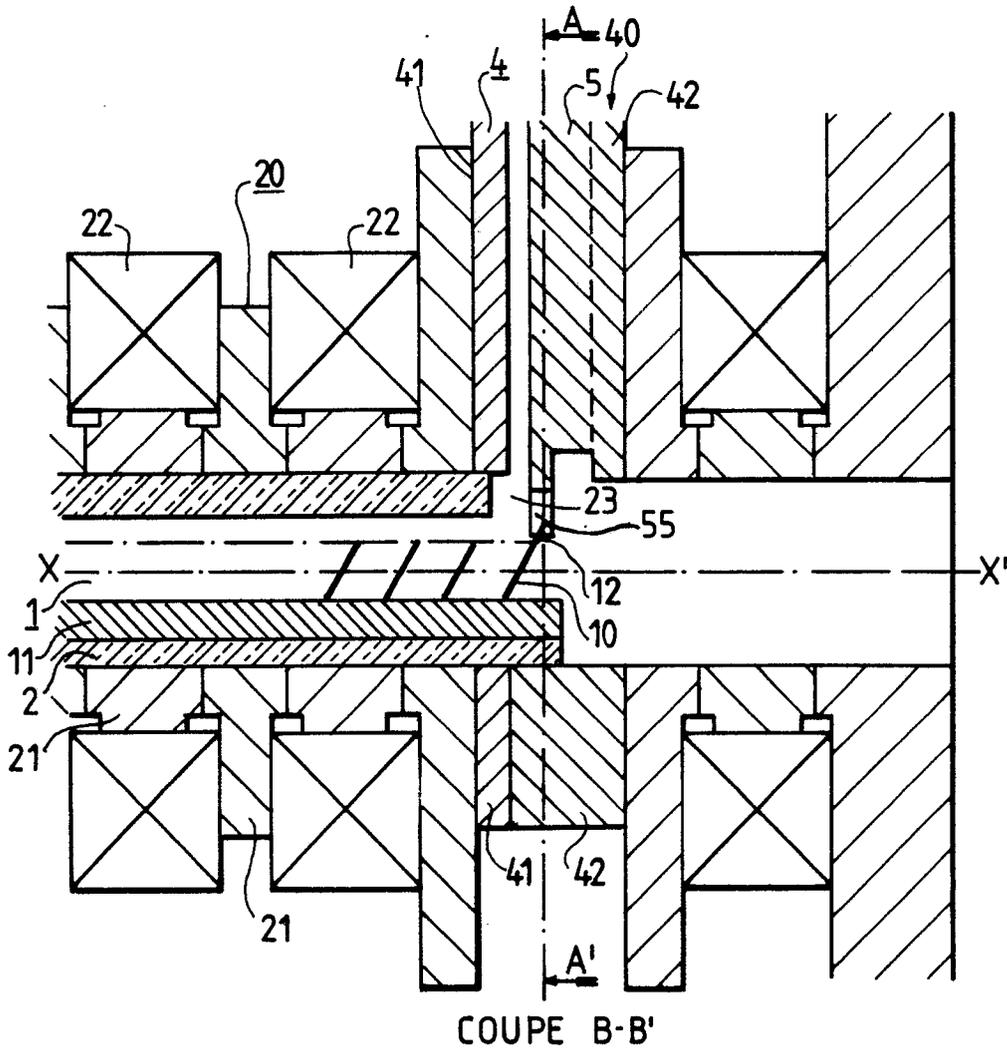


FIG.2
COUPE A-A'

FIG. 3
COUPE B-B'

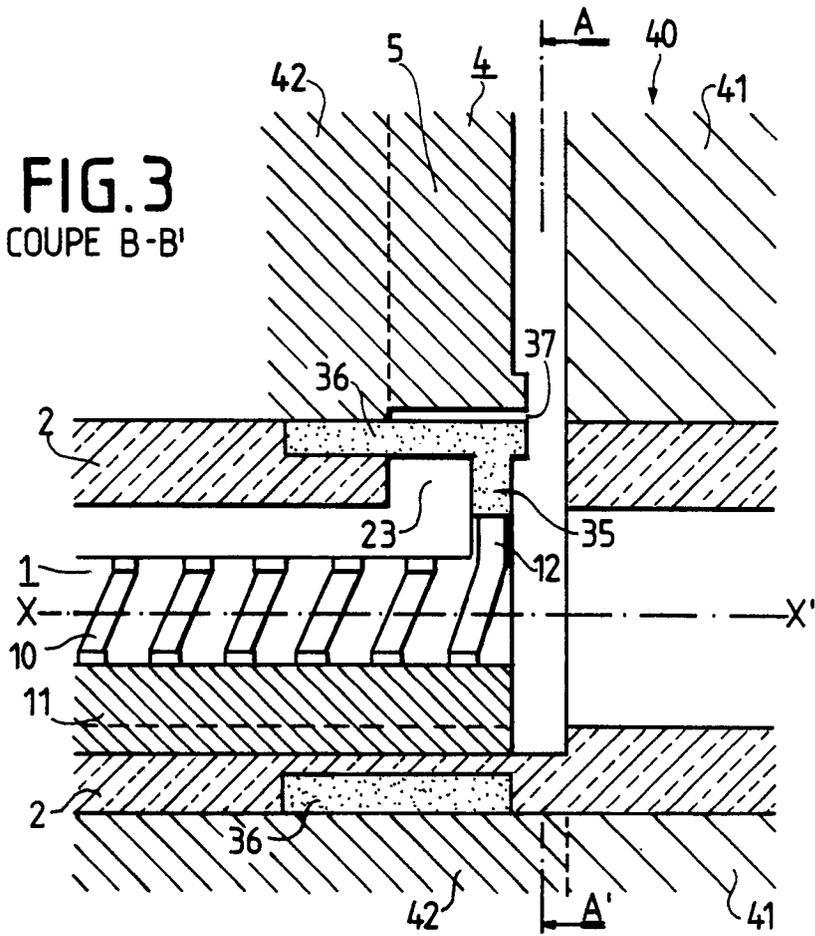


FIG. 4
COUPE A-A'

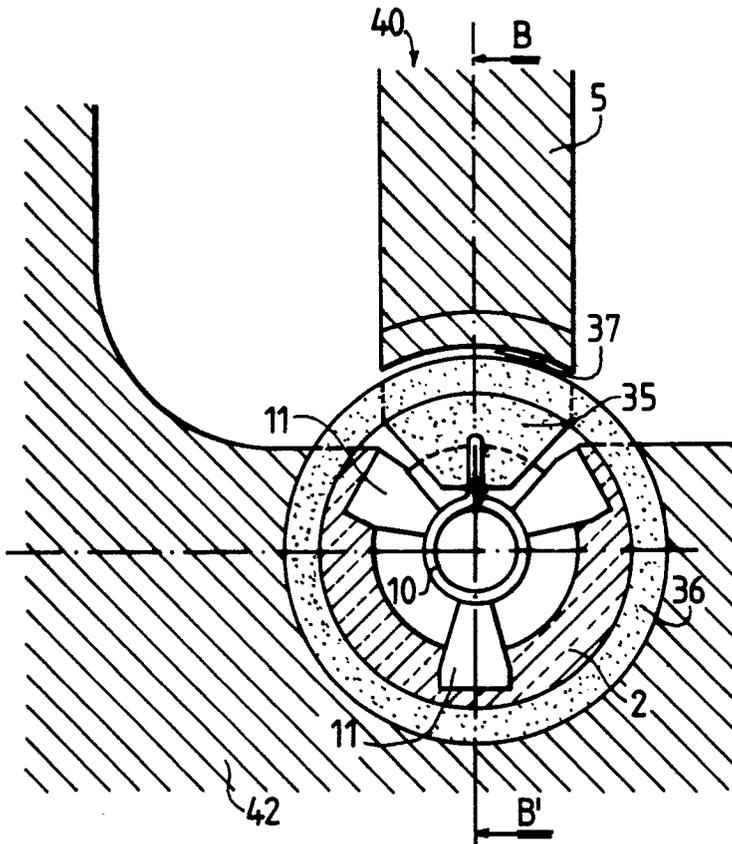


FIG. 5a

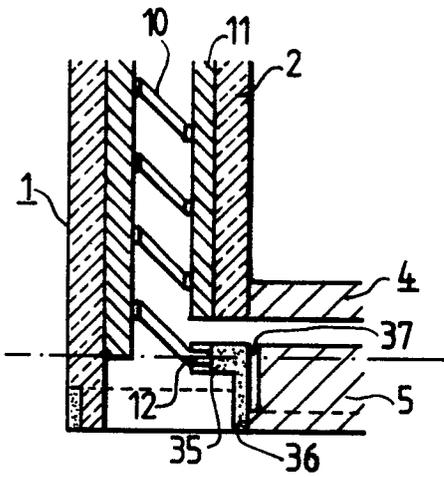
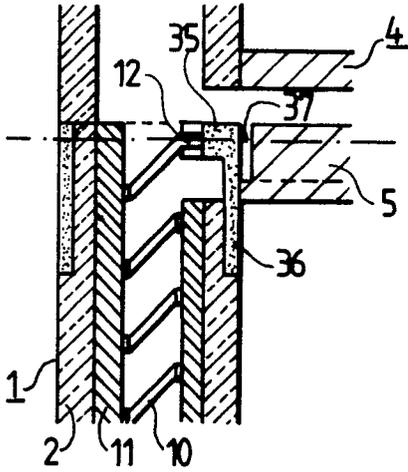


FIG. 5b

FIG. 6a

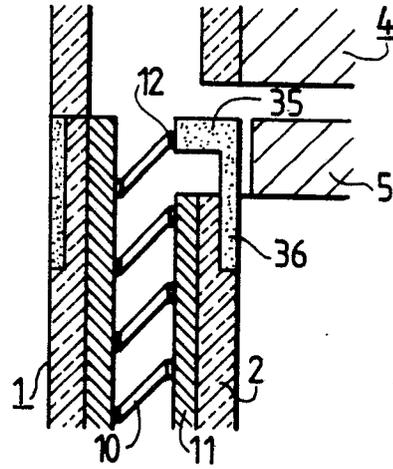


FIG. 6b

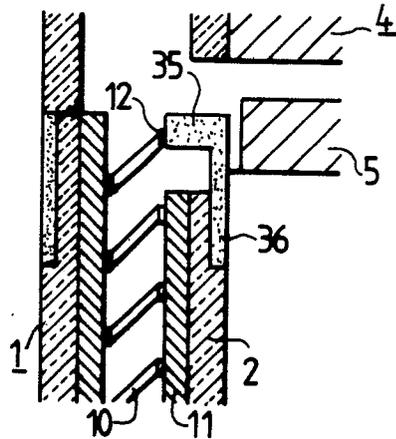


FIG. 6c

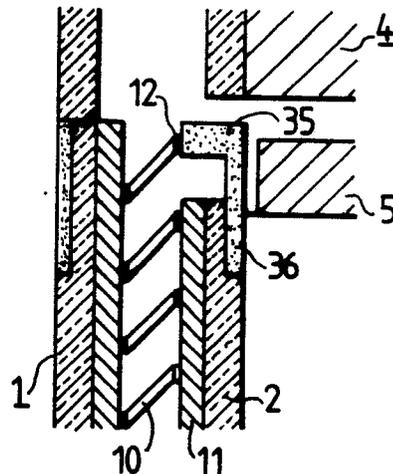


FIG. 7 COUPE B-B'

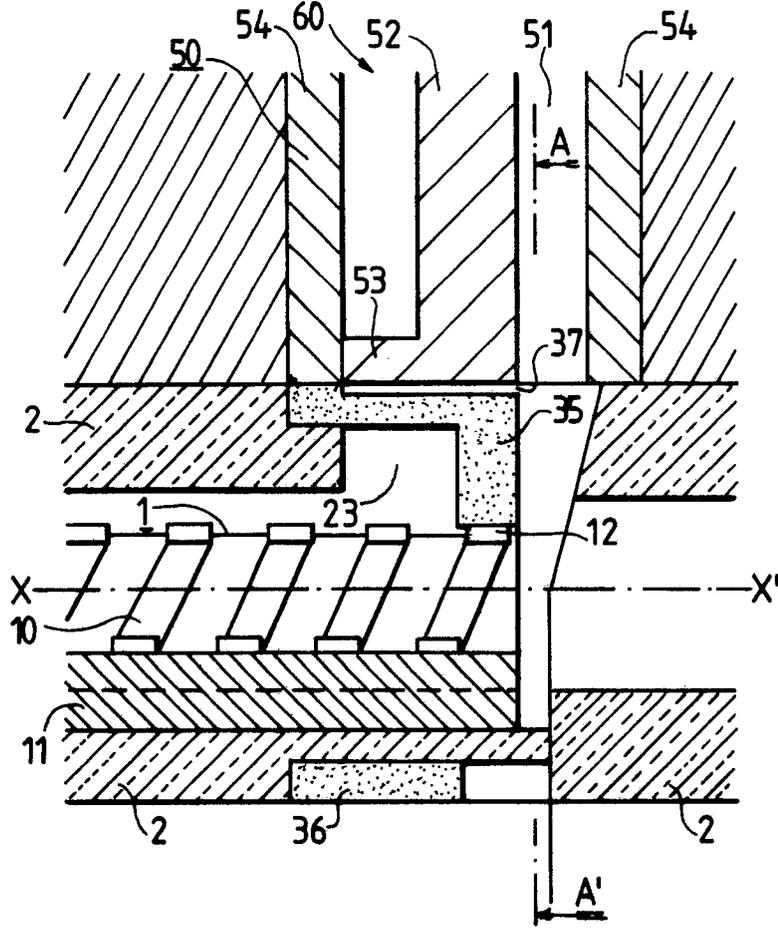
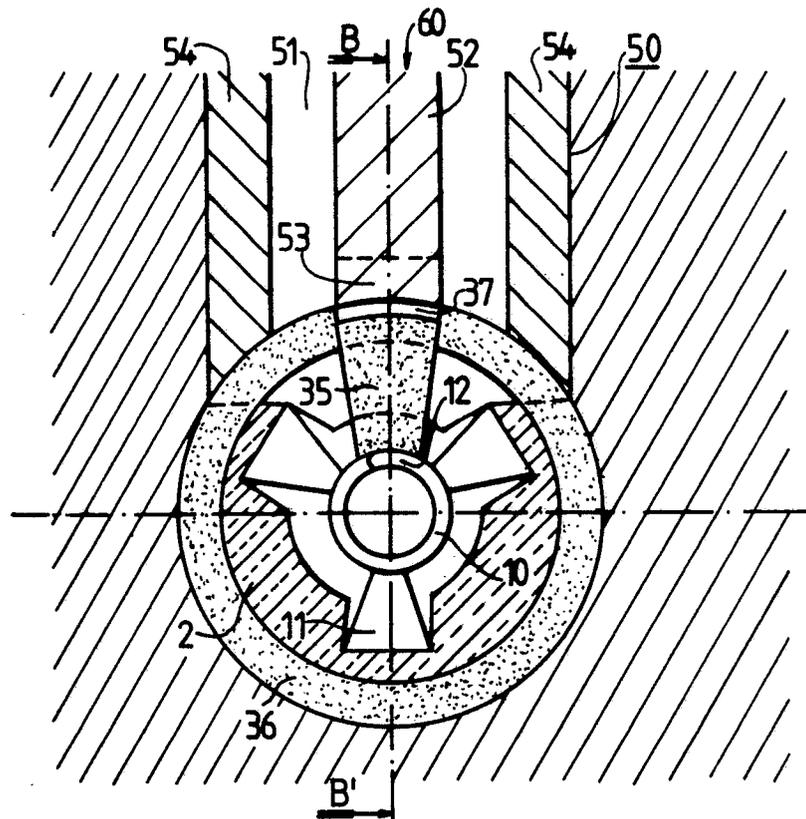


FIG. 8
COUPE A-A'





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
Y	DE-C- 973 327 (STANDARD ELEKTRIK LORENZ) * Page 2, ligne 105 - page 3, ligne 10; figure 4 *	1-3,5-10	H 01 J 23/42 H 01 J 23/50
Y	US-A-2 636 948 (J.R. PIERCE) * Colonne 3, lignes 15-66; colonne 5, ligne 62 - colonne 6, ligne 21; figures 1,2 *	1-3,5-10	
A	---	4	
A	FR-A-1 434 049 (SIEMENS) * En entier *	1-4,6-8	
A	US-A-3 939 443 (O. BIRO et al.) * Figures *	1-4,6,8-10	
A	US-A-3 076 156 (M. MÜLLER et al.) * Colonne 3, ligne 65 - colonne 5, ligne 38; figures 4-5 *	1-10	
A	US-A-2 991 391 (W.L. BEAVER) * Colonne 3, lignes 38-55; figures 1,8 *	5,6,9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) H 01 J
P,A	EP-A-0 274 950 (THOMSON-CSF) * Résumé; figures 2,4,5,6 *	1,2,5-7,9,10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27-07-1989	Examineur LAUGEL R.M.L.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p>			