

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 89403033.7

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> **H01J 23/42**

(22) Date de dépôt: 03.11.89

(30) Priorité: 04.11.88 FR 8814417

(43) Date de publication de la demande:  
16.05.90 Bulletin 90/20

(54) Etats contractants désignés:  
**DE GB IT**

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

(72) Inventeur: Tikes, Jacques  
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67  
F-92045 Paris la Défense(FR)  
Inventeur: Le Fur, Joel  
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67  
F-92045 Paris la Défense(FR)  
Inventeur: Nugues, Pierre  
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67  
F-92045 Paris la Défense(FR)

(74) Mandataire: Taboureau, James et al  
THOMSON-CSF SCPI  
F-92045 Paris La Défense Cédex 67(FR)

(54) Fenêtre étanche pour tube électronique hyperfréquence, et tube à ondes progressives comportant cette fenêtre.

(57) L'invention concerne les tubes hyperfréquences et plus particulièrement les tubes à ondes progressives, dans lesquels la zone sous vide est isolée des circuits externes d'entrée/sortie HF par des fenêtres étanches.

La fenêtre selon l'invention consiste en un cylindre céramique (21) dont les deux extrémités portent des bagues de souplesse (22, 23) métalliques. Cette fenêtre est brasée sur l'enceinte (4), cylindrique, de la partie sous vide, grâce à un dégagement (16) usiné dans l'enceinte (4), de sorte que l'enceinte (4) et la fenêtre (21) sont intégrées et coaxiales. La transmission HF à travers la fenêtre (21) se fait au moyen d'une antenne, formée par une lame métallique (18) montée d'équerre sur un cylindre métallique (20) ajusté sur l'enceinte (4).

Application aux tubes hyperfréquences de puissance, et notamment aux tubes à ondes progressives.

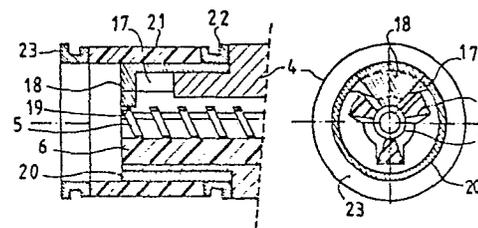


FIG. 7

## FENETRE ETANCHE POUR TUBE ELECTRONIQUE HYPERFREQUENCE ET TUBE A ONDES PROGRESSIVES COMPORTANT CETTE FENETRE

La présente invention concerne une fenêtre étanche pour tube hyperfréquence à ondes progressives. Cette fenêtre étanche a la particularité d'être intégrée à l'enceinte de la ligne à retard et coaxiale à l'enveloppe de la ligne à retard : la fenêtre selon l'invention se présente sous forme d'un cylindre qui, s'intercalant entre la ligne à retard et au moins l'une des extrémités du tube à ondes progressives (TOP), permet de n'entretenir le vide que dans le volume minimum, parcouru par le faisceau d'électrons.

Un TOP est un dispositif hyperfréquence, de forme tubulaire, qui comporte à une première extrémité un canon à électrons, ou source. Le faisceau d'électrons, convenablement focalisé, traverse une ligne à retard dans laquelle une hélice métallique est maintenue centrée par des bâtonnets diélectriques : à leur sortie de la ligne à retard, les électrons sont absorbés par un collecteur mis à la masse.

Un TOP est un amplificateur pour un signal hyperfréquence qui est appliqué sur une première extrémité de l'hélice par exemple au moyen d'une ligne coaxiale. Par interaction avec le faisceau d'électrons, il freine les électrons mais est amplifié, et recueilli sur une deuxième extrémité de l'hélice par exemple au moyen d'un guide d'ondes : il y a donc deux circuits externes de transmission pour un TOP.

Dans l'art connu, les tubes à ondes progressives sont reliés à des circuits externes de transmission qui comportent une fenêtre assurant l'étanchéité au vide du tube.

Des parties "sous vide" comportent donc non seulement le tube à onde progressive lui-même, mais encore les parties des circuits externes de transmission jusqu'à leur fenêtre, ce qui est inutile pour le fonctionnement du tube. Ces fenêtres sont soumises à des contraintes mécaniques, lors de leur branchement avec les circuits d'utilisation. Ces contraintes peuvent être permanentes et au pire, occasionner des fuites. Par ailleurs, ces fenêtres augmentent considérablement l'encombrement du tube à onde progressive.

Selon l'invention, les fenêtres sont ramenées au niveau du TOP lui-même, et l'entrée HF et la sortie HF, c'est-à-dire les deux circuits externes de transmission, se font à travers la ou les fenêtres, qui sont des tubes céramiques, brasés sur la ligne à retard et sur l'enveloppe du canon et/ou du collecteur, de sorte que la partie du TOP qui est maintenue sous vide est limitée à un cylindre qui va du canon vers le collecteur : il n'y a plus de volumes annexes, correspondant aux circuits exter-

nes, qui soient sous vide.

La transmission de l'énergie entre les circuits externes et l'hélice du TOP se fait au moyen d'antennes qui rayonnent à travers la ou les fenêtres céramiques coaxiales avec la ligne à retard : brasées sur les extrémités de l'hélice, ces antennes font partie intégrante des fenêtres.

De façon plus précise, l'invention concerne une fenêtre étanche pour tube électronique hyperfréquence comportant d'une part une zone sous vide, constituée par une source d'électrons, un focalisateur dit "ligne à retard" et un collecteur d'électrons, et d'autre part, au moins un circuit externe de transmission par lequel un signal hyperfréquence interfère avec le faisceau d'électrons qui traverse la ligne à retard, qui est de forme cylindrique, cette fenêtre étanche étant caractérisée en ce qu'elle est également de forme cylindrique, coaxiale avec l'enceinte qui enveloppe la ligne à retard, et intégrée à ladite enceinte par brasure, la fenêtre étant en un matériau céramique transparent aux hyperfréquences.

L'invention sera mieux comprise par la description qui suit d'un exemple d'application à un TOP de forte puissance, cette description s'appuyant sur les figures jointes en annexe, qui représentent :

- figure 1 : vue en coupe d'un TOP selon l'art connu,

- figures 2 et 3 : vues en coupes longitudinale et transversale de la ligne à retard d'un TOP selon l'art connu,

- figures 4 et 5 vues en coupes longitudinale et transversale des modifications apportées à l'enceinte de l'hélice, selon l'invention,

- figure 6 : vue en coupe d'une fenêtre étanche selon l'invention,

- figure 7 : adaptation d'une fenêtre sur une extrémité d'enceinte d'hélice, selon l'invention,

- figure 8 : vue en coupe des extrémités de la ligne à retard d'un TOP selon l'invention.

Selon sa configuration - lignes coaxiales ou guides d'ondes - et la puissance mise en jeu, un TOP de puissance peut comporter :

- une seule fenêtre selon l'invention s'il ne comporte qu'une seule sortie HF par guide d'onde,

- ou deux fenêtres s'il comporte deux guides d'ondes ou un guide d'ondes et une ligne coaxiale d'un volume tel qu'il est préférable de l'isoler par une fenêtre du circuit sous vide.

Toutefois, dans le but de simplifier l'exposé de l'invention, celle-ci sera détaillée en supposant que le TOP comporte deux fenêtres selon l'invention, et une entrée HF par ligne coaxiale et une sortie HF par guide d'ondes, sans préjudice de la portée de

l'invention.

De même, l'invention sera mieux comprise après le rappel préliminaire de la structure d'un TOP classique, représenté en figure 1.

Un tube à ondes progressives comporte une partie centrale tubulaire, dite ligne à retard 1.

A une première extrémité de ce tube, une source ou canon 2 émet un faisceau d'électrons, qui sont recueillis à la seconde extrémité du tube par un collecteur 3, mis à la masse.

La ligne à retard 1 comprend elle-même un tube ou enceinte 4, à l'intérieur de laquelle une hélice 5, spirale métallique, est maintenue centrée par des bâtonnets diélectriques 6. Ces pièces se voient mieux sur les figures 2 et 3 qui sont un agrandissement de la ligne à retard 1.

L'enceinte 4 supporte, extérieurement, une pluralité de tores 7 qui centrent des aimants toriques non représentés, et une pluralité de pièces polaires 8 : l'ensemble sert à focaliser le faisceau d'électrons émis par la source 2.

Un signal hyperfréquence est appliqué, côté source, à une première extrémité de l'hélice 5 au moyen, par exemple d'une ligne coaxiale 9, dite entrée HF. De signal amplifié est recueilli, côté collecteur, sur la deuxième extrémité de l'hélice 5 au moyen d'un guide d'ondes 10, dit sortie HF, à l'intérieur duquel une pièce ridgée 11 est brasée sur l'hélice 5 et sert d'antenne. L'entrée HF comporte une fenêtre d'entrée 12 et la sortie HF comporte une fenêtre de sortie 13.

L'étanchéité au vide du tube est assurée par ces deux fenêtres hyperfréquences placées à l'extrémité des circuits externes de transmission. Ces fenêtres, bien connues de l'art antérieur, sont de type coaxial ou, par exemple, de type "Pill Box" suivant la nature des circuits externes auxquels elles sont associées.

Il est connu que la fenêtre de type coaxial est particulièrement fragile et que la fenêtre de type "Pill-Box" est coûteuse. Les jonctions de la ligne à retard et des deux circuits externes de transmission ont fait l'objet de deux brevets français d'invention déposés au nom de THOMSON-CSF sous les numéros 8014351 et 8617879.

Le problème résolu par l'invention est relatif aux volumes 14 et 15 internes aux entrées HF et sortie HF : ces volumes augmentent considérablement - surtout lorsqu'il y a guide d'ondes - l'espace dans lequel il faut maintenir le vide.

L'invention permet de maintenir sous vide uniquement les parties nécessaires au fonctionnement du tube à onde progressive et rend également inutiles les fenêtres incorporées aux circuits externes de transmission. Elle consiste à intégrer une fenêtre hyperfréquence à l'enceinte 4 de la ligne à retard 1. Cette fenêtre est de réalisation très simple : c'est un cylindre diélectrique creux, brasé à une

extrémité sur l'enceinte 4 de l'hélice et à l'autre extrémité sur l'enveloppe de la source 2 ou du collecteur 3, selon le cas. Le vide est donc limité à l'espace comprenant la source 2, l'intérieur de l'enceinte 4 et le collecteur 3.

Il en résulte les avantages suivants :

- vide plus facile à obtenir, par suppression de volumes à vider,
- moins de risques de fuite,
- les contraintes mécaniques, inhérentes aux branchements avec les circuits d'utilisation, n'ont plus aucune action sur l'étanchéité du tube à onde progressive car elles ne se transmettent pas aux éléments de fermeture,
- réduction importante de l'encombrement.

Les détails de la fenêtre selon l'invention, donnés aux figures 4 à 7, faciliteront la compréhension de la figure 8 qui montre les deux extrémités de la ligne à retard d'un TOP munies de deux fenêtres.

La figure 4 donne une vue extérieure et axiale d'une extrémité de la ligne à retard 1 - sans son dispositif 7 + 8 de focalisation du faisceau d'électrons - L'enceinte 4 est usinée, sur au moins une extrémité, pour former un dégagement 16 qui constituera le logement de la fenêtre. De plus, une ouverture 17, qui traverse l'enceinte 4 sur toute son épaisseur, permettra d'atteindre l'hélice 5 pour le contact avec le circuit externe de transmission.

La figure 5 donne la coupe de la figure 4, mais a subi une rotation de 90° pour la commodité. L'antenne qui permet de rayonner à travers la fenêtre est constituée par une lame métallique 18, brasée en 19 sur l'extrémité de l'hélice 5, et raccordée en équerre à un cylindre métallique 20 qui s'ajuste et est brasé sur l'enceinte 4, dans le dégagement 16. Bien entendu, la lame 18 pénètre jusqu'à l'hélice 5 à travers l'ouverture 17.

La fenêtre elle-même est représentée en figure 6. C'est un cylindre diélectrique creux 21, dont chaque extrémité est brasée sur une bague de souplesse 22 et 23, métallique. Le matériau constitutif de la fenêtre est en soi connu, et peut être choisi parmi ceux avec lesquels sont faites les fenêtres "Pill Box".

La longueur, selon l'axe, de l'ensemble du cylindre céramique 21 et des deux bagues de souplesse 22 et 23 est supérieure à la longueur du dégagement 16 usiné dans l'enceinte 4 de la ligne à retard, de telle sorte qu'au moins une partie de la fenêtre prolonge la ligne à retard : ceci permet de braser la fenêtre sur un sous-ensemble source ou collecteur.

Le diamètre intérieur commun du tube diélectrique 21 et des bagues 22 et 23 correspond au diamètre extérieur du cylindre 20, de sorte que ce sous-ensemble est scellé à la base du dégagement 16 cylindrique de l'enceinte 4. L'organe de souplesse 23 non utilisé est destiné au raccordement

soit avec l'enceinte du canon à électron, s'il s'agit de l'entrée HF, soit avec le collecteur, s'il s'agit de la sortie HF. La figure 7 représente une vue simplifiée de l'ensemble.

Par ailleurs, le diamètre extérieur de la fenêtre 21 est légèrement inférieur à celui de l'enceinte 4 de l'hélice 5, afin d'éviter tout frottement lorsqu'elle est introduite dans le focalisateur. En effet, des poussières de métal pourraient s'incruster dans le cylindre diélectrique et perturber définitivement les performances électriques de l'ensemble

La figure 8 montre les deux extrémités d'une ligne à retard de TOP munie de deux fenêtres selon l'invention. L'extrémité du côté de la source (à droite sur la figure) est munie d'une entrée HF sur ligne coaxiale 24, et l'extrémité du côté du collecteur (à gauche sur la figure) est munie d'une sortie HF sur guide d'ondes 25. Les bagues de souplesse 23, qui sur la figure 7 n'étaient pas encore utilisées, sont brasées, chacune, sur un sous-ensemble source ou collecteur, 26 et 27, coaxial avec la ligne à retard 1.

Ainsi, les parties sous vide sont réduites au minimum puisqu'elles concernent uniquement l'ensemble des éléments destinés au faisceau : le canon à électron (émission), la ligne à retard (trajectoire et interaction avec l'onde hyperfréquence) et le collecteur (recueil des électrons).

Le vide est donc plus facile à obtenir et les risques de fuite sont fortement diminués. Dans l'art antérieur, les circuits externes de transmission comportent une fenêtre, intégrée s'il s'agit d'une ligne coaxiale, soumise à de fortes contraintes, d'où risque de fuites, lorsqu'elle est connectée au circuit amenant ou recueillant le signal hyperfréquence ; ces risques concernent plus particulièrement les fenêtres de type "coaxial", plus fragiles. Cet inconvénient n'existe plus avec la fenêtre intégrée à la ligne à retard.

Il faut remarquer que l'ensemble étanche "ligne à retard et fenêtre" est totalement indépendant, avant la dernière étape de brasage, du focalisateur et du circuit externe de transmission auquel il est associé, ainsi que le montre la figure 7.

Il est donc possible de braser séparément le sous-ensemble étanche de la ligne à retard d'une part, et le sous-ensemble formé par le focalisateur et le circuit externe de transmission d'autre part, ce qui permet ensuite de contrôler l'ensemble du système, après mise en place du sous-ensemble étanche de l'hélice.

En cas d'imperfection, seul le sous-ensemble incriminé est remplacé. Le brasage final n'est effectué qu'après ce contrôle.

La figure 8 met en évidence que, après assemblage, les fenêtres 21 ont un diamètre légèrement inférieur à celui du logement de l'enceinte 4 de la ligne à retard, de façon à éviter toute détérioration

par une éventuelle poussière métallique.

Une fenêtre hyperfréquence selon l'invention fonctionne par effet d'antenne. La lame métallique 18 en forme d'équerre reliant une extrémité de l'hélice 5 à son enceinte, forme une boucle 20 qui, par rayonnement à travers la fenêtre cylindrique 21, reçoit l'énergie s'il s'agit du circuit externe correspondant à l'entrée HF, ou transmet l'énergie s'il s'agit du circuit externe correspondant à l'entrée HF, ou transmet l'énergie s'il s'agit du circuit externe de la sortie HF.

Par ailleurs, les deux causes connues de réflexion ou de désadaptation, c'est-à-dire la jonction hélice-circuit externe et la fenêtre, sont selon l'invention géométriquement confondues. Il n'y a donc plus qu'une seule cause de réflexion éventuelle, d'où de meilleures performances possibles à large bande.

Des mesures ont été effectuées dans la bande de fréquence 22-33 GHz, avec une ligne coaxiale comme circuit externe d'entrée et un guide WR 34 comme circuit externe de sortie, sur un TOP muni de fenêtres selon l'invention.

L'épaisseur de la paroi cylindrique de la fenêtre 21 est de 0.35 mm et la différence entre le rayon de la fenêtre et celui de l'enceinte de l'hélice est de 0.05 mm.

Les performances électriques obtenues correspondent à un rapport d'onde stationnaire de 1.3 maximum, dans une bande de fréquence de 15 % par rapport à la fréquence centrale choisie.

## Revendications

1 - Fenêtre étanche pour tube électronique hyperfréquence comportant d'une part une zone sous vide, constituée par une source d'électrons (2), un focalisateur dit "ligne à retard" (1) de forme cylindrique et un collecteur d'électrons (3) et d'autre part, au moins un circuit externe de transmission (10) par lequel un signal hyperfréquence interfère avec le faisceau d'électrons qui traverse la ligne à retard (1), cette fenêtre étanche (21) étant caractérisée en ce qu'elle est en matériau céramique transparent aux hyperfréquences, et intégrée à l'enceinte (4) qui enveloppe la ligne à retard (1), ayant une forme cylindrique, de diamètre extérieur inférieur au diamètre extérieur de l'enceinte (4) de la ligne à retard (1), et en ce qu'elle comporte au moins une bague de souplesse (22), métallique, par laquelle elle est brasée de façon coaxiale sur l'enceinte (4) de la ligne à retard (1).

2 - Fenêtre selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte, à chacune des extrémités du cylindre (21) céramique, une bague de souplesse (22, 23), métallique, une première bague (22) étant brasée sur l'enceinte (4) de la ligne à

retard (1), la deuxième bague (23) étant brasée sur un sous-ensemble (26, 27) de source ou de collecteur coaxial avec la ligne à retard (1).

3 - Fenêtre selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est intégrée à l'enceinte (4) de la ligne à retard (1) grâce à un dégagement (16) usiné dans l'enceinte (4), la longueur dudit dégagement (16) étant inférieure à la longueur de la fenêtre (21) munie de ses deux bagues de souplesse (22, 23).

4 - Fenêtre selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre une antenne de transmissions hyperfréquences à travers la céramique de la fenêtre, ladite antenne étant formée par une lame métallique (18), raccordée à l'équerre à un cylindre métallique (20) qui s'ajuste sur le dégagement (16) usiné dans l'enceinte (4).

5 - Fenêtre selon la revendication 4, caractérisée en ce que la lame métallique (18) pénètre dans la ligne à retard (1) à travers une ouverture (17) qui traverse l'enceinte (4) sur toute son épaisseur.

6 - Tube à ondes progressives, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une fenêtre étanche (21 + 22 + 23) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

7 - Tube à ondes progressives selon la revendication 6, comportant une hélice métallique (5) centrée dans la ligne à retard par une pluralité de supports céramiques (6), caractérisé en ce que la lame métallique (18) d'au moins une fenêtre étanche est brasée (en 19) sur une extrémité de ladite hélice (5).

8 - Tube à ondes progressives selon la revendication 6, caractérisé en ce que la fenêtre étanche (21) sépare la zone sous vide d'au moins un circuit externe de transmissions, ligne coaxiale (9) ou guide d'ondes (10), à une pression différente de celle de la zone sous vide.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

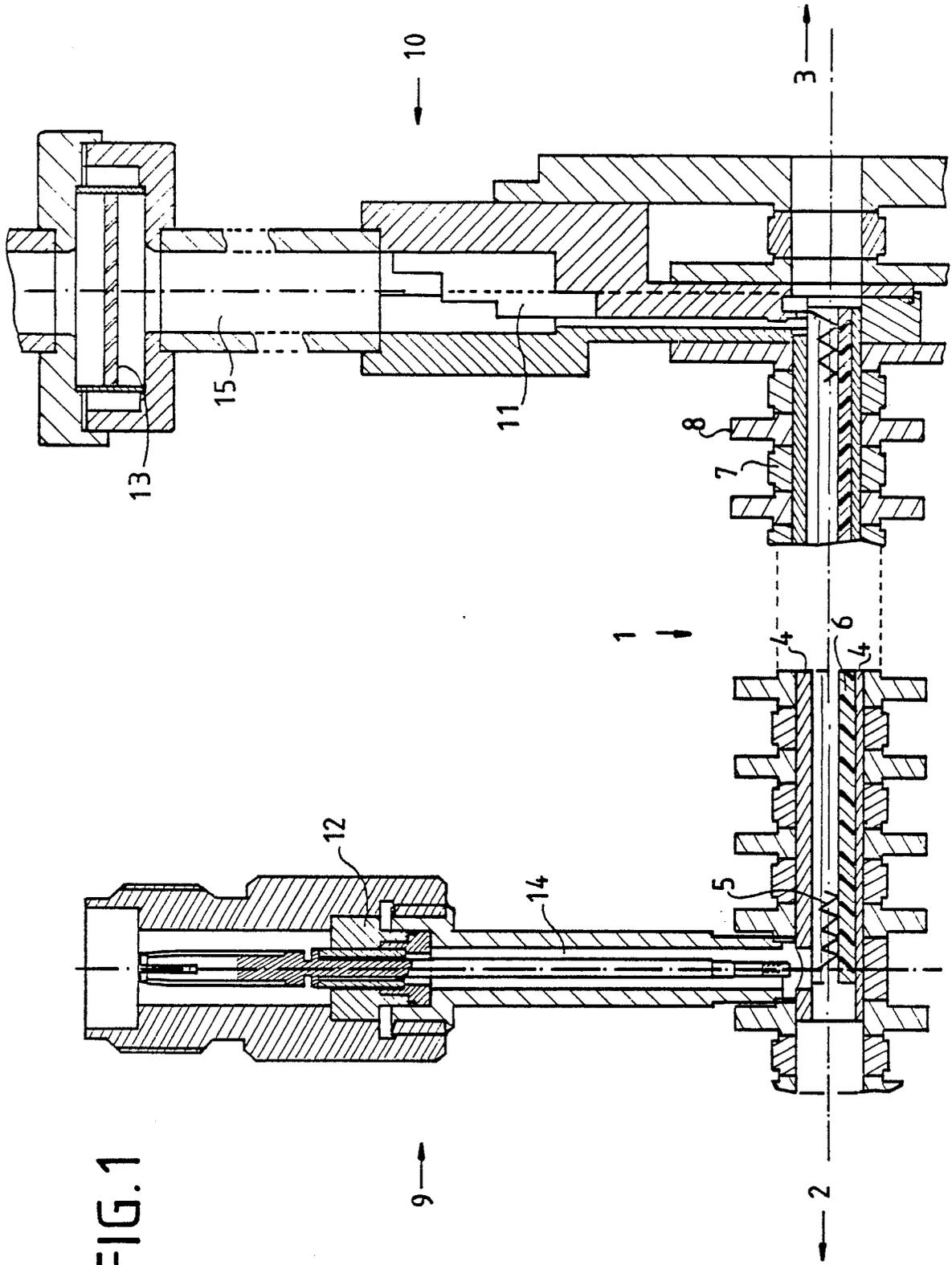


FIG. 1

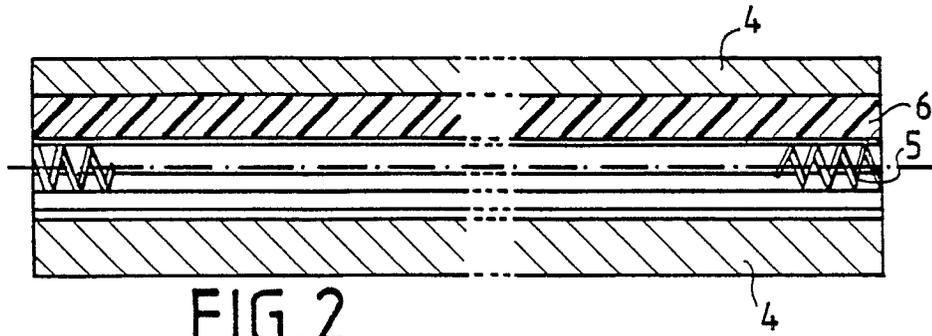


FIG. 2

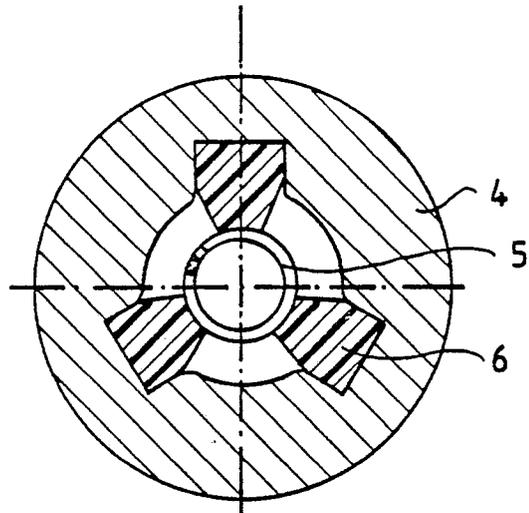


FIG. 3

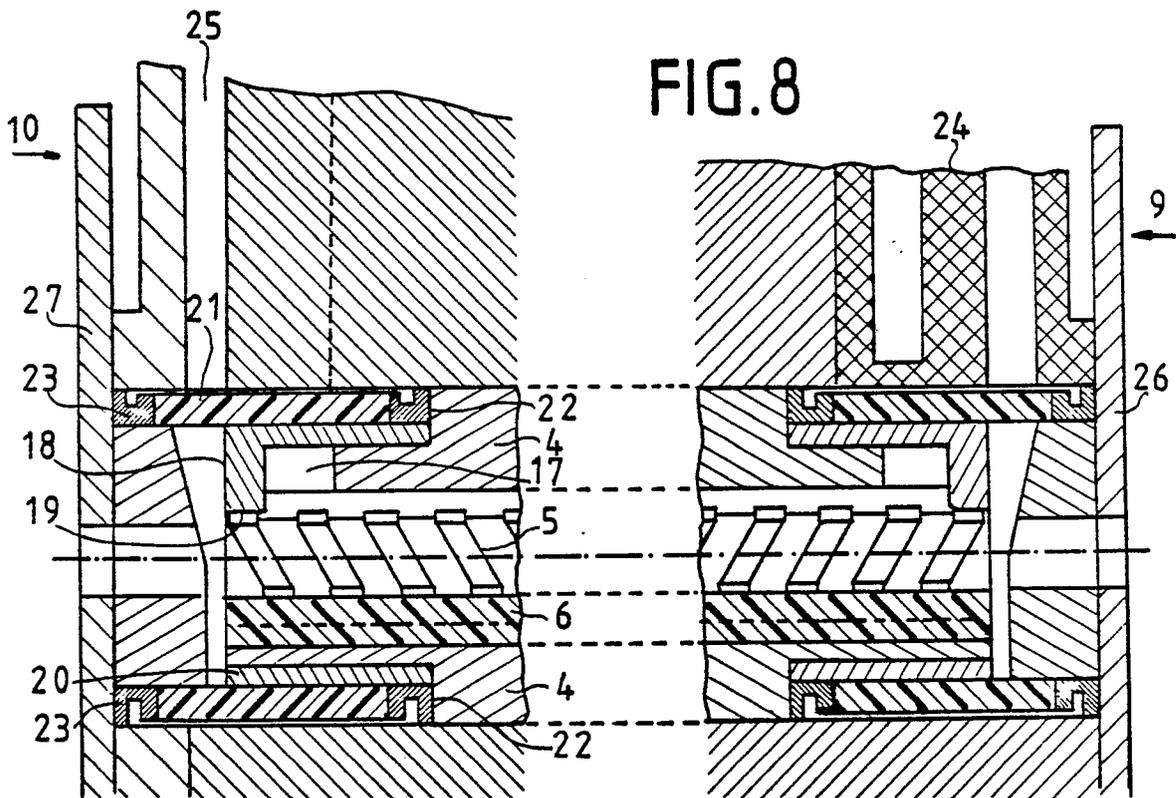
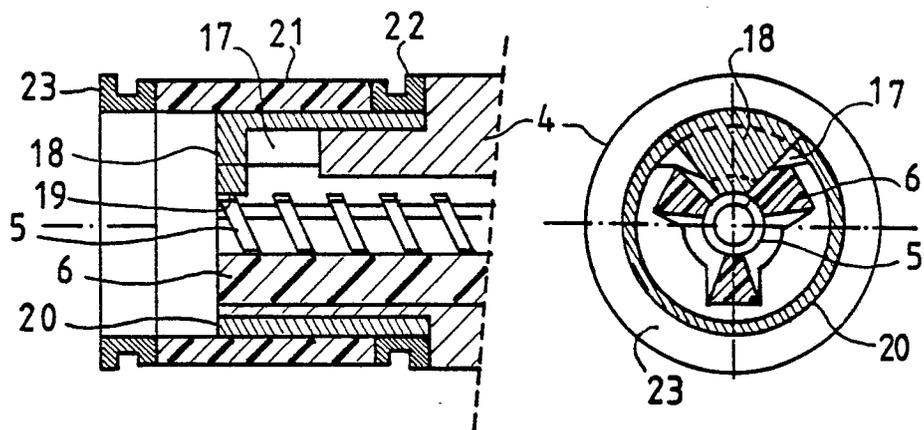
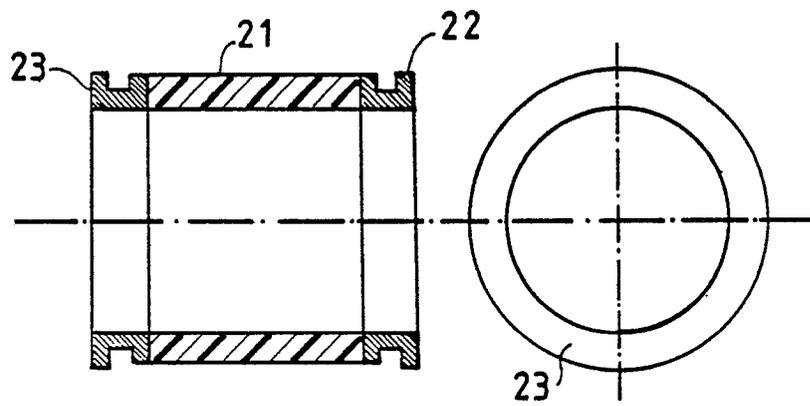
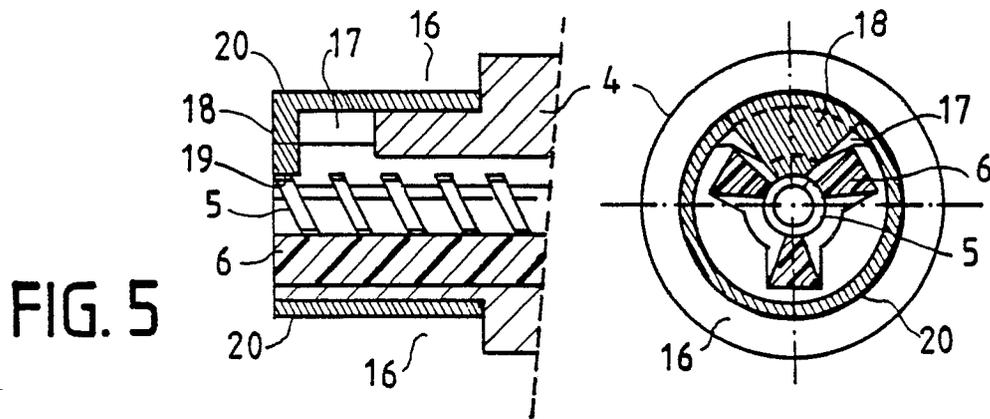
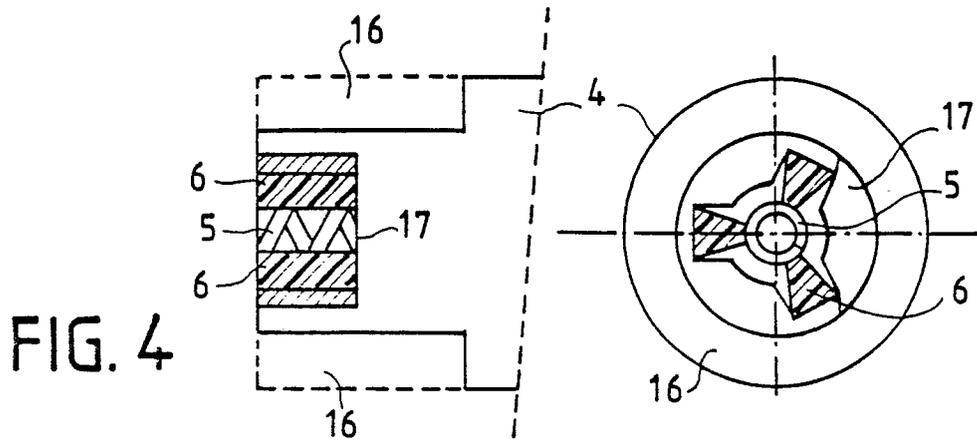


FIG. 8





| 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.5)       |
| Y   | US-A-4 138 625 (K. KOYAMA et al.)<br>* Colonne 2, lignes 41-62; colonne 5, lignes 1-4; figures 1,11 * | 1,2,6,8<br>,9  | H 01 J 23/42                               |
| Y   | US-A-2 824 289 (C.E. MURDOCK)<br>* En entier *  | 1,2,6,8<br>,9  |  |
| A   | US-A-2 611 102 (P.G. BOHLKE)<br>* En entier *   | 1-3,,6,<br>8,9   |  |
| A   | US-A-2 758 244 (W.J. DODDS)<br>* Figures *  | 4,5,7  |  |
| A   | FR-A-1 075 546 (TELEFUNKEN)   |  |  |
| A   | US-A-2 867 747 (C.E. MURDOCK)   |  |  |
|   |   |  | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) |
|   |   |  | H 01 J                                     |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications  |   |  |  |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE   |   | Date d'achèvement de la recherche<br>08-02-1990  | Examineur<br>LAUGEL R.M.L.                 |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b><br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |  |