

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 89402725.9

51 Int. Cl.⁵: **H01J 23/42 , H01J 23/50**

22 Date de dépôt: 03.10.89

30 Priorité: 11.10.88 FR 8813342

43 Date de publication de la demande:
18.04.90 Bulletin 90/16

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

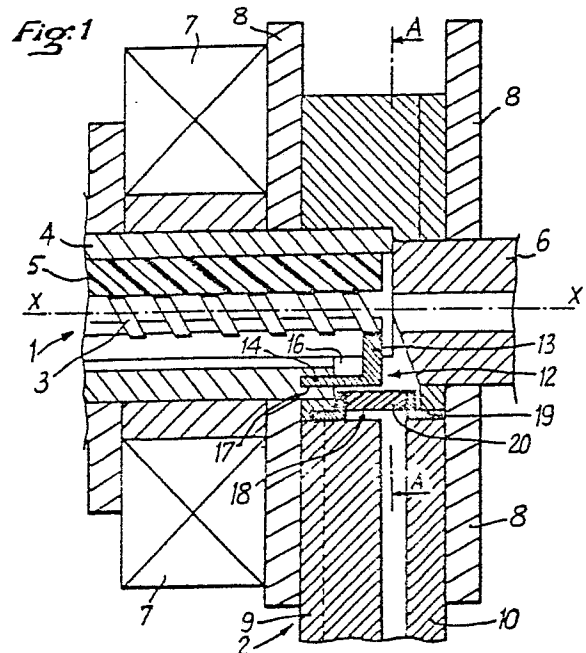
71 Demandeur: **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux(FR)

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

54 **Tube à onde progressive muni d'un dispositif de couplage étanche entre sa ligne à retard et circuit hyperfréquence externe.**

57 Dans un tube à onde progressive dont la ligne à retard (1) est couplée à une ligne de transmission (2) d'un circuit hyperfréquence externe par un doigt de couplage (12) ayant une surface de couplage située en vis-à-vis d'une surface d'extrémité de la ligne de transmission (2), une fenêtre hyperfréquence (18) s'étend entre la surface de couplage du doigt de couplage (12) et la surface d'extrémité de la ligne de transmission (2). Cette fenêtre (18) est perméable à l'énergie hyperfréquence et imperméable aux gaz. Elle est fixée de façon étanche au tube à onde progressive.



EP 0 364 335 A1

TUBE A ONDE PROGRESSIVE MUNI D'UN DISPOSITIF DE COUPLAGE ETANCHE ENTRE SA LIGNE A RETARD ET CIRCUIT HYPERFREQUENCE EXTERNE

La présente invention concerne un tube à onde progressive muni d'un dispositif de couplage étanche entre sa ligne à retard et un circuit hyperfréquence externe.

L'invention s'applique particulièrement aux tubes à onde progressive de puissance, à large bande, dont la ligne à retard a la forme d'une hélice ou une forme dérivée d'une hélice.

Un tube à onde progressive de ce type comporte essentiellement :

- un canon à électrons destiné à émettre un faisceau d'électrons selon une direction sensiblement rectiligne ;
- une ligne à retard disposée en aval du canon à électrons et enclose dans un fourreau cylindrique qui lui est concentrique. Le faisceau d'électrons est émis dans le prolongement de l'axe longitudinal de la ligne à retard, qu'il traverse de bout en bout. C'est donc dans le fourreau de la ligne à retard que s'effectue l'interaction entre le faisceau d'électrons et une onde hyperfréquence guidée par la ligne à retard. La ligne à retard est munie d'un dispositif d'injection et d'un dispositif d'extraction de l'énergie hyperfréquence ;
- un focalisateur à aimants permanents, concentrique au fourreau de la ligne à retard et s'étendant sur toute la longueur de la ligne à retard. Ce focalisateur crée dans le fourreau de la ligne à retard un champ magnétique ayant pour effet de maintenir rectilignes les trajectoires de électrons du faisceau d'électrons ;
- un collecteur destiné à recueillir le faisceau d'électrons en aval de la ligne à retard.

Le tube à onde progressive est généralement relié aux circuits hyperfréquences externes, du côté de l'entrée de la ligne à retard comme du côté de sa sortie, par l'intermédiaire d'un organe de liaison formant une extrémité d'une ligne de transmission de ces circuits. Du côté de l'entrée de la ligne à retard, cet organe de liaison, par lequel se fait l'injection de l'énergie hyperfréquence, a généralement la structure d'une ligne coaxiale, le niveau d'énergie à injecter étant faible. Du côté de la sortie de ligne à retard, cet organe de liaison, par lequel se fait l'extraction de l'énergie hyperfréquence amplifiée a soit la structure d'une ligne coaxiale soit la structure d'un guide d'onde mouluré, selon le niveau de l'énergie à extraire.

De façon connue, le couplage électromagnétique entre un organe de liaison et une extrémité de la ligne à retard se fait au moyen d'un doigt de couplage ayant une extrémité brasée à l'extrémité correspondante de l'hélice formant la ligne à retard, et présentant une surface de couplage située

en regard d'une surface d'extrémité du conducteur central ou de la moulure de l'organe de liaison, aucun contact mécanique n'étant établi entre le doigt de couplage et l'organe de liaison.

Les divers éléments du tube à onde progressive et les organes de liaison forment un ensemble dont les cavités communiquent. Les parties de cet ensemble sont assemblées de façon étanche et l'ensemble est lui-même fermé hermétiquement de façon que le vide poussé (10^{-6} à 10^{-9} Torr) nécessaire au fonctionnement du canon à électrons puisse être créé dans ses cavités. L'extrémité des organes de liaison opposée au tube à onde progressive est ainsi obturée par une fenêtre, dite hyperfréquence, qui est perméable à l'énergie hyperfréquence et imperméable aux gaz.

Cet agencement d'un tube à onde progressive et des organes de liaison aux circuits externes, qui fait partie de l'état de la technique, présente un inconvénient majeur.

En effet, le volume de gaz à pomper dans l'ensemble des cavités du tube à onde progressive et des éléments de liaison est généralement beaucoup plus important que le volume des cavités où il est fonctionnellement nécessaire de créer le vide, c'est-à-dire les cavités traversées par les électrons. De fait, il n'est pas rare que le volume intérieur d'un organe de liaison soit du même ordre de grandeur que le volume intérieur du tube à onde progressive lui-même. Comme le pompage est réalisé le plus souvent par le fourreau de la ligne à retard, dont les dimensions intérieures, en tant qu'il délimite la zone interactive du tube, sont inversement proportionnelles à la fréquence de fonctionnement du tube, le temps de pompage pour les tubes à fréquence élevée atteint des valeurs incompatibles avec les exigences d'une production industrielle. En outre, le vide obtenu n'est pas toujours aussi poussé qu'il serait souhaitable.

C'est pour remédier à ces inconvénients que l'on prévoit, conformément à l'invention, un tube à onde progressive comportant un dispositif de couplage étanche entre sa ligne à retard et la ligne de transmission d'un circuit hyperfréquence externe.

L'invention s'applique à un tube à onde progressive comportant une ligne à retard contenue dans un fourreau et un doigt de couplage pour coupler la ligne à retard à une ligne de transmission d'un circuit hyperfréquence externe, la ligne de transmission comprenant une âme conductrice interne présentant une surface d'extrémité, le doigt de couplage présentant une surface de couplage située en regard de la surface d'extrémité de l'âme conductrice de la ligne de transmission.

Selon l'invention, ce tube à onde progressive comporte une fenêtre hyperfréquence comprenant une paroi perméable à l'énergie hyperfréquence s'étendant entre la surface de couplage du doigt de couplage et la surface d'extrémité de l'âme conductrice de la ligne de transmission, la fenêtre hyperfréquence étant imperméable aux gaz et étant fixée au tube à onde progressive de façon étanche aux gaz.

Grâce à cette disposition, le pompage des gaz contenus dans les cavités du tube à onde progressive ne crée le vide que dans le tube à onde progressive lui-même et le temps nécessaire à cette opération est considérablement réduit par rapport à celui que prenait le pompage des tubes à onde progressive compris dans l'état de la technique.

L'invention va être expliquée en détail dans ce qui suit, au moyen de la description d'un mode de réalisation préféré de l'invention. Cette description sera faite en référence aux dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue partielle schématisée en coupe longitudinale d'un tube à onde progressive comportant un dispositif de couplage étanche entre une ligne à retard en hélice et un guide d'onde mouluré ;
- la figure 2 est une vue en coupe transversale partielle du tube à onde progressive représentée sur la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue partielle schématisée en coupe longitudinale d'un tube à onde progressive comportant un dispositif de couplage selon l'invention entre une ligne à retard en hélice et une ligne coaxiale ; et
- la figure 4 est une vue en coupe transversale partielle du tube à onde progressive représentée sur la figure 3.

Sur la figure 1, on a représenté la partie d'un tube à onde progressive située au niveau de la jonction entre la ligne à retard 1 du tube et un circuit externe d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube.

Le ligne à retard 1 comporte une hélice 3 d'axe $X-X'$, de cuivre par exemple, qui est maintenue au centre d'un fourreau métallique cylindrique 4 par trois tiges de support 5 isolantes décalées de 120° l'une par rapport à l'autre. Les tiges 5, qui peuvent être, par exemple, en quartz, en alumine, en glucine ou en nitrure de bore, sont brasées ou serrées sur l'hélice 3. L'extrémité du fourreau 4 située du côté de la sortie de la ligne à retard 1 (extrémité représentée sur la figure) aboute une extrémité d'un conduit 6 cylindrique qui s'étend jusqu'au collecteur (non représenté) du tube à onde progressive.

Un focaliseur est disposé concentriquement au fourreau 5 et au conduit 6. Ce focalisateur est

constitué par la succession selon l'axe $X-X'$ d'aimants permanents 7 annulaires, deux aimants voisins ayant leurs polarités inversées. Les aimants 7 sont séparés les uns des autres par des masses polaires annulaires 8.

Une ligne de transmission d'un circuit externe d'extraction de l'énergie hyperfréquence du tube à onde progressive est couplée à la ligne à retard 1. Au niveau du tube, la ligne de transmission comporte un organe de liaison 2 ayant la forme d'un guide d'onde rectangulaire à moulure. Cet organe de liaison sert à établir la jonction entre la ligne à retard 1 et un guide d'onde (non représenté) du circuit externe. L'organe de liaison 2 comporte un fond 9 et un couvercle 10, le fond ayant une section en forme de E et comprenant une base, deux ailes 21 perpendiculaires à la base et une moulure 11 équidistante des ailes 21. La moulure 11 forme une âme conductrice. L'organe de liaison 2, dont l'extrémité est définie par une section droite, s'étend entre deux masses polaires 8 du focalisateur et son axe longitudinal est perpendiculaire à l'axe $X-X'$ de la ligne à retard.

Le couplage hyperfréquence entre la ligne à retard 1 et l'organe de liaison 2 est réalisé au moyen d'un doigt de couplage 12 métallique ayant deux ailes planes perpendiculaires. Une aile 13, de forme trapézoïdale, est brasée à son extrémité libre à l'extrémité de l'hélice 3. L'autre aile 14, de forme rectangulaire, est fixée au fourreau 4, dans le prolongement du fourreau, au niveau d'une encoche 15 pratiquée à l'extrémité du fourreau. L'encoche 15 dégage autour du doigt de couplage un espace vide 16 servant à l'adaptation d'impédance.

L'aile 14 du doigt de couplage 12 est fixée au fourreau de façon à être parallèle à la section droite d'extrémité de l'organe de liaison 2 et à être située en vis-à-vis de la moulure 11. Sur le mode de réalisation représenté, le fourreau 4 comporte une fente 17 pratiquée dans son épaisseur et s'étendant parallèlement à l'axe du fourreau. Cette fente a sensiblement la même épaisseur que l'aile rectangulaire 14 du doigt de couplage. L'extrémité de cette aile est enfichée dans la fente 17 et la fixation du doigt de couplage 12 au fourreau 4 est achevée par un brasage.

Le doigt de couplage 12 n'établit pas de contact mécanique entre l'hélice 3 et la moulure 11 de l'organe de liaison 2. Le couplage électromagnétique est assuré par effet capacitif entre la surface extérieure de l'aile rectangulaire 14 du doigt de couplage 12 et la surface d'extrémité de la moulure 11, au travers d'une fenêtre hyperfréquence 18 dont il va être question maintenant.

La fenêtre hyperfréquence 18, qui est de forme rectangulaire et s'inscrit dans la section droite de l'organe de liaison 2, comporte un cadre 19 métallique, de ferronickel par exemple, et une plaque

plane 20 réalisée dans un matériau diélectrique à faible perte, de l'alumine à très haute pureté ou du saphir, par exemple. Avantageusement la plaque 20 est fixée au cadre 19 par un brasage sur chant. La fenêtre ainsi réalisée est perméable à l'énergie hyperfréquence et imperméable aux gaz.

La fenêtre 18 est fixée de façon étanche par son cadre au tube à onde progressive, entre les deux masses polaires 8 où s'étend une partie de l'organe de liaison 2. La fenêtre 18 est fixée en regard du doigt de couplage 12 de façon que sa plaque 20 soit parallèle à l'aile rectangulaire 14, c'est-à-dire aussi à la section droite d'extrémité de l'organe de liaison 2. L'interstice entre la surface intérieure de la plaque 20 et la surface, située en vis-à-vis de l'aile rectangulaire 14 du doigt de couplage est choisi aussi étroit que possible. Il en va de même pour l'interstice séparant la surface extérieure de la plaque 20 et la section droite d'extrémité de la moulure 11. A cet effet, lorsque le cadre 19 est plus épais que la plaque 20, comme c'est le cas dans le mode de réalisation représenté, l'extrémité de l'organe de liaison 2 peut être configurée de façon que la moulure 11 fasse saillie sur la section droite d'extrémité de l'organe de liaison.

Pour des raisons d'adaptation d'impédance, l'extrémité du conduit tubulaire 6 est biseautée en regard de la fenêtre 18 de façon que la surface intérieure de la plaque 20 soit totalement dégagée par rapport à l'extrémité de la ligne à retard 1.

Le montage d'un tube à onde progressive comportant un dispositif de couplage conforme à l'invention s'effectue de la façon suivante :

- positionnement et fixation de la partie du focalisateur 8 adjacente au couvercle 10 de l'organe de liaison 2 ;
- positionnement et fixation de la partie du focalisateur 8 adjacente à la base 9 de l'organe de liaison 2 ;
- fixation de la fenêtre hyperfréquence 18 entre les deux masses polaires du focalisateur où l'élément de liaison 2 doit être engagé ;
- assemblage du focalisateur 8 et de l'élément de liaison 2 ;
- assemblage et brasage de l'ensemble ligne à retard 1 - fourreau 4 - doigt de couplage 12, préalablement assemblé, à l'ensemble focalisateur 8 - élément de liaison 2. En ce qui concerne le premier de ces ensembles, le montage s'effectue de la façon suivante : le doigt de couplage 12 est brasé au fourreau 4 et l'hélice 3 est brasée sur les tiges 5 ; puis l'ensemble hélice 3 - tiges 5 est introduit dans le fourreau 4 et y est brasé ; enfin l'extrémité de l'hélice 3 est brasée au doigt de couplage 12.

Par suite de l'absence de lien mécanique entre la ligne à retard 1 et l'organe de liaison 2, les

mesures en vue de vérifier le bon fonctionnement des différents ensembles d'éléments sont avantageusement effectuées avant le brasage, au stade de l'assemblage général. De la sorte les ensembles ou les éléments défectueux peuvent être rebutés avant l'assemblage définitif. Lorsque les mesures donnent des résultats positifs, l'étape d'assemblage des deux ensembles d'éléments mentionnés ci-dessus est achevée par brasage. Après quoi, le canon à électrons et le collecteur sont montés respectivement de part et d'autre de la ligne à retard. Enfin, les cavités du tube à onde progressive sont vidées des gaz qu'elles contiennent.

Sur les figures 3 et 4, on a représenté un autre mode de réalisation de l'invention adapté au cas où l'organe de liaison du circuit externe comprend un élément de ligne coaxiale. Sur ces figures, les parties du tube à onde progressive identiques à celles du tube à onde progressive représenté sur les figures 1 et 2 ont été désignées par les mêmes chiffres de repère. On remarque que ces deux modes de réalisation ne diffèrent ni par le nombre, ni par la disposition respective de leurs éléments mais par la conformation de deux d'entre eux, l'organe de liaison 30 et la fenêtre hyperfréquence 40.

L'organe de liaison 30 est constitué d'un conducteur central 31 et d'un conducteur extérieur 32 en forme de cylindre creux, séparés par un diélectrique 33. Le conducteur central 31 forme une âme conductrice. La fenêtre 40, qui comporte un cadre métallique 41 et une plaque de diélectrique 42, a une forme circulaire.

La présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit ; elle est susceptible de variantes et de modifications qui sont à la portée de l'homme de l'art, sans sortir du cadre des revendications annexées. En particulier la fixation du doigt de couplage 12 au fourreau 4 pourrait être réalisée au moyen d'une bague brasée à l'extrémité du fourreau 4, le doigt de couplage s'étendant radialement vers l'intérieur à partir de la périphérie de la bague. La ligne de transmission du circuit hyperfréquence externe pourrait être connectée directement au tube à onde progressive sans l'intermédiaire d'un organe de liaison. Les surfaces situées en vis-à-vis du doigt de couplage, de l'organe de liaison et de la fenêtre hyperfréquence pourraient être parallèles à un plan oblique à une section droite de l'organe de liaison. Ces mêmes surfaces pourraient aussi ne pas être planes et présenter une légère courbure.

Revendications

1. Tube à onde progressive comportant une ligne à retard (1) d'axe XX' contenue dans un

fourreau (4) et un doigt de couplage (12) pour coupler la ligne à retard (1) à une ligne de transmission (2 ; 30) d'un circuit hyperfréquence externe, non située dans le prolongement de la ligne à retard (1), la ligne de transmission (2 ; 30) comprenant une âme conductrice (11 ; 31) interne présentant une surface d'extrémité, le doigt de couplage (12) présentant une surface de couplage située en regard de la surface d'extrémité de l'âme conductrice (11 ; 31) de la ligne de transmission (2 ; 30), caractérisé en ce qu'il comporte une fenêtre hyperfréquence (18 ; 40) comprenant une paroi (20 ; 42) perméable à l'énergie hyperfréquence s'étendant entre la surface de couplage du doigt de couplage (12) et la surface d'extrémité de l'âme conductrice (11 ; 31) de la ligne de transmission (2 ; 30), la fenêtre hyperfréquence (18 ; 40) étant imperméable aux gaz et étant fixée au tube à onde progressive de façon étanche aux gaz.

2. Tube à onde progressive selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fenêtre (18 ; 40) est inscrite dans une section droite de l'élément de transmission (2 ; 30).

5

10

15

20

25

30

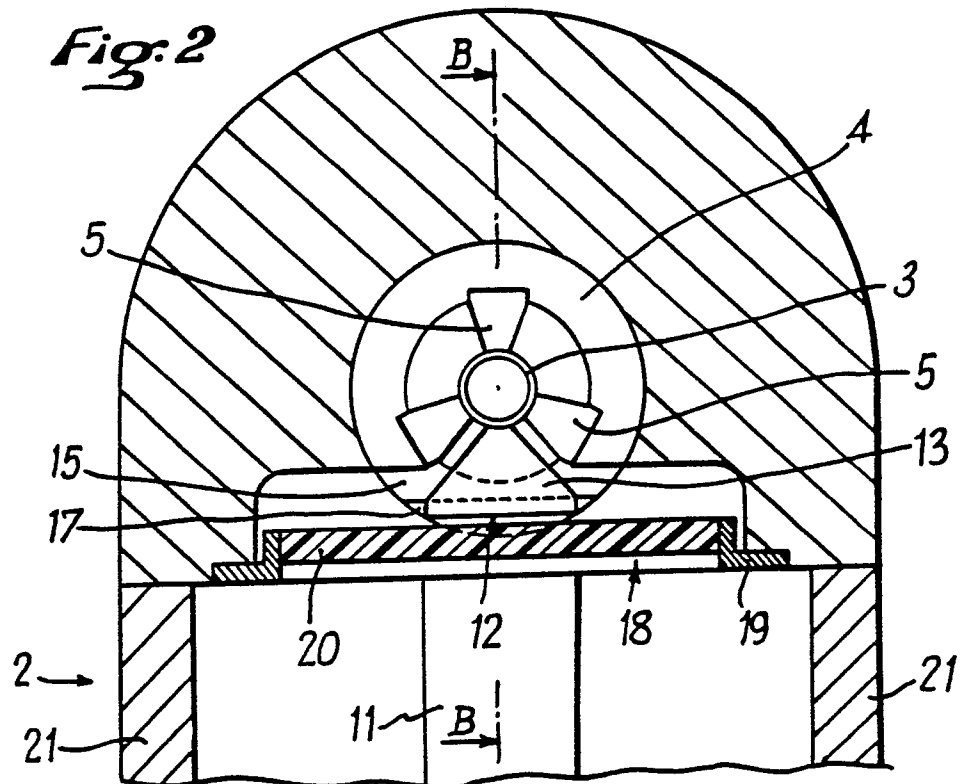
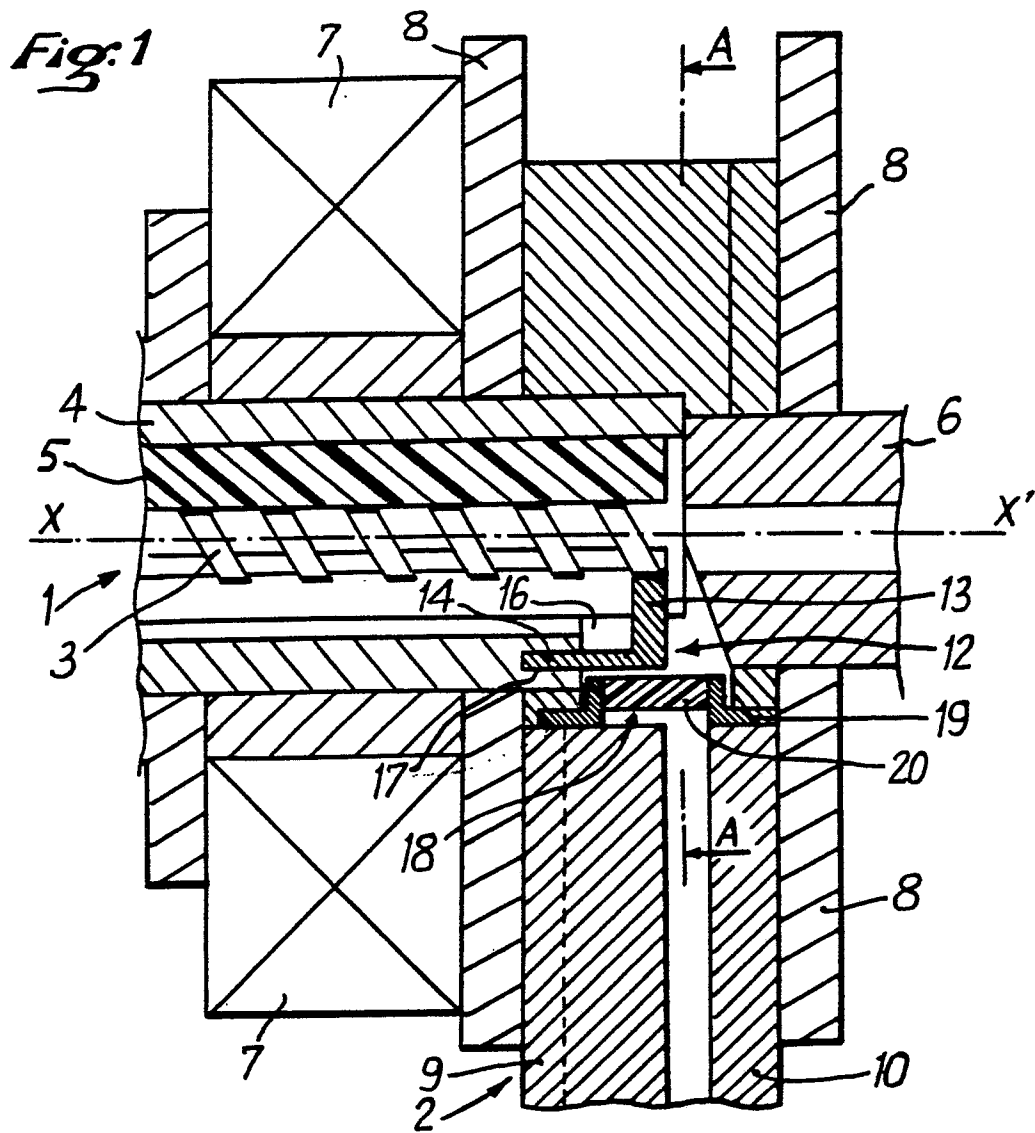
35

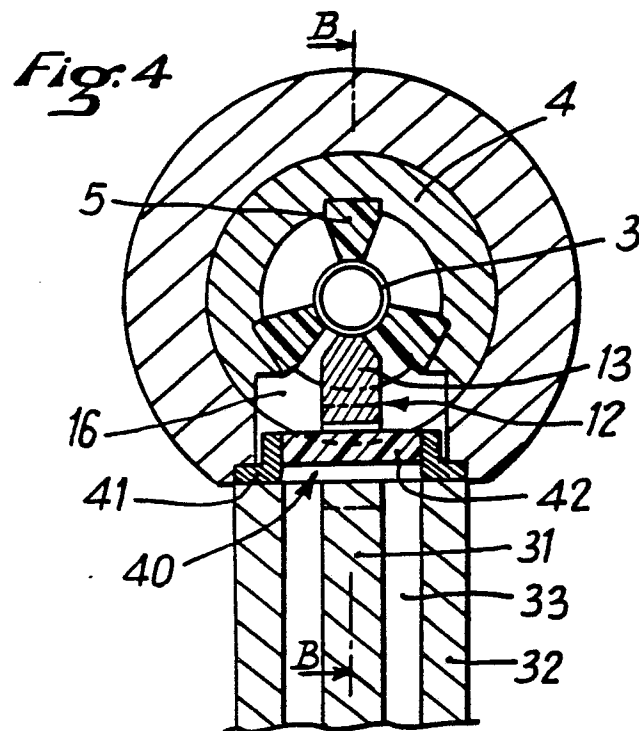
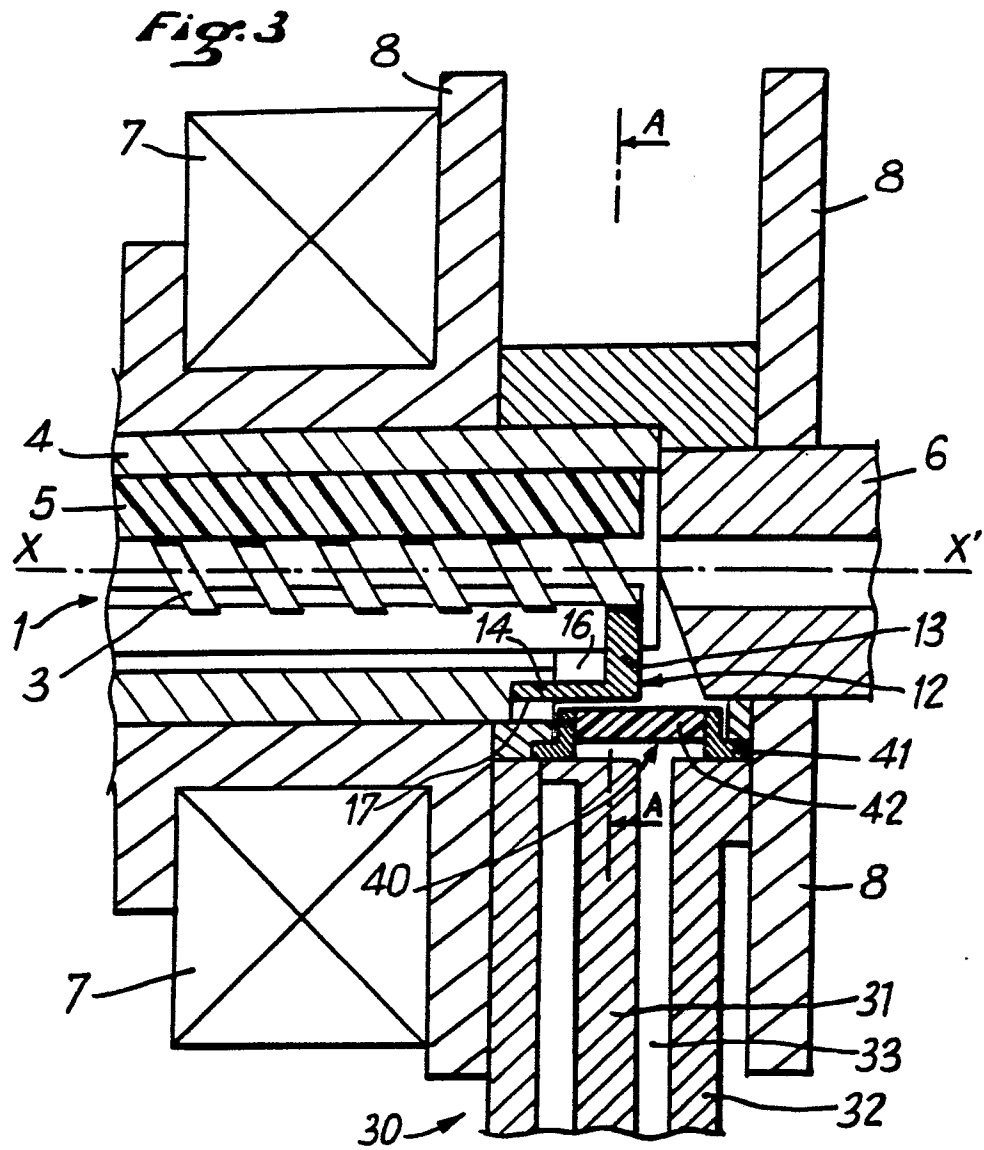
40

45

50

55







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)
X	FR-A-1 434 049 (SIEMENS) * En entier * ---	1,2	H 01 J 23/42 H 01 J 23/50
A	US-A-3 939 443 (O. BIRO et al.) * Colonne 2, lignes 63-67; colonne 3, lignes 8-12,49-55; colonne 4, lignes 4-22,30-49; figures 1a,2a,3a,4a,5a,9 * ---	1	
A	DE-B-1 064 117 (DEUTSCHE ELEKTRONIK) * Figures * ---	1,2	
A	FR-A-2 054 505 (THOMSON-CSF) * Page 2, lignes 11-25; figures * ---	1	
A	EP-A-0 274 950 (THOMSON-CSF) ---		
A	FR-A-2 485 801 (THOMSON-CSF) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H 01 J
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22-11-1989	Examineur LAUGEL R.M.L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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			