

(2)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 87402855.8

(51) Int. Cl.⁴: **H01J 23/42**, **H01P 5/08**

(22) Date de dépôt: 15.12.87

(30) Priorité: 19.12.86 FR 8617879

(43) Date de publication de la demande:
20.07.88 Bulletin 88/29

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(71) Demandeur: **THOMSON-CSF**
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cédex 08(FR)

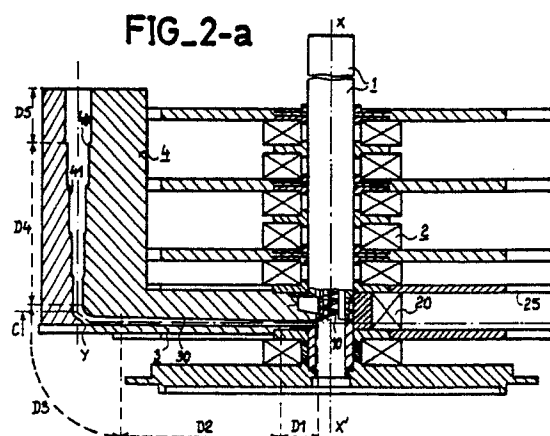
(72) Inventeur: **Kuntzmann, Jean-Claude**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris(FR)
Inventeur: **Santonja, Noel**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris(FR)

(74) Mandataire: **Courtellemont, Alain et al**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris(FR)

(54) **Dispositif de couplage à large bande entre la ligne à retard d'un tube à onde progressive et le circuit externe de transmission de l'énergie du tube, et tube à onde progressive comportant un tel dispositif.**

(57) Le dispositif de couplage entre la ligne à retard (1) d'un tube à onde progressive et son guide d'ondes (4) de sortie à deux moulures (40, 41), comporte un guide d'ondes de couplage (3) ayant une moulure unique (30) couplée d'un côté à la ligne à retard (1) et se prolongeant, de l'autre côté, par l'une (40) des deux moulures du guide de sortie. La section du guide de couplage (3) augmente progressivement, à impédance constante, de la ligne (1) vers le guide de sortie (4) tandis que ce dernier comporte un transformateur d'impédance (D4) pour assurer l'adaptation d'impédance entre sa partie en guide standard (D5) et le guide de couplage.

Application aux tubes à onde progressive de puissance.



Dispositif de couplage à large bande entre la ligne à retard d'un tube à onde progressive et le circuit externe de transmission de l'énergie du tube, et tube à onde progressive comportant un tel dispositif.

La présente invention concerne un dispositif de couplage entre d'un côté la ligne à retard d'un tube à onde progressive de puissance, dans lequel la focalisation du faisceau d'électrons est réalisée à l'aide d'aimants annulaires, permanents, alternés et de l'autre côté un circuit externe de transmission de l'énergie du tube, constitué par un guide d'ondes à double moulure ; l'invention concerne plus spécialement un dispositif comportant un petit guide d'ondes, généralement à simple moulure, de dimensions réduites de manière à ne pas excéder l'épaisseur, mesurée parallèlement à l'axe du tube, de celui des aimants permanents qu'il traverse pour assurer le couplage entre la ligne à retard située à l'intérieur du focalisateur et le guide d'ondes à double moulure situé à l'extérieur du focalisateur.

De tels dispositifs de couplage sont connus par le brevet français 2 485 801 déposé le 27 juin 1980, où le petit guide d'ondes est un guide droit qui débouche dans le guide d'ondes de sortie, avec l'une des deux moulures du guide de sortie qui constitue un prolongement de la moulure du petit guide et l'autre des deux moulures qui va en se réduisant, jusqu'à disparaître, avant d'atteindre l'extrémité du guide à double moulure couplée au petit guide. Un tel dispositif de couplage, dont un exemple de réalisation sera décrit à l'aide de la figure 1 de ce texte, présente une largeur de bande insuffisante pour certaines applications ; de plus, de par sa réalisation, il est assez encombrant.

La présente invention a pour but de réduire les inconvénients sus-mentionnés.

Ceci est obtenu en particulier en effectuant un changement d'impédance dans le guide de sortie, en mettant en court-circuit celle des deux moulures du guide de sortie qui ne constitue pas le prolongement de la moulure du petit guide et en réduisant progressivement, du guide à double moulure vers la ligne à retard, les dimensions du petit guide mais en conservant une impédance sensiblement constante. Subsidiairement, dans le but de réduire l'encombrement de l'ensemble, le petit guide est coudé afin de pouvoir disposer, par exemple, le guide de sortie à double moulure parallèlement au tube à onde progressive.

Selon l'invention, un dispositif de couplage entre la ligne à retard d'un tube à onde progressive et le circuit externe de transmission de l'énergie du tube constitué par un premier guide d'ondes ayant une première et une seconde moulure, ce dispositif comportant un second guide d'ondes couplé dans un plan de jonction au premier guide et ayant une

moulure unique reliée, à l'une de ses extrémités, à la ligne de retard et, à l'autre de ses extrémités, à la première moulure, est caractérisé en ce que la seconde moulure est en court-circuit dans le plan de jonction, en ce que le premier guide comporte un transformateur d'impédance, en ce que le second guide est à impédance sensiblement constante, et en ce que la largeur du second guide est, au moins sensiblement, égale à celle du premier guide dans le plan de jonction et se réduit en direction de la ligne à retard.

La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des figures s'y rapportant qui représentent :

- les figures 1a à 1c des coupes relatives à un dispositif de couplage selon l'art connu,
- les figures 2a et 2b des coupes relatives à un premier dispositif de couplage selon l'invention,
- les figures 3a à 3d des coupes relatives à un deuxième dispositif de couplage selon l'invention,
- les figures 4 à 6 des vues avec arrachés de parties de dispositifs de couplage selon l'invention.

Sur les différentes figures les éléments correspondants sont désignés par les mêmes repères.

Les figures 1a à 1c sont des vues en coupe d'un dispositif de couplage selon le brevet français 2 485 801.

La figure 1a montre une ligne à retard, 1, d'un tube à onde progressive ; il s'agit d'une ligne en hélice, d'axe XX', avec son hélice 10 et ses bâtonnets de centrage tels que 11. La ligne à retard 1 est disposée à l'intérieur d'un focalisateur 2 à aimants permanents annulaire, alternés tels que 20, 22 séparés par des masses polaires annulaires telles que 21, 23. Un circuit externe de transmission de l'énergie du tube, constitué par un guide rectangulaire 4 à deux moulures 40', 41', est couplé à ligne à retard 1. Le dispositif de couplage entre la ligne 1 et la guide 4 comporte un petit guide 3 qui traverse l'aimant 20 sans déborder de la largeur, mesurée parallèlement à l'axe XX', de cet aimant ; le guide 3 comporte une moulure 30' qui, d'un côté, est soudée sur l'extrémité de l'hélice 10 et, de l'autre côté, se prolonge dans la moulure 40' du guide 4. Les guides 3 et 4 sont des guides droits disposés perpendiculairement à l'axe XX' ; leurs dimensions transversales sont constantes si bien que la jonction entre ces deux guides se fait par une transition brusque dans les deux dimensions transversales des guides ; la moulure 41' du guide 4 va en se réduisant jusqu'à disparaître

complètement avant d'avoir atteint l'extrémité du guide 4 couplée au petit guide 3.

Les figures 1b et 1c sont des vues en coupe du guide 4 et du petit guide 3 selon des plans de coupe dont les traces respectives AA et BB sont indiquées sur la figure 1a.

Avec un montage comme celui des figures 1a à 1d, même en modifiant les dimensions de la moulure 30 dans sa traversée du focalisateur 2 comme il est suggéré mais non décrit dans le brevet français sus-mentionné, la largeur de bande est insuffisante dans certaines applications ; c'est pourquoi d'autres montages ont été conçus dans le but d'améliorer cette largeur de bande.

Les figures 2a et 2b montrent un dispositif de couplage selon l'invention.

La figure 2a est une vue en coupe longitudinale qui, comme la figure 1a, montre une ligne à retard, 1, d'un tube à onde progressive ; la ligne est une ligne à hélice disposée à l'intérieur d'un focalisateur 2, à aimants annulaires alternés, équipé d'ailettes de refroidissement telles que 25. Comme dans le montage selon la figure 1a, l'un des aimants, 20, du focalisateur est traversé par un petit guide d'ondes 3 muni d'une seule moulure 30 sur laquelle, d'un côté est soudée l'extrémité de l'hélice 10 de la ligne 1 ; de l'autre côté, la moulure se prolonge dans la moulure 40 d'un guide rectangulaire à deux moulures 40, 41, qui constitue le circuit externe de transmission de l'énergie du tube.

La figure 2b est une vue en coupe, selon le plan de coupe dont la trace CC est indiquée sur la figure 2a. Cette vue montre le raccordement de la moulure 30 à l'hélice 10 et son prolongement dans la moulure 40.

Le dispositif de couplage du montage selon les figures 2a, 2b diffère principalement de celui selon les figures 1a, 1b par :

- un coude dans le plan E des guides 3 et 4 c'est-à-dire dans un plan parallèle à leurs petits côtés
- une structure différente des guides 3 et 4 et de leurs moulures.

Le coude est un coude à angle droit situé à la jonction des guides 3 et 4 ; il a principalement pour rôle de permettre de disposer le guide 4 parallèlement au tube 1 afin de réduire l'encombrement du montage ; accessoirement il permet un meilleur refroidissement du tube 1, certaines de ses ailettes de refroidissement étant brasés sur le guide 4 et bénéficiant donc de sa masse pour assurer l'écoulement des calories provenant du tube 1.

La différence de structure des guides 3 et 4 et de leurs moulures par rapport au montage selon les figures 1a, 1b peut être étudiée en considérant cinq zones successives D1 à D5, dans les guides 3 et 4, dont la première D1 est celle où le petit

guide, 3, traverse l'aimant 20.

Dans la zone D1 le guide 3 traverse l'aimant 20 du focalisateur 2 ; ses dimensions et celles de sa moulure sont constantes et sont choisies de manière que son impédance caractéristique Z_1 soit assez proche de celle de l'hélice ($Z_e \approx 60$ ohms) afin d'obtenir une adaptation à très large bande : plus d'une octave.

Dans la zone D2, avant d'arriver au coude, les dimensions du guide 3 et de sa moulure 30 sont progressivement augmentées en s'arrangeant pour que l'augmentation des dimensions du guide soient compensées par celles de la moulure pour les effets sur l'impédance caractéristique du guide ; ainsi dans la zone D2 le petit guide 3 est à impédance caractéristique constante égale à Z_1 . La longueur de la zone D2 est fonction du rapport d'onde stationnaire (R.O.S) admissible dans la bande de fréquence de travail. Avec une longueur correspondant au quart de la longueur d'onde moyenne dans la bande 4,75 - 11 GHz il a été mesuré un R.O.S inférieur ou égal à 1,92 dans cette bande et, avec une longueur égale aux trois quarts de cette longueur d'onde moyenne, il a été mesuré un R.O.S. inférieur ou égal à 1,29.

Dans la zone D3, là où se trouve le coude, les dimensions continuent d'augmenter tout en conservant la même impédance caractéristique ; pour la moulure 30 l'augmentation se fait jusqu'à atteindre les dimensions de la moulure 40, pour le grand côté du petit guide 3 jusqu'à atteindre la dimension du grand côté du guide 4 et pour le petit côté du guide 3 jusqu'à une dimension qui s'avère inférieure à celle du guide 4 au point de jonction ; il y a donc transition progressive pour les moulures 30, 40 et les petits côtés et transition brusque pour les grands côtés ; la moulure 41 aboutit en court-circuit, Y, dans le plan de la jonction des guides 3 et 4. A partir de ce plan de jonction les deux moulures 40, 41 du guide 4 sont présentes et le guide 4 a des petits et des grands côtés dont les dimensions ne varieront pas. L'impédance caractéristique qui était $Z_1 = 60$ ohms avant le plan de jonction est passée à la valeur $Z_2 = 62$ ohms

Dans la zone D4 l'écartement entre les moulures 40 et 41 du guide 4 est augmenté par paliers successifs afin de réaliser un changement d'impédance progressif en augmentant l'impédance caractéristique du guide 4 jusqu'à la valeur $Z_3 = 156$ ohms dans la zone D5.

Dans la zone D5 et au delà, le guide 4 est un guide à double moulure de dimensions standard, commercialisé sous la référence WRD 475 D 24 et présentant une impédance caractéristique égale à Z_3 et une section droite de 27,68 mm X 12,85 mm. De manière classique le guide 4 est muni, dans sa partie non représentée sur la figure 2a, d'une

fenêtre étanche à large bande.

Le changement d'impédance, dans la zone D4, qui permet de baisser l'impédance caractéristique du guide à double moulure 4, avant d'atteindre le plan de jonction avec le petit guide à simple moulure 3, est nécessaire à la conservation de la bande passante du guide standard à double moulure ; ce changement peut non seulement se faire comme indiqué sur la figure 3a grâce à un transformateur à paliers successifs du type Tchebycheff mais également par un transformateur d'impédance de type linéaire, exponentiel, cosinusoïdal, parabolique.

Les figures 3a à 3d sont des vues en coupe des guides 3 et 4 d'un autre dispositif de couplage selon l'invention qui ne se distingue de celui selon les figures 2a, 2b que par le fait que les guides 3 et 4 sont dans le prolongement l'un de l'autre, c'est-à-dire ne forment pas un coude. La figure 3a est une coupe longitudinale tandis que les coupes 3b, 3c, 3d sont des coupes transversales dont les traces des plans de coupe respectifs ont été indiquées sur la figure 3a. Tout ce qui a été dit au sujet des guides 3 et 4 des figures 2a, 2b s'applique aux guides 3 et 4 des figures 3a à 3d, à l'exception du coude, comme il ressort des figures. La figure 3a est particulièrement intéressante parce qu'elle montre bien la mise en court-circuit, Y, de la moulure 41 du guide 4 dans le plan de jonction avec le petit guide 3.

Les figures 4, 5 et 6 sont des vues partielles, en perspective, montrant différentes variantes de dispositifs de couplage selon l'invention ; sur ces figures où ne sont pas représentés les focalisateurs, des arrachés permettent de voir comment sont réalisées les moulures des guides.

La figure 4 est une vue qui correspond à la réalisation selon les figures 2a, 2b, c'est-à-dire à une réalisation avec courbure dans le plan E et avec la moulure 30 du petit guide 3 qui est reliée à celle, 40, des deux moulures du guide 4 qui est la plus proche de la ligne à retard 1 ; l'extrémité en court-circuit, Y, de l'autre moulure, 41, du guide 4 apparaît bien sur la figure 4.

La figure 5 correspond à la figure 4 à la différence près que la moulure 40, qui est reliée à la moulure 30 du petit guide 3, est celle des deux moulures du guide 4 qui est la plus éloignée de la ligne à retard 1.

La figure 6 est une réalisation avec courbure dans le plan H c'est-à-dire une réalisation où le guide 4 se trouve être disposé orthogonalement par rapport à la ligne à retard 1.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples décrits, c'est ainsi en particulier que le guide 3 pourrait comporter une seconde moulure. De même quand il est nécessaire d'effectuer un coude avec les guides 3 et 4, ce coude peut ne

pas être au niveau du plan de jonction de ces guides mais quelque part dans le guide 3 ou dans le guide 4.

Revendications

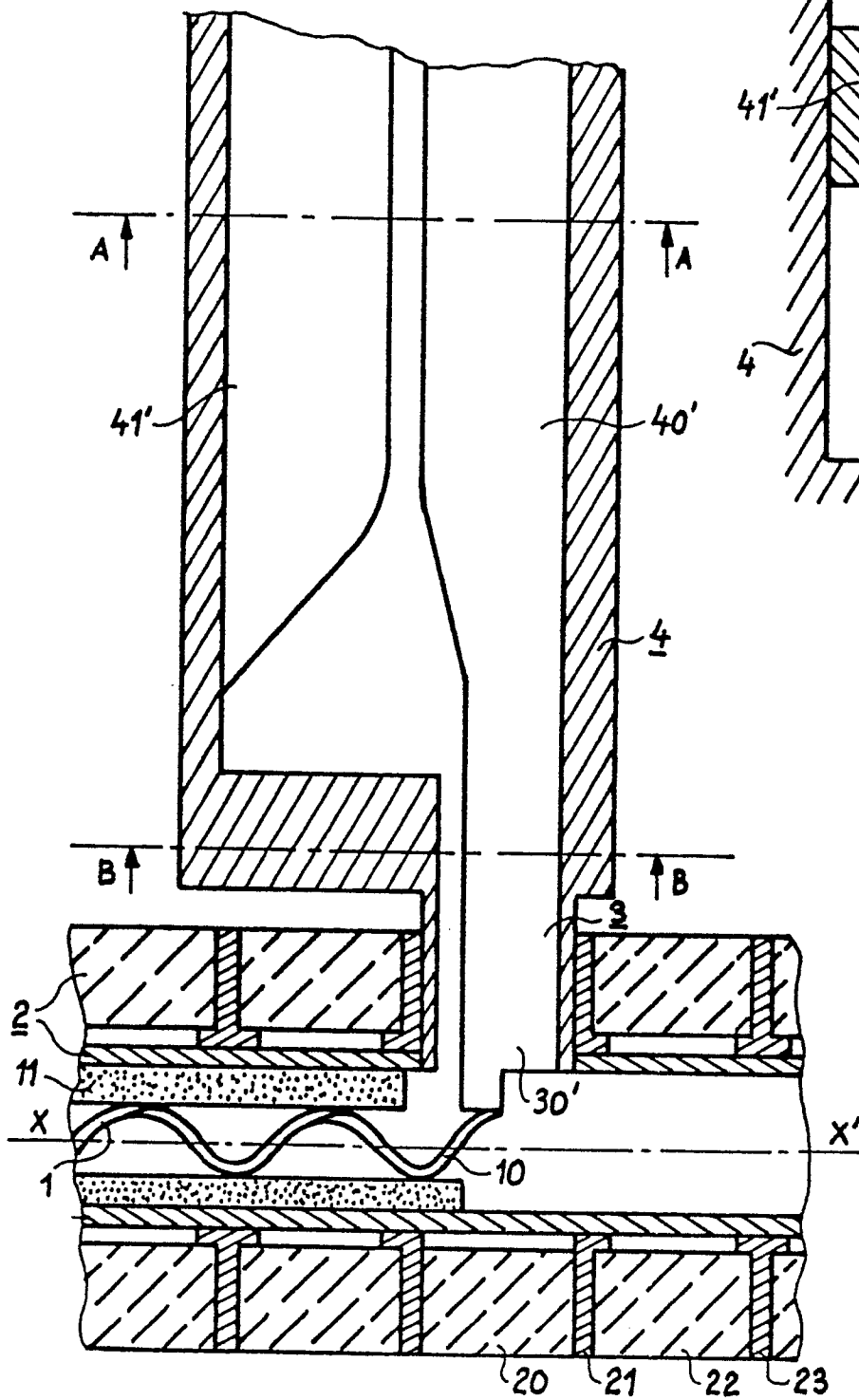
1. Dispositif de couplage entre la ligne à retard (1) d'un tube à onde progressive et le circuit externe de transmission de l'énergie du tube constitué par un premier guide d'ondes (4) ayant une première (4) et une seconde (41) moulure, ce dispositif comportant un second guide d'ondes (3) couplé dans un plan de jonction au premier guide (4) et ayant une moulure unique (30) reliée, à l'une de ses extrémités, à la ligne à retard (1) et, à l'autre de ses extrémités, à la première moulure (40), caractérisé en ce que la seconde moulure (41) est en court-circuit (Y) dans le plan de jonction, en ce que le premier guide (4) comporte un transformateur d'impédance, en ce que le second guide (3) est à impédance sensiblement constante, et en ce que la largeur du second guide est, au moins sensiblement, égale à celle du premier guide (4) dans le plan de jonction et se réduit en direction de la ligne à retard (1).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le transformateur d'impédance est réalisé par variation de l'écartement de la première (40) et de la seconde (41) moulure sur une longueur donnée à partir du plan de jonction.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ensemble constitué par les deux guides (3, 4) est coudé.

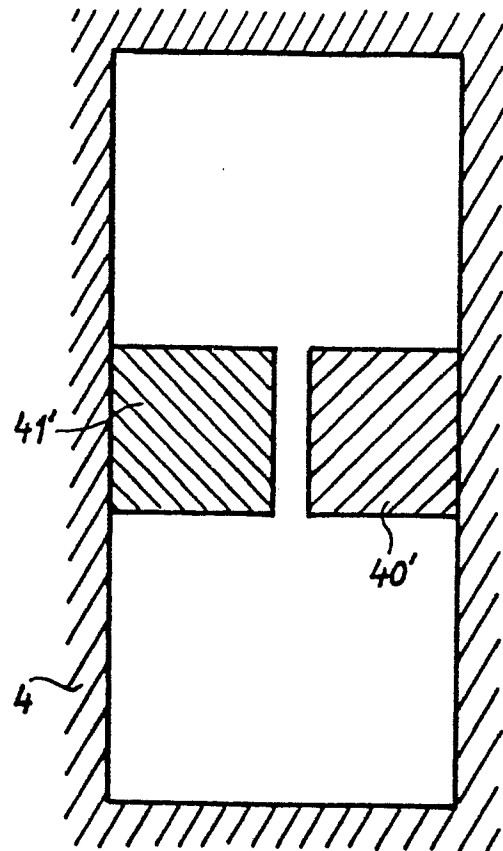
4. Tube à onde progressive, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de couplage selon l'une quelconque des revendications précédentes.

FIG_1-a

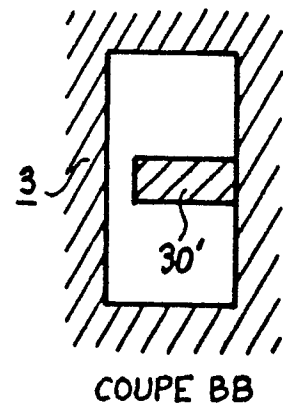


FIG_1-b

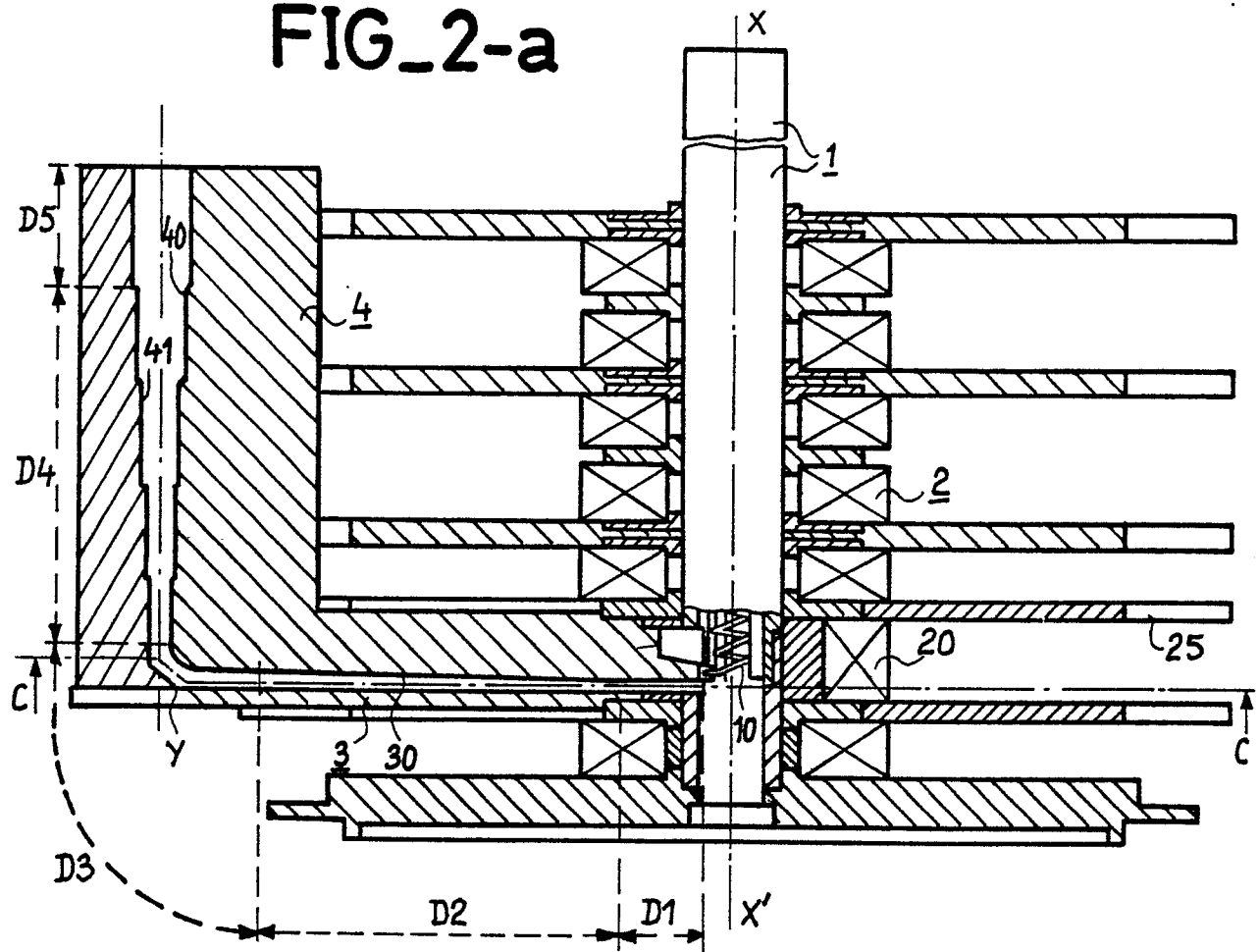
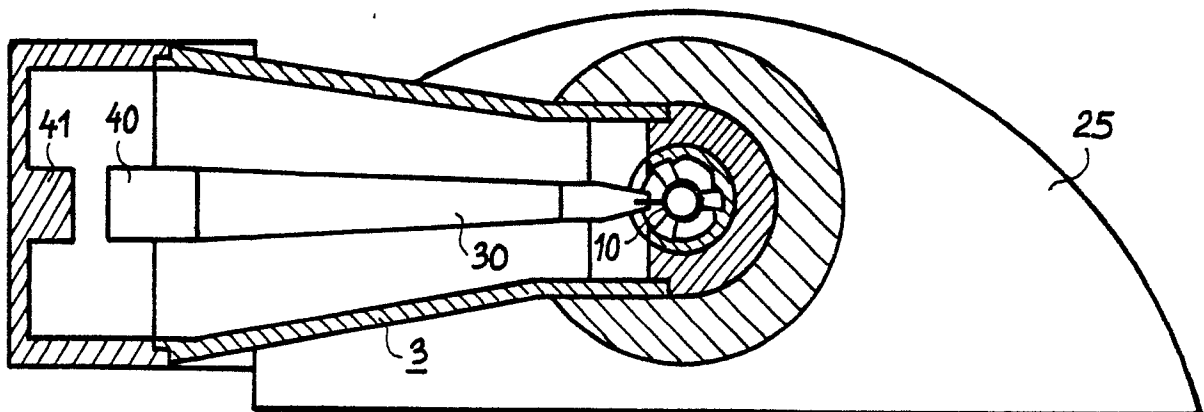
COUPE AA



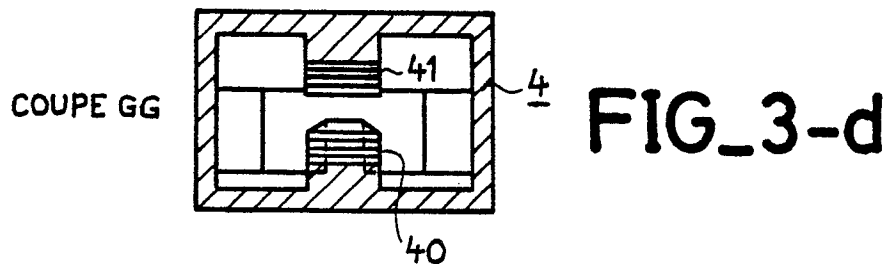
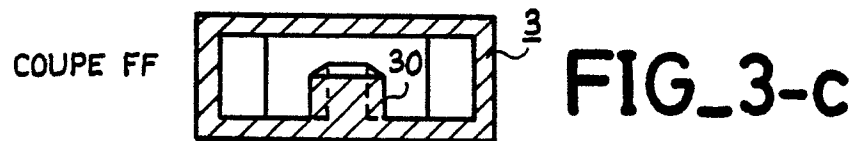
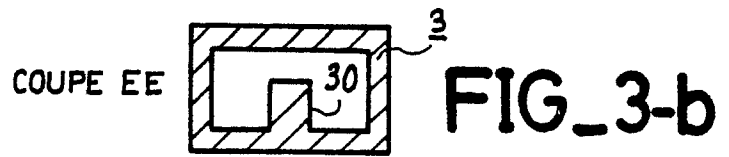
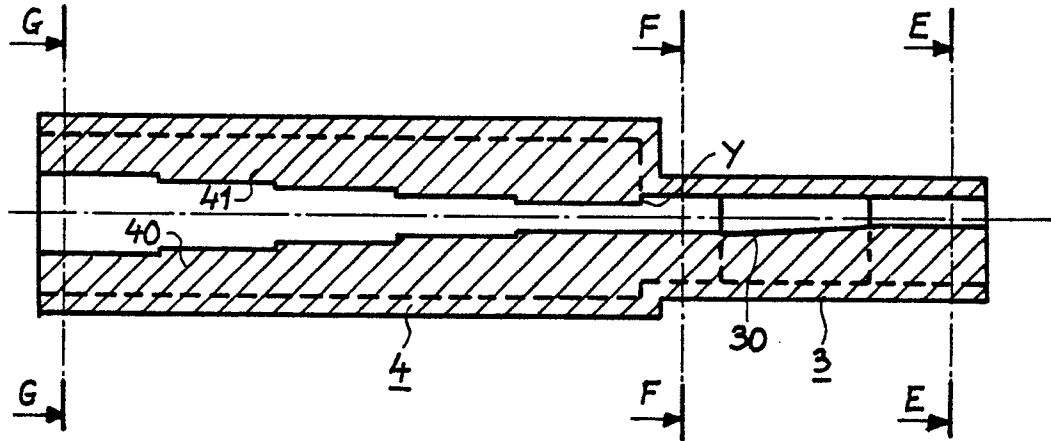
FIG_1-c



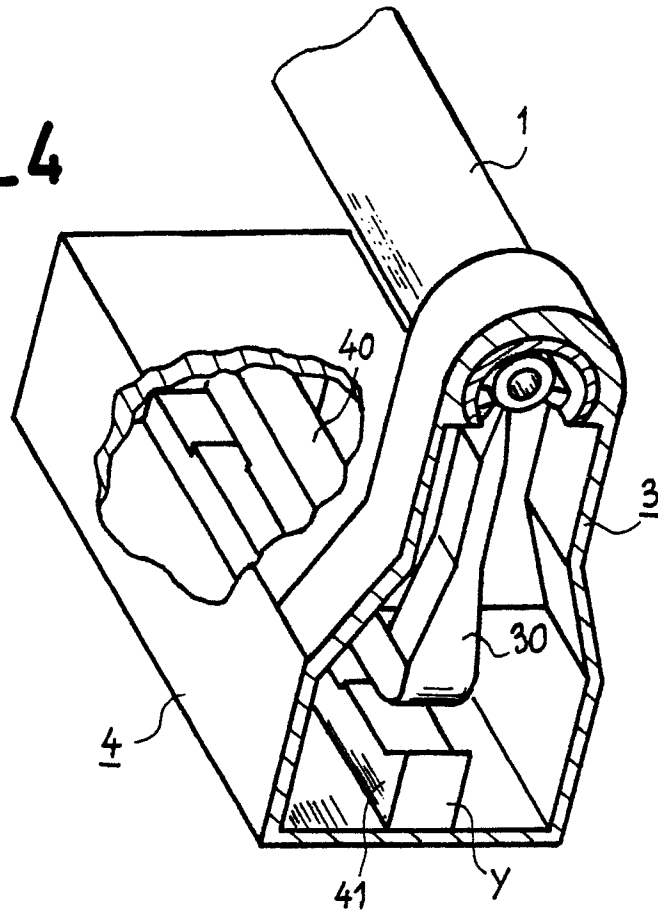
FIG_2-a

FIG_2-b
COUPE CC

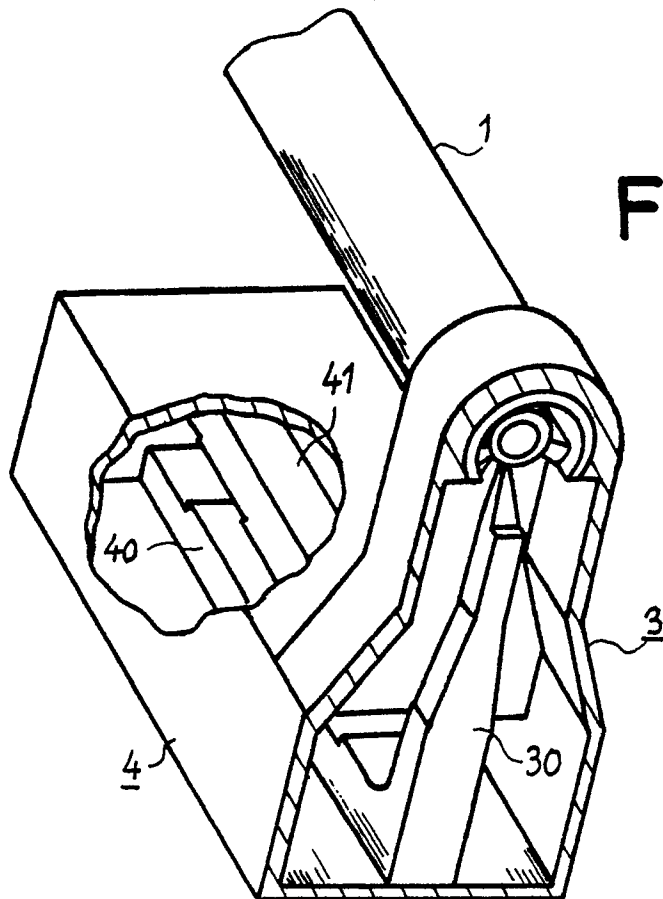
FIG_3-a



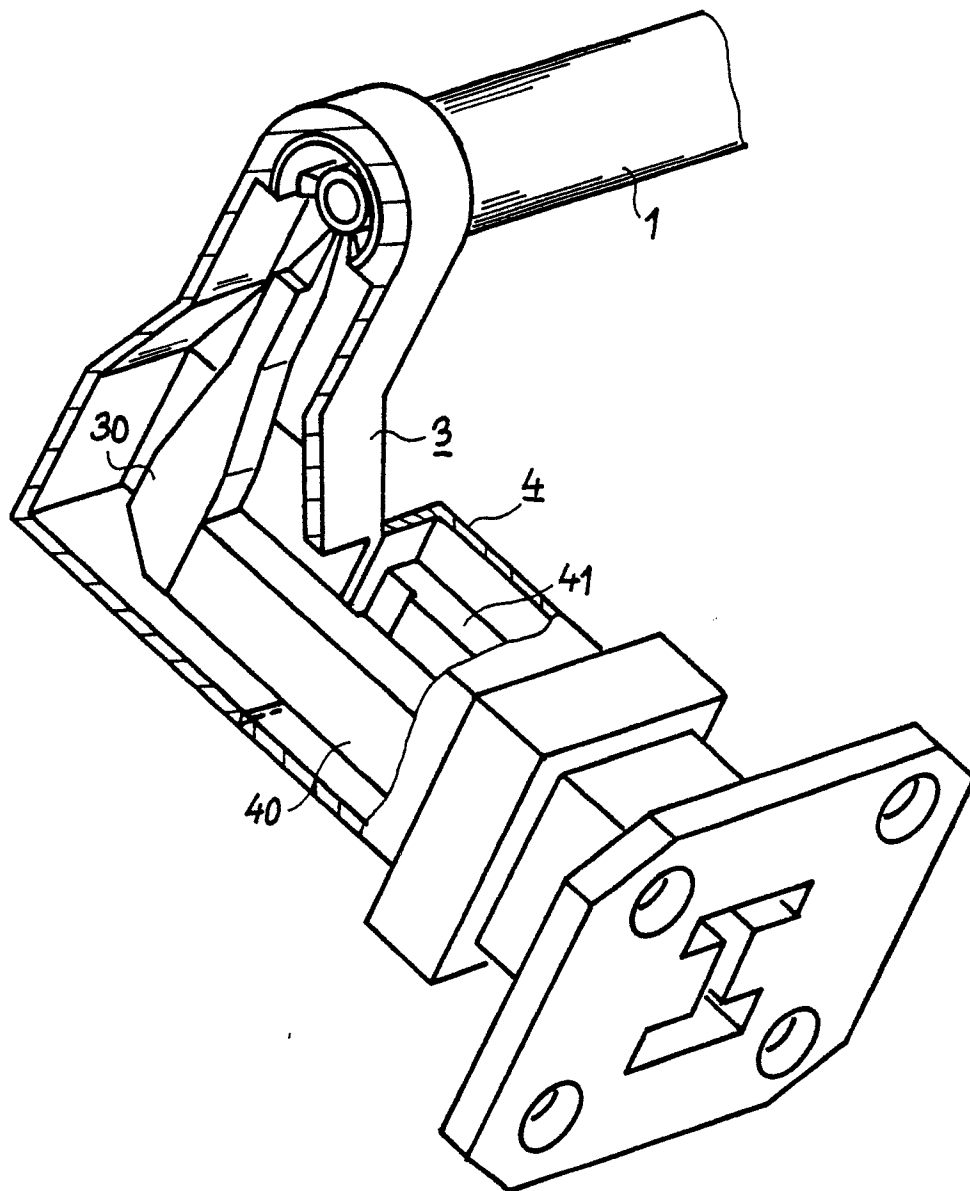
FIG_4



FIG_5



FIG_6





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 2855

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	US-A-3 188 583 (M.R. BOYD) * En entier * ---	1,4.	H 01 J 23/42 H 01 P 5/08
Y,D	FR-A-2 485 801 (THOMSON-CSF) * Page 9, ligne 10 - page 10, ligne 11; figures 6a,6b,6c * ---	1,4	
A	FR-A-2 531 575 (THOMSON-CSF) * Page 5, lignes 2-10; figures 2-4 * ---	1,2	
A	US-A-2 922 961 (S.D. ROBERTSON) * Figures * -----	1-3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 J H 01 P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 03-02-1988	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			