

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **88402568.5**

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 01 J 23/00**  
**H 01 J 23/46**

(22) Date de dépôt: **11.10.88**

(30) Priorité: **16.10.87 FR 8714297**

(43) Date de publication de la demande:  
**19.04.89 Bulletin 89/16**

(84) Etats contractants désignés: **DE FR GB IT**

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

(72) Inventeur: **Guilbert, Roland**  
**THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine**  
**F-75008 Paris (FR)**

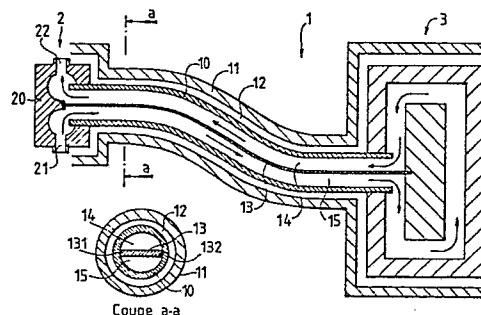
**Dhont, Bernard**  
**THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine**  
**F-75008 Paris (FR)**

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

**(54) Dispositif de refroidissement pour circuits hyperfréquence.**

(57) L'invention concerne un dispositif de refroidissement pour circuits hyperfréquence comprenant un câble coaxial transportant de l'énergie hyperfréquence de très grande puissance, ce câble étant constitué d'un conducteur central intérieur (10), creux, ayant une épaisseur et une longueur prédéterminée et un conducteur extérieur (11) à l'intérieur duquel est placé le conducteur central, le dispositif de refroidissement étant caractérisé en ce qu'il comporte une voie d'arrivée (15) et voie de retour (14) pour permettre le passage d'un fluide de refroidissement ; ces voies étant constituées par le conducteur central (10) qui comprend pour cela une lame (13) séparant ce conducteur longitudinalement en deux conduits formant chacun une des deux voies.

Application aux tubes hyperfréquences du type klystrons amplificateur de puissance.



**FIG.1**

## Description

## DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT POUR CIRCUITS HYPERFREQUENCE

L'invention concerne les dispositifs de refroidissement pour circuits hyperfréquence et plus particulièrement un dispositif de refroidissement pour des tubes hyperfréquence notamment des klystrons de grande puissance.

Il est usuel de refroidir les circuits hyperfréquence et en particulier les tubes hyperfréquence de puissance. Il est classique de refroidir diverses pièces dans les klystrons en disposant des conduites de circulation de fluide de refroidissement autour de certaines pièces. On procède en particulier au refroidissement du collecteur qui reçoit le faisceau électronique. Des circuits de refroidissement sont également prévus pour les diverses cavités et en tout cas pour la cavité de sortie au niveau de laquelle il y a le plus de chance que des électrons divergent et viennent frapper les parois de la cavité. Pour remédier à cela la cavité est enveloppée par une chemise à l'intérieur de laquelle est assurée une circulation d'un fluide de refroidissement.

Toutefois, d'une manière plus générale lorsqu'on procède au refroidissement d'une pièce, on utilise une première conduite pour l'arrivée du fluide froid provenant d'une source de fluide et une deuxième conduite distincte de la première pour le retour du fluide qui s'est réchauffé après son passage autour de la pièce chaude.

Jusqu'à présent, les puissances mises en oeuvre notamment dans les klystrons n'étaient pas suffisamment élevées au point qu'il faille prévoir un refroidissement de la partie qui correspond au couplage de sortie qui sert à transférer l'énergie hyperfréquence vers un guide d'ondes hyperfréquence. Ce couplage est principalement constitué par un câble coaxial formé d'un conducteur central creux ayant une épaisseur et une longueur prédéterminées, et d'un conducteur extérieur, le diamètre de ce conducteur étant bien évidemment supérieur au diamètre central. Le vide est établi entre ces deux conducteurs.

Aujourd'hui les puissances mises en oeuvre sont telles qu'il est nécessaire de refroidir cet élément de couplage dénommé boucle de cavité de sortie.

Un premier objet de l'invention consiste donc à réaliser un dispositif de refroidissement pour circuit hyperfréquence ayant en particulier pour avantage de ne pas augmenter l'encombrement du circuit ; ce circuit comprenant un câble coaxial muni d'un conducteur central intérieur et d'un conducteur extérieur pour transporter de l'énergie hyperfréquence de puissance ; le dispositif de refroidissement comprenant une voie d'arrivée et une voie de retour réalisées au moyen du conducteur central du câble, ce conducteur central comportant pour cela une lame, la lame étant disposée selon le sens longitudinal du conducteur de manière à former à partir de conducteurs, deux conduits constituant chacun les deux voies.

Un autre objet de l'invention consiste à réaliser un dispositif de refroidissement pour un tube hyperfré-

quence et en particulier pour un tube du type klystron amplificateur de très grande puissance, comprenant un circuit de couplage de sortie de signal hyperfréquence, lequel comporte un câble coaxial muni d'un conducteur central, intérieur, cylindrique, creux, ayant une épaisseur et une longueur prédéterminées, et un conducteur extérieur à l'intérieur duquel est placé le conducteur central, le vide étant établi dans l'espace compris entre ces deux conducteurs ; le dispositif de refroidissement étant caractérisé en ce qu'il comporte une voie d'arrivée et une voie de retour du fluide de refroidissement constituée par le conducteur central qui comporte pour cela une lame logée à l'intérieur du conducteur et qui sépare ce conducteur longitudinalement en deux conduits formant chacun l'une de ces voies.

L'invention a également pour objet un dispositif de refroidissement pour klystron dans lequel le circuit de couplage comporte un câble coaxial dont le conducteur central est cylindrique creux ; ce dispositif étant caractérisé en ce que la lame qui est logée à l'intérieur du conducteur central, a une largeur sensiblement égale au diamètre intérieur de ce conducteur de manière à être maintenue dans un plan correspondant à un plan médian du conducteur.

L'invention a également pour objet un dispositif de refroidissement pour klystron dans lequel la lame qui est placée à l'intérieur du conducteur central, est fixée à l'une des deux extrémités à une terminaison comportant une ouverture d'admission et une ouverture d'évacuation du fluide de refroidissement, cette lame étant fixée à l'autre extrémité soit à une autre lame qui est fixée à une pièce centrale placée à l'intérieur d'une cavité, la circulation du fluide s'établissant autour de la pièce centrale ; soit directement à cette pièce centrale.

L'invention a également pour objet un dispositif de refroidissement pour klystron dans lequel le circuit de couplage comporte un câble coaxial dont le conducteur central est creux et a une section de forme rectangulaire, ce dispositif étant caractérisé en ce que le conducteur central est constitué de deux parties s'étendant longitudinalement entre lesquelles est logée une lame, cette lame étant fixée à chacune de ces parties de manière à former deux conduits distincts, chacun formant l'une des voies.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit et se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1, représente le schéma de principe d'un dispositif de refroidissement selon l'invention ;

- la figure 2a, représente une coupe transversale du dispositif selon une variante d'exécution ;

- la figure 2b, représente d'une lame équipant un conducteur tel que représenté sur la figure 2a ;

- la figure 2c, représente un détail relatif à la référence 100 ;

- la figure 3, représente le schéma d'un dispositif de refroidissement pour un klystron amplificateur et plus particulièrement pour un circuit de couplage constituant une boucle de sortie de ce klystron.

Sur la figure 1, on a représenté le dispositif de refroidissement selon l'invention vu en coupe suivant un plan médian pris dans le sens longitudinal. On a également représenté une coupe a-a suivant un plan transversal. Le schéma est un schéma de principe du dispositif de refroidissement selon l'invention. Ce schéma représente donc un couplage hyperfréquence entre deux circuits hyperfréquence dont la nature dépend de l'application particulière qui est faite, et qu'il n'est pas nécessaire de préciser à partir de ce schéma de principe.

Le couplage est constitué d'un câble coaxial 1 destiné à transporter de l'énergie hyperfréquence de très grande puissance d'un circuit amont 2 vers un circuit aval 3, le câble 1 et le circuit aval 3 devant être refroidis. Le câble 1 comporte un conducteur central intérieur 10, creux, de forme rectangulaire ou cylindrique, et un conducteur extérieur 11 en principe de forme rectangulaire ou cylindrique, disposé autour du conducteur central, un espace 12 constituant un isolant électrique d'épaisseur prédéterminée séparant ces deux conducteurs. Les conducteurs 10 et 11 ont une longueur et une épaisseur qui sont prédéterminées en fonction de l'application particulière prévue, l'homme de métier déterminant ces paramètres de manière classique. Bien entendu, le conducteur intérieur 10 est maintenu en place à l'intérieur du conducteur extérieur 11 par tous moyens classiques, soit par l'utilisation de diélectrique, soit que ces conducteurs ont une structure rigide et qu'ils sont reliés à des circuits amont 2 et aval 3 ayant également une structure rigide et fixe l'un par rapport à l'autre.

Une lame 13 de faible épaisseur et de longueur légèrement supérieur à la longueur du conducteur central 10 est mise en place suivant un plan médian du conducteur de manière à diviser le conducteur central en deux conduits 14 et 15 de volume sensiblement égaux. L'un des conduits 15 ainsi formés constitue une voie d'arrivée pour le fluide de refroidissement, l'autre conduit 14 constitue une voie de sortie de ce fluide, le fluide effectuant à l'extrémité opposée des ouvertures d'admission 20 et d'évacuation 21 du fluide, une circulation dans le circuit hyperfréquence aval 3 auquel est relié le câble.

Pour un conducteur central 10 de forme cylindrique tel que représenté sur la coupe a-a, la lame 13 est de préférence glissée à l'intérieur du conducteur. A cette fin, la lame a une largeur sensiblement égale au diamètre du cylindre de manière à pouvoir glisser à l'intérieur du conducteur. Lorsque la lame est mise en place, ses bords 131, 132 sont plaqués contre la paroi intérieure de ce conducteur 10 ce qui permet le maintien de la lame en place et ce qui permet de former deux conduits distincts, la circulation du fluide se faisant en sens inverse dans les conduits. On obtient par cette disposition de la lame

à l'intérieur, une parfaite étanchéité vis-à-vis du vide qui est établi entre les deux conducteurs. On choisit une lame souple dans le cas où le conducteur présente une courbure afin que la lame puisse suivre cette courbure, le plan de la lame se trouvant perpendiculaire aux plans dans lesquels se trouvent les rayons de courbure des conducteurs.

Pour un conducteur central de section de forme rectangulaire, tel que représenté en coupe transversale sur la figure 2a, le conducteur 10 est alors constitué de deux parties 101, 102, usinées, ayant une forme d'auge, entre lesquelles est glissée la lame 13, les bords en vis-à-vis 103, 104 ; 105, 106 de chaque auge et un bord 133, 134 de la lame 10 étant brasés. Le détail de réalisation qui est repéré par la référence 100 est représenté sur la figure 2c. La largeur de la lame est sensiblement égale à la hauteur d'une section du conducteur prise selon le plan dans lequel est placée la lame. Le conducteur 10 comporte donc deux conduits 14 et 15 délimités par la lame 13.

La lame 13 est réalisée par usinage et présente la forme du conducteur de manière à avoir la même courbure dans le cas où le conducteur est courbé. Un exemple de réalisation est représenté sur la figure 2b. Cette lame 10 permet d'équiper le conducteur vu en coupe à la figure 2a et qui a une courbure telle que représentée à la figure 1. Toutefois le plan dans lequel se trouve la lame est parallèle aux plans dans lesquels se trouvent les rayons de courbures. La lame peut être métallique et rigide.

Sur la figure 3, on a représenté un exemple de réalisation particulière dans laquelle l'invention est appliquée par exemple au circuit de couplage de sortie d'un klystron amplificateur. Ce circuit permet de transmettre de l'énergie hyperfréquence d'une cavité de sortie 2 vers une fenêtre de sortie 3 reliée à un guide d'onde non représenté. Le vide est établi entre le conducteur intérieur 10 et le conducteur extérieur 11 jusqu'à la fenêtre de sortie. Les conducteurs 10 et 11 ont une structure métallique rigide.

Une première partie A de ce couplage est réalisée par un câble coaxial dont le conducteur intérieur 10 est creux et a une section de forme rectangulaire comme cela a été représenté sur la coupe transversale b-b. Une deuxième partie B de ce couplage est réalisée par un câble coaxial dont le conducteur intérieur 10 est creux et a une forme cylindrique comme cela a été représenté sur la coupe transversale c-c.

Deux des extrémités de chacun des conducteurs sont reliées par une transition T classique en soi, assurant le passage, pour le conducteur central, d'une forme parallélépipédique à une forme cylindrique.

Une lame 130 est glissée à l'intérieur de la partie B, cylindrique, du conducteur. Une autre lame 131 est glissée entre les deux auges 101 et 102 constituant le conducteur 10 de forme parallélépipédique. Classiquement, le conducteur 10 comporte une courbure avant la transition T.

Les deux bords longitudinaux de la lame 131 sont brasés respectivement aux deux bords qui se

trouvent en vis-à-vis, des deux auges de manière à lier ces bords. La lame 131 est usinée de manière à présenter la courbure désirée. L'extrémité de cette lame 131 se trouvant dans la transition T, est maintenue en position suivant un plan médian dans le conducteur 10. Cette extrémité se chevauche avec une extrémité de la lame 130 placée à l'intérieur de la partie B cylindrique formant le conducteur intérieur.

La transition T, est représentée en coupe pour mieux montrer ses détails. L'autre extrémité de la lame qui est placée dans le conducteur parallélépipédique, est fixée à un circuit d'amenée d'énergie hyperfréquence c'est-à-dire à la cavité de sortie 2 par une pièce 20 qui permet de faire la séparation entre l'admission et l'évacuation du fluide sans qu'il y ait de perturbation électromagnétique. De la même manière, l'autre extrémité de la lame qui est placée dans le conducteur cylindrique, est fixée à la fenêtre de sortie 3 pour une pièce centrale 30, cette fenêtre étant classique en soi.

Les lames 130 et 131 sont placées dans le même plan que celui de la feuille sur laquelle elles sont représentées. Ces lames sont visibles dans la partie vue en coupe c'est-à-dire dans la région de la transition. Les deux conduits 14 et 15 ne sont visibles qu'à partir des coupes transversales b-b et c-c. Le simple chevauchement des deux parties extrêmes des lames se trouvant dans la transition T suffit pour établir une continuité des conduits 14 et 15. La circulation du fluide à l'intérieur de ces conduit n'est pas perturbée par la discontinuité des lames.

La solution qui consiste à placer la lame à l'intérieur du conducteur cylindrique, ce conducteur étant de ce fait en une seule pièce, permet d'assurer sans difficulté dans cette partie de la boucle, une parfaite étanchéité vis-à-vis du vide qui est établi entre le conducteur extérieur 11 et le conducteur intérieur 10.

Il est bien entendu que l'on prend toutes les précautions nécessaires pour que le fluide ne perturbe pas le comportement électrique du conducteur central. Avantageusement on utilise un fluide isolant électrique comme par exemple, une huile, de l'eau désionisée, du dichlorodifluorométhane ou du monochlorodifluorométhane ou un gaz.

## Revendications

1. Dispositif de refroidissement pour circuits hyperfréquence comprenant un câble coaxial transportant de l'énergie hyperfréquence de très grande puissance, ce câble étant constitué d'un conducteur central intérieur (10), creux, ayant une épaisseur et une longueur prédéterminée et un conducteur extérieur (11) à l'intérieur duquel est placé le conducteur central (10), le dispositif de refroidissement étant caractérisé en ce qu'il comporte une voie d'arrivée et une voie de retour pour permettre le passage d'un fluide de refroidissement ; ces

voies étant constituées par le conducteur central (10) à l'intérieur duquel est insérée une lame séparatrice (13) non solidaire du conducteur central, cette lame ayant une largeur sensiblement égale au diamètre intérieur du conducteur central et séparant ce conducteur longitudinalement en deux conduits (14, 15) formant chacun une des deux voies.

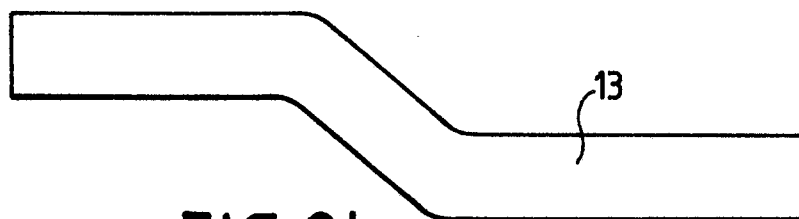
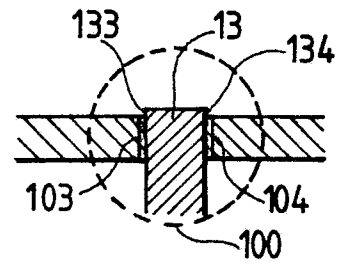
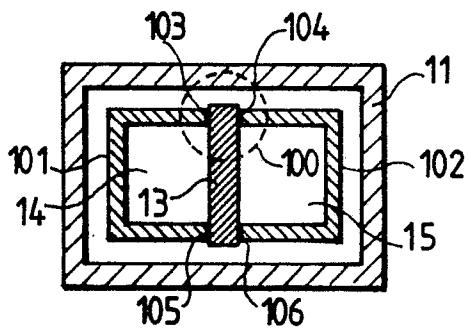
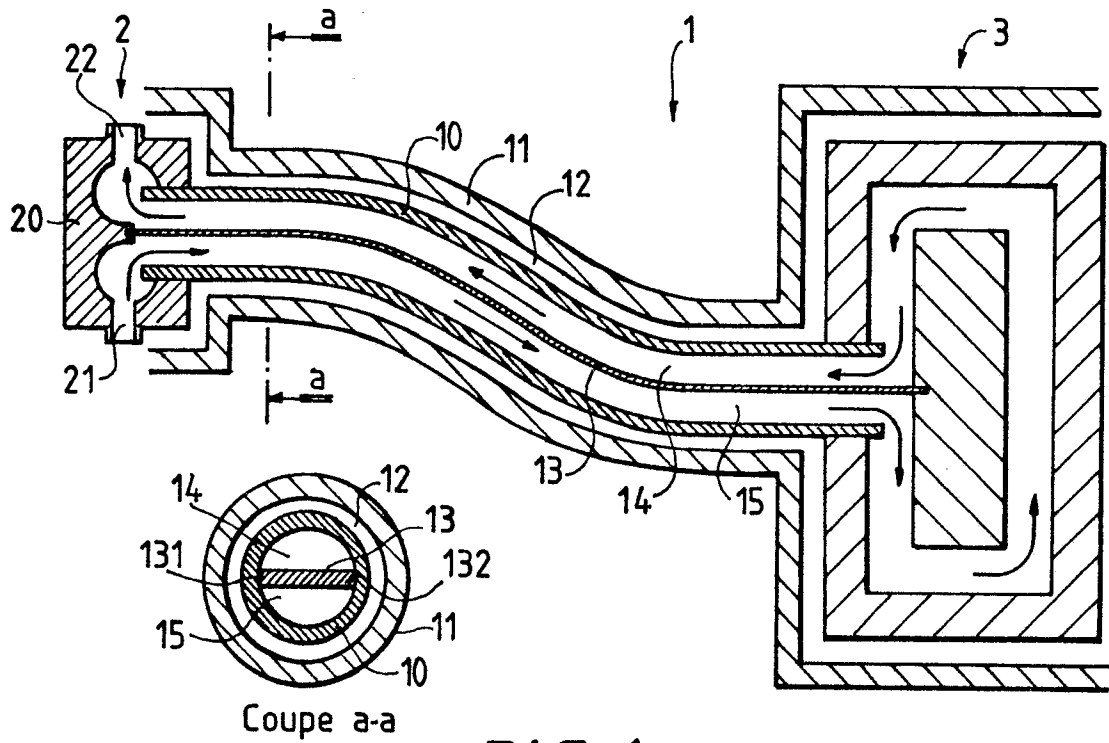
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lame (13) est métallique.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la lame (13) est souple.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le câble coaxial présente des coubures et la lame épouse les coubures du conducteur central.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la lame qui est placée à l'intérieur du conducteur central, est fixée à l'une des deux extrémités à une terminaison (20) comportant une ouverture d'admission et une ouverture d'évacuation du fluide de refroidissement, cette lame étant fixée à l'autre extrémité soit à une autre lame qui est elle-même fixée à une pièce centrale (30) placée à l'intérieur d'une cavité (3), soit directement à cette pièce centrale.

6. Procédé pour réaliser un circuit de refroidissement d'un conducteur coaxial creux servant à la transmission d'énergie hyperfréquence élevée, caractérisé en ce qu'il consiste à insérer dans le conducteur coaxial creux, par une de ses extrémités, une lame souple de largeur sensiblement égale au diamètre intérieur du conducteur coaxial, cette lame épousant les coubures du conducteur et séparant l'intérieur de celui-ci en deux demi-conduits servant respectivement à l'amenée et à l'évacuation d'un fluide de refroidissement.



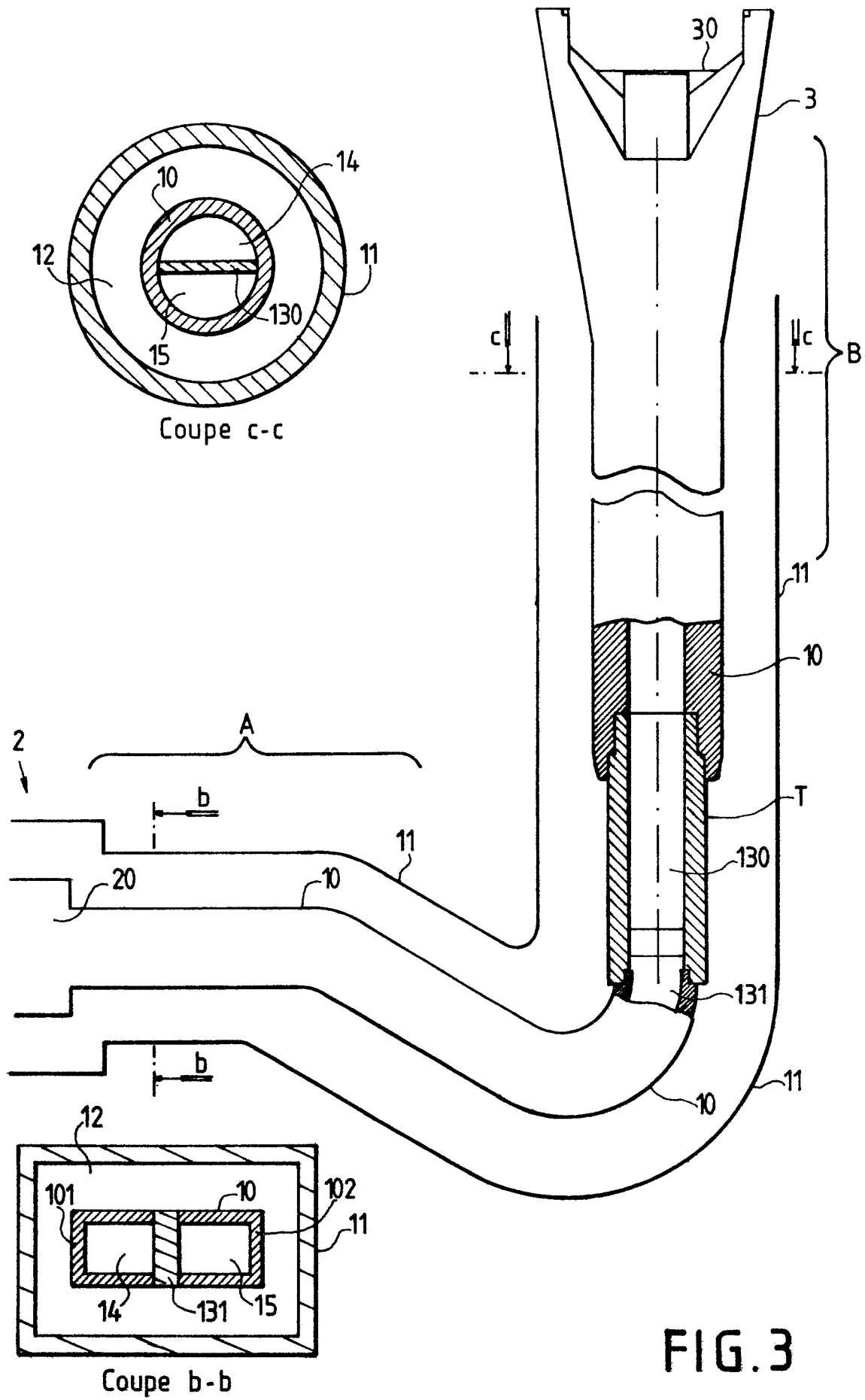


FIG.3



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 40 2568

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	FR-A-2 137 311 (THOMSON-CSF) * Page 6, lignes 26-31; figure 4 *	1-4,6	H 01 J 23/00
A	---	5	H 01 J 23/46
Y	US-A-2 963 616 (R.B. NELSON et al.) * Colonne 4, lignes 35-42; figure 3 *	1,2	
Y	FR-A-2 538 172 (THOMSON-CSF) * Page 3, ligne 30 - page 4, ligne 17; figure 1 *	1,3,4,6	
A	FR-A-1 571 633 (VARIAN ASSOCIATES) * Page 4, lignes 12-17; figures 1,2 *	1,2	
A	GB-A- 844 621 (VARIAN ASSOCIATES) * Page 4, lignes 62-71; figures 5,8,9 *	1,2	
A	EP-A-0 183 355 (K.K. TOSHIBA) * En entier *	1-5	
	-----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21-12-1988	Examineur LAUGEL R.M.L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			