

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 058 896 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

13.05.2009 Bulletin 2009/20

(51) Int Cl.:

H01P 1/16 (2006.01)**H01P 1/17** (2006.01)(21) Numéro de dépôt: **08168416.9**(22) Date de dépôt: **05.11.2008**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Etats d'extension désignés:

AL BA MK RS(30) Priorité: **09.11.2007 FR 0707856**(71) Demandeur: **Thales****92200 Neuilly-sur-Seine (FR)**

(72) Inventeurs:

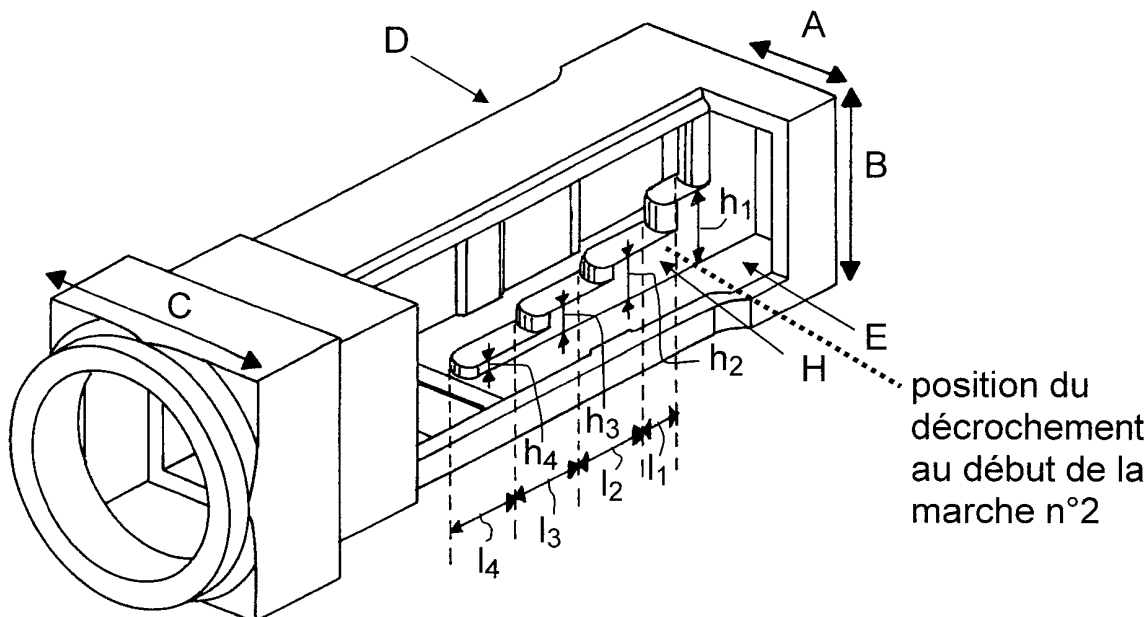
- **BOUTIGNY, Pierre-Henri**
77000, MELUN (FR)

• **BOIVIN, Pascal****78220, VIROFLAY (FR)**• **LEFEVRE, Alain****53000, LAVAL (FR)**(74) Mandataire: **Dudouit, Isabelle****Marks & Clerk France****Conseils en Propriété Industrielle****Immeuble " Visium "****22, avenue Aristide Briand****94117 Arcueil Cedex (FR)**(54) **Procédé de fabrication d'une source hyperfréquence monobloc électroformée à lame épaisse**

(57) Source hyperfréquence et polariseur **caracté-**
risée en ce qu'elle est formée d'un monobloc électro-
formé comportant un septum ou lame épais, d'épaisseur

supérieure à 1 mm.

Application pour des fréquences comprises dans la
bande de fréquence 7.25 GHz et 8.4 GHz

**FIG.5****EP 2 058 896 A1**

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé pour fabriquer une source hyperfréquence monobloc par électroformage et polariseur à lame épaisse plus connue sous le terme septum épais.

[0002] Elle trouve son application dans le domaine utilisant des ensembles sources/antennes hyperfréquences. Elle peut être mise en oeuvre pour des applications satellites de communication.

[0003] Les antennes de télécommunications spatiales, à polarisation circulaire, utilisent souvent des structures en guide d'onde lorsqu'un critère sévère de pureté de polarisation est spécifié. Parmi celles-ci, le système de polarisation à quatre accès alimentés en quadrature, le polariseur à Septum et le té orthomode couplé à un polariseur à vis demeurent les plus utilisées. Cependant la taille et la masse de ces systèmes défavorisent leur emploi dans certaines applications et en particulier dans les bandes basses des fréquences de télécommunications (bandes L, S, C).

[0004] L'intermodulation au niveau des antennes est un problème connu des constructeurs de satellites de communications depuis de nombreuses années. Ce problème existe aussi dans le cas des antennes GSM (abrégié anglo-saxon de Global system for Mobile).

[0005] Dans le cas des stations satellites terrestres, l'emploi de certaines bandes en mode multiporteuses impose de résoudre des problèmes techniques liés aux contacts métalliques apparaissant lors de la réalisation de l'antenne et de la source. Parmi les problèmes techniques, il existe les réglages par vis/plongeurs, les interfaces de type bride, les pièces rapportées. Il est connu de l'art antérieur que l'une des meilleures approches est de réaliser un minimum de pièces et d'utiliser une technologie d'électroformage pour la construction des sources hyperfréquences. Une des contraintes à respecter est alors que la conception électrique de la source hyperfréquence soit adaptée pour permettre sa réalisation dans ce procédé particulier.

[0006] Un autre inconvénient rencontré dans le domaine des structures microondes est qu'elles conduisent à des tailles de dispositif relativement importantes. Ainsi, une solution donnée dans le brevet est de fabriquer un ensemble formé d'une antenne et d'un ensemble de cornets communément appelé en anglo-saxon « horn ».

[0007] Le brevet US 6 861 997 décrit un polariseur destiné à être utilisé dans des antennes associées à des guides d'ondes. L'idée mise en oeuvre dans ce brevet consiste à utiliser deux guides d'ondes ayant une paroi commune. La forme de la paroi centrale est constituée de plusieurs dents dont la forme et les dimensions permettent au septum de transformer la polarisation linéaire d'une onde en une polarisation circulaire et réciproquement.

[0008] Toutefois, les dispositifs de l'art antérieur consistent généralement à relier 2 guides rectangulaires pour former un unique guide à section carrée par l'intermédiaire d'une lame généralement découpée en échelons. Ce procédé fonctionne bien si la lame est très fine, comme par exemple dans le brevet US 5 305 001, pour lequel la lame a une épaisseur de l'ordre de 0.76 mm.

[0009] La figure 1 représente un synoptique d'une station de communication par satellite en polarisation circulaire bande X. Le signal émission passe à travers un amplificateur d'émission 1, puis dans un filtre d'émission 2 avant l'orthomode polariseur 3 ayant pour fonction de transformer la polarisation initiale, par exemple, une polarisation linéaire en une polarisation circulaire, puis est émis par l'intermédiaire du cornet 4 de l'antenne à réflecteurs. Le signal est ensuite reçu par l'antenne avant de passer par l'orthomode polariseur 3, puis par un filtre de réception 5 et un amplificateur faible bruit 6. La pratique montre que le filtrage est nécessaire mais pas suffisant pour éliminer les problèmes d'intermodulation rencontrés dans le domaine des hyperfréquences. En effet, d'autres non linéarités sont présentes le long de la chaîne. Elles proviennent notamment de tous les contacts entre métaux introduits par l'assemblage de la source au foyer de l'antenne. Ces contacts sont par exemple, les brides des guides de raccord, les plongeurs à vis de réglage des filtres.

[0010] Lorsque le plan de fréquences utilisé dans un système de communication par satellite comprend des fréquences de réception et d'émission très proches, par exemple l'intervalle 7.25-7.75 GHz pour la réception et l'intervalle 7.9-8.4 GHz en émission, par exemple lorsqu'une station émet plusieurs porteuses (à partir de 2 porteuses, par exemple), il peut y avoir des fréquences supplémentaires générées. Pour des fréquences comprises entre 8.0 GHz et 8.4 GHz, toute non linéarité du système de transmission va créer des fréquences supplémentaires dont les plus puissantes sont 7.6 et 8.8 GHz. La fréquence 7.6 GHz est localisée dans la bande de réception, ce qui va conduire à être particulièrement exigeant sur la qualité de linéarité du système afin de ne pas engendrer d'auto-brouillage.

[0011] Les logiciels connus de l'Homme du métier, par exemple, le logiciel ayant comme marque déposée MICIAN pour microwavewizard permettent de synthétiser et de simuler différentes structures.

[0012] A la connaissance du Demandeur, les performances obtenues par les dispositifs selon l'art antérieur ne permettent toutefois pas de tenir les performances souhaitées tout en augmentant l'épaisseur de la lame au-delà de 2 mm.

[0013] L'idée de l'invention repose sur une nouvelle approche qui consiste à réaliser l'ensemble des fonctions hyperfréquence sous la forme d'une seule pièce. La source hyperfréquence est une source monobloc. De fait, les phénomènes de non-linéarité sont inexistantes ou négligeables.

[0014] L'invention concerne une source hyperfréquence et polariseur caractérisée en ce qu'elle est formée d'un monobloc électroformé comportant un septum ou lame épais, d'épaisseur supérieure à 1 mm.

[0015] La source comporte au moins les éléments suivants : un cornet, un orthomode/polariseur un filtre passe bande émission, un filtre stop bande émission, un filtre passe bande réception, un filtre stop bande réception.

[0016] La lame ou septum comprend, par exemple, un nombre de marches et un élargissement D au niveau des guides d'accès, ledit élargissement étant disposé dans une position intermédiaire le long de la lame.

[0017] L'invention concerne aussi un procédé pour fabriquer une source hyperfréquence à polariseur à lame épaisse caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

- utiliser un procédé d'électroformage,
- fixer la côte C du guide de sortie afin que seul un mode fondamental choisi, du guide de la cote C soit dans la bande passante utile de la source hyperfréquence,
- fixer la cote A correspondant sensiblement à la moitié de la largeur du guide d'onde pris dans sa partie élargie au moyen d'un décrochement D et B la hauteur du guide d'ondes afin que le guide de section ($2 \cdot A + H$, B) ne propage que le mode fondamental dans la bande passante,
- fixer une côte arbitraire pour le décrochement D,
- déterminer la hauteur et/ou la longueur des marches de la lame épaisse, afin d'obtenir des performances de la source hyperfréquence fixées par une application donnée,
- modifier la côte D et réitérer les étapes précédentes afin d'optimiser le résultat des performances.

[0018] Le mode utilisé est par exemple le mode TE₁₀.

[0019] La bande de fréquence choisie est la bande de fréquence 7.25 GHz et 8.4 GHz.

[0020] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description d'un exemple de réalisation donné à titre illustratif et nullement limitatif annexé des figures qui représentent :

- La figure 1, un synoptique d'une station de communication par satellite en polarisation circulaire,
- La figure 2, un schéma rappelant brièvement le procédé par électroformage,
- La figure 3, un exemple de lame ou septum selon l'art antérieur,
- La figure 4, un schéma d'une source monobloc selon l'invention,
- La figure 5, un détail du polariseur à lame épaisse selon l'invention.

[0021] La figure 2 est un rappel sur le procédé d'électroformage. Ce procédé consiste à déposer un métal par exemple du cuivre, par électrolyse sur un mandrin en aluminium. A l'issue de ce dépôt, le mandrin est dissout et une pièce creuse en cuivre de type « guide d'onde » est obtenue. Certaines caractéristiques du procédé imposent de respecter des règles géométriques, tel que, le rapport entre la largeur d'un creux et sa profondeur. Sur la figure 2, la pièce 10 est une pièce en aluminium sur laquelle est réalisé un dépôt de cuivre 11 d'épaisseur e. La largeur l minimum du creux est imposée suivant la profondeur p.

[0022] Sur la figure 3 est rappelée la lame très mince décrite dans le brevet US 5 305 001 dans lequel la source est formée de deux cavités rectangulaires 20, 21 et d'une lame 22 très mince ou « septum » dont l'épaisseur est de l'ordre de 0.7 mm.

[0023] La figure 4 représente une source bande X monobloc selon l'invention, la taille de l'objet étant approximativement de 1 m. La source monobloc comprend les fonctions suivantes :

- cornet 30
- orthomode/polariseur 31
- filtre passe bande émission 32
- filtre stop bande émission 33
- filtre passe bande réception 34
- filtre stop bande réception 35.

[0024] L'ensemble de la structure monobloc selon l'invention est conçu de façon telle qu'il n'y ait pas d'angle vif de petites tailles, mais aussi que les marches de la lame soient arrondies comme il est représenté à la figure 5. Ceci permet d'éviter ces angles vifs et de petite taille qui sont mal reproduits par le procédé d'électroformage notamment sur cette pièce dont la géométrie doit être très précise.

[0025] Le procédé selon l'invention comprend par exemple les étapes suivantes :

[0026] Un élargissement des guides d'accès est créé dans une position intermédiaire le long de la lame, représenté par le décrochement D sur la figure 5. Cet élargissement ou décrochement a notamment pour fonction de compenser l'épaisseur de la lame épaisse obtenue en final. La lame épaisse ou septum est au moins de 1 mm par exemple.

[0027] Selon un exemple de réalisation, en référant les différents côtés par rapport à la longueur d'onde utilisée, l'orthomode polariseur selon l'invention présente par exemple les caractéristiques suivantes :

EP 2 058 896 A1

A	$\sim \lambda/4$	11.5mm
B	$\sim \lambda/2$	23.5
C	$\sim 3\lambda/4$	32mm
H	cote de la lame ou septum	5mm
D	$(2A+H -B)/2$	2.25mm
I1	$\sim \lambda/6$	8mm (arrondi)
I2	$\sim \lambda/3$	15mm (arrondi)
I3	$\sim \lambda/3$	15mm (arrondi)
I4	$\sim \lambda/3$	15mm (arrondi)
h1	$\sim \lambda/4$	12mm (arrondi)
h2	$\sim h1/2$	6mm (arrondi)
h3	$\sim h2/2$	3mm (arrondi)
h4	$\sim h3/2$	1.5mm (arrondi)

[0028] Avec A correspondant à moitié de la largeur du guide d'onde pris dans sa partie élargie,

B la hauteur du guide d'ondes,

C la largeur du guide d'onde en entrée sortie de l'onde,

H la largeur de la lame,

D le décrochement choisi pour compenser l'épaisseur de la lame, I1, I2, I3, I4 la longueur des 4 marches de la lame épaisse,

h1, h2, h3, h4 la hauteur correspondante des 4 marches, la hauteur étant mesurée par rapport à une référence correspondant à la paroi interne du guide d'onde en contact avec les marches.

[0029] A partir de données fixées au démarrage, le procédé comprend ensuite les étapes suivantes :

○ Fixer la cote C du guide de sortie pour que seul le mode fondamental TE₁₀ du guide de coté C soit dans la bande passante utile de la source hyperfréquence, par exemple en bande X (7.25-8.4GHz),

○ Fixer les cotes A et B pour que le guide de section (2*A + H, B) ne propage que le mode fondamental TE₁₀ dans la bande passante de la source hyperfréquence,

○ Fixer une cote D arbitraire,

○ Optimiser la hauteur et la longueur des marches de la lame pour obtenir les performances voulues qui dépendent de l'application et sont, par exemple, : le TOS de chaque entrée, l'isolation entre entrée 1 et entrée 2, le rapport axial de l'onde en sortie de C et pour chaque entrée 1 ou 2,

○ Modifier la cote D et réitérer les étapes précitées.

En suivant ces étapes, le procédé selon l'invention permet d'obtenir une source hyperfréquence monobloc électroformée à polariseur à lame épaisse.

[0030] Les performances électriques étant liées à l'absence de discontinuités (séparation ou zones de contact entre métaux différents) sur l'ensemble de la surface des sources, le procédé de réalisation du mandrin est choisi de façon que :

a) La source hyperfréquence à réaliser est décomposée en différents éléments.

b) Chaque élément est réalisé en négatif (un guide d'onde creux devient une pièce pleine) dans un type défini d'aluminium par un procédé mécanique qui peut être soit de l'usinage soit de la découpe au fil. Ces éléments sont appelés mandrins.

c) Les différents mandrins sont assemblés par un procédé de tenon-mortaise de sorte que toutes les parties métalliques d'interconnexion soient étroitement en contact afin de garantir une bonne continuité électrique de l'ensemble mécanique, continuité nécessaire au procédé d'électroformage.

d) Par électrolyse, un dépôt de cuivre d'environ 3mm d'épaisseur est créé sur cet assemblage.

e) L'ensemble des mandrins en aluminium est finalement dissous dans une solution alcaline, la partie en cuivre étant inerte vis-à-vis de cette solution.

f) La source hyperfréquence monobloc en cuivre est ainsi obtenue après nettoyage des oxydes de cuivre résiduels.

Revendications

1. - Procédé pour fabriquer une source hyperfréquence monobloc à polariseur à lame épaisse **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins les étapes suivantes :

- utiliser un procédé d'électroformage pour former la source et l'orthopolariseur à lame épaisse comprenant un guide d'onde,
- ladite lame épaisse étant constituée d'au moins quatre marches de largeur l_1 , l_2 , l_3 et l_4 et de hauteur respectivement h_1 , h_2 , h_3 et h_4 , ladite lame ayant une largeur H , D étant un décrochement choisi pour compenser l'épaisseur de ladite lame,
- ledit guide d'onde ayant une cote C correspondant à la sortie du guide d'onde, une cote A correspondant sensiblement à la moitié de la largeur du guide d'onde pris dans sa partie élargie, une cote B correspondant à la hauteur dudit guide d'onde,
- fixer la cote C du guide de sortie afin que seul un mode fondamental choisi, du guide de la cote C soit dans la bande passante utile de la source hyperfréquence,
- fixer la cote A au moyen d'un décrochement D et B la hauteur du guide d'ondes afin que le guide de section $(2 \cdot A + H, B)$ ne propage que le mode fondamental dans la bande passante,
- fixer une cote arbitraire pour le décrochement D ,
- déterminer la hauteur et/ou la longueur des marches de la lame épaisse, afin d'obtenir des performances de la source hyperfréquence fixées par une application donnée,
- modifier la cote D et répéter les étapes précédentes afin d'optimiser le résultat des performances.

2. - Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape d'électroformage comprend au moins les étapes suivantes :

- Chaque élément de la source hyperfréquence est réalisé en négatif, ces éléments sont appelés mandrins,
- Les différents mandrins sont assemblés par un procédé de tenon-mortaise de sorte que toutes les parties métalliques d'interconnexion soient étroitement en contact afin de garantir une bonne continuité électrique de l'ensemble mécanique,
- Par électrolyse, un dépôt de cuivre d'environ 3mm d'épaisseur est créé sur cet assemblage,
- L'ensemble des mandrins en aluminium est finalement dissous dans une solution alcaline, la partie en cuivre étant inerte vis-à-vis de cette solution afin d'obtenir la source hyperfréquence monobloc en cuivre.

3. - Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** utilise le mode TE₁₀.

4. - Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la bande de fréquence choisie est la bande de fréquence 7.25 GHz et 8.4 GHz.

5. - Source hyperfréquence et polariseur monobloc électroformé comportant un septum ou lame épaisse **caractérisé en ce qu'elle** est obtenue en exécutant les étapes du procédé selon l'une des revendications 1 à 4.

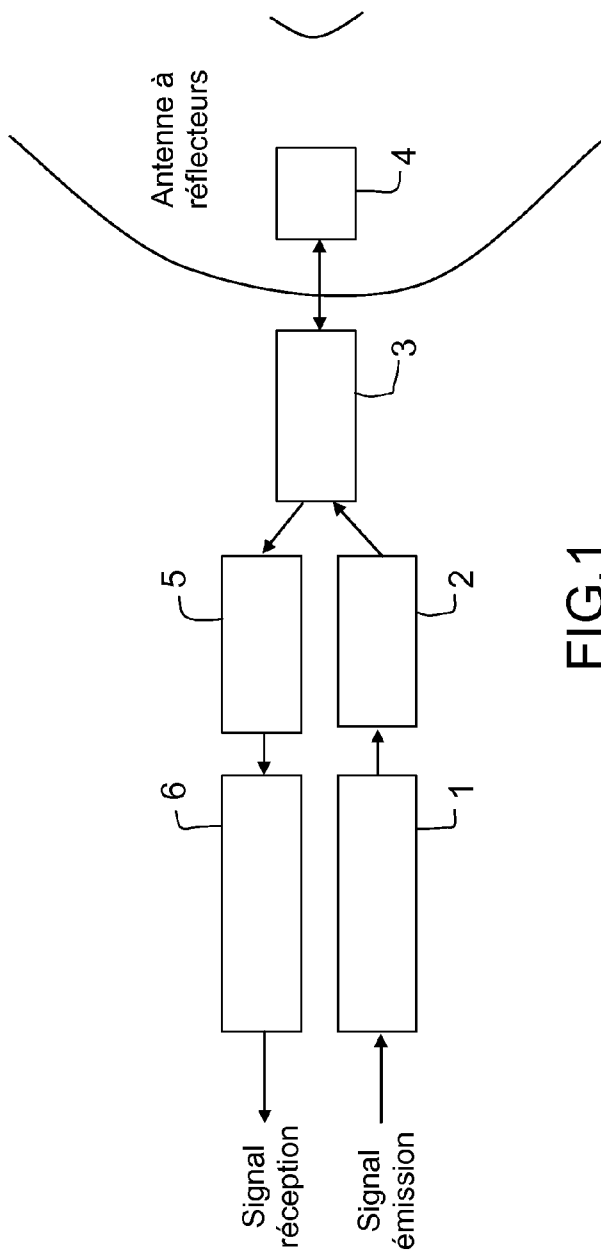


FIG.1

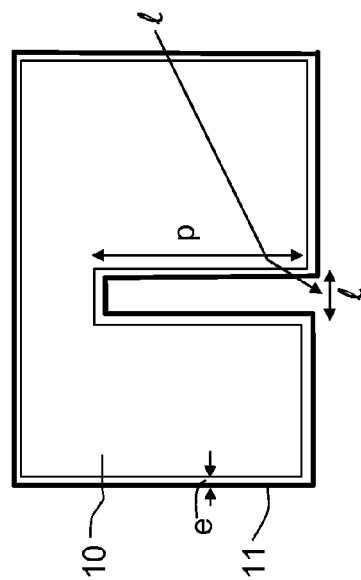


FIG.2

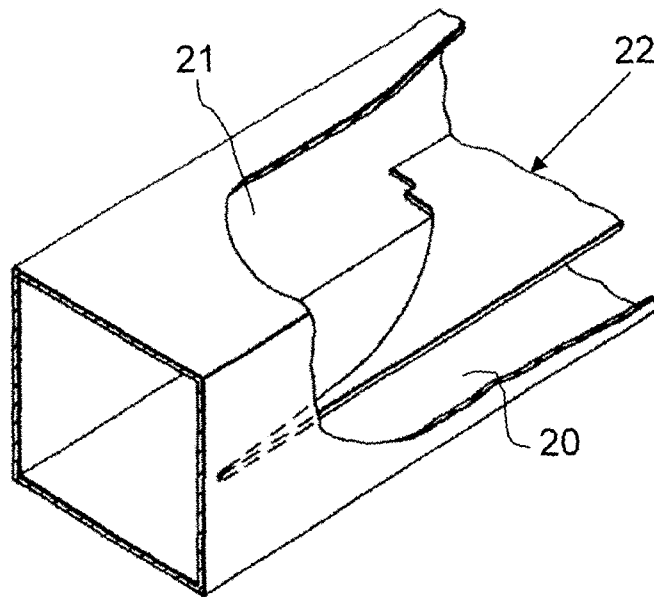


FIG.3

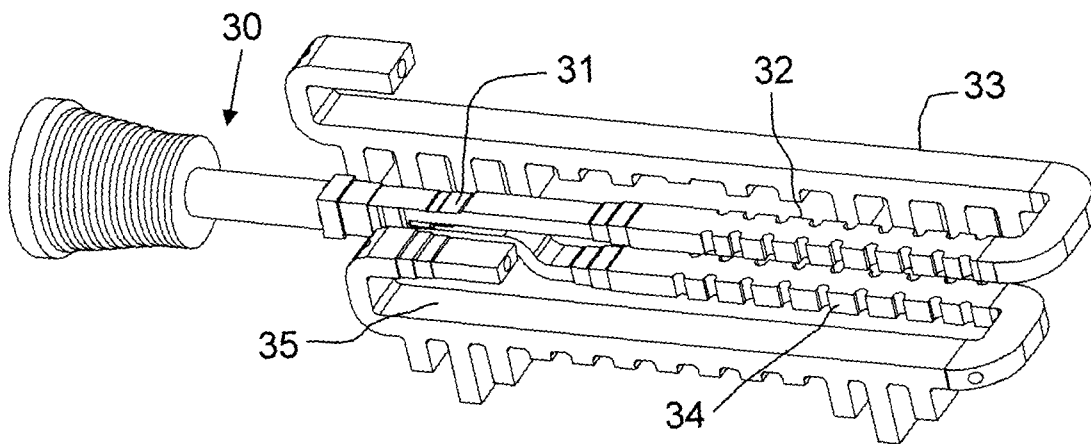


FIG.4

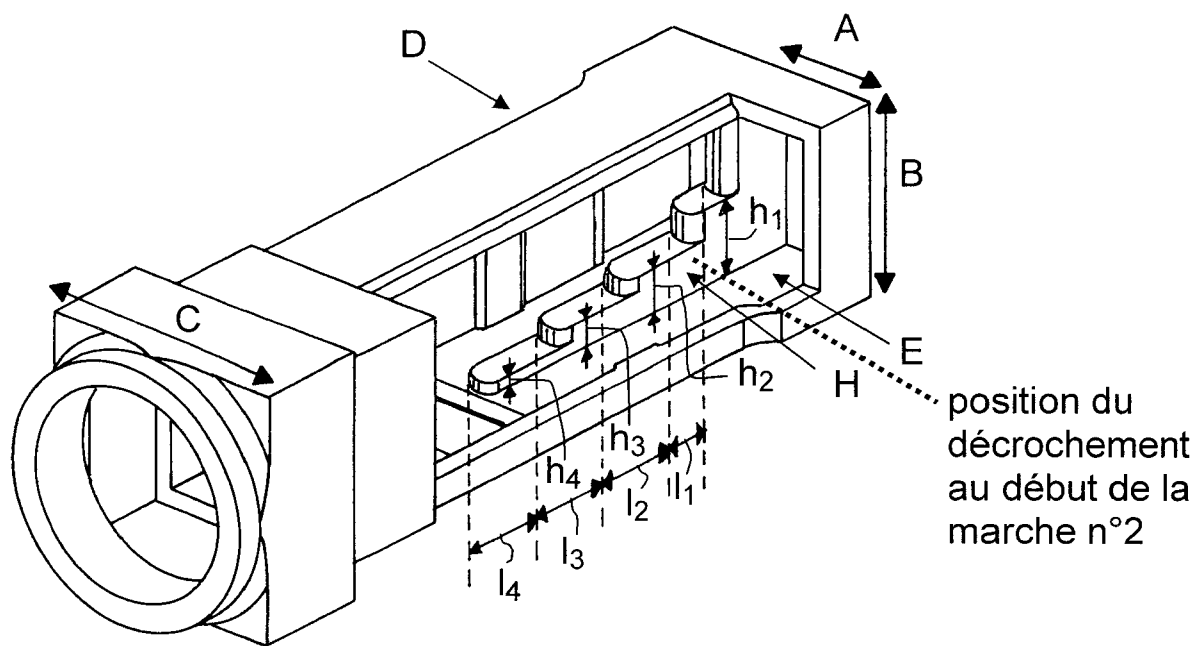


FIG.5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 16 8416

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 0 880 193 A (ALSTHOM CGE ALCATEL [FR] CIT ALCATEL [FR]) 25 novembre 1998 (1998-11-25) * colonne 4, ligne 22 - colonne 5, ligne 55; figures 1-4 * * colonne 7, ligne 3 - ligne 29; figures 5,6 *	1,3-5	INV. H01P1/16 H01P1/17
X	US 6 118 412 A (CHEN MING HUI [CN]) 12 septembre 2000 (2000-09-12) * colonne 3, ligne 17 - colonne 4, ligne 61; figures 1,2A *	1	
A	US 4 122 406 A (SALZBERG EDWARD) 24 octobre 1978 (1978-10-24) * colonne 1, ligne 64 - colonne 2, ligne 65; tableau 1 *	1	
A	US 3 958 193 A (ROOTSEY JAMES V) 18 mai 1976 (1976-05-18) * colonne 3, ligne 19 - ligne 59; figures 3A-3C *	1	
A	GB 2 076 229 A (PLESSEY CO LTD) 25 novembre 1981 (1981-11-25) * page 1, ligne 76 - page 2, ligne 17; figures 1-3 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01P
5	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur
	La Haye	15 décembre 2008	Pastor Jiménez, J
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 16 8416

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-12-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0880193	A	25-11-1998	CA 2235792 A1	21-11-1998
			CN 1202746 A	23-12-1998
			DE 69817445 D1	02-10-2003
			EA 492 B1	26-08-1999
			FR 2763749 A1	27-11-1998
			ID 20322 A	26-11-1998
			JP 11017402 A	22-01-1999
			NO 982232 A	23-11-1998
			US 6166699 A	26-12-2000
US 6118412	A	12-09-2000	AUCUN	
US 4122406	A	24-10-1978	AUCUN	
US 3958193	A	18-05-1976	AUCUN	
GB 2076229	A	25-11-1981	US 4395685 A	26-07-1983

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 6861997 B [0007]
- US 5305001 A [0008] [0022]