

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22 novembre 1982.

③0 Priorité

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOP « Brevets » n° 21 du 25 mai 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : RTC LA RADIODÉTECHNIQUE COMPELEC,  
société anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Daniel Doyen.

⑦3 Titulaire(s) :

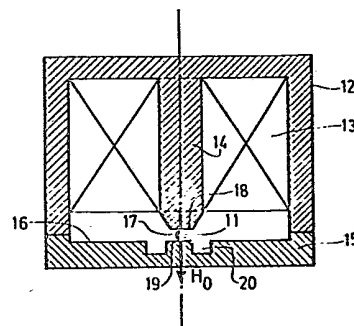
⑦4 Mandataire(s) : Didier Lemoyne.

⑤4 Circuit magnétique pour résonateur d'oscillateur à bille de grenat de fer et d'yttrium.

⑤7 Circuit magnétique pour bille de grenat de fer et d'yt-  
trium.

Circuit magnétique pour résonateur d'oscillateur à bille 11 de grenat de fer et d'yttrium, constitué par une première pièce polaire cylindrique 12 comportant une bobine 13 disposée autour d'un noyau axial 14 et une deuxième pièce polaire cylindrique 15 à fond plat 16, la bille 11 de grenat de fer et d'yttrium étant placée dans un entrefer 17 défini par une extrémité 18 du noyau axial 14 et la partie 19 du fond plat en regard de ladite extrémité 18. Selon l'invention, une gorge circulaire 20 est aménagée dans le fond plat 16 autour de ladite partie 19 en regard de l'extrémité 18 du noyau axial 14.

Application aux résonateurs d'oscillateurs hyperfréquence.



## 1

"CIRCUIT MAGNETIQUE POUR RESONATEUR D'OSCILLATEUR A BILLE DE GRENAT DE FER ET D'YTTRIUM"

La présente invention concerne un circuit magnétique pour résonateur d'oscillateur à bille de grenat de fer et d'yttrium, constitué par une première pièce polaire cylindrique comportant une bobine disposée autour d'un noyau axial, et une  
5 deuxième pièce polaire cylindrique à fond plat, les deux pièces polaires cylindriques étant réunies l'une à l'autre afin de fermer le circuit magnétique et la bille de grenat de fer et d'yttrium étant placée dans un entrefer défini par une extrémité du noyau axial et la partie du fond plat en  
10 regard de ladite extrémité.

L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine des oscillateurs hyperfréquence ayant comme résonateur une bille de grenat de fer et d'yttrium, connu également sous le nom de YIG.

15 Les circuits magnétiques du type de celui décrit dans le préambule offrent l'avantage d'un usinage facile dans la mesure où la deuxième pièce polaire présente un fond plat, ce qui permet par ailleurs de loger commodément le circuit hyperfréquence couplé avec la bille de YIG, en le  
20 fixant sur ledit fond plat. Cependant, ces circuits magnétiques connus ont l'inconvénient de présenter des fuites magnétiques assez importantes avec la conséquence qu'aux hautes fréquences, par exemple supérieures à 10 GHz, la relation fréquence-courant dans la bobine n'est plus linéaire puisque,  
25 à cause des fuites et de la saturation du matériau, il faut

faire passer dans la bobine un courant plus important que nécessaire. C'est le but de l'invention de remédier à cet inconvénient tout en conservant l'essentiel des avantages du fond plat.

5        En effet, selon la présente invention, un circuit magnétique pour résonateur d'oscillateur à bille de grenat de fer et d'yttrium, constitué par une première pièce polaire cylindrique comportant une bobine disposée autour d'un noyau axial, et une deuxième pièce polaire cylindrique à fond plat,  
10 les deux pièces polaires cylindriques étant réunies l'une à l'autre afin de fermer le circuit magnétique et la bille de grenat de fer et d'yttrium étant placée dans un entrefer défini par une extrémité du noyau axial et la partie du fond plat en regard de ladite extrémité, est notamment remarquable  
15 en ce qu'une gorge circulaire est aménagée dans le fond plat autour de ladite partie en regard de l'extrémité du noyau axial.

Ainsi, la gorge pratiquée dans le fond plat à la périphérie de l'entrefer permet de réduire de façon très  
20 sensible les fuites magnétiques du circuit, d'où une amélioration de la linéarité courant-fréquence à fort champ et une meilleure sensibilité du dispositif. On peut alors envisager d'utiliser une bobine de plus faible dimension ainsi qu'un circuit magnétique plus réduit entraînant un gain en  
25 volume et en poids. De plus, il faut signaler que la diminution de la quantité de matériau mise en jeu conduit à une réduction du trainage magnétique et, par conséquent, à une réduction du temps de commutation.

D'autre part, dans un mode de réalisation préférentiel  
30 de l'invention, il est prévu que la largeur de la gorge est comprise entre 1 et 2 fois la largeur de l'entrefer et que la profondeur de ladite gorge est de l'ordre de la largeur dudit entrefer. Ces caractéristiques dimensionnelles conduisent à une gorge de petite dimension qui permettent de pré-  
35 server les avantages d'un fond plat pour la deuxième pièce polaire, à savoir usinage facile et possibilité de loger

le circuit hyperfréquence en le plaquant sur le fond plat avec l'avantage supplémentaire d'une bonne évacuation thermique.

La description qui va suivre en regard du dessin annexé, 5 donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

La figure 1 est une vue en coupe d'un résonateur d'oscillateur hyperfréquence selon l'invention.

Le circuit magnétique pour un résonateur d'oscillateur 10 à bille 11 de grenat de fer et d'yttrium, montré à la figure 1, est constitué par une première pièce polaire cylindrique 12 comportant une bobine 13 disposée autour d'un noyau axial 14 et par une deuxième pièce polaire cylindrique 15 à fond plat 16. Les deux pièces polaires cylindriques 12, 15 15 sont réunies l'une à l'autre afin de fermer le circuit magnétique, et la bille 11 de YIG est placée dans un entrefer 17 défini par une extrémité 18 du noyau axial 14 et de la partie 19 du fond plat 16 en regard de ladite extrémité 18. Comme on peut le voir à la figure 1, une gorge 20 est aménagée 20 dans le fond plat 16 autour de ladite partie 19 en regard de l'extrémité 18 du noyau axial 14. Cette disposition a pour but, conformément à l'invention, de réduire les fuites magnétiques à la périphérie de l'entrefer et donc d'augmenter la linéarité courant-fréquence de la source ainsi que d'a- 25 méliorer sa sensibilité.

Dans un mode de réalisation avantageux de l'invention, la largeur de la gorge 20 est comprise entre 1 et 2 fois la largeur de l'entrefer 17 et la profondeur de ladite gorge est de l'ordre de la largeur dudit entrefer. Plus précisément, 30 la Demanderesse a réalisé un circuit magnétique conforme à l'invention dans lequel l'entrefer avait une largeur de 1,8 mm et dont la gorge avait 2,75 mm de largeur et 1,5 mm de profondeur. Par ailleurs, la Demanderesse a également constaté une nette amélioration de la linéarité de la source hyper- 35 fréquence munie du circuit magnétique selon l'invention. En effet, elle a observé que la non-linéarité, calculée

par la différence entre la fréquence effective et la fréquence attendue pour un dispositif parfaitement linéaire, était divisée par plus de 8 à 18 GHz en passant de 260 MHz à 30MHz, de même que la zone de saturation était repoussée de plus  
5 de 1 GHz vers les hautes fréquences.

REVENDEICATIONS:

1. Circuit magnétique pour résonateur d'oscillateur à bille (11) de grenat de fer et d'yttrium, constitué par une première pièce polaire cylindrique (12) comportant une bobine (13) disposée autour d'un noyau axial (14) et une deuxième pièce  
5 polaire cylindrique (15) à fond plat (16), les deux pièces polaires cylindriques (12,15) étant réunies l'une à l'autre afin de fermer le circuit magnétique, et la bille (11) de grenat de fer et d'yttrium étant placée dans un entrefer (17) défini par une extrémité (18) du noyau axial (14) et la  
10 partie (19) du fond plat en regard de ladite extrémité (18), caractérisé en ce qu'une gorge circulaire (20) est aménagée dans le fond plat (16) autour de ladite partie (19) en regard de l'extrémité (18) du noyau axial (14).
2. Circuit magnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la largeur de la gorge (20) est comprise  
15 entre 1 et 2 fois la largeur de l'entrefer (17) et que la profondeur de ladite gorge est de l'ordre de la largeur dudit entrefer.

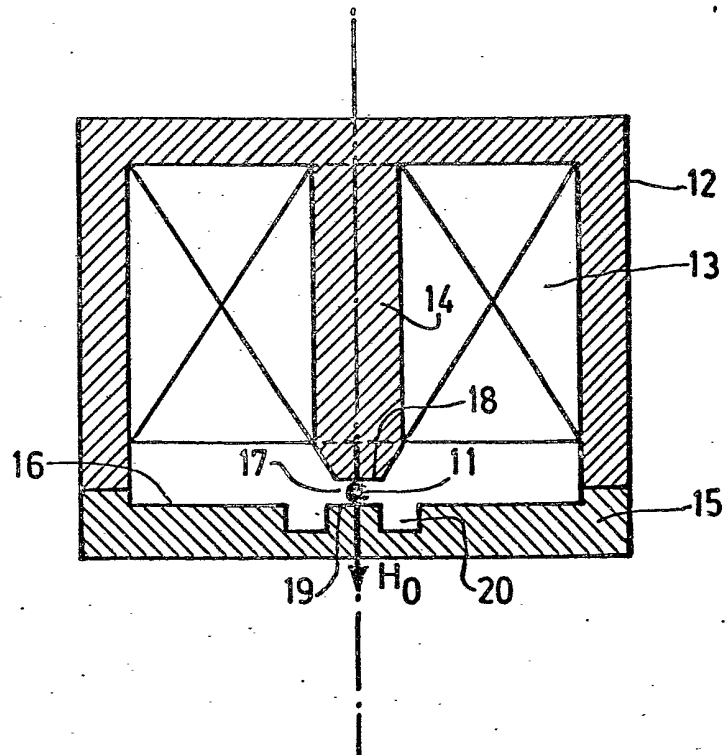
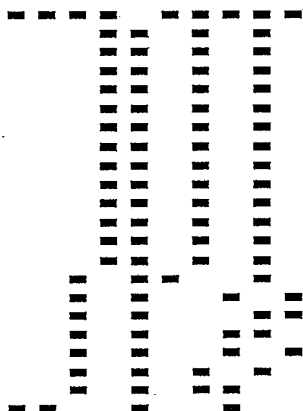


FIG.1







Numéro de publication\_\_\_\_\_2536590

Date de saisie des renseignements\_\_\_\_\_07/01/88  
opérateur\_\_\_\_\_MAMIE  
poste\_\_\_\_\_2  
nom du lot\_\_\_\_\_2-100-07/01/88

Type de document\_\_\_\_\_A1

Existence d'un résumé\_\_\_\_\_OUI

Nombre total de pages\_\_\_\_\_8

Numéro 1ère page de revendications\_\_\_\_\_6

Dernière page numérotée\_\_\_\_\_6

Nombre de planches\_\_\_\_\_1

Défauts :



①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 536 590

②1 N° d'enregistrement national :

82 19586

⑤1 Int Cl<sup>3</sup> : H 01 P 11/00.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23 novembre 1982.

③0 Priorité

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 21 du 25 mai 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CSF, société  
anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Lucien Teyssier et Michel Vimeux.

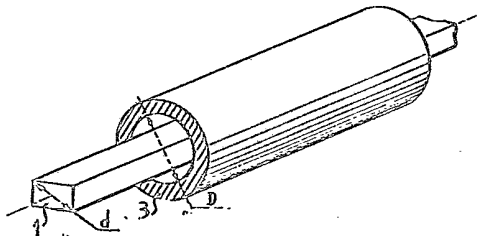
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : P. Guilguet.

⑤4 Procédé de fabrication d'objets creux de petites dimensions.

⑤7 La présente invention concerne un procédé de fabrication  
d'objets creux, de petites dimensions, tels que des guides  
d'ondes millimétriques.

Selon l'invention, on réalise dans un matériau très dur une  
pièce pleine 1 ayant la forme et les dimensions de l'intérieur  
de l'objet creux à fabriquer. On dispose autour de cette pièce  
un tube métallique 3. A l'aide d'une machine à marteler, on  
repousse le métal du tube 3 autour de la pièce pleine 1, puis  
on extrait la pièce pleine.



FR 2 536 590 - A1

PROCEDE DE FABRICATION D'OBJETS CREUX DE PETITES  
DIMENSIONS.

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'objets creux de petites dimensions, tels que par exemple des guides d'ondes millimétriques.

5 De nombreuses applications réclament l'utilisation de guides d'ondes millimétriques de petites dimensions. Les dimensions des guides d'ondes sont normalisées. Parmi les guides d'ondes millimétriques, de sections rectangulaires, qui sont les plus courants, on peut citer :

10 - les guides d'ondes WR 7, de dimensions internes 1,65mm sur 0,825mm, qui sont prévus pour fonctionner dans la bande 110-170 GHz ;

- les guides d'ondes WR 3, de dimensions internes 0,86mm sur 0,43mm, qui sont prévus pour fonctionner dans la bande 220-325 GHz.

15 Parmi les problèmes que notre invention se propose de résoudre, on peut citer celui de la fabrication de guides d'ondes millimétriques, et en particulier de ceux ayant une section rectangulaire.

20 Dans l'art antérieur, ces guides, qui sont généralement en cuivre, sont obtenus par étirage. Les guides ainsi obtenus ne donnent pas entièrement satisfaction.

25 La présente invention concerne un procédé de fabrication de guides d'ondes millimétriques, et en particulier de guides ayant une section rectangulaire, qui présentent par rapport aux guides de l'art antérieur les avantages suivants :

- une meilleure planéité de leur surface interne ;
- des dimensions plus précises ;
- des pertes électriques réduites comme cela sera expliqué par la suite.

30 D'une façon plus générale, notre invention cherche à résoudre

les problèmes de fabrication d'objets creux de petites dimensions. Ces objets peuvent être des composants hyperfréquences tels que des guides d'ondes, des transitions d'adaptation de guides, des cornets rayonnants... ou tout autre type d'objets utilisés dans d'autres domaines que les hyperfréquences.

En ce qui concerne les transitions qui servent à assurer la liaison entre deux guides d'ondes de sections différentes, on signale que dans l'art antérieur ces transitions ou "tapers" sont généralement obtenues en réalisant un dépôt électrolytique de cuivre autour d'une pièce pleine en aluminium ayant la forme et les dimensions intérieures du taper à réaliser, cette pièce pleine étant ensuite éliminée par voie chimique. Par rapport à cet art antérieur, le procédé selon l'invention présente l'avantage de permettre la réutilisation de la pièce pleine centrale ce qui réduit fortement le prix de revient de ces tapers.

Le procédé de fabrication selon l'invention d'objets creux de petites dimensions, comporte les étapes suivantes :

- 1°) on réalise dans un matériau très dur une pièce pleine ayant la forme et les dimensions de l'intérieur de l'objet creux à fabriquer ;
- 2°) on dispose autour de cette pièce un tube métallique ;
- 3°) à l'aide d'une machine à marteler, on repousse le métal du tube autour de la pièce pleine.
- 4°) on extrait la pièce pleine de l'objet creux fabriqué.

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif, et illustrée par les figures annexées qui représentent :

- la figure 1, une vue en perspective d'une pièce pleine utilisée dans le procédé selon l'invention ;
- la figure 2, une vue en perspective montrant un tube métallique monté autour de la pièce pleine de la figure 1.
- les figures 3 et 4, des vues de la section transversale d'un guide obtenu par étirage et d'un guide obtenu par le procédé selon l'invention.

Sur les différentes figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments, mais, pour des raisons de clarté, les cotes et proportions des divers éléments ne sont pas respectées.

5 Le procédé selon l'invention comporte plusieurs étapes qui vont être décrites en se référant aux figures 1 et 2. A titre d'exemple, le procédé selon l'invention va être décrit dans le cas de la fabrication de guides d'ondes millimétriques.

10 Au cours de la première étape, on réalise dans un matériau très dur une pièce pleine dont la section a la forme et les dimensions de l'intérieur de l'objet creux à fabriquer.

La figure 1 est une vue en perspective d'une pièce pleine 1, de section rectangulaire, utilisée dans le procédé selon l'invention, dans le cas où l'on veut fabriquer un guide d'onde, de section rectangulaire.

15 Les dimensions a et b de la section de la pièce pleine 1 sont donc égales aux dimensions internes du guide à fabriquer.

20 Le matériau dans lequel est usinée la pièce pleine peut être de l'acier, de préférence non trempé pour éviter les cassures. Cette pièce pleine est bien usinée et rectifiée. on lui donne généralement une longueur l, supérieur à la longueur de guide désirée et elle se termine généralement par une sorte de manche 2, de plus grandes dimensions, qui permet de la manipuler plus aisément.

25 Il faut bien souligner que dans le cas de la fabrication d'un guide d'ondes rectangulaire WR 3 les dimensions de la pièce pleine 1 telle qu'elle est représentée sur la figure 1 ont été multipliées par un facteur supérieur à 10.

Au cours de la deuxième étape du procédé selon l'invention, on dispose autour de la pièce pleine 1 de la figure 1 un tube métallique 3, comme cela est représenté sur la figure 2.

30 Pour fabriquer des guides d'ondes millimétriques, on utilise généralement des tubes d'un centimètre d'épaisseur, et de quelques centimètres de longueur, en cuivre ou en argent, de grande pureté. On peut recuire le tube pour le rendre plus malléable. Avant de donner au tube la forme requise, on le nettoie par voie chimique.

Lorsque l'objet creux à fabriquer a une section interne rectangulaire, on utilise un tube métallique 3 dont le diamètre interne D est sensiblement égal à la diagonale d de la section interne de l'objet à fabriquer, et donc à la diagonale de la section de la pièce pleine 1.

5       Quelle que soit la section de l'objet creux à fabriquer qu'elle soit circulaire, rectangulaire, elliptique..., le périmètre interne du tube 3 est choisi sensiblement supérieur, de l'ordre de 10 à 20 % supérieur, au périmètre de la section interne de l'objet à fabriquer, et donc au périmètre de la section de la pièce pleine 1.

10       Dans la troisième étape du procédé selon l'invention, on repousse, à l'aide d'une machine à marteler, le métal du tube 3 autour de la pièce pleine qui sert de mandrin. Le cuivre s'écrouit.

15       A la fin de la troisième étape, le métal du tube 3 est complètement plaqué contre la pièce pleine 1 qui sert de moule. Le tube 3 est rétreint par martelage pour épouser la forme de la pièce pleine 1.

On peut, avant de rétreindre le tube 3 par martelage, l'écraser à la presse pour obtenir une ébauche de l'objet à fabriquer. Ainsi, la troisième étape se fait plus facilement.

20       Dans la quatrième étape du procédé selon l'invention, on extrait la pièce pleine du guide qui vient d'être fabriqué. Ce "démoulage" se fait sans problème si la pièce pleine a été bien usinée.

25       Le guide obtenu par le procédé selon l'invention présente des pertes électriques beaucoup moins importantes - environ deux fois moindres - que celles des guides obtenus par étirage.

Les figures 3 et 4 représentent de façon schématique la section transversale d'un guide rectangulaire obtenu par étirage et d'un guide rectangulaire obtenu par le procédé selon l'invention.

30       Sur la figure 3, on voit qu'un guide 4 obtenu par étirage présente des fissures 5 de grande profondeur au niveau des angles de sa section interne.

Sur la figure 4, on voit qu'un guide de mêmes dimensions obtenu par le procédé selon l'invention présente des angles internes

sans fissures.

5 Or ces fissures augmentent fortement les pertes hyperfréquences. En effet dans les guides d'ondes, pour le mode de propagation  $TE_{10}$  qui est le plus utilisé les lignes de courant maximales se situent sur les parois latérales et dans les angles. Ainsi la qualité des angles obtenus va déterminer les pertes hyperfréquences.

10 On rappelle que la description précédente a été faite dans le cas de la fabrication d'un guide d'ondes mais que le procédé selon l'invention s'applique à la fabrication de toutes sortes d'objets creux de petites dimensions dont la forme géométrique permet l'extraction de la pièce pleine. Il faut que les objets à fabriquer aient des dimensions constantes ou en expansion dans le sens d'extraction.



REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'objets creux de petites dimensions, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

5       - 1°) on réalise dans un matériau très dur une pièce pleine (1) ayant la forme et les dimensions (a, b) de l'intérieur de l'objet creux à fabriquer ;

          - 2°) on dispose autour de cette pièce un tube métallique (3) ;

          - 3°) à l'aide d'une machine à marteler, on repousse le métal du tube (3) autour de la pièce pleine (1).

          - 4°) on extrait la pièce pleine de l'objet creux fabriqué.

10       2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, entre la deuxième et la troisième étape, on écrase le tube métallique à la presse.

15       3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que, dans le cas où l'objet creux à fabriquer a une section rectangulaire, le diamètre (D) interne du tube (3) est choisi sensiblement égal à la diagonale (d) de la section interne, de l'objet à fabriquer.

20       4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le périmètre interne du tube (3) est choisi sensiblement supérieur, de l'ordre de 10 à 20 %, au périmètre de la section interne de l'objet à fabriquer.

          5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la pièce pleine (1) est en acier.

25       6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le tube (3) est en cuivre ou en argent.