

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 13.04.92.

③⑦ Priorité : 13.04.91 DE 4112175.

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : 16.10.92 Bulletin 92/42.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : Société dite : LICENTIA PATENT-
VERWALTUNGS-GMBH — DE.

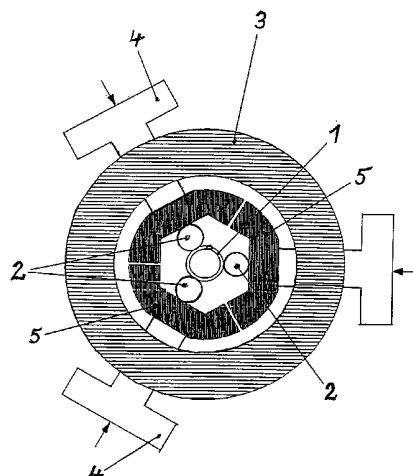
⑦② Inventeur(s) : Ruf Herbert et Seidel Harald.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

⑤④ Tube à ondes progressives avec ligne de retard hélicoïdale fixée à des barreaux en céramique.

⑤⑦ Tube à ondes progressives comportant une ligne à retard hélicoïdale (1) maintenue entre des barreaux en céramique (2) auxquels elle est fixée. La fixation à l'endroit des points de contact entre les spires de l'hélice (1) et les barreaux en céramique (2) est une liaison soudée par diffusion à haute température.



La présente invention concerne un tube à ondes progressives comportant une ligne à retard hélicoïdale maintenue entre des barreaux en céramique auxquels elle est fixée. L'invention concerne en outre un procédé de fabrication d'un tel tube à ondes progressives.

Un tube à ondes progressives du genre indiqué ci-avant est connu par exemple par le brevet allemand DE-OS 15 41 032. Dans ce tube, des spires individuelles de la ligne à retard hélicoïdale sont soudées aux barreaux en céramique qui la portent, par une technique de soudure active. L'écoulement de soudure peut provoquer la formation, par exemple sur les barreaux en céramique, de régions recouvertes de soudure, influençant de manière indésirable le comportement en haute fréquence de la région concernée de la ligne à retard.

La présente invention a pour but de parvenir à un tube à ondes progressives amélioré pour ce qui est de son comportement en haute fréquence et de la fiabilité de la fixation, bonne conductrice de la chaleur, de la ligne hélicoïdale aux barreaux en céramique.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que la fixation à l'endroit des points de contact entre les spires de l'hélice et les barreaux en céramique est une liaison soudée par diffusion à haute température.

L'invention a également pour but un procédé de réalisation d'un tel tube à ondes progressives.

Dans le procédé prévu par l'invention, l'assemblage soudé par diffusion est réalisé en appliquant de la pression et une température se situant à environ 3 % à 40 %, de préférence 5 % à 30 %, notamment 5 % à 20 %, en dessous de la température de fusion du métal de la ligne hélicoïdale touchant les barreaux en céramique.

Parmi ses différentes formes de mise en oeuvre possibles, l'invention prévoit notamment :

- que la ligne hélicoïdale est constituée, au moins superficiellement, dans ses zones de liaison, par au moins l'un des métaux suivants : titane, zirconium, hafnium ou notamment or ou

cuivre;

- que la ligne hélicoïdale est constituée par un métal à point de fusion élevé, notamment par du molybdène ou du tungstène, et sa surface est au moins partiellement revêtue par un ou plusieurs des métaux : titane, zirconium, hafnium ou notamment or ou cuivre;

- que les barreaux en céramique sont en une céramique à base de carbure, nitrure ou oxyde(s), bonne conductrice de la chaleur, notamment en céramique à base de BeO;

- que l'hélice est en molybdène revêtu de cuivre, ou en tungstène revêtu d'or;

- que le traitement sous pression et température est effectué sur une période de plusieurs heures, de préférence 1 à 7 heures, notamment 1 à 5 heures;

- que le traitement sous pression et température est effectué sur une période de plusieurs heures, de préférence 1 à 7 heures, notamment 1 à 5 heures;

- que la température et le traitement sous pression ont lieu en atmosphère d'azote, d'hydrogène ou d'hydrogène-azote, ou dans le vide;

- que le revêtement de l'hélice en métal à point de fusion élevé, notamment en molybdène ou en tungstène, avec le métal convenant pour la liaison par diffusion, est effectué en plusieurs opérations d'apport successives après chacune desquelles a lieu au moins un recuit exécuté à une température se situant à 10 % à 50 %, de préférence 15 % à 40 % en dessous de la température de fusion de la matière de revêtement;

- que la température diminue exponentiellement au cours de la phase de refroidissement du processus de liaison par diffusion;

- qu'avant le processus d'assemblage les barreaux en céramique sont revêtus au moins partiellement, notamment par vaporisation, par une matière atténuant les hautes fréquences, par exemple par une couche de carbone.

Les divers avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus complètement dans la description suivante

présentée à titre d'exemple non limitatif en se reportant à la figure unique du dessin annexé.

La figure montre schématiquement une coupe transversale d'un gabarit de soudage utilisé avantageusement pour réaliser la liaison
5 par diffusion entre ligne hélicoïdale 1 et barreaux de fixation 2 en céramique. Le gabarit de soudage 3 comporte pour l'essentiel trois poussoirs 4 et trois mâchoires de serrage 5 dans le cas où il s'agit de réaliser une ligne à retard 1 hélicoïdale, maintenue entre trois barreaux en céramique 2.

10 A l'aide de ce gabarit 3, les trois barreaux en céramique mis à une position prédéterminée sont serrés dans le sens de la flèche, contre la ligne hélicoïdale 1. Les barreaux en céramique et la ligne hélicoïdale sont simultanément chauffés à une température assez élevée pour que la matière de la surface de la ligne hélicoïdale
15 diffuse dans la région de son contact avec les barreaux en céramique sans qu'il y ait fusion de sa matière. Cette diffusion à l'état solide progresse très lentement, de sorte que l'agencement de serrage et le chauffage doivent persister pendant quelque temps, notamment pendant quelques heures, par exemple pendant 1 à 5
20 heures. Le chauffage s'effectue opportunément en chauffant le gabarit de soudage 3 pendant un temps assez long dans un four, dans une atmosphère d'azote et/ou d'hydrogène. Le chauffage peut toutefois s'effectuer aussi sous vide. La température de diffusion, inférieure à la température de fusion de la matière constituant la
25 surface de la ligne hélicoïdale, est diminuée lentement, notamment exponentiellement, pour mettre fin au processus d'assemblage.

Les barreaux en céramique 2 sont en une céramique de carbure-nitride ou céramique d'oxyde(s), bonne conductrice de la chaleur. La ligne hélicoïdale 1 est constituée par un fil en métal
30 réfractaire enroulé en hélice. Des métaux préférés à cette fin sont le molybdène et le tungstène.

Une couche métallique appropriée pour la liaison par diffusion est appliquée sur la surface, au moins dans les régions où la ligne hélicoïdale 1 touche les barreaux en céramique 2. Conviennent
35 comme métaux : titane, zirconium, hafnium ou notamment or ou

cuivre, ou éventuellement aussi Ag. L'ensemble de la surface de la ligne hélicoïdale est avantageusement revêtu d'une telle matière. Le revêtement de la ligne hélicoïdale s'effectue opportunément en appliquant le métal de revêtement en plusieurs couches minces successives et en procédant à un recuit entre chaque apport d'une
5 couche. Le recuit s'effectue à des températures sensiblement inférieures à la température de fusion de la matière utilisée pour le revêtement. Le matériau-céramique de la ligne hélicoïdale possède une température de fusion plus élevée que celle du métal de
10 revêtement. Dans des exemples de réalisation préférés, les barreaux en céramique étaient en une céramique à base de BeO, et la ligne hélicoïdale était soit en molybdène revêtu de cuivre, soit en tungstène revêtu d'or. Un point important pour l'exécution du processus d'assemblage par diffusion : le chauffage a été effectué
15 suffisamment longtemps à une température inférieure à la température de fusion du métal de revêtement. Des tubes à ondes progressives dotés de lignes à retard hélicoïdales fixées de cette manière à des barreaux en céramique possédaient une excellente capacité d'évacuation de chaleur de la ligne hélicoïdale, des
20 caractéristiques de haute fréquence très précises et reproductibles, ainsi qu'une grande résistance aux chocs.

Les températures appliquées lors de l'assemblage de soudage par diffusion étaient de l'ordre de 0,5 à 0,95 fois, notamment 0,95 à 0,7 fois la température de fusion des matières à assembler. Ces
25 températures ont été maintenues pendant environ 1 à 5 heures.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs ou procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemple non limitatif, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDECATIONS :

1. Tube à ondes progressives comportant une ligne à retard
hélicoïdale (1) maintenue entre des barreaux en céramique (2)
5 auxquels elle est fixée, caractérisé par le fait que la fixation à
l'endroit des points de contact entre les spires de l'hélice (1) et les
barreaux en céramique (2) est une liaison soudée par diffusion à
haute température.

10 2. Tube à ondes progressives selon la revendication 1,
caractérisé par le fait que la ligne hélicoïdale (1) est constituée, au
moins superficiellement, dans ses zones de liaison, par au moins
l'un des métaux suivants : titane, zirconium, hafnium ou notamment
or ou cuivre.

15 3. Tube à ondes progressives selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé par le fait que la ligne hélicoïdale (1) est constituée
par un métal à point de fusion élevé, notamment par du molybdène
ou du tungstène, par le fait que sa surface est au moins
20 partiellement revêtue par un ou plusieurs des métaux : titane,
zirconium, hafnium ou notamment or ou cuivre.

25 4. Tube à ondes progressives selon l'une quelconque des
revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les barreaux en
céramique (2) sont en une céramique à base de carbure, nitrure ou
oxyde(s), bonne conductrice de la chaleur, notamment en céramique
à base de BeO.

30 5. Tube à ondes progressives selon l'une quelconque des
revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que l'hélice (1) est en
molybdène revêtu de cuivre, ou en tungstène revêtu d'or.

35 6. Procédé de fabrication d'un tube à ondes progressives selon
l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait
que l'assemblage soudé par diffusion est réalisé en appliquant de la

pression et une température se situant à environ 3 % à 40 %, de préférence 5 % à 30 %, notamment 5 % à 20 %, en dessous de la température de fusion du métal de la ligne hélicoïdale touchant les barreaux en céramique.

5

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé par le fait que le traitement sous pression et température est effectué sur une période de plusieurs heures, de préférence 1 à 7 heures, notamment 1 à 5 heures.

10

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, caractérisé par le fait que la température et le traitement sous pression ont lieu en atmosphère d'azote, d'hydrogène ou d'hydrogène-azote, ou dans le vide.

15

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé par le fait que le revêtement de l'hélice en métal à point de fusion élevé, notamment en molybdène ou en tungstène, avec le métal convenant pour la liaison par diffusion, est effectué en plusieurs opérations d'apport successives après chacune desquelles a lieu au moins un recuit exécuté à une température se situant à 10 % à 50 %, de préférence 15 % à 40 % en dessous de la température de fusion de la matière de revêtement.

20

25

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, caractérisé par le fait que la température diminue exponentiellement au cours de la phase de refroidissement du processus de liaison par diffusion.

30

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, caractérisé par le fait qu'avant le processus d'assemblage les barreaux en céramique sont revêtus au moins partiellement, notamment par vaporisation, par une matière atténuant les hautes fréquences, par exemple par une couche de carbone.

35

