

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 83 03543

⑭ Pièce composite métallocéramique et procédé pour sa fabrication.

⑮ Classification internationale (Int. Cl.³). C 04 B 37/02; F 02 C 7/00.

⑯ Date de dépôt..... 4 mars 1983.

⑰ ⑱ ⑲ Priorité revendiquée : GB, 5 mars 1982, n° 8206583.

⑳ Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 36 du 9-9-1983.

㉑ Déposant : Société dite : ROLLS-ROYCE LIMITED, société anglaise à responsabilité limitée.—
GB.

㉒ Invention de : Ralph Ivor Conolly.

㉓ Titulaire : *Idem* ㉑

㉔ Mandataire : Germain et Maureau, conseils en brevets d'invention,
64, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

La présente invention concerne des pièces composites métallotcéramiques destinées à être utilisées, par exemple, dans des turbines à gaz.

On a reconnu depuis longtemps que les pièces en
5 céramique, par exemple les aubes à profil aérodynamique et les rotors des turbines à gaz, résistent mieux aux températures élevées que les superalliages actuels. Le problème, lorsqu'on utilise des céramiques, est toutefois leur fragilité, qui, combinée à leur faible coefficient
10 de dilatation thermique, peut conduire à leur défaillance si elles sont reliées directement à la structure métallique de la turbine.

Les tentatives déjà faites pour résoudre ce problème ont visé surtout à conférer une élasticité au support
15 entre le métal et la céramique, mais l'usage de ces matériaux n'est encore pas répandu dans les turbines à gaz.

L'invention a donc pour objet de fournir une pièce composite métallocéramique qui ne présente pas les inconvénients précités.

20 A cet effet, la pièce composite selon l'invention comprend un corps principal en céramique ou composite sans métal, destiné à supporter la charge, auquel est reliée une partie métallique apte à être reliée elle-même à une autre structure métallique, la liaison étant obtenue en
25 comprimant isostatiquement à chaud un métal pulvérulent sur au moins une zone choisie du corps de céramique ou composite.

Sous un autre aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce composite métallocéramique,
30 qui consiste à fabriquer un corps principal en céramique, destiné à supporter la charge, à entourer d'une poudre métallique les surfaces exposées de ce corps, à compacter cette poudre sur le corps de céramique par pression isostatique à chaud, puis à enlever le métal de zones choisies de ce corps.
35

Le matériau composite sans métal qui peut être utilisé comme variante au lieu d'une céramique pure peut être

tre un matériau composite carbone dans carbone ou un matériau composite verre/céramique à haute température.

L'enlèvement du métal peut s'effectuer suivant n'importe quel procédé approprié, par exemple par attaque chimique, usinage électrochimique ou usinage mécanique.

Comme exemples de pièces composites métallocéramiques fabriquées selon l'invention on peut citer des aubes et des disques de rotors et des tubes-foyers de turbines à gaz.

On peut utiliser diverses combinaisons métallocéramiques, un exemple d'une telle combinaison étant celle du nitrure de silicium avec un des superalliages à base de nickel traditionnellement utilisés dans ce type de pièces.

De toute façon, l'invention sera bien comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin schématique annexé, représentant, à titre d'exemples non limitatifs, plusieurs pièces composites:

Fig. 1 est une vue en coupe représentant un disque de rotor en céramique entouré d'un métal pulvérulent dans un environnement isostatique chaud, selon la présente invention;

Fig. 2 est une vue en coupe montrant le disque de fig. 1, après usinage sélectif du renforcement métallique;

Fig. 3 est une vue en coupe montrant un tube-foyer en céramique avec un renforcement métallique sélectif, réalisé selon l'invention;

Fig. 4 montre une aube à profil aérodynamique composite fabriquée selon l'invention.

Comme le montre la figure 1, un disque de rotor de turbine à gaz comporte un corps principal 1, destiné à supporter la charge et fait d'un matériau céramique. Ce corps 1 est muni d'un alésage central 2. La région du disque désignée par la référence 3, qui entoure cet alésage 2, présente un profil évasé pour produire un effet de queue d'aronde. Des trous 4 sont prévus à intervalles dans le sens périphérique du disque et peuvent être remplis de métal, lequel sera ensuite foré pour réaliser les

trous de boulons.

On place le disque dans une "boîte" 5, qu'on remplit de poudre 6 d'un superalliage approprié en veillant à ce que les trous 4 et l'alésage 2 soient bien remplis de cette poudre. Pour positionner et soutenir le corps de céramique 1 pendant le reste du processus de fabrication, des parties au moins de la poudre métallique peuvent être amenées par une compression préalable à un état intermédiaire, dans lequel elles ont une résistance intermédiaire.

La "boîte" 5 peut être en verre, en céramique ou en métal et elle est fermée par un couvercle hermétique. On fait le vide dans la boîte et, après en avoir assuré l'étanchéité, on la place dans un environnement isostatique chaud, dans un récipient fermé 7, à des températures supérieures à 800°C, sous des pressions pouvant atteindre 379 250 Pa, et le métal pulvérulent est compacté et lié à la céramique.

Lorsqu'il est retiré de la "boîte", le corps de céramique est entièrement recouvert d'une peau métallique, y compris l'alésage 2 et les trous 4.

On enlève ensuite le métal superflu pour ne laisser le renforcement métallique qu'aux endroits nécessaires, afin que des liaisons métal à métal puissent être réalisées avec la structure métallique adjacente avec laquelle le disque doit être assemblé.

Il va de soi que, comme variante, on peut ne compacter la poudre que sur des zones choisies du corps au lieu de l'entourer entièrement de métal dont une partie est superflue.

Comme on peut le voir à la figure 2, les trous 4 peuvent être forés de façon à recevoir des boulons normalisés, qui assurent la fixation sur la bride d'entretoises représentées en trait discontinu, reliant le disque à un disque adjacent. De même, le disque peut être monté directement par son alésage 2, dont la paroi est revêtue de métal, sur l'arbre qui l'entraîne en rotation.

En donnant une forme convenable à la "boîte" dans laquelle la compression isostatique à chaud est effectuée, on peut établir les formes des brides de métal sur l'extérieur du disque.

5 La même technique peut être utilisée pour munir des pièces en céramique de renforcements métalliques. La figure 3 montre un tube-foyer 10 fabriqué suivant le même procédé, en enfermant tout d'abord l'article de céramique complet dans de la poudre métallique, puis en compactant celle-ci par pression isostatique à chaud, et en enlevant enfin le métal superflu pour laisser un squelette de nervures supports 11, 12.
10

La figure 4 montre une aube à profil aérodynamique, comportant une partie profilée 15 en céramique et un pied composite métallo-céramique. Cette aube est fabriquée en enrobant un noyau de céramique préformé avec une poudre métallique, en compactant le métal sur la céramique par pression isostatique à chaud, de la manière décrite en relation avec la fabrication du disque, puis en enlevant par usinage le métal superflu des faces à profil aérodynamique de l'aube.
15
20

Les combinaisons de matériaux choisies dépendent de l'article et de l'environnement dans lequel il doit travailler. Par exemple, la partie en céramique peut être faite avec du nitrure de silicium, tandis que le métal pulvérisé peut être un des superalliages à base de nickel actuellement utilisés, par exemple celui vendu sous la dénomination commerciale IN 100 par l'International Nickel Company.
25

30 Lorsque l'invention s'applique à un tube-foyer, il est important de réaliser une bonne liaison entre le métal et la céramique, les parties en céramique et celles en métal étant verrouillées mécaniquement les unes avec les autres.

35 Un des avantages du procédé de fabrication qui vient d'être décrit est que le métal et la céramique sont compactés à une température élevée, qui est proche de la

température de service de l'article fabriqué. Les coefficients de dilatation des deux éléments constitutifs sont donc adaptés l'un à l'autre à cette température, en service, lorsque l'article est fortement sollicité. Les
5 coefficients de dilatation ne sont mal assortis que lorsque l'article a refroidi, à l'arrêt, lorsqu'aucune sollicitation extérieure ne vient s'ajouter aux contraintes introduites par cette différence de dilatation.

Comme matériaux qui peuvent être utilisés à la place des céramiques pures, on peut citer les composites
10 verre/céramique à haute température, comme la cordiérite mélangée à de la céramique ou les composites carbone dans carbone.

- REVENDEICATIONS -

1.- Pièce composite métallocéramique, comprenant un corps principal en céramique ou composite sans métal, destiné à supporter la charge, auquel est reliée une partie métallique apte à être reliée elle-même à une autre structure de métal, caractérisée en ce que la liaison entre ce corps et cette partie est obtenue en comprimant isostatiquement à chaud un métal pulvérulent (6) sur au moins une zone choisie du corps de céramique ou composite (1).

2.- Pièce selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est un disque de rotor de turbine à gaz.

3.- Pièce selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est une aube (15) de rotor de turbine à gaz.

4.- Pièce selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est un tube-foyer de turbine à gaz.

5.- Pièce selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la céramique est du nitrure de silicium.

6.- Pièce selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le métal est un superalliage à base de nickel.

7.- Procédé de fabrication d'une pièce composite métallocéramique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à fabriquer un corps principal (1) en céramique, destiné à supporter la charge, à enrober d'une poudre métallique (6) les surfaces exposées de ce corps, à compacter cette poudre sur le corps de céramique par pression isostatique à chaud, puis à enlever le métal de zones choisies de ce corps.

Fig. 1.

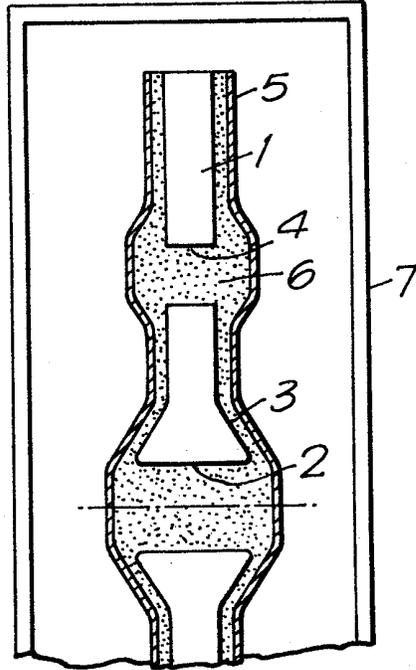


Fig. 2.

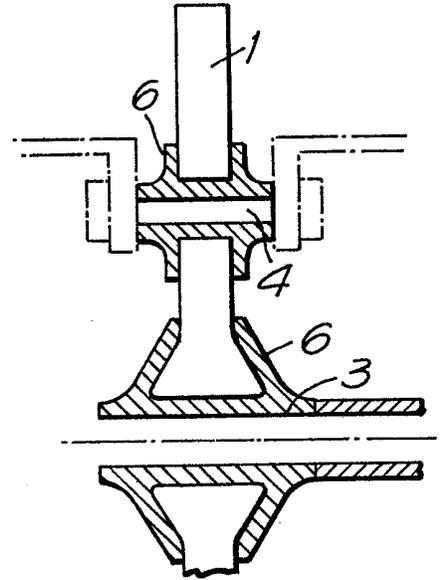


Fig. 3.

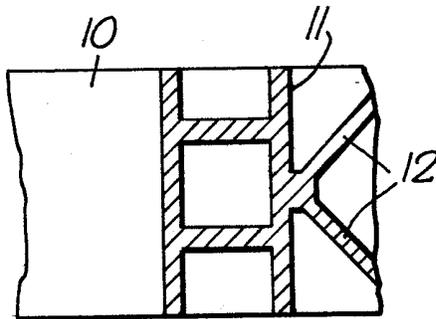


Fig. 4.

