

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication : **2 872 884**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **04 07521**

⑤① Int Cl⁸ : F 16 N 15/02 (2006.01), F 04 D 29/34

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 07.07.04.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.01.06 Bulletin 06/02.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SNECMA MOTEURS Société anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : LESNEVSKIY LEONID, TROSHIN ALEXANDER et VIGNEAU JOEL.

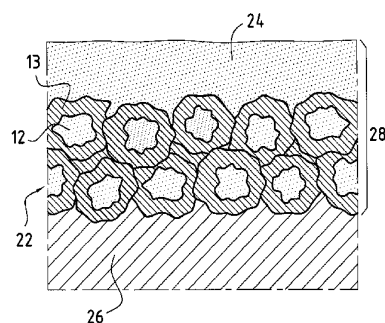
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤④ PROCÉDE DE PROTECTION DES SURFACES DE CONTACT ENTRE DEUX PIÈCES MÉTALLIQUES BÉNÉFICIAIRE D'UNE TELLE PROTECTION.

⑤⑦ Protection des surfaces de contact de deux pièces métalliques sujettes à des mouvements relatifs.

Le procédé consiste à recouvrir au moins l'une desdites surfaces d'un matériau auto-lubrifiant composite (22) constitué exclusivement de particules de graphite (12) réparties dans une matrice de nickel (13).



FR 2 872 884 - A1



L'invention se rapporte à un procédé de protection des surfaces de contact entre deux pièces métalliques sujettes à des déplacements relatifs de faible amplitude. Elle vise tout particulièrement le domaine des turboréacteurs et notamment l'assemblage entre les aubes et le disque-rotor de la soufflante, les pieds d'aubes étant retenus dans des alvéoles définies à la périphérie du disque. L'invention concerne aussi un compresseur, voir une soufflante de turboréacteur, pourvu d'une telle protection.

Dans un moteur d'avion, il est connu de lutter contre l'usure, provoquée par les mouvements de faible amplitude entre le disque rotor et les pieds d'aubes de la soufflante, grâce à un revêtement de CuNiIn sur les portées des pieds d'aubes qui sont en contact avec les surfaces internes des alvéoles du disque dans lesquelles sont engagés lesdits pieds d'aubes. Cette technologie n'est plus adaptée aux moteurs les plus récents où les aubes sont plus fortement chargées. L'usure du revêtement utilisé jusqu'à présent est trop rapide et on observe une dégradation des pièces en contact, notamment les portées du disque. Celui-ci risque de se fissurer, ce qui peut avoir pour conséquence l'éclatement du disque lui-même.

L'invention est le résultat de recherches sur un nouveau type de revêtement plus résistant susceptible de remplacer le revêtement de CuNiIn. Dans un domaine technique différent, à savoir celui des moteurs à piston, il est connu de traiter la surface interne de l'alésage par un dépôt d'une couche de matériau auto-lubrifiant composée de particules d'un mélange de bisulfure de molybdène et de graphite, lesdites particules étant réparties dans une matrice de nickel. Ce mélange lubrifiant décrit dans le brevet US 5,358,753 convient pour lutter contre une usure provoquée par un déplacement relatif important entre les deux pièces en contact, à savoir le piston et la chemise de piston. L'invention propose une autre formulation de lubrifiant solide, mieux adaptée à une usure du type "fretting" provoquée par des déplacements de petite amplitude entre les pièces en contact.

Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé de protection des surfaces de contact entre deux pièces métalliques sujettes à des mouvements relatifs de faible amplitude, caractérisé en ce qu'il comporte une opération consistant à recouvrir au moins l'une desdites surfaces d'un matériau auto-lubrifiant composite constitué exclusivement de particules de graphite réparties dans une matrice de nickel.

Un tel matériau auto-lubrifiant sera déposé au moins sur les zones de contact des pieds d'aubes engagés dans les alvéoles du disque-rotor de la soufflante.

5 L'application peut se faire par mise en œuvre d'une projection thermique classique de poudre, les grains de ladite poudre étant constitués de particules de graphite enrobées de nickel. Avantageusement, ladite projection thermique est une projection plasma.

10 Dans une turbo-soufflante, le substrat métallique sur lequel on applique le matériau auto-lubrifiant (sur le pied d'aube) est généralement en alliage de titane. L'adhérence du matériau auto-lubrifiant défini ci-dessus est en principe satisfaisante. Cependant, si on veut améliorer cette adhérence on peut appliquer sur la surface à recouvrir une sous-couche d'adhérence, avant application dudit matériau auto-lubrifiant. Cette sous-couche d'adhérence peut être par exemple du nickel-aluminium. Ce matériau adhère généralement bien sur n'importe quel substrat métallique. Il peut être appliqué par projection thermique et présente dans ce cas une morphologie favorable à l'accrochage d'autres matériaux projetés et notamment le matériau auto-lubrifiant de nickel-graphite.

15 Le procédé peut être complété par une opération consistant à projeter sur la surface dudit matériau auto-lubrifiant composite un autre matériau lubrifiant solide qui peut être, par exemple, du bisulfure de molybdène ou du graphite. Ce lubrifiant solide supplémentaire forme une couche continue très favorable à la réduction des frottements. Cette couche adhère bien sur le matériau auto-lubrifiant composite nickel-graphite en raison de la morphologie de ce dépôt qui comporte une certaine porosité.

20 La projection thermique des différents matériaux indiqués ci-dessus peut être effectuée avantageusement par plasma mais aussi par d'autres systèmes connus, y compris par laser.

30 L'invention concerne également une soufflante de turbo-réacteur comprenant un disque rotatif et des aubes montées à la périphérie de ce disque, ledit disque comportant des alvéoles dans lesquelles sont engagées des pieds d'aubes, caractérisée en ce qu'au moins les zones de contact des pieds d'aubes sont recouvertes d'un revêtement comprenant une couche d'un matériau auto-lubrifiant composite constitué exclusivement de particules de graphite enrobées dans une matrice de nickel.

35

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 5 - la figure 1 illustre la structure d'un grain de poudre destiné à former une couche d'un matériau auto-lubrifiant composite à la surface d'une pièce métallique à protéger ;
- la figure 2 est une vue schématique en coupe de la surface traitée conformément à l'invention ;
- 10 - la figure 3 illustre la mise en œuvre d'une étape du procédé pour le traitement d'un pied d'aube ; et
- la figure 4 illustre schématiquement et partiellement une soufflante conforme à l'invention.

15 Pour la mise en œuvre de l'invention, on utilise de préférence une poudre, connue en soi, dont chaque grain 11 a la structure représentée sur la figure 1, à savoir une particule de graphite 12 enrobée de nickel 13. Des résultats satisfaisants ont été obtenus à partir d'une telle poudre ayant une granulométrie comprise entre 20 et 100µm. La proportion en poids de graphite peut être comprise entre 10 et 40 %.

20 Cependant, la granulométrie peut être beaucoup plus faible, de taille nanométrique, à condition d'adapter le procédé de projection thermique, qui sera décrit plus loin, à cette granulométrie.

 Dans le mode de réalisation plus particulièrement décrit, on met en œuvre une projection thermique de poudre, avantageusement une projection
25 plasma. Cette projection (figure 3) est effectuée, à l'aide d'une torche à plasma 16 classique, sur les zones de contact 18 des pieds d'aubes 20. On rappelle que ces pieds d'aubes sont les parties des aubes de la soufflante qui sont engagées dans des alvéoles d'un disque-rotor de ladite soufflante. Comme représenté sur la figure 2, la projection de cette poudre, à chaud, aboutit à la
30 formation d'une couche de matériau auto-lubrifiant composite 22 sur les zones de contact en question, qui est donc constituée de particules de graphite réparties dans une matrice de nickel. En effet, au cours de la projection thermique, les grains se soudent entre eux par fusion du nickel de sorte que la
35 couche du matériau auto-lubrifiant comporte dans son épaisseur une multitude de particules de graphite régulièrement réparties au sein du nickel.

Le procédé peut être complété par une projection, à la surface du matériau auto-lubrifiant composite ainsi déposé, d'un autre matériau lubrifiant solide 24 formant une couche uniforme adhérant à la surface de la couche nickel-graphite 22. Cet autre matériau lubrifiant solide peut être le bisulfure de molybdène ou le graphite, notamment ou un mélange des deux. Il adhère bien sur la couche nickel-graphite préalablement déposée. L'épaisseur de ce lubrifiant solide supplémentaire peut être comprise entre 10 et 50 microns.

Cette couche supplémentaire améliore l'action lubrifiante de la couche nickel-graphite, cette dernière ne commençant à agir pleinement que lorsque le lubrifiant solide homogène est consommé. La durée de vie du contact avant toute dégradation se trouve ainsi augmentée. Des essais ont montrés que la durée de vie de la turbo-soufflante, avant réparation des pieds d'aubes pouvait être multipliée par dix, avec ce nouveau type de revêtement 28 comprenant au moins la couche 22, de préférence la couche 24 et éventuellement la sous-couche d'adhérence (non représentée).

La couche nickel-graphite 22 peut avoir une épaisseur comprise entre 50 et 200 μm . Elle peut être déposée directement sur le substrat métallique 26, à savoir sur le métal constituant le pied d'aube 20, en l'occurrence ici un alliage de titane. Néanmoins, si on veut augmenter l'adhérence entre la couche de nickel-graphite et le substrat métallique, on peut projeter (avant le dépôt de la couche nickel-graphite) une sous-couche d'adhérence, par exemple de nickel-aluminium.

L'invention concerne également une soufflante de turbo-réacteur comprenant un disque rotatif 30 et des aubes 32 montées à la périphérie de ce disque. Le disque comporte des alvéoles 34 dans lesquelles sont engagés des pieds d'aubes et les zones de contact de ces pieds d'aubes sont recouvertes d'un revêtement 28 conforme à la description qui précède, comprenant au moins une couche d'un matériau auto-lubrifiant composite constituée exclusivement de particules de graphites réparties dans une matrice de nickel. Le revêtement peut comprendre une autre couche de lubrifiant solide recouvrant la couche de matériau auto-lubrifiant composite (conformément à la figure 2). Cette autre couche peut comporter du graphite et/ou du bisulfure de molybdène.

Une sous-couche d'adhérence, par exemple en nickel-aluminium, peut être déposée sur le pied d'aube (classiquement en alliage de titane) sous la couche de matériau auto-lubrifiant composite décrite ci-dessus.

Des essais comparatifs ont été effectués dans les conditions suivantes. Des pieds d'aubes de soufflante ont été traités comme indiqué ci-dessus. D'autres ont été revêtus de CuNiIn classique. Les aubes ont été montées sur un même disque qui a été expérimenté sur moteur pendant 8000 cycles. Après
5 cette période, les pieds d'aubes revêtus de CuNiIn sont apparus endommagés par de l'usure et des écaillages du revêtement tandis que les pieds d'aubes traités selon l'invention n'avaient subi aucune dégradation.

Pour le dépôt de NiGr, les conditions opératoires suivantes ont donné satisfaction :

- 10 - projection du plasma : 400A sous 55V
- granulométrie de la poudre de NiGr : 50 microns
- distance buse-pièce : 120 mm
- vitesse de projection : 320 mm/s
- déplacement entre deux passes : 6 mm
- 15 - épaisseur de la couche 150 microns

REVENDEICATIONS

- 5 1. Procédé de protection des surfaces de contact entre deux pièces métalliques sujettes à des mouvements relatifs de faible amplitude, caractérisé en ce qu'il comporte une opération consistant à recouvrir au moins l'une desdites surfaces d'un matériau auto-lubrifiant composite (22) constitué exclusivement de particules de graphite (12) réparties dans une matrice de nickel (13).
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on recouvre d'un tel matériau auto-lubrifiant les zones de contact (18) de pieds d'aubes d'un compresseur de turboréacteur.
- 15 3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre en œuvre une projection thermique de poudre (11), les grains de ladite poudre étant constitués de particules de graphite (12) enrobées de nickel (13).
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite projection thermique est une projection plasma.
- 20 5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la granulométrie de ladite poudre est comprise entre 20 et 100 μm .
- 25 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la proportion en poids de graphite est comprise entre 10 et 40%.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une opération consistant à déposer une sous-couche d'adhérence sur la pièce métallique, avant application dudit matériau auto-lubrifiant.
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite sous-couche d'adhérence est du nickel-aluminium.
- 30 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une opération consistant à projeter sur la surface dudit matériau auto-lubrifiant composite (22) au moins un autre matériau lubrifiant solide (24).
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'un tel matériau lubrifiant solide (24) comporte du bisulfure de molybdène.
- 35 11. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'un tel matériau lubrifiant solide (24) comporte du graphite.

12. Soufflante de turboréacteur comprenant un disque rotatif (30) et des aubes (32) montés à la périphérie de ce disque, ledit disque comportant des alvéoles (34) dans lesquelles sont engagées des pieds d'aubes, caractérisée en ce qu'au moins les zones de contact (18) des pieds d'aubes (20) sont recouvertes d'un revêtement (28) comprenant une couche d'un matériau auto-lubrifiant composite constitué exclusivement de particules de graphite enrobées dans une matrice de nickel.

13. Soufflante selon la revendication 12, caractérisée en ce que ledit revêtement comporte une sous-couche d'adhérence, par exemple en nickel-aluminium.

14. Soufflante selon la revendication 12, caractérisée en ce que ledit revêtement comprend une autre couche de lubrifiant solide (24) recouvrant ladite couche de matériau auto-lubrifiant composite.

15. Soufflante selon la revendication 14, caractérisée en ce que cette autre couche comporte du graphite et/ou du bisulfure de molybdène.

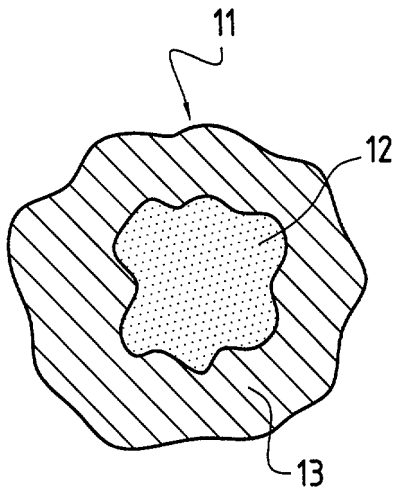


FIG. 1

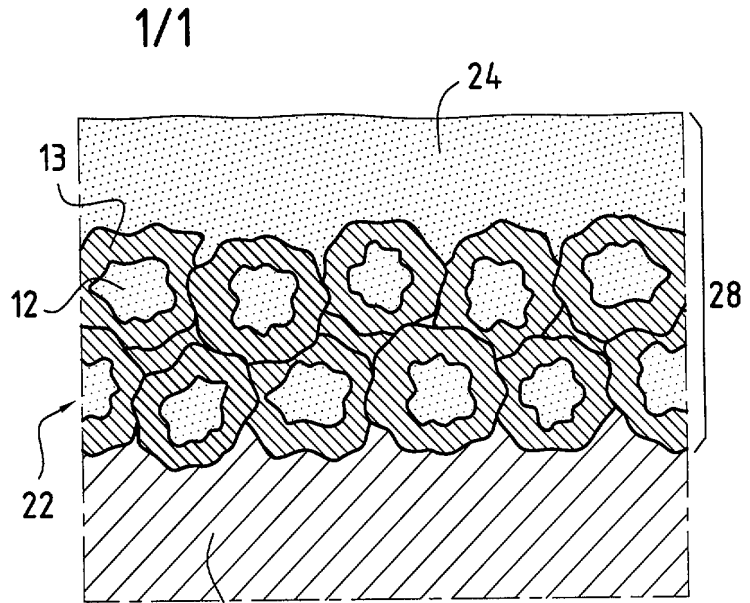


FIG. 2

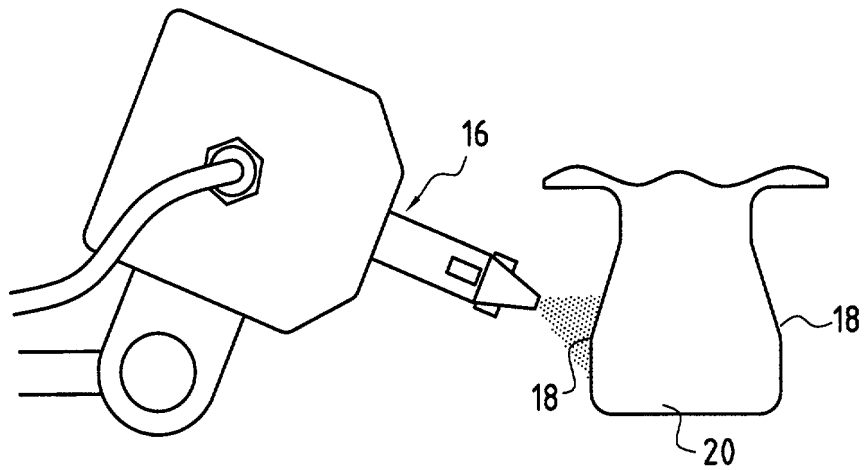


FIG. 3

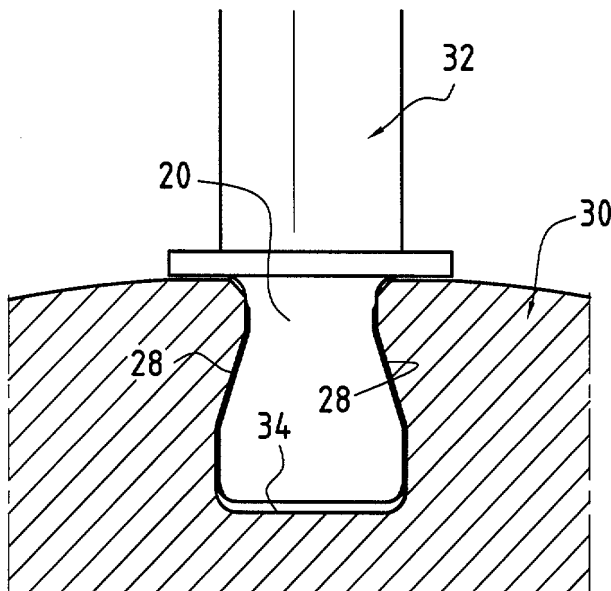


FIG. 4



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 651493
FR 0407521

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 358 753 A (RAO ET AL) 25 octobre 1994 (1994-10-25)	1,3-6	F02M35/06 F16N15/02
Y	* le document en entier * -----	2,12	
X	EP 0 937 789 A (ISUZU MOTORS LIMITED; NIHON PARKERIZING CO., LTD) 25 août 1999 (1999-08-25) * le document en entier *	1	
A	DE 44 34 303 A1 (FUJI ELECTRIC CO., LTD., KAWASAKI, KANAGAWA, JP) 20 avril 1995 (1995-04-20) * abrégé *	1	
Y	US 4 790 723 A (WILSON ET AL) 13 décembre 1988 (1988-12-13) * le document en entier *	2,12	
A	EP 1 085 172 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 21 mars 2001 (2001-03-21) * le document en entier *	12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			F01D C10M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 avril 2005		Mouton, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0407521 FA 651493**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06-04-2005

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5358753 A	25-10-1994	US 5302450 A	12-04-1994
		AU 6979194 A	06-02-1995
		CA 2166184 A1	19-01-1995
		DE 69421078 D1	11-11-1999
		DE 69421078 T2	03-02-2000
		EP 0707621 A1	24-04-1996
		WO 9502023 A1	19-01-1995
		JP 8512342 T	24-12-1996
		MX 9404901 A1	31-01-1995
		US 5315970 A	31-05-1994
EP 0937789 A	25-08-1999	JP 11080998 A	26-03-1999
		EP 0937789 A1	25-08-1999
		US 6372345 B1	16-04-2002
		WO 9911843 A1	11-03-1999
DE 4434303 A1	20-04-1995	JP 7102383 A	18-04-1995
US 4790723 A	13-12-1988	CA 1279828 C	05-02-1991
		IT 1215664 B	22-02-1990
		JP 63176601 A	20-07-1988
EP 1085172 A	21-03-2001	US 6290466 B1	18-09-2001
		BR 0004168 A	17-04-2001
		CA 2317840 A1	17-03-2001
		EP 1085172 A2	21-03-2001
		JP 2001132407 A	15-05-2001
		MX PA00008980 A	23-05-2002
		SG 87167 A1	19-03-2002