

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 203 637 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
08.05.2002 Bulletin 2002/19

(51) Int Cl. 7: B24B 39/00, B24B 1/04,
C21D 7/06, B24C 1/10,
B24C 5/08, F01D 5/28

(21) Numéro de dépôt: 01402410.3

(22) Date de dépôt: 20.09.2001

(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 21.09.2000 FR 0012017

(71) Demandeur: SNECMA MOTEURS
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- Berthelet, Benoit Jean Henri
94700 Maisons alfort (FR)
- Gueldry, Gérard Michel Roland
77240 Vert Saint Denis (FR)
- Mons, Claude Marcel
77176 Savigny le Temple (FR)
- Ntsama-Etoundi, Marie-Christine
94220 Charenton (FR)

(54) Grenaillage transversal par ultrasons des aubes sur un rotor

(57) Le procédé de grenaillage transversal par ultrasons des aubes (2) sur un rotor consiste à faire tourner la roue (3) portant les aubes (2) autour de son axe géométrique (6) disposé sensiblement à la verticale et à faire passer les aubes (2) dans un brouillard de microbilles entretenu par une surface vibrante (20) dans une

enceinte active (12) disposée latéralement à la roue. La surface active (20) se trouve sous le chemin des aubes (2). De préférence l'enceinte active (12) comporte une deuxième surface vibrante au-dessus du chemin des aubes (2).

L'invention concerne également une machine pour la mise en oeuvre du procédé.

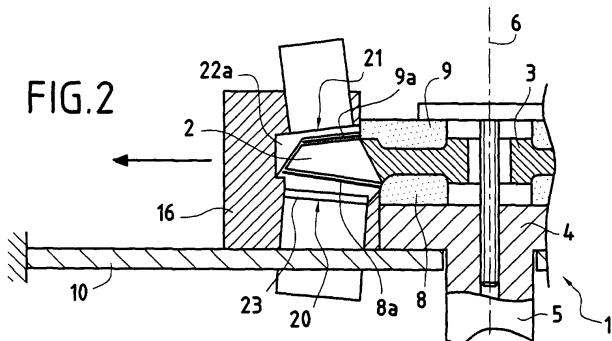
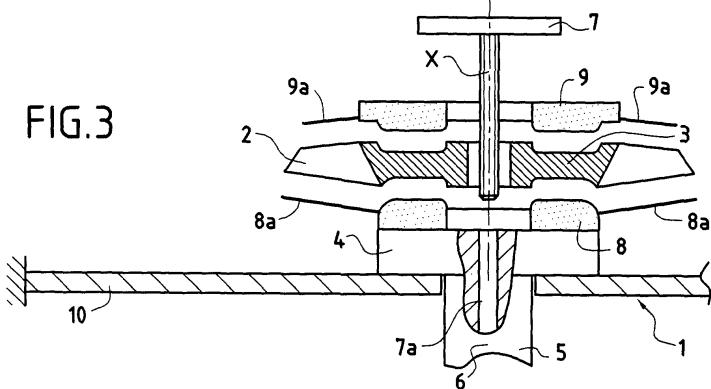


FIG. 3



Description

[0001] L'invention se rapporte à un procédé de grenaillage par ultrasons de pièces qui s'étendent radialement à la périphérie d'une roue, telles que des pales d'aubes de turbomachines sur un rotor. L'invention se rapporte également à une machine de grenaillage pour la mise en oeuvre du procédé.

[0002] Par le terme roue on entend un objet ayant une forme générale de révolution selon un axe géométrique, susceptible d'être mis en rotation autour de son axe.

[0003] Afin d'améliorer la résistance à la fatigue de pièces mécaniques, il est connu d'en grenailler la surface par projection de microbilles. Cette technique est très utilisée en aéronautique, pour mettre en compression permanente la surface de pièces sur une faible épaisseur. Cette mise en compression s'oppose à l'apparition ou à la progression des fissures à la surface de la pièce, ce qui permet d'améliorer la résistance à la fatigue. La technique consiste à projeter contre la surface de la pièce, avec un angle d'incidence faible par rapport à la perpendiculaire à cette surface et avec une énergie cinétique suffisante, des microbilles.

[0004] De préférence, l'angle d'incidence est inférieur à 45° par rapport à la perpendiculaire à la surface pour que les impacts puissent transmettre une énergie suffisante de la bille à la surface impactée. L'exposition de la pièce au grenaillage passe par un optimum. Un grenaillage insuffisant ne donne pas la résistance prévue mais on peut encore effectuer un grenaillage complémentaire. Par contre un grenaillage excessif provoque une dégradation irréversible de la pièce.

[0005] La technique du grenaillage s'applique notamment pour comprimer les surfaces des pales des aubes d'un rotor de turbomachine. Dans le cas des aubes qui comportent des parois fines, il est nécessaire de grenailler en même temps les deux faces des pales, afin d'éviter des déformations par modification des courbures dans les zones minces.

[0006] Traditionnellement le grenaillage des surfaces de parois épaisses, se fait en projetant des microbilles au moyen d'une buse alimentée simultanément en gaz comprimé et en microbilles. Le grenaillage des pales des aubes de turbomachines se fait au moyen de deux buses grenaillant chacune une face de la pale. Ce procédé de grenaillage présente en soi deux inconvénients :

- les paramètres de grenaillage ne sont pas stables, et la machine de grenaillage doit être fréquemment contrôlée et réglée lorsqu'on recherche un grenaillage proche de l'optimum,
- l'état de surface est dégradé, ce qui nuit à la durée de vie des pièces,
- la mise en oeuvre du procédé doit se faire dans une cabine suffisamment grande pour permettre la manipulation des pièces, et des buses de grenaillage.

[0007] Lorsque les surfaces à grenailler sont des pales de roue aubagées monoblocs, écartées d'une distance relativement faible l'une par rapport à l'autre, le procédé de grenaillage par des buses est encore plus délicat à mettre en oeuvre.

[0008] La demanderesse a proposé dans la demande de brevet français déposée le 18 novembre 1999 et enregistrée sous le numéro FR 99 14 482, un procédé de grenaillage par ultrasons au moyen d'un brouillard de microbilles entretenu dans une enceinte active par une surface vibrante. Selon le procédé décrit dans cette demande, la roue est entraînée en rotation autour de son axe disposé à l'horizontale. Les aubes situées dans la partie inférieure de la roue traversent l'enceinte active à faible vitesse et sont impactées par les microbilles du brouillard entretenu par la surface vibrante disposée sous les extrémités des aubes inférieures.

[0009] Les microbilles activées par la surface vibrante viennent frapper les surfaces des aubes situées dans l'enceinte active, sur lesquelles elles rebondissent, ainsi que les parois périphériques de la roue situées entre les aubes. Les microbilles qui ont perdu leur énergie cinétique, retombent sur la surface vibrante qui les projette dans l'enceinte active. Certaines microbilles sortent de l'enceinte active et sont récupérées dans des enceintes inactives adjacentes d'où elles retournent vers le fond de l'enceinte active par gravité.

[0010] Les extrémités minces des pales sont soumises à des impacts très violents et elles doivent être rongées à la fin de l'opération de grenaillage.

[0011] Au cours de l'opération de grenaillage, la roue tourne sur plusieurs tours. Il est ainsi plus aisés d'atteindre l'optimum, et d'éviter les asymétries de grenaillage, génératrices de déformation lorsque les pièces sont minces.

[0012] Le procédé décrit dans FR 99 14 482 est particulièrement adapté pour des pales d'aubes ayant une longueur relativement faible.

[0013] Mais lorsque les pales sont longues en comparaison de la distance entre deux pales consécutives, notamment si le rapport entre la longueur et la distance interpale est supérieur à trois, ou bien lorsque la hauteur de pale est supérieure à 100mm et que la forme de la pale est très recourbée, les flancs des pales situés vers le fond de l'espace interpale sont moins grenaillés car les microbilles ont déjà effectué plusieurs rebonds pour les atteindre et ont perdu une partie de leur énergie cinétique. Ainsi, le grenaillage n'est plus homogène et il faut augmenter la durée du grenaillage pour assurer un grenaillage minimal en tous points.

[0014] Le but de l'invention est de proposer un procédé de grenaillage par ultrasons de pièces qui s'étendent radialement à la périphérie d'une roue qui permette un grenaillage efficace des surfaces de ces pièces, quelle que soit leur longueur.

[0015] L'invention concerne donc un procédé de grenaillage par ultrasons de pièces qui s'étendent radialement à la périphérie d'une roue, procédé selon lequel

on met la roue en rotation autour de son axe géométrique et on crée un brouillard de microbilles dans une enceinte active fixe disposée latéralement à ladite roue, au moyen d'une première surface vibrante disposée dans la partie inférieure de ladite enceinte active comportant des ouvertures conformées pour permettre l'entrée et la sortie des pièces au cours de la rotation de la roue et étant dimensionnée pour loger au moins trois pièces adjacentes.

[0016] Le procédé selon l'invention est caractérisé par le fait que l'on fait tourner la roue autour de son axe disposée sensiblement à la verticale et par le fait que la première surface vibrante est disposée sous le chemin des pièces dans l'enceinte active.

[0017] Cette disposition permet d'impacter toutes les zones surfaciques des pièces transitant dans l'enceinte active quelle que soit leur distance par rapport à l'axe de rotation de la roue.

[0018] Selon une caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, l'enceinte comporte une deuxième surface vibrante au-dessus du chemin des pièces dans l'enceinte active.

[0019] Grâce à cette caractéristique les microbilles qui atteignent la partie supérieure de l'enceinte avec une faible énergie cinétique et sont prêtes à retomber par gravité, sont réactivées par cette deuxième surface vibrante, et participent de nouveau au grenaillage effectif par rebondissement sur les surfaces des pièces et les parois de l'enceinte active.

[0020] Lorsque le procédé selon l'invention est appliqué à des pièces ayant des bords minces en regard d'une surface vibrante, tels les bords d'attaque et les bords de fuite des pales d'aubes de turbomachines, et selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on protège lesdits bords minces au cours du grenaillage.

[0021] Cette protection peut être assurée de préférence par des tringles solidaires en rotation de la roue et masquant chacune un bord mince. Ces tringles sont disposées entre les bords minces et les sonotrodes. Elles ont pour effet de diminuer l'énergie des billes susceptibles d'impacter les bords minces. Elles peuvent être au contact des bords minces ou un peu écartées de ceux-ci.

[0022] Elle peut également être assurée par des tringles fixes solidaires de l'enceinte. Dans ce cas on fait tourner la roue pas à pas au cours du grenaillage de telle manière que les bords des pièces situées dans l'enceinte active soient situés en regard des tringles fixes. Le grenaillage peut être arrêté au cours du pivotement d'un pas de la roue.

[0023] Ainsi, pendant le grenaillage, les tringles sont situées entre les bords minces des aubes et les sonotrodes afin de protéger les bords minces des impacts à haute énergie des billes venant directement d'une sonotrode.

[0024] L'invention concerne également une machine de grenaillage pour mettre en oeuvre le procédé décrit

ci-dessus.

[0025] Cette machine est caractérisée par le fait qu'elle comporte :

5 un plateau tournant d'axe sensiblement vertical équipé de moyens de retenue d'une roue comportant radialement des pièces à grenailler, coaxialement audit plateau,

10 des moyens pour entraîner le plateau tournant en rotation autour de son axe, et au moins un dispositif pour grenailler lesdites pièces, ledit dispositif de grenaillage comprenant :

une enceinte active disposée latéralement à ladite roue et dimensionnée pour loger au moins trois pièces adjacentes et présentant une ouverture conformée pour permettre l'entrée et la sortie des pièces au cours de la rotation de la zone,

20 une première surface vibrante disposée dans le fond de l'enceinte active en dessous du chemin des pièces dans ladite enceinte active et susceptible d'entretenir un brouillard de microbilles dans ladite enceinte active, et des moyens pour récupérer les microbilles qui s'échappent de l'enceinte active et les retourner vers ladite enceinte.

[0026] Avantageusement, le dispositif de grenaillage 30 comporte en outre une deuxième surface vibrante disposée dans l'enceinte active au-dessus du chemin des pièces.

[0027] La machine peut également comporter des moyens pour protéger les bords des pièces situés en 35 regard d'une surface vibrante.

[0028] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

40 la figure 1 est une vue schématique de dessus d'une machine de grenaillage selon l'invention sur laquelle est montée une roue aubagée de turbomachine dont les pales des aubes doivent être grenaillées,

45 la figure 2 est une coupe verticale selon la figure II-II de la figure 1 ;

la figure 3 montre la fixation de la roue aubagée sur le plateau tournant de la machine et la disposition des faisceaux de grilles de protection des bords d'attaque et des bords de fuite des pales ;

50 la figure 4 est une coupe de la machine à grenailler par un plan vertical coupant le plan de la figure 1 selon la ligne IV-IV ;

55 la figure 5 est semblable à la figure 4 et montre à plus grande échelle l'enceinte active et les enceintes de récupération des microbilles sortant de l'enceinte active ;

la figure 6 est une coupe selon la ligne VI-VI de la figure 4, par un plan horizontal traversant les enceintes et situé en dessous du chemin des aubes dans le dispositif de grenaillage ; et

la figure 7 est semblable à la figure 2 et montre à plus grande échelle le dispositif de grenaillage et des tringles de protection des bords d'attaque et bords de fuite des pales, ces tringles étant montées fixes sur les enceintes.

[0029] Sur les dessins on a représenté par la référence 1 une machine de grenaillage des pales 2 qui s'étendent radialement à la périphérie d'une roue 3 d'axe x de turbomachine. La roue 3 peut être par exemple un disque aubagé monobloc ou une roue de turbomachine équipée d'aubes mobiles. Les pales 2 peuvent également être des pièces dont les surfaces doivent être grenaillées et qui comportent des moyens pour les retenir radialement et régulièrement espacés angulairement à la périphérie d'une roue 3 qui sert alors de support aux pièces à grenailler.

[0030] La machine de grenaillage 1 comporte essentiellement un plateau tournant 4 porté par un arbre 5 d'axe 6 sensiblement vertical. L'arbre 5 peut être entraîné en rotation autour de son axe 6 par des moyens d'entraînement en rotation, un moteur électrique par exemple, non montré sur les dessins. La roue 3 est fixée sur le plateau tournant 4 au moyen d'une pièce de bridage 7 coopérant avec un alésage taraudé 7a d'axe 6 méningé dans le plateau tournant 4, de telle manière que son axe x soit confondu avec l'axe 6 du plateau tournant 4.

[0031] De préférence, ainsi que cela est visible sur les figures 2 et 3, un premier flasque annulaire 8 est interposé entre le plateau tournant 4 et la roue 3 et un deuxième flasque annulaire 9 est interposé entre la roue et la pièce de bridage 7.

[0032] Ces flasques annulaires 8 et 9 comportent à leur périphérie des tringles radiales respectivement 8a et 9a, en nombre égal au nombres de pales 2 de la roue 3, régulièrement espacées autour de l'axe x. Chaque tringle 8a et 9a reprend la forme des bords de fuite et bords d'attaque des pales 2. Le flasque annulaire inférieur 8 est positionné sous la roue 3 de telle manière que le faisceau des tringles radiales 8a recouvre les bords inférieurs des pales 2. Le flasque annulaire supérieur 9 est également positionné angulairement par rapport à la roue 3 de telle manière que le faisceau de tringles 9a recouvre les bords supérieurs des pales 2. Lors de la rotation du plateau tournant 4 autour de l'axe 6, la roue 3 et les flasques annulaires 8 et 9 tournent autour de l'axe 6.

[0033] Le diamètre du plateau tournant 4 est choisi en fonction de la roue 3 et de telle manière que les pales 2 se projettent radialement à l'extérieur de la périphérie dudit plateau tournant.

[0034] Sur les figures 1 à 3 on voit que la machine 1 comporte en outre une glissière sensiblement horizontale fixe 10, solidaire du bâti de support de l'arbre 5, et

dont l'axe est perpendiculaire à l'axe 6 de l'arbre 5.

[0035] Sur cette glissière 10 est monté coulissant le dispositif de grenaillage 11 proprement dit. Lors du montage de la roue 3 sur le plateau tournant 4 ou lors de son démontage, le dispositif de grenaillage 11 est écarté du plateau tournant 4.

[0036] Ce dispositif de grenaillage 11 comporte essentiellement une enceinte centrale 12 dite active disposée entre deux enceintes latérales 13 et 14 dites inactives et destinées à récupérer des microbilles 15 qui s'échappent éventuellement de l'enceinte centrale et à les retourner vers l'enceinte centrale 12 ainsi que cela est expliqué plus loin dans le présent mémoire.

[0037] Ces enceintes 12 et 13 et 14 sont délimitées ensemble par une paroi périphérique externe 16 rigide en forme de secteur circulaire et dont le diamètre intérieur est sensiblement égal ou légèrement supérieur au diamètre du chemin parcouru par les extrémités des pales 2 au cours de la rotation de la roue 3 autour de l'axe 6, une paroi inférieure 17 en forme de cuvette qui s'étend entre la paroi périphérique 16 et la périphérie du plateau tournant 4 et une paroi supérieure 18 en forme de cuvette renversée ou d'un dôme qui s'étend entre la paroi périphérique 16 et la périphérie du flasque supérieur 9.

[0038] La paroi inférieure 17 est disposée sous le chemin parcouru par les pales 2 au cours de la rotation de la roue 3 et la paroi supérieure 18 est située au-dessus de ce chemin. Une surface vibrante inférieure 20 est disposée dans le fond de la cuvette formée par la paroi inférieure 17 est une deuxième surface vibrante 21 est disposée dans la partie supérieure du dôme formée par la paroi supérieure 18.

[0039] Des cloisons verticales et radiales présentant des ouvertures dont le contour est conformé selon les surfaces annulaires engendrées par les tringles 8a et 9a au cours de la rotation de la roue 3, relient les parois 17 et 18 à la paroi périphérique 16. Ces cloisons au nombre de quatre au dessus et au-dessous du chemin des pales 2 comportent notamment des cloisons latérales d'extrémité 21a, 21b qui délimitent circonférentiellement les enceintes inactives 13 et 14, et des cloisons intermédiaires 22a, 22b qui séparent l'enceinte active 12 des enceintes latérales inactives 13 et 14. Les cloisons intermédiaires 22a, 22b inférieures présentent au voisinage de la paroi inférieure 17, des ouvertures ou fentes 23 qui permettent aux microbilles 15 qui pénètrent dans les enceintes latérales inactives 13 et 14 de retourner vers la surface vibrante inférieure 20 par gravité.

[0040] L'enceinte active 12 est ainsi délimitée circonférentiellement par les cloisons 22a et 22b et est disposée entre les surfaces vibrantes 20 et 21, ainsi que cela est visible sur la figure 5.

[0041] L'étendue circonférentielle de cette enceinte active 12 est telle qu'au moins trois pales 2 puissent loger dans cette enceinte active 12.

[0042] Une certaine quantité de microbilles 15 est pla-

cée dans l'enceinte active 12. Lorsque les surfaces vibrantes 20 et 21 des sonotrodes sont activées, les microbilles 15 placées au dessus de la surface vibrante inférieure 20 sont projetées vers le haut, viennent frapper les surfaces des pales 2, rebondissent sur ces surfaces et poursuivent leur chemin de façon aléatoire. Certaines de ces microbilles 15 atteignent la surface vibrante supérieure 21 qui leur fournit une nouvelle énergie cinétique. Ces billes 15 frappent de nouveau les parois des aubes 2 au cours de leur descente. Il va de soi que certaines microbilles 15 viennent frapper les cloisons intermédiaires 22a et 22b sur lesquelles elles rebondissent. Ces microbilles 15 restent dans l'enceinte active 12, et retombent sur la surface vibrante 20 lorsqu'elles ont perdu leur énergie cinétique.

[0043] Du fait du déplacement des pales 2 à travers les ouvertures ménagées entre les cloisons intermédiaires supérieures et inférieures 22a et 22b, certaines microbilles 15 pénètrent dans les enceintes latérales 13 et 14 par l'espace séparant les contours des cloisons 22a et 22b des tringles 8a et 9b les plus proches. Ces microbilles 15 perdent rapidement leur énergie cinétique dans les enceintes latérales 13 et 14, tombent sur la paroi inférieure 17 qui est inclinée, et retournent sur la surface vibrante inférieure 20 par les fentes 23 ménagées au pied des cloisons intermédiaires inférieures 22a et 22b.

[0044] Au cours d'un tour de rotation de la roue 3, les pales 2 sont impactées par les microbilles 15 pendant la durée de leur passage dans la chambre active 12.

[0045] De manière avantageuse cette durée de passage est nettement inférieure à la durée totale de grenaillage nécessaire pour obtenir le résultat optimum, et le nombre de tours à effectuer pour obtenir le résultat optimum est calculé en conséquence. Ce nombre de tours est au moins égal à 3. Ceci permet de réduire la déformation des pales résultant des écarts temporaires de grenaillage entre les deux faces des pales pendant le traitement. En effet, lorsqu'une pale entre dans l'enceinte, sa face tournée dans le sens de rotation subit un grenaillage plus intense que sa face opposée du fait qu'elle est mieux exposée aux impacts à haute énergie des billes venant directement de la sonotrode. La mise en précontrainte de compression de la face tournée vers l'avant est donc plus importante que celle de la face opposée, ce qui provoque la déformation partiellement plastique vers l'arrière de la pale. Lorsque la pale va ressortir de l'enceinte de grenaillage, c'est le phénomène inverse qui se produit, mais il reste cependant une déformation résiduelle de la pale.

[0046] En effectuant le grenaillage en N tours au lieu d'un seul, l'écart temporaire de grenaillage entre les deux faces des pales est divisé par N, ce qui divise sensiblement par N la déformation résultante des pales. Le nombre de tours N n'est pas critique. Trois à cinq tours est considéré par la déposante comme étant acceptable pour obtenir un résultat significatif.

[0047] Il est à noter que pour diminuer le temps total

de grenaillage il est possible d'équiper la machine 1 de plusieurs dispositifs de grenaillage 11 identiques à celui décrit ci-dessus et répartis angulairement autour de l'axe 6.

5 **[0048]** La figure 7 montre une variante de réalisation du système de protection des bords d'attaque et bords de fuite des pales 2. Dans cette variante, les flasques annulaires 8 et 9 ne comportent pas de faisceaux de tringles radiales 8a, 9a. Les tringles de protection 30 et 10 31 fixes par rapport au dispositif de grenaillage 11, sont montées dans l'enceinte active 12. Le nombre de tringles 30 et 31 est égal au nombre de pales 2 susceptible de loger dans l'enceinte active 12.

[0049] Au cours de l'opération de grenaillage, les pales 2 sont immobilisées pendant une certaine durée dans une position telle que leurs bords d'attaque et leurs bords de fuite soient protégés par les tringles 30 et 31. Ensuite elles sont déplacées d'un pas égal à l'écart angulaire entre deux pales 2 consécutives .

20 **[0050]** Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les tringles 30, 31 sont fixées, par une extrémité 32, 33, à la paroi extérieure 16 et, par l'autre extrémité, à un support commun 34, 35 qui fait office de joint d'étanchéité entre le rotor 3 et respectivement les parois 25 intérieures 17, 18, cette étanchéité étant assurée lorsque les jeux laissés sont inférieurs au diamètre des billes.

[0051] Afin de simplifier l'introduction du rotor 3 dans les enceintes de grenaillage 12, 13 et 14, il peut être 30 avantageux de diviser la paroi extérieure 16 en deux parties 16a et 16b séparées par un plan de joint 36 sensiblement dans le plan du rotor 3. L'introduction du rotor 3 se fait alors selon le processus suivant :

- 35 - écarter, suivant la trajectoire 37, les constituants supérieurs des enceintes, soit la partie supérieure 16a de la paroi externe 16, la sonotrode 21 et la paroi interne 18,
 - mettre en place le rotor 3 suivant la trajectoire 38,
 40 - rapprocher ces mêmes constituants supérieurs des enceintes suivant une trajectoire 39 inverse de la trajectoire 37 afin de refermer les enceintes sur le rotor et de permettre le grenaillage.

45 **[0052]** Ce déplacement pas à pas est réalisé à grande vitesse si le grenaillage continue pendant ce déplacement, afin que les bords d'attaque et les bords de fuite soient impactés peu souvent lors du déplacement. On peut également arrêter les sonotrodes pendant la durée 50 du déplacement pas à pas des pales 2.

Revendications

- 55 1. Procédé de grenaillage par ultrasons de pièces (2) qui s'étendent radialement à la périphérie d'une roue (3), procédé selon lequel on met la roue (3) en rotation autour de son axe géométrique (6) et on

- crée un brouillard de microbilles (15) dans une enceinte active (12) fixe disposée latéralement à ladite roue (3), au moyen d'une première surface vibrante (20) disposée dans la partie inférieure de la dite enceinte active (12), ladite enceinte active (12) comportant une ouverture conformée pour permettre l'entrée et la sortie des pièces (2) au cours de la rotation de la roue (3) et étant dimensionnée pour loger au moins trois pièces adjacentes, **caractérisé par le fait que** l'on fait tourner la roue (3) autour d'un axe (6) sensiblement vertical et **par le fait que** la première surface vibrante (20) est disposée sous le chemin des pièces dans l'enceinte active (12).
2. Procédé selon le revendication 1, **caractérisé par le fait que** l'enceinte active (12) comporte une deuxième surface vibrante (21) au-dessus du chemin des pièces (2) dans l'enceinte active (12).
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 appliquée à des pièces (2) ayant des bords minces en regard d'une surface vibrante (20, 21), **caractérisé par le fait que** l'on protège lesdits bords minces au cours du grenaillage.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé par le fait que** l'on protège les bords minces des pièces (2) au moyen de tringles (8a, 9a) solidaires en rotation de la roue (3).
5. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé par le fait que** l'on protège les bords minces des pièces (2) situées dans l'enceinte (12) active au moyen de tringles (30, 31) solidaires de l'enceinte (12) et on fait tourner la roue (3) pas à pas au cours du grenaillage.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait que** la roue fait au moins N=3 rotations pendant le grenaillage.
7. Machine de grenaillage pour mettre en oeuvre le procédé selon la revendication 1, **caractérisée par le fait qu'elle comporte** :
- un plateau tournant (4) d'axe (6) sensiblement vertical équipé de moyens de retenue d'une roue (3) comportant radialement des pièces (2) à grenailler, coaxialement audit plateau (4), des moyens pour entraîner le plateau tournant (4) en rotation autour de son axe (6) et, au moins un dispositif pour grenailler lesdites pièces (2), ledit dispositif de grenaillage comprenant :
- une enceinte active (12) disposée latéralement à ladite roue (3) et dimensionnée pour loger au moins trois pièces (12) adja-
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- centes et présentant une ouverture conformée pour permettre l'entrée et la sortie des pièces (12) au cours de la rotation de la roue (3), une première surface vibrante (20) disposée dans le fond de l'enceinte active (12) en dessous du chemin des pièces (2) dans ladite enceinte active et susceptible d'entretenir un brouillard de microbilles (15) dans ladite enceinte active (12), et des moyens pour récupérer les microbilles (15) qui s'échappent de l'enceinte active (12) et les retourner vers ladite enceinte (12).
8. Machine selon la revendication 7, **caractérisée par le fait que** le dispositif de grenaillage comporte en outre une deuxième surface vibrante (21) disposée dans l'enceinte active au-dessus du chemin des pièces (2).
9. Machine selon l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisée par le fait qu'elle comporte** en outre des moyens pour protéger les bords des pièces (2) situés en regard d'une surface vibrante (20, 21).
10. Machine selon la revendication 9, **caractérisée par le fait que** les moyens de protection comportent un faisceau de tringles radiales (8a, 8d) solidaires de la roue (3).
11. Machine selon la revendication 9, **caractérisée par le fait que** les moyens de protection comportent des tiges (30, 31) solidaires de l'enceinte active (12).
12. Machine selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisée par le fait que** les moyens de grenaillage sont déplaçables dans une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe (6) du plateau tournant (4).

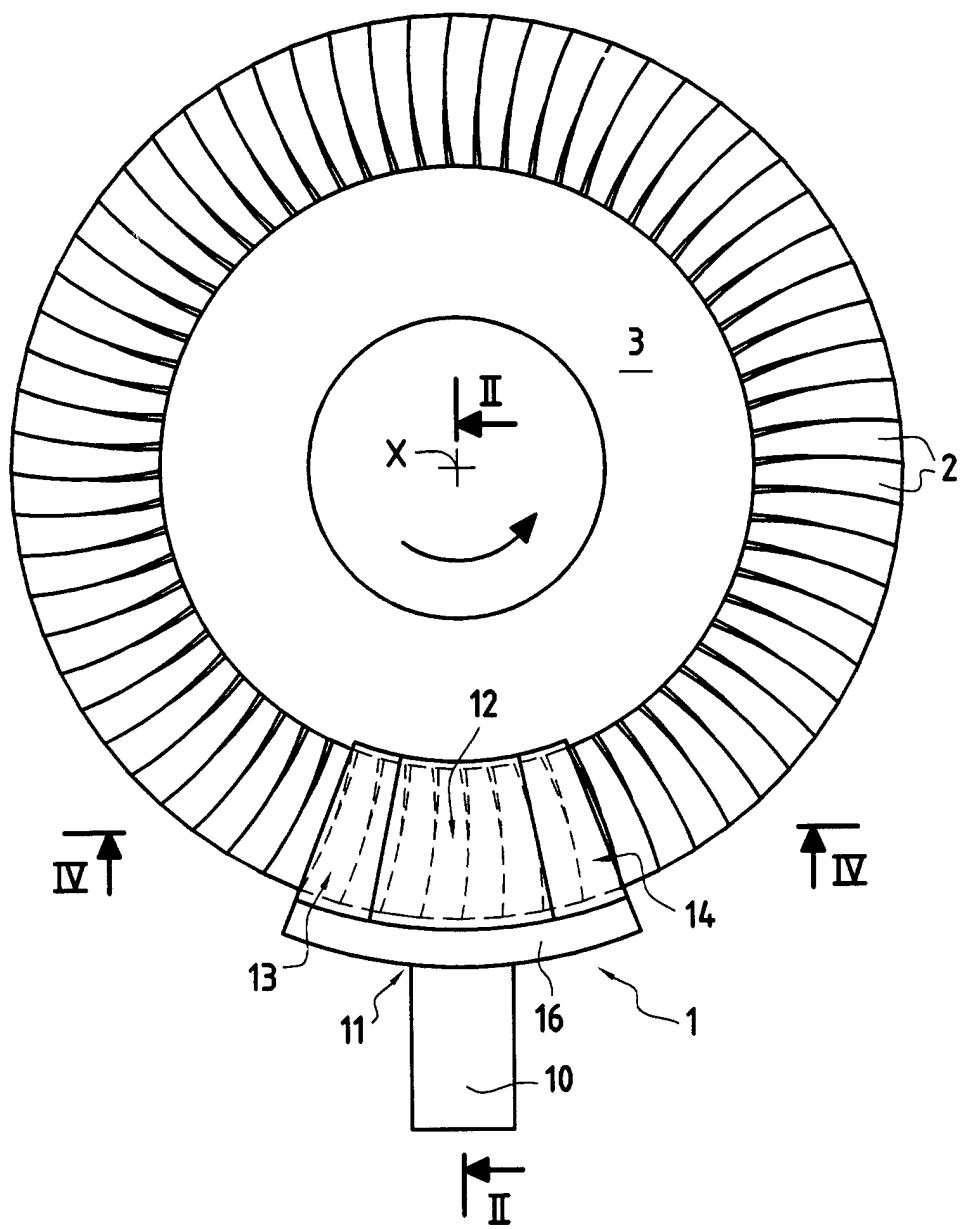


FIG.1

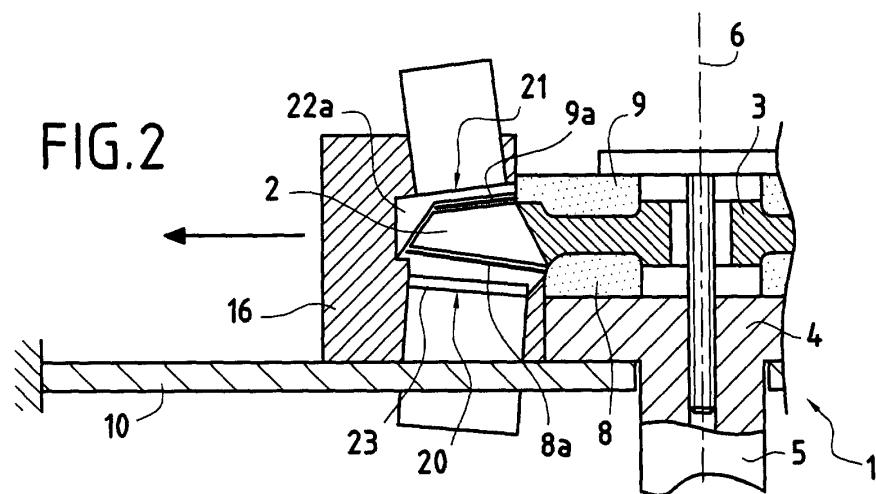


FIG. 3

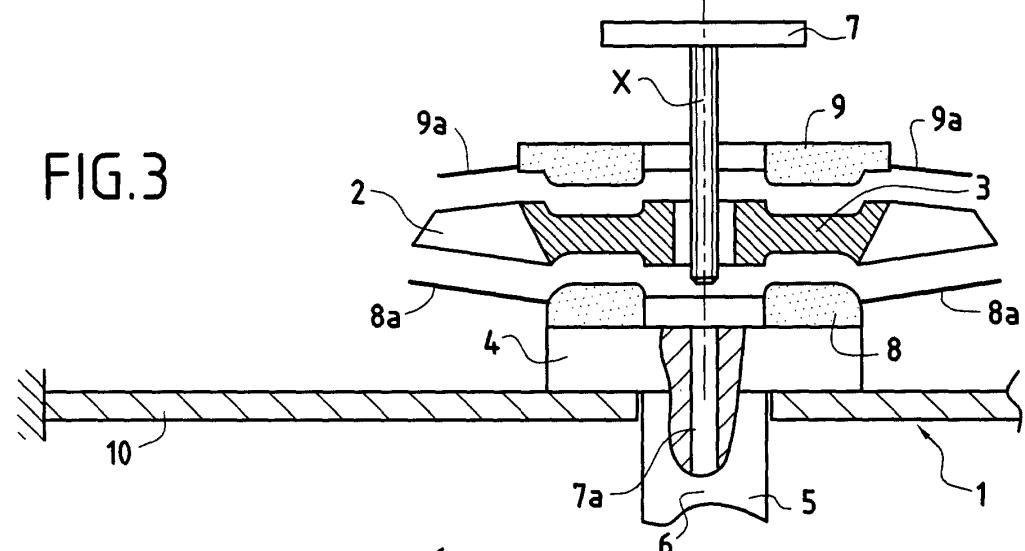


FIG. 4

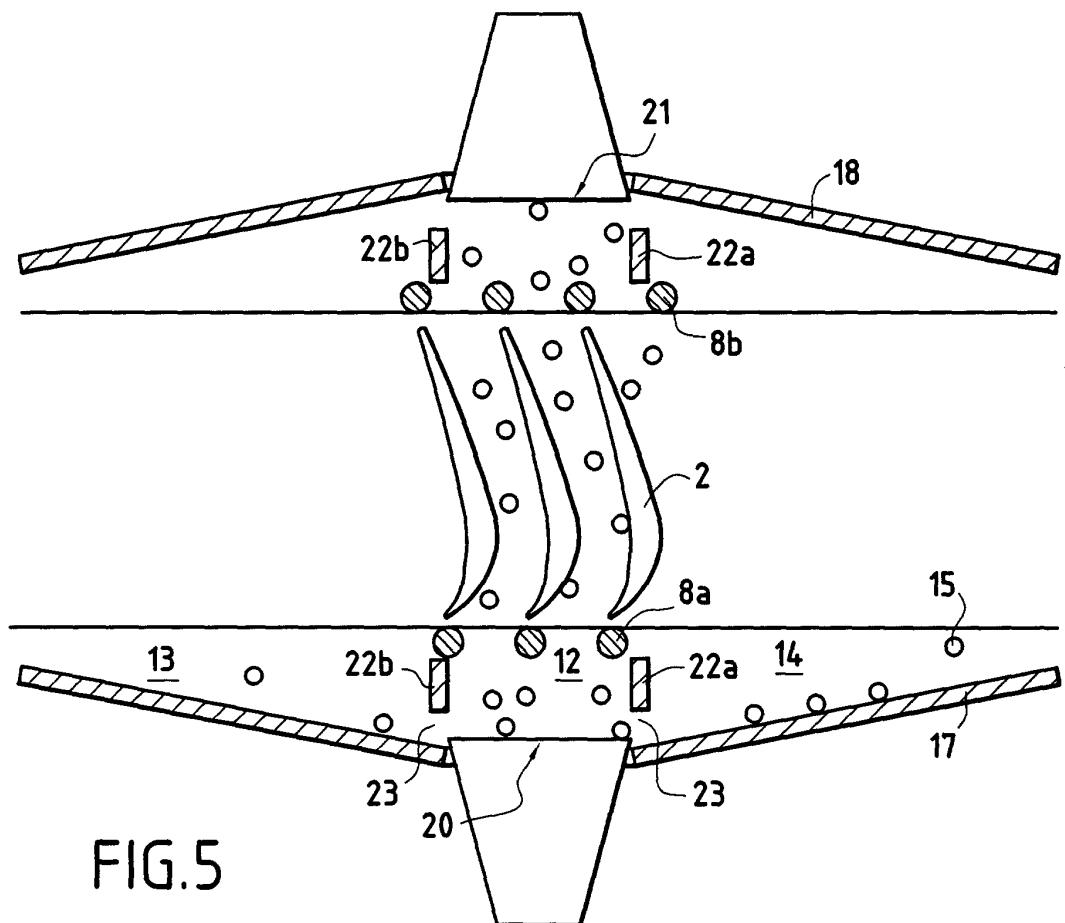


FIG.5

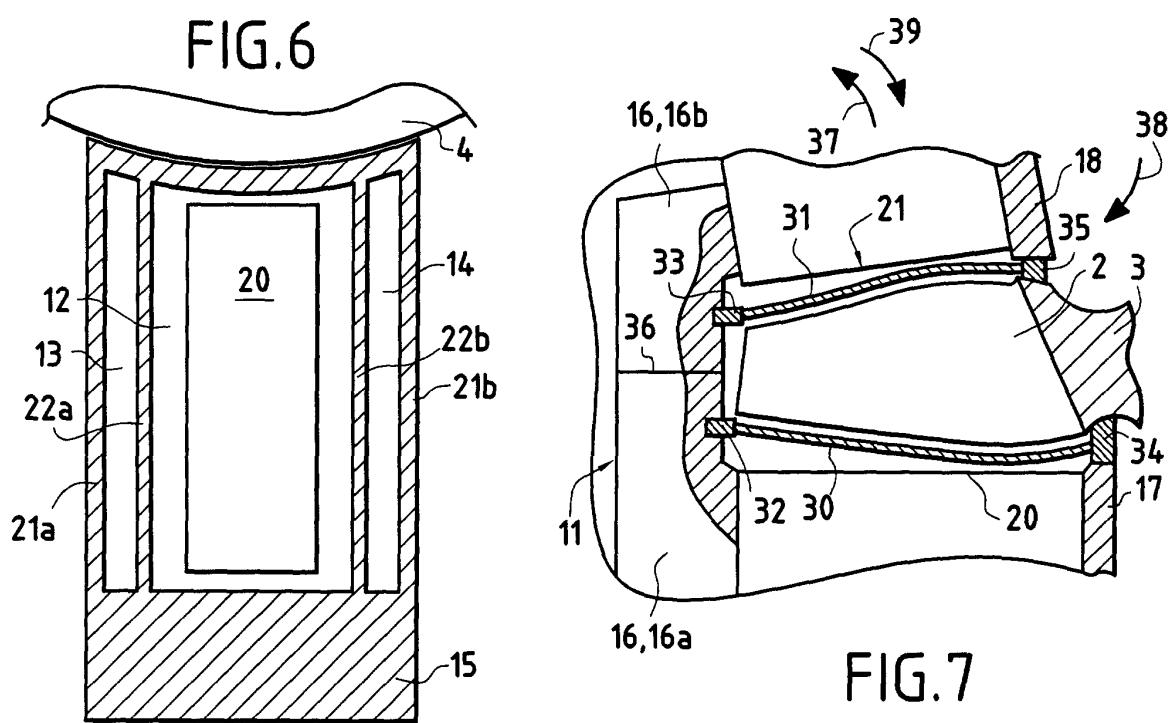


FIG.7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 2410

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS									
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)						
D.P. A	EP 1 101 568 A (SNECMA MOTEURS) 23 mai 2001 (2001-05-23) * revendications 1,8 *	1,7	B24B39/00 B24B1/04 C21D7/06 B24C1/10						
A	FR 2 714 629 A (TEKNOSON SA) 7 juillet 1995 (1995-07-07) * abrégé; figure 1 *	1,7	B24C5/08 F01D5/28						
A	US 4 426 867 A (NEAL JAMES W ET AL) 24 janvier 1984 (1984-01-24)	-----							
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)									
B24B C21D B24C F01D									
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Lieu de la recherche</td> <td style="width: 33%;">Date d'achèvement de la recherche</td> <td style="width: 33%;">Examinateur</td> </tr> <tr> <td>LA HAYE</td> <td>7 mars 2002</td> <td>Eschbach, D</td> </tr> </table>				Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	LA HAYE	7 mars 2002	Eschbach, D
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur							
LA HAYE	7 mars 2002	Eschbach, D							
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									

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

EP 01 40 2410

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.

07-03-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1101568	A	23-05-2001	FR	2801236 A1	25-05-2001
			EP	1101568 A1	23-05-2001
			WO	0136158 A2	25-05-2001
			JP	2001170865 A	26-06-2001
			US	6336844 B1	08-01-2002
FR 2714629	A	07-07-1995	FR	2714629 A1	07-07-1995
			WO	9517994 A1	06-07-1995
US 4426867	A	24-01-1984	AU	556101 B2	23-10-1986
			AU	8813982 A	17-03-1983
			BR	8205191 A	16-08-1983
			CA	1192387 A1	27-08-1985
			DE	3276662 D1	06-08-1987
			EP	0074918 A2	23-03-1983
			IE	53894 B1	12-04-1989
			IL	66717 A	31-07-1985
			IN	157173 A1	01-02-1986
			JP	1583724 C	22-10-1990
			JP	2004654 B	30-01-1990
			JP	58052420 A	28-03-1983
			SG	69287 G	19-02-1988