

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 956 601

②1 N° d'enregistrement national : 10 51263

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : B 23 P 15/02 (2006.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.02.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.08.11 Bulletin 11/34.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

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

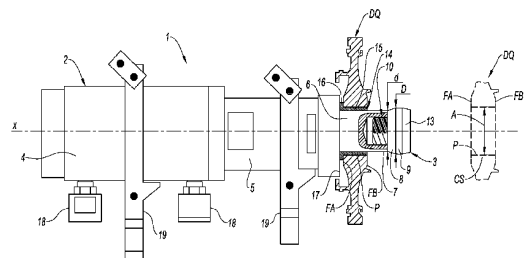
⑦2 Inventeur(s) : LE SAUNIER DIDIER, BRUNO et MONS CLAUDE, MARCEL.

⑦3 Titulaire(s) : SNECMA Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BLOCH & BONNETAT.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR RENFORCER, PAR PLASTIFICATION, L'ALEPAGE D'UN DISQUE DE TURBOMACHINE.

⑤7 - Selon l'invention, le procédé est du type à déformation à froid par compression de la couche superficielle (CS) de la paroi délimitant ledit alésage (A) et consiste:  
- à monter l'alésage du disque sur la tige (6), en position sortie, d'un actionneur fluide commandable (2),  
- à immobiliser axialement le disque (DQ) par rapport à l'actionneur (2),  
- à munir l'extrémité libre de la tige (6), située au-delà du disque, d'un outil cylindrique tronconique de compression (3) ayant un diamètre s'élargissant progressivement par rapport à celui de sa tige, et  
- à rétracter la tige (6) vers une position rentrée dans l'actionneur, pour que l'outil cylindrique tronconique (3) traverse l'alésage du disque en déformant à froid par compression la couche superficielle (CS) de la paroi (P) délimitant celui-ci.



FR 2 956 601 - A1



## **Procédé et dispositif pour renforcer, par plastification, l'alésage d'un disque de turbomachine**

La présente invention concerne un procédé pour renforcer, par plastification, les caractéristiques mécaniques de la paroi délimitant l'alésage d'un disque de turbomachine, et le dispositif pour mettre en œuvre le procédé.

5 Dans une turbomachine, telle qu'un turboréacteur ou analogue, la plupart des pièces ou composants qui la constituent sont soumis à des contraintes importantes qu'elles soient d'ordre mécaniques, thermiques ou autres, lors du fonctionnement de celle-ci, et notamment lorsque les pièces sont mobiles comme les disques des compresseurs et des turbines.

10 Aussi, ces disques font l'objet d'une attention toute particulière de manière à garantir une fiabilité de fonctionnement optimale et, pour cela, ils subissent constamment des essais de différentes natures comme des essais de fatigue, pour valider et certifier leur intégrité à l'usage.

15 Par exemple, des mesures de contraintes internes sont notamment réalisées sur ces disques en alliages à base de nickel ou de titane sensibles au « dwell effect » (fluage avec temps de maintien à basse température, pour information, voir le document FR 2 899 241 au nom du Demandeur). Des analyses ont montré que ces contraintes internes sont, particulièrement au niveau de la paroi délimitant l'alésage des disques, l'un des paramètres de l'amorçage prématuré de fissures ou de criques dans les disques en alliages  
20 de titane, et l'un des paramètres de risque d'amorçage pour des superalliages sensibles aux inclusions.

Pour éviter l'apparition de ces phénomènes d'amorçage, les procédés actuels consistent à soumettre les pièces finies (disques, ...) à une survitesse (vitesse de rotation largement supérieure à celle en fonctionnement des  
25 disques) dans une fosse aménagée spécifiquement de manière à entraîner la plastification des pièces et ainsi le renforcement des caractéristiques mécaniques de celles-ci. Cette survitesse engendre en effet une force centrifuge telle qu'elle comprime la couche superficielle du disque jusqu'à sa

plastification, en dépassant la limite élastique du matériau constituant le disque.

Bien que donnant des résultats acceptables, ces procédés requièrent cependant des installations (le diamètre des disques étant largement supérieur au mètre, et celui de l'alésage pouvant atteindre 800mm) lourdes et encombrantes, et impliquent des déformations (plastification) généralisées sur la surface totale des pièces traitées, lesquelles déformations sont par ailleurs plus ou moins contrôlables. En effet, en plus de traiter les alésages concernés, ces procédés plastifient le reste de la pièce avec des risques d'endommagement de zones spécifiques très sollicitées comme, par exemple, les parties externes des pièces soumises à des efforts centrifuges intenses en fonctionnement, ce qui peut endommager les fonds des alvéoles de réception des aubes ou conduire à limiter les vitesses de rotation, ce qui s'oppose alors à la réalisation même du procédé de renfort de l'alésage.

Par ailleurs, on peut également citer les procédés de renfort par grenailage (« shot peening ») ou par martelage au laser (« laser peening »). Cependant, le grenailage ne concerne que des profondeurs mises en compression de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre. Et le laser, s'il permet théoriquement d'agir sur des profondeurs de l'ordre du millimètre, est en revanche très difficile à mettre en œuvre dans ce type de cas et nécessite des installations très coûteuses et complexes. En outre, aucun de ces procédés ne plastifie la matière des pièces.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients.

A cet effet, le procédé pour renforcer, par plastification, les caractéristiques mécaniques de la paroi délimitant l'alésage d'un disque de turbomachine, de grand diamètre, est remarquable selon l'invention, en ce qu'il est du type à déformation à froid par compression de la couche superficielle de la paroi délimitant ledit alésage et en ce qu'il consiste :

- à monter de manière coulissante l'alésage du disque, par sa paroi, sur la tige, en position sortie, d'un actionneur fluide commandable,

- à immobiliser axialement le disque, monté sur la tige, par rapport à l'actionneur,
- à munir l'extrémité libre de la tige, située au-delà du disque, d'un outil cylindrique tronconique de compression ayant un diamètre s'élargissant progressivement par rapport à celui de la tige, et
- à rétracter la tige de la position sortie vers une position rentrée dans l'actionneur, pour que l'outil cylindrique tronconique traverse l'alésage du disque en déformant à froid par compression la couche superficielle de la paroi délimitant celui-ci.

10           Ainsi, grâce à l'invention, la résistance mécanique de la paroi de l'alésage est renforcée sur une couche annulaire d'épaisseur donnée, qui est comprimée plastiquement et radialement par l'action de l'outil tronconique le long de l'alésage. Les déformations permanentes ainsi engendrées à froid en surface (plastification) par le passage de l'outil tronconique créent des

15           contraintes de compression résiduelles qui consolident la couche annulaire de la paroi de l'alésage et empêchent la propagation de fissures ou de criques vers celui-ci. De plus, la mise en compression s'effectue localement, au niveau de la paroi de l'alésage, et non plus sur la totalité du disque, ce dernier restant sans déformation en dehors de la zone annulaire comprimée et

20           déformée plastiquement de la paroi de l'alésage.

          Par ailleurs, comme la compression à froid de la paroi soumise à l'action de l'outil tronconique se produit sur une couche de plusieurs millimètres de profondeur, cela reporte le point d'application de la contrainte maximale au cœur de la pièce et a pour effet d'allonger sa durée de vie en

25           fatigue.

          En résumé, la plastification par compression à froid de la paroi de l'alésage améliore les performances de tenue en fatigue du disque, par la déformation permanente produite sur la couche de paroi concernée, augmente sa longévité, reporte le point d'application de la contrainte maximale au cœur du disque et bloque la propagation des fissures et/ou

30           criques à l'alésage. De plus, l'encombrement nécessaire à la mise en œuvre

du procédé se trouve considérablement réduit du fait de la suppression de la fosse et des organes moteurs associés et conséquents pour engendrer de telles vitesses de rotation. Ici, un simple actionneur est utilisé pour déformer localement la paroi de l'alésage du disque à traiter.

5 Par exemple, le procédé consiste à mettre l'une des faces transversales dudit disque contre une butée axiale de l'actionneur, tandis que l'autre face transversale opposée du disque est tournée vers l'outil cylindrique tronconique. Ainsi, le disque est immobilisé axialement directement par l'actionneur, lors de la rentrée de sa tige durant l'action de l'outil de  
10 compression.

Avantageusement, il consiste aussi à rapporter par une liaison amovible, ledit outil de compression tronconique en bout de l'extrémité libre de la tige coulissante de l'actionneur. On se rend compte de la simplicité de mise en œuvre de l'invention par le montage de l'outil qui fait ainsi partie  
15 intégrante de l'actionneur.

Selon une autre caractéristique, le procédé consiste à mettre en place, entre la paroi délimitant l'alésage du disque et la tige de l'actionneur, une bague fendue latéralement et autolubrifiante s'étendant sur toute la longueur de l'alésage. Cette bague facilite l'action de l'outil et protège la paroi  
20 de l'alésage des forces de frottement engendrées par l'outil lors de son passage.

De préférence, on utilise un actionneur du type vérin hydraulique télescopique, ce qui permet d'appliquer un effort important et suffisant pour déformer plastiquement le disque.

25 L'invention concerne également le dispositif pour renforcer, par plastification, les caractéristiques mécaniques de la paroi délimitant l'alésage d'un disque de turbomachine, de grand diamètre, pour mettre en œuvre le procédé défini ci-dessus.

Le dispositif est remarquable en ce qu'il comprend :

30 - un actionneur fluide commandable sur la tige coulissante duquel est monté, par sa paroi, l'alésage du disque à traiter, l'une des faces

transversales du disque étant immobilisée axialement contre une butée dudit actionneur ; et

- un outil cylindrique tronconique de compression, apte à être rapporté coaxialement en bout de la tige coulissante, en regard de l'autre face transversale du disque, et ayant un diamètre s'élargissant progressivement par rapport à celui de la tige.

Dans un mode de réalisation préféré, le dispositif comporte, de plus, une bague fendue latéralement et autolubrifiante, disposée entre la paroi délimitant l'alésage du disque et la tige coulissante de l'actionneur, et s'étendant sur toute la longueur de l'alésage.

Par exemple, ledit outil de compression comporte une partie tronconique dont le petit diamètre correspond à celui de la tige coulissante et dont le grand diamètre se prolonge par une partie cylindrique, et il est rapporté en bout de l'extrémité libre de la tige coulissante de l'actionneur par une liaison amovible du type par vissage, encliquetage ou analogue.

Dans un mode de réalisation préféré, l'actionneur fluide commandable se présente sous la forme d'un vérin hydraulique télescopique à plusieurs éléments étagés, la tige coulissante correspondant à l'élément de plus petit diamètre.

Par ailleurs, l'actionneur fluide est porté par des anneaux de maintien et repose sur des supports.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 représente, schématiquement, un exemple de réalisation du dispositif pour renforcer, par plastification, l'alésage d'un disque de grand diamètre de turbomachine, mettant en œuvre le procédé conformément à l'invention.

Les figures 2 et 3 sont des vues schématiques et partielles du disque avant et après le passage de l'outil de compression du dispositif le long de l'alésage du disque.

Le dispositif de renfort par plastification à froid 1 de l'invention a pour but de renforcer la couche superficielle CS formée par la paroi P délimitant l'alésage A d'un disque DQ de turbomachine, comme les disques destinés aux compresseurs et turbines d'un turboréacteur. Pour plus de clarté, on a représenté en partie et en pointillés sur la droite de la figure 1, le disque DQ avant son montage sur le dispositif 1. A titre d'exemple dimensionnel, le diamètre de l'alésage d'un tel disque peut largement dépasser les 500mm pour atteindre 800mm, voire plus.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, le dispositif de renfort 1 comprend principalement un actionneur fluide commandable 2 et un outil de compression 3 servant à plastifier à froid la paroi P par déformation permanente de la couche superficielle CS sur une épaisseur de l'ordre de quelques millimètres.

En particulier, compte tenu du grand diamètre des disques et des efforts élevés à fournir pour déformer leur alésage, l'actionneur fluide 1 est un vérin hydraulique d'axe X de type télescopique à trois éléments dans cet exemple, à savoir un corps ou cylindre fixe 4, une tige intermédiaire 5 montée coulissante dans le cylindre fixe 4, et une tige terminale 6 montée à son tour coulissante dans la tige intermédiaire 5. Les alimentations et retours fluidiques des éléments n'ont pas été représentés sur les figures.

L'extrémité libre 7 de la tige terminale 6 porte, coaxialement à l'axe X du vérin, l'outil de compression à froid 3 qui est de forme cylindrique, tronconique. Il présente une partie tronconique 8 avec un petit diamètre  $d$  qui suit le diamètre de la tige 6 et qui s'élargit progressivement jusqu'à un grand diamètre D se terminant en partie cylindrique 9. Celle-ci se prolonge par une partie 13 à conicité décroissante. Le montage de l'outil de compression 3 en bout de l'extrémité libre 7 de la tige 6 se fait par une liaison amovible 10, telle que par vissage, représentée sur les figures 1 et 2 par un embout fileté 11 de l'outil coopérant avec un trou taraudé 12 ménagé en bout de la tige 6.

L'accroissement de diamètre de l'outil de compression 3 est bien entendu prédéterminé pour obtenir la déformation souhaitée au niveau de la

paroi P du disque DQ à traiter et le diamètre d'alésage A1 après le passage de l'outil, comme le montre la figure 3. Aussi, pour faciliter cette déformation et protéger également la paroi P de l'alésage du contact direct avec l'outil 3, le dispositif 1 comprend, de plus, entre la tige terminale 6 du vérin 2 et la paroi P de l'alésage A du disque, une bague 14 fendue latéralement et réalisée en un matériau autolubrifiant. Cette bague intermédiaire 14 est montée de façon coulissante entre la tige 6 et la paroi P, de sorte que les diamètres intérieur et extérieur de sa paroi cylindrique latérale fendue 15 correspondent respectivement, au jeu fonctionnel près, au diamètre de la tige terminale 6 du vérin et au diamètre de l'alésage A du disque avant traitement.

On voit, sur les figures 1 et 2, que la bague intermédiaire 14 s'étend au moins sur toute la longueur de l'alésage A du disque DQ et comporte à une extrémité un rebord annulaire externe 16 qui s'applique, d'un côté, contre le changement de section transversale créé entre les tiges 5 et 6, c'est-à-dire contre la face transversale d'extrémité 17 de la tige intermédiaire 5. Et, de l'autre côté du rebord annulaire 16 s'applique le disque DQ à traiter, par sa face transversale correspondante FA tournée vers la tige intermédiaire 5. Ainsi, le disque DQ est immobilisé axialement en position par rapport au vérin 2, en s'appliquant contre le rebord 16 de la bague 14, lui-même en appui contre la face transversale 17 de la tige intermédiaire, qui fait ainsi office de butée axiale. A l'autre extrémité opposée à ce rebord 16, la paroi cylindrique fendue 15 de la bague 14 se termine sensiblement à fleur de l'autre face transversale opposée FB du disque.

Par ailleurs, comme on peut mieux le voir sur la figure 2, le diamètre maximal D de l'outil de compression tronconique, compte tenu de la présence de la bague intermédiaire et donc de son épaisseur, est dans ce cas inférieur à celui de l'alésage A du disque. Une fois solidaire de l'extrémité libre 7 de la tige terminale 6 (après montage préalable de la bague et du disque) qui occupe une position sortie au moins partielle, l'outil de compression 3 se trouve axialement proche de la face transversale FB du disque.

Le vérin télescopique 2 du dispositif repose, par ailleurs, horizontalement sur des supports 18 sur lesquels s'étend le cylindre 4, et des anneaux de maintien à blocage amovible 19 enserrant le cylindre 4 et la tige intermédiaire 5 pour assurer sa fixation par rapport à un bâti non représenté.

5           Après le montage du disque DQ, par son alésage A, sur la bague fendue autolubrifiante 14 (elle-même montée sur la tige terminale 6 du vérin), jusqu'à venir contre le rebord annulaire 16 de la bague, en butée axiale contre la tige intermédiaire 5, l'outil de compression 3 est vissé par la liaison 10, en bout de la tige 6. Le vérin 2 du dispositif 1 peut être alors commandé (on  
10           pourrait aussi envisager de monter d'abord la bague dans l'alésage du disque, puis l'ensemble disque-bague sur la tige terminale du vérin).

Le fonctionnement du dispositif 1 de l'invention est illustré sur les figures agrandies 2 et 3 et ne soulève pas de difficultés particulières.

Le passage de la position sortie à la position rentrée de la tige  
15           terminale 6 et de la tige intermédiaire 5, sous l'action de la commande fluïdique du vérin, entraîne le déplacement axial selon la flèche F de l'outil de compression 3 vers le cylindre fixe 4 du vérin 2. Ainsi, la partie tronconique 8 de celui-ci va progressivement entrer en contact avec la paroi latérale fendue 15 de la bague autolubrifiante 14, qui se déforme en s'écartant sous l'action  
20           de l'expansion radiale ainsi engendrée par la partie tronconique (passant du diamètre  $\underline{d}$  au diamètre D), et presse simultanément radialement la paroi P de l'alésage A dont la couche superficielle CS va se comprimer progressivement. Et cela jusqu'au passage de la partie cylindrique 9 de l'outil 3 qui donne,  
25           après la traversée totale de celle-ci, le diamètre souhaité à l'alésage agrandi A1 du disque DQ, comme le montre la figure 3. Bien entendu, le disque DQ est maintenu en place, par exemple, par un dispositif externe non représenté.

Cette compression à froid produit ainsi la plastification (déformation permanente) de la couche superficielle, conduisant à la durcir et donc à la renforcer sur plusieurs millimètres d'épaisseur. Aucun traitement thermique ou  
30           autre post plastification n'est à prévoir, la mise en compression à froid

s'effectuant sur des pièces (disques) finies d'usinage. Par ailleurs, bien qu'elle soit prévue ici, la bague intermédiaire pourrait ne pas être utilisée.

5 Par le dispositif 1 mettant en œuvre le procédé de renfort de l'invention, on réalise ainsi une plastification par mise en compression locale de la couche de surface CS délimitant l'alésage sans déformation de la totalité du disque D. Des contraintes résiduelles sont ainsi créées qui renforcent la couche superficielle et bloquent la propagation des fissures ou criques à l'alésage. De la sorte, on obtient une tenue en fatigue ou résistance mécanique plus élevée et une longévité accrue des disques.

10 Si le mode de réalisation décrit ci-dessus s'applique au renfort d'un disque de turbomachine, il va de soi que plusieurs disques de même diamètre pourraient être montés sur l'actionneur et être ainsi traités avantageusement en même temps.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé pour renforcer, par plastification, les caractéristiques mécaniques de la paroi (P) délimitant l'alésage (A) d'un disque (DQ) de turbomachine, de grand diamètre, caractérisé en ce qu'il est du type à déformation à froid par compression de la couche superficielle (CS) de la paroi délimitant ledit alésage (A) et en ce qu'il consiste :

- à monter de manière coulissante l'alésage du disque, par sa paroi (P), sur la tige (6), en position sortie, d'un actionneur fluïdique commandable (2),
- à immobiliser axialement le disque (DQ), monté sur la tige, par rapport à l'actionneur (2),
- à munir l'extrémité libre de la tige (6), située au-delà du disque, d'un outil cylindrique tronconique de compression (3) ayant un diamètre s'élargissant progressivement par rapport à celui de sa tige et
- à rétracter la tige (6) de la position sortie vers une position rentrée dans l'actionneur, pour que l'outil cylindrique tronconique (3) traverse l'alésage du disque en déformant à froid par compression la couche superficielle (CS) de la paroi (P) délimitant celui-ci.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre l'une (FA) des faces transversales dudit disque (DQ) contre une butée axiale (17) de l'actionneur, tandis que l'autre face transversale (FB) du disque est tournée vers l'outil cylindrique tronconique (3).

3. Procédé selon l'une des revendications 1-2, caractérisé en ce qu'il consiste à rapporter par une liaison amovible (10), ledit outil de compression tronconique (3) en bout de l'extrémité libre (7) de la tige coulissante (6) de l'actionneur.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre en place, entre la paroi (P) délimitant l'alésage du disque et la tige (6) de l'actionneur, une bague fendue latéralement (14) et autolubrifiante s'étendant sur toute la longueur de l'alésage.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on utilise un actionneur (2) du type vérin hydraulique télescopique.

5           6. Dispositif pour renforcer, par plastification, les caractéristiques mécaniques de la paroi (P) délimitant l'alésage d'un disque (D) de turbomachine, de grand diamètre, pour mettre en œuvre le procédé défini selon l'une quelconque des réalisations précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend :

10       - un actionneur fluide commandable (2) sur la tige coulissante (6) duquel est monté, par sa paroi, l'alésage du disque (D) à traiter, l'une (FA) des faces transversales du disque étant immobilisée axialement contre une butée (17) dudit actionneur ; et

15       - un outil cylindrique tronconique de compression (3), apte à être rapporté coaxialement en bout de la tige coulissante, en regard de l'autre face transversale du disque, et ayant un diamètre s'élargissant progressivement par rapport à celui de la tige.

7. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte, de plus, une bague (14) fendue latéralement et autolubrifiante, disposée entre la paroi (P) délimitant l'alésage du disque (DQ) et la tige coulissante (6) de l'actionneur (2), et s'étendant sur toute la longueur de l'alésage.

8. Dispositif selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que ledit outil de compression (3) comporte une partie tronconique (8) dont le petit diamètre correspond à celui de la tige coulissante et dont le grand diamètre se prolonge par une partie cylindrique (9) et en ce qu'il est rapporté en bout de l'extrémité libre (7) de la tige coulissante (6) de l'actionneur par une liaison amovible (10), du type par vissage, encliquetage ou analogue.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes 6 à 8, caractérisé en ce que ledit actionneur fluide commandable (2) se présente sous la forme d'un vérin hydraulique télescopique à plusieurs éléments étagés (4, 5, 6), la tige coulissante (6) correspondant à l'élément de plus petit diamètre.

5

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes 6 à 9, caractérisé en ce que ledit actionneur fluide (2) est porté par des anneaux de maintien (19) et repose sur des supports (18).

10

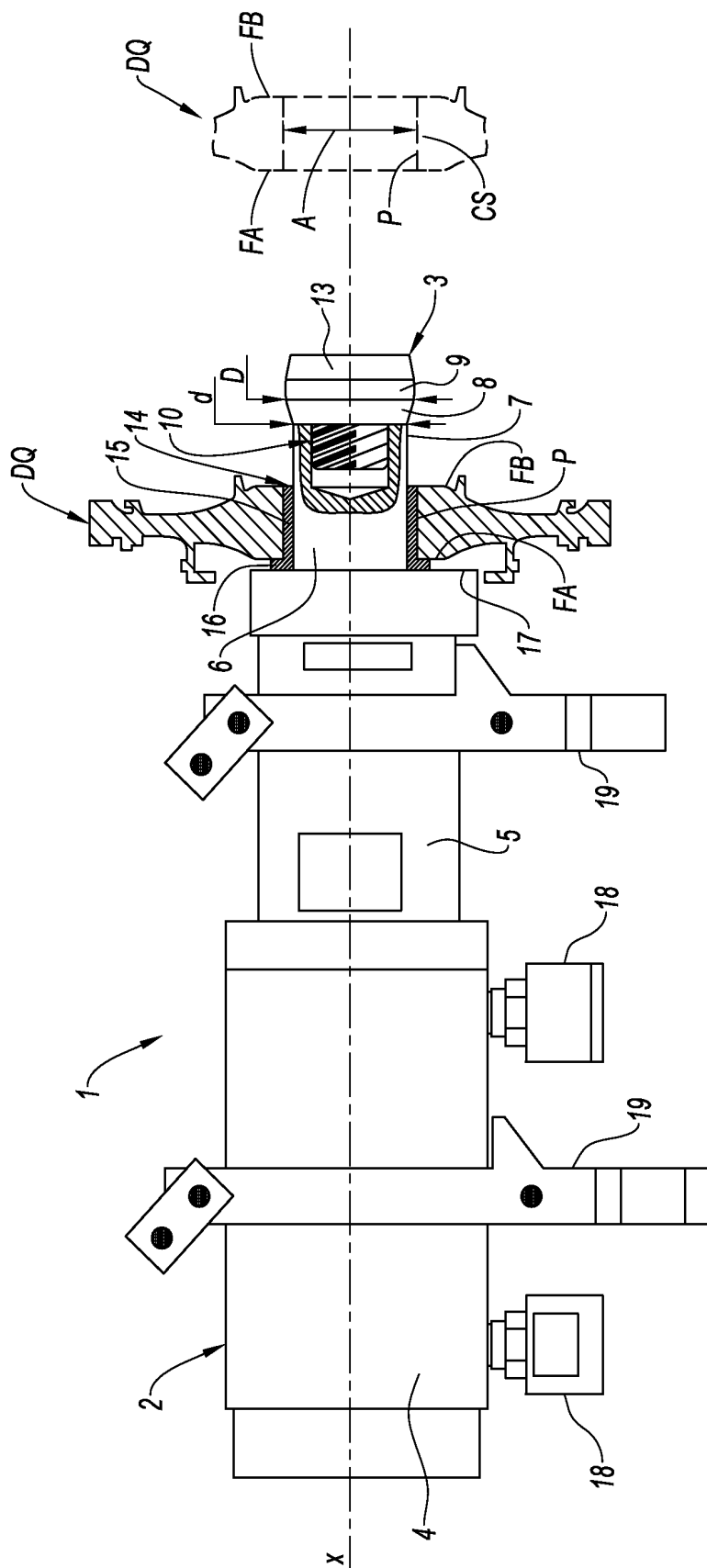


Fig. 1

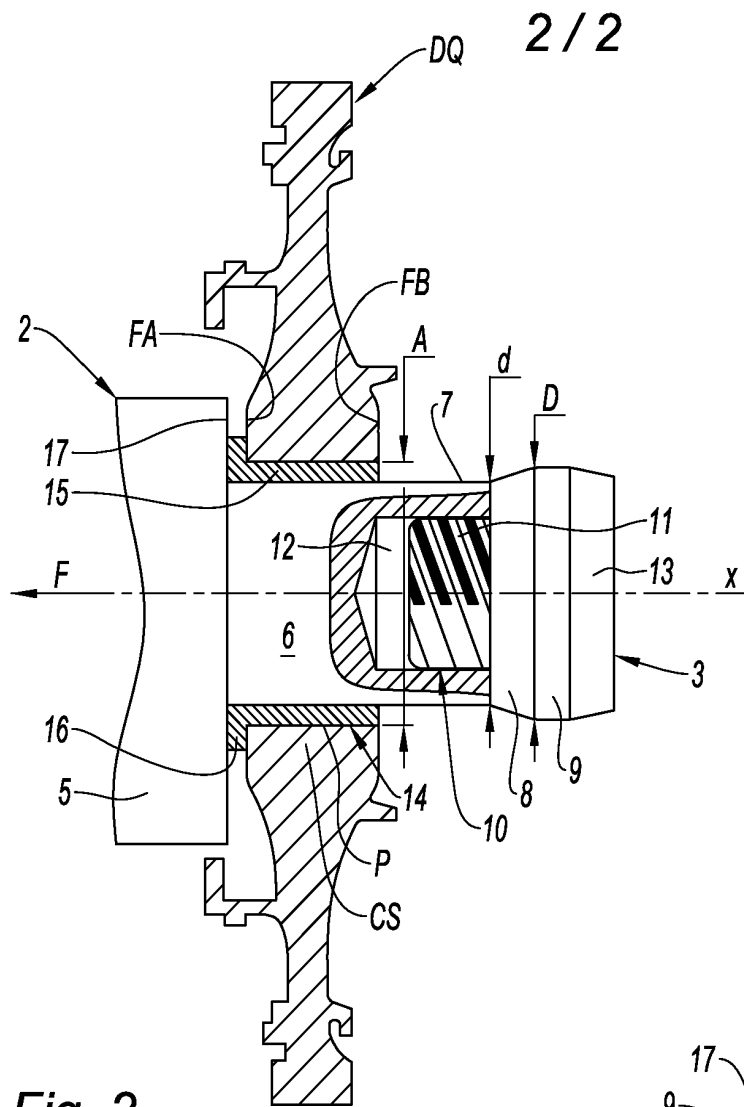


Fig. 2

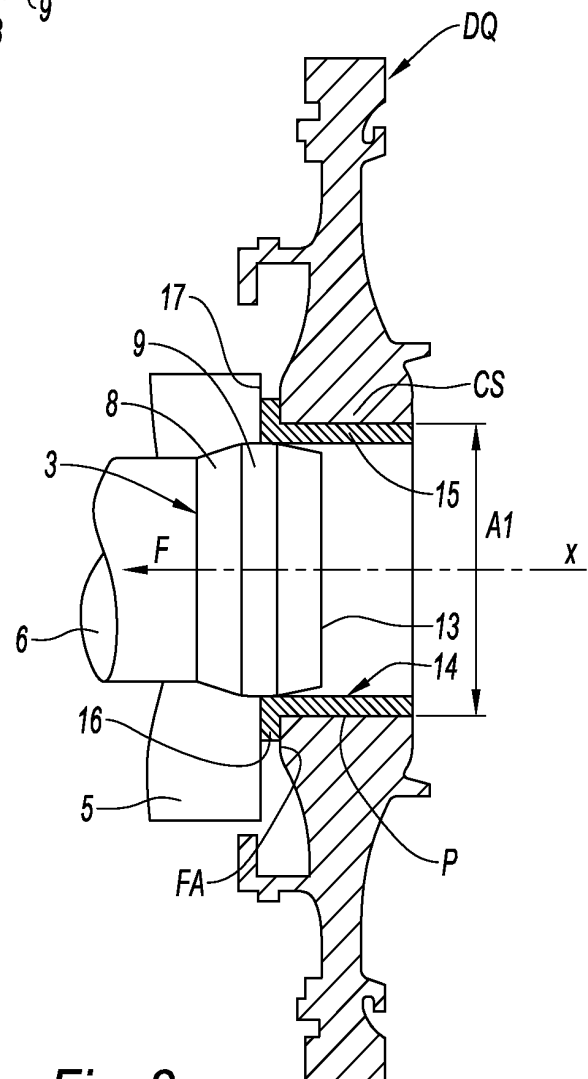


Fig. 3



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 732569  
FR 1051263

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	EP 0 086 505 A1 (BBC BROWN BOVERI & CIE [CH]) 24 août 1983 (1983-08-24) * page 2, ligne 10 - ligne 17 * * page 4, ligne 24 - ligne 27; revendication 1; figure 1; exemple 1 *	1-10	B23P15/02	
A	EP 1 611 976 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 4 janvier 2006 (2006-01-04) * alinéa [0009] - alinéa [0023]; figures *	1-10		
A	US 2010/000280 A1 (REID LEONARD FREDERICK [US] ET AL) 7 janvier 2010 (2010-01-07) * alinéas [0042] - [0046], [0057] - [0061]; figures *	1-10		
A	US 5 129 253 A (AUSTIN JOHN [US] ET AL) 14 juillet 1992 (1992-07-14) * figures *	1-10		
A	US 5 103 548 A (REID LEONARD F [US] ET AL) 14 avril 1992 (1992-04-14) * figures *	1-10		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	JP 63 131802 A (HITACHI LTD) 3 juin 1988 (1988-06-03) * abrégé; figures *	1-10		B23P C21D F01D F16C
A	WO 02/18092 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]; RUETZ GEORG [DE]) 7 mars 2002 (2002-03-07) * revendications; figures *	1-10		
A	US 5 158 435 A (EARDLEY EDWARD P [US]) 27 octobre 1992 (1992-10-27) * abrégé; figures *	1		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur		
9 juin 2010		Plastiras, Dimitrios		
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 à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande		
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons		
O : divulgation non-écrite		.....		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant		

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1051263 FA 732569**

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 09-06-2010

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
EP 0086505	A1	24-08-1983	DE 3360681 D1 JP 58150098 A	10-10-1985 06-09-1983
EP 1611976	A1	04-01-2006	JP 2006017125 A US 2006000089 A1	19-01-2006 05-01-2006
US 2010000280	A1	07-01-2010	WO 2009111745 A2	11-09-2009
US 5129253	A	14-07-1992	AU 7076191 A DE 69106280 D1 DE 69106280 T2 EP 0472675 A1 IL 97035 A JP 4506478 T JP 3390872 B2 MX 174054 B WO 9111273 A1	21-08-1991 09-02-1995 18-05-1995 04-03-1992 28-11-1994 12-11-1992 31-03-2003 18-04-1994 08-08-1991
US 5103548	A	14-04-1992	AT 119087 T DE 69201512 D1 DE 69201512 T2 EP 0513898 A1	15-03-1995 06-04-1995 13-07-1995 19-11-1992
JP 63131802	A	03-06-1988	AUCUN	
WO 0218092	A1	07-03-2002	DE 10042700 A1 EP 1313591 A1 JP 2004507366 T US 2003177800 A1	04-04-2002 28-05-2003 11-03-2004 25-09-2003
US 5158435	A	27-10-1992	BR 9203167 A CA 2076243 A1 CN 1072754 A DE 69205119 D1 DE 69205119 T2 EP 0541911 A1 ES 2077312 T3 JP 5263601 A	18-05-1993 16-05-1993 02-06-1993 02-11-1995 09-05-1996 19-05-1993 16-11-1995 12-10-1993