

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 082 941

21 N° d'enregistrement national : 18 55462

51 Int Cl⁸ : G 01 M 15/02 (2018.01), G 01 M 13/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.06.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 27.12.19 Bulletin 19/52.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
MEXICO — MX.

72 Inventeur(s) : GLEASON NIMROD et DE ARAUJO
MICKAEL.

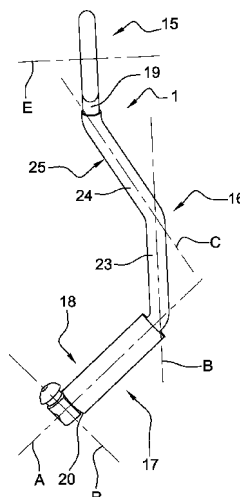
73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
MEXICO.

74 Mandataire(s) : GEVERS & ORES.

54 OUTILLAGE DE DETECTION PAR RESSUAGE POUR PIECE MECANIQUE AERONAUTIQUE, ENSEMBLE
COMPRENANT UN TEL OUTILLAGE ET PROCEDE DE DETECTION PAR RESSUAGE AVEC UN TEL
OUTILLAGE.

57 L'invention concerne un outillage de détection (1) par
ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce
mécanique aéronautique, l'outillage de détection (1) com-
prenant un élément d'accrochage (15) apte à être accroché
à un dispositif de levage destiné à lever l'outillage de détec-
tion (1) suivant un axe vertical vers une position déterminée
et un corps (16) relié à l'élément d'accrochage (15), le corps
comprenant un bras (17) s'étendant suivant une direction
longitudinale A.

Selon l'invention, le bras (17) comprend un mécanisme
d'entraînement en rotation (18) configuré de manière à per-
mettre une rotation libre de la pièce mécanique (2) par rap-
port au bras (17) autour de la direction longitudinale A et à
retenir la pièce mécanique (2) tout en autorisant la rotation
de celle-ci lorsque le bras (17) est dans la position détermi-
née.



FR 3 082 941 - A1



**OUTILLAGE DE DETECTION PAR RESSUAGE POUR PIECE MECANIQUE
AERONAUTIQUE, ENSEMBLE COMPRENANT UN TEL OUTILLAGE ET PROCEDE
DE DETECTION PAR RESSUAGE AVEC UN TEL OUTILLAGE**

5

1. Domaine de l'invention

La présente invention concerne le domaine des opérations de contrôle non destructives tel que la détection par ressuage des défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique, notamment d'une pièce mécanique aéronautique. En particulier, elle
10 vise un outillage permettant la mise en œuvre de la détection par ressuage et un procédé de détection par ressuage utilisant un tel outillage.

2. Etat de la technique

Il est connu différentes opérations de contrôle dites non destructives de pièces destinées aux turbomachines équipant des avions lors de leurs fabrications afin de
15 vérifier que celles-ci ont été réalisées correctement. L'une des opérations de contrôle non destructives connues est le ressuage. Le ressuage permet de détecter des défauts débouchant à la surface de la pièce mécanique telles que des fissures. Pour cela, une formulation pénétrante comprenant un élément de détection de défaut est appliquée sur toute la surface de la pièce mécanique à contrôler. L'élément de détection peut être sous
20 forme pulvérulente ou sous forme de fluide et peut comprendre un composé colorant ou fluorescent qui est destiné à réagir à une source de lumière. La pièce mécanique est nettoyée pour enlever tout le reste de la formulation pénétrante puis une composition révélatrice est appliquée sur celle-ci de manière à faire ressuer l'élément de détection qui a été piégé dans les défauts. La pièce est ensuite exposée à une source de lumière, par
25 exemple une lumière ultraviolette, qui permet une inspection visuelle des défauts.

De manière générale, les opérateurs utilisent un outillage de détection par ressuage pour enlever l'excédent de formulation pénétrante. Cet outillage comprend un corps ayant à une première extrémité un élément d'accrochage et à une deuxième extrémité un bras pour maintenir la pièce mécanique à contrôler. L'élément d'accrochage
30 permet d'accrocher et de suspendre l'outillage à un support mobile d'un dispositif de levage destiné à soulever la pièce. Le bras et le corps sont formés d'un seul tenant et le bras s'étend suivant une direction transversale résultant d'un pliage du corps. La pièce mécanique est disposée sur le bras et le dispositif de levage soulève l'outillage de manière à basculer la pièce pour que s'écoule l'excédent de la formulation pénétrante de
35 de la pièce mécanique. Pour que le contrôle de la pièce mécanique soit complet, l'opérateur doit changer la position de la pièce mécanique manuellement sur le bras durant l'opération de levage. L'opérateur doit tourner la pièce mécanique en même temps

qu'il la soulève pour que la pièce mécanique soit repositionnée sur le bras. Ce changement de position est réalisé plusieurs fois. Ces manipulations sont très dangereuses à cause des risques de chute des pièces mécaniques qui peuvent peser 15 kg voire jusqu'à 20 kg pour certaines d'entre elles et sont très peu ergonomiques. Ces manipulations peuvent également générer des problèmes de santé pour les opérateurs tels que des traumatismes musculo-squelettiques et engendrer une perte de temps. A cela s'ajoute le fait que lorsque la pièce mécanique est soulevée, celle-ci vient s'appuyer sur la paroi de l'outillage entraînant des points d'appuis qui sont des zones qui ne seront pas contrôlées ou qu'il faudra manipuler à nouveau la pièce mécanique pour contrôler ces zones. Enfin, les nombreux appuis créent des frottements sur la pièce mécanique à contrôler qui l'endommagent elle, ainsi que l'outillage.

3. Objectif de l'invention

Le présent déposant s'est donc fixé notamment comme objectif de fournir un outillage de détection par ressuage qui permettent de réduire, voire d'annuler les interventions manuelles de la pièce mécanique aéronautique à contrôler de sorte à enlever toute la formulation pénétrante et de pouvoir contrôler toutes les zones de la pièce mécanique à contrôler.

4. Exposé de l'invention

On parvient à cet objectif conformément à l'invention grâce à un outillage de détection par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique aéronautique, l'outillage de détection comprenant un élément d'accrochage apte à être accroché à un dispositif de levage destiné à lever l'outillage de détection suivant un axe vertical vers une position déterminée et un corps relié à l'élément d'accrochage, le corps comprenant un bras s'étendant suivant une direction longitudinale A, le bras comprenant un mécanisme d'entraînement en rotation configuré de manière à permettre une rotation libre de la pièce mécanique par rapport au bras autour de la direction longitudinale A et à retenir la pièce mécanique tout en autorisant la rotation de celle-ci lorsque le bras est dans la position déterminée.

Ainsi, cette solution permet d'atteindre l'objectif susmentionné. En particulier, un tel outillage de détection permet un contrôle de la pièce mécanique sans intervention de l'opérateur pour soulever la pièce mécanique et la faire tourner plusieurs fois. La position déterminée du bras après levage du dispositif de levage permet de positionner la pièce mécanique pour que la rotation de celle-ci soit facilitée et pour enlever plus rapidement et aisément l'excédent de la formulation pénétrante.

L'outillage selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément des unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- Le mécanisme d'entraînement en rotation présente une forme sensiblement en L.
- Le mécanisme d'entraînement en rotation comprend un premier élément de guidage en rotation autour de la direction longitudinale qui est monté sur le bras, le premier élément de guidage en rotation comprenant au moins un roulement axial coaxial à la direction longitudinale A qui est agencé entre une douille cylindrique monté autour du bras et un tube de guidage enveloppant le roulement axial, le tube de guidage comprenant un revêtement de protection sous forme d'un manchon tubulaire.
- Le mécanisme d'entraînement en rotation comprend un deuxième élément de guidage en rotation autour d'une direction radiale R perpendiculaire à la direction longitudinale A, le deuxième élément de guidage en rotation étant monté à une extrémité libre du bras.
- Le deuxième élément de guidage en rotation comprend un roulement radial coaxial à la direction radiale qui est monté sur un arbre s'étendant en saillie d'une pièce de raccord suivant la direction radiale R, la pièce de raccord étant reliée à la douille du premier élément de guidage en rotation.
- Le deuxième élément de guidage comprend une butée montée à une extrémité libre de l'arbre, le roulement radial étant disposé entre la butée et un corps de la pièce de raccord.
- Le tube de guidage est réalisé dans un matériau métallique comprenant un acier tel qu'un acier AISI 1045.
- La douille et le corps sont réalisés dans un matériau métallique comprenant un acier tel qu'un acier AISI 1018.
- Le revêtement de protection, la pièce de raccord et la butée sont réalisés dans un matériau polymère, notamment en polyamide tel que le nylon.
- Le corps comprend une paroi recouverte d'un matériau polymère lequel comprend un élastomère tel que du nitrile.
- La direction longitudinale A du bras présente un angle d'inclinaison d'environ 60° avec une première direction B d'une portion du corps et en ce que dans la position déterminée, la première direction B est sensiblement parallèle à l'axe vertical par rapport au sol.

L'invention concerne également un ensemble comprenant un outillage de détection présentant l'une quelconque des caractéristiques précédentes, une pièce mécanique aéronautique installée sur le bras de l'outillage de détection et un dispositif de levage destiné à soulever l'outillage de détection et la pièce mécanique suivant un axe vertical vers une position déterminée de sorte que le mécanisme d'entraînement en rotation permette une rotation libre de la pièce mécanique par rapport au bras autour de la

direction longitudinale A et à retenir la pièce mécanique tout en autorisant la rotation de celle-ci lorsque le bras est dans la position déterminée.

L'invention concerne encore un procédé détection par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique aéronautique, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- insertion d'un bras d'un outillage de détection présentant selon l'une des caractéristiques précédentes, à l'intérieur de la pièce mécanique aéronautique,
- disposition du deuxième élément de guidage dans une partie de creuse de la pièce mécanique, et
- soulèvement de la pièce mécanique suivant un axe vertical vers une position déterminée au moyen d'un dispositif de levage de manière que le mécanisme d'entraînement en rotation permette une rotation libre de la pièce mécanique par rapport au bras autour de la direction longitudinale et à retenir la pièce tout en autorisant la rotation de celle-ci dans la position déterminée.

Selon le procédé, pendant l'étape de soulèvement, la pièce mécanique est soulevée de sorte qu'une portion d'un rebord annulaire de la pièce mécanique soit en contact avec le roulement radial et qu'une portion d'une surface radiale interne de la pièce mécanique soit en contact avec le tube de guidage revêtu d'un revêtement de protection.

5. Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description explicative détaillée qui va suivre, de modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, en référence aux dessins schématiques annexés dans lesquels :

La figure 1 représente en perspective et de côté un exemple d'outillage de détection par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique, notamment d'une pièce mécanique aéronautique selon l'invention;

La figure 2 est une vue en perspective et partielle d'un exemple de pièce mécanique aéronautique ;

La figure 3 illustre partiellement et en perspective un dispositif de levage avec un support mobile pour déplacer une pièce mécanique en vue d'en extraire un excédent de formulation pénétrante;

La figure 4 est une vue en éclaté d'un exemple d'outillage de détection par ressuage selon l'invention ;

La figure 5 est une vue en perspective et en coupe axiale sur laquelle le bras d'un exemple d'outillage de détection est inséré dans une pièce mécanique aéronautique selon l'invention;

La figure 6 illustre suivant une coupe axiale et en perspective la pièce mécanique aéronautique supportée par un outillage de détection et dans une position déterminée où celle-ci est soulevée par un dispositif de levage selon l'invention ; et

La figure 7 est une vue de détail du bras de l'outillage dans la pièce mécanique telle qu'illustrée sur la figure 6.

6. Description de modes de réalisation de l'invention

Sur la figure 1 est représenté un outillage de détection 1 par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique 2, en particulier une pièce mécanique aéronautique.

Un exemple de pièce mécanique aéronautique est un disque aubagé monobloc siglé DAM ou encore un arbre ou un anneau aubagé monobloc siglé ANAM. Un tel disque aubagé monobloc peut être un disque de rotor de compresseur d'une turbomachine. Bien entendu, l'invention s'applique à d'autres types de pièce mécanique de turbomachine. Dans le cas d'un disque aubagé monobloc tel que représenté sur la figure 2, celui-ci comprend un moyeu 3 d'axe longitudinal X et une pluralité d'aubes 4 s'étendant suivant un axe radial Z depuis la périphérie du moyeu 3. L'axe radial Z est perpendiculaire à l'axe longitudinal X. Le disque comprend également un arbre cylindrique 5 d'axe coaxial avec un alésage 6 traversant le moyeu 3 pour le passage d'un arbre d'entraînement de la turbomachine. L'arbre cylindrique 5 est relié au moyeu 3 par l'intermédiaire d'une virole conique 7 annulaire coaxial à l'axe longitudinal X. La virole conique 7 prolonge l'arbre cylindrique vers le moyeu et présente avec l'arbre cylindrique une section axiale sensiblement en forme de Y renversé (sur la figure 2). La virole conique 7 délimite avec le moyeu 3 une partie creuse 8 annulaire. L'arbre cylindrique 5 est également prolongé à l'intérieur de la virole conique 7 (et de la partie creuse) par une jupe annulaire 9. L'arbre cylindrique 5 comprend une surface radialement interne 10 sensiblement en continuité avec la surface interne 11 de la jupe 9. Le disque aubagé monobloc est réalisé dans un bloc de matière en matériau métallique. De manière générale, et préférentiellement, le matériau métallique est un titane ou un alliage à base de titane.

En référence à la figure 1, l'outillage de détection 1 par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique comprend un élément d'accrochage 15, un corps 16, un bras 17 et un mécanisme d'entraînement en rotation 18 configuré de manière à permettre une rotation libre de la pièce mécanique 2 par rapport au bras autour d'une direction longitudinale A et à retenir la pièce mécanique tout en autorisant la rotation de celle-ci lorsque le bras 17 est dans une position déterminée.

Sur les figures 1 et 4, le corps 16 s'étend entre une première extrémité 19 et une deuxième extrémité 20. L'élément d'accrochage 15 est relié au corps 16 au niveau de la première extrémité 19. Le corps 16 comprend le bras 17 qui est destiné à maintenir ou supporter la pièce mécanique 2. Le bras 17 est agencé vers la deuxième extrémité 20 du corps 16. De manière avantageuse, mais non limitativement le bras 17 et le corps 16 sont formés d'un seul tenant. En d'autres termes, le bras 17 et le corps 16 forment un ensemble monobloc. L'élément d'accrochage 15 peut être formé également d'un seul tenant avec le corps 16 et le bras 17. Ce dernier résulte dans le présent exemple d'un pliage d'une portion du corps de même que l'élément d'accrochage 15.

Le bras 17 s'étend suivant une direction longitudinale A qui est transversale à une première direction du corps 16. En particulier, comme nous pouvons le voir sur les figures 1, 4 et 6, le corps 16 présente une première portion 23 qui s'étend suivant une première direction B et une deuxième portion 24 qui s'étend suivant une deuxième direction C. La direction longitudinale A du bras 17 forme un angle d'environ 60° avec la première direction B de la première portion 23 du corps 16. La première direction B forme un angle d'environ 45° avec la deuxième direction C. Toutes les directions sont définies sensiblement dans un même plan.

Le corps 16 est recouvert d'un revêtement 25 permettant de protéger la paroi de celui-ci de sorte à améliorer sa durée de vie. Cela permet également que la pièce mécanique ne soit pas endommagée lors des contacts avec l'outillage de détection 1. Le revêtement 25 comprend un revêtement en élastomère et préférentiellement en nitrile. Le revêtement 25 est appliqué depuis la première extrémité 19 jusqu'à la deuxième extrémité 20 du corps 16.

En référence aux figures 1, 3 et 4, l'élément d'accrochage 15 est apte à être accroché à un dispositif de levage 25 partiellement représenté sur la figure 3. Le dispositif de levage permet de soulever ou lever la pièce mécanique via l'outillage de détection 1. Le dispositif de levage 25 comprend un mât (non représenté) orienté suivant un axe vertical V et un support mobile 26 par rapport à ce mât. L'élément d'accrochage 15 présente une forme sensiblement annulaire avec un axe de révolution E. L'élément d'accrochage 15 comprend un plan à mi épaisseur qui est perpendiculaire à l'axe de révolution E. L'axe de révolution E est sensiblement orthogonal à la première direction B du corps 16. L'élément d'accrochage résulte d'un cintrage d'une portion du corps 16 à sa première extrémité.

En référence à la figure 4, le mécanisme d'entraînement en rotation 18 présente une forme sensiblement en L. Le mécanisme d'entraînement en rotation 18 comprend un premier élément de guidage 30 en rotation de la pièce mécanique autour de la direction longitudinale A qui est monté sur le bras 17. Le premier élément de guidage 30 en

rotation comprend au moins roulement axial 31 qui est agencé entre une douille 32 cylindrique montée autour du bras 17 et un tube de guidage 33 enveloppant le roulement axial 31. La douille 32 cylindrique s'étend suivant la direction longitudinale entre une extrémité proximale 34 et une extrémité distale 35. La douille 32 est fixée rigidement au bras 17. De manière avantageuse, mais non limitativement, la douille 32 est soudée sur le bras 17. Afin de permettre une bonne soudure entre ces deux pièces, la douille 32 et le corps 16 de l'outillage sont réalisés dans un matériau métallique. Avantageusement, le matériau métallique est un acier. Préférentiellement, l'acier est un acier AISI 1018 qui permet un bon soudage. Ce type d'acier présente également des caractéristiques mécaniques permettant de résister aux poids des pièces mécaniques qui sont d'environ 20 kg et est adapté au procédé de ressuage.

Dans le présent exemple, il y a deux roulements axiaux 31 chacun d'axe coaxial avec la direction longitudinale. Un premier roulement axial 31 est monté à l'extrémité proximale 34 de la douille 32 et un deuxième roulement axial 31 est monté à l'extrémité distale 35 de la douille 32. Chacun des premier et deuxième roulements axiaux comprend une bague interne et une bague externe. Les bagues interne et externe de chaque roulement axial 31 sont coaxiales autour de la direction longitudinale. Une pluralité d'éléments roulants est disposée radialement entre la bague interne et la bague externe. Les bagues interne et externe de chaque roulement axial présentent respectivement une face interne formant une piste de roulement pour les éléments roulants. De préférence, les éléments roulants des roulements axiaux 31 sont des aiguilles. Les éléments roulants à aiguilles permettent de faciliter l'assemblage de l'outillage (en particulier du premier élément de guidage 30) du fait de l'espace restreint que ceux-ci doivent occuper. Chaque bague interne est fixée sur une paroi externe 37 de la douille 32. Le tube de guidage 33 est fixé sur la bague externe de chaque roulement axial 31. Le tube de guidage 33 est coaxial avec la direction longitudinale. Le tube de guidage 33 protège les roulements axiaux 31 en les entourant. A cet effet, le tube de guidage 33 présente une hauteur, suivant la direction longitudinale, sensiblement identique à celle de la douille 32 (entre l'extrémité proximale et l'extrémité distale). Un revêtement 38 en matériau polymère est disposé sur la surface externe du tube de guidage 33. Suivant l'exemple représenté, le revêtement 38 se présente sous la forme d'un manchon tubulaire. Le revêtement 38 est prévu autour du tube de guidage 33 sur lequel il est monté en force. Le revêtement 38 couvre toute la surface externe du tube de guidage. De manière avantageuse, le polymère comprend un polyamide. Le polyamide peut être un nylon. Un tel matériau permet de pas endommager la pièce mécanique lorsque celle-ci viendra en contact avec le bras 17 et notamment lors de la rotation de celle-ci autour du bras équipé de ce premier élément de guidage 30. Le premier élément de guidage 30 permet de garder à distance la

pièce mécanique de la paroi du corps 16. Quant au tube de guidage 33, celui-ci est réalisé dans un matériau métallique. Un exemple de matériau métallique est un acier. De manière préférée, il s'agit d'un acier AISI 1045. Ce type d'acier favorise l'assemblage de tube de guidage avec le revêtement 38 sous forme de manchon tubulaire (en nylon).

Le mécanisme d'entraînement en rotation 18 comprend également un deuxième élément de guidage 40 en rotation autour d'une direction radiale R perpendiculaire à la direction longitudinale A. Le deuxième élément de guidage 40 est monté à une extrémité libre du bras (qui est la deuxième extrémité 20 du corps 16). Ce deuxième élément de guidage 40 en rotation comprend un roulement radial 41 qui est monté sur un arbre 42 porté par une pièce de raccord 43. Cette dernière vient se fixer à l'extrémité distale 35 de la douille 32. Le roulement radial 41 est destiné, d'une part à faciliter la rotation de la pièce mécanique autour de la direction longitudinale A, et d'autre part à permettre un appui d'au moins une partie de la pièce mécanique lors de la rotation de celle-ci. Le roulement radial 41 comprend une bague interne et une bague externe. Des éléments roulants sont montés entre la bague interne et la bague externe. La bague interne et la bague externe comprennent chacune une face interne formant une piste pour les éléments roulants. Avantageusement, les éléments roulants du roulement radial sont des billes. La bague interne est fixée rigidement sur la paroi externe de l'arbre 42.

Afin d'assurer l'assemblage de la pièce de raccord 43 sur la douille 32, cette dernière comprend un noyau cylindrique 46 qui prolonge la douille 32 suivant la direction longitudinale A, à partir de l'extrémité distale 35. Le noyau cylindrique 46 est coaxial à la direction longitudinale A. La pièce de raccord 43 présente un corps sensiblement cylindrique qui s'étend suivant la direction radiale R. L'arbre 42 s'étend en saillie depuis une surface d'extrémité 47 de la pièce de raccord 43. Cette surface d'extrémité 47 s'étend dans un plan perpendiculaire à la direction radiale. Un méplat 48 s'étend sur toute la hauteur de la paroi externe 49 de la pièce de raccord 43 suivant la direction radiale R. La pièce de raccord 43 comprend en outre un lamage 50 qui est destiné à recevoir le noyau cylindrique 46 de la douille 32. Le lamage 50 présente un axe coaxial à la direction longitudinale de rotation. Le lamage 50 débouche sur le méplat 48. La pièce de raccord 43 se complète par un trou radial 51 qui débouche dans le lamage 50. Le trou radial 51 débouche d'autre part sur la paroi externe de la pièce de raccord 43. Le trou radial 51 est destiné à recevoir des moyens de fixation 52 pour solidariser la pièce de raccord 43 à la douille 32. Le trou radial 51 et le lamage 50 sont coaxiaux dans cet exemple de réalisation. Les moyens de fixation 52 comprennent des vis, boulon, ou tout autre élément similaire.

La pièce de raccord 43 est réalisée dans un matériau polymère et préférentiellement en polyamide puisque celle-ci est destinée avec à coopérer avec la pièce mécanique. Un exemple de polyamide est le nylon également.

Le deuxième élément de guidage 40 comprend en outre une butée 52 qui est montée à l'extrémité libre 53 de l'arbre 42. Suivant cette réalisation, la butée 52 présente une forme de demi-sphère. La butée 52 comprend plus précisément une surface interne 54 de forme circulaire reliant une paroi demi-sphérique 55. La surface interne 54 est agencée en regard de la surface d'extrémité 47 de la pièce de raccord 43. Comme cela est visible sur les figures 4 et 5, le diamètre de la surface interne 54 de la butée 52 est supérieure au diamètre du corps de la pièce de raccord 43. Le roulement radial 41 est agencé entre la butée 52 et la pièce de raccord 43. Le diamètre externe du roulement radial 41 est inférieur au diamètre de la surface d'extrémité et au diamètre de la surface interne 54 de sorte à former un logement 57. La butée 52 comprend en outre un orifice 56 qui traverse la paroi de celle-ci de part et d'autre suivant la direction radiale. Des organes de fixation 58 sont reçus dans cet orifice 56 et dans un alésage (non représenté) de l'arbre 42 pour la fixation de la butée 52 et de la pièce de raccord 43. En situation d'assemblage, le méplat 48 est en contact avec une bordure de portée interne 30a (cf. figure 7) du premier élément de guidage 30. La bordure de portée interne 30a est formée par les bords radialement interne du tube de guidage 33 et du revêtement 38. Une portion annulaire de la surface interne 54 de la butée 52 est en regard d'une portion du premier élément de guidage 30 (et en particulier de la paroi du revêtement du tube de guidage). De la sorte, une portion de la jupe annulaire 9 (proche d'un rebord 12 de la jupe annulaire) est située entre une portion du premier élément de guidage 30 et une portion de la butée 52. La portion de la jupe annulaire est précisément engagée entre la portion de paroi du revêtement 38 du premier élément de guidage 30 et la surface interne 54 de la butée 52. Plus précisément encore, le rebord 12 annulaire est logé dans le logement 57 ce qui permet de bloquer un déplacement radial de la pièce mécanique suivant la direction radiale R lorsque la pièce mécanique 2 est soulevée dans la position déterminée.

Tout comme la pièce de raccord 43, la butée 52 est réalisée dans un matériau polymère tel qu'un polyamide. Le polyamide est un nylon de manière préférée.

En référence aux figures 6 et 7, nous allons maintenant décrire un procédé de détection par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique aéronautique. La pièce mécanique 2 aéronautique (ici le disque aubagé monobloc de compresseur) est placée sur un chariot de transport (non représenté) en vue de son contrôle au moyen de l'outillage de détection 1. Suivant une première étape, l'opérateur insère le bras 17 de l'outillage de détection 1 à l'intérieur de la pièce mécanique 2. En

particulier, le deuxième élément de guidage 40 est disposé dans la partie creuse 8 de la pièce mécanique (ici formée par la virole conique 7 et le moyeu 3 de la pièce mécanique). Pour cela, l'opérateur manipule le support mobile 26 pour l'abaisser et accrocher l'élément d'accrochage 15 à celui-ci. L'opérateur actionne ensuite le dispositif de levage 25 de manière à soulever progressivement la pièce mécanique 2 via l'outillage de détection sensiblement suivant l'axe vertical V par rapport au sol. Le dispositif de levage 25 permet d'abaisser la pièce mécanique vers le chariot de transport et de soulever la pièce mécanique suivant l'axe vertical dans une position déterminée. Dans cette position déterminée, la pièce est à une hauteur adéquate permettant une inspection visuelle par l'opérateur. Pour passer à la position déterminée, la pièce mécanique 2 est soulevée de sorte que le rebord 12 annulaire de la pièce mécanique vienne en contact avec le roulement radial 41 et en particulier avec la bague externe de celui-ci. Progressivement également, la surface radiale interne 10 (de l'arbre 5 de la pièce mécanique) vient en contact partiellement avec le tube de guidage 33 revêtu du revêtement 38. Le rebord 12 est en appui contre la bague externe du roulement radial 41. Le rebord 12 annulaire est défini dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal de la pièce mécanique. C'est la jupe annulaire de l'arbre qui présente ce rebord 12 annulaire. La surface radialement interne 10 est portée par l'arbre 5 du disque.

La pièce mécanique 2 est complètement soulevée lorsque le centre de gravité de la pièce mécanique 2 et le centre de gravité de l'outillage de détection 1 sont alignés avec le dispositif de levage 25. Lorsque la pièce mécanique 2 est complètement soulevée, le bras 17 a atteint la position déterminée. Dans cette position, la direction longitudinale A du bras 17 présente un angle d'inclinaison d'environ 60° avec la première direction B de la première portion 23 du corps qui est alors sensiblement parallèle à l'axe vertical V par rapport au sol. L'axe longitudinal X de la pièce mécanique, dans cette position déterminée, est inclinée par rapport à l'axe vertical. De même, dans cette position, l'axe longitudinal X de la pièce mécanique est parallèle à la direction longitudinale A. Du fait de l'inclinaison de la pièce mécanique 2, la surface radialement interne 10 vient en contact avec le premier élément de guidage 30 (tube de guidage et revêtement) au niveau de ici deux zones de contact Z1, Z2 que nous pouvons observer en sur la figure 7. Ces zones de contact Z1, Z2 sont formés du fait de renflement en saillie de la surface radialement interne 10. Le roulement radial 41 est en toujours en contact (au niveau d'une zone Z3) avec le rebord 12 annulaire. L'opérateur n'a plus qu'à faire pivoter la pièce mécanique 2 qui est entraînée en rotation suivant la direction longitudinale A.

REVENDECATIONS

- 5 1. Outillage de détection (1) par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique (2) aéronautique, l'outillage de détection (1) comprenant un élément d'accrochage (15) apte à être accroché à un dispositif de levage (25) destiné à lever l'outillage de détection (1) suivant un axe vertical vers une position déterminée et un corps (16) relié à l'élément d'accrochage (15), le corps (16) comprenant un bras (17) s'étendant suivant une direction longitudinale A, caractérisé en ce que le bras (17) comprend un mécanisme d'entraînement en rotation (18) configuré de manière à permettre une rotation libre de la pièce mécanique (2) par rapport au bras (17) autour de la direction longitudinale A et à retenir la pièce mécanique (2) tout en autorisant la rotation de celle-ci lorsque le bras (17) est dans la position déterminée.

10
- 15 2. Outillage de détection (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le mécanisme d'entraînement en rotation (18) comprenant un premier élément de guidage (30) en rotation autour de la direction longitudinale A qui est monté sur le bras, le premier élément de guidage (18) en rotation comprenant au moins un roulement axial (31) coaxial à la direction longitudinale A qui est agencé entre une douille (32) cylindrique monté autour du bras (17) et un tube de guidage (33) enveloppant le roulement axial (31), le tube de guidage (33) comprenant un revêtement (38) de protection sous forme d'un manchon tubulaire.

20
- 25 3. Outillage de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le mécanisme d'entraînement en rotation (18) comprend un deuxième élément de guidage (40) en rotation autour d'une direction radiale R perpendiculaire à la direction longitudinale A, le deuxième élément de guidage (40) en rotation étant monté à une extrémité libre (20) du bras (17).

30
- 35 4. Outillage de détection (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième élément de guidage (40) en rotation comprend un roulement radial (41) coaxial à la direction radiale qui est monté sur un arbre (42) s'étendant en saillie d'une pièce de raccord (43) suivant la direction radiale R, la pièce de raccord (43) étant reliée à la douille (32) du premier élément de guidage (30) en rotation.

5. Outillage de détection (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième élément de guidage (40) comprend une butée (52) montée à une extrémité libre (53) de l'arbre (42), le roulement radial (41) étant disposé entre la butée (52) et un corps de la pièce de raccord (43).
6. Outillage de détection (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le tube de guidage (33) est réalisé dans un matériau métallique comprenant un acier tel qu'un acier AISI 1045 et en ce que la douille (32) et le corps (16) sont réalisés dans un matériau métallique comprenant un acier tel qu'un acier AISI 1018.
7. Outillage de détection (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que le revêtement (38) de protection, la pièce de raccord (43) et la butée (52) sont réalisés dans un matériau polymère, notamment en polyamide tel que le nylon.
8. Outillage de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le corps (16) comprend une paroi recouverte d'un matériau polymère comprenant un élastomère tel que du nitrile.
9. Outillage de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la direction longitudinale A du bras (17) présente un angle d'inclinaison d'environ 60° avec une première direction B d'une portion (23) du corps (17) et en ce que dans la position déterminée, la première direction B est sensiblement parallèle à l'axe vertical par rapport au sol.
10. Ensemble comprenant un outillage de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, une pièce mécanique (2) aéronautique installée sur le bras (17) de l'outillage de détection (1) et un dispositif de levage (25) destiné à soulever l'outillage de détection (1) et la pièce mécanique (2) suivant un axe vertical V vers une position déterminée de sorte que le mécanisme d'entraînement en rotation (18) permette une rotation libre de la pièce mécanique (2) par rapport au bras (17) autour de la direction longitudinale A et à retenir la pièce mécanique tout en autorisant la rotation de celle-ci lorsque le bras (17) est dans la position déterminée.

11. Procédé de détection par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique aéronautique, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- insertion d'un bras (17) d'un outillage de détection (1) selon l'une des revendications 1 à 9, à l'intérieur de la pièce mécanique (2) aéronautique,
- disposition du deuxième élément de guidage (40) dans une partie de creuse de la pièce mécanique (2), et
- soulèvement de la pièce mécanique (2) suivant un axe vertical vers une position déterminée au moyen d'un dispositif de levage (25) de manière que le mécanisme d'entraînement en rotation (18) permette une rotation libre de la pièce mécanique (2) par rapport au bras (17) autour de la direction longitudinale et à retenir la pièce tout en autorisant la rotation de celle-ci dans la position déterminée.

12. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que pendant l'étape de soulèvement, la pièce mécanique (2) est soulevé de sorte qu'une portion d'un rebord (12) annulaire de la pièce mécanique (2) soit en contact avec le roulement radial (41) et qu'une portion d'une surface radiale interne de la pièce mécanique soit en contact avec le tube de guidage (33) revêtu d'un revêtement (38) de protection.

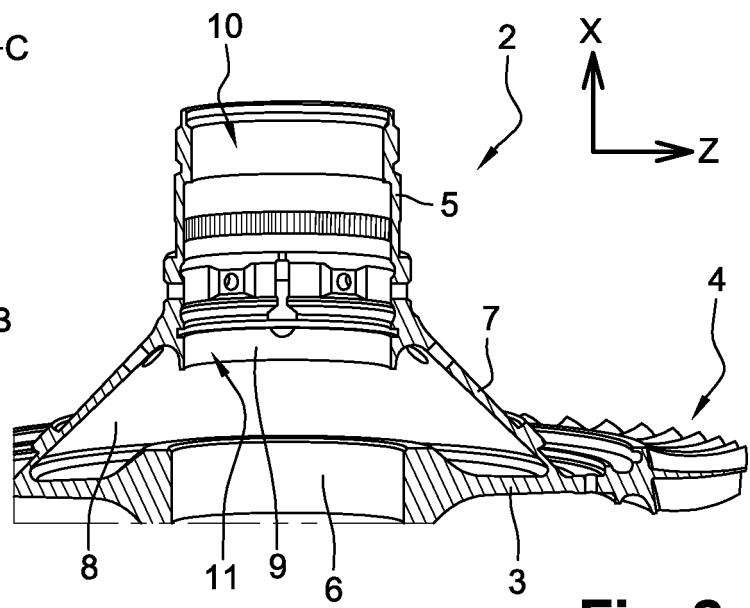


Fig. 1

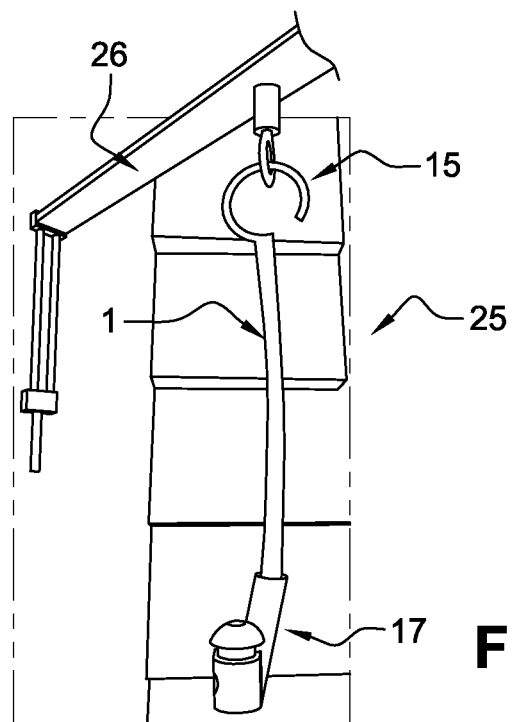


Fig. 4

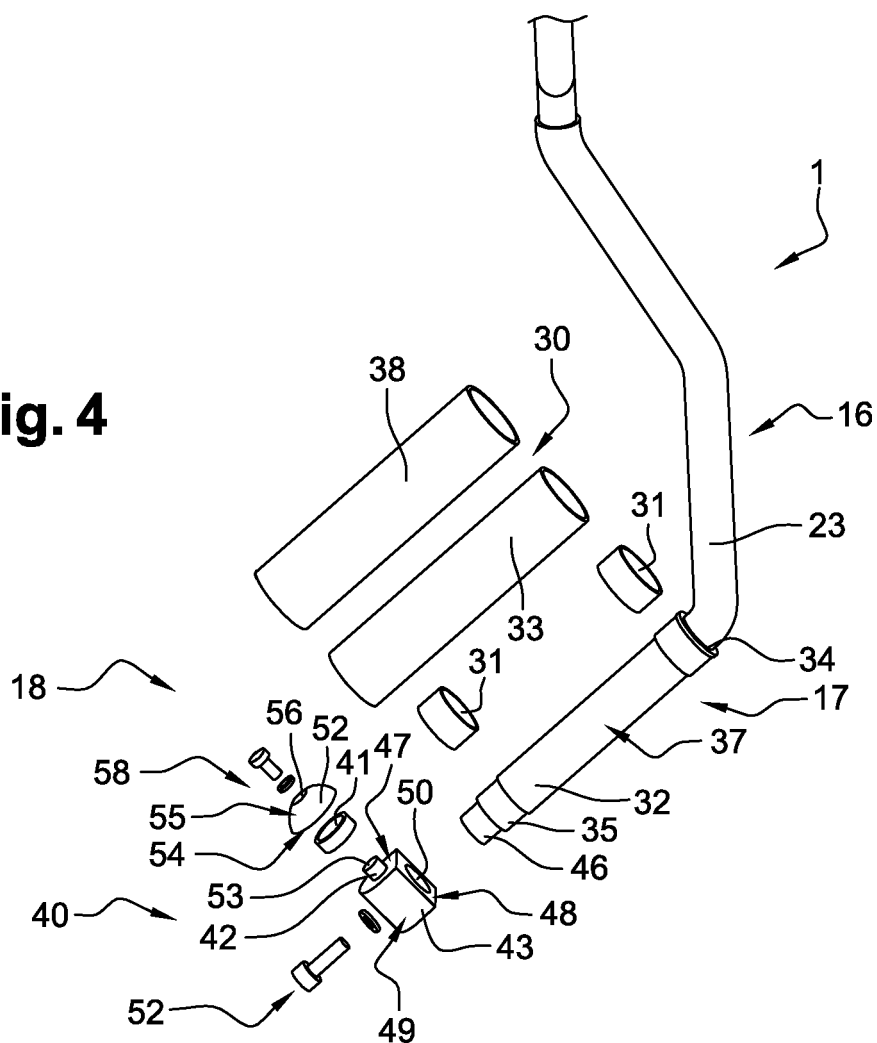
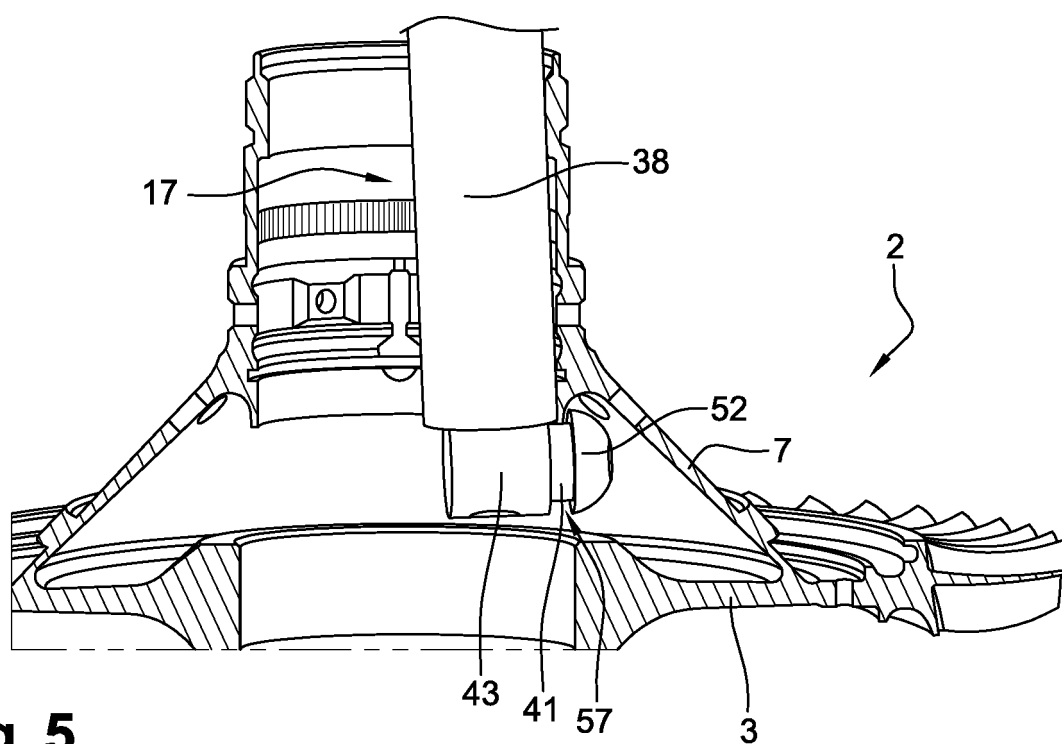


Fig. 5



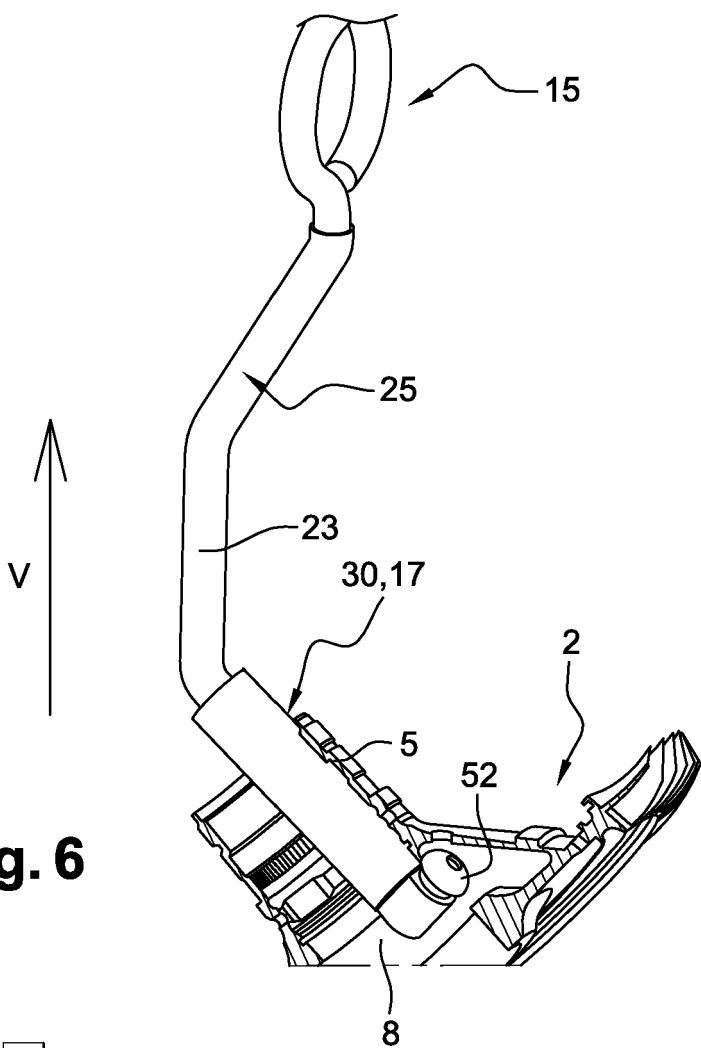


Fig. 6

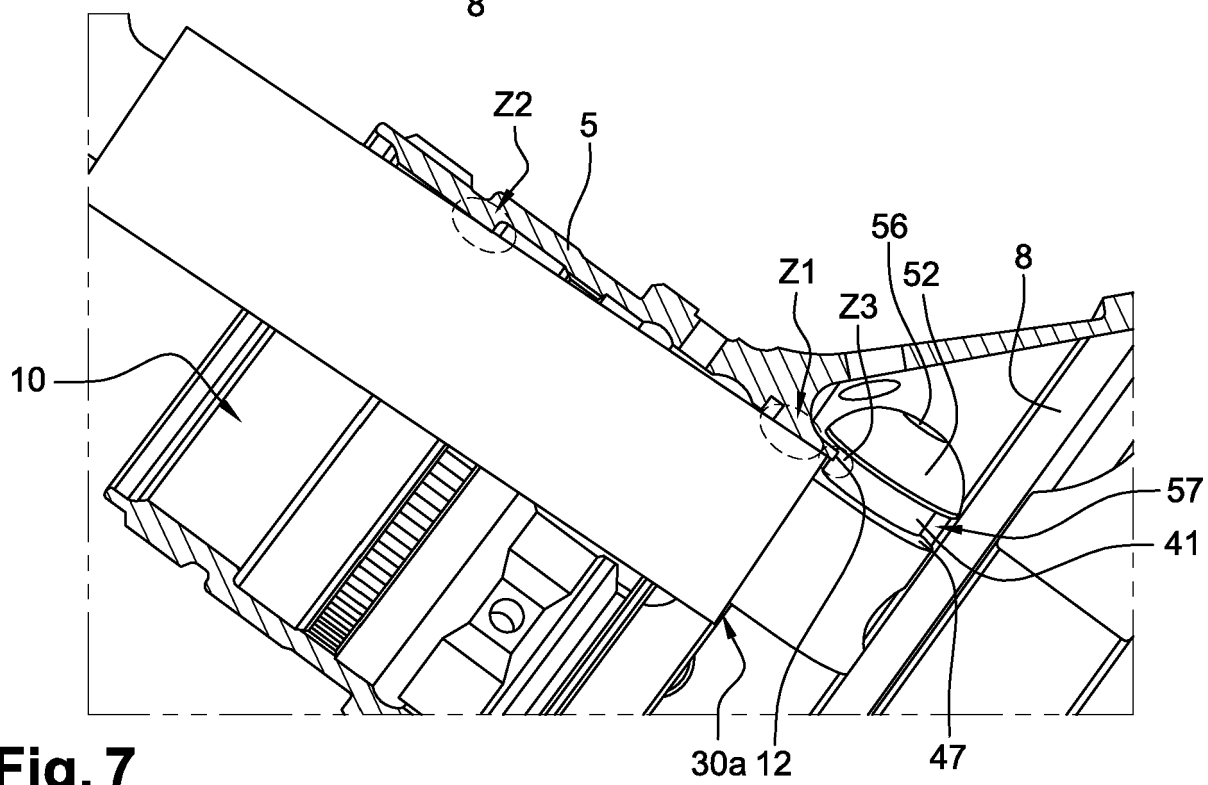


Fig. 7

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE PARTIEL

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

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

N° d'enregistrement
national

FA 855053
FR 1855462

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 903 663 A (ABEND KLAUS [DE]) 11 mai 1999 (1999-05-11) * abrégé; figure 2 * * colonne 2, lignes 59-62 * * colonne 6, lignes 12-15 * * colonne 6, lignes 60-63 * -----	1,2,6,9, 10	G01M15/02 G01M13/00
X	WO 2012/122542 A2 (ROLLS ROYCE CORP [US]; SHIRKHODAIE AMIR [US]; MORIARTY ROBERT E [US];) 13 septembre 2012 (2012-09-13) * abrégé; figures 1,13,21 * * page 5, ligne 9 - page 6, ligne 11 * * page 9, lignes 3-10 * * page 22, ligne 7 - page 23, ligne 8 * * page 37, ligne 29 - page 38, ligne 1 * * page 39, lignes 27-31 * -----	1,10 2,6,9	
A			
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01M B65D G01N B05B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 mars 2019		Nelva-Pasqual, F	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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		T : théorie ou principe à la base de l'invention 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. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 855053
FR 1855462

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1, 2, 6, 9, 10

Premier élément de guidage

2. revendications: 3-5, 7

Deuxième élément de guidage

3. revendication: 8

Matériau d'un corps

4. revendications: 11, 12

Détection par ressuage d'une pièce aéronautique creuse

La première invention a été recherchée.

L'objet commun qui lie entre elles les revendications est un outillage de détection par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique (colonne 2, lignes 59-61) et qui convient pour une pièce mécanique aéronautique selon la revendication 1.

Cet objet commun ne comprend pas un seul concept inventif général, basé sur des éléments techniques particuliers communs ou correspondants parce que le document D1 (US5903663) décrit un tel outillage comprenant : un élément d'accrochage apte à être accroché à un dispositif de levage destiné à lever l'outillage de détection suivant un axe vertical vers une position déterminée (voir figure 2: l'objet à analysé 12 est saisi par un système de pince fixé sur bras robotisé et levé selon une direction qui peut-être verticale ou sensiblement verticale) et un corps relié à l'élément d'accrochage, le corps comprenant un bras s'étendant suivant une direction longitudinale A (figure 2), tel que le bras comprend un mécanisme d'entraînement en rotation (implicite dans un bras robotisé selon la figure 2) configuré de manière à permettre une rotation libre (pas d'entrave en dehors de l'entraînement) de la pièce mécanique par rapport au bras autour de la direction longitudinale A et à retenir la pièce mécanique tout en autorisant la rotation de celle-ci lorsque le bras est dans la position déterminée (implicite dans un bras robotisé selon la figure 2). La configuration d'un bras robotisé tel que décrit dans la figure 2 du document D1, comprend toutes les caractéristiques de la revendication 1 et permettent de réaliser les mêmes fonctions.

Le document D2 (W02012/122542) décrit également un tel outillage de détection par ressuage de défauts débouchant à la surface d'une pièce mécanique aéronautique (titre; page 22, ligne 7 à page 8, ligne 10) comprenant : un élément d'accrochage apte à être accroché à un dispositif de levage destiné à lever l'outillage de détection suivant un axe vertical vers une position déterminée (voir figures 1,13,21: l'objet à

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 855053
FR 1855462

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

analysé porté par un système de pince robotisé pouvant avoir 6 degrés de liberté: "two robotic fingers 5130, 5140 each with five degrees of freedom, but other embodiments of the system 5100 can include greater or fewer freedoms" (page 37, ligne 29 à page 38 ligne 1), ce qui signifie que l'objet à testé peut être "levé") et un corps relié à l'élément d'accrochage, le corps comprenant un bras s'étendant suivant une direction longitudinale A (voir la figure 21), tel que le bras (finger) comprend un mécanisme d'entraînement en rotation (moteur pour chaque degré de liberté: page 39, lignes 27-31) configuré de manière à permettre une rotation libre (pas d'entrave en dehors de l'entraînement) de la pièce mécanique par rapport au bras autour de la direction longitudinale A et à retenir la pièce mécanique tout en autorisant la rotation de celle-ci lorsque le bras est dans la position déterminée (implicite dans un bras robotisé selon la figure 21).

Par conséquent, les inventions ou pluralités d'inventions distinctes suivantes ne sont pas liées entre elles de telle sorte qu'elles ne forment qu'un seul concept inventif général :

Invention 1: les revendications 2, 6, 9, 10 décrivent un premier élément de guidage en rotation autour d'une direction longitudinale A qui est monté sur un bras, le premier élément de guidage en rotation comprenant au moins un roulement axial coaxial à la direction longitudinale A qui est agencé entre une douille cylindrique monté autour du bras et un tube de guidage enveloppant le roulement axial, le tube de guidage comprenant un revêtement de protection sous forme d'un manchon tubulaire. L'effet technique est de pouvoir assurer un contact roulant entre une pièce mécanique et un mécanisme d'entraînement en rotation tout en gardant à distance le corps. Cette invention résout le problème de faciliter une rotation libre d'une pièce mécanique par rapport à un bras mécanique.

Invention 2: la revendications 3-5,7 décrit un deuxième élément de guidage en rotation autour d'une direction radiale R perpendiculaire à la direction longitudinale A, le deuxième élément de guidage en rotation étant monté à une extrémité libre du bras. L'effet technique est que ce deuxième offre une surface d'appui roulante et de retenu pour la pièce à tester. Cette invention résout le problème d'assurer le maintiens d'une pièce mécanique à tester avec un minimum de frottement

Invention 3: la revendication 8 décrivent un matériau polymère comprenant un élastomère tel que du nitrile et recouvrant le corps. L'effet technique est de protéger la paroi du corps. Cette invention permet donc de résoudre le problème d'améliorer sa durée de vie.

Invention 4: les revendication 11 et 12 décrivent une méthode de détection par ressuage d'une pièce aéronautique creuse. L'effet technique est qu'un bras peut être introduit dans une pièce mécanique creuse (plus précisément de type annulaire) pour la soulever et la maintenir. Cette invention permet donc de soulever et maintenir facilement une pièce mécanique creuse.

Les caractéristiques techniques qui représentent une différence par rapport à l'objet commun non-inventif de chaque groupe de revendications ne sont pas identiques.

Les problèmes techniques objectifs qui sous-tendent les objets des inventions revendiquées sont aussi différents, les éléments techniques

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 855053
FR 1855462

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

particuliers des différentes inventions ne sont donc pas correspondants. Les revendications ne sont pas liées entre elles par une relation technique qui implique un ou plusieurs éléments techniques particuliers ou équivalents, donc il manque à la présente demande un seul concept inventif général. Par conséquent, la présente demande ne satisfait pas aux exigences d'unité de l'invention.

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1855462 FA 855053**

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 **01-03-2019**

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 5903663	A	11-05-1999	AUCUN	

WO 2012122542	A2	13-09-2012	AUCUN	
