

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

**3 095 148**

②1 N° d'enregistrement national : **19 04069**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 23 B 31/40 (2019.01)**

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

⑫② Date de dépôt : 16.04.19.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 23.10.20 Bulletin 20/43.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES MEXICO** Société de droit mexicain — FR.

⑦② Inventeur(s) : **DE ARAUJO** Mickael, **Marques de Gelbes**, **MARCELET** Yohannes, **Campo**, **Alegre** et **BUYLE** Mathieu.

⑦③ Titulaire(s) : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES MEXICO** Société de droit mexicain.

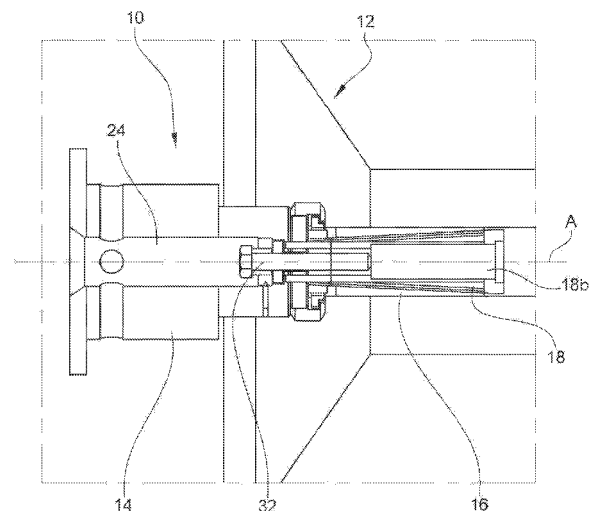
⑦④ Mandataire(s) : **GEVERS & ORES.**

⑤④ **MANDRIN EXPANSIBLE POUR L'ENTRAÎNEMENT D'UN ARBRE DE TURBOMACHINE D'AERONEF.**

⑤⑦ Mandrin (10) expansible pour l'entraînement d'un arbre (12), en particulier de turbomachine d'aéronef, ce mandrin comportant :

- une embase (14),
- une bague (16) expansible et comportant une surface interne (16a) tronconique, et
- un cône d'expansion (18) monté coaxialement dans la bague et comportant une surface externe (18a) tronconique en appui glissant sur la surface tronconique de la bague, caractérisé en ce que la bague est fixée à l'embase et en ce que cette embase comprend d'une part au moins un élément (34) de guidage axial du cône à l'intérieur de la bague, et d'autre part un orifice (30) centré sur l'axe (A) du cône et de la bague et recevant une vis (32) qui coopère avec un filetage interne du cône de façon à ce que le serrage de la vis entraîne le déplacement du cône vis-à-vis de l'embase et à l'intérieur de la bague, et l'expansion de cette bague.

Figure pour l'abrégié : Figure 1



**FR 3 095 148 - A1**



## **Description**

### **Titre de l'invention : MANDRIN EXPANSIBLE POUR L'ENTRAÎNEMENT D'UN ARBRE DE TURBOMACHINE D'AERONEF**

#### **Domaine technique de l'invention**

[0001] La présente invention concerne un mandrin expansible pour l'entraînement d'un arbre, en particulier de turbomachine d'aéronef.

#### **Arrière-plan technique**

[0002] Un arbre de turbomachine d'aéronef peut être réalisé par forgeage. Dans un tel cas, il doit être soumis à une opération de contrôle de santé matière postérieurement à sa fabrication.

[0003] Le contrôle peut être réalisé par ultrason et est alors réalisé par immersion de l'arbre dans un bain d'eau, et mise en rotation au moyen d'un équipement approprié. Cet équipement comprend une machine de mise en rotation ainsi qu'une interface de liaison de cette machine à l'arbre, qui se présente sous la forme d'un mandrin expansible destinée à être engagée dans l'arbre et à transmettre un couple de rotation de la machine à l'arbre.

[0004] Dans la technique actuelle, un tel mandrin comprend essentiellement trois éléments à savoir :

[0005] - une embase,

[0006] - une bague expansible et comportant une surface interne tronconique, et

[0007] - un cône d'expansion monté coaxialement dans la bague et comportant une surface externe tronconique en appui glissant sur la surface tronconique de la bague.

[0008] Le cône et la bague coopèrent ensemble de façon à ce que le déplacement axial de l'un par rapport à l'autre provoque le glissement axial des surfaces tronconiques l'une sur l'autre et l'expansion de la bague externe qui peut être fendue pour faciliter cette expansion. La bague expansée est alors serrée contre une surface interne de l'arbre en vue de leur solidarisation.

[0009] Le couple de rotation transmis par le mandrin à l'arbre est relativement important lors de l'entraînement en rotation de l'arbre et il est donc nécessaire que le serrage de la bague dans l'arbre soit suffisant pour transmettre ce couple de rotation. Dans la technique actuelle, les moyens de serrage utilisés pour garantir ce couple de rotation nécessitent un couple de serrage très importants et proches du couple de rotation à transmettre.

[0010] La présente invention propose un perfectionnement à cette technologie ayant notamment pour but de réduire le couple de serrage pour résister au couple de rotation

à transmettre.

### **Résumé de l'invention**

- [0011] L'invention concerne un mandrin expansible pour l'entraînement d'un arbre, en particulier de turbomachine d'aéronef, ce mandrin comportant :
- [0012] - une embase,
- [0013] - une bague expansible destinée à être engagée dans l'arbre et comportant une surface interne tronconique, et
- [0014] - un cône d'expansion monté coaxialement dans la bague et comportant une surface externe tronconique en appui glissant sur la surface tronconique de la bague,
- [0015] caractérisé en ce que la bague est fixée à l'embase et en ce que cette embase comprend d'une part au moins un élément de guidage axial du cône à l'intérieur de la bague, et d'autre part un orifice centré sur l'axe du cône et de la bague et recevant une vis qui coopère avec un filetage interne du cône de façon à ce que le serrage de la vis entraîne le déplacement du cône vis-à-vis de l'embase et à l'intérieur de la bague, et l'expansion de cette bague.
- [0016] L'expansion de la bague et son serrage dans un arbre à mettre en rotation est ainsi obtenue par serrage d'une vis qui peut être une vis classique, par exemple du type M10, et donc être serrée au moyen d'un outil traditionnel. La bague est fixe et le cône est mobile axialement à l'intérieur de la bague, par serrage de la vis. Cette technologie permet de réduire de manière significative le couple de serrage nécessaire à l'expansion de la douille et au serrage radial nécessaire entre la bague et l'arbre pour la transmission du couple de rotation de l'arbre.
- [0017] Le mandrin selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres, ou en combinaison les unes avec les autres :
- [0018] - l'embase comprend un alésage axial interne dont une extrémité axiale est ouverte et dont une extrémité axiale opposée est fermée par une paroi transversale, cette paroi transversale comportant ledit orifice de passage de la vis dont une tête est située dans ledit alésage et accessible par un outil depuis ladite extrémité ouverte,
- [0019] - l'embase porte au moins un élément de guidage se présentant sous la forme d'une tige qui est parallèle à l'axe du cône et de la bague et qui est engagée à coulissement dans un logement cylindrique du cône,
- [0020] - l'embase porte deux tiges de guidage parallèles et qui sont diamétralement opposées par rapport à l'axe du cône et de la bague, chaque tige s'étendant le long d'une partie de la vis et ayant une extrémité fixée à ladite paroi transversale et une extrémité opposée engagée à coulissement dans un logement cylindrique du cône,
- [0021] - la bague est fixée et immobilisée axialement par un écrou sur l'embase, cet écrou

- étant vissé sur un filetage externe de ladite paroi transversale,
- [0022] - la bague est apte à s'expanser et donc à se déplacer radialement,
- [0023] - un écrou à filetage externe est rapporté et vissé dans l'alésage de l'embase, autour de la vis, et la vis comprend un rebord annulaire externe qui est intercalé axialement entre cet écrou et la paroi transversale ; ceci permet le mouvement axial du cône lors du serrage ou du desserrage de la vis,
- [0024] - l'embase comprend un orifice transversal de vissage d'une goupille d'immobilisation en rotation de l'écrou à l'intérieur de l'alésage.
- [0025] La présente invention concerne en outre un outillage pour le contrôle de santé matière par ultrason d'un arbre, en particulier de turbomachine d'aéronef, comportant un bain d'immersion dudit arbre, un premier équipement de contrôle par ultrason de l'arbre, et un seconde équipement de mise en rotation de l'arbre dans le bain d'immersion, ce second équipement comportant un mandrin tel que décrit ci-dessus.

### **Brève description des figures**

- [0026] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit d'un mode de réalisation non limitatif de l'invention en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0027] [fig.1] la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'un mandrin expansible selon l'invention engagé dans un arbre de turbomachine,
- [0028] [fig.2] la figure 2 est une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 1, et
- [0029] [fig.2] la figure 3 illustre de manière très schématique un outillage pour le contrôle de santé matière par ultrason d'un arbre de turbomachine.

### **Description détaillée de l'invention**

- [0030] Les figures montrent un mode de réalisation d'un mandrin 10 expansible pour l'entraînement d'un arbre 12, en particulier de turbomachine d'aéronef.
- [0031] Le mandrin 10 comporte :
- [0032] - une embase 14,
- [0033] - une bague 16 expansible, et
- [0034] - un cône d'expansion 18 monté coaxialement dans la bague 16,
- [0035] La bague 16 et le cône 18 étant portés par l'embase 14, la bague étant fixe par rapport à l'embase 14 et le cône 18 étant apte à se déplacer vis-à-vis de l'embase à l'intérieur de la bague 16 en vue de son expansion.
- [0036] La bague 16 a une forme générale tubulaire ayant un axe de révolution A. Elle a une surface tronconique interne 16a et une surface externe 16b qui est sensiblement cylindrique lorsque la bague n'est pas déformée. La déformation par expansion de la bague peut être facilitée par des fentes longitudinales prévues sur la bague et non visibles dans les dessins.

- [0037] La bague 16 comprend à une extrémité axiale un rebord annulaire externe 16c de fixation à l'embase 14. La surface tronconique 16b a une extrémité de plus petit diamètre qui est située du côté de ce rebord 16c et donc de l'embase 14.
- [0038] Le cône 18 est engagé coaxialement dans la bague 16 de façon à ce que son extrémité 18a de plus petit diamètre soit située du côté de l'extrémité 16c de la bague 16. Le cône 18 peut être dimensionné et engagé dans la bague 16 de façon à ce que son extrémité 18b de plus grand diamètre soit située à l'extérieur de la bague.
- [0039] L'extrémité 18a comprend une face transversale 18c ou orientée radialement par rapport à l'axe A. L'extrémité 18a comprend un orifice taraudé 20 qui débouche sur la face 18c, ainsi que deux logements cylindriques 22 qui débouchent sur cette face 18c. L'orifice 20 est centré sur l'axe A et les logements 22 sont diamétralement opposés par rapport à cet axe et donc à l'orifice 20.
- [0040] L'embase 14 est centré sur l'axe A et comprend un alésage axial interne 24 qui débouche à son extrémité axiale opposée à la bague 16 et au cône 18, et qui est fermée par une paroi de fond ou paroi transversale 26 perpendiculaire à l'axe A, du côté de la bague 16 et du cône 18.
- [0041] La paroi transversale 26 a une forme générale circulaire et comprend trois orifices 28, 30, un orifice central 28 alignée sur l'axe A et destiné à être traversé par une vis 32, et deux orifices latéraux 30 diamétralement opposés par rapport à l'axe A et alignés avec les logements 22.
- [0042] Des tiges de guidage 34 ont des extrémités axiales 34a montées en force dans les orifices 30 et s'étendent à l'intérieur de la bague 16 de façon à ce que leurs extrémités axiales 34b opposées soient montées coulissantes dans les logements 22.
- [0043] La vis 32 est engagée dans l'alésage 24 et à travers l'orifice 28 depuis l'extrémité ouverte de l'alésage. Elle comprend une tige filetée 32a qui traverse l'orifice 28 et est vissée dans l'orifice 20 du cône, et une tête 32b qui prend appui axialement sur la paroi transversale 26, ici par l'intermédiaire d'une rondelle 36.
- [0044] La rondelle 36 est destinée à être solidaire de la vis 32 et peut être fixée à cette vis par soudage. Dans l'exemple représenté, la rondelle 36 est traversée par la vis 32 et a en section une forme générale en T. Elle comprend une collerette annulaire externe 36a dont le diamètre externe est supérieur à celui de la tête 32b, et une portion cylindrique 36b qui s'étend entre la tête 32b et cette collerette 36a et a ici un diamètre externe inférieur à celui de la tête 32b.
- [0045] La rondelle 36 est par exemple fixée à la tête 32b de la vis et la vis 32 prend appui sur la paroi 26 par l'intermédiaire de cette rondelle et plus particulièrement de sa collerette 36a.
- [0046] L'alésage 24 de l'embase 14 comprend au voisinage de la paroi 26 un filetage interne 38 de vissage d'un écrou 40 à filetage externe. Cet écrou 40 est vissé dans l'alésage 24

au moyen d'un outil passant à travers l'extrémité ouverte de l'alésage et est destiné à être serré axialement contre un épaulement cylindrique interne 24a de l'alésage.

- [0047] L'écrou 40 a un diamètre interne supérieur au diamètre externe de la tête 32b de façon à ce que l'écrou puisse être vissé autour de la tête. En position serrée de l'écrou 40 sur l'épaulement 24a, cet écrou est à une distance axiale de la paroi 26 qui est supérieure ou égale à l'épaisseur axiale de la collerette 36a de façon à ce que, dans le premier cas, la collerette soit montée avec un jeu axial entre l'écrou 40 et la paroi 26.
- [0048] L'embase 14 comprend en outre, sensiblement au droit du filetage 38, un orifice 42 transversal et fileté de vissage d'une goupille 44 d'immobilisation en rotation de l'écrou 40 vis-à-vis de l'embase 14. La goupille 44 a une forme allongée en direction radiale et son extrémité radialement interne est destinée à prendre appui sur l'écrou, son extrémité radialement externe étant accessible à travers l'orifice 42 au moyen d'un outil approprié pour la mise en rotation et le serrage de la goupille.
- [0049] La paroi 26 comprend un prolongement cylindrique 46 centré sur l'axe A et à filetage externe du côté de la bague 16 et du cône 18. Un écrou 48 montée autour de la bague 16 et en particulier de son rebord 16c est vissé sur ce prolongement 46 et permet de fixer la bague 16 et de la serrer axialement sur l'embase 14.
- [0050] Le mandrin 10 peut être solidarisé à l'arbre 12 de la façon suivante. La bague 16 est dans son état non expansé et est engagée avec le cône 18 dans l'arbre 12. Pour cela, un opérateur peut saisir manuellement l'embase 14 et déplacer en translation le mandrin 10 le long de l'axe A à l'intérieur de l'arbre 12, jusqu'à ce que son écrou 48 par exemple prenne appui sur une surface d'appui de forme complémentaire de l'arbre 12. L'opérateur peut alors utiliser un outil d'entraînement en rotation de la vis 32. Dans le cas représenté dans les dessins où la vis est du type M10 et la tête 32b est du type à hexagonale, l'outil peut être une simple clef tubulaire ou à cliquet qui est engagée dans l'alésage 24. L'opérateur exerce un couple de serrage sur la vis 32 ce qui va provoquer le déplacement du cône 18 vers l'embase 14 et son glissement dans la douille 16 qui va s'expanser radialement et se serrer contre une surface radialement interne de l'arbre. Ce serrage combiné au frottement arbre/bague permettra la transmission de la rotation à l'arbre 12.
- [0051] Le serrage par le centre du mandrin permet de rendre le concept beaucoup plus ergonomique étant donné qu'on peut utiliser une clé à cliquet au lieu d'une clé plate. La diminution du diamètre de vis a permis lui aussi d'améliorer l'ergonomie et l'efficacité, étant donné que l'opérateur doit fournir moins de force de serrage, et avec un couple nettement moins important on arrive à la même force axiale. Dans un cas particulier de réalisation de l'invention, le serrage de la vis est réalisé à un couple de 25N.m à l'aide d'une clé dynamométrique et permet la transmission d'un couple de rotation de 120N.m à l'arbre.

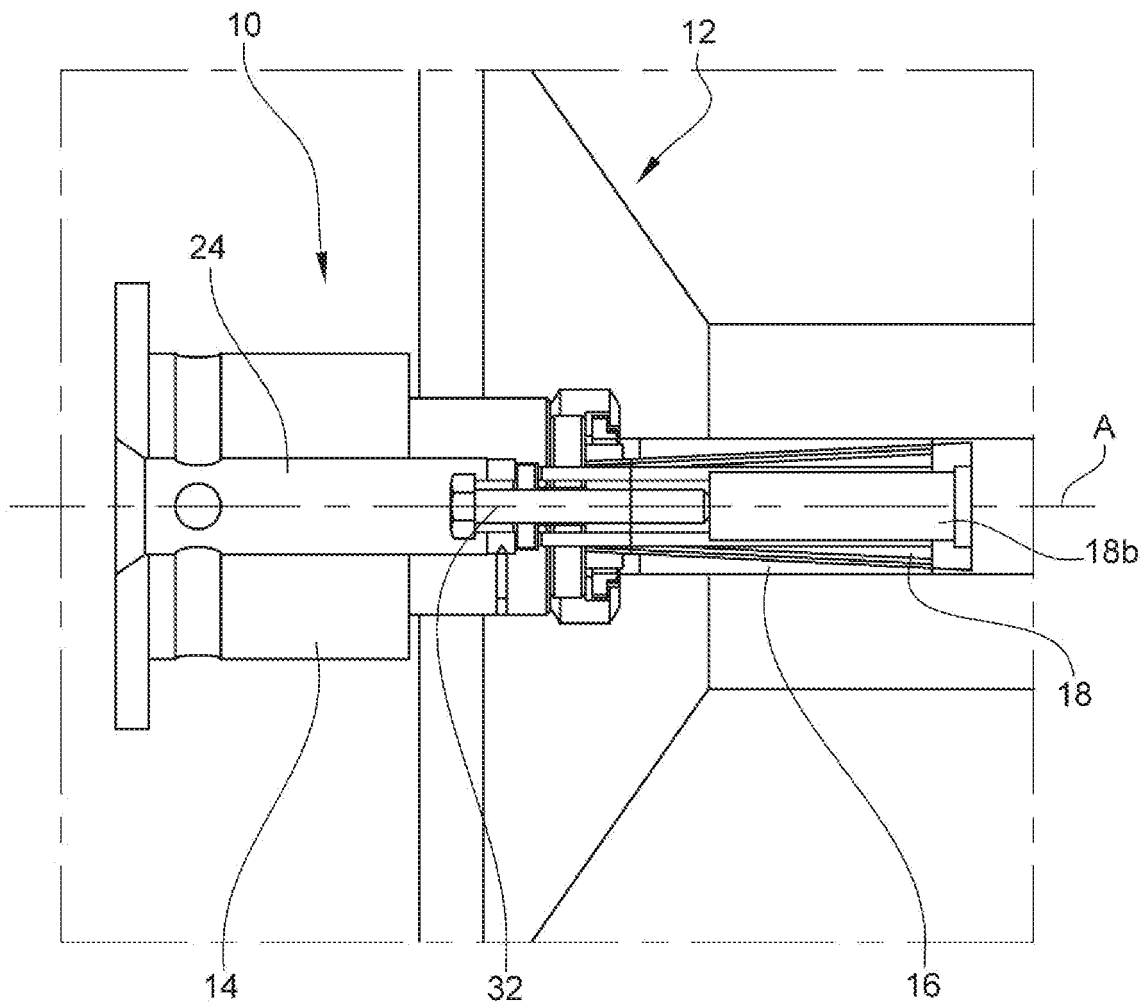
- [0052] Le démontage du mandrin 10 est également réalisé de manière simple en dévissant la vis 32 au moyen du même outil. La vis 32 est desserrée et est empêchée de se déplacer axialement vis-à-vis de l'embase 14 par la coopération de la rondelle 36 avec l'écrou 40. Le cône 18 va alors s'éloigner de l'embase 14 et libérer la bague 16 de la contrainte radiale. La bague 16 va alors adopter une position moins ou non expansée et l'opérateur pourra la retirer de l'arbre 12 et tirant sur l'embase 14.
- [0053] La figure 3 illustre de manière très schématique un outillage pour le contrôle de santé matière par ultrason d'un arbre 12, cet outillage comportant un bain 50, par exemple d'eau, d'immersion de l'arbre, un premier équipement 52 de contrôle par ultrason de l'arbre, et un seconde équipement 54 de mise en rotation de l'arbre dans le bain d'immersion, ce second équipement comportant un mandrin 10 tel que décrit ci-dessus.

## Revendications

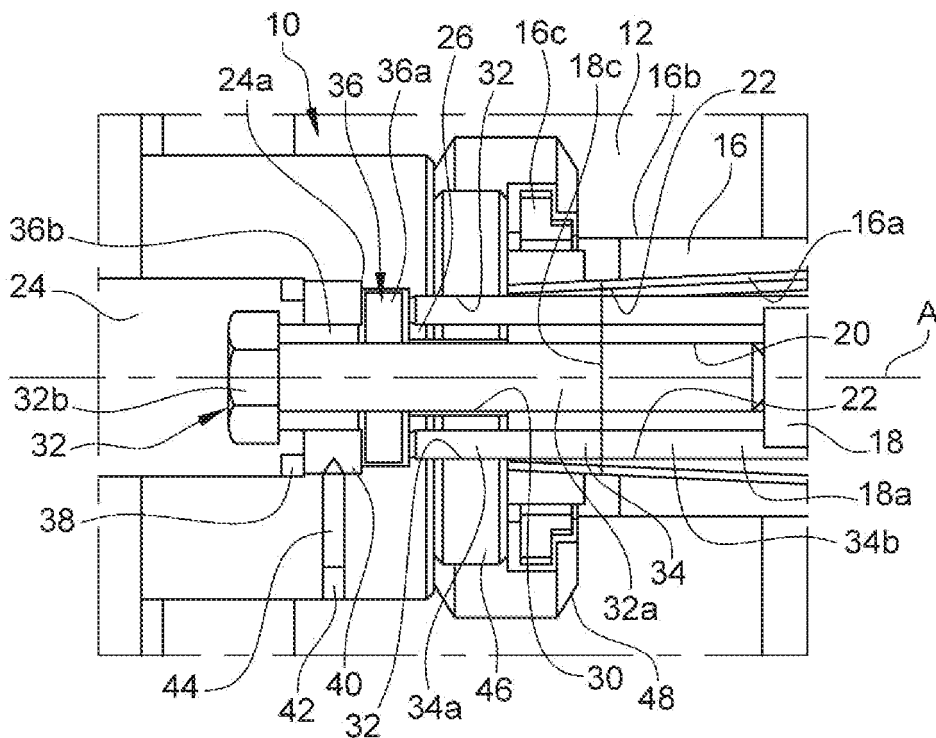
- [Revendication 1] Mandrin (10) expansible pour l'entraînement d'un arbre (12), en particulier de turbomachine d'aéronef, ce mandrin comportant :
- une embase (14),
  - une bague (16) expansible et comportant une surface interne (16a) tronconique, et
  - un cône d'expansion (18) monté coaxialement dans la bague et comportant une surface externe (18a) tronconique en appui glissant sur la surface tronconique de la bague,
- caractérisé en ce que la bague est fixée à l'embase et en ce que cette embase comprend d'une part au moins un élément (34) de guidage axial du cône à l'intérieur de la bague, et d'autre part un orifice (30) centré sur l'axe (A) du cône et de la bague et recevant une vis (32) qui coopère avec un filetage interne du cône de façon à ce que le serrage de la vis entraîne le déplacement du cône vis-à-vis de l'embase et à l'intérieur de la bague, et l'expansion de cette bague.
- [Revendication 2] Mandrin (10) selon la revendication 1, dans lequel l'embase (14) comprend un alésage axial interne (24) dont une extrémité axiale est ouverte et dont une extrémité axiale opposée est fermée par une paroi transversale (24), cette paroi transversale comportant ledit orifice (30) de passage de la vis (32) dont une tête (32b) est située dans ledit alésage et accessible par un outil depuis ladite extrémité ouverte.
- [Revendication 3] Mandrin (10) selon la revendication 2, dans lequel l'embase (14) porte au moins un élément de guidage se présentant sous la forme d'une tige (34) qui est parallèle à l'axe (A) du cône (18) et de la bague (16) et qui est engagée à coulissement dans un logement cylindrique (22) du cône.
- [Revendication 4] Mandrin (10) selon la revendication 3, en dépendance de la revendication 2, dans lequel l'embase (14) porte deux tiges de guidage (34) parallèles et qui sont diamétralement opposés par rapport à l'axe (A) du cône (18) et de la bague (16), chaque tige s'étendant le long d'une partie de la vis (32) et ayant une extrémité (34a) fixée à ladite paroi transversale (26) et une extrémité (34b) opposée engagée à coulissement dans un logement cylindrique (22) du cône.
- [Revendication 5] Mandrin (10) selon l'une des revendications 2 à 4, dans lequel la bague (16) est fixée et immobilisée axialement par un écrou (48) sur l'embase (14), cet écrou étant vissé sur un filetage externe de ladite paroi transversale (26).

- [Revendication 6] Mandrin (10) selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel un écrou (40) à filetage externe est rapporté et vissé dans l'alésage (24) de l'embase (14), autour de la vis (32), et la vis comprend un rebord annulaire externe (36a) qui est intercalé axialement entre cet écrou et la paroi transversale (26).
- [Revendication 7] Mandrin (10) selon la revendication 6, dans lequel l'embase (14) comprend un orifice (42) transversal de vissage d'une goupille (44) d'immobilisation en rotation de l'écrou (40) à l'intérieur de l'alésage (24).
- [Revendication 8] Outillage pour le contrôle de santé matière par ultrason d'un arbre (12), en particulier de turbomachine d'aéronef, comportant un bain (50) d'immersion dudit arbre, un premier équipement (52) de contrôle par ultrason de l'arbre, et un seconde équipement (54) de mise en rotation de l'arbre dans le bain d'immersion, ce second équipement comportant un mandrin (10) selon l'une des revendications précédentes.

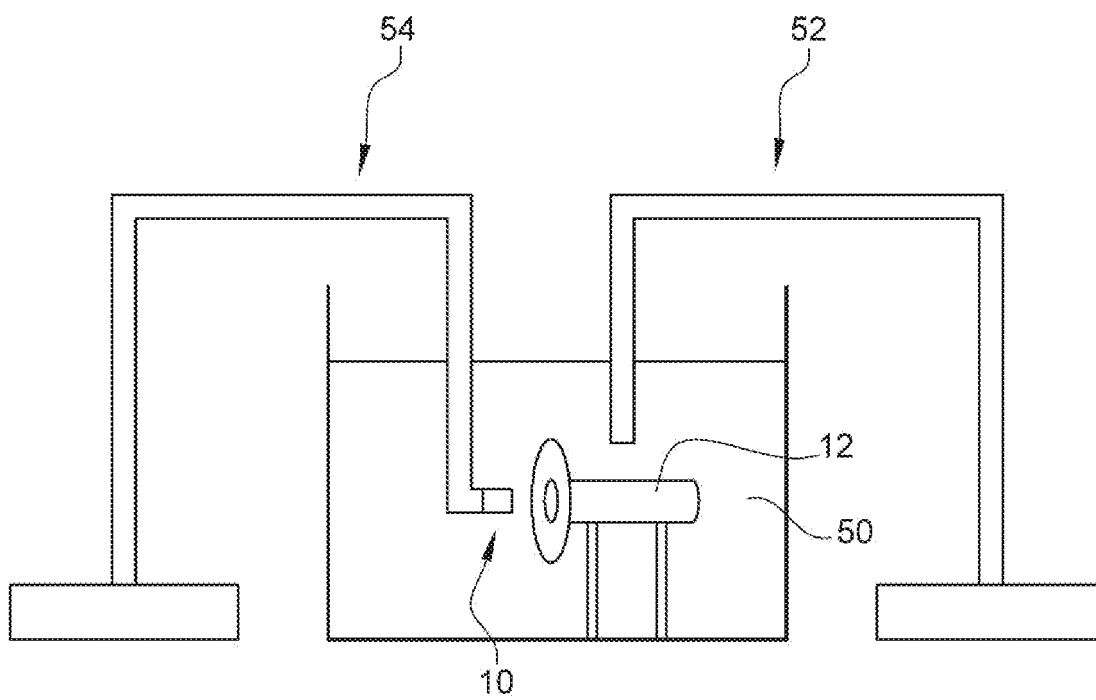
[Fig. 1]



[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 865551  
FR 1904069

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 3 360 276 A (PEFFER JOHN J) 26 décembre 1967 (1967-12-26)	1-3,5	B23B31/40
Y	* colonne 2, ligne 43 - colonne 4, ligne	8	
A	24; figures 1-6 *	4,6,7	
X	FR 893 034 A (ROTTERBERG WERNER) 26 mai 1944 (1944-05-26)	1	
Y	* page 1, ligne 60 - page 2, ligne 30;	8	
A	figures 1-4 *	2-7	
Y	US 2008/041160 A1 (WRIGHT DAVID C [GB]) 21 février 2008 (2008-02-21) * le document en entier *	8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	DE 15 02 047 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 4 juin 1969 (1969-06-04) * le document en entier *	1-8	
A	DE 31 46 005 A1 (WIDMANN KARL; KROELL MANFRED; GAWATZ JOSEF) 26 mai 1983 (1983-05-26) * le document en entier *	1-8	
			B23B G01N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 décembre 2019		Rilliard, Arnaud	
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 1904069 FA 865551**

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 **19-12-2019**  
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 3360276	A	26-12-1967	AUCUN	
-----				
FR 893034	A	26-05-1944	AUCUN	
-----				
US 2008041160	A1	21-02-2008	GB 2440959 A	20-02-2008
			US 2008041160 A1	21-02-2008
-----				
DE 1502047	A1	04-06-1969	AUCUN	
-----				
DE 3146005	A1	26-05-1983	AUCUN	
-----				