

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : **3 140 123**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : **22 09707**

51 Int Cl⁸ : **F 02 C 7/32 (2022.01), F 01 D 5/06**

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22 Date de dépôt : 26.09.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 29.03.24 Bulletin 24/13.

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 SAS**
— FR.

72 Inventeur(s) : **MILLIER, Vincent François Georges, ALLORA, Alessandro, BÉCOULET, Julien Fabien Patrick et BELMONTE, Olivier.**

73 Titulaire(s) : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS.**

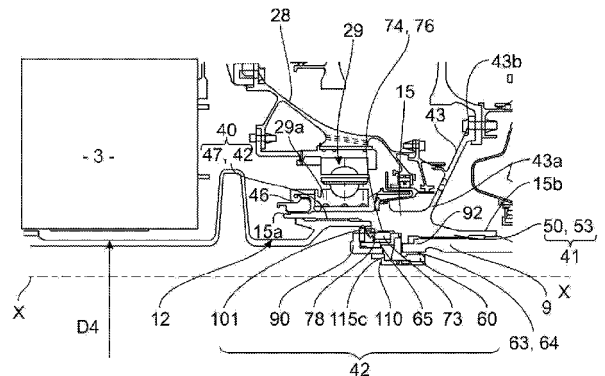
74 Mandataire(s) : **GEVERS & ORES.**

54 **MODULARITE D'UNE TURBOMACHINE D'AERONEF PAR UN DISPOSITIF DE BLOCAGE AXIAL ET EN ROTATION, PROCEDE DE MONTAGE CORRESPONDANT.**

57 L'invention concerne une turbomachine comprenant :

- un premier module comprenant un réducteur de vitesse (3) ayant un arbre d'entrée (12),
- un deuxième module comportant un compresseur basse pression qui est relié au premier module,
- un troisième module comportant un arbre basse pression qui est centré sur un axe longitudinal X et qui comprend une extrémité amont reliée à l'arbre d'entrée, et
- un dispositif de blocage configuré pour immobiliser axialement le deuxième module par rapport au premier module et au troisième module, le dispositif de blocage comprenant:
 - un premier écrou (60) vissé sur un filetage de l'arbre basse pression et en appui contre une saillie annulaire du deuxième module,
 - un organe anti-déplacement (65) configuré pour bloquer axialement le premier écrou,
 - un deuxième écrou (73) vissé sur un filetage du deuxième module et configuré pour immobiliser axialement l'organe anti-déplacement, et
 - un troisième écrou (93) vissé sur l'organe anti-déplacement.

Figure pour l'abrégé : Figure 2



FR 3 140 123 - A1



Description

Titre de l'invention : MODULARITE D'UNE TURBOMACHINE D'AERONEF PAR UN DISPOSITIF DE BLOCAGE AXIAL ET EN ROTATION, PROCEDE DE MONTAGE CORRESPONDANT

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne des solutions pour faciliter la modularité d'une turbomachine d'aéronef.

Arrière-plan technique

[0002] Une turbomachine d'aéronef est souvent réalisée sous la forme d'un assemblage de modules qui peuvent chacun comporter des parties fixes et des parties mobiles. Un module est défini comme un sous-ensemble d'un moteur qui présente des caractéristiques géométriques au niveau de ses interfaces avec les modules adjacents suffisamment précises pour que celui-ci puisse être livré individuellement, et qui a subi un équilibrage distinct lorsqu'il comporte des parties tournantes. L'assemblage des modules permet de constituer un moteur complet, en réduisant au maximum les opérations d'équilibrage et d'appariement des pièces en interface.

[0003] La modularité d'une turbomachine est un élément clé pour sa maintenance. En effet, lors d'une intervention, il faut que les pièces soient accessibles facilement sans avoir à démonter un nombre important de parties du moteur. Dans la pratique, la turbomachine est configurée de manière à obtenir un découpage en des modules majeurs et mineurs. Par exemple, pour une turbomachine ayant une soufflante amont (les termes « amont » et « aval » s'apprécient par rapport à l'écoulement des gaz dans la turbomachine), celle-ci est configurée avec trois modules majeurs: un module majeur amont pour la partie avant comprenant la soufflante, un module majeur intermédiaire pour la partie intermédiaire comprenant le compresseur basse pression et le corps haute pression et un module majeur aval pour la partie arrière comprenant la turbine basse pression et l'arbre basse pression. Dans cet exemple précis, le corps basse pression est divisé en deux modules.

[0004] Il est possible que le corps basse pression soit divisé également en trois modules avec le compresseur basse pression agencé de manière indépendante du reste du module majeur intermédiaire.

[0005] La maintenance est particulièrement difficile sur une turbomachine comprenant un réducteur et éventuellement un système de changement de pas des aubes en amont. En effet, le réducteur de vitesse est rattaché soit au module amont soit au module majeur intermédiaire. Le réducteur de vitesse comprend un arbre d'entrée qui est relié à un rotor du compresseur basse pression et à un rotor de la turbine basse pression. En par-

ticulier, le module majeur intermédiaire et le module majeur aval qui comprennent des organes du corps basse pression, et le module amont, sont fixés l'un à l'autre grâce à un écrou qui est centré sur l'axe de la turbomachine et qui sert à serrer axialement l'arbre d'entrée du réducteur de vitesse et l'arbre basse pression.

[0006] Lors d'une opération de maintenance sur le réducteur de vitesse ou d'autres organes de la turbomachine d'un des modules exposés ci-dessus, cet écrou doit être dévissé depuis l'amont au moyen d'un outil qui est inséré dans la turbomachine le long de son axe longitudinal. Ceci permet de désolidariser le module majeur aval. Pour autant, ceci n'est pas suffisant pour libérer complètement l'arbre d'entrée puisque ce dernier est également relié au rotor du compresseur basse pression par l'intermédiaire d'un tourillon qui est fixé sur l'arbre d'entrée et qu'il faut également le démonter. Le rotor du compresseur basse pression du module majeur intermédiaire comprend en outre des paliers dont des bagues internes sont fixées sur l'arbre d'entrée.

[0007] Le problème dans ce cas est par conséquent le nombre de pièces à démonter pour désassembler un organe d'un des modules et spécifiquement l'arbre d'entrée. Il n'est généralement pas possible de démonter le réducteur de vitesse sans désassembler une grosse partie de la turbomachine incluant le module amont, le module majeur intermédiaire et le majeur aval.

[0008] La présente invention propose une solution à au moins une partie des problèmes évoqués ci-dessus qui simplifie la modularité d'une turbomachine d'aéronef et qui ne pénalise pas le rendement de la turbomachine.

Résumé de l'invention

[0009] Nous parvenons à cet objectif conformément à l'invention grâce à une turbomachine, en particulier d'aéronef, la turbomachine ayant un axe longitudinal et comprenant :

- un premier module comprenant un réducteur de vitesse qui comporte un arbre d'entrée centré sur l'axe longitudinal,
- un deuxième module comportant un compresseur basse pression, le deuxième module étant relié au premier module,
- un troisième module comportant un arbre basse pression qui est centré sur l'axe longitudinal, l'arbre basse pression comprenant une extrémité amont reliée à l'arbre d'entrée, et
- un dispositif de blocage configuré de manière à immobiliser axialement le troisième module par rapport au premier module,

le dispositif de blocage étant est configuré de manière à immobiliser axialement le deuxième module par rapport au premier module et au deuxième module et comprend :

- un premier écrou qui est vissé sur un filetage de l'extrémité amont de l'arbre basse pression et en appui contre une saillie annulaire du deuxième module,

- un organe anti-déplacement qui est configuré de manière à limiter axialement le déplacement premier écrou,
- un deuxième écrou qui est vissé sur un filetage du deuxième module et qui est configuré de manière à immobiliser axialement l'organe anti-déplacement, et
- un troisième écrou qui est vissé sur l'organe anti-déplacement.

[0010] Ainsi, cette solution permet d'atteindre l'objectif susmentionné. Le module de la turbine basse pression et du compresseur basse pression peuvent être ainsi démonté en un nombre réduit d'opérations par rapport aux autres modules et sans démonter les autres modules adjacents. Cela s'applique notamment à l'arbre d'entrée qui est soumis à de nombreuses sollicitations et qui peut être contrôlé et remplacé désormais facilement et rapidement. L'arbre d'entrée peut être démonté de manière indépendante des autres arbres grâce au dispositif de blocage qui comprend plusieurs écrous et organes serrés/engagés les uns sur les autres pour réaliser des fonctions anti-rotation et anti-déplacement ou blocage axial. Par ailleurs, cette configuration permet un gain en modularité et un gain de temps au niveau de l'inspection des pièces et du démontage indépendant de certaines d'entre elles. Cette modularité s'inscrit dans une démarche de réduction de l'impact environnemental puisque que cela permet de réparer et contrôler uniquement les organes nécessaires et de réduire le temps d'immobilisation de la turbomachine.

[0011] La turbomachine 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 :

[0012] - le dispositif de blocage comprend un élément de verrouillage coopérant avec le premier écrou et le troisième écrou.

[0013] - le premier écrou est monté libre en rotation autour de l'axe longitudinal.

[0014] - le deuxième module comprend un arbre de compresseur basse pression qui est relié au compresseur basse pression et qui est centré sur l'axe longitudinal, l'arbre de compresseur basse pression étant relié à l'arbre d'entrée et à l'arbre basse pression.

[0015] - l'arbre de compresseur basse pression comprend la saillie annulaire et le premier écrou comporte une face aval en appui contre une face amont de la saillie annulaire.

[0016] - l'organe anti-déplacement comprend une pluralité de dents destinées chacune à s'engager dans une encoche de l'arbre de compresseur basse pression.

[0017] - la pluralité de dents présente un diamètre externe supérieur à un diamètre externe d'une collerette du premier écrou.

[0018] - le deuxième écrou est destiné à être bloqué en rotation par un premier système de blocage.

[0019] - le premier système de blocage comprend :

- un premier anneau, centré sur l'axe longitudinal et destiné à venir en appui contre

une face annulaire radiale du deuxième écrou, le premier anneau comprenant une pluralité de dents radiales destinées à s'engager chacune dans une encoche radiale de l'arbre de compresseur basse pression, et

- un deuxième anneau, centré sur l'axe longitudinal et reçu dans une gorge annulaire du deuxième écrou, la gorge annulaire étant disposée en amont de la face annulaire radiale.

[0020] - la turbomachine comprend un deuxième système de blocage configuré de manière à enfermer le troisième écrou dans une cavité annulaire de l'arbre d'entrée.

[0021] - le troisième écrou est destiné à être bloqué en translation vers l'amont au moins par un deuxième système de blocage.

[0022] - le deuxième système de blocage comprend :

- un troisième anneau, centré sur l'axe longitudinal, et comprenant une pluralité de dents radiales qui présentent des faces avals destinées à être en appui contre une face annulaire de l'arbre d'entrée, le troisième anneau comprenant une face amont contre laquelle vient en butée une face aval du troisième écrou, et

- un quatrième anneau, centré sur l'axe longitudinal, reçu dans une gorge annulaire de l'arbre d'entrée, le quatrième anneau étant en regard des faces avals des dents radiales.

[0023] - le premier module comprend une soufflante qui est reliée à un arbre de soufflante et qui est agencée en amont du deuxième module, l'arbre basse pression entraînant en rotation l'arbre de soufflante par l'intermédiaire du réducteur de vitesse.

[0024] - la soufflante est carénée.

[0025] - le réducteur est situé dans une enceinte de lubrification.

[0026] - l'arbre de compresseur basse pression est indépendant de l'arbre d'entrée et de l'arbre basse pression.

[0027] - l'arbre basse pression comprend une extrémité amont qui s'étend à l'intérieur de l'arbre de compresseur basse pression, le premier écrou, le deuxième écrou et le troisième écrou étant montés à l'intérieur de l'arbre de compresseur basse pression.

[0028] - l'arbre de compresseur basse pression est relié à une extrémité amont de l'arbre basse pression et à une extrémité aval de l'arbre d'entrée.

[0029] - l'arbre de compresseur basse pression est relié à un rotor du compresseur basse pression.

[0030] - l'arbre de compresseur basse pression est relié au rotor de compresseur basse pression par l'intermédiaire d'un tourillon, le tourillon étant solidaire du rotor du compresseur basse pression et de l'arbre de compresseur basse pression.

[0031] - le tourillon est formé d'une seule pièce avec l'arbre de compresseur basse pression.

[0032] - le troisième module comprend une turbine basse pression reliée à l'arbre basse pression, l'arbre basse pression comprend une extrémité aval reliée à un rotor de

turbine basse pression.

- [0033] - l'arbre d'entrée du réducteur de vitesse présente un diamètre interne qui est inférieur au diamètre interne de l'arbre de compresseur basse pression.
- [0034] - l'arbre d'entrée du réducteur de vitesse présente un diamètre interne qui est supérieur au diamètre interne d'une extrémité aval de de l'arbre de compresseur basse pression.
- [0035] - le premier écrou comprend un filetage qui est vissé sur le troisième module.
- [0036] - les encoches radiales de l'arbre de compresseur basse pression s'étendent radialement à l'extérieur du deuxième écrou.
- [0037] L'invention concerne en outre un aéronef comprenant au moins une turbomachine telle que susmentionnée.
- [0038] L'invention concerne également un procédé de montage d'une turbomachine telle que susmentionnée, le procédé comprenant les étapes de :
 - vissage du premier écrou sur l'arbre basse pression,
 - limitation en translation du premier écrou sur l'arbre de compresseur basse pression suivant l'axe longitudinal au moyen de l'organe anti-déplacement,
 - immobilisation axiale de l'organe anti-déplacement au moyen du deuxième écrou,
 et
 - vissage du troisième écrou sur l'organe anti-déplacement.
- [0039] Suivant une caractéristique du procédé, celui-ci comprend une étape d'engagement d'un élément de verrouillage sur le troisième écrou et sur le premier écrou.

Brève description des figures

- [0040] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :
- [0041] La [Fig.1] est une demi vue schématique et en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef ;
- [0042] La [Fig.2] est une vue de détail de la [Fig.1] selon l'invention ;
- [0043] La [Fig.3] est une vue en perspective illustrant un arbre d'un des modules d'une turbomachine selon l'invention ;
- [0044] La [Fig.4] est une vue en perspective d'un arbre dans lequel est monté un premier écrou suivant une étape d'un procédé de montage selon l'invention ;
- [0045] La [Fig.5] est une vue en perspective d'un arbre dans lequel est monté un organe anti-déplacement d'un premier écrou suivant une étape d'un procédé de montage selon l'invention ;
- [0046] La [Fig.6] est une vue de détail de la [Fig.5] selon l'invention ;
- [0047] La [Fig.7] est une vue en perspective et sensiblement suivant un plan de coupe longi-

tudinale d'un arbre dans lequel est monté un deuxième écrou et un système de blocage de cet écrou suivant une étape d'un procédé de montage selon l'invention ;

[0048] La [Fig.8] illustre plus en détail un premier système de blocage en rotation d'un deuxième écrou selon l'invention ;

[0049] La [Fig.9] est une vue de détail de la [Fig.7] et sensiblement suivant un plan de coupe radiale de l'arbre dans lequel est monté le deuxième écrou selon l'invention ;

[0050] La [Fig.10] est une vue en perspective d'un arbre dans lequel est monté un troisième écrou suivant une étape d'un procédé de montage selon l'invention ;

[0051] La [Fig.11] est une vue en perspective d'un arbre dans lequel est monté un système de blocage suivant une étape d'un procédé de montage selon l'invention ;

[0052] La [Fig.12] illustre plus en détail un troisième écrou selon l'invention ;

[0053] La [Fig.13] est une vue en perspective d'une étape du procédé de montage selon la [Fig.11] ;

[0054] La [Fig.14] est une vue en perspective d'un arbre dans lequel est monté un système de blocage suivant une étape d'un procédé de montage selon l'invention ;

[0055] La [Fig.15] est une vue en perspective dans lequel deux arbres sont assemblés entre eux suivant une étape d'un procédé de montage selon l'invention ; et

[0056] La [Fig.16] est une vue en perspective et dans lequel un dispositif de blocage permet de bloquer en translation et en rotation des arbres suivant une étape d'un procédé de montage selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0057] L'invention s'applique à une turbomachine 1 d'aéronef telle que celle représentée sur la [Fig.1] et qui est un turboréacteur équipé d'une soufflante 2 carénée et d'un réducteur de vitesse 3. Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à un turboréacteur et peut s'appliquer à tout type de turbomachine équipée en particulier d'un réducteur de vitesse.

[0058] La turbomachine 1 s'étend suivant un axe longitudinal X qui est en général l'axe de rotation des rotors de celle-ci. La turbomachine 1 comprend d'amont en aval suivant l'axe longitudinal X et l'écoulement des gaz, une soufflante 2, un compresseur basse pression 4, un compresseur haute pression 5, une chambre annulaire de combustion 6, une turbine haute pression 7 et une turbine basse pression 8.

[0059] Le compresseur basse pression 4 et la turbine basse pression 7 sont reliés mécaniquement par un arbre basse pression 9 de manière à former un corps basse pression. Le compresseur haute pression 5 et la turbine haute pression 8 sont reliés mécaniquement par un arbre haute pression 10 de manière à former un corps haute pression. L'arbre basse pression 9 s'étend au moins en partie à l'intérieur de l'arbre haute pression 10 et sont coaxiaux.

- [0060] La turbomachine 1 est configurée avec plusieurs modules qui sont assemblés/reliés les uns aux autres et qui permettent de faciliter la maintenance de celle-ci. Des arbres et/ou des interfaces permettent de réaliser ces liaisons.
- [0061] Un premier module 11 comprend la soufflante 2 et le réducteur de vitesse 3. Ce dernier comprend avantageusement un arbre d'entrée 12 qui est centré sur l'axe longitudinal X. L'arbre d'entrée 12 fait partie du premier module 11 de manière avantageuse.
- [0062] La soufflante 2 comprend un arbre de soufflante 13 qui est entraîné en rotation de manière avantageuse par l'arbre basse pression 9 via le réducteur de vitesse 3.
- [0063] Un deuxième module 14 comporte le compresseur basse pression 4. Le deuxième module 14 comprend également un arbre de compresseur basse pression 15 auquel est relié le compresseur basse pression 4. L'arbre de compresseur basse pression 15 est centré sur l'axe longitudinal X.
- [0064] Un troisième module 16 comporte la turbine basse pression 7 et l'arbre basse pression 9 qui est centré sur l'axe longitudinal X. L'arbre basse pression 9 comprend de manière avantageuse une extrémité amont 9a reliée à un rotor du compresseur basse pression et une extrémité aval 9b reliée à un rotor de turbine basse pression. L'extrémité amont 9a est reliée à l'arbre d'entrée 12 du réducteur de vitesse 3.
- [0065] Un quatrième module 17 comprend le compresseur haute pression 5. Avantageusement, le quatrième module 17 comprend la turbine haute pression 7. Le quatrième module 17 comprend également la chambre annulaire de combustion 6 qui est intercalée axialement entre le compresseur haute pression 5 et la turbine haute pression 7.
- [0066] Suivant cette configuration, le corps basse pression de la turbomachine 1 est divisé en trois modules. De manière alternative, le corps basse pression est divisé en deux modules avec le compresseur basse pression faisant partie du deuxième module.
- [0067] Le réducteur de vitesse 3 (connus sous l'acronyme anglais « RGB ») comprend un train d'engrenage épicycloïdal. Bien entendu, le réducteur de vitesse pourrait comprendre un engrenage de type planétaire.
- [0068] Le réducteur de vitesse 3 comprend typiquement un solaire 20 (ou planétaire interne), une pluralité de satellites 21 (qui sont des pignons), une porte-satellites 22 et une couronne externe 23 (ou planétaire externe). Le solaire 20 est centré sur l'axe longitudinal X. La couronne externe 23 est centrée sur l'axe longitudinal X et s'étend autour du solaire 20. Les satellites 21 sont disposés entre le solaire 20 et la couronne externe 23 et sont portés par le porte-satellites 22. Les satellites 21 sont chacun monté libre en rotation autour d'un axe de satellite à l'aide d'un palier et engrènent avec des dentures externes du solaire 20 et des dentures internes de la couronne externe 23.
- [0069] Dans le cas présent, la couronne externe 23 est immobile et fixée à un stator de la tur-

bomachine qui est ici un carter d'entrée 24. Le solaire 20 est mobile en rotation et accouplé à l'arbre d'entrée 12 qui lui-même est relié à l'arbre basse pression 9. Le porte-satellites 22 est également mobile en rotation et accouplé à l'arbre de soufflante 13. La soufflante 2 est donc entraînée en rotation par l'arbre basse pression 9 par l'intermédiaire du réducteur 3.

- [0070] Dans le cas d'un réducteur à engrenage de type planétaire, la couronne externe est solidaire en rotation de l'arbre de soufflante, le porte-satellites est solidaire d'une structure fixe telle que le carter d'entrée 24.
- [0071] Le réducteur 3 de la [Fig.1] est avantageusement agencé dans une enceinte 25 de lubrification qui s'étend autour de l'axe longitudinal X. L'enceinte 25 a donc une forme générale annulaire. L'enceinte 25 est délimitée par l'arbre de soufflante 13 et l'arbre d'entrée 12 au niveau de sa périphérie interne. A sa périphérie externe, l'enceinte 25 de lubrification est délimitée avantageusement, mais non limitativement par le carter d'entrée 24 qui s'étend autour du réducteur 3. L'enceinte 25 est délimitée en amont par un premier support de palier 26 qui est annulaire. Le premier support de palier 26 par exemple comprend une extrémité externe qui est fixée au carter d'entrée 24 et une extrémité interne qui maintient des bagues externes de roulement de deux paliers à roulement 27.
- [0072] Avantageusement, les paliers à roulement 27 comprennent des bagues internes qui sont fixées à l'arbre de soufflante 13. Ces paliers permettent le guidage en rotation au moins de l'arbre de soufflante 13. L'un des paliers amont le plus proche du réducteur de vitesse 3 permet également de guider le porte-satellites en rotation de manière plus stable. Ce palier le plus proche du réducteur est facultatif.
- [0073] Enfin, l'enceinte 25 est délimitée en aval par exemple par un deuxième support de palier 28 qui est annulaire. Le deuxième support de palier 28 comprend une extrémité externe 28a qui est fixée au carter d'entrée 24 et une extrémité interne 28b qui maintient des bagues externes de deux paliers à roulement 29.
- [0074] Avantageusement, les deux paliers à roulement 29 en aval permettent le guidage de l'arbre d'entrée du réducteur de vitesse et de l'arbre de compresseur basse pression (qui est solidaire de l'arbre d'entrée).
- [0075] Dans le présent exemple, les paliers à roulement 29 comprennent des bagues internes qui sont fixées à l'arbre de compresseur basse pression 15. Le deuxième support de palier 28 comprend une virole 30 annulaire dont la première extrémité 30a est fixée au deuxième support de palier 28 et dont la deuxième extrémité 30b coopère avec des éléments d'étanchéité 31 installés autour de l'arbre de compresseur basse pression 15.
- [0076] En référence à la [Fig.1], l'enceinte 25 comprend également des moyens d'étanchéité fermant de manière étanche l'enceinte 25. Ces moyens d'étanchéité comprennent un premier couvercle 32 amovible prévu pour fermer l'enceinte 25 en amont et de

manière étanche et un deuxième couvercle 33 amovible prévu pour fermer l'enceinte en aval et de manière étanche également. Le premier couvercle 32 est monté à l'intérieur de l'arbre de soufflante 13 et se trouve à proximité du réducteur de vitesse 3 suivant l'axe longitudinal. Le deuxième couvercle 33 est monté à l'intérieur de l'arbre d'entrée 12 et à une extrémité aval 12b de celui-ci. Ce deuxième couvercle 33 est monté en aval du réducteur de vitesse 3 (et plus précisément en aval de moyens de souplesse de manière avantageuse).

[0077] L'arbre de compresseur basse pression 15 et l'arbre d'entrée 12 sont tous deux creux avantageusement. L'arbre basse pression 9 est également creux.

[0078] La turbomachine 1 comprend également un carter intermédiaire 34 qui est intercalé entre le compresseur basse pression 4 et le compresseur haute pression 5, un carter inter-turbine 35 qui est intercalé entre la turbine haute pression 7 et la turbine basse pression 8 et un carter d'échappement 36 qui est situé en aval de la turbine basse pression 8.

[0079] Sur la [Fig.2], un ensemble d'arbres de la turbomachine sont reliés entre eux et bloqués en position l'un par rapport à l'autre. L'ensemble comprend un premier arbre et un deuxième arbre. Dans le présent exemple, le premier arbre est l'arbre d'entrée 12. Le deuxième arbre est l'arbre de compresseur basse pression 15. L'ensemble d'arbres comprend également un troisième arbre qui est l'arbre basse pression 9.

[0080] Des premiers moyens d'accouplement 40 sont configurés de manière à relier (de manière amovible) le premier module 11 et le deuxième module 14. Des seconds moyens d'accouplement 41 sont configurés de manière à relier (de manière amovible) le deuxième module 11 et le troisième module 15.

[0081] La turbomachine comprend un dispositif de blocage 42 configuré de manière à relier les modules entre eux et à immobiliser axialement les modules entre eux.

[0082] L'arbre de compresseur basse pression 15 est relié au rotor de compresseur basse pression par l'intermédiaire d'un tourillon 43. En particulier, le deuxième module 14 comprend (en plus du compresseur basse pression) le tourillon 43 qui est solidaire en rotation du rotor du compresseur basse pression et de l'arbre de compresseur basse pression 15. L'arbre de compresseur basse pression 15 est relié à l'arbre d'entrée 12.

[0083] Comme cela est représenté sur la [Fig.3], l'arbre de compresseur basse pression 15 comprend une forme générale cylindrique droit d'axe A. L'arbre de compresseur basse pression s'étend de manière avantageuse entre une extrémité amont 15a et une extrémité aval 15b. Le tourillon 43, annulaire, s'étend radialement depuis une surface externe de l'arbre de compression basse pression 15 à une première extrémité 43a. Le tourillon 43 comprend une deuxième extrémité 43b qui est solidarisée au rotor via des organes de fixation tels qu'une tige filetée (vis) et un écrou. Dans l'exemple représenté, le tourillon 43 est formé d'une seule pièce avec l'arbre de compresseur basse

pression 15. De manière alternative, le tourillon 43 est une pièce rapportée et son extrémité interne 43a est fixée et immobilisée axialement à l'extrémité aval 15b de l'arbre de compresseur basse pression 15.

- [0084] L'arbre de compresseur basse pression 15 comprend de manière avantageuse une portée annulaire 44 qui s'élève radialement depuis la surface externe de celui-ci. La bague interne 29a d'un des paliers 29 est en appui axial contre cette portée annulaire 44.
- [0085] L'arbre de compresseur basse pression 15 comprend un filetage externe 45 qui est destiné à s'engager avec un filetage interne d'un écrou de palier 46 qui vient bloquer axialement la bague interne 29a. Le filetage externe 45 est agencé vers l'extrémité amont 15a de l'arbre de compresseur basse pression 15.
- [0086] Comme nous l'avons énoncé précédemment, l'arbre de compresseur basse pression 15 est relié à l'arbre d'entrée 12. L'arbre de compresseur basse pression 15 est accouplé à l'arbre d'entrée 12 grâce à des cannelures de manière à transmettre un couple de rotation. A cet effet et comme cela est représenté sur la [Fig.2], les premiers moyens d'accouplement 40 comprennent des premières cannelures internes 47 qui sont formées sur une surface interne 48 de l'arbre de compresseur basse pression 15. Les premières cannelures internes 47 sont orientées suivant l'axe A (et suivant l'axe longitudinal) et sont disposées régulièrement autour de l'axe A. Les premières cannelures internes 47 sont configurées pour s'engager avec des premières cannelures externes 49 correspondantes de l'arbre d'entrée 12. Les premières cannelures internes 47 sont situées à proximité de manière avantageuse, mais non limitativement de l'extrémité amont 15a de l'arbre 15.
- [0087] L'arbre de compresseur basse pression 15 comprend des deuxièmes cannelures internes 50 qui sont formées sur la surface interne 48. Ces deuxièmes cannelures externes 50 sont orientées suivant l'axe A et sont régulièrement réparties autour de cet axe A. Celles-ci sont situées avantageusement au niveau de l'extrémité aval 15b de l'arbre de compresseur basse pression.
- [0088] Sur l'exemple représenté, l'arbre de compresseur basse pression 15 comprend une première portion d'arbre 15aa, une deuxième portion d'arbre 15ab et une troisième portion d'arbre 15ac. La première portion 15aa comprend un diamètre interne D1 qui est supérieur au diamètre interne D2 de la deuxième portion 15ab. Le diamètre interne D2 de la deuxième portion 15ab est supérieur au diamètre interne D3 de la troisième portion 15ac.
- [0089] L'arbre de compresseur basse pression 15 comprend de manière avantageuse, mais non limitativement, une saillie annulaire 51 qui s'étend radialement vers l'intérieur de celui-ci. La saillie annulaire 51 est agencée entre la première portion d'arbre 15aa et la troisième portion d'arbre 15ac. Plus précisément, la saillie annulaire 51 est agencée

entre la deuxième portion 15ab et la troisième portion 15ac. Dans le présent exemple, la saillie annulaire 51 est formée en amont des cannelures 50.

- [0090] L'arbre de compresseur basse pression 15 comprend en outre un épaulement annulaire 52 s'étendant radialement vers l'intérieur de celui-ci. L'épaulement 52 est agencé entre la première portion d'arbre 15aa et la troisième portion d'arbre 15ac. Plus précisément, l'épaulement annulaire 52 est agencé en amont de la saillie annulaire 51 suivant l'axe longitudinal X.
- [0091] Sur les figures 2 et 3, l'extrémité aval 12b de l'arbre d'entrée 12 s'étend à l'intérieur de l'arbre de compresseur basse pression 15. Les premières cannelures externes 49 correspondantes sont formées sur une surface externe de l'arbre d'entrée 12. Les premières cannelures externes 49 sont situées à l'extrémité aval 12b de l'arbre 12. Cette dernière présente un diamètre externe au niveau de l'extrémité aval 12b qui est de manière avantageuse sensiblement inférieur au diamètre interne D1 de la première portion 15aa de l'arbre de compresseur basse pression 15.
- [0092] L'arbre d'entrée 12 présente en outre un diamètre externe D4 au niveau du réducteur de vitesse 3 qui est, de manière avantageuse, inférieur au diamètre externe de son extrémité aval 12b. Le rendement de la turbomachine est fonction également de l'encombrement radial du réducteur de vitesse, le diamètre de l'arbre d'entrée 12 doit être faible pour que le rapport des diamètres de la couronne externe et du solaire soit proche de 1.
- [0093] De manière avantageuse, le diamètre D4 de l'arbre d'entrée 12 est compris entre :
- un rayon suffisant pour pouvoir passer le couple de rotation,
 - un rayon suffisant pour pouvoir passer un outillage externe (décrit ultérieurement) à l'intérieur de l'arbre d'entrée 12,
 - un rayon le plus bas possible pour un gain de masse, et
 - un rayon le plus bas possible pour laisser de la hauteur aux éléments flexibles (la hauteur de ces éléments induit la souplesse de la pièce).
- [0094] De manière avantageuse, le rapport de réduction du réducteur de vitesse est compris entre 2,5 et 7. Le diamètre de l'arbre d'entrée 12 doit être suffisamment petit de sorte à atteindre le rapport de réduction souhaité tout en étant suffisamment grand pour pouvoir faire passer le couple et un outil. Le rapport entre le diamètre de la couronne et le diamètre de l'arbre d'entrée 12 doit être le rapport de réduction - 1 (la formule de Willis exprimant un rapport de réduction entre la couronne et le solaire, dans le repère du porte-satellites).
- [0095] L'arbre d'entrée 12 présente une certaine souplesse de manière à éviter l'hyperstatisme dans le réducteur de vitesse 3. L'arbre d'entrée 12 comprend avantageusement, mais non limitativement, des soufflets, qui avec les cannelures, permettent de réaliser cette souplesse. Ainsi, un désalignement peut intervenir entre l'arbre

d'entrée 12 et l'arbre de compresseur basse pression 15 ce qui est particulièrement intéressant dans le cas d'un moteur relativement long.

- [0096] Sur la [Fig.1], l'arbre de compresseur basse pression 15 est solidaire en rotation de l'arbre basse pression 9. L'arbre de compresseur basse pression 15 est accouplé à l'arbre basse pression 9 grâce avantageusement à des cannelures de manière à transmettre un couple de rotation. Les seconds moyens d'accouplement 41 sont formés avantageusement par les cannelures. En particulier, l'extrémité amont 9a de l'arbre basse pression 9 s'étend à l'intérieur de l'arbre de compresseur basse pression 15. L'arbre basse pression 9 comprend des deuxièmes cannelures externes 53 qui correspondent et qui s'engagent avec les deuxièmes cannelures internes 50 de l'arbre de compresseur basse pression 15. Les deuxièmes cannelures externes 53 sont disposées sur une surface externe de l'arbre basse 9 et vers son extrémité amont. L'arbre basse pression 9 présente un diamètre externe (au niveau de son extrémité amont 9a) qui est sensiblement inférieur au diamètre de la troisième portion 15ac de l'arbre de compresseur basse pression 15.
- [0097] Le dispositif de blocage 42 est configuré de manière à immobiliser l'arbre basse pression 9 par rapport à l'arbre de compresseur basse pression 15, l'arbre d'entrée 12 par rapport à l'arbre de compresseur basse pression 15 et l'arbre d'entrée 12 par rapport à l'arbre basse pression 9.
- [0098] En référence à la [Fig.4], le dispositif de blocage 42 comprend un premier écrou 60 qui est configuré de manière à bloquer axialement au moins en partie l'arbre basse pression 9 par rapport à l'arbre de compresseur basse pression 15. De manière avantageuse, le premier écrou 60 est vissé sur un filetage de l'extrémité amont 9a de l'arbre basse pression 9 et en appui contre une saillie annulaire 51 du deuxième module 14. Le premier écrou 60 est configuré de manière à immobiliser axialement l'arbre basse pression 9 par rapport à l'arbre de compresseur basse pression 15 et à réaliser la reprise de la poussée axiale de la turbine basse pression.
- [0099] De manière avantageuse, le premier écrou 60 comprend un corps cylindrique 61 d'axe de révolution B. Le premier écrou 60 comprend une collerette 62 qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis une extrémité du corps cylindrique 61. Le premier écrou 60 comprend dans le présent exemple une section axiale en forme de L.
- [0100] Le premier écrou 60 est vissé sur l'arbre basse pression 9 et est centré sur l'axe longitudinal. Le premier écrou 60 est disposé radialement, avantageusement, entre l'arbre de compresseur basse pression 15 et l'arbre basse pression 9. Plus précisément, le premier écrou 60 comprend un filetage externe 63 qui s'engage avec un filetage interne 64 de l'arbre basse pression 9. Le filetage externe 63 est porté par une surface externe du corps cylindrique 61. Le filetage interne 64 est situé avantageusement à l'extrémité amont 9a de l'arbre basse pression 9.

- [0101] Dans le présent exemple, le diamètre externe de l'écrou 60, au niveau du corps cylindrique 61, est inférieur au diamètre interne de l'arbre basse pression 9. Nous pouvons constater que le diamètre interne de l'écrou est inférieur au diamètre interne de l'arbre d'entrée 12 (cf. [Fig.2]).
- [0102] La collerette 62 du premier écrou 60 comprend une face annulaire destinée à prendre appui contre une surface annulaire complémentaire de la saillie annulaire 51. En particulier et de manière avantageuse, la face annulaire est une face annulaire aval 62b et la surface annulaire complémentaire est une surface annulaire amont 51a complémentaire.
- [0103] En référence aux figures 5 et 6, le dispositif de blocage 42 comprend un organe anti-déplacement 65 qui est configuré de manière à « abaisser » les moyens de fixation (ici filetage) et à permettre l'assemblage entre l'arbre d'entrée 12 et un troisième écrou 90 décrit ultérieurement (notamment l'engagement du filetage interne 72 du corps cylindrique 66 de l'organe anti-déplacement 65 et le filetage externe 95 du corps cylindrique 90a du troisième écrou 90).
- [0104] Avantageusement, la collerette 62 est agencée entre l'organe anti-déplacement 65 et la saillie annulaire 51.
- [0105] De manière avantageuse, le premier écrou 60 est monté libre en rotation dans l'arbre de compresseur basse pression 9 comme cela est expliqué ultérieurement. Il y a un certain jeu axial et radial entre les autres pièces. En situation de desserrage des différents organes, le premier écrou 60 peut se déplacer axialement et tourner librement dans un court espace. Lorsque les différents organes sont serrés, un premier système de blocage en rotation 77 est en butée contre l'organe anti-déplacement 65. Ce dernier permet le déplacement axial (suivant le jeu qui est prévu) du premier écrou. Le premier écrou 60 vient en regard et/ou en butée contre la saillie annulaire 51 de l'arbre de compresseur 15.
- [0106] L'organe anti-déplacement 65 comprend de manière avantageuse un corps cylindrique 66 d'axe de révolution C. L'organe anti-déplacement 65 est centré sur l'axe X en situation d'installation. L'organe anti-déplacement 65 comprend avantageusement une aile annulaire 67 qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis une extrémité du corps cylindrique 66. Une pluralité de dents 68 s'étendent depuis une face aval 67b de l'aile annulaire 67 et suivant l'axe de révolution C. Les dents 68 sont situées en particulier à proximité de la bordure périphérique externe 69 de l'aile annulaire 67. La face aval 67b est disposée en regard d'une face annulaire amont 62a de la collerette 62 du premier écrou 60.
- [0107] De manière avantageuse, au moins un jeu axial J1 est prévu entre la face aval 67b et la face annulaire amont 62a ce qui permet la rotation du premier écrou 60 autour de l'axe longitudinal X.

- [0108] L'organe anti-déplacement 65 comprend des dents 68 (celles décrites précédemment) qui sont destinées à s'engager respectivement dans des encoches 70 de forme complémentaire du deuxième module. En particulier, comme cela est visible sur la [Fig.3], l'arbre de compresseur basse pression 15 comprend des encoches 70 qui sont orientées suivant l'axe longitudinal. Les encoches 70 sont disposées en amont de la saillie annulaire 51 de manière avantageuse.
- [0109] En situation d'installation, les dents 68 s'étendent radialement à l'extérieur du bord annulaire 71 de la collerette 62 du premier écrou 60. En d'autres termes, le diamètre externe de la pluralité de dents 68 est supérieur au diamètre externe du bord annulaire 71 de la collerette 62.
- [0110] La distance L1 mesurée entre le fond des encoches 70 et la face aval 67b (en situation d'installation suivant l'axe longitudinal X) est supérieure à la distance L2 mesurée entre la surface annulaire amont 51a complémentaire de la saillie 51 et la face aval 67b. Dans le présent exemple, le fond des encoches 70 se trouve dans le même plan que la surface annulaire amont 51a complémentaire. Cette différence entre les distances L1 et L2 crée le jeu axial J1 qui est référencé sur la [Fig.6].
- [0111] Sur la [Fig.5], l'organe anti-déplacement 65 comprend un filetage interne 72 qui est formé sur la surface interne de son corps cylindrique 66.
- [0112] De manière avantageuse, le diamètre externe du corps cylindrique 66 de l'organe anti-déplacement 65 est supérieur au diamètre externe du corps cylindrique 61 du premier écrou 60.
- [0113] En référence à la [Fig.7], le dispositif de blocage 42 comprend également un deuxième écrou 73 qui est vissé sur un filetage du deuxième module 14 et qui est configuré de manière à immobiliser axialement l'organe anti-déplacement 65, soit suivant l'axe longitudinal X. Le deuxième écrou 73 comprend un corps cylindrique d'axe coaxial avec l'axe longitudinal. Le corps cylindrique s'étend avantageusement entre une première face annulaire 74a et une deuxième face annulaire 74b. Le deuxième écrou 73 comprend un filetage externe 74 formé sur sa surface externe 75 et qui est destiné à s'engager avec un filetage interne 76 de l'arbre de compresseur basse pression 15. Le filetage interne 76 est prévu au niveau de la deuxième portion d'arbre 15ab.
- [0114] Le deuxième écrou 73 présente un diamètre externe qui est supérieur au diamètre externe de l'organe anti-déplacement 65. Le diamètre interne du deuxième écrou 73 est également supérieur au diamètre externe de l'organe anti-déplacement 65. Un espace radial est prévu entre le deuxième écrou 73 et l'organe anti-déplacement 65. Cet espace radial permet d'une part, d'éviter les transitions d'efforts parasites et d'autre part, l'intégration des bagues de blocage (non représentées) du deuxième écrou 73. En situation d'installation, la deuxième face annulaire 74b du deuxième écrou 73 est en

appui contre une face amont 67a de l'aile annulaire 67.

- [0115] Comme cela est également visible sur les figures 7, 8 et 9, le deuxième écrou 73 est bloqué en rotation par un premier système de blocage en rotation 77. Le premier système de blocage en rotation 77 comprend avantageusement un premier anneau 78, centré sur l'axe longitudinal, destiné à venir en appui contre la première face annulaire 74a du deuxième écrou 73. Des ergots 80 s'étendent depuis la première face annulaire 74a du deuxième écrou 73 et à distance de celle-ci, radialement vers l'intérieur.
- [0116] De manière avantageuse, chaque ergot 80 s'étend sur un secteur angulaire autour de l'axe longitudinal. Les ergots 80 sont également espacés des uns des autres de sorte à former des fentes 81. De la sorte, des fentes 81 et ergots 80 sont alternés autour de l'axe longitudinal.
- [0117] Le premier anneau 78 comprend une pluralité de dents radiales 82 qui s'étendent depuis un bord périphérique externe (non représenté) de celui-ci. Les dents radiales 82 sont régulièrement réparties autour de l'axe longitudinal X. Chaque dent radiale 82 est destinée à s'engager dans une encoche radiale 84 correspondante de l'arbre de compresseur basse pression 15. De manière avantageuse, les encoches radiales 84 (précisément illustrées sur la [Fig.3]) sont ouvertes (et débouchent) sur la surface interne 48 et sont tournées vers l'intérieur de l'arbre de compresseur basse pression 15. Les encoches 84 sont avantageusement, mais non limitativement, formées au niveau de l'épaulement annulaire 52.
- [0118] Chaque dent radiale 82 est également agencée dans une fente 81 du deuxième écrou 73.
- [0119] Comme cela est visible également sur la [Fig.3], les encoches radiales 84 débouchent sur une surface annulaire 86, centrée sur l'axe X, de l'arbre de compresseur basse pression 15. Dans le présent exemple, la surface annulaire 86 est portée avantageusement par l'épaulement annulaire 52.
- [0120] Le premier système de blocage en rotation 77 comprend en outre un deuxième anneau 85 qui est centré sur l'axe longitudinal X. Le deuxième anneau 85 est fendu de manière générale tel un circlip. Le deuxième anneau 85 est reçu dans une gorge annulaire 87 du deuxième écrou 76. La gorge annulaire 87 présente une ouverture orientée vers l'axe longitudinal X. La gorge annulaire 87 est disposée avantageusement en amont de la première face annulaire 74b. Plus précisément encore, la gorge annulaire 87 est formée dans les ergots 80. De manière alternative, la gorge annulaire 87 est formée par une distance entre la première face annulaire 74a du deuxième écrou et une face interne de l'ergot 74a. De la sorte, le deuxième anneau 85 s'étend en amont du premier anneau 78 et les ergots 80 permettent de réaliser un blocage axial du deuxième anneau 85. De manière avantageuse, le deuxième anneau 85 est en appui contre une face amont du premier anneau 78.

- [0121] Sur la [Fig.10], le dispositif de blocage 42 comprend un troisième écrou 90 qui est destiné à être vissé sur l'organe anti-déplacement 65. Le troisième écrou 90 est en outre destiné à être immobilisé axialement sur l'arbre d'entrée 12. Tel qu'illustré, le troisième écrou 90 est installé de manière avantageuse, dans une cavité annulaire 91 de l'arbre d'entrée 12. De manière avantageuse, mais non limitativement, la cavité annulaire 91 est délimitée suivant l'axe longitudinal par un épaulement amont 92 et par une patte radiale 93. La cavité annulaire 91 est également délimitée radialement par une portion de paroi de l'extrémité aval 12b de l'arbre d'entrée 12.
- [0122] Dans le présent exemple, le troisième écrou 90 comprend un corps cylindrique 90a d'axe D et une semelle annulaire 94 s'étendant radialement depuis une extrémité du troisième écrou 90. Le troisième écrou 90 comprend un filetage externe 95 qui est destiné à s'engager avec un filetage interne 96 de l'organe anti-déplacement 65.
- [0123] De manière avantageuse, le diamètre externe du corps cylindrique 90a du troisième écrou 90 est sensiblement inférieur au diamètre interne du corps cylindrique de l'organe anti-déplacement 65.
- [0124] La semelle annulaire 94 comprend une bordure périphérique externe 97 (cf. [Fig.10]) qui définit un diamètre qui est inférieur au diamètre interne de l'extrémité aval 12b de l'arbre d'entrée 12. La semelle annulaire 94 comprend une face amont 94a et une face aval 94b qui sont opposées suivant l'axe D.
- [0125] De manière avantageuse, la face amont 94a comprend une pluralité de protubérances 98 qui s'étendent suivant l'axe D. Ces protubérances 98 sont destinées à s'engager dans des renforcements d'un outil de serrage (non représenté). Ce dernier permet le serrage de ce troisième écrou 90 sur l'organe anti-déplacement 65.
- [0126] Sur les figures 11, 12 et 13, est prévu un deuxième système de blocage 100 configuré de manière à enfermer le troisième écrou 90 dans la cavité annulaire 91 de l'arbre d'entrée 12. De manière avantageuse, le troisième écrou 90 est destiné à être bloqué axialement au moins en partie par le deuxième système de blocage 100. Ce blocage axial intervient notamment lorsque toutes les pièces sont serrées (vissées, etc.). Le deuxième système de blocage 100 comprend avantageusement un troisième anneau 101 d'axe E et est centré sur l'axe longitudinal en situation d'installation. Le troisième anneau 101 permet d'intégrer et d'enfermer le troisième écrou 90 à l'intérieur de l'arbre d'entrée 12. Le troisième anneau 101 comprend de manière avantageuse une face amont 101a et une face aval 101b qui sont reliées par une bordure périphérique interne 102a et une bordure périphérique externe 102b. Le troisième anneau 101 comprend avantageusement une pluralité de dents radiales 103 qui s'étendent radialement vers l'extérieur depuis la bordure périphérique externe 102b.
- [0127] La face aval 94b du troisième écrou 90 vient en appui contre la face amont 101a du troisième anneau 101. Chaque dent radiale 103 comprend une face aval 103b destinée

à être appuyé contre une face annulaire (face amont 93a) de la patte radiale 93. Cette dernière comprend également une face aval 93b annulaire opposée axialement à la face amont 93a.

- [0128] Comme décrit précédemment et en référence à la [Fig.10], l'arbre d'entrée 12 comprend une patte radiale 93 qui s'étend radialement vers l'axe longitudinal X. La patte radiale 93 comprend de manière avantageuse, une pluralité d'encoches radiales 104 qui traversent la patte radiale 93 de part et d'autre suivant l'axe longitudinal X. Chaque encoche radiale 104 présente une section radiale en forme de U. Les ouvertures des encoches radiales 104 sont orientées vers l'axe longitudinal X et débouchent de part et d'autre de la patte radiale 93 sur la face amont 93a et sur la face aval 93b.
- [0129] Le troisième anneau 101 est inséré depuis l'aval au niveau de l'extrémité aval 12b de l'arbre d'entrée 12. Pour cela les dents radiales 103 du troisième anneau 101 traversent chacune une encoche radiale 104 pour que le troisième anneau 101 soit agencé dans la cavité annulaire 91 de l'arbre d'entrée 12. Le troisième anneau 101 est pivoté suivant l'axe longitudinal pour réaliser le contact entre les faces aval 103b et la face amont 93a de la patte radiale 93. En situation d'installation, la bordure périphérique interne 102a du troisième anneau 101 s'étend radialement à l'intérieur de la face annulaire périphérique 105 (ou extrémité libre de la patte radiale 93). La face aval 94b de la semelle est destinée à venir en contact avec la face amont 101a du troisième anneau 101.
- [0130] En référence à la [Fig.14], le deuxième système de blocage 100 comprend avantageusement un quatrième anneau 107 qui est centré sur l'axe longitudinal X. Le quatrième anneau 107 est destiné à bloquer axialement le troisième anneau 101 dans le premier module, et ici en particulier dans l'arbre d'entrée 12. Le quatrième anneau 107 est fendu de manière générale tel un circlip. Le quatrième anneau 107 est reçu de manière avantageuse dans une gorge annulaire 108 de l'arbre d'entrée 12 qui est centrée sur l'axe longitudinal. La gorge annulaire 108 est disposée en amont de la face amont 93a de la patte radiale 93. Plus précisément, la gorge annulaire 108 est formée dans la patte radiale 93. Elle présente une section axiale en forme de U et son ouverture débouche sur la face annulaire périphérique 105 de la patte radiale 93. Du fait des encoches radiales formées dans la patte radiale 93, cette dernière se présente sous la forme de plusieurs secteurs de pattes radiales qui comprennent des portions de la gorge annulaire. De la sorte, le quatrième anneau 107 s'étend en aval du troisième anneau 101 et dans les encoches radiales 104. Le quatrième anneau 107 est agencé de manière avantageuse en regard des faces aval des dents.
- [0131] De manière avantageuse, le troisième anneau 101 comprend des moyens permettant d'immobiliser axialement le quatrième anneau 107. En effet, le troisième anneau 101 comprend de manière avantageuse deux proéminences 106 qui s'étendent chacune,

suisant l'axe longitudinal X, depuis une face aval 103b d'une dent radiale 103 du troisième anneau 101. Les dents radiales 103 portant les proéminences 106 sont situées en regard l'une de l'autre. En d'autres termes, ces dents radiales 103 sont diamétralement opposées. Dans le présent exemple, chaque proéminence 106 présente une section axiale en forme de L.

- [0132] Chaque proéminence 106 comprend avantageusement une première portion s'étendant axialement depuis la face aval et une deuxième portion s'étendant depuis une extrémité de la première portion vers l'axe longitudinal X. De la sorte, la deuxième portion est à distance de la face aval 103b de la dent radiale 103. En situation d'installation, lorsque les faces aval 103b de certaines dents radiales 103 sont en contact avec la face aval 93a, les proéminences 106 sont engagées dans des encoches radiales 104 correspondantes et le quatrième anneau 107 est reçu dans l'espace formé entre la face aval de la dent radiale 103 et la face amont de la deuxième portion de la proéminence 106. De manière avantageuse, mais non limitativement, les proéminences 106 sont engagées dans les encoches respectives après une rotation du troisième anneau 101.
- [0133] Le dispositif de blocage 42 comprend avantageusement un élément de verrouillage 110 configuré de manière à immobiliser en position le premier écrou 60 et le troisième écrou 90. De manière avantageuse, mais non limitativement, l'élément de verrouillage 110 est engagé avec le premier écrou 60 et le deuxième écrou 73. Plus précisément, l'élément de verrouillage 110 comprend une forme cylindrique d'axe de révolution centré sur l'axe longitudinal.
- [0134] L'élément de verrouillage 110 comprend des premières cannelures externes 111 qui s'engagent avec des cannelures internes 112 du premier écrou 60. Les premières cannelures externes 111 s'étendent chacune suivant l'axe de révolution de l'élément de verrouillage 110 et sont régulièrement réparties autour de l'axe de révolution.
- [0135] Suivant une autre caractéristique avantageuse, l'élément de verrouillage 110 comprend également des deuxièmes cannelures externes 113 qui s'engagent avec des cannelures internes 114 du troisième écrou 90. L'élément de verrouillage 110 s'étend à l'intérieur de l'arbre de compresseur basse pression 15. Les deuxièmes cannelures externes 113 s'étendent chacune suivant l'axe de révolution de l'élément de verrouillage 110 et sont régulièrement réparties autour de l'axe de révolution.
- [0136] Avantageusement, mais non limitativement, les premières cannelures externes 111 et les deuxièmes cannelures externes 113 sont décalées axialement.
- [0137] De manière alternative, l'élément de verrouillage 110 est vissé sur un filetage du premier écrou 60 et du troisième écrou 90. Dans ce cas, l'élément de verrouillage 110 comprend des filetages externes coopérant respectivement avec des filetages internes des premier et deuxièmes écrous.

- [0138] Dans le présent exemple, l'élément de verrouillage 110 comprend une première portion 115a et une deuxième portion 115b qui présentent des sections différentes. En particulier, le diamètre interne de la deuxième portion 115b est inférieur au diamètre interne de la première portion 115a. Les première et deuxième portions 115a, 115b sont séparées par un épaulement 115c.
- [0139] Les figures 4 à 16 illustrent des étapes de montage des modules de la turbomachine. Nous comprenons que le montage ou remontage des modules de la turbomachine peut être utilisé en répétant ces opérations dans l'ordre inverse.
- [0140] Comme cela est illustré sur la [Fig.4], une première étape du procédé consiste à installer le premier écrou 60 dans l'arbre de compresseur basse pression 15. Le premier écrou 60 est inséré depuis l'extrémité amont 15a de l'arbre de compresseur basse pression 15. Le premier écrou 60 est déplacé en translation suivant l'axe longitudinal jusqu'à ce qu'au moins une partie de la face annulaire aval 62b de la collerette 62 soit en appui contre la surface annulaire amont 51a de la saillie annulaire 51. Le premier écrou 60 est de la sorte prisonnier de l'arbre de compresseur basse pression 15.
- [0141] Le procédé comprend une deuxième étape de serrage de l'arbre basse pression 9 sur le premier écrou 60 (ce dernier étant prisonnier dans l'arbre de compresseur basse pression 15). A cet effet, l'arbre basse pression 9 est inséré dans l'arbre de compresseur basse pression 15 par coulissement à l'aide des cannelures 50, 53. Le premier écrou 60 permet de solidariser l'arbre basse pression 9 à l'arbre de compresseur basse pression 15.
- [0142] Sur les figures 5 et 6, le procédé comprend une troisième étape de limitation en translation du premier écrou 60. La limitation en translation est réalisée grâce à l'organe anti-déplacement 65. Cette étape comprend l'engagement de l'organe anti-déplacement 65 dans l'arbre de compresseur basse pression 15. L'organe anti-déplacement 65 est déplacé en translation suivant l'axe longitudinal de manière à l'emmener d'une position de désengagement à une position d'engagement avec au moins l'arbre de compresseur basse pression 15. Dans cette position d'engagement de l'organe anti-déplacement 65, les dents 68 sont engagées dans les encoches 70 de l'arbre de compresseur basse pression 15 et la face aval 67b de l'aile annulaire 67 de l'organe anti-déplacement 65 est en regard de la face annulaire amont 62a de la collerette 67 du premier écrou 60. De la sorte, le premier écrou 60 ne peut se déplacer suivant l'axe longitudinal X vers l'amont (ou du moins sur une courte distance correspondant au jeu axial J1) mais peut toujours pivoter. En particulier, les dents 68 permettent au moins en partie de créer le jeu axial J1 permettant au premier écrou 60 de tourner librement.
- [0143] En référence aux figures 7 et 8, le procédé comprend une quatrième étape qui consiste à immobiliser axialement l'organe anti-déplacement 65. Ceci permet de

maintenir l'organe anti-déplacement 65 pour que celui-ci limite axialement le premier écrou 60 en amont. Pour cela, cette quatrième étape comprend une sous-étape de vissage du deuxième écrou 73 sur l'arbre de compresseur basse pression 15. De la sorte, le deuxième écrou 73 est emmené d'une position de dévissage à une position de vissage. Cette étape de vissage est réalisée à l'aide d'un autre outil adéquat (non représenté) qui est inséré également à l'intérieur de l'arbre de compresseur basse pression. Le deuxième écrou 73 est vissé jusqu'à être serré axialement contre l'organe anti-déplacement 65. En position de vissage, les filetages interne et externes 74, 76 sont engagés et la deuxième face annulaire 74b du deuxième écrou 73 est en appui contre la face amont 67a de l'aile annulaire 67 de l'organe anti-déplacement 65. L'arbre de compresseur basse pression 15 ne peut plus reculer non plus vers l'aval de même que le compresseur basse pression (soit le deuxième écrou 73) évite un rapproche entre le compresseur basse pression et la turbine basse pression).

[0144] Le procédé comprend également une cinquième étape qui consiste à bloquer en rotation le deuxième écrou 73. Le procédé comprend à cet effet une sous étape dans laquelle le premier système de blocage 77 est monté. De manière avantageuse, le premier système blocage 77 est un frein d'écrou. Bien entendu, d'autres moyens ayant la même fonction sont envisageables. Dans un premier temps, le premier anneau 78 est emmené d'une position de désengagement à une position d'engagement. En passant de l'un à l'autre des positions, les dents radiales 82 traversent axialement les fentes 81 du deuxième écrou 73 et également les encoches radiales 84 disposées radialement à l'extérieur du deuxième écrou 73. Le deuxième écrou 73 est vissé de manière que les fentes soient en regard respectivement des encoches radiales 84. De la sorte, le premier anneau 78 s'étend à la fois à travers le premier écrou 60 et l'arbre de compresseur basse pression 15 de manière que les dents radiales 84 ne puissent se déplacer en rotation autour de l'axe longitudinal X. Cela est également possible du fait que le diamètre externe des dents radiales est supérieur au diamètre externe du deuxième écrou 73.

[0145] Le premier anneau 78 s'étend radialement autour de l'organe anti-déplacement 65. Dans un deuxième temps, le deuxième anneau 85 est emmené d'une position de désengagement à une position d'engagement également. Dans la position d'engagement, le deuxième anneau 85 est inséré dans la gorge annulaire 87 du deuxième écrou 73. Les dents radiales sont bloquées axialement par le deuxième anneau 85.

[0146] En référence à la [Fig.10], le procédé comprend une sixième étape consistant à installer le troisième écrou 90 sur l'arbre d'entrée 12. Le troisième écrou 90 est inséré depuis l'extrémité aval 12b de l'arbre d'entrée 12 de l'aval vers l'amont. Le troisième écrou 90 se retrouve alors dans la cavité 91 de l'arbre d'entrée 12. L'installation est possible du fait du diamètre externe de la semelle annulaire 94 qui est inférieur au

diamètre interne de l'arbre d'entrée 12 mesuré au niveau de la face annulaire périphérique 105 de la patte radiale 93.

[0147] Le troisième écrou 90 est mis en attente après son insertion dans la cavité 91.

[0148] En référence aux figures 11 et 12, le procédé comprend une septième étape d'emprisonnement du troisième écrou 90 dans la cavité 91. Pour cela, la septième étape comprend une sous-étape dans laquelle le troisième anneau 101 est monté sur l'arbre d'entrée 12. Le troisième anneau 101 est emmené d'une position de désengagement à une position d'engagement. En passant de l'un à l'autre des positions, le troisième anneau 101 est positionné pour que les dents radiales 103 traversent axialement les encoches radiales 104. Une fois que le troisième anneau 101 se trouve dans la cavité 91, celui est pivoté comme sur la [Fig.12] de manière que les dents radiales 103 ne soient plus en regard des encoches radiales 104. Dans la position d'engagement, les faces aval 103b des dents sont en regard de la face amont 93a de la patte radiale 93. La face aval 94b du troisième écrou 90 est en regard également de la face amont 101a du troisième anneau 101 contre laquelle celui-ci est destiné à prendre appui. Le diamètre interne de l'anneau 101 est inférieur au diamètre externe de la semelle annulaire 94 et le troisième anneau 101 est destiné à s'étendre autour du corps cylindrique du troisième écrou 90. Cette configuration permet de réduire l'ouverture radiale à l'extrémité aval 15b de l'arbre d'entrée 12 délimitée par la face annulaire périphérique 105, ce qui empêche l'extraction du troisième écrou 90 vers l'aval. Le diamètre interne du troisième anneau 101 étant inférieur au diamètre interne de la patte 93 (délimitée par la surface annulaire 105), la surface de contact avec le troisième anneau 101 est plus importante. Le troisième écrou 90 est enfermé ou emprisonné dans la cavité 91.

[0149] En référence à la [Fig.14], le procédé comprend une huitième étape consistant à emprisonner le troisième anneau 101 dans la cavité 91. Pour cela, le procédé comprend une sous étape dans laquelle le quatrième anneau 107 est emmené d'une position de désengagement à une position d'engagement. Dans la position d'engagement, le quatrième anneau 107 est inséré dans la gorge annulaire 108 de l'arbre d'entrée 12. Les dents radiales 103b sont bloquées axialement par le quatrième anneau 107. Plus précisément, le troisième anneau 101 ne peut se déplacer axialement vers l'aval.

[0150] En référence à la [Fig.15], le procédé comprend une neuvième étape consistant à solidariser l'arbre d'entrée 12 à l'arbre de compresseur basse pression 15. Pour cela, l'extrémité aval 12b de l'arbre d'entrée 12 est insérée à l'intérieur de l'extrémité amont 15a de l'arbre de compresseur basse pression 15. L'arbre d'entrée 12 est libre de coulisser suivant l'axe longitudinal par rapport à l'arbre de compresseur basse pression 15 à l'aide des cannelures 47, 49. De la sorte, l'arbre d'entrée 12 est emmené également d'une position de désengagement à une position de désengagement. Dans la

position d'engagement, les cannelures 47, 49 sont engagées et la face aval 93b de l'extrémité aval 12b de l'arbre d'entrée 12 est en appui contre la surface annulaire 86 de l'arbre de compresseur basse pression 15.

- [0151] En référence à la [Fig.16], le procédé comprend une dixième étape consistant à visser le troisième écrou 90. De la sorte le troisième écrou 90 est emmené d'une position de dévissage à une position de vissage. Cette étape vissage est réalisée à l'aide d'un outil adéquat (non représenté) qui est inséré également à l'intérieur de l'arbre d'entrée 12 du réducteur de vitesse 3 depuis l'amont. Le troisième écrou 90 est vissé jusqu'à être serré axialement contre le troisième anneau 101. En position de vissage, le filetage externe 95 du troisième écrou 90 est engagé avec le filetage interne 72 de l'organe anti-déplacement 65. De même, en position de vissage, la face aval 94b du troisième écrou 90 est en appui contre la face amont 101a du troisième anneau 101.
- [0152] Enfin, le procédé comprend une onzième étape consistant à engager l'élément de verrouillage 110. L'élément de verrouillage 110 est emmené d'une position de désengagement à une position d'engagement. L'élément de verrouillage 110 est préalablement inséré dans l'arbre de compresseur basse pression de l'amont et depuis l'arbre d'entrée 12. L'étape d'engagement est réalisée à l'aide d'un outil adéquat (non représenté) qui est inséré également à l'intérieur de l'arbre d'entrée 12 depuis l'amont. Dans la position d'engagement, les premières cannelures externes de l'élément de verrouillage 110 sont engagées avec les cannelures internes 112 du premier écrou 60 et les deuxièmes cannelures externes 113 de l'élément de verrouillage 110 sont engagées avec les cannelures internes 114 du troisième écrou 90. L'élément de verrouillage 110 empêche le desserrage ou dévissage des premier et deuxième écrous.
- [0153] Avec une telle configuration, il est possible de démonter et monter uniquement l'arbre d'entrée 12 du réducteur de vitesse 3 en maintenant les autres arbres des modules dans la position montée. Les différents écrous 60, 73, 90 et les organes (anneaux, organe anti-déplacement et éléments de verrouillage) sont serrés les uns sur les autres pour réaliser d'une part, des fonctions d'anti rotation et d'autre part, des fonctions anti-déplacement axial.
- [0154] L'arbre de compresseur basse pression 15 est indépendant de l'arbre d'entrée 12 et de l'arbre basse pression 9. En démontant l'arbre d'entrée 12, l'arbre basse pression 9 reste solidaire de l'arbre de compresseur basse pression 15 via le premier écrou 60, l'organe anti-déplacement 65 et le deuxième écrou 73.

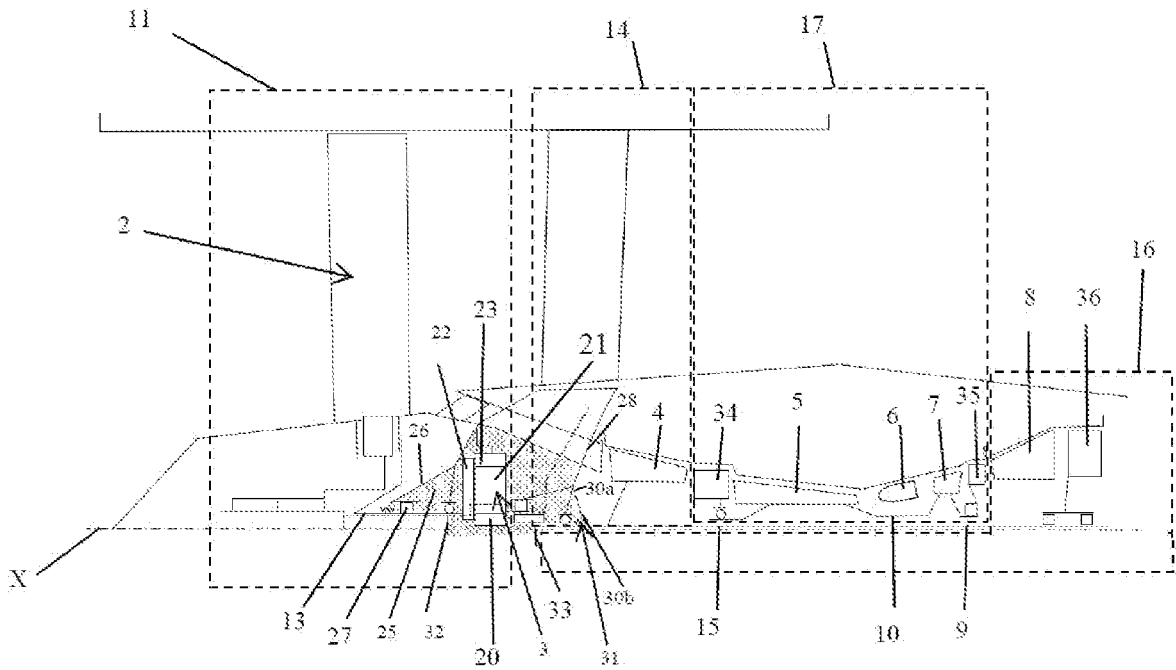
Revendications

- [Revendication 1] Turbomachine (1), en particulier d'aéronef, la turbomachine (1) ayant un axe longitudinal (X) et comprenant :
- un premier module (11) comprenant un réducteur de vitesse (3) qui comporte un arbre d'entrée (12) centré sur l'axe longitudinal (X),
 - un deuxième module (14) comportant un compresseur basse pression (4), le deuxième module (14) étant relié au premier module (11),
 - un troisième module (16) comportant un arbre basse pression (9) qui est centré sur l'axe longitudinal X, l'arbre basse pression (9) comprenant une extrémité amont (9a) reliée à l'arbre d'entrée (12), et
 - un dispositif de blocage (42) configuré de manière à immobiliser axialement le troisième module (16) par rapport au premier module (11),
- caractérisée en ce que le dispositif de blocage (42) est configuré de manière à immobiliser axialement le deuxième module (14) par rapport au premier module (11) et au troisième module (14) et comprend :
- un premier écrou (60) qui est vissé sur un filetage de l'extrémité amont (9a) de l'arbre basse pression (9) et en appui contre une saillie annulaire (51) du deuxième module (14),
 - un organe anti-déplacement (65) qui est configuré de manière à limiter axialement le déplacement du premier écrou (60),
 - un deuxième écrou (73) qui est vissé sur un filetage du deuxième module (14) et qui est configuré de manière à immobiliser axialement l'organe anti-déplacement (65), et
 - un troisième écrou (93) qui est vissé sur l'organe anti-déplacement (65).
- [Revendication 2] Turbomachine selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le dispositif de blocage (42) comprend un élément de verrouillage (110) coopérant avec le premier écrou (60) et le troisième écrou (90).
- [Revendication 3] Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le premier écrou (60) est monté libre en rotation autour de l'axe longitudinal (X).
- [Revendication 4] Turbomachine (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le deuxième module (14) comprend un arbre de compresseur basse pression (15) qui est relié au compresseur basse pression (4) et qui est centré sur l'axe longitudinal (X), l'arbre de compresseur basse pression (15) étant relié à l'arbre d'entrée (12) et à l'arbre

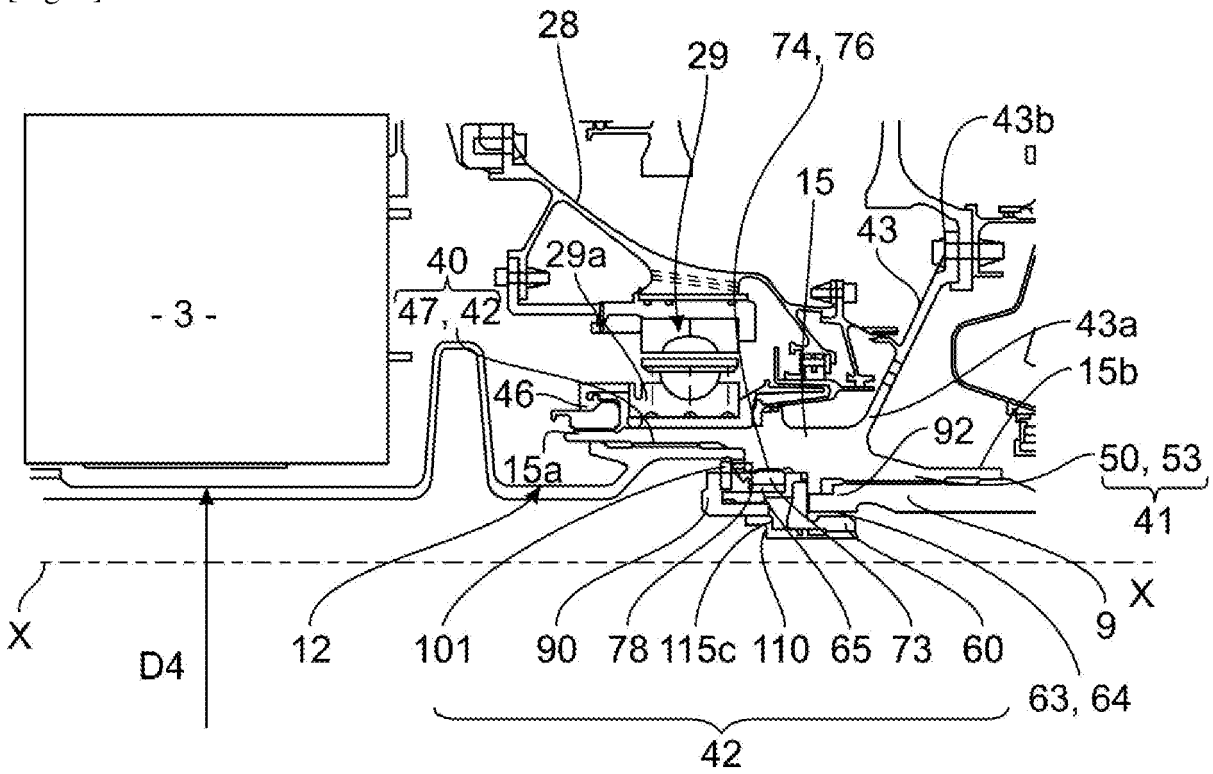
- basse pression (9).
- [Revendication 5] Turbomachine (1) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'arbre de compresseur basse pression (15) comprend la saillie annulaire (51) et le premier écrou (60) comporte une face aval (62b) en appui contre une face amont (51a) de la saillie annulaire (51).
- [Revendication 6] Turbomachine (1) selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisée en ce que l'organe anti-déplacement (65) comprend une pluralité de dents (68) destinées chacune à s'engager dans une encoche (70) de l'arbre de compresseur basse pression (15).
- [Revendication 7] Turbomachine (1) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la pluralité de dents (68) présente un diamètre externe supérieur à un diamètre externe d'une collerette (62) du premier écrou (60).
- [Revendication 8] Turbomachine (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le deuxième écrou (73) est destiné à être bloqué en rotation par un premier système de blocage (77).
- [Revendication 9] Turbomachine (1) selon les revendications 4 et 8, caractérisée en ce que le premier système de blocage (77) comprend :
- un premier anneau (78), centré sur l'axe longitudinal (X) et destiné à venir en appui contre une face annulaire radiale (74a) du deuxième écrou (73), le premier anneau (78) comprenant une pluralité de dents radiales (82) destinées à s'engager chacune dans une encoche radiale (84) de l'arbre de compresseur basse pression (15), et
 - un deuxième anneau (85), centré sur l'axe longitudinal (X) et reçu dans une gorge annulaire (87) du deuxième écrou (73), la gorge annulaire (87) étant disposée en amont de la face annulaire radiale (74a).
- [Revendication 10] Turbomachine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un deuxième système de blocage (100) configuré de manière à enfermer le troisième écrou (90) dans une cavité annulaire (91) de l'arbre d'entrée (12).
- [Revendication 11] Turbomachine (1) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le deuxième système de blocage (100) comprend :
- un troisième anneau (101), centré sur l'axe longitudinal (X), et comprenant une pluralité de dents radiales (103) qui présentent des faces avales (103b) destinées à être en appui contre une face annulaire (93a) de l'arbre d'entrée (12), le troisième anneau (101) comprenant une face amont (101a) contre laquelle vient en butée une face aval (94b) du troisième écrou (90), et
 - un quatrième anneau (107), centré sur l'axe longitudinal (X), reçu dans

- une gorge annulaire (108) de l'arbre d'entrée (12), le quatrième anneau (107) étant en regard des faces avals (103b) des dents radiales (103).
- [Revendication 12] Turbomachine (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le premier module (11) comprend une soufflante (2) qui est reliée à un arbre de soufflante (13) et qui est agencée en amont du deuxième module (14), l'arbre basse pression (9) entraînant en rotation l'arbre de soufflante (13) par l'intermédiaire du réducteur de vitesse (3).
- [Revendication 13] Turbomachine (10) selon la revendication 12, caractérisée en ce que la soufflante (2) est carénée.
- [Revendication 14] Procédé de montage d'une turbomachine selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :
- vissage du premier écrou (60) sur l'arbre basse pression (9),
 - limitation en translation du premier écrou (60) sur l'arbre de compresseur basse pression (15) suivant l'axe longitudinal au moyen de l'organe anti-déplacement (65),
 - immobilisation axiale de l'organe anti-déplacement (65) au moyen du deuxième écrou (73),
 - vissage du troisième écrou (90) sur l'organe anti-déplacement (65).
- [Revendication 15] Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'engagement d'un élément de verrouillage (110) sur le troisième écrou (90) et sur le premier écrou (60).

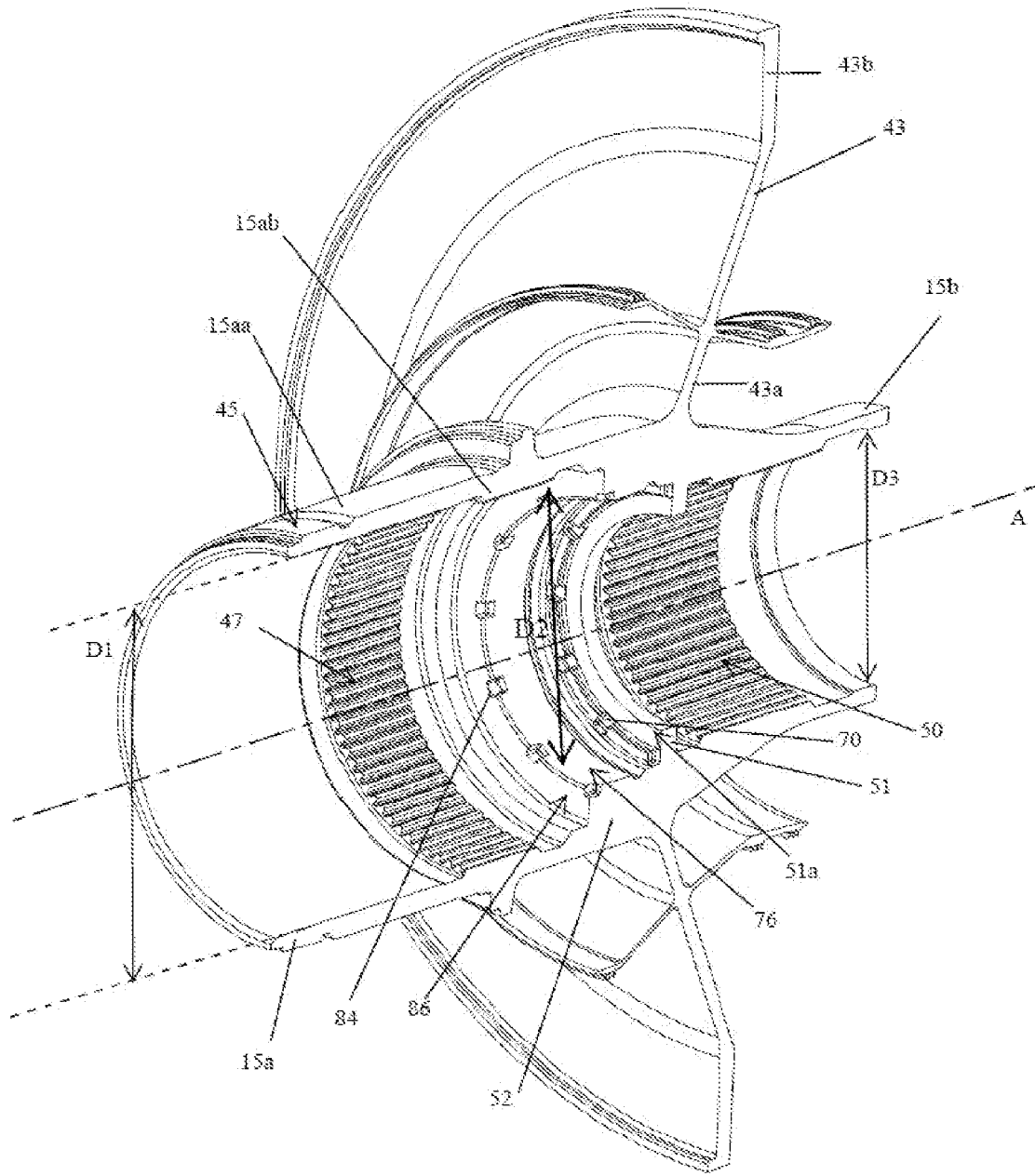
[Fig. 1]



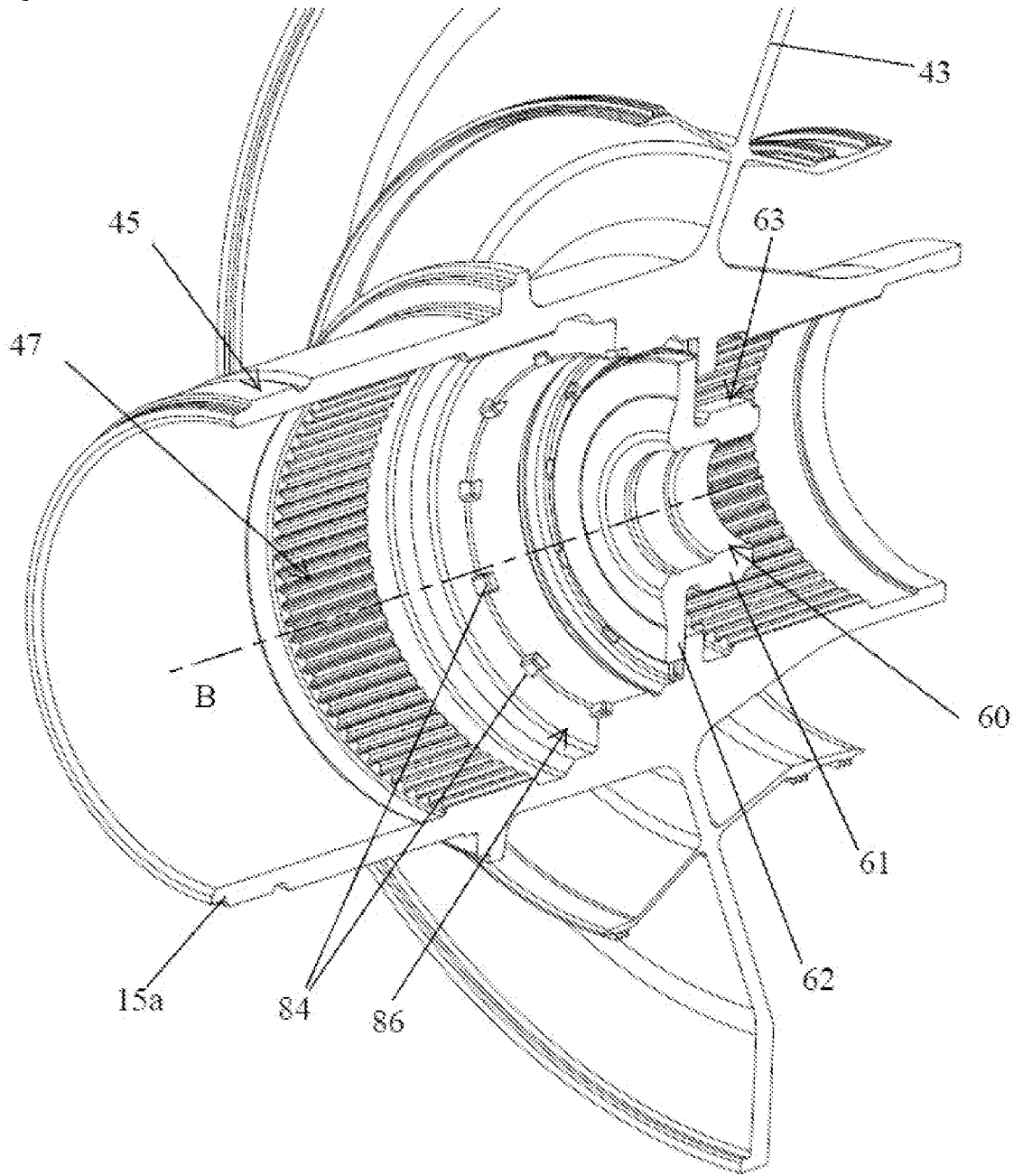
[Fig. 2]



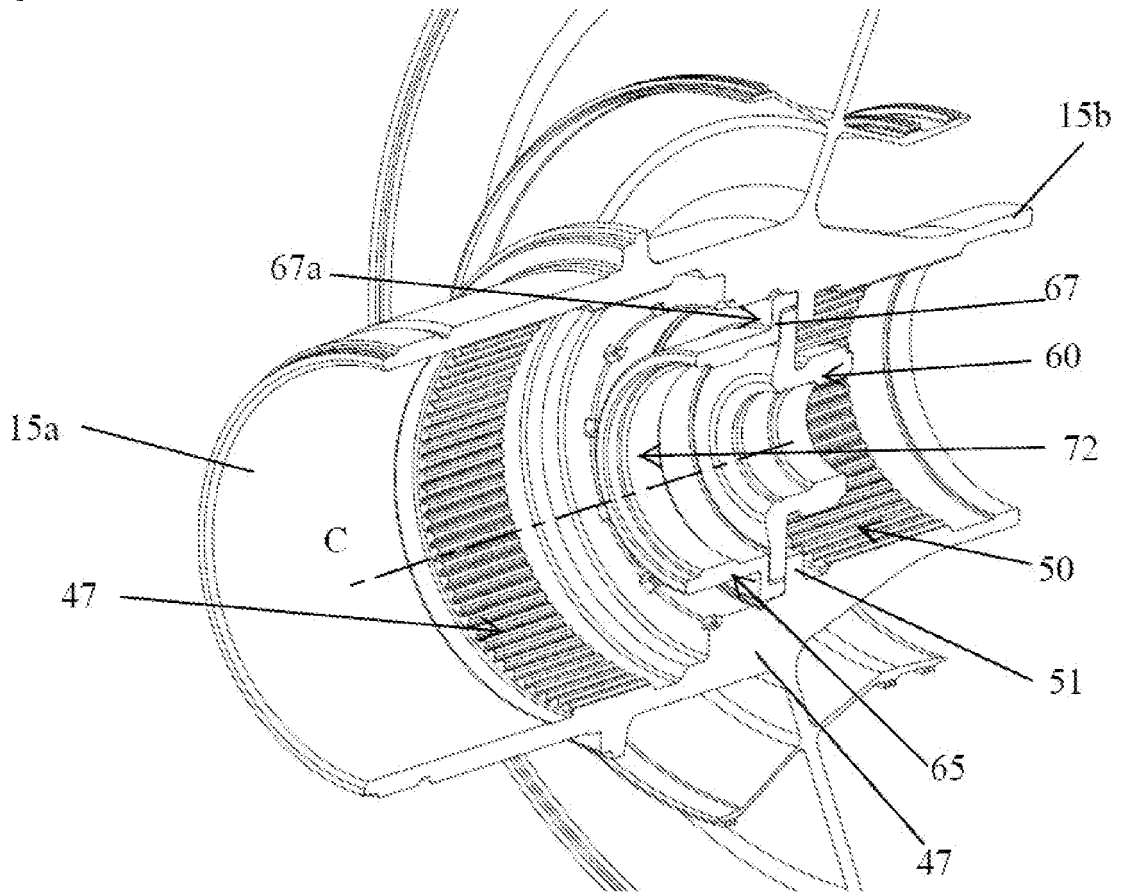
[Fig. 3]



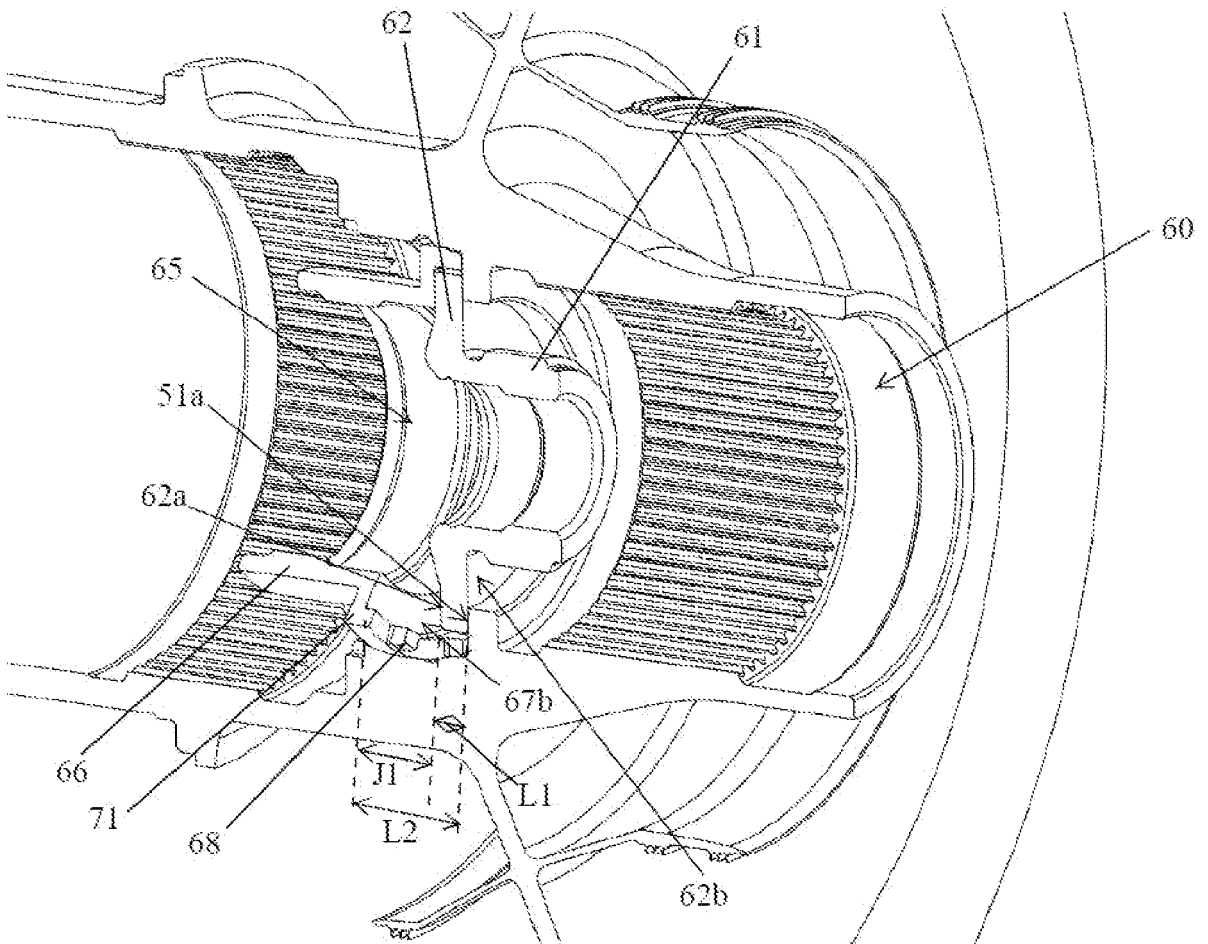
[Fig. 4]



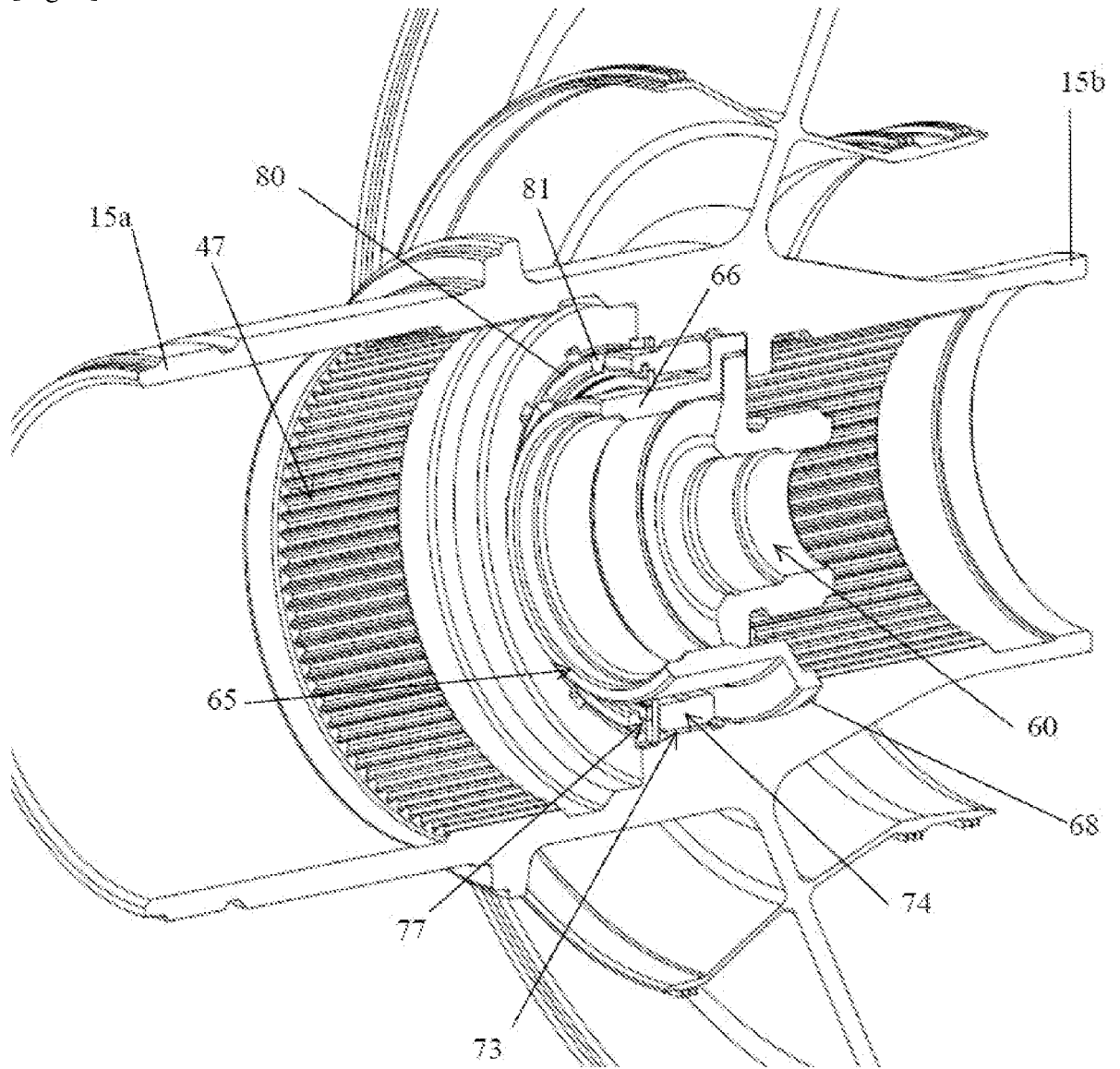
[Fig. 5]



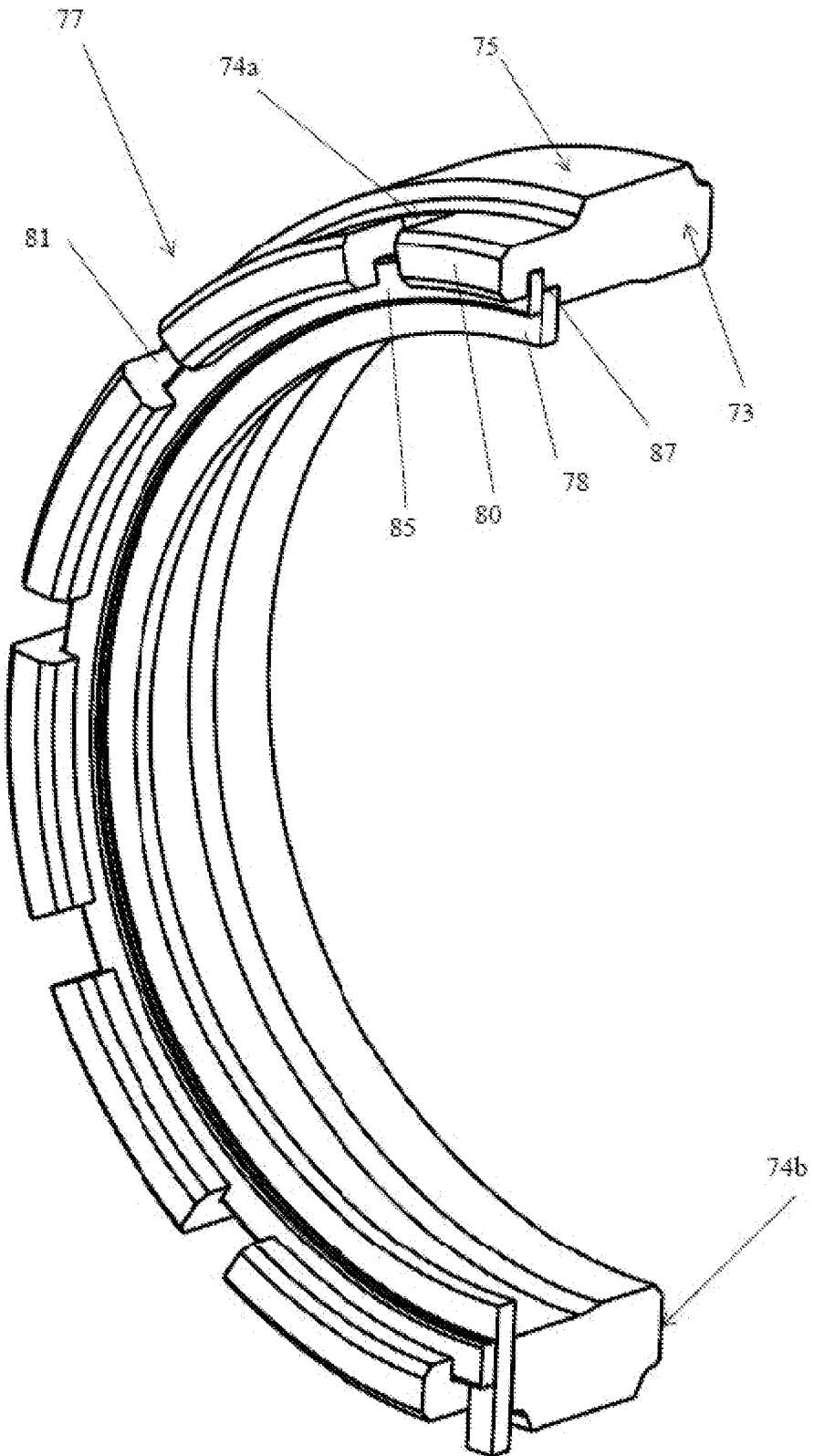
[Fig. 6]



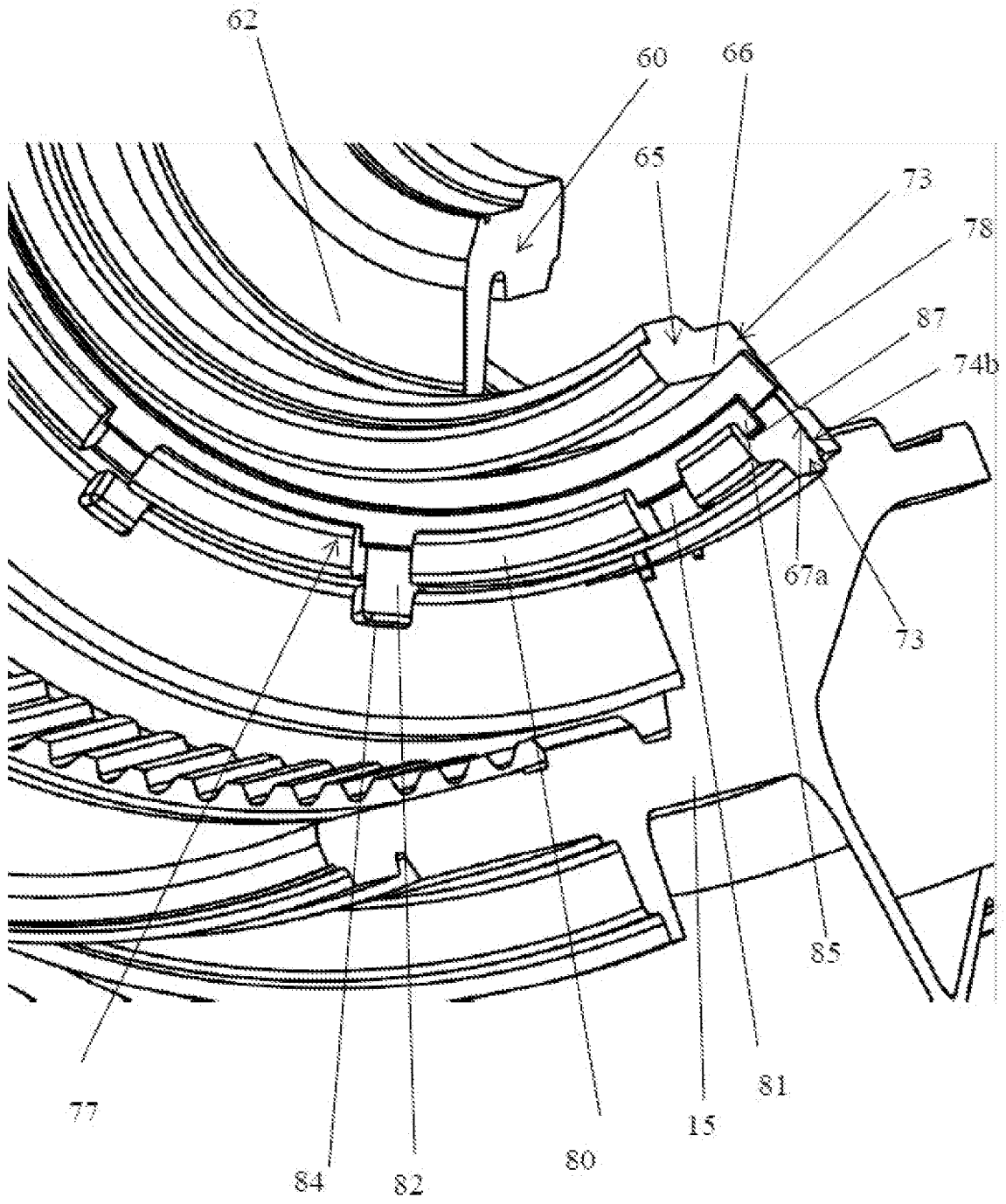
[Fig. 7]



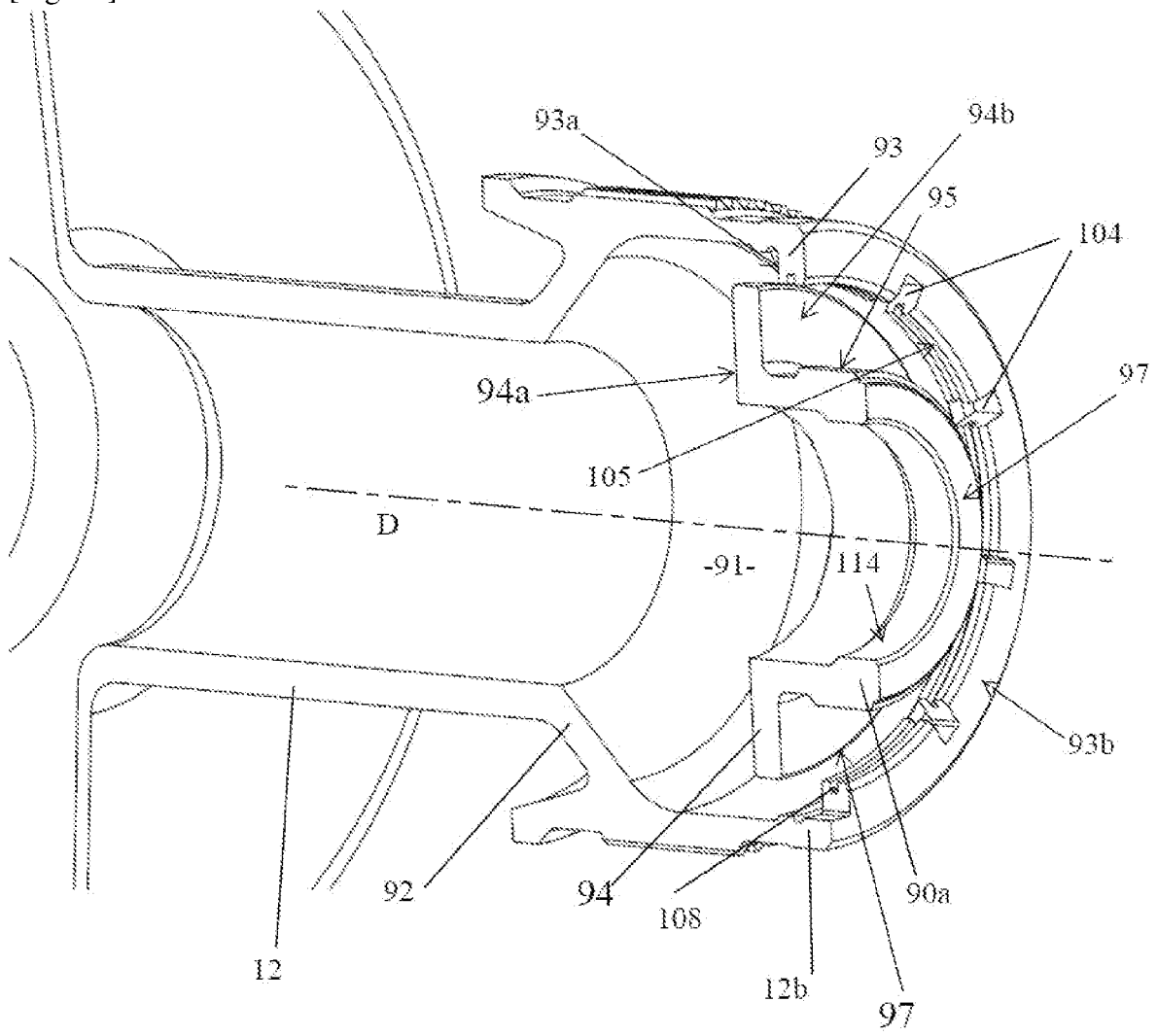
[Fig. 8]



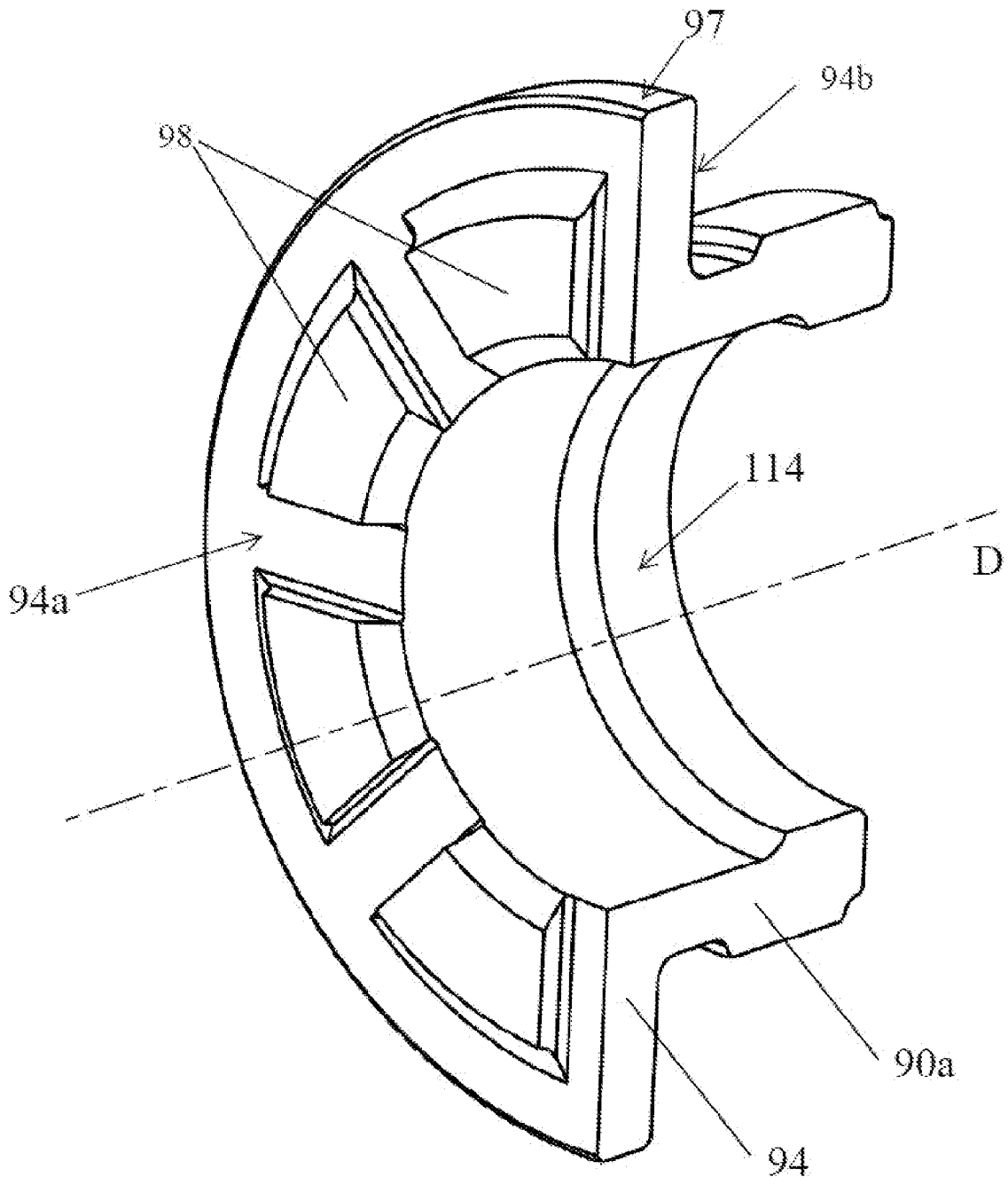
[Fig. 9]



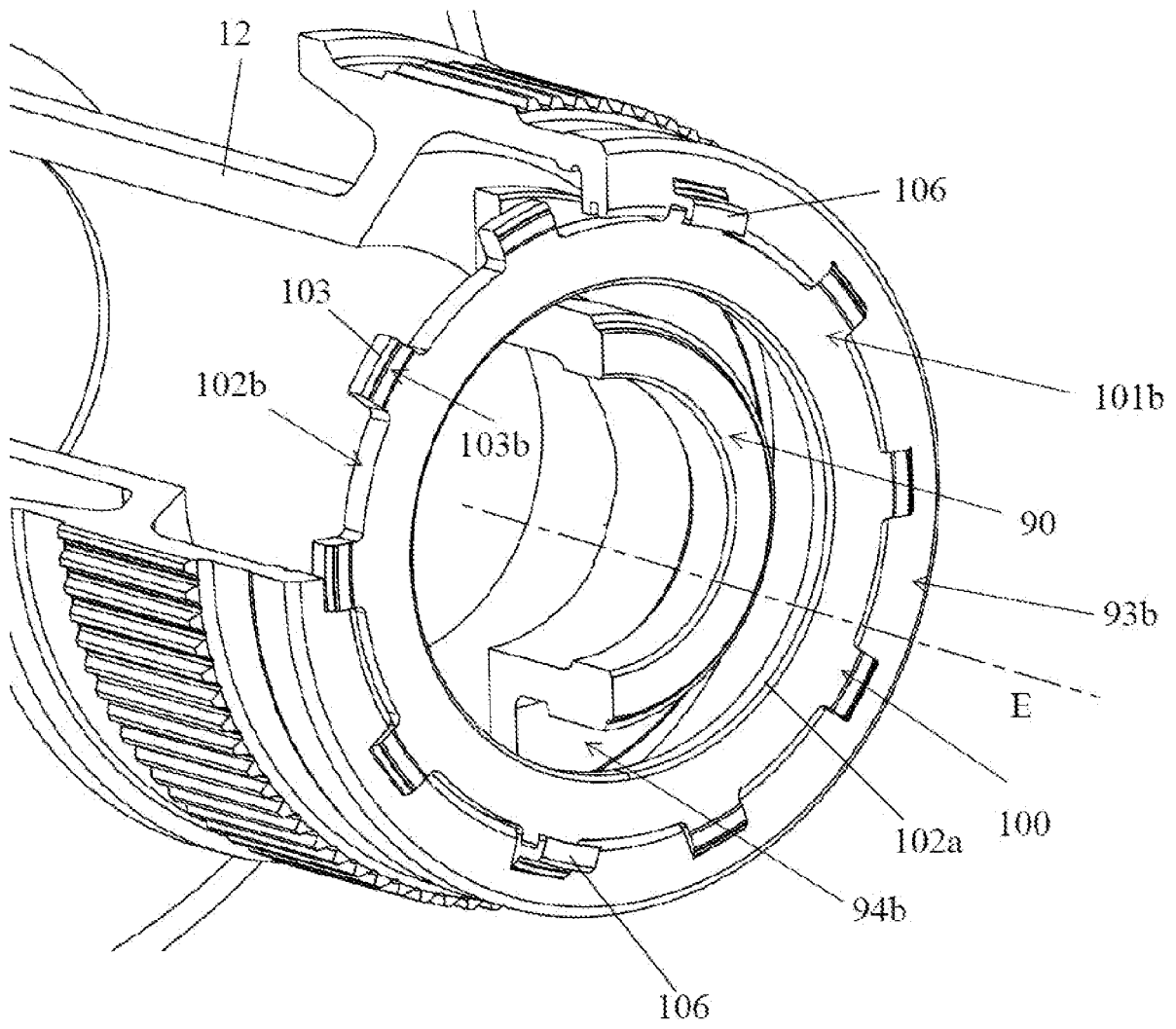
[Fig. 10]



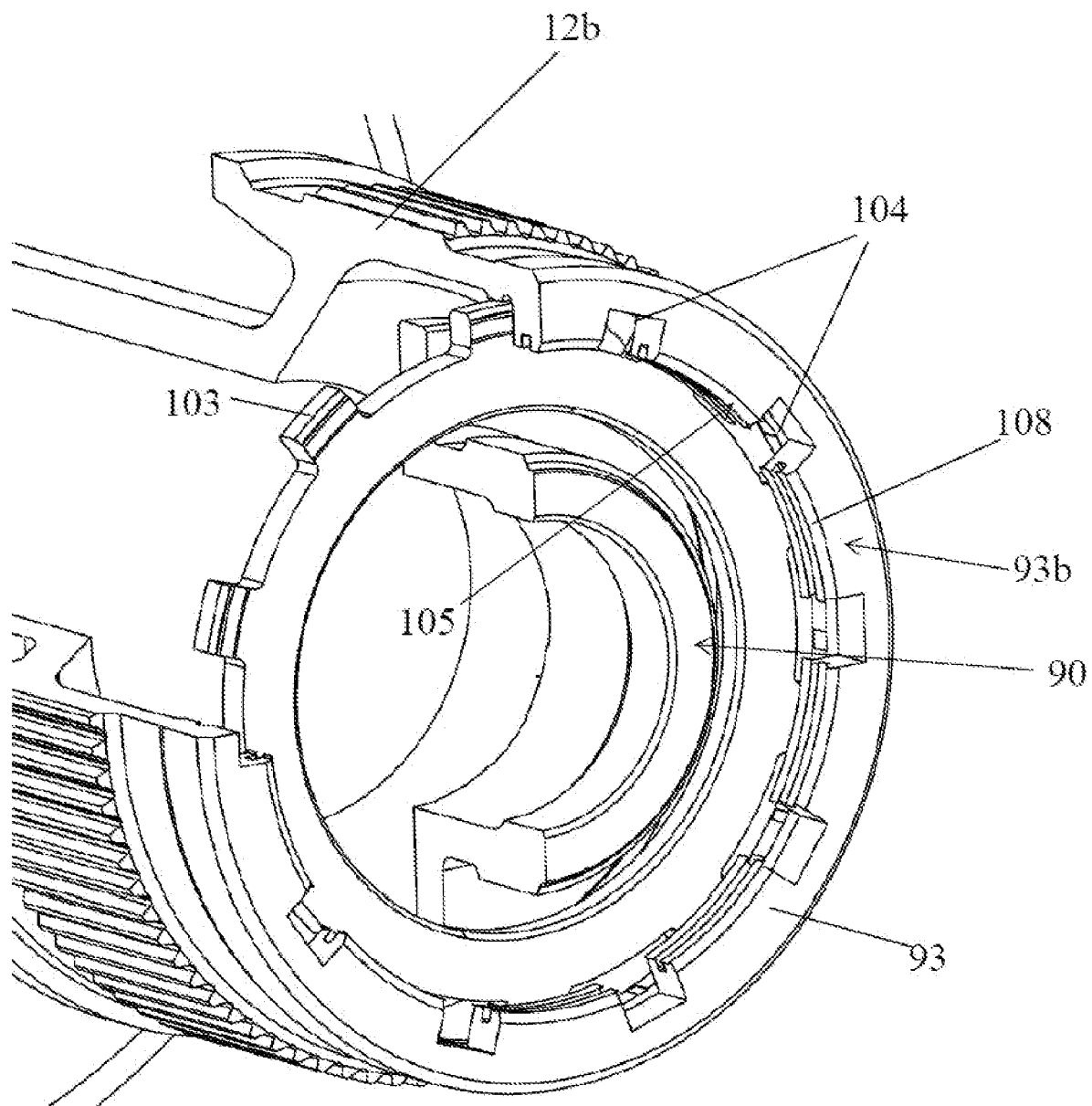
[Fig. 11]



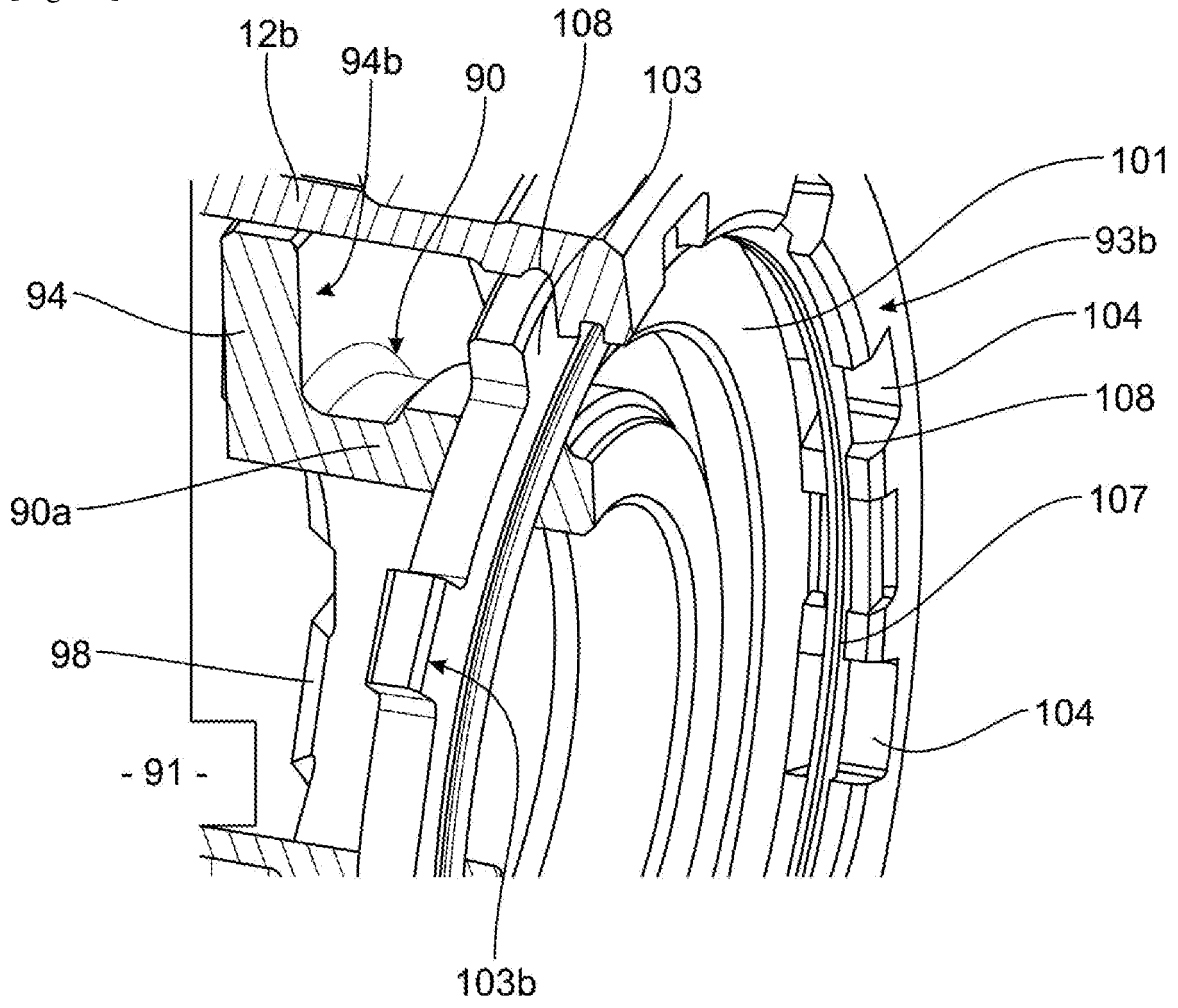
[Fig. 12]



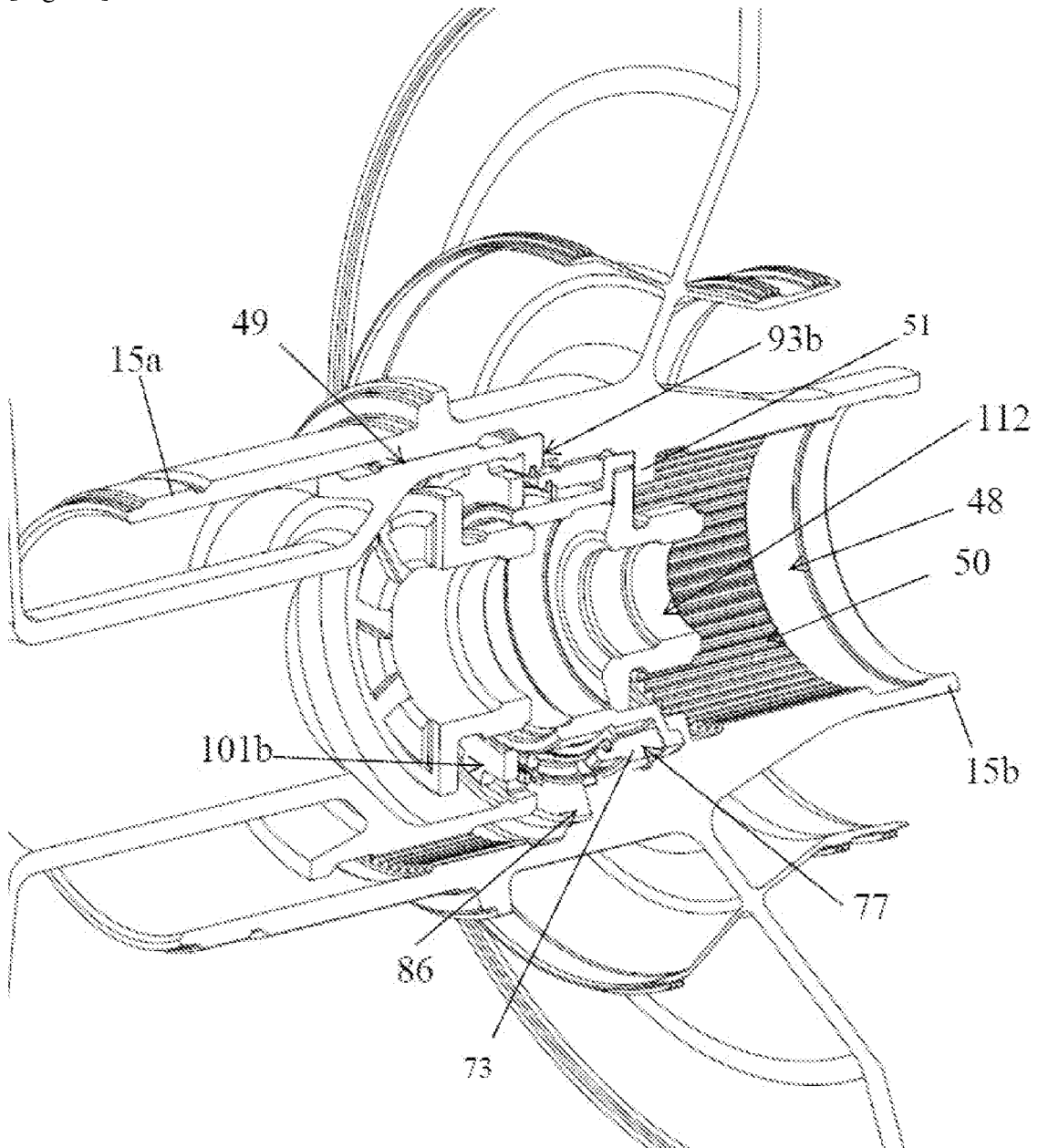
[Fig. 13]



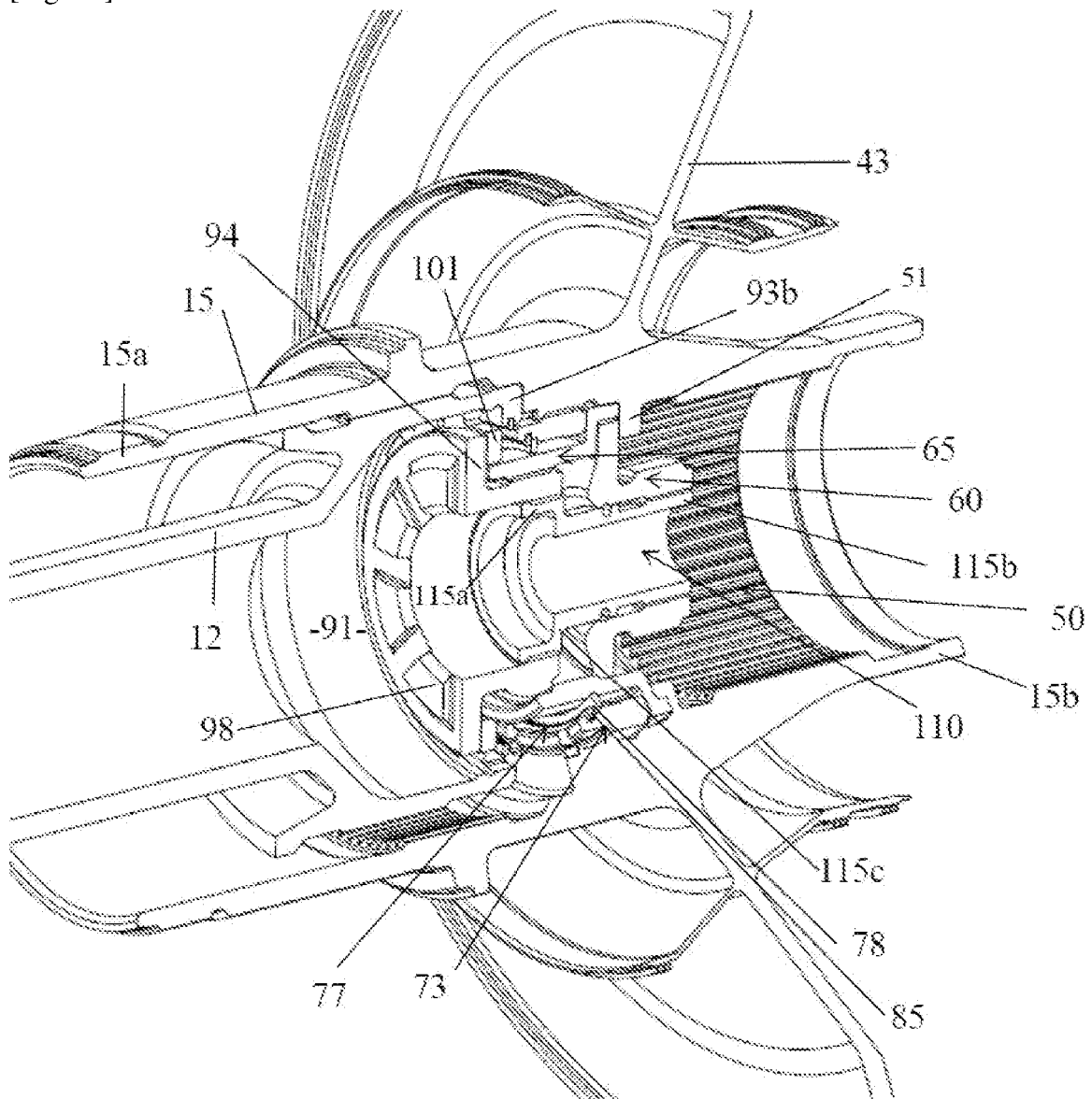
[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 911018
FR 2209707

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		
A	FR 3 115 822 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 6 mai 2022 (2022-05-06) * alinéa [0003] - alinéa [0009] * * alinéa [0076] - alinéa [0095] * * alinéa [0116] - alinéa [0118] * * abrégé; figures * -----	1-15	F02C7/32 F01D5/06
A	FR 2 896 827 A1 (SNECMA SA [FR]) 3 août 2007 (2007-08-03) * page 4, ligne 6 - page 5, ligne 32 * * page 6, ligne 15 - ligne 30 * * abrégé; figures * -----	1, 4, 6-14	
A	FR 3 013 388 A1 (SNECMA [FR]) 22 mai 2015 (2015-05-22) * page 2, ligne 1 - ligne 30 * * page 3, ligne 16 - ligne 18 * * page 6, ligne 15 - page 8, ligne 21 * * page 9, ligne 17 - page 11, ligne 3 * * abrégé; figures * -----	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D F02C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 mai 2023		O'Shea, Gearóid	
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 2209707 FA 911018**

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 **10-05-2023**
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
FR 3115822	A1	06-05-2022	FR 3115822 A1
			WO 2022096814 A1

FR 2896827	A1	03-08-2007	CA 2576698 A1
			CN 101008349 A
			EP 1813769 A1
			FR 2896827 A1
			JP 4922772 B2
			JP 2007198381 A
			US 2007212226 A1

FR 3013388	A1	22-05-2015	BR 112016011122 A2
			CA 2929947 A1
			CN 105765166 A
			EP 3071792 A1
			FR 3013388 A1
			RU 2016119153 A
			US 2016298548 A1
			WO 2015075345 A1
