(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 142 784***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 12719**

(51) Int Cl[8] : ***F 04 C 29/04*** *(2023.01), F 16 C 37/00*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 02.12.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 07.06.24 Bulletin 24/23.

(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) :** *AB SKF Société de droit suédois* — SE et *ALPINOV X Société par actions simplifiée (SAS)* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** RESTAINO Domenico, CHARBONNEAU Thomas et GIRARD Jérôme.

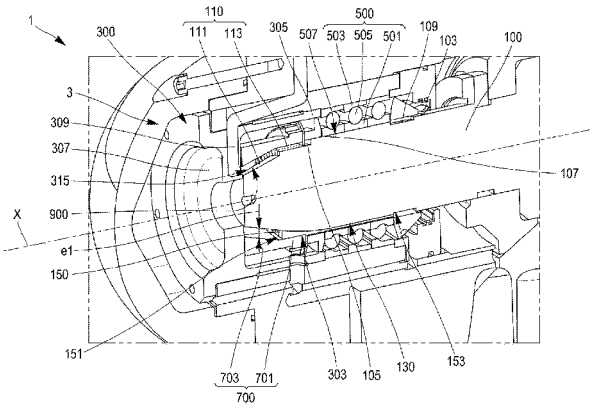
(73) **Titulaire(s) :** AB SKF Société de droit suédois, ALPINOV X Société par actions simplifiée (SAS).

(74) **Mandataire(s) :** CABINET GERMAIN ET MAUREAU.

(54) Dispositif à arbre rotatif avec refroidissement et lubrification intégrés.

(57) L'invention concerne un dispositif à arbre rotatif (3) comprenant un boitier (300), un arbre rotatif (100) monté à rotation par rapport au boitier (300), un organe de pressurisation (700) radialement disposé entre un corps principal de l'arbre rotatif (100) et le boitier (300), ledit organe de pressurisation (700) et le corps principal de l'arbre rotatif (100) définissant entre eux un réservoir de pressurisation (900) configuré pour recevoir un volume d'un fluide de refroidissement ; et au moins un canal de refroidissement (150) s'étendant entre une entrée de fluide (151) et une sortie de fluide (153), et présentant au moins une composante suivant l'axe de rotation (X), l'au moins un canal de refroidissement (150) étant en communication fluidique, au niveau de l'entrée de fluide (151), avec le réservoir de pressurisation (900).

Figure 1



FR 3 142 784 - A1

Description

Titre de l'invention : Dispositif à arbre rotatif avec refroidissement et lubrification intégrés.

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un dispositif de refroidissement et de lubrification à arbre rotatif, et un turbocompresseur comprenant un tel dispositif à arbre rotatif, ledit turbocompresseur étant apte à comprimer un fluide frigorigène.

[0002] L'invention concerne aussi un procédé de fonctionnement d'un dispositif à arbre rotatif.

Etat de la technique

[0003] Dans le domaine des machines tournantes, il est connu de supporter en rotation un arbre rotatif par rapport à un boitier, par l'intermédiaire d'un ou plusieurs roulements, par exemple à billes. Dans ce cas, lorsque la machine est mise en fonctionnement, la bague interne du roulement qui est solidaire de l'arbre rotatif est mise en rotation par rapport à la bague externe, qui est solidaire du boitier de la machine, par l'intermédiaire des billes. De manière générale, lorsque l'arbre rotatif est entrainé en rotation, un fluide peut être injecté pour lubrifier et refroidir les roulements et l'arbre (dans la mesure par exemple de points d'échauffements sur l'arbre). Pour éviter que ledit fluide ne se répande dans l'intégralité de la machine, les paliers à roulement peuvent être isolés de manière fluidique du reste de la machine par des joints d'étanchéité.

[0004] Bien que les joints d'étanchéité donnent satisfaction en ce qu'ils limitent la répartition de fluide dans la machine, ils sont néanmoins responsables de frottements supplémentaires lors du fonctionnement, ce qui peut conduire à une augmentation de la température interne de la machine, et provoquer une dégradation mécanique ou un vieillissement prématuré de ses composants. Une telle augmentation de température peut également être provoquée par le roulement des billes, des rouleaux ou des aiguilles, et par tout type de palier mécanique. Une autre source potentielle d'échauffement de la machine peut également provenir du cisaillement d'une partie de l'huile dédiée à la lubrification, des éléments liés à l'arbre, ou des frottements dans les roulements. Une augmentation substantielle de température peut alors provoquer une altération des performances du procédé, entrainant des disfonctionnements de la machine, ou une diminution de sa précision, à cause notamment de la dilatation des matériaux sous l'effet de la chaleur.

[0005] Cela est particulièrement pénalisant pour les systèmes atteignant des vitesses de rotation très importantes, par exemple supérieures à 10 000 tours par minute, ou plus

généralement pour les systèmes atteignant des valeurs élevées de facteur de vitesse « n x d_m » (où n est la fréquence de rotation en tours par minutes, multipliée par d_m qui est le diamètre moyen des roulements en mm) qui seraient typiquement au-delà de 450 000. Dans ce cas, même si une huile de refroidissement est utilisée, la vitesse de rotation peut provoquer le cisaillement de celle-ci, ce qui est préjudiciable pour la température, et donc pour le fonctionnement de la machine. En effet, pour assurer un bon refroidissement de la machine, il est nécessaire d'avoir un débit d'huile important qui s'accompagne d'un brassage de l'huile notamment pour homogénéiser la température. Lors du brassage de l'huile, ou lorsqu'elle est dirigée dans d'autres parties du mécanisme en mouvement, l'huile est cisaillée, ce qui provoque un échauffement supplémentaire de l'huile et donc une perte de rendement global de la machine.

[0006] Ainsi, la lubrification d'un arbre rotatif peut avoir deux fonctions qui sont potentiellement parfois antagonistes que sont la lubrification et le refroidissement des roulements (ou de tout autre composant ou mécanisme en mouvement). En effet, comme indiqué précédemment, une lubrification trop importante peut entrainer un fort cisaillement de l'huile et augmenter ainsi drastiquement l'échauffement. Plus le débit d'huile dans les roulements est élevé, plus la quantité de calories évacuées est importante. Toutefois cette captation de calories est moins efficace à débit élevé, et il est généralement nécessaire de mettre en œuvre des débits proportionnellement très importants pour le refroidissement de roulements tournant à vitesse très élevées. En effet, ces derniers vont générer de forts échauffements notamment du fait du fort cisaillement de l'huile.

[0007] Objet de l'invention

[0008] La présente invention a pour but de proposer une solution qui réponde à tout ou partie des problèmes précités, notamment en permettant de dissocier les fonctions de refroidissement et de lubrification de l'huile.

[0009] Ce but peut être atteint grâce à la mise en œuvre d'un dispositif à arbre rotatif comprenant :

- un boitier ;
- un arbre rotatif entouré par le boitier, monté à rotation par rapport au boitier autour d'un axe de rotation, et présentant une géométrie de révolution autour dudit axe de rotation, ledit arbre rotatif comprenant un corps principal comprenant une portion de réception de fluide ;
- au moins un roulement comprenant des éléments roulants, et assurant le montage à rotation de l'arbre rotatif par rapport au boitier ;
- un organe de pressurisation appartenant à l'arbre rotatif, et solidaire en rotation avec le corps principal de l'arbre rotatif, ledit organe de pressurisation étant radialement disposé entre le corps principal de l'arbre rotatif et le boitier,

et axialement positionné au niveau de la portion de réception de fluide du corps principal de l'arbre rotatif, ledit organe de pressurisation et le corps principal de l'arbre rotatif définissant entre eux un réservoir de pressurisation configuré pour recevoir un volume d'un fluide de refroidissement ; et

– au moins un canal de refroidissement radialement disposé entre le corps principal de l'arbre rotatif et l'au moins un roulement, et s'étendant entre une entrée de fluide et une sortie de fluide, ledit au moins un canal de refroidissement présentant au moins une composante suivant l'axe de rotation, et étant en communication fluidique, au niveau de l'entrée de fluide, avec le réservoir de pressurisation, ledit au moins un canal de refroidissement étant configuré pour assurer un transfert thermique entre l'arbre rotatif, ledit au moins un roulement, et le fluide de refroidissement, lorsque le fluide de refroidissement circule le long dudit canal de refroidissement à partir du réservoir de pressurisation.

[0010] Il est donc bien compris que ledit au moins un canal de refroidissement assure une communication fluidique entre le réservoir de pressurisation et la sortie de fluide.

[0011] L'ensemble des dispositions précédemment décrites permettent de proposer un dispositif à arbre rotatif dans lequel le réservoir de pressurisation place le fluide de refroidissement en surpression par rapport à la pression ambiante, au niveau de l'entrée de fluide, lorsque le fluide de refroidissement est soumis à une force centrifuge provoquée par le mouvement de rotation de l'arbre rotatif autour de l'axe de rotation.

[0012] Le dispositif à arbre rotatif peut en outre présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison.

[0013] Selon un mode de réalisation, l'arbre rotatif délimite l'au moins un canal de refroidissement.

[0014] Selon un mode de réalisation, l'au moins un roulement est disposé entre l'arbre rotatif et le boitier.

[0015] Selon un mode de réalisation, l'au moins un roulement est disposé entre l'organe de pressurisation et le boitier.

[0016] Selon un mode de réalisation, l'organe de pressurisation est décalé axialement le long de l'axe de rotation par rapport à l'au moins un roulement.

[0017] Selon un mode de réalisation, ledit au moins un canal de refroidissement est orienté axialement par rapport à l'axe de rotation.

[0018] Selon un mode de réalisation, la portion de réception de fluide est agencée à une extrémité, ou dans une zone étagée de l'arbre rotatif.

[0019] Selon un mode de réalisation, la portion de réception de fluide est agencée sur une portion de l'arbre rotatif qui présente un diamètre strictement plus petit qu'un diamètre interne de l'au moins un roulement.

[0020] Selon un mode de réalisation, la portion de réception de fluide est adjacente à une portion d'écoulement de l'arbre rotatif au niveau de laquelle est disposé l'au moins un roulement.

[0021] Selon un mode de réalisation, chaque canal de refroidissement forme une rainure creusée dans la surface externe de l'arbre rotatif ou sur un anneau rapporté et solidaire en rotation de l'arbre.

[0022] Selon un mode de réalisation, la configuration de chaque canal de refroidissement dépend au moins en partie :

- de la conductivité thermique du fluide de refroidissement et du matériaux constitutif de l'arbre rotatif ;
- du nombre de Prandlt du fluide de refroidissement ;
- du débit de fluide de refroidissement correspondant à une puissance thermique à évacuer ;

[0023] Selon un mode de réalisation, un taux d'occupation de la surface externe par les canaux de refroidissement est compris entre 10% et 30 %. En d'autres termes, une surface apparente des canaux représente 10% à 30% de la surface externe de l'arbre rotatif. Un tel taux d'occupation est choisi pour assurer une pression de Hertz suffisante pour assurer le serrage de la bague de l'au moins un roulement sur l'arbre rotatif.

[0024] Selon un mode de réalisation, un ratio d'un écartement entre deux canaux de refroidissement, et une largeur d'un canal de refroidissement est compris entre 2 et 10. De cette manière, il est possible de garantir une absence de déformation du chemin de roulement de la bague interne au niveau des canaux de refroidissement.

[0025] Selon un mode de réalisation, le nombre de canaux de refroidissement, et une largeur d'un canal de refroidissement sont fonction de la puissance thermique à évacuer et des caractéristiques du fluide de refroidissement.

[0026] Selon un mode de réalisation, le nombre de canaux de refroidissement est supérieur ou égal à deux,

[0027] De manière avantageuse, l'utilisation d'un grand nombre de canaux de refroidissement permet d'augmenter le débit de fluide de refroidissement utilisé pour refroidir l'au moins un roulement.

[0028] De manière synergique, l'utilisation d'un grand nombre de canaux de refroidissement sous forme de rainures fines permet de garantir un refroidissement avec débit important, tout en limitant la perte de charge subie par le fluide de refroidissement. Par ailleurs, l'utilisation d'un grand nombre de canaux de refroidissement permet d'augmenter la surface d'échange mouillée par le fluide de refroidissement et d'assurer une meilleure homogénéité de température. Cela permet ainsi d'augmenter la puissance chaude évacuée. Selon un mode de réalisation, l'organe de pressurisation est

solidaire de l'arbre rotatif.

[0029] Selon un mode de réalisation, l'arbre rotatif comprend l'organe de pressurisation.

[0030] Selon un mode de réalisation, le réservoir de pressurisation est configuré pour placer le fluide de refroidissement en surpression par rapport à la pression ambiante, au niveau de l'entrée de fluide, lorsque le fluide de refroidissement est soumis à une force centrifuge provoquée par le mouvement de rotation de l'arbre rotatif autour de l'axe de rotation.

[0031] De manière générale, ladite surpression peut être supérieure à 1.5 bar, et plus particulièrement comprise entre 2 bars et 10 bars, où 1 bar est égal à 10^5 Pa. En particulier, dans le cas où l'arbre rotatif présente un diamètre sensiblement égal à 70 mm, et dans le cas où la vitesse de rotation est sensiblement égale à 12 000 tr/min, ladite surpression peut être égale à 5 bars.

[0032] Par sensiblement égal, on entend une valeur égale à 10% près.

[0033] Selon un mode de réalisation, la portion de réception de fluide comprend une première partie dépourvue de canal de refroidissement, ladite première partie de la portion de réception de fluide présentant préférentiellement une forme tronconique.

[0034] De manière avantageuse, l'utilisation d'une portion de réception de fluide ayant au moins une partie présentant une forme tronconique permet de définir un réservoir de pressurisation qui génère un volume de fluide de refroidissement sous la forme d'un anneau de fluide lorsque le fluide de refroidissement est mis en rotation. Ainsi, il est possible de générer une surpression hydrostatique au niveau de l'entrée de fluide. Cette surpression hydrostatique est dépendante notamment d'une hauteur de fluide de refroidissement comptée radialement dans le réservoir de pressurisation, du diamètre extérieur des rainures, et de la vitesse de rotation de l'arbre rotatif.

[0035] Selon un mode de réalisation, la première partie de portion de réception de fluide présente une forme hémisphérique ou cylindrique étagée. De manière avantageuse, la première partie permet de faciliter la mise en rotation homogène du fluide de refroidissement. En effet, la mise en rotation synchrone de l'arbre rotatif avec le fluide de refroidissement permet de garantir une introduction efficace du fluide de refroidissement dans les canaux de refroidissement. La première partie permet également d'éviter l'apparition de phénomènes de tourbillon ou de rebond conduisant à une mauvaise pénétration du fluide de refroidissement dans les canaux de refroidissement. De tels phénomènes sont caractérisés par le fait que la vitesse de rotation du fluide de refroidissement est plus grande sur une portion radialement située en périphérie que sur une portion disposée plus proche de l'axe de rotation. Cette première partie n'est cependant pas limitative, il est également possible qu'une telle première partie soit absente. Il est par ailleurs possible que l'organe de pressurisation soit une pièce rapportée sur le corps principal de l'arbre rotatif entre l'axe de rotation et le boitier, ou que l'organe de pres-

surisation soit une gorge de collecte incluse dans l'arbre rotatif et communiquant avec les canaux de refroidissement. Dans ce cas, l'arbre rotatif peut comprendre des canaux de collecte rapportés ou non au corps principal de l'arbre rotatif et s'étendant radialement par rapport à l'axe de rotation. Ainsi la fonction de mise sous pression du fluide de refroidissement au niveau du réservoir de refroidissement est mise en œuvre lorsque l'alimentation en fluide de refroidissement est réalisée au niveau d'une extrémité d'alimentation desdits canaux de collecte la plus proche de l'axe de rotation, la sortie du fluide de refroidissement débouchant dans la gorge de collecte formant le réservoir de pressurisation.

[0036] Selon un mode de réalisation, un entrefer entre l'organe de pressurisation et l'arbre rotatif, compté selon un axe perpendiculaire à une surface externe de la première partie de la portion de réception de fluide, est constant axialement le long de la première partie de la portion de réception de fluide.

[0037] Selon un mode de réalisation, le réservoir de pressurisation présente une forme tronconique creuse, dont le creux est formé au moins partiellement par la première partie de portion de réception de fluide. Ainsi, et de manière avantageuse, la forme du réservoir de pressurisation permet à la fois de permettre un débordement du fluide de refroidissement dans le cas où une injection trop importante de fluide de refroidissement est réalisée, et de se prémunir d'un retour de fluide de refroidissement ou d'un effet tourbillon, notamment lors d'une augmentation rapide de la vitesse de rotation de l'arbre rotatif. De manière synergique, la forme tronconique du réservoir de pressurisation permet le ruissellement du fluide de refroidissement jusqu'aux canaux de refroidissement, ce qui permet d'amener le fluide de refroidissement au niveau de l'entrée des canaux de refroidissement pour des débits de fluide de refroidissement trop faible pour permettre la formation d'un anneau de fluide de refroidissement.

[0038] Selon un mode de réalisation, au moins un élément, choisi dans le groupe comprenant l'organe de pressurisation et la première partie de la portion de réception de fluide, comprend des ailettes d'orientation configurées pour diriger le fluide de refroidissement vers l'entrée de fluide.

[0039] Selon un mode de réalisation, les ailettes d'orientation sont agencées sur une surface externe de la première partie de la portion de réception de fluide.

[0040] Selon un mode de réalisation, chaque ailette d'orientation présente une forme hélicoïdale.

[0041] Selon un mode de réalisation, l'au moins un canal de refroidissement est ménagé sur une surface externe du corps principal de l'arbre rotatif.

[0042] Selon un mode de réalisation, l'organe de pressurisation comprend une portion proximale de pressurisation configurée pour venir coiffer l'arbre rotatif sur une deuxième partie de la portion de réception de fluide, de manière à extérieurement

fermer radialement l'au moins un canal de refroidissement.

[0043] Selon un mode de réalisation, la deuxième partie de la portion de réception de fluide comprend des canaux de refroidissement. En d'autres termes, au moins une partie de la surface externe de l'arbre rotatif est incluse dans la deuxième partie de la portion de réception de fluide, de sorte que les canaux de refroidissement s'étendent depuis la deuxième partie de la portion de réception de fluide jusqu'à la portion d'écoulement et sur tout ou partie de la portion d'écoulement.

[0044] Selon un mode de réalisation, la portion proximale de pressurisation présente une forme cylindrique par exemple comprenant un rebord formant le réservoir de pressurisation pour le fluide de refroidissement.

[0045] Selon un mode de réalisation, la deuxième partie de la portion de réception de fluide est filetée au moins partiellement, de sorte à permettre la fixation par vissage de l'organe de pressurisation au niveau de la portion proximale de pressurisation.

[0046] Selon un mode de réalisation, la portion proximale de pressurisation est emmanchée ou collée, de sorte à permettre la fixation de l'organe de pressurisation au niveau de la deuxième partie de la portion de réception de fluide.

[0047] Selon un mode de réalisation, la portion proximale de pressurisation est filetée au moins partiellement, de sorte à permettre la fixation par vissage de l'organe de pressurisation au niveau de la deuxième partie de la portion de réception de fluide.

[0048] Selon un mode de réalisation, la deuxième partie de la portion de réception de fluide vient dans le prolongement, suivant l'axe de rotation, de la première partie de la portion de réception de fluide, dans un sens s'approchant dudit au moins un roulement.

[0049] Selon un mode de réalisation, la première partie de la portion de réception de fluide et la deuxième partie de la portion de réception de fluide sont formées de manière intégrale au sein d'une même pièce monobloc formant la portion de réception de fluide.

[0050] Selon un mode de réalisation, l'organe de pressurisation comprend une portion distale de pressurisation, distincte de la portion proximale de pressurisation, et présentant une géométrie de révolution autour de l'axe de rotation, convergente jusqu'à la portion proximale de pressurisation.

[0051] Selon un mode de réalisation, la portion distale de pressurisation présente une épaisseur d'organe de pressurisation comptée radialement par rapport à l'axe de rotation qui progressivement diminue en s'approchant axialement de la portion proximale de pressurisation.

[0052] Selon un mode de réalisation, la portion distale de pressurisation présente une épaisseur d'organe de pressurisation comptée radialement par rapport à l'axe de rotation qui est constante, et présente un diamètre interne compté radialement par rapport à l'axe de rotation qui progressivement diminue en s'approchant axialement de

la portion proximale de pressurisation.

[0053] Selon un mode de réalisation, ledit au moins un canal de refroidissement présente une profondeur de canal comptée radialement par rapport à l'axe de rotation, et dans lequel le réservoir de pressurisation présente une hauteur de stockage comptée radialement par rapport à l'axe de rotation, ladite hauteur de stockage étant strictement supérieure à ladite profondeur de canal.

[0054] Selon un mode de réalisation, la portion distale de pressurisation vient dans le prolongement de la portion proximale de pressurisation selon l'axe de rotation, suivant un sens s'éloignant dudit au moins un roulement.

[0055] Selon un mode de réalisation, la portion distale de pressurisation et la portion proximale de pressurisation sont formées de manière intégrale au sein d'une même pièce monobloc formant l'organe de pressurisation.

[0056] Selon un mode de réalisation, l'au moins un roulement comprend une bague interne solidaire en rotation de l'arbre rotatif, ladite bague interne recouvrant au moins partiellement l'au moins un canal de refroidissement.

[0057] Il est donc bien compris que le canal de refroidissement est disposé sous la bague interne de l'au moins un roulement, de sorte à refroidir la bague interne.

[0058] Selon un mode de réalisation, le canal de refroidissement forme une rainure sur la surface externe de l'arbre rotatif. Dans ce cas, la bague interne peut-être configurée pour extérieurement fermer radialement la rainure formée par le canal de refroidissement.

[0059] Selon un mode de réalisation, l'au moins un canal de refroidissement présente une section de coupe de forme constante le long dudit au moins un canal de refroidissement, notamment de forme rectangulaire, ou partiellement ou totalement circulaire.

[0060] De manière générale, les canaux de refroidissement peuvent avoir n'importe quelle forme de section de coupe pouvant être obtenu par un procédé industriel d'usinage le long d'un axe, par exemple en formant des cannelures ou des stries par moletage.

[0061] De cette manière, l'usinage des canaux de refroidissement sur la surface externe de l'arbre rotatif est facilité.

[0062] Selon un mode de réalisation, les canaux de refroidissement présentent une section de coupe de forme carrée, par exemple de 0.7 mm de côté.

[0063] Ainsi, l'utilisation de canaux de refroidissement ayant une section de coupe relativement faible permet de fonctionner à bas nombre de Reynolds et d'optimiser les pertes de charge et l'échange thermique.

[0064] Selon un mode de réalisation, l'au moins un canal de refroidissement s'étend axialement de manière rectiligne entre l'entrée de fluide et la sortie de fluide où le fluide de refroidissement sort hors du canal de refroidissement.

[0065] Selon un mode de réalisation l'au moins un canal de refroidissement s'étend sensiblement parallèlement à l'axe de rotation.

[0066] De cette manière, il est possible d'optimiser le débit de fluide de refroidissement dans les canaux de refroidissement et la perte de charge.

[0067] Selon un mode de réalisation, l'au moins un canal de refroidissement présente une longueur comptée axialement entre l'entrée de fluide et la sortie de fluide supérieure à une largeur de la ou les bagues internes comptée axialement.

[0068] Selon un mode de réalisation, l'arbre rotatif comprend une gorge annulaire de sortie, agencée du côté opposé à la portion de réception de fluide par rapport à l'au moins un roulement, ladite gorge annulaire de sortie formant la sortie de fluide.

[0069] Selon un mode de réalisation, le dispositif à arbre rotatif comprend un joint d'étanchéité, par exemple un joint dynamique d'étanchéité, disposé du côté opposé à la portion d'écoulement par rapport à la sortie de fluide.

[0070] Selon un mode de réalisation, le boitier comprend une paroi latérale cylindrique et une paroi d'extrémité distale s'étendant depuis la paroi latérale cylindrique radialement vers l'intérieur de la paroi latérale cylindrique, ladite paroi d'extrémité distale définissant avec l'organe de pressurisation, une conduite d'accès débouchant vers le réservoir de pressurisation au niveau d'une ouverture d'accès, ladite conduite d'accès étant configurée pour permettre l'introduction du fluide de refroidissement à l'intérieur du réservoir de pressurisation.

[0071] De manière avantageuse, la présence de la conduite d'accès permet d'introduire le fluide de refroidissement au niveau du réservoir de pressurisation. Par exemple, mais sans que cela ne soit limitatif, la conduite d'accès permet d'introduire le fluide de refroidissement de façon axiale au niveau du réservoir de pressurisation. Ainsi, il n'est pas nécessaire de mettre le fluide de refroidissement sous pression, par exemple au moyen d'une pompe, pour vaincre les gravités artificielles par exemple générées par une force centrifuge. Avant de s'écouler dans le réservoir de pressurisation, le fluide de refroidissement peut s'écouler dans la conduite d'accès d'abord radialement, de l'extérieur vers l'intérieur, entre la paroi d'extrémité distale et l'organe de pressurisation.

[0072] Selon un mode de réalisation, le boitier comprend une jupe cylindrique s'étendant parallèlement à la paroi latérale cylindrique intérieurement entre l'organe de pressurisation et l'arbre rotatif, la conduite d'accès étant alors définie entre la jupe cylindrique et l'organe de pressurisation.

[0073] Selon un mode de réalisation, la paroi latérale cylindrique, la paroi d'extrémité distale, et la jupe cylindrique délimitent intérieurement entre elles un volume configuré pour retenir une quantité de fluide de refroidissement, de sorte à former un bain de fluide de refroidissement destiné à être pressurisé par l'organe de pressurisation

lorsqu'il est mis en rotation.

[0074] Selon un mode de réalisation, le boitier comprend une deuxième paroi latérale cylindrique, parallèle à la paroi latérale cylindrique et solidaire de la paroi d'extrémité distale de sorte à former un volume additionnel de réception de fluide de refroidissement. Par exemple, la deuxième paroi latérale cylindrique est disposée radialement du côté opposé à l'organe de pressurisation par rapport à la paroi latérale cylindrique.

[0075] Selon un mode de réalisation, la paroi latérale cylindrique est pourvue d'une ouverture d'admission configurée pour permettre une communication fluidique entre un volume intérieur à la paroi latérale cylindrique, et un volume extérieur à la paroi latérale cylindrique.

[0076] Selon un mode de réalisation, la paroi latérale cylindrique, la paroi d'extrémité distale, la deuxième paroi latérale cylindrique, et la jupe cylindrique forment une pièce d'un seul tenant, ayant par exemple une section dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation en forme de E.

[0077] Selon un mode de réalisation, la paroi latérale cylindrique et la paroi d'extrémité distale forment intérieurement entre elles un volume configuré pour retenir une quantité de fluide de refroidissement, de sorte à former un bain de fluide de refroidissement dans lequel au moins une partie de la portion de réception de fluide est plongée.

[0078] Selon un mode de réalisation, la paroi latérale cylindrique, la paroi d'extrémité distale, et la deuxième paroi latérale cylindrique forment une pièce d'un seul tenant, ayant par exemple une section dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation en forme de U.

[0079] De manière avantageuse, l'injection de fluide de refroidissement au niveau de l'organe de pressurisation permet de s'affranchir de l'utilisation de joints dynamique, de labyrinthe ou d'air.

[0080] Selon un mode de réalisation, la paroi latérale cylindrique du boitier comprend un orifice d'évacuation traversant la paroi latérale cylindrique de manière à permettre l'évacuation du fluide de refroidissement à l'extérieur du boitier.

[0081] Selon un mode de réalisation le boitier comprend un système de fermeture configuré pour obturer au moins partiellement l'orifice d'évacuation, de manière à limiter ou bloquer le passage du fluide de refroidissement à travers la paroi latérale cylindrique du boitier.

[0082] Selon un mode de réalisation, le fluide de refroidissement est un fluide fonctionnel ayant des caractéristiques intrinsèques lui conférant des aptitudes à remplir une fonction de refroidissement et/ou une fonction de lubrification.

[0083] Selon un mode de réalisation, le fluide de refroidissement comprend une huile de lu-

brification, présentant préférentiellement une viscosité comprise entre 1 cSt et 45 cSt, et plus particulièrement égale à 15 cSt, à des températures entre 30 et 80 °C, et plus particulièrement entre 40°C, et 50°C. 1 cSt étant égal à 10^{-6} m²/s.

[0084] De cette manière, à une vitesse de rotation donnée, il est possible d'ajuster le débit d'huile passant dans un canal de refroidissement ayant une dimension donnée.

[0085] Selon un mode de réalisation, l'au moins un roulement comprend :

- une bague interne solidaire de la surface externe de l'arbre rotatif, ,
- une bague externe décalée radialement par rapport à la bague interne et solidaire du boitier,
- les éléments roulants interposés entre lesdites bagues interne et externe et montés à roulement sur les deux bagues interne et externe et externe, et
- une cage placée entre lesdites bagues interne et externe, et maintenant un espace régulier entre les éléments roulants.

[0086] Selon un mode de réalisation, les éléments roulants sont montés à roulement sur des pistes des deux bagues internes.

[0087] Selon un mode de réalisation, la bague interne présente une face de contact tournée vers l'arbre rotatif, ladite face de contact étant en contact de l'arbre rotatif sur au moins 70% de sa surface totale. Selon ce mode de réalisation, le contact entre la face de contact et l'arbre rotatif est uniformément réparti.

[0088] Selon un mode de réalisation, l'au moins un roulement est emmanché sur l'arbre rotatif au niveau de la portion d'écoulement.

[0089] Selon un mode de réalisation, les éléments roulants sont des billes dans le cas d'un roulement à billes, sont des rouleaux dans le cas d'un roulement à rouleaux, ou sont des aiguilles dans le cas d'un roulement à aiguilles.

[0090] Selon un mode de réalisation, l'au moins un canal de refroidissement est ouvert radialement vers la bague interne de l'au moins un roulement, de sorte que le fluide de refroidissement traversant au moins un canal de refroidissement soit en contact directement avec la bague interne.

[0091] Selon un mode de réalisation, les canaux de refroidissement sont répartis radialement de manière uniforme sur l'arbre rotatif, de sorte que la face de contact de la bague interne reste en contact de l'arbre rotatif sur au moins 70% de sa surface totale.

[0092] De manière avantageuse, prévoir un ratio d'un écartement entre deux canaux de refroidissement, et une largeur d'un canal de refroidissement compris entre 2 et 10 permet de garantir une bonne cylindricité de la bague interne, et éviter de perturber le bon fonctionnement du roulement.

[0093] Selon un mode de réalisation, l'arbre rotatif est un arbre-allonge ou un arbre de transmission d'un aéronef et entrainant un réducteur d'accessoires tels que des pompes.

[0094] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'un turbo-

compresseur apte à comprimer un fluide frigorigène, ledit turbocompresseur comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0095] Selon un mode de réalisation, le fluide de refroidissement comprend le fluide frigorigène.

[0096] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'une machine électrique tournante apte à assurer la propulsion d'un véhicule routier ou sur rails, ladite machine comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0097] Selon un mode de réalisation, la machine électrique tournante est un moteur électrique, un alternateur, une génératrice ou un alterno-démarreur.

[0098] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'une broche ou électro-broche apte à équiper une machine-outil, ladite broche ou électro-broche comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0099] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'un palier magnétique actif ou passif, pour sustentation d'arbre ou d'équipage rotatif, ledit palier comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0100] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'un réducteur ou multiplicateur grande vitesse, pour des applications industrielles, automobiles, ferroviaires ou aéronautiques, pour transmission de mouvement, de couple ou énergie, ledit réducteur ou multiplicateur comprenant au moins un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0101] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'une turbine à gaz ou à vapeur, pour la production d'énergie, la propulsion ou la génération de tout mouvement, ladite turbine comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0102] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'une pompe pour la circulation de fluide, ladite pompe comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0103] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'un ventilateur ou soufflante pour propulser un gaz, ledit ventilateur ou ladite soufflante comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0104] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'une centrifugeuse, décanteur ou mélangeur pour l'industrie chimique, agro-alimentaire, ou la production de minerai, poudre, laine de verre ou de roche, ladite centrifugeuse, le dit décanteur ou ledit mélangeur comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0105] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'un volant d'inertie apte à fonctionner comme accumulateur d'énergie cinétique, ledit volant

d'inertie comprenant un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0106] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'un organe de propulsion d'un aéronef, tel qu'un turbopropulseur ou un turboréacteur, comprenant au moins un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0107] Le but de l'invention peut également être atteint grâce à la mise en œuvre d'un banc d'essai avec arbre(s) ou organe(s) rotatif à grande vitesse et avec ou pas la présence d'une source d'échauffement, ledit banc d'essai comprenant au moins un dispositif à arbre rotatif tel que décrit précédemment.

[0108] Description sommaire des dessins

[0109] D'autres aspects, buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de modes de réalisation préférés de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

[0110] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique en perspective présentant une vue en coupe d'un dispositif à arbre rotatif selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

[0111] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue schématique en perspective présentant une vue en coupe d'un organe de pressurisation selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

[0112] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue schématique en perspective présentant une vue en coupe d'un dispositif à arbre rotatif selon un autre mode de réalisation particulier de l'invention.

[0113] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue schématique en perspective présentant une vue en coupe d'un arbre rotatif selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

[0114] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue schématique en perspective présentant une vue en coupe d'un organe de pressurisation selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

[0115] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue schématique en perspective présentant une vue en coupe de l'organe de pressurisation, du boitier, et de l'arbre rotatif selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

[0116] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue schématique en perspective présentant une vue en coupe de l'organe de pressurisation, du boitier, et de l'arbre rotatif selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

Description détaillée

[0117] Sur les figures et dans la suite de la description, les mêmes références représentent les éléments identiques ou similaires. De plus, les différents éléments ne sont pas représentés à l'échelle de manière à privilégier la clarté des figures. Par ailleurs, les

différents modes de réalisation et variantes ne sont pas exclusifs les uns des autres et peuvent être combinés entre eux.

[0118] Comme cela est illustré sur les figures 1 à 7, l'invention concerne un dispositif à arbre rotatif 3. L'invention concerne également un turbocompresseur 1 apte à comprimer un fluide frigorigène comprenant un tel dispositif à arbre rotatif 3. Le dispositif à arbre rotatif 3 peut également être adapté à différentes machines tournantes à arbres rotatif à haute vitesse.

[0119] Le dispositif à arbre rotatif 3 comprend tout d'abord un arbre rotatif 100 entouré par un boitier 300. L'arbre rotatif 100 est monté à rotation par rapport au boitier 300 autour d'un axe de rotation noté « X ». L'arbre rotatif 100 présente une géométrie de révolution autour dudit axe de rotation X. L'orientation de l'axe de rotation X n'est pas figée dans l'espace et dépend de l'orientation que l'utilisateur souhaite donner au dispositif à arbre rotatif 3. Il peut par exemple être orienté selon un axe vertical pour les machines à axe vertical, mais une telle orientation n'est pas limitative. L'arbre rotatif 100 comprend un corps principal comprenant une portion de réception de fluide 110 par exemple agencée à une extrémité ou dans une zone étagée du corps principal de l'arbre rotatif 100, et au niveau de laquelle peut être reçu un fluide de refroidissement. Dans le cas particulier des turbocompresseurs, il peut être prévu que le fluide de refroidissement comprenne ou soit constitué du fluide frigorigène à comprimer. Ce fluide de refroidissement est destiné à refroidir le dispositif à arbre rotatif lorsque celui-ci est mis en rotation autour de l'axe de rotation X. Le fluide de refroidissement peut ainsi comprendre une huile de lubrification, présentant préférentiellement une viscosité comprise entre 1 cSt et 45 cSt, et plus particulièrement égale à 15 cSt, à des températures entre 30 et 80 °C, et plus particulièrement entre 40°C, et 50°C. Le fluide de refroidissement peut comprendre de l'eau.

[0120] Le dispositif à arbre rotatif 3 comprend ensuite au moins un roulement 500 comprenant des éléments roulants 505, par exemple disposé entre l'arbre rotatif 100 et le boitier 300, et étant configuré pour permettre le montage à rotation de l'arbre rotatif 100 par rapport au boitier 300. Selon une autre variante représentée sur la [Fig.5], l'au moins un roulement 500 peut être disposé entre un organe de pressurisation 700 qui sera décrit plus loin, et le boitier 300. De manière générale et comme cela est illustré sur la [Fig.1], l'au moins un roulement 500 peut comprendre :

- une bague interne 501 solidaire d'une surface externe 303 de l'arbre rotatif 100,
- une bague externe 503 décalée radialement par rapport à la bague interne 501 et solidaire du boitier 300,
- les éléments roulants 505 interposés entre lesdites bagues interne 501 et externe 503 et montés à roulement 500 sur les deux bagues interne 501 et

externe 503, et

– une cage placée entre lesdites bagues interne 501 et externe 503, et maintenant un espace régulier entre les éléments roulants 505.

[0121] De manière générale, les éléments roulants 505 sont des billes dans le cas d'un roulement à billes, sont des rouleaux dans le cas d'un roulement à rouleaux, ou sont des aiguilles dans le cas d'un roulement à aiguilles. La bague interne 501 peut présenter une face de contact 507 tournée vers l'arbre rotatif 100. Cette face de contact 507 peut alors être en contact de l'arbre rotatif 100 sur au moins 70% de sa surface totale, et préférentiellement selon une répartition périphérique régulière. Ainsi, le contact entre la face de contact 507 et l'arbre rotatif 100 est uniformément réparti.

[0122] De manière avantageuse, la portion de réception de fluide 110 est adjacente à une portion d'écoulement 130 de l'arbre rotatif 100 au niveau de laquelle est disposé l'au moins un roulement 500. Pour cela, il peut être prévu que la portion de réception de fluide 110 soit agencée sur une portion de l'arbre rotatif 100 qui présente un diamètre strictement plus petit qu'un diamètre interne de l'au moins un roulement 500, et notamment du diamètre interne du plus petit des roulements 500 lorsque le dispositif à arbre rotatif 3 en comprend plusieurs. De cette manière, il est possible que l'au moins un roulement 500 soit emmanché sur l'arbre rotatif 100 au niveau de la portion d'écoulement 130.

[0123] Le dispositif à arbre rotatif 3 comprend également un organe de pressurisation 700 appartenant à l'arbre rotatif 100 et solidaire en rotation avec l'arbre rotatif 100. De manière générale, et comme cela est représenté sur les figures, l'organe de pressurisation 700 est une pièce distincte du corps de l'arbre rotatif 100, et peut être solidarisé à l'arbre rotatif 100. Cependant, une telle construction n'est pas limitative et il est également possible que l'organe de pressurisation 700 et le corps de l'arbre rotatif 100 forment une pièce d'un seul tenant.

[0124] L'organe de pressurisation est radialement disposé entre le corps principal de l'arbre rotatif 100 et le boitier 300, et axialement positionné au niveau de la portion de réception de fluide 110 du corps principal de l'arbre rotatif 100. La [Fig.2] présente une variante non limitative d'un tel organe de pressurisation 700. L'organe de pressurisation 700 est généralement décalé axialement le long de l'axe de rotation X par rapport audit au moins un roulement 500. L'organe de pressurisation 700 et le corps principal de l'arbre rotatif 100 définissent entre eux un réservoir de pressurisation 900 configuré pour recevoir un volume du fluide de refroidissement. Comme cela l'a été indiqué précédemment, il est possible que le corps principal de l'arbre rotatif 100 et l'organe de pressurisation 700 forment un ensemble monobloc.

[0125] Selon une variante représentée sur la [Fig.3], l'arbre rotatif 100 comprend une gorge de collecte 105 disposée entre le corps principal de l'arbre rotatif 100 et le boitier 3.

Par ailleurs, et comme représenté sur la [Fig.3], l'organe de pressurisation 700 peut venir coiffer la gorge de collecte 105 pour définir le réservoir de pressurisation 900. Dans le cas où l'arbre rotatif 100 et l'organe de pressurisation 700 forment une seule pièce monobloc, la gorge de collecte 105 peut correspondre à une gorge creusée dans le matériau constitutif de ladite pièce monobloc. Quel que soit la variante considérée, le fluide de refroidissement peut entrer dans le réservoir de pressurisation par l'intermédiaire d'une ouverture d'accès 315. Sur le mode de réalisation de la [Fig.3], l'ouverture d'accès 315 est ménagée à travers une paroi de l'organe de pressurisation 700 et communique fluidiquement avec le réservoir de pressurisation 900 par l'intermédiaire d'orifices de collecte 317.

[0126] Selon une variante non représentée, l'organe de pressurisation 700 peut comprendre des canaux de collecte rapportés ou non au corps principal de l'arbre rotatif 100 et s'étendant radialement par rapport à l'axe de rotation X et débouchant dans le réservoir de pressurisation 900.

[0127] En référence à nouveau à la [Fig.2], l'organe de pressurisation 700 peut comprendre une portion proximale de pressurisation 701 configurée pour venir coiffer l'arbre rotatif 100, et une portion distale de pressurisation 703 qui vient dans le prolongement de la portion proximale de pressurisation 701 selon l'axe de rotation X, suivant un sens s'éloignant dudit au moins un roulement 500. De manière avantageuse, la portion distale de pressurisation 703 et la portion proximale de pressurisation 701 peuvent être formées de manière intégrale au sein d'une même pièce monobloc formant l'organe de pressurisation 700. La portion distale de pressurisation 703 peut présenter une géométrie de révolution autour de l'axe de rotation, convergente jusqu'à la portion proximale de pressurisation 701. Pour cela, il peut être prévu que la portion distale de pressurisation 703 présente une épaisseur d'organe de pressurisation e2 comptée radialement par rapport à l'axe de rotation X qui progressivement diminue en s'approchant axialement de la portion proximale de pressurisation 701. Alternativement, la portion distale de pressurisation 703 peut présenter une épaisseur d'organe de pressurisation e2 comptée radialement par rapport à l'axe de rotation X qui est constante, et présente un diamètre interne compté radialement par rapport à l'axe de rotation X qui progressivement diminue en s'approchant axialement de la portion proximale de pressurisation 701.

[0128] Le dispositif à arbre rotatif 3 comprend en outre au moins un canal de refroidissement 150 radialement disposé entre le corps principal de l'arbre rotatif 100 et l'au moins un roulement 500. De manière générale, le dispositif à arbre rotatif 3 comprend une pluralité de canaux de refroidissement 150. Dans la suite de la description il sera donc fait référence aux « canaux de refroidissement 150 », mais il est bien compris que les modes de réalisation présentés peuvent être mis en œuvre avec un seul canal de re-

froidissement 150.

[0129] Comme cela est illustré sur la [Fig.4], l'arbre rotatif 100 peut délimiter au moins un canal de refroidissement 150. Par exemple, ledit au moins un canal de refroidissement 150 peut être ménagé sur une surface externe 303 de l'arbre rotatif 100. Cependant, une telle variante n'est pas limitative, et il est également possible qu'au moins un canal de refroidissement 150 soit ménagé à l'intérieur de l'arbre rotatif 100 par exemple dans le corps principal de l'arbre de refroidissement.

[0130] Selon une autre variante représentée sur la [Fig.5], les canaux de refroidissement sont ménagés dans le corps principal de l'organe de pressurisation 700. L'organe de pressurisation 700 peut par exemple comprendre une jupe axiale 705 cylindrique s'étendant axialement autour de l'axe de rotation X, au sein de laquelle les canaux de refroidissement 150 sont ménagés. Il est alors possible que ladite jupe axiale 705 cylindrique vienne coiffer le corps principal de l'arbre rotatif 100 au niveau de la portion d'écoulement 130.

[0131] Les canaux de refroidissement 150 s'étendent entre une entrée de fluide 151 et une sortie de fluide 153, et présentent au moins une composante suivant l'axe de rotation X, ils sont par ailleurs en communication fluidique, au niveau de l'entrée de fluide 151, avec le réservoir de pressurisation 900. Les canaux de refroidissement 150 sont configurés pour assurer un transfert thermique entre l'arbre rotatif 100, ledit au moins un roulement 500, et le fluide de refroidissement, lorsque le fluide de refroidissement circule dans les canaux de refroidissement 150 à partir du réservoir de pressurisation 900. Il est donc bien compris que les canaux de refroidissement 150 assurent une communication fluidique entre le réservoir de pressurisation 900 et la sortie de fluide 153.

[0132] Suivant le mode de réalisation adopté, les caractéristiques techniques des canaux de refroidissement 150 peuvent varier. Cependant, et comme indiqué précédemment, il est avantageux de prévoir un nombre de canaux de refroidissement 150 supérieur ou égal à deux. En effet, l'utilisation d'un grand nombre de canaux de refroidissement 150 permet d'augmenter le débit de fluide de refroidissement utilisé pour refroidir l'au moins un roulement 500. Il est toutefois possible d'avoir un ou plusieurs canaux de refroidissement 150 formant un labyrinthe sur la surface externe 303 de l'arbre rotatif 100 pour réaliser la fonction d'échange thermique. Sur la variante illustrée sur la [Fig.4], chaque canal de refroidissement 150 forme une rainure creusée dans la surface externe 303 de l'arbre rotatif. Les canaux de refroidissement 150 peuvent être orientés axialement par rapport à l'axe de rotation X, et de manière hélicoïdale ou rectiligne entre l'entrée de fluide 151 et la sortie de fluide 153 où le fluide de refroidissement sort hors du canal de refroidissement 150. Les canaux de refroidissement 150 peuvent ainsi s'étendre sensiblement parallèlement à l'axe de rotation X. De cette manière, il est possible d'optimiser le débit de fluide de refroidissement dans les canaux de refroi-

dissement 150, et la perte de charge.

[0133] De manière générale, la configuration de chaque canal de refroidissement 150 dépend au moins en partie :

- de la conductivité thermique du fluide de refroidissement et du matériaux constitutif de l'arbre rotatif 100 ;
- du nombre de Prandlt du fluide de refroidissement ; et
- du débit de fluide de refroidissement correspondant à une puissance thermique à évacuer.

[0134] Afin de faciliter l'usinage des canaux de refroidissement 150 il peut être prévu que les canaux de refroidissement 150 présentent une section de coupe de forme constante le long dudit au moins un canal de refroidissement 150, notamment de forme partiellement ou totalement circulaire, ou de forme rectangulaire. Plus précisément, les canaux de refroidissement 150 peuvent présenter une section de coupe de forme carrée, par exemple de 0.7 mm de côté. Ainsi, l'utilisation de canaux de refroidissement 150 ayant une section de coupe relativement faible permet de fonctionner à bas nombre de Reynolds et d'optimiser les pertes de charge et l'échange thermique. Le nombre de canaux de refroidissement 150, et la largeur des canaux de refroidissement 150 sont généralement fonction de la puissance thermique à évacuer et des caractéristiques du fluide de refroidissement (conductivité thermique, viscosité, capacité calorifique). Ces paramètres influent sur le taux d'occupation des canaux de refroidissement 150 à la surface externe 303. De manière générale, les canaux de refroidissement 150 peuvent avoir n'importe quelle forme de section de coupe pouvant être obtenu par un procédé industriel d'usinage le long d'un axe, par exemple en formant des cannelures ou des stries par moletage.

[0135] Selon un mode de réalisation, le taux d'occupation de la surface externe 303 par les canaux de refroidissement 150 est compris entre 10% et 30 %. En d'autres termes, une surface apparente des canaux représente 10% à 30% de la surface externe 303 externe de l'arbre rotatif 100. Un tel taux d'occupation est choisi pour assurer une pression de Hertz suffisante pour assurer le serrage de la bague de l'au moins un roulement 500 sur l'arbre rotatif 100. Par ailleurs, il est avantageux de prévoir un ratio d'un écartement entre deux canaux de refroidissement 150, et une largeur d'un canal de refroidissement 150 comprise entre 2 et 10. De cette manière, il est possible de se prémunir contre une déformation du chemin de roulement de la bague interne 501 au niveau des canaux de refroidissement 150.

[0136] De manière synergique, l'utilisation d'un grand nombre de canaux de refroidissement 150 sous forme de rainures fines permet de garantir un refroidissement avec débit important, tout en limitant la perte de charge subie par le fluide de refroidissement, et d'assurer une homogénéité en température. Par ailleurs, l'utilisation d'un grand

nombre de canaux de refroidissement 150 permet d'augmenter la surface d'échange mouillée par le fluide de refroidissement et donc d'augmenter la puissance chaude évacuée.

[0137] Selon un mode de réalisation, chaque canal de refroidissement 150 présente une profondeur de canal comptée radialement par rapport à l'axe de rotation X, qui est strictement inférieure à une hauteur de stockage du réservoir de pressurisation 900 comptée radialement par rapport à l'axe de rotation X. De cette manière, il est possible de placer le fluide de refroidissement en surpression par rapport à la pression ambiante, au niveau de l'entrée de fluide 151, lorsque le fluide de refroidissement est soumis à une force centrifuge provoquée par le mouvement de rotation de l'arbre rotatif 100 autour de l'axe de rotation X. De manière générale, ladite surpression peut être supérieure à 1.5 bar, et plus particulièrement comprise entre 2 bars et 10 bars. En particulier, dans le cas où l'arbre rotatif 100 présente un diamètre sensiblement égal à 70 mm, et dans le cas où la vitesse de rotation est sensiblement égale à 12 000 tr/min, ladite surpression peut être égale à 5 bars. Par sensiblement égal, on entend une valeur égale à 10% près.

[0138] Selon la variante non limitative représentée sur la [Fig.4], la portion de réception de fluide 110 comprend une première partie 111 dépourvue de canal de refroidissement 150. La présence d'une telle première partie 111 n'est cependant pas limitative, il est également possible qu'une telle première partie 111 soit absente. Cette première partie 111 de la portion de réception de fluide 110 peut présenter une forme tronconique et peut être disposée en regard de la portion distale de pressurisation 703. De manière avantageuse, l'utilisation d'une portion de réception de fluide 110 ayant au moins une partie présentant préférentiellement une forme tronconique permet de définir un réservoir de pressurisation 900 qui génère un volume de fluide de refroidissement sous la forme d'un anneau de fluide lorsque le fluide de refroidissement est mis en rotation. Ainsi, il est possible de générer une surpression hydrostatique au niveau de l'entrée de fluide 151. Cette surpression hydrostatique est dépendante notamment : d'une hauteur de fluide de refroidissement comptée radialement dans le réservoir de pressurisation, du diamètre extérieur des rainures, et de la vitesse de rotation de l'arbre rotatif 100. Alternativement, la première partie 111 de portion de réception de fluide 110 peut présenter une forme hémisphérique ou cylindrique étagée. De manière avantageuse, la première partie 111 permet de faciliter la mise en rotation homogène du fluide de refroidissement. En effet, la mise en rotation synchrone de l'arbre rotatif 100 avec le fluide de refroidissement permet de garantir une introduction efficace du fluide de refroidissement dans les canaux de refroidissement 150. La première partie 111 permet également d'éviter l'apparition de phénomènes de tourbillon ou de rebond conduisant à une mauvaise pénétration du fluide de refroidissement dans les canaux de refroi-

dissement 150.

[0139] Dans le cas où l'organe de pressurisation 700 et l'arbre rotatif 100 présentent des formes globalement complémentaires, un entrefer e1 entre l'organe de pressurisation 700 et l'arbre rotatif 100, compté selon un axe perpendiculaire à une première surface externe de la première partie 111, peut être constant axialement le long de la première partie 111. Ainsi, le réservoir de pressurisation 900 peut avoir une forme tronconique creuse, dont le creux est formé au moins partiellement par la première partie 111 de portion de réception de fluide 110. Ainsi, et de manière avantageuse, la forme du réservoir de pressurisation 900 permet à la fois de permettre un débordement du fluide de refroidissement dans le cas où une injection trop importante de fluide de refroidissement est réalisée, et de se prémunir d'un retour de fluide de refroidissement ou d'un effet tourbillon, notamment lors d'une augmentation rapide de la vitesse de rotation de l'arbre rotatif 100. De manière synergique, la forme tronconique du réservoir de pressurisation 900 permet le ruissellement du fluide de refroidissement jusqu'aux canaux de refroidissement 150, ce qui permet d'amener le fluide de refroidissement au niveau de l'entrée des canaux de refroidissement 150 pour des débits de fluide de refroidissement trop faible pour permettre la formation d'un anneau de fluide de refroidissement.

[0140] La portion de réception de fluide 110 peut également comprendre une deuxième partie 113 qui vient dans le prolongement, suivant l'axe de rotation X, de la première partie 111 de la portion de réception de fluide 110, dans un sens s'approchant dudit au moins un roulement 500. La première partie 111 de la portion de réception de fluide 110 et la deuxième partie 113 de la portion de réception de fluide 110 peuvent être formées de manière intégrale au sein d'une même pièce monobloc formant la portion de réception de fluide 110. Par opposition avec la première partie 111, la deuxième partie 113 de la portion de réception de fluide comprend des canaux de refroidissement 150. En d'autres termes, au moins une partie de la surface externe 303 de l'arbre rotatif 100 est incluse dans la deuxième partie 113 de la portion de réception de fluide 110, de sorte que les canaux de refroidissement 150 s'étendent depuis la deuxième partie 113 de la portion de réception de fluide 110 jusqu'à la portion d'écoulement 130 et sur tout ou partie de la portion d'écoulement 130. Selon ce mode de réalisation, l'organe de pressurisation 700 peut comprend une portion proximale de pressurisation 701 configurée pour venir coiffer l'arbre rotatif 100 sur ladite deuxième partie 113 de la portion de réception de fluide 110, de manière à extérieurement fermer radialement l'au moins un canal de refroidissement 150. Par exemple, la portion proximale de pressurisation 701 peut présenter une forme cylindrique.

[0141] La deuxième partie 113 de la portion de réception de fluide 110 peut être filetée au moins partiellement, de sorte à permettre la fixation par vissage de l'organe de pressu-

risation 700 au niveau de la portion proximale de pressurisation 701. De la même manière, la portion proximale de pressurisation 701 peut être filetée au moins partiellement, de sorte à permettre la fixation par vissage de l'organe de pressurisation 700 au niveau de la deuxième partie 113 de la portion de réception de fluide 110. Alternativement, la portion proximale de pressurisation 701 peut être ajustée radialement de manière à pouvoir être emmanchée ou collée. Ainsi, l'organe de pressurisation 700 peut être fixé au niveau de la deuxième partie 113 de la portion de réception de fluide 110.

[0142] Selon une variante non représentée, au moins un élément, choisi dans le groupe comprenant l'organe de pressurisation 700 et la première partie 111 de la portion de réception de fluide 110, comprend des ailettes d'orientation configurées pour diriger le fluide de refroidissement vers l'entrée de fluide 151 à la manière d'une pompe centrifuge. Ces ailettes d'orientation peuvent être agencées sur une surface externe de la première partie 111 de la portion de réception de fluide 110, et peuvent présenter une forme hélicoïdale.

[0143] Comme cela est illustré sur la [Fig.1], la bague interne 501 des roulements 500 est solidaire en rotation de l'arbre rotatif 100. Dans ce cas, la bague interne 501 peut recouvrir au moins partiellement les canaux de refroidissement 150. Il est donc bien compris que le canal de refroidissement 150 est disposé sous la bague interne 501 de l'au moins un roulement 500, de sorte à refroidir la bague interne 501. En particulier, si les canaux de refroidissement 150 forment des rainures sur la surface externe 303 de l'arbre rotatif 100, alors la bague interne 501 peut-être configurée pour extérieurement fermer radialement la rainure formée par le canal de refroidissement 150. En d'autres termes, l'au moins un canal de refroidissement 150 est ouvert radialement vers la bague interne 501, de sorte que le fluide de refroidissement traversant au moins un canal de refroidissement 150 soit en contact directement avec la bague interne 501.

[0144] Afin de garantir un refroidissement amélioré, les canaux de refroidissement 150 peuvent être répartis radialement de manière uniforme sur l'arbre rotatif 100, de sorte que la face de contact 507 de la bague interne 501 reste en contact de l'arbre rotatif 100 sur au moins 70% de sa surface totale. De manière avantageuse, prévoir un ratio d'un écartement entre deux canaux de refroidissement 150, et une largeur d'un canal de refroidissement 150 compris entre 2 et 10 permet de garantir une bonne cylindricité de la bague interne 501, et éviter de perturber le bon fonctionnement du roulement 500. Enfin, il peut être prévu que, l'au moins un canal de refroidissement 150 présente une longueur comptée axialement entre l'entrée de fluide 151 et la sortie de fluide 153 supérieure à une largeur de la ou les bagues internes 501 comptée axialement. De cette manière, il est possible de placer d'autres éléments entre l'entrée de fluide 151 et la sortie de fluide 153. En particulier, ces éléments peuvent comprendre un joint

d'étanchéité 103, par exemple un joint dynamique d'étanchéité, disposé du côté opposé à la portion d'écoulement 130 par rapport à la sortie de fluide 153. En outre, l'arbre rotatif 100 peut comprendre une gorge annulaire de sortie 109, agencée du côté opposé à la portion de réception de fluide 110 par rapport à l'au moins un roulement 500. Cette gorge annulaire de sortie 109 forme la sortie de fluide 153.

[0145] De manière générale, pour garantir un fonctionnement optimal de l'au moins un roulement 500, il est préférable que les éléments roulants 505 soient lubrifiés. Ainsi, selon un mode de réalisation, il peut être prévu qu'une partie du fluide de refroidissement soit utilisé pour permettre la lubrification des éléments roulants 505. Dans ce cas, le dispositif à arbre rotatif 3 peut comprendre des moyens de lubrifications configurés pour permettre le passage d'une partie du fluide de refroidissement vers les éléments roulants 505. En particulier, les moyens d'écoulement peuvent être configuré pour permettre un débit de l'ordre de 1 mm^3 par minute de fluide de refroidissement vers les éléments roulants 505.

[0146] Selon une première alternative, il peut être prévu qu'au moins un élément choisi parmi l'organe de pressurisation 700, la bague interne 501, et une pièce d'interface 38 présente un état de surface suffisamment grossier, ou une porosité de surface suffisante pour permettre le passage du fluide de refroidissement sous l'effet de la force centrifuge générée par l'arbre rotatif 100 en mouvement. En particulier, cet état de surface grossier, ou cette porosité de surface suffisante peut être choisi entre deux pièces en contact axialement, comme par exemple entre deux bagues internes si le dispositif à arbre rotatif 3 comprend plusieurs roulements 500. Selon un mode de réalisation, par « état de surface suffisamment grossier » on entend un état de surface présentant une rugosité supérieure à Ra = 3,2 µm, par exemple une rugosité comprise entre Ra = 3,2 µm, et Ra = 6,4 µm, et plus particulièrement une rugosité sensiblement égale à Ra =3,2 µm.

[0147] Selon une deuxième alternative, il peut être prévu qu'un microcanal soit ménagé dans le corps principal dudit au moins un élément choisi parmi l'organe de pressurisation 700, la bague interne 501, et la pièce d'interface 38. Dans ce cas, ledit microcanal peut être ménagé radialement depuis un ou plusieurs des canaux de refroidissement 150, ou depuis le réservoir de pressurisation 900, vers les éléments roulants 505. Il a été constaté qu'une plus grande dimension de la section de coupe comprise entre 0.05 mm et 0.1 mm permettait d'obtenir une lubrification suffisante, tout en limitant les risques de surchauffe par échauffement du fluide de refroidissement.

[0148] Les dispositions précédemment décrites permettent de proposer un dispositif à arbre rotatif 3 apte à assurer à la fois le refroidissement de l'au moins un roulement 500, de l'arbre rotatif 100, et d'éventuels joints présents dans le dispositif à arbre rotatif 3.

[0149] Comme cela est illustré sur les figures 1, 6, et 7, le boitier 300 peut comprendre une

paroi latérale cylindrique 305 et une paroi d'extrémité distale 307 s'étendant depuis la paroi latérale cylindrique 305 radialement vers l'intérieur de la paroi latérale cylindrique 305. Cette paroi d'extrémité distale 307 peut alors définir avec l'organe de pressurisation 700, une conduite d'accès 309 débouchant vers le réservoir de pressurisation 900 au niveau d'une ouverture d'accès 315, ladite conduite d'accès 309 étant configurée pour permettre l'introduction du fluide de refroidissement à l'intérieur du réservoir de pressurisation 900.

[0150] De manière avantageuse, la présence de la conduite d'accès 309 telle que représentée sur la [Fig.1] permet d'introduire le fluide de refroidissement de façon axiale au niveau du réservoir de pressurisation 900. Ainsi, il n'est pas nécessaire de mettre le fluide de refroidissement sous pression, par exemple au moyen d'une pompe, pour vaincre les gravités artificielles par exemple générées par une force centrifuge.

[0151] Avant de s'écouler axialement dans le réservoir de pressurisation 900, le fluide de refroidissement peut s'écouler d'abord dans la conduite d'accès 309 radialement, de l'extérieur vers l'intérieur, entre la paroi d'extrémité distale 307 et l'organe de pressurisation 700.

[0152] Selon une deuxième variante, représentée sur la [Fig.6], le boitier 300 comprend une jupe cylindrique 311 s'étendant parallèlement à la paroi latérale cylindrique 305 intérieurement entre l'organe de pressurisation 700 et l'arbre rotatif 100, la conduite d'accès 309 étant alors définie entre la jupe cylindrique 311 et l'organe de pressurisation 700. Selon cette deuxième variante, la paroi latérale cylindrique 305, la paroi d'extrémité distale 307, et la jupe cylindrique 311 délimitent intérieurement un volume configuré pour retenir une quantité de fluide de refroidissement, de sorte à former un bain de fluide de refroidissement destiné à être pressurisé par l'organe de pressurisation 700 lorsqu'il est mis en rotation. De manière additionnelle, le boitier 300 peut comprendre une deuxième paroi latérale cylindrique 306, parallèle à la paroi latérale cylindrique 305 et solidaire de la paroi d'extrémité distale 307 de sorte à former un volume additionnel de réception de fluide de refroidissement. Cette deuxième paroi latérale cylindrique 306 peut par exemple être disposée radialement du côté opposé à l'organe de pressurisation 700 par rapport à la paroi latérale cylindrique 305. Ladite paroi latérale cylindrique 305 peut alors être pourvue d'une ouverture d'admission 313 pour permettre une communication fluidique entre un volume intérieur à la paroi latérale cylindrique 305, et un volume extérieur à la paroi latérale cylindrique 305. La paroi latérale cylindrique 305, la paroi d'extrémité distale 307, la deuxième paroi latérale cylindrique 306, et la jupe cylindrique 311 forment une pièce d'un seul tenant, ayant par exemple une section dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation X en forme de E.

[0153] Selon une troisième variante représentée sur la [Fig.7], la paroi latérale cylindrique

305 et la paroi d'extrémité distale 307 forment intérieurement entre elles un volume configuré pour retenir une quantité de fluide de refroidissement, de sorte à former un bain de fluide de refroidissement dans lequel au moins une partie de la portion de réception de fluide 110 est plongée. Le boitier 300 peut, comme dans la variante précédente, comprendre une deuxième paroi latérale cylindrique 306, parallèle à la paroi latérale cylindrique 305 et solidaire de la paroi d'extrémité distale 307 de sorte à former un volume additionnel de réception de fluide de refroidissement, la paroi latérale cylindrique 305 étant alors pourvue d'une ouverture d'admission 313 pour permettre une communication fluidique entre un volume intérieur à la paroi latérale cylindrique 305, et un volume extérieur à la paroi latérale cylindrique 305.La paroi latérale cylindrique 305, la paroi d'extrémité distale 307, et la deuxième paroi latérale cylindrique 306 forment une pièce d'un seul tenant, ayant par exemple une section dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation X en forme de U. De manière avantageuse, l'injection de fluide de refroidissement au niveau de l'organe de pressurisation 700 permet de s'affranchir de l'utilisation de joints dynamique, de labyrinthe, ou d'air. Que le boitier 300 soit configuré pour former un bain de fluide de refroidissement ou non, la paroi latérale cylindrique 305 du boitier 300 peut comprendre un orifice d'évacuation 311 traversant la paroi latérale cylindrique 305 de manière à permettre l'évacuation du fluide de refroidissement à l'extérieur du boitier 300. Dans ce cas, le boitier 300 peut comprendre un système de fermeture configuré pour obturer au moins partiellement l'orifice d'évacuation 311, de manière à limiter ou bloquer le passage du fluide de refroidissement à travers la paroi latérale cylindrique 305 du boitier 300.

[0154] L'ensemble des dispositions précédemment décrites permettent de proposer un dispositif à arbre rotatif 3 dans lequel le réservoir de pressurisation 900 place le fluide de refroidissement en surpression par rapport à la pression ambiante, au niveau de l'entrée de fluide 151, lorsque le fluide de refroidissement est soumis à une force centrifuge provoquée par le mouvement de rotation de l'arbre rotatif 100 autour de l'axe de rotation X.

Revendications

[Revendication 1] Dispositif à arbre rotatif (3) comprenant :

- un boitier (300) ;
- un arbre rotatif (100) entouré par le boitier (300), monté à rotation par rapport au boitier (300) autour d'un axe de rotation (X), et présentant une géométrie de révolution autour dudit axe de rotation (X), ledit arbre rotatif (100) comprenant un corps principal comprenant une portion de réception de fluide (110) ;
- au moins un roulement (500) comprenant des éléments roulants (505), et assurant le montage à rotation de l'arbre rotatif (100) par rapport au boitier (300) ;
- un organe de pressurisation (700) appartenant à l'arbre rotatif (100), et solidaire en rotation avec le corps principal de l'arbre rotatif (100), ledit organe de pressurisation (700) étant radialement disposé entre le corps principal de l'arbre rotatif (100) et le boitier (300) et axialement positionné au niveau de la portion de réception de fluide (110) du corps principal de l'arbre rotatif (100), ledit organe de pressurisation (700) et le corps principal de l'arbre rotatif (100) définissant entre eux un réservoir de pressurisation (900) configuré pour recevoir un volume d'un fluide de refroidissement ; et
- au moins un canal de refroidissement (150) radialement disposé entre le corps principal de l'arbre rotatif (100) et l'au moins un roulement (500), et s'étendant entre une entrée de fluide (151) et une sortie de fluide (153), ledit au moins un canal de refroidissement (150) présentant au moins une composante suivant l'axe de rotation (X), et étant en communication fluidique, au niveau de l'entrée de fluide (151), avec le réservoir de pressurisation (900), ledit au moins un canal de refroidissement (150) étant configuré pour assurer un transfert thermique entre l'arbre rotatif (100), ledit au moins un roulement (500), et le fluide de refroidissement, lorsque le fluide de refroidissement circule le long dudit canal de refroidissement (150) à partir du réservoir de pressurisation (900).

[Revendication 2] Dispositif à arbre rotatif (3) selon la revendication 1, dans lequel l'arbre rotatif (100) délimite l'au moins un canal de refroidissement (150).

[Revendication 3] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel le réservoir de pressurisation (900) est configuré pour placer le fluide de refroidissement en surpression par rapport à la pression ambiante, au niveau de l'entrée de fluide (151), lorsque le fluide de refroidissement est soumis à une force centrifuge provoquée par le mouvement de rotation de l'arbre rotatif (100) autour de l'axe de rotation (X).

[Revendication 4] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, dans lequel la portion de réception de fluide (110) comprend une première partie (111) dépourvue de canal de refroidissement (150), ladite première partie (111) de la portion de réception de fluide (110) présentant préférentiellement une forme tronconique.

[Revendication 5] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel au moins un élément, choisi dans le groupe comprenant l'organe de pressurisation (700) et la première partie (111) de la portion de réception de fluide (110), comprend des ailettes d'orientation configurées pour diriger le fluide de refroidissement vers l'entrée de fluide (151).

[Revendication 6] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'au moins un canal de refroidissement (150) est ménagé sur une surface externe (303) de l'arbre rotatif (100).

[Revendication 7] Dispositif à arbre rotatif (3) selon la revendication 6, dans lequel l'organe de pressurisation (700) comprend une portion proximale de pressurisation (701) configurée pour venir coiffer l'arbre rotatif (100) sur une deuxième partie (113) de la portion de réception de fluide (110), de manière à extérieurement fermer radialement l'au moins un canal de refroidissement (150).

[Revendication 8] Dispositif à arbre rotatif (3) selon la revendication 7, dans lequel l'organe de pressurisation (700) comprend une portion distale de pressurisation (703), distincte de la portion proximale de pressurisation (701), et présentant une géométrie de révolution autour de l'axe de rotation (X), convergente jusqu'à la portion proximale de pressurisation (701).

[Revendication 9] Dispositif à arbre rotatif (3) selon la revendication 8, dans lequel la portion distale de pressurisation (703) présente une épaisseur d'organe de pressurisation (e2) comptée radialement par rapport à l'axe de rotation (X) qui progressivement diminue en s'approchant axialement de

la portion proximale de pressurisation (701).

[Revendication 10] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'au moins un canal de refroidissement (150) présente une section de coupe de forme constante le long dudit au moins un canal de refroidissement (150), notamment de forme rectangulaire.

[Revendication 11] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel l'au moins un canal de refroidissement (150) s'étend axialement de manière rectiligne entre l'entrée de fluide (151) et la sortie de fluide (153) où le fluide de refroidissement sort hors du canal de refroidissement (150).

[Revendication 12] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel le boitier (300) comprend une paroi latérale cylindrique (305) et une paroi d'extrémité distale (307) s'étendant depuis la paroi latérale cylindrique (305) radialement vers l'intérieur de la paroi latérale cylindrique (305), ladite paroi d'extrémité distale (307) définissant avec l'organe de pressurisation (700), une conduite d'accès (309) configurée pour permettre l'introduction du fluide de refroidissement à l'intérieur du réservoir de pressurisation (900).

[Revendication 13] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel le fluide de refroidissement comprend une huile de lubrification, présentant préférentiellement une viscosité comprise entre 5 cSt et 45 cSt, et plus particulièrement égale à 15 cSt, à des températures entre 30 et 80 °C, et plus particulièrement entre 40°C, et 50°C.

[Revendication 14] Dispositif à arbre rotatif (3) selon la revendication 6, ou selon l'une quelconque des revendications 11 à 13 lorsqu'elle dépend de la revendication 6, dans lequel l'au moins un roulement (500) comprend :

- une bague interne (501) solidaire de la surface externe (303) de l'arbre rotatif (100),
- une bague externe (503) décalée radialement par rapport à la bague interne (501) et solidaire du boitier (300),
- les éléments roulants (505) interposés entre lesdites bagues interne (501) et externe (503) et montés à roulement (500) sur les deux bagues interne (501) et externe (503, et
- une cage placée entre lesdites bagues interne (501) et externe (503), et maintenant un espace régulier entre les éléments roulants (505).

[Revendication 15] Dispositif à arbre rotatif (3) selon la revendication 14, dans lequel la bague interne (501) recouvre au moins partiellement l'au moins un canal de refroidissement (150).

[Revendication 16] Dispositif à arbre rotatif (3) selon la revendication 15, dans lequel l'au moins un canal de refroidissement (150) est ouvert radialement vers la bague interne (501) de l'au moins un roulement (500), de sorte que le fluide de refroidissement traversant au moins un canal de refroidissement (150) soit en contact directement avec la bague interne (501).

[Revendication 17] Turbocompresseur (1) apte à comprimer un fluide, en particulier un fluide frigorigène, ledit turbocompresseur (1) comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 18] Turbocompresseur (1) selon la revendication 17, dans lequel le fluide de refroidissement comprend le fluide frigorigène.

[Revendication 19] Machine électrique tournante apte à assurer la propulsion d'un véhicule routier ou sur rails, ladite machine comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 20] Machine électrique tournante selon la revendication 19, caractérisée en ce qu'elle est un moteur électrique, un alternateur, une génératrice ou un alterno-démarreur.

[Revendication 21] Broche ou électro-broche apte à équiper une machine-outil, ladite broche ou électro-broche comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 22] Palier magnétique actif ou passif, pour sustentation d'arbre ou d'équipage rotatif, ledit palier comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 23] Réducteur ou multiplicateur grande vitesse, pour des applications industrielles, automobiles, ferroviaires ou aéronautiques, pour transmission de mouvement, de couple ou énergie, ledit réducteur ou multiplicateur comprenant au moins un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 24] Turbine à gaz ou à vapeur, pour la production d'énergie, la propulsion ou la génération de tout mouvement, ladite turbine comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 25] Pompe pour la circulation de fluide, ladite pompe comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 26] Ventilateur ou soufflante pour propulser un gaz, ledit ventilateur ou

ladite soufflante comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 27] Centrifugeuse, décanteur ou mélangeur pour l'industrie chimique, agro-alimentaire, ou la production de minerai, poudre, laine de verre ou de roche, ladite centrifugeuse, le dit décanteur ou ledit mélangeur comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

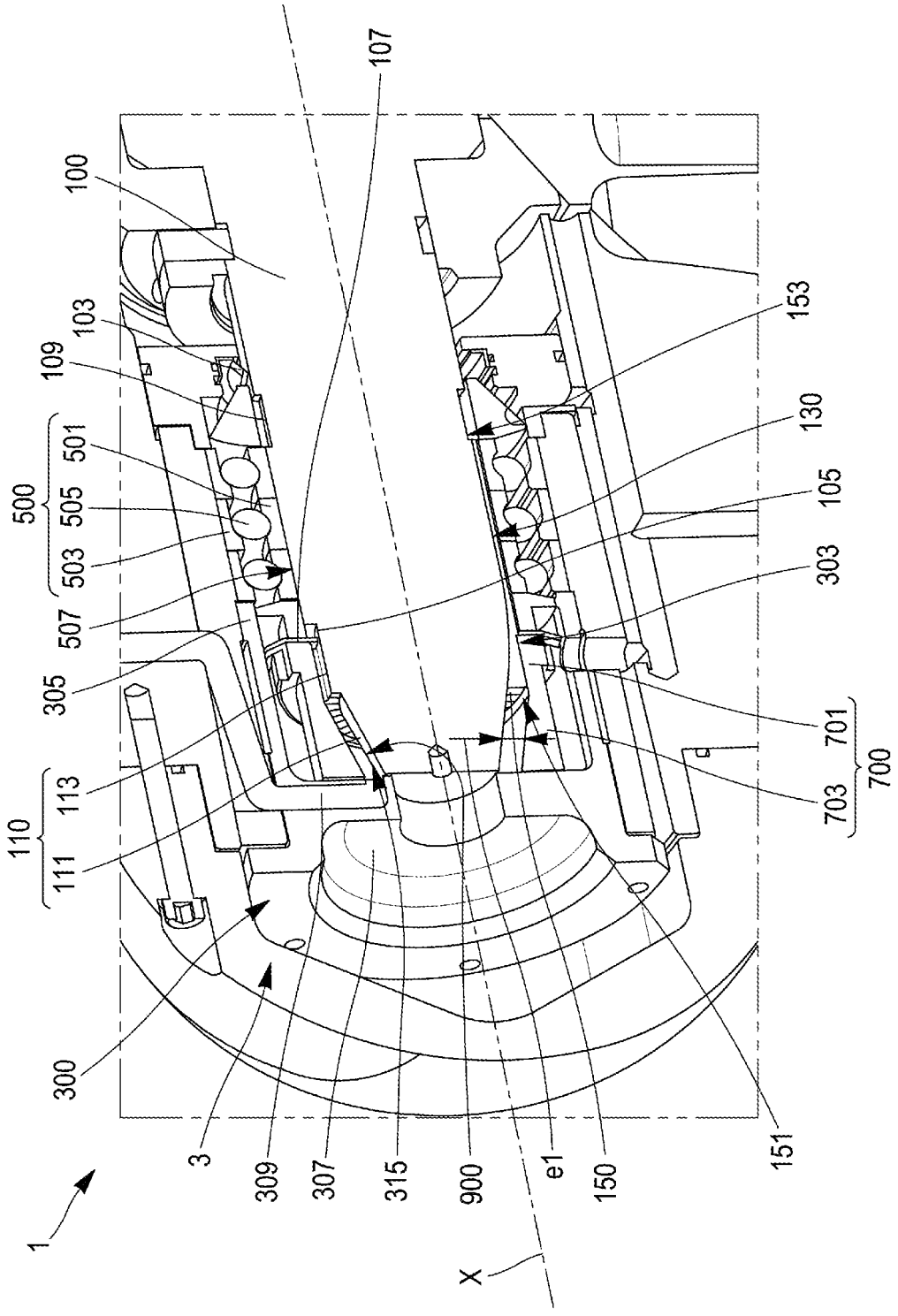
[Revendication 28] Volant d'inertie apte à fonctionner comme accumulateur d'énergie cinétique, ledit volant d'inertie comprenant un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

[Revendication 29] Dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que l'arbre rotatif (100) est un arbre-allonge ou un arbre de transmission d'un aéronef et entrainant un réducteur d'accessoires tels que des pompes.

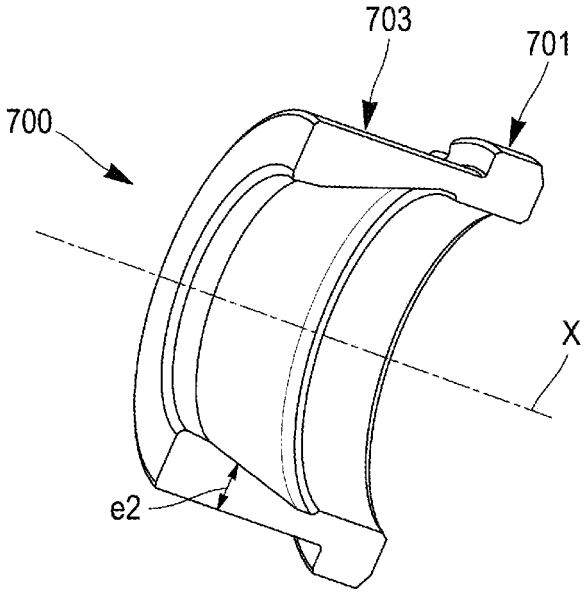
[Revendication 30] Organe de propulsion d'un aéronef, tel qu'un turbopropulseur ou un turboréacteur, comprenant au moins un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une des revendications 1 à 16.

[Revendication 31] Banc d'essai avec arbre(s) ou organe(s) tournant à grande vitesse et avec ou pas la présence d'une source d'échauffement, ledit banc d'essai comprenant au moins un dispositif à arbre rotatif (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

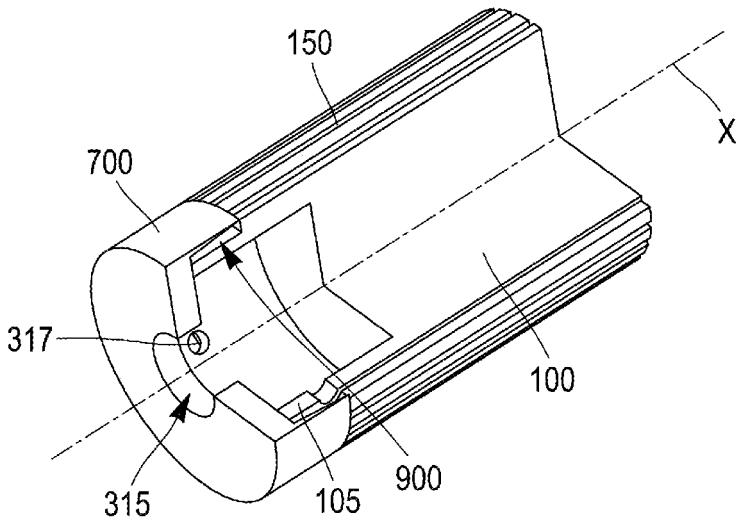
[Fig. 1]


107
100
103
109
500
501
505
503
507
305
110
111
113
300
1
3
309
307
315
900
e1
150
151
X
153
130
105
303
701
703
700

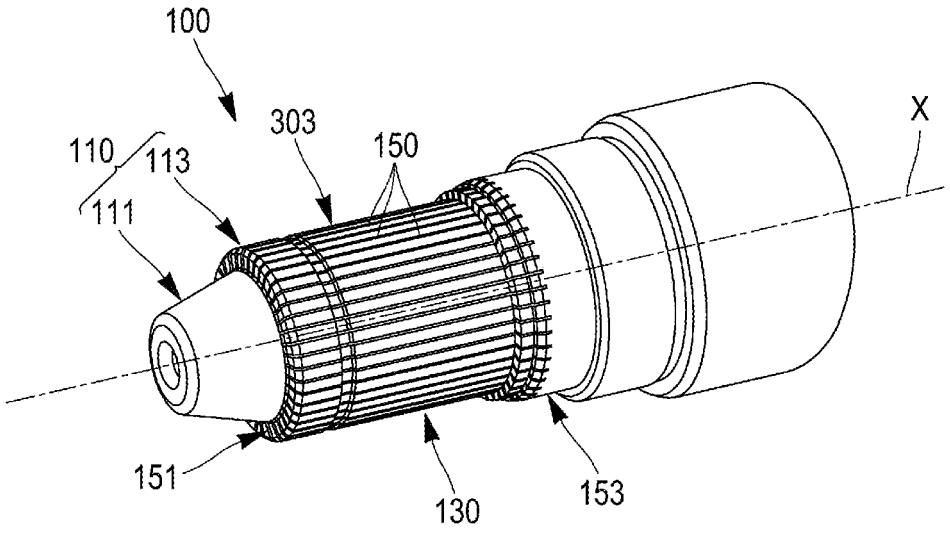
[Fig. 2]



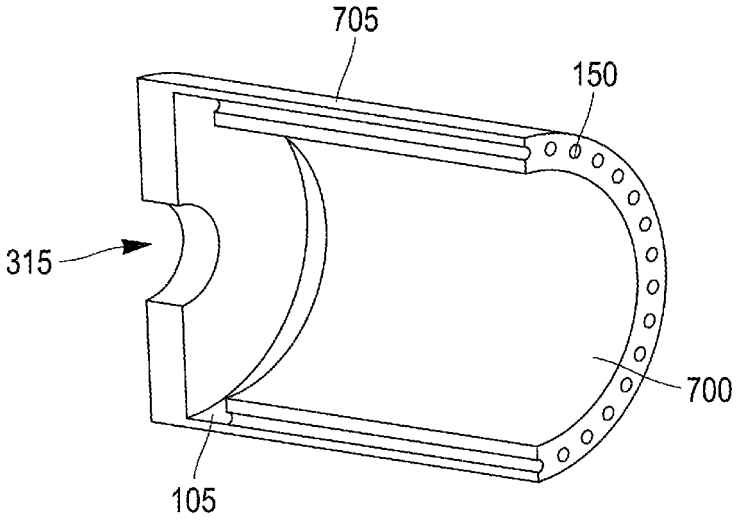
[Fig. 3]



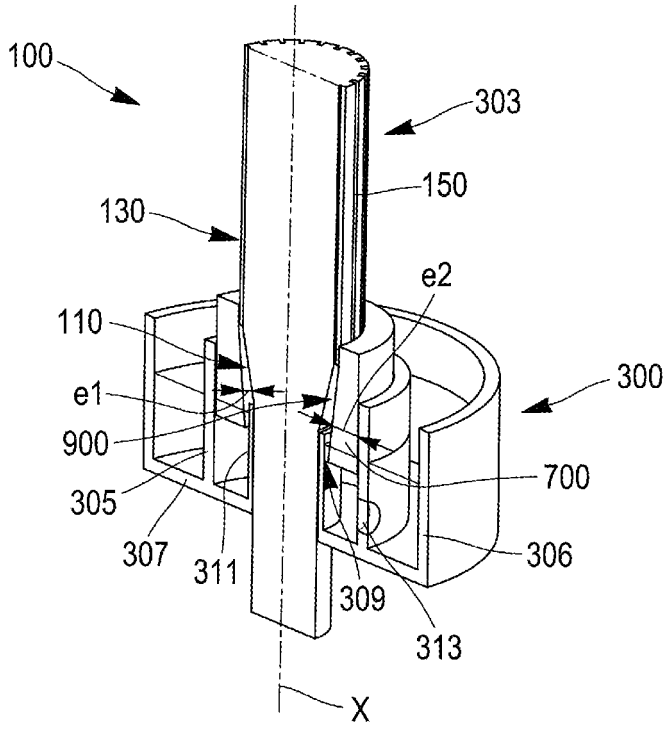
[Fig. 4]



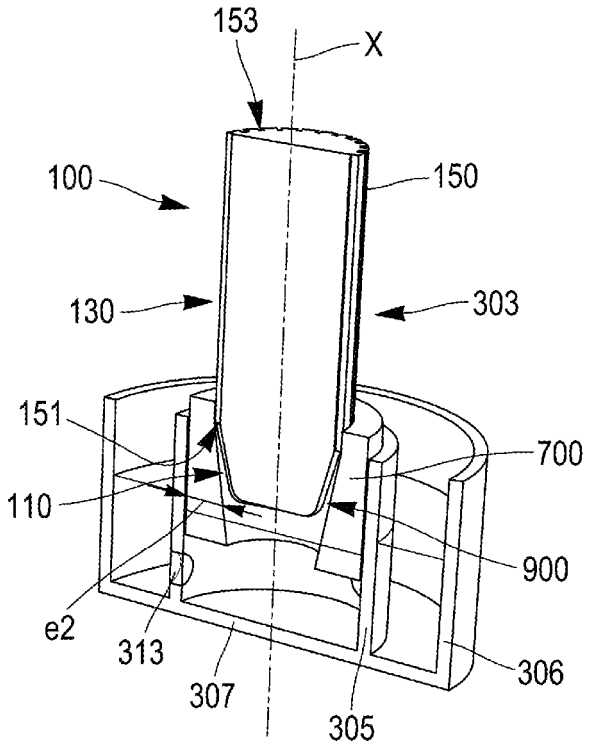
[Fig. 5]


705
150
315
700
105

[Fig. 6]


100
303
150
130
e2
110
300
e1
900
700
305
307
311
309
306
313
X

[Fig. 7]



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 913138
FR 2212719

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 A	FR 2 949 246 A1 (SNECMA [FR]) 25 février 2011 (2011-02-25) * page 1, lignes 2-4 * * page 8, lignes 19-25 * * figure 3 * -----	1-8,10, 11,13-31 9,12	F04C29/04 F16C37/00
X A	US 2022/049623 A1 (CAMPO MICHAEL [US] ET AL) 17 février 2022 (2022-02-17) * alinéas [0021], [0039], [0047] - [0051], [0054] * * figures 2, 3 * -----	1-8,10, 11,13-31 9,12	
X A	CN 104 153 886 A (CHINA AVIAT POWER MACH INST) 19 novembre 2014 (2014-11-19) * figures 1-6 * -----	1-8,10, 11,13-31 9,12	
A	US 2006/175920 A1 (SHIMADA AKIHIRO [JP]) 10 août 2006 (2006-08-10) * figures 7-10 * -----	1-31	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F04D F16C

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
13 juin 2023	De Tobel, David

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2212719 FA 913138

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 13-06-2023
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 2949246 A1	25-02-2011	AUCUN	
US 2022049623 A1	17-02-2022	EP 3954878 A1	16-02-2022
		US 2022049623 A1	17-02-2022
CN 104153886 A	19-11-2014	AUCUN	
US 2006175920 A1	10-08-2006	DE 60225725 T2	02-04-2009
		EP 1522749 A1	13-04-2005
		JP 4176075 B2	05-11-2008
		JP WO2004007982 A1	10-11-2005
		US 2006175920 A1	10-08-2006
		WO 2004007982 A1	22-01-2004

EPO FORM P0465