

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 134 842**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **22 03698**

⑤① Int Cl⁸ : **F 01 D 25/12 (2022.01), F 01 D 21/12, F 16 K 31/66**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Dispositif de refroidissement magnétothermique d'une turbomachine.

②② Date de dépôt : 21.04.22.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 27.10.23 Bulletin 23/43.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 13.09.24 Bulletin 24/37.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN HELICOPTER ENGINES
Société par actions simplifiée à associé unique — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *KOUPPER Charlie Michaël,
RENAULT Lionel Victor George et PELLATON
Bertrand Guillaume Robin.*

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN HELICOPTER ENGINES
Société par actions simplifiée à associé unique.*

⑦④ Mandataire(s) : *Cabinet CAMUS LEBKIRI.*

FR 3 134 842 - B1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de refroidissement magnéto-thermique d'une turbomachine

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne le domaine de refroidissement dans le domaine aéronautique, notamment de pièces de turbomachines, et en particulier le refroidissement d'un rotor de turbine de turbomachine.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0002] De manière connue, la turbomachine peut être un turbofan, un turbomoteur, un turbojet etc... La turbomachine comporte, d'amont en aval selon le sens d'écoulement des flux de gaz dans la turbomachine, au moins un générateur de gaz pourvu d'un compresseur basse pression, fréquemment (notamment dans le cas d'une turbofan) un compresseur haute pression, une chambre annulaire de combustion, une turbine haute pression et fréquemment (notamment dans le cas d'une turbofan) une turbine basse pression. La turbomachine peut comporter en outre une soufflante, accouplée au générateur de gaz, dans le cas d'un turboréacteur pouvant aussi être qualifié de « turbofan ».

[0003] Les rotors du compresseur haute pression et de la turbine haute pression sont reliés par un arbre haute pression (HP) et forment avec lui un corps haute pression. Les rotors du compresseur basse pression et de la turbine basse pression sont reliés par un arbre basse pression (BP) et forment avec lui un corps basse pression. Les arbres HP et BP s'étendent suivant un axe longitudinal de la turbomachine.

[0004] La soufflante comporte des pales qui sont reliées à un arbre de soufflante qui est souvent associé directement à l'arbre ou indirectement via un réducteur.

[0005] Afin d'augmenter la poussée de la turbomachine, il est connu d'augmenter la puissance et le rendement thermique de la turbomachine en augmentant la température des gaz de combustion transmis aux ailettes de la turbine. Toutefois, l'augmentation de la température des gaz est limitée par la température maximale admissible du rotor et des ailettes de la turbine. De plus, l'augmentation de la température pourrait réduire considérablement la durée de vie des éléments situés en aval de la chambre de combustion, tels que les distributeurs ou les aubes de turbines, ce qui pourrait d'importants coûts de maintenance. Les choix de conception doivent alors s'adapter aux limites de matériaux et de aménagements adaptés dans la turbines doivent alors être prévus.

[0006] De plus, l'amélioration du rendement et la réduction des émissions polluantes conduisent à réduire la masse des pièces constituant le moteur et à le faire fonctionner

- à des températures toujours plus élevées en augmentant les contraintes de conception.
- [0007] L'élévation de ces températures entraîne donc des contraintes néfastes sur les pièces des turbomachines. Une solution connue est de réaliser des circuits de refroidissement qui absorbe et transmet de l'air dans différentes cavités ou canaux. Dans le but de trouver un compromis satisfaisant entre des caractéristiques mécaniques et des durées de vies acceptables, les différents éléments de la turbine, et notamment le rotor soumis à des températures élevées sont parcourus par un fluide de refroidissement, tel que de l'air de ventilation par un circuit de refroidissement. Ainsi, les aubes de la turbine haute pression peuvent être ventilées afin de pouvoir accepter des températures très élevées.
- [0008] On connaît des circuits de refroidissements dans le domaine aéronautique notamment pour les turbomachines du type turboréacteur à double flux comportant une manche d'entrée recevant l'air qui est aspiré par un compresseur basse pression pour ensuite être divisé en un flux primaire central et un flux secondaire entourant le flux primaire.
- [0009] Le flux secondaire circule dans un espace appelé veine secondaire qui est délimité extérieurement par un carter de veine secondaire encore appelé carène du moteur, et intérieurement par une enveloppe entourant le flux primaire. L'enveloppe délimitant extérieurement la veine primaire est formée par une série de carters comprenant un carter de compresseur haute pression, un carter au niveau de la chambre de combustion et un carter de turbine haute pression, ainsi que par une virole externe de carter d'échappement.
- [0010] Le flux primaire circule dans un espace appelé veine primaire délimité extérieurement par l'enveloppe et intérieurement par une succession d'éléments internes fixes et rotatifs. Les éléments internes fixes comprennent des plateformes de redresseurs et de distributeurs, et des viroles de carters intérieurs, et les éléments internes rotatifs comprennent des disques, des aubes comprenant des plateformes.
- [0011] Il existe des fuites contrôlées et volontaire entre la veine secondaire et la veine primaire pour empêcher que l'air chaud de la veine primaire viennent augmenter trop fortement la température d'éléments mécaniques tels que les roulements par exemple.
- [0012] Chaque turbine et chaque compresseur est formé d'étages comportant chacun une série d'aubes rotatives régulièrement espacées autour d'un axe central longitudinal du moteur, précédé éventuellement d'un distributeur dans le cas d'une turbine ou suivi éventuellement d'un redresseur dans le cas d'un compresseur. Les distributeurs et les redresseurs sont constitués d'une série d'aubes fixes.
- [0013] Parmi les circuits de refroidissement connus, certains comprennent un système actif de contrôle du débit d'air. Il est connu ainsi du document FR3108655 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES) un circuit de refroidissement comprenant un dispositif de régulation du débit d'air disposé en amont de la turbine et comprenant au moins une

valve mobile entre une position ouverte et une position fermée en fonction de la différence de pression entre la pression dans la veine primaire située entre le compresseur et la chambre de combustion et la pression dans la veine secondaire.

[0014] Toutefois, un tel circuit de refroidissement actif nécessite l'intégration d'actionneurs et d'une unité de commande dédiée, ce qui est particulièrement encombrant, engendre du poids et coûteux.

[0015] Il est alors intéressant de prévoir un circuit de refroidissement ou ventilation qui puisse minimiser des détérioration (rupture tuyauterie, colmatage laterite, ...) en sauvegardant le plus simplement possible notamment les entrées d'air de ventilation des aubes ou de circulations d'air dans des enceintes entre rotors et stators.

[0016] La présente invention a donc pour but de pallier les inconvénients des systèmes précités. Ainsi, il existe un besoin de proposer un dispositif de régulation du débit d'air circulant dans un rotor de turbomachine en fonction des besoins nécessaires en air pour refroidir au moins un élément de la turbomachine et ce, sans ajouter d'actionneurs et de système de commande, afin d'optimiser les performances globales de la turbomachine. L'invention peut s'appliquer à tout générateur de gaz de tout type de turbomachine qu'elle soit à double flux comme évoqué précédemment ou d'autre type comme celles usuelles pour les hélicoptères (cf. par exemple le principe général de turbomachine comme dans le document WO2015036703A1) ou encore pour des turbo-propulseurs ou des open-rotors de différentes variantes.

Résumé de l'invention

[0017] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment, en permettant d'utiliser une valve magnétothermique pour ouvrir ou fermer une ouverture d'entrée d'air, comprenant un aimant permettant de maintenir une membrane fermant l'ouverture, jusqu'à ce que la membrane ferromagnétique et/ou l'aimant subisse une perte magnétique lorsqu'elle(s) dépasse une température d'utilisation maximale de l'aimant permettant à la membrane de s'ouvrir.

[0018] Un aspect de l'invention concerne un dispositif de refroidissement magnétothermique comprenant :

- une paroi d'une turbomachine délimitant d'un côté une zone de refroidissement et de l'autre côté une zone à température élevée ayant une température supérieure à la température de la zone de refroidissement pendant le fonctionnement de la turbomachine, la pression dans la zone d'air de refroidissement étant supérieure à la pression de la zone à température élevée,
- une ouverture d'apport d'air de refroidissement traversant la paroi entre la zone d'apport d'air de refroidissement et la zone à température élevée,
- caractérisé en ce qu'il comprend une valve thermomagnétique montée sur la

paroi, comprenant :

- une membrane comprenant au moins une partie en matériau ferromagnétique, mobile entre une position fermée obturant au moins partiellement l'ouverture d'apport d'air de refroidissement et une position ouverte permettant à l'air de refroidissement de passer de la zone de refroidissement à la zone de température élevée,
- au moins un aimant permanent produisant une force magnétique de la membrane vers la paroi dans la position fermée, dans lequel au-delà d'une température prédéterminée de l'aimant et/ou de la membrane entraînant une perte d'aimantation réversible diminuant la force magnétique de la membrane vers la paroi dans la position fermée en dessous d'une force d'ouverture pour passer la membrane (30, 30', 30'') de la position fermée vers la position ouverte.

[0019] Grâce à l'invention, on a une valve passive, c'est-à-dire sans commande externe, donc sans fil sans actionneur etc., diminuant le poids et le risque de panne qui s'ouvre simplement lorsqu'une température dans la zone de température élevée dépasse une température prédéterminée. En effet quand la zone de température élevée dépasse une température prédéterminée, la valve magnétothermique est adaptée pour que la membrane et/ou l'aimant soit à une température supérieure à une température prédéterminée pour laquelle on souhaite un apport d'air supérieure, permettant à la membrane et ou l'aimant de perdre ou diminuer suffisamment leur caractère ferromagnétique, ou capacité d'aimantation, pour permettre l'ouverture de la membrane. En effet, il est connu (étudiées par Pierre Curie (1859-1906) que la chaleur affecte les aimants permanents parce qu'elle confond et désaligne les domaines magnétiques, et que l'augmentation de la température entraîne une diminution du magnétisme donc de sa force magnétique et qu'il en est de même pour les matériaux magnétiques dont l'aimantation diminue avec l'augmentation de la température. Au-dessus d'une température critique appelé (température de Curie), les matériaux magnétiques perdent leurs propriétés ferromagnétiques et se comportent comme des substances paramagnétiques.

[0020] Autrement dit, la force magnétique (par l'aimant permanent sur la membrane) entraînant la membrane vers la position fermée diminue avec l'augmentation de la température. Les matériaux de l'aimant et de la membrane sont choisis pour que, à une température prédéterminée, la force magnétique (par l'aimant permanent sur la membrane) entraînant la membrane vers la position fermée soit inférieure à la force exercée sur la membrane vers la position ouverte. La force exercée sur la membrane vers la position ouverte peut être, la gravité, un moyen élastique tel qu'un ressort et/ou la différence de pression de l'air dans la zone à la température élevée inférieure à la

pression de la zone de refroidissement, poussant ainsi la membrane vers la position ouverte.

[0021] En effet, il est connu différents types de pertes selon le degré de la température, dont la perte réversible, qui est celle utilisée dans le dispositif de refroidissement magnétothermique. La plage de température pour avoir une perte réversible est entre la température d'utilisation maximale et une température prédéterminée inférieure à la température de Curie de l'aimant permanent. Dans cette plage de température, la membrane ou/et l'aimant est seulement moins magnétique voir même paramagnétique pour la membrane si sa température de curie est atteinte. Lorsque la valve thermomagnétique (la membrane et l'aimant) refroidit, elle retrouve sa force magnétique initiale (vers la position fermée), peu importe le nombre de fois qu'elle a été chauffée et refroidie.

[0022] Outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, le dispositif de refroidissement magnétothermique selon un aspect de l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

[0023] Selon un mode de réalisation, la force exercée sur la membrane comprend une force de pression d'air de refroidissement formé par une différence de pression de l'air par rapport à la pression de l'air dans la zone de température élevée. Cela permet d'utiliser la pression de l'air dans la zone de refroidissement pour déplacer la membrane et ainsi assurer que l'air de refroidissement réduise la température de la zone de température élevée ayant dépassée la température prédéterminée. En outre l'air de refroidissement va réduire la température de la membrane et/ou l'aimant permanent jusqu'à ce que la membrane et/ou l'aimant permanent récupère ses propriétés ferromagnétiques et/ou magnétique pour que la force magnétique puisse refermer la membrane.

[0024] Selon un exemple de ce mode de réalisation, la force exercée sur la membrane est une différence de pression de l'air de refroidissement par rapport à la pression de l'air dans la zone de température élevée. Dans cet exemple, seule la pression d'air permet d'ouvrir la membrane.

[0025] Selon un mode de réalisation, la force exercée sur la membrane vers la position ouverte comprend une composante de la force de gravité de la membrane. Cela permet d'utiliser la gravité pour passer de la position fermée à la position ouverte. Même si la composante de la force de gravité sur la membrane vers la position ouverte peut changer en fonction de l'inclinaison de l'aéronef pendant un vol, La turbomachine peut comprendre plusieurs dispositifs de refroidissement magnétothermique positionné à différent emplacement sur la paroi pour s'ouvrir selon l'inclinaison de l'aéronef à la température prédéterminée.

- [0026] Selon un exemple des deux modes de réalisation précédent la force exercée sur la membrane vers la position ouverte est la somme vectorielle d'une force de gravité et d'une différence de pression de l'air de refroidissement par rapport à la pression de l'air dans la zone de température élevée. Comme l'inclinaison dans un aéronef peut changer pendant un vol et donc celle de la membrane, la force de gravité sur la membrane de la position ouverte vers la position fermée peut être modifiée, ainsi l'utilisation de l'air permet d'améliorer la fiabilité d'ouverture.
- [0027] Selon un mode de réalisation, la valve magnétothermique comprend un dispositif élastique exerçant une force sur la membrane vers la position ouverte. Cette solution augmente le poids, le coût mais peut permettre d'augmenter la fiabilité d'ouverture.
- [0028] Selon un exemple des modes de réalisation précédent la force exercée sur la membrane est la somme d'une force d'un dispositif élastique et d'une différence de pression de l'air de refroidissement par rapport à la pression de l'air dans la zone de température élevée.
- [0029] Selon un autre exemple des modes de réalisation précédent, la force exercée sur la membrane est la somme d'une force d'un dispositif élastique et de la gravité.
- [0030] Selon un autre exemple des modes de réalisation précédent, la force exercée sur la membrane vers la position ouverte est la somme d'une force d'un dispositif élastique et de la gravité et d'une différence de pression de l'air de refroidissement par rapport à la pression de l'air dans la zone de température élevée.
- [0031] Selon un mode de réalisation, dans lequel la paroi s'étend radialement par rapport à un axe de rotation d'une roue mobile de la machine.
- [0032] Selon un mode de réalisation, la paroi est une paroi radiale d'une couronne fixée à un pied d'aube fixe du distributeur, située en vis-à-vis d'un disque d'une roue mobile, la zone de refroidissement étant située dans la couronne et la zone de température élevée étant située entre le disque et la paroi permettant dans la position ouverte de la membrane une fuite entre l'aval de distributeur et l'amont d'une plateforme du disque.
- [0033] Selon un mode de réalisation, l'ouverture permet une fuite d'air de refroidissement de sécurité entre l'aval d'un distributeur et l'amont d'une plateforme d'une aube mobile associée au disque du premier rotor de la turbine. Cela permet qu'en cas de problème de température, un circuit de refroidissement comprenant ce dispositif permet d'éviter que les pièces dans la zone de température élevée ne subissent une contrainte de température supérieure à un seuil admissible.
- [0034] Selon un mode de réalisation, la membrane comprend le premier aimant, la paroi est ferromagnétique et la valve magnétothermique comprend un deuxième aimant fixée dans un logement de la paroi, dans lequel à l'état fermé les aimants sont en vis à vis pour produire la force magnétique entre elles vers la position fermée. Le fait d'utiliser deux aimants positionnés pour s'attirer permet d'augmenter la fiabilité de fermeture de

l'ouverture lorsque la température de la zone a suffisamment diminué.

[0035] Selon un exemple, la membrane est une plaque en matériau ferromagnétique.

[0036] Selon un exemple, la paroi est en matériau ferromagnétique. Cela permet d'augmenter la force magnétique vers la position fermée. La force magnétique diminuant lorsque la température augmente de la paroi et des aimants, jusqu'à ce que la force magnétique soit inférieure à la force d'ouverture exercée sur la membrane.

[0037] Selon un exemple l'aimant est la partie ferromagnétique de la membrane. Cela permet d'augmenter la force magnétique vers la position fermée. La force magnétique diminuant lorsque la température augmente de la membrane et des aimants, jusqu'à ce que la force magnétique soit inférieure à la force d'ouverture exercée sur la membrane.

[0038] Selon un exemple, la valve magnétothermique comprend autant de paires d'aimants (premier et deuxième aimant) que d'élément de fixation et de guidage de la membrane par rapport à la paroi et en ce que chaque élément de de fixation et de guidage est fixée à la paroi et comprend une butée d'ouverture entre deux paires d'aimants, et dans lequel la membrane en position ouverte est en contact avec la butée d'ouverture. Cela permet d'améliorer le guidage de la position fermée vers la position ouverte mais aussi de la position ouverte vers la position fermée grâce à chaque paire d'aimants.

[0039] Selon un autre mode de réalisation que le précédent, l'au moins un aimant produit la force magnétique avec une plaque en matériau ferromagnétique, la plaque ferromagnétique pouvant être la paroi ou la membrane et l'aimant étant fixé respectivement à la membrane ou la paroi. Cela permet de diminuer les coûts en diminuant le nombre d'aimant. La force magnétique diminuant lorsque la température augmente de la plaque ferromagnétique et de l'au moins un aimant, jusqu'à ce que la force magnétique soit inférieure à la force d'ouverture exercée sur la membrane.

[0040] Selon un exemple des deux modes de réalisation précédents, la membrane comprend :

- une face interne en vis-à-vis de l'ouverture et d'une première face la paroi, et
- une face externe du côté de la zone à température élevée, sur laquelle l'aimant est fixé. cela permet d'avoir l'aimant du côté de la zone de température élevée afin d'éviter de refroidir trop rapidement par l'air de refroidissement traversant l'ouverture.

[0041] Selon un mode de réalisation, la valve comprend au moins deux éléments de fixation solidaire de la paroi, comprenant chacune une butée de la membrane en position ouverte et la membrane comprend au moins deux encoches traversées chacune par une tige d'un élément de fixation correspondant pour guider la membrane de la position ouverte à la position fermée.

[0042] Selon un exemple de ce mode de réalisation, la valve comprend un troisième élément de fixation traversant une troisième encoche de la membrane, chacun des trois

éléments de fixation étant angulairement répartis sur la membrane selon un angle de 120° . Cela permet d'améliorer le guidage tout en laissant une liberté pour se déplacer de la position ouverte vers la position fermée ou inversement.

[0043] Selon un exemple de ce mode de réalisation et du mode de réalisation comprenant au moins une paire d'aimants, la valve magnétothermique comprend trois paires d'aimants positionnées en triangle de façon équidistante sur la membrane et la paroi, et trois éléments de fixation de la membrane sur la paroi positionnée en triangle de façon équidistante, chaque élément de fixation étant positionné entre chaque paire d'aimants. Selon une particularité chaque tige de guidage guidant la membrane est positionnée à égale distance entre deux aimants fixés à la membrane. Cela permet d'éviter un basculement et donc d'améliorer le guidage de la position ouverte vers la position fermée.

[0044] Un autre aspect de l'invention concerne une turbomachine comprenant un rotor, un carter autour du rotor et deux distributeurs chacun formé d'une série de pales fixes rigidement solidaires de la portion de carter, chaque pale fixe comprenant des pieds entourant le rotor, le rotor comportant une roue mobile comprenant un disque et des aubes mobiles montées dans des encoches du disque, la roue mobile étant située axialement entre deux distributeurs, la turbomachine comprenant au moins un dispositif de refroidissement magnétothermique selon le premier aspect de l'invention avec ou sans les différentes caractéristiques décrits dans les différents modes de réalisations, la paroi du dispositif de refroidissement magnétothermique étant une paroi d'un pied d'une des aubes fixes.

[0045] L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0046] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[0047] [Fig.1] montre une représentation schématique d'une section d'une portion d'une turbomachine comprenant un premier et un deuxième dispositifs de refroidissement magnétothermique selon un premier et deuxième exemple du premier modes de réalisation différents.

[0048] [Fig.2a] représente un agrandissement de la [Fig.1] au niveau du premier dispositif de refroidissement magnétothermique dans une position fermée, selon le premier exemple.

[0049] [Fig.2b] représente un agrandissement de la [Fig.1] sur le premier dispositif de refroidissement magnétothermique en position ouverte.

[0050] [Fig.3a] représente une section d'une portion de la turbomachine de la [Fig.2a] comprenant un dispositif de refroidissement magnétothermique, dans une position fermée, selon un deuxième mode de réalisation.

[0051] [Fig.3b] représente une section de la portion de la turbomachine de la [Fig.3a] du dispositif de refroidissement magnétothermique dans la position ouverte.

[0052] [Fig.4] représente une section d'une portion de la turbomachine de la [Fig.1] comprenant un dispositif de refroidissement magnétothermique, dans une position ouverte, selon un premier exemple du troisième mode de réalisation.

[0053] [Fig.5] représente schématiquement une vue tridimensionnelle d'un dispositif de refroidissement en éclatée d'un dispositif de refroidissement magnétothermique selon un deuxième exemple du troisième mode de réalisation.

[0054] [Fig.6a] représente schématiquement une vue tridimensionnelle d'une coupe du dispositif de refroidissement de la [Fig.5] en position fermée.

[0055] [Fig.6b] représente schématiquement une vue tridimensionnelle d'une coupe du dispositif de refroidissement de la [Fig.5] en position ouverte.

[0056]

DESCRIPTION DETAILLEE

[0057] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[0058] [Fig.1] montre une représentation schématique d'une section d'une turbomachine.

[0059] La turbomachine comprend un ensemble d'aubes fixes Af, Af', pouvant former un distributeur, dont un premier et un deuxième ensembles sont représentés partiellement sur la [Fig.1]. La turbomachine comprend un rotor comprenant des roues mobiles comprenant chacune un disque D et des pales mobiles Am montées sur le disque D, dont une pale mobile Am est visible sur la [Fig.1] montée sur un disque D. Les roues mobiles et les ensembles d'aubes fixes sont montées axialement de façon alternée dans la turbomachine, tel qu'une veine primaire est formée axialement entre les aubes fixes et les aubes mobiles.

[0060] Le premier et deuxième ensemble comprend respectivement une première et deuxième couronne fixe autour de l'axe de rotation du rotor, chacun assemblé aux pieds des aubes fixes Af, Af' du premier et deuxième ensemble respectivement. La première couronne et la deuxième couronne comprennent chacune respectivement une première paroi 1 et une deuxième paroi 1' représentée sur la [Fig.1] en vis-à-vis du disque D.

[0061] Les aubes fixe Af, Af' comprennent chacune un pied fixe Pf1, Pf1' fixée à la couronne correspondante, qui s'étend vers un pied P d'une aube mobile Am. Le Pied P de l'aube mobile Am comprend de part et d'autre axialement une plateforme P1, P1' formant avec le pied fixe Pf1, Pf1' correspondant des talons d'étanchéités afin d'assurer l'étanchéité de la veine primaire vers l'intérieur d'une cavité située entre le disque D et la paroi 1, 1' correspondante de la couronne correspondante.

- [0062] En outre chaque couronne comprend un talon $1d$, $1d'$, en vis-à-vis d'un talon $D1$, $D1'$ du disque D , formant ensemble un rétrécissement de la zone de température élevée Zc du côté de l'axe de rotation du rotor. Dans cet exemple représenté chaque talon $D1$, $D1'$ comprend des léchettes s'étendant vers la paroi 1 , formant l'étanchéité de la zone de température élevée Zc .
- [0063] Une fuite d'air moins chaude volontaire passant par ces rétrécissements, dans cette cavité permettant d'empêcher que de l'air chaud de la veine principale puisse rentrer dans cette cavité. Cependant cette cavité, appelée dans la suite zone de température élevée Zc , peut tout de même avoir une température trop élevée pour des éléments mécaniques de la turbomachine, tels que des roulements ou paliers etc... En effet, chaque couronne peut être relié à un disque de roue mobile par le biais de roulements à paliers fermant la cavité du côté de l'axe de rotation.
- [0064] La première couronne entoure au moins partiellement une zone de refroidissement Zr , ici une zone dans lequel circule de l'air de purge Ar prévu pour fuir (air de purge) vers la veine entre l'aval de la roue mobile du rotor et l'amont de l'ensemble fixe formant un distributeur. La deuxième couronne entoure au moins partiellement une deuxième zone de refroidissement Zr' , ici une zone dans lequel circule de l'air de purge prévu pour fuir (air de purge) vers la veine entre l'amont de la roue mobile du rotor et l'aval du deuxième ensemble fixe formant un distributeur.
- [0065] Dans cet exemple représenté, la turbomachine comprend un premier dispositif de refroidissement magnétothermique R selon un premier exemple de ce premier mode de réalisation, comprenant une portion de la première paroi 1 , et un deuxième dispositif de refroidissement magnétothermique R' , selon un deuxième exemple de ce mode de réalisation différent du premier exemple du mode de réalisation comprenant une portion de la deuxième paroi $1'$.
- [0066] Chaque dispositif de refroidissement magnétothermique R , R' est ici un dispositif de refroidissement magnétothermique R , R' de secours permettant de refroidir la zone de température élevée Zc lorsque celle-ci a une température au-delà d'une température prédéterminée.
- [0067] Les dispositifs de refroidissement magnétothermique R , R' représentés dans la suite peuvent être implantés dans différentes zone de la turbomachine. La [Fig.1] ne représente que deux exemples de zone d'intégration d'un refroidissement magnétothermique R , R' de la turbomachine.
- [0068] Les figures 2a et 2b représentent un agrandissement du premier dispositif de refroidissement magnétothermique R selon un premier exemple. La première paroi 1 délimite donc d'un côté une zone de refroidissement Zr et de l'autre côté une zone à température élevée Zc ayant une température supérieure à la température de la zone de refroidissement Zr pendant le fonctionnement de la turbomachine, la pression dans la

zone d'air de refroidissement étant supérieure à la pression de la zone à température élevée Z_c . La zone de refroidissement Z_r peut faire partie d'un circuit de refroidissement de la machine, comprenant un ventilateur ou pompe permettant de propulser l'air de refroidissement dans des conduits dont la zone de refroidissement Z_r , par exemples les deux zones de refroidissement Z_r et Z_r' représentée sur la [Fig.1].

- [0069] Le premier dispositif de refroidissement magnétothermique R comprend une portion de la première paroi 1 s'étendant radialement dans ce premier mode de réalisation et une ouverture 2 d'apport d'air de refroidissement traversant axialement la première paroi 1 de la zone de refroidissement Z_r à la zone à température élevée Z_c .
- [0070] Le premier dispositif de refroidissement magnétothermique R comprend en outre une valve thermomagnétique 3 montée sur la paroi 1.
- [0071] La valve thermomagnétique 3 comprend des éléments de fixation 34, 35 (dans cette section, deux éléments de fixation 34, 35 sont représentées) permettant d'être fixée à la paroi 1.
- [0072] La valve thermomagnétique 3 comprend une membrane 30 mobile entre une position fermée, représentée sur la [Fig.2a], obturant au moins partiellement l'ouverture 2 d'apport d'air de refroidissement Z_r vers la zone de température élevée Z_c et une position ouverte, représentée sur la [Fig.2b], permettant à l'air de refroidissement de passer de la zone de refroidissement Z_r à la zone de température élevée Z_c . Les flèches noires sur la [Fig.2b], représente le passage de l'air de refroidissement de la zone de refroidissement Z_r à la zone à température élevée Z_c en traversant l'ouverture 2 et en passant entre la paroi 1 et la membrane 30 en position ouverte.
- [0073] La membrane 30 comprend donc dans cet exemple une face interne en vis-à-vis de l'ouverture 2 et d'une première face de la paroi 1, et une face externe du côté de la zone à température élevée Z_c .
- [0074] La membrane 30 comprend au moins une partie ferromagnétique. Dans cet exemple la membrane 30 est une plaque en matériau ferromagnétique .
- [0075] La valve thermomagnétique 3 comprend au moins un aimant permanent, dans cet exemple deux aimants 31, 32 sont représentés produisant une force magnétique de la membrane 30 vers la paroi 1 dans la position fermée, dans lequel au-delà d'une température prédéterminée de la zone de température élevée Z_c , la force magnétique est inférieure à une force d'ouverture pour passer la membrane 30, de la position fermée vers une position ouverte visible en [Fig.2b].
- [0076] Dans cet exemple, chaque aimant permanent 31, 32 est apte à fonctionner à toutes les plages de températures de service de la turbomachine. L'aimant permanent assure la force magnétique sur la membrane 30 vers la position fermée.
- [0077] Dans cet exemple la membrane est dans un matériau ferromagnétique qui perd de son aimantation suffisamment telle que la force magnétique sur la membrane 30 est in-

férieure à la force exercée sur la membrane 30 vers la position ouverte à cette température prédéterminée, pour passer la membrane 30 de la position ouverte vers la position fermée. Par exemple, le matériau ferromagnétique de la membrane 30 peut être choisi pour que sa température de curie corresponde à celle de la température prédéterminée. Ainsi dès que la membrane 30 atteint la température prédéterminée correspondant à la température de curie, elle perd son caractère ferromagnétique, le champs magnétique de l'aimant n'a plus d'effet sur la membrane 30 et la différence de pression d'air entre la zone Zr et la zone Zc est suffisante pour ouvrir la membrane 30.

[0078] Bien entendu, chaque aimant permanent peut aussi perdre de son caractère magnétique avant que la membrane 30 atteinte la température prédéterminée mais est suffisant pour que la force magnétique garde en contact la membrane 30 en position fermée. Dans cet exemple, les deux aimants permanent 31, 32 sont représentés et sont fixés à la paroi 1. La paroi 1 peut aussi être en matériau ferromagnétique. Dans cet exemple, les deux aimants permanent 31, 32 sont logés dans des logements de la paroi 1 du côté de la zone Zc pour permettre en position fermé d'être collé à la membrane 30. Les aimants permanent 31, 32 peuvent avoir une inertie thermique plus longue que la membrane 30 afin que la température des aimants permanent 31, 32 soient inférieure à celle de la membrane 30.

[0079] Bien entendu le choix des matériaux de la membrane 30 et des aimants 31 32 peuvent dans un deuxième exemple aussi être choisi pour que, la température prédéterminée, la réduction du caractère magnétique de l'aimant et la diminution de caractère ferromagnétique (c'est-à-dire une température en dessous de sa température de Curie) exerce une force magnétique sur la membrane vers la position de fermeture inférieure à la force d'ouverture sur la membrane vers la position ouverte. Dans cet exemple, le dispositif de refroidissement magnétothermique R peut comprendre un moyen supplémentaire pour contribuer à exercer la force d'ouverture sur la membrane 30 vers la position d'ouverture. Ce moyen supplémentaire peut être un organe élastique (par exemple un ressort) supplémentaire ou même utiliser un effet ressort de la membrane 30 elle-même, c'est-à-dire que la membrane 30 est déformée élastiquement en position fermée par la force magnétique exercée par le ou les aimants. Dans ce cas la membrane 30 revient à sa position initiale non déformée correspondant à la position ouverte lorsque la force magnétique par le champ magnétique de ou des aimant(s) (qui peut être diminuer pas sa température) sur la membrane ayant diminuer ces caractéristiques ferromagnétiques, est insuffisant pour déformer élastiquement la membrane 30. Une autre solution est de positionner la membrane 30 en position fermée comme dans le dispositif de refroidissement magnétothermique R' selon le deuxième exemple de ce mode de réalisation, telle que la force de la gravité de la membrane 30 exerce une force additionnelle vers la position d'ouverture.

- [0080] Le dispositif de refroidissement magnétothermique R' selon le deuxième exemple de ce mode de réalisation, représenté en [Fig.1] est donc différent du premier exemple en ce que la force d'ouverture exercée sur la membrane 30' utilise la gravité en outre de la différence de pression entre les zones Zc' et Zr'. Dans ce deuxième exemple, la paroi 1' est inclinée radialement, la valve thermomagnétique 3' dans cet exemple, ne comprend qu'un seul aimant 31' et en ce que la membrane 30' est montée selon une liaison pivot 39' par rapport à la paroi 1' telle qu'en position fermée la membrane 30' est inclinée pour que sa gravité participe à la force d'ouverture sur la membrane vers la position d'ouverture.
- [0081] Lorsque la membrane 30' atteint la température prédéterminée, la membrane 30' ayant perdu de ses caractéristiques ferromagnétiques et éventuellement l'aimant permanent 31' a perdu aimantation, la pression de l'air et la gravité exerce une force d'ouverture sur la membrane 30' supérieure à la force magnétique exercé par l'aimant permanent sur la membrane 30'. La membrane 30' peut se refroidir en position ouverte par l'air passant de la zone Zr' à la zone Zc'
- [0082] La liaison pivot 39' peut comprendre un axe de rotation avec une butée angulaire permettant de limiter l'ouverture de la membrane 30' notamment pour éviter à la membrane de toucher une aube mobile. Cela permet en outre à la membrane 30' de se déplacer de la position ouverte à la position fermée lorsque la température de la membrane et éventuellement celle de l'aimant 31' ait suffisamment redescendue pour que la force magnétique produite par l'aimant 31' puisse attirer la membrane vers la position fermée. L'aimant 31' a donc une force magnétique sur la membrane 30' suffisante lorsque que la température de la membrane 30' en position ouverte, a suffisamment descendu en dessous de la température prédéterminée, pour déplacer la membrane 30' vers la position fermée.
- [0083] Les figures 3a et 3b représente un dispositif de refroidissement magnétothermique R2 selon un deuxième mode de réalisation différent du premier exemple du premier mode de réalisation en ce que la membrane 30'' de la valve thermomagnétique 3'' comprend au moins l'aimant permanent 31'', 32'' fixé sur une paroi de la membrane 30''. Autrement dit la partie ferromagnétique de la membrane peut être l'aimant permanent 31'', 32''. En l'occurrence dans cet exemple il y a deux aimants permanent 31'', 32''. La paroi de la membrane 30'' peut aussi être en matériau ferromagnétique. La paroi 1'' comprend dans ce deuxième mode de réalisation au moins une portion ferromagnétique permettant à la force magnétique entre l'aimants 31'', 32'' et les portions ferromagnétique d'attirer la membrane 30'' vers la paroi 1'' en position fermée. Dans cet exemple la paroi 1'' est complètement en matériau ferromagnétique.
- [0084] En outre dans cet exemple, les deux aimants permanent 31, 32 sont fixés traversant la paroi de la membrane 30 pour permettre d'être collé magnétiquement à la paroi 1''.

Ainsi, quand la zone de température élevée Z_c dépasse une température prédéterminée, la paroi 1'' ou/et les deux aimants permanent 31, 32 ont une température supérieure à celle de leur température d'utilisation maximale permettant de diminuer la force magnétique exercée de la membrane 30'' vers la paroi 1'' en position fermée jusqu'à être inférieure à la force d'ouverture de la membrane 30 par le biais de la force exercée par la pression d'air de la zone de refroidissement Z_r exercée sur la membrane 30 par l'ouverture 2. Comme dans le premier mode de réalisation, les matériaux des aimants permanent 31, 32 et de la paroi 1'' sont choisis pour qu'à la température prédéterminée, la force magnétique est suffisamment réduite pour être inférieure à celle de la force d'ouverture et pour que à une température inférieure dans la plage de température, d'être suffisante pour déplacer la membrane 30 jusqu'à la position fermée.

[0085] En l'occurrence dans cet exemple, la valve 3'' comprend des moyen de guidage et de fixation 34, 35, de la membrane 30'' similaire à celle du premier exemple du premier mode de réalisation.

[0086] Selon un autre exemple de ce mode de réalisation non représenté, la membrane est articulée comme dans le deuxième exemple du premier mode de réalisation. L'aimant est dans ce cas monté sur la paroi de la membrane.

[0087] Selon un autre exemple, uniquement les portions de la paroi 1'' en vis à vis des aimants sont en matériau ferromagnétique.

[0088] La [Fig.4] représente un premier exemple d'un dispositif de refroidissement magnétothermique R3 selon un premier exemple d'un troisième mode de réalisation différent du premier exemple du premier mode de réalisation en ce que la membrane 30'' de la valve thermomagnétique 3'' comprend en outre au moins un aimant permanent 31'', 32'' fixé sur une paroi de la membrane 30'' comme celle du deuxième mode de réalisation. Autrement dit le troisième mode de réalisation est une combinaison de la paroi 1 du premier mode de réalisation avec la membrane 30'' du deuxième mode de réalisation.

[0089] La valve 3'' comprend donc au moins une paire d'aimants permanent dont chaque aimant permanent de la paire est en vis-à-vis de l'autre aimant de la paire ayant chacun leur pôle magnétique pour s'attirer magnétiquement. En l'occurrence, dans cet exemple représenté, la valve 3'' comprend une première paire comprenant l'aimant permanent 31'' fixé à la paroi de la membrane 30'', par exemple comprenant un pôle nord en vis-à-vis à la paroi 1, et l'aimant 31 monté sur la paroi 1 en ayant son pôle sud du côté du pôle nord de l'aimant 31''. La valve 3'' comprend en outre une deuxième paire comprenant l'aimant permanent 32'' fixé à la paroi de la membrane 30'' comprenant un pôle nord, et l'aimant 32 monté sur la paroi 1 en ayant son pôle sud du côté du pôle nord de l'aimant 32''.

[0090] En outre, dans cet exemple, chaque aimant 31, 32 est fixé dans un logement de la

paroi 1 permettant de ne pas faire saillie lorsque la membrane 30'' est en position fermée. Selon un autre exemple non représenté, chaque aimants 31, 32 de la paroi est en saillie de la surface de la paroi 1 et la membrane 30'' comprend sur sa face interne un creux par aimant permettant de loger chaque aimant 31, 32 en position fermée. Cela permet d'éviter d'adapter la paroi 1.

- [0091] Dans ces premiers exemples des trois modes de réalisation, les éléments de fixation 34, 35 sont des vis vissées à l'intérieure de la paroi 1, 1'', 1''' dont la tête de vis forme une buté en position ouverte de la membrane 30, 30''. En outre les tiges des vis permettent de guider la membrane 30, 30''. Les tiges peuvent traverser une ouverture de la membrane ou une encoche de la membrane 30, 30'' comme dans un deuxième exemple du troisième mode de réalisation décrit dans la suite.
- [0092] Dans ces premiers exemples, il n'a été représenté que deux éléments de fixation 34, 35 et deux aimants ou paires d'aimants mais la valve 3, 3'', 3''' peut en comporter plus comme représenté dans le deuxième exemple du troisième mode de réalisation.
- [0093] La [Fig.5] représente schématiquement une vue tridimensionnelle d'un dispositif de refroidissement D3' en éclatée du deuxième exemple de dispositif de refroidissement magnétothermique selon le troisième mode de réalisation.
- [0094] Les figures 6a et 6b représentent une vue tridimensionnelle d'une coupe du dispositif de refroidissement de la [Fig.5] en position fermée et ouverte respectivement.
- [0095] Ce dispositif de refroidissement magnétothermique R3' de ce deuxième exemple est différent du premier exemple du troisième mode de réalisation, en ce que la valve 3''' comprend une troisième paire d'aimant 33, 33'' et en ce que la membrane 30''' comprend un troisième élément de fixation 36 et une encoche par élément de fixation chacune par une tige d'un élément de fixation correspondant pour guider la membrane 30''' de la position ouverte à la position fermée. La membrane 30''' comprend donc des dents formant entre elle les encoches.
- [0096] En outre selon une particularité de cet exemple, les trois éléments de fixation 34, 35, 36 sont angulairement répartis les uns par rapport aux autres sur la membrane 30''' selon un angle de 120°.
- [0097] En outre selon une particularité de cet exemple, les trois paires d'aimants 31, 31'', 32, 32'', 33, 33'' sont angulairement répartis les uns par rapport aux autres selon un angle de 120°.
- [0098] En particulier, les trois aimants 31'' 32'', 33'' fixés à la paroi de la membrane 30''' sont situés chacun angulairement entre deux éléments de fixation 34, 35, 36. En particulier chacun de ces aimant 31'', 32'', 33'', est sur une dent de la membrane 30'''.
- [0099] En particulier, les trois aimants 31'' 32'', 33'' fixés à la paroi de la membrane 30''' sont fixée sur la face externe de la membrane 30''' opposée à une face interne en vis-à-vis de la paroi 1'''. La paroi 1''' est en ferromagnétique ainsi que la paroi de la

membrane 30''' permettant d'augmenter la force magnétique mais aussi la réduisant quand l'une d'elle atteint la température prédéterminée.

[0100] Dans les différents exemples et mode de réalisation décrit, la membrane 30, 30', 30'', 30''' est plane en forme de plaque mais pourrait avoir une autre forme.

[0101] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

Revendications

[Revendication 1] Dispositif de refroidissement magnétothermique (R, R', R2, R3, R3') comprenant :

- une paroi (1, 1', 1'', 1''') d'une turbomachine délimitant d'un côté une zone de refroidissement (Zr) et de l'autre côté une zone à température élevée (Zc) ayant une température supérieure à la température de la zone de refroidissement pendant le fonctionnement de la turbomachine, la pression dans la zone d'air de refroidissement étant supérieure à la pression de la zone à température élevée (Zc), la paroi étant une paroi radiale d'une couronne fixée à un pied d'aube fixe du distributeur, située en vis-à-vis d'un disque d'une roue mobile, la zone de refroidissement étant située dans la couronne et la zone de température élevée étant située entre le disque et la paroi permettant dans la position ouverte de la membrane une fuite entre l'aval de distributeur et l'amont d'une plateforme du disque,
- une ouverture (2) d'apport d'air de refroidissement traversant la paroi (1, 1', 1'', 1''') entre la zone d'apport d'air de refroidissement et la zone à température élevée (Zc),
- caractérisé en ce qu'il comprend une valve thermomagnétique (3, 3', 3'', 3''', 3''''') montée sur la paroi (1, 1', 1'', 1'''), comprenant :
 - une membrane (30, 30', 30'', 30''') comprenant au moins une partie en matériau ferromagnétique, mobile entre une position fermée obturant au moins partiellement l'ouverture (2) d'apport d'air de refroidissement et une position ouverte permettant à l'air de refroidissement de passer de la zone de refroidissement (Zr) à la zone de température élevée (Zc),
 - au moins un aimant permanent (31, 32, 33, 31'', 32'', 33'', 31') qui produit une force magnétique de la membrane (30, 30', 30'', 30''') vers la paroi (1, 1', 1'', 1''') dans la position fermée, dans lequel au-delà d'une température prédéterminée de l'aimant et/ou de la membrane l'aimant permanent entraîne une perte d'aimantation réversible diminuant la force ma-

gnétique de la membrane vers la paroi dans la position fermée en dessous d'une force d'ouverture pour passer la membrane (30, 30', 30'', 30''') de la position fermée vers la position ouverte,

- la valve (3''''') comprend au moins deux éléments de fixation solidaire de la paroi (1'''''), comprenant chacune une butée de la membrane (30''''') en position ouverte et la membrane (30''''') comprend au moins deux encoches traversées chacune par une tige d'un élément de fixation correspondant pour guider la membrane (30''''') de la position ouverte à la position fermée.

[Revendication 2] Dispositif de refroidissement magnétothermique (R, R', R2, R3, R3') selon la revendication précédente, dans lequel la force exercée sur la membrane (30, 30', 30'', 30''') comprend une force de pression d'air de refroidissement formé par une différence de pression de l'air par rapport à la pression de l'air dans la zone de température élevée (Zc).

[Revendication 3] Dispositif de refroidissement magnétothermique (R3, R3') selon la revendication 1 ou 2 dans lequel :

- la membrane (30'', 30''') comprend le premier aimant (31'', 32'', 33'') et en ce que la paroi (1'', 1''') est ferromagnétique,
- la valve magnétothermique (3'', 3''', 3''') comprend un deuxième aimant (31, 32, 33) fixée dans un logement de la paroi (1'', 1'''), dans lequel à l'état fermé les aimants (31, 32, 33, 31'', 32'', 33'') sont en vis à vis pour produire la force magnétique entre elles vers la position fermée.

[Revendication 4] Dispositif de refroidissement magnétothermique (R, R', R2, R3, R3') selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'au moins un aimant (31, 32, 33, 31', 31'', 32'', 33'') produit la force magnétique avec une plaque en matériau ferromagnétique, la plaque ferromagnétique pouvant être la paroi (1'', 1''') ou la membrane (30, 30', 30''') et l'aimant (31, 32, 33, 31', 31'', 32'') étant fixé respectivement à la membrane (30'') ou la paroi (1, 1', 1''').

[Revendication 5] Dispositif de refroidissement magnétothermique (D3') selon la reven-

dication 3 ou 4, dans lequel la membrane (30''') comprend :

- une face interne en vis-à-vis de l'ouverture (2) et d'une première face de la paroi (1'''), et
- une face externe du côté de la zone à température élevée (Zc), sur laquelle l'aimant (31'', 32'', 33'',) est fixé.

[Revendication 6] Dispositif de refroidissement magnétothermique (R3') selon l'une des revendications précédentes, comprenant un troisième élément de fixation (36) traversant une troisième encoche de la membrane (30'''), chacun des trois éléments de fixation étant angulairement répartis sur la membrane (30''') selon un angle de 120°.

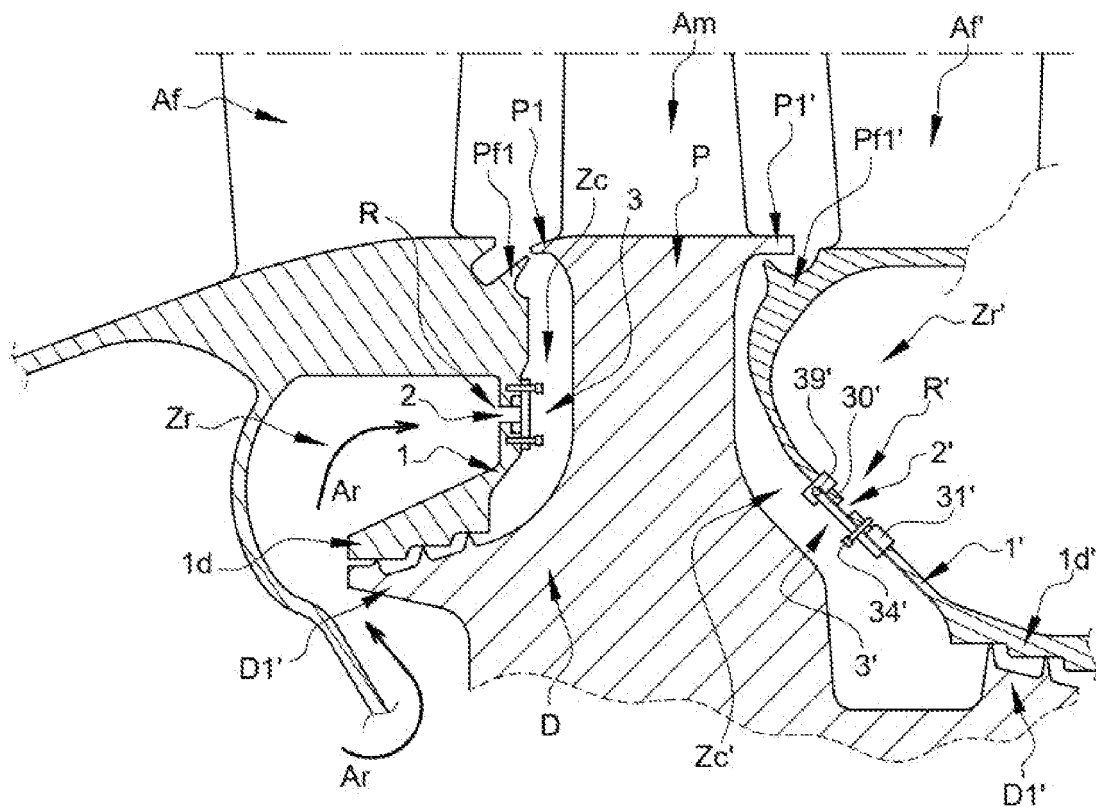
[Revendication 7] Turbomachine comprenant :

- une roue mobile selon un axe de rotation et
- un dispositif de refroidissement magnétothermique (R, R2, R3, R3') selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la paroi (1, 1'', 1''') s'étend radialement par rapport à l'axe de rotation.

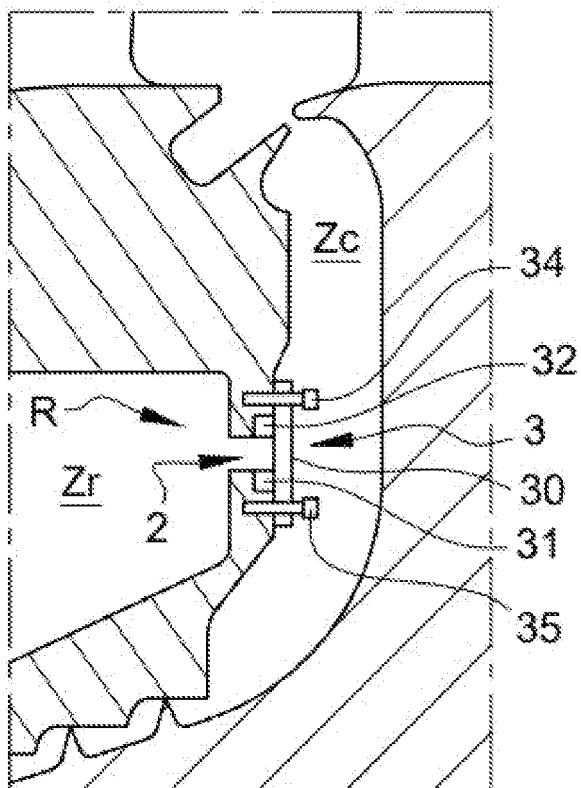
[Revendication 8] Turbomachine selon la revendication précédente, dans lequel la paroi (1, 1'', 1''') est une paroi radiale d'une couronne d'une turbomachine fixée à un pied d'aube fixe d'un distributeur de la turbomachine, située en vis-à-vis d'un disque de la roue mobile, la zone de refroidissement étant située dans la couronne et la zone de température élevée (Zc) étant située entre le disque et la paroi (11, 1'', 1''') permettant dans la position ouverte de la membrane (30) une fuite entre l'aval de distributeur et l'amont d'une plateforme du disque.

[Revendication 9] Turbomachine selon la revendication 7 ou 8, dans lequel l'ouverture (2) permet une fuite d'air de refroidissement de sécurité entre l'aval d'un distributeur de la turbomachine et l'amont d'une plateforme d'une aube mobile associée au disque de la roue mobile du premier rotor d'une turbine de la turbomachine.

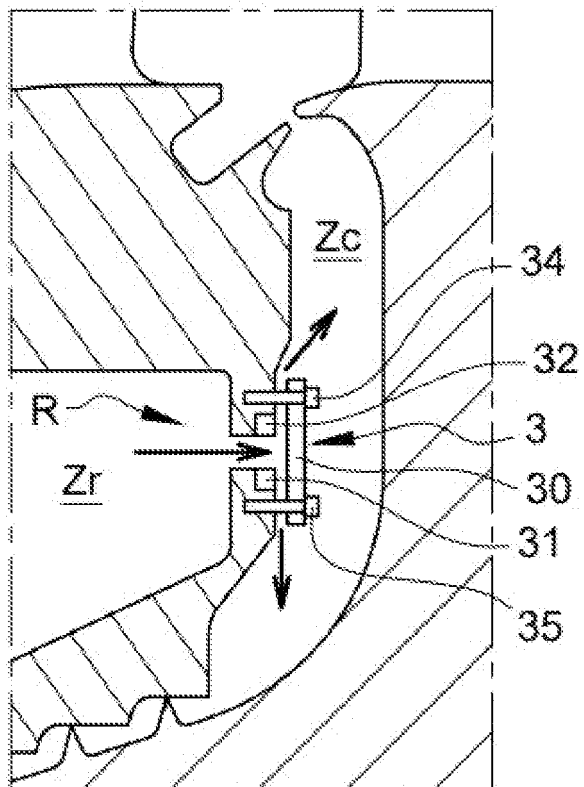
[Fig. 1]



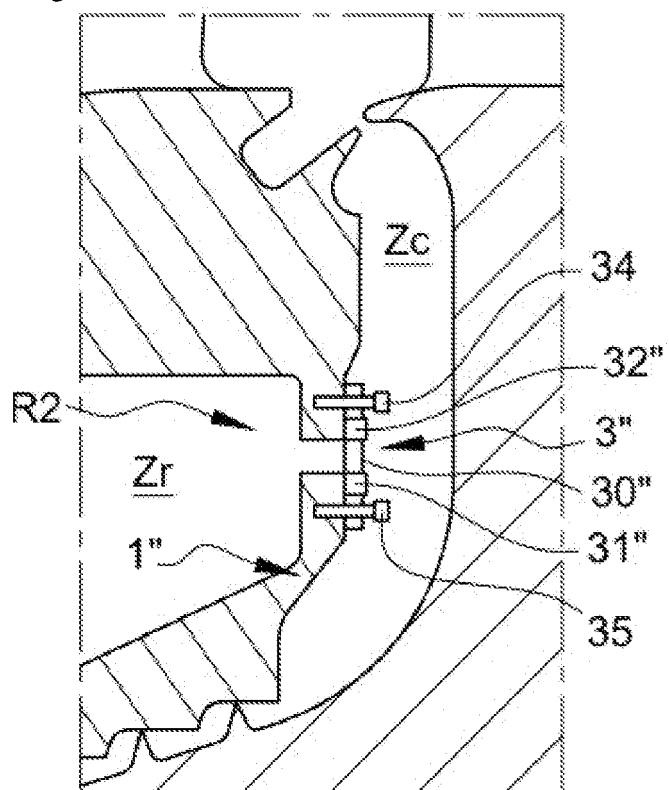
[Fig. 2a]



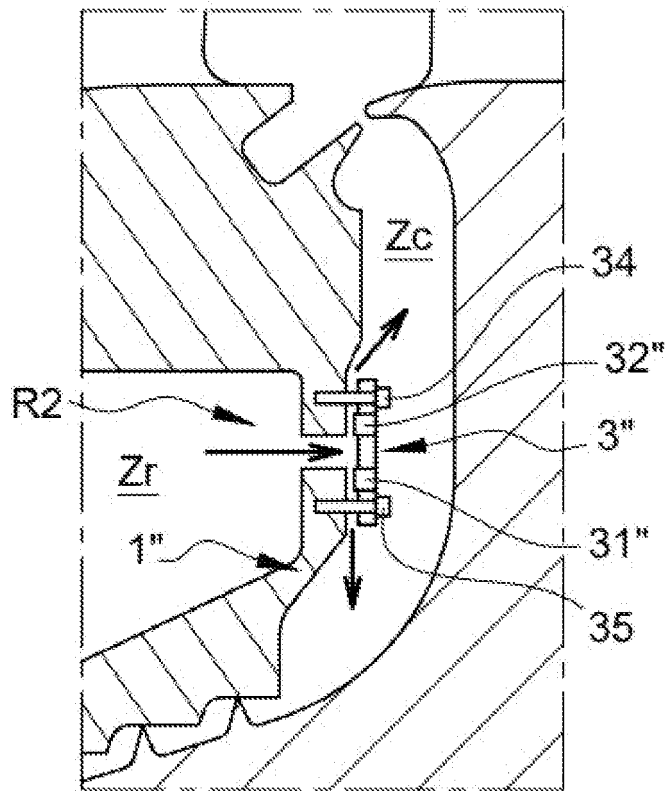
[Fig. 2b]



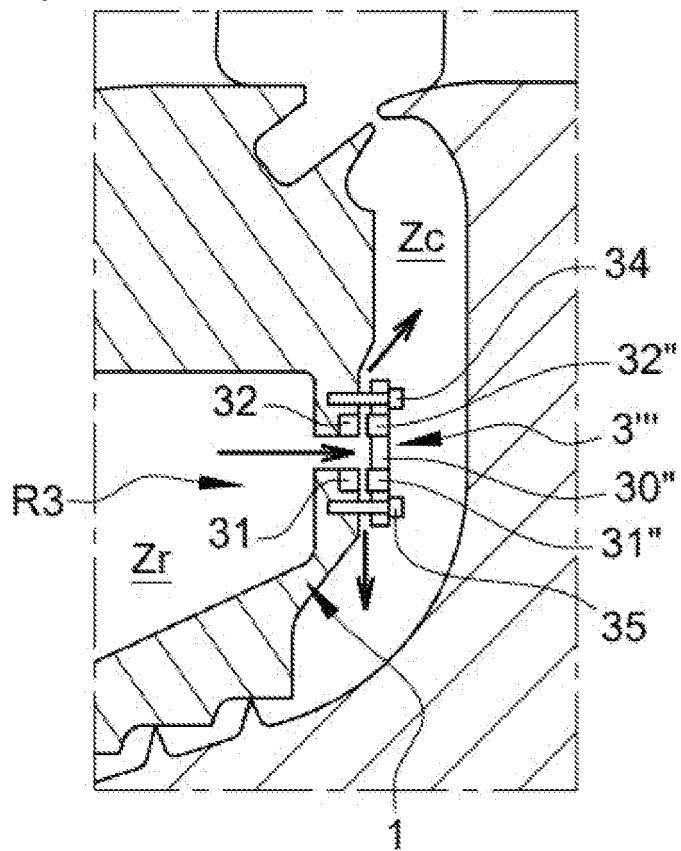
[Fig. 3a]



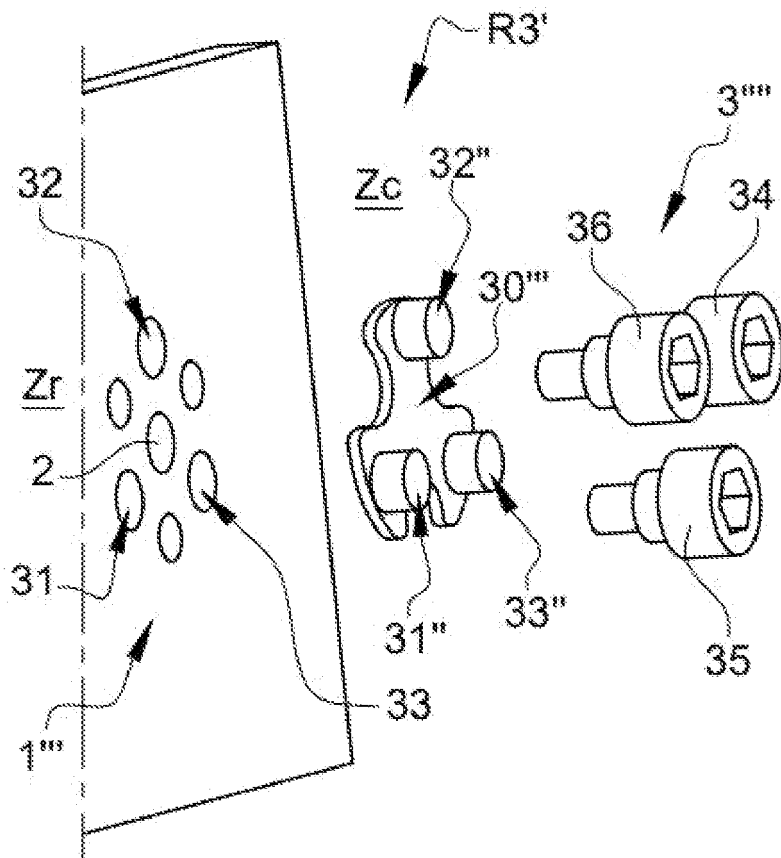
[Fig. 3b]



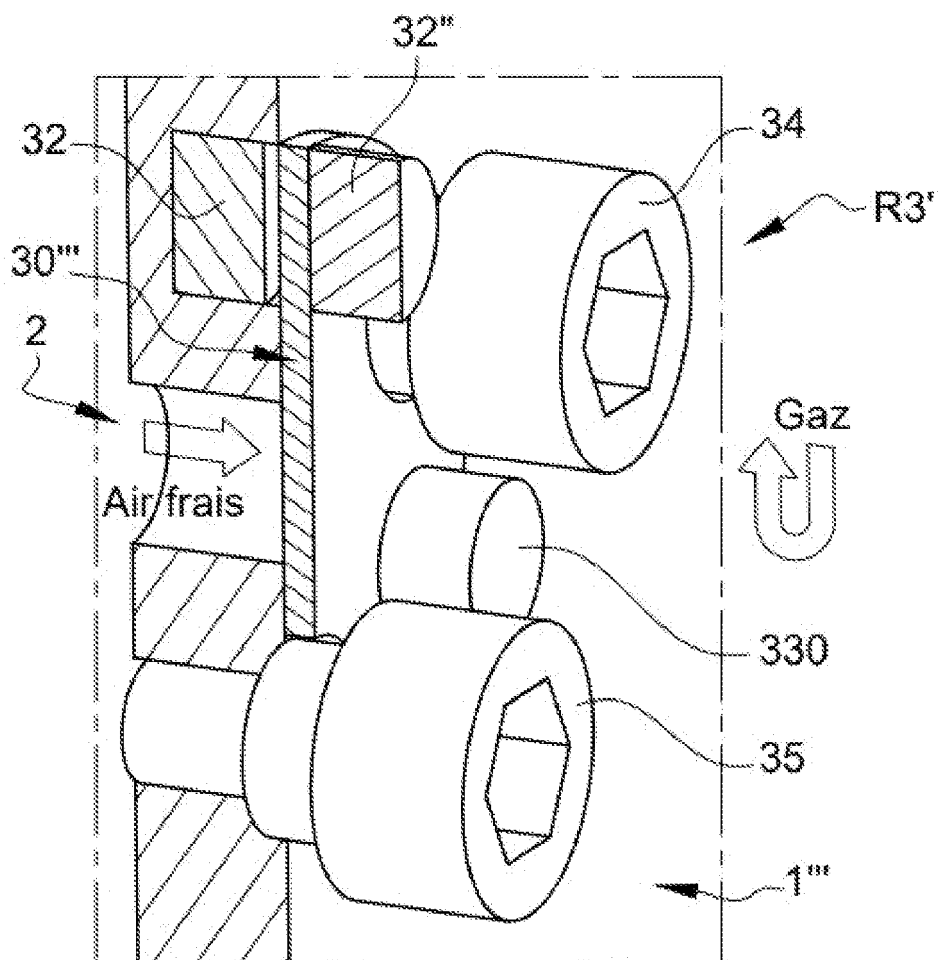
[Fig. 4]



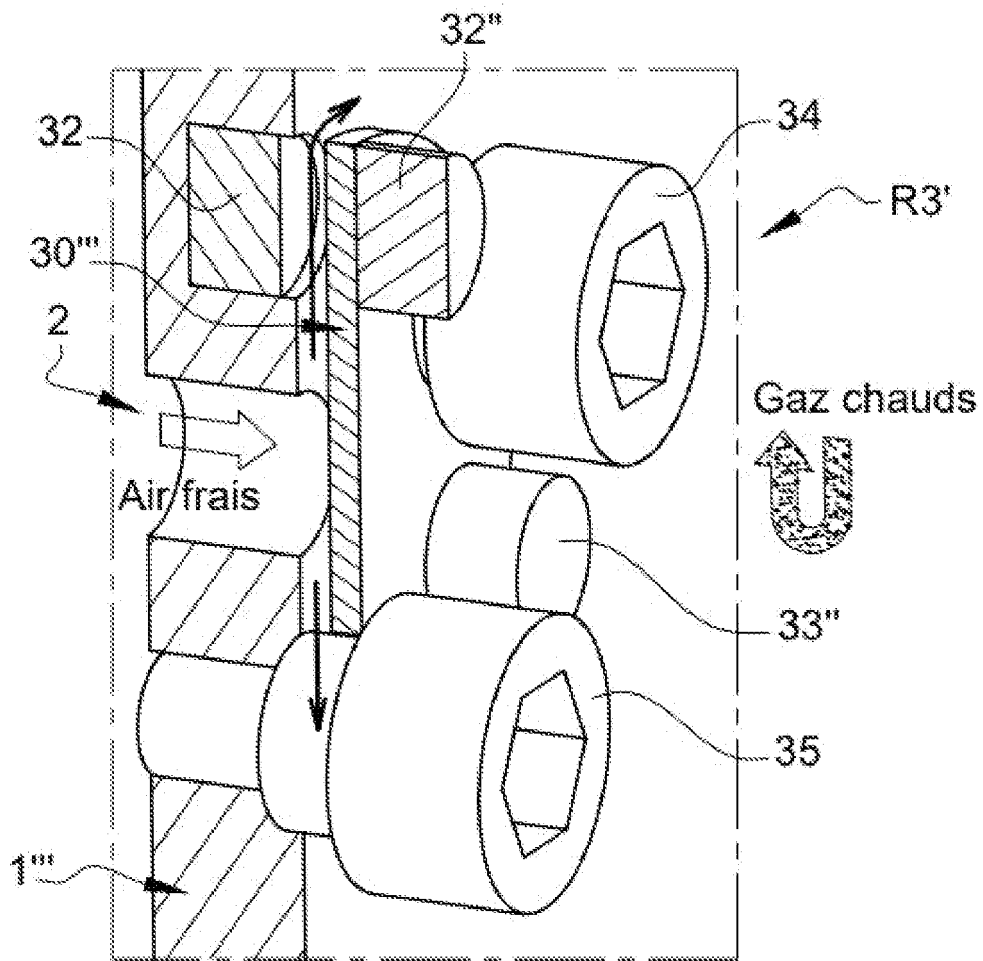
[Fig. 5]



[Fig. 6a]



[Fig. 6b]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2006/042260 A1 (WEBSTER JOHN R [GB] ET
AL) 2 mars 2006 (2006-03-02)

FR 3 108 656 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
[FR]) 1 octobre 2021 (2021-10-01)

EP 3 382 210 B1 (SAFRAN AERO BOOSTERS SA
[BE]) 1 avril 2020 (2020-04-01)

WO 2019/197144 A1 (SAFRAN AERO BOOSTERS SA
[BE]) 17 octobre 2019 (2019-10-17)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT