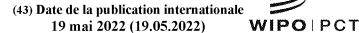
(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle

Bureau international





(10) Numéro de publication internationale WO 2022/101593 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F16F 1/02 (2006.01) F16F 1/34 (2006.01) F16F 1/32 (2006.01) F16F 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2021/052015

(22) Date de dépôt international :

15 novembre 2021 (15.11.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité:

FR2011714 16 novembre 2020 (16.11.2020) FR

- (71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR]; Bât le Ponant 25 rue Leblanc, 75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs: PLANQUE, Michel; CEA GRENOBLE, 17, rue des Martyrs, 38054 GRENOBLE CEDEX 09 (FR). ROUX, Guilhem; CEA GRENOBLE, 17 rue des Martyrs, 38054 GRENOBLE CEDEX 09 (FR).
- (74) Mandataire: AHNER, Philippe; BREVALEX, 95, rue d'Amsterdam, 75378 PARIS CEDEX 8 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

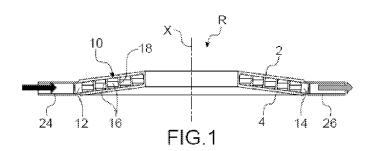
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))



(54) Titre: RONDELLE RESSORT OFFRANT UNE TENUE EN TEMPERATURE AMELIOREE



- (57) Abstract: Spring washer comprising a body into which is integrated a fluidic circuit intended for the circulation of a heat-transfer fluid, said washer being produced by additive manufacturing.
- (57) Abrégé: Rondelle ressort comportant un corps intégrant un circuit fluidique destiné à la circulation d'un fluide caloporteur, ladite rondelle étant fabriqué par fabrication additive.



Description

Titre: RONDELLE RESSORT OFFRANT UNE TENUE EN TEMPERATURE AMELIOREE

DOMAINE TECHNIQUE ET ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

La présente invention se rapporte à une rondelle ressort ou rondelle Belleville offrant une tenue en température améliorée.

Une rondelle ressort ou rondelle élastique également désignée rondelle Belleville du nom de son inventeur est une rondelle qui assure une fonction de ressort par déformation élastique.

Ce type de rondelle ressort est fréquemment utilisée lorsque l'on souhaite une faible flexibilité sous forte charge, en opposition avec un ressort classique à spirales qui lui offrira une forte flexibilité.

Outre leur faible coût, ces rondelles ont l'avantage de pouvoir être associées de diverses manières, ce qui permet non seulement d'obtenir la raideur souhaitée pour l'ensemble, mais encore de créer des systèmes à raideur variable. En effet, contrairement aux ressorts, les rondelles élastiques peuvent être agencées entre elles pour augmenter la rigidité en les montant en série, ou pour augmenter le débattement en les montant en parallèles, voire en montant certaines rondelles en parallèle et certaines en série.

Cependant, lorsque les rondelles ressorts sont utilisées à haute température, elles perdent leur rigidité avec le temps dû au fluage du matériau. En effet, malgré la mise en œuvre d'un refroidissement actif de la rondelle, il est possible en fonction des cas que celle-ci monte en température ou baisse en température et que l'assemblage obtenu par la ou les rondelles ressorts se détériore au cours du temps.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

5

10

15

20

25

C'est par conséquent un but de la présente invention d'offrir une rondelle ressort présentant une tenue en température améliorée.

L'objectif énoncé ci-dessus est atteint par une rondelle ressort intégrant au moins un canal configuré pour la circulation d'un fluide caloporteur permettant un contrôle

thermique de la rondelle. La réalisation de ce canal peut être rendue possible en utilisant un procédé de fabrication additive.

La rondelle ressort comporte un corps intégrant un circuit fluidique destiné à la circulation d'un fluide caloporteur. La rondelle comporte deux faces annulaires, reliées par des faces latérales intérieure et extérieure respectivement. Ledit circuit fluidique est ménagé entre les dites deux faces annulaires.

5

10

15

20

25

30

Les deux faces annulaires peuvent être de forme tronconique. Avantageusement, la fabrication additive permet de fabriquer les rondelles dans des nuances de matériaux résistantes au fluage à haute température, par exemple de l'ordre de 700°C. Alors que ces nuances ne sont pas disponibles pour une fabrication classique des rondelles ressort par étampage ou les matériaux disponibles sont très peu nombreux. Par exemple la société Schnorr propose un seul alliage nickel-colbalt désigné Nimonic 90® (NiCr20Co80Ti) dont la température de travail est comprise entre -200°C et +700°C.

En d'autres termes, la rondelle ressort intègre son circuit d'échange thermique pour extraire ou apporter de la chaleur à la rondelle.

L'un des objets de la présente demande est une rondelle ressort comportant un corps intégrant un circuit fluidique destiné à la circulation d'un fluide caloporteur. Ladite rondelle ressort peut être fabriquée par fabrication additive.

Avantageusement, le circuit fluidique comporte des canaux répartis dans un corps de la rondelle ressort.

Par exemple, le circuit fluidique comporte une pluralité de canaux concentriques connectés en parallèle.

Le circuit fluidique peut comporter au moins un orifice d'alimentation en fluide caloporteur et au moins un orifice d'évacuation en fluide caloporteur, lesdits orifices d'alimentation et d'évacuation étant formés dans un bord latéral extérieur du corps de la rondelle ressort.

Avantageusement, la rondelle ressort comporte un canal d'alimentation connecté à l'orifice d'alimentation et un canal d'évacuation connecté à l'orifice d'évacuation, lesdits conduits étant destinés à être connectés à un système de circulation d'un fluide caloporteur, lesdits conduits étant réalisés d'un seul tenant avec le corps de la rondelle.

Avantageusement, lesdits conduits sont réalisés d'un seul tenant avec le corps de la rondelle par fabrication additive.

Par exemple, la rondelle ressort étant au moins en partie en un superalliage à base de nickel, par exemple en Inconel®718. Avantageusement, la fabrication peut être réalisée par fusion de lit de poudre.

5

10

15

20

25

30

Selon une caractéristique additionnelle, la rondelle ressort comporte des parties réalisées en des matériaux différents et/ou présentant des propriétés mécaniques différentes.

Un autre objet de la présente demande est un système de rondelles ressorts comportant plusieurs rondelles ressorts selon l'invention, les rondelles ressorts étant assemblées de sorte à avoir toutes les conicités orientées dans le même sens et réalisées d'un seul tenant. Avantageusement, la fabrication peut être réalisée par fabrication additive.

Un autre objet de la présente demande est un système de rondelles ressorts comportant plusieurs rondelles ressorts selon l'invention, lesdites rondelles ressorts étant assemblées de sorte que deux rondelles ressorts adjacentes présentent des conicités orientées dans des sens opposés et réalisées d'un seul tenant. Avantageusement, la fabrication peut être réalisée par fabrication additive.

Un autre objet de la présente demande est un système de rondelles ressorts comportant plusieurs rondelles ressorts selon l'invention, les rondelles ressorts étant assemblées de sorte qu'au moins deux rondelles ressorts adjacentes aient des conicités orientées dans le même sens, et de sorte qu'au moins deux rondelles adjacentes aient des conicités orientées dans des sens opposés et réalisées d'un seul tenant. Avantageusement, la fabrication peut être réalisée par fabrication additive.

Par exemple, les circuits fluidiques des rondelles ressorts sont connectés entre eux et dans lequel le système comporte un conduit d'alimentation connecté à tous les circuits fluidiques et un conduit d'évacuation connecté à tous les circuits fluidiques.

La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'une rondelle ressort ou d'un système de rondelles ressorts comme décrit auparavant. Ledit procédé de fabrication est réalisé par une fabrication additive.

Avantageusement, ladite fabrication additive est faite en Inconel®718 par fusion de lit de poudre

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise sur la base de la description qui va suivre et des dessins en annexe sur lesquels:

- 5 [Fig. 1] est une vue en coupe longitudinale d'un exemple de rondelle ressort.
 - [Fig. 2] est une représentation schématique d'une vue de dessus de la rondelle ressort de la figure 1 en transparence montrant la circulation du fluide caloporteur.
 - [Fig. 3] est une vue en perspective de la vue de coupe de la figure 1.
 - [Fig. 4A] est une vue en perspective d'un autre exemple de rondelle ressort.
- [Fig. 4B] est une vue de dessus de la rondelle ressort de la figure 4A, la paroi supérieure étant supprimée.
 - [Fig. 5] est une représentation graphique de la charge en N de la rondelle en fonction de l'écrasement en mm pour une rondelle de l'état de la technique et une rondelle selon l'invention.
- 15 [Fig. 6A] est une vue en perspective d'un exemple de système de rondelles ressorts disposées en série.
 - [Fig. 6B] est une vue en coupe du système de la figure 6A.
 - [Fig. 6C] est une vue en coupe de la figure 6A selon deux plans sécants au niveau de l'axe de la rondelle.
- [Fig. 7A] est une vue en perspective d'un exemple de système de rondelles ressorts disposées en parallèle.
 - [Fig. 7B] est une vue en coupe du système de la figure 7A.
 - [Fig. 7C] est une vue en coupe de la figure 7A selon deux plans sécants au niveau de l'axe de la rondelle.

25 **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Sur les figures 1 à 3, on peut voir représenté un exemple de rondelle ressort selon l'invention.

La rondelle ressort R peut présenter une forme générale tronconique d'axe longitudinal X. Dans ce cas, la rondelle R comporte deux faces annulaires tronconiques 2, 4 reliées par des faces latérales 6, 8 intérieure et extérieure respectivement.

Il est également possible que la rondelle ressort présente une forme générale qui n'est pas tronconique. Par exemple, la forme générale de la rondelle peut être en demi-cercle ou plate. Dans ce cas, les deux faces annulaires peuvent par exemple avoir une forme en demi-cercle ou plate. Les deux faces annulaires sont également reliées par des faces latérales intérieure et extérieure.

5

10

20

25

30

De façon générale, un corps de la rondelle est formé par l'ensemble des faces annulaires et latérales. Les figures 1 et 2 montrent le corps de la rondelle formé par les faces annulaires tronconiques (2, 4) et les faces latérales (6, 8).

La rondelle comporte un circuit fluidique 10 ménagé entre ses deux faces annulaires 2, 4 pour la circulation d'un fluide caloporteur, au moins un orifice d'alimentation 12 dudit circuit et au moins un orifice d'évacuation 14 dudit circuit.

Avantageusement les orifices d'alimentation et d'évacuation sont ménagés dans la face latérale extérieure 6, dans au moins une partie qui reste accessible même après assemblage la rondelle dans le système dans lequel elle est utilisée.

Le circuit fluidique 10 est configuré pour permettre une circulation du fluide relativement uniforme dans toute la rondelle et assurer ainsi une extraction ou un apport de chaleur relativement uniforme.

Le circuit fluidique 10 comporte au moins un canal fluidique 16.

Dans l'exemple représenté, le circuit fluidique 10 comporte cinq cavités ou canaux 16 de forme circulaire et concentriques. Les canaux sont centrés sur l'axe X.

Dans cet exemple et de manière avantageuse, les canaux sont connectés en parallèle à l'orifice d'alimentation et à l'orifice de sortie. Ainsi un seul orifice d'alimentation et un seul orifice de sorti sont mis en œuvre.

Deux canaux adjacents sont séparés par une paroi circulaire 18 et deux canaux adjacents sont connectés entre eux par des passages formés à travers la paroi 18.

Dans l'exemple représenté, les canaux sont connectés en parallèle à l'orifice d'alimentation 12 par des passages 20 alignés radialement avec l'orifice d'alimentation et

sont connectés en parallèle à l'orifice d'évacuation 14 par des passages 22 alignés radialement avec l'orifice d'évacuation 14. La circulation du fluide dans la rondelle ressort est symbolisée par les flèches F.

L'alimentation et l'évacuation en parallèle des canaux offrent l'avantage d'assurer une extraction homogène de la chaleur dans tout le corps de la rondelle.

5

10

15

20

25

30

Dans l'exemple représenté, la rondelle comporte des conduits 24, 26 respectivement reliés à l'orifice d'alimentation et à l'orifice d'évacuation permettant une connexion à un système de circulation du fluide caloporteur. Avantageusement les conduits sont réalisés d'un seul tenant avec le corps de la rondelle ressort.

Le système de circulation est par exemple un circuit fermé comportant par exemple un réservoir de fluide caloporteur, une pompe de circulation et avantageusement un échangeur thermique pour refroidir le fluide caloporteur en sortie de la rondelle dans une application à haute température, ou des moyens pour réchauffer le fluide caloporteur dans une application à basse température.

En variante, le circuit fluidique comporte un canal circulaire radialement à l'intérieur de la rondelle et un canal circulaire radialement à l'extérieur de la rondelle et des canaux radiaux. Le circuit est configuré pour alimenter le canal circulaire radialement à l'intérieur en caloporteur qui va s'écouler dans les canaux radiaux vers le canal circulaire radialement à l'extérieur qui est connecté à l'orifice d'évacuation.

Sur les figures 4A à 4C, on peut voir un autre exemple de rondelle ressort R' comportant un circuit fluidique dans lequel des portions de canaux 28 sont orientées radialement et sont connectées entre elles de sorte à faire circuler le fluide alternativement vers l'extérieur et vers l'extérieur de la rondelle dans la direction radiale. Les portions de canaux 28 sont connectées par des portions de canaux en forme d'arc de cercle 30 situées sur la périphérie radialement extérieure et bordant celle-ci, et des portions de canaux en forme d'arc de cercle 32 situées sur la périphérie radialement intérieur et bordant celle-ci. Les flèches F' symbolisent l'écoulement du fluide. La rondelle comporte des conduits 34, 36 respectivement reliés à l'orifice d'alimentation et à l'orifice d'évacuation permettant une connexion à un système de circulation du fluide caloporteur. Dans cet exemple, les portions de canaux 28 et 30 sont connectées entre elles de sorte que le

circuit fluidique comporte deux canaux distincts connectés en parallèle au canal d'alimentation 34 et au conduit d'évacuation 36.

En variante, les portions de canaux 28 et 30 sont connectées entre elles de sorte que le circuit fluidique forme un seul canal connecté au conduit d'alimentation par une extrémité et au conduit d'évacuation par l'autre extrémité.

5

10

15

20

25

30

Le fluide caloporteur peut être un gaz ou un liquide qui par ses propriétés physiques permet de transporter de la chaleur d'un point à un autre.

Le fluide caloporteur gazeux peut être choisi par exemple parmi l'azote, l'hélium, l'air, le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau surchauffée. Les fluides halogénés, par exemple le Perfluorocarbure (PFC) et le hydrofluoroéther (HFE), peuvent être utilisés dans des applications requérant leur rigidité diélectrique et leur volatilité.

Le fluide caloporteur liquide peut être choisi parmi les fluides organiques sous forme d'huile minérale ou synthétique pour des températures de fonctionnement inférieures à 350 °C. Pour des applications à plus hautes températures, des fluides caloporteurs de type sels fondus voire métaux liquides peuvent être utilisés.

A titre d'exemple uniquement, la rondelle a un diamètre extérieur de 125 mm, un diamètre intérieur de 51 mm, une épaisseur de 6 mm, une hauteur libre h de 9,4 mm. L'épaisseur e des parois des canaux est égale à 1 mm. L'épaisseur de paroi entre les canaux peut être différente de l'épaisseur des parois des faces 2, 4.

La rondelle ressort à circuit de refroidissement intégré est fabriqué par fabrication additive ce qui permet de réaliser des canaux dans un volume réduit.

La rondelle peut être réalisée par exemple par un procédé par fusion de lit de poudre ou PBF (Powder Bed Fusion en terminologie anglo-saxonne) ou par un procédé de dépôt de matière sous énergie concentrée ou DED (Directed Energy Deposition en terminologie anglo-saxonne). Les procédés PBF consistent à fondre, par exemple au moyen d'un faisceau laser, certaines régions d'un lit de poudre, on parle alors de LBM (Laser Beam Melting en terminologie anglo-saxonne) pour fusion par faisceau laser. Cette méthode offre une meilleure résolution, elle permet de réalises des parois de faibles épaisseurs, de l'ordre de 0,2 mm à 2 mm. Les procédés de fusion de lit de poudre offrent une grande liberté géométrique et une grande flexibilité en production. La méthode LBM est plus

adaptée aux matériaux à base fer, nickel et aluminium, et la méthode par fusion par faisceau d'électrons ou EBM (Electron Beam Melting en terminologie anglo-saxonne) est plus adaptée aux matériaux à base titane.

5

10

15

20

25

Par exemple, la méthode LBM peut se dérouler comme suit. L'alliage utilisé pour former le lit de poudre se présente sous forme de poudre d'une granulométrie inférieure à 50 μm. Il est étalé par un racleur en lit d'une épaisseur variable entre 30 μm et 50 μm. On utilise par exemple un laser YAG à fibre optique, d'une puissance de 400 à 1 000 W. le faisceau produit par ce laser est orienté par des miroirs pour balayer sélectivement le lit de manière à fusionner les grains dans les zones définies en amont dans un fichier numérique. Le point de fusion dépend de l'alliage métallique utilisé mais au point de focalisation du faisceau laser, la température peut atteindre 2 000 °C, faisant fondre la couche de poudre supérieure mais aussi une ou plusieurs des couches inférieures, créant ainsi localement un bain liquide. La solidification des couches successives formera la pièce. L'ensemble de la production se déroule dans une chambre contrôlée sous atmosphère par exemple d'azote ou d'argon afin d'éviter l'oxydation voire l'inflammation des métaux. De préférence des éléments formant supports sont prévus et fabriqués en même temps que la pièce afin d'assurer son maintien dans le lit et éviter tout risque d'effondrement de celle-ci qui déformerait la géométrie finale de la pièce. Ces supports forment avantageusement le rôle de dissipateurs thermiques, assurant une répartition plus largement dans la pièce la chaleur concentrée autour du point de focalisation.

Dans un autre exemple, on utilise un faisceau d'électrons de haute énergie pour faire fondre et fusionner une poudre métallique. Cette méthode est désignée EBM (Electron Beam Melting en terminologie anglo-saxonne) pour fusion par faisceau électronique. Le procédé se déroule sous vide. Ce procédé offre néanmoins une résolution moins bonne que le procédé LBM.

Les procédés DED consistent à déposer un matériau fondu, par exemple au moyen d'un faisceau laser, d'une résistance électrique, un faisceau d'électrons, un faisceau de lumière UV, le matériau étant amené sous forme solide par exemple sous la forme d'un fil ou de poudre.

Avantageusement les conduits sont réalisés simultanément au corps de la rondelle ressort par fabrication additive.

La fabrication de rondelles ressorts par fabrication additive présente également l'avantage de pouvoir fabriquer des rondelles ressorts dans des matériaux qui ne sont généralement pas utilisés pour fabriquer des rondelles ressorts de l'état de la technique, car ils ne sont pas adaptés au procédé de fabrication conventionnels des rondelles ressorts. Des rondelles ressorts présentant des tenues au fluage sensiblement améliorées indépendamment du circuit de caloporteur peuvent être fabriquées.

5

10

15

20

25

Un exemple de réalisation de la rondelle par fabrication additive se déroule comme suit : Les dimensions de la rondelle et la forme et les dimensions des canaux du circuit fluidique sont déterminées en fonction de l'application de la rondelle (température, charge...). Un modèle sous forme de fichier numérique est réalisé. Le fichier est chargé dans microordinateur d'une machine mettant en œuvre un procédé comme l'extrusion ou la solidification de poudre métallique, polymère et fil polymère, permettant de créer, étape par étape, la rondelle ressort. La machine imprime séquentiellement chaque couche, l'une au-dessus de l'autre, construisant ainsi un la rondelle ressort réel à l'intérieur de la chambre de construction de la machine. Une fois que la machine a terminé la dernière couche, un cycle de séchage court commence. Puis la rondelle ressort réelle peut être retirée, et potentiellement subir un traitement de finition si nécessaire, tel qu'un ponçage, une cuisson pour la dureté, etc.).

A titre d'exemple, la rondelle ressort peut-être réalisée en un superalliage à base de nickel, par exemple en Inconel®718 par le procédé LBM, i.e. par le procédé par fusion de lit de poudre utilisant le laser pour fondre le matériau, ce qui lui confère un très bonne tenue au fluage à haute température, de l'ordre de 700°C à l'air.

Pour une tenue au fluage à haute température, la rondelle ressort peut également être réalisée en alliage du titane par exemple en TA6V, en acier inoxydable, par exemple 310s acier inoxydable austénitique.

De manière similaire, il est possible de fabriquer des rondelles ressorts présentant une très bonne tenue mécanique à basse température, qui peuvent atteindre -200°C. Par

exemple, la rondelle ressort peut être réalisée en S460 carbone-manganèse, A420F.M acier au carbone présentant une fragilité réduite à basse température.

La figure 5 représente la courbes de charge C1 d'une rondelle de l'état de la technique et la courbe de charge C2 d'une rondelle selon l'invention (effort E en N en fonction de l'écrasement EC en mm) pour une rondelle en IN718 ayant les dimensions données cidessus. Les rondelles ressorts C1 et C2 ont les mêmes dimensions extérieures.

On constate que la rondelle ressort selon l'invention présente une rigidité égale à environ 60% d'une rondelle ressort de l'état de la technique.

En augmentant l'épaisseur e des parois de la rondelle, on augmente sa rigidité.

5

10

15

20

25

30

De plus, grâce au circuit de caloporteur cette rigidité pourra être conservée à haute température ou à basse température contrairement aux rondelles ressorts de l'état de la technique.

La fabrication additive permet en outre de réaliser des rondelles en plusieurs matériaux, ce qui permet de réaliser une rondelle ressort combinant les avantages des propriétés de ceux-ci. Par exemple, on peut utiliser des matériaux similaires mais ayant des ductilités différentes.

Il peut également être envisagé de faire varier l'épaisseur des parois en fonction des sollicitations mécaniques appliquées à celles-ci. On réalise des parois plus épaisses et donc plus rigides, dans les zones fortement sollicitées, et on réalise des parois avec moins de matière dans les endroits faiblement sollicités pour obtenir une certaine souplesse.

Lorsque l'on souhaite isoler électriquement du système sur lequel est monté la rondelle ressort, on peut avantageusement interposer entre la rondelle ressort et le système, une rondelle céramique formant une interface d'isolation électrique.

Lors de la fabrication par exemple par LBM, le laser fond certaines zones du lit de céramique en poudre, puis c'est un lit de poudre métallique qui est formé sur l'embase ainsi formée pour fabriquer le reste de la rondelle.

Sur les figures 6A à 6C, on peut voir un exemple de réalisation d'un système de rondelles ressorts R1 montées en série et présentant une rigidité augmentée. Dans un assemblage les rondelles ressorts sont superposées et deux rondelles adjacentes sont disposées de sorte à avoir leurs conicités orientées dans des sens opposées. Les rondelles sont

réalisées d'un seul tenant par fabrication additive et les circuits fluidiques des rondelles sont connectés entre eux. Un conduit d'alimentation 38 commun à tous les circuits est prévus à une extrémité longitudinale du système et un conduit d'évacuation 40 commun à tous circuits fluidiques est prévu à l'autre extrémité longitudinale du système. Les conduits 38 et 40 sont diamétralement opposés. En variante les deux conduits 38 et 40 s'étendent du même côté ou dans des plans sécants et/ou sont situés au niveau de la même extrémité longitudinale.

Les flèches F1 symbolisent la circulation du fluide dans le circuit fluidique.

5

10

15

20

25

Ce système présente en outre également l'avantage d'offrir une manipulation simplifiée puisqu'il est d'un seul tenant.

Les rondelles sont réalisées d'un seul tenant par fabrication additive et au moins un circuit fluidique est formé dans le système de rondelles. Ce système présent en outre l'avantage d'offrir une manipulation simplifiée puisqu'il est d'un seul tenant.

Sur les figures 7A à 7C, on peut voir un exemple de réalisation d'un système de rondelles R2 montées en parallèle et présentant un débattement augmenté. Dans un assemblage les rondelles ressorts R sont superposées en ayant leurs conicités orientées dans le même sens.

Des conduits d'alimentation 42 et d'évacuation 44 sont prévus aux extrémités du système. La circulation du fluide entre les rondelles est obtenue par des orifices 46 formés dans les faces annulaires des rondelles assurant une connexion des circuits fluidiques entre eux. Les flèches F2 symbolisent la circulation du fluide dans le circuit fluidique. Le liquide sous pression s'écoule successivement dans les étages de l'entrée vers la sortie.

Comme pour les conduits 38 et 40, la disposition relative des conduits 42 et 44 sur la figure 7A n'est pas limitative.

Dans un autre exemple, le système comporte au moins deux rondelles ressorts montées en parallèle et au moins deux rondelles montées en série.

Les systèmes des figures 6A à 6C et 7A à 7C permettent un stockage d'énergie.

WO 2022/101593 PCT/FR2021/052015

L'utilisation de plusieurs matériaux permettant de combiner les propriétés de ces matériaux est particulièrement intéressante dans les systèmes de rondelles ressorts en série et en parallèle.

La rondelle ressort selon l'invention est particulièrement adaptée à une utilisation dans des environnements à hautes températures, par exemple pour un montage sur un électrolyseur haute température, par exemple dans le domaine spatial, par exemple dans les satellites et moteurs de fusée, dans le domaine de la sidérurgie, dans des fours dans lequel des éléments doivent être mis en pression, dans le domaine de l'aéronautique, par exemple dans les réacteurs d'avions de chasse, ou de lignes.

5

10

REVENDICATIONS

- 1. Rondelle ressort comportant un corps intégrant un circuit fluidique (10) destiné à la circulation d'un fluide caloporteur,
- la rondelle comportant deux faces annulaires (2, 4) reliées par des faces latérales (6, 8) intérieure et extérieure respectivement, ledit circuit fluidique (10) étant ménagé entre lesdites deux faces annulaires (2, 4).

5

10

15

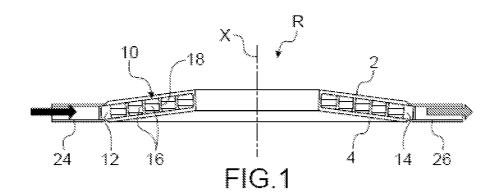
20

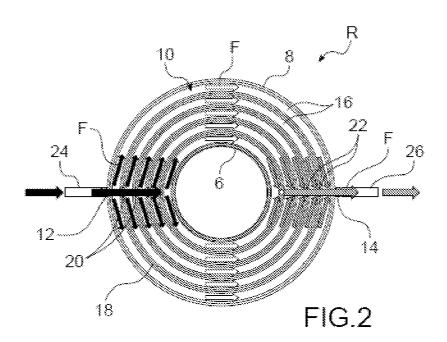
30

- 2. Rondelle ressort selon la revendication 1, dans laquelle les deux faces annulaires (2, 4) sont de forme tronconique.
- 3. Rondelle ressort selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le circuit fluidique comporte des canaux répartis dans un corps de la rondelle ressort.
 - 4. Rondelle ressort selon au moins une des revendications précédentes , dans laquelle le circuit fluidique comporte une pluralité de canaux concentriques connectés en parallèle.
 - 5. Rondelle ressort selon au moins une des revendications précédentes, dans laquelle le circuit fluidique comporte au moins un orifice d'alimentation (12) en fluide caloporteur et au moins un orifice d'évacuation (14) en fluide caloporteur, lesdits orifices d'alimentation (12) et d'évacuation (14) étant formés dans un bord latéral extérieur du corps de la rondelle ressort.
 - 6. Rondelle ressort selon la revendication 5, comportant un canal d'alimentation connecté à l'orifice d'alimentation (12) et un canal d'évacuation connecté à l'orifice d'évacuation (14), lesdits conduits étant destinés à être connectés à un système de circulation d'un fluide caloporteur, lesdits conduits étant réalisés d'un seul tenant avec le corps de la rondelle.
 - 7. Rondelle ressort selon au moins une des revendications précédentes, ladite rondelle ressort étant au moins en partie en un superalliage à base de nickel.
- 8. Rondelle ressort selon au moins une des revendications précédentes, comportant des parties réalisées en des matériaux différents et/ou présentant des propriétés mécaniques différentes.
 - 9. Système de rondelles ressorts comportant plusieurs rondelles ressorts selon au moins une des revendications précédentes, les rondelles étant assemblées de sorte à avoir toutes les conicités orientées dans le même sens et réalisées d'un seul tenant.

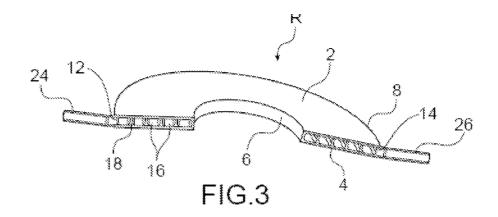
- 10. Système de rondelles ressorts comportant plusieurs rondelles ressorts selon au moins une des revendications 1 à 8, lesdits rondelles étant assemblées de sorte que deux rondelles ressorts adjacentes présentent des conicités orientées dans des sens opposés et réalisées d'un seul tenant.
- 11. Système de rondelles ressorts comportant plusieurs rondelles ressorts selon au moins une des revendications 1 à 8, les rondelles étant assemblées de sorte qu'au moins deux rondelles ressorts adjacentes aient des conicités orientées dans le même sens, et de sorte qu'au moins deux rondelles adjacentes aient des conicités orientées dans des sens opposés et réalisées d'un seul tenant.
- 12. Système de rondelles ressorts selon au moins une des revendications 9 à 11, dans lequel les circuits fluidiques des rondelles ressorts sont connectés entre eux et dans lequel le système comporte un conduit d'alimentation connecté à tous les circuits fluidiques et un conduit d'évacuation connecté à tous les circuits fluidiques.
 - 13. Procédé de fabrication d'une rondelle ressort selon au moins une des revendications 1 à 8 ou d'un système de rondelles ressorts selon au moins une des revendications 9 à 12 dans lequel la fabrication est réalisé par une fabrication additive.
 - 14. Procédé de fabrication selon la revendication 12 dans lequel la fabrication est faite en Inconel®718 par fusion de lit de poudre.

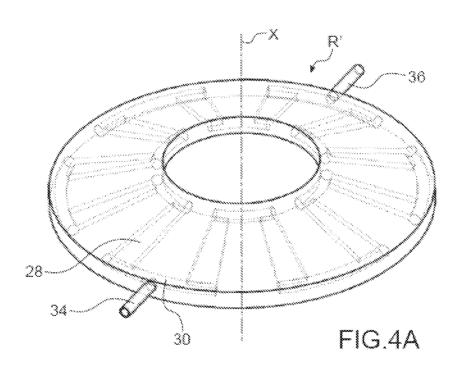
15

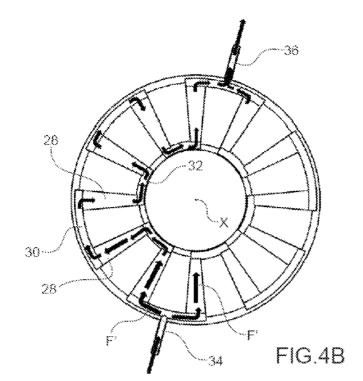


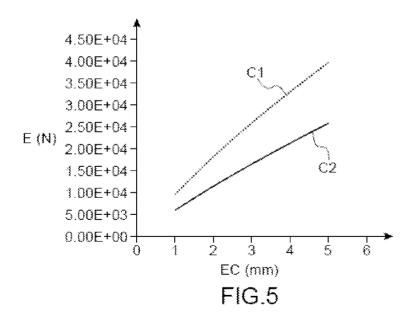


2/6 WO 2022/101593 PCT/FR2021/052015

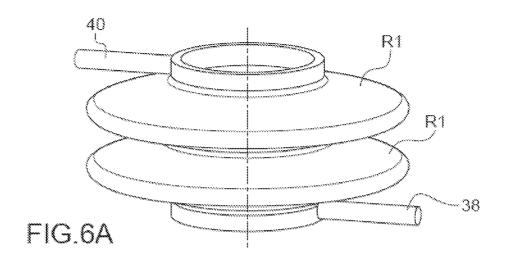


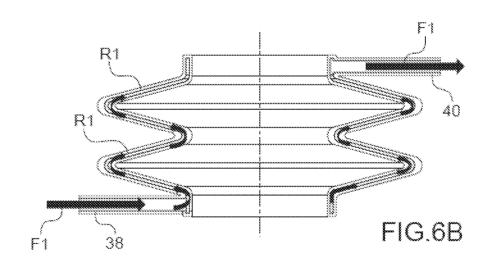




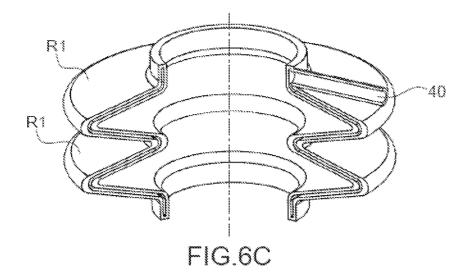


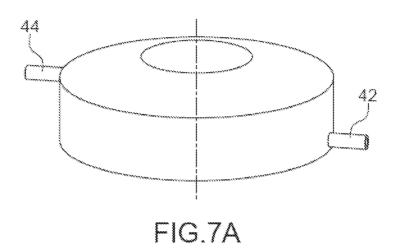
4 / 6 WO 2022/101593 PCT/FR2021/052015





5/6 **WO 2022/101593 PCT/FR2021/052015**





WO 2022/101593 PCT/FR2021/052015

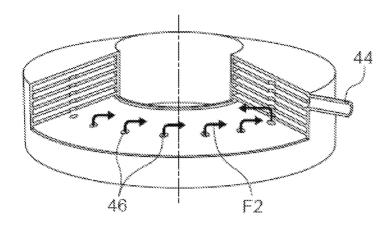
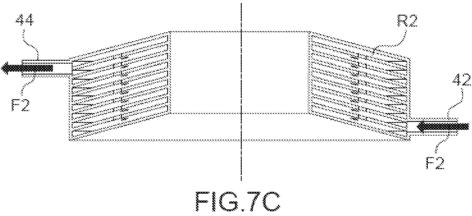


FIG.7B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2021/052015

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F16F 1/02(2006.01)i; F16F 1/32(2006.01)i; F16F 1/34(2006.01)i; F16F 3/02(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC В. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16F Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Category* Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages Relevant to claim No. Α JP S5834247 A (EICKMANN KARL) 28 February 1983 (1983-02-28) 1-14 figures 6, 12, 14 DE 1988473 U (INDUSTRILABORATORIET AB [SE]) 27 June 1968 (1968-06-27) 1-14 Α figure 2 Α US 2019368390 A1 (CORNELL JOHN [US] ET AL) 05 December 2019 (2019-12-05) 1-14 figure 3 DE 2328647 A1 (DAIMLER BENZ AG) 02 January 1975 (1975-01-02) 1-14 Α figure 1 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex. later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered principle or theory underlying the invention to be of particular relevance document of particular relevance; the claimed invention cannot be earlier application or patent but published on or after the international "E' considered novel or cannot be considered to involve an inventive step filing date when the document is taken alone document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other document of particular relevance; the claimed invention cannot be special reason (as specified) considered to involve an inventive step when the document is document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art document published prior to the international filing date but later than document member of the same patent family the priority date claimed Date of the actual completion of the international search Date of mailing of the international search report **21 February 2022** 02 March 2022 Name and mailing address of the ISA/EP Authorized officer **European Patent Office** Rossatto, Cédric p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2021/052015

2 444	ent document in search report	Publication date (day/month/year)	Pat	ent family member	c (s)	Publication date (day/month/year)	
JP	S5834247	Α	28 February 1983	DE	3200665	A 1	09 February 1984
				JP	S5834247	A	28 February 1983
DE	1988473	U	27 June 1968	NONE			
US	2019368390	A1	05 December 2019	CN	110566307	A	13 December 2019
				DE	102019115055	A 1	05 December 2019
				US	2019368390	A1	05 December 2019
DE	2328647	A 1	02 January 1975	NON	Ξ		

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2021/052015

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE F16F1/32 F16F1/34 F16F3/02 INV. F16F1/02 ADD. Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB **B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE** Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) **F16F** Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents no. des revendications visées Catégorie* JP S58 34247 A (EICKMANN KARL) Α 1 - 1428 février 1983 (1983-02-28) figures 6, 12, 14 DE 19 88 473 U (INDUSTRILABORATORIET AB A 1 - 14[SE]) 27 juin 1968 (1968-06-27) figure 2 A US 2019/368390 A1 (CORNELL JOHN [US] ET 1-14 AL) 5 décembre 2019 (2019-12-05) figure 3 DE 23 28 647 A1 (DAIMLER BENZ AG) 1-14 A 2 janvier 1975 (1975-01-02) figure 1 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe Catégories spéciales de documents cités: "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international "X" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut ou après cette daté être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une inventive par rapport au document considéré isolément document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier une exposition ou tous autres moyens document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "&" document qui fait partie de la même famille de brevets Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 21 février 2022 02/03/2022 Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Fonctionnaire autorisé Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Rossatto, Cédric Fax: (+31-70) 340-3016

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2021/052015

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication	
JP S5834247	A	28-02-1983	DE	3200665	A 1	09-02-1984	
			JP	S5834247	A	28-02-1983	
DE 1988473	ט	27-06-1968	AUCUN				
US 2019368390	A1	05-12-2019	CN	110566307	A	13-12-2019	
			DE	102019115055	A1	05-12-2019	
			US	2019368390	A1	05-12-2019	
DE 2328647	A1	02-01-1975	AUC	UN			