

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/234528 A1

(43) Date de la publication internationale
26 novembre 2020 (26.11.2020)

(51) Classification internationale des brevets :
F02C 1/00 (2006.01) *B22F 5/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2020/050800

(22) Date de dépôt international :
14 mai 2020 (14.05.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1905170 17 mai 2019 (17.05.2019) FR

(71) Déposant : **SAFRAN HELICOPTER ENGINES**
[FR/FR] ; 64510 BORDES (FR).

(72) Inventeurs : **NIFENECKER, Arnaud Georges** ; c/o Safran CEPI - Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **LANQUETIN, Rémi Joseph** ; c/o Safran CEPI - Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).

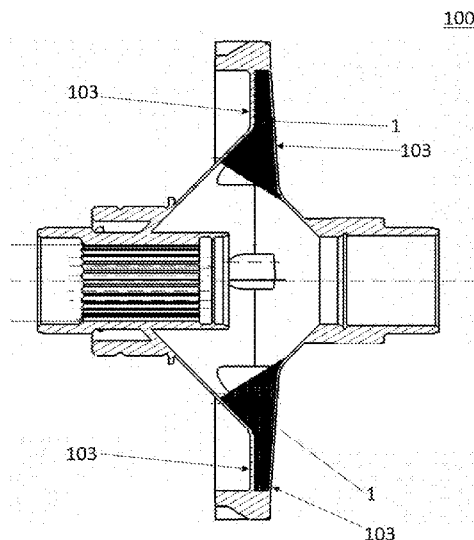
(74) Mandataire : **REGIMBEAU** ; 20, rue de Chazelles, 75847 PARIS CEDEX 17 (FR).

(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, 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,

(54) Title: LATTICE STRUCTURE

(54) Titre : STRUCTURE EN TREILLIS

Figure 6



(57) Abstract: The invention relates to a lattice structure (1) for a mechanical component (100) for force transmission which is suitable for production by means of additive manufacture. The structure comprises a lattice having recesses (11), and comprising a plurality of basic structures (12), each basic structure (12) comprising a plurality of beam elements (14) connected to form a polyhedron, wherein the beam elements (14) of each basic structure (12) are at an incline with respect to a reference plane, referred to as the manufacturing plane (P).

(57) Abrégé : La présente invention concerne une structure en treillis (1) pour une pièce (100) mécanique de transmission d'efforts, adaptée pour être réalisée par fabrication additive. La structure présente un treillis présentant des évidements (11) et comprenant une

[Suite sur la page suivante]

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))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

STRUCTURE EN TREILLIS

DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne le domaine des structures en treillis pour pièces mécaniques de transmission d'efforts.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Dans le domaine de la construction aéronautique, l'optimisation de la masse est un problème constant.

En outre, pour certaines pièces, le gain de masse doit être réalisé en conservant un haut niveau de performances mécaniques.

Il s'agit d'un paradoxe délicat à résoudre puisque le plus souvent le gain de masse est réalisé en diminuant les performances mécaniques. En effet, on comprend bien que si l'on enlève de la matière à une pièce pour l'alléger, on diminue, le plus souvent, ses performances mécaniques.

Dans ce contexte, il est connu d'utiliser des méthodes d'optimisation paramétrique pour concevoir une pièce conciliant une masse réduite et de bonnes performances mécaniques.

Dans le cas, par exemple, d'un pignon, tel que représenté sur les figures 1 et 2.

La jante, où se trouve la denture, est reliée au moyeu par un voile simple. Les formes du voile et de la jante, ainsi que leurs épaisseurs et orientation sont issues d'une optimisation afin de satisfaire au mieux les contraintes de conception en termes de déformation sous charge et comportement modal notamment.

Les moyens de fabrication traditionnels ne permettent pas une optimisation complète du volume de conception disponible.

Le volume de conception disponible peut être assimilé à un disque plein. La matière qui travaille le moins est celle qui se trouve à l'intérieur. Une forme optimale devrait donc être creuse.

Le maintien de la jante en basculement sous charge, par le voile, est assuré sur une surface réduite

Les porte-à-faux de la jante de part et d'autre du voile peuvent être sujet à des vibrations

L'épaisseur du voile est fortement conditionnée par la fabricabilité

Un gain de masse peut être fait par ajourage du voile, cependant cela peut s'avérer pénalisant pour le rendement en augmentant les pertes par brassage

Dans ce contexte, il est donc souhaitable de fournir une structure permettant de combiner masse minimale et performances mécaniques maximales.

5 EXPOSE DE L'INVENTION

Selon un premier aspect, l'invention propose une structure en treillis pour une pièce mécanique de transmission d'efforts, adaptée pour être réalisée par fabrication additive. La structure présente un treillis présentant des évidements et comprenant une pluralité de structures élémentaires, chaque structure élémentaire comprenant plusieurs poutres reliées
10 pour former un polyèdre, les poutres de chaque structure élémentaire étant inclinées par rapport à un plan de référence dit plan de fabrication.

Chaque structure élémentaire peut comprendre un premier sous-ensemble de deux poutres reliées chacune à l'une de leurs extrémités en un point de jonction.

Chaque structure élémentaire peut comprendre un deuxième sous-ensemble de deux poutres
15 reliées chacune à l'une de leurs extrémités audit point de jonction.

Ledit point de jonction peut être sensiblement au centre de chaque structure élémentaire.

Les poutres du premier sous-ensemble peuvent appartenir à un premier plan et les poutres du deuxième sous-ensemble peuvent appartenir à un deuxième plan, sécant du premier plan.

Le premier plan et le deuxième plan peuvent être orientés d'environ 90 degrés l'un par
20 rapport à l'autre.

Chaque poutre peut présenter une section comprise entre 0.2 millimètres et 4 millimètres.

Les extrémités non jointes au point de jonction de deux poutres d'un même sous-ensemble peuvent être écartées de 0,5 mm à 4 mm, et les extrémités non jointes au point de jonction de deux poutres de deux sous-ensembles distincts d'une même structure élémentaire,
25 peuvent être écartées de 1 millimètre à 5 millimètres.

Les poutres de chaque structure élémentaire peuvent être inclinées de 40 à 50 degrés par rapport au plan de fabrication.

Selon un deuxième aspect, l'invention concerne une pièce de turbomachine réalisée en fabrication additive, comprenant au moins une portion en matériau plein et au moins une
30 structure en treillis selon l'invention.

Selon un troisième aspect, l'invention concerne un aéronef comprenant au moins une pièce de turbomachine selon l'invention.

DESCRIPTION DES FIGURES

5 D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 représente un pignon selon l'art antérieur.

La figure 2 représente un pignon selon l'art antérieur, en coupe.

10 La figure 3 est une représentation en perspective d'une structure élémentaire d'une structure en treillis selon l'invention.

La figure 4 est une représentation de face d'une structure élémentaire d'une structure en treillis selon l'invention.

La figure 5 est une représentation de côté d'une structure élémentaire d'une structure en treillis selon l'invention.

15 La figure 6 est une représentation en coupe d'un pignon comprenant un treillis selon l'invention.

Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Structure en treillis

20 Selon un premier aspect, l'invention concerne une structure en treillis 1 adaptée pour être réalisée par fabrication additive.

Par fabrication additive, il est entendu un procédé de fabrication dans lequel on dépose successivement des couches de poudre qui sont fondues localement par une électrode ou un laser. La fabrication additive est réalisée sur une surface plane sur laquelle sont empilées
25 les couches de matière (i. e. de poudre). Cette surface plane définit un plan de référence, dit plan de fabrication P, pour une pièce 100 ainsi fabriquée.

Tel que cela sera détaillé ci-après, la structure en treillis 1 est adaptée pour faire partie d'une pièce 100 mécanique de transmission d'efforts. Typiquement, tel que cela sera détaillé ci-après, la transmission d'efforts peut être un effort en rotation. Selon d'autres
30 exemples, la transmission d'effort peut être un mouvement de translation, ou un

mouvement combiné. En outre, la pièce peut, par exemple, supporter des efforts de compression, de cisaillement et/ ou de traction

Tel que cela sera décrit, la pièce 100 est préférentiellement réalisée en fabrication additive de sorte à former un ensemble monobloc cohérent avec des portions pleines et la structure en treillis 1.

La structure en treillis 1 présente un treillis présentant des évidements 11 et comprenant une pluralité de motifs élémentaires 12.

Chaque motif élémentaire 12 comprend plusieurs poutres 14 reliées pour former un polyèdre.

10 Selon une disposition particulièrement avantageuse, les poutres 14 de chaque structure élémentaire 12 sont inclinées par rapport au plan fabrication P. D'une manière préférentielle, les poutres 14 sont inclinées de 40 à 50 degrés par rapport au plan de fabrication P. D'une manière encore plus préférentielle, les poutres 14 sont inclinées de 45 degrés par rapport au plan de fabrication P. Cette disposition permet aux structures
15 élémentaires 12, et donc à la structure en treillis 1, d'être particulièrement résistantes aux efforts de compression.

Selon une disposition particulière, représentée sur les figures 3 à 5, chaque structure élémentaire 12 comprend un premier sous-ensemble 121 de deux poutres 14 reliées chacune à l'une de leurs extrémités 141 en un point de jonction 15. De plus, chaque structure
20 élémentaire 12 comprend un deuxième sous-ensemble 122 de deux poutres 14 reliées chacune à l'une de leurs extrémités 141 audit point de jonction 15.

Préférentiellement, le point de jonction 15 est sensiblement au centre de chaque structure élémentaire 12.

En outre, les poutres 14 du premier sous-ensemble 121 appartiennent à un premier plan P1
25 et les poutres 14 du deuxième sous-ensemble 122 appartiennent à un deuxième plan P2, sécant du premier plan. D'une manière préférentielle, le premier plan P1 et le deuxième plan P2 sont orientés d'environ 90 degrés l'un par rapport à l'autre.

Selon une disposition particulière, chaque poutre 14 présente une section comprise entre 0.2 millimètres et 4 millimètres. Préférentiellement, chaque poutre 14 peut, par exemple,
30 présenter une section de 0.4 millimètre ou de 1 millimètre.

En sus, les extrémités 142 non jointes au point de jonction 15 de deux poutres 14 d'un même sous-ensemble 121, 122 peuvent être écartées de 0,5 millimètres à 4 millimètres (préférentiellement de 1 ou 2.5 millimètres). De plus, les extrémités non jointes 142 au

point de jonction 15 de deux poutres 14 de deux sous-ensembles distincts 121, 122 d'une même structure élémentaire 12, peuvent être écartées de 1 millimètre à 5 millimètres (préférentiellement de 1.6 ou 4 millimètres).

On comprendra que ces valeurs ne sont données qu'à titre d'exemple, toute autre valeur
5 pourrait être envisagée en respectant un rapport homothétique.

En outre, une modification de la densité et/ou de la forme de structure en treillis 1, permet d'adapter au mieux la structure en treillis 1 aux efforts mécaniques appliqués (résistance à la traction, compression et cisaillement)

Pièce de turbomachine

10 Selon un deuxième aspect, l'invention concerne une pièce 100 de turbomachine réalisée en fabrication additive. La pièce 100 comprend au moins une portion en matériau plein 101 et au moins une structure en treillis 1 selon l'invention.

Typiquement, selon l'exemple donné sur la figure 6, la pièce 100 peut, par exemple, être un pignon. La structure en treillis 1 permet en l'espèce de renforcer le voile 103. Cette
15 disposition permet d'avoir un voile 103 creux enveloppant la structure en treillis 1. La structure en treillis 1 combine les avantages de présenter une masse réduite (présence de très nombreux évidements 11) et d'être particulièrement résistante aux efforts mécanique du fait de la géométrie et de l'orientation de chaque structure élémentaire 12. Dans le cas présent, les efforts mécaniques sont des efforts de cisaillements liés à la transmission d'un
20 effort de rotation par le pignon. De plus, les efforts, sont aussi des efforts de compression liés aux charges appliquées au pignon.

En outre, dans certaines configurations géométriques de pièces, des voiles 103 minces peuvent présenter des résonnances qui ne seraient pas acceptable. La raideur apportée par la structure en treillis 1 permet d'écarter ces résonnances. De plus, des voiles 103 minces
25 pourraient être trop souples et engendrer une déformation sous charge trop importante. D'une manière particulièrement avantageuse, la raideur apportée par la structure en treillis 1 permet de réduire fortement ces déformations. De même, des voiles 103 minces pourraient présenter des niveaux de contraintes trop élevées, la tenue apportée par la structure en treillis 1 permet de mieux redistribuer les efforts dans la structure et donc de réduire les
30 contraintes dans la pièce 100.

En sus, d'une manière particulièrement avantageuse, la structure en treillis 1 permet aussi de réduire les portes à faux, par exemple d'une jante dans le cadre d'un pignon.

On comprendra que la structure en treillis 1 peut être utilisée dans une pluralité d'autres pièces 100 d'une turbomachine, par exemple, pour réaliser des aubes de soufflante, pour des bielles de transmission, des carters de réducteurs, des carters de groupes hydrauliques, des supports de paliers, des arbres de transmission, etc.

5 *Aéronef*

Selon un troisième aspect, l'invention concerne un aéronef (non représenté) qui comprend une turbomachine intégrant une pièce 100.

L'aéronef comprend, en sus, l'ensemble des caractéristiques habituelles.

REVENDEICATIONS

1. Structure en treillis (1) pour une pièce (100) mécanique de transmission d'efforts, adaptée pour être réalisée par fabrication additive, caractérisée en ce qu'elle présente un treillis présentant des évidements (11) et comprenant une pluralité de structures élémentaires (12),
5 chaque structure élémentaire (12) comprenant plusieurs poutres (14) reliées pour former un polyèdre, les poutres (14) de chaque structure élémentaire (12) étant inclinées de 40 à 50 degrés par rapport à un plan de référence dit plan de fabrication (P).
2. Structure en treillis (1) dans laquelle chaque structure élémentaire (12) comprend un
10 premier sous-ensemble (121) de deux poutres (14) reliées chacune à l'une de leurs extrémités (141) en un point de jonction (15).
3. Structure en treillis (1) selon la revendication 2, dans laquelle chaque structure élémentaire (12) comprend un deuxième sous-ensemble (122) de deux poutres (14) reliées chacune à l'une de leurs extrémités (141) audit point de jonction (15).
4. Structure en treillis (1) selon la revendication 3, dans laquelle ledit point de jonction (15)
15 est sensiblement au centre de chaque structure élémentaire (12).
5. Structure en treillis (1) selon la revendication 4 dans laquelle les poutres (14) du premier sous-ensemble (121) appartiennent à un premier plan (P1) et les poutres (14) du deuxième sous-ensemble (122) appartiennent à un deuxième plan (P2), sécant du premier plan (P1).
6. Structure en treillis (1) selon la revendication 5, dans laquelle le premier plan (P1) et le
20 deuxième plan (P2) sont orientés d'environ 90 degrés l'un par rapport à l'autre.
7. Structure en treillis (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle chaque poutre (14) présente une section comprise entre 0.2 millimètres et 4 millimètres.
8. Structure en treillis (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle les
25 extrémités (142) non jointes au point de jonction (15) de deux poutres (14) d'un même sous-ensemble (121,122) sont écartées de 0,5 mm à 4 mm, et les extrémités (142) non jointes au point de jonction (15) de deux poutres (14) de deux sous-ensembles distincts (121, 122) d'une même structure élémentaire (12), sont écartées de 1 millimètre à 5 millimètres.
9. Pièce (100) de turbomachine réalisée en fabrication additive, comprenant au moins une
30 portion en matériau plein et au moins une structure en treillis (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.
10. Aéronef comprenant au moins une pièce (100) de turbomachine selon la revendication 9.

Figure 1

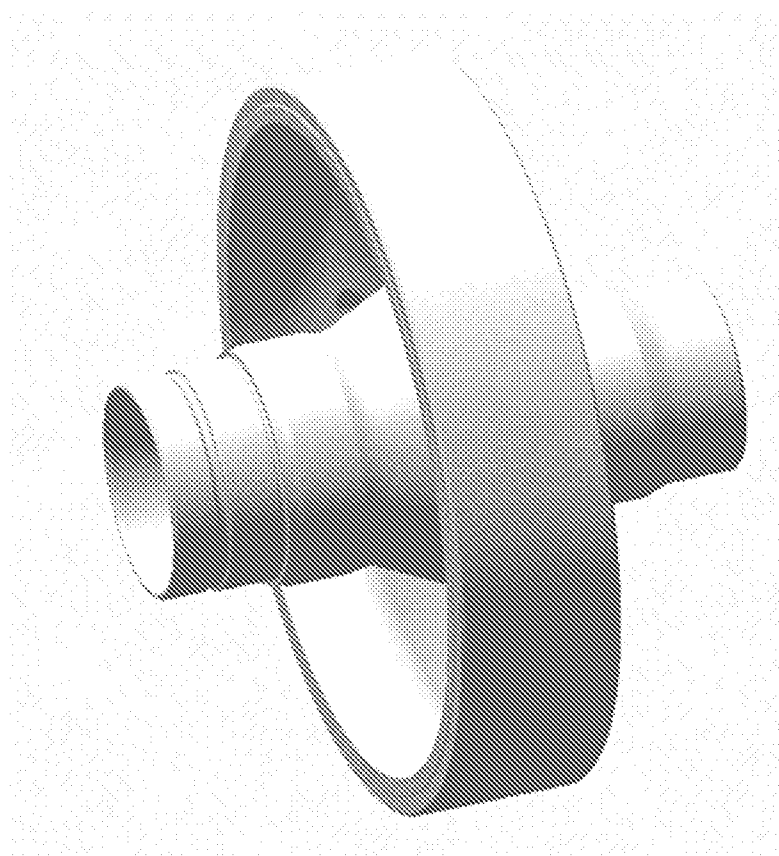


Figure 2

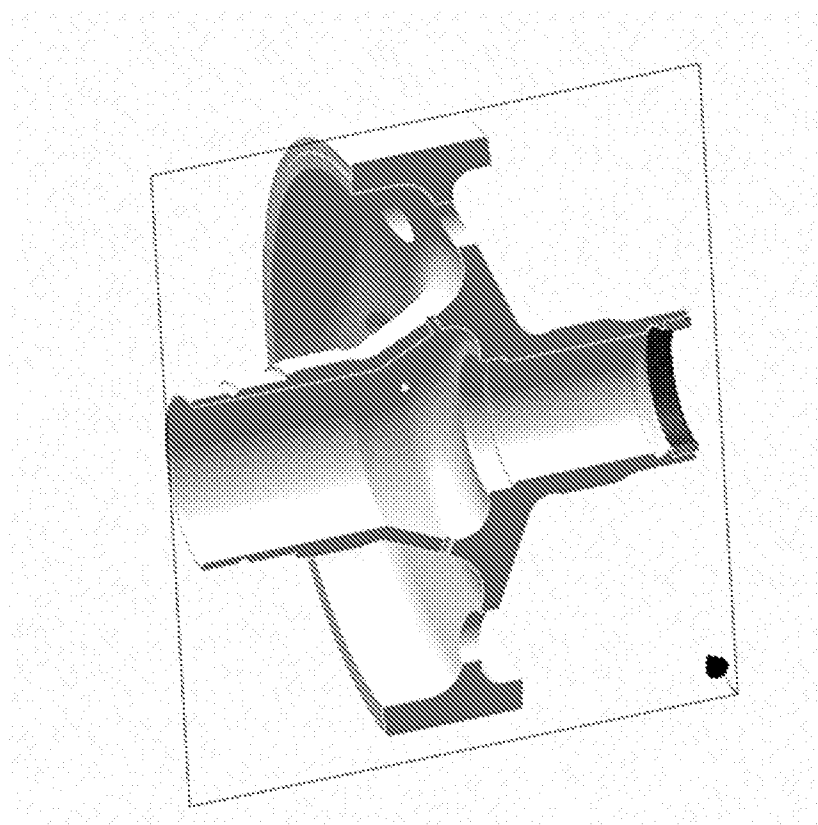


Figure 3

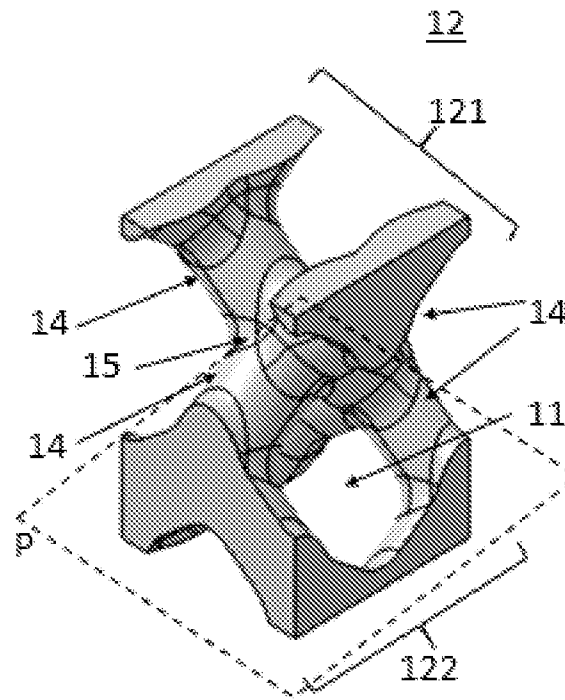


Figure 4

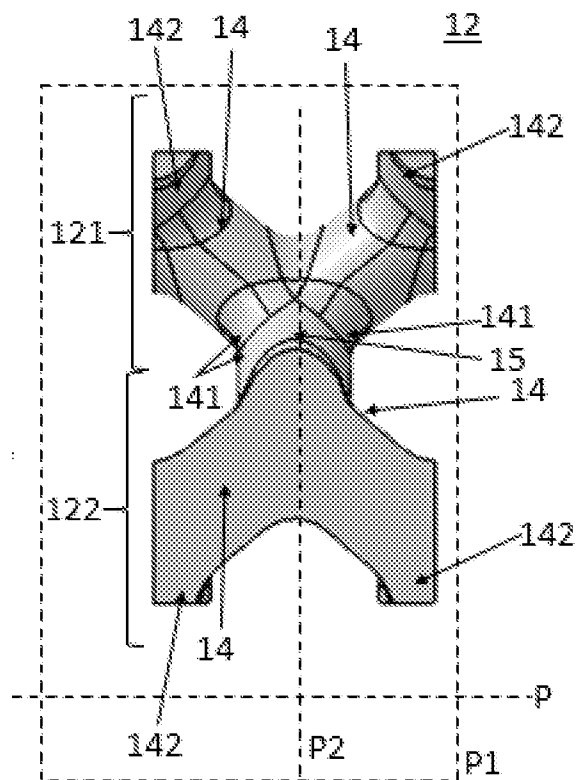


Figure 5

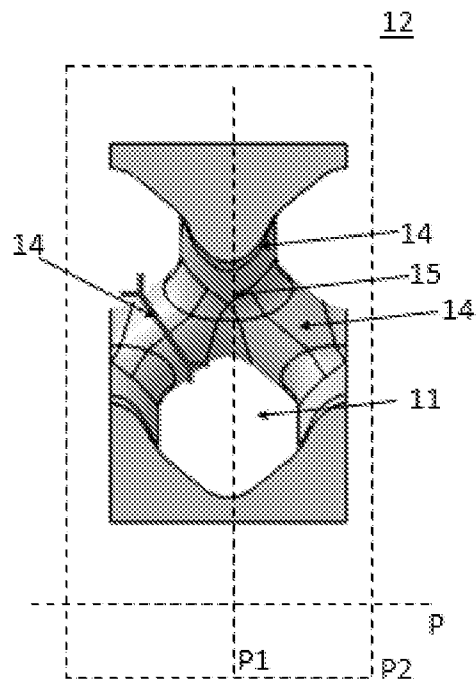
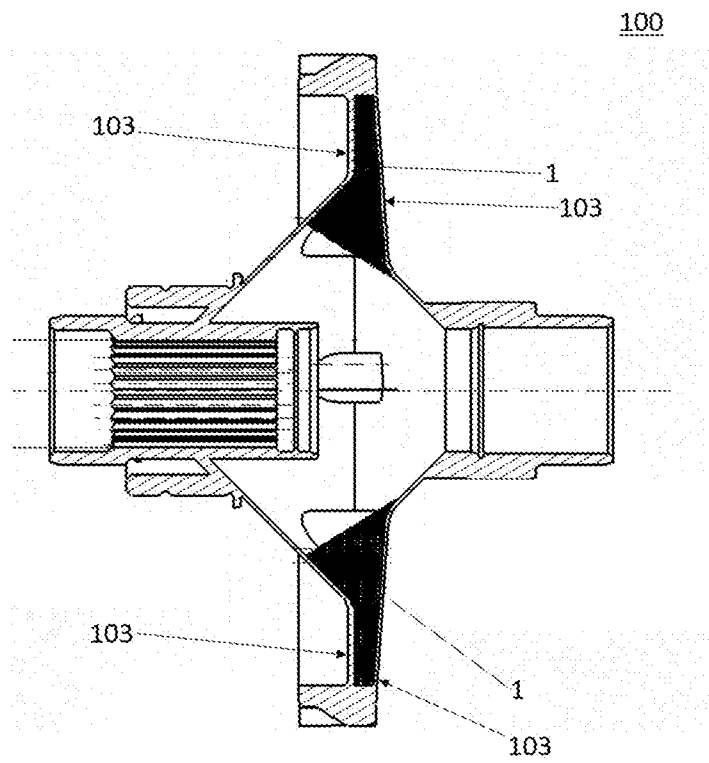


Figure 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/050800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F02C 1/00(2006.01)i; B22F 5/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02C; B22F; F01D 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.
X	ULLAH I ET AL. "Failure and energy absorption characteristics of advanced 3D truss core structures" <i>MATERIALS & DESIGN</i> , Vol. 92, 15 December 2015 (2015-12-15), pages 937-948 DOI: 10.1016/J.MATDES.2015.12.058 ISSN: 0264-1275, XP029384871	1-8
Y	chapters 1 and 2; figure 1; table 1	9, 10
X	Francesco Fabbrocino ET AL. "SEISMIC APPLICATION OF PENTAMODE LATTICES" 01 January 2016 (2016-01-01), Retrieved from the Internet: http://ingegneriasismica.org/wp-content/uploads/2016/08/Fraternali-Nuova-impaginazione.pdf [retrieved on 2018-01-12] XP055440430	1-8
Y	figures 1, 3; table 1	9, 10
X	EP 3447245 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27 February 2019 (2019-02-27)	1-10
Y	paragraphs [0006] - [0009], [0017], [0040] - [0041]; figures 2, 3	9, 10
X	EP 3435259 A1 (BELL HELICOPTER TEXTRON INC [US]) 30 January 2019 (2019-01-30)	1-8
	paragraphs [0005], [0006], [0010], [0054], [0073]; figures 15-20	
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 September 2020		Date of mailing of the international search report 29 September 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Jucker, Chava Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/050800**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 3078836 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 12 October 2016 (2016-10-12) paragraphs [0034] - [0042]; figures 1, 5, 6, 11, 12	1-4, 7-10 9, 10
X	EP 3253998 A1 (GKN SINTER METALS ENGINEERING GMBH [DE]) 13 December 2017 (2017-12-13) paragraphs [0051], [0052]; figure 12	1-8
X Y	EP 2843192 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 04 March 2015 (2015-03-04) paragraphs [0002], [0003], [0006] - [0008], [0013], [0062] - [0065], [0075] - [0082]; figures 1-6	1-10 9, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2020/050800

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3447245	A1	27 February 2019	EP	3447245	A1	27 February 2019
				WO	2019037931	A1	28 February 2019
EP	3435259	A1	30 January 2019	EP	3435259	A1	30 January 2019
				US	2019032491	A1	31 January 2019
				US	2020217206	A1	09 July 2020
EP	3078836	A1	12 October 2016	EP	3078836	A1	12 October 2016
				US	2016298751	A1	13 October 2016
				US	2019011033	A1	10 January 2019
EP	3253998	A1	13 December 2017	CN	107407394	A	28 November 2017
				DE	102015201873	A1	18 August 2016
				EP	3253998	A1	13 December 2017
				US	2018017150	A1	18 January 2018
				WO	2016124514	A1	11 August 2016
EP	2843192	A1	04 March 2015	CA	2858698	A1	28 February 2015
				CN	104420889	A	18 March 2015
				EP	2843192	A1	04 March 2015
				RU	2014135166	A	20 March 2016
				US	2015064016	A1	05 March 2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050800

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02C1/00 B22F5/00 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) F02C B22F F01D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
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		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	ULLAH I ET AL: "Failure and energy absorption characteristics of advanced 3D truss core structures", MATERIALS & DESIGN, vol. 92, 15 décembre 2015 (2015-12-15), pages 937-948, XP029384871, ISSN: 0264-1275, DOI: 10.1016/J.MATDES.2015.12.058	1-8
Y	Chapter 1 and 2; figure 1; tableau 1 ----- -/--	9,10
☒ 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:		
"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 ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" 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	
18 septembre 2020	29/09/2020	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Jucker, Chava

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	Francesco Fabbrocino ET AL: "SEISMIC APPLICATION OF PENTAMODE LATTICES", 1 ^{er} janvier 2016 (2016-01-01), XP055440430, Extrait de l'Internet: URL: http://ingegneriasismica.org/wp-content/uploads/2016/08/Fraternali-Nuova-impaginazione.pdf [extrait le 2018-01-12]	1-8
Y	figures 1, 3; tableau 1	9,10
X	----- EP 3 447 245 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27 février 2019 (2019-02-27)	1-10
Y	alinéas [0006] - [0009], [0017], [0040] - [0041]; figures 2, 3	9,10
X	----- EP 3 435 259 A1 (BELL HELICOPTER TEXTRON INC [US]) 30 janvier 2019 (2019-01-30) alinéas [0005], [0006], [0010], [0054], [0073]; figures 15-20	1-8
X	----- EP 3 078 836 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 12 octobre 2016 (2016-10-12)	1-4,7-10
Y	alinéas [0034] - [0042]; figures 1, 5, 6, 11, 12	9,10
X	----- EP 3 253 998 A1 (GKN SINTER METALS ENGINEERING GMBH [DE]) 13 décembre 2017 (2017-12-13) alinéas [0051], [0052]; figure 12	1-8
X	----- EP 2 843 192 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 4 mars 2015 (2015-03-04)	1-10
Y	alinéas [0002], [0003], [0006] - [0008], [0013], [0062] - [0065], [0075] - [0082]; figures 1-6	9,10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050800

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3447245	A1	27-02-2019	EP 3447245 A1	27-02-2019
			WO 2019037931 A1	28-02-2019
EP 3435259	A1	30-01-2019	EP 3435259 A1	30-01-2019
			US 2019032491 A1	31-01-2019
			US 2020217206 A1	09-07-2020
EP 3078836	A1	12-10-2016	EP 3078836 A1	12-10-2016
			US 2016298751 A1	13-10-2016
			US 2019011033 A1	10-01-2019
EP 3253998	A1	13-12-2017	CN 107407394 A	28-11-2017
			DE 102015201873 A1	18-08-2016
			EP 3253998 A1	13-12-2017
			US 2018017150 A1	18-01-2018
			WO 2016124514 A1	11-08-2016
EP 2843192	A1	04-03-2015	CA 2858698 A1	28-02-2015
			CN 104420889 A	18-03-2015
			EP 2843192 A1	04-03-2015
			RU 2014135166 A	20-03-2016
			US 2015064016 A1	05-03-2015