



(11) **EP 2 475 796 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.09.2018 Bulletin 2018/36

(51) Int Cl.:
C22C 47/04 (2006.01) **C22C 47/02** (2006.01)
C22C 47/06 (2006.01) **C22C 47/20** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10810744.2**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2010/005593

(22) Date de dépôt: **13.09.2010**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/029619 (17.03.2011 Gazette 2011/11)

(54) **PIECE METALLIQUE POURVUE DE RENFORTS FIBREUX A EXTREMITÉ BISEAUTÉE ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION**

FASERVERSTÄRKTES METALLTEIL MIT ABGESCHRÄGTER KANTE UND
HERSTELLUNGSMETHODE DAVON

METALLIC PART PROVIDED WITH FIBROUS REINFORCEMENTS AND HAVING A BEVELLED
EDGE AND MANUFACTURING PROCESS THEREOF

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**

- **FRANCHET, Jean-Michel**
F-75018 Paris (FR)
- **KLEIN, Gilles**
F-95540 Mery sur Oise (FR)

(30) Priorité: **11.09.2009 FR 0904370**

(74) Mandataire: **Parzy, Benjamin Alain et al**
Cabinet Boettcher
16, rue Médéric
75017 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:
18.07.2012 Bulletin 2012/29

(73) Titulaire: **Safran Landing Systems**
78140 Vélizy-Villacoublay (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 558 869 EP-A1- 1 726 678
EP-A1- 1 726 679 DE-A1-102004 001 262
FR-A1- 2 925 896 FR-A1- 2 946 550
US-A- 3 902 864 US-A- 6 009 843

(72) Inventeurs:

- **MASSON, Richard**
F-78350 Les Loges en Josas (FR)
- **DUNLEAVY, Patrick**
F-91120 Palaiseau (FR)

EP 2 475 796 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention est relative à une pièce métallique pourvue de renforts fibreux.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0002] On connaît du document WO 2009/034264 une bielle fabriquée de la façon suivante : réalisation d'une ébauche métallique comportant deux logements oblongs parallèles de part et d'autre d'un plan de symétrie de la bielle ; insertion dans les logements de renforts fibreux réalisés à partir de fibres de carbure gainées d'un métal compatible avec celui du conteneur ; mise sous vide et compression isostatique à chaud de l'ensemble permettant une liaison intime des fibres du renfort fibreux avec le métal de l'ébauche par diffusion métallique autour des fibres.

[0003] Le métal gainant les fibres de carbure fond et se mélange au métal voisin de la préforme métallique pour réaliser un continuum métallique englobant de façon intime les fibres des renforts fibreux. Il reste alors à usiner l'ébauche pour obtenir la bielle (notamment le perçage des orifices des chapes). Les documents FR2946550 et DE102004001262 décrivent des pièces mécaniques annulaire comprenant une matrice métallique renforcée par des fibres céramiques. En général, les renforts fibreux présentent au moins une extrémité complètement noyée dans le métal de la pièce et qui présente une face terminale transversale aux fibres. A ce niveau, il existe dans la pièce un saut de rigidité abrupt, et la transmission des contraintes mécaniques entre les renforts fibreux et le conteneur risque de donner lieu à des décollements ou des arrachements susceptibles de former le départ de criques. Qui plus est, les contraintes internes sont, dans cette zone, généralement perpendiculaires aux fibres, de sorte que cette zone est affaiblie.

OBJET DE L'INVENTION

[0004] L'invention vise à proposer des pièces mécaniques en métal pourvues d'au moins un renfort fibreux, dans lequel l'inconvénient précité est atténué, voire éliminé.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0005] A cet effet, on propose une pièce mécanique selon la revendication 2 et un procédé de fabrication de ladite pièce selon la revendication 1. La pièce mécanique est fabriquée à partir d'une ébauche métallique présentant au moins un logement s'étendant sensiblement selon une direction privilégiée d'effort subie par la pièce mécanique en service, et dans laquelle au moins un renfort fibreux est inséré puis intimement lié à l'ébauche par une diffusion métallique autour des fibres du renfort fibreux de sorte à présenter au moins une extrémité complètement noyée dans le métal de la pièce. Selon l'in-

vention, la dite extrémité est biseautée selon deux pentes.

[0006] Ainsi, l'interface s'étendant à l'extrémité du renfort fibreux entre ce dernier et le métal de l'ébauche est oblique relativement aux efforts transitant dans la pièce mécanique, ce qui permet une adaptation progressive de la rigidité de la pièce en suivant la direction des renforts fibreux. Cette disposition atténue les risques de désolidarisation du renfort fibreux avec le reste du métal.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0007]

- la figure 1 est une vue schématique de dessus d'une bielle;
- la figure 2 est une vue en perspective de l'extrémité d'un des renforts fibreux, selon l'invention;
- la figure 3 est une vue en perspective de dessus de l'extrémité d'un renfort fibreux
- la figure 4 est une vue de face et de dessus d'une bielle.

DESCRIPTION DETAILLEE DES FIGURES

[0008] Dans l'explication qui suit, la réalisation des renforts fibreux n'est pas l'objet de l'invention et ne sera donc pas décrite en détail. On pourra se référer par exemple au document WO2009/034264 qui décrit plusieurs modes de réalisation de tels renforts fibreux.

[0009] En référence à la figure 1, la bielle de l'invention est, conformément à un premier mode de réalisation, réalisée à partir d'une ébauche métallique 1 ici de forme généralement plate et présentant une partie courante 2 de section constante terminée par deux parties d'extrémité 3 arrondies formant des chapes d'extrémité et comportant des orifices traversants 4. Ici, l'ébauche est en alliage de titane.

[0010] Des logements longitudinaux 5 s'étendent ici parallèlement à un plan de symétrie P de l'ébauche 1, de part et d'autre de celui-ci, et forment des logements adaptés à recevoir des renforts fibreux 10 (les renforts fibreux ont été représentés coupés pour mieux faire apparaître les logements, mais en réalité, ils occupent les logements sur toute leur longueur). On remarquera que le plan de symétrie P est parallèle à une direction privilégiée d'introduction d'efforts dans la bielle (essentiellement des efforts de traction et de compression dans l'axe de la bielle).

[0011] Les renforts fibreux 10 comprennent des fibres s'étendant longitudinalement. Ici, les fibres sont des fibres de carbure de silicium gainées de titane. De préférence, les fibres sont solidarisées entre elles avant mise en place dans les rainures en leur faisant subir une compression isostatique à chaud.

[0012] Selon l'invention, les logements 5 ont des extrémités 11 obliques par rapport au plan de symétrie P, et s'étendent ici parallèlement à un plan P' tangent à

l'orifice traversant adjacent. Les extrémités obliques 11 peuvent être obtenues de diverses manières. De façon préférée, les rainures sont usinées dans l'ébauche métallique sur toute sa longueur, de sorte que les rainures débouchent sur le chant de l'ébauche. Puis on rapporte à chaque extrémité de rainure un bouchon en titane, ayant une partie terminale biseautée définissant l'extrémité biseautée du logement correspondant, les bouchons étant de préférence mis en place après le positionnement des renforts fibreux dans les rainures. Les bouchons peuvent être constitués d'un morceau de titane en un seul bloc, ou être réalisés par compactage d'une poudre métallique.

[0013] Selon l'invention, les renforts fibreux ont une forme complémentaire de celle des logements, et comportent une extrémité 12 en biseau selon deux pentes compatible avec l'extrémité oblique du logement.

[0014] Les renforts fibreux 10 sont recouverts par des blocs en alliage de titane venant combler les logements 5. Ces blocs peuvent être prévus solidaires des bouchons fermant les logements.

[0015] Puis l'ensemble rendu étanche est mis sous vide, avant d'être soumis à une compression isostatique à chaud, de sorte que le gainage métallique des fibres fonde et diffuse pour former un composé métallique avec le métal de l'ébauche et des blocs, assurant ainsi une liaison intime entre les fibres et le métal environnant. On forme ainsi une pièce composite à matrice métallique.

[0016] Le biseau de l'extrémité des renforts fibreux, qui est complètement noyé dans le métal de la pièce permet une transmission d'efforts entre l'extrémité des fibres et le métal environnant qui ne soit plus uniquement en arrachement, mais en cisaillement, ce qui permet de diminuer le risque de désolidarisation des fibres à ce niveau, et de créer une zone de transition évitant un saut de raideur trop important. La réalisation d'une extrémité biseautée selon deux pentes permet d'éviter la formation d'une pointe fine qui fragilise le renfort fibreux lors de sa manipulation.

[0017] La figure 4 illustre une bielle 101 qui est pourvue de quatre renforts fibreux 110.

[0018] On notera bien évidemment que le biseau de l'invention n'a pas strictement rien à voir avec le biseau mentionné dans le document EP1726678, qui désigne l'angle de coupe de l'extrémité de la nappe de renfort, et qui sert à imprimer un angle d'hélice à la nappe lors de sa pose. On notera qu'en tout état de cause, cette extrémité est tangente au bord de la pièce tubulaire recouverte par la nappe et qu'elle n'est donc pas noyée.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une pièce mécanique à partir d'une ébauche métallique (1) comprenant les étapes suivantes :

a) réaliser au moins un logement (5) rectiligne

dans l'ébauche métallique (1), le logement (5) s'étendant selon une direction privilégiée d'effort subie par la pièce mécanique en service ;
b) insérer au moins un renfort fibreux (10) rectiligne dans le logement (5) ;
c) lier le renfort fibreux (10) à l'ébauche métallique (1) par diffusion métallique autour des fibres du renfort fibreux (10) rectiligne de sorte qu'au moins une des extrémités du renfort fibreux (10) rectiligne soit entièrement noyée dans le métal formant la pièce mécanique ;

la au moins une extrémité (12) du renfort fibreux (10) rectiligne noyée dans le métal formant la pièce mécanique étant biseautée selon deux pentes.

2. Pièce mécanique comprenant un renfort fibreux (10) rectiligne lié à une ébauche métallique (1) par diffusion métallique autour des fibres du renfort fibreux (10) rectiligne de sorte qu'au moins une des extrémités du renfort fibreux (10) rectiligne soit entièrement noyée dans le métal formant la pièce mécanique, l'extrémité du renfort fibreux (10) rectiligne noyée dans le métal formant la pièce mécanique étant biseautée selon deux pentes.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines mechanischen Werkstücks aus einem Metallrohling (1), umfassend die folgenden Schritte:

a) Ausbilden mindestens einer geradlinigen Aufnahme (5) in dem Metallrohling (1), wobei sich die Aufnahme (5) in einer bevorzugten Richtung einer Beanspruchung erstreckt, die von dem mechanischen Werkstück im Gebrauch erfahren wird;
b) Einfügen mindestens einer geradlinigen Faserverstärkung (10) in die Aufnahme (5);
c) Verbinden der Faserverstärkung (10) mit dem Metallrohling (1) durch Metaldiffusion um die Fasern der geradlinigen Faserverstärkung (10), so dass mindestens eines der Enden der geradlinigen Faserverstärkung (10) vollständig in dem Metall eingebettet ist, welches das mechanische Werkstück bildet;

wobei das mindestens eine Ende (12) der geradlinigen Faserverstärkung (10), das in dem Metall eingebettet ist, welches das mechanische Werkstück bildet, entlang zweier Schrägen abgeschrägt ist.

2. Mechanisches Teil, umfassend eine geradlinige Faserverstärkung (10), die mit einem Metallrohling (1) über Metaldiffusion um die Fasern der geradlinigen Faserverstärkung (10) herum verbunden ist, so dass

mindestens eines der Enden der geradlinigen Faserverstärkung (10) vollständig in dem Metall eingebettet ist, welches das mechanische Werkstück bildet, wobei das Ende der geradlinigen Faserverstärkung (10), das in dem Metall eingebettet ist, welches das mechanische Werkstück bildet, entlang zweier Schrägen abgeschrägt ist. 5

Claims

10

1. Method of producing a mechanical part from a metal preform (1) comprising the following steps :

- a) producing at least one rectilinear recess (5) in the metal preform (1), the recess (5) extending in a privileged direction of the force to which the mechanical part is subjected when operating; 15
- b) inserting at least one rectilinear fibrous reinforcement (10) in the recess (5); 20
- c) connecting the fibrous reinforcement (10) to the metallic preform (1) by diffusion of metal around the fibres of the rectilinear fibrous reinforcement (10) so that at least one of the ends of the rectilinear fibrous reinforcement (10) is entirely buried in the metal forming the mechanical part; 25

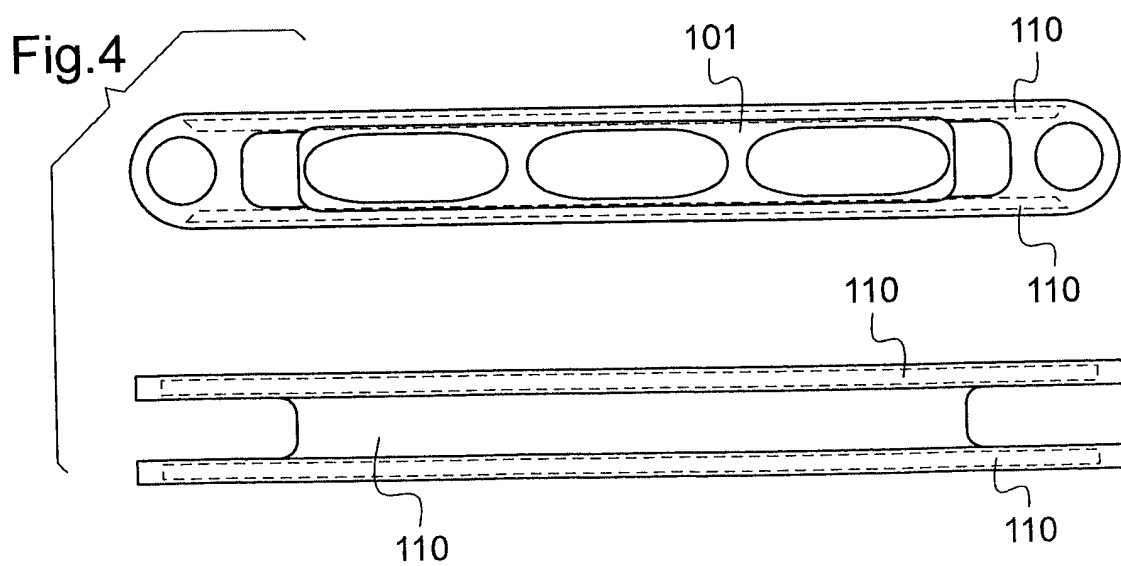
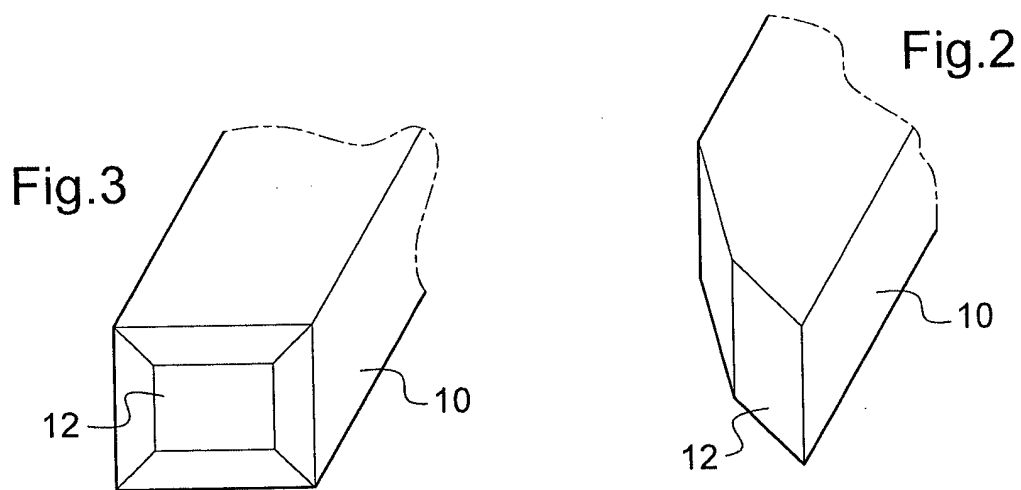
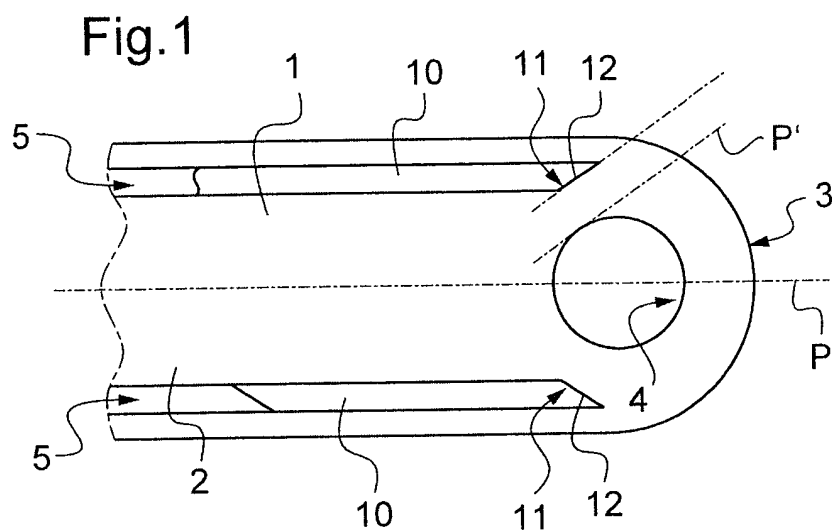
the at least one end (12) of the rectilinear fibrous reinforcement (10) buried in the metal forming the mechanical part being bevelled with two slopes. 30

2. Mechanical part comprising a rectilinear fibrous reinforcement (10) connected to a metal preform (1) by diffusion of metal around the fibres of the rectilinear fibrous reinforcement (10) so that at least one of the ends of the rectilinear fibrous reinforcement (10) is entirely buried in the metal forming the mechanical part, the end of the rectilinear fibrous reinforcement (10) buried in the metal forming the mechanical part being bevelled with two slopes. 35 40

45

50

55



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2009034264 A [0002] [0008]
- FR 2946550 [0003]
- DE 102004001262 [0003]
- EP 1726678 A [0018]