

⑤④ Procédé de fabrication de pièce d'atterrisseur par soudage.

②② Date de dépôt : 21.06.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 22.12.23 Bulletin 23/51.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 05.07.24 Bulletin 24/27.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : **NGUYEN Nicolas, CAPURRO Matteo,**
LAGARRIGUE Jean-Luc et CASTELLAN Clément.

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

⑦④ Mandataire(s) : **CABINET BOETTCHER.**



Description

Titre de l'invention : Procédé de fabrication de pièce d'atterrisseur par soudage

- [0001] La présente invention concerne le domaine des atterrisseurs d'aéronefs.
- [0002] ARRIERE PLAN DE L'INVENTION
- [0003] Il est connu de fabriquer des pièces d'atterrisseur par forgeage d'un matériau à base d'aluminium pour obtenir un brut de forge puis usinage du brut de forge. Or, les pièces d'atterrisseur, notamment les bielles, contrefiches et les éléments de contreventement, ont des formes très spécifiques dont la réalisation nécessite des usinages importants des bruts de forge.
- [0004] Les pièces ainsi réalisées ont le plus souvent une âme centrale et deux ailes formant une section transversale en H ou en I.
- [0005] OBJET DE L'INVENTION
- [0006] L'invention a notamment pour but de fournir des pièces d'atterrisseurs en matériau à base d'aluminium en limitant la quantité initiale de matériau nécessaire.

Résumé de l'invention

- [0007] A cet effet, on prévoit, selon l'invention un procédé selon la revendication 1.
- [0008] Ainsi, le procédé de l'invention permet la fabrication de pièces d'atterrisseur comportant des parties de pièce soudées. Ceci permet de limiter la quantité de matériau utilisée en profitant de gain d'inertie de par la répartition de la matière, autorisant une réduction de la masse de la pièce par rapport aux procédés classiques. En réalisant un soudage bord à bord continu et faisant en sorte que la soudure s'étende sur toute la hauteur des bords, on s'assure qu'il ne subsiste pas entre les deux parties de pièces des interstices dans lesquels une oxydation pourrait prendre naissance. Ceci est particulièrement intéressant lorsqu'un côté de la soudure se trouve dans une zone de la pièce qui est difficile d'accès pour une reprise d'usinage ou une intervention de maintenance.
- [0009] On entend par soudage bord à bord, la réalisation d'une soudure entre un premier bord d'une première partie de pièce et un deuxième bord d'une deuxième partie de pièce ; le premier bord s'étendant parallèlement au premier bord et en regard du deuxième bord. La soudure peut être une soudure sur bords droits, une soudure en V (les bords sont chanfreinés sur toute leur hauteur), une soudure en Y (les bords sont chanfreinés sur une partie de leur hauteur), une soudure en U (les bords sont creusés pour former une gorge une fois accolés l'un à l'autre)...
- [0010] On rappelle que le soudage par friction ou soudage par friction malaxage ou FSW (de l'anglais *friction stir welding*) consiste à échauffer deux parties de pièce par friction pour les amener localement à un état pâteux permettant la réalisation d'une soudure

entre ces deux parties de pièce.

- [0011] Selon un premier mode de mise en œuvre, la première partie de pièce est une plaque et la deuxième partie de pièce est un corps de bielle ayant deux faces principales parallèles l'une à l'autre et au moins une languette s'étendant en saillie d'une des faces principales, la languette ayant un bord libre formant le deuxième bord de la deuxième partie de pièce.
- [0012] Avantageusement, dans ce premier mode de mise en œuvre, la pièce d'atterrisseur comprend deux premières parties de pièce et deux deuxièmes parties de pièce assemblées aux premières parties de pièce pour former une section transversale rectangulaire creuse de la pièce d'atterrisseur.
- [0013] Il est ainsi possible de réaliser par soudage une bielle de contrefiche.
- [0014] Les premières parties de pièce (ou plaques) forment alors un renfort par liaison mécanique des deux deuxièmes parties de pièce (ou corps de bielle) évitant ainsi toute déformation par compression des deuxièmes parties de pièce formant le corps de bielle. La structure creuse de la bielle de contrefiche lui assure, à matériau et masse identiques grâce à son inertie de section supérieure, une résistance mécanique (notamment en compression) supérieure à une bielle de contrefiche de type classique ayant une section transversale en I ou en H obtenue par forgeage et usinage, et donc un gain de masse à résistance mécanique équivalente.
- [0015] Selon un deuxième mode de mise en œuvre, le procédé comprend la première partie de pièce est une poutre de renfort et la deuxième partie est issue de forgeage ou formage et comprend deux bras ayant des premières extrémités réunies l'une à l'autre et des deuxièmes extrémités écartées l'une de l'autre, la première partie de pièce étant disposées entre les deuxièmes extrémités des bras pour relier celles-ci l'une à l'autre. La deuxième partie a par exemple une forme en V ou en Y formant le corps du panneau de contreventement et la première partie évite une déformation de la deuxième partie sous l'effet de la compression.
- [0016] Avantageusement, dans ce deuxième mode de mise en œuvre, des plaques sont soudées entre elles pour former la poutre de renfort.
- [0017] Il est ainsi possible de réaliser un panneau de contreventement par soudage d'une poutre de renfort sur une partie de pièce obtenue par forgeage en bénéficiant des avantages de ces deux modes de fabrication. L'ajout de la poutre de renfort par soudage sur la pièce obtenue par forgeage présente, à matériau et masse identiques, des coûts de fabrication plus faibles qu'une pièce monobloc matricée.
- [0018] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers et non limitatifs de l'invention.

Brève description des dessins

- [0019] Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :
- [0020] [Fig.1] la [Fig.1] est une vue en perspective d'une bielle de contrefiche fabriquée par le procédé de l'invention ;
- [0021] [Fig.2] la [Fig.2] est une vue en perspective éclatée de cette bielle de contrefiche ;
- [0022] [Fig.3] la [Fig.3] est une vue de cette bielle de contrefiche en section transversale selon le plan III de la [Fig.1] ;
- [0023] [Fig.4] la [Fig.4] est une vue de cette bielle de contrefiche en section transversale selon le plan IV de la [Fig.1] ;
- [0024] [Fig.5] la [Fig.5] est une vue en perspective d'un panneau de contreventement fabriqué par le procédé de l'invention ;
- [0025] [Fig.6] la [Fig.6] est une vue partielle de dessus de ce panneau de contreventement ;
- [0026] [Fig.7] la [Fig.7] est une vue en bout de ce panneau de contreventement ;
- [0027] [Fig.8] la [Fig.8] est une vue schématique partielle, en perspective, d'un atterrisseur d'aéronef selon un premier mode de réalisation ;
- [0028] [Fig.9] la [Fig.9] est une vue schématique partielle, en perspective, d'un atterrisseur d'aéronef selon un deuxième mode de réalisation.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0029] L'invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce d'atterrisseur d'aéronef, le procédé mettant en œuvre au moins une opération de soudage bord à bord par friction malaxage.
- [0030] On rappelle qu'un atterrisseur d'aéronef comprend généralement une jambe 1 ayant une première extrémité pourvue de roues 2 et une deuxième extrémité articulée sur la structure d'un aéronef 3 entre une position rentrée dans une soute 4 de l'aéronef 3 et une position sortie de la soute 4 de l'aéronef 3. La jambe 1 de l'atterrisseur est maintenue en position sortie notamment par une contrefiche 6 comprenant deux bielles articulées l'une à l'autre comme sur la [Fig.8] - ou un couple 7 formé d'une bielle et d'un panneau de contreventement comme sur la [Fig.9]. Un dispositif d'actionnement (non représenté ici) déplace la jambe 1 entre ses deux positions et une trappe (non représentée ici) fermant la soute 4 lorsque la jambe 1 est dans sa position rentrée. La structure d'un atterrisseur est connue en elle-même et ne sera pas plus détaillée ici. Par pièce d'atterrisseur, on entend toute pièce structurelle assurant une transmission d'effort pour le déplacement de la jambe 1 entre ses deux positions, la stabilisation de la jambe 1 en position sortie, le déplacement de la trappe.
- [0031] On rappelle également que le soudage bord à bord de deux parties de pièce consiste à mettre en regard les deux bords et les chauffer pour permettre la formation d'une soudure entre eux. Dans un procédé de soudage par friction malaxage, un outil de soudage comportant un épaulement en saillie duquel s'étend un pion est mis en

rotation et appliqué sur la zone à souder (l'épaulement est en appui contre la surface des parties de pièce à l'aplomb des deux bords et le pion pénètre entre les deux bords) pour échauffer par friction les deux bords jusqu'à les amener dans un état pâteux malaxé par l'outil pour réaliser la soudure à une température inférieure à la température de fusion du matériau. Le soudage par friction malaxage est connu en lui-même et ne sera pas plus détaillé ici.

[0032] Le procédé de fabrication selon l'invention comprend les étapes de :

- réaliser au moins une première partie de pièce pour que celle-ci présente un premier bord ;
- réaliser au moins une deuxième partie de pièce pour que celle-ci présente un deuxième bord, les premier et deuxième bords ayant sensiblement une même hauteur ;
- positionner la première partie de pièce et la deuxième partie de pièce de telle manière que le premier bord jouxte le deuxième bord ;
- souder bord à bord par friction malaxage la première partie de pièce à la deuxième partie de pièce pour former, depuis une surface extérieure des parties de pièce, une soudure qui est continue le long des bords et s'étend sur une profondeur égale à l'épaisseur des bords.

[0033] Avantageusement, le procédé comprend ensuite une phase de finition comprenant tout ou partie des étapes suivantes (ici toutes) :

- réaliser un traitement thermique pour obtenir un état métallurgique approprié pour l'utilisation ultérieure de la pièce et pour relâcher les contraintes liées à la soudure ;
- abraser la surface extérieure au moins au voisinage de la soudure.
- brosser le cordon soudure pour atténuer les vaguelettes présentes à la surface extérieure de celui-ci et améliorer la tenue en fatigue de la soudure ;
- effectuer un contrôle non destructif de la pièce (par exemple par ultrasons, courant de Foucault, ressuage ou rayon X) ;
- réaliser les usinages de finition de la pièce (incluant les zones de départ et fin de soudure).

[0034] Deux modes de mise en œuvre vont maintenant être décrits, l'un pour la fabrication d'une bielle de contrefiche (en relation avec les figures 1 à 4 et 8), l'autre pour la fabrication d'un panneau de contreventement (en relation avec les figures 5 à 7 et 9).

[0035] Selon le premier mode de mise en œuvre du procédé de l'invention, le procédé comprend l'étape de fabriquer deux plaques 10 (ou premières parties de pièce) et deux corps de bielle 20 (ou deuxièmes parties de pièce).

[0036] Chaque plaque 10 comprend deux faces principales 11, 12 et a une forme sensiblement trapézoïdale allongée avec deux bords longitudinaux 13 (formant deux

premiers bords de la première partie de pièce) convergeant depuis une première extrémité 10.1 de la plaque 10 vers une deuxième extrémité 10.2 de la plaque 10, la première extrémité 10.1 étant plus large que la deuxième extrémité 10.2. La première extrémité 10.1 a un bord transversal ici rectiligne qui comprend ici une échancrure trapézoïdale et la deuxième extrémité 10.2 a un bord transversal qui comprend ici une échancrure trapézoïdale. L'échancrure trapézoïdale facilite la mise en place des plaques 10 sur l'outillage de soudage. Chaque plaque 10 est issue de laminage et a subi un usinage pour la mettre aux cotes souhaitées.

- [0037] Chaque corps de bielle 20 comprend deux faces principales 21, 22 et a une forme sensiblement parallélépipédique avec deux tronçons d'extrémité 20.1, 20.2 parallèle l'une à l'autre et pourvus chacun d'un perçage 23.1, 23.2 d'axe perpendiculaire aux tronçons d'extrémité 20.1, 20.2. Le tronçon d'extrémité 20.1 est légèrement décalé par rapport au tronçon d'extrémité 20.2 dans une direction parallèle aux axes des perçages 23.1, 23.2 de sorte que, lorsque les corps de bielle 20 sont placés avec leurs faces 22 en regard l'une de l'autre, les tronçons d'extrémité 20.1 sont plus écartés que les tronçons d'extrémité 20.2 : cet écart correspond à la convergence des bords longitudinaux 13.
- [0038] Chaque corps de bielle 20 comprend également deux languettes 24 s'étendant en saillie de la face principale 22 et ayant un bord libre 25 formant le deuxième bord de la deuxième partie de pièce. Chacune des languettes 24 s'étend le long d'un côté longitudinal de ladite face principale 22 en étant séparée de celle-ci par un renforcement 26. Chaque languette 24 a, du côté du renforcement 26, une surface interne qui se raccorde à un fond du renforcement 26 par un congé de raccordement 27 et, à l'opposé du renforcement 26, une face externe. Le bord libre 25 a une hauteur identique à une hauteur des bords longitudinaux 13 des plaques 10 (la hauteur des bords longitudinaux 13 est ici égal à l'épaisseur des plaques 10). Chaque languette 24 a ici une épaisseur égale à l'épaisseur des plaques 10. Chaque corps de bielle 20 est ici obtenu par usinage de plaque épaisse. En variante, chaque corps de bielle 20 est obtenu par forgeage puis usinage.
- [0039] Le traitement thermique est connu en lui-même et vise à obtenir un état métallurgique correspondant aux standards actuels à la fin de la gamme de fabrication dans le domaine des pièces d'atterrisseur de ce type.
- [0040] L'abrasion est réalisée par fraisage et vise à enlever des excès de matière localisés pour obtenir une surface lisse ayant un état de surface correspondant aux standards actuels dans le domaine des pièces d'atterrisseur de ce type. L'abrasion peut être réalisée en plusieurs phases, par exemple une phase d'ébavurage ou de surfaçage grossier, et une phase de surfaçage fin.
- [0041] Pour former la bielle de contrefiche, les bords longitudinaux 13 des plaques 10 vont être soudés aux bords 25 des languettes 24 de manière à former une section

transversale rectangulaire creuse de la bielle de contrefiche avec les faces 12 et 22 tournées vers l'intérieur de ladite section.

- [0042] Pour ce faire, chaque bord longitudinal 13 est accolé à un bord libre 25 d'une des languettes 24 et le pion d'un outil de soudage en rotation est forcé à pénétrer entre les bords 13, 25 jusqu'à ce que l'épaule de l'outil de soudage en rotation soit appliqué contre la portion de la surface 11 adjacente au bord 13 et contre la portion de surface externe de la languette 24 adjacente au bord 25. L'outil de soudage est ensuite déplacé le long des bords pour réaliser une soudure continue sur toute leur longueur. On notera que les dimensions de l'outil de soudage (hauteur du pion en particulier) sont choisies pour réaliser une soudure sur toute la hauteur des bords. Le renforcement 26 permet l'obtention d'une soudure régulière du côté de la surface interne de la languette 24. Lors de la conception des parties de pièces, on veillera à ce qu'elle ne comporte pas de relief gênant les mouvements de l'outil de soudage que ce soit lors du soudage ou pour accéder à la zone de soudage ou sortir de celle-ci.
- [0043] Le congé de raccordement 27 assure une transmission efficace d'effort en utilisation, en limitant les concentrations de contrainte.
- [0044] On remarque que la bielle ainsi obtenue est agencée pour privilégier au moins un chemin d'effort (ici le long de chacun des corps de bielle 20) et la soudure s'étend sensiblement parallèlement au chemin d'effort. Cette configuration est optimale en matière de tenue à l'effort.
- [0045] Selon le deuxième mode de mise en œuvre du procédé de l'invention, le procédé comprend l'étape de fabriquer une plaque 30 (ou première partie de pièce) et une bielle double 50 (ou deuxième partie de pièce).
- [0046] Chaque plaque 30 comprend deux faces principales et a une forme sensiblement rectangulaire allongée avec deux bords longitudinaux 31 (formant deux premiers bords de la première partie de pièce) s'étendant parallèlement depuis une première extrémité 30.1 de la plaque 30 vers une deuxième extrémité 30.2 de la plaque 30. Les première extrémité 30.1 et deuxième extrémité 30.2 ont des bords transversaux ici rectilignes dont une partie centrale est entaillée d'une échancrure arrondie. Chaque plaque 30 est issue de laminage et a subi un usinage pour la mettre aux cotes souhaitées.
- [0047] Chaque plaque 40 comprend deux faces principales et a une forme sensiblement rectangulaire allongée avec deux bords longitudinaux 41 (formant deux deuxième bords de la deuxième partie de pièce) s'étendant parallèlement depuis une première extrémité 40.1 de la plaque 40 vers une deuxième extrémité 40.2 de la plaque 30. Les première extrémité 40.1 et deuxième extrémité 40.2 ont des bords transversaux qui comprennent ici une échancrure arrondie. La plaque 40 est issue de laminage et a subi un usinage pour la mettre aux cotes souhaitées.
- [0048] La bielle double 50 comprend deux bras 51, agencés en V ou en Y, ayant des

premières extrémités 51.1 réunies l'une à l'autre et des deuxièmes extrémités 51.2 écartées l'une de l'autre. Les extrémités 51.1 et 51.2 sont pourvues d'alésages d'axes parallèles les uns aux autres. En outre, chaque extrémité 51.2 comprend une face 52 qui s'étend en regard de la face 52 de l'autre extrémité 51.2 et parallèlement à ladite face 52.

- [0049] Pour former la bielle double, la plaque 30 est pliée à deux reprises selon des lignes de pliage parallèles à ses bords longitudinaux de manière à former une poutre creuse ayant une section transversale en U. La poutre creuse ainsi formée va ensuite être disposée entre les extrémités 51.2 des bras 51 de telle manière que les extrémités de la poutre creuse soient en contact avec les faces 52 et puissent être soudées auxdites extrémités 50.2. Pour réaliser la soudure des extrémités 30.1, 30.2 aux extrémités 51.2 par friction malaxage, il faut fortement plaquer les extrémités 51.2 des bielles contre les extrémités de la poutre creuse et utiliser un outillage de soudage comprenant une enclume support capable d'encaisser l'effort qu'exerce le pion de soudage sur l'aluminium qui se trouve au-dessus. L'échancrure arrondie permet le transfert d'effort entre la pièce 51 et la pièce 30 de manière progressive pour augmenter sa tenue mécanique.
- [0050] Le traitement thermique et l'abrasion sont réalisés comme précédemment.
- [0051] On note que la face 52 de l'extrémité 51.2 de chaque bras 51 est une surface plane qui s'étend en regard de la face 52 plane de l'extrémité 51.2 de l'autre bras 51 : chaque extrémité 30.1, 30.2 est donc en appui contre la face 52 au moment du soudage et le soudage est un soudage dit pénétrant (la direction de pénétration étant perpendiculaire aux faces 11, 12 et parallèle à la face 52). Un tel soudage est plus difficile à réaliser notamment en friction malaxage.
- [0052] En revanche, on peut prévoir que chaque extrémité 51.2 comprenne deux rebords en saillie de la face 52 (comme les rebords 24 en saillie de la surface 22 du corps de bielle 20) pour réaliser une soudure bord à bord des extrémités 30.1, 30.2 auxdits rebords des extrémités 51.2. Les rebords ont alors une épaisseur identique à l'épaisseur des plaques 30.
- [0053] En variante, la poutre de renfort est obtenue par soudage de trois ou quatre plaques entre elles le long de leurs bords longitudinaux.
- [0054] On remarque que le panneau de contreventement ainsi obtenu est agencée pour privilégier au moins un chemin d'effort (ici le long de chacun des bras 51) et la soudure s'étend sensiblement parallèlement au chemin d'effort. Cette configuration est optimale en matière de tenue à l'effort.
- [0055] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

- [0056] En particulier, le procédé de l'invention est utilisable pour fabriquer toute pièce d'atterrisseur et par exemple : un bras de contre-fiche, une bielle de stabilisation, un panneau de contreventement, une barre de frein, un caisson principal....
- [0057] L'invention est applicable à des pièces à base d'autres matériaux que l'aluminium et par exemple à base d'acier ou de titane.
- [0058] Les extrémités 20.1 et les axes des perçages 23.1 peuvent être perpendiculaires aux extrémités 20.2 et aux axes des perçages 23.2.
- [0059] On peut réaliser la bride des figures 2 à 4 en utilisant une première pièce et une deuxième pièce toutes deux identiques au corps de bride 20. Les languettes 24 de chaque corps de bielle sont alors plus larges pour pouvoir être soudées bord à bord aux languettes 24 de l'autre corps de bielle.
- [0060] Les pièces peuvent avoir d'autres formes que celles représentées. Ainsi, en variante, la bielle peut avoir des faces parallèles, les bords 13 de chaque plaque 10 étant parallèles l'un à l'autre.
- [0061] Une ou plusieurs des étapes de finition peuvent être omises.
- [0062] Les parties de pièces peuvent être obtenues par une ou plusieurs opérations de laminage, forgeage, matriçage, ou toute autre opération de fabrication, éventuellement suivie(s) par une autre opération comme une opération d'usinage ou de reprise d'usinage.

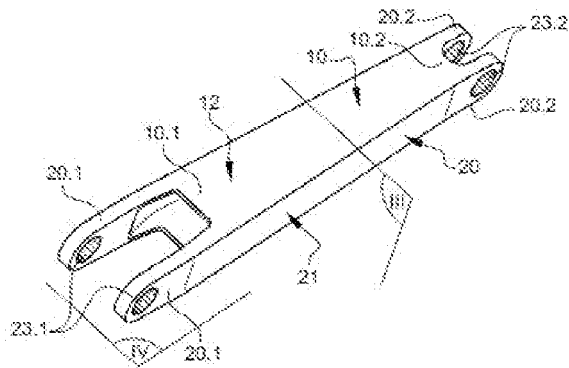
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de fabrication d'une pièce d'atterrisseur en matériau métallique, comprenant les étapes de :
- réaliser au moins une première partie de pièce (10) formant un renfort mécanique de manière que la première partie de pièce (10) présente un premier bord (13) ;
 - réaliser au moins une deuxième partie de pièce (20) formant un corps principal de manière que la deuxième partie de pièce (20) présente un deuxième bord (25), les premier et deuxième bords ayant sensiblement une même hauteur ;
 - positionner la première partie de pièce et la deuxième partie de pièce de telle manière de telle manière que le premier bord juxte le deuxième bord ;
 - souder bord à bord par friction malaxage la première partie de pièce à la deuxième partie de pièce pour former, depuis une surface extérieure des parties de pièce, une soudure continue s'étendant sur toute la hauteur des bords.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la deuxième pièce est agencée pour privilégier au moins un chemin d'effort et la soudure s'étend sensiblement parallèlement au chemin d'effort.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, la première partie de pièce (10) est une plaque et la deuxième partie de pièce (20) est un corps de bielle ayant deux faces principales (21, 22) sensiblement parallèles l'une à l'autre et au moins une languette (24) s'étendant en saillie d'une des faces principales, la languette ayant un bord libre formant le deuxième bord (25) de la deuxième partie de pièce.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, dans lequel la languette (24) s'étend le long d'un côté de ladite face principale (22) et se raccorde à celui-ci par un congé de raccordement (27).
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, dans lequel un renforcement (26) s'étend le long dudit côté de ladite face principale (22) entre ledit côté et la languette (24).
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel la pièce d'atterrisseur comprend deux premières parties de pièce (10) et deux deuxième parties de pièces (20) assemblées aux premières parties

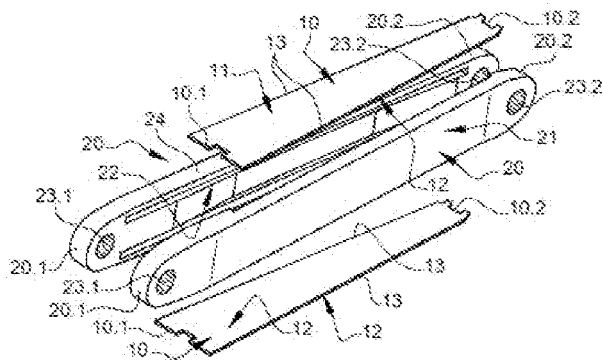
de pièce pour former une section transversale rectangulaire creuse de la pièce d'atterrisseur.

- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel la première partie de pièce est une poutre de renfort et la deuxième partie de pièce est obtenue par forgeage et comprend deux bras (51) ayant des premières extrémités (51.1) réunies l'une à l'autre et des deuxièmes extrémités (51.2) écartées l'une de l'autre, la première partie de pièce étant disposée entre les deuxièmes extrémités pour relier celles-ci l'une à l'autre.
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication 7, dans lequel la poutre de renfort est obtenue par pliage d'une plaque unique.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication 7, dans lequel la poutre de renfort est obtenue par soudage de plaques entre elles.
- [Revendication 10] Procédé selon la revendication 1, comprenant l'étape d'abraser la surface extérieure au moins au voisinage de la soudure.
- [Revendication 11] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau métallique est à base d'aluminium, d'acier ou de titane.

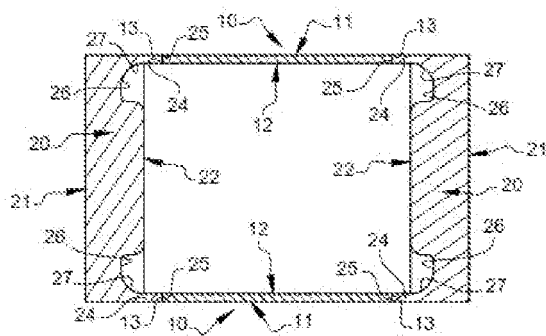
[Fig. 1]



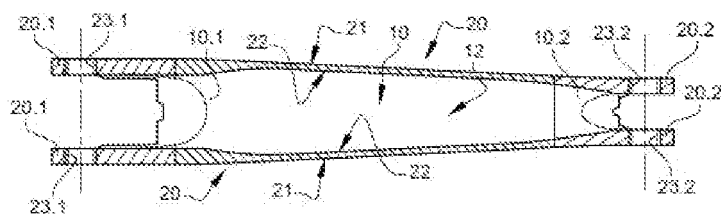
[Fig. 2]



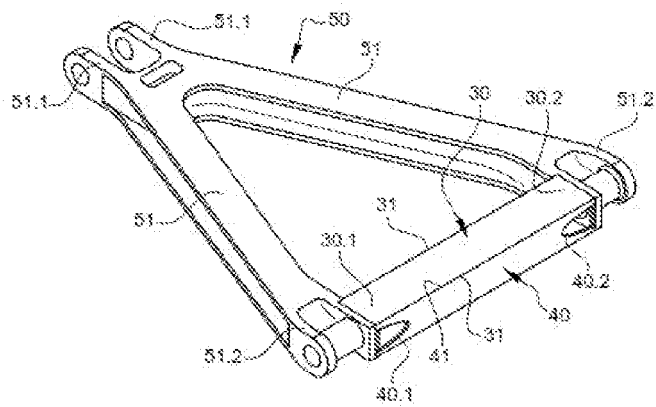
[Fig. 3]



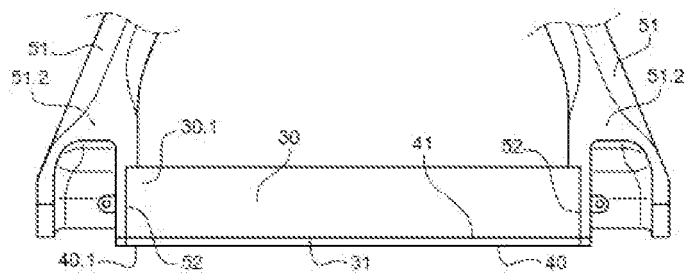
[Fig. 4]



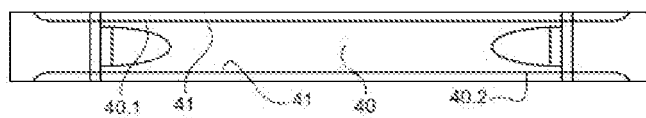
[Fig. 5]



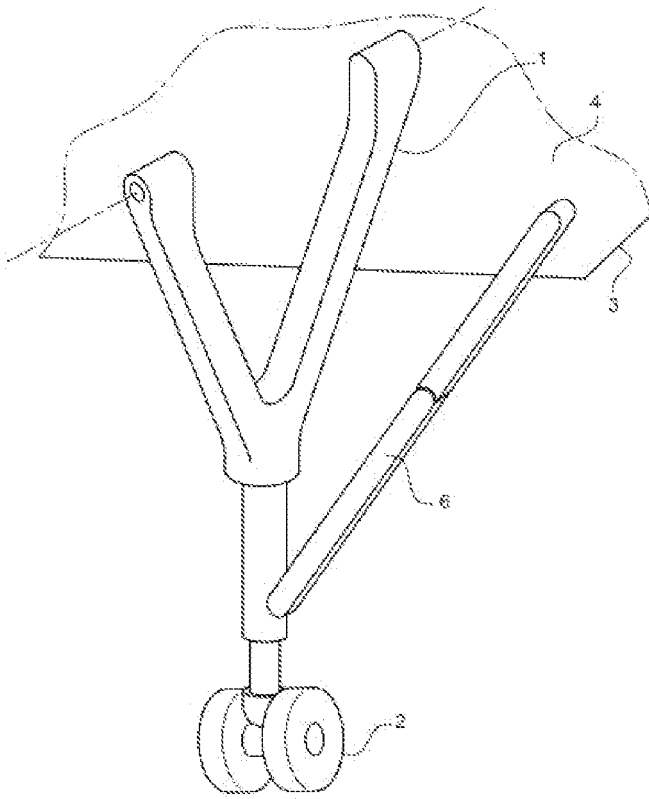
[Fig. 6]



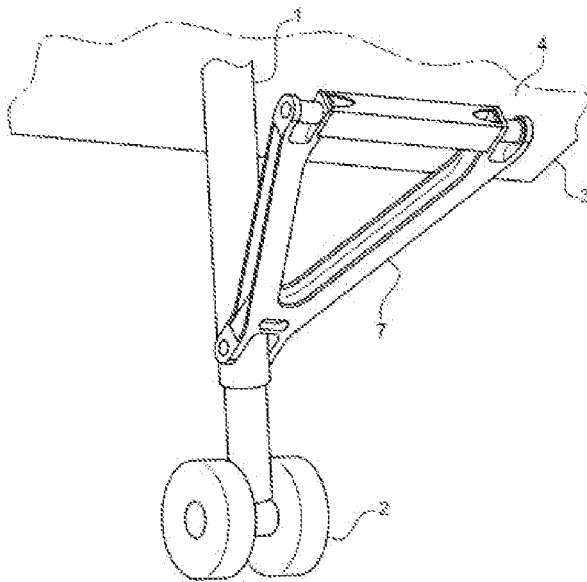
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



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 2 395 690 A (SHERMAN DONALD W)
26 février 1946 (1946-02-26)

WO 2009/081731 A1 (NIPPON LIGHT METAL CO
[JP]; SATO HAYATO [JP] ET AL.)
2 juillet 2009 (2009-07-02)

WO 2021/009065 A1 (SAFRAN LANDING SYSTEMS
[FR]) 21 janvier 2021 (2021-01-21)

EP 2 321 117 B1 (MT AEROSPACE AG [DE])
22 février 2012 (2012-02-22)

US 2007/007386 A1 (COUPE DOMINIQUE [FR] ET
AL) 11 janvier 2007 (2007-01-11)

FR 955 581 A (DISPOSITIFS
OLÉO-PNEUMATIQUES [FR])
17 janvier 1950 (1950-01-17)

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