

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
15 novembre 2012 (15.11.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/152687 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
B21C 23/03 (2006.01) *B21K 21/00* (2006.01)
B21C 23/18 (2006.01) *B64C 25/00* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2012/058235
- (22) Date de dépôt international :
4 mai 2012 (04.05.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1154020 10 mai 2011 (10.05.2011) FR
- (71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : AU-
BERT & DUVAL [FR/FR]; Tour Maine Montparnasse,
33 avenue du Maine, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : HEBRARD,
Laurent [FR/FR]; 4bis route de Manson La Font de
l'Arbre, F-63870 Orcines (FR).
- (74) Mandataires : JACOBSON, Claude et al.; Cabinet La-
voix, 2 place d'Estienne d'Orves, F-75009 Paris (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, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : HOT EXTRUSION PROCESS FOR PRODUCING A METAL PART, EXTRUSION TOOL FOR IMPLEMENTING IT AND LANDING GEAR ROD THUS PRODUCED

(54) Titre : PROCÉDÉ DE FILAGE À CHAUD POUR RÉALISER UNE PIÈCE MÉTALLIQUE, OUTIL DE FILAGE POUR SA MISE EN OEUVRE ET TIGE DE TRAIN D'ATERRISSAGE AINSI RÉALISÉE

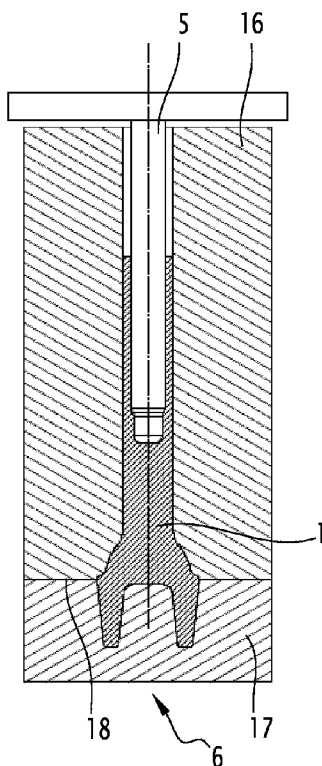


FIG. 6

(57) Abstract : Hot extrusion process and tool for producing a metal part (1), such as a landing gear, possessing a flow stress of 200 MPa or more when cold and comprising a tubular portion (2) one of the two ends of which is extended by a complex shape (3), said process comprising, after heating and hot transfer of the billet (11) to an extrusion press (6): at least one direct extrusion step using a first mandrel (4) in order to produce the complex shape (3); and at least one indirect extrusion step with a second mandrel (5) replacing the first, the second mandrel moving in the same direction and in the same way as the first mandrel (4) in the same extrusion tool (6) so as to produce all of the tubular portion (2) of the part (1).

(57) Abrégé : Procédé et outillage de filage à chaud pour réaliser une pièce métallique (1), comme un train d'atterrissage possédant à froid une contrainte d'écoulement supérieure ou égale à 200 MPa, et comportant une partie tubulaire (2) dont l'une des deux extrémités est prolongée par une forme complexe (3), ledit procédé comportant après le chauffage du lopin (11) et son transfert à chaud dans un outillage de filage sous presse (6) : au moins une étape de filage direct à l'aide d'un premier poinçon (4) pour réaliser la forme complexe (3); et au moins une étape de filage inverse avec un deuxième poinçon (5) remplaçant le premier et se déplaçant dans la même direction et le même sens que le premier poinçon (4) dans le même outillage de filage (6) pour réaliser toute la partie tubulaire (2) de la pièce (1).



GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

Procédé de filage à chaud pour réaliser une pièce métallique, outil de filage pour sa mise en œuvre et tige de train d'atterrissage ainsi réalisée

L'invention concerne le domaine de la métallurgie, et plus particulièrement les
5 procédés de filage à chaud pour fabriquer une pièce métallique comprenant une partie tubulaire et une forme complexe, principalement pour des applications aéronautiques, telle qu'une tige de train d'atterrissage d'aéronef.

Habituellement, une tige de train d'atterrissage comprend deux parties : une
partie tubulaire appelée fût , et une chape qui prolonge l'extrémité non-débouchante du fût.
10 Le fût pénètre à l'intérieur de la partie principale du train que l'on appelle caisson, et forme avec celui-ci une liaison glissière constituant notamment un système suspension-amortissement. Pour cette raison, la tige de train est également appelée tige coulissante, L'essieu des roues (qui sont au moins au nombre de deux) est relié à la chape par une
liaison pivot. La chape est de forme complexe car elle comprend, notamment, une ou
15 plusieurs excroissances (extensions) radiales et/ou axiales.

Ce type de pièces qui requièrent de hautes propriétés mécaniques d'emploi (résistance spécifique, ténacité, résistance à la fatigue...) est généralement réalisé dans des matériaux qu'il est difficile de transformer à froid par matriçage, forgeage, laminage et/ou filage. Les matériaux constituant ces pièces sont, par exemple, des alliages de
20 titane ou des aciers ayant à froid une résistance à l'écoulement (contrainte d'écoulement) qui est supérieure ou égale à 200 MPa.

Il est connu de réaliser ce type de pièces par plusieurs étapes successives de transformation à chaud et d'usinage, à savoir notamment :

- au moins une étape de forgeage pour former une ébauche forgée ;
- 25 - au moins deux étapes de matriçage pour réaliser la forme complexe de la chape et l'extérieur du fût ;
- plusieurs étapes de réchauffage intermédiaires ;
- puis au moins un perçage non débouchant du fût pour lui conférer sa forme tubulaire, suivi d'un alésage de finition, pour réaliser l'alésage intérieur du fût.

30 La succession de ces étapes est longue, coûteuse, et nécessite plusieurs manipulations de la pièce entre les différentes étapes précitées, avec à chaque manipulation le risque d'endommager la pièce.

Par ailleurs l'opération d'usinage visant à réaliser le perçage non-débouchant du fût a deux inconvénients majeurs :

- 35 - elle induit des contraintes d'usinage importantes dans la pièce qui peut se déformer ou être endommagée ;

- et elle génère également une perte de matière importante ; cette matière étant sous forme de copeaux, elle est difficilement valorisable, ce qui est d'autant plus dommageable qu'elle est coûteuse, en particulier dans le cas des alliages de titane.

En outre, du fait de la massivité de la pièce aux différents stades de forgeage et de matriçage (une taille courante est de l'ordre de 400 mm de diamètre et 2500 mm de longueur), il est difficile de contrôler la santé métallurgique de la pièce avant le perçage final. En effet, du fait de cette massivité, les contrôles non-destructifs couramment pratiqués pour ce type de pièces, tels que l'inspection par ultrasons, ne permettent pas de détecter efficacement tous les défauts que la pièce est susceptible de contenir en raison des dimensions de la pièce qui rendent certaines zones peu accessibles aux ultrasons.

Il est connu de réaliser intégralement par filage inverse (c'est-à-dire par une opération de filage dans laquelle la partie non déformée du lopin est immobile par rapport au conteneur qui la renferme, ou dans laquelle la partie déformée s'écoule dans une direction inverse à celle du déplacement du poinçon) des formes tubulaires présentant une extension axiale à l'extrémité non-débouchante du tube, et ayant donc une morphologie comparable à celle des tiges de trains d'atterrissage (voir le document GB-A-1 459 641). Cependant ces procédés sont généralement mis en œuvre seulement pour des matériaux facilement transformables à froid (ayant à froid une résistance à l'écoulement qui est inférieure à 200 MPa) et pour des pièces de révolution de forme extérieure sensiblement cylindrique qui ne comportent pas de partie présentant une forme dite « complexe », c'est-à-dire une partie, telle qu'une excroissance, dont la zone d'encombrement s'étend radialement sensiblement au-delà de la périphérie externe de la portion tubulaire de la pièce.

Ce type de procédé n'est pas adapté à la fabrication de pièces transformables uniquement à chaud qui, de surcroît, comprennent une ou plusieurs formes complexes. En effet, pour ces procédés, et bien que la forme de la pièce de GB-A-1 459 641 (qui n'est pas une pièce de train d'atterrissage mais un vérin hydraulique) soit relativement simple, plusieurs étapes de filage sont néanmoins requises. Partant de ce type de procédé, l'ajout d'une forme complexe impliquerait plusieurs étapes de filage supplémentaires qui seraient incompatibles avec une transformation à chaud, puisque la pièce à fabriquer se refroidirait au cours du procédé, empêchant de ce fait l'exécution des dernières étapes de filage.

Une solution évidente à ce problème serait alors de pratiquer plusieurs réchauffages intermédiaires entre les étapes de filage qui le nécessiteraient, mais ces réchauffages compliqueraient le procédé qui perdrait beaucoup en productivité et en rentabilité.

Par ailleurs, dans ce type de procédés connus où la pièce filée est évacuée de la matrice côté poinçon, une pièce comportant une forme complexe réalisée, par exemple, à l'opposé du poinçon, nécessiterait des modifications de l'outillage non évidentes, qui ne permettraient pas pour autant de pouvoir évacuer la pièce en dehors de l'outillage.

5 En outre, la réalisation d'une forme complexe par filage est plus difficile à obtenir car, dans son cas, la matière de la pièce s'écoule beaucoup moins facilement pour remplir l'empreinte correspondante dans la matrice que pour une forme cylindrique. Rien dans l'état de la technique ne permet de pallier cet inconvénient.

10 Il existe donc aujourd'hui un besoin de simplifier et de fiabiliser le procédé de fabrication des tiges de trains d'atterrissage, ainsi que des pièces de formes et de massivités semblables, réalisées dans des matériaux difficiles à transformer à froid comme les aciers ou des alliages (notamment de titane) ayant une contrainte d'écoulement qui à froid est supérieure à 200 MPa et qui ne sont généralement transformables qu'à chaud.

15 Le but de l'invention est donc de proposer un procédé de réalisation d'une pièce métallique comprenant une partie tubulaire dont l'une des deux extrémités est prolongée par une forme dite « complexe » au sens précédemment exposé, qui réponde à ce besoin et qui apporte une solution aux inconvénients précités.

20 A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de filage à chaud pour réaliser une pièce métallique comportant une partie tubulaire dont l'une des deux extrémités est prolongée par une forme complexe, ledit procédé comportant :

- une étape préalable de chauffage d'un lopin à partir duquel la pièce doit être réalisée, pour diminuer sa résistance à la déformation ;
- et une étape de transfert à chaud dudit lopin dans un outillage de filage sous
25 presse, l'outillage comprenant une matrice comportant une empreinte dans laquelle est placé le lopin et dont la forme correspond sensiblement à la forme extérieure de la pièce à obtenir après filage ;

caractérisé en ce que ledit métal possède à froid une contrainte d'écoulement supérieure ou égale à 200 MPa, en ce que ladite forme complexe est réalisée par filage
30 direct et ladite partie tubulaire est réalisée par filage inverse, et en ce que le procédé comporte successivement :

- au moins une étape de filage direct à l'aide d'un premier poinçon pour réaliser la forme complexe et obtenir ainsi une pièce semi-ouvrée ;

35 - une étape de remplacement du premier poinçon par un deuxième poinçon sur l'outillage de filage, le deuxième poinçon se déplaçant dans la même direction et le même sens que le premier poinçon ;

- au moins une étape de filage inverse dans le même outillage de filage pour réaliser toute la partie tubulaire de la pièce ;
- et une étape d'évacuation de la pièce filée hors de l'outillage de filage.

La forme complexe peut être non-axisymétrique.

- 5 L'extrémité de la partie tubulaire prolongée par la forme complexe peut être non-débouchante, et la forme complexe a une zone d'encombrement qui s'étend radialement au-delà de la périphérie externe de la partie tubulaire.

L'étape de filage inverse peut succéder à l'étape de filage direct sans réchauffage intermédiaire de la pièce semi-ouvrée.

- 10 L'empreinte formée dans la matrice et qui reçoit le lopin peut être de forme globalement cylindrique et non-débouchante avec une partie alésée, le ou les poinçon(s) étant conçus pour pouvoir se déplacer dans la partie alésée de l'empreinte.

- 15 Le premier poinçon peut avoir un diamètre extérieur qui est ajusté au diamètre interne de la partie alésée de l'empreinte pour éviter un écoulement inverse de la matière lors de l'étape de filage direct.

Le deuxième poinçon peut avoir un diamètre inférieur à celui du premier poinçon pour autoriser un filage inverse de la matière autour du deuxième poinçon.

- 20 Un manchon cylindrique peut être fixé autour du deuxième poinçon, ledit manchon cylindrique ayant un diamètre extérieur qui est ajusté au diamètre interne de la partie alésée de l'empreinte, ledit manchon cylindrique et le deuxième poinçon définissant une zone annulaire destinée à former la partie tubulaire de la pièce.

On peut réaliser un chauffage de la matrice pendant le filage.

La pièce filée peut être en alliage de titane.

La pièce filée peut être en alliage Ti 10-2-3 ou en alliage Ti 5-5-5-3.

- 25 La pièce peut être une tige de train d'atterrissage, et lors de l'étape préalable de chauffage du lopin, ledit lopin est porté à une température comprise entre 700 °C et la température de Béta-transus de l'alliage, et ladite température est maintenue pendant au moins 2h.

- 30 Le diamètre de la partie tubulaire de ladite pièce peut être compris entre 350 et 500 mm, et ladite température est maintenue pendant au moins 4 h.

Lors de la première étape de filage, la vitesse de travail du premier poinçon (4) est inférieure ou égale à 20 mm/s, de préférence inférieure ou égale à 15 mm/s, et lors de la deuxième étape de filage, la vitesse de travail du deuxième poinçon (5) est inférieure ou égale à 30 mm/s, de préférence inférieure ou égale à 20 mm/s..

- 35 La pièce filée peut être en acier

La pièce filée peut être en un acier NC40SW.

La pièce peut être une tige de train d'atterrissage, lors de l'étape préalable de chauffage du lopin, le lopin est porté à une température comprise entre 950 °C et 1250 °C, et la température de chauffage est maintenue pendant au moins 2h.

5 Lors de la première étape de filage, la vitesse de travail du premier poinçon peut être inférieure ou égale à 40 mm/s, et lors de la deuxième étape de filage, la vitesse de travail du deuxième poinçon est inférieure ou égale à 60 mm/s.

10 L'invention a également pour objet un outillage de filage pour la mise en œuvre du procédé précédent, caractérisé en ce qu'il comporte une matrice constituée d'au moins deux parties séparées par un plan de joint situé au niveau de la forme complexe, de telle sorte que lorsque les deux parties de la matrice sont désassemblées, il est possible d'évacuer la pièce filée en dehors de l'outillage de filage, et en ce qu'il comporte deux poinçons, le premier poinçon permettant de réaliser ladite forme complexe par une opération de filage direct sur le lopin et le deuxième poinçon permettant de réaliser toute ladite partie tubulaire par une opération de filage inverse.

15 Il peut comporter un dispositif de chauffage.

Le dispositif de chauffage peut être un dispositif de chauffage par induction.

20 L'outillage peut comporter un manchon cylindrique fixé autour du deuxième poinçon, ledit manchon cylindrique ayant un diamètre extérieur qui est ajusté au diamètre interne de la partie alésée de l'empreinte, ledit manchon cylindrique et le deuxième poinçon définissant une zone annulaire destinée à former la partie tubulaire de la pièce.

L'invention a également pour objet une tige de train d'atterrissage en alliage de titane ou en acier à haute résistance, caractérisée en ce qu'elle est obtenue par la mise en œuvre du procédé précédent et comporte une partie tubulaire formant le fût de la tige de train et une forme complexe formant la chape de la tige.

25 Elle peut être réalisée en alliage de titane Ti 10-2-3, Ti 5-5-5-3 ou en acier NC40SW.

Comme on l'aura compris, le procédé de filage à chaud selon l'invention comprend la succession d'étapes suivantes :

30 - une étape préalable de chauffage de la pièce pour diminuer sa résistance à la déformation ;

- une étape de transfert de la pièce réchauffée dans un outillage de filage sous presse, l'outillage comprenant une matrice comportant une empreinte dans laquelle est placée la pièce à filer, et dont la forme correspond à la forme extérieure de la pièce à obtenir après filage ;

35 - au moins une étape de filage direct à l'aide d'un premier poinçon pour réaliser uniquement la forme complexe située à l'une des extrémités de la pièce ;

- une étape de remplacement du premier poinçon par un deuxième poinçon sur l'outillage de filage, le deuxième poinçon étant monté dans une position coaxiale à celle occupée précédemment par le premier poinçon, de telle sorte que le deuxième poinçon puisse se déplacer dans la même direction et le même sens que le premier poinçon ;

5 - une étape de filage inverse à l'aide du deuxième poinçon pour réaliser toute la partie tubulaire de la pièce ;

- et une étape d'évacuation de la pièce filée en dehors de l'outillage de filage.

Par « forme complexe » on entend, dans le cadre de la présente invention, une forme de la pièce dont la zone d'encombrement s'étend radialement au-delà de la
10 périphérie externe de la partie tubulaire.

La pièce peut ne pas être totalement de révolution. C'est, notamment, le cas d'une tige de train d'atterrissage dont la chape de forme complexe est non-axisymétrique, et comporte des excroissances radiales/axiales.

La mise en forme peut également comporter plus de deux étapes de filages,
15 réalisées chacune avec un poinçon différent.

Ainsi après un chauffage initial, le procédé de filage permet, avec une seule matrice et au moins deux poinçons différents, de réaliser à partir d'un élément brut de matière (lopin de matière), et sans avoir à déplacer la pièce d'un outillage à un autre entre deux étapes de filage, une pièce comprenant à la fois une partie tubulaire et une forme
20 complexe à l'extrémité non-débouchante de la partie tubulaire.

Le procédé permet donc de fabriquer avec un enchaînement d'étapes simple, des pièces de formes complexes dans des matériaux habituellement difficiles à transformer à froid par matriçage, forgeage, laminage et/ou filage, comme des aciers ou des alliages, notamment de titane, ayant à froid une contrainte d'écoulement supérieure
25 ou égale à 200 MPa, notamment ceux destinés à des applications aéronautiques.

L'invention se distingue des procédés connus de réalisation de pièces comportant une partie tubulaire prolongée par une forme complexe, décrits par exemple dans les documents FR-A-1 573 666, DE-A-1929147, US-A-2006/016077 et US-A-2006/0016237 par le fait que, à la fois :

30 - le filage est effectué en deux étapes au lieu d'une seule pour les deux premiers de ces documents ;

- et la première étape de filage n'est consacrée qu'à la réalisation de la forme complexe, l'intégralité de la partie tubulaire étant réalisée dans la deuxième étape, alors que dans les deux derniers documents cités, la formation de la partie tubulaire débute dès
35 la première étape du filage.

Ces caractéristiques permettent avantageusement de traiter des métaux peu malléables, ayant une contrainte d'écoulement à froid de 200 MPa ou davantage pour réaliser des pièces de grandes dimensions. Cela ne serait pas possible par les procédés décrits dans lesdits documents.

5 Les pièces fabriquées selon le procédé de l'invention peuvent être massives, comme le sont, par exemple, des tiges de train d'atterrissage. Celles-ci peuvent avoir un diamètre de tige supérieur à 400 mm et atteindre 2500 mm de long et plus.

Par ailleurs, le trou central de la tige de train est réalisé directement lors de l'étape de filage inverse, ce qui évite d'avoir à percer ultérieurement la pièce par enlèvement de matière, ce qui serait contraignant pour la pièce et risquerait d'endommager celle-ci.

Après sa fabrication, la pièce est soumise à des contrôles non destructifs classiques.

15 Avantageusement, selon l'invention l'étape de filage inverse succède immédiatement à l'étape de filage direct, c'est-à-dire sans réchauffage intermédiaire de la pièce. Ceci est rendu possible par le fait que la pièce n'est pas déplacée d'un outillage à un autre entre les différentes étapes de filage. Elle peut donc être conservée suffisamment chaude tout au long du procédé pour lui permettre de se déformer facilement lors des étapes de filages.

20 La matière à filer s'écoule plus difficilement pour réaliser la forme complexe que pour réaliser la forme tubulaire par filage inverse. C'est pourquoi, dans la première variante de l'invention, on réalise la forme complexe par filage direct, avant de réaliser la partie tubulaire par filage inverse.

Si le poinçon doit déboucher la pièce, il y a un risque de déformation de l'extrémité de la pièce ou d'arrachement de la matière. C'est pourquoi l'extrémité de la partie tubulaire qui est prolongée par la forme complexe est, de préférence, non-débouchante. Pour les applications de tiges de train d'atterrissage pour aéronefs, il est également préféré d'avoir un fût non débouchant pour préserver plus facilement les étanchéités hydrauliques. Si nécessaire, cette extrémité peut être débouchée ultérieurement par simple usinage.

30 L'empreinte formée dans la matrice et qui reçoit la pièce à filer est de forme globalement cylindrique et non-débouchante, avec une partie alésée. Les premier et deuxième poinçons sont montés pour pouvoir coulisser dans l'alésage de l'empreinte.

Le deuxième poinçon a un diamètre plus petit que celui du premier poinçon pour autoriser un filage inverse de la matière autour du deuxième poinçon.

Le premier poinçon a un diamètre extérieur, qui au jeu de fonctionnement près, est ajusté à l'alésage de l'empreinte de la matrice pour éviter un écoulement inverse de la matière lors de l'étape de filage direct. On bénéficie ainsi de toute la puissance de la presse pour réaliser la forme complexe.

5 Dans une première variante de l'invention, la pièce filée est en alliage de titane, et de préférence en Ti 10-2-3 (Ti, 10% V, 2% Fe, 3% Al) ou en Ti 5-5-5-3 (Ti, 5% Al, 5% V, 5% Mo, 3% Cr).

10 Lors de l'étape préalable de chauffage, la température de la pièce en alliage de titane est portée à une température comprise entre 700°C et la température de Béta-transus de l'alliage de titane (environ 800°C pour un Ti 10-2-3 et environ 850°C pour un Ti 5-5-5-3). En fonction de la massivité de la pièce, la température de chauffage est maintenue pendant au moins 2h, par exemple, entre 4 et 6h pour une pièce d'un diamètre compris entre 400 et 500 mm, de manière à obtenir assurément une température homogène dans l'ensemble de la pièce.

15 Dans une deuxième variante de réalisation, la pièce filée est en acier à haute résistance et de préférence en acier NC40SW (40NiSiCrMo7). L'acier NC40SW a une composition nominale qui, classiquement, en pourcentage pondéraux, est sensiblement la suivante :

- carbone : 0.4% ;
- 20 - nickel : 1.8% ;
- silicium : 1.6% ;
- chrome : 0.85% ;
- molybdène : 0.4% ;

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

25 Lors de l'étape préalable de chauffage, la pièce en acier est portée à une température comprise entre 950°C et 1250°C pour abaisser les contraintes d'écoulement du matériau et permettre une transformation par filage à chaud de la matière. De préférence la température de chauffage est déterminée pour que les contraintes d'écoulement du matériau, lors du filage, soient inférieures à 200 MPa et de préférence 30 inférieures à 150 MPa. En fonction de la massivité de la pièce, la température de chauffage est maintenue pendant au moins 2h, par exemple entre 4 et 6h pour une pièce d'un diamètre compris entre 350 et 500 mm, là encore avec pour objectif de garantir une homogénéité de la température dans l'ensemble de la pièce.

35 L'invention repose également sur un outillage pour la mise en œuvre du procédé précité. La matrice comprend au moins deux éléments, séparés par un plan de joint qui se trouve au niveau de la partie de l'outillage imposant la forme complexe, de telle sorte que,

lorsque les deux éléments sont désassemblés, il est possible d'évacuer la pièce filée en dehors de l'outillage de filage. Contrairement à l'art antérieur, l'évacuation de la pièce filée hors de la matrice n'a pas besoin d'être effectuée côté poinçon, ce qui serait impossible avec une pièce de forme complexe.

5 Grâce au procédé et au dispositif selon l'invention, il est possible de réaliser notamment une tige de train d'atterrissage en un alliage de titane ou en un acier haute résistance convenablement choisis, comprenant une partie tubulaire qui constitue le fût de la tige et une forme complexe qui constitue la chape de la tige.

10 Pour une tige de train d'atterrissage en alliage de titane, par exemple en Ti 10-2-3, la vitesse de travail nominale du premier poinçon en filage direct est inférieure ou égale à 20 mm/s, de préférence inférieure ou égale à 15mm/s, et celle du deuxième poinçon en filage inverse est inférieure ou égale à 30 mm/s, de préférence inférieure ou égale à 20 mm/s.

15 Pour une tige de train d'atterrissage en acier haute résistance, par exemple en NC40SW, la vitesse de travail nominale du premier poinçon est de préférence inférieure ou égale à 40 mm/s et celle du deuxième poinçon est de préférence inférieure ou égale à 60 mm/s.

20 De manière générale, on peut se permettre de travailler avec une vitesse du deuxième poinçon 5 plus élevée que celle du premier poinçon car la forme tubulaire à imposer par le deuxième poinçon est plus simple à obtenir que la forme complexe obtenue à l'aide du premier poinçon.

La vitesse de travail des poinçons est, de préférence, réduite vers la fin de la course du poinçon, qui correspond à la fin du remplissage de la matière dans l'empreinte de la matrice. On vise ainsi à assurer un meilleur remplissage de l'empreinte.

25 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, donnée en référence aux figures annexées suivantes :

- la figure 1 qui montre un exemple de tige de train d'atterrissage réalisable selon l'invention ;

- les figures 2 à 6 qui montrent la succession d'étapes d'une première variante du

30 procédé selon l'invention aboutissant à la fabrication de la pièce de la figure 1 ;

- les figures 7 à 11 qui montrent la succession d'étapes d'une deuxième variante du procédé selon l'invention aboutissant à la fabrication de la pièce de la figure 1.

La figure 1 illustre une tige 1 de train d'atterrissage en perspective et en coupe partielle telle qu'obtenue après la mise en œuvre du procédé selon l'invention. La tige 1

35 comporte une partie tubulaire 2 vue en coupe partielle, constituant le fût, et une partie

complexe 3 constituant la chape. Dans cet exemple, la partie tubulaire est non-débouchante.

Les figures 2 à 6 sont des vues en coupe montrant un outillage de filage et les différentes étapes d'une première variante d'un procédé selon l'invention pour fabriquer la tige 1 de train d'atterrissage illustrée sur la figure 1.

Il doit être compris que les figures 2 à 6 sont schématiques. Par exemples, les moyens de guidage et de centrage des poinçons 4, 5 par rapport à la matrice 6 ne sont pas représentés. Ils sont de conceptions tout à fait classiques sur des outils de ce genre.

La tige 1 de train d'atterrissage représentée en figure 1, qui est par exemple en alliage de titane Ti 10-2-3, est obtenue après la mise en œuvre du procédé selon l'invention. Cette géométrie, bien que très proche de la pièce finie, n'est pas définitive car la pièce doit classiquement, avant d'être assemblée aux autres pièces constituant un train d'atterrissage, subir des usinages pour supprimer des surépaisseurs et pour obtenir des surfaces fonctionnelles ainsi que des traitements thermiques pour, notamment, atteindre les propriétés mécaniques d'emplois requises. Mais aucune opération lourde de mise en forme n'est nécessaire par la suite. Cette pièce d'une longueur totale d'environ 2 500 mm, par exemple, comprend principalement deux parties :

- une partie tubulaire 2 non débouchante qui forme le fût de la tige 1, et dont le diamètre extérieur est d'environ 386 mm par exemple ;

- et une forme complexe 3 qui prolonge l'extrémité non débouchante de la partie tubulaire 2 et qui forme la chape du train.

La forme de la chape est dite « complexe » en ce sens qu'elle comprend des excroissances ou saillies 7, 8, 9, 10 qui s'étendent radialement et axialement au-delà de l'enveloppe de la partie tubulaire 2. Ainsi la chape 3 a une zone d'encombrement qui s'étend radialement au-delà de la périphérie externe de la partie tubulaire 2.

Cette forme complexe de la chape 3 associée à la partie tubulaire 2 rend difficile la fabrication de la tige 1 de train au moyen des procédés et dispositifs classiques.

Grâce au procédé selon l'invention, décrit ci-après dans des exemples de mise en œuvre, notamment ceux illustrés par les figures 2 à 6 d'une part et 7 à 11 d'autre part, la fabrication d'une telle pièce 1 est considérablement simplifiée par rapport à l'état de la technique décrit en préambule. En effet, entre la forme brute initiale (le lopin de matière 11 représenté sur les figures 2 et 3, qui a éventuellement été préalablement usiné pour lui permettre d'être introduit dans la matrice) et la géométrie de la tige 1 de train représentée à la figure 1, le nombre d'étapes de fabrication a été réduit, la pièce n'est pas déplacée d'un outillage à un autre et, après un chauffage initial pour que la pièce puisse être

déformée à chaud, aucun réchauffage intermédiaire de la pièce en cours de mise en forme n'est nécessaire.

Les figures 2 à 6 représentent un outillage de filage ainsi que quatre étapes successives du procédé. Les figures 2 et 3 correspondent à la même étape de filage selon deux vues différentes décalées de 90°. Les figures 4 à 6 représentent l'outillage vu sous le même angle que sur la figure 3. L'outillage de filage est placé sous une presse unidirectionnelle à un seul coulisseau, exerçant son action sur les poinçons successifs 4, 5, et dont la puissance est par exemple d'environ 15 kt.

L'outillage comprend une matrice 6 et un jeu de deux poinçons 4, 5 différents. La matrice 6, dont la constitution précise en de multiples parties sera exposée plus loin, est pourvue d'une empreinte 12 globalement cylindrique, orientée verticalement, et ouverte à son extrémité supérieure 13 pour recevoir un lopin 11 de matière à filer. La forme de l'empreinte 12 combinée à celle du deuxième poinçon 5 correspond à la forme de la tige 1 de train à obtenir après la dernière étape de filage du procédé selon l'invention.

La partie supérieure 21 de l'empreinte 12 est alésée et correspond au diamètre extérieur du fût 2, sauf lorsque le deuxième poinçon 5 est muni d'un manchon cylindrique extérieur comme cela sera envisagé dans la deuxième variante de réalisation de l'invention (non représentée). La partie cylindrique alésée 21 de l'empreinte 12 permet de guider plus efficacement le premier poinçon 4, et éventuellement le deuxième poinçon 5 lorsque celui-ci est muni d'un manchon cylindrique extérieur.

La partie inférieure 22 de l'empreinte 12 correspond à la forme extérieure complexe de la chape 3 de la tige 1 de train.

Les figures 2 et 3 représentent, selon deux angles de vue décalés de 90°, un lopin de matière 11 mis en place en position verticale dans l'outillage de filage, plus précisément dans l'empreinte 12 de la matrice 6 de l'outillage de filage.

Dans l'exemple représenté, le lopin 11 en Ti 10-2-3 est de forme cylindrique de révolution, a un diamètre d'environ 380 mm et une longueur d'environ 2000 mm. Le lopin de matière 11 est typiquement issu d'un lingot forgé, ou d'un lingot forgé puis laminé lorsque le lopin doit avoir un diamètre relativement réduit, par exemple inférieur à 100 mm. Il peut, à cet effet, être nécessaire après le forgeage de procéder à plusieurs étapes de laminage, dont une étape à fort taux de réduction (« blooming ») suivant le forgeage.

Avant son introduction dans la matrice 6, le lopin de matière 11 a préalablement été réchauffé dans un four de traitement à une température de 730°C. Cette température a été maintenue pendant environ 6 heures, de manière à obtenir la même température entre la peau et le cœur du lopin de matière 11. Ce traitement thermique a pour but de permettre une déformation à chaud de la matière du lopin 11 lors des étapes de filage («

étapes de filage à chaud »). La déformation à froid d'une pièce en Ti 10-2-3 serait difficile, ou endommagerait prématurément l'outillage de filage.

Sur les figures 2 et 3, le premier poinçon de filage 4 est pré-engagé dans l'empreinte 12 de la matrice 6. La partie supérieure 21 de l'empreinte 12 a une forme cylindrique de révolution qui correspond au diamètre extérieur du fût 2 de la tige 1 de train d'atterrissage après filage. La partie inférieure 22 de l'empreinte 12 a une forme complexe comprenant des excroissances, c'est à dire des saillies axiales et radiales. La forme complexe est le négatif de celle de la chape 3 de la tige de train. La partie supérieure 21 de l'empreinte 12 est alésée pour que le diamètre extérieur du premier poinçon 4 s'ajuste, au jeu de fonctionnement près, à cet alésage 21.

La figure 4 représente la fin de l'étape de filage direct du lopin de matière 11 par déplacement et coulissement du premier poinçon 4 dans l'alésage 21 de l'empreinte 12. Cette étape de filage direct permet d'obtenir à l'extrémité du lopin 11 une forme complexe qui correspond à celle de la chape 3 de la tige 1 de train.

Le fait de réaliser la forme complexe de la chape 3 par filage direct nécessite une presse moins puissante pour la commande du premier poinçon 4 que si cette même forme était réalisée en filage inverse, puisque la matière s'écoule dans le sens de déplacement du premier poinçon 4 sans devoir remonter le long de celui-ci.

Par ailleurs, le fait de réaliser la forme complexe de la chape 3 de la tige 1 de train par filage direct avant de réaliser la partie tubulaire 2 de cette même tige 1 par filage inverse permet au premier poinçon 4 d'exercer un effort qui est réparti sur toute la surface supérieure du lopin de matière 11, et pas seulement sur une extrémité annulaire qui correspondrait à l'extrémité ouverte de la partie tubulaire 2 de la tige 1 de train.

Pour un effort de presse identique, une extrémité annulaire encaisserait à sa surface une pression plus importante que sur l'extrémité d'un lopin de matière plein.

Par conséquent, le fait d'exercer, selon l'invention, un effort de filage directement sur le lopin de matière 11 permet de transmettre un effort plus intense que s'il était transmis à une partie tubulaire, qui, de surcroît, serait plus fragile.

Pour maximiser, à puissance de presse égale voire inférieure, les efforts de filage lors de la réalisation de la forme complexe de la chape 3, il est donc préférable de réaliser la forme complexe par filage direct avant que la partie tubulaire 2 ne soit elle-même formée par filage inverse, et c'est l'un des principes sur lesquels repose préférentiellement l'invention.

Lors du filage direct de la pièce permettant de réaliser la forme complexe de la chape 3, la vitesse d'avancement du poinçon peut être, en début de filage, d'environ 15

mm/s. Comme on l'a dit, en fin de filage cette vitesse peut être réduite progressivement pour assurer un meilleur remplissage de la forme complexe 22 de la matrice 12.

Sur la figure 4, l'étape de filage direct est, à ce stade, achevée, et une pièce mi-ouvrée 15 a été obtenue. La forme complexe de la chape 3 est réalisée, et le premier poinçon 4 a été ôté. Sur la figure 5, le poinçon 4 a été remplacé par le deuxième poinçon 5. On peut constater que le deuxième poinçon 5, de diamètre plus petit que le premier 4, est déjà pré-engagé dans la partie supérieure 21 de l'empreinte 12 de la matrice 6. Des moyens de centrage du poinçon 5 (non représentés) assurent que son axe longitudinal est bien confondu avec l'axe longitudinal de l'empreinte 12, comme l'était l'axe longitudinal du premier poinçon 4.

Entre les étapes représentées aux figures 4 et 5, la pièce mi-ouvrée 15 réalisée à partir du lopin 11 n'a pas été déplacée, seuls les deux poinçons 4, 5 ont été échangés.

La figure 6 correspond à l'étape de filage inverse assurant la mise en forme de la partie tubulaire 2 de la tige 1 de train. Grâce à l'effort exercé par le deuxième poinçon 5 sur la pièce mi-ouvrée 15, la matière remonte le long et autour du deuxième poinçon 5 pour former la partie tubulaire 2 (le fût) de la tige 1 de train. On obtient ainsi la pièce finale 1, à laquelle il n'y a plus qu'à apporter des usinages de finition pour supprimer des surépaisseurs et pour l'obtention des surfaces fonctionnelles, ainsi que des traitements thermiques d'usage pour notamment atteindre les propriétés mécaniques requises.

Lors du filage inverse pour former la partie tubulaire 2, la vitesse d'avancement du deuxième poinçon 5 est en début de filage d'environ 20 mm/s. De préférence, elle peut être progressivement réduite en fin de filage.

Lors de cette étape de filage inverse, la pièce mi-ouvrée 15 est toujours travaillée à chaud. La température de la pièce 15 a pu être maintenue pour plusieurs raisons.

La première raison est que la pièce mi-ouvrée 15 n'a pas eu besoin d'être déplacée d'un outillage à un autre puisque la même matrice 6 est utilisée pour les deux étapes de filage. Ainsi, les différentes étapes peuvent s'enchaîner rapidement sans que la pièce mi-ouvrée 15 n'ait le temps de se refroidir.

Une deuxième raison est qu'à chaque étape de filage, le poinçon 4 ou 5 transmet de l'énergie au lopin 11 ou à la pièce mi-ouvrée 15, énergie qui se transforme en chaleur et contribue au maintien des températures du métal à travailler et de la matrice 6.

Une autre raison vient de la massivité de la matrice 6 de l'outillage dans laquelle le lopin 11 à filer puis la pièce mi-ouvrée 15 pénètrent complètement. En effet une telle massivité de l'outillage donne une inertie thermique importante, ce qui ralentit le refroidissement du métal travaillé.

Dans une variante avantageuse de réalisation de l'outillage, l'outillage peut également être réchauffé et maintenu en température avant, voire aussi pendant le filage, par exemple en utilisant un système de chauffage par induction.

5 Dans une dernière étape non représentée, la pièce finale 1 est évacuée de l'outillage. Dans ce but la matrice 6 de l'outillage est assemblée en deux parties 16, 17. Le plan de joint 18 des deux parties 16, 17 est sensiblement perpendiculaire à l'axe longitudinal de la matrice 6 et situé au niveau des deux extensions radiales 9, 10 (excroissances radiales) pour pouvoir dégager la pièce finale 1 après avoir remonté le deuxième poinçon 5 et démonté les deux parties 16, 17 de la matrice 6. Comme il est possible de le constater sur la figure 2, le plan de joint 18, dans l'exemple représenté, n'est pas régulier et passe par les points de la périphérie de la forme complexe 3 qui sont les plus éloignés de l'axe longitudinal du tube 2, ceci afin de pouvoir sortir facilement la pièce finale 1 de l'outillage.

15 On comprendra aisément qu'en fonction de la complexité de la pièce finale 1 à réaliser et de la massivité de l'outillage, le nombre de parties assemblées pour former la matrice 6 peut être supérieur à deux.

Dans une deuxième variante de réalisation, représentée sur les figures 7 à 11, le deuxième poinçon 5 est muni d'un manchon cylindrique extérieur 19 concentrique au poinçon 5. Le manchon cylindrique 19 est fixé autour du deuxième poinçon 5, et forme donc, avec la partie centrale de celui-ci, un évidement annulaire 20 dans lequel la pièce mi-ouvrée 15 s'écoule lors du filage inverse pour former la partie tubulaire 2 de la tige 1 de train. En modifiant le diamètre intérieur du manchon 19 et le diamètre de la partie centrale du deuxième poinçon 5 il est possible de former différents diamètres pour le tube 2, et ainsi de fabriquer différentes tiges 1 de train en ne modifiant que le deuxième poinçon 5. Par ailleurs un autre avantage du manchon cylindrique 19 est de pouvoir guider plus efficacement le deuxième poinçon 5 lorsqu'il se déplace à l'intérieur de la matrice 6, puisque le diamètre extérieur de ce manchon est comme pour le premier poinçon 4, ajusté à l'alésage intérieur 12 de la matrice 6.

25 Dans l'exemple représenté sur les figures 7 à 11, la tige 1 a une forme différente de celle de l'exemple des figures 1 à 6, ce qui explique que sur les figures 7 à 11, le plan de joint 18 soit régulier.

30 Avantagusement pour éviter que la pièce mi-ouvrée 15 ne se refroidisse entre les différentes opérations de filage, la matrice 6 de l'outillage est chauffée avant la mise en place du lopin 11, et/ou peut être maintenue chaude lors de la mise en forme, par exemple par un système de chauffage par induction, extérieur à l'outillage ou intégré à l'outillage.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de filage à chaud pour réaliser une pièce métallique (1) comportant une partie tubulaire (2) dont l'une des deux extrémités est prolongée par une forme complexe (3), ledit procédé comportant :

- une étape préalable de chauffage d'un lopin (11) à partir duquel la pièce doit être réalisée, pour diminuer sa résistance à la déformation ;

- et une étape de transfert à chaud dudit lopin (11) dans un outillage de filage sous presse (6), l'outillage comprenant une matrice (16, 17) comportant une empreinte (12) dans laquelle est placé le lopin (11) et dont la forme correspond sensiblement à la forme extérieure de la pièce (1) à obtenir après filage ;

caractérisé en ce que ledit métal possède à froid une contrainte d'écoulement supérieure ou égale à 200 MPa, en ce que ladite forme complexe (3) est réalisée par filage direct et ladite partie tubulaire (2) est réalisée par filage inverse, et en ce que le procédé comporte successivement :

- au moins une étape de filage direct à l'aide d'un premier poinçon (4) pour réaliser la forme complexe (3) et obtenir ainsi une pièce semi-ouvrée (15);

- une étape de remplacement du premier poinçon (4) par un deuxième poinçon (5) sur l'outillage de filage (6), le deuxième poinçon (5) se déplaçant dans la même direction et le même sens que le premier poinçon (4) ;

- au moins une étape de filage inverse dans le même outillage de filage (6) pour réaliser toute la partie tubulaire (2) de la pièce (1) ;

- et une étape d'évacuation de la pièce filée (1) hors de l'outillage de filage (6).

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la forme complexe (3) est non-axisymétrique.

3.- Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'extrémité de la partie tubulaire (2) prolongée par la forme complexe (3) est non-débouchante, et en ce que la forme complexe (3) a une zone d'encombrement qui s'étend radialement au-delà de la périphérie externe de la partie tubulaire (2).

4.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'étape de filage inverse succède à l'étape de filage direct sans réchauffage intermédiaire de la pièce semi-ouvrée (15).

5.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'empreinte (12) formée dans la matrice (16, 17) et qui reçoit le lopin (11) est de forme globalement cylindrique et non-débouchante avec une partie alésée, le ou les

poinçon(s) (4, 5) étant conçus pour pouvoir se déplacer dans la partie alésée de l'empreinte (12).

5 6.- Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le premier poinçon (4) à un diamètre extérieur qui est ajusté au diamètre interne de la partie alésée de l'empreinte (12) pour éviter un écoulement inverse de la matière lors de l'étape de filage direct.

7.- Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que le deuxième poinçon (5) à un diamètre inférieur à celui du premier poinçon (4) pour autoriser un filage inverse de la matière autour du deuxième poinçon (5).

10 8.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un manchon cylindrique (19) est fixé autour du deuxième poinçon (5), ledit manchon cylindrique (19) ayant un diamètre extérieur qui est ajusté au diamètre interne de la partie alésée de l'empreinte (12), ledit manchon cylindrique (19) et le deuxième poinçon (5) définissant une zone annulaire (20) destinée à former la partie tubulaire (2) de la pièce.

15 9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on réalise un chauffage de la matrice (16, 17) pendant le filage.

10.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce filée (1) est en alliage de titane.

20 11.- Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la pièce filée (1) est en alliage Ti 10-2-3 ou en alliage Ti 5-5-5-3.

25 12.- Procédé selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que la pièce (1) est une tige de train d'atterrissage, et en ce que lors de l'étape préalable de chauffage du lopin (11), ledit lopin (11) est porté à une température comprise entre 700 °C et la température de Béta-transus de l'alliage, et en ce que ladite température est maintenue pendant au moins 2h.

13.- Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le diamètre de la partie tubulaire (2) de ladite pièce (1) est compris entre 350 et 500 mm, et en ce que ladite température est maintenue pendant au moins 4 h.

30 14.- Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce en ce que lors de la première étape de filage, la vitesse de travail du premier poinçon (4) est inférieure ou égale à 20 mm/s, de préférence inférieure ou égale à 15 mm/s, et en ce que lors de la deuxième étape de filage, la vitesse de travail du deuxième poinçon (5) est inférieure ou égale à 30 mm/s, de préférence inférieure ou égale à 20 mm/s..

35 15.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la pièce filée (1) est en acier

16.- Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la pièce filée (1) est en un acier NC40SW.

17.- Procédé selon l'une des revendications 15 ou 16, caractérisé en ce que la pièce (1) est une tige de train d'atterrissage, en ce que lors de l'étape préalable de chauffage du lopin (11), le lopin (11) est porté à une température comprise entre 950°C et 1250°C, et en ce que la température de chauffage est maintenue pendant au moins 2h.

18.- Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que lors de la première étape de filage, la vitesse de travail du premier poinçon est inférieure ou égale à 40 mm/s, et en ce que lors de la deuxième étape de filage, la vitesse de travail du deuxième poinçon est inférieure ou égale à 60 mm/s.

19.- Outillage de filage (6) pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une matrice constituée d'au moins deux parties (16, 17) séparées par un plan de joint (18) situé au niveau de la forme complexe (3), de telle sorte que lorsque les deux parties (16, 17) de la matrice sont désassemblées, il est possible d'évacuer la pièce filée (1) en dehors de l'outillage de filage (6), et en ce qu'il comporte deux poinçons (4, 5), le premier poinçon (4) permettant de réaliser ladite forme complexe par une opération de filage direct sur le lopin (11) et le deuxième poinçon permettant de réaliser toute ladite partie tubulaire (2) par une opération de filage inverse.

20.- Outillage de filage (6) selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de chauffage.

21.- Outillage de filage (6) selon la revendication 20, caractérisé en ce que le dispositif de chauffage est un dispositif de chauffage par induction.

22.- Outillage de filage (6) selon l'une des revendications 19 à 21, caractérisé en ce qu'il comporte un manchon cylindrique (19) fixé autour du deuxième poinçon (5), ledit manchon cylindrique ayant un diamètre extérieur qui est ajusté au diamètre interne de la partie alésée de l'empreinte (12), ledit manchon cylindrique (19) et le deuxième poinçon (5) définissant une zone annulaire (20) destinée à former la partie tubulaire (2) de la pièce (1).

23.- Tige (1) de train d'atterrissage en alliage de titane ou en acier à haute résistance, caractérisée en ce qu'elle est obtenue par la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 18 et comporte une partie tubulaire (2) formant le fût de la tige (1) de train et une forme complexe (3) formant la chape de la tige.

24.- Tige (1) de train d'atterrissage selon la revendication 23, caractérisée en ce qu'elle est réalisée en alliage de titane Ti 10-2-3, Ti 5-5-5-3 ou en acier NC40SW.

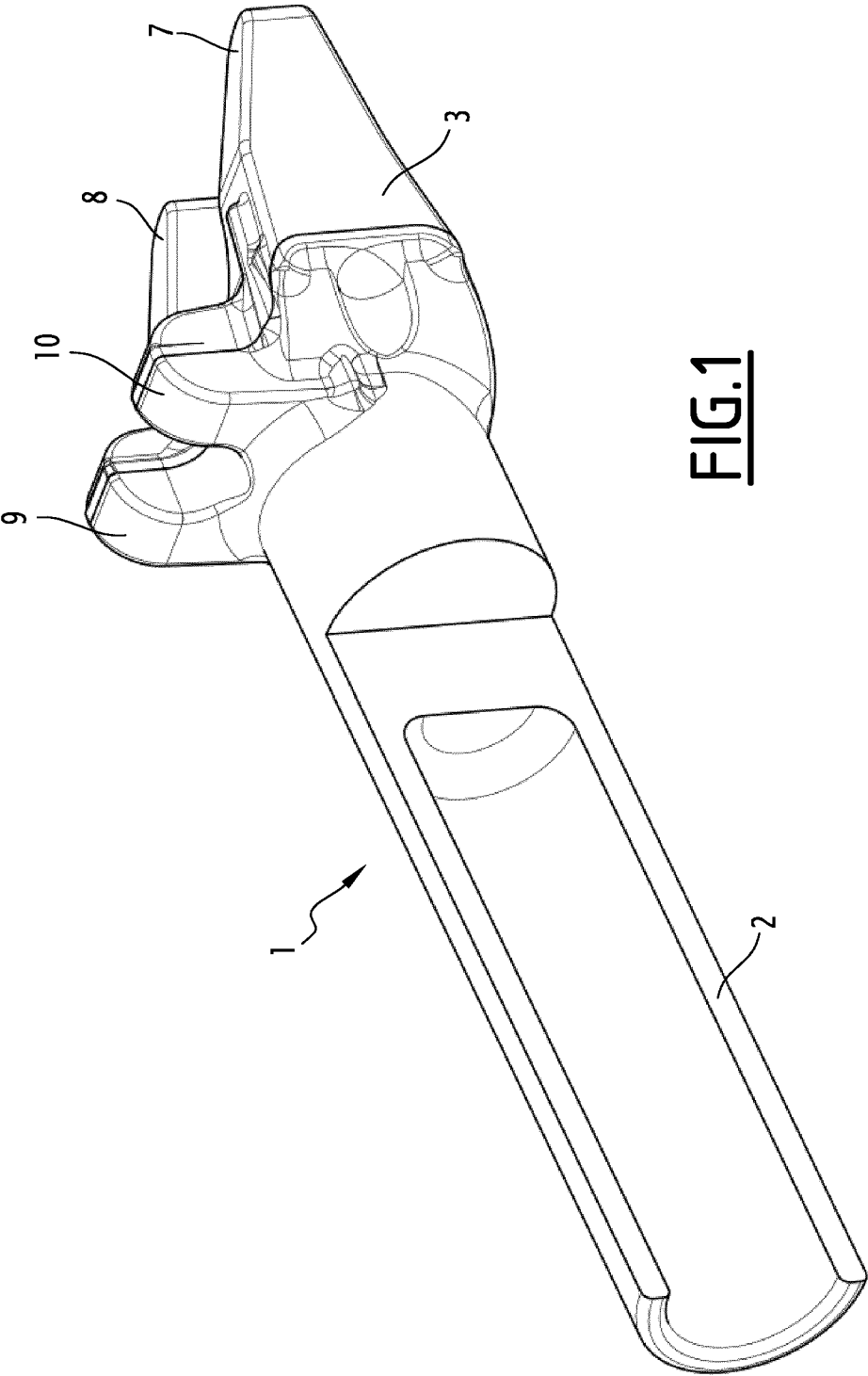


FIG.1

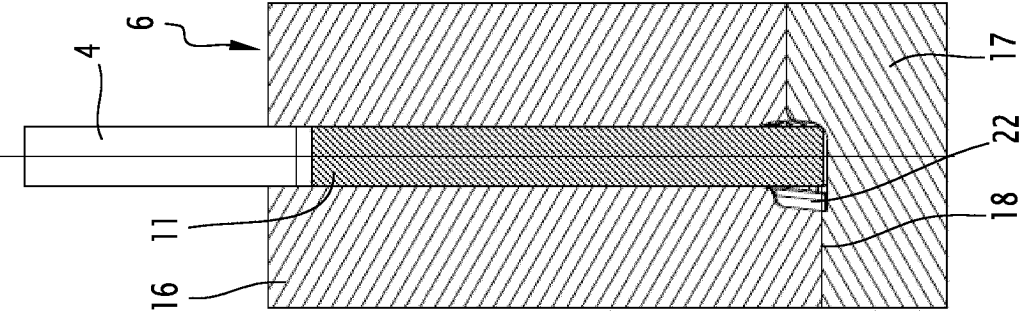


FIG. 2

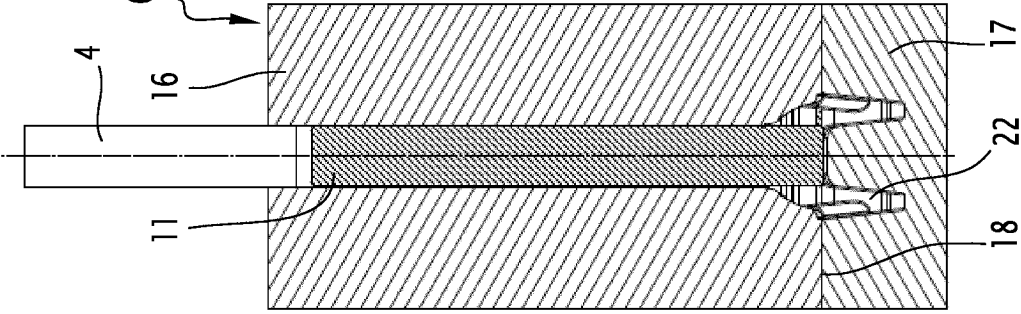


FIG. 3

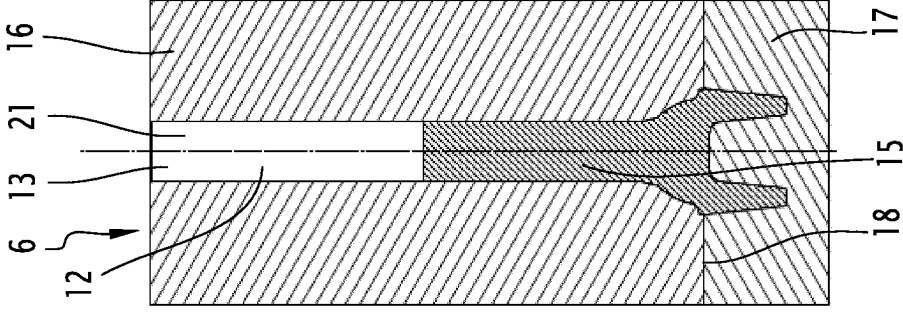


FIG. 4

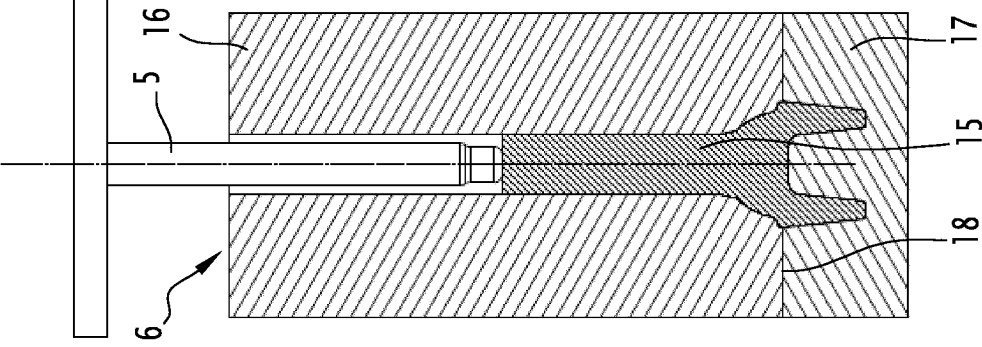


FIG. 5

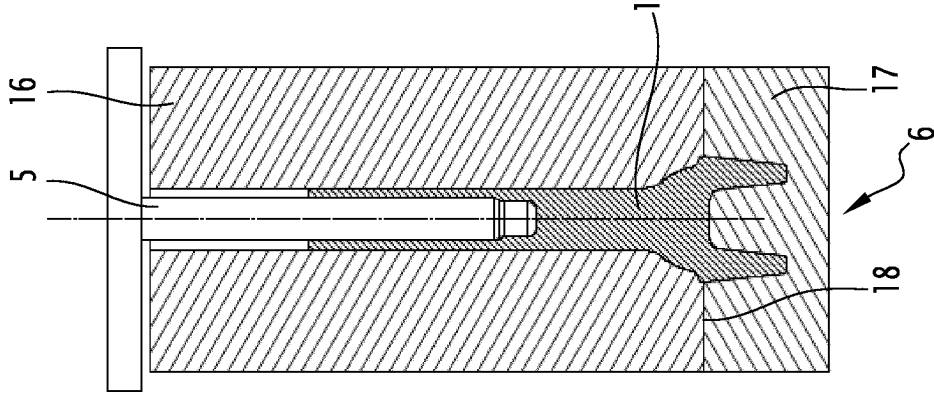


FIG. 6

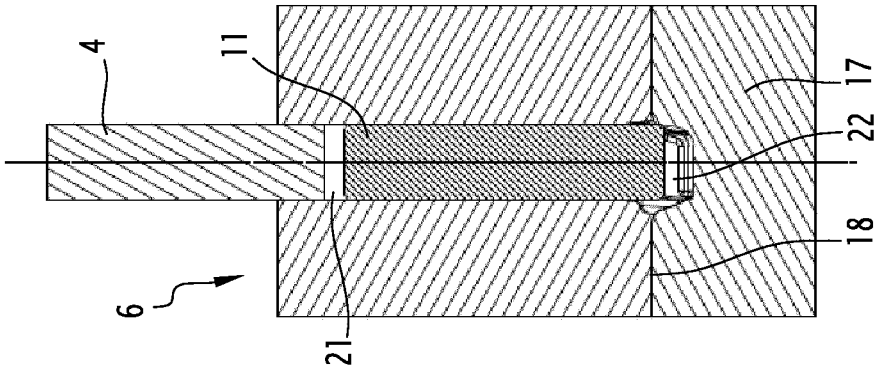


FIG. 7

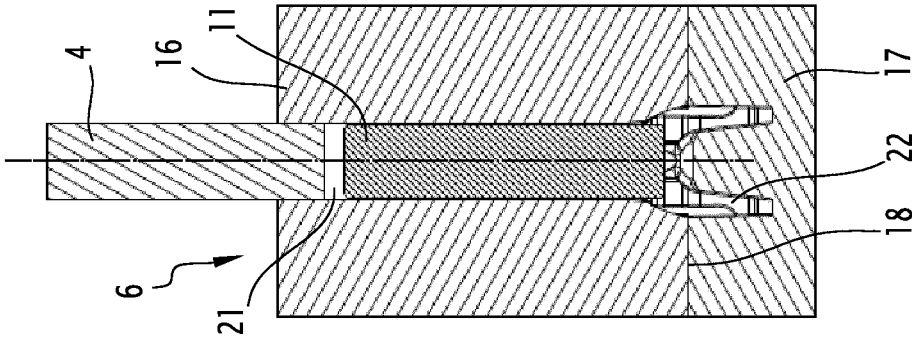


FIG. 8

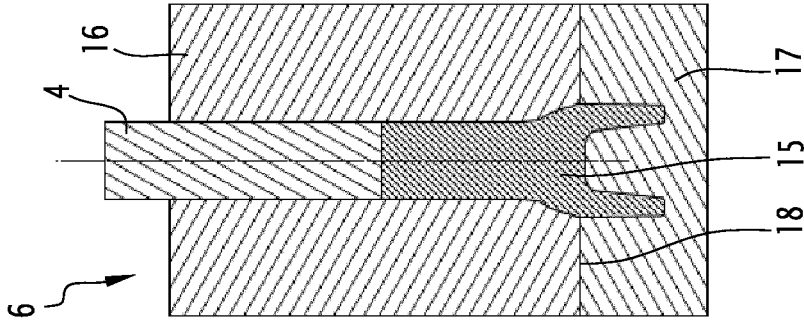


FIG. 9

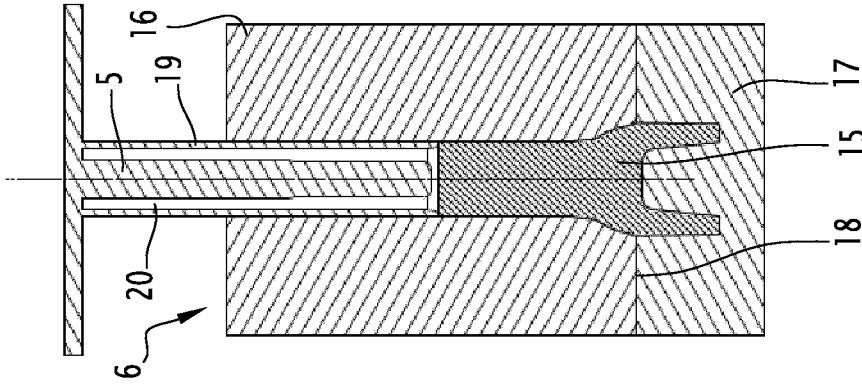


FIG. 10

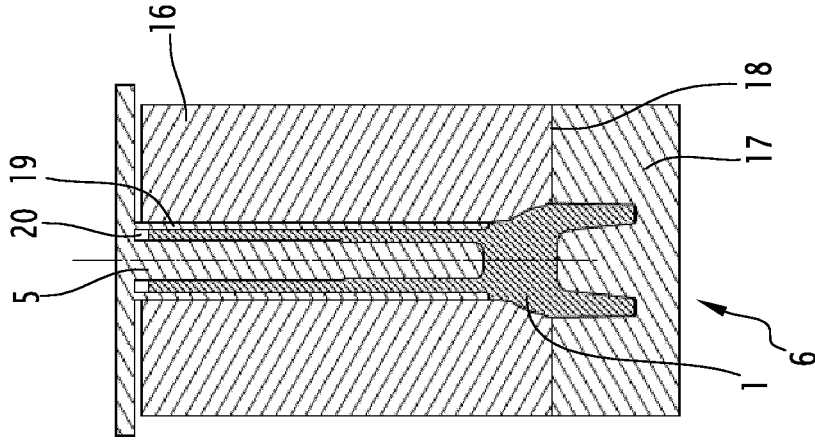


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/058235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B21C23/03 B21C23/18 B21K21/00 B64C25/00 ADD.		
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) B21C B21J B21K B64C		
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	US 2006/016077 A1 (LIU CHANG F [TW] LIU CHANG FA [TW]) 26 January 2006 (2006-01-26) cited in the application paragraphs [0019] - [0023]; figures 1-4 -----	1-24
X	US 2006/016237 A1 (LIU CHANG F [TW] LIU CHANG FA [TW]) 26 January 2006 (2006-01-26) cited in the application paragraphs [0017] - [0021]; figures 1-6 -----	1-24
<input style="width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" style="width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;" type="checkbox"/> 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 9 July 2012		Date of mailing of the international search report 17/07/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Augé, Marc

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/058235

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006016077	A1	26-01-2006	NONE

US 2006016237	A1	26-01-2006	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2012/058235

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B21C23/03 B21C23/18 B21K21/00 B64C25/00 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) B21C B21J B21K B64C		
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	US 2006/016077 A1 (LIU CHANG F [TW] LIU CHANG FA [TW]) 26 janvier 2006 (2006-01-26) cité dans la demande alinéas [0019] - [0023]; figures 1-4 -----	1-24
X	US 2006/016237 A1 (LIU CHANG F [TW] LIU CHANG FA [TW]) 26 janvier 2006 (2006-01-26) cité dans la demande alinéas [0017] - [0021]; figures 1-6 -----	1-24
☐ 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 9 juillet 2012		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 17/07/2012
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 Augé, Marc

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2012/058235

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006016077	A1	26-01-2006	AUCUN

US 2006016237	A1	26-01-2006	AUCUN
