(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 997 885**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **13 00071**

(51) Int Cl[8] : ***B 23 P 15/02*** *(2013.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 15.01.13.

(30) **Priorité :** 09.11.12 FR 1260682.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 16.05.14 Bulletin 14/20.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *MECACHROME FRANCE Société par actions simplifiée* — FR.

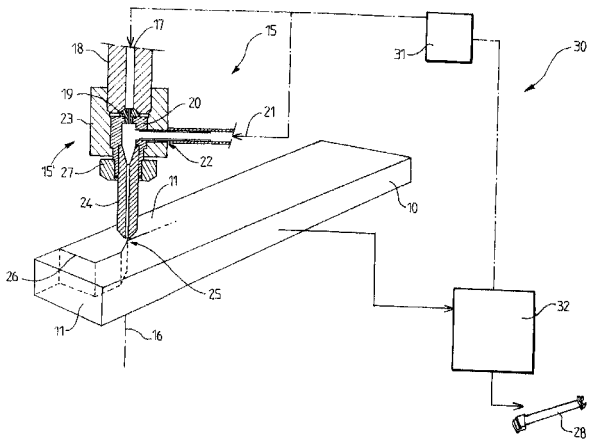
(72) **Inventeur(s) :** DE PONNAT ARNAUD et MARTIN OLIVIER.

(73) **Titulaire(s) :** MECACHROME FRANCE Société par actions simplifiée.

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

(54) PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'AUBES DE TURBINES.

(57) La présente invention concerne un procédé et un dispositif de fabrication d'aubes (5; 7; 28; 33) de turbines en alliage métallique. A partir d'un barreau (10; 34) de géométrie simple et /ou axisymétrique en alliage de titane et d'aluminium, on réalise simultanément au moins deux ébauches (2; 3; 4; 8; 11) imbriquées l'une dans l'autre, dans le barreau (10; 34) par découpe au jet d'eau (16), puis on usine séparément chacune des ébauches (2; 3; 4; 8; 11) ainsi obtenues pour aboutir aux aubes (5; 7; 28; 33) avec un profil définitif.



FR 2 997 885 - A1

2997885

PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'AUBES DE TURBINES

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'aubes de turbines en alliage métallique.

Elle concerne également un dispositif de fabrication mettant en œuvre un tel procédé, ainsi que les aubes ainsi obtenues.

Elle trouve une application particulièrement importante bien que non exclusive dans le domaine des aubes ou pales utilisées dans le secteur de l'aéronautique ou le domaine de l'énergie.

Traditionnellement, les aubes en aéronautique sont issues soit de brut de fonderie soit de brut de forge, partiellement ou totalement ré-usinées.

Lorsque l'usinage n'est que partiel et en particulier lorsque le profil de l'aube est fini sans ré-usinage mécanique, une opération de redressage, conformation et/ou calibrage est alors indispensable pour assurer le dimensionnement fonctionnel.

Pour des aubes de turbine de petite dimension, dans le cas de constitution de prototype de développement, ou pour mise au point, ou encore pour des aubes de série en matériaux facilement usinables et peu chers, on utilise des gammes dites en taillée masse.

De telles solutions présentent des inconvénients dans le cas où on souhaiterait utiliser de l'Aluminiure de Titane (gamma TiAl), qui présente une bonne résistance en température, mais une fragilité importante à la température ambiante.

Plus précisément, ces solutions connues posent les problèmes suivants.

Lorsqu'on se situe dans le cadre d'une gamme obtenue à partir d'un barreau brut forgé, le forgeage doit être réalisé dans des conditions quasi isothermes et avec des vitesses de déformation relativement basses et à haute température. Dans ce cas, les outillages sont chers et avec une durée de vie limitée.

Des cadences importantes sont par ailleurs difficiles à atteindre (multiplication de moyens spécifiques et chers) et le calibrage doit de plus être réalisé à haute température. Il est dès lors difficile de réaliser une aube avec un profil fini dans ce type de matériau, même avec une reprise en usinage chimique d'une éventuelle surépaisseur.

En conclusion, partir d'un brut sur-épaissi de forge ou extrudé et reprendre en totalité la surface en usinage mécanique est possible mais nécessite une gamme en usinage complexe pour être capable de suivre les déformations liées aux relaxations de contrainte, voire d'utiliser une gamme auto adaptative. En outre, utiliser un brut de forge oblige à avoir au minimum trois familles d'opération : élaboration matière, forgeage, et usinage, avec un cycle de fabrication relativement long.

Dans le cas d'une gamme obtenue avec un brut de fonderie, la fonderie doit être réalisée sous vide ou sous atmosphère protectrice et avec des procédés permettant d'alimenter en métal très rapidement des sections relativement fines (procédés de centrifugation par exemple).

L'obtention d'un profil acceptable sans reprise en usinage mécanique nécessite alors un redressage, qui s'apparente au calibrage précédent dans le cas où on utiliserait de l'Aluminiure de Titane (gamma TiAl) et ce, pour limiter le taux de pièces non conformes, avec les mêmes inconvénients qu'indiqués ci-dessus.

En fait, partir d'un brut sur-épaissi de fonderie et reprendre en totalité la surface en usinage mécanique est certes possible mais nécessite ici encore une gamme en usinage complexe pour être capable de suivre les déformations liées aux relaxations de contrainte, ledit procédé générant quoiqu'il en soit un taux de rebut important lié aux défauts de fonderie débouchant après usinage.

Une opération de compression isostatique à chaud est de ce fait également souvent nécessaire pour refermer des défauts de fonderie et limiter ainsi leur présence dans le brut.

Utiliser un brut de fonderie oblige enfin à avoir trois à cinq familles d'opération: élaboration matière, fonderie, éventuellement compression isostatique à chaud, éventuellement redressage, et enfin usinage, et ce ici encore avec un cycle de fabrication relativement long.

Dans le cas d'une gamme dite taillée masse en usinage mécanique, il s'agit ici de partir d'un lopin (réalisé en fonderie ou en extrusion) et de transformer cette géométrie simple en celle de la pièce en enlevant le surplus de matière par usinage.

Compte tenu de la difficulté à usiner le gamma TiAl (encore une fois conditions de coupe assez basses, usure des outils importante, fragilité de la matière à température ambiante...) et du coût

important de la matière, cette voie présente ici encore des inconvénients sérieux pour la réalisation d'aubes en série.

La présente invention vise à pallier ces inconvénients et à proposer un procédé et un dispositif répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en limitant la quantité de matière mise en œuvre, et donc de matière à usiner par rapport à la gamme dite taillée masse, à s'affranchir d'opération de balançage, à réduire les cycles de fabrication, et le coût énergétique, et ce tout en utilisant des moyens industriels standards.

Par balançage on entend le repositionnement ou l'orientation dans l'espace d'une pièce pour mesurer ses défauts de planéité et/ou déformation par rapport à une référence de façon à minimiser/moyenner les défauts géométriques de la pièce.

Avec l'invention il va être possible de concevoir des produits bruts permettant l'exclusion ou la minimisation des défauts liés à la fonderie.

Il s'ensuit un nombre moindre de rebuts.

Pour ce faire l'invention part de l'idée de choisir des géométries simples et/ou axisymétriques pour le barreau initial, qui permettent d'utiliser le stade d'élaboration de la matière (mélange des différents éléments pour en faire un alliage) pour former ledit barreau. Ceci permet de s'affranchir dès le départ de l'opération de fonderie proche des cotes recherchées.

Par barreau de géométrie simple on entend un barreau de section génératrice polygonale, circulaire

ou ovale ou sensiblement polygonale, sensiblement circulaire ou sensiblement ovale.

Le barreau peut donc par exemple présenter une forme parallélépipédique de section rectangulaire, carrée ou trapézoïdale.

La section peut être constante ou non en fonction par exemple de la forme des pièces recherchées in fine.

Par barreau axisymétrique on entend un barreau allongé autour d'un axe et présentant une forme géométrique cylindrique, conique ou tronconique.

Ici encore la section peut être constante ou varier en fonction de la position de la section sur l'axe.

Avantageusement, le barreau présente une et/ou des faces planes et/ou convexes.

Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention le barreau présente des faces planes ou toujours convexes.

Cette même géométrie simple permet de limiter la présence de défauts de matière et de les positionner dans des zones précises et reproductibles qui seront chutées (éliminées).

La géométrie simple et/ou axisymétrique permet de plus de ne pas avoir de niveau de contrainte résiduelle trop important car le refroidissement est plus homogène par rapport à une pièce présentant des zones massives et fines.

Il y a donc moins de risque de rebut pour cause de déformation lors de l'usinage.

Dans ce but, l'invention propose notamment un procédé de fabrication d'aubes de turbines en alliage métallique, caractérisé en ce que, à partir d'un

barreau de géométrie simple et/ou axisymétrique en alliage de titane et d'aluminium, on réalise simultanément au moins deux ébauches imbriquées l'une dans l'autre, dans ledit barreau par découpe au jet d'eau, puis on usine séparément chacune desdites ébauches ainsi obtenues pour aboutir auxdites aubes avec un profil définitif.

En d'autres termes, on réalise l'imbrication optimisée de plusieurs aubes, par exemple en gamma TiAl, dans un même lopin (ou barreau), ce qui nécessite d'aller à l'encontre des idées reçues favorisant les gammes avec fonderie (profil fini ou semi-fini).

Pour cela, il fallait accepter d'optimiser à chaque fois l'imbrication, ce qui nécessite une réflexion en amont sur le positionnement des pièces les unes par rapport aux autres, en en définissant de plus le nombre optimal, tout en intégrant les contraintes du ou des procédés de découpe à utiliser.

Dans certains cas, cela va entraîner une modification en retour de la conception de la pièce pour en optimiser l'imbrication, en déplaçant par exemple des parties d'aube sur le disque ou en rajoutant une pièce, ce qui va à l'encontre du fonctionnement de pensée de l'homme du métier.

La découpe imbriquée permet de faire plusieurs pièces dans le même barreau et donc de limiter la quantité de matière.

Elle permet aussi de récupérer de la matière de bonne qualité et en plus grande quantité pour la recycler. On notera ici que seules les masselottes sont récupérables par la voie fonderie, les attaques de coulée étant chutées.

La présente invention permet d'éviter ces inconvénients.

Avec la présente invention il est ainsi possible de partir d'un barreau par exemple de 2,3 kg de matière, pour deux ébauches de 0,4 kg après découpe au jet d'eau, pour obtenir deux pièces (aubes) de par exemple 90 grammes.

Le taux de rebut observé est alors inférieur à 5 %, alors que le taux de rebut habituel en série de l'art antérieur pour ces pièces et dans un alliage plus facile à travailler que celui de l'invention est de l'ordre de 35 %.

La décomposition du coût de la pièce (à périmètre de rebut égal, et prix de matière au kilo égal etc...) montre un gain de 10 % par rapport à ce qui est observé habituellement.

Dans des modes de réalisation avantageux de l'invention, on a de plus recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- les ébauches imbriquées sont identiques, réalisées en vis à vis, de façon symétriques deux à deux, respectivement par rapport à un point, une droite ou un plan central ;
- l'alliage est de l'Aluminiure de Titane (gamma TiAl) ;
- on réalise les ébauches à partir d'un barreau fait en fonderie ;
- on réalise les ébauches à partir d'un barreau extrudé ;
- on réalise les ébauches à partir d'un barreau cylindrique ;

- on réalise les ébauches à partir d'un barreau présentant une ou des faces externes comportant uniquement des surfaces droites ou convexes.

L'invention propose également un dispositif mettant en œuvre le procédé décrit ci-avant.

Elle propose aussi un dispositif de fabrication d'aubes de turbines en alliage métallique, caractérisé en ce que il comprend un outil de découpe au jet d'eau d'un barreau métallique, un automate de commande de l'outil de découpe agencé pour réaliser simultanément au moins deux ébauches imbriquées l'une dans l'autre, dans un même barreau en alliage de titane et d'aluminium, et des moyens d'usinage de chacune desdites ébauches ainsi obtenues pour aboutir auxdites aubes avec un profil définitif.

Avantageusement l'outil et l'automate de commande de l'outil sont agencés pour découper des ébauches imbriquées identiques, en vis à vis, de façon symétriques deux à deux par rapport à un point, une droite ou un plan central.

Egalement avantageusement l'alliage est de l'Aluminiure de Titane (gamma TiAl).

L'invention propose aussi une aube de turbine obtenue avec le procédé décrit ci-dessus.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisations décrits ci-après à titre d'exemples non limitatifs.

La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

La figure 1 illustre en vue latérale un lopin ou barre parallélépipédique dans lequel sont réalisées trois ébauches imbriquées pour production d'aubes de

turbine selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 montre en vue latérale et en vue transversale un autre mode de réalisation d'une barre cylindrique dans laquelle sont réalisées deux ébauches/aubes imbriquées selon l'invention.

La figure 3 est une vue en coupe transversale de deux ébauches d'aube imbriquées selon un autre mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 montre en vue schématique un dispositif de fabrication d'une aube de turbine selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 5 est une vue en perspective d'une aube obtenue avec le procédé selon l'invention plus particulièrement décrit ici.

La figure 6 montre en perspective deux ébauches imbriquées de pales réalisées conformément au procédé selon l'invention.

La figure 1 montre schématiquement une vue latérale d'un lopin 1 ou barre parallélépipédique, en Aluminiure de Titane dans lequel sont réalisées trois ébauches 2, 3, 4 imbriquées (l'une dans l'autre) identiques ou sensiblement identiques (en tenant compte d'une optimisation des imbrications) pour production d'aubes 5 de turbines selon un mode de réalisation de l'invention

Le lopin 1 est par exemple de 6 kg pour réaliser trois ébauches de sensiblement 2 kg, dont seront extraites trois aubes de 1 kg. Les aubes présentent chacune une âme 5' et deux extrémités 5'' et 5''' configurées de façon connue en elle-même par usinage.

La figure 2 est un mode de réalisation d'une autre barre 6 de géométrie simple, allongée autour d'un

axe, ici cylindrique et propre à permettre la fabrication de deux aubes 7 à partir d'ébauches symétriques 8 par rapport à un point de symétrie 9 appartenant au plan central 9'.

Les ébauches 2, 3 ou 4 ou 8 imbriquées l'une dans l'autre sont obtenues par découpe du même barreau au jet d'eau comme cela va être décrit ci-après.

On a montré sur la figure 3 une vue en coupe transversale d'un barreau 10 parallélépipédique dans lequel sont découpées par l'intermédiaire d'un canon de découpe, deux ébauches 11 imbriquées identiques, ici de façon symétrique par rapport à un axe 12 obtenu par l'intersection de deux plans 13 et 14 de symétrie du barreau parallélépipédique 10.

La figure 4 montre plus précisément un mode de réalisation d'un dispositif 15 mettant en œuvre le procédé de découpe de l'ébauche 10.

Celui-ci utilise un canon de découpe 15' au jet d'eau 16 du type connu en lui-même.

L'eau à très forte pression (par exemple 3800 bars) est introduite en 17 dans un tube de collimation 18, puis focalisée par le biais d'une buse 19 dans une chambre de mélange 20 avec un abrasif 21 introduit en 22 dans la chambre située dans le corps de la tête 23 du canon 15'.

Le canon de focalisation 15' comprend un injecteur 24 qui vient attaquer en 25 la barre 10 pour réaliser la découpe 26 selon la trajectoire de découpe recherchée par le concepteur des aubes et qui a été optimisée notamment au niveau de la consommation de matière.

Un écrou de serrage 27 permet la fixation de l'injecteur du canon de focalisation sur le corps de tête 23.

A partir des deux ébauches 11 obtenues dans le barreau 10, et selon le mode de réalisation du procédé plus particulièrement décrit ici on usine ensuite séparément chacune desdites ébauches 11 ainsi obtenues pour aboutir aux aubes 28 telles que représentées sur la figure 5.

Un tel procédé de découpe n'était pas utilisé dans l'art antérieur car l'homme du métier n'envisageait pas l'intérêt d'une imbrication d'ébauches les unes avec les autres mais cherchait plutôt à d'emblée, compte tenu de la complexité des pièces à obtenir, à fabriquer celles-ci une par une à partir d'un même barreau de forme plus complexe.

L'intelligence résidait donc dans la conception du moule de fonderie.

Le dispositif 15 comprend par ailleurs un automate 30 de commande du canon 15', comportant un ordinateur 31, programmé pour réaliser simultanément les deux ébauches 11 imbriquées l'une dans l'autre de façon connue en elle-même. Une fois les ébauches 11 ainsi obtenues des moyens d'usinage 32 par enlèvement de copeaux ou autres moyens connus comme l'usinage électrochimique, comprenant par exemple des centres de fraisage quatre axes, des machines d'usinage électrochimique PECM (initiales anglo-saxonne de Precision ElectroChemical Machining), des centres de rectification... sont prévus afin d'obtenir les aubes 28 telles que décrites ci-avant.

On a représenté sur la figure 6 un autre mode de réalisation d'aubes 33 identiques obtenues dans un

barreau parallélépipédique 34 en trait mixte sur la figure, découpées selon la courbe 35 pour obtention d'ébauche et programmé en conséquence.

Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs de ce qui précède l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisations plus particulièrement décrits mais en embrasse au contraire toutes les variantes et notamment celles où plus de trois ébauches sont obtenues par découpes simultanées, où le profil d'un barreau n'est pas droit mais courbe ou ceux dans lesquels les périmètres des sections génératrices comprennent un nombre faible et limité de points (inférieur à 25) reliés entre eux par des droites ou courbes.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'aubes (5; 7; 28; 33) de turbines en alliage métallique, caractérisé en ce que, à partir d'un barreau (10; 34) de géométrie simple et/ou axisymétrique en alliage de titane et d'aluminium, on réalise simultanément au moins deux ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) imbriquées l'une dans l'autre, dans ledit barreau (10; 34) par découpe au jet d'eau (16), puis on usine séparément chacune desdites ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) ainsi obtenues pour aboutir auxdites aubes (5; 7; 28; 33) avec un profil définitif.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé les ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) imbriquées sont identiques, réalisées en vis à vis, de façon symétriques deux à deux, respectivement par rapport à un point (9), une droite ou un plan central (9').

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'alliage est de l'Aluminiure de Titane (gamma TiAl).

4. Procédé selon l'une quelconque de revendications précédente, caractérisé en ce qu'on réalise les ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) à partir d'un barreau (10; 34) fait en fonderie.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on réalise les ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) à partir d'un barreau (10; 34) extrudé.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on réalise les ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) à partir d'un barreau (10; 34) cylindrique et/ou présentant

une ou des faces externes comportant uniquement des surfaces droites ou convexes.

7. Dispositif de fabrication d'aubes (5; 7; 28; 33) de turbines en alliage métallique, caractérisé en ce que il comprend un outil de découpe (15') au jet d'eau (16) d'un barreau métallique (10; 34), un automate (30) de commande de l'outil de découpe agencé pour réaliser simultanément au moins deux ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) imbriquées l'une dans l'autre, dans un même barreau (10; 34) en alliage de titane et d'aluminium, et des moyens d'usinage (32) de chacune desdites ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) ainsi obtenues pour aboutir auxdites aubes (5; 7; 28; 33) avec un profil définitif.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'outil et l'automate (30) de commande de l'outil (15') sont agencés pour découper des ébauches (2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 11) imbriquées identiques, en vis à vis, de façon symétriques deux à deux par rapport à un point (9), une droite ou un plan central (9').

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'alliage est de l'Aluminiure de Titane (gamma TiAl).

10. Aube (5; 7; 28; 33) de turbine obtenue avec un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle est en Aluminiure de Titane.

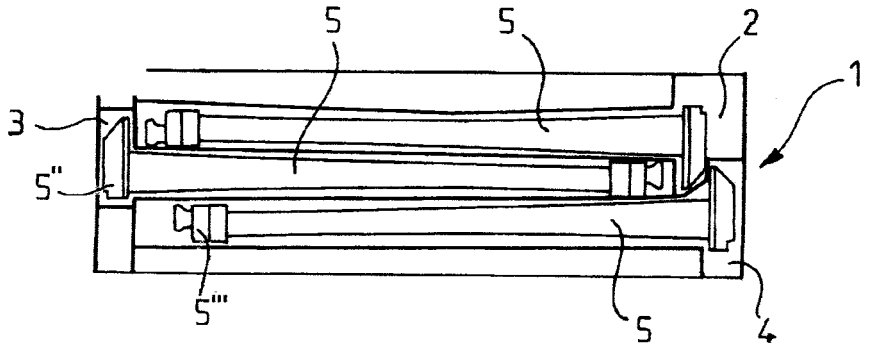


FIG.1

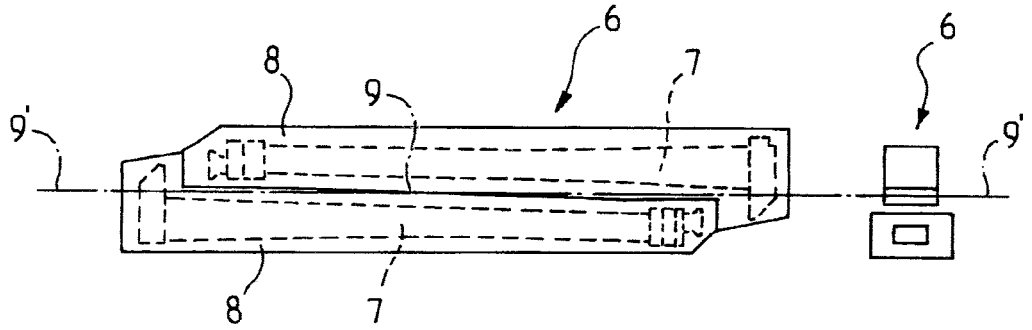


FIG.2

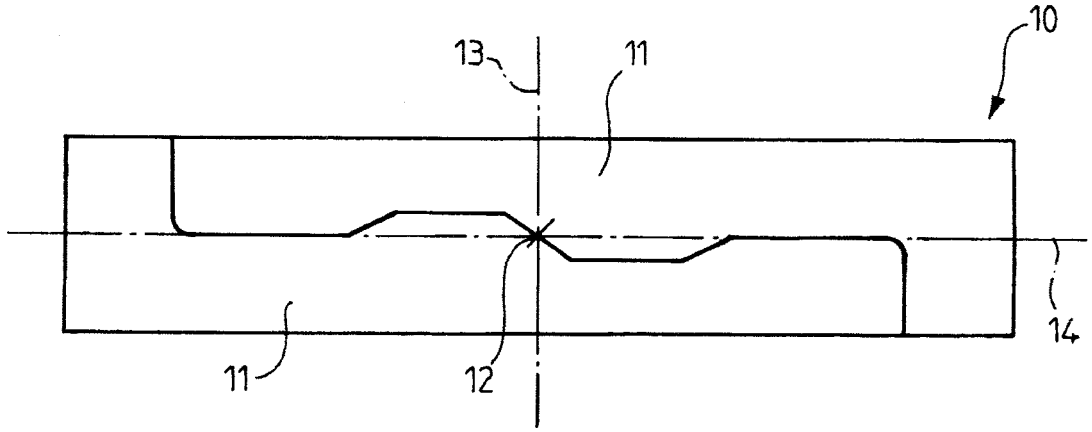


FIG.3

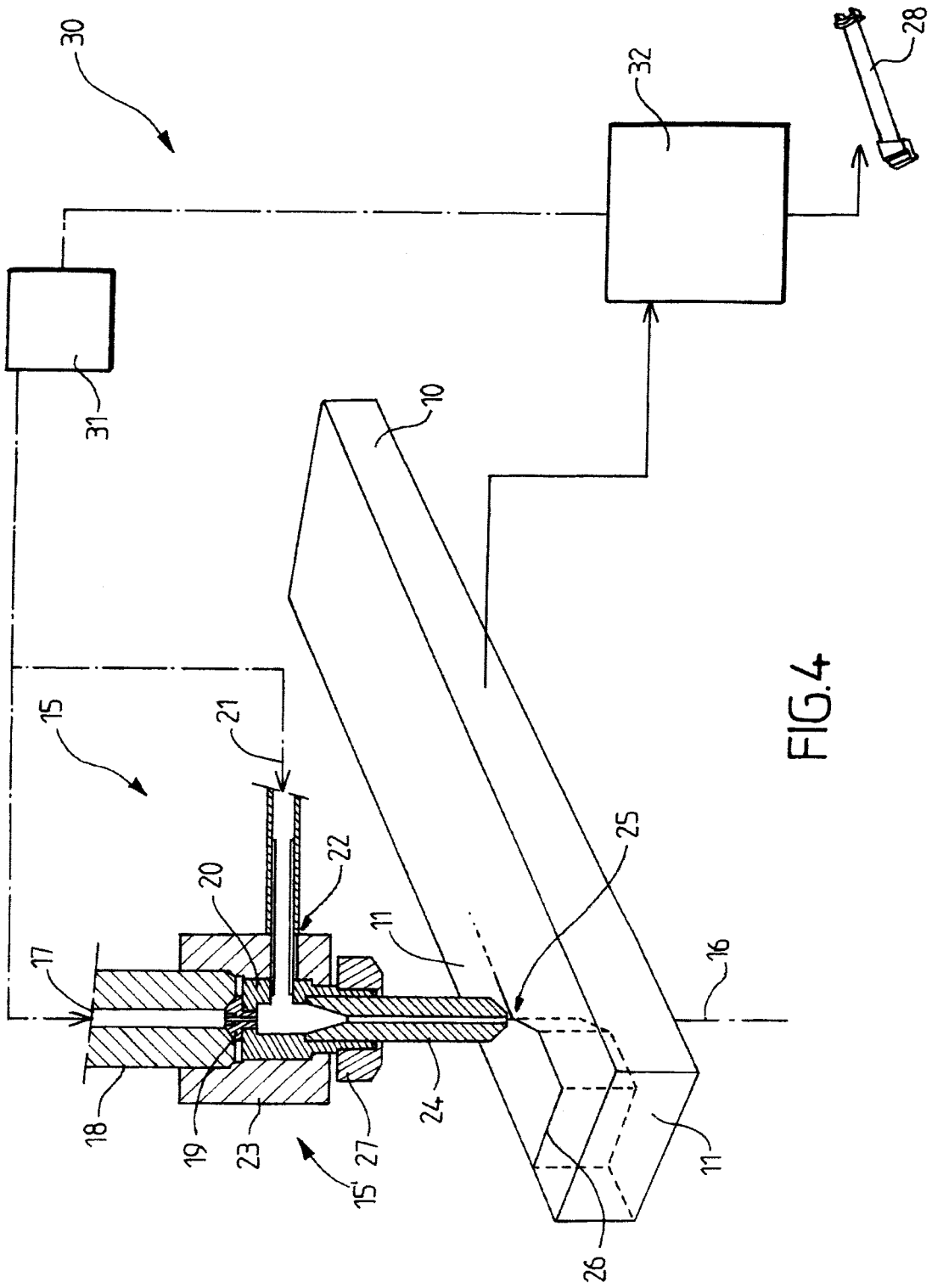


FIG.4

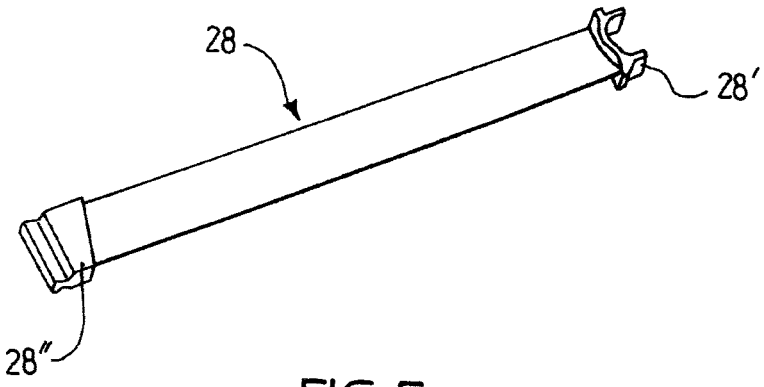


FIG.5

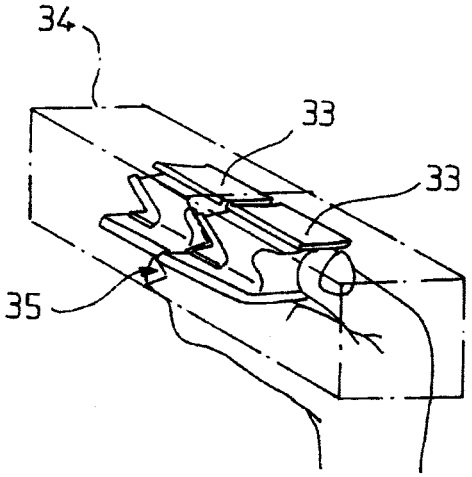


FIG.6

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 775365
FR 1300071

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 623 792 A1 (SNECMA [FR]) 8 février 2006 (2006-02-08) * alinéas [0017], [0025] - [0038]; figures *	1,2,4-8	B23P15/02
X	EP 2 423 340 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 29 février 2012 (2012-02-29) * alinéa [0013] - alinéa [0025]; figures *	1-10	
X	DE 10 2007 051499 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 30 avril 2009 (2009-04-30) * alinéa [0015]; revendication 1; figure *	10	
A	DE 10 2010 042585 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19 avril 2012 (2012-04-19) * le document en entier *	1-10	
A	DATABASE WPI Week 201017 Thomson Scientific, London, GB; AN 2010-C20590 XP002697249, -& RU 2 381 083 C1 (VSMPO-AVISMA CORP STOCK CO) 10 février 2010 (2010-02-10) * abrégé *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B23P F01D B21K B23C B21D
A	US 5 711 068 A (SALT FRANK TREVOR [GB]) 27 janvier 1998 (1998-01-27) * figures *	1,2	
A	DE 450 960 C (HUGO HEINE FA) 13 octobre 1927 (1927-10-13) * le document en entier *	1,2	
A	US 1 377 300 A (WITHINGTON PHILIP H) 10 mai 1921 (1921-05-10) * figures *	1,2	

-/--

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
17 mai 2013	Plastiras, Dimitrios

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 775365
FR 1300071

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	JP S53 91412 A (HITACHI LTD) 11 août 1978 (1978-08-11) * abrégé; figures *	1	
A	JP 2000 068026 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 3 mars 2000 (2000-03-03) * abrégé; figures *	1	
A	JP S59 102533 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 13 juin 1984 (1984-06-13) * abrégé; figures *	1,2	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
17 mai 2013	Plastiras, Dimitrios

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1300071 FA 775365

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 17-05-2013
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1623792 A1	08-02-2006	CA 2514106 A1	03-02-2006
		CN 1718361 A	11-01-2006
		EP 1623792 A1	08-02-2006
		FR 2873940 A1	10-02-2006
		JP 2006046344 A	16-02-2006
		US 2006026832 A1	09-02-2006
EP 2423340 A1	29-02-2012	EP 2423340 A1	29-02-2012
		US 2012048430 A1	01-03-2012
DE 102007051499 A1	30-04-2009	CA 2703906 A1	30-04-2009
		DE 102007051499 A1	30-04-2009
		EP 2227571 A2	15-09-2010
		JP 2011502213 A	20-01-2011
		US 2011189026 A1	04-08-2011
		WO 2009052792 A2	30-04-2009
DE 102010042585 A1	19-04-2012	DE 102010042585 A1	19-04-2012
		EP 2601010 A1	12-06-2013
		WO 2012052359 A1	26-04-2012
RU 2381083 C1	10-02-2010	AUCUN	
US 5711068 A	27-01-1998	DE 19643390 A1	30-04-1997
		FR 2740371 A1	30-04-1997
		GB 2306353 A	07-05-1997
		US 5711068 A	27-01-1998
DE 450960 C	13-10-1927	AUCUN	
US 1377300 A	10-05-1921	AUCUN	
JP S5391412 A	11-08-1978	AUCUN	
JP 2000068026 A	03-03-2000	ID 23112 A	24-02-2000
		JP 2000068026 A	03-03-2000
JP S59102533 A	13-06-1984	AUCUN	

EPO FORM P0465