(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
17 septembre 2015 (17.09.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/136228 A1

(51) Classification internationale des brevets :
*B23P 6/02* (2006.01) *B29C 73/26* (2006.01)
*B23B 35/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/050614

(22) Date de dépôt international :
12 mars 2015 (12.03.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1452058 12 mars 2014 (12.03.2014) FR

(71) Déposant : **SNECMA** [—/FR]; 2 Boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : **DEJAUNE, Claude, Gérard, René**; 5 Chemin de Boissette, F-77350 Boissise La Bertrand (FR). **BISCATTI, Bruno**; Les Donons, F-45220 Trigueres (FR). **DOUADY, Cyril**; 22, Rue Charles de Gaulle, F-91070 Bondoufle (FR).

(74) Mandataire : **CAMUS, Olivier**; Cabinet CAMUS LEBKIRI, 25 Rue de Maubeuge, 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, 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, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée** :

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

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

(54) **Title** : METHOD FOR REBORING A SHAFT HAVING A COMPLEX PROFILE

(54) **Titre** : PROCEDE DE REALESAGE D'UN ARBRE COMPORTANT UN PROFIL COMPLEXE

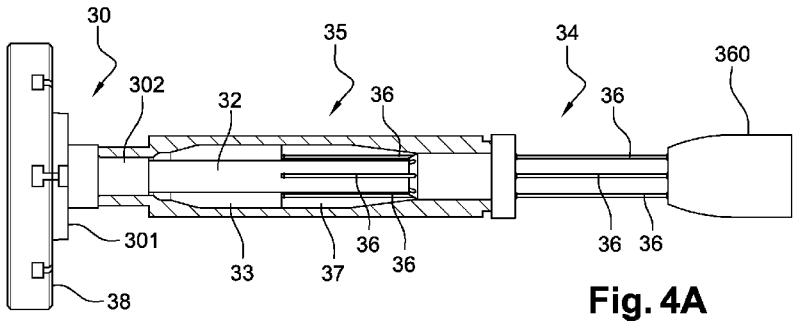



Fig. 4A

(57) **Abstract** : A method for reboring a shaft (35) to be drilled, said shaft (35) having a hollow cavity (37) extending along a longitudinal axis, said method comprising the following steps of: · introducing a holding tube (32) into the hollow cavity (37), the tube having a diameter that corresponds to the desired precalibration diameter of the shaft (35); · injecting a resin (33) between the internal wall of the cavity (37) in the shaft (35) and the external surface of the tube (32); · withdrawing the tube (32) following the curing of the resin (33), the space (19) freed by the holding tube (32) providing a guiding function for reboring the shaft; · carrying out a first, machining reboring operation on the shaft (35) by pushing a calibration head (20) introduced along the longitudinal axis of the shaft (35) into the freed space (19); · carrying out a second, finishing reboring operation on the shaft (35) by pulling a finishing head (51) into the shaft (35) in order to machine the freed space (19) with a varying diameter.

(57) **Abrégé** :

*[Suite sur la page suivante]*

WO 2015/136228 A1

Un procédé de réalésage d'un arbre (35) à forer, ledit arbre (35) comportant une cavité (37) creuse s'étendant suivant un axe longitudinal, ledit procédé comprenant les étapes suivantes : · introduire un tube de maintien (32) dans la cavité creuse (37), le tube comportant un diamètre correspondant au diamètre souhaité de pré-calibrage de l'arbre (35); · injecter une résine (33) entre la paroi intérieure de la cavité (37) de l'arbre (35) et la surface extérieure du tube (32); · retirer le tube (32) après le durcissement de la résine (33), l'espace libéré (19) par le tube de maintien (32) assurant une fonction de guidage pour réalésage de l'arbre; · réaliser un premier réalésage d'usinage de l'arbre (35) en poussant une tête de calibrage (20) introduite selon l'axe longitudinal de l'arbre (35) dans l'espace libéré (19); · réaliser un second réalésage de finition de l'arbre (35) en tirant une tête de finition (51) dans l'arbre (35) pour l'élaboration d'un usinage de l'espace libéré (19) selon un diamètre évolutif.

# PROCEDE DE REALESAGE D'UN ARBRE COMPORTANT UN PROFIL COMPLEXE

## DOMAINE

Le domaine de l'invention concerne les procédés d'usinage d'un arbre réalisés par différentes têtes de calibrage lorsque le profil à réaliser est complexe, c'est-à-dire qu'il comporte des variations de diamètres. Le procédé de l'invention concerne, plus particulièrement, un réalésage d'une pièce, telle qu'un arbre, lorsque cette dernière a déjà été alésée et que les tolérances mécaniques minimales n'ont pas été tenues lors de ce premier alésage.

## ETAT DE L'ART

Actuellement, il existe un besoin de réaliser certains alésages d'arbres ayant un profilé complexe. Lorsqu'un profilé d'un arbre est réalisé lors d'un alésage, il impose de définir des diamètres intérieurs évolutifs des arbres. L'évolution du diamètre réalise une forme évolutive qui peut être plus ou moins difficile à usiner et dont les tolérances restent difficiles à maitriser.

A titre d'exemple, une forme de bouteille peut être réalisée, cette dernière correspond à une évolution du diamètre d'alésage ayant un profil similaire à celui d'une bouteille. La figure 1 représente un exemple d'un tel profil d'arbre 10 avec une zone 11 dans laquelle l'évolution du diamètre intérieur de l'arbre 10 présente des angles et des variations difficiles à maitriser lors de l'usinage et particulièrement lors de l'opération finale consistant en la finition de l'évidement de l'arbre 10.

Pour obtenir de telles formes d'alésage, des têtes d'usinage spécifiques peuvent être utilisées, ces dernières sont nommées communément des têtes « recessing » ou des têtes de finition. L'usinage final de l'arbre nécessite de sortir et de rentrer de la tête de calibrage des outils coupants selon la forme de la définition de la pièce. Le pilotage des outils coupants, leurs entrées/sorties et le choix de ces derniers sont des paramètres qui peuvent être configurés et programmés selon le profil à usiner.

Les opérations de finition sont sensibles car elles sont effectuées sur une grande longueur d'alésage, notée « $L_A$ » sur la figure 1, de l'arbre 10. Cette contrainte impose une grande précision dans la manipulation de la tête de calibrage ou de finition et une stabilité de la tête pendant cette opération.

La figure 2 représente les marges de tolérance $EP_u$ sur l'épaisseur de matière à usiner dans la zone 11. Cette marge doit être généralement inférieure au millimètre.

Pour réaliser l'usinage final tout en garantissant la tenue de la tolérance exigée, il est indispensable d'avoir un diamètre que l'on appelle diamètre de pré-calibrage précis et constant pour guider la tête de finition. Cette finition est généralement réalisée par un usinage pratiqué en tirant la tête vers l'extérieur de l'arbre.

Suite à la réalisation de profils creux d'alésages complexes d'arbres un contrôle qualité est généralement réalisé de sorte à vérifier la conformité de la pièce au regard d'un cahier des charges spécifiant des tenues de tolérances. La grande difficulté de conception de ces pièces complexes entraine un taux important de rebus de pièces usinées. Ce qui présente un surcoût important. Différents cas de rebus peuvent survenir notamment lorsqu'un alésage de la pièce est jugé non conforme.

Deux cas de rebut d'un arbre alésé sont identifiés :

- soit les diamètres usinés sont supérieurs à la consigne souhaitée et il n'est alors pas possible de reprendre l'alésage, l'arbre est alors rebuté définitivement ;
- soit les diamètres usinés sont inférieurs à la consigne souhaitée et peuvent donc être non potentiellement rebutables car une opération de reprise de l'alésage est envisageable : cette opération est appelée « réalésage » de l'arbre.

Dans ce deuxième cas, aujourd'hui, il n'existe aucun moyen de reprendre ces formes intérieures complexes avec une bonne espérance de réussite de l'opération de réalésage. Cette opération est notamment complexe à mener puisque le diamètre de guidage qui a été réalisé pendant la phase de pré-calibrage n'existe plus du fait du premier alésage échoué.

En règle générale, le repiquage d'une pièce consistant en l'opération de réalésage, est toujours délicat mais dans le cas d'usinage en aveugle le problème technique est à ce jour sans solution.

## RESUME DE L'INVENTION

L'invention permet de résoudre les inconvénients précités.

Un objet de l'invention concerne un procédé de réalésage d'un arbre à forer, ledit arbre comportant une cavité creuse s'étendant suivant un axe longitudinal, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- introduire un tube de maintien dans la cavité creuse, le tube comportant un diamètre correspondant au diamètre souhaité de pré-calibrage de l'arbre ;
- injecter une résine entre la paroi intérieure de la cavité de l'arbre et la surface extérieure du tube;
- retirer le tube après le durcissement de la résine, l'espace libéré par le tube de maintien assurant une fonction de guidage pour réalésage de l'arbre ;
- réaliser un premier réalésage d'usinage de l'arbre en poussant une tête de calibrage introduite selon l'axe longitudinal de l'arbre dans l'espace libéré ;
- réaliser un second réalésage de finition de l'arbre en tirant une tête de finition dans l'arbre pour l'élaboration d'un usinage de l'espace libéré selon un diamètre évolutif.

Un avantage de l'invention est de permettre de récupérer des arbres forés rebutés et non conformes après un contrôle des seuils de tolérances. Le procédé de l'invention permet de reprendre de telles pièces en les réalésant grâce au procédé de l'invention. Le procédé de l'invention permet donc de diminuer le nombre de pièces forées comportant un profil d'alésage complexe et permet donc de diminuer les coûts de fabrication.

Avantageusement, les étapes d'injection et de durcissement de la résine mettent en œuvre une résine comportant une dureté supérieure à un

seuil prédéfini permettant de maintenir et guider une tête de finition dans une position de forage pendant l'usinage de l'arbre.

Avantageusement, le tube de maintien est en acier et que son épaisseur est comprise entre 1 et 10 mm.

Avantageusement, l'introduction du tube comprend les étapes suivantes :

- monté un tube centré sur deux embouts de part et d'autre de chaque extrémité de l'arbre selon son axe longitudinal, chaque embout :
  - s'insérant dans un diamètre de pré-calibrage de l'arbre à forer,
  - permettant un guidage centré du tube le long de la cavité de l'arbre.

Avantageusement, un premier embout est épaulé et fixé sur un plateau au moyen d'un mandrin, le premier embout permettant de former un moyen de fixation du tube et un bouchon d'une extrémité de l'arbre.

Avantageusement, un second embout comprend des ouvertures axiales pour le passage de buses d'injection entre la surface extérieure du tube de maintien et la paroi interne de la cavité de l'arbre.

Avantageusement, le second embout comprend :

- quatre ouvertures axiales pour le passage de quatre buses d'injection ;
- quatre perçages d'évents axiaux.

Un autre objet de l'invention concerne un ensemble de guidage d'un tube de maintien inséré dans un arbre à forer, ledit ensemble de guidage comprenant deux embouts aptes à coopérer d'une part avec chacune des extrémités dudit arbre et d'autre part avec les extrémités du tube de maintien, lesdits embouts permettant le maintien parallèle ou coaxial du tube de maintien à l'axe longitudinal de l'arbre, un premier embout étant fixé à un plateau pour maintenir une direction d'alésage et un second embout

comprenant une pluralité d'ouvertures, lesdites ouvertures débouchant dans une première cavité située entre la surface extérieure du tube de maintien et la paroi interne de la cavité de l'arbre, lesdites ouvertures étant adaptées au passage de buses d'injection.

Un avantage est de permettre de disposer un ensemble simple à mettre en œuvre dont l'unique pièce formée par le tube permet d'assurer de reformer un guide pour réaléser l'arbre.

Par ailleurs, les orifices dans le second embout qui permettent l'injection d'une résine peuvent être simplement réalisés sans complication d'usinage de nouveaux embouts spécifiques nécessitant une conception couteuse.

Avantageusement, le premier embout est solidarisé avec le plateau au moyen d'un mandrin.

Avantageusement, le second embout comprend des perçages d'évents débouchant dans la première cavité.

Avantageusement, le tube comprend un revêtement anti adhérent au produit injecté dans la première zone.

## BREVES DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description détaillée qui suit, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

- figure 1 : un arbre ayant une cavité creuse présentant un profil complexe à forer ;
- figures 2 : un agrandissement d'une partie de l'arbre à forer dans laquelle les évolutions de diamètre sont semblables au profil d'une bouteille ;
- figures 3 : une opération de pré-calibrage à partir du forage de l'arbre avec une tête de calibrage qui usine en poussant ;
- figure 4A : une opération d'injection de matière dans la cavité forée de l'arbre présentant une non-conformité vis-à-vis d'une consigne d'alésage à respecter selon le procédé de l'invention ;
- figure 4B : un second embout comprenant des ouvertures pour le passage de buses d'injection pour réaliser le procédé de l'invention
- figure 4C : une vue de face du second embout comprenant des ouvertures pour le passage de buses d'injection ;

- figure 5 : une opération de réalésage selon le procédé de l'invention succédant à l'opération d'injection ;
- figure 6 : une opération de réalésage en tirant la tête de finition vers l'extérieur de l'arbre selon le procédé de l'invention.

**DESCRIPTION**

La figure 3 représente un cas d'exemple d'une configuration d'un arbre 35 avant calibrage. L'arbre est usiné de sorte à offrir un diamètre de pré-calibrage 19 au moyen d'une tête de calibrage 20 pour permettre une opération de finition avec une tête de finition. L'ensemble de guidage de l'invention vise à proposer des moyens permettant de reprendre un alésage d'un arbre 35 par une injection de résine maitrisée dans ledit arbre ayant subi un premier alésage. Un objectif est de reformer la cavité 19 cylindrique formant un canal de guidage pour une tête de calibrage et une tête de finition. Parmi ces moyens, on trouve un plateau 38 et des moyens 301 pour fixer un embout 30 sur lequel l'arbre 35 vient s'emmancher.

La figure 4A représente un mode de réalisation d'un ensemble de guidage de l'invention comprenant un tube 32 en acier de toile 2 à 3 mm qui est monté centré sur deux embouts 30, 34 à chaque extrémité du tube 32.

La surface extérieure du tube de maintien 32 comprend un revêtement anti adhérent au produit d'injection 33 qui peut être par exemple une résine.

L'ensemble de guidage de l'invention comprend un premier embout 30 épaulé avec un centrage dans le diamètre de l'arbre 35. L'épaulement est réalisé sur un plateau 38 au moyen par exemple d'un mandrin 301 qui permet de fixer l'embout 30 au plateau 38.

Le premier embout 30 peut être choisi expansible de sorte à offrir une maniabilité de l'ensemble de guidage.

L'ensemble de guidage de l'invention comprend un second embout 34 également centré dans le diamètre de pré-calibrage de l'arbre 35.

Ce second embout 34 doit centrer également le tube de maintien 32 agencé sensiblement coaxialement à l'arbre 35. Pour réaliser ce centrage, le second embout 34 comprend une première partie 340 représentée plus en détails à la figure 4B. La première partie 340 comprend

un profil tubulaire dont le diamètre est sensiblement inférieur au diamètre de pré-calibrage. Cette première partie 340 du second embout 34 est destinée à s'emmancher dans l'arbre 35. Une seconde partie 343 forme une extrémité de maintien formant une butée qui évite que le second embout 34 ne s'enfonce complètement dans l'arbre 35.

Le second embout 34 comprend, en outre, une pluralité de perçages d'évent 342 et une pluralité d'orifices 341, également nommés dans la présente invention « ouvertures », dimensionnés pour le passage de buses d'injection 36. Ces perçages d'évent 342 et les orifices 341 sont mieux représentés aux figures 4B et 4C.

Les buses d'injection 36 représentée à la figure 4B permettent l'injection d'un produit 33 qui peut être avantageusement une résine. Les buses d'injection 36 peuvent être insérées au moyen d'un injecteur 360 dans chaque orifice du second embout 34. Chaque buse d'injection 36 peut libérer longitudinalement la résine à l'intérieur de l'arbre 35 en étant déplacée en tirant depuis une position proche du premier embout 30 vers une position sensiblement proche du second embout 34. Pour cela, les buses d'injection 36 ont été préalablement agencées à l'intérieur de l'arbre 35. La résine 33, comme représentée à la figure 4A, est alors injectée vers le fond de l'arbre 35 vis-à-vis de la position de l'injecteur tout en contrôlant un mouvement longitudinal des buses d'injection 36. Les buses d'injection 36 peuvent se déplacer du premier embout 30 jusqu'au second embout 34 lorsqu'elles sont tirées par l'injecteur 360.

Selon un mode de réalisation, le second embout 34 comprend en axial quatre perçages d'évent s'étendant axialement ainsi que quatre orifices s'étendant également axialement pour le passage de quatre buses d'injection 36. Les perçages 342 d'évent et les orifices 341 peuvent selon un mode de réalisation, comme cela est illustré à la figure 4C, être alternés tout autour d'une circonférence de la première partie 340 de l'embout 34.

Selon un mode de réalisation, l'ensemble de maintien peut être monté et fixé sur un plateau 38 horizontal pour faciliter l'injection de la résine en position vertical.

L'ensemble de maintien permet de reconstituer la géométrie de l'arbre 35 avant l'opération de calibrage. L'arbre 35 reprendra la géométrie qu'il avait avant la finition précédemment échouée après que la résine ait durci autour du tube de maintien 32. Une fois la résine durcie, le tube de maintien 32 pourra alors être retiré pour reconstituer un moyen de guidage longitudinal d'une tête de calibrage / de finition.

Dans un mode de réalisation, l'ensemble de guidage comprend avantageusement l'injecteur 360 et les buses d'injection 36.

Dans un autre mode de réalisation, l'ensemble de guidage ne comprend ni d'injecteur ni de buses d'injection 36. L'ensemble de guidage peut comprendre un second embout 34 adapté à coopérer avec un injecteur et des buses d'injection insérées dans le second embout 34.

Notamment, le second embout doit respecter des côtes et un dimensionnement de ses perçages d'évent et d'orifices pour être compatible d'un injecteur 360.

L'invention concerne également un procédé de réalésage d'un arbre. Le procédé de réalésage de l'invention vise, dans une étape, à injecter, par exemple, une résine à l'intérieur de la cavité 37 d'un arbre 35 qui a été déjà usiné en vue de reconstruire un diamètre de pré-calibrage. L'étape d'injection d'une résine 33 est réalisée en respectant un diamètre de pré-calibrage souhaité de l'arbre 35 assuré par la présence du tube de maintien 32 qui sera retiré après le durcissement de la résine 33. Le procédé de réalésage comprend donc une étape préliminaire consistant en l'agencement d'un tube de maintien 32 dans la cavité creuse 37 de l'arbre 35 tout en garantissant un alignement des axes longitudinaux de l'arbre 35 et du tube de maintien 32. Ces derniers sont rendus coaxiaux par cette opération préliminaire.

Pour réaliser cette étape préliminaire à l'injection d'une résine, il est nécessaire de maintenir fixe l'ensemble formé par le tube de maintien 32 et l'arbre 35 et ce, pendant l'opération d'alésage. L'opération consistant à l'agencement du tube de maintien 32 comprend donc également la fixation de l'arbre 35 sur un plateau 38 pour le maintenir fixe pendant l'opération

d'alésage. Le premier embout 30 a pour fonction de maintenir solidaire le tube 32, l'arbre 35 et le plateau 38 en utilisant par exemple un mandrin 301.

Le procédé de l'invention permet de remettre l'arbre 35 en conformité à la définition par une reconstitution du diamètre intérieur précis pour le guidage de la tête de finition 51, représentée à la figure 6, dite tête de Reccessing.

Le procédé de l'invention permet d'aboutir à la reconstitution de la pièce, c'est-à-dire de l'arbre 35, avant l'usinage de reprise en finition. Le procédé de l'invention comprend une injection d'une résine 33 pour reconstituer le diamètre de calibrage de l'arbre 35 qui est réalisé au moyen d'un injecteur 360. L'injecteur 360 est agencé longitudinalement dans la continuité de l'axe de l'arbre 35 de sorte à présenter des buses d'injections 36 insérées parallèlement à cet axe. Le produit injecté est facilement injectable grâce aux ouvertures d'un second embout 34. Le produit d'injection doit, en outre, posséder une caractéristique mécanique de dureté assez importante pour maintenir l'outil en parfaite position durant l'usinage. Le produit d'injection peut être une résine de type Phénolique ou époxyde telle qu'une résine Araldite, ou encore certaines nuances de polyamide, tel que le Nylon.

Un tube de maintien 32 peut être réalisé en acier avec une toile de quelques millimètres. Un tel tube de maintien permet une bonne tenue à la résine injectée et un retrait du tube sans endommagement à la surface interne de la résine durcie.

La figure 5 représente l'arbre 35 maintenu à l'horizontal grâce au premier embout 30 et au plateau 38 après le retrait du tube de maintien 32. L'arbre 35 ainsi préparé par l'injection d'une résine 33 comprend une cavité cylindrique permettant le guidage d'une tête de calibrage 20. Après un premier usinage ou réalésage en poussant la tête de calibrage vers le premier embout 30, la finition de l'arbre peut être entreprise au moyen d'une tête de finition.

Le procédé de l'invention permet donc d'offrir un diamètre de guidage 19, également appelé cavité de calibrage 19 lorsque l'on considère

le cylindre formé par l'espace libéré après le retrait du tube de maintien 32. La cavité de calibrage 19 permet avantageusement de réaliser une fonction de guidage. Une reprise d'usinage de l'arbre 35 peut alors être réalisée par une finition intérieure comprenant un usinage d'un profil intérieur complexe.

La figure 6 représente l'étape de finition réalisée à partir d'une tête de finition 51. La finition est généralement réalisée par réalésage en tirant la tête 51 de l'arbre dans le sens de la flèche 53, ce qui tend à extraire la tête de l'arbre. Les outils coupants peuvent être alors programmés pour réaliser à nouveau un profil complexe et ré-usiner la pièce pour éviter un nouveau rebut. La zone 50 de la cavité de l'arbre est réalisée en usinant notamment une grande partie de la résine 33 injectée ayant durcie.

Un avantage de l'ensemble de maintien et du procédé de l'invention est qu'il permet une remise en conformité d'un arbre qui n'est plus dans les tolérances d'acceptation et qui est destiné à être rebuté au contrôle qualité. On comprend alors que le procédé de réalésage de l'invention permet d'obtenir de meilleurs taux d'acceptation des arbres alésés. Cet avantage entraine une réduction des coûts de fabrication de tels arbres.

# REVENDICATIONS

1. Procédé de réalésage d'un arbre (35) à forer, ledit arbre (35) comportant une cavité (37) creuse s'étendant suivant un axe longitudinal, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
    - introduire un tube de maintien (32) dans la cavité creuse (37), le tube comportant un diamètre correspondant au diamètre souhaité de pré-calibrage de l'arbre (35) ;
    - injecter une résine (33) entre la paroi intérieure de la cavité (37) de l'arbre (35) et la surface extérieure du tube (32) ;
    - retirer le tube (32) après le durcissement de la résine (33), l'espace libéré (19) par le tube de maintien (32) assurant une fonction de guidage pour réalésage de l'arbre ;
    - réaliser un premier réalésage d'usinage de l'arbre (35) en poussant une tête de calibrage (20) introduite selon l'axe longitudinal de l'arbre (35) dans l'espace libéré (19);
    - réaliser un second réalésage de finition de l'arbre (35) en tirant une tête de finition (51) dans l'arbre (35) pour l'élaboration d'un usinage de l'espace libéré (19) selon un diamètre évolutif.

2. Procédé de réalésage d'un arbre (35) à forer selon la revendication 1, caractérisé en ce que les étapes d'injection et de durcissement de la résine (33) mettent en œuvre une résine qui comporte une dureté supérieure à un seuil prédéfini permettant de maintenir et guider une tête de finition (51) dans une position de forage pendant l'usinage de l'arbre (35).

3. Procédé de réalésage d'un arbre (35) à forer selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que le tube de maintien (32) est en acier et que son épaisseur est comprise entre 1 et 10 mm.

4. Procédé de réalésage d'un arbre (35) à forer selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'introduction du tube (32) comprend les étapes suivantes :

- monté un tube (32) centré sur deux embouts (30, 34) de part et d'autre de chaque extrémité de l'arbre (35) selon son axe longitudinal, chaque embout :
  - s'insérant dans un diamètre de pré-calibrage de l'arbre (35) à forer,
  - permettant un guidage centré du tube (32) le long de la cavité de l'arbre (35).

5. Procédé de réalésage d'un arbre (35) à forer selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'un premier embout (30) est épaulé et fixé sur un plateau (38) au moyen d'un mandrin (301), le premier embout (30) permettant de former un moyen de fixation (302) du tube (32) et un bouchon (30) d'une extrémité de l'arbre (35).

6. Procédé de réalésage d'un arbre (35) à forer selon l'une quelconque des revendications 4 à 5, caractérisé en ce qu'un second embout (34) comprend des ouvertures (341) axiales pour le passage de buses d'injection (36) entre la surface extérieure du tube de maintien (32) et la paroi interne de la cavité (37) de l'arbre (35).

7. Procédé de réalésage d'un arbre (35) à forer selon la revendication 6, caractérisé en ce que le second embout (34) comprend :
   - quatre ouvertures (341) axiales pour le passage de quatre buses d'injection (36) ;
   - quatre perçages d'évents (342) axiaux.

8. Ensemble de guidage (38, 30, 34) d'un tube de maintien (32) inséré dans un arbre (35) à forer, ledit ensemble de guidage étant caractérisé en ce qu'il comprend deux embouts (30, 34) aptes à coopérer d'une part avec chacune des extrémités dudit arbre (35) et d'autre part avec les extrémités du tube de maintien (32), lesdits embouts (30, 34) permettant le maintien coaxial du tube de maintien (32) à l'axe longitudinal de l'arbre (35), un premier embout (30) étant fixé à un plateau (38) pour maintenir une direction d'alésage et un second embout (34) comprenant une pluralité d'ouvertures (341), lesdites ouvertures débouchant dans une première cavité (37) située

entre la surface extérieure du tube de maintien (32) et la paroi interne de la cavité (37) de l'arbre (35), lesdites ouvertures (341) étant adaptées au passage de buses d'injection (36).

9. Ensemble de guidage (38, 30, 34) d'un tube de maintien (32) inséré dans un arbre (35) à forer selon la revendication 8, caractérisé en ce que le premier embout (30) est solidarisé avec le plateau (38) au moyen d'un mandrin (301).

10. Ensemble de guidage (38, 30, 34) d'un tube de maintien (32) inséré dans un arbre (35) à forer selon la revendication 8, caractérisé en ce que le second embout (34) comprend des perçages d'évents débouchant dans la première cavité (37).

11. Ensemble de guidage (38, 30, 34) d'un tube de maintien (32) inséré dans un arbre (35) à forer selon la revendication 8, caractérisé en ce que le tube (32) comprend un revêtement anti adhérent au produit injecté dans la première zone (37).

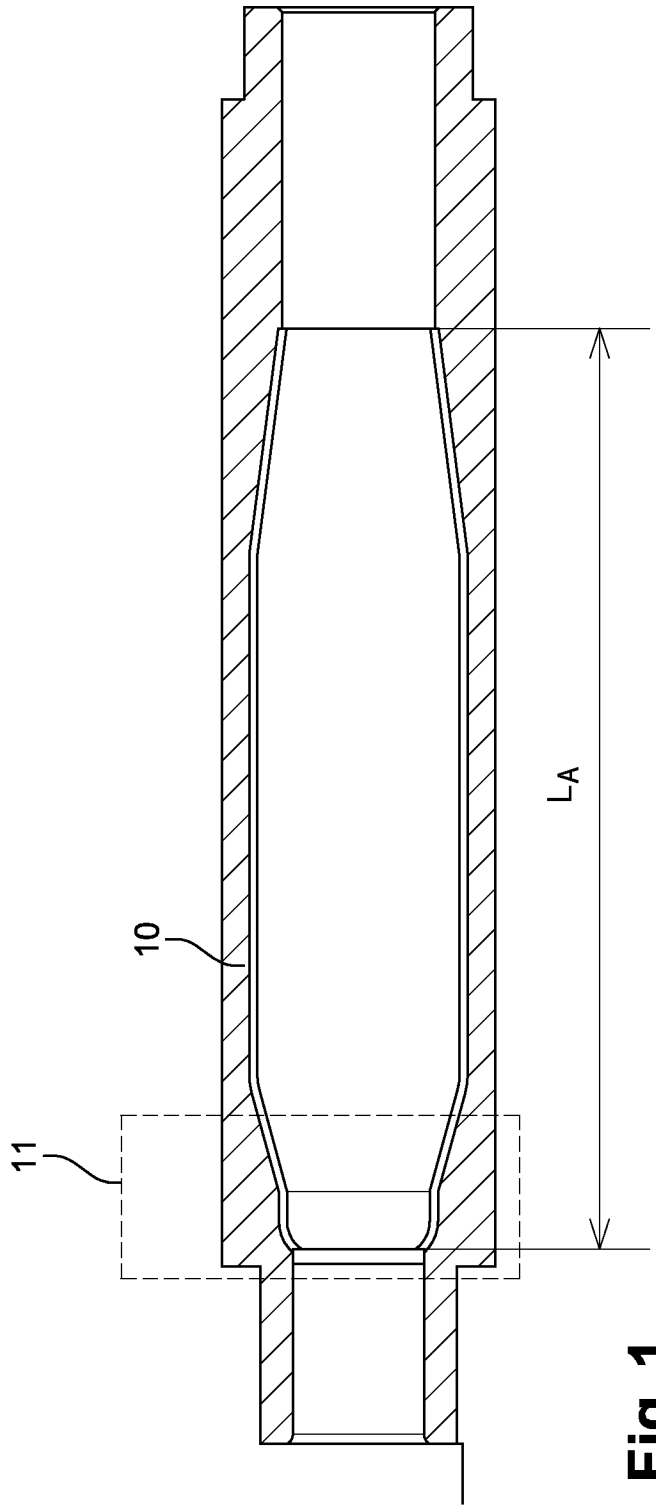



Fig. 1

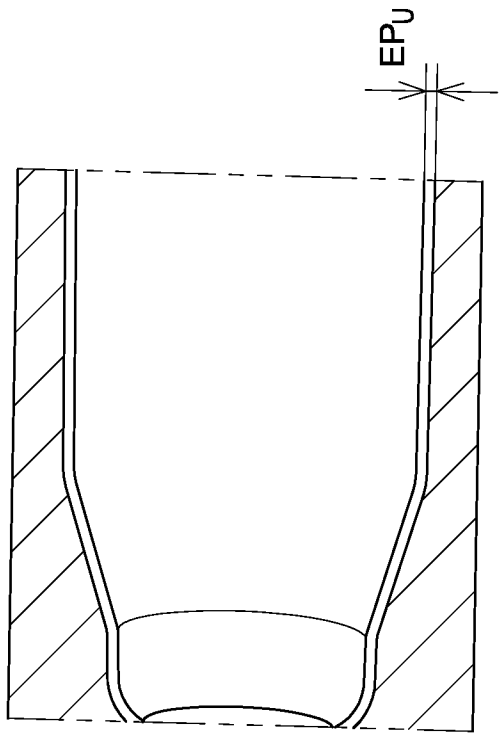



Fig. 2

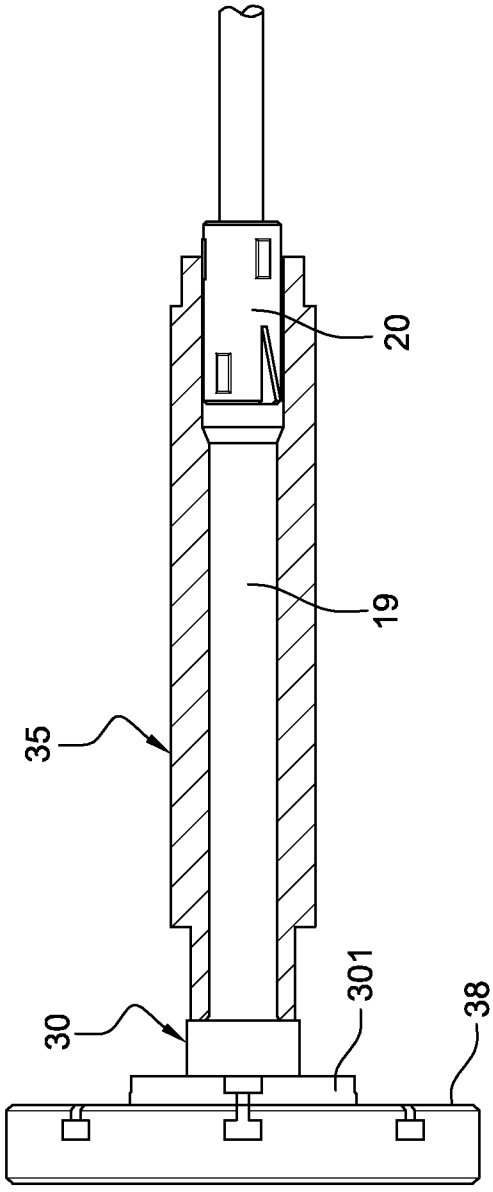



Fig. 3

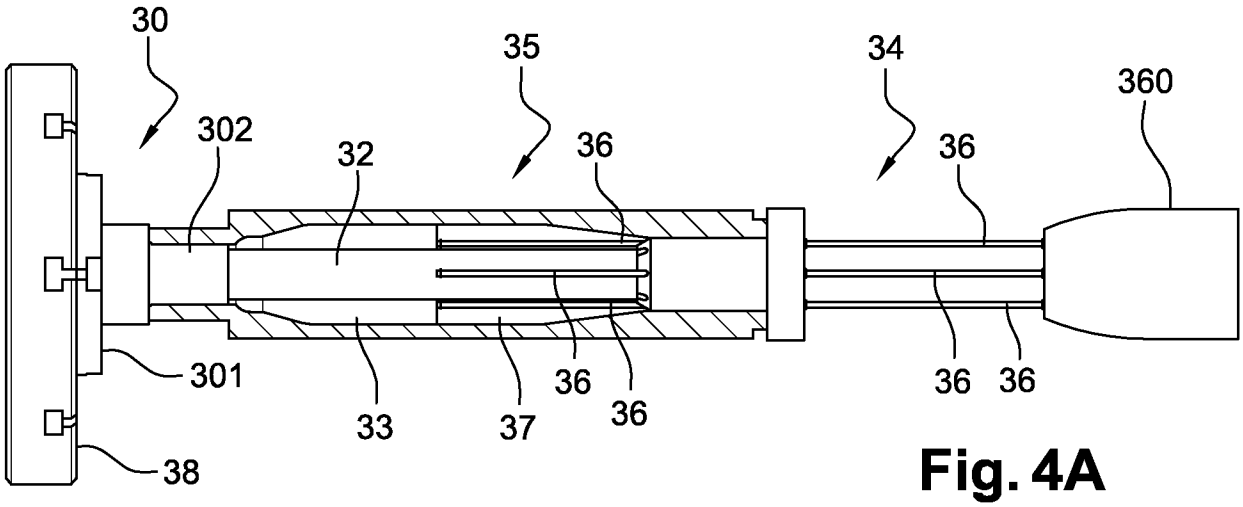



Fig. 4A

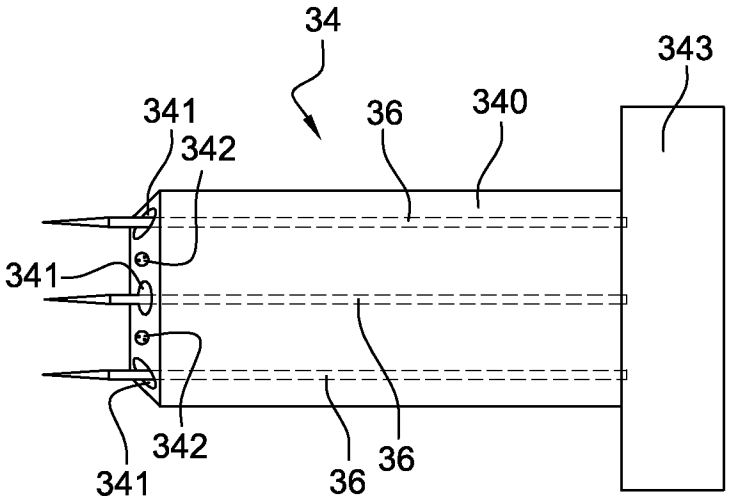



Fig. 4B

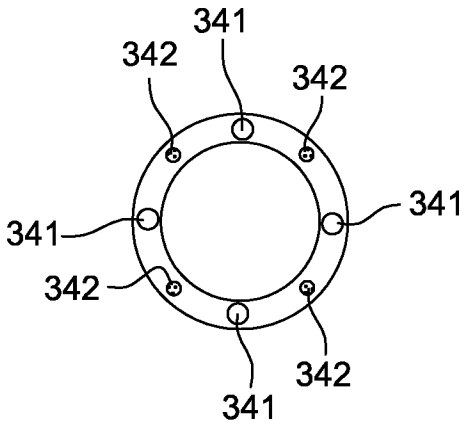



Fig. 4C

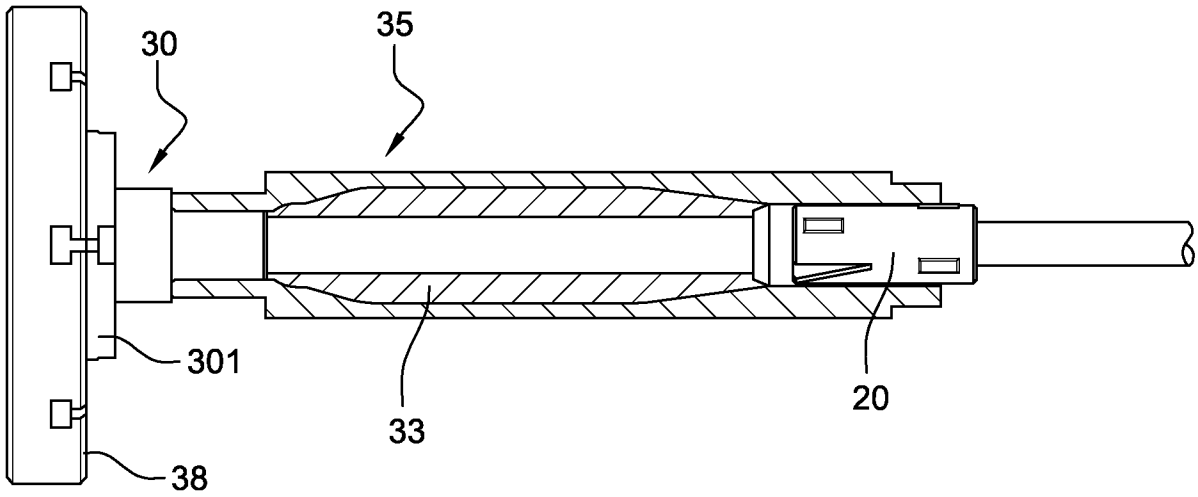



Fig. 5

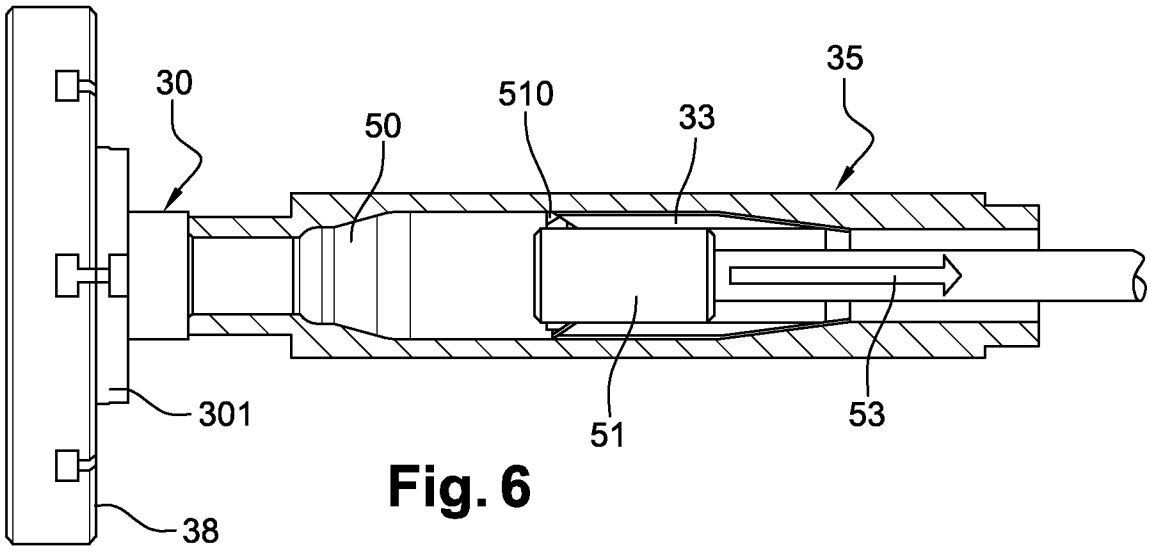



Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/050614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23P6/02 B23B35/00 B29C73/26
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)
B23P B23B B29C

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 6 170 572 B1 (FULBRIGHT GENE RAY NEIL [US] ET AL) 9 January 2001 (2001-01-09) | 8-11 |
| A | column 1, paragraph 1; figures 1-5<br>column 5, lines 18-37 | 1-7 |
| A | CA 1 219 740 A1 (HEXT BILL)<br>31 March 1987 (1987-03-31)<br>page 1, paragraph 1; figures 1-4 | 1-11 |
| A | US 2012/315441 A1 (BALD ROLF [DE])<br>13 December 2012 (2012-12-13)<br>paragraph [0002]; figures 1-4 | 1-11 |
| A | EP 2 626 166 A2 (HONEYWELL INT INC [US])<br>14 August 2013 (2013-08-14)<br>paragraph [0001]; figures 1-9 | 1-11 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 15 July 2015 | 23/07/2015 |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Coja, Michael |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2015/050614

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| US 6170572 B1 | 09-01-2001 | CA 2309286 A1 | 25-11-2000 |
| | | US 6170572 B1 | 09-01-2001 |
| CA 1219740 A1 | 31-03-1987 | NONE | |
| US 2012315441 A1 | 13-12-2012 | CN 102652053 A | 29-08-2012 |
| | | DE 102009054915 A1 | 22-06-2011 |
| | | KR 20120106755 A | 26-09-2012 |
| | | US 2012315441 A1 | 13-12-2012 |
| | | WO 2011072935 A1 | 23-06-2011 |
| EP 2626166 A2 | 14-08-2013 | EP 2626166 A2 | 14-08-2013 |
| | | US 2013209826 A1 | 15-08-2013 |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2015/050614

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B23P6/02 B23B35/00 B29C73/26
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)
B23P B23B B29C

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 6 170 572 B1 (FULBRIGHT GENE RAY NEIL [US] ET AL) 9 janvier 2001 (2001-01-09) | 8-11 |
| A | colonne 1, alinéa 1; figures 1-5<br>colonne 5, lignes 18-37 | 1-7 |
| A | CA 1 219 740 A1 (HEXT BILL)<br>31 mars 1987 (1987-03-31)<br>page 1, alinéa 1; figures 1-4 | 1-11 |
| A | US 2012/315441 A1 (BALD ROLF [DE])<br>13 décembre 2012 (2012-12-13)<br>alinéa [0002]; figures 1-4 | 1-11 |
| A | EP 2 626 166 A2 (HONEYWELL INT INC [US])<br>14 août 2013 (2013-08-14)<br>alinéa [0001]; figures 1-9 | 1-11 |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale |
|---|---|
| 15 juillet 2015 | 23/07/2015 |

| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale | Fonctionnaire autorisé |
|---|---|
| Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Coja, Michael |



Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

**Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets**

**Demande internationale n°**
PCT/FR2015/050614

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|---|---|
| US 6170572 B1 | 09-01-2001 | CA 2309286 A1 | 25-11-2000 |
| | | US 6170572 B1 | 09-01-2001 |
| CA 1219740 A1 | 31-03-1987 | AUCUN | |
| US 2012315441 A1 | 13-12-2012 | CN 102652053 A | 29-08-2012 |
| | | DE 102009054915 A1 | 22-06-2011 |
| | | KR 20120106755 A | 26-09-2012 |
| | | US 2012315441 A1 | 13-12-2012 |
| | | WO 2011072935 A1 | 23-06-2011 |
| EP 2626166 A2 | 14-08-2013 | EP 2626166 A2 | 14-08-2013 |
| | | US 2013209826 A1 | 15-08-2013 |