

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 051 697**

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

②1 N° d'enregistrement national : **16 54775**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 21 J 5/00 (2017.01), B 22 D 27/11**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 27.05.16.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.12.17 Bulletin 17/48.

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 :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : SAINT JEAN INDUSTRIES Société
par actions simplifiée — FR.

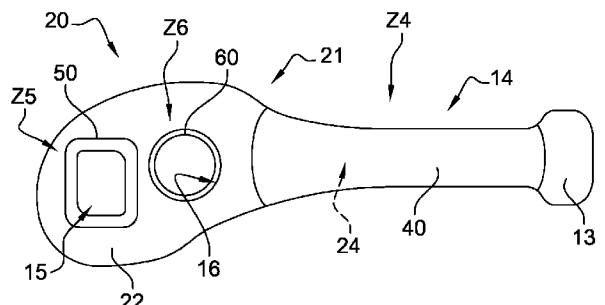
⑦2 Inventeur(s) : DI SERIO EMILE THOMAS, DUPER-
RAY LIONEL et BOUVIER VERONIQUE.

⑦3 Titulaire(s) : SAINT JEAN INDUSTRIES Société par
actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET LAURENT ET CHARRAS.

⑤4 PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE CONSTITUEE AU MOINS PARTIELLEMENT D'UN ALLIAGE
METALLIQUE, ET METHODE D'OPTIMISATION.

⑤7 La présente invention concerne un procédé de fabri-
cation d'une pièce (20) constituée au moins partiellement
d'un alliage métallique, le procédé comprenant une étape
de fabrication métallurgique a1) consistant à fabriquer le
corps (21) de la pièce (20); caractérisé en ce que le procédé
comprend ensuite une étape de renfort a2) consistant à for-
mer un renforcement local (40, 50, 60) directement sur le
corps (21), dans une zone sous contrainte (Z4, Z5, Z6) de la
pièce (20). L'invention concerne également une méthode
d'optimisation d'une pièce.



FR 3 051 697 - A1



**PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE CONSTITUEE AU MOINS
PARTIELLEMENT D'UN ALLIAGE METALLIQUE, ET METHODE D'OPTIMISATION**

5 La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce constituée au moins partiellement d'un alliage métallique. L'invention concerne également une méthode d'optimisation d'une pièce.

10 Le domaine de l'invention est celui de la fabrication de pièces constituées entièrement ou partiellement d'un alliage métallique (ferreux ou non ferreux), ladite fabrication incluant deux opérations successives de fonderie puis de forgeage.

15 Saint-Jean Industries développe le procédé COBAPRESS (marque déposée) pour l'aluminium et ses alliages depuis plus de 30 ans. Cette technologie consiste à forger une préforme de fonderie en une seule opération de forgeage, comme décrit notamment dans les documents EP0119365 et EP2877353.

20 Le procédé COBAPRESS s'est révélé très performant pour des applications de liaisons au sol chez la plupart des constructeurs automobiles. En pratique, ce procédé permet une amélioration notable des caractéristiques mécaniques et notamment de la tenue en fatigue par rapport à la fonderie classique. D'autre part, ce procédé est compétitif par rapport à la forge en termes de coûts et de complexité géométrique réalisable.

25 Aujourd'hui l'allégement des structures, dans les domaines automobile, aéronautique et industriel, est une nécessité liée à l'évolution des normes sécuritaires, environnementales et autres.

Les objectifs de poids des structures sont en perpétuelle diminution, avec une augmentation de leurs sollicitations et un objectif de coût compatible avec le marché. Ces contraintes conduisent aujourd'hui dans la majorité des cas à un compromis en termes de choix de matériaux, process, poids et coûts.

30 A titre d'exemple, si une zone particulière de la pièce est soumise à de fortes contraintes, la matière de cette pièce au global va être pilotée par cette zone et induire des coûts élevés liés au choix de cette matière.

35 Le but de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication amélioré.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une pièce constituée au moins partiellement d'un alliage métallique, le procédé comprenant une étape de fabrication métallurgique a1) consistant à fabriquer le corps de la pièce, caractérisé en ce que le procédé comprend ensuite une étape de renfort a2) consistant à former un renforcement local sur le corps, dans une zone sous contrainte de la pièce.

Ainsi, l'invention permet d'améliorer localement les caractéristiques mécaniques de la pièce, par exemple sa résistance à la fatigue ou sa dureté, tout en gardant une masse de la pièce renforcée la plus faible possible et sans utiliser de pièce rapportée. En alternative ou en complément, l'invention peut permettre de réduire localement une section de la pièce, et ainsi gagner en encombrement. En outre, l'invention peut permettre d'améliorer les performances globales de la pièce, par exemple sa raideur.

Selon un premier mode de réalisation, l'étape de fabrication métallurgique a1) comprend une opération de fonderie a11) consistant à fabriquer une préforme de fonderie, puis une opération de forgeage a12) consistant à forger la préforme de fonderie pour obtenir le corps de la pièce. Cette étape de fabrication métallurgique a1) correspond à la mise en œuvre du procédé COBAPRESS.

Selon un deuxième mode de réalisation, l'étape de fabrication métallurgique a1) comprend une opération de fonderie a11) consistant à fabriquer le corps de la pièce. Cette opération de fonderie a11) n'est pas suivie par une opération de forgeage a12).

Selon un troisième mode de réalisation, l'étape de fabrication métallurgique a1) comprend une opération de forgeage a12) consistant à fabriquer le corps de la pièce. Cette opération de forgeage a12) n'est pas précédée par une opération de fonderie a11).

L'invention a également pour objet une méthode d'optimisation de la conception d'une pièce existante, comprenant un corps en alliage métallique, la méthode d'optimisation comprenant les phases successives suivantes :

- b1) identifier une zone sous contrainte de la pièce existante, par exemple par simulation numérique ;
- b2) définir une pièce optimisée comprenant un corps modifié, en prévoyant au moins un renforcement local formé sur le corps dans la zone sous contrainte ;
- b3) définir des outillages de fabrication métallurgique conformes au corps de la pièce optimisée ;

- b4) fabriquer le corps de la pièce optimisée avec les outillages ;
- b5) former le renforcement local directement sur le corps, dans la zone sous contrainte de la pièce optimisée.

5 Selon d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention, prises isolément ou en combinaison :

- La pièce est une pièce de structure pour automobile (notamment une pièce de liaison au sol), aéronautique, équipement industriel ou dispositif médical.
- Le renforcement local a une surface disposée au moins à 50% en contact avec le corps de la pièce.
- 10 - Le renforcement local épouse sensiblement le corps de la pièce.
- Plusieurs renforcements locaux sont formés sur le corps, dans une ou plusieurs zones sous contrainte de la pièce.
- Le procédé comprend une étape de préparation de surface de la zone à renforcer, entre l'étape de fabrication métallurgique a1) et l'étape de renfort a2).
- 15 - Le procédé comprend une étape de finition de la pièce dans la zone renforcée, après l'étape de renfort a2).
- Le procédé comprend une étape de traitement de surface, appliqué au moins sur une partie du corps, entre les étapes a1) et a2).
- 20 - Le procédé comprend une étape de traitement de surface, appliqué au moins sur une partie de la pièce, après l'étape a2).
- Le corps et le renforcement local sont constitués de différents alliages métalliques.
- Le corps est constitué d'un alliage métallique, tandis que le renforcement local est constitué d'un matériau composite.
- 25 - Le corps est constitué d'un alliage métallique, tandis que le renforcement local est constitué d'un matériau céramique.
- Le renforcement local est formé par pulvérisation à froid.
- Le renforcement local est formé par oxydation micro-arc.
- Le renforcement local est formé par collage d'un ensemble composite prenant sa
- 30 forme finale sur le corps de la pièce.
- Le renforcement local est formé par cuisson d'une résine.
- Le renforcement local est formé par fabrication additive.
- Le renforcement local est substitué à une portion d'origine du corps de la pièce existante.
- 35 - Le renforcement local est substitué à un insert emmanché, surmoulé ou pressé sur le corps de la pièce existante.

- La pièce optimisée présente sensiblement les mêmes dimensions que la pièce existante.
- La pièce optimisée présente des dimensions localement réduites par rapport à la pièce existante.

5

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue de dessus d'une pièce conforme à l'état de la technique, comprenant un corps en alliage métallique, fabriqué suivant une opération de fonderie puis une opération de forgeage ;
- la figure 2 est une vue de côté de la pièce de la figure 1 ;
- les figures 3 et 4 sont des vues analogues aux figures 1 et 2, illustrant une méthode d'optimisation de la conception de la pièce ;
- les figures 5 et 6 sont des vues analogues aux figures 1 et 2, montrant une pièce optimisée conforme à l'invention, comprenant des renforcements locaux formés sur le corps dans des zones sous contrainte ;
- la figure 7 est une coupe selon la ligne VII-VII à la figure 6 ; et
- les figures 8 à 12 sont des vues analogues aux figures 3 à 7, montrant un deuxième mode de réalisation d'une pièce optimisée conforme à l'invention.

20

Sur les figures 1 à 4 est représentée une pièce 10, comprenant un corps monobloc 11 et un insert tubulaire 18 emmanché dans le corps 11. A titre d'exemple, la pièce 10 est une pièce de liaison au sol de véhicule automobile.

25

Le corps 11 est réalisé en alliage métallique, par exemple en alliage d'aluminium, suivant deux opérations successives de fonderie puis de forgeage. Le corps 11 comprend une partie principale 12, une partie d'extrémité 13, et une partie allongée 14 reliant les parties 12 et 13. Deux ouvertures 15 et 16 traversantes sont ménagées dans la partie 12. L'ouverture 15 a une section sensiblement rectangulaire, tandis que l'ouverture 16 a une section circulaire.

30

L'insert 18 est réalisé en alliage métallique, par exemple en acier, puis emmanché, surmoulé ou pressé (notamment par COBAPRESS) dans l'ouverture 16 formée dans le corps 11. L'insert 18 assure différentes fonctions entre le corps 11 et un élément non représenté disposé à travers l'ouverture 16 : liaison thermique, résistance à la friction, lubrification, etc.

35

Sur les figures 3 et 4 sont mises en évidence des zones sous contrainte Z4, Z5 et Z6 de la pièce 10, correspondant respectivement aux éléments 14, 15 et 16.

Dans le cadre de la présente invention, une zone sous contrainte de la pièce 10 est définie comme étant une zone soumise à d'importantes contraintes mécaniques, thermiques, de frottement et/ou d'abrasion lorsque la pièce 10 est en service. Ces contraintes sont dites importantes, dans la mesure où elles nécessitent une attention particulière pour préserver l'intégrité de la pièce en fonctionnement, du fait de son environnement (système mécanique auquel la pièce est intégrée, facteurs externes, etc).

A titre d'exemples :

- 10 - les contraintes mécaniques peuvent être causées par des forces de flexion, torsion, traction et/ou compression subies par cette zone ;
- les contraintes thermiques peuvent être causées par une augmentation locale de température, permanente ou temporaire, subies par cette zone ;
- les contraintes de frottement peuvent être causées par un câble électrique qui s'étend
15 le long de la pièce et est susceptible de venir frotter contre la surface de la pièce dans cette zone ;
- les contraintes d'abrasion peuvent être causées par une projection de matériaux, depuis le sol sur lequel circule l'automobile équipée de la pièce, dans cette zone.

20 En pratique, les zones Z4, Z5 et Z6 de la pièce 10 ne sont pas soumises aux mêmes contraintes en service.

Dans la zone Z4, on cherche à alléger la partie 14, réalisée en alliage métallique, sans diminuer ses performances mécaniques. A cet effet, une portion 140 externe de cette partie 14 peut être remplacée par un matériau composite.

25 Dans la zone Z5, on cherche à améliorer la résistance de la pièce 10 au niveau de l'ouverture 15, sans modifier le matériau constitutif du corps 11. A cet effet, une portion 150 située autour de l'ouverture 15 peut être remplacée par un alliage métallique plus résistant que celui du corps 11.

30 Dans la zone Z6, on cherche à alléger la partie 12 sans diminuer les performances de la pièce 10 au niveau de l'ouverture 16. A cet effet, l'insert 18 en acier peut être remplacé par un revêtement formé dans l'ouverture 16, par projection à froid d'une poudre comprenant des particules métalliques (alliages d'aluminium, de cuivre, de cobalt, de nickel, de molybdène, d'aluminium quasi-cristaux Al-QC...).

35 Bien entendu, d'autres solutions peuvent être retenues en fonction du cahier des charges à respecter.

Sur les figures 5 à 7 est montrée une pièce 20 conforme à l'invention. La pièce 20 est une version optimisée de la pièce 10 montrée aux figures 1 à 4. La pièce 20 a une fonction et des dimensions similaires à la pièce 10.

5 Certains éléments constitutifs de la pièce 20 sont comparables à ceux de la pièce 10 décrite plus haut et, dans un but de simplification, portent les mêmes références numériques. D'autres éléments constitutifs de la pièce 20 présentent des différences avec la pièce 10 et portent des références numériques augmentées de dix.

10 La pièce 20 comprend un corps 21, ainsi que différents renforcements locaux 40, 50 et 60 formés directement sur le corps 21, respectivement dans les zones Z4, Z5 et Z6 de la pièce 10.

Comme mentionné précédemment, ces zones Z4, Z5 et Z6 ne sont pas soumises aux mêmes contraintes en service. Dans ces conditions, le choix des matériaux constitutifs du corps 21 et des renforcements locaux 40, 50 et 60 est un compromis en termes de performances, poids et coûts.

15 Le corps 21 est réalisé en alliage métallique, par exemple en alliage d'aluminium, suivant deux opérations successives de fonderie puis de forgeage. Le corps 21 comprend une partie principale 22, une partie d'extrémité 13, et une partie allongée 24 reliant les parties 22 et 13. Deux ouvertures 15 et 16 traversantes sont ménagées dans la partie 22.

20 Dans la zone Z4, le corps 21 comprend une partie allongée 24 pourvue d'un renforcement local 40. La partie 24 est réalisée en alliage métallique, tandis que le renforcement 40 est réalisé en matériau composite. Par exemple, le renforcement 40 est formé par des nappes de fibres carbone, de verre ou thermoplastique (notamment poly(p-phénylènetéréphthalamide, connu sous la marque Kevlar), pré-enduites de résine, présentant un état quasi-fini. Le renforcement 40 se présente sous forme d'un élément

25 composite collé sur le corps 21 et prenant sa forme finale directement sur le corps 21. Le renforcement 40 est substitué à la portion 140 du corps 11, de sorte que les parties 14 et 24 présentent sensiblement les mêmes dimensions. Le renforcement 40 permet d'alléger la pièce 20 dans la zone Z4, sans diminuer ses performances mécaniques.

30 Dans la zone Z5, un renforcement 50 est substitué à la portion 150 du corps 11. L'ouverture 15 est formée à travers ce renforcement 50, dans la partie 22. L'ouverture 15 présente les mêmes dimensions pour les pièces 10 et 20. Le renforcement 50 est réalisé en alliage métallique plus résistant que celui du corps 11, par exemple par pulvérisation à froid. La résistance de la pièce 20 est améliorée au niveau de l'ouverture 15 par rapport à la pièce 10, sans modifier le matériau du corps 21 par rapport au corps 11.

Dans la zone Z6, l'insert 18 est remplacé par un revêtement 60 formé par projection à froid dans l'ouverture 16. Le revêtement 60 permet d'alléger la partie 22 de la pièce 20, sans diminuer ses performances au niveau de l'ouverture 16.

5 Sur les figures 8 et 9 est représentée une variante de la pièce 10 des figures 3 et 4. Dans cette variante sont mises en évidence les zones sous contrainte Z4 et Z6 de la pièce 10, correspondant respectivement aux éléments 14 et 16. Dans la zone Z4, deux portions 141 et 142 externes de la partie 14 peut être remplacée par un matériau composite. Dans la zone Z6, l'insert 18 en acier peut être remplacé par un revêtement
10 formé par projection à froid dans l'ouverture 16.

Sur les figures 10 à 12 est montrée une pièce 30 conforme à l'invention. La pièce 30 est une version optimisée de la pièce 10 montrée aux figures 8 et 9. La pièce 30 a une fonction et des dimensions similaires à la pièce 10.

15 Certains éléments constitutifs de la pièce 30 sont comparables à ceux de la pièce 10 décrite plus haut et, dans un but de simplification, portent les mêmes références numériques. D'autres éléments constitutifs de la pièce 30 présentent des différences avec la pièce 10 et portent des références numériques augmentées de dix.

La pièce 30 comprend un corps 31, ainsi que différents renforcements locaux 41, 42 et 60 formés directement sur le corps 31.
20

Le corps 31 est réalisé en alliage métallique, par exemple en alliage d'aluminium, suivant deux opérations successives de fonderie puis de forgeage. Le corps 31 comprend une partie principale 12, une partie d'extrémité 13, et une partie allongée 34 reliant les parties 32 et 13. Deux ouvertures 15 et 16 traversantes sont ménagées dans la partie 12.

25 Dans la zone Z4, le corps 31 comprend une partie allongée 34 pourvue des deux renforcements locaux 41 et 42. La partie 34 est réalisée en alliage métallique, tandis que les renforcements 41 et 42 sont réalisés en matériau composite. Les renforcements 41 et 42 sont substitués respectivement aux portions 141 et 142 du corps 11, de sorte que les parties 14 et 34 présentent sensiblement les mêmes dimensions. Les renforcements 41 et
30 42 permettent d'alléger la pièce 30 dans la zone Z4, sans diminuer ses performances mécaniques.

Dans la zone Z6, l'insert 18 est remplacé par le revêtement 60 formé par projection à froid dans l'ouverture 16. Le revêtement 60 permet d'alléger la partie 22 de la pièce 20, sans diminuer ses performances au niveau de l'ouverture 16.

35

Par ailleurs, la pièce 10 / 20 / 30 peut être conformée différemment des figures 1 à 12 sans sortir du cadre de l'invention.

Sur les exemples des figures 5 à 7 et 10 à 12, chacun des renforcements 40 / 41 / 42 / 50 / 60 épouse le corps 21 / 31 de la pièce 20 / 30. Autrement dit, chacun des renforcements 40 / 41 / 42 / 50 / 60 a une surface entièrement disposée au contact du corps 21 / 31.

En variante non représentée, la surface du renforcement en contact avec le corps peut être disposée au moins à 50% en contact avec le corps (et jusqu'à 100%). De préférence, la surface du renforcement est disposée au moins à 90% en contact avec le corps.

Quel que soit le mode de réalisation de l'invention, la pièce 20 / 30 est constituée au moins partiellement d'un alliage métallique et comprend :

- un corps 21 / 31 en alliage métallique, fabriqué suivant une étape de fabrication métallurgique a1) ; et
- au moins un renforcement local formé directement sur le corps 21 / 31, dans une zone sous contrainte de la pièce 20 / 30, lors d'une étape de renfort a2) postérieure à l'étape de fabrication métallurgique a1).

Dans le cadre de l'invention, le renforcement local peut être formé par pulvérisation à froid, oxydation micro-arc, fabrication additive, cuisson d'une résine dans un moule, collage d'un ensemble composite (qui prend sa forme finale sur le corps de la pièce lorsque la colle sèche), ou toute autre technique adaptée.

L'invention exclut les pièces de renfort rapportées sur le corps, par exemple par soudage, vissage ou pressage.

L'invention exclut également les pièces de renfort intégrées au corps par surmoulage.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une pièce 20 / 30 constituée au moins partiellement d'un alliage métallique.

Le procédé comprend les étapes a1) et a2) successives suivantes :

- a1) une étape de fabrication métallurgique consistant à fabriquer le corps 21 / 31 de la pièce 20 / 30 ; et
- a2) une étape de renfort consistant à former un renforcement local directement sur le corps 21 / 31, dans une zone sous contrainte de la pièce 20 / 30.

Selon un premier mode de réalisation, l'étape a1) comprend une opération de fonderie puis une opération de forgeage, conformément au procédé COBAPRESS.

5 Selon un deuxième mode de réalisation l'étape a1) comprend uniquement une opération de fonderie.

Selon un troisième mode de réalisation l'étape a1) comprend uniquement une opération de fonderie.

10 Le procédé peut comprendre une étape de préparation de surface de la zone à renforcer, entre les étapes a1) et a2), en fonction de la technique utilisée dans l'étape a2). A titres d'exemples non limitatifs, cette étape de préparation de surface peut comprendre un brossage, un dégraissage, un grenailage, un usinage ou un dépôt. Dans le cas d'un renfort par composite, le dépôt peut consister à appliquer une colle sur le corps 21 / 31 de la pièce 20 / 30.

15

Le procédé peut également comprendre une étape de finition de la pièce 20 / 30 dans la zone renforcée, après l'étape a2). A titres d'exemples non limitatifs, cette étape de finition peut comprendre un usinage, un polissage ou un traitement de surface.

20

Le procédé peut également comprendre une étape de traitement de surface. Ce traitement de surface peut être appliqué au moins sur une partie du corps 21 / 31 entre les étapes a1) et a2), ou au moins sur une partie de la pièce après l'étape a2).

25

L'invention a également pour objet une méthode d'optimisation de la conception d'une pièce 10 existante, comprenant un corps 11 en alliage métallique. Initialement, ce corps 11 est par exemple fabriqué suivant une opération de fonderie et/ou une opération de forgeage.

30

La méthode d'optimisation comprend les phases b1, b2, b3, b4 et b5 successives suivantes :

b1) Identifier une ou plusieurs zones sous contrainte Z4 / Z5 / Z6 de la pièce 10 existante, par exemple par simulation numérique.

b2) Définir une pièce optimisée 20 / 30 comprenant un corps 21 / 31 modifié, en prévoyant au moins un renforcement local 40, 41, 42, 50 et/ou 60 formé sur le corps

35

21 / 31 dans la zone sous contrainte Z4 / Z5 / Z6.

- 5 b3) Définir des outillages de fabrication métallurgique (généralement fonderie et/ou forgeage) pour fabriquer le corps 21 / 31 de la pièce optimisée 20 / 30. Les outillages de fabrication du corps 21 / 31 de la pièce 20 / 31 sont différents des outillages de fabrication du corps 11 de la pièce 10 d'origine. Dans certains cas, les coquilles de fonderie et matrices de forge ayant servi pour fabriquer le corps 11 peuvent être simplement modifiées pour permettre la fabrication du corps 21 / 31.
- 10 b4) Fabriquer le corps 21 / 31 de la pièce optimisée 20 / 30 avec les outillages. Cette phase peut comprendre une opération de fonderie puis une opération de forgeage, conformément à la mise en œuvre du procédé COBAPRESS. En alternative, cette phase peut comprend uniquement une opération de fonderie.
- b5) Former le renforcement local 40, 41, 42, 50, 60 directement sur le corps 21 / 31, dans la zone sous contrainte Z4 / Z5 / Z6 de la pièce optimisée 20 / 30.

15 Les caractéristiques techniques des différents modes de réalisation et variantes mentionnés ci-dessus peuvent être, en totalité ou pour certaines d'entre elles, combinées entre elles. Ainsi, la pièce 20 / 30 peut être adaptée en termes de coûts, de fonctionnalités et de performances.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une pièce (20 ; 30) constituée au moins partiellement d'un alliage métallique, le procédé comprenant une étape de fabrication métallurgique a1) consistant à fabriquer le corps (21 ; 31) de la pièce (20 ; 30),
5 caractérisé en ce que le procédé comprend ensuite une étape de renfort a2) consistant à former un renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) directement sur le corps (21 ; 31), dans une zone (Z4, Z5, Z6) sous contrainte de la pièce (20 ; 30).
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de fabrication métallurgique a1) comprend une opération de fonderie a11) consistant à fabriquer une préforme de fonderie ; puis une opération de forgeage a12) consistant à forger la préforme de fonderie pour obtenir le corps (21 ; 31) de la pièce (20 ; 30).
- 15 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de fabrication métallurgique a1) comprend une opération de fonderie a11) ou une opération de forge a12) consistant à fabriquer le corps (21 ; 31) de la pièce (20 ; 30).
- 20 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) a une surface disposée au moins à 50% en contact avec le corps (21 ; 31) de la pièce (20 ; 30).
- 25 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) épouse sensiblement le corps (21 ; 31) de la pièce (20 ; 30).
- 30 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que plusieurs renforcements locaux (40, 41, 42, 50, 60) sont formés sur le corps (21 ; 31), dans une ou plusieurs zones (Z4, Z5, Z6) sous contrainte de la pièce (20 ; 30).
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de préparation de surface de la zone (Z4, Z5, Z6) à renforcer, entre l'étape de fabrication métallurgique a1) et l'étape de renfort a2).

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de finition de la pièce (20 ; 30) dans la zone (Z4, Z5, Z6) renforcée, après l'étape de renfort a2).
- 5 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le corps (21 ; 31) et le renforcement local (50, 60) sont constitués de différents alliages métalliques.
- 10 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le corps (21 ; 31) est constitué d'un alliage métallique, tandis que le renforcement local (40, 41, 42) est constitué d'un matériau composite.
- 15 11. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) est formé par pulvérisation à froid.
12. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) est formé par oxydation micro-arc.
- 20 13. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) est formé par collage d'un ensemble composite prenant sa forme finale sur le corps (21 ; 31) de la pièce (20 ; 30).
14. Procédé selon la revendication 10 ou 13, caractérisé en ce que le renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) est formé par cuisson d'une résine.
- 25 15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) est formé par fabrication additive.
- 30 16. Méthode d'optimisation de la conception d'une pièce existante (10), comprenant un corps (11) en alliage métallique, la méthode d'optimisation comprenant les phases successives suivantes :
- 35 b1) identifier une zone sous contrainte (Z4, Z5, Z6) de la pièce existante (10), par exemple par simulation numérique ;
- b2) définir une pièce optimisée (20 ; 30) comprenant un corps (21 ; 31) modifié, en prévoyant au moins un renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) formé sur le corps (21 ; 31) dans la zone sous contrainte (Z4, Z5, Z6) ;

13

b3) définir des outillages de fabrication métallurgique conformes au corps (21 ; 31) de la pièce optimisée (20 ; 30) ;

b4) fabriquer le corps (21 ; 31) de la pièce optimisée (20 ; 30) avec les outillages ; et

5 b5) former le renforcement local (40, 41, 42, 50, 60) directement sur le corps (21 ; 31), dans la zone sous contrainte (Z4, Z5, Z6) de la pièce optimisée (20 ; 30).

10 17. Méthode selon la revendication 16, caractérisé en ce que le renforcement local (40, 41, 42, 50) est substitué à une portion d'origine (140, 150) du corps (11) de la pièce existante (10).

15 18. Méthode selon la revendication 16, caractérisé en ce que le renforcement local (60) est substitué à un insert (18) emmanché, surmoulé ou pressé sur le corps (11) de la pièce existante (10).

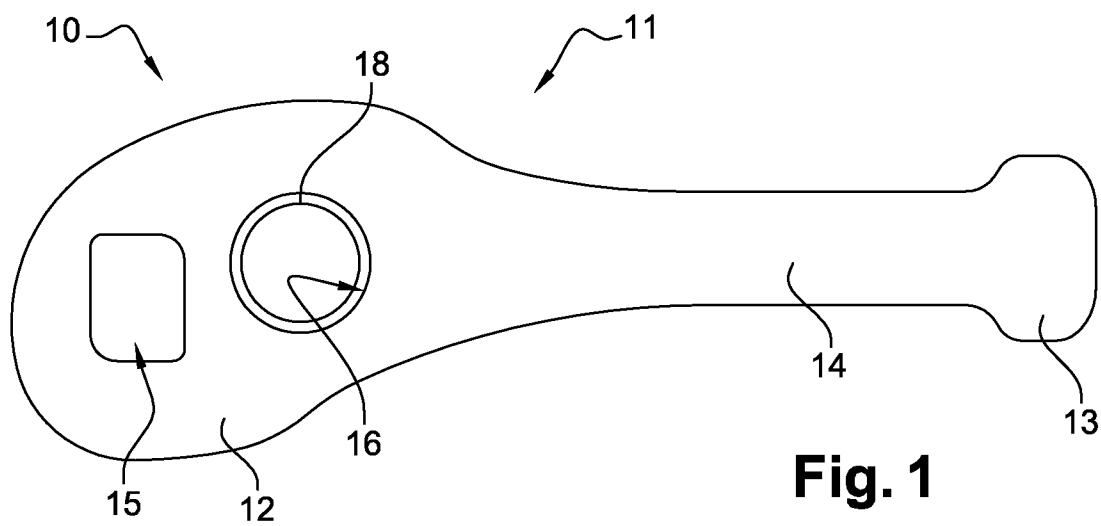


Fig. 1

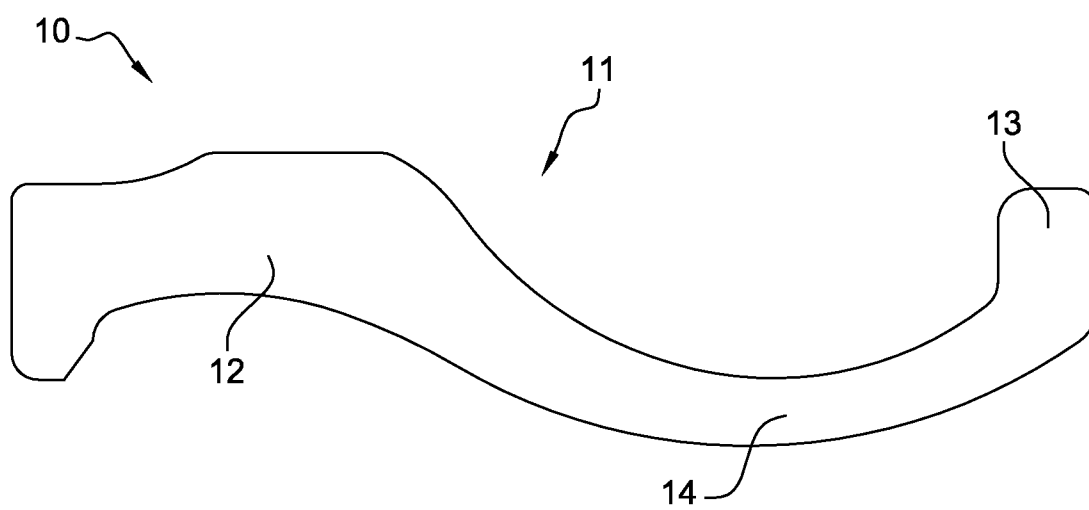


Fig. 2

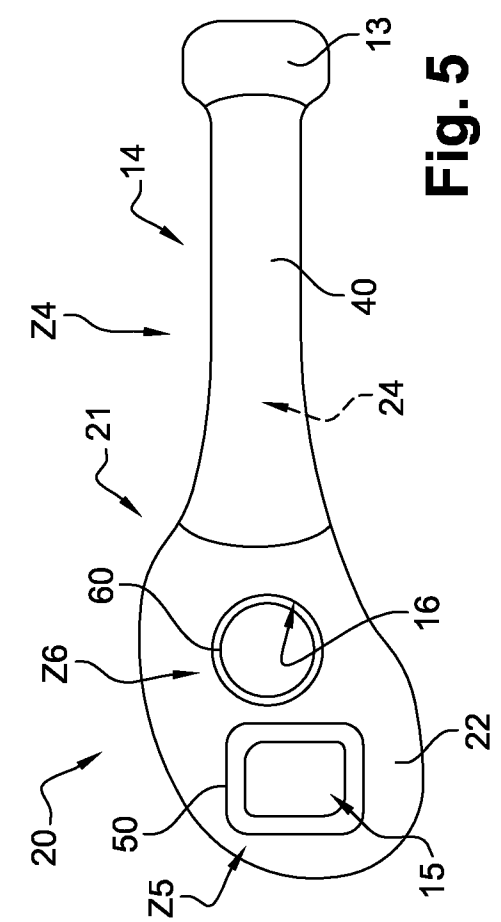


Fig. 5

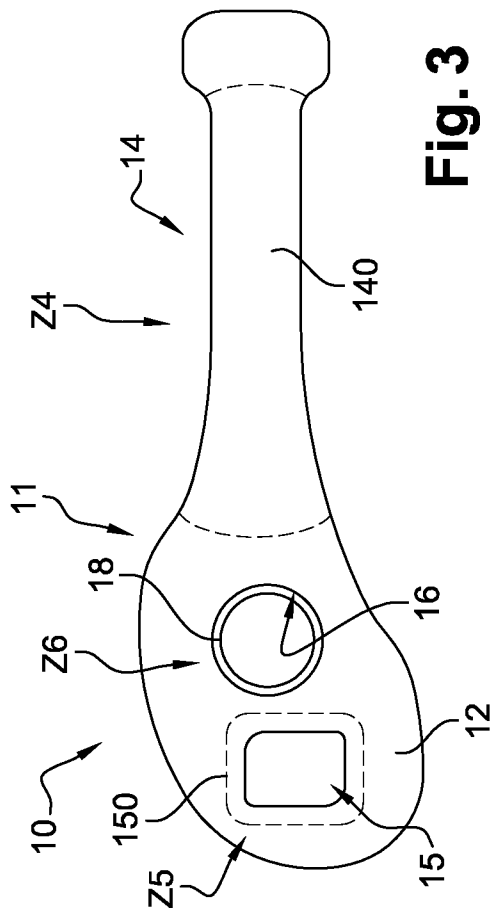


Fig. 3

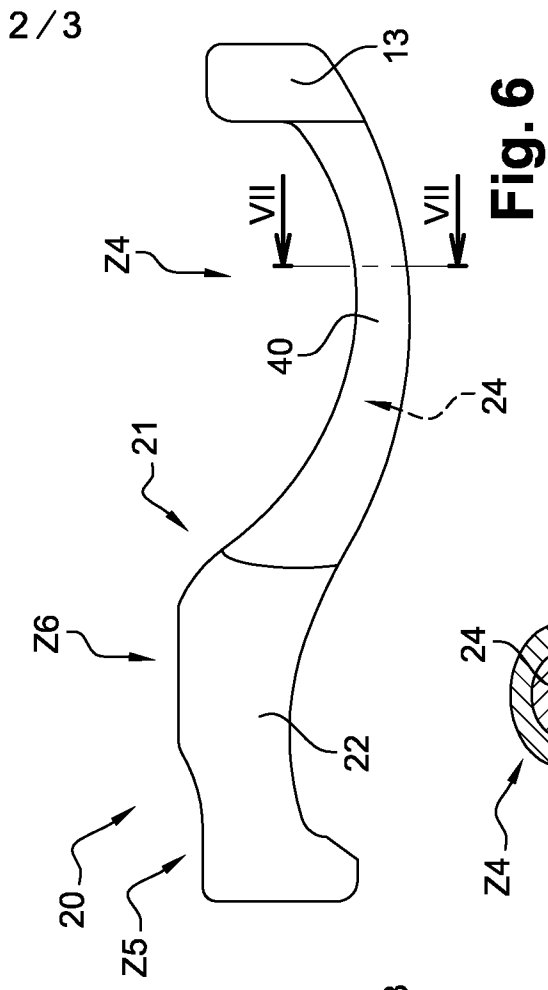


Fig. 6

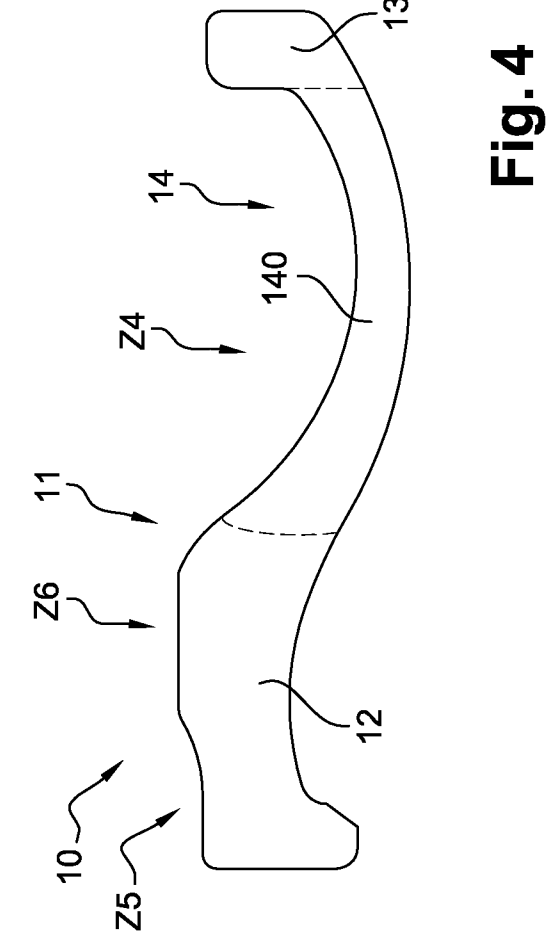


Fig. 4

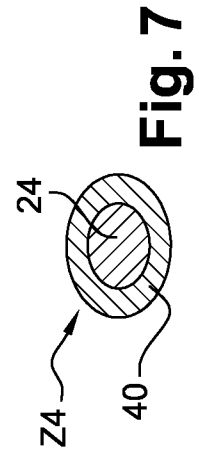


Fig. 7

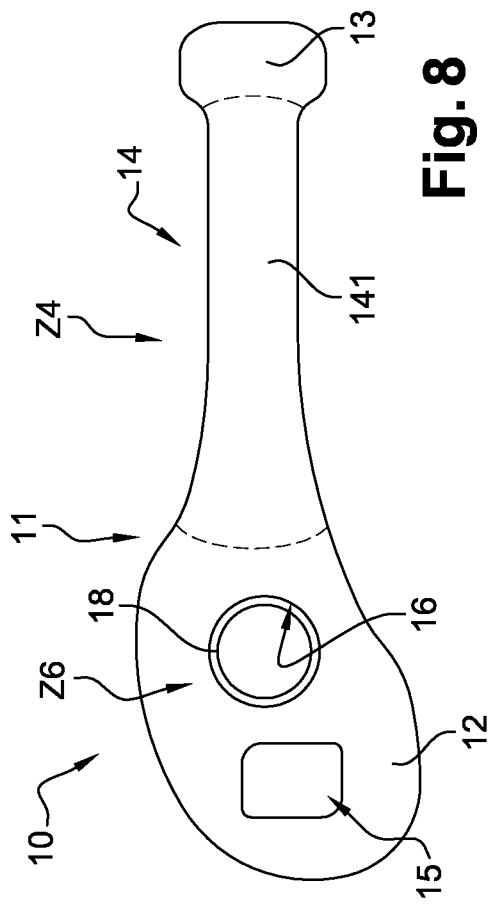


Fig. 8

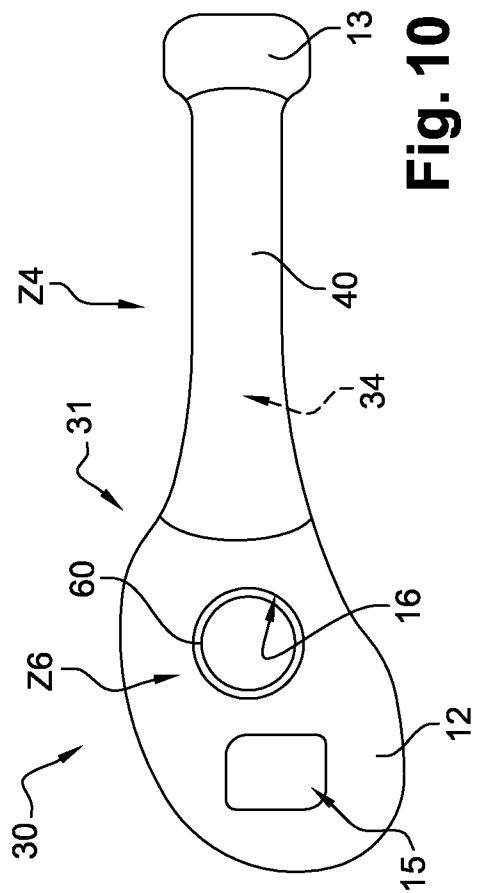


Fig. 10

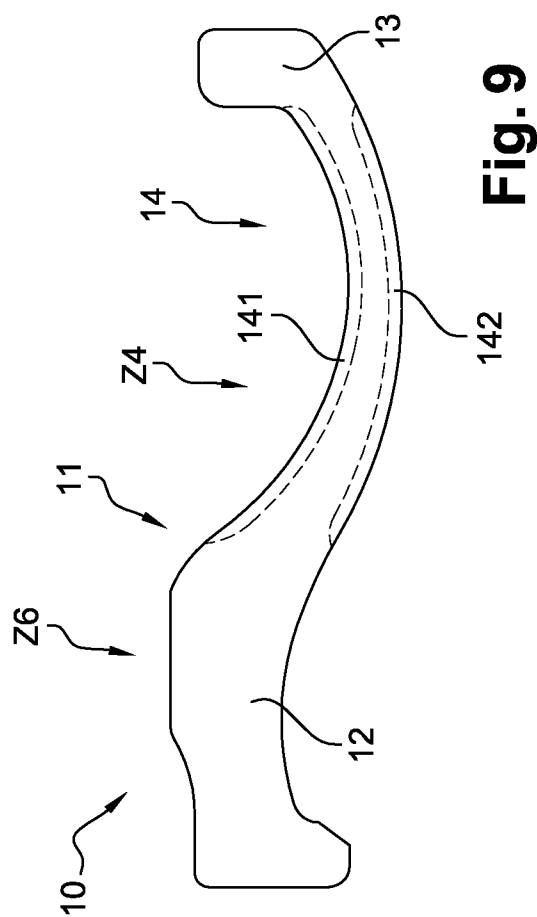


Fig. 9

3/3

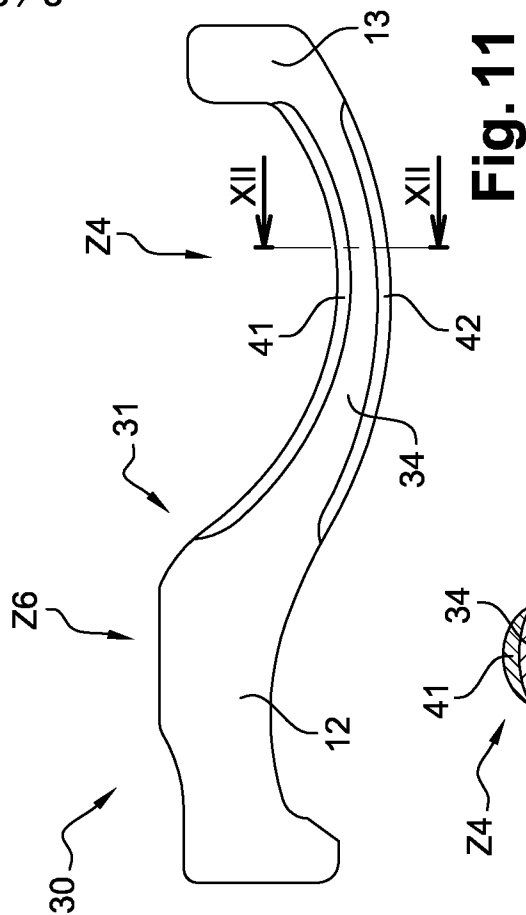


Fig. 11

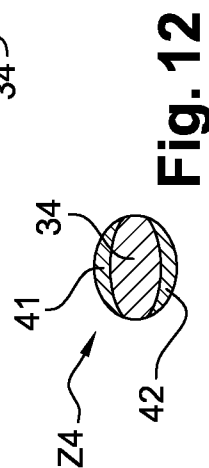


Fig. 12



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 826627
FR 1654775

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 0 586 314 A1 (SERIO THOMAS DI [FR]) 9 mars 1994 (1994-03-09)	1-10, 16-18	B21J5/00 B22D27/11
Y	* colonne 1, lignes 1-22; figures * * colonne 2, lignes 3-8 * * colonne 3, lignes 6-10 * * colonne 4, lignes 39-53 *	11-14	
Y	EP 2 806 049 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 26 novembre 2014 (2014-11-26) * alinéas [0002], [0020] *	11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	WO 2015/021582 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO [US]; KANG YU-CHUAN [CN]; WU KUAN-TING) 19 février 2015 (2015-02-19) * page 1, alinéa 1; figures * * page 5, alinéa 2 * * page 6, alinéa 1 *	12	
X	GB 2 331 477 A (LUXFER GROUP LTD [GB]) 26 mai 1999 (1999-05-26)	1,4,5	
Y	* page 1, lignes 8-16; figures * * page 7, ligne 25 - page 8, ligne 2 *	13,14	B21K B21J
X	US 2015/013144 A1 (BUSH DUSTIN M [US] ET AL) 15 janvier 2015 (2015-01-15) * alinéas [0039] - [0041]; figure 6 *	1,4,5,9, 15	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 février 2017		Charvet, Pierre	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : 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 1654775 FA 826627**

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 **07-02-2017**

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 0586314	A1	09-03-1994	AT 152377 T	15-05-1997
			DE 69310294 D1	05-06-1997
			DE 69310294 T2	28-08-1997
			DK 0586314 T3	03-11-1997
			EP 0586314 A1	09-03-1994
			ES 2101275 T3	01-07-1997
			FR 2695050 A1	04-03-1994

EP 2806049	A1	26-11-2014	CN 104178760 A	03-12-2014
			EP 2806049 A1	26-11-2014
			JP 2015007282 A	15-01-2015
			US 2014349007 A1	27-11-2014

WO 2015021582	A1	19-02-2015	AUCUN	

GB 2331477	A	26-05-1999	AUCUN	

US 2015013144	A1	15-01-2015	AU 2014287260 A1	21-01-2016
			CA 2915299 A1	15-01-2015
			CN 105358270 A	24-02-2016
			EP 3019291 A1	18-05-2016
			JP 2016529106 A	23-09-2016
			KR 20160028469 A	11-03-2016
			US 2015013144 A1	15-01-2015
			US 2016193649 A1	07-07-2016
			US 2016207092 A1	21-07-2016
			WO 2015006447 A1	15-01-2015
