

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 130 176**

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

②① N° d'enregistrement national : **21 13193**

⑤① Int Cl⁸ : **B 23 P 11/00 (2022.01), B 33 Y 10/00**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé d'assemblage et de renforcement de pièces par fabrication additive et pièce ainsi obtenue.

②② Date de dépôt : 09.12.21.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 16.06.23 Bulletin 23/24.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.11.24 Bulletin 24/46.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PSA AUTOMOBILES SA - Société
par actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *DOS SANTOS PASCAL, COLIN
PIERRE, COURTEAUX MARC, LOYER STEPHANE,
FERRAND STEPHANE et BEYET PHILIPPE.*

⑦③ Titulaire(s) : *STELLANTIS AUTO SAS.*

⑦④ Mandataire(s) :

FR 3 130 176 - B1



Description

Titre de l'invention : Procédé d'assemblage et de renforcement de pièces par fabrication additive et pièce ainsi obtenue

- [0001] L'invention s'applique au domaine général de l'assemblage et du renforcement de pièces mécaniques préalablement réalisées et mises en forme.
- [0002] Plus précisément, l'invention concerne un procédé destiné à optimiser, de façon conjointe, l'assemblage et le renforcement de pièces métalliques en leur apportant, localement et de façon sélective, une quantité de matière destinée à assurer des fonctions complémentaires.
- [0003] Il existe aujourd'hui différentes méthodes mécaniques, thermiques, ou chimiques permettant d'assembler et/ou de renforcer, a posteriori, des pièces ou des éléments de structure préalablement réalisés et mis en forme (par emboutissage, pliage ...).
- [0004] Cependant, les méthodes traditionnelles qui consistent à ajouter une pièce métallique sur une structure ou sur des pièces existantes nécessitent, à la fois, de disposer d'un espace important pour loger cette pièce, de fabriquer une pièce supplémentaire ce qui génère des coûts significatifs et d'assembler ensuite cette pièce avec le reste de la structure.
- [0005] Une méthode connue utilise la technique consistant à associer localement à ces pièces, des éléments de renfort métalliques ou à réaliser des nervures par un procédé comprenant une impression 3D de métal dans des parties des pièces éloignées de leurs zones d'assemblage.
- [0006] Cette dernière méthode, dite de fabrication additive, permet d'optimiser la masse de matière ajoutée sur les pièces dans le cadre d'une recherche globale de l'allègement des pièces mécaniques.
- [0007] Toutefois, cette méthode est incompatible avec l'utilisation conjointe d'éléments de liaison du type rivets, vis, points de soudure électrique, cordon de colle ... car il n'est pas possible d'ajouter ce type de liaison dans une zone comportant déjà une surépaisseur créée par une nervure de renfort et il n'est pas non plus possible d'effectuer une impression 3D par-dessus ces éléments de liaison.
- [0008] En outre, l'impression 3D s'accompagne d'une élévation importante de la température qui est susceptible d'endommager des cordons de colle, situés dans l'environnement de la zone de renfort et/ou d'assemblage, qui sont très sensibles à la chaleur.
- [0009] Par ailleurs, la nervure de renfort apportée par impression 3D ne peut être réalisée qu'à distance des zones d'assemblage où est posée la protection en zinc contre la corrosion. Et si la nervure est réalisée avant les points de soudure électrique (dits

PSE), elle est susceptible de gêner le passage des pinces électriques utilisées pour l'impression 3D.

- [0010] De manière générale, les pièces mécaniques, en particulier, dans le secteur automobile, sont dimensionnées pour répondre à des contraintes mécaniques prédéterminées et bien définies. Un besoin de fonctions supplémentaires nécessiterait une nouvelle conception, au moins locale, de ces pièces et/ou l'ajout de solutions de renfort spécifiques pouvant affecter le coût global et la masse des véhicules.
- [0011] Dans ce contexte, l'invention propose une solution permettant de réaliser conjointement l'assemblage des pièces et leur renforcement local en fonction du besoin (normes de résistance aux chocs spécifiques par continent et/ou par pays) sans modification majeure de la structure de ces pièces.
- [0012] Ce but est atteint, selon l'invention, au moyen d'un procédé de renforcement et d'assemblage conjoints d'au moins deux pièces mécaniques par apports locaux de matière au moyen d'un équipement d'impression 3D, caractérisé en ce qu'on effectue, au cours d'une même phase d'impression, une opération de nervurage assurant le renfort d'au moins l'une des deux pièces et une opération de bouchonnage assurant l'assemblage des deux pièces.
- [0013] Selon une caractéristique avantageuse du procédé de l'invention et préalablement à l'opération de bouchonnage, on réalise au travers d'au moins l'une des deux pièces, une série de forages, poinçonnages ou détourages débouchant sur la face en regard de l'autre pièce, ces forages étant destinés à recevoir les apports de matière sous forme de bouchons assurant la liaison entre les deux pièces.
- [0014] De préférence, on effectue, dans un premier temps, l'opération de bouchonnage puis, dans un deuxième temps, l'opération de nervurage.
- [0015] Selon une variante spécifique de mise en œuvre du procédé de l'invention, on effectue l'opération de nervurage en réalisant des nervures de renfort au-dessus des bouchons de liaison.
- [0016] Selon une autre variante de mise en œuvre du procédé de l'invention, on réalise l'assemblage des pièces par des cordons de soudure à clin en ayant préalablement ménagé une encoche par détourage.
- [0017] Selon une autre caractéristique du procédé, on effectue les opérations de renforcement et d'assemblage avec le même équipement d'impression 3D.
- [0018] Selon une première variante de mise en œuvre, il est prévu que cet équipement d'impression 3D utilise la technique DED (« *Direct Energy Deposition* ») au moyen d'un faisceau laser.
- [0019] Selon une autre variante de mise en œuvre, il est prévu que cet équipement d'impression 3D utilise la technique WAAM (« *Wire Arc Additive Manufacturing* ») au moyen d'un arc électrique et d'un fil d'apport de matière.

- [0020] Un autre objet de l'invention est une utilisation du procédé tel que défini ci-dessus pour assembler et renforcer des pièces mécaniques de tôlerie de véhicule automobile.
- [0021] Encore un autre objet de l'invention est un ensemble de pièces mécaniques assemblées et renforcées au moyen du procédé de l'invention présentant les caractéristiques définies ci-dessus.
- [0022] Un dernier objet de l'invention est un véhicule automobile comprenant un ensemble de pièces mécaniques assemblées et renforcées au moyen du procédé défini ci-dessus.
- [0023] Le procédé de l'invention combine de façon performante une opération d'assemblage de pièces mécaniques avec une opération de renforcement de ces pièces au moyen d'une technique d'impression 3D dite de « fabrication additive ».
- [0024] L'invention offre un gain de temps significatif en utilisant un outillage traditionnel et unique pour effectuer toutes les opérations sans que l'apport de chaleur accompagnant l'impression 3D ne provoque de déformations, ou tout au moins, en minimisant les zones affectées thermiquement, ce qui est particulièrement important pour des pièces de faibles épaisseurs, telles que des pièces de tôlerie.
- [0025] L'invention permet également de réaliser un gain de coût du fait que l'on utilise la même technologie pour assembler les deux pièces et les renforcer et qu'en outre, cette technologie est déjà très répandue dans les usines de production automobile.
- [0026] Le procédé de l'invention permet, en outre, à la fois, l'assemblage de plusieurs épaisseurs de tôles en optimisant les points de soudure grâce au bouchonnage et leur renforcement avec des nervures structurantes et de géométries variables.
- [0027] Un autre avantage, découlant de la combinaison des opérations d'assemblage et de renforcement selon le procédé de l'invention, réside dans la grande liberté de conception des produits, éventuellement complexes, dont la fabrication industrielle devient possible grâce à l'assemblage de pièces qui ne sont accessibles que d'un seul côté, comme c'est le cas, par exemple, pour un assemblage de pièces sur un corps creux.
- [0028] Au surplus, les cinématiques de dépôt de la matière s'affranchissent des contraintes du ferrage et surmontent les difficultés inhérentes aux procédés d'assemblage traditionnels (du type « Points de Soudure Electrique », cordon de colle ...) qui entravaient ou butaient sur le trajet prévu pour la nervure de renfort envisagée.
- [0029] Le procédé de l'invention bénéficie de façon optimale des technologies perfectionnées de fabrication dite additive qui permettent de réaliser à la fois des bouchons de liaison très précis et des nervures en surépaisseur de compensation selon des profils variés et en ajoutant la juste quantité de matière nécessaire en fonction de la nature et de la localisation des besoins.
- [0030] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui va suivre, en référence aux dessins annexés et détaillés ci-après.

- [0031] [Fig.1] est une vue schématique en perspective d'un ensemble de deux pièces de tôle en cours d'assemblage au moyen d'un premier mode de mise en œuvre du procédé de l'invention.
- [0032] [Fig.2] est une vue schématique en coupe transversale d'un ensemble de deux pièces de tôle en cours d'assemblage au moyen du mode de mise en œuvre du procédé de la [Fig.1].
- [0033] [Fig.3] est une vue schématique en perspective d'une pièce de tôle en cours de renforcement au moyen d'un mode de mise en œuvre du procédé de l'invention.
- [0034] [Fig.4] est une vue schématique en coupe transversale d'un ensemble de deux pièces de tôle assemblées au moyen du procédé des figures 1 et 2.
- [0035] [Fig.5] est une vue schématique de dessus de l'ensemble de la [Fig.4].
- [0036] [Fig.6] est une vue schématique en coupe transversale d'un ensemble de deux pièces de tôle assemblées et renforcées au moyen du procédé illustré par les figures 1, 2 et 3.
- [0037] [Fig.7] est une vue schématique de dessus de l'ensemble assemblé et renforcé de la [Fig.6].
- [0038] [Fig.8] est une vue schématique en coupe transversale d'un ensemble de deux pièces de tôle en cours d'assemblage au moyen d'une variante de mise en œuvre du procédé de l'invention.
- [0039] Pour plus de clarté, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques dans la description et sur les figures.
- [0040] Naturellement, les modes de mise en œuvre du procédé de l'invention illustrés par les figures présentées ci-dessus et décrites ci-après, ne sont donnés qu'à titre d'exemples non limitatifs. Il est explicitement prévu que l'on puisse proposer et combiner entre eux différents modes pour en proposer d'autres.
- [0041] L'invention concerne le domaine de l'assemblage et du renforcement de pièces mécaniques embouties. Plus précisément, l'invention s'intéresse à un procédé destiné à assurer conjointement l'assemblage et le renforcement de pièces de tôle de faible épaisseur au moyen d'une technique d'impression 3D.
- [0042] La [Fig.1] représente, de façon schématique, un exemple d'un ensemble de deux pièces mécaniques 1, 2 constituées de plaques minces, par exemple, en acier présentant chacune deux faces, respectivement, 1a, 1b, 2a, 2b. Le cas échéant, ces pièces peuvent avoir été, préalablement à la mise en œuvre du procédé de l'invention, mises en forme par emboutissage ou pliage.
- [0043] L'invention vise à réaliser, conjointement, l'assemblage et le renforcement d'au moins ces deux pièces mécaniques par apports locaux de matière au moyen d'un équipement 3 d'impression 3D connu dit aussi de « fabrication additive ». Le procédé de l'invention peut aussi s'appliquer à l'assemblage et au renforcement de plus de deux pièces en adaptant, notamment, les moyens assurant l'apport de matière.

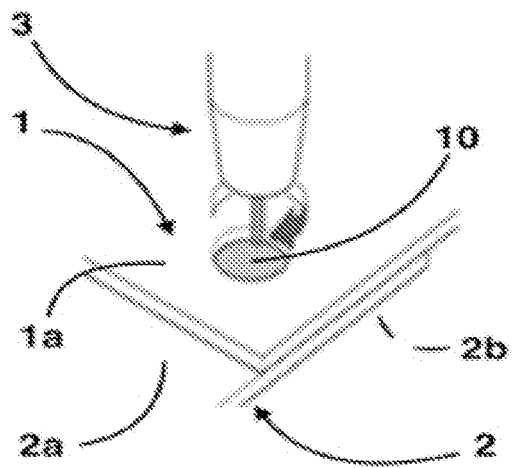
- [0044] Cet équipement 3 représenté schématiquement sur les figures, utilise soit la technique dite DED (en anglais « *Direct Energy Deposition* »), soit la technique WAAM (en anglais « *Wire Arc Additive Manufacturing* »).
- [0045] Ces techniques connues utilisent une source de chaleur, respectivement, un faisceau laser ou un arc électrique 30 ([Fig.3]), pour faire fondre une poudre de métal ou un fil métallique 31 ([Fig.3]). Dans les deux cas, l'équipement 3 permet ainsi d'assurer la fusion de la matière d'apport qui va servir à la fois à assurer la liaison entre les pièces 1, 2 et à la réalisation d'éléments de renfort.
- [0046] Selon le procédé de l'invention, il est prévu d'effectuer, de préférence, les opérations de renforcement et d'assemblage avec le même équipement d'impression 3D. Cette mesure permet, en effet, de simplifier les opérations et d'optimiser les temps de cycles.
- [0047] Ainsi, le procédé de l'invention consiste à effectuer, au cours d'une même phase d'impression 3D, une opération de bouchonnage assurant l'assemblage des deux pièces 1, 2 comme illustré par les figures 1 et 2 et une opération de nervurage assurant le renfort d'au moins l'une des deux pièces, comme illustré par la [Fig.3].
- [0048] Selon ce procédé, et préalablement à l'opération de bouchonnage, on réalise au travers d'au moins l'une des deux pièces (et sur les figures 1 et 2, la pièce 1 située au-dessus de la pièce 2), une série de forages 10 (ou cavités ou détourages) débouchant sur la face 2a en regard de la seconde pièce 2. Ces forages 10 sont destinés à recevoir les apports de matière formant, après refroidissement de cette matière, des bouchons 12 assurant la liaison entre les deux pièces, comme illustré par les figures 4 et 5. Le cas échéant, les forages pénètrent partiellement dans la pièce 2 afin d'améliorer l'ancrage des bouchons et de renforcer ainsi la liaison.
- [0049] De même, il est possible de prévoir que la partie supérieure ou tête des bouchons 12 fait saillie au-dessus du plan de la face supérieure 2a de la pièce 2 située sous la pièce 1.
- [0050] Dans le mode de mise en œuvre du procédé de l'invention illustré par les figures, on effectue, dans un premier temps, l'opération de bouchonnage (figures 1 et 2) puis, dans un deuxième temps l'opération de nervurage ([Fig.3]).
- [0051] L'opération de nervurage consiste à déposer, in situ à l'emplacement de la zone à renforcer, une quantité de matière formant localement une ou plusieurs nervures 11.
- [0052] La nervure 11 est ici constituée d'un cordon continu s'étendant sur la face 1a, de la pièce 1 au-dessus des bouchons 12 de liaison. Cette nervure 11 est ici solidaire de la tête des trois bouchons 12, comme illustré par les figures 6 et 7.
- [0053] De manière générale, les dimensions des nervures 11 et leur position sont adaptées en fonction des contraintes de conception (fatigue, crash, acoustique ...) attendues sur le corps de l'ensemble constitué des pièces 1, 2 une fois assemblées.

- [0054] Selon une variante de mise en œuvre du procédé de l'invention illustrée par la [Fig.8], l'assemblage des pièces est réalisé par des cordons de soudure à clin (bords à bords) en ayant préalablement ménagé une encoche 10a par détournage. Une première option consiste à effectuer ce détournage, par exemple, à l'emboutissage des pièces avant l'exécution du procédé de l'invention. Une autre option consiste à ne pas effectuer de détournage et de déposer un cordon de soudure sur un des bords des pièces puis sur ce cordon de monter la nervure de renforcement.
- [0055] Grâce au procédé de l'invention, il est ainsi possible d'ajouter de la matière seulement dans les zones où il s'avère nécessaire de renforcer les pièces de façon à diminuer les contraintes et les risques de rupture associés sans les alourdir de manière préjudiciable.

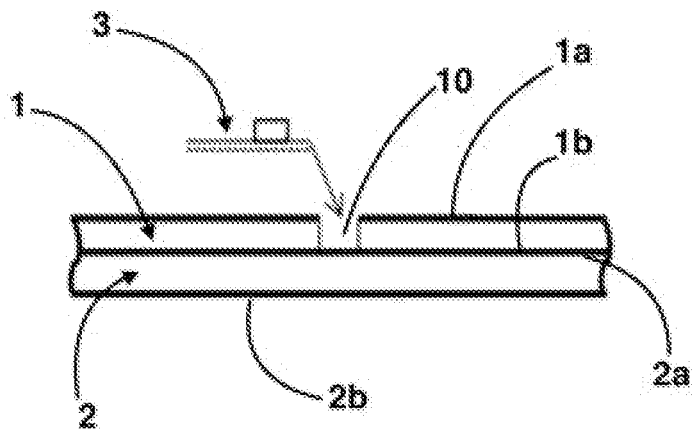
Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'assemblage et de renforcement conjoints d'au moins deux pièces mécaniques (1, 2) par apports locaux de matière au moyen d'un équipement (3) d'impression 3D, dans lequel on effectue, au cours d'une même phase d'impression, une opération de bouchonnage assurant l'assemblage des deux pièces et une opération de nervurage assurant le renfort d'au moins l'une des deux pièces, et dans lequel préalablement à l'opération de bouchonnage, on réalise au travers d'au moins l'une des deux pièces (1, 2), une série de forages (10) débouchant sur la face en regard de l'autre pièce, lesdits forages étant destinés à recevoir les apports de matière sous forme de bouchons (12) assurant la liaison entre les deux pièces, caractérisé en ce qu'on effectue, dans un premier temps, l'opération de bouchonnage puis, dans un deuxième temps l'opération de nervurage en réalisant des nervures (11) de renfort au-dessus des bouchons (12) de liaison.
- [Revendication 2] Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on réalise l'assemblage des pièces par des cordons de soudure à clin en ayant préalablement ménagé une encoche (10a) par détournage.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on effectue les opérations de renforcement et d'assemblage avec le même équipement (3) d'impression 3D.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit équipement (3) d'impression 3D utilise la technique DED (« *Direct Energy Deposition* ») au moyen d'un faisceau laser.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit équipement (3) d'impression 3D utilise la technique WAAM (« *Wire Arc Additive Manufacturing* ») au moyen d'un arc électrique (30) et d'un fil (31) d'apport de matière.
- [Revendication 6] Ensemble de pièces mécaniques assemblées et renforcées au moyen d'un procédé selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 7] Véhicule automobile comprenant un ensemble de pièces mécaniques assemblées et renforcées au moyen du procédé selon l'une des revendications 1 à 5.

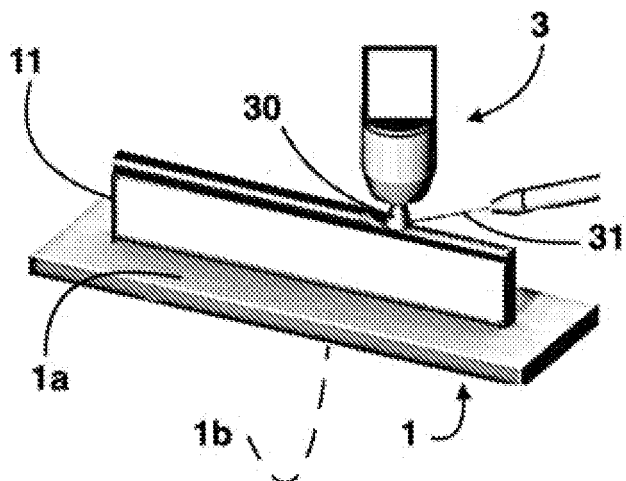
[Fig. 1]



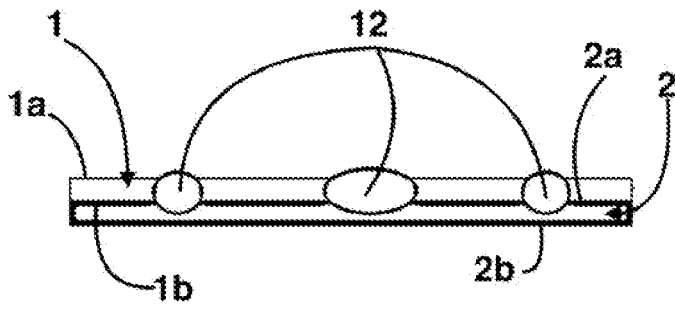
[Fig. 2]



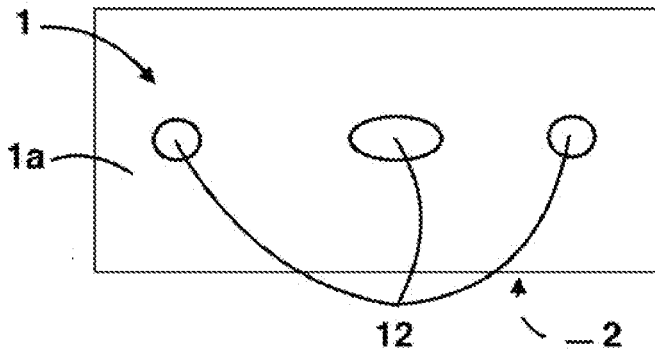
[Fig. 3]



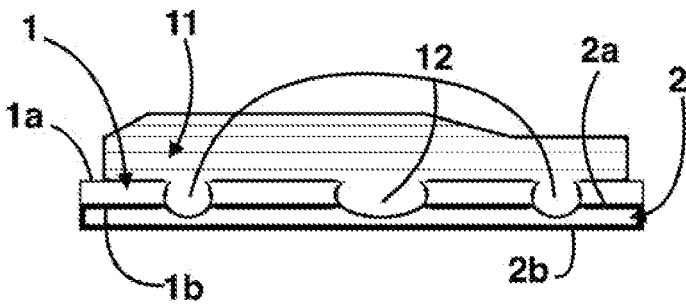
[Fig. 4]



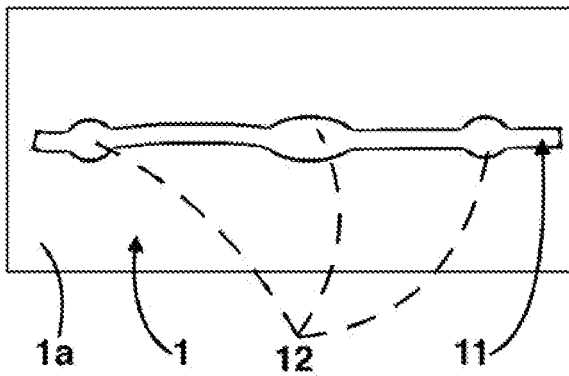
[Fig. 5]



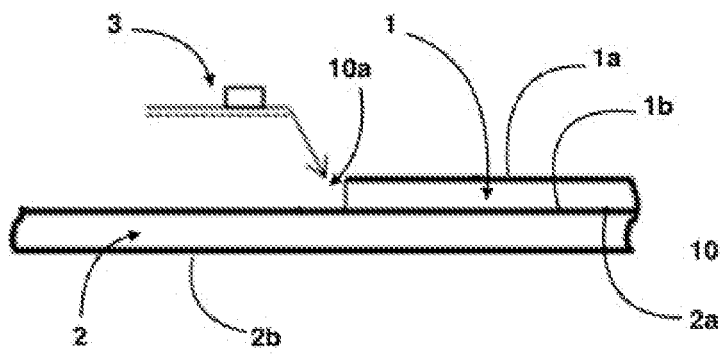
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 3 028 799 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO
METAL CORP [JP]) 8 juin 2016 (2016-06-08)

JP 2006 021249 A (KOBE STEEL LTD; SHINKO
YOSETSU SERVICE KK)
26 janvier 2006 (2006-01-26)

US 2017/095875 A1 (MIZOBATA HIROSHI [JP]
ET AL) 6 avril 2017 (2017-04-06)

JP 2013 237052 A (TRUMPF CORP)
28 novembre 2013 (2013-11-28)

WO 2011/064406 A1 (SNECMA [FR]; CATTIEZ
BERNARD JOSE MICHEL [FR] ET AL.)
3 juin 2011 (2011-06-03)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT