

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

①1 N° de publication : **3 065 663**

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

②1 N° d'enregistrement national : **17 53783**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 23 K 20/06 (2017.01), B 29 C 65/00**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 PROCÉDE D'ASSEMBLAGE DE DEUX PIÉCES DE MATÉRIAUX DIFFÉRENTS ET ENSEMBLE ISSU DU PROCÉDE D'ASSEMBLAGE.

②2 Date de dépôt : 28.04.17.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 02.11.18 Bulletin 18/44.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.06.19 Bulletin 19/26.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : FAURECIA AUTOMOTIVE
COMPOSITES Société par actions simplifiée —FR et
ECOLE CENTRALE DE NANTES Etablissement
public — FR.

⑦2 Inventeur(s) : RACINEUX GUILLAUME, KHALIL
CHADY et AMOSSE YANNICK.

⑦3 Titulaire(s) : FAURECIA AUTOMOTIVE
COMPOSITES Société par actions simplifiée, ECOLE
CENTRALE DE NANTES Etablissement public.

⑦4 Mandataire(s) : LAVOIX.

FR 3 065 663 - B1



Procédé d'assemblage de deux pièces de matériaux différents et ensemble issu du procédé d'assemblage

La présente invention concerne un procédé d'assemblage entre une première pièce en matériau métallique et une deuxième pièce.

5 L'invention concerne également un ensemble comprenant une première pièce en matériau métallique, une deuxième pièce et une pièce de liaison réalisée en matériau métallique, issu d'un tel procédé d'assemblage.

10 Dans de nombreux domaines, notamment celui du transport, les structures multi-matériaux se généralisent de manière à répondre aux exigences croissantes des utilisateurs (notamment en termes d'allégement des structures, d'esthétique et de mise en œuvre de nouvelles fonctionnalités telles que l'isolation électrique ou l'amortissement).

15 Il est ainsi fréquent d'avoir besoin d'associer des pièces en matériau métallique et des pièces en matériau composite à matrice en matériau polymère, ou bien d'assembler entre elles des pièces en matériaux métalliques présentant des propriétés distinctes, notamment leur masse.

Pour assurer une rigidité satisfaisante de deux pièces assemblées, il est souvent préférable de réaliser des liaisons intimes, obtenues généralement par soudage.

20 Or, en pratique, les matériaux métalliques et les matériaux composites à matrice polymère ou certains matériaux métalliques ne sont pas compatibles entre eux pour la mise en œuvre d'un soudage hétérogène. Pour cette raison, les technologies actuelles pour l'assemblage de tels matériaux sont :

- l'assemblage mécanique, par exemple le vissage ou le rivetage, et
- l'assemblage par adhésion, notamment par collage.

25 Mais la technologie d'assemblage mécanique présente notamment l'inconvénient de générer un alourdissement de la structure en raison des éléments de liaison rapportés. De plus, un perçage des pièces pour le positionnement de ces éléments de liaison peut générer des zones de fragilité, de concentration des contraintes ou d'amorçage de rupture.

30 L'assemblage par collage a quant à lui pour inconvénient de nécessiter une préparation des surfaces, et aussi de ne pas permettre une prédiction fiable du comportement à long terme de ce collage.

35 Le document WO 2016/097656 décrit un procédé d'assemblage d'une pièce en matériau métallique et d'un matériau composite. Ce document prévoit de rapporter un insert dans la pièce composite, au niveau d'une surface à souder, une partie de l'insert étant ménagée de manière à être exposée de sorte à être assemblée par une technique

de soudage par impulsion magnétique avec une surface complémentaire de la pièce métallique.

5 Cependant, un tel procédé nécessite une étape de préparation de la pièce en matériau composite afin d'y ajouter l'insert. Une telle étape peut être difficile et fastidieuse à réaliser. En outre, afin de mettre en œuvre le soudage par impulsion magnétique, un espace doit être ménagé entre la surface à souder de la pièce composite et la surface complémentaire de la pièce métallique pour permettre de projeter à grande vitesse des surfaces à souder l'une vers l'autre. Le procédé nécessite une installation particulière pour maintenir cet espace. De plus, un tel procédé n'est pas adapté à une robotisation. 10 L'assemblage des pièces chez un constructeur est donc chronophage, et coûteux.

Dans ce contexte, il existe un besoin de nouvelles technologies pour l'assemblage robotisé entre des pièces réalisées en matériaux différents.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé d'assemblage entre une première pièce en matériau métallique et une deuxième pièce, comprenant les étapes suivantes :

- 15
- fourniture d'une première pièce en matériau métallique comprenant une surface d'assemblage, et d'une deuxième pièce, ladite deuxième pièce comprenant au moins un orifice traversant,
 - disposer au moins une partie de la deuxième pièce sur la surface d'assemblage de la première pièce de sorte que l'orifice s'étende en regard de ladite surface d'assemblage, 20
 - le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :
 - positionner une pièce de liaison en matériau métallique sur l'orifice traversant de la deuxième pièce de sorte à recouvrir ledit orifice en regard de la surface d'assemblage de la première pièce, une partie de la deuxième pièce comprenant ledit orifice s'étendant entre la surface d'assemblage et ladite pièce de liaison, 25
 - projeter la pièce de liaison et/ou la surface d'assemblage l'une sur l'autre, pour obtenir un plaquage à grande vitesse de la pièce de liaison et de la surface d'assemblage l'une sur l'autre et pour obtenir un soudage entre la pièce de liaison et la surface d'assemblage. 30

Le procédé selon l'invention ne nécessite pas d'étape de préparation de la deuxième pièce pour ajouter un insert, et de montage de l'insert dans la deuxième pièce. En outre, le procédé selon l'invention ne nécessite pas de ménager un espace entre la pièce métallique et la deuxième pièce, l'espace entre la pièce métallique et la pièce de 35

liaison étant formé par l'orifice traversant de la deuxième pièce. Le procédé selon l'invention peut donc aisément être entièrement robotisé.

Suivant des modes particuliers de réalisation, le procédé comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- la pièce de liaison et/ou la surface d'assemblage sont projetées l'une sur l'autre à une vitesse supérieure ou égale à 150 mètres par seconde,

- la deuxième pièce est réalisée en matériau composite à matrice en matériau polymère,

- deuxième pièce est réalisée en un métal non adapté pour être soudé avec le métal de la pièce métallique,

- au moins deux pièces de liaison sont fournies, la deuxième pièce comprend au moins deux orifices traversants, et chaque pièce de liaison est positionnée sur un orifice traversant respectif de la deuxième pièce de sorte à recouvrir ledit orifice en regard de la surface d'assemblage de la première pièce,

- la deuxième pièce comprend au moins deux orifices traversants, et la pièce de liaison est positionnée sur les orifices traversants de la deuxième pièce de sorte à recouvrir lesdits orifices en regard de la surface d'assemblage de la première pièce,

- la pièce de liaison comporte deux faces opposées, l'une étant destinée à être soudée et l'autre étant une surface libre présentant des reliefs formant des picots crochets,

- la pièce de liaison et/ou la première pièce comporte une surface exposée opposée à une surface à souder, et dans lequel l'étape de projection est obtenue au moyen d'une impulsion magnétique appliquée sur la surface exposée,

- au moins l'une des étapes de disposition, de positionnement ou de projection est robotisée.

L'invention a également pour objet un ensemble comprenant deux pièces réalisées en matériau métallique et une pièce réalisée en matériau composite à matrice en matériau polymère ou en métal léger, issu d'un procédé d'assemblage selon l'invention, dans lequel la deuxième pièce comprend au moins un orifice traversant au travers duquel la pièce de liaison est soudée avec la surface d'assemblage de la première pièce.

D'autres aspects et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit, donnée à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la Fig. 1 est une représentation en perspective de deux pièces à assembler par le procédé selon l'invention,

- la Fig. 2 est une représentation schématique en coupe de deux pièces à assembler par le procédé selon l'invention,

5 - la Fig. 3 est une représentation schématique en coupe d'un ensemble obtenu par le procédé d'assemblage selon l'invention des deux pièces de la Fig. 2,

- la Fig. 4 est une représentation schématique en coupe de deux pièces selon un deuxième mode de réalisation à assembler par le procédé selon l'invention,

10 - la Fig. 5 est une représentation schématique en coupe d'un ensemble obtenu par le procédé d'assemblage selon l'invention des deux pièces de la Fig. 4,

- la Fig. 6 est une représentation schématique en coupe de deux pièces selon un troisième mode de réalisation à assembler par le procédé selon l'invention,

- la Fig. 7 est une représentation schématique en coupe d'un ensemble obtenu par le procédé d'assemblage selon l'invention des deux pièces de la Fig. 6,

15 - la Fig. 8 est une représentation schématique en coupe de deux pièces selon un quatrième mode de réalisation à assembler par le procédé selon l'invention,

- la Fig. 9 est une représentation schématique en coupe d'un ensemble obtenu par le procédé d'assemblage selon l'invention des deux pièces de la Fig. 8, et

20 - la Fig. 10 est une représentation schématique en coupe de deux pièces à assembler par le procédé selon l'invention par une pièce de liaison selon un mode de réalisation particulier.

On a représenté sur la figure 1 une première pièce 10 en matériau métallique, une deuxième pièce 12 à assembler avec la première pièce et une pièce de liaison 14 pour assembler la première pièce 10 avec la deuxième pièce 12.

25 Dans un souci de simplification, la première pièce 10 est encore désignée sous l'appellation de « pièce métallique 10 ».

On a représenté sur la figure 1 un trièdre X, Y, Z. Les pièces 10, 12, 14 sont disposées les unes par rapport aux autres selon une direction d'élévation Z.

30 On définit une épaisseur comme étant la dimension prise suivant la direction d'élévation Z.

La pièce métallique 10 se présente avantageusement sous la forme d'un plan au moins dans la zone à assembler avec la deuxième pièce 12. Dans cette zone, la pièce métallique 10 s'étend dans une direction longitudinale X perpendiculaire à la direction d'élévation Z et dans une direction transversale Y perpendiculaire à la direction longitudinale X et à la direction d'élévation Z.

35

La figure 2 est une vue en coupe des pièces 10, 12, 14 de la figure 1 selon un plan P1 perpendiculaire à la direction transversale Y.

5 Cette pièce métallique 10 comporte en particulier deux faces opposées : une face avant 16, destinée à venir au contact de la deuxième pièce 12 et en regard de la pièce de liaison 14 et comportant une surface d'assemblage 18 pour former une partie d'une zone de soudage 19 visible sur la figure 3, et une face arrière 20, opposée à ladite face avant 18.

La pièce métallique 10 est par exemple réalisée en un matériau métallique choisi parmi l'acier ou un alliage d'aluminium.

10 La deuxième pièce 12 se présente avantageusement sous la forme d'un plan au moins dans la zone à assembler avec la pièce métallique 10. La deuxième pièce 12 présente une épaisseur suivant la direction d'élévation Z comprise entre 0,5 mm et 10 mm. Cette deuxième pièce 12 comporte en particulier deux faces opposées: une face avant 22, destinée à venir au contact de la pièce métallique 10, et une face arrière 24, 15 opposée à ladite face avant 22, destinée à venir au contact de la pièce de liaison 14.

La deuxième pièce 12 comprend au moins un orifice traversant 26.

Selon l'exemple des figures 1 et 2, la deuxième pièce 12 comporte un orifice traversant 26.

20 L'orifice traversant 26 débouche au niveau des faces avant 22 et arrière 24 de la deuxième pièce 12 et s'étend dans l'épaisseur de la deuxième pièce selon la direction d'élévation Z.

L'orifice traversant 26 est délimité par un contour 28. Ce contour 28 présente par exemple une forme rectangulaire comme représenté sur la figure 1, cylindrique, évasée, etc.

25 De préférence, dans le cas d'un orifice circulaire, la distance maximale d dans un plan perpendiculaire à la direction d'élévation Z entre deux parties du contour 28 se faisant face (c'est-à-dire le diamètre) est inférieure ou égale à 50 mm.

30 Dans le cas d'un orifice rectangulaire, la distance maximale d correspondant à la longueur est inférieure ou égale à 100 mm. La largeur de l'orifice rectangulaire est inférieure ou égale à 50 mm.

De préférence, la deuxième pièce 12 présente au moins au voisinage de l'orifice traversant 26 une épaisseur suivant la direction d'élévation Z sensiblement comprise entre 0,5 mm et 3 mm.

35 En effet, cette épaisseur ne doit pas être trop importante de sorte que le procédé d'assemblage décrit ci-après puisse être mis en œuvre.

Selon un mode de réalisation, la deuxième pièce 12 est constituée d'un matériau composite comprenant un renfort, généralement des fibres, et une matrice en matériau polymère.

5 Les fibres du renfort sont réalisées dans un matériau choisi parmi un métal, le verre, un polymère, le carbone, le végétal, etc.

Les fibres sont choisies parmi les fibres courtes dont une grande dimension, dite longueur des fibres, est comprise entre 0,1 mm et 1 mm, les fibres longues dont la longueur est comprise entre 1 mm et 50 mm, et les fibres continues dont la longueur est supérieure à 50 mm.

10 Les fibres sont disposées pour former un renfort mat, un renfort tissé ou un renfort multi-matériaux NCF. Les fibres continues sont disposées parallèlement les unes par rapport aux autres, pour un renforcement unidirectionnel, ou selon un angle prédéfini (45° par exemple les unes par rapport aux autres) pour un renforcement multidirectionnel, ou encore d'une façon aléatoire. Par « NCF » ou « Non Crimp Fabrics », on entend un tissu
15 multiaxial qui est constitué de plusieurs nappes (ou couches) unidirectionnelles (UD), cousues entre elles avec un fil généralement en polyéthylène téréphtalate. Par exemple, un matériau NCF biaxial +45 °/-45 ° est un tissu composé de deux nappes UD : la première nappe est composée d'UD à +45° et la-seconde nappe est composée d'UD à -45°. Il existe également des matériaux NCF biaxiaux 0 °/90 °, des matériaux NCF
20 triaxiaux 0 °/+45 °/-45 ° ou des matériaux NCF multiaxiaux composé de plus de 3 nappes.

Ce matériau composite peut encore être stratifié, c'est-à-dire formé de plusieurs plis d'orientations variées (non représentés). Par « pli », on entend couramment un semi-produit composite (fibres plus matrice) présenté sous forme quasi-bidimensionnelle; on entend encore une couche composée de mèches parallèles liées par de la matrice, les
25 mèches étant elles-mêmes composées de fibres parallèles.

La matrice en matériau polymère est avantageusement choisie parmi les matériaux thermodurcissables et les matériaux thermoplastiques.

30 Le matériau thermodurcissable est par exemple choisi parmi les matériaux suivants : les résines polyesters insaturés (U P), qui sont généralement utilisées avec des fibres de verre, les résines époxyde (EP), qui sont généralement utilisées avec des fibres de carbone, les résines vinylester, les résines polyuréthane, les résines phénoliques (PF), les résines polyimides thermodurcissables (PI RP) et polybismaléimides (BMI).

35 Le matériau thermoplastique est par exemple choisi parmi les matériaux suivants : le polypropylène, le polyamide, le polyéthylène terephtalate (PET), le polyétherimide (PEI), le poly(sulfure de phénylène) (PPS) et la poly(éther-éther-cétone de phénylène) (PEEK).

Selon un autre mode de réalisation, la deuxième pièce 12 est réalisée en un métal ou en un alliage de métal non adapté pour être soudé avec le métal de la pièce métallique 10, tel qu'un métal différent de l'acier.

5 A titre d'exemple de métal non adapté pour être soudé avec le métal de la pièce métallique 10, on peut citer l'aluminium, le titane, et de façon générale les métaux avec des points de fusion très différents pour lesquels les intermétalliques seront en couches épaisses du fait de l'élévation de température importante et de la durée importante du soudage par rapport au procédé de placage dynamique.

La pièce de liaison 14 se présente par exemple sous la forme d'une plaque.

10 Une telle pièce de liaison 14 comporte : une face extérieure 30, comportant une surface exposée 31 de la pièce de liaison 14, une face intérieure 32 opposée, comprenant une surface à souder 34 destinée à être soudée à la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10, une surface 36 destinée à venir au contact du contour 28 de l'orifice 26 et une surface 38 destinée à venir au contact de la face arrière 24 de la deuxième pièce 12.

15 Selon un mode de réalisation, la pièce de liaison 14 présente une forme générale carrée ou rectangulaire. Par exemple, à titre indicatif, chaque pièce de liaison 14 présente une grande dimension dite longueur comprise entre 10 mm et 100 mm et une petite dimension dite largeur prise perpendiculairement à la longueur et comprise entre 10 mm et 60 mm.

20 Par exemple, cette pièce de liaison 14 présente une épaisseur selon la direction d'élévation Z comprise entre 0,1 mm et 3 mm.

En variante, la pièce de liaison 14 présente une autre forme, par exemple ovalaire, circulaire ou quelconque.

25 La pièce de liaison 14 est réalisée dans un matériau qui est choisi en fonction du matériau constituant la pièce métallique 10 à assembler. En particulier, ce matériau est choisi pour autoriser une technique de soudage par plaquage dynamique entre la surface à souder 34 de la pièce de liaison 14 et la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10. Par exemple, cette pièce de liaison 14 est réalisée en acier ou en alliage d'aluminium lorsque la pièce métallique 1 est réalisée en alliage aluminium.

30 Sans que cela soit limitatif, d'autres combinaisons de matériaux possibles sont : Aluminium-aluminium, Aluminium-cuivre, Aluminium-magnésium, Aluminium-titane, Cuivre-cuivre, Cuivre-acier, Cuivre-bronze, Nickel-titane, Nickel-nickel, Acier-acier.

35 Selon un mode de réalisation particulier représenté sur la figure 10, la face extérieure 30 de la pièce de liaison 14 est une surface libre présentant des reliefs formant des picots crochets 39. Les picots crochets 39 présentent par exemple une épaisseur suivant la direction d'élévation Z comprise entre 0.1 mm et 2 mm. De tels picots crochets

39 ajoutent une accroche mécanique par effet auto agrippant. Les picots crochets 39 permettent la fixation d'éléments sur l'assemblage.

De tels picots crochets 39 sont par exemple réalisés, comme connu en soi, par collage, soudage, repoussage, ou découpe plus pliage.

5 Selon un mode de réalisation, au moins l'une parmi la pièce métallique 10, la deuxième pièce 12 et la pièce de liaison 14 est une pièce tridimensionnelle présentant une forme complexe en dehors de la zone à assembler.

Un exemple de procédé d'assemblage de la pièce métallique 10 avec la deuxième pièce 12 au moyen de la pièce de liaison 14 va maintenant être décrit.

10 Par « assemblage », on entend en particulier une liaison permanente, ou non démontable, entre les deux pièces 10, 14 au niveau de la zone de soudage 19. Par « assemblage », on entend en particulier un « soudage » assurant une continuité de la nature des matériaux à assembler. Par « assemblage », on entend un assemblage par plaquage à grande vitesse, de préférence sous la forme d'une technique de soudage par
15 impulsion magnétique.

Par « grande vitesse », on entend en particulier une vitesse supérieure ou égale à 150 m/s, de préférence comprise entre 150 m/s et 400 m/s.

Selon l'invention, la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10 est destinée à être assemblée, par une technique de projection à grande vitesse, avec la
20 surface à souder 34 de la pièce de liaison 14.

Un tel procédé d'assemblage est, par exemple, mis en œuvre chez un constructeur automobile par des moyens robotisés.

Pour cela, le procédé d'assemblage selon l'invention comprend des étapes successives suivantes :

25 - fourniture des deux pièces 10, 12 à assembler,
- disposer au moins une partie de la deuxième pièce 12 sur la surface d'assemblage 18 de la première pièce 10 de sorte que l'orifice traversant 26 de la deuxième pièce 12 s'étende en regard de la surface d'assemblage 18,

30 - positionner la pièce de liaison 14 sur l'orifice traversant 26 de la deuxième pièce de sorte à recouvrir l'orifice 26 en regard de la surface d'assemblage 18 de la première pièce 10, une partie de la deuxième pièce 12 comprenant ledit orifice 26 s'étendant entre la surface d'assemblage 18 et ladite pièce de liaison 14,

35 - projeter la pièce de liaison 14 et/ou la surface d'assemblage 18 à une vitesse supérieure ou égale à 150 mètres par seconde, l'une sur l'autre, pour obtenir un plaquage à grande vitesse de la pièce de liaison 14 et de la surface d'assemblage 18 l'une sur

l'autre et pour obtenir un soudage entre la pièce de liaison 14 et la surface d'assemblage 18.

5 Partant d'une pièce métallique 10, d'une deuxième pièce 12 et d'une pièce de liaison 14, telle que décrites ci-dessus, les étapes de disposition relative de la pièce métallique 10 et de la pièce de liaison 14 par rapport à la deuxième pièce 12 sont mises en œuvre de sorte que la surface à souder 34 et la surface d'assemblage 18 sont disposées en regard l'une par rapport à l'autre de part et d'autre de l'orifice 26.

10 L'espace nécessaire au déplacement est formé par la deuxième pièce 12 qui fait office d'entretoise entre la pièce métallique 10 et la pièce de liaison 14. Ainsi, il n'est pas nécessaire de prévoir de moyens supplémentaires pour espacer la pièce métallique 10 et la pièce de liaison 14.

La surface exposée 31 de la pièce de liaison 14 est opposée à la surface à souder 34 et est directement accessible à un outil de soudage pour mettre en œuvre l'étape de projection.

15 Cette étape de positionnement est avantageusement robotisée.

L'étape de projection est quant à elle mise en œuvre de sorte à obtenir un plaquage à grande vitesse de la surface à souder 34 et de la surface d'assemblage 18 l'une sur l'autre et pour obtenir un soudage entre la surface à souder 34 de la pièce de liaison 14 et la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10.

20 Lors de l'étape de projection à grande vitesse, la surface à souder 34 de la pièce de liaison 14 est ainsi plaquée à grande vitesse sur la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10, provoquant alors un phénomène de soudage entre la pièce de liaison 14 et la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10 par accroche atomique. On obtient ainsi une liaison par soudure, sans apport de matière, entre la pièce de liaison 14 et la pièce métallique 10.

25 Cette étape de projection est avantageusement mise en œuvre par le biais d'une impulsion qui est appliquée sur la surface exposée 31 de la pièce de liaison 14.

30 Une force de projection est ainsi appliquée sur cette surface exposée 31 selon la direction d'élévation Z, et orientée vers la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10.

L'étape de projection est avantageusement obtenue par le biais de moyens de projection par impulsion magnétique 40.

35 En variante, l'impulsion est appliquée sur la face arrière 20 de la pièce métallique 10, selon la direction d'élévation Z, et orientée vers la surface à souder 34 de la pièce de liaison 14.

Un cycle de soudage, classique en soi, peut être résumé par les 6 étapes suivantes :

- un chargeur est alimenté par un réseau d'énergie électrique ;

5 - l'énergie électrique est alors stockée dans des condensateurs sous forme d'énergie électrostatique, l'énergie stockée étant graduellement augmentée via la tension de charge commandée par une unité de contrôle d'énergie ;

10 - lorsque le seuil fixé de la tension de charge est atteint, un éclateur (ou déchargeur) décharge très rapidement l'énergie électrostatique des condensateurs dans un inducteur 42 (lors de cette décharge, dont la durée est de l'ordre de quelques microsecondes, des courants électriques extrêmement élevés de l'ordre de plusieurs centaines de kA (kiloampères) sont générés) ;

15 - la circulation de ce courant élevé à travers l'inducteur 42 génère très brusquement un champ d'induction magnétique dans la bobine ; il y a transformation d'énergie électrostatique en énergie magnétique ; le champ magnétique ainsi créé peut posséder une grande amplitude (de l'ordre de plusieurs dizaines de tesla) ; le champ magnétique est fortement variable au cours du temps, donc génère dans la pièce de liaison 14 à souder des courants induits appelés aussi « courants de Foucault » ;

20 - l'interaction entre le champ magnétique primaire créé par la bobine et les courants induits dans la pièce de liaison 14 génère des forces importantes d'origine magnétique, forces agissant mécaniquement sur la pièce de liaison 14 dans laquelle circulent les courants de Foucault ;

- ces forces magnétiques transforment très brusquement l'énergie magnétique en énergie mécanique agissant radialement sur la surface exposée 31 de la pièce de liaison 14, cette dernière est alors propulsée sur la pièce métallique 10 maintenue fixe.

25 Ce phénomène de projection est ainsi la conséquence d'un transfert d'énergie extrêmement rapide, la puissance de ce processus étant de l'ordre de plusieurs centaines de mégawatts, mais sur des durées très courtes.

30 Ce processus est pratiquement adiabatique et il n'y a pas véritablement de transfert de chaleur : la soudure entre la pièce de liaison 14 et la pièce métallique 10 est effectuée « à froid ». En effet, les matériaux n'atteignent avantageusement pas plus de 30°C. Il n'y a donc pas de zone affectée thermiquement dans le matériau composite qui ne perd pas ses propriétés. Le procédé selon l'invention permet de ne pas dégrader la deuxième pièce 12 dans la zone de soudage 19.

35 Le procédé de soudage par impulsion magnétique constitue également un procédé de soudage du genre « Solid State », ce qui signifie que le matériau n'est pas mis en fusion durant le cycle de soudage.

De manière alternative, il peut être envisagé d'utiliser toute autre technique adaptée à produire une projection à grande vitesse, par exemple par le biais d'une action mécanique ou par le biais d'un choc laser.

5 Sous l'effet de la force de propulsion, la pièce de liaison 14 est déformée localement de sorte que la surface à souder 34 est plaquée à grande vitesse contre la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10.

La surface 36 est plaquée contre le contour de l'orifice traversant 26 de la deuxième pièce 12.

10 Ainsi, la deuxième pièce 12 est prise en sandwich entre la face avant 16 de la pièce métallique 10 et la surface 38 de la pièce de liaison 14.

La déformation locale de la pièce de liaison 14 est une déformation plastique. Il n'y pas de retour élastique après plaquage de la surface à souder 34 sur la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10.

15 Ce plaquage à grande vitesse génère alors un phénomène de soudage entre la surface à souder 34 de la pièce de liaison 14 et la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10.

L'étape de projection est avantageusement mise en œuvre de sorte à obtenir un plaquage progressif de la surface à souder 34 sur la surface d'assemblage 18, pour assurer une expulsion des oxydes.

20 Par « plaquage progressif » on entend notamment un contact des surfaces à souder 34, 18 qui commence par un point au centre de la surface à souder 34, puis qui s'étend sur une ligne vers la périphérie de la surface à souder 34, avant de se propager jusqu'à ce que l'ensemble des deux surfaces 34, 18 soit en contact.

25 Ainsi, la pièce métallique 10 et la pièce de liaison 14 sont avantageusement soudées en formant un joint de soudure présentant une forme d'ellipse.

De préférence, l'étape de projection est robotisée. L'inducteur 42 est monté sur un robot, et l'étape de projection est réalisée comme décrite précédemment.

30 Il est ainsi obtenu un ensemble multi-matières 100 représenté sur la figure 3, comprenant la première pièce 10 en matériau métallique, la deuxième pièce 12 et la pièce de liaison 14 en matériau métallique.

Dans l'ensemble 100, la pièce de liaison 14 est soudée avec la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10 au travers de l'orifice traversant 26 de la deuxième pièce 12.

35 La surface à souder 34 est en contact avec la surface d'assemblage 18 de la pièce métallique 10.

La surface 36 est en contact avec le contour 28 de l'orifice traversant 26 de la deuxième pièce 12.

La surface 38 est en contact avec la face arrière 24 de la deuxième pièce 12 au voisinage de l'orifice 26.

5 Ainsi, la pièce de liaison 14 après soudage présente dans la zone de soudage 19 une forme sensiblement complémentaire du contour de l'orifice 26 de la deuxième pièce 12.

Différentes formes de réalisation sont envisageables, telles que décrites plus en détails ci-après en relation avec les figures 4 à 9.

10 Selon l'exemple de la figure 4, la deuxième pièce 12 comprend une pluralité d'orifices traversants 26. Autant de pièces de liaison 14 telles que précédemment décrites que d'orifices 26 sont fournies. La pièce métallique 10 comprend autant de surfaces d'assemblage 18 qu'il y a d'orifices 26.

15 Au moins une partie de la deuxième pièce 12 est disposée sur chaque surface d'assemblage 18 de la première pièce 10 de sorte que chaque orifice traversant 26 de la deuxième pièce 12 s'étende en regard de ladite surface d'assemblage 18. Chaque pièce de liaison 14 est positionnée sur chaque orifice traversant 26 respectif de la deuxième pièce 12 de sorte à recouvrir lesdits orifices 26 en regard de chaque surface d'assemblage 18 de la première pièce 10.

20 Une partie de la deuxième pièce 12 comprenant lesdits orifices 26 s'étend entre chaque surface d'assemblage 18 et chaque pièce de liaison 14.

L'étape de projection est identique pour les trois pièces de liaison 14 à assembler à l'étape de projection décrite précédemment pour une pièce de liaison 14. L'ensemble 200 obtenu est représenté sur la figure 5.

25 Chaque pièce de liaison 14 est soudée avec chaque surface d'assemblage 18 de la première pièce 10 au travers de chaque orifice traversant 26 respectif de la deuxième pièce 12.

30 Selon l'exemple de la figure 6, la deuxième pièce 12 comporte un orifice traversant 26 et la pièce de liaison 14 recouvre en totalité la deuxième pièce 12 selon au moins une dimension de la deuxième pièce 12, par exemple sa largeur.

Le procédé d'assemblage est identique au procédé décrit précédemment dans le cas d'un orifice traversant 26.

L'ensemble 300 obtenu est représenté sur la figure 7.

35 La pièce de liaison 14 est soudée avec la surface d'assemblage 18 de la première pièce 10 au travers de l'orifice traversant 26 de la deuxième pièce 12.

La surface 38 est en contact avec la face arrière 24 de la deuxième pièce 12 sur l'ensemble de la face arrière de la deuxième pièce 12.

5 Selon l'exemple de la figure 8, la deuxième pièce 12 comprend une pluralité d'orifices traversants 26. La pièce de liaison 14 recouvre en totalité au moins tous les orifices traversants 26. La pièce de liaison 14 comprend autant de surfaces à souder 34 qu'il y a d'orifices traversants 26. La pièce métallique 10 comprend autant de surfaces d'assemblage 18 qu'il y a d'orifices traversants 26.

10 Au moins une partie de la deuxième pièce 12 est disposée sur chaque surface d'assemblage 18 de la première pièce 10 de sorte que chaque orifice traversant 26 de la deuxième pièce 12 s'étende en regard de chaque surface d'assemblage 18.

La pièce de liaison 14 est positionnée sur chaque orifice traversant 26 de la deuxième pièce 12 de sorte à recouvrir lesdits orifices 26 en regard de chaque surface d'assemblage 18 de la première pièce 10.

15 Une partie de la deuxième pièce 12 comprenant lesdits orifices 26 s'étend entre chaque surface d'assemblage 18 et ladite pièce de liaison 14.

L'étape de projection est identique pour chaque surface à souder 34 de la pièce de liaison 14 à l'étape de projection décrite précédemment pour une pièce de liaison 14.

L'ensemble 400 obtenu est représenté sur la figure 9.

20 La pièce de liaison 14 est soudée avec chaque surface d'assemblage 18 de la première pièce 10 au travers de chaque orifice traversant 26 respectif de la deuxième pièce 12.

La surface 38 est en contact avec la face arrière 24 de la deuxième pièce 12 sur l'ensemble de la face arrière de la deuxième pièce 12.

25 De manière générale, la présente invention a l'intérêt de permettre un assemblage robotisé entre des pièces réalisées dans des matériaux différents. Le procédé selon l'invention ne nécessite pas d'étape de préparation de la deuxième pièce 12 pour ajouter un insert, et de montage de l'insert dans la deuxième pièce 12. La deuxième pièce 12 est simplement transformée par perçage d'orifices traversants 26 avant soudage. Ainsi, le procédé selon l'invention ne nécessite pas de ménager un espace entre la pièce métallique 10 et la deuxième pièce 12, l'espace entre la pièce métallique et la pièce de liaison étant formé par le ou les orifices traversants 26 de la deuxième pièce 12.

30 Le procédé selon l'invention est donc simple et compatible avec les lignes d'assemblage par soudage des caisses automobile et répondant aux cadences de la production grande série. Le soudage à froid n'endommage pas la deuxième pièce 12.

35

REVENDEICATIONS

1.- Procédé d'assemblage entre une première pièce (10) en matériau métallique et une deuxième pièce (12), comprenant les étapes suivantes :

- 5
- fourniture d'une première pièce (10) en matériau métallique comprenant une surface d'assemblage (18), et d'une deuxième pièce (12), ladite deuxième
 - 10 pièce (12) comprenant au moins un orifice traversant (26),
 - disposer au moins une partie de la deuxième pièce (12) sur la surface d'assemblage (18) de la première pièce (10) de sorte que l'orifice (26) s'étende en regard de ladite surface d'assemblage (18),
 - le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :
 - 15 - positionner une pièce de liaison (14) en matériau métallique sur l'orifice traversant (26) de la deuxième pièce (12) de sorte à recouvrir ledit orifice (26) en regard de la surface d'assemblage (18) de la première pièce (10), une
 - 20 partie de la deuxième pièce (12) comprenant ledit orifice (26) s'étendant entre la surface d'assemblage (18) et ladite pièce de liaison (14),
 - projeter la pièce de liaison (14) et/ou la surface d'assemblage (18) l'une sur l'autre, pour obtenir un plaquage à grande vitesse de la pièce de liaison (14) et de la surface d'assemblage (18) l'une sur l'autre et pour obtenir un soudage entre la pièce de liaison (14) et la surface d'assemblage (18), la pièce de liaison (14) et/ou la surface d'assemblage (18) étant projetées l'une sur l'autre à une vitesse supérieure ou égale à 150 mètres par seconde.

25

2.- Procédé d'assemblage selon la revendication 1, dans lequel la deuxième pièce (12) est réalisée en matériau composite à matrice en matériau polymère.

30

3.- Procédé d'assemblage selon la revendication 1, dans lequel la deuxième pièce (12) est réalisée en un métal non adapté pour être soudé avec le métal de la pièce métallique (10).

35

4.- Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins deux pièces de liaison (14) sont fournies, la deuxième pièce (12) comprend au moins deux orifices traversants (26), et chaque pièce de liaison

(14) est positionnée sur un orifice traversant (26) respectif de la deuxième pièce (12) de sorte à recouvrir ledit orifice (26) en regard de la surface d'assemblage (18) de la première pièce (10).

5 5.- Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la deuxième pièce (12) comprend au moins deux orifices traversants (26), et la pièce de liaison (14) est positionnée sur les orifices traversants (26) de la deuxième pièce (12) de sorte à recouvrir lesdits orifices (26) en regard de la surface d'assemblage (18) de la première pièce (10).

10 6.- Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la pièce de liaison (14) comporte deux faces opposées (30, 32), l'une (32) étant destinée à être soudée et l'autre (30) étant une surface libre présentant des reliefs formant des picots crochets (39).

15 7.- Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la pièce de liaison (14) et/ou la première pièce (10) comporte une surface exposée (31) opposée à une surface à souder (34), et dans lequel l'étape de projection est obtenue au moyen d'une impulsion magnétique appliquée sur la surface exposée (31).

20

8.- Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins l'une des étapes de disposition, de positionnement ou de projection est robotisée.

25 9.- Ensemble (100, 200, 300, 400) comprenant une première pièce (10) en matériau métallique, une deuxième pièce (12), et une pièce de liaison (14) en matériau métallique, ledit ensemble étant issu d'un procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la deuxième pièce (12) comprend au moins un

30 orifice traversant (26) au travers duquel la pièce de liaison (14) est soudée avec la surface d'assemblage (18) de la première pièce (10).

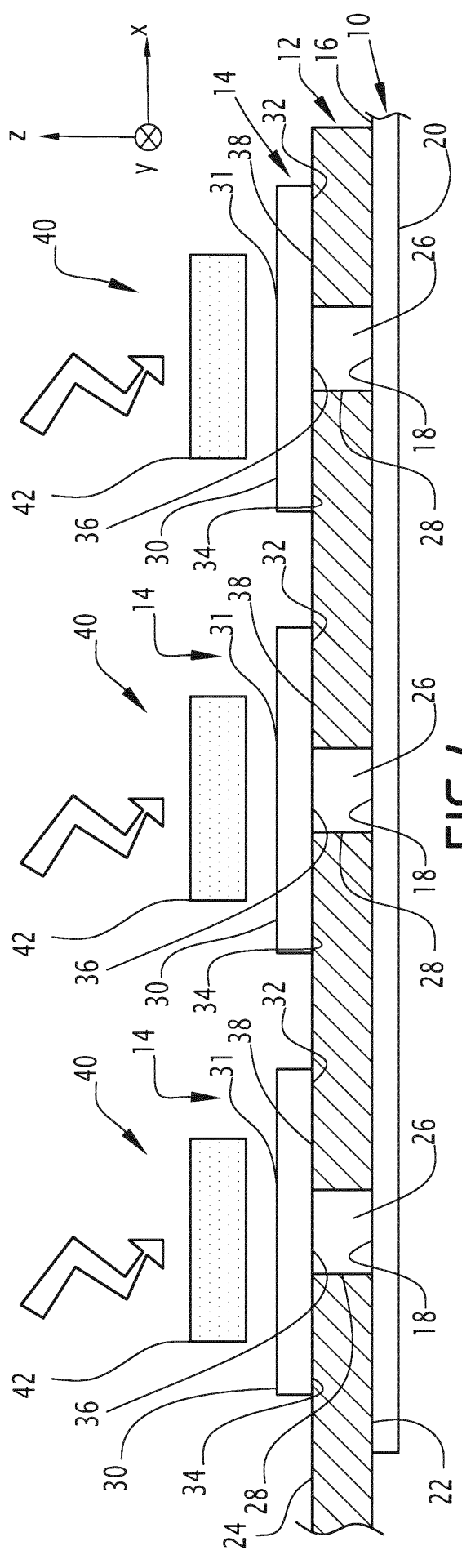


FIG. 4

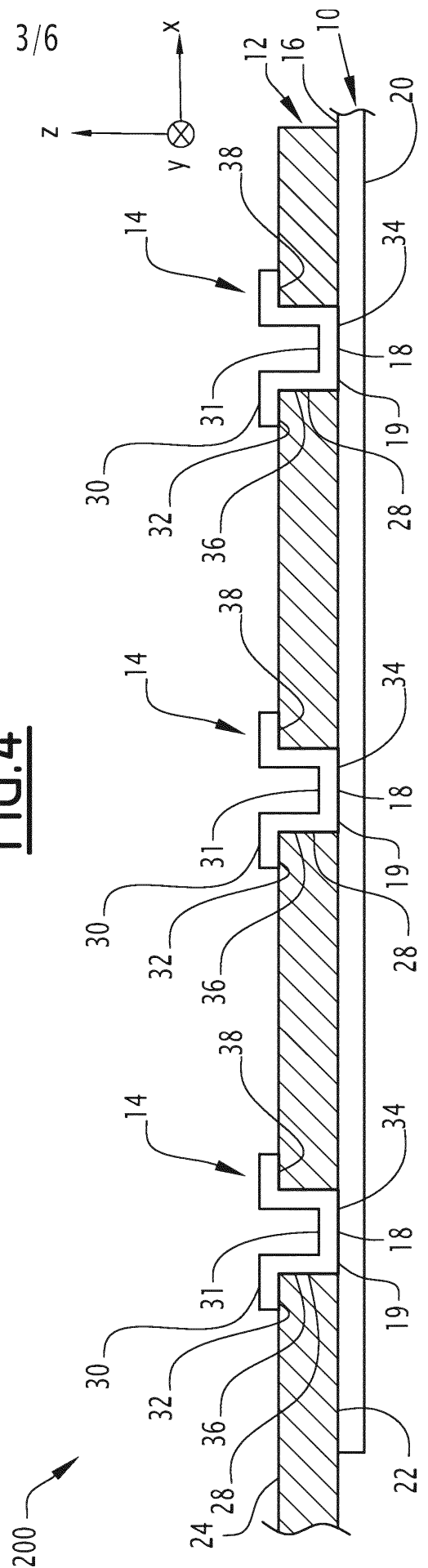


FIG. 5

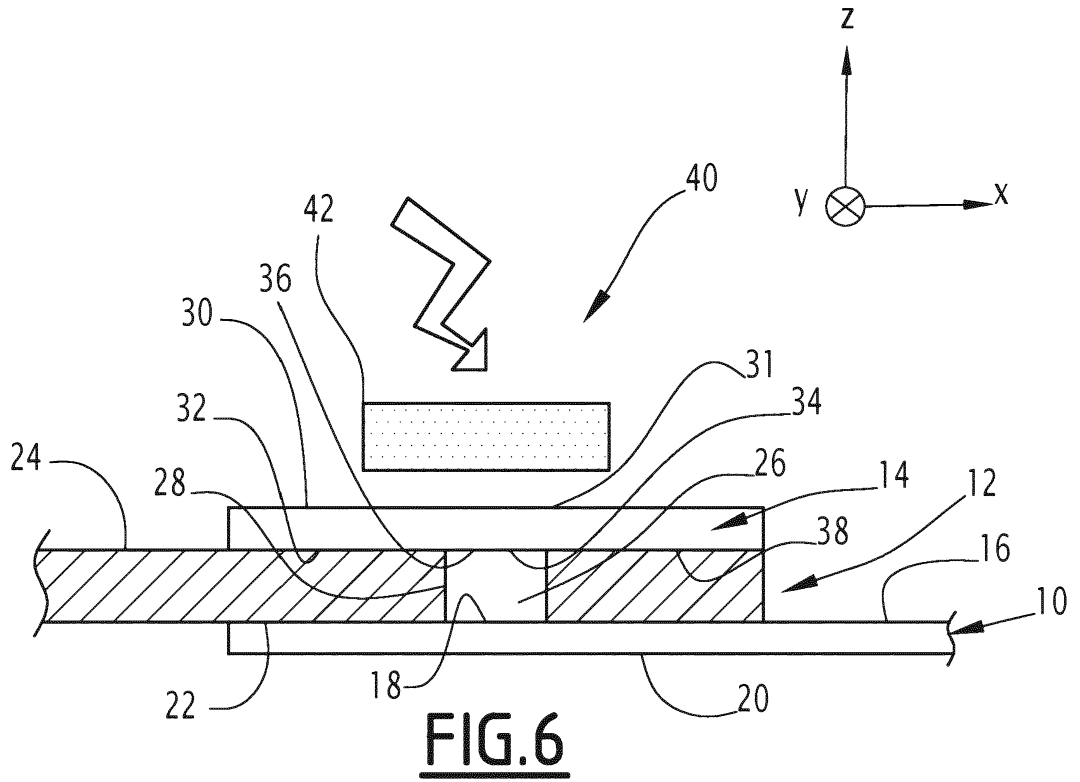


FIG. 6

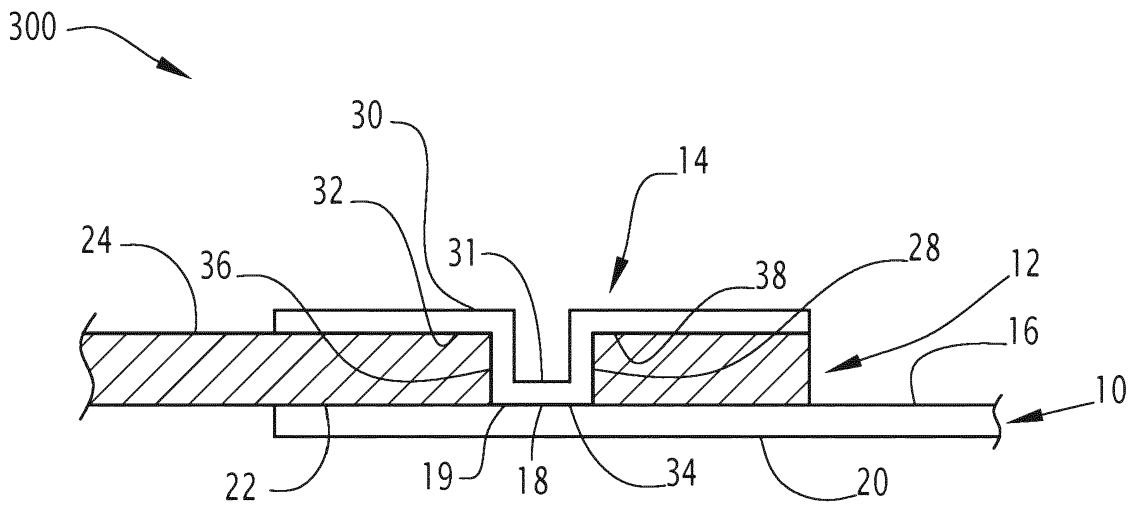
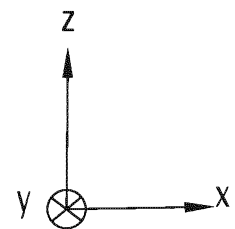


FIG. 7



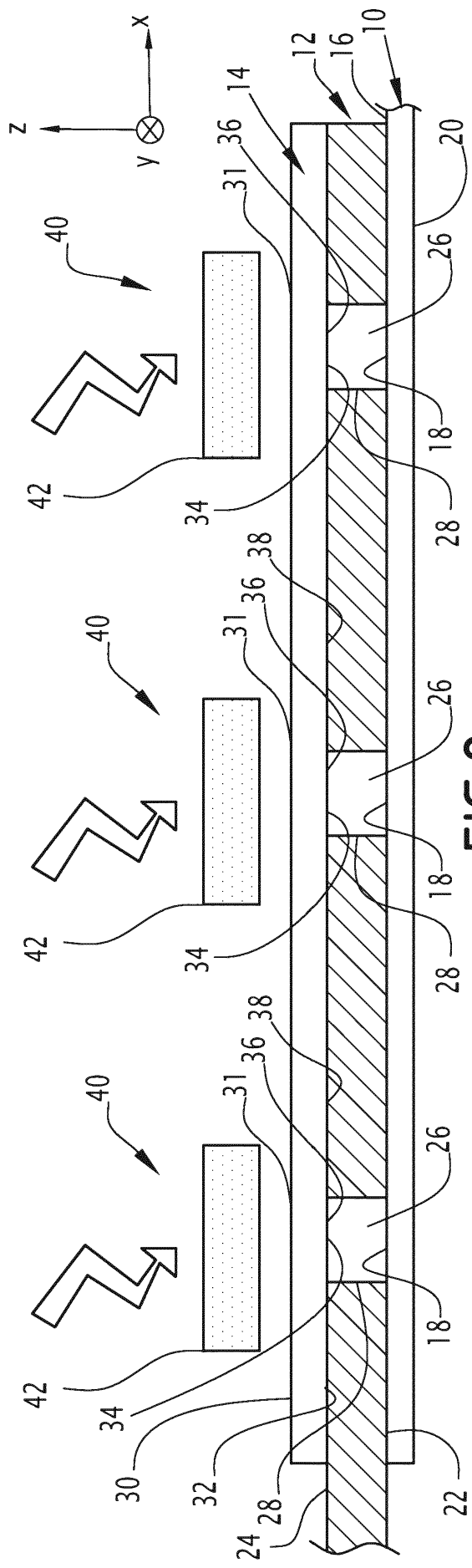


FIG. 8

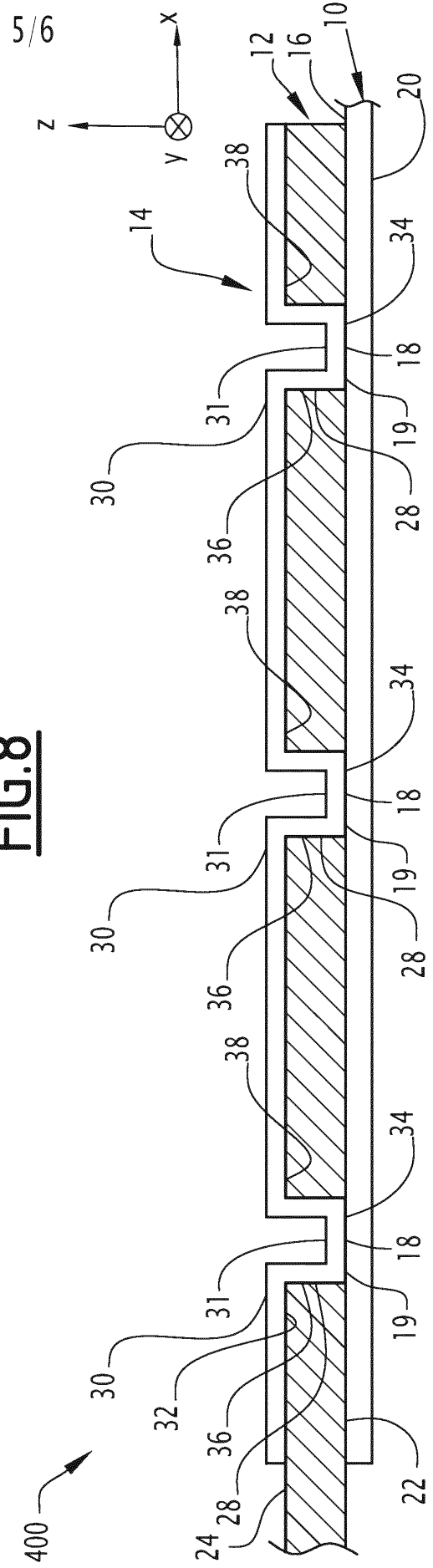


FIG. 9

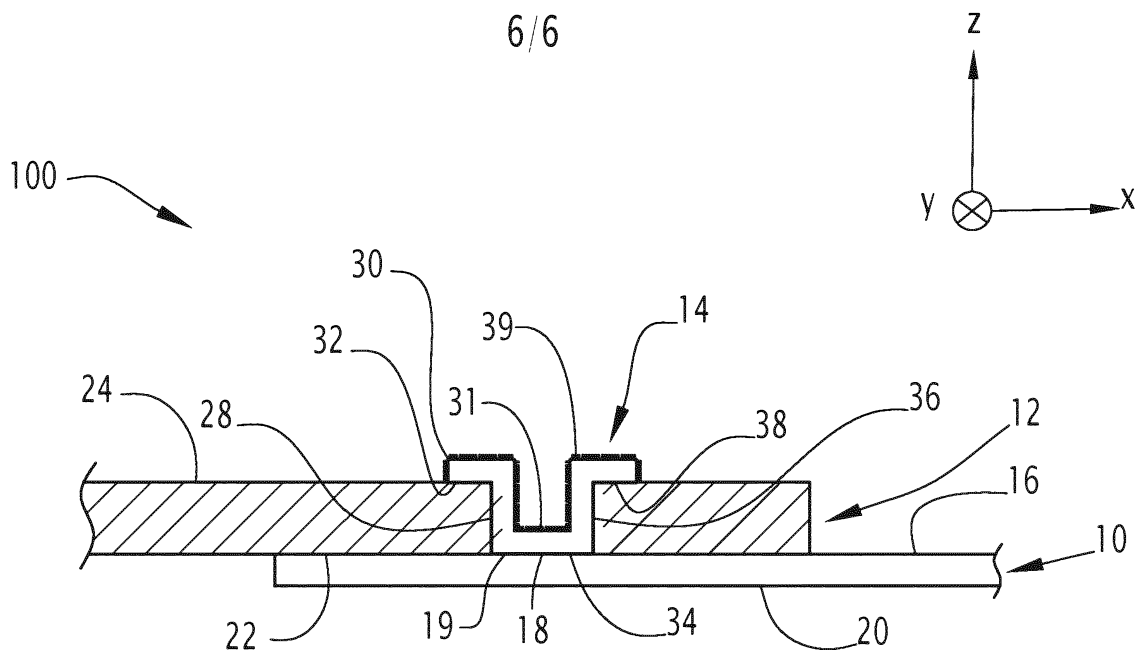


FIG.10

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

US 4 627 565 A (R. R. LOMERSON) 9 décembre 1986 (1986-12-09)

DE 10 2010 052457 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC) 24 mai 2012 (2012-05-24)

WO 2016/097656 A1 (NANTES ECOLE CENTRALE ET AL) 23 juin 2016 (2016-06-23)

CN 105 014 224 A (HARBIN INST OF TECHNOLOGY) 4 novembre 2015 (2015-11-04)

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