

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

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 095 807

②① N° d'enregistrement national : **19 04871**

⑤① Int Cl⁸ : **B 64 F 5/00 (2019.01)**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé de réparation d'un panneau raidi de type isogrid et panneau raidi de type isogrid ainsi réparé.

②② Date de dépôt : 10.05.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 13.11.20 Bulletin 20/46.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 16.07.21 Bulletin 21/28.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.)
SAS — FR.

⑦② Inventeur(s) : DURET Philippe, MOYON Wilfrid et
FANTIN Nicolas.

⑦③ Titulaire(s) : AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.) SAS.

⑦④ Mandataire(s) : ALLICI.

FR 3 095 807 - B1



Description

Titre de l'invention : Procédé de réparation d'un panneau raidi de type isogrid et panneau raidi de type isogrid ainsi réparé

- [0001] La présente demande se rapporte à un procédé de réparation d'un panneau raidi de type isogrid ainsi qu'à un panneau raidi de type isogrid ainsi réparé.
- [0002] Un panneau raidi comprend une paroi ainsi qu'un réseau de nervures et de nœuds perpendiculaires à la paroi et agencés entre eux de manière à former des alvéoles. Dans le cas d'un panneau raidi de type isogrid, toutes les alvéoles ont un contour en forme de triangle.
- [0003] Un tel panneau peut être endommagé au niveau des nervures et/ou de la paroi et/ou des nœuds. Une solution pour le réparer consiste à le remplacer dans sa totalité. Cette solution est relativement coûteuse.
- [0004] La présente invention vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur.
- [0005] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de réparation d'un panneau raidi de type isogrid comportant une paroi, un réseau de nervures et de nœuds agencés de manière à former des alvéoles avec chacune un contour triangulaire, ledit panneau raidi présentant au moins une zone endommagée. Selon l'invention, le procédé de réparation comprend une étape de retrait de matière visant à retirer au moins une nervure endommagée de la zone endommagée ainsi que des étapes de pose d'au moins un renfort structurel reliant au moins deux nœuds positionnés autour de la zone endommagée et d'au moins un renfort de paroi reliant la paroi du panneau raidi et le renfort structurel.
- [0006] Les renforts structurel et de paroi permettent de compenser la suppression des parties endommagées et retirées du panneau raidi en lui conférant une résistance mécanique sensiblement équivalente à celle qu'il avait initialement.
- [0007] Selon une autre caractéristique, l'étape de retrait de matière consiste à retirer toutes les nervures endommagées de la zone endommagée.
- [0008] Selon une autre caractéristique, l'évidement forme une grande alvéole correspondant à six alvéoles adjacentes du panneau raidi et l'étape de retrait de matière consiste à réaliser un orifice dans la paroi.
- [0009] Selon une autre caractéristique, le renfort structurel est posé et relié aux nœuds entourant la zone endommagée, puis chaque renfort de paroi est posé et relié à la paroi ainsi qu'au renfort structurel.
- [0010] Selon une autre caractéristique, le renfort de paroi est posé et relié au moins à la paroi puis le renfort structurel est posé et relié aux nœuds entourant la zone endommagée ainsi qu'au renfort de paroi.

- [0011] L'invention a également pour objet un panneau raidi réparé à partir du procédé de réparation selon l'une des caractéristiques précédentes, caractérisé en ce que le panneau raidi réparé comprend au moins un renfort structurel relié à au moins deux nœuds positionnés autour de la zone endommagée ainsi qu'au moins un renfort de paroi reliant la paroi du panneau raidi et le renfort structurel.
- [0012] Selon une autre caractéristique, le renfort structurel comprend au moins deux têtes plaquées contre des faces terminales des nœuds entourant la zone endommagée et reliées auxdits nœuds par des éléments de liaison.
- [0013] Selon une autre caractéristique, le renfort structurel a une section transversale en T et comprend un corps sous la forme d'une bande de matière positionnée dans un plan parallèle à la paroi, en appui contre les faces terminales des premier et deuxième nœuds disposés de part et d'autre de la zone endommagée, ainsi qu'une âme solidaire du corps positionnée dans un plan perpendiculaire à la paroi, entre le corps et la paroi.
- [0014] Selon une autre caractéristique, le panneau raidi comprend des premier et deuxième renforts de paroi disposés de part et d'autre du renfort structurel.
- [0015] Selon une autre caractéristique, chacun des premier et deuxième renforts de paroi présente une section transversale en L et comporte une première aile plaquée et reliée à l'âme du renfort structurel par au moins un élément de liaison ainsi qu'une deuxième aile plaquée et reliée à la paroi par au moins un élément de liaison.
- [0016] Selon une autre caractéristique, le renfort de paroi comprend au moins une plaque de renfort plaquée et reliée à la paroi par des éléments de liaison.
- [0017] Selon une autre caractéristique, le renfort de paroi comprend des première et deuxième plaques de renfort disposées de part et d'autre de la paroi ainsi qu'une troisième plaque de renfort intercalée entre les première et deuxième plaques de renfort et positionnée au niveau d'un orifice prévu au niveau de la paroi.
- [0018] Selon une autre caractéristique, le renfort structurel comprend une plaque comportant une première face configurée pour être plaquée contre le renfort de paroi et une deuxième face opposée à la première face, un nœud en saillie et centré par rapport à la deuxième face de la plaque ainsi qu'une pluralité de nervures en saillie par rapport à la deuxième face de la plaque et régulièrement réparties autour du nœud, chaque nervure comportant une première extrémité reliée au nœud et une deuxième extrémité présentant une tête reliée à l'un des nœuds périphériques situés autour de la zone endommagée.
- [0019] Selon une autre caractéristique, le renfort de paroi comprend une structure de type isogrid comportant une paroi hexagonale présentant un contour approximativement égal à celui d'un évidement réalisé dans le panneau raidi, une première face configurée pour être plaquée contre la paroi et une deuxième face opposée à la première face, un nœud central positionné sur la deuxième face de la paroi et un réseau

de nervures radiales et périphériques positionnées sur la deuxième face délimitant six alvéoles triangulaires autour du nœud central.

- [0020] Selon une autre caractéristique, le renfort structurel comprend un corps central configuré pour être plaqué et relié au nœud central du renfort de paroi ainsi que six branches réparties régulièrement autour du corps central, chaque branche comportant une première extrémité reliée au corps central et une deuxième extrémité présentant une tête reliée à l'un des nœuds périphériques situés autour de l'évidement.
- [0021] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description de l'invention qui va suivre, description donnée à titre d'exemple uniquement, en regard des dessins annexés parmi lesquels :
- [0022] [fig.1] est une vue en perspective d'un panneau raidi de type isogrid qui illustre un mode de réalisation,
- [0023] [fig.2] est une vue en perspective d'une partie du panneau raidi visible sur la figure 1 endommagé au niveau d'une nervure,
- [0024] [fig.3] est une vue en perspective de la partie du panneau raidi visible sur la figure 2 après une étape de retrait de la nervure endommagée qui illustre un premier mode opératoire de l'invention,
- [0025] [fig.4] est une vue en perspective de la partie du panneau raidi visible sur la figure 3 après une étape de pose d'un renfort structurel qui illustre le premier mode opératoire de l'invention,
- [0026] [fig.5] est une vue de dessus de la partie du panneau raidi visible sur la figure 4 après une étape de pose de renforts de paroi qui illustre le premier mode opératoire de l'invention,
- [0027] [fig.6] est une coupe selon la ligne VI-VI de la figure 5,
- [0028] [fig.7] est une coupe selon la ligne VII-VII de la figure 5,
- [0029] [fig.8] est une vue en perspective d'une partie du panneau raidi visible sur la figure 1 et endommagé au niveau de la paroi,
- [0030] [fig.9] est une vue en perspective de la partie du panneau raidi visible sur la figure 8 après une étape de retrait de matière qui illustre un deuxième mode opératoire de l'invention,
- [0031] [fig.10] est une vue de dessus de la partie du panneau visible sur la figure 9 après une étape de pose de renforts de paroi qui illustre le deuxième mode opératoire de l'invention,
- [0032] [fig.11] est une coupe selon la ligne XI-XI de la figure 10,
- [0033] [fig.12] est une vue en perspective de la partie du panneau visible sur la figure 10 après une étape de pose d'un renfort structurel qui illustre le deuxième mode opératoire de l'invention,
- [0034] [fig.13] est une coupe selon la ligne XIII-XIII de la figure 12,

- [0035] [fig.14] est une vue en perspective de la partie du panneau visible sur la figure 9 après une étape de pose d'un renfort de paroi qui illustre un troisième mode opératoire de l'invention,
- [0036] [fig.15] est une vue en perspective de la partie du panneau visible sur la figure 14 après une étape de pose d'un renfort structural qui illustre le troisième mode opératoire de l'invention,
- [0037] [fig.16] est une coupe en éclaté selon la ligne XVI-XVI de la figure 15,
- [0038] [fig.17] est une coupe selon la ligne XVII-XVII de la figure 15 du panneau raidi réparé, et
- [0039] [fig.18] est une vue de dessus d'une partie du panneau raidi visible sur la figure 15 à l'état réparé.
- [0040] Selon un mode de réalisation visible sur la figure 1, un panneau raidi 10 comprend une paroi 12 ainsi qu'un réseau de nervures 14 et de nœuds 16 perpendiculaires à la paroi 12 et agencés de manière à former des alvéoles 18. Dans le cas d'un panneau raidi 10 de type isogrid, chaque alvéole 18 est délimitée par trois nervures 14 reliant trois nœuds 16 et présente un contour en forme de triangle. Le panneau raidi 10 comprend une première face 10.1 correspondant à la face de la paroi 12 opposée aux nervures 14 et une deuxième face 10.2 correspondant aux chants 20 des nervures 14 opposés à la paroi 12 ainsi qu'aux faces terminales 22 des nœuds 16.
- [0041] Sur la figure 2, le panneau raidi 10 présente une nervure 14 endommagée. Cette nervure 14 sépare des première et deuxième alvéoles 18.1, 18.2 et relie des premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2. La première alvéole 18.1 comprend un premier fond 24.1 qui correspond à une partie de la paroi 12 ainsi que trois nervures 14, 14.1', 14.1''. La deuxième alvéole 18.2 comprend un deuxième fond 24.2 qui correspond à une partie de la paroi 12 ainsi que trois nervures 14, 14.2', 14.2''.
- [0042] Selon un premier mode opératoire, le procédé de réparation du panneau raidi 10 comprend une première étape de retrait de matière visant à retirer la nervure 14 endommagée. Suite à ce retrait de matière, les premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2 présentent des premier et deuxième chants 26, 28 et la paroi 12 présente un troisième chant 30 à la place de la nervure 14 endommagée, comme illustré sur la figure 3.
- [0043] Les premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2 présentent des premier et deuxième points d'ancrage 32.1, 32.2, comme par exemple des trous taraudés présentant des axes perpendiculaires à la paroi 12. Selon un premier cas, les points d'ancrage 32.1, 32.2 sont présents au niveau de chaque nœud 16 avant le procédé de réparation. Selon un deuxième cas, les points d'ancrage 32.1, 32.2 ne sont pas présents avant le procédé de réparation et ce dernier comprend une étape de réalisation des points d'ancrage 32.1, 32.2 au moins au niveau des premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2.
- [0044] Le procédé de réparation du panneau raidi comprend également une étape de mise en

place d'un renfort structurel 34 reliant les premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2, comme illustré sur la figure 4. Selon un mode de réalisation, le renfort structurel 34 est positionné contre la deuxième face 10.2 du panneau raidi 10, en appui contre les faces terminales 22 des premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2. Le renfort structurel 34 comprend, à une première extrémité, une première tête 34.1 sous la forme d'une rondelle plaquée contre la face terminale du premier nœud 16.1 et reliée à ce dernier par au moins un premier élément de liaison 36.1, comme une vis se vissant dans le premier point d'ancrage 32.1 du premier nœud 16.1, ainsi qu'à une deuxième extrémité une deuxième tête 34.2 sous la forme d'une rondelle plaquée contre la face terminale du deuxième nœud 16.2 et reliée à ce dernier par au moins un deuxième élément de liaison 36.2, comme une vis se vissant dans le deuxième point d'ancrage 32.2 du deuxième nœud 16.2.

[0045] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à ce mode de réalisation pour assurer la liaison entre le renfort structurel 34 et les premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2. Ainsi, le renfort structurel 34 peut être collé ou soudé aux premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2.

[0046] Selon un mode de réalisation, le renfort structurel 34 a une section transversale en T (visible sur la figure 7) et comprend un corps 38 sous la forme d'une bande de matière, positionnée dans un plan parallèle à la paroi 12 en appui contre les faces terminales 22 des premier et deuxième nœuds 16.1, 16.2, ainsi qu'une âme 40 solidaire du corps 38 positionnée dans un plan perpendiculaire à la paroi 12 entre le corps 38 et la paroi 12. Comme illustré sur la figure 6, l'âme 40 est approximativement rectangulaire et dimensionnée de manière à être faiblement espacée ou quasiment en contact avec les premier, deuxième et troisième chants 26, 28 et 30 produits lors du retrait de la nervure 14 endommagée.

[0047] Le procédé de réparation comprend une étape de pose d'au moins un renfort de paroi 42.1, 42.2 configuré pour relier le renfort structurel 34 et la paroi 12.

[0048] Selon un mode de réalisation visible sur les figures 5 et 7, le panneau raidi 10 comprend un premier renfort de paroi 42.1 positionné dans la première alvéole 18.1 reliant le premier fond 24.1 et l'âme 40 du renfort structurel 34 ainsi qu'un deuxième renfort de paroi 42.2 positionné dans la deuxième alvéole 18.2 reliant le deuxième fond 24.2 et l'âme 40 du renfort structurel 34. Ainsi, les premier et deuxième renforts de paroi 42.1, 42.2 sont disposés de part et d'autre du renfort structurel 34.

[0049] Chacun des premier et deuxième renforts de paroi 42.1, 42.2 présente une section transversale en L et comporte une première aile 44, plaquée et reliée à l'âme 40 par au moins un élément de liaison 46, ainsi qu'une deuxième aile 48 plaquée et reliée au premier ou deuxième fond 24.1, 24.2 par au moins un élément de liaison 50. Selon une configuration, la deuxième aile 48 de chaque renfort de paroi 42.1, 42.2 est configurée

pour recouvrir quasiment tout le premier ou deuxième fond 24.1, 24.2, comme illustré sur la figure 5.

- [0050] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à cette configuration pour le renfort structurel 30 et les renforts de paroi 42.1, 42.2. Ainsi, le renfort structurel 34 pourrait ne pas comprendre d'âme 40 et les renforts de paroi 42.1, 42.2 pourraient être directement reliés au corps 38 du renfort structurel 30. De plus, les renforts de paroi peuvent être reliés à la paroi 12 et/ou au renfort structurel 34 par collage, par soudage ou autres.
- [0051] Sur la figure 8, le panneau raidi 10 comprend une zone d'endommagement 52 au niveau de la paroi 12 impactant un nœud.
- [0052] Selon un deuxième mode opératoire, le procédé de réparation du panneau raidi 10 comprend une étape de retrait de matière consistant à retirer une partie de la paroi 12 et les nervures reliées au nœud impacté. Après cette étape de retrait de matière, le panneau raidi 10 comprend une grande alvéole 54, correspondant aux six alvéoles adjacentes au nœud impacté qui étaient initialement séparées par les nervures retirées, ainsi qu'un orifice 56 au niveau de la paroi 12. Dans un exemple particulier de réalisation illustré par la figure 9, l'orifice 56 est centré dans la grande alvéole 54. Cette grande alvéole 54 comprend un fond 58 correspondant à une partie de la paroi 12 et, en périphérie, six nœuds périphériques 16 reliés par six nervures 14.
- [0053] Comme pour le premier mode opératoire, si les nœuds périphériques 16 ne comprennent pas de points d'ancrage 32', ces derniers sont réalisés lors du procédé de réparation.
- [0054] Le procédé de réparation comprend une étape de pose d'au moins un renfort de paroi 60 relié à la paroi 12 par des éléments de liaison 62.
- [0055] Selon un mode de réalisation, le renfort de paroi 60 comprend une plaque de renfort 64 plaquée contre le fond 58 et reliée à ce dernier par les éléments de liaison 62, comme des rivets par exemple. Selon une configuration, la plaque de renfort 64 est configurée pour recouvrir quasiment tout le fond 58 de la grande alvéole 54, comme illustré sur la figure 10.
- [0056] Selon un autre mode de réalisation, le renfort de paroi 60 comprend des première et deuxième plaques de renfort 64, 64' disposées de part et d'autre de la paroi 12, une première plaque de renfort 64 plaquée contre le fond 58 de la grande alvéole 54 et une deuxième plaque de renfort 64' plaquée contre la première face 10.1 du panneau raidi 10, les première et deuxième plaques de renfort 64, 64' étant reliées à la paroi 12 par les éléments de liaison 62. La première plaque de renfort 64 est configurée pour recouvrir quasiment tout le fond 58 de la grande alvéole 54. En parallèle, la deuxième plaque de renfort 64' s'étend au-delà de la grande alvéole 54, comme illustré sur les figures 10, 11 et 13. Les première et deuxième plaques de renfort 64, 64' ont un

contour hexagonal avec des angles arrondis.

- [0057] Selon un autre mode de réalisation visible sur la figure 11, le renfort de paroi 60 comprend une troisième plaque de renfort 64'', intercalée entre les première et deuxième plaques de renforts 64, 64', positionnée au niveau de l'orifice 56 de la paroi 12. Cette troisième plaque de renfort 64'' présente une épaisseur sensiblement égale à celle de la paroi 12 et une section sensiblement identique à celle de l'orifice 56.
- [0058] La (ou les) plaque(s) de renfort 64, 64', 64'' peut (ou peuvent) être reliée(s) à la paroi 12 par pose de fixations, collage, soudage ou autres.
- [0059] Le procédé de réparation comprend une étape de pose d'un renfort structurel 34' relié à tous les nœuds périphériques 16 positionnés autour de la grande alvéole 54 ainsi qu'au(x) renfort(s) de paroi 60.
- [0060] Selon un mode de réalisation, le renfort structurel 34' comprend une plaque 66 comportant une première face 66.1 configurée pour être plaquée contre le renfort de paroi 60 et une deuxième face 66.2 opposée à la première face, un nœud 68 en saillie et centré par rapport à une deuxième face 66.2 de la plaque 66, une pluralité de nervures 70 en saillie par rapport à la deuxième face 66.2 de la plaque 66 et régulièrement réparties autour du nœud 68. Chaque nervure 70 comprend une première extrémité 70.1 reliée au nœud 68 et une deuxième extrémité 70.2 présentant une tête 72 reliée à l'un des nœuds périphériques 16. Selon une configuration, chaque tête 72 se présente sous la forme d'une plaque configurée pour être plaquée contre la face terminale 22 d'un des nœuds périphériques 16 et présenter un trou de passage 74.
- [0061] La plaque 66, le nœud 68, les nervures 70 et les têtes 72 sont réalisés d'un seul tenant ou par assemblage de pièces.
- [0062] Le renfort structurel 34' est relié à chacun des nœuds périphériques 16 grâce à des éléments de liaison 76, comme par exemple des vis qui traversent les trous de passage 74 et se vissent dans les points d'ancrage 32' des nœuds périphériques 16. Le renfort structurel 34' est également relié au renfort de paroi 60 par des éléments de liaison 78 reliant la plaque 66 du renfort structurel 34' et le renfort de paroi 60. En variante, le renfort structurel 34' pourrait être relié aux nœuds périphériques 16 et/ou au renfort de paroi 60 par collage, par soudage ou autres.
- [0063] Selon un troisième mode opératoire illustré par les figures 14 à 18, le procédé de réparation comprend une étape de retrait de matière et éventuellement une étape de réalisation des points d'ancrage 32'. Ces étapes peuvent être identiques à celles du deuxième mode opératoire.
- [0064] Le procédé de réparation comprend une étape de pose d'au moins un renfort de paroi 80 relié au moins à la paroi 12 par des éléments de liaison 82.
- [0065] Selon un mode de réalisation, le renfort de paroi 80 comprend une structure de type isogrid 81 comportant une paroi hexagonale 84 présentant un contour approxima-

tivement égal à celui de la grande alvéole 54 et une première face 84.1 configurée pour être plaquée contre le fond 58 de la grande alvéole 54, un nœud central 86 positionné sur la deuxième face 84.2 de la paroi 84 ainsi qu'un réseau de nervures radiales et périphériques 88, 90 positionnées sur la deuxième face 84.2 délimitant six alvéoles triangulaires 92 autour du nœud central 86.

- [0066] La structure de type isogrid 81 comprend une première face 81.1 correspondant à la première face 84.1 de la paroi hexagonale 84 et une deuxième face 81.2 formée par la face terminale du nœud central 86 et les chants des nervures radiales et périphériques 88, 90.
- [0067] Le nœud central 86 comprend un point d'ancrage 93.
- [0068] La paroi hexagonale 84, le nœud central 86 et le réseau de nervures radiales et périphériques 88, 90 sont réalisés d'un seul tenant ou par assemblage de pièces. Ils sont configurés de sorte que lorsque la structure de type isogrid 81 est insérée dans la grande alvéole 54 et que la paroi hexagonale 84 est plaquée contre le fond 58 de la grande alvéole 54, les nervures périphériques 90 de la structure de type isogrid 81 soient en contact ou faiblement espacées des nervures 14 positionnées en périphérie de la grande alvéole 54 et que la deuxième face 81.2 de la structure de type isogrid 81 soit coplanaire à la deuxième face 10.2 du panneau raidi 10, comme illustré sur la figure 17.
- [0069] Le renfort de paroi 80 est relié au panneau raidi 10 par les éléments de liaison 82 positionnés au niveau de la paroi hexagonale 84 et/ou des nervures périphériques 90, comme illustré sur les figures 17 et 18. En variante, le renfort de paroi 80 pourrait être relié à la paroi 12 et/ou aux nervures situées en périphérie de la grande alvéole 54 par collage, par soudage ou autres.
- [0070] Le renfort de paroi 80 comprend une plaque de renfort 94 positionnée au niveau de l'orifice 56 de la paroi 12, présentant une épaisseur sensiblement égale à celle de la paroi 12 et une section sensiblement identique à celle de l'orifice 56. Cette plaque de renfort 94 est reliée à la structure de type isogrid 81 par tout moyen approprié, comme par vissage, rivetage ou autres.
- [0071] Le procédé de réparation comprend une étape de pose d'un renfort structurel 34'' relié à tous les nœuds périphériques 16 positionnés autour de la grande alvéole 54 ainsi qu'au renfort de paroi 80.
- [0072] Selon un mode de réalisation, le renfort structurel 34'' comprend un corps central 96 configuré pour être plaqué et relié au nœud central 86 ainsi que six branches 98 réparties régulièrement autour du corps central 96. Le corps central 96 présente un trou de passage 100.
- [0073] Chaque branche 98 comprend une première extrémité 98.1 reliée au corps central 96 et une deuxième extrémité 98.2 présentant une tête 102 reliée à l'un des nœuds péri-

phériques 16. Selon une configuration, chaque tête 102 se présente sous la forme d'une plaque configurée pour être plaquée contre la face terminale 22 d'un des nœuds périphériques 16 et présenter un trou de passage 104.

[0074] Le corps central 96, les branches 98 et les têtes 102 sont réalisés d'un seul tenant.

[0075] Le renfort structurel 34'' est relié aux nœuds périphériques 16 positionnés autour de la grande alvéole 54 par des éléments de liaison 106, par exemple des vis traversant les trous de passage 104 et se vissant dans les points d'ancrage 32' des nœuds périphériques 16. Le renfort structurel 34'' est relié au renfort de paroi 80 par un élément de liaison 108, par exemple une vis traversant le trou de passage 100 et se vissant dans le point d'ancrage 93 du nœud central 86 du renfort de paroi 80. En variante, le renfort structurel 34'' pourrait être relié au renfort de paroi 80 et/ou aux nœuds périphériques par collage, par soudage ou autres.

[0076] Quel que soit le mode opératoire, le procédé de réparation comprend une étape de retrait de matière ainsi que des étapes de pose d'au moins un renfort structurel 34, 34', 34'', reliant au moins deux nœuds positionnés autour de la zone endommagée, et d'au moins un renfort de paroi 42.1, 42.2, 60, 80 reliant la paroi 12 du panneau raidi 10 et le renfort structurel 34, 34', 34''. L'étape de retrait de matière consiste à retirer au moins une partie de nervure endommagée de manière à obtenir un évidement formé à minima de deux alvéoles. Généralement, toutes les nervures endommagées sont retirées et l'évidement présente une forme symétrique, comme par exemple la forme d'une grande alvéole 54 correspondant à six alvéoles du panneau raidi.

[0077] A l'issue du procédé de réparation, le panneau raidi 10 réparé comprend au moins un renfort structurel 34, 34', 34'' relié à au moins deux nœuds positionnés autour de la zone endommagée et au moins un renfort de paroi 42.1, 42.2, 60, 80 reliant la paroi 12 du panneau raidi 10 et le renfort structurel 34, 34', 34''.

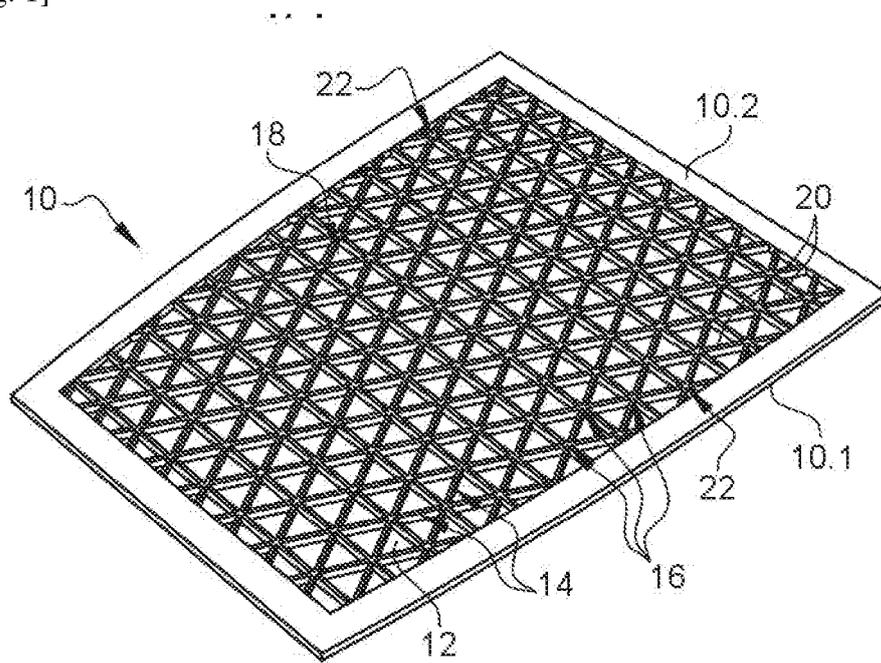
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de réparation d'un panneau raidi (10) de type isogrid comportant une paroi (12), un réseau de nervures (14) et de nœuds (16) agencés de manière à former des alvéoles (18) avec chacune un contour triangulaire, ledit panneau raidi (10) présentant au moins une zone endommagée, caractérisé en ce que le procédé de réparation comprend une étape de retrait de matière visant à retirer au moins une nervure endommagée de la zone endommagée ainsi que des étapes de pose d'au moins un renfort structurel (34, 34', 34''), reliant au moins deux nœuds positionnés autour de la zone endommagée, et d'au moins un renfort de paroi (42.1, 42.2, 60, 80) reliant la paroi (12) du panneau raidi (10) et le renfort structurel (34, 34', 34'').
- [Revendication 2] Procédé de réparation selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de retrait de matière consiste à retirer toutes les nervures endommagées de la zone endommagée.
- [Revendication 3] Procédé de réparation selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le retrait de matière forme une grande alvéole (54) correspondant à six alvéoles adjacentes du panneau raidi (10) et en ce que l'étape de retrait de matière consiste à réaliser un orifice (56) dans la paroi (12).
- [Revendication 4] Procédé de réparation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le renfort structurel (34) est posé et relié aux nœuds (16.1, 16.2) entourant la zone endommagée puis chaque renfort de paroi (42.1, 42.2) est posé et relié à la paroi (12) ainsi qu'au renfort structurel (34).
- [Revendication 5] Procédé de réparation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le renfort de paroi (60, 80) est posé et relié au moins à la paroi (12) puis le renfort structurel (34', 34'') est posé et relié aux nœuds (16) entourant la zone endommagée et au renfort de paroi (60, 80).
- [Revendication 6] Panneau raidi réparé à partir du procédé de réparation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le panneau raidi (10) réparé comprend au moins un renfort structurel (34, 34', 34'') relié à au moins deux nœuds positionnés autour de la zone endommagée ainsi qu'au moins un renfort de paroi (42.1, 42.2, 60, 80) reliant la paroi (12) du panneau raidi (10) et le renfort structurel (34, 34', 34''), le renfort structurel (34, 34', 34'') comprenant au moins deux têtes (34.1, 34.2, 72, 102) plaquées contre des faces terminales (22) des nœuds (16, 16.1, 16.2) entourant la zone endommagée et reliées auxdits nœuds (16, 16.1,

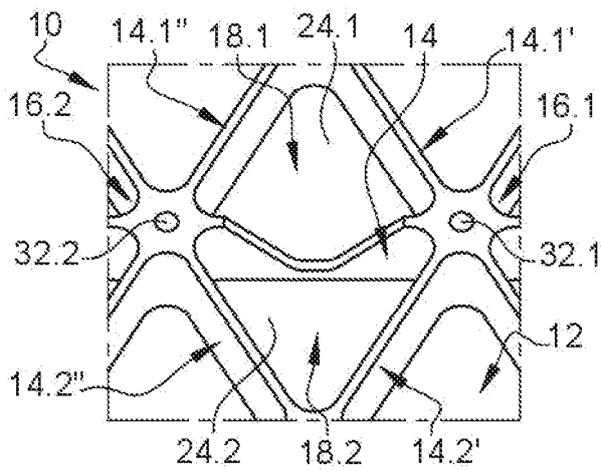
- 16.2) par des éléments de liaison (36.1, 36.2, 76, 106).
- [Revendication 7] Panneau raidi réparé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le renfort structurel (34) a une section transversale en T et comprend un corps (38) sous la forme d'une bande de matière, positionnée dans un plan parallèle à la paroi (12) en appui contre les faces terminales (22) des premier et deuxième nœuds (16.1, 16.2) disposés de part et d'autre de la zone endommagée, ainsi qu'une âme (40) solidaire du corps (38) positionnée dans un plan perpendiculaire à la paroi (12) entre le corps (38) et la paroi (12).
- [Revendication 8] Panneau raidi réparé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le panneau raidi (10) comprend des premier et deuxième renforts de paroi (42.1, 42.2) disposés de part et d'autre du renfort structurel (34).
- [Revendication 9] Panneau raidi réparé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chacun des premier et deuxième renforts de paroi (42.1, 42.2) présente une section transversale en L et comporte une première aile (44) plaquée et reliée à l'âme (40) du renfort structurel (34) par au moins un premier élément de liaison (46) ainsi qu'une deuxième aile (48) plaquée et reliée à la paroi (12) par au moins un deuxième élément de liaison (50).
- [Revendication 10] Panneau raidi réparé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le renfort de paroi (60) comprend au moins une plaque de renfort (64) plaquée et reliée à la paroi (12) par des éléments de liaison (62).
- [Revendication 11] Panneau raidi réparé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le renfort de paroi (60) comprend des première et deuxième plaques de renfort (64, 64') disposées de part et d'autre de la paroi (12) ainsi qu'une troisième plaque de renfort (64'') intercalée entre les première et deuxième plaques de renfort (64, 64') et positionnée au niveau d'un orifice (56) prévu au niveau de la paroi (12).
- [Revendication 12] Panneau raidi réparé selon l'une des revendications 10 à 11, caractérisé en ce que le renfort structurel (34') comprend une plaque (66) comportant une première face (66.1) configurée pour être plaquée contre le renfort de paroi (60) et une deuxième face (66.2) opposée à la première face (66.1), un nœud (68) en saillie et centré par rapport à la deuxième face (66.2) de la plaque (66) ainsi qu'une pluralité de nervures (70) en saillie par rapport à la deuxième face (66.2) de la plaque (66) et régulièrement réparties autour du nœud (68), chaque nervure (70) comportant une première extrémité (70.1) reliée au nœud (68) et une deuxième extrémité (70.2) présentant une tête (72) reliée à l'un des

- nœuds périphériques (16) situés autour de la zone endommagée.
- [Revendication 13] Panneau raidi réparé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le renfort de paroi (80) comprend une structure de type isogrid (81) comportant une paroi hexagonale (84) présentant un contour approximativement égal à celui d'un évidement (54) réalisé dans le panneau raidi, une première face (84.1) configurée pour être plaquée contre la paroi (12) et une deuxième face (84.2) opposée à la première face (84.1), un nœud central (86) positionné sur la deuxième face (84.2) de la paroi (84) et un réseau de nervures radiales et périphériques (88, 90) positionnées sur la deuxième face (84.2) délimitant six alvéoles triangulaires (92) autour du nœud central (86).
- [Revendication 14] Panneau raidi réparé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le renfort structurel (34'') comprend un corps central (96) configuré pour être plaqué et relié au nœud central (86) du renfort de paroi (80) ainsi que six branches (98) réparties régulièrement autour du corps central (96), chaque branche (98) comportant une première extrémité (98.1) reliée au corps central (96) et une deuxième extrémité (98.2) présentant une tête (102) reliée à l'un des nœuds périphériques (16) situés autour de l'évidement (54).

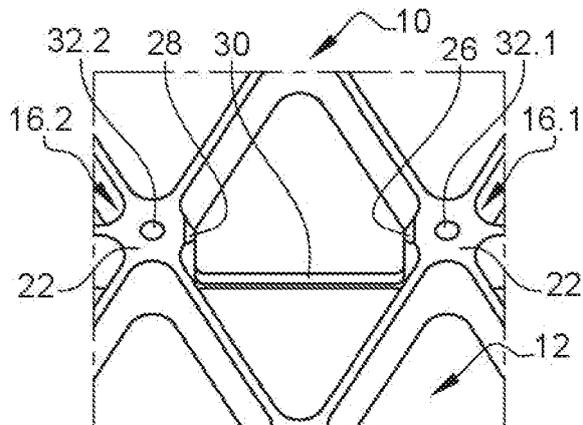
[Fig. 1]



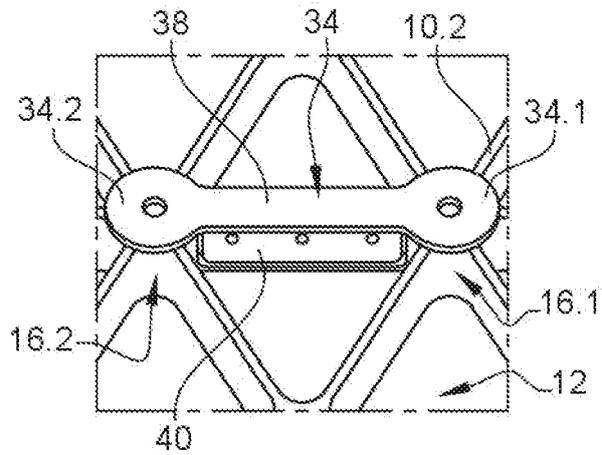
[Fig. 2]



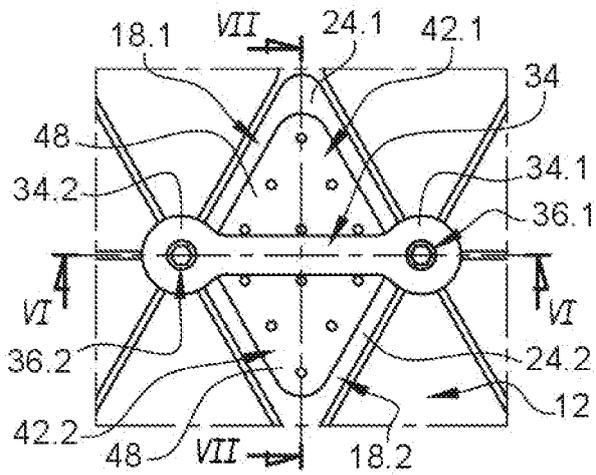
[Fig. 3]



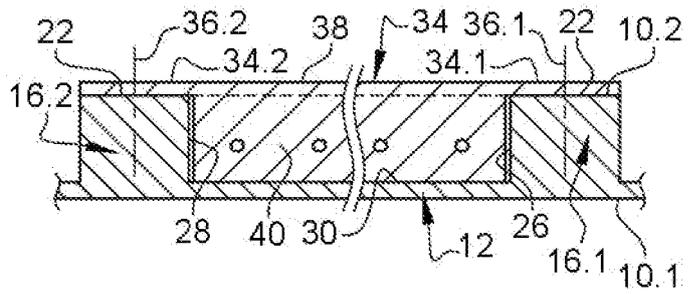
[Fig. 4]



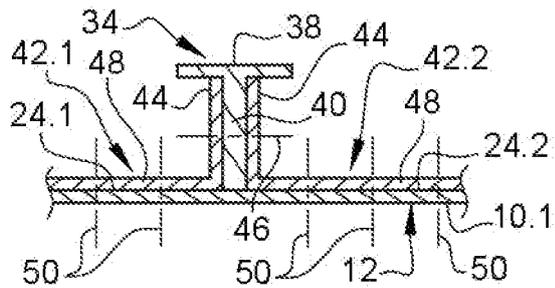
[Fig. 5]



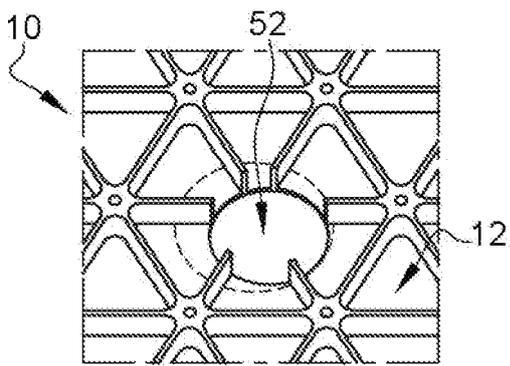
[Fig. 6]



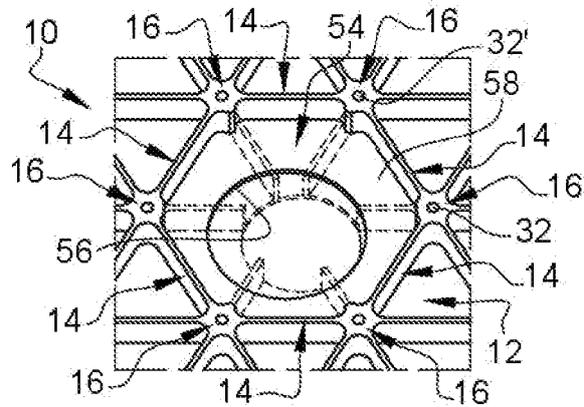
[Fig. 7]



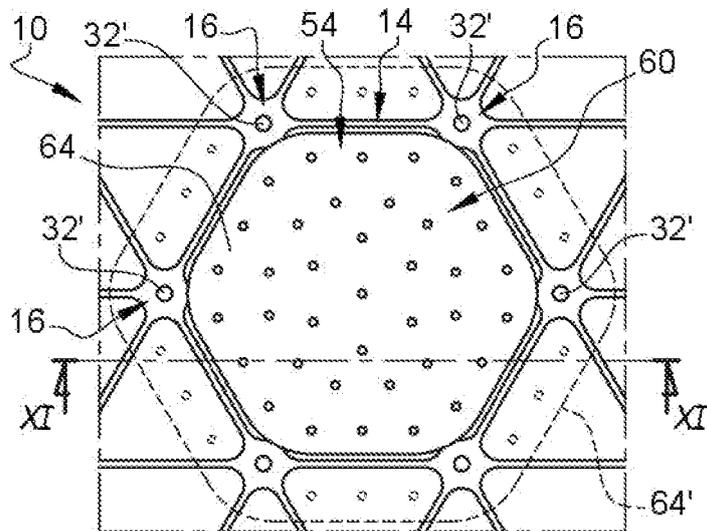
[Fig. 8]



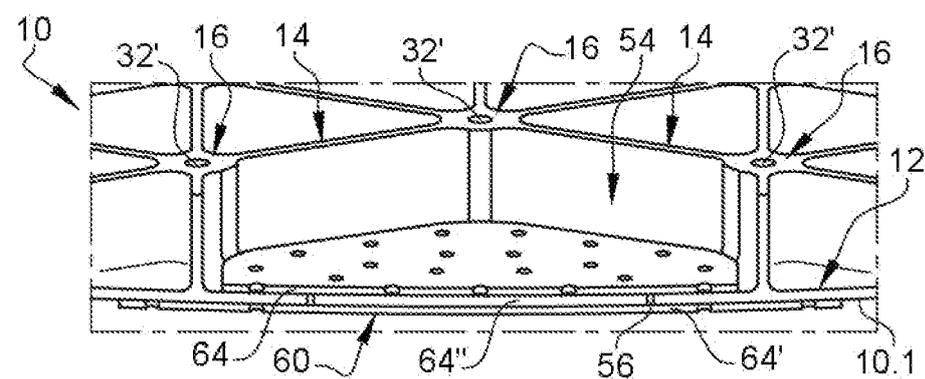
[Fig. 9]



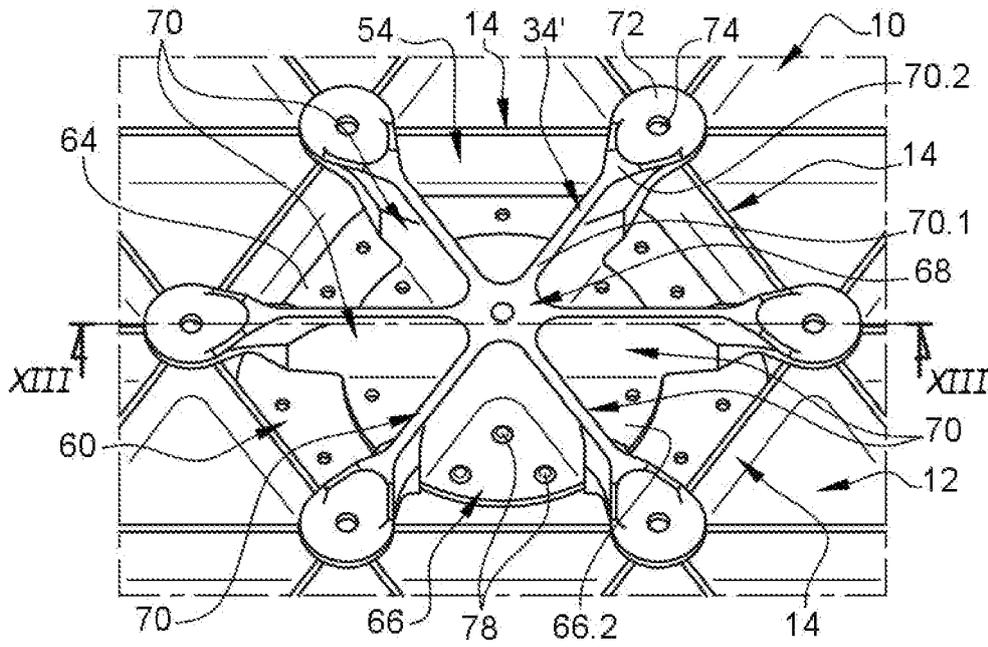
[Fig. 10]



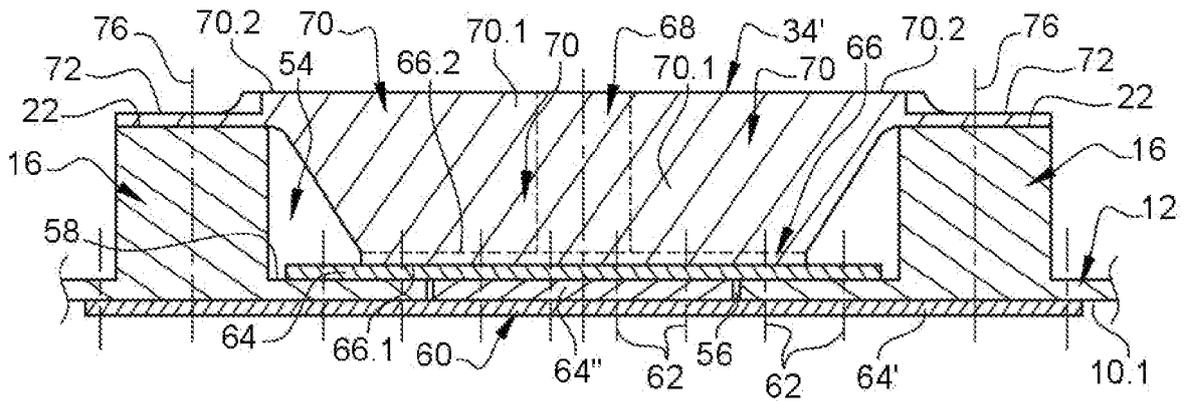
[Fig. 11]



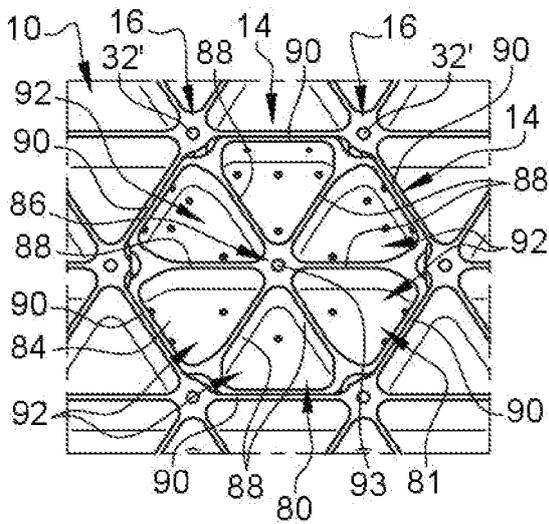
[Fig. 12]



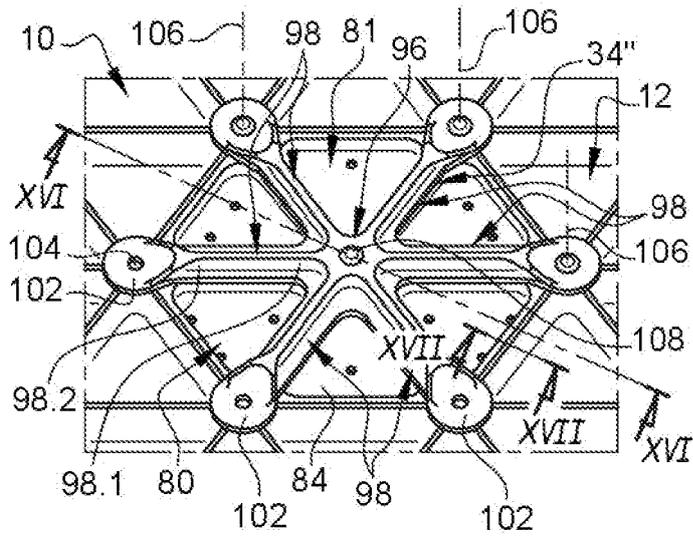
[Fig. 13]



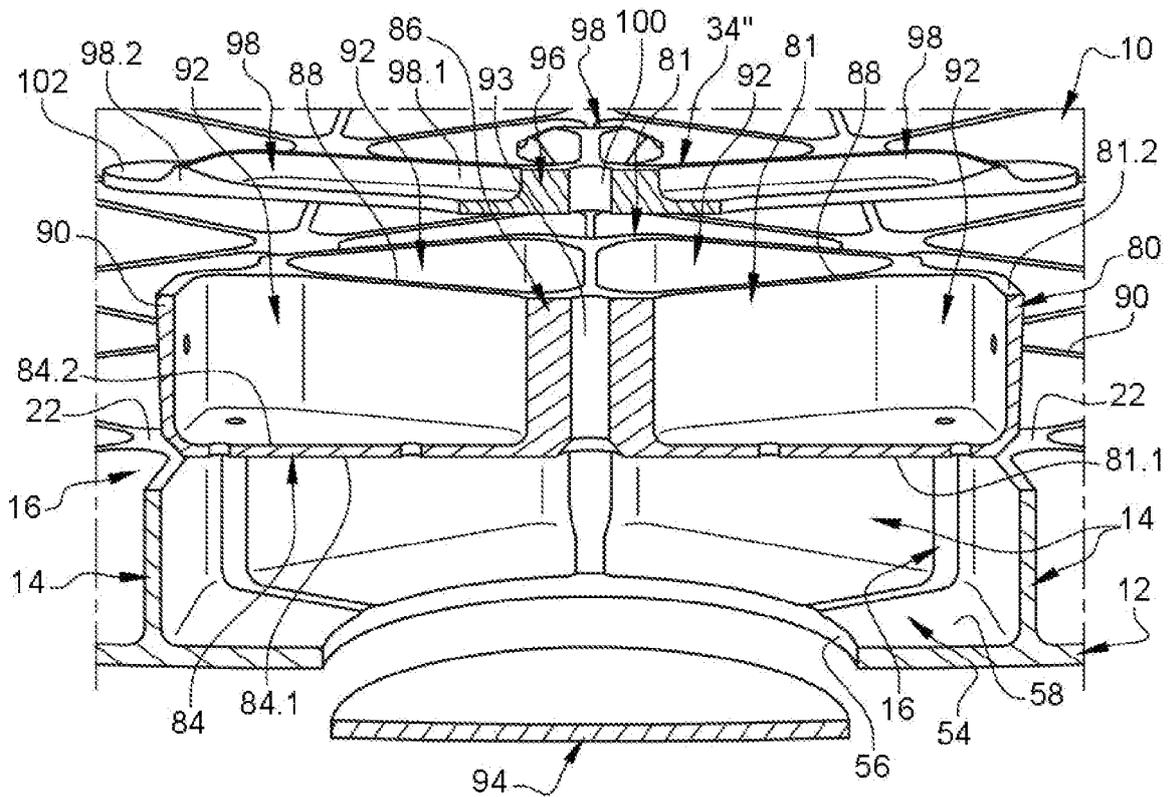
[Fig. 14]



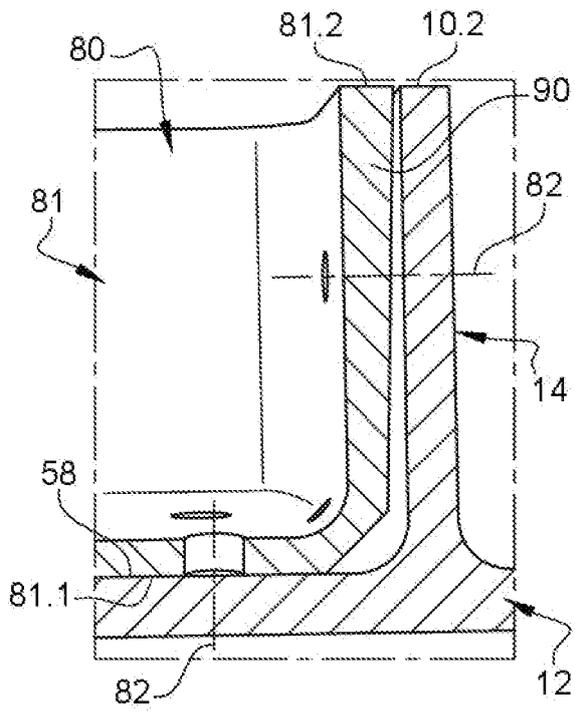
[Fig. 15]



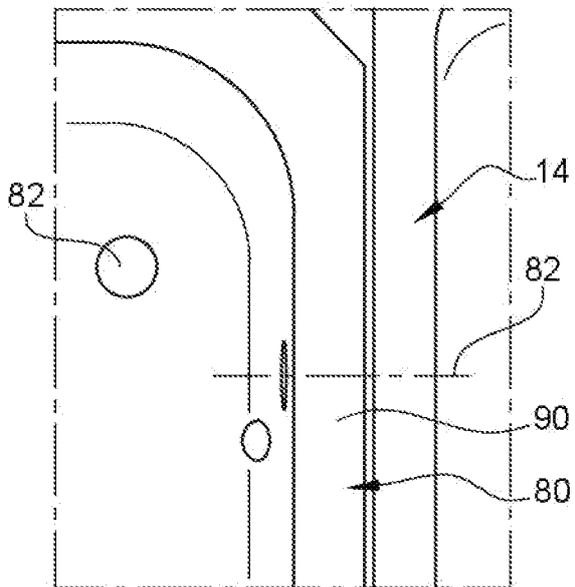
[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]



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 2 481 667 A1 (AIRBUS OPERATIONS SAS
[FR]) 1 août 2012 (2012-08-01)

**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