Innovation, Sciences et Développement économique Canada
Office de la Propriété Intellectuelle du Canada

Innovation, Science and Economic Development Canada
Canadian Intellectual Property Office

CA 2979421 C 2023/08/01

(11)(21) 2 979 421

(12) BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT

(13) C

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2016/03/16
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2016/09/22
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2023/08/01
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2017/09/11
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2016/055742
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2016/146716
(30) Priorité/Priority: 2015/03/16 (FR1552080)

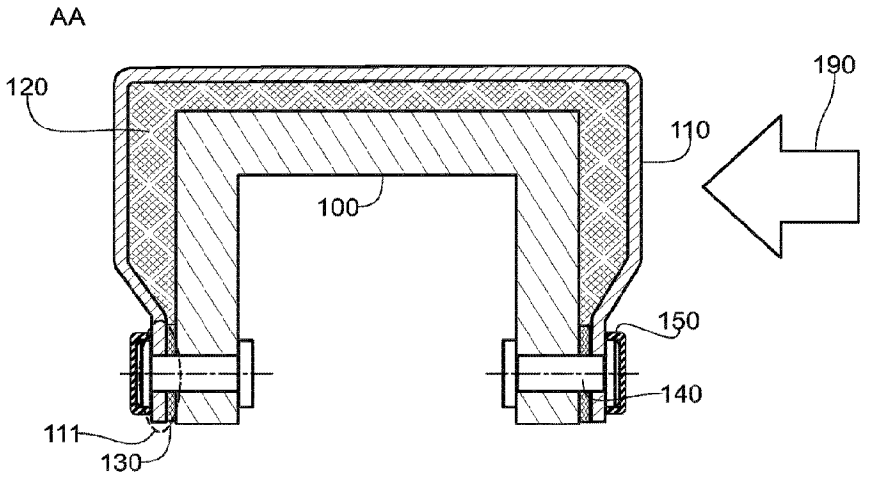
(51) Cl.Int./Int.Cl. *E04B 1/94* (2006.01), *A62C 2/06* (2006.01), *A62C 3/08* (2006.01), *B32B 27/04* (2006.01), *B64C 1/40* (2006.01), *B64D 33/04* (2006.01), *D04H 1/4209* (2012.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
LANDAIS, FABRICE, FR;
SOUBELET, DOMINIQUE, FR

(73) Propriétaire/Owner:
DAHER AEROSPACE, FR

(74) Agent: BCF LLP

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE PROTECTION AU FEU D'UNE PIECE EN MATERIAU COMPOSITE
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FIREPROOFING A COMPOSITE MATERIAL PART



(57) Abrégé/Abstract:
L'invention concerne un dispositif pour la protection au feu d'un tronçon d'une pièce (100) de structure constituée d'un matériau composite, caractérisé en ce qu'il comporte : a. une peau (110, 210), comportant une face externe destinée à être tournée vers la flamme et une face interne, laquelle peau est constituée d'un matériau composite comportant un renfort fibreux dans une matrice polymère et comportant des moyens (111) de fixation à la pièce de structure; b. une couche de feutre (120) minéral aiguilleté interposée entre la face interne de peau et une surface de la pièce (100) de structure.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
22 septembre 2016 (22.09.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/146716 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B64C 1/40 (2006.01) *A62C 3/08* (2006.01)
A62C 2/06 (2006.01) *D04H 1/4209* (2012.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/055742

(22) Date de dépôt international :
16 mars 2016 (16.03.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1552080 16 mars 2015 (16.03.2015) FR

(71) Déposant : **DAHER AEROSPACE** [FR/FR]; 23, route de Tours, 41100 Saint Julien De Chedon (FR).

(74) Mandataire : **HAMANN, Jean-Christophe**; IPSIDE, 25, allée cavalière, 44500 La Baule (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

WO 2016/146716 A1

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR FIREPROOFING A COMPOSITE MATERIAL PART

(54) Titre : PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE PROTECTION AU FEU D'UNE PIÈCE EN MATÉRIAU COMPOSITE

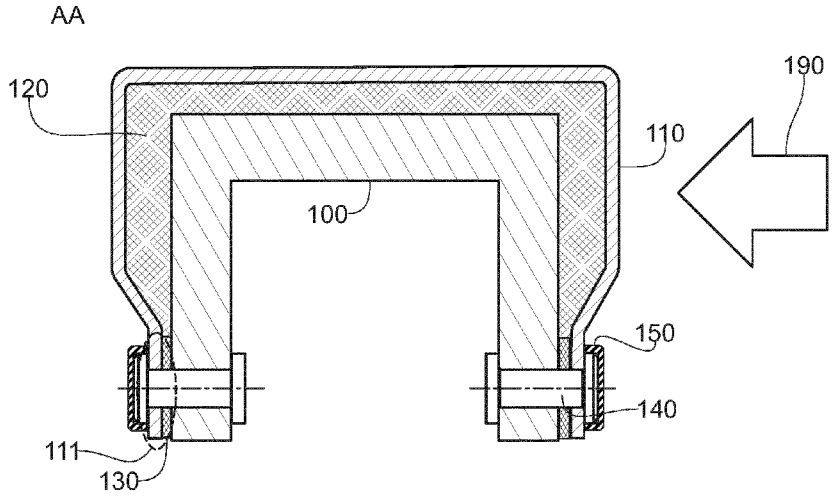


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to a device for fireproofing a section of a structural part (100) formed of a composite material. Said device is characterized in that it comprises: a. a skin (110, 210) comprising an outer surface that is intended to face the flame and an inner surface, said skin being formed of a composite material that comprises a fiber reinforcement in a polymer matrix, and comprising means (111) for attachment to the structural part; and b. an inorganic needled felt layer (120) inserted between the inner surface of the skin and a surface of the structural part (100).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/146716 A1

L'invention concerne un dispositif pour la protection au feu d'un tronçon d'une pièce (100) de structure constituée d'un matériau composite, caractérisé en ce qu'il comporte : a. une peau (110, 210), comportant une face externe destinée à être tournée vers la flamme et une face interne, laquelle peau est constituée d'un matériau composite comportant un renfort fibreux dans une matrice polymère et comportant des moyens (111) de fixation à la pièce de structure; b. une couche de feutre (120) minéral aiguilleté interposée entre la face interne de peau et une surface de la pièce (100) de structure.

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE PROTECTION AU FEU D'UNE PIÈCE EN MATÉRIAU COMPOSITE

L'invention concerne un procédé et un dispositif pour la protection au feu d'une pièce en matériau composite. L'invention est plus particulièrement, mais non exclusivement, destinée au domaine de l'aéronautique pour la protection au feu d'une pièce de structure constituée d'un matériau composite à renfort fibreux dans une matrice polymère thermoplastique ou thermodurcissable.

La tenue au feu des pièces de structure aéronautiques situées dans des zones potentiellement exposées à la flamme est une obligation réglementaire. Les normes imposent une tenue minimale de 15 minutes de la pièce soumise à une flamme de 1100°C combinée à une vibration verticale de 0,4 mm d'amplitude à une fréquence de 50 Hz. La qualification de « tenue au feu » est définie par l'atteinte de différentes performances, lesquelles correspondent à des normes ou à des exigences internes de l'avionneur, par exemple :

- ne pas dépasser les températures critiques d'auto-inflammation de la structure lors de sa phase de dégazage ;
- la température sur la face de la structure opposée à la face soumise à la flamme, ne dépasse pas 500 °C après 5 minutes d'exposition, et 700 °C après 10 minutes d'exposition ;
- l'exposition à un flux énergétique de 120 $kW.m^{-2}$ ne doit pas perforer la structure au cours des 10 premières minutes d'exposition.

À cette fin, différentes techniques de protection sont utilisées. Le document EP 0167533 donne un aperçu des techniques de protection de l'art antérieur.

Ces différentes techniques de protection de l'art antérieur présentent les inconvénients d'un ajout de masse important, le poids spécifique des moyens de protection étant supérieur à celui de la pièce structurale, et de ne pas épouser la forme de la pièce. De plus, les revêtements utilisés pour protéger les pièces selon les méthodes de l'art antérieur, présentent l'inconvénient d'être sensibles à la perforation et à la déchirure, une telle dégradation dudit revêtement entraînant une perte d'efficacité de celui-ci vis-à-vis de la protection au feu. Afin de résoudre cet inconvénient, une solution de l'art antérieur consiste à protéger l'isolant thermique par des coquilles

métalliques. En plus de l'ajout de masse conséquent engendré par cette solution, la coquille métallique tend à se déformer et à se dilater thermiquement de manière différente de celle de la structure, ce qui rend difficile sa fixation à ladite structure et engendre des contraintes mécaniques importantes dans la structure lorsque la coquille métallique est soumise à la flamme, ou même au cours des variations de température constatées en service. Couramment, des feuilles d'acier inoxydable d'une épaisseur de 0,08 mm sont utilisées à cette fin. La masse ajoutée par ces feuilles est de l'ordre de 1,270 $kg.m^{-2}$, alors que la faible épaisseur desdites feuilles ne confère qu'une protection mécanique modérée, sensible à la perforation, du revêtement de protection sous-jacent. Ainsi, lorsque le revêtement de protection sousjacent a une masse surfacique de l'ordre de 1 $kg.m^{-2}$ l'ajout de masse engendré par cette solution de protection de l'art antérieur est de l'ordre de 2,270 $kg.m^{-2}$.

L'invention vise à résoudre les inconvénients de l'art antérieur et concerne à cette fin un dispositif pour la protection au feu d'un tronçon d'une pièce de structure constituée d'un matériau composite, caractérisé en ce qu'il comporte :

a. une peau, comportant une face externe destinée à être tournée vers la flamme et une face interne, laquelle peau est constituée d'un matériau composite comportant un renfort fibreux dans une matrice polymère et comportant des moyens de fixation à la pièce de structure ;

b. une couche de feutre minéral aiguilleté interposée entre la face interne de peau et une surface de la pièce de structure.

Ainsi la peau est apte à être formée par les techniques classiques de mise en œuvre des matériaux composites à matrice polymère, pour l'adapter précisément à la forme du tronçon de pièce à protéger. Elle protège l'isolant thermique, c'est-à-dire le feutre aiguilleté, des agressions mécaniques et l'ajout de masse reste modéré. La rigidité de ladite peau est suffisamment faible en regard de la rigidité de la structure pour lui permettre de suivre les déformations de ladite structure et sa dilatation thermique est du même ordre de grandeur que celle de la structure ainsi protégée.

L'invention est avantageusement mise en œuvre selon les modes de réalisation exposés ci-après, lesquels sont à considérer individuellement ou selon toute combinaison techniquement opérante.

Avantageusement, l'épaisseur de feutre minéral est de l'ordre de 10 mm. Cette

épaisseur, combinée à la protection conférée par la peau composite, est suffisante pour assurer la protection thermique de la pièce de structure avec un ajout de masse modéré.

Selon un mode de réalisation, les moyens de fixation comprennent des rivets.

Selon un autre mode de réalisation, compatible avec le précédent, les moyens de fixation comprennent un collage entre la peau et la pièce de structure.

Avantageusement les moyens de fixation combinent un collage avec une colle résistant à une température supérieure ou égale à 200 °C et un rivetage. Ainsi, le collage assure une protection étanche de la pièce de structure aux températures de dégazage, puis les rivets assurent le maintien de la protection thermique sur la structure aux températures plus élevées.

Avantageusement, la peau comprend sur sa face interne, un pli constitué d'un tissu de verre. Ledit tissu de verre assure une protection du feutre vis-à-vis de la flamme.

L'invention concerne également un procédé pour la protection d'une pièce de structure mettant en œuvre un dispositif selon l'invention, lequel procédé comporte les étapes consistant à :

i. draper un pli de verre non imprégné sur un outillage correspondant à la forme du tronçon de la pièce de structure, mais décalée de l'épaisseur de feutre isolant, ledit pli de verre sec se trouvant du côté de la face interne de la peau ;
ii. draper un pli de verre pré-imprégné sur le pli de verre non imprégné déposé à l'étape i) ;
iii. cuire le stratifié ainsi obtenu de sorte à former une peau ;
iv. placer une épaisseur de feutre ignifugé sur la face interne de ladite peau ;
v. fixer ladite peau sur le tronçon de la pièce de structure ;
vi. répéter les opérations i) à v) pour chaque tronçon de la pièce de structure jusqu'à couvrir ladite pièce de structure.

Ainsi, mise en œuvre par drapage et cuisson-consolidation de la peau, permet d'adapter la forme de celle-ci à la pièce à protéger.

Avantageusement, l'étape iv) de fixation de la peau du procédé objet de l'invention comprend une opération de rivetage et le procédé comprend une étape consistant à :

vii. appliquer une protection thermique du type ablative ou intumescente sur les têtes de rivet.

Ainsi les têtes de rivet sont protégées de la température et les rivets ne transmettent pas la flamme à l'intérieur de la peau.

L'invention est exposée ci-après selon ses modes de réalisation préférés, nullement limitatifs, et en référence aux figures 1 à 2 dans lesquelles :

- la figure 1 montre schématiquement selon une vue de profil et en coupe selon AA définie figure 2, un exemple de réalisation du dispositif de protection objet de l'invention ;
- et la figure 2 illustre selon une vue en perspective, un exemple de réalisation de deux tronçons de protection thermique sur une pièce.

Figure 1, selon un exemple de réalisation, le dispositif de protection au feu objet de l'invention est adapté à la protection d'une pièce (100) structurale, notamment constituée d'un matériau composite stratifié à renfort fibreux dans une matrice polymère. Ledit dispositif comprend une peau (110) formant une coque enveloppante autour d'un tronçon de ladite pièce (100). Cette peau (110) est semi-rigide, et constituée, selon un exemple de réalisation, d'un matériau composite stratifié à renfort fibreux dans une matrice polymère thermodurcissable ou thermoplastique. À titre d'exemple non limitatif, ledit stratifié constituant la peau comporte deux plis d'un tissu de verre dans une résine époxy. Selon cet exemple de réalisation, la peau est constituée par drapage desdits deux plis sur un outillage, l'un des plis étant sec et l'autre pré-imprégné. La face externe de la peau est exposée à la flamme. Lors du drapage, le pli de verre sec est placé côté face interne. Puis la peau est de manière conventionnelle compactée et cuite. L'outillage de formage, de la peau reproduit la forme exacte du tronçon de la pièce (100) protégé, y compris les éventuels bossages (212) comme représenté figure 2.

Un isolant thermique (120) est interposé entre la face interne de la peau (110) et la pièce (100). Selon un exemple de réalisation, ledit isolant est constitué de fibres de quartz aiguilleté d'une épaisseur de 10 mm. Selon cette configuration la masse surfacique d'isolant thermique est de l'ordre de 1 $kg.m^{-2}$.

Selon un exemple de réalisation, la peau est liée à la pièce par collage, au moyen d'une colle (130) silicone résistant à une température d'au moins 200 °C et au moyen

de rivets (140). À cette fin la peau (110) comprend des portions (111) de fixation, prévues dans l'outillage de drapage. La souplesse de la peau lui permet de s'adapter à la forme de la pièce et d'assurer un bon contact entre ladite pièce et les portions d'assemblage (111) de sorte que le volume enserré par la peau est étanche. Les têtes de rivet sont protégées par un revêtement (150) de protection thermique de type ablatif ou intumescent, par exemple un revêtement ablatif distribué sous la marque Fastblock ® 800 par la société Esterline. L'association d'un collage et d'un rivetage permet d'arrimer la peau au plus près du contour de la pièce y compris dans les zones de rayon de raccordement où il n'est pas possible d'installer des rivets. Selon cet exemple de réalisation, la masse globale ajoutée est de 1,7 $kg.m^{-2}$ soit un gain de 25 % par rapport à la solution de l'art antérieur utilisant des feuilles de protection métalliques.

Figure 2, la surface de la pièce (100) susceptible d'être exposée aux flammes est recouverte, par tronçons, par une pluralité de dispositifs (110, 210) selon l'invention. La pièce ainsi couverte est soumise à une flamme de 1100 °C et correspondant à un flux énergétique de 120.10^3 $W.m^{-2}$, pendant 15 minutes ainsi qu'à une vibration à déplacement imposé d'amplitude 0,4 mm à une fréquence de 50 Hz :

- la protection thermique n'est pas perforée ;
- la température de la pièce reste inférieure à 500 °C après 5 minutes d'exposition et inférieur à 700 °C après 10 minutes d'exposition ;
- et surtout, s'agissant d'une pièce (100) constituée d'un composite à renfort de fibres de carbone dans une matrice phénolique, la température d'auto-inflammation n'est pas atteinte pendant la phase de dégazage de la matrice.

Aussi le dispositif objet de l'invention procure une protection thermique compatible avec les normes aéronautiques en vigueur, avec un ajout de masse inférieur de 25 % aux solutions connues de l'art antérieur.

Le dispositif et le procédé objet de l'invention sont plus particulièrement avantageux pour la réalisation de la protection thermique d'une pièce de structure constituée d'un matériau composite à matrice polymère. Toutefois, le dispositif et le procédé objets de l'invention sont également adapté à la réalisation de la protection thermique d'une pièce de structure constituée d'un autre matériau.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour la protection au feu d'un tronçon d'une pièce de structure constituée d'un matériau composite, comportant:

   a. une peau apte à former une coque enveloppante autour du tronçon de la pièce, mais décalée d'une surface de celui-ci d'une épaisseur d'un isolant, comportant une face externe destinée à être tournée vers une flamme et une face interne, laquelle peau est constituée d'un matériau composite comportant un renfort fibreux dans une matrice polymère et comportant des moyens de fixation à la pièce de structure;

   b. une couche de feutre minéral aiguilleté pour être placée sur la face interne de la peau, de manière à être interposée entre la face interne de la peau et la surface du tronçon de la pièce de structure, et constituant l'isolant.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel une épaisseur de feutre minéral est de l'ordre de 10 mm.

3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les moyens de fixation comprennent des rivets.

4. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les moyens de fixation comprennent un collage entre la peau et la pièce de structure.

5. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les moyens de fixation combinent un collage, avec une colle résistant à une température supérieure ou égale à 200 °C, et un rivetage.

Date Reçue/Date Received 2022-08-30

6. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la peau comprend sur sa face interne un pli constitué d'un tissu de verre.

7. Procédé pour la protection d'une pièce de structure mettant en oeuvre un dispositif selon la revendication 6, comportant les étapes consistant à :

i. draper un pli de verre de verre non imprégné sur un outillage correspondant à une forme du tronçon de la pièce de structure mais décalée d'une épaisseur de la couche de feutre minéral aiguilleté, ledit pli de verre non-imprégné se trouvant côté face interne de la peau ;

ii. draper un pli de verre préimprégné sur le pli de verre non imprégné ;

iii. cuire le stratifié ainsi obtenu de sorte à former la peau ;

iv. placer la couche de feutre minéral aiguilleté sur la face interne de ladite peau ;

v. fixer la peau sur le tronçon correspondant de la pièce de structure ;

vi. répéter les opérations i) à v) pour chaque tronçon de la pièce de structure jusqu'à couvrir ladite pièce de structure.

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel l'étape v) de fixation de la peau comprend une opération rivetage et qui comprend une étape consistant à :

vii. appliquer une protection thermique du type ablative ou intumescente sur des têtes de rivet.

Date Reçue/Date Received 2022-08-30

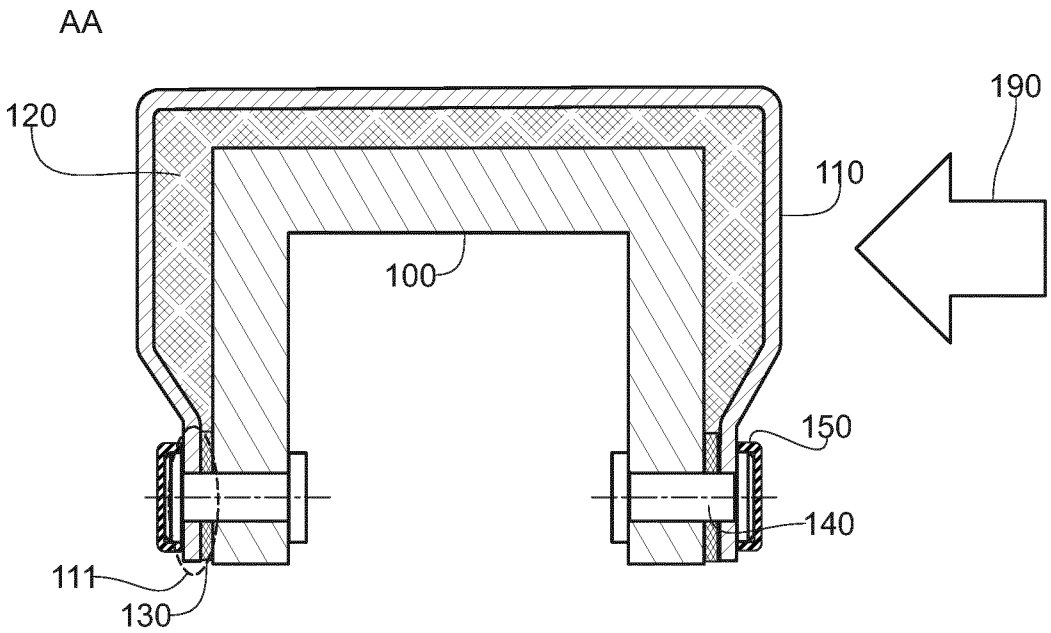


Fig. 1

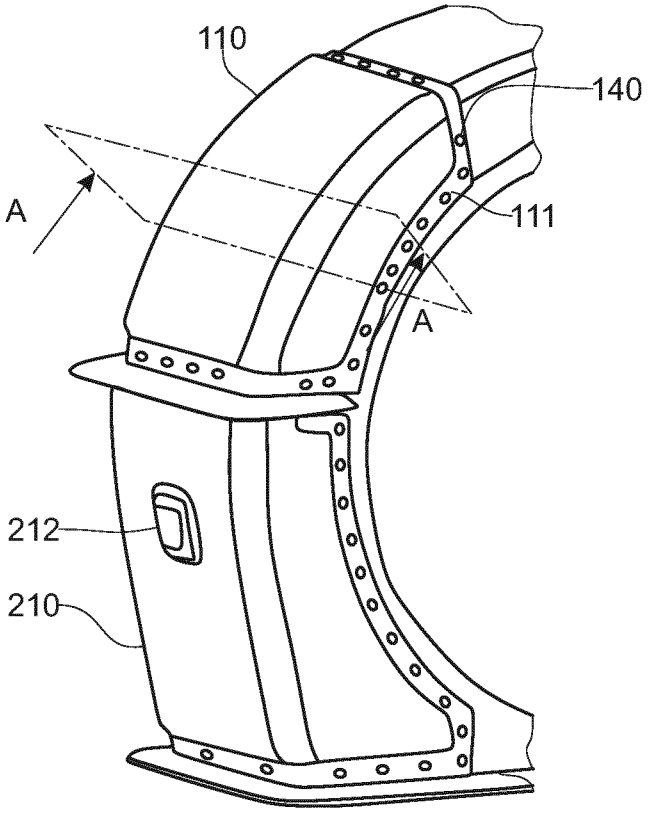
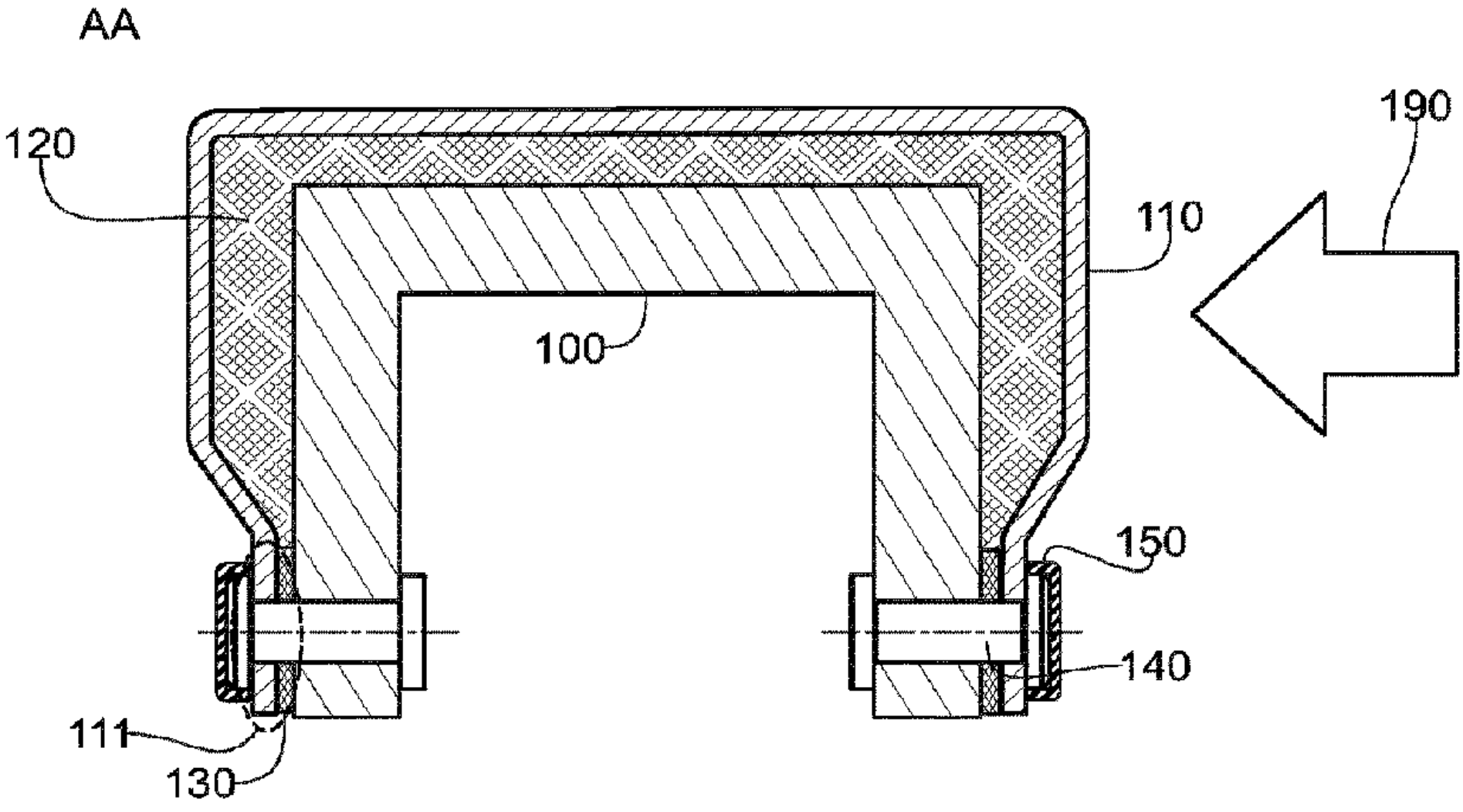


Fig. 2


AA
120
190
110
100
150
140
111
130