



(51) Classification internationale des brevets :
B29C 70/44 (2006.01) B29C 33/48 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051347

(22) Date de dépôt international :
11 juin 2013 (11.06.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
12/55463 12 juin 2012 (12.06.2012) FR

(71) Déposant : AIRCELLE [FR/FR]; Route du Pont 8, F-76700 Gonfreville L'Orcher (FR).

(72) Inventeurs : VAUCHEL, Guy Bernard; 6, Avenue de la Résistance, F-76700 Harfleur (FR). PILLON, Eric; 107 route de Mesnil Vasse, F-76110 Benarville (FR). GRENET, Denis; 54 rue de la broche à rotir, F-76430 Les Trois Pierres (FR). COIN, Maxime; 428 Route d'Honfleur, F-27210 Boulleville (FR).

(74) Mandataire : CABINET GERMAIN & MAUREAU; 8 avenue du Président Wilson, F-75016 Paris (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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

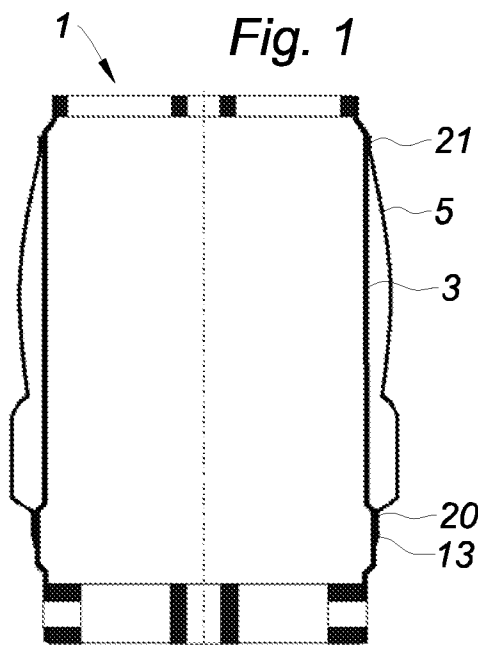
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, 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))

(54) Title : SET OF TOOLS FOR PRODUCING A COMPOSITE PART

(54) Titre : ENSEMBLE D'OUTILLAGE POUR LA FABRICATION D'UNE PIÈCE COMPOSITE



(57) Abstract : The invention relates to a set of tools (1) for producing a composite part with a circumference greater than 180°, having at least one convex surface that cannot be stripped, said set comprising at least one core (3) and a plurality of key sections (5), at least one of said key sections comprising at least one supporting wall, the shape of which is substantially similar to that of a working wall of said core, at least one supporting wall for at least partially supporting a first skin of said composite part to be produced, and at least one side wall comprising holding means that are shaped in such a way as to hold at least two adjacent key sections between them. The set of tools (1) according to the invention is characterised in that the key section holding means allow at least circumferential play between at least two adjacent side walls of the key sections.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un ensemble d'outillage (1) pour la fabrication d'une pièce composite supérieure à 180° de circonférence présentant au moins une surface convexe ne pouvant être démoulée, ledit ensemble comprenant au moins un noyau (3) et une pluralité de clés (5), au moins une desdites clés comprenant au moins une paroi d'appui de profil sensiblement similaire à celui d'une paroi de travail dudit noyau, au moins une paroi de support destinée à supporter au moins en partie une première peau de ladite pièce composite à fabriquer, et au moins une paroi latérale comprenant des moyens de maintien conformés pour maintenir entre elles au moins deux clés adjacentes. L'ensemble d'outillage (1) selon l'invention est remarquable en ce que les moyens de maintien des clés autorisent un jeu au moins circonferentiel entre au moins deux parois latérales adjacentes des clés.

Ensemble d'outillage pour la fabrication d'une pièce composite

L'invention se rapporte à un ensemble d'outillage pour la fabrication d'une pièce composite et à un procédé de fabrication d'une pièce composite.

5 La fabrication d'une pièce en matériau composite peut être réalisée par une étape de drapage de plis contre une forme mâle, c'est-à-dire par pressage contre une forme mâle de plusieurs plis en carbone, préimprégné ou non d'une résine, puis par une étape polymérisation, c'est-à-dire par chauffage de l'ensemble dans un four afin de donner aux plis la rigidité souhaitée.

10 La pièce ainsi constituée est alors apte à être démoulée par retrait du moule.

La fabrication de pièces inférieures à 180° de circonférence est relativement facile à fabriquer. Cependant, il n'en va pas de même pour des pièces présentant des géométries s'étendant sur une zone angulaire
15 importante, notamment supérieure à 180°, et possédant des lignes que l'on ne peut pas extraire du moule après réalisation de la pièce.

Un exemple de pièce particulièrement difficile à réaliser en matériau composite par ce type de procédé est une structure externe de nacelle de turboréacteur telle qu'un capot mobile d'inverseur de poussée, pour une
20 structure de nacelle de type dit « O-Duct ».

Un avion est mû par plusieurs turboréacteurs logés chacun dans une nacelle servant à canaliser les flux d'air engendrés par le turboréacteur, et qui peut également abriter un ensemble de dispositifs assurant diverses fonctions tels qu'un dispositif d'inversion de poussée dont le rôle est
25 d'améliorer la capacité de freinage de l'avion en redirigeant vers l'avant au moins une partie de l'air du flux secondaire.

Une nacelle présente généralement une structure tubulaire comprenant une entrée d'air en amont du turboréacteur, une section médiane destinée à entourer une soufflante du turboréacteur, une section aval abritant
30 les moyens d'inversion de poussée et destinée à entourer la chambre de combustion du turboréacteur, et est généralement terminée par une tuyère d'éjection dont la sortie est située en aval du turboréacteur.

Il est connu une nacelle destinée à être supportée par un pylône du turboréacteur comprenant un dispositif d'inversion de poussée possédant un
35 capot mobile unique monobloc sensiblement périphérique et quasi annulaire, monté coulissant sur des rails disposés de part et d'autre dudit pylône.

Un tel capot est souvent désigné par les termes anglo-saxons « O-duct », par allusion à la forme de virole d'un tel capot, par opposition au « D-duct », qui comprend en fait deux demi-capots s'étendant chacun sur une demi-circonférence de la nacelle.

5 La fabrication d'un tel capot monobloc, présentant au moins une forme convexe, est de manière connue réalisée grâce à un outillage dit « à clés ».

Un tel outillage présente généralement trois, quatre ou cinq parties appelées « clés » dont la fixation entre elles se fait en interne de la structure,
10 soit mécaniquement par boulonnage, soit par un système de liaisons automatiques et de manipulation des clés, le tout étant enveloppé par une vessie plastique.

L'étanchéité de l'outillage est selon l'art antérieur reportée sur la vessie en enveloppant l'outillage extérieurement et intérieurement. Un
15 inconvénient majeur de ce type de solution est lié à la taille de la vessie et à sa manipulation. L'ajustement de la vessie en partie interne du moule est relativement compliqué, la taille de la vessie est importante et sa manipulation complexe, ce qui entraîne un risque important de perte de vide lors de la polymérisation.

20 En outre, les clés assurent la résistance structurale de l'outillage. Elles sont par conséquent généralement métalliques, ce qui augmente considérablement la masse de l'ensemble d'outillage, et le coût de fabrication de telles clés.

On connaît également un outillage pour lequel les clés elles-mêmes
25 sont rendues étanches. Cependant, le système d'étanchéité des clés n'est pas fiable, ce qui rend aléatoire la qualité de compactage de la structure lors de la polymérisation sous vide et mise en pression de l'autoclave.

On connaît de l'art antérieur la demande de brevet publiée sous le numéro GB 2 460 741, et visant précisément à résoudre les inconvénients
30 qu'impliquent la grande taille de la vessie. Dans ce document de l'art antérieur, l'outillage comprend un noyau central interne sur lequel est positionnée une pluralité de clés non étanches. L'étanchéité est directement réalisée sur le noyau interne, ce qui permet de s'affranchir des problèmes liés à l'encombrement de la vessie car il n'est plus nécessaire d'envelopper la partie
35 interne du moule.

D'autre part, la paroi interne des clés adopte sensiblement la même forme que la paroi externe du noyau, et les clés sont boulonnées entre elles au niveau de leurs parois latérales.

Le boulonnage rigide de clés entre elles permet un serrage optimal
5 entre les parois latérales des clés. Cependant, lorsque les clés sont positionnées sur le noyau, un tel contact entre les clés entraîne un contact aléatoire entre les parois internes des clés et la paroi externe du noyau, du fait des tolérances mécaniques de chacune des pièces fabriquées. Ceci entraîne un mauvais centrage de clés sur le noyau, et par conséquent une imperfection
10 de la pièce composite fabriquée.

Par ailleurs, il se peut également que les parties internes des clés soient serrées sur la paroi externe du noyau interne, ce qui entraîne un mauvais serrage des clés entre elles, créant alors des micro-fentes entre les clés. De telles micro-fentes entraînent, lors de la cuisson, par exemple de
15 peaux pré-imprégnées d'une résine, un écoulement de la résine entre les micro-fentes, pouvant créer des accidents aérodynamiques de la structure composite fabriquée.

La présente invention se propose de résoudre les inconvénients précités, en proposant un outillage pour la fabrication d'une pièce en matériau
20 composite ne pouvant être démoulée, dont la vessie est de taille réduite et sa mise en place facilitée, et dont ledit outillage permet de respecter très précisément les cotes des pièces composites à fabriquer.

A cet effet, la présente invention se rapporte à un ensemble d'outillage pour la fabrication d'une pièce composite supérieure à 180° de
25 circonférence présentant au moins une surface convexe ne pouvant être démoulée, ledit ensemble comprenant au moins un noyau et une pluralité de clés, au moins une desdites clés comprenant au moins une paroi d'appui de profil sensiblement similaire à celui d'une paroi de travail dudit noyau, au moins une paroi de support destinée à supporter au moins en partie une première
30 peau de ladite pièce composite à fabriquer, et au moins une paroi latérale comprenant des moyens de maintien conformés pour maintenir entre elles au moins deux clés adjacentes, ledit ensemble d'outillage étant remarquable en ce que les moyens de maintien des clés autorisent un jeu au moins circonférentiel entre au moins deux parois latérales adjacentes des clés.

35 Ainsi, en prévoyant des moyens de maintien autorisant un jeu entre les parois latérales des clés, on autorise un déplacement minime des clés le

long de la paroi de travail du noyau interne. Un tel déplacement permet un bon centrage desdites clés autour du noyau, ce qui permet de respecter de manière précise les cotations internes souhaitées de la pièce composite à fabriquer.

Selon une première variante de réalisation des moyens de maintien, lesdits moyens de maintien comprennent des moyens élastiques.

Selon une deuxième variante, les moyens de maintien comprennent au moins une targette mobile entre une position de proéminence et une position escamotée.

Avantageusement, au moins une paroi latérale d'au moins une clé comprend au moins une rampe d'accrochage des moyens de maintien.

Selon une caractéristique de l'ensemble d'outillage selon l'invention, la paroi de travail du noyau est de forme sensiblement cylindrique et ledit noyau comprend au moins une paroi de manutention de diamètre sensiblement supérieur au diamètre de la paroi de travail.

En outre, le noyau comprend une butée de positionnement de l'ensemble de clés.

L'ensemble d'outillage comprend au moins deux zones de contact distinctes entre l'ensemble de clés et le noyau.

Avantageusement, le noyau comprend en son intérieur un socle de manutention destiné à être manipulé par un dispositif externe de manutention.

Ainsi, en positionnant un socle de manipulation à l'intérieur du noyau, on évite d'avoir une embase qui déborde du moule, ce qui permet de réduire la surface au sol nécessaire à la pose de l'ensemble d'outillage et une meilleure accessibilité de l'opérateur lors de la phase de drapage. De plus, grâce à cette configuration du socle de manutention, il est relativement aisé de prévoir un centreur au niveau des parties supérieure et inférieure du noyau, permettant avantageusement un positionnement de l'ensemble en position verticale ou en position horizontale.

Optionnellement, au moins une des clés comprend au moins un anneau de levage destiné à coopérer avec au moins une élingue de levage.

L'invention se rapporte également à un procédé de fabrication d'une pièce composite, remarquable en ce qu'il comprend les étapes suivantes visant à :

- draper et polymériser une première peau ouverte supérieure à 180° de circonférence par l'intermédiaire d'un moule comprenant au moins une surface de drapage continue ;

- positionner ladite première peau sur les parois de support de l'ensemble de clés de l'ensemble d'outillage défini selon l'invention ;
- fixer au moins une structure à âme alvéolaire sur ladite première peau ;
- fixer une pluralité de plis composites sur ladite structure à âme alvéolaire de façon à constituer une deuxième peau et à former une pièce composite précurée ;
- positionner une vessie au niveau des parties extrêmes du noyau de façon à envelopper la première peau, la structure à âme alvéolaire et la deuxième peau ;
- polymériser l'ensemble d'outillage comprenant la pièce composite précurée et la vessie ;
- retirer la vessie ;
- extraire l'ensemble comprenant l'ensemble de clés et la pièce composite fabriquée ;
- démonter l'ensemble de clés.

Ainsi, en intégrant au procédé de fabrication une première peau réalisée par l'intermédiaire d'un moule de surface continue, on évite que la résine ne pénètre entre les espaces définis par les jeux entre les clés lors de la polymérisation. L'étanchéité est assurée par la première peau.

De plus, une telle première peau permet de ne pas draper les plis composites sur les clés discontinues, et on évite avantageusement des accidents aérodynamiques qui pourraient survenir lors de la polymérisation de l'ensemble.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen des figures ci-annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 représente l'ensemble d'outillage selon l'invention ;
- la figure 2 illustre le noyau de l'ensemble d'outillage ;
- la figure 3 est une vue de détail centrée sur la butée de positionnement des clés sur le noyau ;
- la figure 4 est une vue de l'ensemble de clés ;
- la figure 5 représente une clé en vue isométrique ;
- la figure 6 est une vue en coupe transversale des clés, le long de la ligne 6-6 de la figure 4 ;

- la figure 7 est une vue de détail illustrant le maintien des clés entre elles selon un premier mode de réalisation ;
- la figure 8 illustre la mise en place de clés sur le noyau lorsque le maintien entre les clés est réalisé selon le premier mode de réalisation ;
- la figure 9 est une vue de dessus du dispositif de manutention ;
- la figure 10 est une vue de détail illustrant le maintien des clés entre elles selon un premier mode de réalisation ;
- la figure 11 illustre la mise en place de clés sur le noyau lorsque le maintien entre les clés est réalisé selon le deuxième mode de réalisation ;
- les figures 12 à 17 illustrent les étapes du procédé de fabrication d'une pièce composite ;
- la figure 18 détaille le procédé de démontage des clés lorsque le maintien entre elles est réalisé par le premier mode de réalisation ;
- la figure 19 représente le procédé de démontage des clés lorsque le maintien entre elles est réalisé par le second mode de réalisation ;
- la figure 20 illustre le dispositif de retrait des clés ;
- la figure 21 représente la pièce composite issue du procédé de fabrication selon l'invention.

Sur l'ensemble des figures, des références identiques ou analogues désignent des organes ou ensembles d'organes identiques ou analogues.

Par ailleurs, dans la présente description, sont utilisés des mots tels que « supérieur » et « inférieur », par référence à la position de l'ensemble d'outillage lorsque celui-ci est en position verticale, position selon laquelle le noyau repose sur le sol, comme illustré à la figure 1.

On se réfère à la figure 1, illustrant l'ensemble d'outillage selon l'invention.

L'ensemble d'outillage 1 comprend un noyau 3 de forme sensiblement cylindrique, sur lequel est positionnée une pluralité de clés 5.

En se référant à la figure 2, le noyau 3 comprend une paroi externe 7, dont sa partie supérieure 8 forme une paroi dite de travail 9.

Le noyau comprend également une paroi de manutention 10 en partie inférieure 11 de la paroi externe 7.

5 La paroi de travail 9, de préférence plane, adopte une forme sensiblement cylindrique de diamètre constant.

La paroi de manutention 10 est sensiblement cylindrique, de diamètre sensiblement supérieur à celui de la paroi de travail 9. La paroi de manutention permet la manipulation du noyau grâce à un dispositif externe de
10 manutention (non représenté sur cette figure).

La paroi de manutention présente une butée de positionnement 13 permettant le maintien des clés sur le noyau 3. En se référant à la figure 3 illustrant une vue agrandie de la butée de positionnement 13, ladite butée est présente une gorge 14 de réception de la partie inférieure des clés.

15 Toutefois, la butée de positionnement peut, selon une variante non représentée sur les figures, être réalisée directement sur la paroi de travail. Selon cette variante, la paroi de travail est évasée en sa partie inférieure, de façon à permettre un contact entre les clés et le noyau uniquement en fin de positionnement des clés sur le noyau.

20 En se référant à nouveau à la figure 2, la partie inférieure 11 du noyau comprend en son intérieur un socle de manutention 15, coopérant avec le dispositif de manutention, comme expliqué plus en détails dans la suite de la description.

Selon une variante non représentée sur les figures, le noyau est
25 directement posé sur le sol, la paroi interne n'étant alors plus équipée du socle de manutention.

Le noyau, par exemple métallique, est réalisé de préférence dans un matériau à faible coefficient de dilatation afin de limiter sa déformation lors de la mise en autoclave de l'ensemble.

30 En se référant à la figure 4, un ensemble 16 de clés est réalisé par l'assemblage de plusieurs clés 5 entre elles.

Bien évidemment, l'ensemble de clés peut comprendre un nombre différent de clés selon les besoins de l'homme du métier.

Les clés 5 comprennent chacune une paroi de support 17 formant
35 à elles toutes la surface de la pièce à fabriquer lorsque les clés sont assemblées entre elles.

La figure 5 illustre une clé en vue isométrique. La clé 5 comprend une paroi d'appui 19 sensiblement similaire au profil de la paroi de travail du noyau.

En fait, un léger jeu peut être prévu entre la paroi de travail du noyau et la paroi d'appui des clés, afin de permettre le retrait du noyau ou des clés lorsque la phase de polymérisation est réalisée, comme décrit plus en détail dans la suite de la description.

La clé 5 comprend une partie inférieure 20 destinée à être supportée par la butée de positionnement 13 du noyau, comme représenté en figure 1. La clé 5 est également destinée à venir en contact d'une partie supérieure 21 de la paroi de travail du noyau, visible en figure 1.

Les zones 13 et 21 du noyau représentent ainsi les deux zones de contact entre l'ensemble de clés et le noyau.

Toutefois, des zones de contact supplémentaires entre les clés et le noyau peuvent être ajoutées à l'intérieur des clés pour empêcher si nécessaire toute déformation des clés lors de la mise sous pression dans l'autoclave.

La clé 5 est de préférence creuse de façon à minimiser la masse de l'ensemble. Les clés 5 sont réalisées de préférence en matériaux composites également dans un souci de limitation de la masse de l'ensemble.

La clé 5 comprend en outre des renforts structuraux 22 assurant la rigidité de l'ensemble d'outillage.

En se référant à la figure 6, chaque clé 5 comprend deux parois latérales 23 et 25 sensiblement planes, chacune venant au contact de parois latérales adjacentes afin de former l'ensemble 16 de clés.

Les parois latérales 23 et 25 sont représentées parallèles entre elles, mais peuvent indifféremment être inclinés.

On se réfère maintenant à la figure 7, illustrant un premier mode de réalisation du maintien entre les clés.

Les moyens de maintien entre les clés 5 sont positionnés au niveau de la paroi latérale 23 de la clé 5.

Selon un premier mode de réalisation, les moyens de maintien comprennent un ensemble constitué par une vis 27 et par un écrou 29 coopérant avec la vis et logé à l'intérieur de la clé adjacente.

La vis 27 comprend en outre des moyens élastiques tels qu'un ressort 31, permettant un jeu J circonférentiel entre les parois latérales 23 et 25 des clés adjacentes lorsque l'ensemble de clés est constitué.

Comme décrit plus en détails par la suite, le jeu J permet d'assurer
5 un bon centrage des clés sur le noyau.

On se réfère aux figures 8 et 9 illustrant la mise en place de l'ensemble de clés sur le noyau.

Les clés sont assemblées entre elles avant leur positionnement sur le noyau. Ainsi, l'ensemble de clés est autosupporté avant sa mise en place sur
10 le noyau, les parois latérales 23 étant en contact avec les parois latérales 25.

Le positionnement des clés sur le noyau est réalisé grâce à un dispositif de manutention tel qu'un chariot élévateur 33 mobile.

Le chariot élévateur 33 comprend des pattes de préhension 35 permettant la préhension de l'ensemble de clés au niveau de la partie
15 inférieure 20 des clés.

Les pattes de préhension 35 se présentent sous la forme de deux pinces 35a et 35b flexibles montées fixe sur le chariot élévateur.

Alternativement, les pinces sont rigides et montées pivotantes chacune autour d'un axe longitudinal du chariot.

20 Selon une variante non représentée, le dispositif de manutention est fixe et intégré au poste de travail d'un opérateur.

On se réfère à présent à la figure 10, illustrant un deuxième mode de réalisation des moyens de maintien entre les clés.

Selon ce mode de réalisation, les moyens de maintien
25 comprennent une targette 37 supportée par la paroi latérale 23 de la clé 5.

La targette 37 est représentée en position de proéminence. Dans une telle position, une partie extrême 39 de la targette 37 coopère avec une rampe d'accrochage 41 solidaire de la clé 5 adjacente, assurant le blocage en translation verticale descendante d'une clé 5 par rapport à la clé adjacente.

30 La targette coulisse entre une position de proéminence et une position escamotée permettant le démontage des clés.

La targette 37 permet également un jeu J circonférentiel entre les clés adjacentes permettant d'assurer un bon centrage des clés autour du noyau.

35 Selon ce mode réalisation, l'assemblage des clés est effectué en positionnant une à une les clés sur le noyau, comme représenté à la figure 11.

En se référant à cette figure, on positionne une première clé sur le noyau 3. La targette 37 est placée en position proéminente.

Le positionnement successif des clés est réalisé en positionnant une à une les clés adjacentes. A cet effet, on positionne la rampe d'accrochage 41 de la deuxième clé en regard de la targette 37, puis on fait coulisser la partie extrême de la targette à l'intérieur de la rampe d'accrochage. Simultanément, la partie inférieure 20 de la clé est insérée dans la butée de positionnement 13 du noyau.

On itère ce procédé jusqu'à ce que l'ensemble des clés soit positionné sur le noyau et que les parois de support 17 forment la surface de la pièce à fabriquer.

La partie de la description qui va suivre se rapporte au procédé de fabrication selon l'invention.

La pièce que l'on cherche à fabriquer est par exemple un panneau acoustique destiné à équiper une nacelle de turboréacteur afin de réduire le bruit provenant de certaines portions de l'ensemble constitué par la nacelle et le turboréacteur.

Bien sûr, cet exemple illustre un mode d'utilisation particulier de l'ensemble d'outillage selon l'invention, et ne constitue aucune limitation à la fabrication d'autres pièces composites de nature et de fonctionnalité différente.

De manière connue, un panneau acoustique, également appelé « panneau sandwich » en référence à sa structure, comprend une première peau, dite « peau interne » sur laquelle est fixée une structure à âme alvéolaire ou structure en nids d'abeilles, destinée à atténuer un bruit, sur laquelle est fixée une deuxième peau, dite « peau externe ».

La peau externe désigne la peau qui est au contact de la veine de circulation du flux d'air secondaire.

Typiquement, la peau externe est perforée de manière à laisser passer les ondes sonores provenant de la zone à atténuer acoustiquement, tandis que la peau interne est pleine.

Le procédé de fabrication selon l'invention comprend une première étape de drapage et de polymérisation en autoclave d'une première peau.

On suppose que la première peau dont fait référence l'étape précitée du procédé de fabrication est une peau externe, c'est-à-dire une peau acoustique.

Il faut toutefois bien comprendre que ladite première peau peut constituer soit la peau interne du panneau acoustique, soit la peau externe dudit panneau, en fonction de la zone de la nacelle que le panneau acoustique est destiné à équiper.

5 Selon un exemple de réalisation du procédé selon l'invention, on réalise un panneau acoustique pour un capot monobloc d'inverseur de poussée, pour une structure de nacelle de type dit « O-Duct ».

La première étape du procédé de fabrication du panneau acoustique vise la fabrication d'une peau présentant une surface continue
10 permettant de garantir, comme expliqué plus en détails dans la suite de la description, une surface aérodynamique propre lors de son intégration dans l'ensemble d'outillage selon l'invention.

A cet effet, on fabrique la peau qui peut être acoustique suivant les besoins d'atténuation sonore requis grâce à un moule externe à l'ensemble
15 d'outillage selon l'invention, dont la surface externe de drapage dudit moule est similaire à la surface externe que forment les parois supports des clés assemblées.

La surface externe du moule est une surface continue qui ne présente aucune discontinuité de surface sur la zone de drapage. Le drapage
20 est réalisé par exemple par pressage contre le moule de plusieurs plis en carbone, préimprégnés ou non d'une résine. Ensuite, le moule et les plis de carbone suivent une étape de polymérisation, c'est-à-dire de chauffage dans un four afin de donner aux plis la rigidité souhaitée.

Bien sûr, d'autres procédés de moulage peuvent s'appliquer à la
25 fabrication de la peau acoustique, comme par exemple le procédé de moulage par transfert de résine (RTM pour « Resin Transfert Moulding »), ou encore le procédé de moulage par infusion de résine.

La peau acoustique présente une surface de révolution de 330° environ, correspondant à l'angle entre les flancs des rails le long desquels
30 coulisse le capot monobloc d'inverseur de poussée.

A cet effet, la peau acoustique issue de la première étape du procédé de fabrication est ouverte, de préférence flexible et d'épaisseur limitée, afin de pouvoir être retirée du moule par déformation élastique de sa structure.

Indifféremment, la peau acoustique peut présenter une surface de
35 révolution supérieure à 330°, par exemple 360°, l'extraction de ladite peau de son moule pouvant par exemple être réalisée grâce à un dispositif du type de

celui défini dans la demande de brevet n°12/50482 appartenant au demandeur et non encore publiée.

Lorsque la peau acoustique est drapée et polymérisée, ladite peau est prête à être installée sur l'ensemble d'outillage selon l'invention.

5 On se réfère aux figures 12 à 17, illustrant la suite du procédé de fabrication selon l'invention.

La figure 12 représente l'ensemble d'outillage 1 selon l'invention, les clés 5 étant montées sur le noyau 3. A cet effet, il est important de noter que le montage des clés sur le noyau est réalisé indifféremment selon l'un ou
10 l'autre des procédés de montage précités en référence aux figures 7 et 10.

La figure 13 illustre la phase de fabrication d'un panneau acoustique. Selon cette étape du procédé, on positionne la première peau 43, constituée ici par une peau acoustique préalablement drapée et polymérisée comme précédemment décrit, sur les parois de support 17 de l'ensemble de
15 clés 5. Le positionnement de la peau acoustique est réalisé par exemple grâce au dispositif de manutention dont fait référence la description, ou encore manuellement par un opérateur.

Le positionnement de la peau acoustique sur l'ensemble d'outillage est rendu possible grâce à l'ouverture prévue sur ladite peau acoustique,
20 comme précédemment décrit.

Lorsque l'on positionne la peau acoustique sur l'ensemble d'outillage selon l'invention, il est nécessaire de maintenir ladite peau sur l'ensemble, les tolérances du moule sur lequel elle a été fabriquée pouvant différer des tolérances de l'ensemble d'outillage selon l'invention.

25 A cet effet, l'opération de maintien est réalisée par exemple grâce à des sangles que l'on positionne au niveau des extrémités supérieure et inférieure de l'ensemble, en dehors des zones de drapage. Le maintien au niveau de la zone centrale de la peau est quant à lui réalisé soit également grâce à un ceinturage par sangles soit en déposant des plis en frais dits « de
30 fermeture » que l'on installe dans la zone ouverte de la peau acoustique.

Lorsque la peau acoustique est convenablement plaquée sur l'ensemble d'outillage selon l'invention, on fixe, par exemple par collage, une structure à âme alvéolaire 45 sur ladite peau.

On réalise ensuite l'étape de drapage de la deuxième peau 47,
35 peau interne du panneau acoustique, de façon à réaliser le panneau

acoustique 48. A cet effet, on fixe, par exemple par collage, des plis de carbone, pré-imprégnés ou non d'une résine.

L'ensemble constitué par l'ensemble d'outillage selon l'invention et le panneau acoustique drapé est maintenant mis sous vessie, comme l'illustre la figure 14.

En se référant à cette figure, on positionne une vessie 49 autour de l'ensemble comprenant l'ensemble d'outillage et le panneau acoustique drapé. La vessie est collée étanche à l'aide de mastic sur le noyau 3 et permet, lors de la polymérisation de l'ensemble en autoclave, une bonne mise sous pression, permettant ainsi un bon collage entre les différents composants de la pièce à fabriquer. La vessie 49 est typiquement positionnée au niveau des parties extrêmes du noyau, correspondant à des zones non recouvertes par les clés 5.

Lorsque l'étape de mise en place de la vessie 49 est réalisée, l'ensemble d'outillage et le panneau acoustique précuit est mis en autoclave afin de polymériser les plis de carbone drapés.

L'étape de polymérisation consiste à chauffer l'ensemble dans un four sous pression afin de donner aux plis la rigidité souhaitée. Lors de cette étape, la peau acoustique assure l'étanchéité de l'ensemble et constitue une surface lisse obtenue grâce à un moule ne présentant aucune surface discontinue.

La peau acoustique continue permet avantageusement d'éviter que la résine ne pénètre entre les espaces définis par les jeux entre les clés lors de la polymérisation.

Ainsi, la peau acoustique continue assure l'étanchéité de l'ensemble. Le fait de ne pas draper directement la peau acoustique sur les clés, discontinues, permet d'éviter des accidents aérodynamiques qui pourraient survenir lors de la polymérisation de l'ensemble.

On se réfère maintenant aux figures 15 à 17, illustrant la phase d'extraction de l'ensemble d'outillage de la pièce fabriquée.

Lorsque l'étape de polymérisation est terminée, on retire la vessie de l'ensemble et on positionne le chariot élévateur 33 de façon à permettre l'enserrement de la partie inférieure 20 de l'ensemble des clés par les pattes de préhension 35.

Le jeu prévu entre la paroi d'appui des clés et la paroi de travail du noyau permet l'extraction de l'ensemble constitué par les clés 5 et par le

panneau acoustique 48 fabriqué, ledit ensemble pouvant alors déposé hors du noyau.

Il est important de noter que les clés restent en position dans le panneau acoustique fabriqué grâce à la surface convexe dudit panneau ne
5 pouvant être démoulée.

On se réfère à présent à la figure 18 illustrant l'étape de démontage des clés lorsque lesdites clés sont maintenues entre elles grâce à l'ensemble vis et écrou, correspondant au premier mode de réalisation précité des moyens de maintien des clés entre elles.

10 Le démontage des clés est effectué clé par clé. On commence par désolidariser une première clé 5, que l'on retire comme l'illustre l'étape 1 du procédé de démontage. La clé adjacente à la première clé 5 est désolidarisée de sa clé adjacente puis retirée de l'ensemble, comme l'illustrent les étapes 2 et 3.

15 L'opération est répétée pour la totalité des clés formant l'ensemble de clés.

La figure 19 illustre le démontage des clés lorsqu'elles sont maintenues entre elles par les targettes, correspondant au deuxième mode de réalisation précité des moyens de maintien des clés entre elles.

20 Le démontage des clés est réalisé ici en commutant la targette 37 entre la position de prééminence vers la position escamotée.

La partie extrême 39 de la targette 37 est intégralement renfermée dans une première clé 5, libérant ainsi la rampe d'accrochage 41 de la clé adjacente, autorisant la libération de la clé 5.

25 Le procédé est répété pour toutes les clés constituant l'ensemble.

Lorsque les clés sont libérées selon l'un ou l'autre des procédés précités, un dispositif de retrait est prévu sur une paroi latérale 25 de chacune des clés. Comme représenté en figure 20, ce dispositif comprend un anneau de levage 51 permettant l'accrochage d'une élingue de levage 53. Bien
30 entendu, plusieurs anneaux de levage peuvent être positionnés sur les parois latérales des clés, coopérant alors avec plusieurs élingues de levage.

Le panneau acoustique 48 issu du procédé de fabrication selon l'invention est alors prêt pour une opération de détournage et d'usinage afin de rendre la pièce conforme au besoin de l'assemblage, comme représenté en
35 figure 21.

Grâce à la présente invention, les cotations de la pièce composite à fabriquer peuvent être précisément respectées grâce au jeu prévu entre les clés montées sur le noyau, autorisant un déplacement des clés autour du noyau, assurant un bon centrage des clés sur le noyau.

5 De plus, on supprime tout risque d'accident aérodynamique lors de la fabrication grâce au procédé de fabrication selon lequel on dispose une première peau précurée issue d'un moule présentant une surface lisse et continue.

10 Enfin, comme il va de soi, l'invention ne se limite pas aux seules formes de réalisation de cet ensemble d'outillage, décrites ci-dessus uniquement à titre d'exemples illustratifs, mais elle embrasse au contraire toutes les variantes, et notamment la variante selon laquelle l'ensemble d'outillage ne comprend plus un noyau mâle mais un noyau femelle, la paroi de
15 travail du noyau étant alors constitué par sa paroi interne et recevant la paroi d'appui des clés.

REVENDICATIONS

1. Ensemble d'outillage (1) pour la fabrication d'une pièce
5 composite supérieure à 180° de circonférence présentant au moins une
surface convexe ne pouvant être démoulée, ledit ensemble comprenant au
moins un noyau (3) et une pluralité de clés (5), au moins une desdites clés
comprenant au moins une paroi d'appui (19) de profil sensiblement similaire à
celui d'une paroi de travail (9) dudit noyau, au moins une paroi de support (17)
10 destinée à supporter au moins en partie une première peau (43) de ladite pièce
composite à fabriquer, et au moins une paroi latérale (23) comprenant des
moyens de maintien conformés pour maintenir entre elles au moins deux clés
adjacentes, ledit ensemble d'outillage étant caractérisé en ce que les moyens
de maintien des clés autorisent un jeu (J) au moins circonférentiel entre au
15 moins deux parois latérales (23, 25) adjacentes des clés.

2. Ensemble d'outillage (1) selon la revendication 1, caractérisé en
ce que les moyens de maintien comprennent des moyens élastiques.

20 3. Ensemble d'outillage (1) selon la revendication 1, caractérisé en
ce que les moyens de maintien comprennent au moins une targette (37) mobile
entre une position de proéminence et une position escamotée.

4. Ensemble d'outillage (1) selon l'une quelconque des
25 revendications 1 ou 3, caractérisé en ce qu'au moins une paroi latérale (25)
d'au moins une clé (5) comprend au moins une rampe d'accrochage (41) des
moyens de maintien.

5. Ensemble d'outillage (1) selon l'une quelconque des
30 revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la paroi de travail (9) du noyau (3)
est de forme sensiblement cylindrique et en ce que ledit noyau comprend au
moins une paroi de manutention (10) de diamètre sensiblement supérieur au
diamètre de la paroi de travail (9).

35 6. Ensemble d'outillage (1) selon l'une quelconque des
revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le noyau (3) comprend une butée
de positionnement (13) de l'ensemble de clés (5).

7. Ensemble d'outillage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux zones de contact (13, 21) distinctes entre l'ensemble de clés (5) et le noyau (3).

5 8. Ensemble d'outillage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le noyau (3) comprend en son intérieur un socle de manutention (15) destiné à être manipulé par un dispositif externe de manutention.

10 9. Ensemble d'outillage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'au moins une des clés (5) comprend au moins un anneau de levage (51) destiné à coopérer avec au moins une élingue de levage (53).

15 10. Procédé de fabrication d'une pièce composite caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes visant à :

- draper et polymériser une première peau (43) ouverte supérieure à 180° de circonférence par l'intermédiaire d'un moule comprenant au moins une surface de drapage continue ;
- 20 - positionner ladite première peau (43) sur les parois de support (17) de l'ensemble de clés (5) de l'ensemble d'outillage défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 ;
- fixer au moins une structure à âme alvéolaire (45) sur ladite première peau (43) ;
- 25 - fixer une pluralité de plis composites sur ladite structure à âme alvéolaire (45) de façon à constituer une deuxième peau (47) et à former une pièce composite précurée ;
- positionner une vessie (49) au niveau des parties extrêmes du noyau (3) de façon à envelopper la première peau (43), la structure à âme alvéolaire (45) et la deuxième peau (47) ;
- 30 - polymériser l'ensemble d'outillage comprenant la pièce composite précurée et la vessie (49) ;
- retirer la vessie ;
- extraire l'ensemble comprenant l'ensemble de clés (5) et la pièce composite fabriquée (43) ;
- 35 - démonter l'ensemble de clés (5).

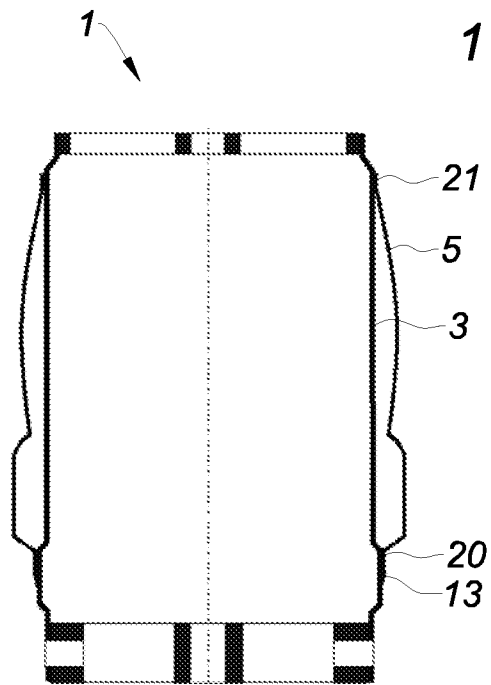


Fig. 1

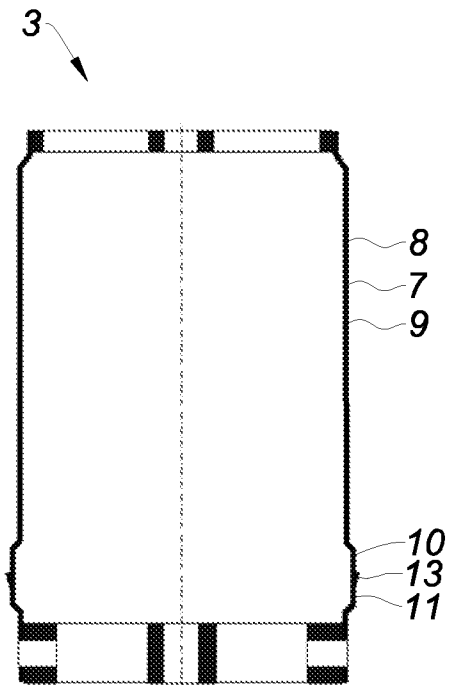


Fig. 2

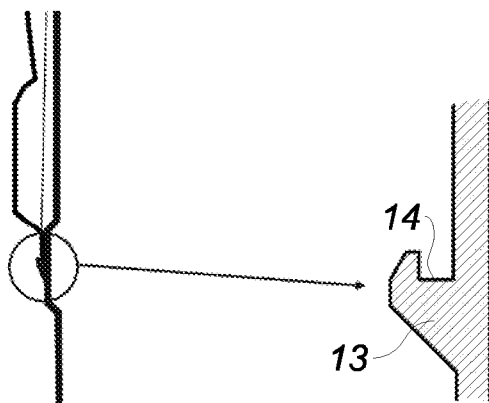


Fig. 3

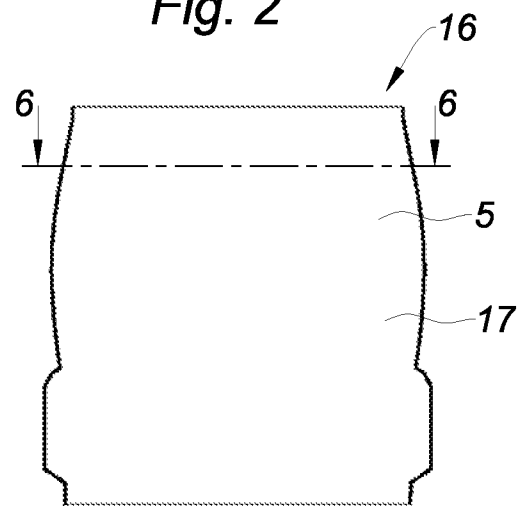


Fig. 4

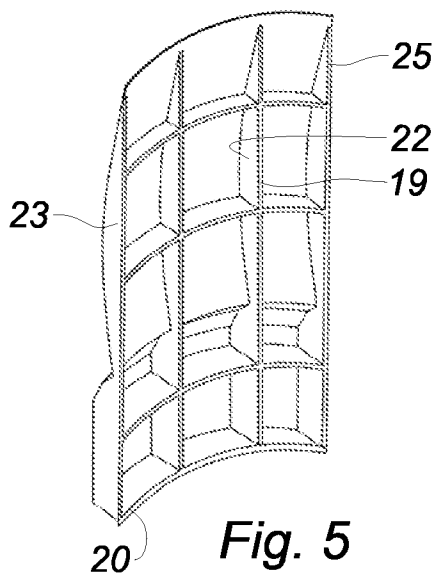


Fig. 5

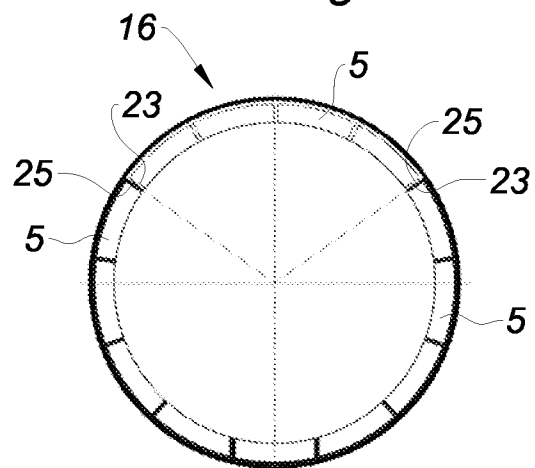


Fig. 6

2 / 6

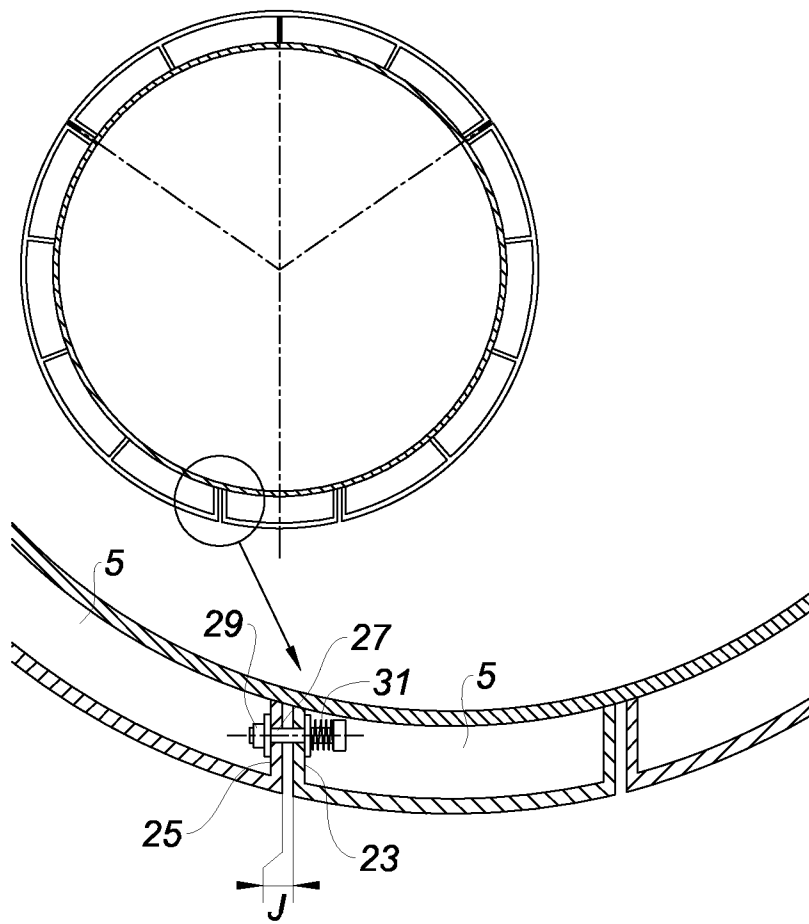


Fig. 7

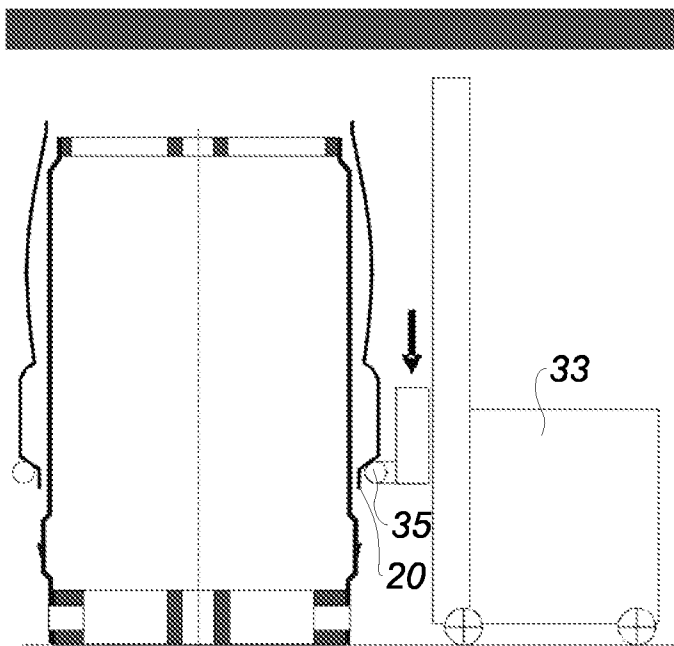


Fig. 8

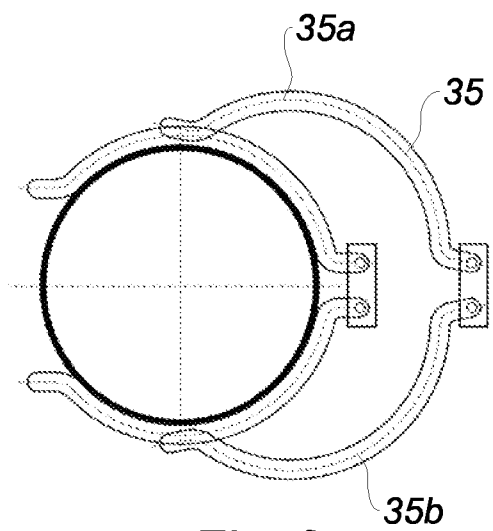


Fig. 9

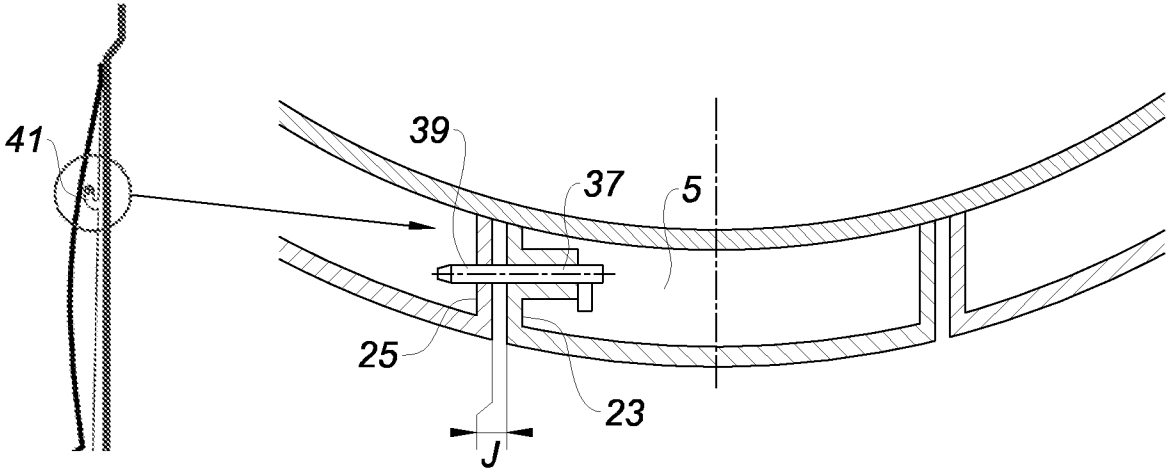


Fig. 10

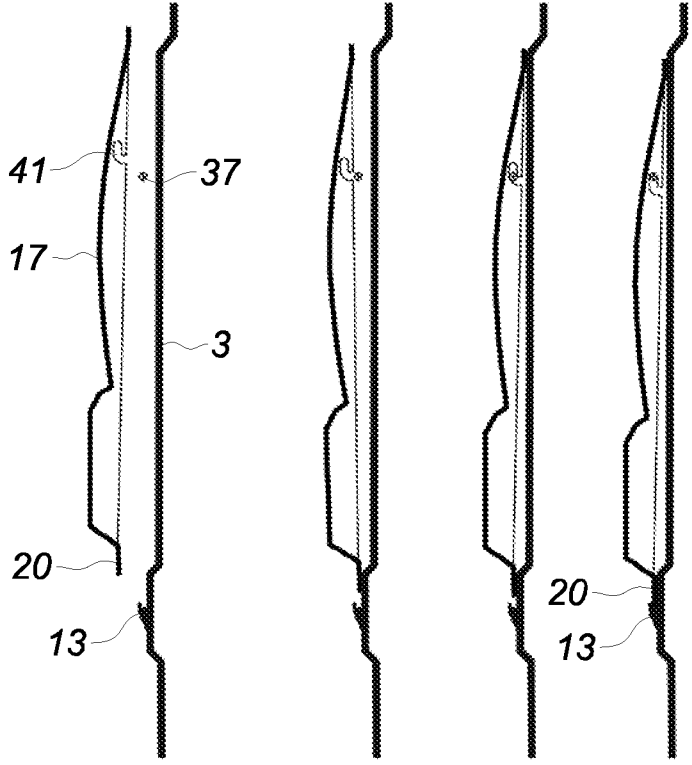


Fig. 11

4 / 6

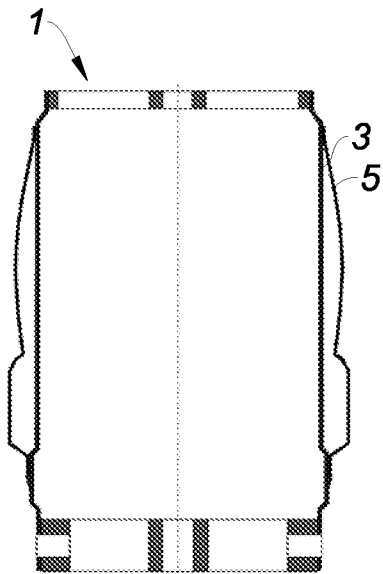


Fig. 12

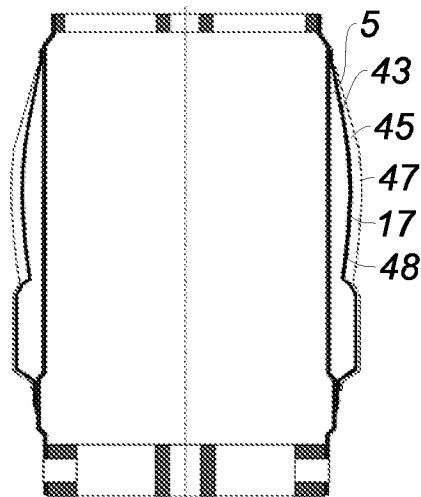


Fig. 13

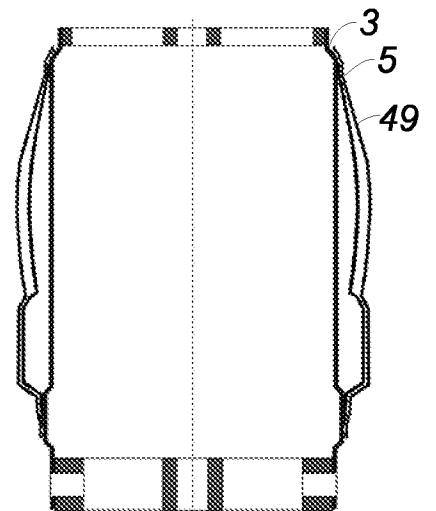


Fig. 14

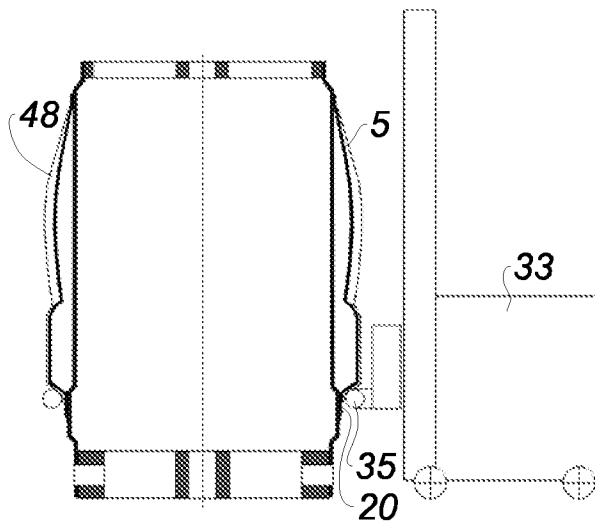


Fig. 15

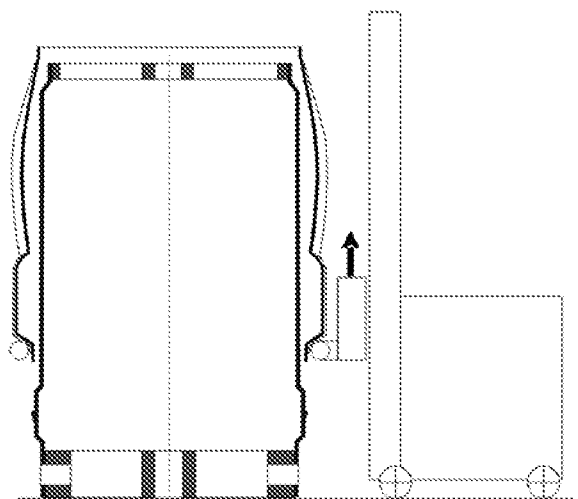


Fig. 16

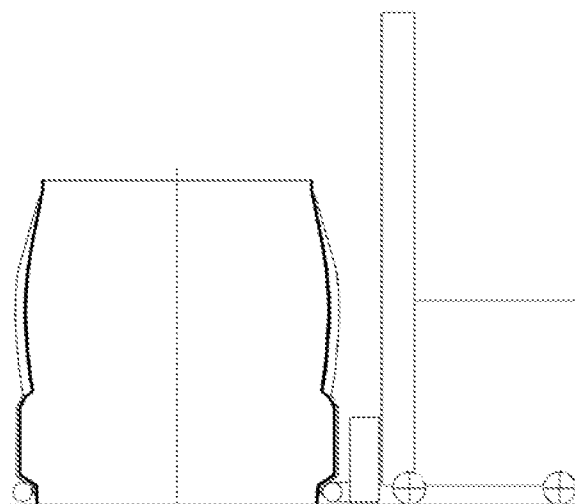


Fig. 17

5 / 6

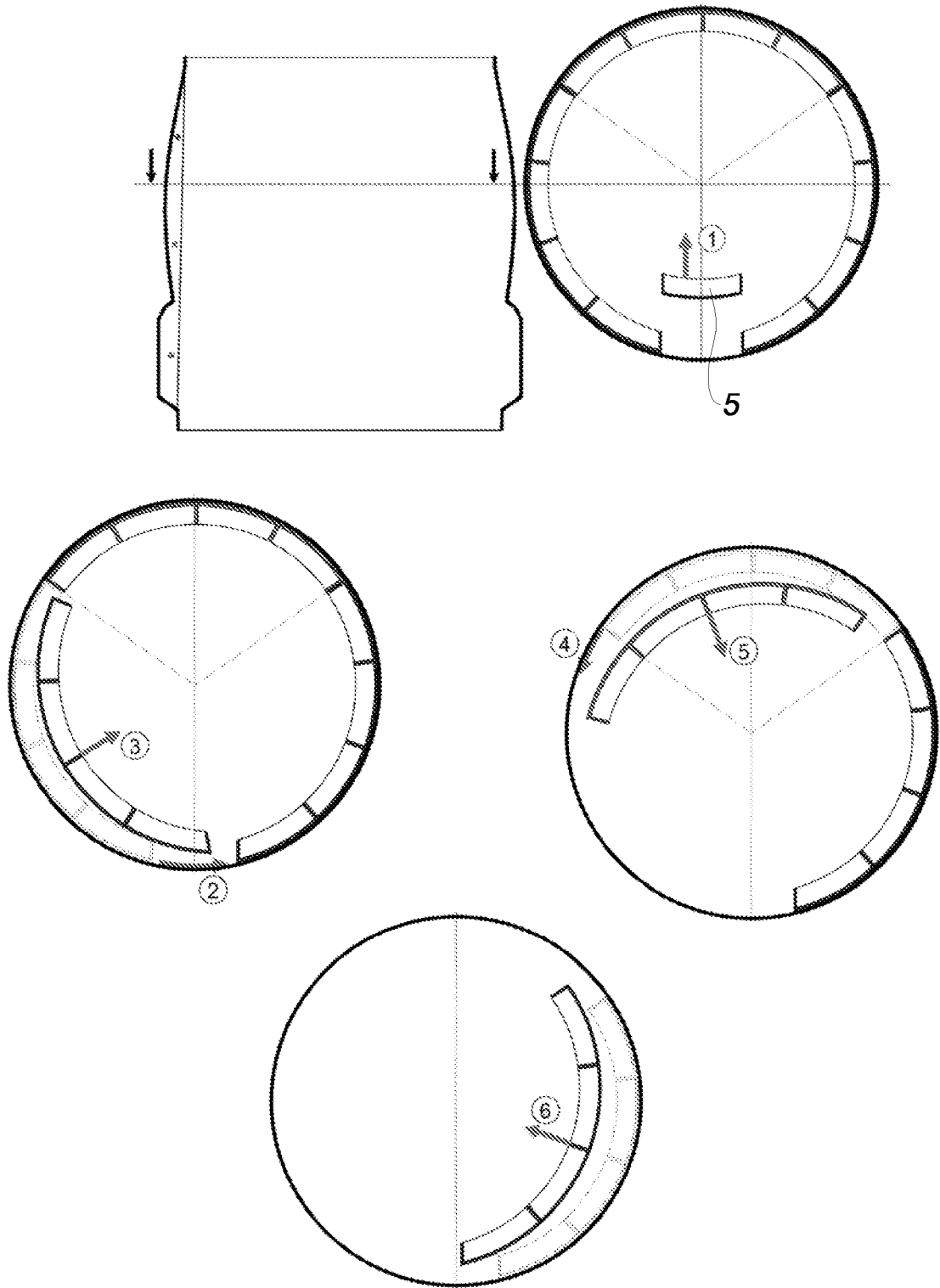


Fig. 18

6 / 6

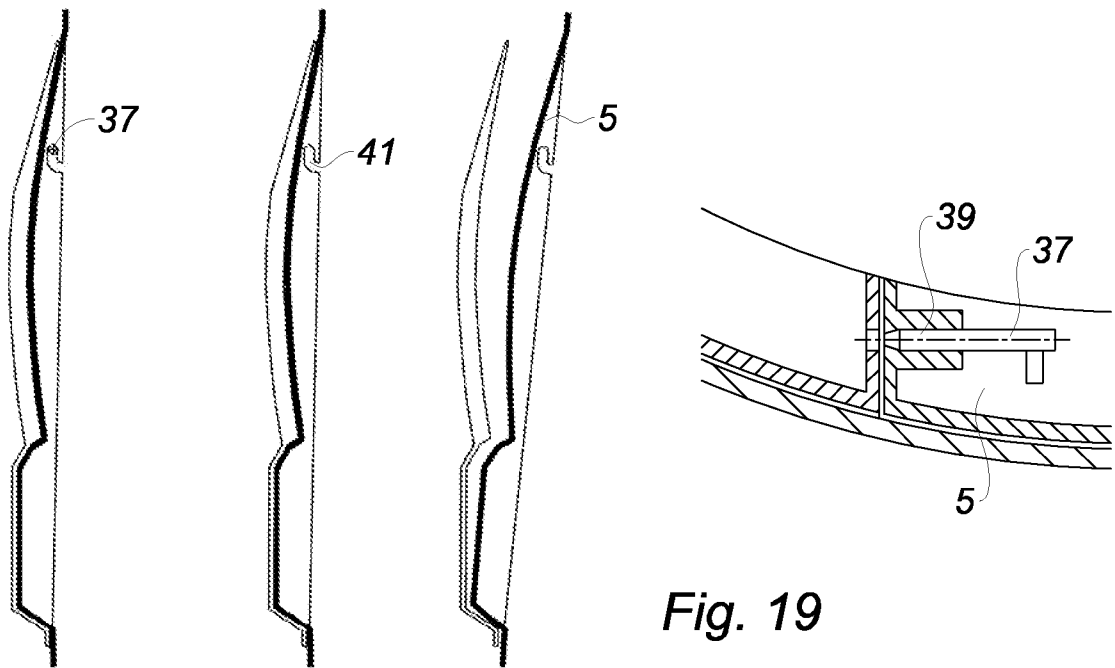


Fig. 19

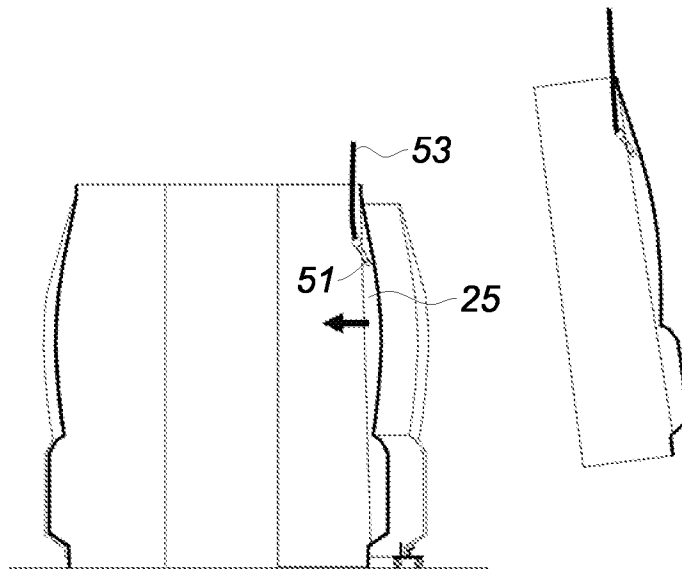


Fig. 20

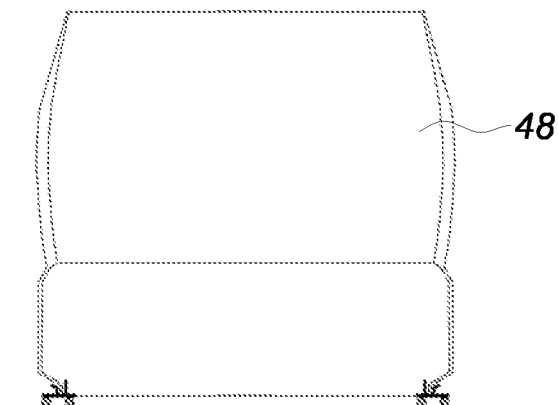


Fig. 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2013/051347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B29C70/44 B29C70/54 B29C33/48
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/145049 A1 (BLANKINSHIP BRUCE C [US]) 6 July 2006 (2006-07-06)	1,2,4,
Y	abstract	7-9
	figures 1-5	3,5,6,10
	paragraph [0016] - paragraph [0022]	

Y	GB 2 460 741 A (ADVANCED COMPOSITES GROUP LTD [GB] UMECO STRUCTURAL MATERIALS DERBY LT) 16 December 2009 (2009-12-16)	10
	cited in the application	
	figures 1-6,10	
	page 7, line 23 - page 13, line 5	
	page 15, line 10 - line 15	

	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 2013

Date of mailing of the international search report

25/09/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lozza, Monica

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2013/051347

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 181 823 A1 (ROHR INC [US]) 5 May 2010 (2010-05-05) abstract paragraph [0027] - paragraph [0059] figures 1A-16 -----	5,6
Y	EP 1 375 111 A2 (AIRBUS FRANCE [FR]) 2 January 2004 (2004-01-02) abstract paragraph [0019] - paragraph [0021] figures 2,3,6,8,10 -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/051347

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006145049	A1	06-07-2006	NONE	

GB 2460741	A	16-12-2009	EP 2303554 A1	06-04-2011
			GB 2460741 A	16-12-2009
			US 2012112377 A1	10-05-2012
			WO 2009150401 A1	17-12-2009

EP 2181823	A1	05-05-2010	CN 101797806 A	11-08-2010
			EP 2181823 A1	05-05-2010
			US 2010109208 A1	06-05-2010
			US 2011308723 A1	22-12-2011

EP 1375111	A2	02-01-2004	AT 418436 T	15-01-2009
			CA 2430175 A1	27-12-2003
			EP 1375111 A2	02-01-2004
			FR 2841494 A1	02-01-2004
			US 2004065775 A1	08-04-2004

PCT/FR2013/051347

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051347

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	EP 2 181 823 A1 (ROHR INC [US]) 5 mai 2010 (2010-05-05) abrégé alinéa [0027] - alinéa [0059] figures 1A-16 -----	5,6
Y	EP 1 375 111 A2 (AIRBUS FRANCE [FR]) 2 janvier 2004 (2004-01-02) abrégé alinéa [0019] - alinéa [0021] figures 2,3,6,8,10 -----	3

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051347

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006145049	A1	06-07-2006	AUCUN	

GB 2460741	A	16-12-2009	EP 2303554 A1	06-04-2011
			GB 2460741 A	16-12-2009
			US 2012112377 A1	10-05-2012
			WO 2009150401 A1	17-12-2009

EP 2181823	A1	05-05-2010	CN 101797806 A	11-08-2010
			EP 2181823 A1	05-05-2010
			US 2010109208 A1	06-05-2010
			US 2011308723 A1	22-12-2011

EP 1375111	A2	02-01-2004	AT 418436 T	15-01-2009
			CA 2430175 A1	27-12-2003
			EP 1375111 A2	02-01-2004
			FR 2841494 A1	02-01-2004
			US 2004065775 A1	08-04-2004
