

(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
23 janvier 2025 (23.01.2025)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/017255 A1

(51) Classification internationale des brevets :

B29C 70/30 (2006.01) B29C 70/38 (2006.01)
B29C 70/42 (2006.01) B29L 31/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2024/050928

(22) Date de dépôt international :

08 juillet 2024 (08.07.2024)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2307667 18 juillet 2023 (18.07.2023) FR

(71) Déposant : SAFRAN [FR/FR] ; 2 boulevard du Général
Martial Valin, 75015 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : **DE FRANCQUEVILLE, Foucalt** ; c/
o SAFRAN, Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle,
Rond-Point René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY-CRA-
MAYEL (FR). **BEN SALEM, Naoufel** ; c/o SAFRAN,
Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-Point
René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).
MERCIER, Rémi, Roland, Robert ; c/o SAFRAN, Centre
d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-Point René Ra-
vaud-Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).

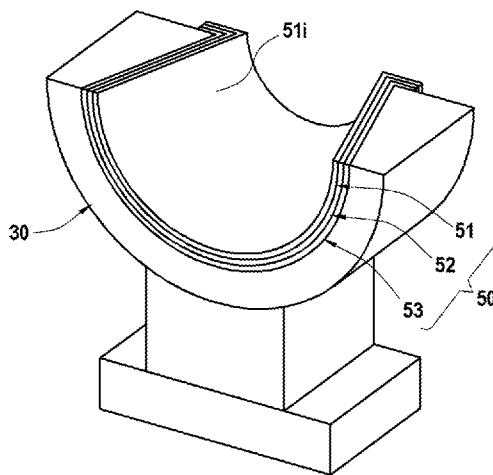
(74) Mandataire : **DESORMIERE, Pierre-Louis** et al. ;
CABINET BEAU DE LOMENIE, 158 Rue de l'Université,
75340 PARIS CEDEX 07 (FR).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: MANUFACTURE OF A PART MADE OF COMPOSITE MATERIAL BY SUPERPOSING THERMOFORMED FIBROUS PREFORMS

(54) Titre : FABRICATION D'UNE PIÈCE EN MATÉRIAU COMPOSITE PAR SUPERPOSITION DE PREFORMES FIBREUSES THERMOFORMÉES

[Fig. 10]



(57) Abstract: The invention relates to a method for manufacturing a part (5) made of composite material, said method comprising: - producing a first fibrous blank (510) by draping over a first draping surface (S100), - producing a first fibrous sub-preform (51) by thermoforming the first fibrous blank (510) on a first thermoforming surface (S10), - producing at least a second fibrous blank (520) by draping over a second draping surface (S200), - producing at least a second fibrous sub-preform (52) by thermoforming the second fibrous blank (520) on a second thermoforming surface (S20), - stacking the sub-preforms (51, 52, 53) so as to obtain a fibrous preform (50) having the shape of the part (5) to be obtained, - consolidating the fibrous preform (50) so as to obtain the part (5).

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce (5) en matériau composite comprenant : - la réalisation d'une première ébauche fibreuse (510) par drapage sur une première surface de drapage (S100), - la réalisation d'une première sous-préforme fibreuse (51) par thermoformage de la première ébauche fibreuse (510) sur une première surface de thermoformage (S10), - la réalisation d'au moins une deuxième ébauche fibreuse (520) par drapage sur une deuxième surface de drapage (S200), - la réalisation d'au moins une deuxième sous-préforme fibreuse (52) par thermoformage de la deuxième ébauche fibreuse (520) sur une deuxième

[Suite sur la page suivante]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

surface de thermoformage (S20), - l'empilement des sous-préformes (51, 52, 53) de sorte à obtenir une préforme fibreuse (50) ayant la forme de la pièce (5) à obtenir, - la consolidation de la préforme fibreuse (50) de sorte à obtenir la pièce (5).

Description

Titre de l'invention : Fabrication d'une pièce en matériau composite par superposition de préformes fibreuses thermoformées

5 **Domaine Technique**

[0001] La présente invention concerne la fabrication de pièces en matériau composite par drapage et thermoformage. En particulier, mais non exclusivement, l'invention se rapporte à la fabrication de pièces de moteur aéronautique, de nacelles ou de fuselages.

10 **Technique antérieure**

[0002] L'utilisation de matériaux composites pour la fabrication de pièces aéronautiques, par exemple pour les carters de moteurs aéronautiques, permet d'obtenir des pièces résistantes et présentant des performances mécaniques équivalentes voire supérieures à celles réalisées en métal, tout en ayant une masse
15 bien inférieure. Ainsi, leur utilisation contribue à optimiser les performances des turbomachines ou des équipements de la turbomachine, réduisant ainsi la consommation de carburant et les émissions nocives telles que le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone ou les oxydes d'azote de type « NOx ».

[0003] Il est connu de réaliser des pièces en matériau composite par drapage sur
20 une surface de plis fibreux pré-imprégnées de résine. Pour des raisons de coûts de production et de répétabilité, le drapage peut être réalisé automatiquement, selon la technique de placement automatique de fibres dite « AFP » en anglais, pour « automated fiber placement ». Un exemple de procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite utilisant la méthode « AFP » est par exemple décrit dans le
25 document FR3062336B1.

[0004] Le drapage des plis fibreux permet d'obtenir une ébauche fibreuse pré-imprégnée par une résine, qui sera ensuite mise en forme pour obtenir une préforme fibreuse de la pièce à obtenir. En effet, la géométrie de la préforme fibreuse souhaitée n'est pas toujours directement réalisable par drapage, en
30 particulier lorsque ladite géométrie présente des creux ou des angles au fond

desquels la tête de drapage ne peut pas accéder. Ladite préforme fibreuse est ensuite consolidée de manière bien connue sorte à former une matrice, afin d'obtenir la pièce en matériau composite souhaitée.

[0005] La mise en forme de l'ébauche fibreuse en préforme fibreuse est classiquement réalisée par thermoformage. Cette étape de thermoformage comprend une montée en température de l'ébauche fibreuse afin de faire baisser la viscosité de la résine qui l'imprègne, et ainsi de pouvoir procéder à la déformation de ladite ébauche.

[0006] Toutefois, il a été constaté qu'un tel procédé peut entraîner des déformations non-homogènes et des concentrations de contraintes non souhaitées, en particulier dans les zones structurales de la pièce. Le matériau composite final obtenu peut ainsi présenter des défauts et une qualité de matière peu maîtrisée, par exemple des ondulations de fibres dans les zones où le formage génère les glissements inter-plis les plus importants.

Exposé de l'invention

[0007] Il a été constaté que les défauts précités sont particulièrement marqués lors de la réalisation de pièces relativement épaisses comprenant de nombreux plis, en particulier plus de 20 plis, et en particulier lorsque lesdites pièces présentent des géométries relativement complexes, générant donc des glissements inter-plis importants pendant les phases de formage. En effet, lorsque les ébauches fibreuses sont constituées d'un grand nombre de plis pré-imprégnés, ceux-ci peuvent glisser les uns par rapports aux autres de manière non-maîtrisée lors de l'étape de thermoformage, et induire des défauts tels que des ondulations ou des plissures dans l'ébauche fibreuse obtenue.

[0008] Pour contrer ce phénomène, l'invention propose de réduire l'épaisseur des ébauches fibreuses à thermoformer, en réalisant la préforme finale par empilement de plusieurs sous-préformes thermoformées séparément.

[0009] A cet effet, l'invention propose un procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite comprenant les étapes suivantes :

[0010] - la réalisation d'une première ébauche fibreuse par drapage d'un ou de plusieurs premiers plis pré-imprégnés sur une première surface de drapage,

[0011] - la réalisation d'une première sous-préforme fibreuse par thermoformage de la première ébauche fibreuse sur une première surface de thermoformage,

5 [0012] - la réalisation d'au moins une deuxième ébauche fibreuse par drapage d'un ou de plusieurs deuxièmes plis pré-imprégnés sur une deuxième surface de drapage différente de la première surface de drapage,

[0013] - la réalisation d'au moins une deuxième sous-préforme fibreuse par thermoformage de la deuxième ébauche fibreuse sur une deuxième surface de

10 thermoformage différente de la première surface de thermoformage,

[0014] - l'empilement des sous-préformes fibreuses de sorte à obtenir une préforme fibreuse ayant la forme de la pièce à obtenir,

[0015] - la consolidation de la préforme fibreuse de manière à former une matrice de sorte à obtenir la pièce en matériau composite.

15 [0016] Ainsi, en décomposant la préforme fibreuse en plusieurs sous-préformes fibreuses d'épaisseur plus réduite, on réduit l'épaisseur des ébauches fibreuses à thermoformer. Par conséquent, le nombre de plis pré-imprégnés à thermoformer en une seule fois est également réduit, ce qui limite l'apparition de défauts dus au thermoformage.

20 [0017] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, les drapages sont réalisés par un procédé de drapage automatisé.

[0018] Par exemple, les drapages peuvent être réalisés par placement automatique de fibres, dit « AFP ». Les drapages peuvent également être réalisés par dépôt automatique de ruban, dit « ATL », ou par dépôt de type « pick and place ».

25 [0019] En effet, par rapport au drapage manuel, le drapage automatisé permet un gain de temps et une réduction des coûts de production tout en assurant une meilleure répétabilité du drapage.

[0020] Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, les ébauches fibreuses sont pré-imprégnées par une résine.

[0021] Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, les surfaces de drapage sont convexes et les surfaces de thermoformage sont concaves.

[0022] Ainsi, on améliore la maîtrise de la qualité matière obtenue pour chaque sous-préforme fibreuse dans les zones thermoformées qui sont le plus souvent critiques d'un point de vue mécanique.

[0023] Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, la première surface de thermoformage est formée par la deuxième préforme fibreuse disposée sur la deuxième surface de thermoformage.

[0024] De ce fait, on réduit l'outillage nécessaire à la mise en œuvre du procédé de l'invention. En effet, un seul moule de thermoformage peut être utilisé pour toutes les opérations de thermoformages, la sous-préforme fibreuse précédemment thermoformée étant utilisée comme surface de thermoformage pour la sous-préforme fibreuse suivante.

[0025] Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, les surfaces de drapage comprennent au moins une zone d'extrémité présentant des ondulations, de sorte que la partie des ébauches fibreuses formées sur ladite partie d'extrémité présentant des ondulations soit déformée lors du thermoformage de sorte à réaliser au moins une sous-bride de sous-préforme fibreuse, l'empilement des sous-bridés de sous-préforme fibreuse réalisant au moins une bride de préforme fibreuse destinée à former au moins une bride sur la pièce finale.

[0026] Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, le procédé comprend en outre une étape préliminaire de détermination du nombre de sous-préformes fibreuses à réaliser, selon laquelle on détermine le nombre minimum de sous-préformes fibreuses empilées à réaliser pour que la probabilité d'apparition d'un défaut de formage lors du thermoformage d'une sous-préforme fibreuse soit inférieure à une valeur de probabilité déterminée.

[0027] Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, la valeur de probabilité déterminée est de 10^{-9} .

Brève description des dessins

[0028] [Fig. 1] La figure 1 est une vue schématique en perspective d'une pièce en matériau composite obtenue par le procédé de l'invention.

[0029] [Fig. 2] La figure 2 est une vue schématique en perspective éclatée d'une préforme fibreuse de la pièce de la figure 1 composée par une pluralité de sous-
5 préformes fibreuses.

[0030] [Fig. 3] La figure 3 est un organigramme illustrant un procédé de fabrication selon l'invention.

[0031] [Fig. 4] La figure 4 est une vue schématique en perspective du thermoformage d'une première ébauche fibreuse en une première sous-préforme
10 fibreuse.

[0032] [Fig. 5] La figure 5 est une vue schématique en perspective du thermoformage d'une deuxième ébauche fibreuse en une deuxième sous-préforme fibreuse.

[0033] [Fig. 6] La figure 6 est une vue schématique en perspective du thermoformage d'une troisième ébauche fibreuse en une troisième sous-préforme
15 fibreuse.

[0034] [Fig. 7] La figure 7 est une vue schématique en perspective d'un moule de thermoformage.

[0035] [Fig. 8] La figure 8 est une vue schématique en perspective du moule de
20 thermoformage de la figure 6 sur lequel la troisième ébauche fibreuse a été thermoformée pour obtenir la troisième sous-préforme fibreuse.

[0036] [Fig. 9] La figure 9 est une vue schématique en perspective du moule de thermoformage de la figure 6 sur lequel la deuxième ébauche fibreuse a été thermoformée pour obtenir la deuxième sous-préforme fibreuse.

[0037] [Fig. 10] La figure 10 est une vue schématique en perspective du moule de
25 thermoformage de la figure 6 sur lequel la première ébauche fibreuse a été thermoformée pour obtenir la première sous-préforme fibreuse.

[0038] [Fig. 11] La figure 11 est une vue schématique en perspective d'un moule de drapage permettant le drapage de la première ébauche fibreuse.

[0039] [Fig. 12] La figure 12 est une vue schématique en perspective d'un moule de drapage permettant le drapage de la deuxième ébauche fibreuse.

[0040] [Fig. 13] La figure 13 est une vue schématique en perspective d'un moule de drapage permettant le drapage de la troisième ébauche fibreuse.

- 5 [0041] [Fig. 14] La figure 14 est une vue schématique et partielle d'une ébauche fibreuse drapée par placement automatique de fibres.

Description des modes de réalisation

[0042] La présente invention concerne la fabrication d'une pièce en matériau composite par drapage. En particulier, la présente invention est particulièrement
10 intéressante pour la réalisation de pièces épaisses et/ou présentant une géométrie complexe. La présente invention est particulièrement intéressante pour la réalisation d'une pièce formée par au moins 20 plis pré-imprégnés déposés par drapage, et plus avantageuse encore pour la réalisation d'une pièce formée par au moins 40 plis pré-imprégnés déposés par drapage.

- 15 [0043] La figure 1 illustre un exemple de pièce 5 en matériau composite pouvant être réalisée par le procédé de l'invention.

[0044] La pièce 5 en matériau composite à obtenir peut comprendre un corps en forme de coque s'étendant autour d'un axe, par exemple un corps 5a en forme de demi-coque s'étendant autour d'un axe A comme dans l'exemple illustré sur la figure
20 1. Le corps 5a peut présenter une forme de révolution partielle cylindrique ou tronconique, ou encore une forme de révolution partielle quelconque.

[0045] La pièce 5 en matériau composite à obtenir peut comprendre au moins une bride 5b à l'une de ses extrémités, comme dans l'exemple illustré sur la figure 1. La ou les brides 5b sont situées dans le prolongement du corps 5a de la pièce 5 à
25 obtenir. La pièce 5 comprend en outre une face interne 5i et une face externe 5e, définie par rapport à l'axe A.

[0046] Conformément au procédé de l'invention, la pièce 5 à obtenir sera réalisée par densification d'une préforme fibreuse 50 pré-imprégnée, ladite préforme fibreuse 50 étant obtenue par l'empilement d'une pluralité de sous-préformes fibreuses 51,
30 52, 53 obtenues par drapage et thermoformage, comme illustré sur la figure 2. Les

sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 sont empilées de sorte à se superposer radialement. Ainsi, les sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 se superposent dans l'épaisseur de la préforme fibreuse 50.

[0047] Les sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 comprennent une face interne 51i, 52i, 53i et une face externe 51e, 52e, 53e. Les sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 sont empilées de sorte que la face interne 52i, 53i d'une sous-préforme fibreuse extérieure 52, 53 soit au contact de la face externe 51e, 52e d'une sous-préforme fibreuse intérieure 51, 52. La face interne 51i de la sous-préforme fibreuse 51 disposée la plus à l'intérieur de la préforme fibreuse 50 sera destinée à former la face interne 5i de la pièce 5. La face externe 53e de la sous-préforme fibreuse 53 disposée la plus à l'extérieur de la préforme fibreuse 50 sera destinée à former la face externe 5e de la pièce 5.

[0048] Chaque sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 peut comprendre un sous-corps 51a, 52a, 53a, destiné à former une partie de l'épaisseur du corps 5a de la pièce finale 5, et au moins une sous-bride 51b, 52b, 53b, destinée à former une partie de l'épaisseur de la bride 5b de la pièce finale 5.

[0049] Nous allons maintenant décrire une première étape préliminaire optionnelle E_1 de conception du procédé de l'invention, en relation avec la figure 3.

[0050] Suivant une première sous-étape E_{11} de cette première étape préliminaire optionnelle E_1 , on détermine tout d'abord le nombre total P_{total} de plis pré-imprégnés à draper pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5. La présente invention est particulièrement intéressante dans le cas où le nombre total P_{total} de plis pré-imprégnés à draper pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5 est supérieur à 20. On détermine le nombre total P_{total} de plis pré-imprégnés à draper selon l'épaisseur de la pièce 5 à obtenir et selon le ou les matériaux constituant les plis pré-imprégnés à draper pour obtenir la pièce 5.

[0051] Suivant une deuxième sous-étape E_{12} de cette première étape préliminaire optionnelle E_1 , on détermine le nombre maximum de plis superposés P_{max} pour lequel la probabilité $p_{\text{défaut}}$ d'apparition d'un défaut de formage lors du thermoformage est faible. La probabilité $p_{\text{défaut}}$ d'apparition d'un défaut de formage

lors du thermoformage est déterminée suivant le ou les matériaux constituant les plis pré-imprégnés à draper et suivant la géométrie de la pièce 5 à obtenir. Cette probabilité $p_{\text{défaut}}$ d'apparition d'un défaut de formage lors du thermoformage peut être obtenue en réalisant des essais. En particulier, on détermine le nombre

- 5 maximum de plis superposés P_{max} pour lequel la probabilité $p_{\text{défaut}}$ d'apparition d'un défaut de formage lors du thermoformage est inférieure ou égale à une valeur de probabilité déterminée $p_{\text{réf}}$. De préférence, la valeur déterminée $p_{\text{réf}}$ est égale à 10^{-9} .

[0052] De manière générale, le nombre maximum de plis superposés P_{max} est de préférence inférieur ou égal à 20 pour un formage à 90° .

- 10 [0053] La première et la deuxième sous-étapes de cette étape préliminaire optionnelle peuvent être réalisées simultanément.

[0054] Suivant une troisième sous-étape E_{13} de cette première étape préliminaire optionnelle E_1 , on détermine le nombre N de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce. A cet effet, on détermine le

- 15 nombre minimum N_{mini} de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5. Le nombre minimum N_{mini} de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser est déterminé en divisant le nombre total P_{total} de plis pré-imprégnés à draper pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5 par le nombre maximum de plis superposés P_{max} . Si le rapport du nombre total P_{total} de plis pré-imprégnés à draper par le nombre maximum de plis superposés P_{max} est un entier, alors le nombre minimum N_{mini} de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser est égal à cet entier. Si le rapport du nombre total P_{total} de plis pré-imprégnés à draper par le nombre maximum de plis superposés P_{max} n'est pas un entier, alors le nombre minimum N_{mini} de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser correspond à l'arrondi à l'entier supérieur de ce quotient.
- 25

[0055] Par exemple, si le nombre total P_{total} de plis pré-imprégnés à draper est de 30 et que le nombre maximum de plis superposés P_{max} est de 7, le nombre minimum N_{mini} de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser sera de 5.

- [0056] Le nombre N de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5 est de préférence choisi égal au nombre
- 30

minimum N_{mini} de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5. Le nombre N de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5 doit être supérieur ou égal au nombre minimum N_{mini} de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5.

[0057] Suivant une quatrième sous-étape E_{14} de la première étape préliminaire optionnelle E_1 , on détermine la répartition du nombre de plis dans chaque sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 à réaliser pour obtenir la préforme fibreuse 50 de la pièce 5. La répartition des plis par sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 est réalisée de sorte que le nombre de plis présent dans chaque sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 soit inférieur ou égal au nombre maximum de plis superposés P_{max} . De préférence, chaque sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 comprend un nombre similaire de plis, voire comprend le même nombre de plis.

[0058] On obtient ainsi les caractéristiques de chaque sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 à réaliser. Une sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 est obtenue par thermoformage d'une ébauche fibreuse 510, 520, 530, comme illustré sur les figures 4 à 6.

[0059] Suivant une cinquième sous-étape E_{15} de la première étape préliminaire optionnelle E_1 , on détermine les caractéristiques des surfaces de thermoformage S_{10} , S_{20} , S_{30} du ou des moules de thermoformage 10, 20, 30 destinées à permettre le thermoformage des ébauches fibreuses 510, 520, 530 en sous-préformes fibreuses 51, 52, 53, comme illustrés sur les figures 7 à 10. Ces caractéristiques peuvent facilement être déterminées à partir des caractéristiques de chaque sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 à réaliser déterminées précédemment.

[0060] Dans l'exemple illustré, les surfaces de thermoformage S_{10} , S_{20} , S_{30} du ou des moules de thermoformage 10, 20, 30 comprennent chacune une zone de sous-corps 10a, 20a, 30a destinée à permettre le thermoformage du sous-corps 51a, 52a, 53a de la sous-préforme fibreuse 51, 52, 53. Les surfaces de thermoformage S_{10} , S_{20} , S_{30} du ou des moules de thermoformage 10, 20, 30 comprennent également chacune une zone de sous-bride 10b, 20b, 30b destinée à permettre le

thermoformage de la sous-bride 51b, 52b, 53b de la sous-préforme fibreuse 51, 52, 53.

[0061] Suivant une sixième sous-étape E_{16} de la première étape préliminaire optionnelle E_1 , on détermine les caractéristiques de chaque ébauche fibreuse 510, 520, 530 destinée à former une sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 après thermoformage sur les surfaces de thermoformages S_{10} , S_{20} , S_{30} .

[0062] L'ébauche fibreuse 510, 520, 530 comprend le même nombre de plis pré-imprégnés que la sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 que ladite ébauche fibreuse 510, 520, 530 est destinée à former. La forme de l'ébauche fibreuse 510, 520, 530 à draper est facilement déterminable par l'homme du métier à partir de la forme de la sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 que ladite ébauche fibreuse 510, 520, 530 est destinée à devenir. En effet, la sous-préforme fibreuse 51, 52, 53 à réaliser présente une géométrie qui n'est pas réalisable directement par drapage, par exemple parce qu'elle présente des creux ou des angles dont le fond n'est pas atteignable par la tête de dépose d'un dispositif de drapage.

[0063] Dans le cas où les sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 à réaliser présentent une sous-bride 51b, 52b, 53b à au moins une de leurs extrémités, les ébauches fibreuses 510, 520, 530 associées présenteront de manière bien connue une partie d'extrémité ondulée 510b, 520b, 530b appelée « partie de bride de l'ébauche fibreuse » destinée à être thermoformée en sous-bride.

[0064] La détermination de la géométrie d'une ébauche fibreuse 510, 520, 530 drapée à thermoformer en une forme voulue est bien connue de l'homme du métier, en particulier pour la réalisation d'une pièce comprenant au moins une bride. Un exemple d'une telle détermination est notamment décrit dans le document WO2012/046020.

[0065] Les ébauches fibreuses 510, 520, 530 comprennent une face interne 510i, 520i, 530i et une face externe 510e, 520e, 530e, comme illustré sur les figures 4 à 6. La face interne 510i, 520i, 530i de chaque ébauche fibreuse 510, 520, 530 est destinée à former la face interne 51i, 52i, 53i d'une sous-préforme fibreuse 51, 52, 53. La face externe 510e, 520e, 530e de chaque ébauche fibreuse 510, 520, 530 est

destinée à former la face externe 51e, 52e, 53e d'une sous-préforme fibreuse 51, 52, 53.

[0066] Suivant une septième sous-étape E_{17} de la première étape préliminaire optionnelle E_1 , on détermine les caractéristiques des surfaces de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} des moules de drapage 100, 200, 300 destinés à permettre le drapage des ébauches fibreuses 510, 520, 530. Ces caractéristiques peuvent facilement être déterminées à partir des caractéristiques de chaque ébauche fibreuse 510, 520, 530 déterminées précédemment.

[0067] Toutes les sous-étapes présentées précédemment sont optionnelles, et on ne sort bien entendu pas du cadre de l'invention si aucune ou seulement une partie de ces sous-étapes sont réalisées.

[0068] Nous allons maintenant décrire la fabrication de la pluralité de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53, selon une deuxième étape E_2 , comme illustré sur la figure 3.

[0069] On réalise la pluralité d'ébauches fibreuses 510, 520, 530 par drapage.

[0070] La première ébauche fibreuse 510 est réalisée par drapage sur une première surface de drapage S_{100} . Comme illustré sur la figure 11, la première surface de drapage S_{100} appartient à un premier moule de drapage 100. Dans l'exemple illustré, la première surface de drapage S_{100} comprend au moins une zone principale 100a et une zone d'extrémité ondulée 100b située dans le prolongement de la zone principale 100a. La zone principale 100a de la première surface de drapage S_{100} présente la géométrie de la partie de corps 510a de la première ébauche fibreuse 510 à obtenir. Ainsi, les plis pré-imprégnés drapés sur la zone principale 100a de la première surface de drapage S_{100} sont destinés à former la partie de corps 510a de la première ébauche fibreuse 510 à obtenir. La zone d'extrémité ondulée 100b de la première surface de drapage S_{100} présente la géométrie de la partie de bride 510b de la première ébauche fibreuse 510 à obtenir. Ainsi, le ou les plis pré-imprégnés drapés sur la zone d'extrémité ondulée 100b de la première surface de drapage S_{100} sont destinés à former la partie de bride 510b de la première ébauche fibreuse 510 à obtenir.

[0071] La deuxième ébauche fibreuse 520 est réalisée par drapage sur une deuxième surface de drapage S_{200} . Comme illustré sur la figure 12, la deuxième surface de drapage S_{200} appartient à un deuxième moule de drapage 200. Dans l'exemple illustré, la deuxième surface de drapage S_{200} comprend au moins une zone principale 200a et une zone d'extrémité ondulée 200b située dans le prolongement de la zone principale 200a. La zone principale 200a de la deuxième surface de drapage S_{200} présente la géométrie de la partie de corps 520a de la deuxième ébauche fibreuse 520 à obtenir. Ainsi, les plis pré-imprégnés drapés sur la zone principale 200a de la deuxième surface de drapage S_{200} sont destinés à former la partie de corps 520a de la deuxième ébauche fibreuse 520 à obtenir. La zone d'extrémité ondulée 200b de la deuxième surface de drapage S_{200} présente la géométrie de la partie de bride 520b de la deuxième ébauche fibreuse 520 à obtenir. Ainsi, le ou les plis pré-imprégnés drapés sur la zone d'extrémité ondulée 200b de la deuxième surface de drapage S_{200} sont destinés à former la partie de bride 520b de la deuxième ébauche fibreuse 520 à obtenir.

[0072] La troisième ébauche fibreuse 530 est réalisée par drapage sur une troisième surface de drapage S_{300} . Comme illustré sur la figure 13, la troisième surface de drapage S_{300} appartient à un troisième moule de drapage 300. Dans l'exemple illustré, la troisième surface de drapage S_{300} comprend au moins une zone principale 300a et une zone d'extrémité ondulée 300b située dans le prolongement de la zone principale 300a. La zone principale 300a de la troisième surface de drapage S_{300} présente la géométrie de la partie de corps 530a de la troisième ébauche fibreuse 530 à obtenir. Ainsi, les plis pré-imprégnés drapés sur la zone principale 300a de la troisième surface de drapage S_{300} sont destinés à former la partie de corps 530a de la troisième ébauche fibreuse 530 à obtenir. La zone d'extrémité ondulée 300b de la troisième surface de drapage S_{300} présente la géométrie de la partie de bride 530b de la troisième ébauche fibreuse 530 à obtenir. Ainsi, le ou les plis pré-imprégnés drapés sur la zone d'extrémité ondulée 300b de la troisième surface de drapage S_{300} sont destinés à former la partie de bride 530b de la troisième ébauche fibreuse 530 à obtenir.

[0073] La deuxième surface de drapage S_{200} est différente de la première surface de drapage S_{100} . De préférence, la deuxième surface de drapage S_{200} présente une forme globale similaire à la forme globale de la première surface de drapage S_{100} . La deuxième surface de drapage S_{200} peut présenter des dimensions

5 proportionnellement plus grandes que les dimensions de la première surface de drapage S_{100} . La première surface de drapage S_{100} appartient à un premier moule de drapage 100 différent du deuxième moule de drapage 200 comprenant la deuxième surface de drapage S_{200} . Le premier moule de drapage 100 n'est pas inclus dans le deuxième moule de drapage 200.

10 [0074] Plus généralement, les surfaces de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} sont toutes différentes les unes par rapport aux autres. De préférence, les surfaces de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} présentent une forme globale similaire. Les dimensions des surfaces de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} sont de préférence proportionnelles les unes par rapport aux autres.

15 [0075] La réalisation des ébauches fibreuses 510, 520, 530 est de préférence réalisée par placement automatique de fibres, selon la méthode dite « AFP ».

[0076] La figure 14 illustre schématiquement la structure d'une tête de dépose 80 d'un dispositif de mise en œuvre d'une technique AFP. La structure de la tête de dépose 80 est bien connue. La tête de dépose 80 est alimentée par une bande ou

20 une mèche fibreuse 500.

[0077] La bande ou la mèche fibreuse 500 peut être imprégnée par une résine selon un mode particulièrement intéressant de l'invention. En particulier, la bande ou la mèche fibreuse 500 peut être imprégnée par un polymère thermodurcissable ou être imprégnée par un polymère thermoplastique. La bande ou la mèche fibreuse

25 500 peut également être imprégnée par une suspension aqueuse comprenant des particules de précurseur de matrice.

[0078] La bande ou la mèche fibreuse 500 peut être acheminée par un élément de convoyage 81 jusqu'à un élément d'application de la pression 82 situé du côté de la surface de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} . L'élément de convoyage 81 est ici sous la forme

30 d'un couple de rouleaux contrarotatifs 81a et 81b entre lesquels la bande ou la

mèche 500 est présente. L'élément de convoyage 81 permet de faire avancer la bande ou la mèche 500 jusqu'à l'élément d'application de la pression 82. L'élément d'application de la pression 82 applique une pression sur la bande ou la mèche 500 afin de réaliser un dépôt sur la surface de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} . L'élément d'application de la pression 82 est ici sous la forme d'un rouleau.

[0079] La tête de dépose 80 peut, en outre, comporter un élément chauffant 83 situé au voisinage de l'élément d'application de la pression 82. Cet élément chauffant 83 permet, dans le cas d'une bande ou d'une mèche 500 imprégnée par un polymère thermoplastique ou thermodurcissable, de chauffer la bande ou la mèche 500 imprégnée lors de son dépôt afin de fluidifier le polymère et ainsi de conférer le pouvoir d'adhésion souhaité à la bande ou à la mèche 500 déposée.

[0080] Lors du dépôt, la tête de dépose 80 est mobile afin d'appliquer la bande ou la mèche 500 sur une première zone déterminée la surface de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} . Une fois l'application réalisée sur cette première zone, un élément de découpe 84 de la tête de dépose 80 coupe la bande ou la mèche 500. Après cette découpe, on obtient ainsi le dépôt d'une première structure fibreuse, formée par un premier tronçon de la bande ou de la mèche 500, sur la surface de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} .

[0081] La formation de l'ébauche fibreuse 510, 520, 530 est ensuite poursuivie par avancée de la bande ou de la mèche 500 dans la tête de dépose 80 jusqu'à l'élément d'application de la pression 82 par actionnement de l'élément de convoyage 81. La tête de dépose 80 peut être déplacée afin de réaliser le dépôt de la mèche ou de la bande 500 sur une deuxième zone la surface de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} . Le dépôt d'une deuxième structure fibreuse, formée par un deuxième tronçon de la bande 500, sur la deuxième zone de la surface de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} est alors obtenu d'une manière similaire à celle décrite précédemment.

[0082] La réalisation de l'ébauche fibreuse 510, 520, 530 est ensuite poursuivie par dépôt de plusieurs autres structures fibreuses de la même manière que décrite précédemment. On réalise ainsi un ou plusieurs plis pré-imprégnés sur la surface de drapage S_{100} , S_{200} , S_{300} . Les plis sont de préférence pré-imprégnés par une résine, comme décrit précédemment, par exemple par un polymère thermodurcissable ou par un polymère thermoplastique.

[0083] On obtient alors les ébauches fibreuses 510, 520, 530 réalisées par drapage telles qu'illustrées sur les figures 4 à 6.

[0084] On réalise une pluralité de sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 par thermoformage des ébauches fibreuses 510, 520, 530.

5 [0085] On peut réaliser toutes les ébauches fibreuses 510, 520, 530 puis, lorsque toutes les ébauches fibreuses ont été réalisées, les thermoformer pour obtenir les sous-préformes fibreuses 51, 52, 53. Il est également possible de thermoformer une ou plusieurs ébauches fibreuses en sous-préformes fibreuses avant que toutes les ébauches fibreuses ne soient réalisées.

10 [0086] La première sous-préforme fibreuse 51 est réalisée par thermoformage de la première ébauche fibreuse 510 sur une première surface de thermoformage S_{10} . La première surface de thermoformage S_{10} peut comprendre une zone de sous-corps 10a et une zone de sous-bride 10b inclinée par rapport à la zone de sous-corps 10a. La zone de sous-corps 10a de la première surface de thermoformage S_{10} présente la
15 géométrie du sous-corps 51a de la première sous-préforme 51 à obtenir. Ainsi, la partie de corps 510a de la première ébauche fibreuse 510 est destinée à être thermoformée contre la zone de sous-corps 10a de la première surface de thermoformage S_{10} pour former le sous-corps 51a de la première sous-préforme 51. La zone de sous-bride 10b de la première surface de thermoformage S_{10} présente la
20 géométrie de la sous-bride 51b de la première sous-préforme 51 à obtenir. La partie de bride 510b de la première ébauche fibreuse 510 est destinée à être thermoformée contre la zone de sous-bride 10b de la première surface de thermoformage S_{10} pour former la sous-bride 51b de la première sous-préforme 51. Ainsi, le thermoformage de la première ébauche fibreuse 510 est réalisé en
25 disposant la face externe 510e de ladite première ébauche fibreuse 510 contre la première surface de thermoformage S_{10} .

[0087] La deuxième sous-préforme fibreuse 52 est réalisée par thermoformage de la deuxième ébauche fibreuse 520 sur une deuxième surface de thermoformage S_{20} . La deuxième surface de thermoformage S_{20} peut comprendre une zone de sous-
30 corps 20a et une zone de sous-bride 20b inclinée par rapport à la zone de sous-corps 20a. La zone de sous-corps 20a de la deuxième surface de thermoformage S_{20}

présente la géométrie du sous-corps 52a de la deuxième sous-préforme 52 à obtenir. Ainsi, la partie de corps 520a de la deuxième ébauche fibreuse 520 est destinée à être thermoformée contre la zone de sous-corps 20a de la deuxième surface de thermoformage S_{20} pour former le sous-corps 52a de la deuxième sous-préforme 52. La zone de sous-bride 20b de la deuxième surface de thermoformage S_{20} présente la géométrie de la sous-bride 52b de la deuxième sous-préforme 52 à obtenir. La partie de bride 520b de la deuxième ébauche fibreuse 520 est destinée à être thermoformée contre la zone de sous-bride 20b de la deuxième surface de thermoformage S_{20} pour former la sous-bride 52b de la deuxième sous-préforme 52. Ainsi, le thermoformage de la deuxième ébauche fibreuse 520 est réalisé en disposant la face externe 520e de ladite deuxième ébauche fibreuse 520 contre la deuxième surface de thermoformage S_{20} .

[0088] La troisième sous-préforme fibreuse 53 est réalisée par thermoformage de la troisième ébauche fibreuse 530 sur une troisième surface de thermoformage S_{30} . La troisième surface de thermoformage S_{30} peut comprendre une zone de sous-corps 30a et une zone de sous-bride 30b inclinée par rapport à la zone de sous-corps 30a. La zone de sous-corps 30a de la troisième surface de thermoformage S_{30} présente la géométrie du sous-corps 53a de la troisième sous-préforme 53 à obtenir. Ainsi, la partie de corps 530a de la troisième ébauche fibreuse 530 est destinée à être thermoformée contre la zone de sous-corps 30a de la troisième surface de thermoformage S_{30} pour former le sous-corps 53a de la troisième sous-préforme 53. La zone de sous-bride 30b de la troisième surface de thermoformage S_{30} présente la géométrie de la sous-bride 53b de la troisième sous-préforme 53 à obtenir. La partie de bride 530b de la troisième ébauche fibreuse 530 est destinée à être thermoformée contre la zone de sous-bride 30b de la troisième surface de thermoformage S_{30} pour former la sous-bride 53b de la troisième sous-préforme 53. Ainsi, le thermoformage de la troisième ébauche fibreuse 530 est réalisé en disposant la face externe 530e de ladite troisième ébauche fibreuse 530 contre la troisième surface de thermoformage S_{30} .

[0089] De préférence, les surfaces de drapage S_{10} , S_{20} , S_{30} sont convexes alors que les surfaces de thermoformage S_{100} , S_{200} , S_{300} sont concaves, afin d'améliorer la santé matière finale obtenue pour les sous-préformes fibreuses 51, 52, 53.

[0090] Les surfaces de thermoformage S_{10} , S_{20} , S_{30} peuvent appartenir chacune à un moule de thermoformage distinct. Toutefois, selon un mode particulier de réalisation de l'invention et comme dans l'exemple illustré sur les figures 7 à 10, le thermoformage des ébauches fibreuses 510, 520 et 530 peut être réalisé sur un unique moule de thermoformage 30.

[0091] Dans ce mode de réalisation, comme illustré sur la figure 8, une ébauche fibreuse - ici la troisième ébauche fibreuse 530 - est thermoformée directement sur le moule de thermoformage 30. La troisième surface de thermoformage S_{30} appartient donc au moule de thermoformage 30. Puis, les autres ébauches fibreuses – ici la deuxième ébauche 520 puis la première ébauche 510 – sont thermoformées sur la sous-préforme fibreuse 53, 52 précédemment obtenue encore disposée sur le moule de thermoformage 30, comme illustré sur les figures 9 et 10. Ainsi, la deuxième surface de thermoformage S_{20} est formée par la face interne 53i de la troisième sous-préforme fibreuse 53 encore disposée sur le moule de thermoformage 30, et la première surface de thermoformage S_{10} est formée par la face interne 52i de la deuxième sous-préforme fibreuse 52 encore disposée sur le moule de thermoformage 30.

[0092] Les paramètres de thermoformage tels que la température, la cinématique et la vitesse sont déterminés de manière bien connue par l'homme du métier en fonction du type de plis pré-imprégnés utilisés.

[0093] Selon une troisième étape E_3 , on réalise l'empilement des sous-préformes fibreuses 51, 52, 53.

[0094] Dans le mode de réalisation préférentiel tel qu'illustré sur les figures 8 à 10, l'empilement des sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 est réalisé de fait sur le moule de thermoformage 30.

[0095] Sinon, on réalise l'empilement des sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 après le thermoformage, comme décrit précédemment. L'empilement peut être réalisé par

un effecteur automatisé, par exemple par un effecteur automatisé de type « pick and place ».

[0096] L'empilement des sous-préformes fibreuses 51, 52, 53 forme la préforme fibreuse 50 de la pièce 5 à obtenir.

- 5 [0097] La préforme fibreuse 50 ainsi obtenue est ensuite polymérisée de manière bien connue de sorte à consolider ladite préforme 50 pour obtenir la pièce 5 en matériau composite selon une quatrième étape E₄. L'invention est particulièrement intéressante lorsque la pièce 5 à obtenir est une pièce en matériau composite à matrice organique.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de fabrication d'une pièce (5) en matériau composite comprenant les étapes suivantes :

- 5 - la réalisation d'une première ébauche fibreuse (510) par drapage d'un ou de plusieurs premiers plis pré-imprégnés sur une première surface de drapage (S_{100}),
- la réalisation d'une première sous-préforme fibreuse (51) par thermoformage de la première ébauche fibreuse (510) sur une première surface de thermoformage (S_{10}),
- la réalisation d'au moins une deuxième ébauche fibreuse (520) par drapage d'un
- 10 ou de plusieurs deuxièmes plis pré-imprégnés sur une deuxième surface de drapage (S_{200}) différente de la première surface de drapage (S_{100}),
- la réalisation d'au moins une deuxième sous-préforme fibreuse (52) par thermoformage de la deuxième ébauche fibreuse (520) sur une deuxième surface de thermoformage (S_{20}) différente de la première surface de thermoformage (S_{20}),
- 15 - l'empilement des sous-préformes fibreuses (51, 52, 53) de sorte à obtenir une préforme fibreuse (50) ayant la forme de la pièce (5) à obtenir,
- la consolidation de la préforme fibreuse (50) de manière à former une matrice de sorte à obtenir la pièce (5) en matériau composite.

[Revendication 2] Procédé de fabrication selon la revendication 1, dans lequel les

20 drapages sont réalisés par un procédé de drapage automatisé.

[Revendication 3] Procédé de fabrication selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les ébauches fibreuses (510, 520, 530) sont pré-imprégnées par une résine.

[Revendication 4] Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les surfaces de drapage (S_{100} , S_{200} , S_{300}) sont

25 convexes et les surfaces de thermoformage sont concaves (S_{10} , S_{20} , S_{30}).

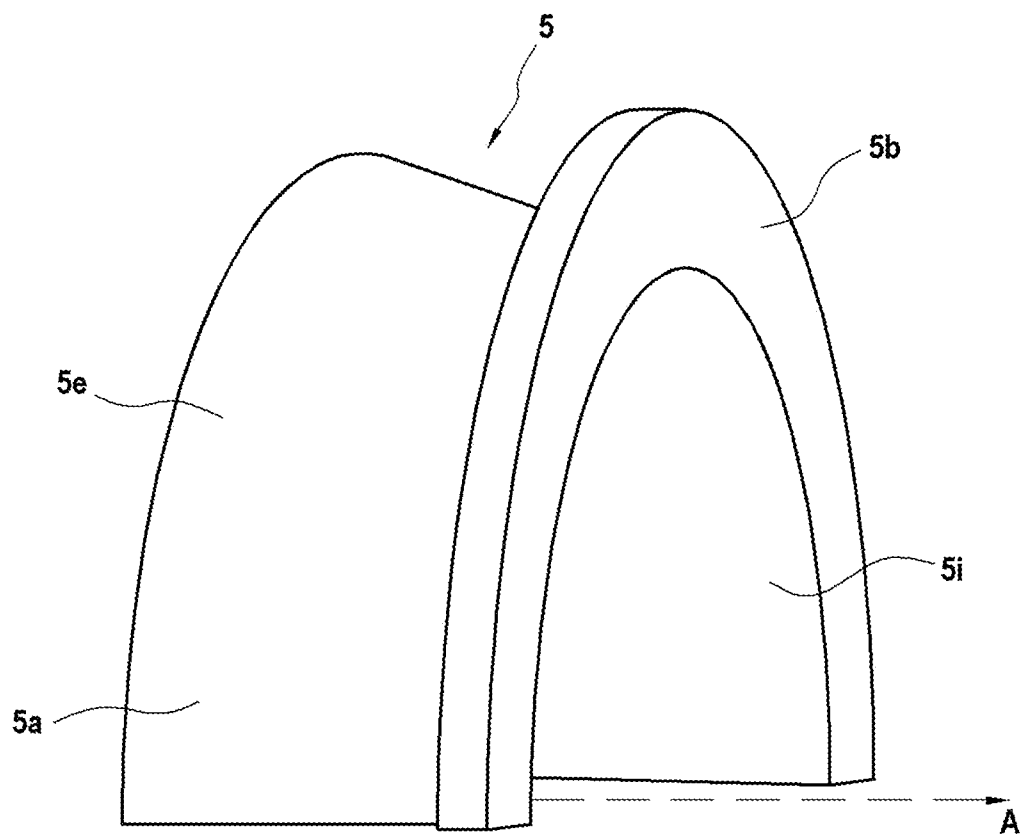
[Revendication 5] Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la première surface de thermoformage (S_{10}) est formée par la deuxième préforme fibreuse (52) disposée sur la deuxième surface de thermoformage (S_{20}).

[Revendication 6] Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les surfaces de drapage (S_{100} , S_{200} , S_{300}) comprennent au moins une zone d'extrémité présentant des ondulations (100b, 200b, 300b), de sorte que la partie des ébauches fibreuses (510, 520, 530) formées sur ladite partie d'extrémité présentant des ondulations (100b, 200b, 300b) soit déformée lors du thermoformage de sorte à réaliser au moins une sous-bride (51b, 52b, 53b) de sous-préforme fibreuse (51, 52, 53), l'empilement des sous-bridés de sous-préforme fibreuse (51, 52, 52) réalisant au moins une bride de préforme fibreuse (50) destinée à former au moins une bride (5b) sur la pièce finale (5).

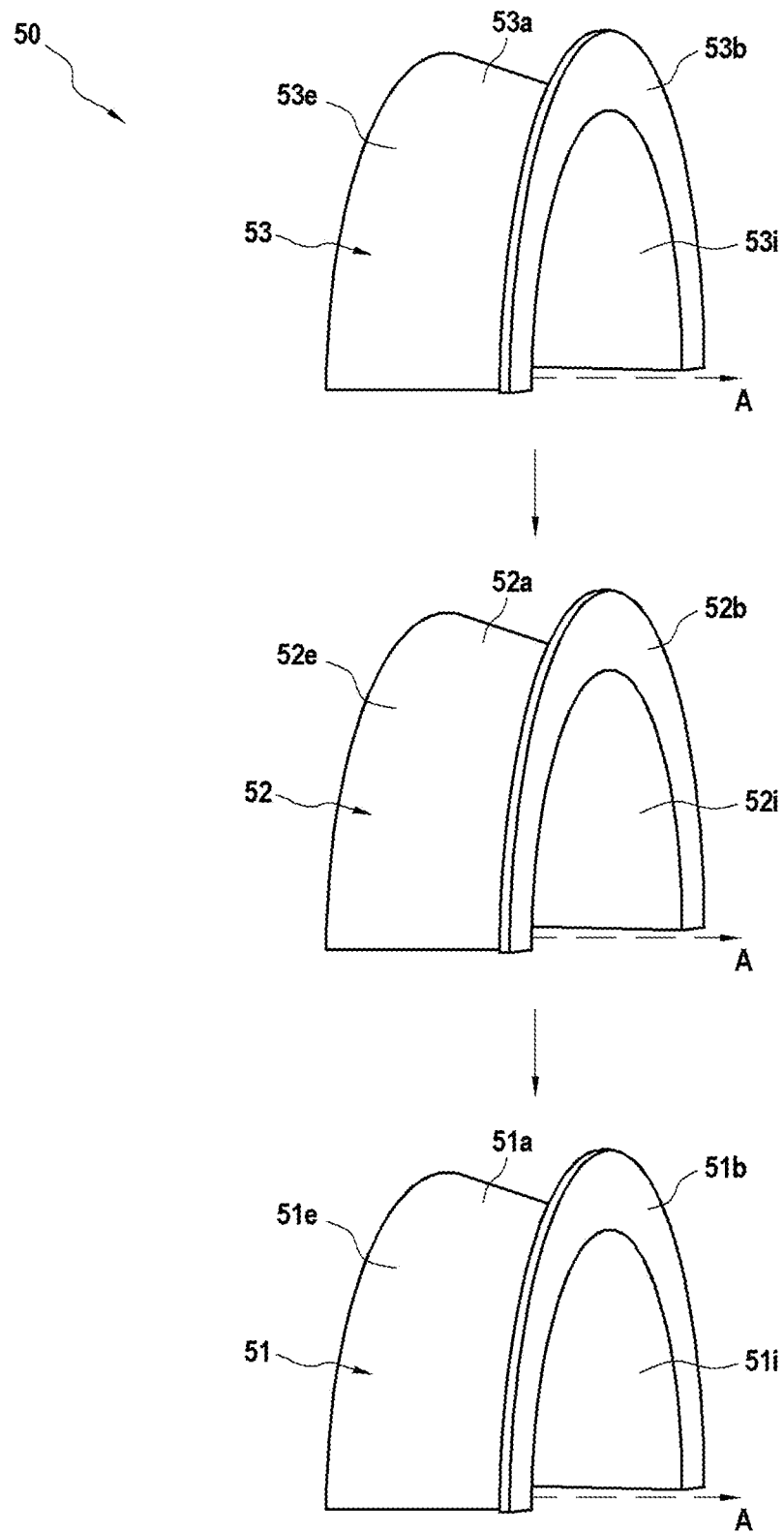
[Revendication 7] Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant en outre une étape préliminaire (E_1) de détermination du nombre (N) de sous-préformes fibreuses (51, 52, 53) à réaliser, selon laquelle on détermine le nombre minimum (N_{mini}) de sous-préformes fibreuses (51, 52, 53) empilées à réaliser pour que la probabilité d'apparition d'un défaut de formage lors du thermoformage d'une sous-préforme fibreuse (51, 52, 53) soit inférieure à une valeur de probabilité déterminée ($p_{\text{réf}}$).

[Revendication 8] Procédé de fabrication selon la revendication 7, dans lequel la valeur de probabilité ($p_{\text{réf}}$) déterminée est de 10^{-9} .

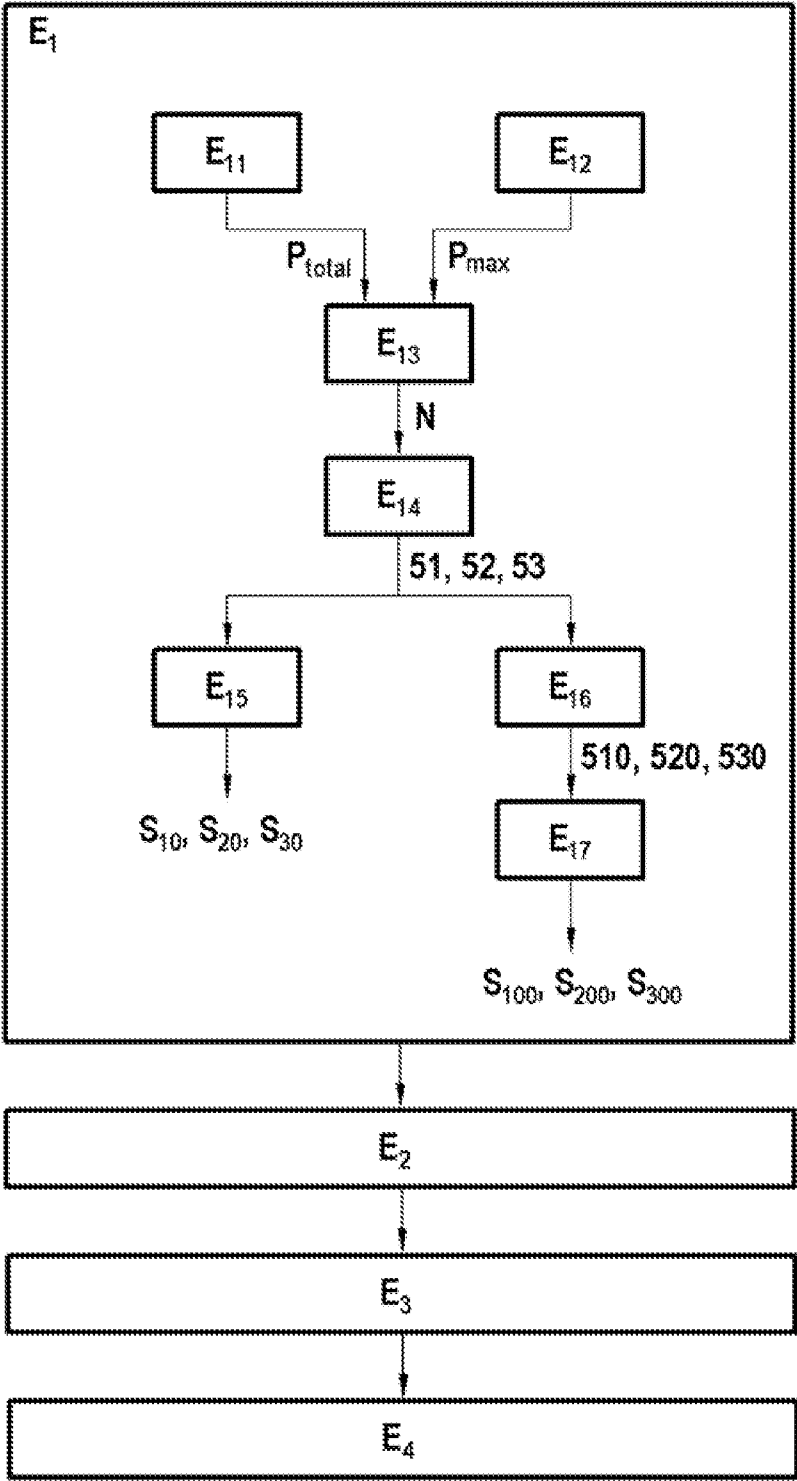
[Fig. 1]



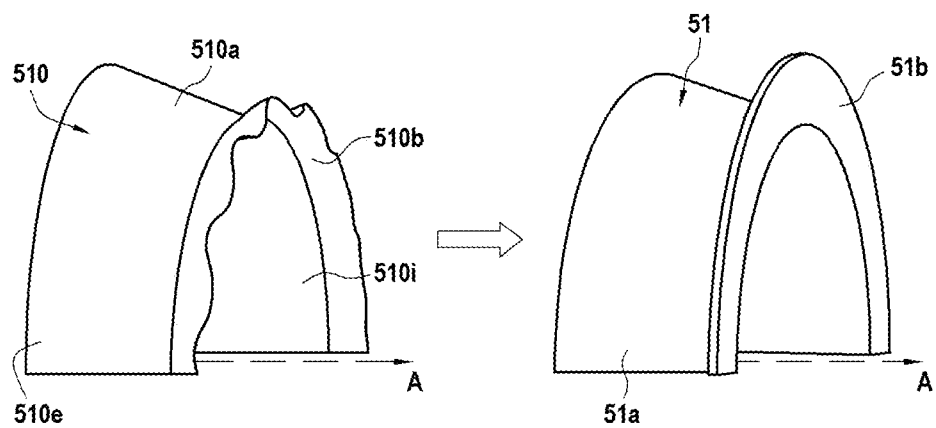
[Fig. 2]



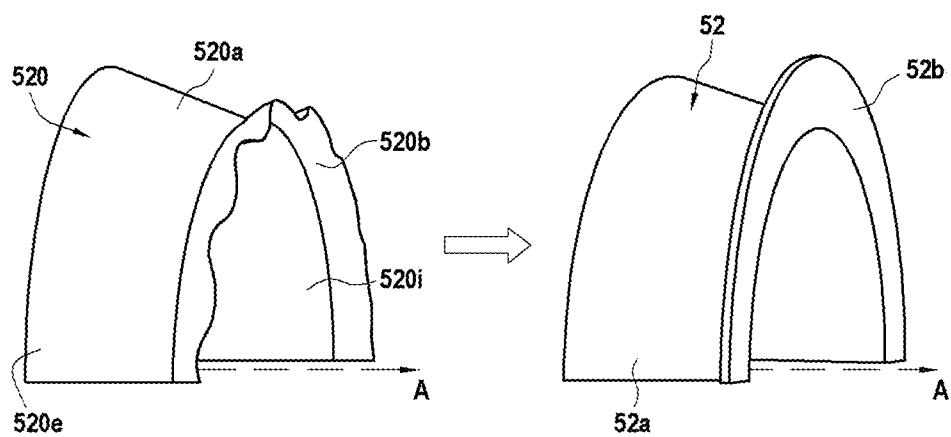
[Fig. 3]



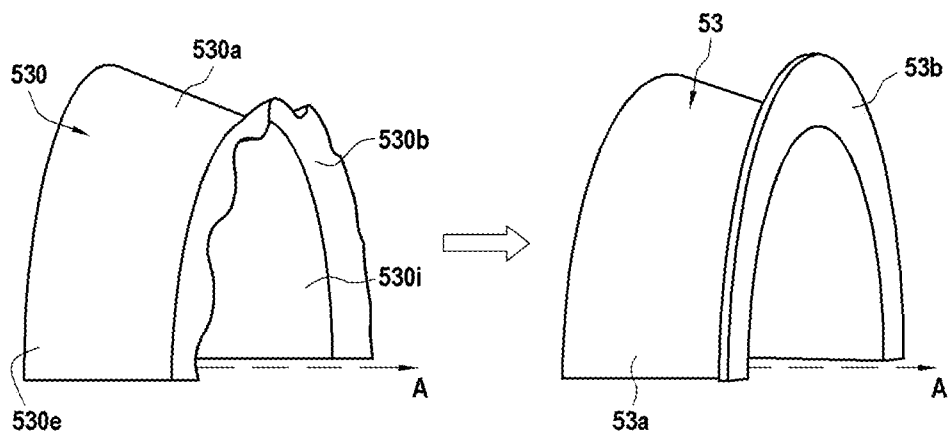
[Fig. 4]



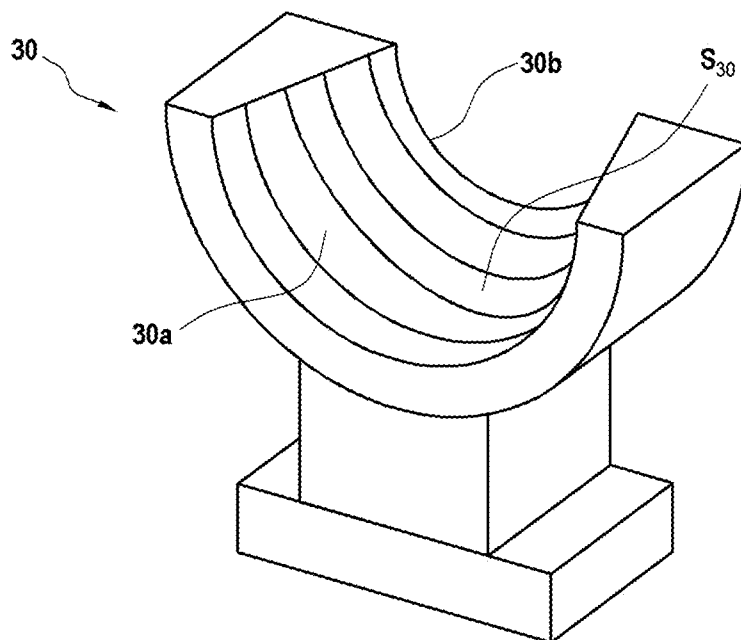
[Fig. 5]



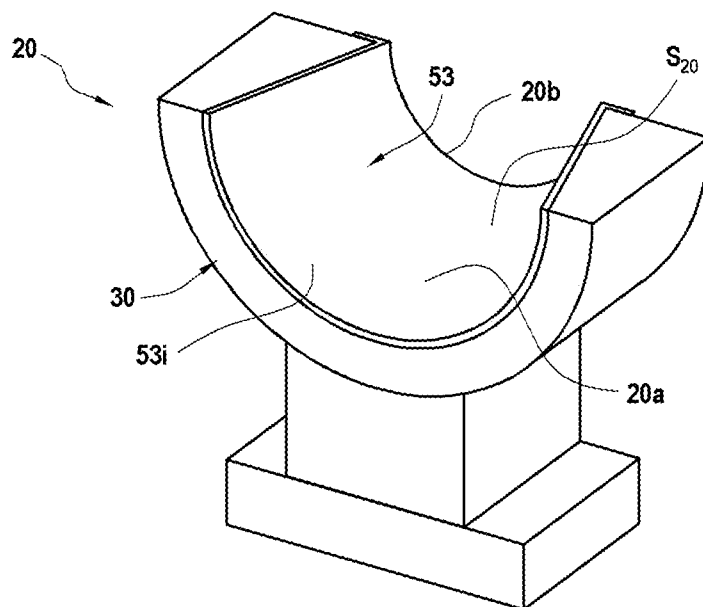
[Fig. 6]



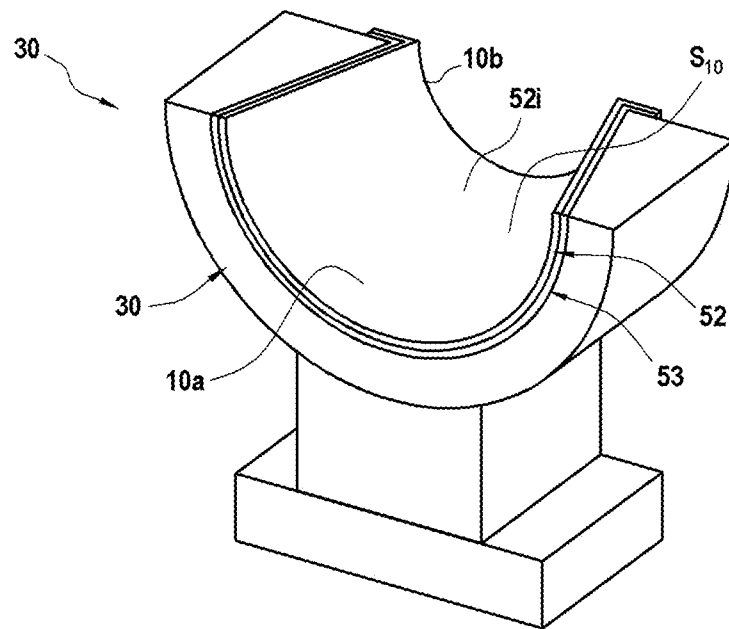
[Fig. 7]



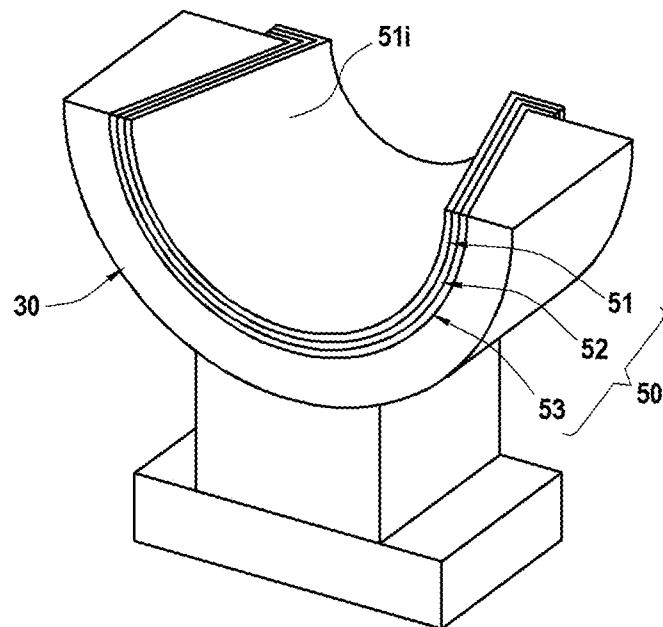
[Fig. 8]



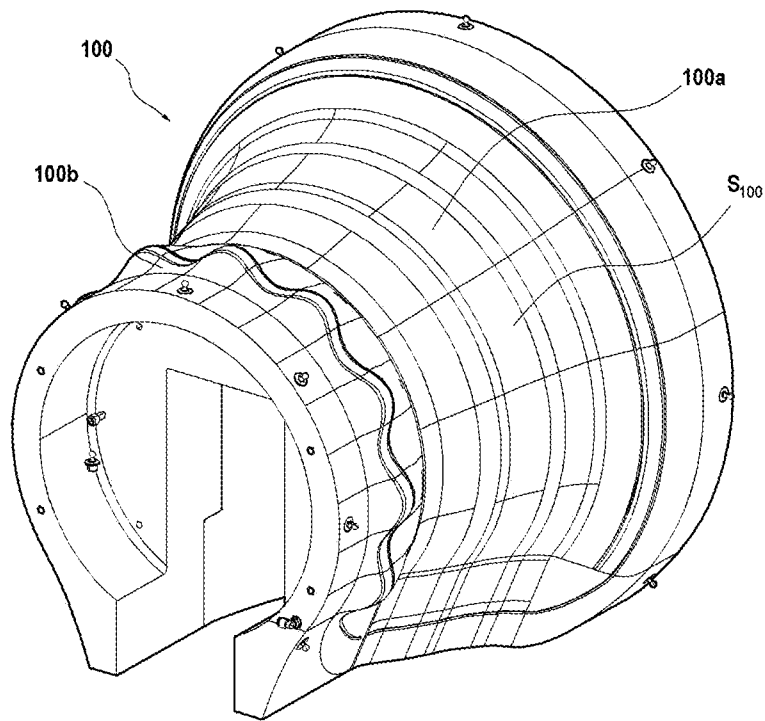
[Fig. 9]



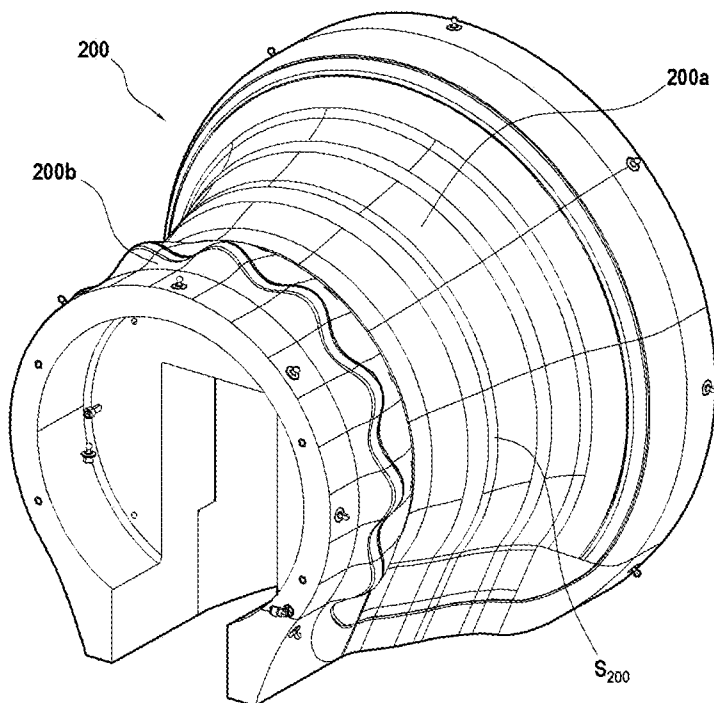
[Fig. 10]



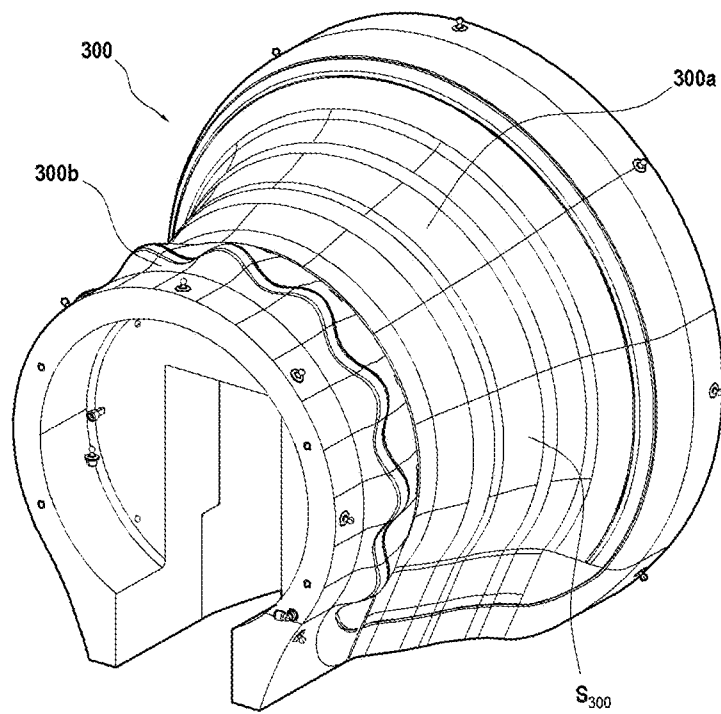
[Fig. 11]



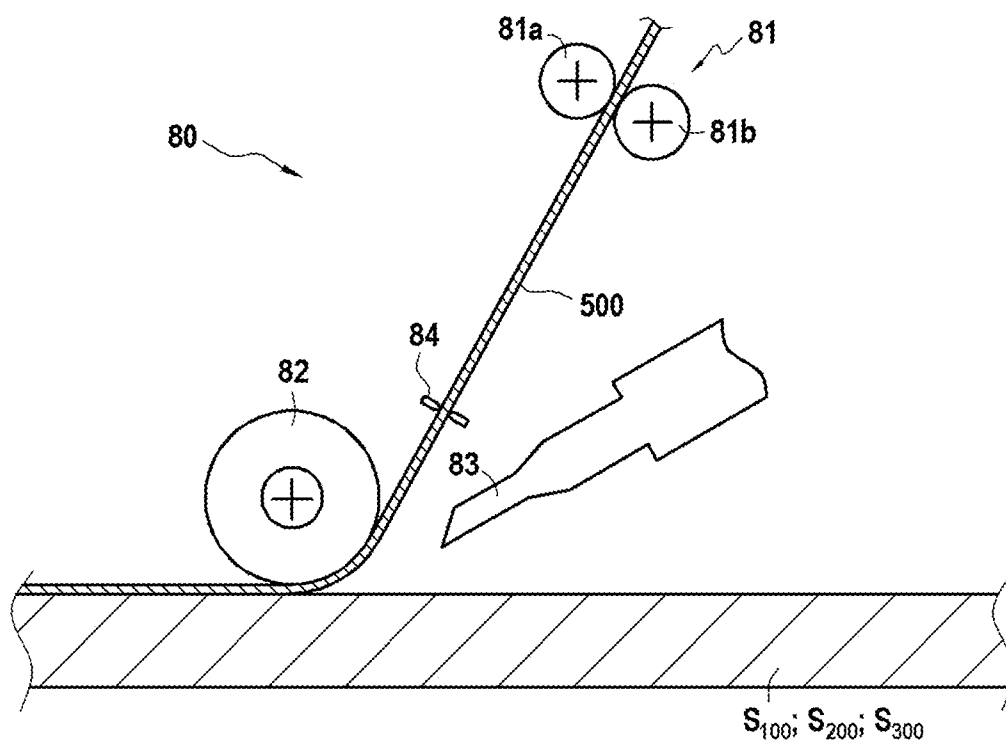
[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2024/050928

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B29C 70/30**(2006.01)i; **B29C 70/42**(2006.01)i; **B29C 70/38**(2006.01)n; **B29L 31/00**(2006.01)n

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; B29L

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010158831 A (TOKYO R & D KK) 22 July 2010 (2010-07-22) paragraphs [0024], [0025], [0029]; figures 2,3,4,5	1-8
A	DE 102014224741 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 09 June 2016 (2016-06-09) paragraphs [0009], [0012], [0025], [0030]; claim 4; figures	1-8

☐ 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

02 October 2024

Date of mailing of the international search report

11 October 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Bibollet-Ruche, D

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2024/050928

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010158831	A	22 July 2010	NONE	
DE	102014224741	A1	09 June 2016	NONE	

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B29C70/30 B29C70/42 ADD. B29C70/38 B29L31/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B29C B29L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP 2010 158831 A (TOKYO R & D KK) 22 juillet 2010 (2010-07-22) alinéas [0024], [0025], [0029]; figures 2,3,4,5 -----	1 - 8
A	DE 10 2014 224741 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9 juin 2016 (2016-06-09) alinéas [0009], [0012], [0025], [0030]; revendication 4; figures -----	1 - 8
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 2 octobre 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 11/10/2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Bibollet-Ruche, D

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2024/050928

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2010158831 A	22-07-2010	AUCUN	
DE 102014224741 A1	09-06-2016	AUCUN	