

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE FABRICATION D'UNE AUBE COMPOSITE POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF.

②② Date de dépôt : 01.12.21.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
SAS — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 02.06.23 Bulletin 23/22.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 31.05.24 Bulletin 24/22.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : TREBAOL, Julien David Alexandre,
LAUWICK, Lucas Antoine Christophe et CARTRON,
Hugo.

⑦③ Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS.

⑦④ Mandataire(s) : GEVERS & ORES.



Description

Titre de l'invention : PROCEDE DE FABRICATION D'UNE AUBE COMPOSITE POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une aube en matériau composite pour une turbomachine d'aéronef.

Arrière-plan technique

[0002] L'état de la technique comprend notamment les documents FR-A1-3 029 134 et FR-A1-3 051 386.

[0003] L'utilisation de matériaux composites est avantageuse dans l'industrie aéronautique notamment car ces matériaux ont des performances mécaniques intéressantes pour des masses relativement faibles.

[0004] Un procédé de fabrication d'une pièce composite pour l'industrie aéronautique, qui est bien connu de l'homme du métier, est le procédé de moulage RTM dont les initiales font référence à l'acronyme anglo-saxon de *Resin Transfer Molding*.

[0005] Il s'agit d'un procédé de réalisation d'une pièce en matériau composite à base de fibres imprégnées de résine. Un tel procédé est par exemple utilisé pour fabriquer une aube de soufflante et comporte plusieurs étapes successives.

[0006] On commence par réaliser le tissage de fibres pour obtenir une ébauche de préforme en trois dimensions, puis on découpe l'ébauche pour obtenir une préforme présentant sensiblement la forme de l'aube à obtenir. Cette préforme est alors disposée dans un moule d'injection, qui est refermé. Puis on injecte de la résine à l'état liquide en maintenant une pression sur la résine injectée pendant que l'on effectue la polymérisation de la pièce par chauffage.

[0007] Les résines utilisées sont des résines très fluides qui sont à même de bien pénétrer les fibres de la préforme, même lorsqu'elles sont injectées sous une pression réduite. Pendant la polymérisation, sous l'effet de la chaleur, la résine injectée passe successivement de l'état liquide à l'état gélifié et enfin à l'état solide.

[0008] Pour la fabrication d'une aube, par exemple de soufflante de turbomachine, une préforme est réalisée par tissage puis est imprégnée avec la résine afin de former une pale. Cette pale comporte un intrados et un extrados qui s'étendent depuis un bord d'attaque jusqu'à un bord de fuite de la pale.

[0009] Le matériau composite de la pale est relativement fragile, et en particulier sensible aux chocs et à l'érosion, et il est connu de le protéger au moyen d'un bouclier métallique qui est rapporté et fixé sur le bord d'attaque de la pale.

- [0010] Le bouclier peut être fixé à la pale de deux façons. Une première façon consiste à coller le bouclier sur la pale, après polymérisation de la résine. La colle se présente alors sous forme de pâte.
- [0011] Une autre façon consiste à fixer le bouclier par co-moulage ou co-cuisson avec la préforme fibreuse. La préforme est disposée dans le moule et le bouclier est positionné sur le bord de la préforme destiné à former le bord d'attaque de la pale. La résine injectée imprègne la préforme et vient au contact du bouclier pour assurer sa solidarisation à la pale après polymérisation et durcissement.
- [0012] Une aube comporte un pied en vue de sa fixation sur un élément de la turbomachine, tel qu'un rotor. Le pied peut être formé par une partie de la préforme formant la pale. C'est notamment le cas lorsque le pied a une forme en queue d'aronde et est destiné à être engagé dans une alvéole de forme complémentaire de l'élément de la turbomachine.
- [0013] En variante, le pied de l'aube peut être formé par une partie d'un longeron dont une autre partie est logée dans la pale. Le longeron est une pièce de forme allongée qui est réalisée indépendamment de la préforme de la pale et qui s'étend sur une partie de la longueur de celle-ci. La partie du longeron qui s'étend à l'extérieur de la pale est destinée à former le pied de la pale ou à recevoir le pied de la pale. Cette technologie autorise des formes variées pour le pied de pale et permet notamment de réaliser des formes adaptées au calage angulaire de l'aube en fonctionnement.
- [0014] Le longeron peut être réalisé en alliage métallique. En variante, il est réalisé par une préforme obtenue par tissage de fibres en trois dimensions. Dans ce dernier cas, après réalisation de la préforme du longeron, celle-ci est imprégnée de résine et cuite en vue de sa rigidification. Le longeron est usiné pour corriger sa forme et ses dimensions puis il est logé dans un évidement de la préforme de la pale. L'ensemble est disposé dans un moule dans lequel de la résine est injectée et cuite pour imprégner la préforme de la pale et assurer la solidarisation de la pale et du longeron. Le bouclier est ensuite collé sur le bord d'attaque de la pale s'il n'a pas été co-moulé avec la pale.
- [0015] On comprend donc que la fabrication d'une aube à partir de préformes tissées d'un longeron et d'une pale est longue et complexe, car elle comprend notamment deux étapes successives de cuisson. Par ailleurs, seule la résine de la préforme de la pale assure la liaison avec le longeron. En cas de mauvaise qualité d'injection, il pourrait y avoir un défaut d'adhérence et de liaison de la pale au longeron, ce qui se traduirait par la mise au rebut de la pièce obtenue.
- [0016] La présente invention propose un perfectionnement qui permet de simplifier la fabrication de ce type d'aube, ce perfectionnement étant simple, efficace et économique.

Résumé de l'invention

- [0017] L'invention propose un procédé de fabrication d'une aube en matériau composite pour une turbomachine, en particulier d'aéronef, cette aube comportant une pale comportant un intrados et un extrados qui s'étendent depuis un bord d'attaque jusqu'à un bord de fuite de la pale, l'aube comportant en outre un bouclier métallique s'étendant le long du bord d'attaque de la pale ainsi qu'un longeron dont une première partie est logée dans la pale et dont une seconde partie forme un pied de l'aube, le procédé comprenant les étapes consistant à :
- a. réaliser une première préforme du longeron, par tissage de fibres en trois dimensions, cette première préforme étant destinée à être noyée dans de la résine polymérisable par cuisson,
 - b. réaliser une seconde préforme de la pale, par tissage de fibres en trois dimensions, cette seconde préforme étant destinée à être noyée dans de la résine polymérisable par cuisson,
 - c. positionner le bouclier métallique,
- [0018] caractérisé en ce que :
- [0019] après les étapes a) et b) et avant cuisson, la première préforme a une première partie qui est logée dans un évidement de la seconde préforme, et le bouclier métallique est positionné à l'étape c) sur un bord de la seconde préforme,
- [0020] et en ce que le procédé comprend en outre, après l'étape c), une unique étape d) de cuisson simultanée dans un moule des première et seconde préformes en vue de former simultanément la pale et le longeron, et de fixer le bouclier à la pale.
- [0021] L'invention propose ainsi de cuire simultanément la résine de la préforme du longeron et la résine de la préforme de la pale. Une seule étape de cuisson est donc nécessaire dans le procédé selon l'invention, contre deux dans la technique antérieure. Cela est particulièrement avantageux car cela évite les étapes longues et complexes de la technique antérieure entre la cuisson de la préforme du longeron et la cuisson de la préforme de la pale (usinage, contrôle, montage, etc.). Il est en effet plus facile de monter la préforme du longeron dans l'évidement de la préforme de la pale, que de monter le longeron solidifié dans la préforme de la pale.
- [0022] Par ailleurs, l'invention est particulièrement avantageuse car elle autorise la réalisation d'une liaison mécanique entre les préformes, avant la cuisson. Cette liaison mécanique peut être réalisée par couture par exemple, des fibres étant utilisées pour coudre et relier ensemble les préformes du longeron et de la pale.
- [0023] Le procédé selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :
- [0024] - l'aube comprend en outre une mousse intercalée entre la première partie du longeron et la pale, cette mousse étant positionnée sur la première partie de la première

- préforme et logée avec cette dernière dans l'évidement de la seconde préforme,
- [0025] - la mousse est formée d'un seul bloc ou de plusieurs blocs,
 - [0026] - les blocs de mousse sont assemblés les uns aux autres par un système de fixation à coopération de formes,
 - [0027] - la première partie de la première préforme a une forme complémentaire de la mousse et est configurée pour assurer un détrompage lors du positionnement de la mousse sur cette première partie,
 - [0028] - la mousse a une forme complémentaire de l'évidement de la seconde préforme et est configurée pour assurer un détrompage lors du logement de la mousse et de la première préforme dans cet évidement,
 - [0029] - le détrompage est assuré par une variation d'épaisseur de la mousse.
 - [0030] - lors de l'étape d), une résine polymérisable est injectée dans le moule afin d'imprégner les première et seconde préformes, voire la mousse,
 - [0031] - la mousse comprend des canaux intégrés de circulation de la résine lors de l'injection,
 - [0032] - les première et seconde préformes sont réalisées à partir de fibres pré-imprégnées de résine polymérisable ; dans ce cas, l'étape d'injection de résine dans le moule n'est pas forcément nécessaire,
 - [0033] - après les étapes a) et b) et le logement de la première préforme dans l'évidement de la seconde préforme, les préformes sont liées mécaniquement entre elles, de préférence par couture,
 - [0034] -- la résine est une résine époxy,
 - [0035] -- les fibres sont des fibres de carbone.

Brève description des figures

- [0036] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaitront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :
- [0037] [Fig.1] la [Fig.1] est une vue schématique d'une aube de turbomachine et des différentes pièces qui la composent,
- [0038] [Fig.2] la [Fig.2] est un schéma bloc montrant des étapes d'un procédé de fabrication d'une aube telle que celle représentée à la [Fig.1], selon la technique antérieure à la présente invention,
- [0039] [Fig.3] la [Fig.3] est un schéma bloc montrant des étapes d'un procédé de fabrication d'une aube telle que celle représentée à la [Fig.1], selon la présente invention,
- [0040] [Fig.4] la [Fig.4] est une vue schématique en perspective d'une mousse pour la fabrication d'une aube de turbomachine, et montre la circulation de résine lors d'une étape d'injection du procédé,

[0041] [Fig.5] la [Fig.5] est une vue schématique en perspective d'un longeron et d'une mousse en cours d'assemblage lors d'une étape du procédé,

[0042] [Fig.6] la [Fig.6] est une vue schématique en perspective d'un longeron et d'une mousse, selon une variante de réalisation de l'invention, et

[0043] [Fig.7] la [Fig.7] est une vue schématique en perspective d'un longeron et d'une mousse, selon une autre variante de réalisation de l'invention,

Description détaillée de l'invention

[0044] On se réfère d'abord à la [Fig.1] qui illustre une aube 10 en matériau composite pour une turbomachine, cette aube 10 étant par exemple une aube de soufflante.

[0045] L'aube 10 comprend une pale 12 reliée à un pied 14.

[0046] La pale 12 comprend un bord d'attaque 12a et un bord de fuite 12b dans le sens des gaz qui s'écoulent dans la turbomachine. La pale 12 a un profil aérodynamique incurvé voire vrillé et comprend un intrados 18 et un extrados 20 s'étendant entre les bords d'attaque 12a et de fuite 12b.

[0047] La pale 12 est réalisée à partir d'une préforme fibreuse 16 obtenue par tissage en trois dimensions de fibres, par exemple en carbone.

[0048] Le bord d'attaque 12a de la pale 12 est renforcé et protégé par un bouclier métallique 22 qui est fixé sur ce bord d'attaque 12a. Le bouclier 22 est par exemple en alliage à base de nickel et cobalt.

[0049] Le pied 14 est formé par une partie 24a d'un longeron 24 dont une autre partie 24b est logée dans un évidement 12c de la préforme 16. Le longeron 24 a une forme générale allongée le long d'un axe d'allongement de l'aube 10.

[0050] Le longeron 24 est réalisé à partir d'une préforme fibreuse 26 obtenue par exemple par tissage en trois dimensions de fibres, par exemple en carbone.

[0051] La partie de la préforme 26 située à l'extérieur de la pale 12 est destinée à former le pied 14 de l'aube, et le reste de la préforme 26 située dans la pale 12 est destinée à assurer la solidarisation du pied 14 à la pale 12.

[0052] La préforme 26 peut être logée dans l'évidement 12c de la préforme 16 de la pale 12, directement ou avec une mousse 28.

[0053] La mousse est montée autour de la préforme 26 et engagée avec la préforme 26 dans l'évidement 12c de la préforme 16 de la pale 12.

[0054] La [Fig.2] est un organigramme qui illustre des étapes d'un procédé de fabrication d'une aube composite 10 telle que celle représentée à la [Fig.1], conformément à la technique antérieure.

[0055] Une première étape a) du procédé consiste à réaliser la préforme 26 du longeron 24 par tissage de fibres en trois dimensions. Lors d'une étape a_i), la préforme 26 ainsi obtenue est ensuite montée dans un moule dans lequel est injectée de la résine qui est

destinée à imprégner la préforme 26 et à la solidifier par polymérisation. Lors d'une étape a_{ii}), le longeron 24 est ensuite usiné. Lors d'une étape b), la préforme 16 de la pale 12 est réalisée par tissage de fibres en trois dimensions. Le longeron 24 et la mousse 28 sont ensuite logés dans l'évidement 12c de la préforme 16 de la pale 12, lors d'une étape b_i). Le procédé comprend ensuite une étape d_i) dans laquelle l'ensemble est monté dans un moule et de la résine est injectée dans la préforme 16 de la pale 12 pour assurer sa solidification et sa solidarisation à la mousse 28 et au longeron 24. Le procédé comprend ensuite une étape d_{ii}) de rectification par usinage de la pièce de moulage ainsi obtenue, une étape d_{iii}) de fixation par collage du bouclier 24 sur le bord d'attaque 12a de la pale 12, voire également une étape de contrôle d_{iv}).

- [0056] La présente invention propose un perfectionnement et une simplification de ce procédé.
- [0057] La [Fig.3] est un organigramme qui illustre des étapes d'un procédé de fabrication d'une aube composite 10 telle que celle représentée à la [Fig.1], conformément à l'invention.
- [0058] Une première étape a) du procédé consiste à réaliser la préforme 26 du longeron 24 par tissage de fibres en trois dimensions.
- [0059] Lors d'une étape b), la préforme 16 de la pale 12 est réalisée par tissage de fibres en trois dimensions.
- [0060] La préforme 26 du longeron 24 est ensuite logée dans l'évidement 12c de la préforme de la pale après les étapes a) et b), lors d'une étape x)). Lors de cette étape, les deux préformes 16, 26 ne sont pas encore solidifiées par de la résine polymérisée.
- [0061] Le procédé comprend ensuite une étape c) dans laquelle le bouclier 22 est positionné sur un bord de la préforme 16 de la pale 12, à savoir le bord destiné à former le bord d'attaque 12a de la pale 12.
- [0062] Lors d'une étape d), l'ensemble est monté dans un moule et les deux préformes 16, 26 sont noyées dans de la résine qui polymérise pour assurer la solidification des préformes et leur solidarisation.
- [0063] Le procédé peut ensuite comprendre une étape de contrôle y) de la pièce ainsi obtenue.
- [0064] De préférence, une mousse 28 est intercalée entre la préforme 26 du longeron 24 et la préforme 16 de la pale, à l'intérieur de l'évidement 12c, comme évoqué dans ce qui précède. Lors de l'étape x), la mousse 28 est positionnée sur la préforme 26 du longeron 24 et logée avec cette préforme 26 dans l'évidement 12c de la préforme 16 de la pale 12. Lors de l'étape d), l'ensemble comportant les deux préformes 16, 26, la mousse 28 et le bouclier 22 est présent dans le moule et de la résine peut être injectée dans le moule pour assurer leur solidification et leur solidarisation à la mousse et au longeron.

- [0065] La mousse 28 peut être formée d'un seul bloc, comme illustrée à la [Fig.1], ou de plusieurs blocs, comme illustré à la [Fig.5]. Dans ce dernier cas, les blocs de mousse 28 peuvent être assemblés les uns aux autres par un système de fixation 30 à co-opération de formes par exemple du type tenon-mortaise.
- [0066] La mousse 28 peut comprendre des canaux 32 intégrés de circulation de la résine lors de l'injection, comme illustré à la [Fig.4]. Dans le cas où la mousse 28 aurait une forme générale en U, les canaux 32 pourraient s'étendre depuis une périphérie interne jusqu'à une périphérie externe de la mousse 28. Ces canaux 32 peuvent être rectilignes. Le dessin de droite à la [Fig.4] montre la circulation de la résine qui se fait à l'intérieur de la périphérie interne de la mousse 28, autour de la périphérie externe de la mousse 28, et également à travers les canaux 32 et la mousse.
- [0067] La périphérie interne de la mousse 28 a une forme complémentaire de celle de la préforme 26 du longeron 24. Dans le cas où le longeron 24 a une forme axisymétrique, comme illustré à la [Fig.1], la périphérie interne de la mousse 28 a une forme axisymétrique complémentaire.
- [0068] Dans la variante illustrée à la [Fig.6], le longeron 24 a une forme non axisymétrique. Il comprend par exemple un bord 24c dont une extrémité 24c1 est à angle droit et dont une extrémité 24c2 opposée est arrondie. La périphérie interne de la mousse 28 a une forme non-axisymétrique complémentaire. Ceci est avantageux car cela permet d'assurer un détrompage lors du positionnement de la mousse 28 sur la préforme 26 du longeron 24.
- [0069] De la même façon, la mousse 28 a de préférence une forme complémentaire de l'évidement 12c de la préforme 16 de la pale 12 afin d'assurer un détrompage lors du logement de la mousse 28 et de la préforme 26 dans cet évidement 12c.
- [0070] Ce détrompage peut être assuré par une variation d'épaisseur de la mousse 28. Dans le cas de la [Fig.7], la mousse 28 a une épaisseur E1 supérieure à proximité du bord d'attaque 12a de la pale 12 et du bouclier 22, et une épaisseur E2 plus faible du côté opposé du bord de fuite 12b de la pale 12. Ces épaisseurs sont mesurées dans une direction transversale sensiblement perpendiculaire aux intrados et extrados de la pale.
- [0071] La [Fig.7] représente également un système d'aide au positionnement de la mousse additionnel : la mousse 28 est plus épaisse dans la partie prévue pour rester en dehors de l'évidement 12c que dans cet évidement. C'est ce qui lui donne une allure de « T » inversé sur les vues en coupe.
- [0072] Le but est de permettre de savoir facilement si la mousse 28 est totalement insérée ou non dans l'évidement 12c de la préforme 16.
- [0073] Si la mousse 28 n'est pas assez insérée, les excroissances 34 de la mousse 28 complémentaires (dans l'épaisseur) avec les côtés de la préforme 16 ne seront pas en contact avec cette préforme, invitant à enfoncer l'ensemble composé de la mousse 28

et de la préforme 26 plus profondément.

- [0074] Cette forme décourage également l'insertion trop profonde de l'ensemble mousse 28 et 26 dans l'évidement 12c, qui risquerait d'endommager la préforme 16.
- [0075] Enfin, la comparaison sur toute la largeur de la mousse 28 (du bord d'attaque 12a au bord de fuite 12b de la pale 12) permet de vérifier que la mousse 28 n'a pas été insérée de travers, en vérifiant que les jeux entre l'excroissance 34 de la mousse 28 et les côtés de la préforme 16 sont constants (et minimes).
- [0076] Une fois que la préforme 26 du longeron 24 est logée, avec ou sans la mousse 28, dans l'évidement 12c de la préforme 16 de la pale 12, les préformes 16, 26 sont liées mécaniquement entre elles, de préférence par couture. Des fibres, par exemple en carbone, sont alors utilisées pour coudre des parties des préformes 16, 26 entre elles, ce qui garantit leur positionnement respectif et participe à la liaison du longeron 24 à la pale 12.
- [0077] Avec le procédé selon l'invention, il y a deux possibilités pour assurer la solidation et la cuisson dans le moule. La première possibilité consiste à injecter la résine polymérisable dans le moule afin d'imprégner les préformes 16, 26, voire la mousse 28, comme évoqué dans ce qui précède.
- [0078] La seconde possibilité consiste à réaliser les préformes 16, 26 avec des fibres pré-imprégnées de résine polymérisable. Il n'est donc pas nécessaire d'injecter de la résine dans le moule lors de la cuisson. C'est la résine présente sur les fibres qui, sous l'effet de la chaleur va se mélanger à la résine des autres fibres et polymériser pour assurer la solidarisation de la pièce. Les canaux 32 dans la mousse 28 peuvent également s'avérer utile pour assurer le mélange et la circulation de la résine à travers la mousse 28.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de fabrication d'une aube (10) en matériau composite pour une turbomachine, en particulier d'aéronef, cette aube comportant une pale (12) comportant un intrados (18) et un extradados (20) qui s'étendent depuis un bord d'attaque (12a) jusqu'à un bord de fuite (12b) de la pale, l'aube comportant en outre un bouclier métallique (22) s'étendant le long du bord d'attaque (12a) de la pale (12) ainsi qu'un longeron (24) dont une première partie (24b) est logée dans la pale (12) et dont une seconde partie (24a) forme un pied de l'aube, l'aube (10) comprenant en outre une mousse (28) intercalée entre la première partie (24b) du longeron (24) et la pale (12), le procédé comprenant les étapes consistant à :

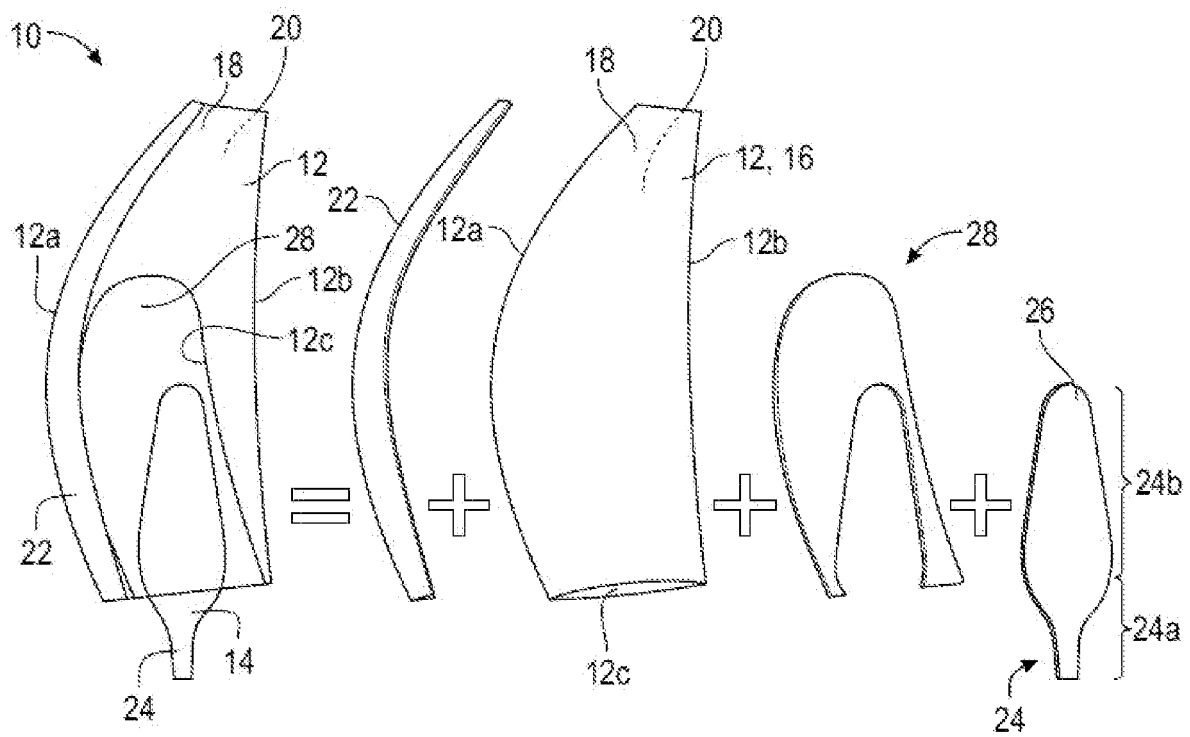
- a. réaliser une première préforme (26) du longeron (24), par tissage de fibres en trois dimensions, cette première préforme (26) étant destinée à être noyée dans de la résine polymérisable par cuisson,
- b. réaliser une seconde préforme (16) de la pale (12), par tissage de fibres en trois dimensions, cette seconde préforme étant destinée à être noyée dans de la résine polymérisable par cuisson,
- c. positionner le bouclier métallique (22),

caractérisé en ce que :

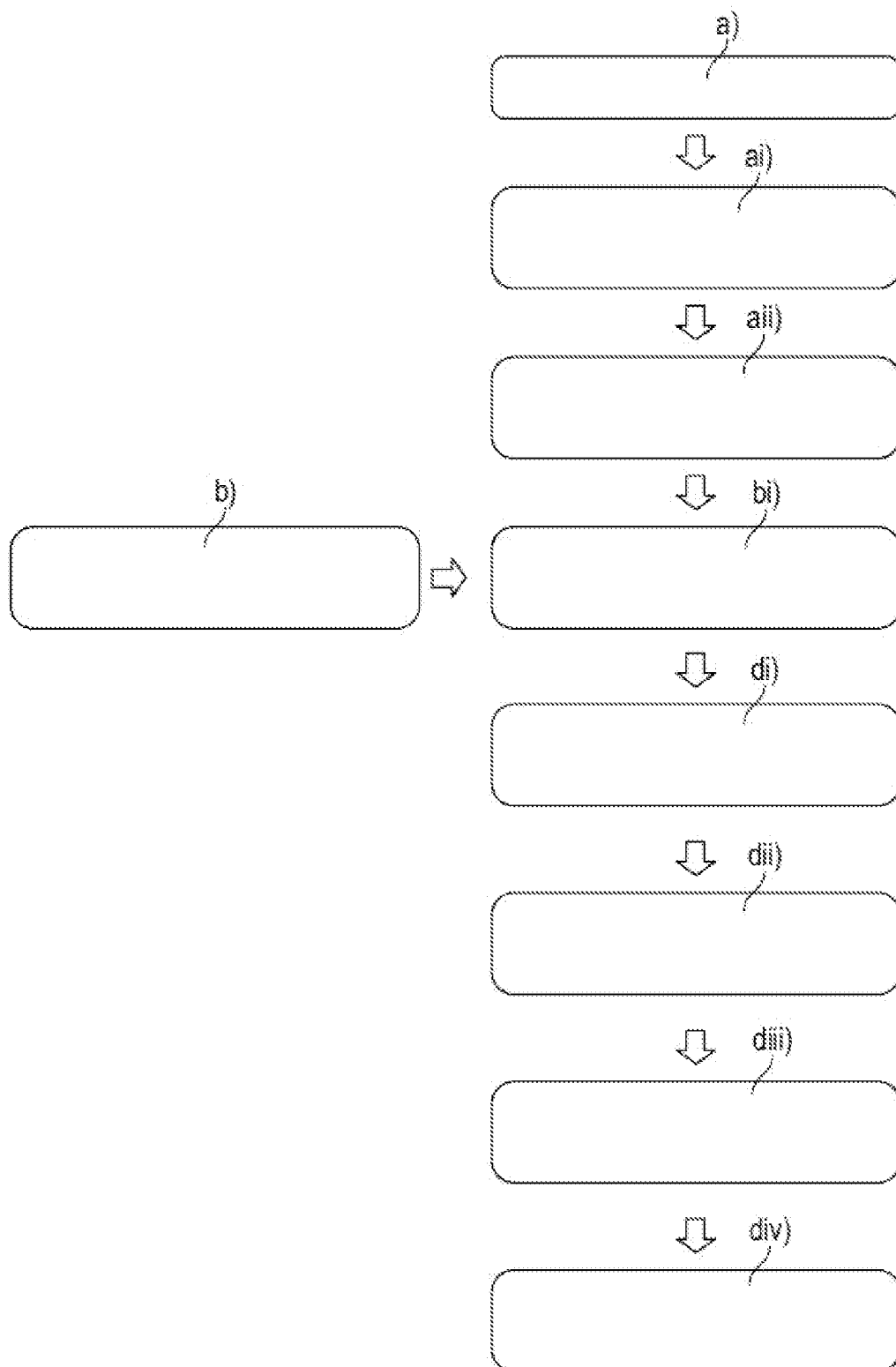
après les étapes a) et b) et avant cuisson, la première préforme (26) a une première partie qui est logée dans un évidement (12c) de la seconde préforme (16), la mousse (28) étant positionnée sur la première partie de la première préforme (26) et logée avec cette dernière dans l'évidement (12c) de la seconde préforme (16), et le bouclier métallique (22) est positionné à l'étape c) sur un bord de la seconde préforme (16), en ce que le procédé comprend en outre, après l'étape c), une unique étape d) d'injection de la résine polymérisable dans le moule afin d'imprégner les première et seconde préformes (16, 26), et de cuisson simultanée dans le moule des première et seconde préformes (16, 26) en vue de former simultanément la pale (12) et le longeron (24), et de fixer le bouclier (22) à la pale (12), la mousse (28) comprenant des canaux (32) intégrés de circulation de la résine lors de l'injection.

- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la mousse (28) est formée d'un seul bloc ou de plusieurs blocs.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, dans lequel les blocs de mousse (28) sont assemblés les uns aux autres par un système de fixation (30) à coopération de formes.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la première partie de la première préforme (26) a une forme complémentaire de la mousse (28) et est configurée pour assurer un détrompage lors du positionnement de la mousse sur cette première partie.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la mousse (28) a une forme complémentaire de l'évidement (12c) de la seconde préforme (16) et est configurée pour assurer un détrompage lors du logement de la mousse et de la première préforme dans cet évidement.
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, dans lequel le détrompage est assuré par une variation d'épaisseur de la mousse (28).
- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, après les étapes a) et b) et le logement de la première préforme (26) dans l'évidement (12c) de la seconde préforme (16), les préformes (16, 26) sont liées mécaniquement entre elles, de préférence par couture.

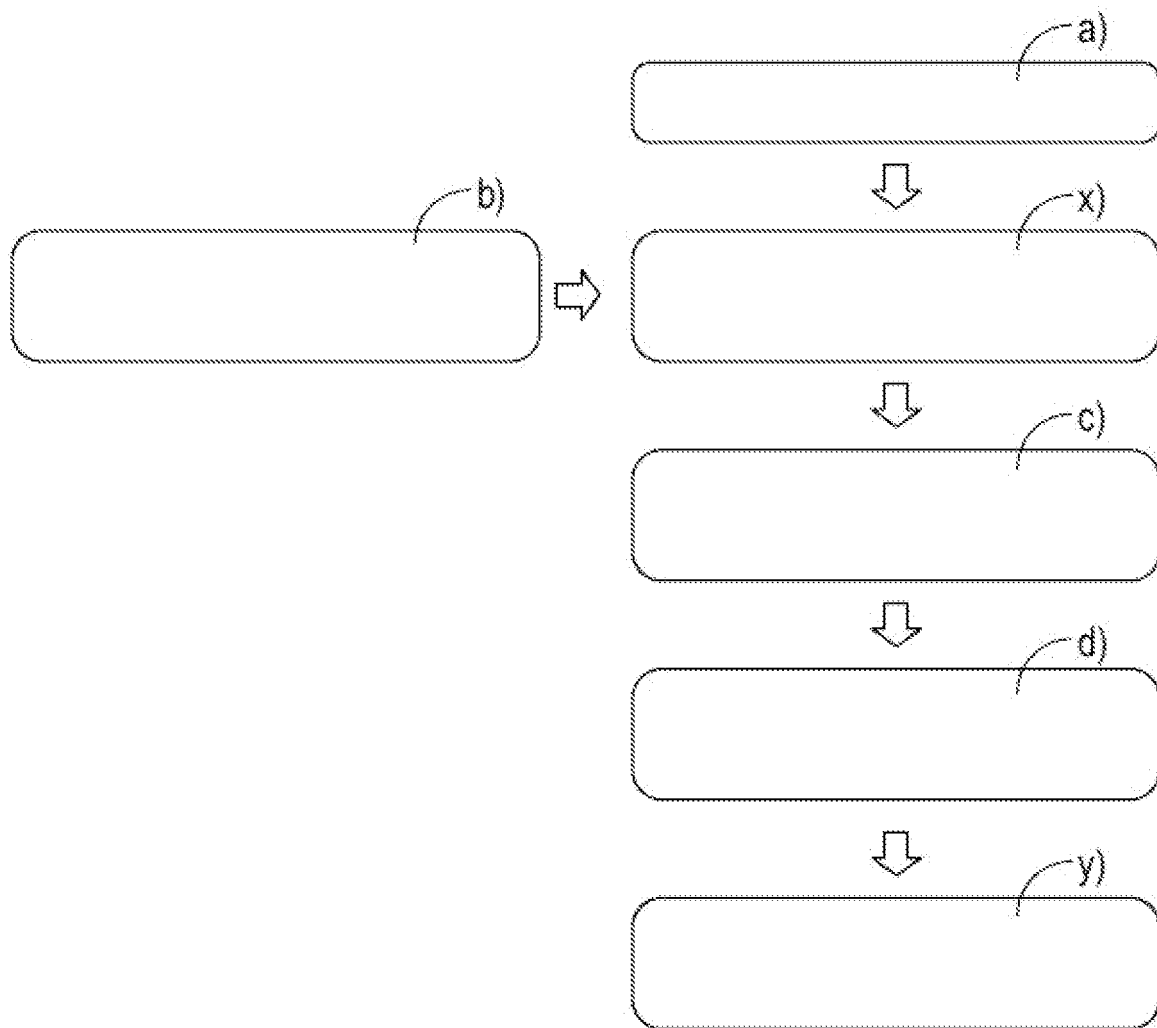
[Fig. 1]



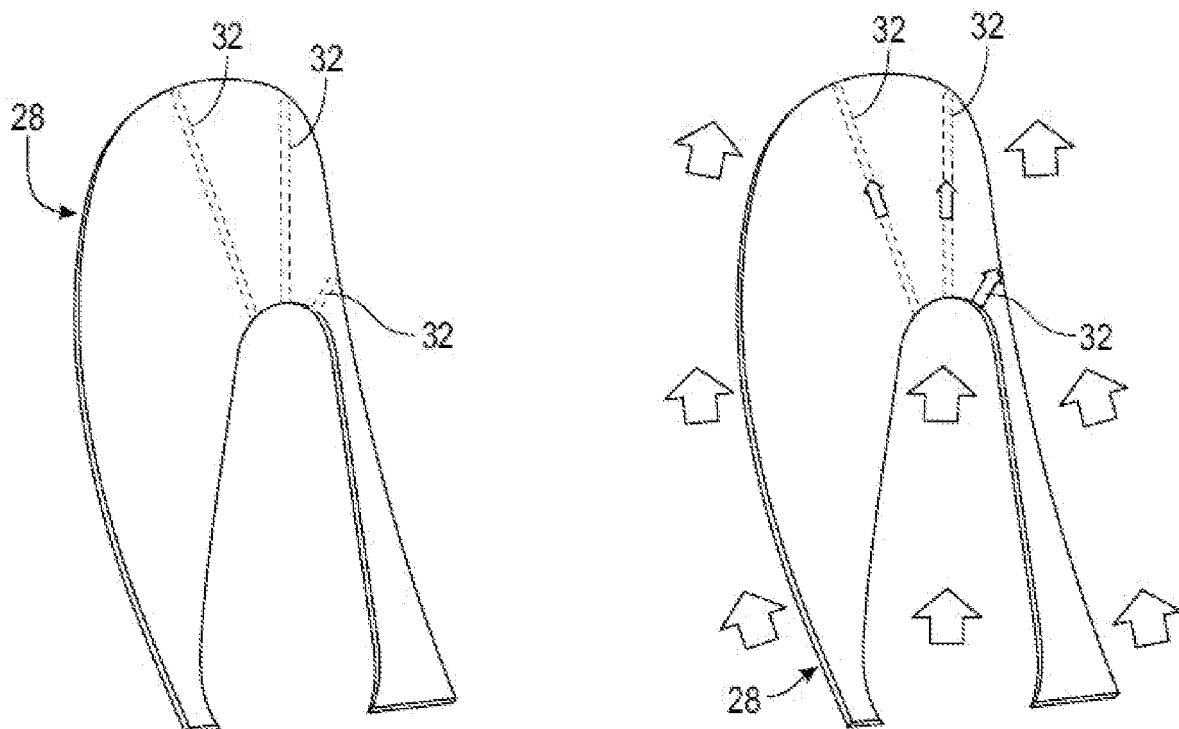
[Fig. 2]



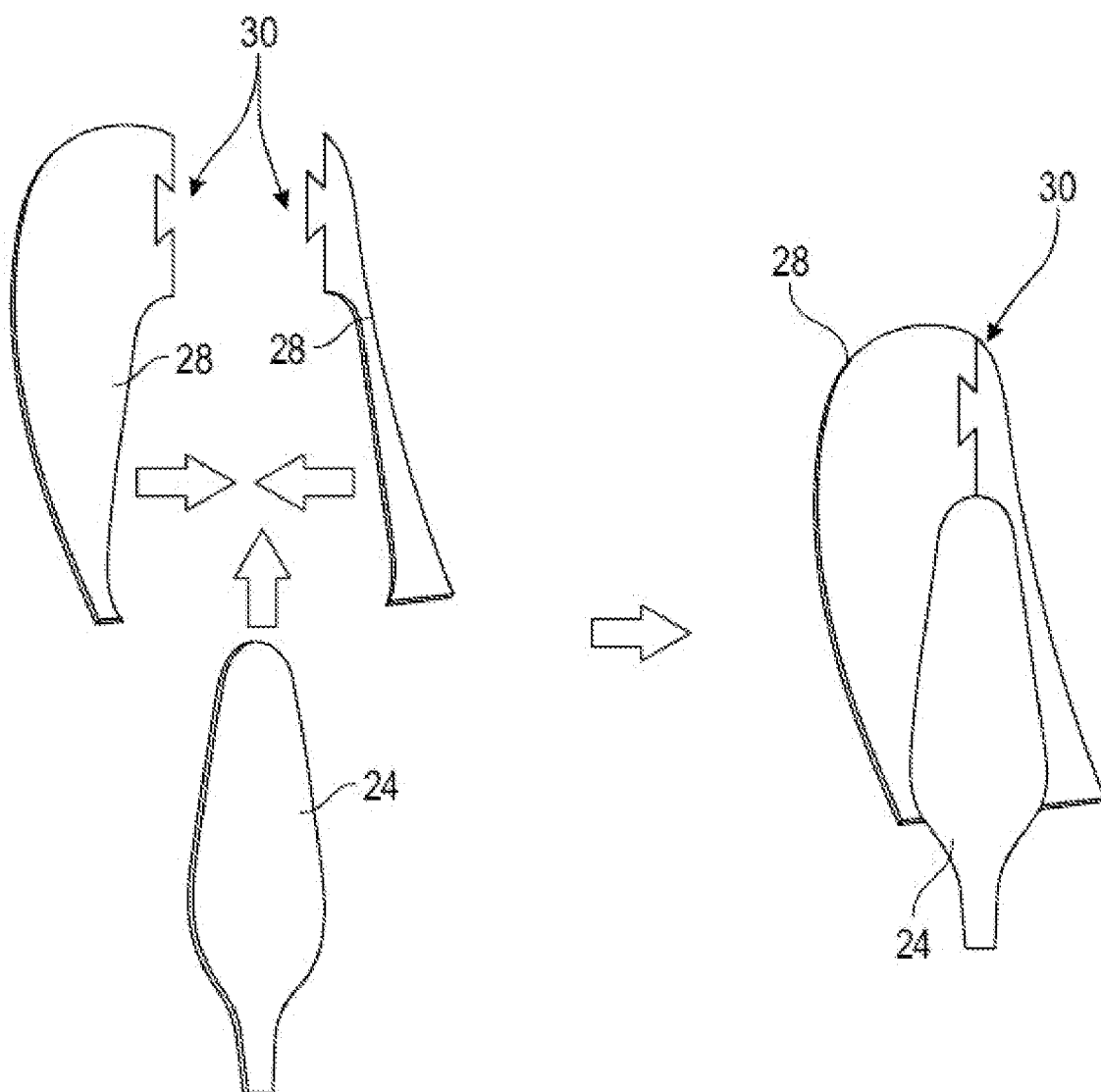
[Fig. 3]



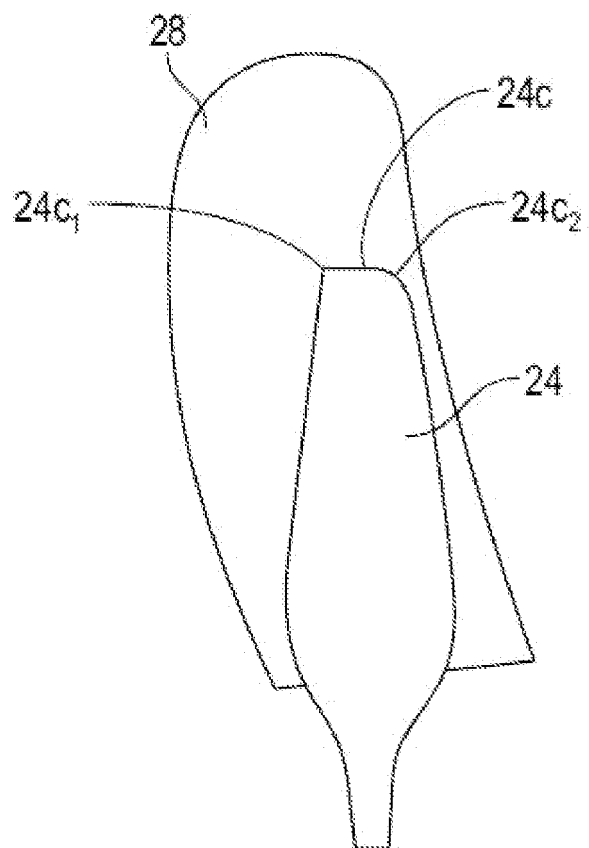
[Fig. 4]



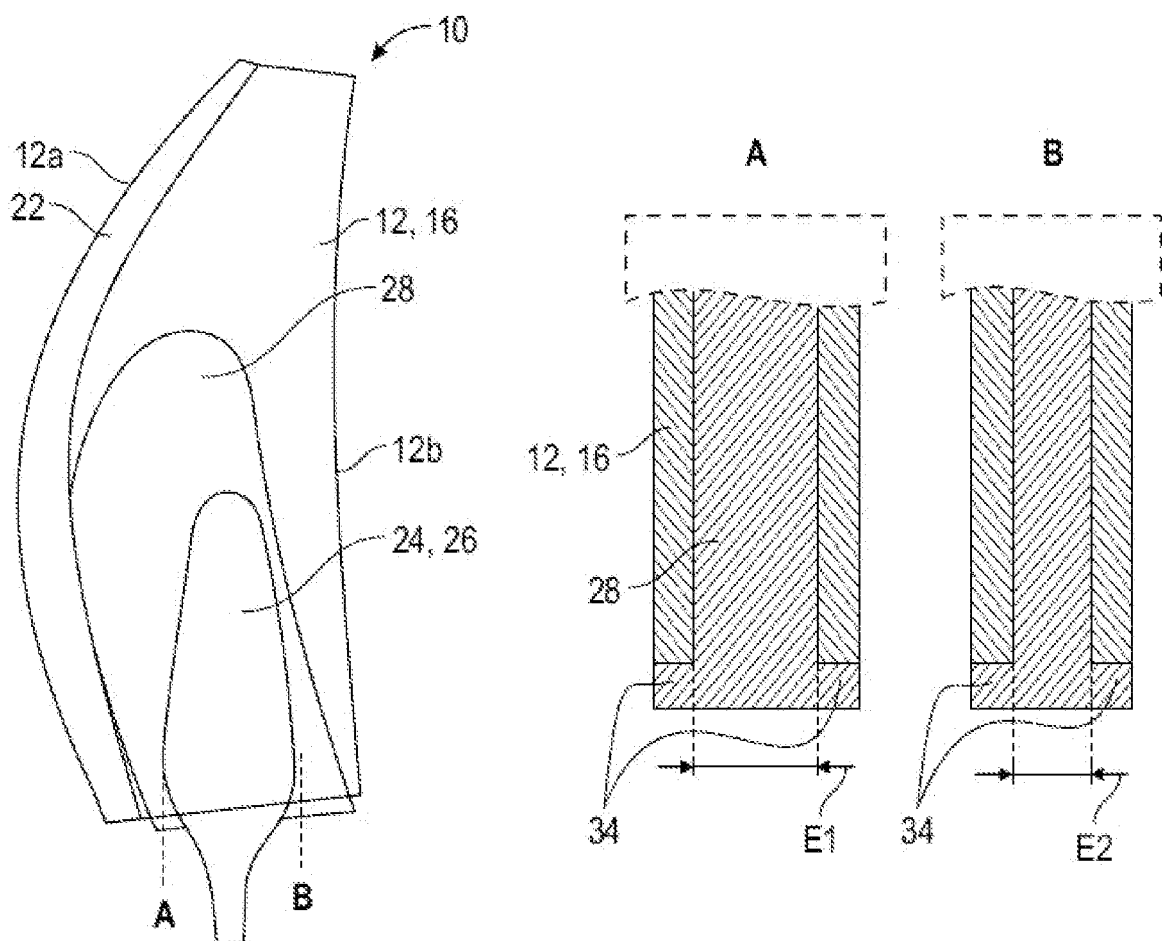
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2013/272893 A1 (FABRE ADRIEN [FR] ET
AL) 17 octobre 2013 (2013-10-17)

FR 3 103 731 B1 (SAFRAN [FR])
26 novembre 2021 (2021-11-26)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 5 308 228 A (BENOIT JOEL M D [FR] ET
AL) 3 mai 1994 (1994-05-03)

FR 3 017 321 A1 (SNECMA [FR])
14 août 2015 (2015-08-14)

WO 2017/171704 A1 (GEN ELECTRIC [US])
5 octobre 2017 (2017-10-05)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT