

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29.03.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.10.20 Bulletin 20/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

⑦2 Inventeur(s) : PIETTE Romaric, Jean-Marie et
GRUNENWALD Anthony.

⑦3 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS.

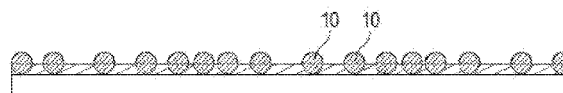
⑦4 Mandataire(s) : GEVERS & ORES.

⑤4 PROCÉDE DE COLLAGE D'UNE PIÈCE MÉTALLIQUE SUR UN ÉLÉMENT EN MATÉRIAU COMPOSITE D'UNE
TURBOMACHINE D'AÉRONEF.

⑤7 Procédé de collage d'une pièce métallique sur un élé-
ment, par exemple en matériau composite, d'une turboma-
chine d'aéronef, ce procédé comprenant :

a) une étape d'augmentation de la rugosité et de fonc-
tionnalisation d'une surface de la pièce métallique,
b) une étape de collage de cette surface sur l'élément,
caractérisé en ce que l'étape a) comprend la fixation
d'au moins une poudre métallique (10, 12) sur la surface
(14), cette poudre métallique ayant une granulométrie choi-
sie pour augmenter la rugosité de la surface.

Figure pour l'abrégi : Figure 6a-6b



Description

Titre de l'invention : PROCEDE DE COLLAGE D'UNE PIECE METALLIQUE SUR UN ELEMENT EN MATERIAU COMPOSITE D'UNE TURBOMACHINE D'AERONEF

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un procédé de collage d'une pièce métallique sur un élément, par exemple en matériau composite, d'une turbomachine d'aéronef, cet élément étant par exemple une aube de soufflante.

Arrière-plan technique

[0002] L'arrière-plan technique est notamment illustré par les demandes antérieures FR-A1-2 957 545, FR-A1-2 989 607 et FR-A1-3 046 557.

[0003] Une turbomachine d'aéronef comporte une ou plusieurs hélice(s) qui peuvent être carénée(s) ou non carénée(s). La présente invention s'applique notamment aux aubes d'une soufflante, c'est-à-dire aux aubes d'une hélice carénée mais aussi à d'autres types d'hélices, telles que les hélices non carénées des turbopropulseurs par exemple.

[0004] Une hélice de turbomachine est traversée par un flux d'air et ses aubes peuvent subir des dommages par usure ou impact, par exemple du type FOD (acronyme de l'anglais *Flying Object Damage*) provoqué par l'impact d'un oiseau par exemple sur les aubes.

[0005] Afin que les aubes résistent mieux au FOD, il est connu de renforcer leurs bords d'attaque avec des boucliers métalliques, en particulier lorsque ces aubes comportent une pale en composite à matrice organique (CMO). Une pale en CMO comprend une préforme tissée noyée dans une matrice polymérique. La préforme est obtenue par tissage de fibres de carbone en trois dimensions.

[0006] Un bouclier comporte deux ailes latérales s'étendant respectivement sur un intrados et un extrados de la pale, et un nez reliant les deux ailes. Le bouclier est collé sur le bord d'attaque de la pale.

[0007] Afin d'améliorer la tenue du collage et atteindre des caractéristiques mécaniques suffisantes, le bouclier de la pale est soumis dans la technique actuelle à une série d'étapes de préparation avant collage. Une de ces étapes est une attaque dans un bain chimique. Cette étape permet de réaliser une attaque chimique de la surface du bouclier, qui engendre une certaine rugosité de cette surface et la formation d'oxydes stabilisés en prévision d'un collage durable. Toutefois, ce procédé chimique ne permet de créer qu'une faible rugosité (en général inférieure à 1,2 μm) lorsque le substrat d'origine est très lisse, en raison des conditions d'usinage chimique.

[0008] La présente invention apporte une solution simple, efficace et économique à ce problème et permet de fonctionnaliser chimiquement la surface pour améliorer

l'adhésion avec le primaire ou la colle associé.

Résumé de l'invention

- [0009] La présente invention propose un procédé de collage d'une pièce métallique sur un élément, par exemple en matériau composite, d'une turbomachine d'aéronef, ce procédé comprenant :
- [0010] a) une étape d'augmentation de la rugosité et de fonctionnalisation d'une surface de la pièce métallique,
- [0011] b) une étape de collage de cette surface sur l'élément,
- [0012] caractérisé en ce que l'étape a) comprend la fixation d'au moins une poudre métallique sur la surface, cette poudre métallique ayant une granulométrie choisie pour augmenter la rugosité de la surface.
- [0013] Contrairement à la technique antérieure dans laquelle la rugosité de la surface de la pièce est augmentée par attaque ou usinage chimique, et donc par enlèvement de matière, l'invention propose au contraire d'augmenter cette rugosité en ajoutant de la matière sur cette surface. Cette matière est de la poudre métallique. Cette poudre est fixée sur la surface et sa granulométrie est choisie en fonction de la rugosité désirée pour le collage. Autrement dit, la rugosité qui peut être obtenue n'est pas limitée par la pièce métallique ou un procédé de traitement. La poudre peut en outre être choisie pour accentuer l'affinité chimique de la surface par un ajout de matière spécifique, afin d'améliorer les propriétés du collage.
- [0014] Le procédé selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques et/ou étapes ci-dessous, considérées seules ou en combinaison les unes avec les autres :
- [0015] - l'étape a) comprend une première sous-étape de dépôt d'au moins une poudre métallique sur la surface, et une seconde sous-étape de traitement thermique de cette poudre en vue d'en assurer la fixation sur la surface,
- [0016] - la première sous étape comprend le dépôt d'un mélange de poudre métallique et de poudre de brasage, le traitement thermique étant destiné à faire fondre la poudre de brasage et à ne pas affecter la poudre métallique dont les particules sont liées entre elles et à la surface par l'intermédiaire de la poudre de brasage fondue,
- [0017] - la poudre métallique comprend un métal ou un alliage métallique identique à un métal ou à un alliage métallique de la pièce métallique, et est par exemple en TA6V,
- [0018] - la poudre de brasage est en aluminium ou en alliage métallique à base de Al-Si, Al-Mn, Al-Mg, Ti-Cu-Ni, ou Ti-Zr-Cu-Ni,
- [0019] - la première sous-étape comprend le dépôt d'une colle sur la surface, cette colle étant destinée à retenir sur la pièce le mélange de poudres déposé à la première sous-étape,
- [0020] - la colle est déposée sur la surface par pulvérisation, à travers un motif d'un masque

apposé sur cette surface,

- [0021] - la première sous-étape comprend la préparation d'une bande adhésive à partir du mélange de poudres et d'un liant organique, cette bande adhésive étant destinée à être collée sur la surface à la première sous-étape,
- [0022] - la seconde sous-étape de traitement thermique comprend le chauffage de la pièce sous vide partiel, par exemple à une température supérieure ou égale à 500°C,
- [0023] - la seconde sous-étape de traitement thermique comprend une montée en température présentant au moins un palier, par exemple à environ 200-300°C, de façon à sublimer une éventuelle colle ou un éventuel liant utilisé(s) lors de la première sous-étape,
- [0024] - la seconde sous-étape de traitement thermique comprend une montée en température présentant au moins un palier, par exemple à environ 50 à 100°C en dessous de la température maximale à atteindre afin de permettre une homogénéisation de la température de la pièce,
- [0025] - la seconde sous-étape de traitement thermique comprend un palier de diffusion d'une durée comprise entre 1h et 10h, et à une température située à environ 10 à 100°C en dessous de la température maximale à atteindre
- [0026] - la pièce métallique est en alliage à base de titane, et par exemple en TA6V,
- [0027] - la poudre métallique a une granulométrie comprise entre 1 et 200µm, et de préférence entre 1 et 100µm,
- [0028] - une étape de décapage chimique de la surface peut précéder l'étape a) ou suivre l'étape b), et
- [0029] - à l'issue de l'étape b), la surface revêtue de poudre métallique a une rugosité supérieure ou égale comprise entre 1 et 10µm.

Brève description des figures

- [0030] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront 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 :
- [0031] [fig.1]
La figure 1 est une vue schématique en perspective d'une aube d'hélice de turbomachine, et en particulier de soufflante de turbomachine,
- [0032] [fig.2]
La figure 2 est une vue schématique en coupe transversale d'un bouclier d'une aube telle que celle représentée à la figure 1,
- [0033] [fig.3]
La figure 3 est un organigramme représentant des étapes d'un procédé de collage selon l'invention,

[0034] [fig.4a-4d]

Les figures 4a à 4d illustrent des sous-étapes d'une étape de dépôt d'un mode de réalisation du procédé selon l'invention,

[0035] [fig.5]

La figure 5 illustre une étape de dépôt d'une variante de réalisation du procédé selon l'invention, et

[0036] [fig.6a-6b]

Les figures 6a et 6b illustrent des sous-étapes d'une étape de traitement thermique d'un mode de réalisation du procédé selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0037] La figure 1 montre une aube 10 d'hélice et en particulier de soufflante d'une turbomachine d'aéronef. Cette aube 10 comprend une pale 12 en composite à matrice organique et un bouclier métallique 14 collé sur un bord d'attaque. La pale 12 comporte en outre un bord de fuite 16, opposé au bord d'attaque, et un intrados et un extrados s'étendant entre les bords d'attaque et de fuite de la pale de la pale.

[0038] L'aube présente un axe d'allongement noté A. Une extrémité longitudinale de la pale 12 est libre et l'extrémité longitudinale opposée est reliée à un pied 18 pour la fixation de l'aube à un rotor de la turbomachine.

[0039] Comme cela est visible à la figure 2, le bouclier 14 comporte deux ailes latérales 14a s'étendant respectivement sur l'intrados et l'extrados de la pale 12, et un nez 14b reliant les deux ailes 14a.

[0040] Les ailes 14a définissent entre elles une cavité de réception du bord d'attaque de la pale 12, ainsi que de colle de solidarisation du bouclier à la pale.

[0041] L'invention propose un procédé de collage du bouclier 14 sur une pale 12, qui peut être appliqué à tout collage d'une pièce métallique sur un élément, par exemple en matériau composite, d'une turbomachine d'aéronef.

[0042] La figure 3 illustre un mode de réalisation du procédé selon l'invention, qui comprend essentiellement deux étapes principales : a) d'augmentation de la rugosité d'une surface de la pièce métallique, et en particulier du bouclier dans l'exemple précité, et b) de collage de la surface sur l'élément, et donc du bouclier 14 sur le bord d'attaque.

[0043] Selon l'invention, l'étape a) est réalisée par ajout de matière et elle comprend plus exactement la fixation d'au moins une poudre métallique sur la surface, cette poudre métallique ayant une granulométrie choisie pour augmenter la rugosité de la surface.

[0044] Dans un mode préféré de réalisation de l'invention, l'étape a) comprend une première sous-étape (ab) de dépôt d'au moins une poudre métallique sur la surface, et une seconde sous-étape (ac) de traitement thermique de cette poudre en vue d'en assurer la

fixation sur la surface.

- [0045] De manière facultative, le procédé peut comprendre une sous-étape (aa) préliminaire de décapage de la surface de la pièce, sur laquelle l'élément est destiné à être fixé. La surface à fonctionnaliser doit en effet être propre et dégraissée jusqu'à être exempte de copeaux, de résidus, de produits de lavage, etc., et aussi être exempte d'oxydation. Egalement, de manière facultative, le procédé peut comprendre une sous-étape finale (ad) de décapage de la surface de la pièce.
- [0046] Les figures 4a à 4d représentent un exemple de réalisation de la sous-étape (ab), et la figure 5 représente un autre exemple de réalisation de cette sous-étape (ab). Quant aux figures 6a et 6b, elles représentent un exemple de réalisation de la sous-étape (ac).
- [0047] Avantageusement, la sous étape (ab) comprend le dépôt d'un mélange de poudre métallique 10 et de poudre de brasage 12, le traitement thermique de la sous-étape (ac) étant destiné à faire fondre la poudre de brasage 12 et à ne pas affecter la poudre métallique 10 dont les particules sont liées entre elles et à la surface 14 par l'intermédiaire de la poudre de brasage fondue. Cela est rendu possible par le fait que la poudre de brasage a une température de fusion plus faible que la poudre métallique. Lors du refroidissement du lit de métal liquide, engendré par la fusion de la brasure, les poudres métalliques seront figées. Les particules métalliques ainsi figées permettront de créer une rugosité de surface.
- [0048] Dans le mode de réalisation des figures 4a à 4d, la sous-étape (ab) comprend l'apposition d'une colle 16 sur la surface 14, cette colle étant destinée à retenir le mélange de poudres déposé par la suite.
- [0049] Comme cela est illustré à la figure 4a, la colle 16 peut être déposée sur la surface 14 par pulvérisation, au moyen d'un pulvérisateur 18 contenant la colle, et à travers un motif 20a d'un masque 20 apposé sur la surface 14. Le motif 20a a une forme et des dimensions qui sont déterminées en fonction de la zone de la surface 14 sur laquelle une augmentation de rugosité est recherchée. Les avantages de la pulvérisation de colle est que la colle peut être appliquée sur une surface complexe ou non plane, comme c'est le cas d'un bord d'attaque de pale, et qu'il est plus facile de maîtriser l'épaisseur de colle déposée.
- [0050] Le masque 20a est ensuite retiré (figure 4b), et le mélange de poudres 10, 12 est déposé sur la surface 14 (figure 4c). Les particules des poudres situées sur la colle 16 sont retenues par cette dernière sur la surface 14, et les autres peuvent être retirées par exemple par pulvérisation d'un flux d'air de balayage de la surface 14 (figure 4d).
- [0051] Dans la variante de la figure 5, la sous-étape (ab) comprend la préparation d'une bande adhésive 22 à partir du mélange de poudres 10, 12 et d'un liant organique 24. La bande adhésive 22 est destinée à être collée sur la surface 14 à la première sous-étape. Le liant organique comprend par exemple un polymère mélangé avec un solvant

organique ou aqueux, qui se présente sous la forme d'un gel. Les avantages de cette bande 22 est que son épaisseur est maîtrisée, et qu'elle peut être découpée à la forme et aux dimensions de la surface à fonctionnaliser, et enfin il est autocollant ce qui permet de la mettre facilement en place.

- [0052] La seconde sous-étape de traitement thermique (ac) est illustrée aux figures 6a et 6b et comprend le chauffage de la pièce sous vide partiel, par exemple à une température supérieure ou égale à 500°C pour faire fondre la poudre de brasage. Dans un cas particulier où la poudre de brasage utilisée est du Al-Mg (série 40000) et plus précisément la poudre AG5 (Al-5% Mg), le cycle de brasage peut être de 10 minutes à 660°C sous vide à 10^{-2} Pa.
- [0053] Lors du chauffage, la température est augmentée progressivement et cette montée en température comprend de préférence au moins un palier, par exemple à environ 200-300°C, de façon à sublimer la colle 16 ou le liant 24 utilisé lors de la sous-étape (ab).
- [0054] La poudre métallique 10 comprend de préférence un métal ou un alliage métallique identique à un métal ou à un alliage métallique de la pièce métallique, qui est par exemple en TA6V. La poudre métallique 10 a une granulométrie comprise entre 1 et 200µm, et de préférence entre 1 et 100µm.
- [0055] La poudre de brasage 12 peut être en aluminium ou en alliage métallique à base de Al-Si, Al-Mn, Al-Mg, Ti-Cu-Ni, ou Ti-Zr-Cu-Ni.
- [0056] L'invention peut permettre de conférer à la surface traitée une rugosité supérieure ou égale comprise entre 1 et 10µm.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de collage d'une pièce métallique sur un élément, par exemple en matériau composite, d'une turbomachine d'aéronef, ce procédé comprenant :
- a) une étape d'augmentation de la rugosité et de fonctionnalisation de la surface de la pièce métallique,
 - b) une étape de collage de cette surface sur l'élément,
- caractérisé en ce que l'étape a) comprend la fixation d'au moins une poudre métallique (10, 12) sur la surface (14), cette poudre métallique ayant une granulométrie choisie pour augmenter la rugosité de la surface.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape a) comprend une première sous-étape (ab) de dépôt d'au moins une poudre métallique (10) sur la surface (14), et une seconde sous-étape (ac) de traitement thermique de cette poudre en vue d'en assurer la fixation sur la surface.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, dans lequel la première sous étape (ab) comprend le dépôt d'un mélange de poudre métallique (10) et de poudre de brasage (12), le traitement thermique (ac) étant destiné à faire fondre la poudre de brasage et à ne pas affecter la poudre métallique dont les particules sont liées entre elles et à la surface par l'intermédiaire de la poudre de brasage fondue.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, dans lequel la poudre métallique (10) comprend un métal ou un alliage métallique identique à un métal ou à un alliage métallique de la pièce métallique, et est par exemple en TA6V.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel la poudre de brasage (12) est en aluminium ou en alliage métallique à base de Al-Si, Al-Mn, Al-Mg, Ti-Cu-Ni, ou Ti-Zr-Cu-Ni.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel la première sous-étape (ab) comprend le dépôt d'une colle (16) sur la surface (14), cette colle étant destinée à retenir sur la pièce le mélange de poudres (10, 12) déposé à la première sous-étape (ab).
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 6, dans lequel la colle (16) est déposée sur la surface (14) par pulvérisation, à travers un motif (20a) d'un masque (20) apposé sur cette surface.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel la première sous-étape (ab) comprend la préparation d'une bande adhésive (22) à

partir du mélange de poudres (10, 12) et d'un liant organique (24), cette bande adhésive étant destinée à être collée sur la surface (14) à la première sous-étape (ab).

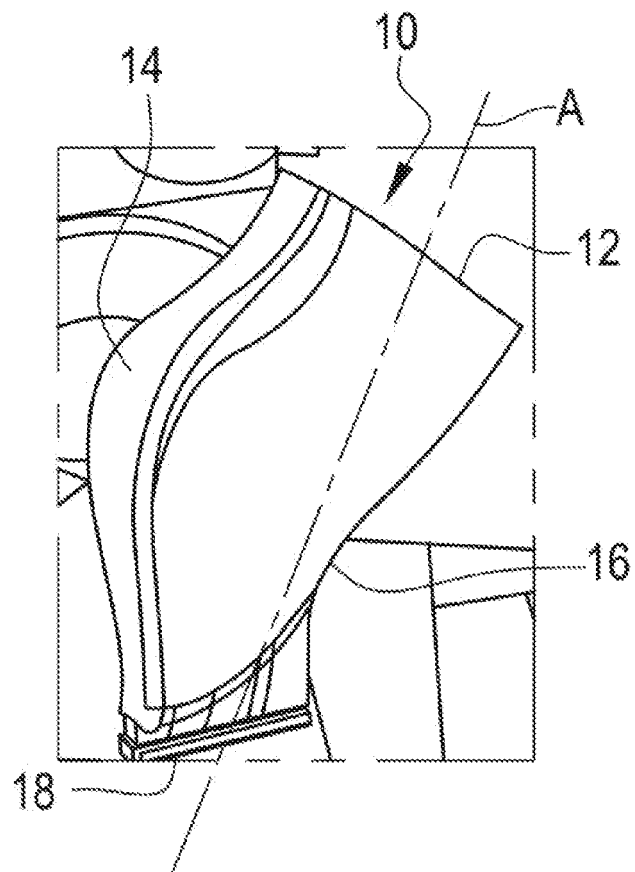
[Revendication 9]

Procédé selon l'une des revendications 2 à 8, dans lequel la seconde sous-étape (ab) de traitement thermique comprend le chauffage de la pièce sous vide partiel, par exemple à une température supérieure ou égale à 500°C.

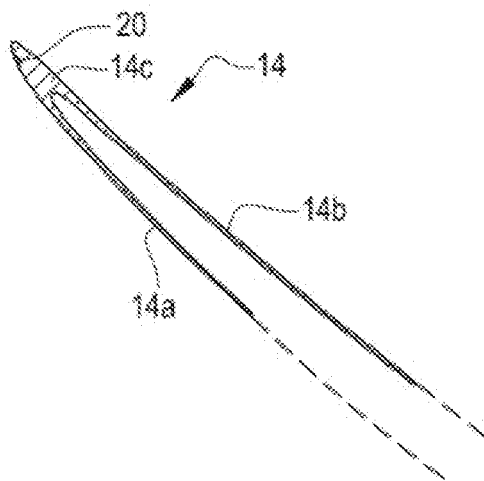
[Revendication 10]

Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la seconde sous-étape (ab) de traitement thermique comprend une montée en température présentant au moins un palier, par exemple à environ 200-300°C, de façon à sublimer une éventuelle colle (16) ou un éventuel liant (24) utilisé(s) lors de la première sous-étape (ab).

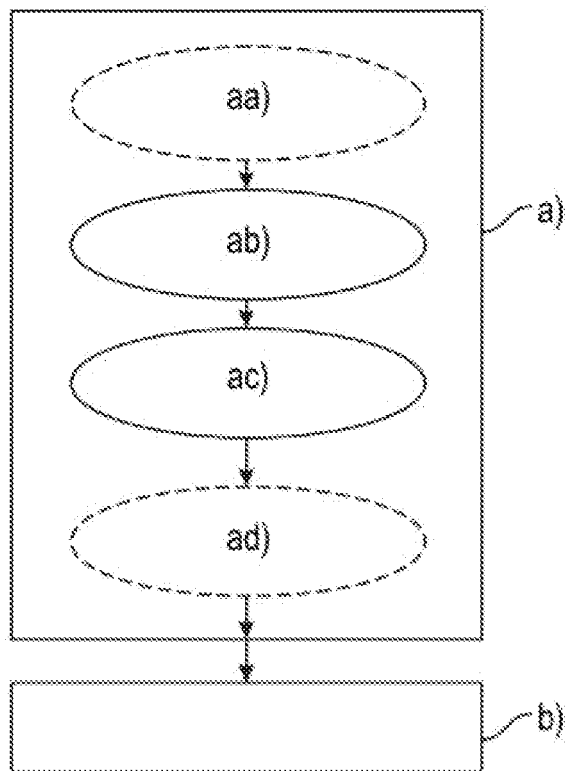
[Fig. 1]



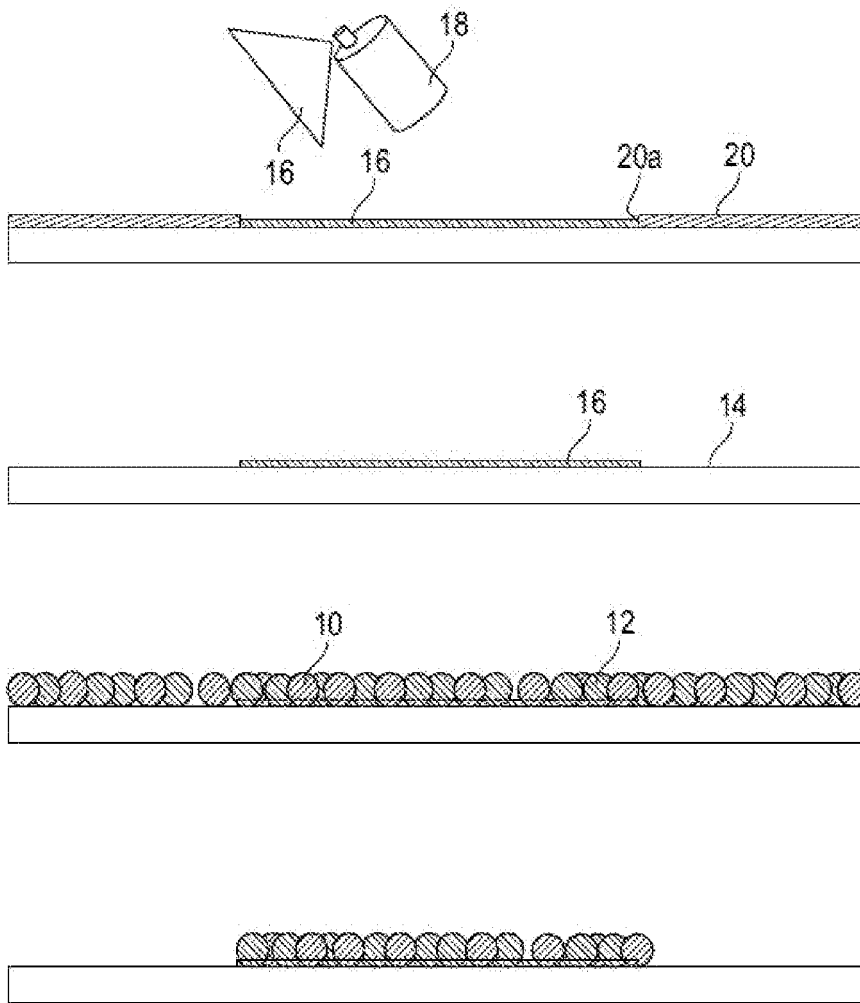
[Fig. 2]



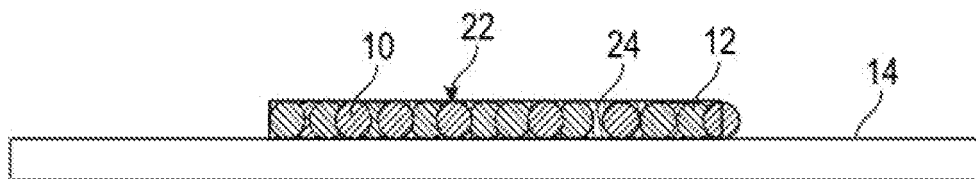
[Fig. 3]



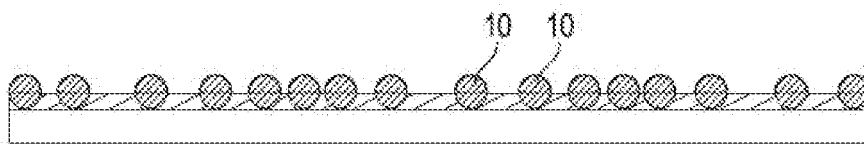
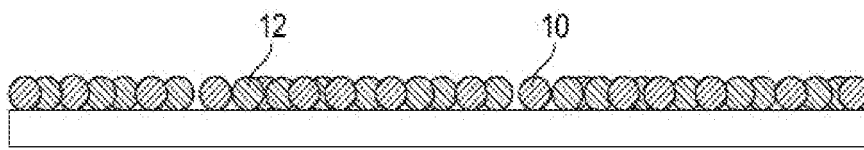
[Fig. 4a-4d]



[Fig. 5]



[Fig. 6a-6b]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 865505
FR 1903352

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 6 210 812 B1 (HASZ WAYNE CHARLES [US] ET AL) 3 avril 2001 (2001-04-03) * colonne 2, ligne 61 - colonne 3, ligne 6 * * colonne 4, ligne 36 - colonne 5, ligne 53 * * figure 1 *	1-10	B23P15/04 B22F5/04 B23K35/24 B21D53/78
X	US 4 023 249 A (DARROW KENNETH A ET AL) 17 mai 1977 (1977-05-17) * colonne 3, ligne 64 - colonne 5, ligne 19 * * figures 1,3b *	1-3,6,7	
X	US 4 409 070 A (STEVENS JAMES W [GB]) 11 octobre 1983 (1983-10-11) * figure 2 * * page 2, lignes 17-32 *	1	
X	FR 3 036 300 A1 (SNECMA [FR]) 25 novembre 2016 (2016-11-25) * figure 1 * * page 1, lignes 16-35 * * page 3, lignes 24-29 * * revendications 6-7 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B23P B29C B64F F01D F04D B64C B29L
A	EP 2 540 876 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 2 janvier 2013 (2013-01-02) * abrégé; figure 4 *	1-10	
A	GB 2 039 526 A (BRITISH AEROSPACE) 13 août 1980 (1980-08-13) * le document en entier *	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 novembre 2019		Sérgio de Jesus, E	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1903352 FA 865505**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **19-11-2019**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6210812 B1	03-04-2001	US 6210812 B1	03-04-2001
		US 2002004143 A1	10-01-2002

US 4023249 A	17-05-1977	DE 2642737 A1	07-04-1977
		FR 2325802 A1	22-04-1977
		GB 1547203 A	06-06-1979
		JP S5260321 A	18-05-1977
		NL 7607144 A	29-03-1977
		US 4023249 A	17-05-1977

US 4409070 A	11-10-1983	AUCUN	

FR 3036300 A1	25-11-2016	AUCUN	

EP 2540876 A1	02-01-2013	BR 102012016238 A2	05-11-2013
		CA 2781967 A1	30-12-2012
		CN 102925950 A	13-02-2013
		EP 2540876 A1	02-01-2013
		JP 6001935 B2	05-10-2016
		JP 2013013995 A	24-01-2013

GB 2039526 A	13-08-1980	AUCUN	
