



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
10.03.2021 Bulletin 2021/10

(51) Int Cl.:
C25D 13/02 (2006.01) **C25D 13/12** (2006.01)
C25D 13/20 (2006.01) **F01D 5/00** (2006.01)
C25D 13/18 (2006.01) **C25D 13/22** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20203886.5**

(22) Date de dépôt: **11.12.2014**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **29.01.2014 FR 1400224**

(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s) initiale(s) en application de l'article 76 CBE:
14828044.9 / 3 099 848

(71) Demandeurs:
• **Safran Aircraft Engines**
75015 Paris (FR)
• **Centre national de la recherche scientifique**
75016 Paris (FR)
• **Institut National Polytechnique**
31029 Toulouse (FR)
• **Université Paul Sabatier Toulouse III**
31400 Toulouse (FR)

(72) Inventeurs:
• **MALIE, André, Hubert, Louis**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
• **HAMADI, Sarah**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
• **ANSART, Florence**
31670 LABEGE (FR)
• **BONINO, Jean-Pierre**
31320 PECHABOU (FR)
• **CERDA, Hélène**
31400 TOULOUSE (FR)
• **PUJOL, Guillaume**
31780 CASTELGINEST (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Beau de Loménie**
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

Remarques:

Cette demande a été déposée le 26-10-2020 comme demande divisionnaire de la demande mentionnée sous le code INID 62.

(54) **PROCEDE DE REPARATION LOCALISEE D'UNE BARRIERE THERMIQUE ENDOMMAGEE**

(57) L'invention concerne un procédé de réparation localisée d'une barrière thermique endommagée comportant l'étape suivante :

a) traitement par électrophorèse d'une pièce revêtue d'une barrière thermique endommagée, la pièce étant formée d'un matériau conducteur de l'électricité, la barrière thermique endommagée comportant un matériau céramique et présentant au moins une zone endommagée à réparer, la pièce étant présente dans un électrolyte comportant une suspension de particules dans un milieu liquide, un revêtement céramique étant déposé par électrophorèse dans la zone endommagée afin d'obtenir une barrière thermique réparée destinée à être utilisée à des températures supérieures ou égales à 1000°C, les particules étant formées d'un matériau différent du matériau céramique présent dans la barrière thermique endommagée.

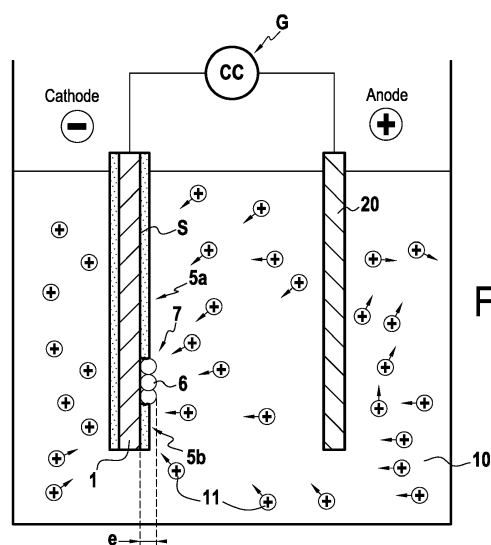


FIG.3B

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] L'invention concerne les procédés de réparation localisée des barrières thermiques endommagées.

[0002] Les aubages des turbines haute pression des moteurs aéronautiques sont exposés à un environnement très agressif. Ces pièces sont, en général, revêtues d'un revêtement protecteur en oxydation ainsi que d'un revêtement de barrière thermique. Le revêtement de barrière thermique permet d'isoler thermiquement la pièce sous-jacente afin de la maintenir à des températures où ses performances mécaniques et sa durée de vie sont acceptables.

[0003] Certaines zones de ce système peuvent être endommagées en service à haute température par l'érosion, l'impact de particules, l'oxydation, la corrosion et par les aluminosilicates de calcium et de magnésium (« CMAS »). Les photographies fournies aux figures 1 et 2 montrent l'aspect d'aubes endommagées en service. Ces dégradations peuvent engendrer des disparitions locales de la couche barrière thermique voire de la sous-couche conduisant à une oxydation de la pièce sous-jacente.

[0004] Actuellement, il est connu afin de reconstituer une barrière thermique de décaper l'intégralité du revêtement de barrière thermique (même les zones non endommagées) des pièces puis de réaliser un nouveau système barrière thermique. Des pièces dont la barrière thermique a été endommagée peuvent même dans certains cas être mises au rebut.

[0005] Il existe un besoin pour améliorer la durée d'utilisation des pièces revêtues par des barrières thermiques.

[0006] Il existe un besoin pour simplifier et diminuer le coût des procédés de réparation des barrières thermiques endommagées.

[0007] Il existe aussi un besoin pour disposer de nouveaux procédés de réparation des barrières thermiques endommagées.

Objet et résumé de l'invention

[0008] A cet effet, l'invention propose, selon un premier aspect, un procédé de réparation localisée d'une barrière thermique endommagée comportant l'étape suivante :

a) traitement par électrophorèse d'une pièce revêtue d'une barrière thermique endommagée, la pièce étant formée d'un matériau conducteur de l'électricité, la barrière thermique endommagée comportant un matériau céramique et présentant au moins une zone endommagée à réparer, la pièce étant présente dans un électrolyte comportant une suspension de particules dans un milieu liquide, un revêtement céramique étant déposé par électrophorèse dans la zone endommagée afin d'obtenir une barrière ther-

mique réparée destinée à être utilisée à des températures supérieures ou égales à 1000°C.

[0009] Dans l'invention, la pièce est formée d'un matériau conducteur de l'électricité et la barrière thermique endommagée permet la conduction de l'électricité dans la zone endommagée à réparer et donc le dépôt du revêtement céramique par électrophorèse dans cette zone lors de l'étape a). Le revêtement céramique obtenu lors de l'étape a) est formé par le dépôt des particules sur la pièce. Le revêtement céramique peut être majoritairement déposé dans la zone endommagée. En d'autres termes, une masse de revêtement céramique supérieure ou égale à 50% de la masse totale du revêtement céramique déposé lors de l'étape a) peut être déposée dans la zone endommagée. Cette masse de revêtement céramique déposée dans la zone endommagée peut par exemple être supérieure ou égale à 75%, voire à 90%, de la masse totale du revêtement céramique déposé lors de l'étape a). Dans un exemple de réalisation, le revêtement céramique peut être déposé uniquement dans la zone endommagée.

[0010] L'invention permet avantageusement de réparer de manière rapide, peu coûteuse et localisée la barrière thermique endommagée et ainsi d'éviter la mise au rebut de pièces partiellement dégradées ou le décapage complet de la barrière thermique endommagée. L'invention permet, par conséquent, de prolonger la durée de vie des pièces et de limiter le coût de remise en fonctionnement des pièces dont la barrière thermique a été endommagée.

[0011] La possibilité d'une réparation localisée résulte de la mise en œuvre d'un dépôt par électrophorèse à la différence du procédé de dépôt en phase vapeur avec évaporation sous faisceau d'électrons (« electron beam physical vapor deposition » ; EB-PVD) ou de projection plasma (« plasma spraying » ; PS) qui ne permettent pas ou difficilement la réalisation d'une réparation localisée.

[0012] En outre, le procédé de dépôt par électrophorèse présente l'avantage d'être utilisable pour des pièces présentant des géométries complexes.

[0013] La barrière thermique réparée peut être destinée à être utilisée dans un environnement où la température à la surface de la barrière thermique est supérieure ou égale à 1000°C.

[0014] La pièce peut avantageusement être en matériau métallique et, par exemple, comporter du nickel.

[0015] Avantageusement, avant mise en œuvre de l'étape a), la barrière thermique endommagée peut présenter un manque de matière dans la zone endommagée.

[0016] Dans un exemple de réalisation, les particules, éventuellement agglomérées, peuvent présenter une taille moyenne inférieure ou égale à 10 µm.

[0017] Par « taille moyenne », on désigne la dimension donnée par la distribution granulométrique statistique à la moitié de la population, dite D50.

[0018] Par exemple, les particules, à l'état non agglom-

méré, peuvent avoir une taille moyenne comprise entre 20 nm et 1 μm .

[0019] De telles tailles de particules permettent avantageusement d'obtenir une suspension stable.

[0020] Les particules peuvent ou non avoir été obtenues par voie sol-gel. Ainsi, dans un exemple de réalisation, le procédé peut comporter, avant l'étape a), une étape de formation des particules par mise en œuvre d'un procédé sol-gel. Ces particules peuvent ensuite être dispersées dans le milieu liquide afin de former l'électrolyte.

[0021] Les particules de l'électrolyte peuvent, par exemple, être des particules de zircone yttrée (YSZ ; « Yttria-Stabilized Zirconia ») lesquelles peuvent ou non avoir été obtenues par voie sol-gel. On peut encore utiliser des particules d'oxyde de zirconium. Plus généralement, on peut utiliser pour le dépôt par électrophorèse toutes particules susceptibles de présenter une charge électrique au sein de l'électrolyte (leur permettant ainsi de se déplacer lors de l'application du champ électrique). On peut ainsi, par exemple, utiliser des particules de formule chimique suivante : $\text{ZrO}_2\text{-ReO}_{1.5}$ (où Re désigne un élément Terre Rare, par exemple : Gd, Sm ou Er), Y_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 ou CeO_2 .

[0022] Dans un exemple de réalisation, les particules peuvent être formées du même matériau céramique que celui présent dans la barrière thermique endommagée.

[0023] En variante, les particules peuvent être formées d'un matériau différent du matériau céramique présent dans la barrière thermique endommagée. Dans ce cas, le matériau constituant les particules et le matériau céramique de la barrière thermique endommagée sont avantageusement compatibles thermomécaniquement et chimiquement. Par exemple, la différence entre les coefficients d'expansion thermique du matériau céramique présent dans la barrière thermique endommagée et du matériau constituant les particules peut en valeur absolue avantageusement être inférieure ou égale à $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

[0024] L'utilisation d'un matériau différent peut avantageusement permettre d'apporter une propriété supplémentaire, par exemple propriété anti-CMAS ou matériau thermosensible, et ainsi de fonctionnaliser la barrière thermique tout en la réparant.

[0025] Le milieu liquide peut, par exemple, être choisi parmi : les alcools, par exemple l'éthanol ou l'isopropanol, les cétones par exemple l'acétylacétone, l'eau et leurs mélanges.

[0026] Dans un exemple de réalisation, les particules peuvent être présentes dans le milieu liquide, avant le début de l'étape a), en une concentration supérieure ou égale à 0,1 g/L, de préférence supérieure ou égale à 1 g/L.

[0027] De telles valeurs de concentration permettent avantageusement de disposer d'une suspension stable.

[0028] Dans un exemple de réalisation, l'épaisseur du revêtement céramique déposé peut être supérieure ou égale à 50 nm, par exemple supérieure ou égale à 30

μm . Dans un exemple de réalisation, l'épaisseur du revêtement céramique déposé peut être inférieure ou égale à 200 μm .

[0029] Dans un exemple de réalisation, la pièce peut être revêtue d'une couche d'accrochage permettant l'accrochage de la barrière thermique à la pièce et le revêtement céramique peut être déposé sur la couche d'accrochage.

[0030] La couche d'accrochage permet avantageusement d'améliorer l'accrochage de la barrière thermique à la pièce. La couche d'accrochage peut, en outre, avantageusement permettre de protéger la pièce contre l'oxydation et la corrosion.

[0031] La couche d'accrochage peut, par exemple, être métallique.

[0032] Dans une variante, la barrière thermique peut directement être présente sur la pièce. Ainsi, il est possible qu'aucune couche d'accrochage ne soit présente entre la barrière thermique et la pièce.

[0033] Dans un exemple de réalisation, la durée de l'étape a) peut être supérieure ou égale à 1 minute, de préférence à 5 minutes.

[0034] De telles valeurs permettent avantageusement d'améliorer le caractère couvrant et l'homogénéité du revêtement céramique formé.

[0035] Dans un exemple de réalisation, une tension supérieure ou égale à 1 V peut être imposée durant tout ou partie de l'étape a) entre la pièce et une contre-électrode. La tension imposée durant tout ou partie de l'étape a) peut, de préférence, être supérieure ou égale à 50 V.

[0036] De telles valeurs permettent avantageusement d'améliorer le caractère couvrant et l'homogénéité du revêtement céramique formé.

[0037] Dans un exemple de réalisation, la zone endommagée peut, avant l'étape a), avoir été soumise à une étape de décapage.

[0038] La réalisation d'un décapage permet avantageusement d'éliminer les résidus de barrière thermique et les couches d'oxydes éventuellement présents et ainsi d'améliorer le caractère conducteur de l'électricité de la zone endommagée à réparer afin de favoriser la formation du dépôt du revêtement céramique par électrophorèse.

[0039] Le décapage peut être réalisé mécaniquement, par exemple par sablage, ponçage, meulage, jet d'eau haute pression ou par décapage laser.

[0040] En variante, le décapage peut être un décapage chimique, par exemple un décapage électrolytique ou un décapage en milieu acide ou basique.

[0041] Après décapage, la barrière thermique endommagée peut, au début de l'étape a), présenter un manque de matière dans la zone endommagée.

[0042] Dans un exemple de réalisation, le procédé peut comporter, après l'étape a), une étape b) de consolidation par traitement thermique du revêtement céramique déposé.

[0043] L'étape b) peut, par exemple, comporter la soumission de la pièce obtenue après mise en œuvre de

l'étape a) à une température supérieure ou égale à 1000°C, par exemple supérieure ou égale à 1100°C.

[0044] Dans un exemple de réalisation, la pièce peut constituer une aube de turbomachine.

Brève description des dessins

[0045] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une photographie d'une aube de turbomachine endommagée en service,
- la figure 2 comporte une photographie d'une aube de turbomachine endommagée en service et illustre, de manière schématique et partielle, la structure d'une barrière thermique endommagée,
- les figures 3A et 3B illustrent, de manière schématique et partielle, la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention, et
- les figures 4A et 4B sont des photographies représentant respectivement une pièce avant et après traitement par un procédé selon l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

[0046] On a représenté à la figure 2 une pièce 1 par exemple constituée d'un superalliage à base de nickel revêtue d'une couche d'accrochage 2 sur laquelle est présente une barrière thermique endommagée 3. Une couche d'oxyde 2a est présente entre la couche d'accrochage 2 et la barrière thermique 3 endommagée. La couche 2a peut être constituée d'alumine α -Al₂O₃. La barrière thermique endommagée 3 comporte un matériau céramique et présente une zone endommagée 4 à réparer.

[0047] La zone endommagée 4 peut présenter au moins une zone adjacente non endommagée. Dans l'exemple illustré, la zone endommagée 4 est présente entre deux zones adjacentes non endommagées 5a et 5b.

[0048] On a représenté à la figure 3A la mise en œuvre d'une étape a) selon l'invention. Comme illustré, la pièce 1 portant la barrière thermique endommagée 3 est présente dans un électrolyte 10 comportant une suspension de particules 11 dans un milieu liquide. Les particules 11 peuvent, par exemple, être des particules de zircone yttrée (zircone stabilisée par de l'oxyde d'yttrium).

[0049] A titre d'exemple, on décrit ci-dessous les étapes de la synthèse par voie sol-gel d'une poudre de zircone yttrée destinée, dans un exemple de réalisation, à former les particules 11 :

- Mélange d'acétyl-acétone dans du 1-propanol et de propoxyde de zirconium (Zr(OC₃H₇)₄),
- Mélange du mélange obtenu avec une solution de nitrate d'yttrium dans du 1-propanol,
- Mélange du mélange obtenu avec de l'eau et du 1-

propanol (10 mol/L) afin d'obtenir un sol,

- Mise à l'étuve du sol à une température de 50°C,
- Séchage évaporatif ou séchage supercritique,
- Calcination à l'air à une température de 700°C.

5

[0050] La poudre d'oxyde (zircone yttrée) ainsi obtenue est alors mise en suspension dans un milieu liquide constitué par exemple d'isopropanol afin de former l'électrolyte 10.

10

[0051] La pièce 1 revêtue de la barrière thermique endommagée 3 constitue une électrode du système d'électrophorèse au regard de laquelle est présente une contre-électrode 20. La contre-électrode 20 est, par exemple, en platine. Du fait du caractère conducteur de la pièce 1 et de la zone endommagée 4, un dépôt par électrophorèse est réalisé dans la zone endommagée 4. La zone endommagée 4 est constituée, dans l'exemple illustré, par une région dépourvue de matière. Dans une variante non illustrée, la zone endommagée comporte une première région dépourvue de matière ainsi qu'une deuxième région dans laquelle une couche céramique est présente, l'épaisseur de la couche céramique présente dans la deuxième région étant suffisamment faible pour que cette deuxième région soit conductrice de l'électricité. En variante encore, la zone endommagée est constituée par une région dans laquelle une couche céramique est présente, l'épaisseur de la couche céramique étant suffisamment faible pour que cette région soit conductrice de l'électricité.

15

20

25

30

[0052] Le dépôt est réalisé préférentiellement dans les zones les plus conductrices (épaisseur de la couche céramique suffisamment faible ou absence totale de couche céramique) car le champ électrique sera relativement élevé dans ces zones.

35

[0053] On a représenté un exemple de réalisation où la barrière thermique endommagée 3 présente une unique zone endommagée 4 à réparer mais on ne sort pas du cadre de la présente invention si la barrière thermique endommagée présente une pluralité de zones endommagées à réparer. Dans ce cas, chacune des zones endommagées à réparer est conductrice de l'électricité.

40

[0054] Durant l'étape a), un générateur G impose une différence de potentiel entre la pièce 1 et la contre-électrode 20. Le générateur G est à courant continu ou pulsé. La pièce 1 est polarisée à une charge opposée à celle des particules 11. Du fait de l'application d'un champ électrique entre la pièce 1 et la contre-électrode 20, les particules 11 se déplacent et se déposent sur la pièce 1 pour former un revêtement céramique 6. Le dépôt du revêtement céramique 6 dans la zone endommagée 4 permet d'obtenir une barrière thermique réparée 7. Le dépôt du revêtement céramique 6 dans la zone endommagée 4 induit une diminution progressive de la conductivité électrique de cette zone au cours du temps. En effet, au fur et à mesure du dépôt du revêtement céramique 6, cette zone devient de plus en plus isolante ce qui ralentit voire stoppe la formation du revêtement céramique 6 sur la pièce 1.

45

50

55

[0055] Comme illustré, le revêtement céramique 6 est déposé dans la zone endommagée 4 et recouvre toute la surface de la zone endommagée 4.

[0056] Avantagusement, lors du dépôt du revêtement céramique 6, la barrière thermique endommagée 3 n'est pas recouverte d'un masque présentant une ouverture se superposant avec la zone endommagée 4 à réparer. En outre, il n'est pas nécessaire avant l'étape a) de décaper une partie de la barrière thermique endommagée 3 située en dehors de la zone endommagée 4 à réparer.

[0057] Le revêtement céramique 6 peut présenter une épaisseur *e* supérieure ou égale à 50 nm, par exemple supérieure ou égale à 30 μm . L'épaisseur *e* du revêtement céramique 6 correspond à sa plus grande dimension mesurée perpendiculairement à la surface *S* de la pièce 1 revêtue.

[0058] Après l'étape a), un séchage puis un traitement thermique de consolidation du revêtement céramique 6 peuvent être effectués.

Exemple

[0059] Une pièce de superalliage base nickel revêtue d'une barrière thermique de zircone stabilisée par de l'oxyde d'yttrium (YSZ) obtenue par procédé de dépôt en phase vapeur avec évaporation sous faisceau d'électrons (« Electron beam physical vapor deposition » ; EB-PVD) a été utilisée. La barrière thermique a tout d'abord été endommagée par jet d'eau. La figure 4A montre le résultat obtenu après endommagement.

[0060] Un dépôt par électrophorèse a été réalisé à partir d'une suspension de poudre YSZ dans l'isopropanol (10 g/L) à une tension de 100V pendant 6 minutes. Une photographie de la pièce après traitement par le procédé selon l'invention est donnée à la figure 4B.

[0061] On constate que l'on obtient un dépôt couvrant et homogène de zircone stabilisée par de l'oxyde d'yttrium dans la toute la zone endommagée.

[0062] L'expression « comportant/contenant un(e) » doit se comprendre comme « comportant/contenant au moins un(e) ».

[0063] L'expression « compris(e) entre ... et ... » ou « allant de ... à ... » doit se comprendre comme incluant les bornes.

Revendications

1. Procédé de réparation localisée d'une barrière thermique endommagée (3) comportant l'étape suivante :

a) traitement par électrophorèse d'une pièce (1) revêtue d'une barrière thermique endommagée (3), la pièce étant formée d'un matériau conducteur de l'électricité, la barrière thermique endommagée (3) comportant un matériau céramique et présentant au moins une zone endom-

magée (4) à réparer, la pièce (1) étant présente dans un électrolyte (10) comportant une suspension de particules (11) dans un milieu liquide, les particules (11), à l'état non aggloméré, ayant une taille moyenne comprise entre 20 nm et 1 μm , un revêtement céramique (6) étant déposé par électrophorèse dans la zone endommagée (4) afin d'obtenir une barrière thermique réparée (7) destinée à être utilisée à des températures supérieures ou égales à 1000°C, les particules (11) étant formées d'un matériau différent du matériau céramique présent dans la barrière thermique endommagée (3), un générateur (G) imposant une différence de potentiel entre la pièce et une contre-électrode (20) durant le traitement par électrophorèse, le générateur générant un courant pulsé durant le traitement par électrophorèse.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les particules (11) sont présentes dans le milieu liquide, avant le début de l'étape a), en une concentration supérieure ou égale à 0,1 g/L.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la durée de l'étape a) est supérieure ou égale à 1 minute.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** une tension supérieure ou égale à 1 V est imposée durant tout ou partie de l'étape a) entre la pièce (1) et une contre-électrode (20).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'épaisseur *e* du revêtement céramique déposé est supérieure ou égale à 30 μm .

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la pièce (1) est revêtue d'une couche d'accrochage (2) permettant l'accrochage de la barrière thermique (3 ; 7) à la pièce (1) et **en ce que** le revêtement céramique (6) est déposé sur la couche d'accrochage (2).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la zone endommagée (4) a, avant l'étape a), été soumise à une étape de décapage.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comporte, après l'étape a), une étape b) de consolidation par traitement thermique du revêtement céramique (6) déposé.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la pièce constitue une

aube de turbomachine.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, la barrière thermique endommagée ayant une structure colonnaire.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

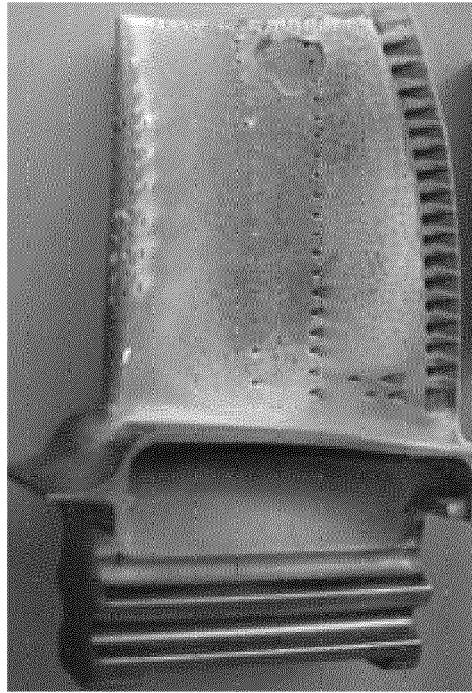


FIG.1

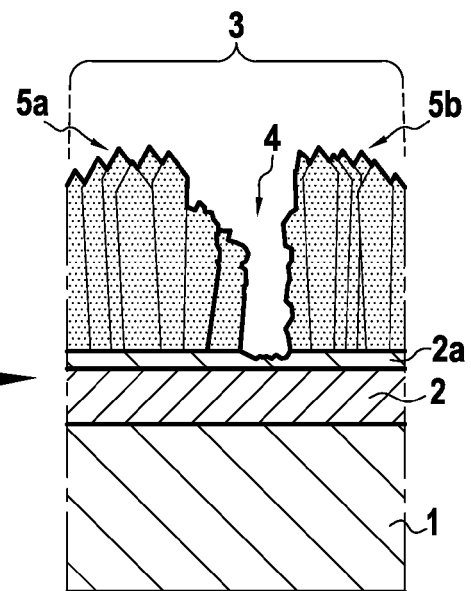
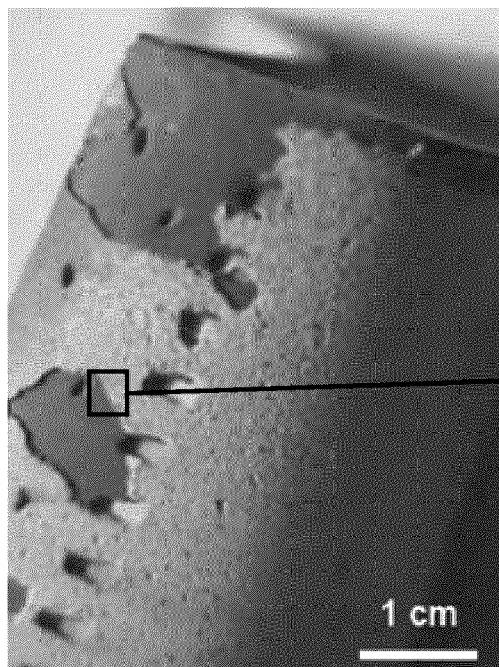


FIG.2

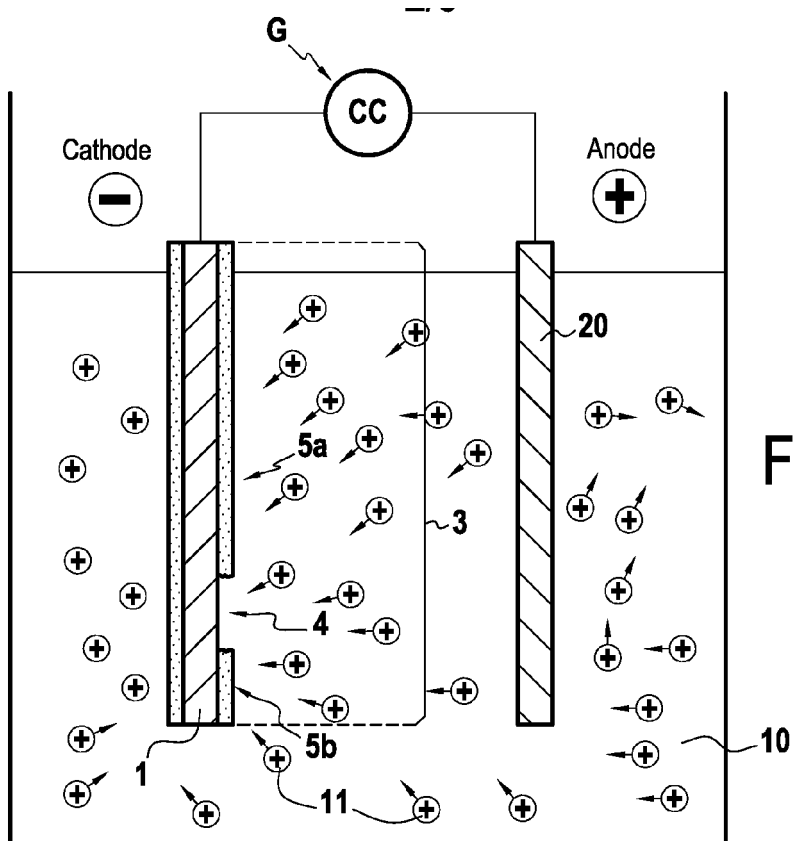


FIG. 3A

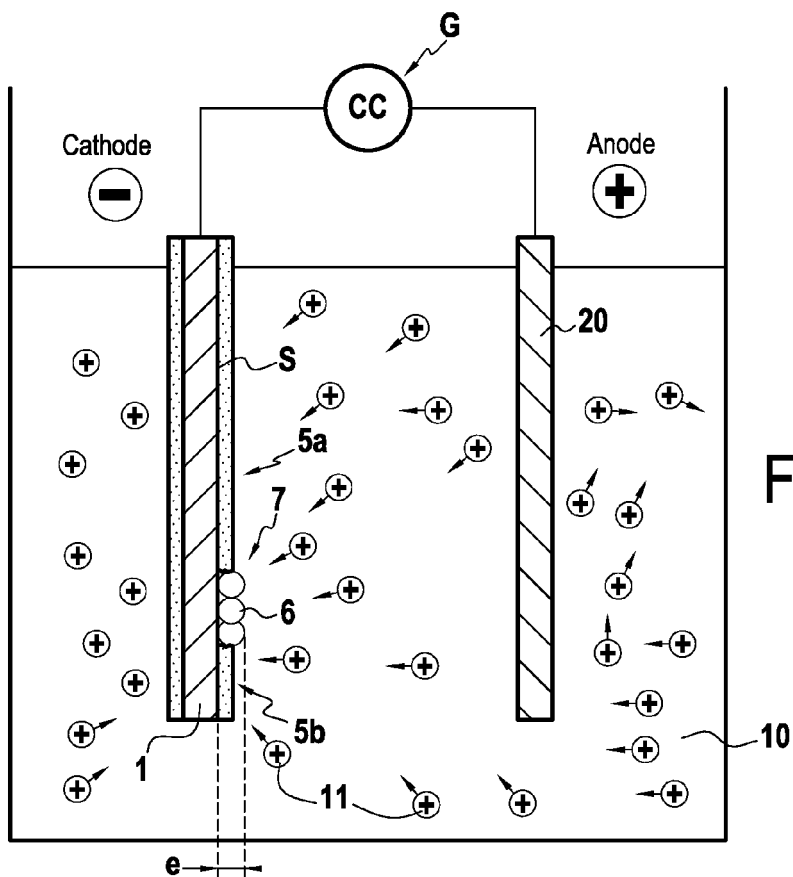


FIG. 3B

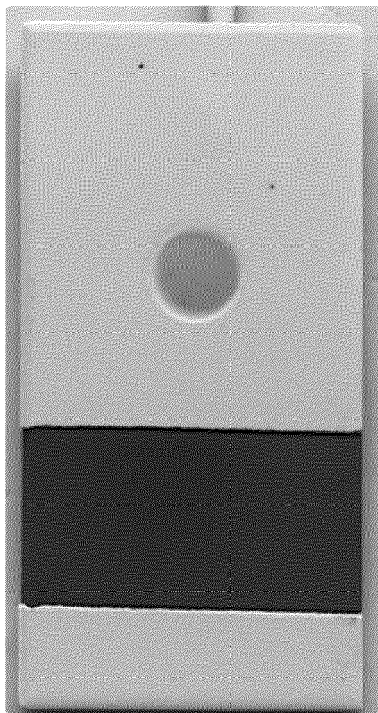


FIG. 4A

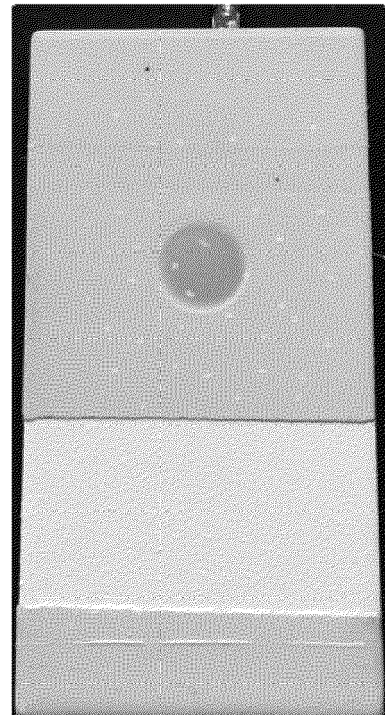


FIG. 4B



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 20 3886

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	DE 103 35 406 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 17 février 2005 (2005-02-17) * alinéas [0004] - [0011] *	1-10	INV. C25D13/02 C25D13/12 C25D13/20 F01D5/00 C25D13/18 C25D13/22
Y	FR 2 546 911 A1 (THURINGIA SONNEBERG VEB [DD]) 7 décembre 1984 (1984-12-07) * page 3, ligne 32 - page 4, ligne 14 *	1-10	
A	US 5 723 078 A (NAGARAJ BANGALORE A [US] ET AL) 3 mars 1998 (1998-03-03) * abrégé * * figures * * colonne 2, ligne 47 - ligne 65 * * colonne 4, ligne 46 - ligne 62 * * colonne 5, ligne 21 - ligne 33 * * colonne 4, ligne 1 - ligne 4 *	1-10	
A	WO 2008/029979 A1 (KOREA ATOMIC ENERGY RES [KR]; RHEE CHANG-KYU [KR]; LEE MIN-KU [KR]; LE) 13 mars 2008 (2008-03-13) * abrégé * * alinéas [0008], [0010] * * alinéa [0014] * * exemples 1,2 * * figure 1 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) C25D F01D
A	US 2007/119713 A1 (HASZ WAYNE C [US] HASZ WAYNE CHARLES [US]) 31 mai 2007 (2007-05-31) * abrégé * * figure 1 * * alinéa [0017] - alinéa [0021] * * exemples * * revendication 1 *	1-10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 29 janvier 2021	Examineur Crottaz, Olivier
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 20 3886

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 2 000 557 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 10 décembre 2008 (2008-12-10) * abrégé * * alinéas [0003], [0004] * * alinéas [0011], [0015] * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 29 janvier 2021	Examineur Crottaz, Olivier
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 20 20 3886

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

29-01-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 10335406 A1	17-02-2005	DE 10335406 A1	17-02-2005
		EP 1654402 A1	10-05-2006
		WO 2005012598 A1	10-02-2005
FR 2546911 A1	07-12-1984	DE 3416165 A1	06-12-1984
		FR 2546911 A1	07-12-1984
		IT 1178952 B	16-09-1987
US 5723078 A	03-03-1998	DE 69707056 T2	27-06-2002
		EP 0808913 A1	26-11-1997
		US 5723078 A	03-03-1998
WO 2008029979 A1	13-03-2008	KR 100753909 B1	31-08-2007
		WO 2008029979 A1	13-03-2008
US 2007119713 A1	31-05-2007	AUCUN	
EP 2000557 A1	10-12-2008	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82