

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 682 401**

②1 N° d'enregistrement national :

**91 12409**

⑤1 Int Cl<sup>5</sup> : C 25 D 13/00, 13/02; B 23 K 1/20

①2

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 09.10.91.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 16.04.93 Bulletin 93/15.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *SOCIETE SOCHATA — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *Bodin Marie-Josèphe, Aliette.*

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : *Moinat François.*

⑤4 Procédé de dépôt électrophorétique de poudre métallique pour rechargement de pièces par brasage-diffusion et bain utilisé.

⑤7 En vue de recharger des pièces en superalliages par brasage-diffusion, un dépôt de poudre métallique est effectué par électrophorèse dans un bain constitué d'une solution aqueuse comportant 7,5 à 17 g/l d'un liant à base de gomme naturelle et chargée en un mélange de deux poudres métalliques connues en soi à 1,75 à 2,25 Kg/l.

**FR 2 682 401 - A1**



## DESCRIPTION

L'invention concerne un procédé de dépôt électrophorétique de poudres métalliques. Ledit procédé est spécialement adapté  
5 pour la réalisation de dépôts épais utilisés pour un rechargement de pièces, notamment en superalliage à base de nickel et notamment destinées à des applications aéronautiques ou turbomachines, ledit rechargement étant obtenu en utilisant des techniques de brasage-diffusion.  
10 L'invention concerne également une composition de produit à déposer sous forme d'un mélange de dépôt dispersé dans une solution aqueuse.

Il est connu d'effectuer, soit en réparation, soit en  
15 fabrication de pièces neuves, un rechargement sur pièces en utilisant des techniques de brasage-diffusion, l'apport pouvant présenter diverses formes et notamment un mélange de poudres métalliques qui peuvent par exemple être mises en place sous forme de pâte par injection au moyen d'une  
20 seringue. Des exemples de réalisation de ces techniques sont notamment décrits par EP-A-75 497 ou par EP-A-165 104.

Le but de l'invention est de proposer une solution alternative pour la mise en place de l'apport avant  
25 d'effectuer le traitement thermique de brasage-diffusion qui est effectué selon les techniques précédemment utilisées et connues en soi, en vue d'obtenir le rechargement recherché.

On connaît par ailleurs par GB-A-1 466 204 un procédé de  
30 réalisation d'un revêtement anti-corrosion sur des pièces en superalliage comportant un dépôt électrophorétique d'un mélange de poudre d'aluminium et de poudre d'un alliage chrome-aluminium obtenu à partir d'une suspension de ces poudres dans un diélectrique organique à base d'alcool  
35 isopropylique, nitrométhane et zéine et un traitement thermique de diffusion.

FR-A-2 308 704 décrit un procédé d'enduction de surface métallique par électrophorèse à partir d'une dispersion aqueuse de poudre d'aluminium et d'une résine acrylique thermodurcissable.

5

Le procédé de dépôt électrophorétique d'un rechargement de pièces constituant une solution avantageuse par rapport aux techniques antérieures est caractérisé en ce que le bain électrophorétique utilisé est constitué d'une solution  
10 aqueuse comportant 7,5 à 17,5 grammes par litre d'un liant à base de gomme naturelle présentant une température de gélification de 85°C, chargée en particules métalliques à 1,75 à 2,25 Kg par litre et provenant d'un mélange deux  
15 rechargement, en ce que la pièce à recharger est placée en anode et les paramètres suivants sont appliqués :

- distance inter-électrodes : 10 à 80 mm,

20 - champ électrique continu : 5 à 30 V/cm,

- densité de courant : 0,2 à 2 A/dm<sup>2</sup>

- température de dépôt : ambiante, proche de 20°C,

25

pour obtenir une épaisseur de dépôt comprise entre 0,1 et 2 mm et en ce que le dépôt par électrophorèse est suivi d'un séchage à l'air.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation de l'invention.

#### Composition du mélange de dépôt.

35

Pour réaliser le dépôt électrophorétique, on prépare une solution aqueuse en incorporant dans l'eau 7,5 à 17,5 grammes

par litre d'un produit liant à base de gomme naturelle, l'agar-agar. On obtient ainsi en solution aqueuse un mucilage remarquable par sa viscosité élevée. Le rôle du produit liant est :

- 5 - d'assurer une mise en suspension homogène des particules métalliques dans un milieu fortement visqueux,
  - de permettre le transport de particules métalliques sous l'action d'un champ électrophorétique,
  - d'assurer une résistance mécanique adéquate du dépôt cru.
- 10 Ladite solution aqueuse est ensuite chargée d'une dispersion de particules métalliques provenant d'un mélange de deux poudres. Il s'agit d'un mélange connu en soi pour obtenir des rechargements sur pièces en appliquant un traitement thermique de brasage-diffusion. Dans l'exemple d'application
- 15 réalisé sur des pièces aéronautiques ou de turbomachine en superalliages à base de nickel, le mélange utilisé a une densité de 8,35 et la granulométrie des poudres est inférieure à 53  $\mu$  m. On introduit dans la solution aqueuse 1,75 à 2,25 Kg par litre de poudre métallique de manière à
- 20 constituer le bain électrophorétique. Le pH de ladite solution est compris entre 4,5 et 6 et la solution obtenue présente un caractère non-newtonien : sa viscosité évolue en fonction de certains paramètres physiques tels que la température ou l'agitation mécanique du bain.

25

#### EXEMPLE DE REALISATION

Dans le cas d'un dépôt électrophorétique à partir du bain décrit ci-dessus sur une surface plane de 8 cm<sup>2</sup>, les

30 conditions opératoires suivantes ont été appliquées.

On réalise un dépôt de type anodique en plaçant le substrat en position d'anode. On utilise une cathode en alliage inoxydable présentant le profil d'une grille.

35

La distance inter-électrodes est de 10 à 80 mm.

Le champ électrique continu appliqué est compris entre 5 et 30 V/cm.

La densité de courant est de 0,2 à 2 A/dm<sup>2</sup>

Le dépôt est réalisé à la température ambiante, soit environ 20°C.

5 Aucune agitation n'est pratiquée dans le bain en cours de dépôt.

Des épaisseurs de dépôt comprises entre 0,1 et 2 mm sont ainsi obtenues en fonction du temps de dépôt et des valeurs  
10 de paramètres appliquées.

On a ainsi obtenu les résultats suivants :

- 15 - épaisseur en  $\mu$  m : 100 ; 800 ; 1500
- champ électrique en V/cm : 3,3 ; 10 ; 16,7
- temps en s : 5 ; 30 ; 45

20 Les dépôts obtenus sont parfaitement uniformes et adhérents. La composition du dépôt est celle du bain électrophorétique. Le dépôt brut d'électrophorèse est hydraté dans une proportion de 20 à 40%. Un traitement de séchage à l'air permet d'éliminer l'eau, soit au bout de 24 heures à  
25 température ambiante, soit 2 heures à 120°C.

Après séchage, la résistance mécanique des dépôts est suffisante pour permettre une manipulation et la réalisation d'un traitement thermique de brasage-diffusion qui permet  
30 d'obtenir la consolidation du dépôt et un rechargement présentant les caractéristiques mécaniques et métallurgiques recherchées.

Les conditions opératoires et les valeurs de paramètres, sont connues en soi et déterminées pour chaque application en  
35 fonction du matériau particulier de la pièce à recharger ou substrat et du matériau d'apport retenu.

Après consolidation du dépôt par traitement thermique de brasage-diffusion, on observe une structure micrographique du dépôt identique aux dépôts précédemment obtenus lorsque la mise en place de l'apport avant traitement est effectuée par  
5 d'autres moyens connus tels que par seringue sous forme de pâte comportant le mélange des poudres métalliques.

Le procédé de dépôt par électrophorèse de poudres métalliques pour rechargement de pièces par traitement thermique de  
10 brasage-diffusion peut être utilisé pour effectuer un rechargement en réparation de pièces et/ou en fabrication de pièces neuves.

Lorsque certaines zones de pièce ne doivent pas être  
15 revêtues, un masquage de ces zones en utilisant des moyens connus en soi est effectué. Les zones externes sont notamment masquées à l'aide d'un ruban adhésif adapté et pour les cavités internes, on utilise des bouchons en silicone.

20 Dans le cas où la pièce doit être revêtue sur deux faces, lors de la réalisation du dépôt électrophorétique, la pièce est disposée entre deux électrodes de forme situées à une égale distance, suivant les critères précédemment définis.

25

30

35

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de dépôt électrophorétique de poudre métallique pour le rechargement par traitement thermique de brasage-  
5 diffusion de pièces en superalliage caractérisé en ce que le bain électrophorétique utilisé est constitué d'une solution aqueuse comportant 7,5 à 17,5 grammes par litre d'un liant à base de gomme naturelle appelée agar-agar, chargée en particules métalliques à 1,75 à 2,25 kg par litre et  
10 provenant d'un mélange de deux poudres de composition connue en soi, adaptée audit rechargement, en ce que la pièce à recharger est placée en anode et les paramètres suivants sont appliqués :

15 - distance inter-électrodes : 10 à 80 mm  
- champ électrique continu : 5 à 30 V/cm  
- densité de courant : 0,2 à 2 A/dm<sup>2</sup>  
- température de dépôt : ambiante, proche de 20°C, pour obtenir une épaisseur de dépôt comprise entre 0,1 et 2 mm et  
20 en ce que le dépôt par électrophorèse est suivi d'un séchage à l'air.

2. Bain pour dépôt électrophorétique de poudre métallique en vue du rechargement par traitement thermique de brasage-  
25 diffusion de pièces en superalliage caractérisé en ce qu'il comporte la composition suivante :

- produit liant à base de gomme naturelle, appelée agar-agar, à raison de 7,5 à 17,5 grammes par litre en solution dans de  
30 l'eau déminéralisée

- poudre métallique en dispersion dans ladite solution aqueuse à raison de 1,75 à 2,25 Kg par litre, provenant d'un mélange de deux poudres métalliques, de composition connue en  
35 soi, adaptée audit rechargement.

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9112409  
FA 462384

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	FR-A-2 166 050 (FORD FRANCE SA) ----	
A	US-A-3 067 120 (PEARLSTEIN) * colonne 2, ligne 26 *  -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		C25D
Date d'achèvement de la recherche 12 JUIN 1992		Examineur NGUYEN THE NGHIEP N.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général 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

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)