

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 09.03.16.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.09.17 Bulletin 17/37.

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) : SNECMA Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : MOLET HERVE, DANIEL, ROBERT.

⑦3 Titulaire(s) : SNECMA Société anonyme.

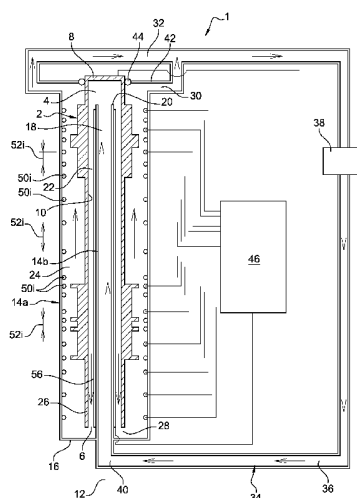
⑦4 Mandataire(s) : BREVALEX Société à responsabilité
limitée.

⑤4 DISPOSITIF ET PROCEDE AMELIORES DE DEPOT METALLIQUE PAR GALVANOPLASTIE, DE
PREFERENCE POUR LE TRAITEMENT DE PIECES DE TURBOMACHINES D'AERONEF.

⑤7 L'invention concerne un dispositif (1) de dépôt métal-
lique par galvanoplastie à la surface (26) d'une pièce métal-
lique à traiter, le dispositif comportant une paroi annulaire
(14a) destinée à être en regard de la surface à traiter (26) et
à définir avec celle-ci un canal (24) pour la circulation d'une
solution de dépôt catalytique.

Le dispositif est équipé d'électrodes (50i) en forme d'an-
neaux solidaires de la paroi (14a) et en regard de la surface
à traiter (26), et il comprend des moyens d'alimentation
électrique (46) configurés pour alimenter indépendamment
au moins deux des électrodes (50i). Les électrodes (50i) se
succèdent le long de la paroi (14a) en étant espacées les
unes des autres selon des distances de séparation (52i)
dont au moins deux sont différentes.

Cela permet d'obtenir localement, sur la surface (26),
des densités de courant différentes adaptées à la vitesse lo-
cale d'écoulement du fluide sur cette surface.



**DISPOSITIF ET PROCEDE AMELIORES DE DEPOT METALLIQUE PAR GALVANOPLASTIE, DE
PREFERENCE POUR LE TRAITEMENT DE PIECES DE TURBOMACHINES D'AERONEF**

5

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention se rapporte à la technique de dépôt métallique par galvanoplastie, mettant en œuvre le principe d'électrolyse pour appliquer un dépôt à la surface d'une pièce, par application d'un courant électrique continu.

10

L'invention trouve des applications particulières dans le domaine aéronautique, de préférence pour le traitement de pièces de turbomachines d'aéronef, comme par exemple l'arbre de turbine basse pression.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

15

De l'art antérieur, il est connu de traiter la surface de pièces métalliques par galvanoplastie, cette technique d'électrolyse étant également connue sous l'appellation "électroplaquage". Une telle technique est par exemple connue du document WO 2007/142747.

20

Cette technique est par exemple appliquée pour la protection d'un arbre de turbine basse pression de turbomachine d'aéronef, en effectuant un traitement visant à déposer des éléments métalliques tels que le Chrome, le Nickel, le Zinc, etc.

25

L'efficacité d'un tel traitement réside dans l'épaisseur du dépôt obtenu sur la surface de la pièce métallique à traiter. Traditionnellement, cette épaisseur est maîtrisée en contrôlant les paramètres principaux que sont la densité de courant, la température de la solution de dépôt catalytique, et la concentration des éléments métalliques au sein de cette solution.

Néanmoins, il a été constaté que pour le traitement de certaines pièces, comme les pièces de géométries complexes et non uniformes, le dépôt métallique obtenu pouvait présenter des problèmes d'homogénéité d'épaisseur le long de la surface à

traiter, et/ou des problèmes d'homogénéité dans les proportions des éléments métalliques déposés dans le cas d'un dépôt multiéléments.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Pour résoudre au moins partiellement cet inconvénient, l'invention a
5 tout d'abord pour objet un dispositif de dépôt métallique par galvanoplastie à la surface d'une pièce métallique à traiter, le dispositif comportant une paroi annulaire destinée à être en regard de la surface à traiter et à définir avec celle-ci un canal pour la circulation d'une solution de dépôt catalytique,

le dispositif étant équipé d'une pluralité d'électrodes en forme
10 d'anneaux solidaires de la paroi et en regard de la surface à traiter,

le dispositif comprenant des moyens d'alimentation électrique configurés pour alimenter indépendamment au moins deux desdites électrodes,

et lesdites électrodes se succèdent le long de la paroi annulaire en étant espacées les unes des autres selon des distances de séparation dont au moins deux
15 d'entre elles sont différentes.

L'invention a également pour objet un procédé de dépôt métallique par galvanoplastie à la surface d'une pièce métallique à traiter, le procédé étant mis en œuvre à l'aide d'un dispositif tel que décrit ci-dessus,

le procédé visant à faire circuler la solution de dépôt catalytique à
20 travers le canal défini entre la paroi annulaire équipée des électrodes en forme d'anneaux, et la surface à traiter présentant une forme évolutive le long de laquelle la solution circule avec des vitesses d'écoulement différentes en au moins deux points de celle-ci,

ledit procédé comprenant l'alimentation électrique des électrodes,
25 réalisée de sorte que les densités de courant qui en résultent, au niveau desdits au moins deux points de la surface à traiter, soient différentes.

L'invention est ainsi particulièrement avantageuse en ce qu'elle prévoit d'appliquer des densités de courant différentes sur la surface à traiter, afin d'améliorer l'homogénéité de l'épaisseur du dépôt métallique réalisé sur cette surface (intérieure

et/ou extérieure). Le gradient de densité de courant est judicieusement obtenu par une alimentation électrique indépendante des différentes électrodes, et par la maîtrise de leur espacement. Ce gradient permet de s'adapter au caractère non-homogène de la vitesse d'écoulement de la solution sur la surface à traiter, vitesse qui a été identifiée
5 comme un facteur prépondérant à l'origine des défauts de qualité observés avec les réalisations conventionnelles de l'art antérieur.

En d'autres termes, l'invention prévoit avantageusement d'améliorer l'homogénéité des dépôts par galvanoplastie en faisant varier localement la densité de courant, en fonction de la vitesse d'écoulement de la solution sur la surface de la pièce à
10 traiter.

L'invention prévoit également au moins l'une des caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou en combinaison.

Le dispositif est conçu pour le dépôt métallique par galvanoplastie à la surface d'une pièce métallique creuse à traiter, la paroi annulaire formant la paroi
15 extérieure du dispositif également équipé d'une paroi annulaire intérieure, les parois annulaires intérieure et extérieure étant concentriques en étant centrées sur un axe longitudinal du dispositif,

ladite paroi annulaire intérieure définit un conduit d'amenée de solution destiné à injecter la solution dans le fond d'une partie creuse de la pièce, via un orifice
20 d'alimentation en solution situé à une extrémité de la paroi annulaire intérieure,

ladite paroi annulaire intérieure est également équipée d'une ou plusieurs électrodes additionnelles alimentées par les moyens d'alimentation électrique,

et le dispositif comporte un collecteur de solution en forme de couronne centrée sur l'axe longitudinal, et agencée à une extrémité de ladite paroi
25 annulaire extérieure.

La conception particulière de ce dispositif permet de maîtriser au mieux le flux de la solution qui traverse ce dispositif, garantissant ainsi des vitesses d'écoulement précises et reproductibles à la surface de la pièce.

Au niveau du collecteur de solution, le dispositif comporte une paroi de
30 fermeture traversée de façon étanche par une partie de la pièce.

Le dispositif comporte, à la périphérie du collecteur en forme de couronne, un moyen permettant de collecter et d'acheminer la solution vers un circuit de recirculation de la solution, dont une sortie communique avec ledit conduit d'amenée de solution défini par ladite paroi annulaire intérieure.

5 Les parois annulaires intérieure et extérieure sont réalisées dans un matériau électriquement non conducteur.

Le procédé comprend par ailleurs les étapes préalables suivantes :

(a) pour un débit de solution donné à travers le dispositif, détermination des vitesses d'écoulement de la solution au niveau desdits deux points de la surface à
10 traiter de la pièce métallique ;

(b) détermination des densités de courant nécessaires au niveau des deux points de la surface à traiter, de façon à obtenir un dépôt catalytique d'épaisseur sensiblement homogène sur chacun de ces deux points ;

(c) détermination des distances de séparation entre les électrodes et
15 détermination de leur alimentation électrique, de manière à obtenir lesdites densités de courant nécessaires au niveau des deux points de la surface à traiter.

Si l'invention peut en effet être mise en œuvre en différenciant seulement deux points de la surface à traiter, ou encore en différenciant un nombre de points supérieur tel que cinq ou dix points, elle est préférentiellement mise en œuvre de
20 façon à s'adapter localement en chaque point de la surface.

Dans ce cas de figure, le procédé comprend alors les étapes préalables suivantes :

(a) pour un débit de solution donné à travers le dispositif, détermination des vitesses d'écoulement de la solution au niveau de chaque point de la surface à traiter
25 de la pièce métallique, parmi lesquels lesdits au moins deux points au niveau desquels la solution circule avec des vitesses d'écoulement différentes ;

(b) détermination des densités de courant nécessaires au niveau de chaque point de la surface à traiter, de façon à obtenir un dépôt catalytique d'épaisseur sensiblement homogène sur chacun de ces points ;

(c) détermination des distances de séparation entre les électrodes et détermination de leur alimentation électrique, de manière à obtenir lesdites densités de courant nécessaires au niveau de chacun des points de la surface à traiter.

De préférence et dans le cas d'un dépôt multiéléments via la solution de dépôt catalytique, pour l'étape préalable (b), la détermination des densités de courant nécessaires au niveau de chaque point de la surface à traiter est réalisée de façon à obtenir un dépôt catalytique d'épaisseur sensiblement homogène sur chacun des points, et de façon à ce que la proportion de chaque élément déposé soit sensiblement homogène en chacun de ces points.

Enfin, le procédé est préférentiellement mis en œuvre sur une pièce à traiter dont la forme présente une symétrie de révolution, et de préférence creuse.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Cette description sera faite au regard du dessin de la figure 1 représentant un dispositif de dépôt par galvanoplastie, selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

En référence tout d'abord à la figure 1, il est représenté un dispositif 1 de dépôt métallique par galvanoplastie, selon un mode de réalisation préféré de l'invention. Le dispositif 1 est ici dédié au traitement d'une pièce creuse 2, dont la forme présente une symétrie de révolution. Dans le mode de réalisation préféré représenté, il s'agit d'un arbre de turbine basse pression de turbomachine d'aéronef.

La pièce 2 comprend une partie creuse 4 présentant une ouverture 6, un fond 8 et une surface intérieure latérale 10. Cette surface 10, comme l'ensemble de la pièce 2, est centrée sur un axe longitudinal 12 du dispositif lorsque cette pièce est montée sur ce dernier, comme cela est montré sur la figure 1.

Le dispositif 1 comprend une paroi annulaire extérieure 14a ainsi qu'une paroi annulaire intérieure 14b, les deux parois étant concentriques, centrées sur l'axe 12. La paroi extérieure 14a est équipée à l'une de ses extrémités d'une paroi de fermeture 16 traversée par la paroi intérieure 14b. Cette dernière définit intérieurement un conduit 18 d'amenée de solution, destiné à injecter la solution dans la partie creuse 4 de la pièce 2, à proximité du fond 8. Pour ce faire, la paroi intérieure 14b est insérée dans la partie creuse 4, tandis que la paroi extérieure 14a entoure cette même pièce en position montée. De plus, la paroi 14b présente, à son extrémité opposée à celle traversant la paroi 16, un orifice d'alimentation en solution 20 situé en regard du fond 8 et par lequel la solution peut être introduite dans la partie creuse 4 de la pièce 2.

Un canal annulaire 22 est ainsi défini entre la paroi intérieure 14b et la surface intérieure latérale 10 de la pièce 2. Ce canal 22 communique avec un autre canal annulaire 24 défini entre une surface extérieure 26 de la pièce, et la paroi annulaire extérieure 14a. Cette communication fluidique s'effectue au niveau d'un jeu axial 28 entre la paroi de fermeture 16 et l'extrémité de la pièce 2.

A l'opposé, le dispositif 1 est équipé d'un collecteur de solution 30 en forme de couronne centrée sur l'axe longitudinal 12. Cette couronne 30 est ainsi raccordée à une extrémité de la paroi annulaire extérieure 14a, opposée à l'extrémité portant la paroi de fermeture 16. La couronne 30, qui se raccorde sur la périphérie de la paroi extérieure 14a, est elle-même en communication fluidique avec un capot 32 permettant de collecter la solution sortant de la couronne, radialement vers l'extérieur. Ce capot 32 présente une section de forme générale en U, dont l'extrémité annulaire se raccorde à la périphérie de la couronne 30. Il peut être monté de manière amovible sur la couronne 30, par exemple à l'aide d'une liaison vissée.

Outre le fait de collecter la solution, le capot 32 permet d'acheminer celle-ci vers un circuit de recirculation 34, essentiellement réalisé à l'aide d'un ou plusieurs conduits 36 et d'équipements conventionnels 38 comme une pompe, etc. De tels équipements sont par exemple divulgués dans le document WO 2007/142747.

Le circuit de recirculation 34 présente une sortie 40 qui communique avec une entrée du conduit 18 défini par la paroi annulaire intérieure 14b, pour l'alimentation en solution de ce conduit 18.

Le dispositif 1 comporte une autre paroi de fermeture 42, opposée à la paroi de fermeture 16. Cette paroi 42, également orthogonale à l'axe 12, est traversée de façon étanche par l'extrémité de la pièce 2 à traiter. Un système d'étanchéité 44 est prévu à cet effet, combiné à un moyen (non représenté) permettant de placer la pièce 2 dans une position axiale précise, relativement au dispositif 1. La paroi de fermeture 42 se situe dans la continuité de la couronne 30, comme cela est visible sur la figure 1.

Les deux parois annulaires 14a, 14b sont réalisées dans un matériau électriquement non conducteur. Cependant, elles sont équipées d'électrodes alimentées par des moyens d'alimentation électrique 46 faisant partie intégrante du dispositif 1.

La surface intérieure de la paroi annulaire extérieure 14a est équipée d'une pluralité d'électrodes en forme d'anneaux 50i, chacune centrée sur l'axe 12 et agencée en regard de la surface extérieure 26 de la pièce. Les électrodes 50i sont préférentiellement toutes identiques, mais elles pourraient alternativement adopter des sections plus ou moins importantes, sans sortir du cadre de l'invention. Ces électrodes 50i sont solidaires de la surface intérieure de la paroi annulaire extérieure 14a, en étant rapportées sur celle-ci par exemple par collage.

L'une des particularités de la présente invention réside dans le fait que ces électrodes 50i se succèdent le long de la paroi extérieure 14a selon l'axe 12, en étant espacées les unes des autres selon des distances de séparation 52i différentes. Plus précisément, ce sont au moins deux de ces distances 52i qui sont différentes même si en pratique, lorsque la surface extérieure 26 à traiter est de forme complexe, c'est un grand nombre de ces distances 52i qui présente des valeurs différentes. En effet, comme cela sera détaillé ci-après, ces distances de séparation 52i dépendent de la géométrie de la surface à traiter 26, et plus précisément de la vitesse d'écoulement locale de la solution sur cette surface 26.

Un autre paramètre visant à s'adapter à la vitesse d'écoulement locale de la solution réside dans l'alimentation électrique indépendante des électrodes 50i, via

les moyens dédiés 46. Ici aussi, ce sont au moins deux des électrodes 50i qui sont alimentées indépendamment l'une de l'autre avec des courants différents, même si en pratique, lorsque la surface extérieure 26 à traiter est de forme complexe, c'est un grand nombre de ces électrodes 50i qui sont alimentées avec des courants différents.

5 En effet, l'invention prévoit avantageusement d'améliorer l'homogénéité du dépôt métallique sur la surface complexe 26 en faisant varier localement la densité de courant, en fonction de la vitesse d'écoulement de la solution sur la surface 26 de la pièce 1. La densité de courant s'appliquant localement en tout point de la surface 26 peut ainsi être fixée précisément en contrôlant les distances de
10 séparation 52i entre les électrodes, ainsi que les alimentations électriques de celles-ci.

 La surface extérieure de la paroi intérieure 14b est également équipée d'une ou plusieurs électrodes additionnelles 56, alimentées par les moyens 46. Il peut ici s'agir d'une électrode unique de forme cylindrique, s'étendant sur sensiblement toute la longueur de la paroi intérieure 14b. Pour le traitement de la surface intérieure latérale
15 de la pièce 2, en raison de sa géométrie non-évolutive, il n'est pas nécessaire d'adopter localement la densité de courant. Cette densité peut en effet être identique tout le long de la surface 10 le long de laquelle la vitesse d'écoulement de la solution est sensiblement constante, ce qui permet l'emploi d'une électrode unique 10 alimentée par les moyens dédiés 46. Il est par ailleurs noté que la pièce métallique 2 à traiter est bien
20 entendu reliée électriquement à ces moyens 46, de manière à obtenir une différence de potentiels entre les surfaces à traiter 26, 10, et leurs électrodes respectivement associées 52i, 56.

 Cependant, la surface extérieure de la paroi annulaire 14b peut-être alternativement être équipée d'une pluralité d'électrodes en forme d'anneaux 50i,
25 comme pour la surface intérieure de la paroi annulaire extérieure 14a, sans sortir du cadre de l'invention.

 Il va à présent être décrit un procédé de dépôt métallique sur les surfaces 26, 10 de la pièce 2, à l'aide du dispositif 1 décrit ci-dessus. Tout d'abord, il est indiqué que d'une façon générale, le procédé vise à faire circuler une solution de dépôt
30 catalytique à travers les canaux 22, 24, et en particulier à travers le canal 24 défini entre

la paroi extérieure 14a équipée des électrodes 50i, et la surface 26 à traiter présentant une forme évolutive, le long de laquelle la solution circule avec des vitesses d'écoulement différentes en une pluralité de points. De plus, le procédé comprend l'alimentation électrique des électrodes 50i, réalisée de sorte que les densités de courant qui en
5 résultent, au niveau de la pluralité de points de la surface 26 à traiter, soient différentes.

Le procédé a pour but de réaliser un dépôt métallique sur les surfaces 26, 10, par exemple du Chrome. Il peut aussi s'agir d'un dépôt multiéléments, visant à déposer conjointement plusieurs éléments métalliques dans des proportions précises, par exemple du Zinc et du Nickel. A titre indicatif, il est envisagé un dépôt sur une épaisseur
10 d'environ 150 μm , avec une tolérance de $\pm 20 \mu\text{m}$.

Le procédé comprend tout d'abord les étapes préalables suivantes, réalisées avant la mise en circulation de la solution à travers le dispositif 1.

Par simulation, pour un débit de solution donné à travers le dispositif 1 dans la configuration montée de la pièce 2 telle que montrée sur la figure 1, il est procédé
15 à la détermination des vitesses d'écoulement de la solution au niveau de chaque point de la surface 26 de cette pièce métallique.

Ensuite, toujours par simulation, il est procédé à la détermination des densités de courant nécessaires au niveau de chaque point de la surface 26 à traiter, de façon à obtenir un dépôt catalytique d'épaisseur sensiblement homogène sur chacun de
20 ces points. Dans le cas d'un dépôt multiéléments, cette détermination est également effectuée de sorte que la proportion de chaque élément métallique à déposer soit sensiblement homogène en tout point de la surface 26. A titre d'exemple indicatif, les densités de courant nécessaires peuvent par exemple varier entre 100 et 700 A/m^2 le long de la surface 26.

25 Enfin, toujours par simulation, il est procédé à la détermination des distances de séparation 52i entre les électrodes 50i, ainsi qu'à la détermination de leurs alimentations électriques de manière à obtenir les densités de courant nécessaires au niveau de chacun des points de la surface 26.

Pour le traitement de la pièce 1 montée dans le dispositif 1, les
30 alimentations électriques des électrodes 50i sont d'abord fixées aux valeurs déterminées

lors de l'étape préalable correspondante. Les distances de séparation 52i entre les électrodes 50i sont fixées par construction, de sorte que le même dispositif 1 peut être employé pour le traitement successif de plusieurs pièces identiques 2.

5 Ensuite, la solution de dépôt catalytique est mise en circulation au sein du dispositif 1, en étant délivrée par la sortie 40 dans le conduit 18, duquel elle s'échappe par l'orifice d'alimentation 20 à proximité du fond 8. Cette solution, dont le trajet est schématisé par les flèches sur la figure 1, emprunte ensuite le canal annulaire 22 au sein duquel elle est soumise à une densité de courant donnée, provoquant le plaquage de l'élément métallique contre la surface latérale intérieure 10, par électrolyse.

10 En sortie du canal 22, la solution est détournée à 180° par la paroi de fermeture 16, pour ensuite emprunter le canal annulaire 24. Au sein de ce dernier, la solution est soumise à une densité de courant évolutive, provoquant le plaquage de l'élément métallique contre la surface latérale extérieure 26, toujours par électrolyse.

15 En sortie de ce canal 24, la solution est collectée par la couronne 30, puis par le capot 62 avant d'être réinjecté dans le circuit de recirculation 34.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à titre d'exemples non limitatifs.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (1) de dépôt métallique par galvanoplastie à la surface (26) d'une pièce métallique à traiter, le dispositif comportant une paroi annulaire (14a) destinée à être en regard de la surface à traiter (26) et à définir avec celle-ci un canal (24) pour la circulation d'une solution de dépôt catalytique,

caractérisé en ce qu'il est équipé d'une pluralité d'électrodes (50i) en forme d'anneaux solidaires de la paroi (14a) et en regard de la surface à traiter (26),

en ce qu'il comprend des moyens d'alimentation électrique (46) configurés pour alimenter indépendamment au moins deux desdites électrodes (50i),

et en ce que lesdites électrodes (50i) se succèdent le long de la paroi annulaire (14a) en étant espacées les unes des autres selon des distances de séparation (52i) dont au moins deux d'entre elles sont différentes.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est conçu pour le dépôt métallique par galvanoplastie à la surface (26) d'une pièce métallique creuse à traiter (2), la paroi annulaire formant la paroi extérieure (14a) du dispositif également équipé d'une paroi annulaire intérieure (14b), les parois annulaires intérieure et extérieure (14a, 14b) étant concentriques en étant centrées sur un axe longitudinal (12) du dispositif (1),

en ce que ladite paroi annulaire intérieure (14b) définit un conduit d'amenée de solution (18) destiné à injecter la solution dans le fond d'une partie creuse (4) de la pièce (2), via un orifice d'alimentation en solution (20) situé à une extrémité de la paroi annulaire intérieure (14b),

en ce que ladite paroi annulaire intérieure (14b) est également équipée d'une ou plusieurs électrodes additionnelles (56) alimentées par les moyens d'alimentation électrique (46),

et en ce qu'il comporte un collecteur de solution (30) en forme de couronne centrée sur l'axe longitudinal (12), et agencée à une extrémité de ladite paroi annulaire extérieure (14a).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'au niveau du collecteur de solution (30), le dispositif comporte une paroi de fermeture (42) traversée de façon étanche par une partie de la pièce (2).

5 4. Dispositif selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte, à la périphérie du collecteur en forme de couronne (30), un moyen (32) permettant de collecter et d'acheminer la solution vers un circuit de recirculation de la solution (34), dont une sortie (40) communique avec ledit conduit d'amenée de solution (30) défini par ladite paroi annulaire intérieure (14b).

10

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les parois annulaires intérieure et extérieure (14b, 14a) sont réalisées dans un matériau électriquement non conducteur.

15 6. Procédé de dépôt métallique par galvanoplastie à la surface (26) d'une pièce métallique à traiter (2), le procédé étant mis en œuvre à l'aide d'un dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

le procédé visant à faire circuler la solution de dépôt catalytique à travers le canal (24) défini entre la paroi annulaire (14a) équipée des électrodes (50i) en
20 forme d'anneaux, et la surface à traiter (26) présentant une forme évolutive le long de laquelle la solution circule avec des vitesses d'écoulement différentes en au moins deux points de celle-ci,

ledit procédé comprenant l'alimentation électrique des électrodes (50i), réalisée de sorte que les densités de courant qui en résultent, au niveau desdits au moins
25 deux points de la surface à traiter (26), soient différentes.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes préalables suivantes :

(a) pour un débit de solution donné à travers le dispositif (1),
détermination des vitesses d'écoulement de la solution au niveau desdits deux points de
la surface à traiter de la pièce métallique ;

(b) détermination des densités de courant nécessaires au niveau des
5 deux points de la surface à traiter (26), de façon à obtenir un dépôt catalytique
d'épaisseur sensiblement homogène sur chacun de ces deux points ;

(c) détermination des distances de séparation (52i) entre les électrodes
(50i) et détermination de leurs alimentations électriques, de manière à obtenir lesdites
densités de courant nécessaires au niveau des deux points de la surface à traiter.

10

8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend les
étapes préalables suivantes :

(a) pour un débit de solution donné à travers le dispositif (1),
détermination des vitesses d'écoulement de la solution au niveau de chaque point de la
15 surface à traiter (26) de la pièce métallique, parmi lesquels lesdits au moins deux points
au niveau desquels la solution circule avec des vitesses d'écoulement différentes ;

(b) détermination des densités de courant nécessaires au niveau de
chaque point de la surface à traiter (26), de façon à obtenir un dépôt catalytique
d'épaisseur sensiblement homogène sur chacun de ces points ;

(c) détermination des distances de séparation (52i) entre les électrodes
(50i) et détermination de leurs alimentations électriques, de manière à obtenir lesdites
densités de courant nécessaires au niveau de chacun des points de la surface à traiter.

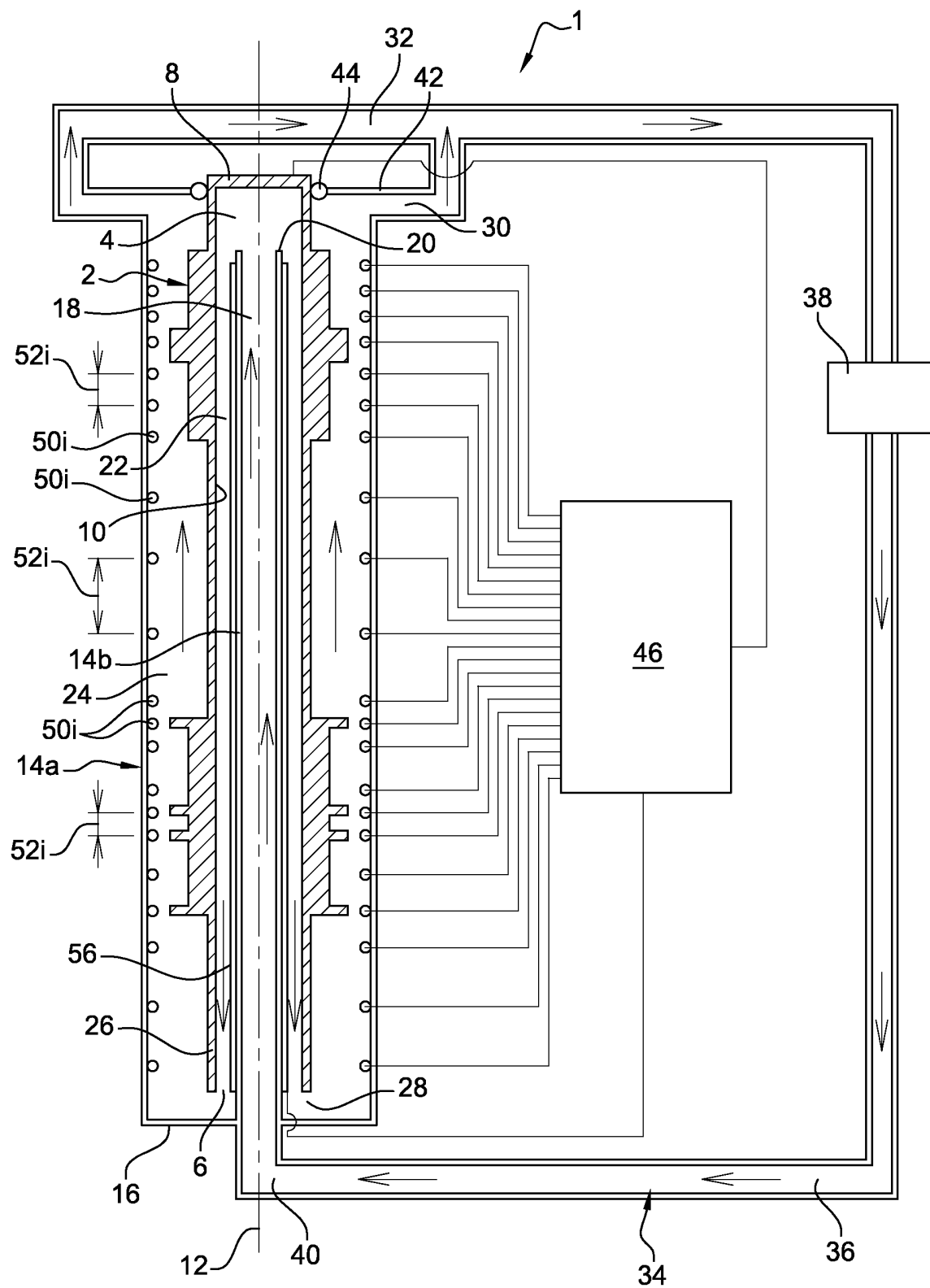
20

9. Procédé selon la revendication 7 ou la revendication 8, caractérisé en
25 ce que dans le cas d'un dépôt multiéléments via la solution de dépôt catalytique, pour
l'étape préalable (b), la détermination des densités de courant nécessaires au niveau de
chaque point de la surface à traiter (26) est réalisée de façon à obtenir un dépôt
catalytique d'épaisseur sensiblement homogène sur chacun des points, et de façon à ce
que la proportion de chaque élément déposé soit sensiblement homogène en chacun de
30 ces points.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre sur une pièce à traiter (2) dont la forme présente une symétrie de révolution, et de préférence creuse.

S 59418

1/1

**Fig. 1**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 821701
FR 1651964

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		
Y	DE 102 49 572 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 mai 2004 (2004-05-13) * alinéa [0018] - alinéa [0027] * * figure 1 * -----	1-10	C25D17/00 C25D5/02 C25D1/02 C25D7/04
Y	US 2008/296150 A1 (HAGLUND JAN [SE]) 4 décembre 2008 (2008-12-04) * alinéa [0026] - alinéa [0056] * * figures 2,3 *	1-10	
Y	WO 2007/142747 A2 (SIFCO SELECTIVE PLATING [US]) 13 décembre 2007 (2007-12-13) * alinéa [0022] - alinéa [0024] * * figures 1,2 *	2-5	
A	GB 566 706 A (LUCIAN LANDAU) 10 janvier 1945 (1945-01-10) * le document en entier * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			C25D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 octobre 2016		Le Hervet, Morgan	
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 1651964 FA 821701**

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 **31-10-2016**

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
DE 10249572 A1	13-05-2004	AUCUN	
US 2008296150 A1	04-12-2008	CN 101341277 A EP 1963549 A1 US 2008296150 A1 WO 2007073339 A1	07-01-2009 03-09-2008 04-12-2008 28-06-2007
WO 2007142747 A2	13-12-2007	US 2007284256 A1 WO 2007142747 A2	13-12-2007 13-12-2007
GB 566706 A	10-01-1945	AUCUN	