



(11) **EP 3 137 656 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
06.06.2018 Bulletin 2018/23

(51) Int Cl.:
C25D 11/02 (2006.01) **C25D 17/02** (2006.01)
C25D 17/12 (2006.01) **C25D 21/06** (2006.01)
C25D 21/18 (2006.01) **C25D 11/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15725761.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2015/051062

(22) Date de dépôt: **20.04.2015**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/166165 (05.11.2015 Gazette 2015/44)

(54) **DISPOSITIF DESTINE A LA MISE EN OEUVRE D'UN TRAITEMENT D'ANODISATION ET
TRAITEMENT D'ANODISATION**

VORRICHTUNG ZUR IMPLEMENTIERUNG EINER ANODISIERUNGSBEHANDLUNG UND
ANODISIERUNGSBEHANDLUNG

DEVICE INTENDED FOR IMPLEMENTING AN ANODIZATION TREATMENT AND ANODIZATION
TREATMENT

(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**

• **VIOLA, Alain**
67870 Griesheim-près-Molsheim (FR)

(30) Priorité: **30.04.2014 FR 1453990**

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

(43) Date de publication de la demande:
08.03.2017 Bulletin 2017/10

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 410 919 JP-A- S59 166 696
US-A1- 2005 077 183

(73) Titulaires:
• **Safran Helicopter Engines**
64510 Bordes (FR)
• **Safran Landing Systems**
78140 Vélizy-Villacoublay (FR)

• **DATABASE WPI Week 200541 Thomson**
Scientific, London, GB; AN 2005-405386
XP002734087, -& WO 2005/052221 A1 (DONG H L)
9 juin 2005 (2005-06-09)

(72) Inventeurs:
• **GURT SANTANACH, Julien**
F-40230 Saint Vincent De Tyrosse (FR)

EP 3 137 656 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] L'invention concerne des dispositifs pour la réalisation d'un traitement d'anodisation, de préférence d'un traitement d'anodisation micro-arcs, ainsi que des procédés associés.

[0002] Il est connu de traiter par anodisation micro-arcs des alliages à base de magnésium, aluminium ou titane. Cette technique peut permettre d'élaborer des couches ayant une très faible porosité et une dureté largement supérieure à celle d'un oxyde amorphe obtenu par anodisation conventionnelle comme l'oxydation anodique sulfurique (OAS), l'oxydation anodique chromique (OAC) ou l'oxydation anodique phosphorique (OAP). En effet, dans un traitement par anodisation micro-arcs la couche d'oxyde à la surface de la pièce est formée suite à la génération de micro-décharges électriques entraînant la formation de micro-arcs ayant la capacité d'élever très localement la température de la surface de la pièce de manière à cristalliser l'oxyde amorphe qui se forme durant l'étape d'anodisation. Dans un traitement d'anodisation micro-arcs, les pièces peuvent être immergées dans un électrolyte aqueux et sont exposées, par l'intermédiaire d'un générateur électronique spécifique et si besoin d'une contre-électrode de géométrie adaptée aux pièces, à une énergie électrique alternative puisée. Des décharges électroluminescentes microscopiques, dues à des claquages diélectriques de la couche d'hydroxydes et assimilables à des micro-plasmas, sont alors visibles à la surface des pièces.

[0003] Les principaux paramètres de traitement (fréquence du signal électrique, densité de courant, durée d'immersion des pièces dans le bain, température...) sont modulables et pilotables en fonction du matériau de la pièce traitée, de sa géométrie et des propriétés désirées de la couche d'anodisation.

[0004] Toutefois, la réalisation d'un revêtement par la technique actuelle d'anodisation micro-arcs en grande cuve (ordre de grandeur du volume de la cuve : 0,5 m³) peut présenter plusieurs limites.

[0005] Tout d'abord, cette technique peut nécessiter la mise en oeuvre d'un générateur utilisant un courant bipolaire de forte intensité de courant du fait de la surface importante de la ou des pièces à traiter, ce qui peut donc conduire à une consommation électrique importante. En outre, il peut être difficile d'obtenir un revêtement par anodisation micro-arcs sur une pièce de grande surface du fait des courants élevés nécessaires à l'anodisation.

[0006] Par ailleurs, le traitement d'anodisation micro-arcs étant très énergétique, la température de l'électrolyte dans les traitements en bain connus peut être difficile à contrôler. Le contrôle de la température du bain peut pourtant être nécessaire afin d'assurer une bonne élaboration du revêtement. Le souhait de réguler la température du bain peut conduire à la mise en oeuvre d'une installation relativement complexe, augmentant ainsi si-

gnificativement le coût des traitements mis en oeuvre.

[0007] Un autre désavantage des procédés d'anodisation micro-arcs connus est qu'il peut être difficile de mesurer de manière fiable certains paramètres de l'électrolyte dans le bain durant la mise en oeuvre du traitement d'anodisation. Une mesure fiable de tels paramètres serait pourtant souhaitable afin par exemple de pouvoir modifier, en fonction des informations déterminées par ces mesures, le traitement d'anodisation effectué.

[0008] Enfin, dans le but de réaliser l'anodisation micro-arcs d'une pièce sur une zone bien précise, il est possible d'utiliser des épargnes qui peuvent être de type organique, par exemple un vernis, ou de type inorganique, résultant par exemple d'une anodisation conventionnelle, afin d'empêcher la formation de la couche d'anodisation micro-arcs sur l'intégralité de la surface de la pièce. Les épargnes permettent, en effet, d'isoler électriquement la surface de la pièce sous-jacente de l'électrolyte et ainsi d'empêcher l'anodisation de cette surface. Toutefois, la mise en place des épargnes peut être relativement coûteuse et rendre la gamme de fabrication significativement plus complexe. Par ailleurs, l'étape de masquage peut être délicate et peut aussi rendre le traitement significativement plus coûteux. Le document US2005/077183 divulgue un appareil d'anodisation de grands substrats; l'appareil comprend le substrat comme anode formant le fond de la cuve de traitement, des entrées et sorties d'électrolyte et une cathode située en regard du substrat et immergée dans le bain. Il existe donc un besoin pour fournir des dispositifs permettant de réaliser de manière simple et peu coûteuse un traitement d'anodisation, en particulier un traitement d'anodisation micro-arcs.

[0009] Il existe encore un besoin pour fournir des dispositifs permettant de contrôler efficacement la température de l'électrolyte durant un traitement d'anodisation, en particulier durant un traitement d'anodisation micro-arcs.

[0010] Il existe encore un besoin pour fournir de nouveaux dispositifs adaptés à la réalisation de traitements complémentaires à l'anodisation et permettant en particulier de contrôler de manière fiable les paramètres de l'électrolyte utilisé dans le traitement d'anodisation.

Objet et résumé de l'invention

[0011] A cet effet, l'invention propose, selon un premier aspect, un dispositif destiné à la mise en oeuvre d'un traitement d'anodisation d'une pièce selon la revendication 1. L'invention repose sur le principe de réaliser une chambre de traitement « déportée » de la cuve de stockage de l'électrolyte, la pièce à traiter formant une paroi de cette chambre de traitement. A la différence des dispositifs d'anodisation connus de l'art antérieur, la pièce à traiter n'est pas immergée dans l'électrolyte mais seule la surface de la pièce à traiter est au contact de l'électrolyte durant le traitement d'anodisation. Bien entendu, la surface de la pièce à traiter est conductrice de l'élec-

tricité, la pièce comportant par exemple un métal, par exemple de l'aluminium, du magnésium et/ou du titane.

[0012] L'invention permet avantageusement de « concentrer » le traitement d'anodisation dans un volume limité au niveau de la chambre de traitement et rend possible la mise en oeuvre d'une chambre de traitement ayant un volume significativement inférieur à celui d'une cuve utilisée dans les procédés d'anodisation connus dans laquelle la pièce à traiter est immergée. Ainsi, dans l'invention, une chambre de traitement ayant un volume adapté aux dimensions de la surface à traiter est mise en oeuvre ce qui présente plusieurs avantages.

[0013] L'invention permet, en effet, de réaliser des économies en termes de consommation énergétique par rapport aux procédés de l'art antérieur puisque, lors d'une utilisation du dispositif selon l'invention, la puissance fournie par le générateur est spécifiquement proportionnée aux dimensions de la surface à traiter. En outre, une pièce de grande dimension, par exemple en aluminium, souvent mise en oeuvre dans le domaine aéronautique pourra avantageusement être anodisée sans avoir à recourir à une cuve l'immergeant totalement comme dans les procédés connus de l'art antérieur permettant ainsi de réaliser une économie en termes de quantité d'électrolyte mis en oeuvre durant le traitement d'anodisation.

[0014] Ainsi, il est possible de mettre en oeuvre un courant ainsi qu'une quantité d'électrolyte adaptés aux dimensions de la surface à traiter, et ce grâce à l'utilisation d'une chambre de traitement de volume et de forme adaptés à la surface à traiter. En outre, l'emploi d'une telle chambre de traitement rend avantageusement superflues les étapes coûteuses de mise en place d'éparques ou de masquage.

[0015] L'invention fournit donc des dispositifs permettant de réaliser de manière simple et économique des traitements d'anodisation, de préférence des traitements d'oxydation micro-arcs.

[0016] Le dispositif selon l'invention est de préférence destiné à la mise en oeuvre d'un traitement d'oxydation micro-arcs.

[0017] Les dispositifs selon l'invention permettent, en outre, de mieux contrôler les effets de production calorifique au niveau de la zone traitée en permettant un renouvellement efficace de l'électrolyte dans la chambre de traitement et le maintien de ce dernier aux conditions optimales de mélanges. Ce renouvellement est rendu possible grâce au système pour le stockage et la circulation de l'électrolyte permettant l'écoulement de l'électrolyte depuis la cuve de stockage vers la chambre de traitement et le retour de l'électrolyte depuis la chambre de traitement vers la cuve de stockage. Un tel système contribue à mieux contrôler le traitement d'anodisation et conduit à des revêtements répondant plus facilement aux spécifications exigées.

[0018] Avantageusement, le système pour le stockage et la circulation de l'électrolyte peut, en outre, comporter une pompe destinée à permettre la circulation de l'élec-

trolyte dans ledit système.

[0019] Dans un exemple de réalisation, le dispositif peut être tel que le circuit de circulation de l'électrolyte comporte :

- un premier canal destiné à permettre l'écoulement de l'électrolyte provenant de la cuve de stockage vers la chambre de traitement, et
- un deuxième canal destiné à permettre l'écoulement de l'électrolyte depuis la chambre de traitement vers la cuve de stockage. La chambre de traitement a un volume inférieur au volume de la cuve de stockage. Le volume de la cuve de stockage, respectivement de la chambre de traitement, correspond au volume interne (i.e. sans compter le volume des parois) de ladite cuve de stockage, respectivement de ladite chambre de traitement. En particulier, le rapport (volume de la chambre de traitement)/(volume de la cuve de stockage) est inférieur ou égal à 1, de préférence à 0,2.

[0020] Dans un exemple de réalisation, le dispositif peut comporter au moins un joint d'étanchéité constituant une deuxième paroi de la chambre de traitement, la deuxième paroi étant différente de la première paroi. En particulier, le dispositif comporte avantageusement deux joints d'étanchéité situés en regard l'un de l'autre constituant deux parois distinctes de la chambre de traitement.

[0021] Dans un exemple de réalisation, la chambre de traitement peut définir un unique compartiment.

[0022] La présente invention vise également un procédé d'anodisation d'une pièce comportant l'étape suivante :

- formation d'un revêtement sur une surface de la pièce par traitement d'anodisation mettant en oeuvre un dispositif tel que défini plus haut, un électrolyte étant présent dans la chambre de traitement durant le traitement d'anodisation et l'électrolyte s'écoulant dans le circuit de circulation de l'électrolyte durant le traitement d'anodisation.

[0023] Les traitements d'anodisation selon l'invention présentent les avantages décrits plus haut.

[0024] Le traitement d'anodisation peut, de préférence, être un traitement d'oxydation micro-arcs.

[0025] Dans un exemple de réalisation, l'électrolyte peut s'écouler dans le circuit de circulation de l'électrolyte avec un débit compris entre 0,1 fois et 10 fois le volume de la chambre de traitement par minute.

[0026] Avantageusement, l'électrolyte présent dans la chambre de traitement peut être renouvelé en continu durant le traitement d'anodisation.

[0027] Dans un exemple de réalisation, durant le traitement d'anodisation :

- l'électrolyte provenant de la cuve de stockage peut

s'écouler vers la chambre de traitement au travers du premier canal, et

- l'électrolyte peut s'écouler depuis la chambre de traitement vers la cuve de stockage au travers du deuxième canal.

[0028] Dans un exemple de réalisation, le procédé peut, en outre, comporter une étape de filtration de l'électrolyte s'écoulant dans le deuxième canal avant son retour dans la cuve de stockage.

[0029] Dans un exemple de réalisation, le procédé peut, en outre, comporter les étapes suivantes :

- détermination d'au moins une information relative à l'électrolyte s'écoulant dans le premier canal et/ou dans le deuxième canal, et
- modification d'au moins une caractéristique du traitement d'anodisation, cette modification étant réalisée en fonction de l'information relative à l'électrolyte déterminée.

Breve description des dessins

[0030] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente un exemple de dispositif selon l'invention, et
- les figures 2 et 3 représentent d'autres exemples de dispositifs selon l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

[0031] On a représenté à la figure 1 un exemple de dispositif 1 selon l'invention. Le dispositif 1 comporte la pièce à traiter 3 ainsi qu'un générateur 5. La pièce à traiter 3 est destinée à subir un traitement d'anodisation, de préférence d'oxydation micro-arcs. Le générateur 5 permet de réaliser cette anodisation. Comme représenté, une première borne du générateur 5 est reliée électriquement à la pièce 3 et une deuxième borne du générateur 5 est reliée électriquement à une contre-électrode 7 située en regard de la pièce 3. Le générateur 5 est avantageusement configuré pour appliquer un courant alternatif.

[0032] La contre-électrode 7 est préférentiellement composée d'acier inoxydable. Plus généralement, on peut utiliser pour la contre-électrode 7 tout matériau conducteur de l'électricité compatible avec la mise en oeuvre d'un traitement d'anodisation.

[0033] Le dispositif 1 comporte une chambre de traitement 10 dans laquelle le traitement d'anodisation est destiné à être réalisé, la pièce à traiter 3 constituant une première paroi de la chambre de traitement 10 et la contre-électrode 7 constituant une paroi de la chambre de

traitement 10 située en regard de la première paroi. Un électrolyte 11 est présent dans la chambre de traitement 10 entre la pièce 3 et la contre-électrode 7. L'électrolyte 11 a une composition chimique permettant la réalisation du traitement d'anodisation de la pièce 3. Comme illustré, la contre-électrode 7 n'est pas immergée dans l'électrolyte 11. La contre-électrode 7 délimite la chambre de traitement 10.

[0034] Ainsi, comme illustré, la pièce à traiter 3 n'est pas immergée dans l'électrolyte 11 présent dans la chambre de traitement 10. La pièce 3 constituant une paroi de la chambre de traitement 10, seule la surface S de la pièce 3 à traiter est en contact avec l'électrolyte 11. Dans l'exemple illustré, la pièce 3 est traitée sur l'intégralité de sa longueur i.e. l'intégralité de sa plus grande dimension. Bien entendu, on ne sort pas du cadre de la présente invention lorsque la pièce est traitée sur une partie seulement de sa longueur. On peut donc aussi bien réaliser dans le cadre de l'invention un traitement d'anodisation sur une partie seulement d'une surface d'une pièce ou sur l'intégralité d'une surface d'une pièce.

[0035] La chambre de traitement 10 comporte, en outre, deux joints d'étanchéité 13a et 13b situés en regard l'un de l'autre formant deux parois distinctes de la chambre de traitement. Comme illustré, les joints d'étanchéité 13a et 13b sont présents aux extrémités supérieures et inférieures de la chambre de traitement 10. Les joints 13a et 13b peuvent être formés d'un matériau souple.

[0036] Ainsi, dans l'exemple de dispositif 1 illustré, l'électrolyte 11 utilisé pour l'anodisation est contenu entre la pièce 3 et la contre-électrode 7 par une étanchéité statique utilisant les joints souples 13a et 13b. La chambre de traitement 10 constitue ainsi un réservoir d'électrolyte 11 pour réaliser le revêtement sur la surface S de la pièce 3. Comme mentionné plus haut, la chambre de traitement 10 a un volume et des dimensions adaptés aux dimensions et à la géométrie de la surface S de la pièce 3 à traiter. Dans l'exemple illustré, la chambre de traitement 10 définit un unique compartiment.

[0037] Le dispositif 1 comporte, en outre, un système 20 pour le stockage et la circulation de l'électrolyte 11. Ce système 20 comporte une cuve de stockage 21 dans laquelle l'électrolyte 11 est stocké, la température de l'électrolyte 11 stocké dans la cuve de stockage étant maintenue à une valeur fixe par un système de refroidissement (non représenté). Le pH de l'électrolyte 11 présent dans la cuve de stockage 10 est aussi maintenu à une valeur fixe. Lors du traitement d'anodisation, l'électrolyte 11 provenant de la cuve de stockage 21 s'écoule au travers d'un premier canal 23 vers la chambre de traitement 10. Le système 20 comporte, en outre, un deuxième canal 25 permettant de faire s'écouler l'électrolyte 11 depuis la chambre de traitement 10 vers la cuve de stockage 21. Le deuxième canal 25 permet l'évacuation de l'électrolyte 11 présent dans la chambre de traitement 10 et de renvoyer ce dernier vers la cuve de stockage 21 où il pourra être refroidi. La circulation de l'électrolyte

11 dans le système 20 est assurée par une pompe 27. La pompe 27 peut, par exemple, être une pompe commercialisée sous la dénomination YB1-25, par la société TKEN.

[0038] On a représenté à la figure 1 des flèches reproduisant le sens de circulation de l'électrolyte 11. Le débit d'écoulement de l'électrolyte 11 imposé par la pompe 27 permet un renouvellement adéquat de l'électrolyte 11 dans la chambre de traitement 10 afin de réaliser par anodisation le revêtement souhaité. Il peut être avantageux que la pompe 27 impose à l'électrolyte 11 un débit égal à environ 1 fois le volume de la chambre de traitement 10 par minute. Plus généralement, la pompe 27 peut avantageusement imposer à l'électrolyte 11 un débit compris entre 0,1 fois et 10 fois le volume de la chambre de traitement 10 par minute.

[0039] Avantagusement, l'écoulement de l'électrolyte 11 depuis la cuve de stockage 21 vers la chambre de traitement 10 et depuis la chambre de traitement 10 vers la cuve de stockage 21 n'est pas interrompu durant le traitement d'anodisation. En d'autres termes, on peut de manière préférée renouveler en continu l'électrolyte 11 présent dans la chambre de traitement 10 durant le traitement d'anodisation.

[0040] Le premier canal 23 peut présenter sur tout ou partie de sa longueur un diamètre d_1 inférieur ou égal à 10 cm, par exemple compris entre 1 cm et 3 cm. Le deuxième canal 25 peut présenter sur tout ou partie de sa longueur un diamètre d_2 inférieur ou égal à 10 cm, par exemple compris entre 1 cm et 3 cm. La chambre de traitement 10 peut avoir un volume inférieur ou égal à 0,5 m³, par exemple compris entre 10 dm³ et 40 dm³. La cuve de stockage 21 peut avoir un volume supérieur ou égal à 0,5 m³, par exemple compris entre 0,5 m³ et 2 m³.

[0041] Les matériaux formant les joints 13a et 13b, premier canal 23 et deuxième canal 25 sont choisis de manière à éviter le passage du courant entre la contre-électrode 7 et la pièce 3.

[0042] Le dispositif 1 illustré à la figure 1 permet de réaliser un procédé de traitement par anodisation pièce par pièce. Comme illustré, le procédé mis en oeuvre grâce au dispositif 1 décrit à la figure 1 est avantageusement dépourvu d'une étape de masquage d'une partie de la surface S de la pièce 3 ou de mise en place d'au moins une épargne sur la surface S de la pièce 3 à traiter.

[0043] L'épaisseur finale du revêtement formé après traitement d'anodisation mesurée perpendiculairement à la surface de la pièce sous-jacente peut être comprise entre 2 μ m et 200 μ m.

[0044] On donne ci-après un exemple de conditions opératoires qui peuvent être mises en oeuvre pour effectuer un traitement d'oxydation micro-arcs à l'aide d'un dispositif 1 tel que décrit plus haut :

- Courant imposé : de 40 Ampères/dm² à 400 Ampères/dm²,
- Tension : de 180 Volts à 600 Volts,
- Fréquence des puises : de 10 Hz à 500 Hz,

- Durée du traitement : de 10 minutes à 90 minutes,
- Température de l'électrolyte dans la cuve de stockage : de 17°C à 30°C,
- pH de l'électrolyte dans la cuve de stockage : de 6 à 12,
- Conductivité de l'électrolyte dans la cuve de stockage : de 200 mS/m à 500 mS/m.

[0045] En particulier, on peut utiliser pour la réalisation d'un traitement d'oxydation micro-arcs un électrolyte 11 ayant la composition suivante :

- eau déminéralisée,
- hydroxyde de Potassium (KOH) à une concentration comprise entre 5 g/L et 50 g/L,
- silicate de sodium (Na₂SiO₃) à une concentration comprise entre 5 g/L et 50 g/L, et
- phosphate de potassium (K₃PO₄) à une concentration comprise entre 5 g/L et 50 g/L.

[0046] L'invention n'est toutefois pas limitée à la mise en oeuvre d'un procédé d'oxydation micro-arcs. On peut réaliser à l'aide d'un dispositif selon l'invention tout type d'anodisation comme par exemple une oxydation anodique sulfurique (OAS), une oxydation anodique chromique (OAC), une oxydation anodique sulfotartrique (OAST) ou une oxydation anodique sulfo-phosphorique (OASP).

[0047] La pièce traitée peut, par exemple, être une pale, par exemple en titane, ou un corps de pompe. On peut aussi réparer une couche d'anodisation endommagée à l'aide d'un dispositif selon l'invention lequel peut permettre d'effectuer une réparation localisée par formation d'un revêtement par anodisation uniquement dans la zone endommagée.

[0048] Dans une variante non illustrée, on peut traiter une pluralité de pièces distinctes à l'aide d'une pluralité de dispositifs selon l'invention reliés ou non à un même générateur. Le traitement de ces pièces peut être effectué simultanément ou non.

[0049] La cuve de stockage 21 est dédiée au stockage et au renouvellement de l'électrolyte et aucun traitement d'anodisation n'est effectué dans celle-ci. En séparant la cuve de stockage 21 de la chambre de traitement 10, il est possible de configurer les dispositifs selon l'invention pour réaliser des traitements complémentaires à l'anodisation comme il va être détaillé dans la suite. Ces traitements complémentaires à l'anodisation ne sont à la connaissance des inventeurs pas mis en oeuvre ou pas mis en oeuvre de manière satisfaisante dans les procédés connus de l'état de la technique.

[0050] On a représenté à la figure 2 une variante de dispositif 1 selon l'invention. Dans cet exemple, le dispositif 1 comporte en outre un dispositif de filtrage 52 situé entre la chambre de traitement 10 et la cuve de stockage 21. L'électrolyte présent dans le deuxième canal 25 s'écoule vers le dispositif de filtrage 52 pour une fois filtré retourner vers la cuve de stockage 21 par l'in-

termédiaire du canal 25a. La mise en oeuvre d'un tel dispositif de filtrage 52 peut avantageusement permettre d'éliminer par exemple les particules non attachées à la couche anodique formée afin de purifier l'électrolyte 11 avant son retour vers la chambre de traitement 10.

[0051] On a représenté à la figure 3 une variante de dispositif 1 selon l'invention. Le dispositif 1 comporte un capteur 60 permettant de déterminer une information relative à l'électrolyte 11 s'écoulant dans le premier canal 23. Ce capteur 60 permet en fonction de l'information déterminée d'agir sur le générateur 5 de manière à modifier au moins une caractéristique du traitement d'anodisation effectué. En variante, le capteur peut déterminer une information relative à l'électrolyte s'écoulant dans le deuxième canal, voire à la fois déterminer une information relative à l'électrolyte s'écoulant dans le premier canal et une information relative à l'électrolyte s'écoulant dans le deuxième canal, afin de modifier en fonction de ces informations le traitement d'anodisation effectué. Cet exemple de dispositif 1 selon l'invention permet avantageusement en effectuant la mesure en aval et/ou en amont de la chambre de traitement 10 d'obtenir des informations plus fiables que celles observables dans une chambre réactionnelle et de réaliser ainsi un pilotage satisfaisant de l'anodisation effectuée dans la chambre de traitement en fonction des informations déterminées. Typiquement, l'information relative à l'électrolyte déterminée par le capteur peut être l'une au moins des informations suivantes : la concentration en espèces métalliques, par exemple en aluminium, au sein de l'électrolyte, le pH et la conductivité de l'électrolyte. En effet, l'électrolyte peut se charger en espèces métalliques au fur et à mesure de l'avancement de l'anodisation et ce paramètre tout comme le pH ou la conductivité de l'électrolyte peuvent avoir une influence sur le traitement d'anodisation effectué. Le pilotage en direct de l'anodisation effectuée peut être d'intérêt notamment pour des traitements d'anodisation de pièces destinées à être utilisées dans le domaine aéronautique et/ou lors de la mise en oeuvre de traitements d'anodisation relativement longs.

[0052] L'expression

« comportant/contenant/comprenant un(e) » doit se comprendre comme « comportant/contenant/comprenant au moins un(e) ».

[0053] L'expression « compris(e) entre ... et ... » ou « allant de ... à ... » doit se comprendre comme incluant les bornes.

Revendications

1. Dispositif (1) destiné à la mise en oeuvre d'un traitement d'anodisation d'une pièce (3), le dispositif (1) comportant :

- une chambre de traitement (10) comportant une pièce à traiter (3) ainsi qu'une contre-électrode (7) située en regard de la pièce à traiter,

la pièce (3) à traiter constituant une première paroi de la chambre de traitement (10) et la contre-électrode (7) constituant une paroi de la chambre de traitement (10) située en regard de la première paroi,

- un générateur (5), une première borne du générateur étant reliée électriquement à la pièce (3) à traiter et une deuxième borne du générateur étant reliée électriquement à la contre-électrode (7), et

- un système (20) pour le stockage et la circulation d'un électrolyte (11), le système (20) comportant :

- une cuve de stockage (21), différente de la chambre de traitement (10), destinée à contenir l'électrolyte (11), la chambre de traitement (10) ayant un volume inférieur à celui de la cuve de stockage (21), et

- un circuit (23 ; 25) de circulation de l'électrolyte destiné à permettre l'écoulement de l'électrolyte entre la cuve de stockage (21) et la chambre de traitement (10).

2. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un joint d'étanchéité (13a ; 13b) constituant une deuxième paroi de la chambre de traitement (10), la deuxième paroi étant différente de la première paroi.

3. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** le système (20) pour le stockage et la circulation de l'électrolyte comporte, en outre, une pompe (27) destinée à permettre la circulation de l'électrolyte (11) dans ledit système (20).

4. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le rapport (volume de la chambre de traitement)/(volume de la cuve de stockage) est inférieur ou égal à 0,2.

5. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le circuit (23 ; 25) de circulation de l'électrolyte comporte :

- un premier canal (23) destiné à permettre l'écoulement de l'électrolyte (11) provenant de la cuve de stockage (21) vers la chambre de traitement (10), et

- un deuxième canal (25) destiné à permettre l'écoulement de l'électrolyte (11) depuis la chambre de traitement (10) vers la cuve de stockage (21).

6. Procédé d'anodisation d'une pièce (3) comportant l'étape suivante :

- formation d'un revêtement sur une surface (S) de la pièce (3) par traitement d'anodisation mettant en oeuvre un dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, un électrolyte (11) étant présent dans la chambre de traitement (10) durant le traitement d'anodisation et l'électrolyte s'écoulant dans le circuit (23 ; 25) de circulation de l'électrolyte durant le traitement d'anodisation.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le traitement d'anodisation est un traitement d'oxydation micro-arcs.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, **caractérisé en ce que**, durant le traitement d'anodisation :
- l'électrolyte (11) provenant de la cuve de stockage (21) s'écoule vers la chambre de traitement (10) au travers du premier canal (23), et
 - l'électrolyte (11) s'écoule depuis la chambre de traitement (10) vers la cuve de stockage (21) au travers du deuxième canal (25).
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** l'électrolyte (11) présent dans la chambre de traitement (10) est renouvelé en continu durant le traitement d'anodisation.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** l'électrolyte (11) s'écoule dans le circuit (23 ; 25) de circulation de l'électrolyte avec un débit compris entre 0,1 fois et 10 fois le volume de la chambre de traitement (10) par minute.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte, en outre, une étape de filtration de l'électrolyte (11) s'écoulant dans le deuxième canal (25) avant son retour dans la cuve de stockage (21).
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre les étapes suivantes :
- détermination d'au moins une information relative à l'électrolyte (11) s'écoulant dans le premier canal (23) et/ou dans le deuxième canal (25), et
 - modification d'au moins une caractéristique du traitement d'anodisation, cette modification étant réalisée en fonction de l'information relative à l'électrolyte déterminée.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1), die zur Durchführung einer Anodierungsbehandlung eines Teils (3) bestimmt ist, wobei die Vorrichtung (1) umfasst:
 - eine Behandlungskammer (10), die ein zu behandelndes Teil (3) sowie eine Gegenelektrode (7), welche dem zu behandelnden Teil gegenüberliegt, umfasst, wobei das zu behandelnde Teil (3) eine erste Wand der Behandlungskammer (10) bildet und die Gegenelektrode (7) eine der ersten Wand gegenüberliegende Wand der Behandlungskammer (10) bildet,
 - einen Generator (5), wobei ein erster Anschluss des Generators mit dem zu behandelnden Teil (3) elektrisch verbunden ist und ein zweiter Anschluss des Generators mit der Gegenelektrode (7) elektrisch verbunden ist, und
 - ein System (20) zur Lagerung und zum Zirkulieren eines Elektrolyten (11), wobei das System (20) umfasst:
 - einen von der Behandlungskammer (10) verschiedenen Lagerbehälter (21), der dazu bestimmt ist, den Elektrolyten (11) zu enthalten, wobei die Behandlungskammer (10) ein kleineres Volumen als der Lagerbehälter (21) aufweist, und
 - einen Kreis (23; 25) zum Zirkulieren des Elektrolyten, welcher dazu bestimmt ist, das Fließen des Elektrolyten zwischen dem Lagerbehälter (21) und der Behandlungskammer (10) zu ermöglichen.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens eine Dichtung (13a; 13b) umfasst, die eine zweite Wand der Behandlungskammer (10) bildet, wobei die zweite Wand von der ersten Wand verschieden ist.
3. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System (20) zur Lagerung und zum Zirkulieren des Elektrolyten ferner eine Pumpe (27) umfasst, die dazu bestimmt ist, das Zirkulieren des Elektrolyten (11) in dem System (20) zu ermöglichen.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis (Volumen der Behandlungskammer)/(Volumen des Lagerbehälters) kleiner als oder gleich 0,2 ist.
5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kreis (23; 25) zum Zirkulieren des Elektrolyten umfasst:
 - einen ersten Kanal (23), der dazu bestimmt ist,

- das Fließen des aus dem Lagerbehälter (21) kommenden Elektrolyten (11) zu der Behandlungskammer (10) zu ermöglichen, und
 - einen zweiten Kanal (25), der dazu bestimmt ist, das Fließen des Elektrolyten (11) von der Behandlungskammer (10) zu dem Lagerbehälter (21) zu ermöglichen. 5
6. Verfahren zur Anodisierung eines Teils (3), das folgenden Schritt umfasst: 10
- Ausbilden einer Beschichtung auf einer Oberfläche (S) des Teils (3) durch Anodisierungsbehandlung, die eine Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 einsetzt, wobei ein Elektrolyt (11) während der Anodisierungsbehandlung in der Behandlungskammer (10) vorhanden ist, und wobei der Elektrolyt während der Anodisierungsbehandlung in dem Kreis (23; 25) zum Zirkulieren des Elektrolyten fließt. 20
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anodisierungsbehandlung eine Mikrolichtbogen-Oxidationsbehandlung ist. 25
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Anodisierungsbehandlung: 30
- der aus dem Lagerbehälter (21) kommende Elektrolyt (11) durch den ersten Kanal (23) zu der Behandlungskammer (10) fließt, und
 - der Elektrolyt (11) durch den zweiten Kanal (25) von der Behandlungskammer (10) zu dem Lagerbehälter (21) fließt. 35
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in der Behandlungskammer (10) vorhandene Elektrolyt (11) während der Anodisierungsbehandlung fortlaufend erneuert wird. 40
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektrolyt (11) in dem Kreis (23; 25) zum Zirkulieren des Elektrolyten mit einer Durchflussrate zwischen dem 0,1-fachen und dem 10-fachen des Volumens der Behandlungskammer (10) pro Minute fließt. 45
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner einen Schritt zur Filtration des in dem zweiten Kanal (25) fließenden Elektrolyten (11) vor dessen Rückkehr in den Lagerbehälter (21) umfasst. 50
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner die folgenden Schritte umfasst: 55

- Bestimmen wenigstens einer Information bezüglich des Elektrolyten (11), der in dem ersten Kanal (23) und/oder in dem zweiten Kanal (25) fließt, und
 - Ändern wenigstens eines Merkmals der Anodisierungsbehandlung, wobei diese Änderung in Abhängigkeit von der bestimmten Information bezüglich des Elektrolyten erfolgt.

Claims

1. A device (1) for performing anodizing treatment on a part (3), the device (1) comprising:
- a treatment chamber (10) comprising a part (3) to be treated and a counter-electrode (7) situated facing the part to be treated, the part (3) to be treated constituting a first wall of the treatment chamber (10) and the counter-electrode (7) constituting a wall of the treatment chamber (10) situated facing the first wall;
 - a generator (5), a first terminal of the generator being electrically connected to the part (3) to be treated and a second terminal of the generator being electrically connected to the counter-electrode (7); and
 - a system (20) for storing and circulating an electrolyte (11), the system (20) comprising:
 - a storage vessel (21), different from the treatment chamber (10), for containing the electrolyte (11), the treatment chamber (10) having a volume that is less than the volume of the storage vessel (21); and
 - a circuit (23; 25) for circulating the electrolyte in order to enable the electrolyte to flow between the storage vessel (21) and the treatment chamber (10).
2. A device (1) according to claim 1, **characterized in that** it includes at least one sealing gasket (13a; 13b) constituting a second wall of the treatment chamber (10), the second wall being different from the first wall.
3. A device (1) according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** the system (20) for storing and circulating the electrolyte further includes a pump (27) for driving circulation of the electrolyte (11) through said system (20).
4. A device (10) according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the ratio (volume of the treatment chamber)/(volume of the storage vessel) is less than or equal to 0.2.
5. A device (10) according to any one of claims 1 to 4,

characterized in that the circuit (23; 25) for circulating the electrolyte comprises:

- a first channel (23) for enabling the electrolyte (11) coming from the storage vessel (21) to flow to the treatment chamber (10); and 5
- a second channel (25) for enabling the electrolyte (11) to flow from the treatment chamber (10) to the storage vessel (21). 10

6. A method of anodizing a part (3), the method comprising the following steps:

- forming a coating on a surface (S) of the part (3) by anodizing treatment using a device (1) according to any one of claims 1 to 5, an electrolyte (11) being present in the treatment chamber (10) during the anodizing treatment, and the electrolyte flowing in the electrolyte circulation circuit (23; 25) during the anodizing treatment. 15 20

7. A method according to claim 6, **characterized in that** the anodizing treatment is micro arc oxidation treatment. 25

8. A method according to claim 6 or claim 7, **characterized in that** during the anodizing treatment:

- the electrolyte (11) coming from the storage vessel (21) flows to the treatment chamber (10) through the first channel (23); and 30
- the electrolyte (11) flows from the treatment chamber (10) to the storage vessel (21) through the second channel (25). 35

9. A method according to any one of claims 6 to 8, **characterized in that** the electrolyte (11) present in the treatment chamber (10) is continuously renewed during the anodizing treatment. 40

10. A method according to any one of claims 6 to 9, **characterized in that** the electrolyte (11) flows in the electrolyte circulation circuit (23; 25) at a flow rate lying in the range 0.1 times to 10 times the volume of the treatment chamber (10), per minute. 45

11. A method according to any one of claims 8 to 10, **characterized in that** it further includes a step of filtering the electrolyte (11) flowing in the second channel (25) prior to its return into the storage vessel (21). 50

12. A method according to any one of claims 8 to 11, **characterized in that** it further includes the following steps: 55

- determining at least information relating to the electrolyte (11) flowing in the first channel (23)

and/or in the second channel (25); and

- modifying at least one characteristic of the anodizing treatment, this modification being performed as a function of the information determined about the electrolyte.

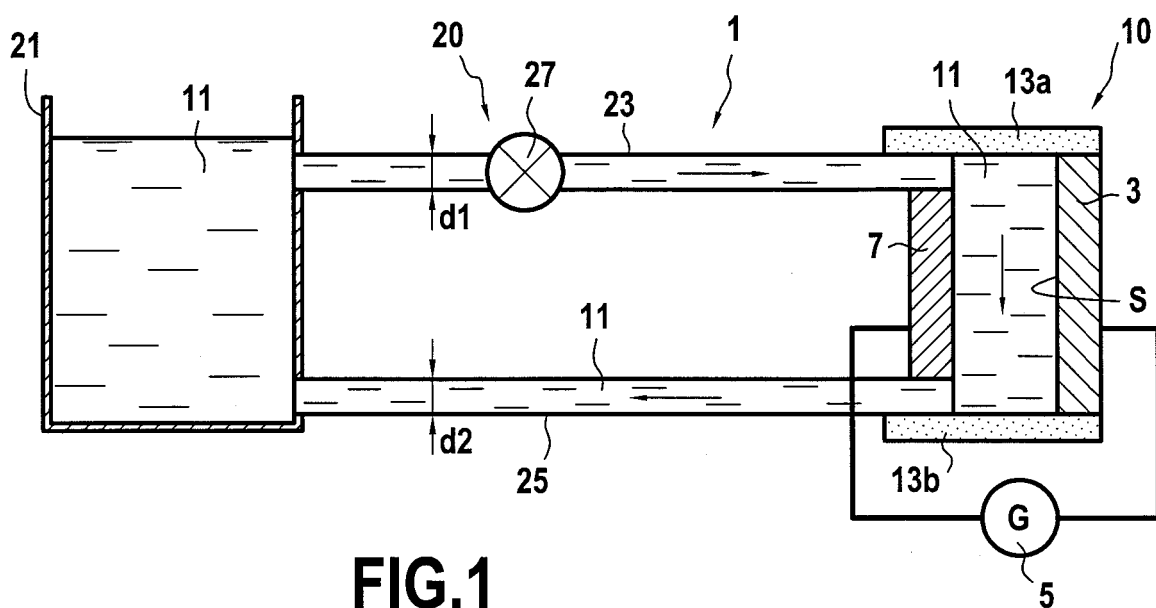


FIG.1

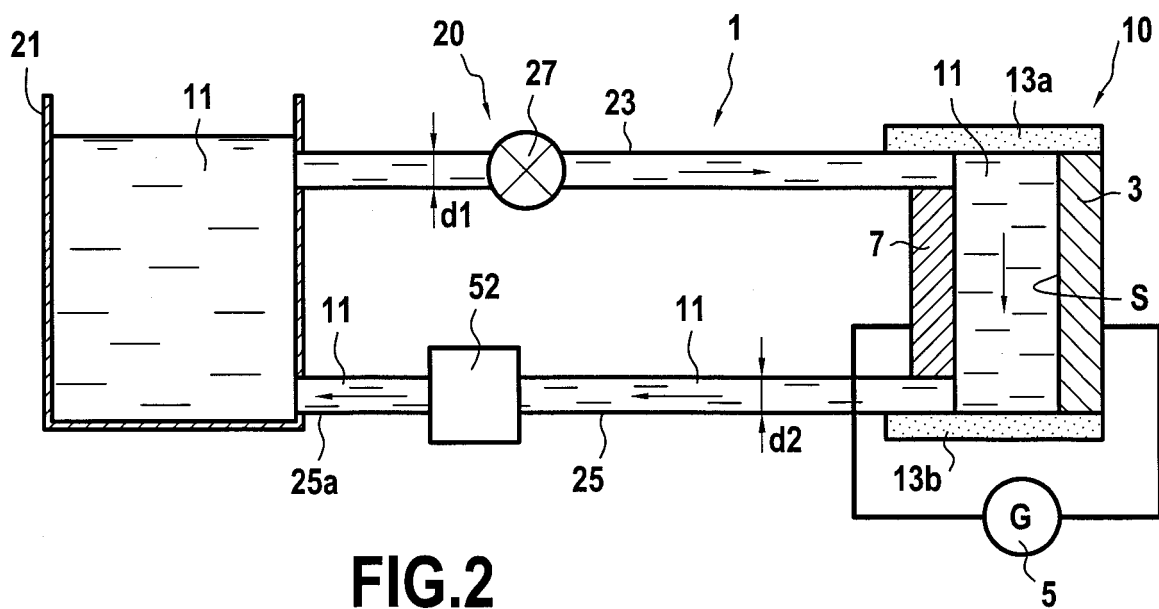


FIG.2

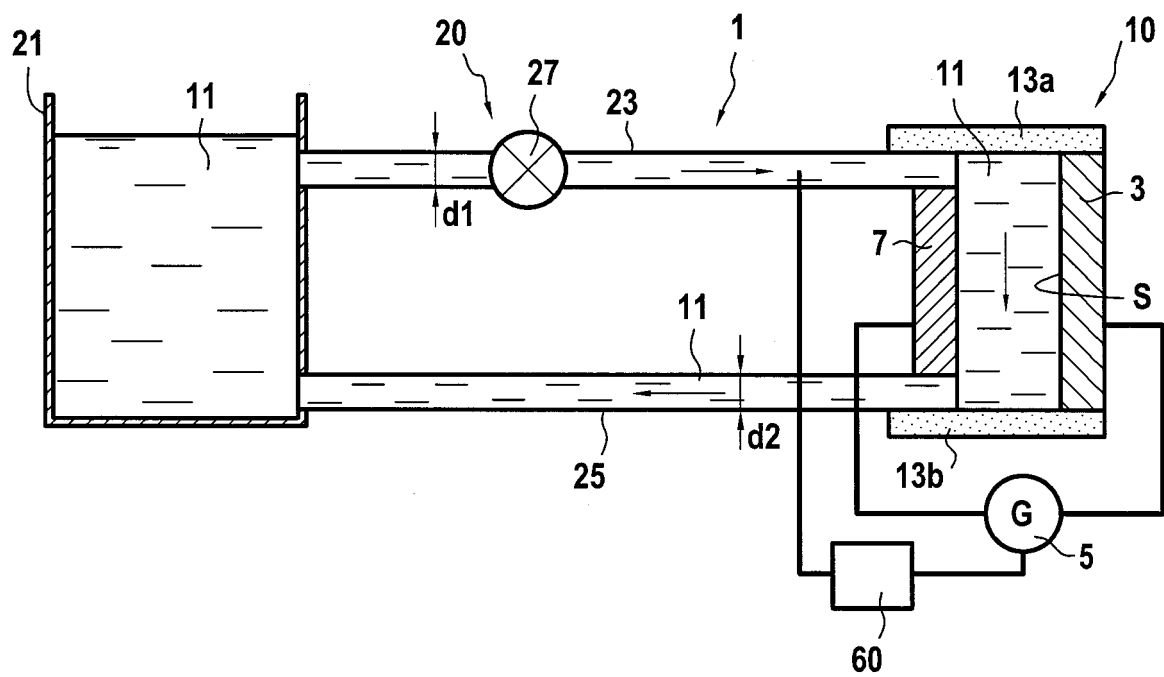


FIG.3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2005077183 A [0008]