

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : **2 853 670**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **03 04373**

51) Int Cl<sup>7</sup> : C 23 C 14/24, C 23 C 14/34, 14/35, 14/02, H 01 J 37/32

12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

22) Date de dépôt : 09.04.03.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.10.04 Bulletin 04/42.

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 :

71) Demandeur(s) : METATHERM — FR.

72) Inventeur(s) : BERGMANN ERICH, FERRY SERGE et GAUTHIER ROGER.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET NITHARDT ET ASSOCIES.

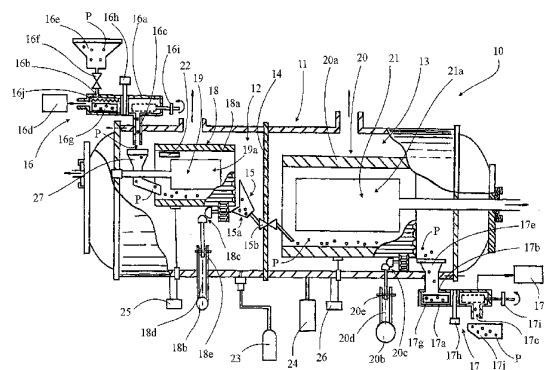
54) **INSTALLATION ET PROCÉDE POUR LA REALISATION D'UN REVETEMENT FONCTIONNEL SUR DES PIÉCES EN VRAC.**

57) L'invention concerne une installation et un procédé permettant de déposer un revêtement de protection sur des pièces en vrac, économique, respectueux des exigences écologistes, ce revêtement ayant une bonne adhésion et une excellente tenue mécanique.

Cette installation (10) comporte une enceinte de traitement (11) sous vide équipée d'un sas d'entrée (16) et d'un sas de sortie (17) étanches permettant le chargement et le déchargement des pièces (P) en vrac et de manière continue. L'enceinte de traitement (11) est divisée en deux compartiments (12, 13) distincts et séparés par une cloison (14) pourvue de moyens de transfert (15) pouvant être étanches. Le premier compartiment (12) comporte un premier tonneau (18a) rotatif dans lequel les pièces en vrac sont brassées, déplacées et traitées simultanément par une première station de traitement (19) pourvue d'un générateur de plasma. Le second compartiment (13) comporte un second tonneau (20a) rotatif dans lequel les pièces en vrac sont brassées, déplacées et traitées simultanément par une deuxième station de traitement (21) pourvu d'au moins une source de vapeur permettant de déposer au moins une couche métallique formant ledit revêtement fonctionnel.

Applications: Toutes pièces devant être protégées con-

tre la corrosion, l'usure, le frottement, etc. dans des applications aussi bien industrielles que domestiques.



FR 2 853 670 - A1



## **INSTALLATION ET PROCEDE POUR LA REALISATION D'UN REVETEMENT FONCTIONNEL SUR DES PIECES EN VRAC**

5 La présente invention concerne une installation pour la réalisation d'un revêtement fonctionnel sur des pièces en vrac, cette installation étant équipée d'une enceinte de traitement sous vide. Elle concerne également un procédé de mise en œuvre de cette installation.

10 On connaît déjà de nombreux procédés et équipements de traitement de pièces, notamment réalisées en alliage métallique, pour les protéger contre des agents corrosifs. Les brevets américains US-A-3.793.179 et US-A-3.625.848 décrivent des procédés de décapage et de dépôt, par plaquage ionique avec une source de vapeur par arc cathodique, de couches de revêtement de protection sur des pièces en alliage métallique. Le brevet américain US-A-  
15 4.448.659 décrit les particularités techniques de la source de vapeur par arc cathodique choisie. Le revêtement de pièces par pulvérisation cathodique est bien connu. Le brevet américain US-A-5.306.407 et la publication européenne EP-A-0.439.561 décrivent une installation comprenant une ou plusieurs sources de vapeur par arc cathodique et un ou plusieurs magnétrons. L'utilisation d'un  
20 tonneau pour le dépôt d'un revêtement de protection à partir de la phase vapeur a été décrite par la publication japonaise JP-A-2001.214.260. L'utilisation d'un évaporateur à arc cathodique pour effectuer un dépôt dans un tonneau a été décrite par la publication japonaise JP-A-21254.869.

25 Les techniques de l'art antérieur pour le dépôt d'un revêtement de protection sur des pièces en vrac ne permettent que l'utilisation d'un procédé unique de dépôt, notamment par évaporation ou pulvérisation cathodique. Or, chaque type de revêtement requiert une technologie de dépôt particulière, qu'une installation ne comportant qu'un seul tonneau de traitement ne peut pas mettre en œuvre  
30 pour appliquer des couches multiples de manière optimale. En outre, les installations de l'art antérieur ne permettent pas de conditionner les pièces avant leur traitement en vue d'améliorer l'adhérence dudit revêtement de protection et sa résistance mécanique.

35 C'est pourquoi les procédés de l'art antérieur, et les installations qui permettent de les mettre en œuvre, ne satisfont pas aux exigences en matière de

protection de pièces en alliage métallique contre la corrosion due à des agents agressifs contenus dans une atmosphère humide en particulier, ni en matière d'adhésion, ni en résistance au cisaillement pour des applications mécaniques.

- 5 La présente invention se propose de pallier ces différents inconvénients en offrant une installation ainsi qu'un procédé permettant d'obtenir un revêtement fonctionnel de qualité, efficace pour protéger des objets, par exemple, contre la corrosion, économique et respectueux des exigences écologiques. Cette installation et ce procédé permettent également d'effectuer le revêtement
- 10 fonctionnel de pièces mécaniques avec des couches de protection, par exemple, contre l'usure ou diminuant le frottement à des coûts compatibles avec la production de biens de consommation de masse.

Ce but est atteint par l'installation selon l'invention telle que définie en

15 préambule et caractérisée en ce qu'elle comporte des premiers moyens de brassage et de transport desdites pièces à l'intérieur de cette enceinte de traitement, des seconds moyens de brassage et de transport desdites pièces à l'intérieur de cette enceinte de traitement, une première station de traitement desdites pièces, associée auxdits premiers moyens de brassage et de transport

20 et une seconde station de traitement desdites pièces, associée auxdits seconds moyens de brassage et de transport.

Selon un mode de réalisation préféré, lesdits premiers et lesdits seconds moyens de brassage et de transport desdites pièces sont électriquement isolés

25 les uns par rapport aux autres.

Selon ce mode de réalisation préféré, l'installation comporte un sas d'entrée agencé pour amener les pièces dans ladite enceinte de traitement et un sas de sortie agencé pour évacuer ces pièces de ladite enceinte après traitement, ces

30 sas d'entrée et de sortie étant connectés à des générateurs de vide. Chaque sas d'entrée et de sortie peut comporter au moins un récipient agencé pour effectuer le transfert sous vide des pièces dans et hors de ladite enceinte de traitement. Le sas d'entrée peut comporter des moyens de chauffage pour préchauffer lesdits pièces avant leur chargement dans ladite enceinte de

35 traitement.

D'une manière particulièrement avantageuse, ladite enceinte de traitement est subdivisée en un premier compartiment et en un deuxième compartiment, ledit premier compartiment contenant ladite première station de traitement desdites pièces et ledit deuxième compartiment contenant ladite seconde station de traitement desdites pièces.

Lesdits premiers moyens de brassage et de transport desdites pièces comportent avantageusement un premier tonneau rotatif et lesdits seconds moyens de brassage et de transport desdites pièces un second tonneau rotatif.

Ladite première station de traitement comporte de préférence une unité de décapage pourvue d'au moins un générateur de plasma, pouvant être constitué d'au moins une source de vapeur par arc cathodique. Selon un mode de réalisation préféré, cette unité de décapage comporte un chauffage par radiation. Cette première station permet ainsi de décaper lesdites pièces, c'est-à-dire d'enlever de la matière à la surface de ces pièces pour les préparer à recevoir ledit revêtement fonctionnel.

Ladite seconde station de traitement comporte de préférence une unité de dépôt constituée d'au moins une source de vapeur.

Pour transférer lesdites pièces des premiers moyens de brassage et de transport vers lesdits seconds moyens de brassage et de transport, ladite enceinte de traitement comporte avantageusement des moyens de transfert. De façon avantageuse, ces moyens de transfert sont agencés pour transférer en continu lesdites pièces en vrac des premiers moyens de brassage et de transport vers lesdits seconds moyens de brassage et de transport et comportent au moins un entonnoir.

Selon le mode de réalisation préféré, lesdits premiers moyens de brassage et de transport desdites pièces sont isolés électriquement par rapport à l'enceinte de traitement et sont connectés à une alimentation en courant continu, variable ou pulsé, agencée pour polariser les pièces par rapport à l'enceinte de traitement.

35

Ce but est également atteint par le procédé de mise en œuvre de l'installation selon l'invention, caractérisé en ce que l'on procède au moins au chargement desdites pièces dans ladite enceinte de traitement sous vide, à un premier brassage et un premier transport desdites pièces à l'intérieur de cette enceinte de traitement et simultanément à un premier traitement de ces pièces, à un deuxième brassage et un deuxième transport desdites pièces à l'intérieur de cette enceinte de traitement et simultanément à un deuxième traitement de ces pièces, et à l'évacuation desdites pièces après leur traitement de ladite enceinte de traitement sous vide.

10

De façon préférentielle, l'on procède au chargement desdites pièces dans ladite enceinte de traitement au moyen d'un sas d'entrée et à l'évacuation desdites pièces de ladite enceinte de traitement au moyen d'un sas de sortie, ces sas d'entrée et de sortie étant connectés à des générateurs de vide.

15

Dans un mode particulier, on effectue, dans chaque sas d'entrée et de sortie, le transfert sous vide des pièces dans et hors de ladite enceinte de traitement au moyen d'au moins un récipient.

20

Selon un mode préféré, l'on procède audit premier brassage et audit premier transport desdites pièces à l'intérieur de l'enceinte de traitement et simultanément audit premier traitement de ces pièces dans un premier compartiment contenant une première station de traitement desdites pièces et l'on procède audit deuxième brassage et audit deuxième transport desdites pièces à l'intérieur de cette enceinte de traitement et simultanément audit deuxième traitement de ces pièces dans un deuxième compartiment contenant une seconde station de traitement desdites pièces.

25

30

Selon un mode de fonctionnement avantageux, on effectue dans ladite première station de traitement au moins un décapage desdites pièces et éventuellement une évaporation sous vide d'au moins une matière à déposer sur lesdites pièces pour former une sous-couche avant de déposer ledit revêtement fonctionnel.

De même, on effectue dans ladite seconde station de traitement une évaporation ou une pulvérisation sous vide d'au moins une matière à déposer sur lesdites pièces pour former ledit revêtement fonctionnel.

- 5 Selon une forme de mise en œuvre particulière, l'on effectue ledit décapage au moyen d'un générateur de plasma.

Afin d'améliorer le revêtement fonctionnel obtenu, l'on peut effectuer ledit décapage en procédant simultanément à un chauffage par radiation des pièces.

- 10 En effet, un conditionnement préalable des pièces, qui consiste à leur faire subir un préchauffage et un décapage sous plasma, est une condition incontournable pour obtenir un revêtement fonctionnel de qualité.

- 15 D'une manière préférentielle, l'on isole lesdits premiers moyens de brassage et de transport desdites pièces électriquement par rapport à l'enceinte de traitement et on les connecte à une alimentation en courant continu, variable ou pulsé agencée pour polariser les pièces par rapport à l'enceinte de traitement.

- 20 De cette manière, pour effectuer le décapage desdites pièces, on choisira une valeur de polarisation négative dont la valeur absolue dépasse 500 V, et pour effectuer le dépôt d'une sous-couche sur lesdites pièces, on choisira une valeur de polarisation négative dont la valeur absolue est inférieure à 200 V.

- 25 La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description ci-dessous d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 30 - la figure 1 est une vue en coupe axiale d'une forme de réalisation de l'installation selon l'invention, et
- la figure 2 représente une vue de détail illustrant une forme de réalisation d'une source de vapeur utilisée dans l'installation de la figure 1.

- 35 L'installation 10 selon l'invention, représentée par la figure 1 et qui sert par exemple à recouvrir des pièces P en vrac d'un revêtement fonctionnel les protégeant contre la corrosion, comprend une enceinte de traitement 11 sous

vide divisée en deux compartiments, un premier compartiment 12 et un deuxième compartiment 13. Ces deux compartiments 12, 13 sont, dans l'exemple représenté, séparés par une cloison 14 qui est pourvue de moyens de transfert 15 dont la fonction est de faire passer les pièces P en vrac et en continu du premier compartiment 12 dans le deuxième compartiment 13. Cette installation 10 comprend, par ailleurs, un sas d'entrée 16 dont la fonction est de faire entrer les pièces P en vrac dans l'enceinte de traitement 11 sous vide. Elle comprend enfin un sas de sortie 17 ayant pour fonction de faire sortir les pièces P en vrac de l'enceinte de traitement 11 sous vide après la réalisation du revêtement.

Le premier compartiment 12 est équipé de premiers moyens de brassage et de transport 18 associés à une première station de traitement 19 des pièces P. Le deuxième compartiment 13 est équipé de seconds moyens de brassage et de transport 20 associés à une seconde station de traitement 21 des pièces P. Dans l'installation 10 représentée, lesdits premiers moyens de brassage et de transport 18 comportent un premier tonneau 18a rotatif autour de son axe et comportant, par exemple, des barres, des ailettes ou des déflecteurs intérieurs (non représentés) qui brassent et font avancer les pièces P dans le sens de leur cheminement au cours du traitement, c'est-à-dire de gauche à droite sur la figure 1. Les seconds moyens de brassage et de transport 20 associés à une seconde station de traitement 21 comportent un second tonneau 20a, rotatif autour de son axe et comportant également des barres, des ailettes ou des déflecteurs intérieurs (non représentés) qui brassent et font avancer les pièces P dans le sens de leur cheminement au cours du traitement, c'est-à-dire de gauche à droite sur la figure 1. Les premiers et seconds moyens de brassage et de transport 18, 20 pourraient se présenter sous diverses autres formes connues, comme par exemple des tapis transporteurs de préférence animés de mouvements provoquant des accélérations verticales des pièces P pour les faire changer d'orientation au cours du traitement, des bols vibrants ou tout autre moyen équivalent permettant de transporter les pièces P en vrac en les faisant changer d'orientation de façon aléatoire, ces divers moyens étant compatibles avec les exigences du traitement sous vide en phase vapeur (PVD).

35

Le premier tonneau 18a est entraîné en rotation par un moteur électrique 18b couplé à ce tonneau 18a par un système d'engrenage 18c, représenté schématiquement, et par un arbre d'entraînement 18d pourvu de moyens de couplage 18e assurant une isolation électrique du tonneau 18a par rapport aux  
5 composants qui l'entraînent en rotation.

De façon similaire, le second tonneau 20a est entraîné en rotation par un moteur électrique 20b couplé à ce tonneau par un système d'engrenage 20c, représenté schématiquement, et par un arbre d'entraînement 20d pourvu de  
10 moyens de couplage 20e assurant une isolation électrique du tonneau 20a par rapport aux composants qui l'entraînent en rotation.

La première station de traitement 19 comporte une unité de décapage 19a. Cette unité de décapage 19a comporte, dans l'exemple représenté, un  
15 générateur de plasma qui est avantageusement constitué d'au moins une source de vapeur à arc cathodique. Par ailleurs, le premier tonneau 18a contient un chauffage par radiations 22 pour assurer le chauffage des pièces P pendant leur traitement.

20 La seconde station de traitement 21 comporte une unité de dépôt 21a représentée plus en détail par la figure 2 et avantageusement constitué d'une ou de plusieurs sources de vapeur équipées de cibles métalliques.

Le premier compartiment 12 est connecté à une source de gaz 23 qui permet  
25 de faire régner dans ce compartiment une atmosphère contrôlée, constituée de gaz neutre ou réactif selon les traitements que l'on veut y effectuer. De façon similaire, le deuxième compartiment 13 est connecté à une source de gaz 24 qui permet de faire régner dans ce compartiment une atmosphère contrôlée, constituée de gaz neutre ou réactif selon les traitements que l'on veut y  
30 effectuer.

La première station de traitement 19 est électriquement isolée par rapport aux parois de l'enceinte de traitement 11 et de la cloison de séparation 14. Le premier tonneau 18a est connecté à une source de tension continue, variable  
35 ou pulsée 25 dont une des bornes est reliée à ce tonneau 18a et l'autre à l'enceinte de traitement 11, pour permettre de polariser les pièces P par rapport

à cette dernière. De façon analogue, la deuxième station de traitement 21 est électriquement isolée par rapport aux parois de l'enceinte 11 et de la cloison de séparation 14 et le second tonneau 20a est connecté à une source de tension continue, variable ou pulsée 26 dont une des bornes est reliée à ce tonneau et l'autre à l'enceinte de traitement 11, pour permettre de polariser les pièces P par rapport à cette dernière.

Le sas d'entrée 16 se compose d'une enceinte 16a pourvue d'une arrivée 16b et d'une sortie 16c. Elle est connectée à un générateur de vide 16d. L'arrivée 16b est connectée à une trémie 16e de réception des pièces P par l'intermédiaire d'une vanne 16f. A l'intérieur de l'enceinte 16a est prévu au moins un récipient 16g qui peut occuper une première position, représentée en trait plein sur la figure 1 et qui se situe en dessous de l'arrivée 16b, et une deuxième position, représentée en trait interrompu et qui se situe au-dessus de la sortie 16c. A cet effet, le récipient 16g est avantageusement monté sur un plateau tournant (non représenté) entraîné par un moteur 16h. Ce plateau pourrait porter plusieurs récipients 16g et le moteur 16h pourrait être un moteur pas à pas amenant les récipients 16g successivement au-dessus de la sortie 16c. Le récipient 16g est associé à des moyens 16i destinés à le faire basculer lorsqu'il est au-dessus de la sortie 16c pour faire entrer les pièces P dans le compartiment 12 et, plus particulièrement, dans le premier tonneau 18a par l'intermédiaire d'un entonnoir 27. L'enceinte 16a est également équipée d'un chauffage 16j agencé pour préchauffer les pièces P avant leur entrée dans l'enceinte de traitement 11.

Le sas de sortie 17 est sensiblement identique au sas d'entrée 16 et comporte une enceinte 17a pourvue d'une arrivée 17b et d'une sortie 17c. Elle est connectée à un générateur de vide 17d. L'arrivée 17b est connectée à une trémie 17e de réception des pièces P sortant du second tonneau 20a. A l'intérieur de l'enceinte 17a est prévu au moins un récipient 17g qui peut occuper une première position, représentée en trait plein sur la figure 1 et qui se situe en dessous de l'arrivée 17b, et une deuxième position, représentée en trait interrompu et qui se situe au-dessus de la sortie 17c. A cet effet, le récipient 17g est avantageusement monté sur un plateau tournant (non représenté) entraîné par un moteur 17h. Ce plateau pourrait porter plusieurs récipients 17g et le moteur 17h pourrait être un moteur pas à pas amenant les

réipients 17g successivement au-dessus de la sortie 17c. Le réipient est associé à des moyens 17i destinés à le faire basculer lorsqu'il est au-dessus de la sortie 17c pour évacuer les pièces P en les déversant dans un réceptacle 17j.

- 5 Les moyens de transfert 15 disposés entre les deux compartiments 12, 13 comportent, dans l'exemple représenté, un entonnoir 15a et une vanne 15b. L'entonnoir 15a peut comporter des chicanes (non représentées) favorisant le transfert des pièces P en vrac. Ces organes sont adaptés aux moyens de brassage et de transport 18, 20 décrits, mais peuvent se présenter sous des  
10 formes diverses adaptées à d'autres réalisations de ces moyens. De même, pour des applications qui ne nécessitent pas des atmosphères différentes dans les compartiments 12, 13, on peut avantageusement supprimer la vanne 15b.

La source de vapeur prévue dans l'unité de décapage 19a n'est pas spécifique  
15 pour la réalisation de l'installation 10 selon l'invention. A titre d'exemple, cette source de vapeur par arc cathodique peut être conforme à celle décrite dans la publication allemande DE-A-3.663.689. D'autres sources de plasma à ions métalliques peuvent être utilisées à la place de cette source de vapeur par arc cathodique. La source de plasma à ions métalliques sert à conditionner les  
20 pièces P par un décapage au plasma métallique. Elle sert également à effectuer un premier dépôt de chrome sur les pièces P, appelée sous-couche. D'autres métaux ou alliages métalliques peuvent être plus avantageux dans certaines conditions, notamment le titane ou le cuivre.

25 La source de vapeur constituant l'unité de dépôt 21a et représentée plus en détail par la figure 2, comporte quatre magnétrons 30a, 30b, 30c et 30d disposés sur un boîtier 31. Elle comporte également un conduit de distribution de gaz 32 disposé autour des quatre magnétrons 30a-d, ainsi qu'un conduit de refroidissement 33 qui peut être optionnel. Le boîtier 31 est couplé à un réseau  
30 d'alimentation en eau, en gaz et en électricité par un faisceau de câbles 34. Les deux magnétrons 30a et 30b disposés en amont (dans le sens du cheminement des pièces P, c'est-à-dire de gauche à droite sur la figure 1) et un des magnétrons disposés en aval 30c ou 30d sont de préférence équipés de cibles d'aluminium ou d'alliage d'aluminium (AlMg5 par exemple). L'autre magnétron  
35 disposé en aval 30d ou 30c est équipé d'une cible de chrome. Des paramètres opératoires typiques sont une puissance de 25 kW pour les deux magnétrons

en amont 30a et 30b, une puissance de 15 kW pour le magnétron en aval 30d ou 30c équipé d'une cible de chrome et une puissance de 4kW pour le magnétron en aval 30c ou 30d équipé d'une cible d'aluminium.

5 Le nombre et la nature des sources de vapeur de l'unité de dépôt 21 qui équipe le second compartiment 13 dépendra de l'architecture du revêtement fonctionnel qu'on veut déposer sur les pièces P en vrac. Il peut s'agir d'une seule source de vapeur pour déposer une mono couche ou d'une multitude de sources de vapeur pour déposer une multitude de couches. La nature de  
10 chaque source de vapeur dépend du matériau dont on veut constituer chaque couche qui peut comporter un métal pur, un alliage, un alliage comportant du carbone, un oxyde, etc. Dans le cas d'un alliage, on peut avantageusement utiliser une combinaison de cibles en métal pur à la place d'une cible dans ledit alliage.

15

Dans une forme de réalisation préférée de mise en œuvre de l'installation 10, au moins une pièce P, mais de préférence un lot de pièces P, avantageusement en vrac, est d'abord nettoyé et dégraissé par une chaîne de lavage appropriée connue en soi avant d'être versé dans le sas d'entrée 16 dans lequel ces pièces  
20 P subissent un premier chauffage et un dégazage sous un vide primaire. La durée du séjour des pièces P dans le sas d'entrée 16 est avantageusement de l'ordre de 10 minutes. Néanmoins, cette durée dépend de nombreux paramètres dont notamment la nature des pièces P, leur dimension, la nature du revêtement fonctionnel prévu. Les pièces P ainsi préparées sont introduites  
25 en vrac dans le premier compartiment 12 et plus particulièrement dans le premier tonneau 18a.

La première station de traitement 19, prévue dans le tonneau 18a, sert à décaper les pièces P au moyen d'un plasma d'ions métalliques pour enlever  
30 des résidus de calamine et d'éventuelles couches d'oxydes à la surface. Elle sert également à déposer une sous-couche métallique sur les pièces P. Cette première station de traitement 19 est aussi équipée d'un chauffage par radiation 22, ayant par exemple une puissance de 10 kW, qui permet d'améliorer l'efficacité du conditionnement des pièces P réalisé dans ce premier  
35 compartiment 12.

- La tension de polarisation du tonneau 18a, donc des pièces P, est différente pendant la phase de décapage et la phase de dépôt de la sous-couche, par exemple de chrome. Pendant la phase de décapage, on utilise par exemple une tension de polarisation de -800 V. Pendant la phase de dépôt, on utilise par exemple une tension de polarisation de -70 V. Le choix de la valeur des tensions de polarisation est déterminé en fonction des applications. La tension de décapage dépend de l'alliage et de la finition des pièces P à protéger. Pour des pièces P ayant un degré de pollution élevé, on utilise des tensions plus élevées pouvant aller jusqu'à 1200 V en valeur absolue. La tension optimale pendant la phase de dépôt dépend de l'épaisseur de la sous-couche déposée et de la géométrie des pièces P. Elle varie entre le potentiel du plasma et une différence de l'ordre de -150 V par rapport au potentiel du plasma. Cette polarisation n'est toutefois pas nécessaire dans tous les cas.
- 15 L'épaisseur de la sous-couche, par exemple de chrome, déposée est déterminée par la vitesse de la rotation du premier tonneau 18a et le courant sur la source de vapeur par arc cathodique. Des paramètres typiques sont 200 A d'intensité du courant continu pendant la phase de dépôt de la sous-couche de chrome et 100 A de courant continu pendant la phase de décapage au plasma métallique. Une vitesse de rotation typique est de 0,2-1 tour/minute. Pour déposer 2 microns, on tourne à 0,2 tour/minute. On peut aussi tourner plus vite et faire des arrêts. L'épaisseur nécessaire de la sous-couche du revêtement fonctionnel dépend de la sévérité de l'environnement corrosif et de l'alliage dont sont fabriquées les pièces P.
- 25 Après le conditionnement effectué par la première station de traitement 19 dans le premier compartiment 12, les pièces P sont transférées en vrac et à une cadence prédéterminée dans le second tonneau 20a du second compartiment 13 par les moyens de transfert 15. La deuxième station de traitement 21, prévue dans le second tonneau 20a, sert à déposer la ou les couches formant le revêtement fonctionnel. A titre d'exemple, pour déposer une couche de huit microns de chrome et d'aluminium, le second tonneau 20a tourne de préférence à une vitesse de l'ordre de 0.4 tours/minute.
- 30 Cette deuxième station de traitement 21 permet d'obtenir typiquement une couche intermédiaire, par exemple, d'une épaisseur de l'ordre de 6 microns et
- 35

une couche superficielle, par exemple, d'une épaisseur de l'ordre 2.5 microns avec 9% d'aluminium en poids. Les pièces P à traiter sont maintenues continuellement en mouvement grâce aux barres prévues dans le second tonneau 20a qui leur confèrent un mouvement de basculement aléatoire de telle manière que statistiquement toutes leurs faces se présentent de façon égale à la ou aux sources de vapeur de l'unité de dépôt 21a.

Il apparaît clairement de cette description que l'installation 10 décrite permet d'effectuer deux traitements complémentaires sur des pièces P en vrac. La séparation de ces traitements effectués dans des enceintes 12, 13 distinctes permet de garantir qu'il n'y a aucune pollution des sources de vapeur entre l'unité de dépôt 21a et l'unité de décapage 19a. Le décapage sous plasma par arc cathodique présente l'avantage de conférer une excellente adhésion au revêtement fonctionnel déposé sur des pièces P en vrac, parce qu'il fournit une densité de plasma suffisante. Le dépôt d'un revêtement fonctionnel multicouche sur des pièces P en vrac, dans lequel les différentes couches ont des propriétés différentes, constitue un avantage économique certain. Les différentes couches peuvent être déposées sans avoir recours à des cibles réalisées en alliage grâce aux sources de vapeur multiples équipées de cibles réalisées en métal pur. De plus, le dépôt d'une sous-couche permet d'améliorer considérablement l'adhésion et la tenue mécanique du revêtement fonctionnel sur les pièces P.

L'invention n'est pas limitée à la forme de réalisation décrite, mais peut se présenter sous diverses variantes évidentes pour l'homme de l'art, tout en restant dans l'étendue de la protection définie dans les revendications annexées.

## Revendications

1. Installation pour la réalisation d'un revêtement fonctionnel sur des pièces (P) en vrac, cette installation étant équipée d'une enceinte de traitement (11) sous vide, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins des premiers moyens de brassage et de transport (18) desdites pièces (P) à l'intérieur de cette enceinte de traitement (11), des seconds moyens de brassage et de transport (20) desdites pièces (P) à l'intérieur de cette enceinte de traitement, une première station de traitement (19) desdites pièces (P) associée auxdits premiers moyens de brassage et de transport (18) et une seconde station de traitement (21) desdites pièces (P) associée auxdits seconds moyens de brassage et de transport (20).
2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits premiers et lesdits seconds moyens de brassage et de transport (18, 20) desdites pièces (P) sont électriquement isolés les uns par rapport aux autres.
3. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte un sas d'entrée (16) agencé pour amener les pièces (P) dans ladite enceinte de traitement (11) et un sas de sortie (17) agencé pour évacuer les pièces (P) de ladite enceinte de traitement (11) après traitement, lesdits sas d'entrée (16) et de sortie (17) étant connectés à des générateurs de vide (16d, 17d).
4. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que chaque sas d'entrée (16) et de sortie (17) comporte au moins un récipient (16g, 17g) agencé pour effectuer le transfert sous vide des pièces (P) dans et hors de ladite enceinte de traitement (11).
5. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite enceinte de traitement (11) est subdivisée en un premier compartiment (12) et en un second compartiment (13), ledit premier compartiment (12) contenant ladite première station de traitement (19) desdites pièces (P) et ledit second compartiment (13) contenant ladite seconde station de traitement (21) desdites pièces (P).

6. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits premiers moyens de brassage et de transport (18) desdites pièces (P) comportent un premier tonneau (18a) rotatif.
- 5 7. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits seconds moyens de brassage et de transport (21) desdites pièces comportent un second tonneau (20a) rotatif.
8. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite  
10 première station de traitement (19) desdites pièces (P) comporte une unité de décapage (19a).
9. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite  
15 seconde station de traitement (21) desdites pièces comporte une unité de dépôt (21a) constituée d'au moins une source de vapeur.
10. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite  
20 enceinte de traitement (11) comporte des moyens de transfert (15) pour transférer lesdites pièces (P) des premiers moyens de brassage et de transport (18) vers les seconds moyens de brassage et de transport (20).
11. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que ledit sas  
25 d'entrée (16) comporte des moyens de chauffage (16j) pour préchauffer les pièces (P).
12. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que ladite unité  
de décapage (19a) comporte au moins un générateur de plasma.
13. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce que ledit  
30 générateur de plasma est constitué d'au moins une source de vapeur par arc cathodique.
14. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que ladite unité  
de décapage (19a) comporte au moins un chauffage par radiation (22).

15. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce que lesdits premiers moyens de brassage et de transport (18) desdites pièces (P) sont isolés électriquement par rapport à l'enceinte de traitement (11) et sont connectés à une alimentation (25) en courant continu, variable ou pulsé  
5 agencée pour polariser lesdites pièces (P) par rapport à l'enceinte de traitement (11).

16. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que lesdits moyens de transfert (15) sont agencés pour transférer en continu lesdites  
10 pièces (P) en vrac des premiers moyens de brassage et de transport (18) vers lesdits seconds moyens de brassage et de transport (20) et comportent au moins un entonnoir (15a).

17. Procédé pour la réalisation d'un revêtement fonctionnel sur des pièces  
15 (P) en vrac dans une installation (10) équipée d'une enceinte de traitement (11) sous vide, caractérisé en ce que l'on procède au moins au chargement desdites pièces (P) en vrac dans ladite enceinte de traitement (11) sous vide, à un premier brassage et un premier transport desdites pièces (P) à l'intérieur de cette enceinte de traitement (11) simultanément à un premier traitement de ces  
20 pièces (P), à un deuxième brassage et un deuxième transport desdites pièces (P) à l'intérieur de cette enceinte de traitement (11) simultanément à un deuxième traitement de ces pièces (P), et à l'évacuation desdites pièces (P) après leur traitement de ladite enceinte de traitement (11) sous vide.

25 18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'on procède au chargement desdites pièces (P) dans ladite enceinte de traitement (11) au moyen d'un sas d'entrée (16) et à l'évacuation desdites pièces (P) de ladite enceinte de traitement (11) au moyen d'un sas de sortie (17), lesdits sas d'entrée (16) et de sortie (17) étant connectés à des générateurs de vide (16d,  
30 17d).

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'on effectue, dans chaque sas d'entrée (16) et de sortie (17), le transfert sous vide des pièces (P) dans et hors de ladite enceinte de traitement (11) au moyen d'au  
35 moins un récipient (16g, 17g).

20. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'on procède audit premier brassage et audit premier transport desdites pièces (P) à l'intérieur de l'enceinte de traitement (11) par des premiers moyens (18) et simultanément audit premier traitement de ces pièces (P) dans un premier  
5 compartiment (12) contenant une première station de traitement (19) desdites pièces (P) et en ce que l'on procède audit deuxième brassage et audit deuxième transport desdites pièces (P) à l'intérieur de cette enceinte de traitement (11) par des seconds moyens (20) et simultanément audit deuxième traitement de ces pièces (P) dans un second compartiment (13) contenant une  
10 seconde station de traitement (21) desdites pièces (P).

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que lesdits premiers moyens de brassage et de transport (18) desdites pièces (P) comportent un premier tonneau (18a) rotatif dans lequel on fait simultanément tourner et  
15 avancer lesdites pièces (P).

22. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que lesdits seconds moyens de brassage et de transport (20) desdites pièces (P) comportent un second tonneau (20a) rotatif dans lequel on fait tourner et avancer  
20 simultanément lesdites pièces (P).

23. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'on effectue dans ladite première station de traitement (19) au moins un décapage desdites pièces (P) avant de déposer ledit revêtement fonctionnel.  
25

24. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que l'on effectue dans ladite première station de traitement (19) une évaporation sous vide d'au moins une matière à déposer sur lesdites pièces (P) pour former une sous-couche avant de déposer ledit revêtement fonctionnel.  
30

25. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'on effectue dans ladite seconde station de traitement (21) une évaporation ou une pulvérisation sous vide d'au moins une matière à déposer sur lesdites pièces (P) pour former ledit revêtement fonctionnel.  
35

26. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que l'on effectue ledit décapage au moyen d'un générateur de plasma.
27. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que l'on effectue ledit décapage en procédant simultanément à un chauffage par radiation desdites pièces.
28. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que l'on isole lesdits premiers moyens de brassage et de transport (18) desdites pièces (P) électriquement par rapport à l'enceinte de traitement (11) et on les connecte à une alimentation (25) en courant continu, variable ou pulsé, agencée pour polariser les pièces (P) par rapport à l'enceinte de traitement (11).
29. Procédé selon la revendication 28, caractérisé en ce que, pour effectuer le décapage desdites pièces (P), on choisit une valeur de polarisation négative dont la valeur absolue dépasse 500 V.
30. Procédé selon la revendication 28, caractérisé en ce que, pour effectuer le dépôt d'une sous-couche sur lesdites pièces (P), on choisit une valeur de polarisation négative dont la valeur absolue est inférieure à 200 V.



2/2

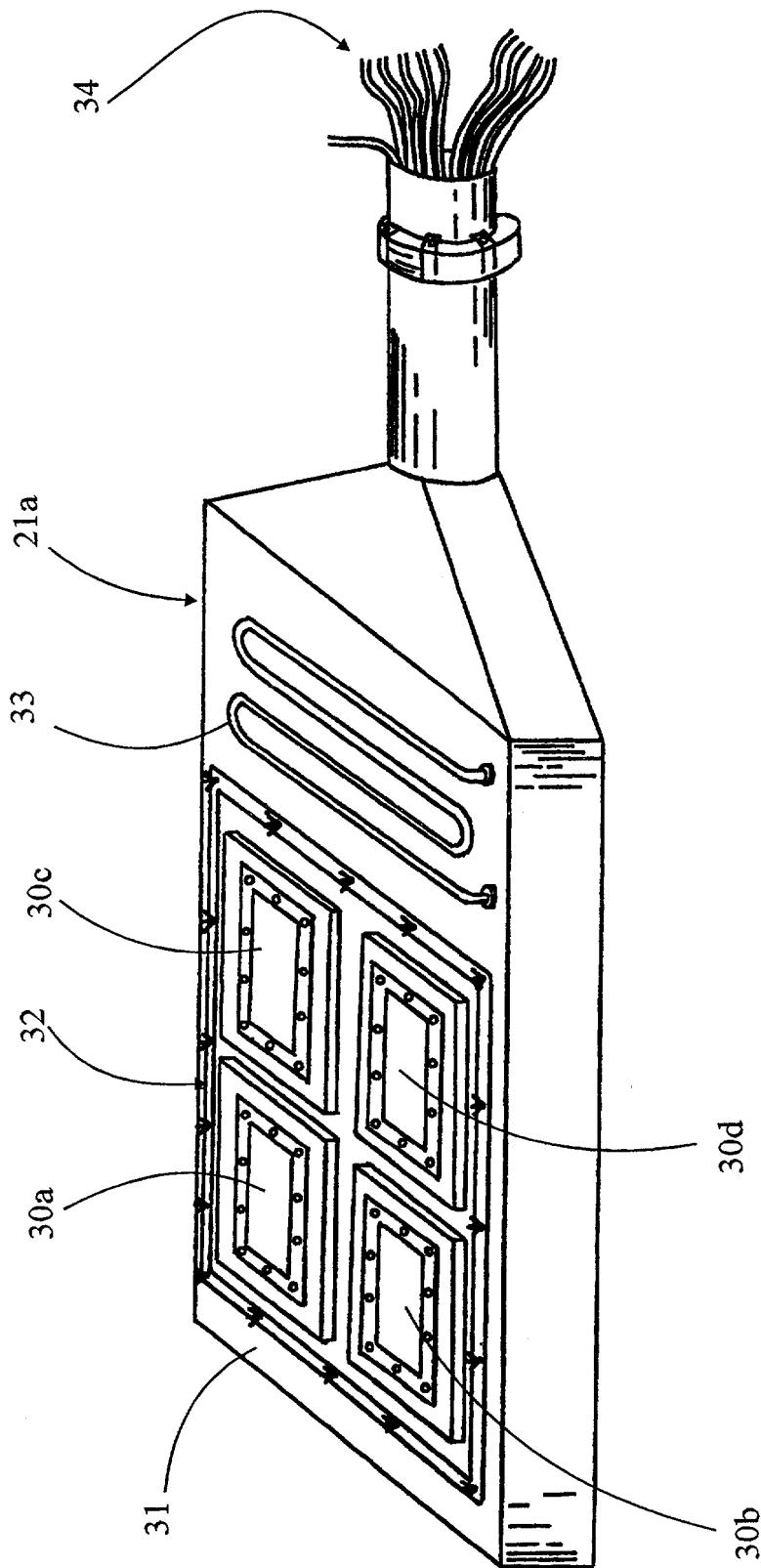


FIG. 2



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

N° d'enregistrement  
national

FA 632677  
FR 0304373

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		
A	US 6 220 203 B1 (BURGER KURT ET AL) 24 avril 2001 (2001-04-24)	1-16	C23C14/24 C23C14/34 C23C14/35 C23C14/02 H01J37/32
X	* colonne 3, ligne 64 - colonne 6, ligne 50 *	17	
---			
A	DD 300 782 A (FORSCHUNGSINST VON ARDENNE M) 30 juillet 1992 (1992-07-30)	1-16	
X	* figures *	17	
-----			
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			C23C
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		25 mars 2004	Brisson, 0
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0304373 FA 632677**

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 25-03-2004

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6220203      B1	24-04-2001	DE 19609804 C1	31-07-1997
		BR 9708183 A	27-07-1999
		WO 9734024 A1	18-09-1997
		DE 59710051 D1	12-06-2003
		EP 0888463 A1	07-01-1999
		JP 2000506226 T	23-05-2000
-----			
DD 300782      A		AUCUN	
-----			