

①⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt: **82400407.1**

⑤① Int. Cl.³: **C 23 C 15/00, C 23 C 11/14**

②② Date de dépôt: **09.03.82**

③⑩ Priorité: **13.03.81 FR 8105107**

⑦① Demandeur: **VIDE ET TRAITEMENT Société Anonyme dite:, Place Charles Andrieu, F-60530 Neuilly-en-Thelle (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **13.10.82**
Bulletin 82/41

⑦② Inventeur: **Speri, Roger, 14 bis rue Colas Fedron, F-78700 Conflans Sainte Honorine (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés: **AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE**

⑦④ Mandataire: **Jolly, Jean-Pierre et al, Cabinet BROT 83, rue d'Amsterdam, F-75008 Paris (FR)**

⑤④ **Procédé de traitements thermochimiques de métaux par bombardement ionique.**

⑤⑦ Le procédé de traitement thermochimique de métaux selon l'invention fait intervenir un four de structure analogue à celle d'un four classique de traitement thermique ou thermochimique à atmosphère raréfiée, équipé de ses propres moyens de chauffage et de contrôle et, éventuellement, de refroidissement et comprenant en outre au moins une anode et une cathode supportant les pièces à traiter. Il consiste à générer sur les pièces à traiter un plasma froid en établissant entre l'anode et la cathode une succession d'impulsions de courant de fréquence relativement élevée et de durée très brève par rapport à la période. Le chauffage est obtenu par lesdits moyens de chauffage.

L'invention permet d'obtenir une bonne homogénéité de température.

Procédé de traitements thermochimiques de métaux par bombardement ionique.

La présente invention concerne un procédé de traitements thermochimiques de métaux tels que la nitruration, la carbonitruration, la cémentation, les dépôts métalliques sous vide, etc... par bombardement ionique.

D'une manière générale, on sait que ces traitements font intervenir deux facteurs principaux, à savoir le milieu de traitement et la température de traitement.

Ainsi, par exemple, dans le cas d'un traitement classique de nitruration, le milieu de traitement peut être obtenu en faisant passer sur les pièces un courant de gaz ammoniac, qui, en se décomposant, libère des atomes d'azote actifs. La température de traitement qui est de l'ordre de 570°C est alors obtenue en disposant les pièces dans un four électrique.

Dans le cas d'un traitement de nitruration par bombardement ionique, les pièces à traiter sont disposées dans une enceinte contenant un gaz (NH_3 , azote moléculaire, H_2 , CH_4) à basse pression (0,1 à 10 torrs). Cette enceinte est équipée d'une anode et d'une cathode, reliées à un générateur de courant électrique à haute tension (entre 300 et 1500 V). La cathode est conçue de manière à supporter les pièces à traiter qui se trouvent, par conséquent, portées au cathodique.

Le traitement s'obtient en créant, entre la cathode et l'anode, une décharge luminescente que l'on entretient à la limite du régime d'arc.

Au cours de ce traitement, il se crée, autour de la pièce à traiter, un plasma composé d'ions azote qui constitue en fait le milieu de traitement.

La température de traitement est alors obtenue par la dissipation calorifique engendrée par le bombardement des ions sur la pièce (énergie cinétique).

Les avantages des procédés de traitement thermochimique par bombardement ionique par rapport aux autres procédés classiques sont bien connus.

Par contre, cette technique se heurte à de nombreuses difficultés parmi lesquelles on mentionnera :

L'impossibilité d'obtenir une bonne homogénéité de la température des pièces à traiter du fait que l'on utilise le plasma comme moyen de chauffage ;

5 - la difficulté de réaliser des systèmes de rupture d'arc dans le cas de générateurs de haute puissance ;

- la difficulté de contrôler la température des pièces en raison du fait que c'est le plasma lui-même qui effectue le chauffage des pièces ;

10 - la nécessité de ne nitrurer simultanément que des pièces de géométrie très voisines, la température n'étant pas homogène dans le cas de pièces de formes différentes.

Pour supprimer tous ces inconvénients, de nombreuses solutions ont été étudiées.

Ainsi, pour tenter de résoudre ces problèmes, on a proposé d'inclure dans l'enceinte du four un dispositif de chauffage destiné à préchauffer la pièce ou pour fournir un apport calorifique au cours du traitement. Toutefois, une telle solution ne permet pas, dans le cas d'une alimentation classique des électrodes du four, le contrôle efficace de la température des pièces, et une bonne homogénéité de leur température.

Une autre solution envisagée pour obtenir un fonctionnement exempt du risque de formation d'arcs consiste à utiliser, au lieu d'un courant continu, des impulsions de courant à haute tension, mais dont l'énergie totale est maintenue à une valeur prédéterminée, de manière à ce qu'il ne soit pas possible d'atteindre, dans la courbe de décharge tension/intensité, la zone correspondant au régime d'arc.

Selon cette technique, pour parvenir à élever la température des pièces jusqu'à la température de traitement ou même pour assurer le maintien de cette température dans le cas où les pièces ont été préchauffées, il est nécessaire de prévoir des impulsions relativement larges par rapport à la période.

Il s'avère toutefois que cette solution ne permet

pas elle non plus d'obtenir une bonne homogénéité de température des pièces.

Dans le but de supprimer tous ces inconvénients l'invention propose de rendre totalement indépendant
5 les 2 paramètres du traitement à savoir la réalisation du milieu de traitement, c'est-à-dire du plasma, et le chauffage à la température de traitement des pièces.

A cet effet, elle utilise les propriétés relatives au temps de génération du plasma et à sa durée de vie
10 (rémanence). On sait qu'un plasma généré par une impulsion de courant à haute tension se maintient pendant un temps relativement long (quelques centaines de microsecondes à quelques millisecondes) par rapport au temps de génération de ce plasma (quelques micro-
15 secondes).

En conséquence, en créant une succession d'impulsions à fréquence élevée (la période de ces impulsions pouvant avoisiner la durée de vie du plasma, c'est-à-dire de 100 microsecondes à 10 millisecondes), et de
20 durée très brève, entre 1 à 100 microsecondes (supérieure au temps de création du plasma, on obtient de façon continue un plasma froid, c'est-à-dire un plasma dans lequel l'énergie calorifique dissipée au cours de la dissociation demeure à un niveau très bas et ne peut
25 pas affecter les caractéristiques de température du traitement en cours, dans le cas d'un traitement thermochimique.

D'une façon plus précise, le procédé de traitement thermique selon l'invention fait intervenir un four de
30 structure analogue à celle d'un four classique de traitement thermique ou thermochimique à atmosphère raréfiée équipé de ses propres moyens de chauffage et de contrôle et comprenant en outre au moins une anode et une cathode supportant les pièces à traiter. Il
35 consiste à générer sur les pièces à traiter un plasma froid tel que précédemment défini en établissant entre l'anode et la cathode une succession d'impulsions de tension à fréquence relativement élevée et de durée

très brève et, à chauffer les pièces à l'aide des susdits moyens de chauffage, de manière à les porter puis à les maintenir à la température de traitement.

Ce procédé présente de multiples avantages :

- 5 - Du fait que le chauffage des pièces est indépendant de la génération du plasma, il est possible d'utiliser des générateurs d'impulsion de puissance très faible par rapport à celle qui serait autrement nécessaire.
- 10 - La température de traitement peut être facilement contrôlée et de façon précise, en utilisant les équipements éprouvés des fours de traitement thermique ou thermochimiques classiques.
- 15 - Le contrôle des autres paramètres de traitement est facilité du fait que l'on peut jouer simultanément sur le rapport cyclique, l'amplitude et la fréquence des impulsions ; et
- 20 - Le risque de détérioration des pièces par formation d'arc est totalement supprimé du fait que le plasma est généré par des impulsions de courte durée.
- 25 Ce procédé permet en outre de supprimer les hétérogénéités de température en fonction des paramètres liés aux pièces tels que la forme, l'état, les phénomènes de cathode creuse pendant la montée en température, les dimensions de pièces différentes, etc...
- 30 L'invention concerne également une installation pour le traitement thermochimique par bombardement ionique appliquant le procédé selon l'invention.
- 35 Comme précédemment mentionné, cette installation fait intervenir un four présentant une structure analogue à celle d'un four classique de traitement thermique ou thermochimique à atmosphère raréfiée, ce four comprenant ses propres moyens de chauffage, par convection, par rayonnement, cohérent ou non, ou par induction, ses propres moyens de régulation, un générateur de gaz de traitement et des passages de courant traversant la paroi du four et connectés aux électrodes (anodes-cathodes) servant à la génération du plasma.

L'alimentation de ces électrodes peut-être assurée à partir du réseau triphasé ou monophasé industriel au moyen d'un générateur comprenant un redresseur contrôlé permettant d'obtenir une tension continue variable
5 entre 0 et la tension du secteur, un onduleur permettant de transformer cette tension continue en tension alternative particulière à amplitude et à rapport cyclique variables, puis redressée pour obtenir des impulsions monopolaires à haute tension de l'ordre de 300 à 1500 V
10 et à fréquence élevée de l'ordre de 100 Hz à 10 K Hertz qui alimentent le four.

On notera que l'adoption d'un générateur de plasma de grande puissance et basé sur un même principe permet d'obtenir un fonctionnement mixte, plasma chaud, plasma
15 froid.

De même, dans ce cas, on peut utiliser indépendamment, alternativement ou même simultanément au cours du traitement, les deux types de chauffage (moyens de chauffage propres au four et fonctionnement en mode
20 plasma chaud).

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de traitements thermochimiques de métaux par bombardement ionique faisant intervenir un four de structure analogue à celle d'un four classique de traitement thermique ou thermochimique à
5 atmosphère raréfiée, équipé de ses propres moyens de chauffage et de contrôle et, éventuellement, de refroidissement et comprenant en outre au moins une anode et une cathode supportant les pièces à traiter, caracté-
10 risé en ce qu'il consiste à générer sur les pièces à traiter un plasma froid en établissant entre l'anode et la cathode une succession d'impulsions de courant de fréquence relativement élevée (période inférieure à la durée de vie du plasma) et de durée très brève par
15 rapport à la période, (durée supérieure à la durée de génération du plasma) et à chauffer les pièces à l'aide des susdits moyens de chauffage, de manière à les porter puis à les maintenir à la température de traitement.

20 2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'amplitude, la fréquence et la durée des impulsions sont variables.

3.- Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il utilise un générateur d'impul-
25 sions permettant, en jouant sur l'amplitude, la fréquence et/ou la durée des impulsions, d'obtenir un fonctionnement mixte, plasma froid, plasma chaud.

4.- Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on utilise indépendam-
30 ment, alternativement, ou même simultanément, au cours du traitement, le chauffage obtenu par les susdits moyens de chauffage et le chauffage obtenu par le fonctionnement en mode plasma chaud.

5.- Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la fréquence des susdites
35 impulsions est comprise entre 100 Hz et 10 K Hertz.

6.- Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'en fonctionnement en mode

plasma froid, la durée des impulsions peut varier entre 1 à 100 microsecondes, et en ce que la période des impulsions varie de 100 microsecondes à 10 millisecondes.

- 5 7.- Installation pour le traitement thermochimique par bombardement ionique conformément au procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un four présentant une structure analogue à celle d'un four classique de traitement
- 10 thermique ou thermochimique à atmosphère raréfiée, ce four comportant ses propres moyens de chauffage par convection ou par rayonnement, ses propres moyens de régulation, un générateur de gaz de traitement et des passages de courant traversant la paroi du four et
- 15 prévus pour relier les électrodes servant à la génération du plasma à un générateur délivrant des impulsions à haute tension, à une fréquence réglable de 100 Hz à 10 K Hertz et à largeur d'impulsions réglable de 1 à 100 microsecondes.
- 20 8.- Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que le susdit générateur fonctionne à partir du réseau triphasé ou monophasé industriel et comprend un redresseur contrôlé permettant d'obtenir une tension continue variable entre 0 et la tension du secteur, un
- 25 onduleur permettant de transformer cette tension continue en une tension alternative à amplitude et rapport cyclique variables puis redressée pour obtenir des impulsions monopolaires à une tension de l'ordre de 300 à 1500 Volts et une fréquence de l'ordre de 100 Hz
- 30 à 10 K Hz.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0062550

Numéro de la demande

EP 82 40 0407

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	FR - A - 2 332 336 (VIDE ET TRAITEMENT)		C 23 C 15/00 11/14
A	FR - A - 2 332 337 (VIDE ET TRAITEMENT)		
A	FR - A - 2 379 615 (VIDE ET TRAITEMENT)		
A	FR - A - 2 003 632 (J. LUCAS)		
A	FR - A - 1 053 916 (ELEKTROPHYSI-KALISCHE ANSTALT B. BERGHAUS)		
A	US - A - 3 108 900 (C.A. PAPP)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			C 23 C 11/00
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 23-06-1982	Examineur DEVISME
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			