



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1005239A3

NUMERO DE DEPOT : 09200272

Classif. Internat. : G06K G21C

Date de délivrance le : 08 Juin 1993

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 19 Mars 1992 à 24H00 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : COGEMA - COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NUCLEAIRES
rue Paul Dautier 2, BP4, F-78141 VELIZY VILLACOUBLAY(FRANCE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN Michel, OFFICE VAN MALDEREN, Avenue J.-S. Bach,
22 bte 43 - B 1080 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles, pour : PROCEDE DE MARQUAGE PAR LASER D'UN TUBE EN ZIRCALOY.

INVENTEUR(S) : Couty Yves, rue Camille Saint Saens 4, F-78280 Guyancourt (FR);
Lorenzelli Robert Yvon, rue Alexandre Dumas 12, F-78470 Saint Remy Les Chevreuse (FR)

PRIORITE(S) 09.04.91 FR FRA 9104299

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité
de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de
la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 08 Juin 1993
PAR DELEGATION SPECIALE :

G. DE CUYPERE
Secrétaire d'administration

PROCEDE DE MARQUAGE PAR LASER D'UN TUBE EN ZIRCALOY

Description

La présente invention concerne un procédé de marquage par laser d'un tube en zircaloy appliqué notamment à l'inscription de références d'identification sur des tubes aptes à contenir des crayons de combustible nucléaire.

On connaît différentes techniques d'identification de tubes aptes à contenir des crayons de combustibles nucléaires. Parmi celles-ci, l'identification à l'aide d'un code à barres est particulièrement adaptée.

Comme cela est décrit par exemple dans la demande de brevet européen n° A-0 325 914, le code à barres est inscrit sur le tube à marquer par une gravure effectuée par un faisceau laser. La gravure est réalisée dans une enceinte contenant un mélange d'argon, dans une proportion allant de 45 à 85 %, et d'oxygène, dans une proportion allant de 15 à 55 %.

Le document US-A-4 978 917 décrit également une méthode de gravure d'un code barre sur l'extrémité d'un tube en zircaloy ainsi que le procédé de vérification de la qualité de cette gravure à l'aide de courants de Foucault. En ce qui concerne la partie gravure décrite dans ce document, il est bien précisé col. 6, lignes 27 et suivantes qu'elle a lieu dans une enceinte étanche remplie d'un mélange oxygène argon. L'atmosphère en partie oxydante du mélange gazeux utilisé coopère chimiquement à la gravure, le laser n'étant là en fait que pour chauffer localement la barre à graver et amorcer par conséquent la réaction chimique d'oxydation grâce à laquelle les barres sont gravées.

Or, la gravure par laser sous atmosphère contrôlée est difficile à mettre en oeuvre puisqu'elle

nécessite différentes manipulations délicates pour introduire, ou pour extraire les tubes de l'enceinte. Il faut de plus contrôler en permanence le mélange gazeux dans l'enceinte.

5 L'Homme de métier a été jusqu'à ce jour incapable de réaliser cette gravure à l'air libre car, si l'atmosphère terrestre est en partie oxydante il en résulte dans le cas général une pollution du zircaloy par l'azote qui induit inévitablement des
10 problèmes de tenue de ce dernier à la corrosion.

L'un des buts de la présente invention est de surmonter ce problème.

Un autre but de la présente invention est de simplifier le marquage du tube et d'en permettre
15 une réalisation rapide.

Un autre but de la présente invention est la réalisation d'un marquage qui soit compatible avec les conditions d'utilisation des crayons combustibles en réacteur, à savoir : pas de pollution anormale
20 par l'azote de la surface marquée du tube, épaisseur thermiquement affectée du tube limitée à environ 10 micromètres, pas d'incidence sur la tenue à la corrosion des crayons en réacteur.

D'autre part, un marquage réalisé conformément
25 à l'invention reste lisible par un lecteur de code à barres, même après un traitement de décontamination (éventuellement un bain à l'acide nitrique) alors que des marquages réalisés dans les conditions de la demande de brevet précitée n° A-0 325 914 se sont
30 avérés illisibles à l'aide d'un lecteur de code à barres à balayage par faisceau laser après ce type de traitement.

De manière plus précise, la présente invention concerne un procédé de marquage par laser d'un tube
35 en zircaloy consistant à graver un code à barres

d'identification sur au moins une partie de la circonférence du tube par une opération de gravure par faisceau laser effectuée à l'air libre.

De manière avantageuse, le code à barres
5 d'identification est gravé sur toute la circonférence du tube.

De cette manière, la lecture du code à barres ne risque pas d'être perturbée par la présentation au lecteur d'une partie du tube non marquée.

10 Avantageusement, la gravure est effectuée par balayage et modulation d'un faisceau laser ayant une longueur d'onde de $1,06\mu$, ce faisceau étant constitué d'impulsions ayant chacune une durée comprise dans une gamme allant de 250 à 350 nanosecondes, la
15 fréquence de répétition des impulsions étant comprise dans une gamme allant de 12 à 16 kHz, ce faisceau laser ayant une surface d'interaction de l'ordre de 2.10^{-3} mm^2 , le tube étant entraîné en rotation sur lui-même à une vitesse de rotation comprise dans une
20 gamme allant de 280 à 300 tr/mn.

De manière préférée, la gravure est effectuée par un faisceau laser ayant une longueur d'onde de 1,06 micromètre, ce faisceau étant constitué d'impulsions ayant chacune une durée sensiblement
25 égale à 300 nanosecondes, la fréquence de répétition des impulsions étant sensiblement égale à 15 kHz, ce faisceau laser ayant une surface d'interaction avec le tube sensiblement égale à 2.10^{-3} mm^2 , le tube étant entraîné en rotation sur lui-même à une vitesse
30 de rotation comprise dans une gamme allant de 280 à 300 tr/mn.

En fin de compte, ce sont effectivement les paramètres mis en oeuvre dans l'invention qui permettent d'échapper à l'écueil de la pollution par
35 l'azote, grâce à :

- une couche d'oxyde formée très mince (de l'ordre de 0,3 à 0,5 μm),
- une zone affectée thermiquement inférieure à 10 μm d'épaisseur,
- 5 - une interface oxyde/métal formée de zircone compacte et adhérente,
- un refroidissement rapide du tube au fur et à mesure du marquage, facilité par une rotation du tube en cours de marquage.

10 On peut faire une comparaison avec les performances obtenues selon le procédé de Westinghouse (brevet US 4-978-917, colonne 5, lignes 39 à 42) qui mène à une épaisseur du code gravé de 2×10^{-4} inch (=5,08 μm) et à une zone affectée thermiquement de
15 2×10^{-3} inch (=50,8 μm).

Le procédé objet de l'invention permet donc d'avoir une zone affectée thermiquement au moins 5 fois plus faible et d'obtenir une gaine de Zircaloy beaucoup moins fragilisée.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre purement illustratif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées dans lesquelles :

25 la figure 1 représente schématiquement un dispositif pour la mise en oeuvre d'un procédé conforme à l'invention,

la figure 2 représente schématiquement l'extrémité d'un tube muni d'une gravure
30 d'identification réalisée conformément à l'invention.

Conformément à l'invention, le tube en zircaloy à identifier est gravé par action d'un faisceau laser ; cette gravure est effectuée à l'air libre ce qui simplifie grandement les opérations de
35 manipulation du tube à marquer et l'appareillage nécessaire au marquage.

Comme on peut le voir sur la figure 1, un laser de marquage 10 délivre un faisceau laser 12 réfléchi par un système optique 14 qui permet le balayage longitudinal du faisceau.

5 Pour une absorption efficace de l'énergie déposée par le faisceau laser 12 sur le tube 16 en zircaloy, la longueur d'onde du faisceau est de $1,06\mu$. On peut utiliser par exemple un laser possédant un matériau actif en grenat d'aluminium et d'yttrium dopé
10 au néodyme (laser Nd-YAG).

Un moteur 18 relié à une commande de vitesse 22 est solidaire d'une table de travail 20. Un étau 24 fixé sur une extrémité mobile du moteur 18 permet le maintien d'une extrémité du tube 16 dans ses
15 mâchoires ; le tube est ainsi entraîné en rotation. Un palier 26 supporte le tube 16 en un second point de manière à assurer sa stabilité lors de la rotation. Le tube 16 peut être entraîné en rotation à une vitesse comprise dans une gamme allant de 280 à 300 tr/mn,
20 par exemple 280 tr/mn.

Un système de commande 28 est relié au laser 10 ainsi qu'au système optique 14. Le laser est impulsif et délivre des impulsions lumineuses d'une durée comprise dans une gamme allant de 250
25 à 350 nanosecondes, et par exemple égale à 300 nanosecondes. Ces impulsions constituent le faisceau et sont émises à une fréquence comprise dans une gamme allant de 12 à 16 kHz et par exemple égale à 15 kHz. Le laser possède une puissance moyenne par exemple
30 égale à 50 W.

Un système de focalisation, partie intégrante du laser 10, permet d'obtenir un spot lumineux à la surface du tube présentant une surface de l'ordre de 2.10^{-3} mm^2 .

35 Le tube 16 entraîné en rotation sur lui-même

par le moteur 18 est soumis au faisceau laser 12 dans la région à marquer. Pour graver successivement les barres du code à barres d'identification, le système de commande 28 commande une modulation du faisceau
5 (extinction du faisceau entre chaque barre) et un déplacement (balayage) le long du tube.

Comme on peut le voir sur la figure 2 représentant schématiquement l'extrémité d'un tube 16 portant le code d'identification, chaque barre
10 du code à barres est gravée sur toute la circonférence du tube 16.

A chaque nouveau tube, la référence numérique correspondant au code à barres d'identification est incrémentée par le système de commande. La profondeur
15 de la gravure est d'environ 10 micromètres et n'influe pas sur la tenue à la corrosion des crayons de combustible en réacteur, comme le montre des essais effectués par la demanderesse.

D'autre part, d'autres essais effectués
20 par la demanderesse ont mis en évidence la lisibilité du marquage après un traitement de décontamination.

25

30

35

Revendications

1. Procédé de marquage par laser d'un tube en zircaloy, caractérisé en ce qu'il consiste à graver un code à barres d'identification sur au moins une partie de la circonférence du tube (16) par une opération de gravure par faisceau laser (12) effectuée à l'air libre, dans laquelle la zone affectée thermiquement est inférieure à $10\text{ }\mu\text{m}$ d'épaisseur et la couche d'oxyde formée de l'ordre de $0,3\text{ }\mu\text{m}$ à $0,5\text{ }\mu\text{m}$.

2. Procédé de marquage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le code à barres d'identification est gravé sur toute la circonférence du tube (16).

3. Procédé de marquage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer la gravure par balayage et modulation d'un faisceau laser (12) ayant une longueur d'onde de $1,06\text{ }\mu\text{m}$, ce faisceau étant constitué d'impulsions ayant chacune une durée comprise dans une gamme allant de 250 à 350 nanosecondes pour une puissance moyenne du laser de par exemple 50 W, la fréquence de répétition des impulsions étant comprise dans une gamme allant de 12 à 16 kHz, ce faisceau laser (12) ayant une surface d'interaction avec le tube de l'ordre de 2.10^{-3} mm^2 , le tube (16) étant entraîné en rotation sur lui-même à une vitesse de rotation comprise dans une gamme allant de 280 à 300 tr/mn.

4. Procédé de marquage selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer la gravure par un faisceau laser (12) ayant une longueur d'onde de $1,06\text{ }\mu\text{m}$, ce faisceau (12) étant constitué d'impulsions ayant chacune une durée sensiblement égale à 300 nanosecondes, la fréquence de répétition des impulsions étant sensiblement égale à 15 kHz, ce faisceau laser ayant une surface d'interaction avec le tube (16) sensiblement égale

à 2.10^{-3} mm², le tube (16) étant entraîné en rotation sur lui-même à une vitesse de rotation comprise dans une gamme allant de 280 à 300 tr/mn.

FIG. 1

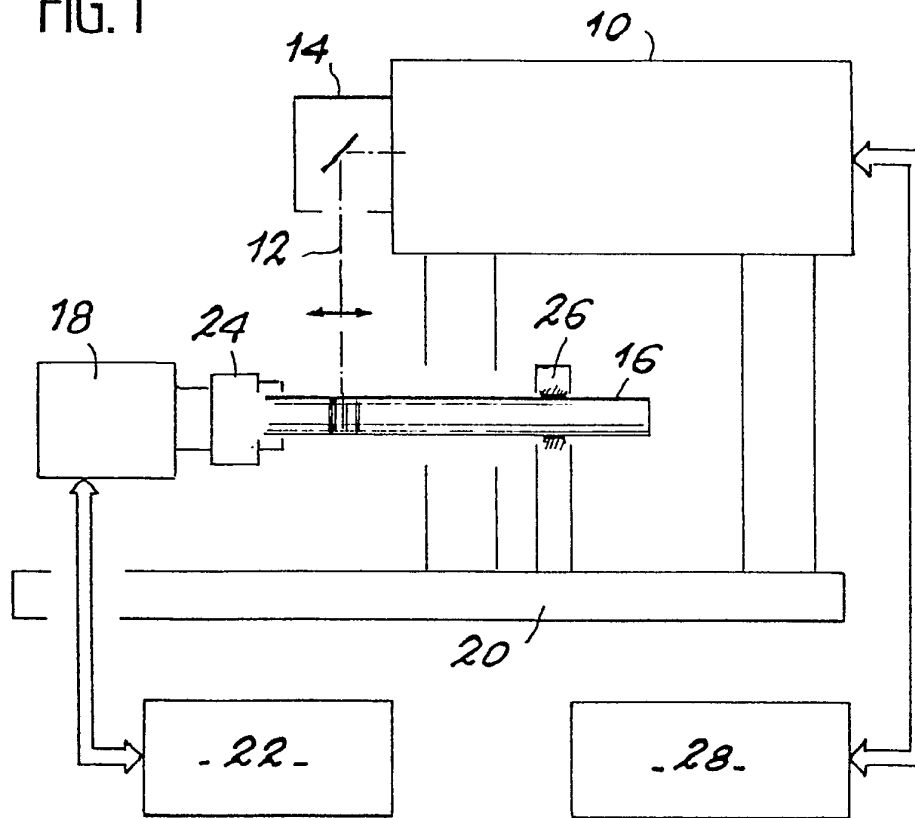
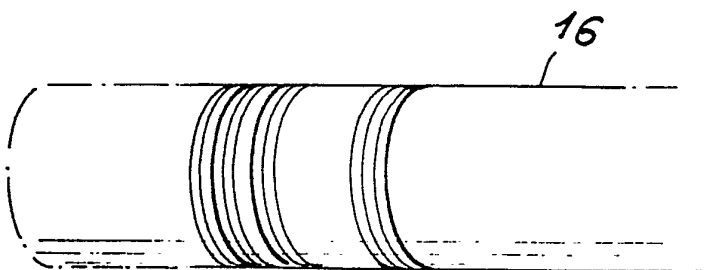


FIG. 2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BE 9200272
BO 3631

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.5)
D,A	US-A-4 978 917 (M.P. GOLDENFIELD ET AL.) * abrégé * * colonne 1, ligne 67 - colonne 2, ligne 2 * * colonne 3, ligne 67 - colonne 4, ligne 6 * * colonne 5, ligne 35 - ligne 45; revendications 6-12; figure 7 * ---	1-4	G06K1/12 G06K7/10 G21C17/06
D,A	EP-A-0 325 914 (WESTINGHOUSE) * abrégé; revendications 2-4; figure 13 * ---	1,2	
A	US-A-4 822 987 (M.P. GOLDENFIELD ET AL.) * abrégé * * colonne 6, ligne 8 - ligne 53; figures 2,14,15 * ---	1-4	
A	EP-A-0 072 609 (ZED INSTRUMENTS LIMITED) * page 3, ligne 16 - page 4, ligne 27; figure 1 * ---	1	
A	EP-A-0 129 084 (WESTINGHOUSE) * abrégé; figures 1,2 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G06K G21C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
BERLIN		DUCREAU F.	
14 SEPTEMBRE 1992			
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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BE 9200272
BO 3631

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

14/09/92

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US-A-4978917	18-12-90	GB-A-	2234624	06-02-91
		JP-A-	3072296	27-03-91
EP-A-0325914	02-08-89	US-A-	4822987	18-04-89
		JP-A-	2006782	10-01-90
US-A-4822987	18-04-89	EP-A-	0325914	02-08-89
		JP-A-	2006782	10-01-90
EP-A-0072609	23-02-83	JP-A-	58003795	10-01-83
EP-A-0129084	27-12-84	US-A-	4587407	06-05-86
		JP-B-	1000743	09-01-89
		JP-C-	1521874	12-10-89
		JP-A-	60011974	22-01-85