



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
16.09.2015 Bulletin 2015/38

(51) Int Cl.:
B05D 3/06 (2006.01) **B05D 7/14** (2006.01)
F25D 23/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15158417.4**

(22) Date de dépôt: **10.03.2015**

(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
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA

(71) Demandeur: **Euro Cryospace**
78130 les Mureaux (FR)

(72) Inventeurs:
• **Mercier, Antoine**
75018 Paris (FR)
• **Damas, Alain**
78180 Montigny-le-Bretonneux (FR)

(30) Priorité: **11.03.2014 FR 1452012**

(74) Mandataire: **Brevalex**
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(54) **Procédé et dispositif de traitement de surface par laser d'une structure métallique, destinée à la fabrication d'un réservoir cryotechnique de lanceur spatial**

(57) Procédé et dispositif de traitement de surface par laser d'une structure métallique, destinée à la fabrication d'un réservoir cryotechnique de lanceur spatial.

La structure, destinée à la fabrication du réservoir (2), comprend une virole métallique sensiblement cylindrique (4), de grande longueur, et deux fonds métalliques

bombés (6, 8) pour fermer les extrémités de la virole. Le traitement de surface est destiné à nettoyer la structure avant d'y coller une couche thermiquement isolante. Selon l'invention, le traitement de surface est effectué à l'aide d'au moins un laser (16, 20).

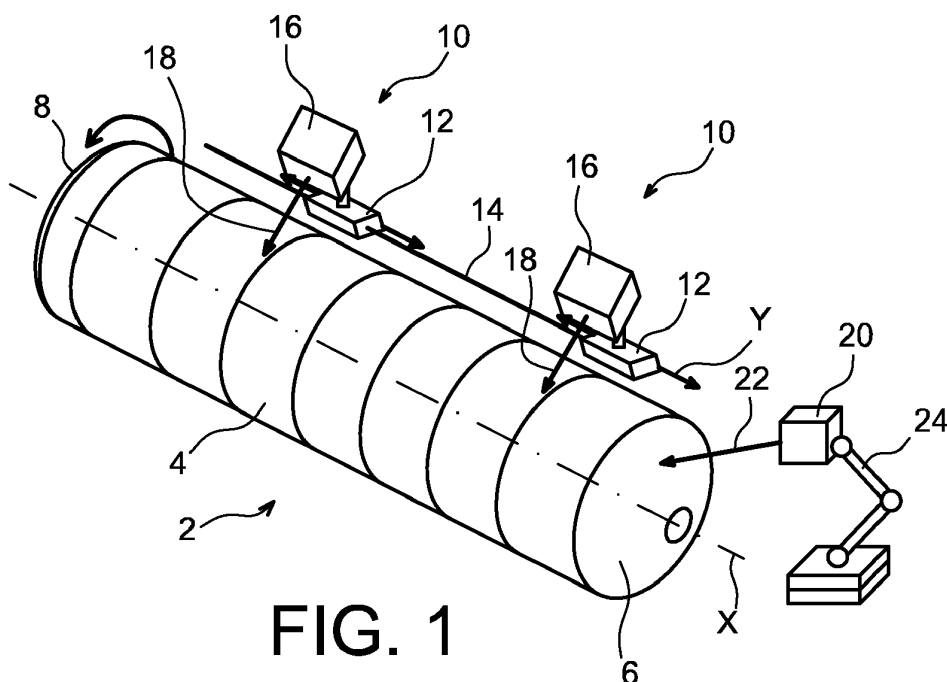


FIG. 1

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne un procédé et un dispositif de traitement de surface d'une structure métallique, destinée à la fabrication d'un réservoir cryotechnique de lanceur spatial.

[0002] Le réservoir cryotechnique d'un lanceur spatial est susceptible de contenir le carburant et/ou le comburant qui sont destinés à l'alimentation du système de propulsion du lanceur. Un tel réservoir est généralement constitué d'une structure métallique étanche, sur laquelle est placée une couche d'isolation thermique à haute performance. Cette isolation peut par exemple être constituée d'une mousse de polymère et peut être directement appliquée sur la structure métallique du réservoir, soit par collage soit par projection.

[0003] L'invention concerne plus précisément un procédé de traitement de surface de la structure métallique nue du réservoir cryotechnique avant d'y placer la couche d'isolation. C'est en effet ce traitement de surface qui garantit la fixation correcte de l'isolation sur la structure du réservoir.

[0004] A titre purement indicatif et nullement limitatif, on considère ici des réservoirs cryotechniques de lanceurs spatiaux dont la longueur est au moins égale à 1 m mais, plus particulièrement, au moins égale à 5 m, par exemple 20 m, voire plus de 20 m, et dont le diamètre est au moins égal à 0,5 m mais, plus particulièrement, au moins égal à 2 m, par exemple 5 m, voire plus de 5 m.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0005] Le procédé couramment utilisé pour réaliser le traitement de surface d'une structure métallique nue, de grandes dimensions, est un procédé d'attaque chimique. Cette phase de traitement de surface est généralement réalisée par aspersion de la structure à l'aide d'un produit dégraissant puis d'un produit décapant dans le but, d'une part, de retirer les corps gras présents sur cette structure et, d'autre part, de décaper la couche d'oxyde métallique souillée qui la recouvre, pour finalement disposer d'une surface propre, compatible avec l'application de divers revêtements ou colles.

[0006] De par les dimensions considérables des réservoirs cryotechniques, qui peuvent avoir plus de 20 m de long et plus de 5 m de diamètre, les installations de traitement de surface associées sont également de grandes dimensions. Par ailleurs, les quantités de produits chimiques de dégraissage et de décapage à mettre en oeuvre et à retraiter sont également considérables. De ce fait, le traitement de surface par aspersion est un procédé particulièrement coûteux et assez peu respectueux de l'environnement.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0007] La présente invention vise à remédier à ces inconvénients.

[0008] Selon un aspect de l'invention, on utilise un moyen de décapage dont le principe actif est fondé sur la technologie laser, au lieu du procédé chimique mentionné ci-dessus, pour réaliser le traitement de surface d'un réservoir cryotechnique de lanceur spatial.

[0009] Le principe de ce traitement de surface par laser consiste à utiliser l'émission d'impulsions laser de haute intensité et de fréquence élevée pour obtenir, au niveau de la surface métallique traitée, d'une part une carbonisation des corps gras, et d'autre part, une ablation de la couche d'oxyde souillée. Les résidus qui en résultent sont alors extraits de la zone traitée par un moyen d'aspiration approprié, disposé au plus près de la surface métallique. Après traitement, cette dernière est donc débarrassée de tout corps gras et de toute couche d'oxyde souillée, qui étaient impropres à l'application d'un revêtement ou d'une colle.

[0010] On précise que l'invention ne porte pas sur le traitement de surface laser en lui-même mais sur l'application de ce dernier aux réservoirs cryotechniques de lanceurs spatiaux.

[0011] La couche d'isolation thermique est directement collée sur le substrat et subit donc d'importantes sollicitations thermiques et mécaniques, ce qui nécessite une adhérence de grande qualité et l'absence de défauts de collage. Dans le cas du traitement de surface par laser, l'adhérence obtenue est généralement meilleure que celle qui résulte du procédé classique de traitement chimique. La tenue mécanique des isolations thermiques sur la structure des réservoirs cryotechniques en est donc d'autant améliorée.

[0012] De même, la durée de validité d'un traitement de surface par le procédé laser est plus importante que celle qui est obtenue à l'aide du procédé chimique. Cette durée est communément appelée « durée d'activation de la surface ». De plus, ce procédé permet de traiter une zone après l'autre sur un réservoir de grandes dimensions alors qu'un traitement de surface chimique doit être réalisé en une seule fois, sur toute la surface du réservoir. Ces deux points permettent donc une plus grande souplesse dans l'enchaînement des opérations de fabrication.

[0013] L'utilisation du procédé de traitement de surface laser pour la préparation des zones des réservoirs cryotechniques, zones qui doivent être thermiquement isolées, permet par ailleurs de s'affranchir des problèmes qui sont liées au retraitement des déchets industriels chimiques. Enfin, le traitement de surface laser ne nécessite aucune installation spécifique de grandes dimensions, contrairement au traitement de surface chimique.

[0014] De façon précise, la présente invention a pour objet un procédé de traitement de surface d'une structure métallique, destinée à la fabrication d'un réservoir cryo-

technique de lanceur spatial, cette structure comprenant, d'une part, une virole métallique sensiblement cylindrique, de grande longueur, ayant deux extrémités et, d'autre part, deux fonds métalliques bombés, prévus pour fermer respectivement les deux extrémités de la virole, le traitement de surface étant destiné à nettoyer la structure avant d'y coller une couche thermiquement isolante, caractérisé en ce que le traitement de surface est effectué à l'aide d'au moins un laser.

[0015] Selon un premier mode de réalisation particulier du procédé, objet de l'invention, la virole est cylindrique, on monte le laser sur un dispositif de support qui est déplaçable en translation et l'on effectue une rotation de la virole autour de l'axe géométrique de celle-ci ainsi qu'une translation du dispositif de support du laser parallèlement à l'axe de la virole.

[0016] De préférence, le laser et le dispositif de support sont asservis à la rotation de la virole, pour maîtriser la vitesse de balayage angulaire de la virole par le laser.

[0017] Selon un deuxième mode de réalisation particulier du procédé, objet de l'invention, la virole comporte des raidisseurs et comprend ainsi des surfaces lisses mais aussi des zones séparant les raidisseurs, chaque raidisseur ayant une face supérieure et des flancs, on monte le laser sur un robot à plusieurs axes de liberté, on effectue une rotation de la virole autour de l'axe géométrique de celle-ci et l'on commande le robot pour permettre au laser de traiter les surfaces lisses, les zones séparant les raidisseurs et les faces supérieures ainsi que les flancs des raidisseurs.

[0018] Selon un autre mode de réalisation particulier de l'invention, on monte le laser sur un robot à plusieurs axes de liberté et l'on commande celui-ci pour permettre au laser de traiter chaque fond bombé.

[0019] De préférence, lorsqu'au moins l'un des fonds bombés est hémisphérique, on commande le robot pour permettre au laser de se déplacer le long d'une méridienne de la surface hémisphérique du fond tout en restant constamment orienté suivant une normale à cette surface.

[0020] La présente invention concerne aussi un dispositif de traitement de surface d'une structure métallique, destinée à la fabrication d'un réservoir cryotechnique de lanceur spatial, cette structure comprenant, d'une part, une virole métallique sensiblement cylindrique, de grande longueur, ayant deux extrémités et, d'autre part, deux fonds métalliques bombés, prévus pour fermer respectivement les deux extrémités de la virole, le traitement de surface étant destiné à nettoyer la structure avant d'y coller une couche thermiquement isolante, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un laser et au moins un dispositif de déplacement du laser, pour effectuer le traitement de surface de la structure conformément au procédé, objet de l'invention.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0021] La présente invention sera mieux comprise à la

lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement un premier mode de réalisation particulier du procédé, objet de l'invention, appliqué à un réservoir d'étage principal de lanceur spatial, et
- la figure 2 illustre schématiquement un deuxième mode de réalisation particulier du procédé, objet de l'invention, appliqué à un réservoir d'étage supérieur de lanceur spatial.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0022] On donne, ci-après, divers exemples du procédé de traitement superficiel par laser, objet de l'invention.

[0023] La mise en oeuvre de ce procédé sur les réservoirs cryotechniques de lanceurs spatiaux est différente selon la géométrie de la surface à traiter. On différencie ainsi le traitement de la virole d'un réservoir principal, de forme cylindrique, du traitement des fonds de ce réservoir, dont la forme est généralement hémisphérique.

[0024] Ainsi, le traitement de surface laser de la virole d'un réservoir d'étage principal est effectué par la combinaison de deux mouvements.

[0025] Sur la figure 1, on voit le réservoir 2 et sa virole métallique cylindrique 4, ainsi que les deux fonds métalliques bombés 6 et 8 qui ferment la virole 4.

[0026] Le premier mouvement (obtenu à l'aide de moyens non représentés) est la rotation du réservoir 2 (et donc de la virole 4) autour de son axe X et le deuxième mouvement est la translation, suivant un axe Y parallèle à l'axe X du réservoir, du ou des moyens de traitement de surface 10. Dans l'exemple de la figure 1, on utilise deux moyens de traitement de surface 10. Chacun d'eux comprend :

- un dispositif-support 12 utilisant par exemple une crémaillère, symbolisée par la ligne 14, pour le déplacement longitudinal suivant l'axe Y ; et
- un laser 16 qui est monté sur le dispositif-support et émet un faisceau laser 18.

[0027] Les deux moyens de traitement 10 peuvent agir indépendamment l'un de l'autre, mais chacun d'eux est asservi à la rotation du réservoir 2, de façon que la vitesse de balayage angulaire de la virole 4 par le laser 16 soit parfaitement maîtrisée.

[0028] Comme on l'a expliqué précédemment, la mise en oeuvre du procédé de traitement de surface laser sur les fonds du réservoir cryotechnique est différente de celle qui est effectuée pour la virole du réservoir. De par la forme hémisphérique des fonds 6 et 8, la rotation du réservoir est également exploitée, mais la combinaison avec une translation rectiligne ne suffit plus.

[0029] On a donc développé un procédé spécifique pour l'application du traitement de surface laser aux fonds 6 et 8. Dans ce cas précis, on utilise un laser 20 dont le faisceau a la référence 22 et qui est monté sur un robot à plusieurs axes de liberté 24 que l'on commande pour permettre au laser de se déplacer le long d'une méridienne de la surface du fond à traiter, tout en restant constamment orienté suivant la normale à la surface à traiter.

[0030] L'utilisation d'un robot à plusieurs axes de liberté, 6 axes par exemple, permet également de traiter les zones des fonds dont la géométrie s'écarte notablement de la forme hémisphérique.

[0031] Dans certains cas, la virole d'un réservoir cryotechnique peut être différente d'un simple cylindre lisse. Ainsi, dans le cas d'un réservoir d'étage supérieur 26 (figure 2), la virole 28 peut être pourvue de nombreux raidisseurs 30 rendant de ce fait la surface à traiter particulièrement accidentée. Le moyen de traitement de surface laser, dont il a été question dans la description de la figure 1 pour traiter la virole, ne peut donc plus être utilisé. On utilise alors le même principe que celui qui a été utilisé pour les fonds et on l'applique à la virole 28.

[0032] Dans ce cas, on fait toujours tourner le réservoir 26 autour de son axe Z mais on utilise un laser 32 monté sur un robot à plusieurs axes 34 que l'on commande pour permettre de traiter non seulement la surface cylindrique lisse 36 de la virole 28 mais aussi les zones entre les raidisseurs 30 ainsi que les flancs et les faces supérieures de ces mêmes raidisseurs. Le faisceau émis par le laser 32 a la référence 38.

[0033] Par ailleurs, dans le cas où l'un 40 des deux fonds du réservoir (figure 2) n'a pas une simple forme hémisphérique, mais consiste par exemple en un assemblage d'une partie hémisphérique convexe 42 et d'une partie hémisphérique concave 44, le procédé utilisant un laser 46 monté sur un robot 48 est également applicable. Le faisceau émis par le laser 46 a la référence 50.

[0034] L'application du procédé de traitement de surface laser sur les parois externes d'un réservoir cryotechnique, tel que décrit ci-dessus dans divers exemples, permet ensuite l'application d'un revêtement de collage de type primaire ou l'application directe d'une colle en vue du collage ultérieur d'une couche d'isolation thermique.

Revendications

1. Procédé de traitement de surface d'une structure métallique, destinée à la fabrication d'un réservoir cryotechnique de lanceur spatial (2, 26), cette structure comprenant, d'une part, une virole métallique sensiblement cylindrique (4, 28), de grande longueur, ayant deux extrémités et, d'autre part, deux fonds métalliques bombés (6, 8 ; 40, 41), prévus pour fermer respectivement les deux extrémités de la virole, le traitement de surface étant destiné à net-

toyer la structure avant d'y coller une couche thermiquement isolante, **caractérisé en ce que** le traitement de surface est effectué à l'aide d'au moins un laser (16, 20, 32, 46).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la virole (4) est cylindrique, on monte le laser (16) sur un dispositif de support (12) qui est déplaçable en translation et l'on effectue une rotation de la virole (4) autour de l'axe géométrique (X) de celle-ci ainsi qu'une translation du dispositif de support (12) du laser parallèlement à l'axe de la virole.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel le laser (16) et le dispositif de support (12) sont asservis à la rotation de la virole (4), pour maîtriser la vitesse de balayage angulaire de la virole par le laser.

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la virole (28) comporte des raidisseurs (30) et comprend ainsi des surfaces lisses (36) mais aussi des zones séparant les raidisseurs, chaque raidisseur ayant une face supérieure et des flancs, on monte le laser (32) sur un robot (34) à plusieurs axes de liberté, on effectue une rotation de la virole autour de l'axe géométrique (Z) de celle-ci et l'on commande le robot (34) pour permettre au laser de traiter les surfaces lisses (36), les zones séparant les raidisseurs (30) et les faces supérieures ainsi que les flancs des raidisseurs.

5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on monte le laser (20, 46) sur un robot (24, 48) à plusieurs axes de liberté et l'on commande celui-ci pour permettre au laser de traiter chaque fond bombé (6, 8, 40, 41).

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel au moins l'un des fonds bombés (6) est hémisphérique et l'on commande le robot (24) pour permettre au laser (20) de se déplacer le long d'une méridienne de la surface hémisphérique du fond tout en restant constamment orienté suivant une normale à cette surface.

7. Dispositif de traitement de surface d'une structure métallique, destinée à la fabrication d'un réservoir cryotechnique de lanceur spatial (2, 26), cette structure comprenant, d'une part, une virole métallique sensiblement cylindrique, de grande longueur, ayant deux extrémités et, d'autre part, deux fonds métalliques bombés (6, 8 ; 40, 41), prévus pour fermer respectivement les deux extrémités de la virole, le traitement de surface étant destiné à nettoyer la structure avant d'y coller une couche thermiquement isolante, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un laser (16, 20, 32, 46) et au moins un dispositif (16, 24, 34, 48) de déplacement du laser, pour ef-

fectuer le traitement de surface de la structure conformément au procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

