

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle**
Bureau international



**(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/007663 A1**

(43) Date de la publication internationale
19 janvier 2012 (19.01.2012)

PCT

- (51) **Classification internationale des brevets :**
B23K 26/14 (2006.01) **B23K 35/30** (2006.01)
B23K 26/32 (2006.01) **B23K 26/20** (2006.01)
B23K 28/02 (2006.01) **B23K 35/38** (2006.01)
B23K 35/02 (2006.01)

(21) **Numéro de la demande internationale :**
PCT/FR201 1/05 1015

(22) **Date de dépôt international :**
5 mai 2011 (05.05.2011)

(25) **Langue de dépôt :** français

(26) **Langue de publication :** français

(30) **Données relatives à la priorité :**
1055691 13 juillet 2010 (13.07.2010) FR

(71) **Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :** L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) **Inventeurs; et**

(75) **Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :** BRIAND, Francis [FR/FR]; 62, rue Saint-Lazare, F-75009 Paris (FR). DUBET, Olivier [FR/FR]; 64, Avenue Pierre Curie, F-78210 Saint Cyr L'école (FR).

(74) **Mandataire :** PITTIS, Olivier; L'AIR LIQUIDE S.A., Direction de la Propriété Intellectuelle, 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

(81) **États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) :** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) :** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

 - relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

Publiée :

 - avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : HYBRID ARC/LASER- WELDING METHOD FOR ALUMINIZED STEEL PART USING A GAS INCLUDING NITROGEN AND/OR OXYGEN

(54) Titre : PROCEDE DE SOUDAGE HYBRIDE ARC/LASER DE PIECES EN ACIER ALUMINISE AVEC GAZ COMPRENANT DE L'AZOTE ET/OU DE L'OXYGENE

(57) Abstract : The invention relates to a hybrid laser/arc-welding method using an electric arc and a laser beam that are combined together within a single welding bath, to which molten métal is supplied by melting a filler wire, wherein the welding bath is provided on at least one steel part including an aluminum surface coating, and a protective gas is used, characterized in that the protective gas consists of at least one main compound selected from argon and hélium, and of at least one additional compound selected from nitrogen and oxygen.

WO 2 **¾ (57) Abrégé :** L'invention concerne un procédé de soudage hybride laser/arc mettant en oeuvre un arc électrique et un faisceau laser se combinant l'un à l'autre au sein d'un bain de soudage unique, dans lequel du métal fondu est apporté par fusion d'un fil fusible, le bain de soudage étant réalisé sur au moins une pièce d'acier comprenant un revêtement surfacique à base d'aluminium, et mettant en œuvre un gaz de protection, caractérisé en ce que le gaz de protection est constitué d'au moins composé principal choisi parmi l'argon et d'hélium, et d'au moins un composé additionnel choisi parmi l'azote et l'oxygène.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de soudage hybride laser/arc mettant en oeuvre un arc électrique et un faisceau laser se combinant l'un à l'autre au sein d'un bain de soudage unique, dans lequel du métal fondu est apporté par fusion d'un fil fusible, le bain de soudage étant réalisé sur au moins une pièce d'acier comprenant un revêtement superficiel à base d'aluminium, et mettant en œuvre un gaz de protection, caractérisé en ce que le gaz de protection est constitué d'au moins composé principal choisi parmi l'argon et d'hélium, et d'au moins un composé additionnel choisi parmi l'azote et l'oxygène.

PROCEDE DE SOUDAGE HYBRIDE ARC/LASER DE PIECES EN ACIER ALUMINISE AVEC GAZ COMPRENANT DE L'AZOTE ET/OU DE L'OXYGENE

L'invention porte sur un procédé de soudage de soudage hybride laser/arc de pièces en acier comprenant un revêtement surfacique à base d'aluminium, en particulier un 5 revêtement d'aluminium et de silicium, mettant en œuvre un gaz de protection formé d'argon et/ou d'hélium additionné de faibles proportions d'azote ou d'oxygène.

Certains aciers dit aluminisés car revêtus d'aluminium ou d'un alliage à base d'aluminium, tel les aciers de type USIBOR™, présentent des caractéristiques mécaniques très élevées après emboutissage à chaud et sont, de ce fait, de plus en plus utilisés dans le 10 domaine de la construction de véhicules automobiles, lorsqu'un gain de poids est recherché.

En effet, ces aciers sont conçus pour être traités thermiquement puis trempés pendant l'opération d'emboutissage à chaud et les caractéristiques mécaniques qui en découlent permettent un allégement très significatif du poids du véhicule par rapport à un acier à haute limite d'élasticité standard. Ils sont principalement utilisés pour fabriquer des 15 poutres de pare-chocs, des renforts de porte, des pieds milieu, des montants de baie...

Le document EP-A- 1878531 propose de souder ce type d'acières aluminisés par mise en œuvre d'un procédé de soudage hybride laser/arc. Le principe du soudage hybride laser/arc est bien connu dans l'état de la technique.

Toutefois, il a été observé en pratique qu'après une opération de soudage hybride 20 avec atmosphère protectrice formée d'un mélange He/Ar, de pièces en acier revêtues d'aluminium ou d'un alliage d'aluminium, notamment alliage de type Ai/Si, et traitement thermique post-soudage comprenant un emboutissage à chaud à 920°C puis une trempe dans l'outil (307s), une phase moins résistante en traction que le métal de base et que la zone fondu apparaissait souvent dans l'assemblage soudé.

Or, cette phase moins résistante en traction constitue une zone fragile de la soudure ainsi obtenue, comme expliqué ci-après. Ces zones plus fragiles apparaissent au sein de la zone de martensite sous forme d'îlots de phase blanche contenant des agrégats d'aluminium provenant de la couche surfacique.

Après analyse, il a été déterminé que cette phase contient un pourcentage non négligeable d'aluminium (> 2%) qui provoque la non-transformation austénitique de l'acier 30 lors de son traitement thermique avant emboutissage, c'est-à-dire que cette phase reste sous forme de ferrite Delta et il en résulte une dureté moindre que le reste de la pièce ayant subit une transformation martensitique/bainitique.

Or, la phase non transformée en phase martensite peut entraîner, lors d'une 35 caractérisation mécanique de l'assemblage après soudage, emboutissage suivi d'un traitement thermique, des fissures, voire une rupture par cisaillement de l'assemblage soudé, car ces zones ayant incorporé de l'aluminium, présentent une résistance de la soudure plus faible que celle du métal déposé.

Le problème qui se pose est dès lors de proposer un procédé de soudage hybride arc/laser améliorant les propriétés mécaniques du joint soudé, lors d'une opération de soudage de pièces d'acier revêtues d'une couche comprenant de l'aluminium. Plus précisément, le problème est de pouvoir obtenir une microstructure homogène de type martensite en zone fondue, c'est-à-dire dans le joint de soudure, après emboutissage à chaud, typiquement à environ 920°C, et trempe dans l'outil d'emboutissage, typiquement avec une vitesse de refroidissement entre 800 et 500°C de l'ordre de 30°C/sec.

La solution de l'invention est un procédé de soudage hybride laser/arc mettant en œuvre un arc électrique et un faisceau laser se combinant l'un à l'autre, notamment au sein d'un bain de soudage unique, dans lequel du métal fondu est apporté par fusion d'un fil fusible et le bain de soudage est réalisé sur au moins une pièce d'acier comprenant un revêtement surfacique à base d'aluminium, et dans lequel on met en œuvre par ailleurs un gaz de protection, caractérisé en ce que le gaz de protection est constitué d'au moins composé principal choisi parmi l'argon et d'hélium, et d'au moins un composé additionnel choisi parmi l'azote et l'oxygène.

Selon l'invention, le bain de soudure, et donc subséquemment le joint de soudage, est donc obtenu, au niveau du plan de joint formé par la mise en contact, notamment bout à bout, des pièces à souder, par fusion de l'acier constitutif des pièces sous l'action simultanée d'un faisceau laser et d'un arc électrique qui se combinent l'un à l'autre pour aller fondre le métal de la ou des pièces à souder, alors qu'un apport supplémentaire de métal fondu est obtenu par ailleurs grâce à un fil fusible qui est aussi fondu, de préférence par l'arc électrique, le métal fondu ainsi obtenu étant déposé dans le bain de soudure formé sur la ou les pièces à assembler.

Afin de résoudre le problème susmentionné, selon l'invention, on utilise en tant qu'atmosphère de protection de la zone de soudage, en particulier du bain de soudure, un mélange gazeux qui est formé uniquement, d'une part, d'argon, d'hélium ou les deux en tant que composé(s) principal(-aux) du mélange gazeux et, d'autre part, d'azote ou d'oxygène, voire des deux, en tant que composé(s) additionnel(s), de manière à constituer un mélange gazeux binaire de type Ar/N₂, Ar/O₂, He/O₂ ou He/N₂, ou un mélange gazeux ternaire de type Ar/He/N₂ ou Ar/He/O₂, voire un mélange gazeux quaternaire de type Ar/He/O₂/N₂. Dans tous les cas, la proportion de composé principal (i.e. Ar ou He) ou la somme des proportions des composés principaux (i.e. Ar et He) est supérieure à la proportion de composé additionnel (i.e. N₂ ou O₂) ou la somme des proportions des composés additionnels (i.e. N₂ et O₂) présents dans le mélange gazeux.

Parmi ces différents mélanges gazeux utilisables, deux mélanges gazeux sont particulièrement préférés car conduisant à de très bons résultats, comme expliqué ci-après, à savoir les mélanges Ar/N₂ ou Ar/He/N₂ contenant au plus 10% d'azote (% en volume) et avantageusement de 3 à 7% environ d'azote. D'une manière générale, il est à noter que,

dans le cadre de la présente invention, sauf indication autre, tous les pourcentages (%) donnés sont des pourcentages (% en volume).

En effet, la mise en œuvre d'un procédé de soudage hybride arc/laser en utilisant un mélange gazeux de protection formé d'argon et/ou d'hélium, d'une part, et d'azote et/ou d'oxygène, d'autre part, permet d'obtenir, lors de l'assemblage de pièces d'acier aluminisé, un joint de soudure de microstructure martensitique dépourvue ou quasi-dépourvue d'îlots blanchâtres de ferrite, car l'addition d' O_2 ou de N_2 permet de piéger l'aluminium provenant de la couche surfacique et qui est libéré lors de la fusion de ladite couche sous l'effet de l'arc et du faisceau laser.

Le piégeage de l'aluminium par les composés O_2 ou N_2 conduit à la formation de composés de type Al_2O_3 ou AIN en évitant ainsi la formation de ferrite ou d'autres composés intermétalliques néfastes. En fait, les oxydes ou les nitrides d'aluminium ainsi formés surnagent à la surface du bain, en empêchant ainsi la mise en solution de l'aluminium dans le bain de soudure.

II en résulte une suppression ou au moins une diminution notable de l'incorporation d'aluminium dans la soudure, donc une amélioration de la résistance en traction du fait d'une disparition totale ou quasi-totale de la phase blanchâtre de ferrite Delta habituellement observée.

Selon le cas, le procédé de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le gaz de protection contient de 1 à 20% en volume dudit au moins un composé additionnel.

- le gaz de protection contient de 1 à 15% en volume dudit au moins un composé additionnel.

- le gaz de protection contient au moins 2 en volume dudit au moins un composé additionnel.

- le gaz de protection contient au plus 10% en volume dudit au moins un composé additionnel.

- le gaz de protection contient uniquement de l'azote en tant que composé additionnel.

- le gaz de protection contient au moins 4% en volume d'azote en tant que composé additionnel.

- le gaz de protection contient au moins 5% en volume d'azote en tant que composé additionnel.

- le gaz de protection contient au plus 8% en volume d'azote en tant que composé additionnel.

- le gaz de protection contient au plus 7% en volume d'azote en tant que composé additionnel.

- le gaz de protection contient au moins 5,5% en volume d'azote et au plus 6,5% en volume d'azote.

- le gaz de protection est un mélange He/Ar/N₂ ou Ar/N₂.

5 - la ou les pièces d'acier comprennent un revêtement surfacique à base d'aluminium ayant une épaisseur comprise entre 5 et 100 µm, de préférence inférieure ou égale à 50 µm. Le revêtement recouvre au moins une surface de la ou des pièces mais de préférence pas ou quasiment pas de revêtement à base d'aluminium n'est présent sur les rebords d'extrémités de la ou desdites pièces, c'est-à-dire sur les tranches d'une tôle par exemple.

10 - la ou les pièces métalliques sont en acier avec un revêtement surfacique à base d'aluminium et de silicium, de préférence le revêtement surfacique contient plus de 70% en masse d'aluminium.

- la ou les pièces métalliques sont en acier avec un revêtement surfacique constitué essentiellement d'aluminium et de silicium (Al/Si).

15 - la ou les pièces métalliques comprennent un revêtement surfacique à base d'aluminium et de silicium contenant une proportion d'aluminium entre 5 et 100 fois supérieure à celle de silicium, par exemple une proportion d'aluminium de 90% en poids et une proportion de silicium de 10% en poids, soit une couche de revêtement surfacique comprenant 9 fois plus d'aluminium que de silicium.

20 - la ou les pièces métalliques comprennent un revêtement surfacique à base d'aluminium et de silicium contenant une proportion d'aluminium entre 5 et 50 fois supérieure à celle de silicium, notamment une proportion d'aluminium entre 5 et 30 fois supérieure à celle de silicium, en particulier une proportion d'aluminium entre 5 et 20 fois supérieure à celle de silicium.

25 - l'on soude plusieurs pièces l'une avec l'autre, typiquement deux pièces ; lesdites pièces pouvant être identiques ou différentes, notamment en termes de formes, d'épaisseurs etc..

30 - les pièces sont en acier fortement allié (>5% en poids d'éléments d'alliage), faiblement allié (<5% en poids d'éléments d'alliage) ou non alliés, par exemple un acier au carbone.

- le fil de soudage est un fil plein ou un fil fourré.

- le fil de soudage a un diamètre entre 0,5 et 5 mm, typiquement entre environ 0,8 et 2,5 mm.

35 - le fil fusible étant fondu par l'arc électrique, de préférence un arc obtenu au moyen d'une torche de soudage MIG.

- le fil fusible contient du carbone et/ou du manganèse (Min 0.1% C et Min 2% Mn)

- la ou les pièces à souder sont choisies parmi les flancs raboutés et les tubes.

- la ou les pièces à souder sont des éléments de pot d'échappement.

- les pièces sont positionnées et soudées bout à bout jointifs.
- l'arc électrique est généré par une torche de soudage de type MIG (Métal Inert Gas).
 - le faisceau laser est généré par un générateur ou un dispositif laser de type C0₂, YAG, à fibre, notamment à fibres d'ytterbium ou d'erbium, ou à disque.
 - le faisceau laser précède l'arc MIG durant le soudage, en considérant le sens du soudage.
 - le régime de soudage MIG est de type arc court.
 - la tension de soudage est inférieure à 20 V, typiquement comprise entre 11 et 16 V.
 - l'intensité de soudage est inférieure à 200 A, typiquement comprise entre 118 et 166 A.
 - la vitesse de soudage est inférieure à 20 m/min, typiquement comprise entre 4 et 6 m/min
 - la ou les pièces à souder ont une épaisseur comprise entre 0.8 et 2.5 mm, de préférence entre 1.8 et 2.3 mm. On considère l'épaisseur au niveau du plan de joint à réaliser, c'est-à-dire à l'endroit où le métal est fondu pour former le joint de soudage, par exemple au niveau du bord d'extrémité de la ou des pièces à souder.
 - le joint de soudage a une structure de type martensitique.
 - la pression du gaz est comprise entre 2 et 15 bar, par exemple de l'ordre de 4 bar.
 - le débit du gaz est compris entre 10 et 40 l/min, typiquement de l'ordre de 25 l/min.
 - le point de focalisation du faisceau laser est focalisé au dessus de la pièce à souder, et dans une plage comprise entre 3 à 6 mm.
 - la distance entre le fil d'apport et le faisceau laser doit être comprise entre 2 et 3 mm.
 - l'on soude plusieurs pièces l'une avec l'autre, typiquement deux pièces.
 - le mélange gazeux utilisé dans le cadre de la présente invention peut être réalisé soit directement sur site par mélange des constituants du mélange dans des proportions désirées au moyen d'un mélangeur de gaz, soit être sous forme pré-conditionnée, c'est-à-dire réalisé en usine de conditionnement puis ensuite acheminé sur son lieu d'utilisation dans des récipients de gaz adéquats, telles des bouteilles de gaz de soudage.

L'invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description suivante et des exemples réalisés pour montrer l'efficacité du procédé de soudage hybride arc/laser de l'invention.

35 Exemples

Le procédé de soudage hybride laser/arc selon l'invention a donné de bons résultats lors de sa mise en œuvre pour opérer un soudage hybride au moyen d'une source laser de type C0₂ et d'une torche de soudage à l'arc MIG de pièces en acier revêtu d'une couche

d'environ 30 μm d'un alliage aluminium/silicium en proportions respectives de 90% et de 10% en poids.

Les pièces soudées ont une épaisseur de 2.3 mm.

Dans le cadre des essais réalisés, le gaz employé qui est distribué à un débit de 5 251/min et à une pression de 4 bar, est :

- Essai A (comparatif) : mélange ARCAL 37 formé de 70% d'hélium et 30% d'argon,

- Essai B : Mélange ARCAL 37 additionné de 6% de N₂,

- Essai C : Mélange ARCAL 37 additionné de 3% de O₂.

10 Le mélange ARCAL 37 est commercialisé par L'Air Liquide.

La torche utilisée est une torche MIG de référence OTC alimentée par un fil d'apport de type Nie 535 (0.7% > C et 2% Mn) de 1.2 mm de diamètre, qui est délivré à une cadence de 3 m/min.

15 La tension de soudage de 15 V environ et l'intensité d'environ 139 A qui sont obtenues grâce à un générateur de type Digi@wave 500 (Arc court/Arc court +) en mode synergique (EN 131) commercialisé par Air Liquide Welding France.

La source laser est un oscillateur laser de type CO₂ de puissance de 12 kW

La vitesse de soudage atteinte est de 4 m/min.

20 Les pièces à souder sont des flancs raboutés disposés bout à bout jointif en acier aluminisé (Al/Si) de type Usibor 1500TM.

Les résultats obtenus montrent que la présence de N₂ dans un mélange argon/hélium conduit à de bien meilleurs résultats que les essais sans azote dans le gaz de protection.

25 De même, la présence d'une faible proportion d'O₂ dans un mélange argon/hélium permet de contrer l'effet de suppression de transformation austénitique causé par la présence d'aluminium en zone fondue.

En effet, en utilisant les mélanges Ar et/ou He et N₂ et/ou O₂ selon l'invention, on assiste donc à une amélioration notable des résultats, qui augmente proportionnellement à la teneur en N₂ ou O₂ dans le mélange. En effet les micrographies montrent que, dans un cas comme dans l'autre, les phases blanches ont entièrement disparues, alors que ça n'est pas le cas avec le mélange ARCAL 37 seul.

30 En outre, avec les additions de O₂ ou N₂, la résistance à la rupture de l'assemblage, après austénitisation et trempe, est équivalente à celle du métal de base.

35 Les résultats obtenus lors des essais montrent qu'une addition d'azote dans l'argon et/ou l'hélium permet d'améliorer fortement la qualité du soudage des aciers revêtus d'une couche surfacique d'alliage aluminium/silicium, en particulier une microstructure homogène de type martensite en zone fondue.

L'amélioration est d'autant plus notable que la teneur en azote augmente mais avec un optimum inférieur à 10% en volume, ce qui inciterait à utiliser de l'ordre de 6 à 7% d'azote dans l'argon ou dans l'argon/hélium.

5 L'amélioration est également d'autant plus notable que la teneur en oxygène augmente mais avec un optimum inférieur à 10% en volume, ce qui inciterait à utiliser de l'ordre de 3 à 5% d'azote dans l'argon ou dans Fargon/hélium.

Le procédé de l'invention est particulièrement adapté au soudage de flancs raboutés (*tailored blanks*) utilisés dans le domaine de la construction automobile, d'éléments de pots d'échappements notamment de véhicules, ou au soudage de tubes.

Revendications

1. Procédé de soudage hybride laser/arc mettant en oeuvre un arc électrique et un faisceau laser se combinant l'un à l'autre, un bain de soudage étant réalisé sur au moins une pièce d'acier comprenant un revêtement surfacique à base d'aluminium, dans lequel du métal fondu est apporté par fusion d'un fil fusible, et dans lequel on met par ailleurs en œuvre un gaz de protection, caractérisé en ce que le gaz de protection est constitué d'au moins composé principal choisi parmi l'argon et d'hélium, et d'au moins un composé additionnel choisi parmi l'azote et l'oxygène.
10
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz de protection contient de 1 à 20% en volume dudit au moins un composé additionnel.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gaz de protection contient de 2 à 10% en volume dudit au moins un composé additionnel.
15
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gaz de protection contient uniquement de l'azote en tant que composé additionnel.
- 20 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gaz de protection contient de 4 à 7% en volume d'azote en tant que composé additionnel.
- 25 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gaz de protection est un mélange He/Ar/N₂ ou Ar/N₂.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ou les pièces d'acier comprennent un revêtement surfacique à base d'aluminium ayant une épaisseur comprise entre 5 et 100 µm, de préférence inférieure ou égale à 50 µm.
30
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ou les pièces métalliques sont en acier avec un revêtement surfacique à base d'aluminium et de silicium, de préférence le revêtement surfacique contient plus de 70% en masse d'aluminium.
- 35 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le fil fusible étant fondu par l'arc électrique, de préférence un arc obtenu au moyen d'une torche de soudage MIG.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le fil fusible contient du carbone et/ou du manganèse (Min 0.1% C et Min 2% Mn)

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la 5 ou les pièces à souder sont choisies parmi les flancs raboutés, les tubes ou des éléments de pot d'échappement.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pièces sont positionnées et soudées bout à bout jointifs.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/051015

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
INV.	B23K26/14	B23K26/32	B23K28/02	B23K35/02
	B23K26/20	B23K35/38		B23K35/30

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal , WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 878 531 A1 (AI R LIQUIDE SA) 16 January 2008 (2008-01-16) cited in the application paragraph [0007] , [0021] , [0024] , [0026] , [0032] - [0003] , [0036] - [0037] ; claims; figures 1,3 -----	1-12
Y	EP 1 380 380 A2 (AI R LIQUIDE SA) 14 January 2004 (2004-01-14) paragraphs [0025] - [0036] , [0038] , [0045] -----	1-12
A	DD 133 538 A1 (M. PÖEHLER ET AL) 10 January 1979 (1979-01-10) page 1, last paragraph - page 2, paragraph 1; claim 1 ----- - / -	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Spécial catégories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
1 August 2011	08/08/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Jeggy, Thierry

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2011/051015

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 196 336 A (S. B. SMOLLER ET AL) 1 April 1980 (1980-04-01) column 1, lines 18-61 -----	1-6
A	JP 2003 019564 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 21 January 2003 (2003-01-21) abstract -----	1-6
A	DE 198 31 831 A1 (LINDE AG) 14 October 1999 (1999-10-14) column 3, lines 11-23; claims -----	1, 4, 6
A	JP 2003 220481 A (KOBE STEEL LTD) 5 August 2003 (2003-08-05) abstract -----	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2011/051015

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
EP 1878531	AI 16-01-2008	AT BR CA CN EP ES FR JP JP US	477878 T PI0703305 A 2593208 AI 101104225 A 2168710 AI 2350654 T3 2903623 AI 2008018470 A 2011125931 A 2008011720 AI	T A AI A AI T3 AI A A AI	15-09-2010 26-02-2008 12-01-2008 16-01-2008 31-03-2010 25-01-2011 18-01-2008 31-01-2008 30-06-2011 17-01-2008
EP 1380380	A2 14-01-2004	NONE			
DD 133538	AI 10-01-1979	NONE			
US 4196336	A 01-04-1980	JP 54065144	A		25-05-1979
JP 2003019564	A 21-01-2003	JP 3735274	B2		18-01-2006
DE 19831831	AI 14-10-1999	DE 19831833	AI		14-10-1999
JP 2003220481	A 05-08-2003	JP 4035335	B2		23-01-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051015

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B23K26/14 B23K26/32 B23K28/02 B23K35/02 B23K35/30 B23K26/20 B23K35/38																
ADD.																
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB																
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B23K																
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche																
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal , WPI Data																
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Catégorie*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">no. des revendications visées</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">EP 1 878 531 AI (AI R LIQUIDE SA) 16 janvier 2008 (2008-01-16) cité dans la demande al inéas [0007] , [0021] , [0024] , [0026] , [0032] - [0003] , [0036] - [0037] ; revendications; figures 1,3 -----</td> <td style="padding: 2px;">1-12</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">EP 1 380 380 A2 (AI R LIQUIDE SA) 14 janvier 2004 (2004-01-14) al inéas [0025] - [0036] , [0038] , [0045] -----</td> <td style="padding: 2px;">1-12</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">DD 133 538 AI (M. POEHLER ET AL) 10 janvier 1979 (1979-01-10) page 1, dernier alinéa - page 2, alinéa 1; revendication 1 ----- - / -</td> <td style="padding: 2px;">1-6</td> </tr> </tbody> </table>					Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées	Y	EP 1 878 531 AI (AI R LIQUIDE SA) 16 janvier 2008 (2008-01-16) cité dans la demande al inéas [0007] , [0021] , [0024] , [0026] , [0032] - [0003] , [0036] - [0037] ; revendications; figures 1,3 -----	1-12	Y	EP 1 380 380 A2 (AI R LIQUIDE SA) 14 janvier 2004 (2004-01-14) al inéas [0025] - [0036] , [0038] , [0045] -----	1-12	A	DD 133 538 AI (M. POEHLER ET AL) 10 janvier 1979 (1979-01-10) page 1, dernier alinéa - page 2, alinéa 1; revendication 1 ----- - / -	1-6
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées														
Y	EP 1 878 531 AI (AI R LIQUIDE SA) 16 janvier 2008 (2008-01-16) cité dans la demande al inéas [0007] , [0021] , [0024] , [0026] , [0032] - [0003] , [0036] - [0037] ; revendications; figures 1,3 -----	1-12														
Y	EP 1 380 380 A2 (AI R LIQUIDE SA) 14 janvier 2004 (2004-01-14) al inéas [0025] - [0036] , [0038] , [0045] -----	1-12														
A	DD 133 538 AI (M. POEHLER ET AL) 10 janvier 1979 (1979-01-10) page 1, dernier alinéa - page 2, alinéa 1; revendication 1 ----- - / -	1-6														
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe														
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée																
"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets																
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 1 août 2011		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 08/08/2011														
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Jeggy, Thierry														

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051015

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 196 336 A (S. B. SMOLLER ET AL) 1 avril 1980 (1980-04-01) colonne 1, ligne 18-61 -----	1-6
A	JP 2003 019564 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 21 janvier 2003 (2003-01-21) abrégé -----	1-6
A	DE 198 31 831 A1 (LINDE AG) 14 octobre 1999 (1999-10-14) colonne 3, ligne 11-23; revendications -----	1, 4, 6
A	JP 2003 220481 A (KOBÉ STEEL LTD) 5 août 2003 (2003-08-05) abrégé -----	10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051015

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
EP 1878531	AI	16-01-2008	AT BR CA CN EP ES FR JP JP US	477878 T PI0703305 A 2593208 AI 101104225 A 2168710 AI 2350654 T3 2903623 AI 2008018470 A 2011125931 A 2008011720 AI	15-09-2010 26-02-2008 12-01-2008 16-01-2008 31-03-2010 25-01-2011 18-01-2008 31-01-2008 30-06-2011 17-01-2008
EP 1380380	A2	14-01-2004	AUCUN		
DD 133538	AI	10-01-1979	AUCUN		
US 4196336	A	01-04-1980	JP	54065144 A	25-05-1979
JP 2003019564	A	21-01-2003	JP	3735274 B2	18-01-2006
DE 19831831	AI	14-10-1999	DE	19831833 AI	14-10-1999
JP 2003220481	A	05-08-2003	JP	4035335 B2	23-01-2008