



(51) Classification internationale des brevets :
H05H 1/34 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/052819

(22) Date de dépôt international :
6 décembre 2012 (06.12.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1250925 1 février 2012 (01.02.2012) FR

(71) Déposants : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME
POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, Quai d'Or-
say, F-75007 Paris (FR). AIR LIQUIDE WELDING
FRANCE [FR/FR]; 75, Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) Inventeurs : RENAULT, Thierry; 14, rue Edouard Rémé,
F-95640 Marines (FR). VITHELINGUM, Krishen; 56,
Boulevard Voltaire, F-92600 Asnières sur Seine (FR).

(74) Mandataire : PITTIS, Olivier; L'air Liquide S.A., Direc-
tion 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, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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).

Publiée :

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

(54) Title : PLASMA ARC TORCH WITH IMPROVED AXIAL CENTRING OF THE ELECTRODE

(54) Titre : TORCHE À PLASMA D'ARC AVEC AMÉLIORATION DU CENTRAGE AXIAL DE L'ÉLECTRODE

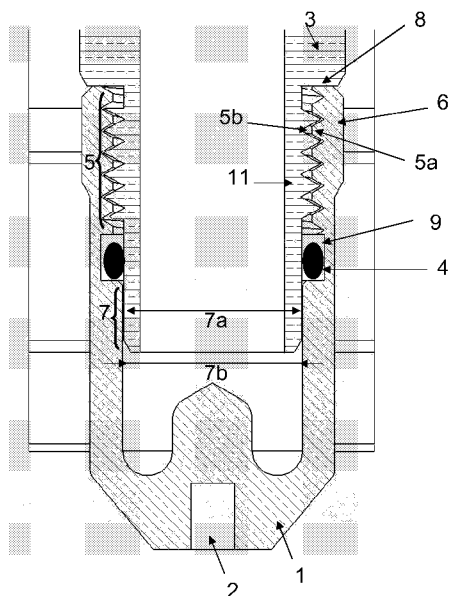


Figure 3

(57) Abstract : The invention relates to an assembly formed from an elec-
trode holder (3) and a removable electrode (1), the upper end of the electrode
(1) being fastened on or around the lower end of the electrode holder (3) by
virtue of fastening means (5) comprising: a first thread (5a) produced in at
least one part of the inside or outside surfaces of the peripheral wall (6) of
the electrode (1); a second thread (5b) produced in at least one part of the
surface of the peripheral wall (11) of the electrode holder (3) located facing
the first thread (5a), said second thread (5b) being fitted to the first thread
(5a) and defining with said first thread (5a) a first amount of play; and means
(7) for centring the axis of symmetry (A) of the electrode (1) with the axis of
symmetry (A') of the electrode holder (3), comprising an outside centring
diameter (7a) and an inside centring diameter (7a) fitted one relative to the
other so as to define between them a second amount of play. According to
the invention, the maximum value of the second amount of play between the
inside and outside centring diameters (7a, 7b) is smaller than the minimum
value of the first amount of play between said first and second threads (5a,
5b). Associated torch and process.

(57) Abrégé : L'invention concerne un ensemble formé d'un porte-électrode
(3) et d'une

[Suite sur la page suivante]



électrode (1) amovible, l'extrémité supérieure de l'électrode (1) étant assemblée dans ou autour de l'extrémité inférieure du porte-électrode (3) grâce à des moyens d'assemblage (5) comprenant un premier filet (5a) réalisé sur au moins une partie d'une des surfaces intérieure ou extérieure de la paroi périphérique (6) de l'électrode (1), un deuxième filet (5b) réalisé sur au moins une partie de la surface de la paroi périphérique (11) du porte-électrode (3) située en regard du premier filet (5a), ledit deuxième filet (5b) étant ajusté au premier filet (5a) et définissant avec ledit premier filet (5a) un premier jeu, et des moyens de centrage (7) de l'axe de symétrie (A) de l'électrode (1) avec l'axe de symétrie (A') du porte-électrode (3) comprenant un diamètre extérieur (7a) centrante et un diamètre intérieur (7b) centrante ajustés l'un par rapport à l'autre de manière à définir entre eux un deuxième jeu. Selon l'invention, la valeur maximale du deuxième jeu entre les diamètres intérieur et extérieur centrants (7a, 7b) est inférieure à la valeur minimale du premier jeu entre lesdits premier et deuxième filets (5a, 5b). Torche et procédé associés.

TORCHE À PLASMA D'ARC AVEC AMÉLIORATION DU CENTRAGE AXIAL DE L'ELECTRODE

L'invention concerne un ensemble pour torche à plasma d'arc formé d'une électrode et d'un porte-électrode permettant d'augmenter la durée de vie des composants de ladite torche et d'en optimiser le fonctionnement en améliorant le centrage axial de l'électrode par rapport
5 aux autres composants de la torche. En outre, l'invention concerne une électrode d'un tel ensemble, ainsi qu'un procédé de coupage de pièce métallique par plasma d'arc mettant en œuvre une torche comprenant ledit ensemble.

Habituellement, une torche à plasma d'arc, en particulier une torche de coupage par
10 plasma d'arc, comprend un corps de torche alimenté en courant et une tête de torche connectée audit corps de torche, celui-ci servant d'interface entre la tête de torche et le générateur de courant, le générateur haute tension / haute fréquence servant à l'amorçage de l'arc électrique ainsi que les alimentations en fluide équipant une installation de coupage par plasma d'arc.

La tête de torche comprend les composants essentiels à l'établissement de l'arc
15 électrique mis en œuvre dans un procédé de coupage par plasma d'arc, à savoir une électrode et une tuyère amont.

Ainsi, la première phase du procédé de coupage par plasma d'arc consiste à amorcer l'arc électrique. Pour ce faire, un potentiel alternatif de l'ordre de 6 à 15 kV et d'une haute fréquence de l'ordre de 10 kHz est appliqué entre l'électrode et la tuyère amont, toutes deux
20 reliées à un générateur de courant délivrant une tension à vide, c'est-à-dire avant amorçage de l'arc électrique, d'environ 350 V. Il s'ensuit l'établissement d'un arc pilote d'une intensité de l'ordre de 15 à 40 A entre l'électrode, reliée au pôle négatif (-) du générateur et formant la cathode, et la tuyère amont, reliée au pôle positif (+) du générateur via une résistance de quelques ohms et formant l'anode. La tension résultante est de l'ordre de 20 à 60 V.

En outre, un flux de gaz plasmagène alimente la tête de torche à plasma d'arc. Ce flux circule jusqu'au canal de sortie de la tuyère amont. Le gaz plasmagène ionisé par l'arc électrique devient donc conducteur et forme un plasma d'arc.

Une augmentation du débit de gaz plasmagène circulant dans la chambre d'arc permet de déplacer le pied de l'arc électrique situé au niveau de l'électrode, encore appelé pied d'arc
30 cathodique, et de le centrer au niveau d'un insert thermo-émissif positionné au centre de

l'extrémité inférieure de l'électrode et généralement formé de tungstène, d'hafnium, de zircon ou de leurs alliages.

Le pied d'arc électrique situé au niveau de la tuyère amont est expulsé en dehors de la torche à plasma d'arc vers la pièce métallique à découper en augmentant le flux de gaz
5 plasmagène délivré à travers la tuyère amont. L'électrode reste directement reliée au pôle négatif du générateur et la tôle à découper est reliée au pôle positif.

Après transfert de l'arc électrique à la tôle, la phase de coupage débute et la tension entre l'électrode et la tôle est de l'ordre de 120 à 220 V. Un jet de plasma d'arc est éjecté par le canal de la tuyère amont. Ce jet de plasma d'arc résulte de la combinaison du jet de gaz
10 plasmagène se propageant à travers le canal de la tuyère amont et de l'arc électrique établi entre l'électrode et la pièce à découper. La chaleur fournie par le plasma d'arc permet de fondre le matériau à découper et ainsi de générer une saignée de découpe.

La Figure 1 schématise les composants essentiels contenus dans une tête de torche à plasma d'arc, à savoir l'électrode 1, munie en son extrémité d'un insert thermo-émissif 2, et la
15 tuyère amont 23 munie d'un canal de sortie 24. Le volume compris entre les parois externes de l'électrode 1 et les parois internes de la tuyère amont 23 forme la chambre d'arc 25, à travers laquelle circule le flux de gaz plasmagène 22, en direction du canal de sortie 24 de la tuyère amont 23, ledit canal étant de forme cylindrique. Le jet de plasma d'arc est éjecté par le canal 24 jusqu'à la pièce à découper positionnée sous la tête de torche (non représentés).

Généralement, le diamètre du canal de la tuyère amont est relativement faible, de
20 l'ordre de 0.5 à 4 mm, ce qui permet de constricter l'arc électrique, c'est-à-dire d'en réduire la section. Ceci permet d'atteindre les fortes densités de courant nécessaires pour opérer la fusion du matériau à découper, typiquement de l'ordre de 10^8 A/m². Plus cette densité de courant est élevée, plus la vitesse de coupe est grande et meilleure est la qualité de coupe.

Le flux de gaz plasmagène entourant l'arc électrique joue le rôle d'isolant thermique et
25 électrique entre le plasma d'arc et les parois internes de la tuyère amont, généralement en cuivre.

Pour un fonctionnement optimal de la torche à plasma d'arc et du procédé de coupage mis en œuvre avec ladite torche, il est nécessaire de garantir un bon centrage de l'arc
30 électrique le long du canal de la tuyère amont.

En effet, la température au centre de l'arc électrique étant très élevée, typiquement de l'ordre de 25000 °C, le moindre décentrage ou défaut de coaxialité entre l'arc électrique et l'axe de symétrie de la tuyère amont induit un échauffement du canal de la tuyère. Il s'ensuit que les parois du canal de la tuyère amont peuvent se déformer, typiquement pour une
5 température excédant 800 °C, voire fondre, si la température desdites parois dépasse la température de fusion du matériau constitutif de celle-ci, i. e. 1100 °C pour le cuivre. Ceci engendre alors une usure prématurée et asymétrique du canal, ce qui dégrade les performances du procédé de coupage mis en œuvre. Il est alors nécessaire de remplacer la tuyère défectueuse, ce qui conduit à une perte de temps et réduit la productivité de l'installation de
10 coupage.

Par ailleurs, tout défaut de centrage ou de coaxialité entre l'arc électrique et le canal de la tuyère amont induit une dégradation des performances de coupe, en termes de vitesse et de qualités de coupe. En particulier, lorsque l'arc électrique n'est pas centré avec l'orifice de sortie du canal, i. e. avec le flux de gaz plasmagène servant à chasser le matériau fondu hors
15 de la saignée de découpe, les performances de coupe sont inégales selon la direction de coupe.

En outre, un bon alignement de l'électrode et de la tuyère amont permet de centrer le pied cathodique de l'arc électrique sur l'insert de l'électrode, et ainsi d'éviter une usure asymétrique de celui-ci.

Par conséquent, il est impératif que l'arc électrique produit par une torche à plasma d'arc soit centré le long du canal de la tuyère amont. Il est donc nécessaire de s'assurer du centrage dudit insert avec le centre du canal de la tuyère amont.
20

L'électrode d'une torche à plasma d'arc est une pièce d'usure qui doit être changée régulièrement. L'électrode doit donc être assemblée mécaniquement à la tête de torche, par l'intermédiaire d'un porte-électrode, et en être aisément amovible.

De plus, afin d'éviter les problèmes susmentionnés et de garantir le centrage de l'insert par rapport au canal de la tuyère, l'électrode doit être assemblée coaxialement au porte-électrode, i. e. leurs axes de symétrie doivent se superposer. En effet, l'axe de symétrie du porte-électrode est confondu avec l'axe de symétrie de la tête de torche elle-même et donc de la tuyère amont et de son canal de sortie.
25

Une méthode connue pour assembler l'électrode et le porte-électrode d'une tête de torche à plasma d'arc est de les visser l'un à l'autre. Pour ce faire, on réalise des pas de vis au
30

niveau de l'extrémité supérieure de l'électrode et de l'extrémité inférieure du porte-électrode, lesdits pas de vis étant aptes à et conçus pour être vissés l'un avec l'autre. Plus précisément, les pas de vis sont obtenus par usinage de filets. Un premier filet est réalisé sur au moins une partie d'une des surfaces intérieure ou extérieure du corps de l'électrode, et un deuxième filet est réalisé sur au moins une partie de la surface du porte-électrode située en regard du premier
5 filet, ledit deuxième filet étant ajusté au premier filet, c'est-à-dire formant le complémentaire de celui-ci, de manière à ce que l'électrode puisse être vissée dans ou autour du porte-électrode.

De tels ensembles formés d'un porte-électrode et d'une électrode vissés l'un à l'autre
10 sont connus notamment des documents US-A-2004/0262270 et WO-A-2010/115397.

Cet assemblage par vissage, associé à un moyen d'étanchéité tel un joint torique et ou un contact métal-métal entre les parties assemblées de l'électrode et du bloc-électrode, présente l'avantage d'être simple et d'assurer une bonne étanchéité entre l'électrode et le porte-électrode.

En effet, une tête de torche à plasma d'arc est en général traversée par un ou plusieurs trajets de fluide de refroidissement, généralement de l'eau, de préférence désionisée, afin d'évacuer la chaleur accumulée par les composants de la torche au cours du procédé de coupage. En particulier, l'électrode d'une torche à plasma comprend un corps creux à l'intérieur duquel circule le fluide de refroidissement.

Toutefois, ce type d'assemblage entraîne un mauvais contrôle de la coaxialité de l'électrode et du porte-électrode une fois assemblés. Dit autrement, il est difficile de contrôler le centrage axial de l'électrode et du porte-électrode, c'est-à-dire la superposition de leurs axes de symétrie.

En effet, les filets réalisés sur chacun des composants définissent entre eux un jeu mécanique, c'est-à-dire un espace laissé entre les composants assemblés. Pour deux pièces vissées l'une dans l'autre, la pièce vissée autour de l'autre définissant un diamètre intérieur contenant et l'autre pièce définissant un diamètre extérieur contenu, le jeu correspond à la différence entre ces deux diamètres mesurée dans un plan perpendiculaire à l'axe de symétrie desdites pièces. Ce jeu est en général compris entre une valeur de jeu minimal et une valeur de
25 jeu maximal qui résultent des tolérances mécaniques définies pour les diamètres contenant et
30 contenu lors de la conception de l'assemblage.

A cause du jeu présent entre les parties vissées de l'électrode et du porte-électrode, l'axe de symétrie (A) de l'électrode 1 effectue lors de son vissage au porte-électrode 3 un mouvement giratoire autour de l'axe de symétrie du porte-électrode (A'). Ce mouvement est symbolisé par le cercle 30 sur la Figure 2. Ce mouvement giratoire résulte de deux contributions : le jeu entre les filets et la forme des filets eux-mêmes. Il s'ensuit que l'électrode 1 se retrouve fixée dans une position où son axe de symétrie A forme un angle avec l'axe de symétrie A' du porte-électrode. Ce désalignement est de plus difficilement contrôlable du fait de la difficulté de garantir une fabrication constante des filets et de la difficulté de contrôler dimensionnellement chaque filet fabriqué.

Différentes alternatives au vissage de l'électrode dans ou autour du porte-électrode ont déjà été proposées pour améliorer le centrage axial de l'électrode par rapport aux autres composants d'une torche à plasma d'arc. Toutefois, aucune de ces solutions n'est vraiment idéale pour assurer un assemblage fiable et étanche de l'électrode au porte-électrode.

Ainsi, le document US-A-5,841,095 divulgue l'utilisation d'un élément à lamelles ressorts agencé entre l'électrode et le logement aménagé dans le porte-électrode. L'élément est constitué de lamelles métalliques courbées exerçant une pression uniforme autour de l'électrode.

Cependant, le dispositif décrit dans US-A-5,841,095 engendre un risque accru de fuite d'eau en provenance du corps creux de l'électrode vers la chambre d'arc, ce qui n'est pas acceptable du fait de la mise en liaison électrique des composants de la torche qui peut en résulter. D'une part, cela peut conduire à l'apparition de potentiels électriques entre les composants de la tête de torche qui perturbent son utilisation dans une installation automatique de coupage. Il s'agit par exemple des courants de fuite qui peuvent provoquer des baisses de tensions et diminuer l'énergie disponible pour amorcer l'arc électrique ou de perturbations de la détection de la tôle par la torche. D'autre part, l'apparition d'eau entre les composants de la torche entraîne un risque d'usure par électrolyse desdits composants.

En outre, l'élément à lamelles divulgué dans US-A-5,841,095 assure le maintien des consommables de la torche, i. e. l'électrode et la tuyère amont. Il est donc soumis à des contraintes mécaniques importantes conduisant à sa déformation et donc à la perte du centrage.

Quant au document EP-A-2339898, il propose d'agencer un élément compressible, en particulier un joint torique, autour de l'électrode d'une torche à plasma d'arc pour la maintenir et s'assurer de son centrage par rapport aux autres composants.

5 Toutefois, cette solution demande une précision d'usinage importante, surtout lorsque l'élément compressible porte sur des surfaces de profil conique et non cylindrique, ce qui complique l'usinage et le contrôle du centrage au plan industriel. De plus, le centrage ce fait à l'aide d'un élément en matériau élastomère. Or, ce type de matériaux présente une tolérance de fabrication sur ces dimensions typiquement comprise entre 0.1 et 0.3 mm. Il s'ensuit des variations non maîtrisées des taux de compression d'un joint à un autre, en particulier en
10 présence de surfaces d'appui coniques, et donc des difficultés à contrôler le centrage axial de l'électrode dans la torche.

Le problème à résoudre est dès lors de pallier tout ou partie des inconvénients susmentionnés, notamment d'améliorer l'assemblage de l'électrode d'une torche à plasma d'arc pour permettre un meilleur centrage axial de ladite électrode par rapport aux autres
15 composants de la torche.

Dit autrement, l'objet de la présente invention est de proposer un solution simple et efficace pour assembler coaxialement l'électrode et le porte électrode d'une torche à plasma d'arc, qui permette en outre un montage et un démontage aisés de l'électrode, tout en étant robuste mécaniquement et en assurant une bonne étanchéité au fluide de refroidissement
20 circulant dans la torche à plasma d'arc.

La solution de l'invention est alors un ensemble formé d'un porte-électrode et d'une électrode amovible, l'extrémité supérieure de l'électrode étant assemblée dans ou autour de l'extrémité inférieure du porte-électrode grâce à des moyens d'assemblage comprenant :

- un premier filet réalisé sur au moins une partie d'une des surfaces intérieure ou
25 extérieure de la paroi périphérique de l'électrode,
- un deuxième filet réalisé sur au moins une partie de la surface de la paroi périphérique du porte-électrode située en regard du premier filet, ledit deuxième filet étant ajusté au premier filet et définissant avec ledit premier filet un premier jeu, et
- des moyens de centrage de l'axe de symétrie de l'électrode avec l'axe de symétrie du
30 porte-électrode comprenant un diamètre extérieur centrant et un diamètre intérieur centrant ajustés l'un par rapport à l'autre de manière à définir entre eux un deuxième jeu,

caractérisé en ce que la valeur maximale du deuxième jeu entre les diamètres intérieur et extérieur centrants est inférieure à la valeur minimale du premier jeu entre lesdits premier et deuxième filets.

Par ailleurs, selon le mode de réalisation considéré, l'ensemble de l'invention peut
5 comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- il comprend en outre des moyens de butée de l'électrode contre le porte-électrode.
- les moyens d'assemblage comprennent en outre au moins un composant d'étanchéité agencé entre l'électrode et le porte-électrode.
- le composant d'étanchéité est agencé dans une gorge périphérique aménagée dans au
10 moins une des parois périphériques de l'électrode et/ou du porte-électrode.
- le composant d'étanchéité est un joint élastomère.
- le premier filet est réalisé sur la surface intérieure de la paroi périphérique de l'électrode et le deuxième filet est réalisé sur la surface extérieure de la paroi périphérique du porte-électrode, le diamètre extérieur centrant étant le diamètre
15 extérieur de l'extrémité inférieure du porte-électrode et le diamètre intérieur centrant étant le diamètre intérieur de l'extrémité supérieure de l'électrode.
- le premier filet est réalisé sur la surface extérieure de la paroi périphérique de l'électrode et le deuxième filet est réalisé sur la surface intérieure de la paroi périphérique du porte-électrode, le diamètre extérieur centrant étant le diamètre
20 extérieur de l'extrémité supérieure de l'électrode et le diamètre intérieur centrant étant le diamètre intérieur de l'extrémité inférieure du porte-électrode.
- l'axe de symétrie de l'électrode forme avec l'axe de symétrie du porte-électrode un angle inférieur à 3°, de préférence inférieur à 1°.
- les premier et deuxième filets définissent entre eux un premier jeu dont la valeur
25 minimale est comprise entre 0.05 et 0.5 mm, de préférence de l'ordre de 0.1 mm.
- les diamètres extérieur et intérieur centrants définissent entre eux un deuxième jeu dont la valeur maximale est comprise entre 0.001 et 0.040 mm, de préférence de l'ordre de 0.010 mm.
- les premier et deuxième filets ont une longueur comprise entre 3 et 10 mm et un pas
30 compris entre 0.5 et 2 mm, de préférence de l'ordre de 1 mm.

- le porte-électrode est formé d'un matériau métallique choisi parmi le cuivre et ses alliages, le laiton ou l'argent et ses alliages.

Selon un autre aspect, l'invention concerne également une électrode d'un ensemble selon l'invention comprenant un corps creux comprenant une paroi périphérique, ladite paroi
5 étant formée de cuivre pur ou d'un alliage de cuivre ou d'argent, et un insert thermo-émissif formé de tungstène, d'hafnium, de zircon ou de leurs alliages.

En outre, l'invention concerne une torche à plasma d'arc comprenant un corps de torche alimenté en courant et une tête de torche connectée audit corps de torche comprenant une électrode, un porte-électrode et une tuyère amont, caractérisée en ce que l'électrode et le
10 porte-électrode forment un ensemble selon l'invention ou l'électrode est selon l'invention, ainsi qu'un procédé de coupage par plasma d'arc d'une pièce métallique mettant en œuvre une torche à plasma d'arc selon l'invention.

L'invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description détaillée suivante faite en références aux Figures annexées parmi lesquelles :

- la Figure 2 est une vue en coupe d'une tête de torche à plasma d'arc selon l'art antérieur, c'est-à-dire sans mise en œuvre de la solution de l'invention,
- la Figure 3 est une vue en coupe d'un ensemble formé d'une électrode et d'un porte-électrode pour tête de torche à plasma d'arc selon un mode de réalisation de l'invention,
- la Figure 3a est une vue de détail de l'ensemble de la Figure 3, et
- la Figure 4 est une vue en coupe d'un ensemble formé d'une électrode et d'un porte-électrode pour tête de torche à plasma d'arc selon un autre mode de réalisation de l'invention.

Habituellement, une torche à plasma d'arc comprend un corps de torche servant
25 d'interface entre la tête de torche, illustrée sur la Figure 2, et un générateur de courant, un générateur haute tension et haute fréquence servant à l'amorçage de l'arc électrique ainsi que les alimentations en fluide de l'installation de coupage par plasma d'arc (non schématisés).

Comme on le voit sur la Figure 2, une tête de torche à plasma d'arc conventionnelle comprend une électrode 1, munie en son extrémité inférieure d'un insert thermo-émissif 2, un
30 porte-électrode 3 sur lequel est assemblée l'électrode 1.

En outre, une tête de torche à plasma d'arc comprend une tuyère amont et un porte-tuyère (non schématisés) supportant la tuyère amont. Une coiffe externe et une tuyère aval (non schématisés), généralement formées d'un matériau appartenant à la famille des cuivreux, sont agencées autour de la tête de torche pour la protéger des chocs et des projections de métal fondu pouvant survenir au cours de la phase de coupage.

Une tête de torche à plasma d'arc comprend également au moins un conduit d'amenée de fluide de refroidissement, en général de l'eau. En effet, les composants de la tête sont soumis à des températures très élevées, aussi bien pendant la phase d'amorçage de l'arc que pendant la phase de coupage. Il est donc nécessaire de les refroidir. En général, les moyens de refroidissement comprenant au moins un trajet de fluide circulant à travers la tête de torche, au contact d'un ou plusieurs composants de la tête de torche. L'eau est injectée dans la tête puis pompée par un groupe de refroidissement pour évacuer la chaleur accumulée par les composants.

En particulier, le conduit 28 alimente en eau l'intérieur du corps de l'électrode 1. Il est donc indispensable d'assurer une bonne étanchéité au niveau de la jonction entre l'électrode 1 et le porte-électrode 3 une fois assemblés.

La tête de torche à plasma d'arc représentée sur la Figure 2 est une tête de coupage par plasma d'arc dite conventionnelle, étant précisé que l'invention peut tout aussi bien être mise en œuvre dans une tête de torche à plasma d'arc destinée au coupage en vortex d'eau (non illustrée).

Dans ce cas, la tête de torche à plasma d'arc est équipée d'une tuyère aval, agencée en aval de la tuyère amont, et comprend un deuxième groupe de trajets d'eau circulant à travers la tête et alimentant ladite tuyère aval. La tête de torche à plasma d'arc comprend alors des moyens de génération de vortex aptes à et conçus pour distribuer par la tuyère aval un jet d'eau se propageant jusqu'à la tôle et formant un vortex autour de la colonne de plasma d'arc établie entre l'électrode et la tôle découpée.

La Figure 2 illustre une tête de torche dans laquelle l'électrode 1 est assemblée au porte-électrode 3 selon l'art antérieur, c'est-à-dire par simple vissage l'un dans l'autre, sans contrôle des jeux entre les filets tel que proposé dans la présente invention. Ce type d'assemblage conduit à un mauvais centrage et à un défaut de coaxialité entre l'électrode 1 et le porte-électrode 3.

Afin d'améliorer l'assemblage de l'électrode 1, et par là-même le centrage de l'insert 2 de l'électrode 1 par rapport au centre du canal de sortie 24 de la tuyère amont 23, on met en œuvre un ensemble formé d'une électrode 1 et d'un porte-électrode 3 selon l'invention.

Dans le cadre de la présente invention, on entend par filet un filetage ou un taraudage, selon qu'il est usiné respectivement sur une surface extérieure de la paroi périphérique d'une pièce de forme cylindrique contenue ou bien sur une surface intérieure de la paroi périphérique d'une pièce de forme cylindrique creuse contenant ladite pièce contenue.

Un mode de réalisation d'un tel ensemble est illustré sur la Figure 3, qui représente une vue en coupe de l'extrémité inférieure d'une tête de torche à plasma d'arc comprenant un ensemble selon l'invention.

L'ensemble est formé d'une électrode 1 amovible dont l'extrémité supérieure est assemblée dans ou autour de l'extrémité inférieure du porte-électrode 3 grâce à des moyens d'assemblage 5. L'électrode 1 est une pièce de révolution comprenant un corps creux formé d'une paroi périphérique 6 de forme cylindrique. Ledit corps est ouvert en son extrémité supérieure et fermé en son extrémité inférieure, laquelle extrémité inférieure comprend l'insert thermo-émissif 2. Comme montré sur la Figure 2, le porte-électrode 3 est une pièce de révolution ouverte en ses deux extrémités et comprenant en son extrémité inférieure une partie de forme cylindrique de section restreinte et délimitée par une paroi périphérique 11. C'est au niveau de cette partie que se situent les moyens d'assemblage 5.

Les moyens d'assemblage 5 comprennent un premier filet 5a réalisé sur une partie d'une des surfaces intérieure ou extérieure de la paroi périphérique 6 de l'électrode 1. Ils comprennent également un deuxième filet 5b réalisé sur une partie de la surface de la paroi périphérique 11 du porte-électrode 3 située en regard du premier filet 5a. Le deuxième filet 5b est ajusté, i. e. complémentaire, au premier filet 5a de manière à pouvoir visser l'électrode 1 et le porte-électrode 3 l'un à l'autre.

Plus précisément, le diamètre et le pas du premier filet 5b sont ajustés au diamètre et au pas du premier filet 5a. Toute fabrication mécanique ne pouvant jamais garantir des diamètres de filets strictement égaux, il existe toujours un jeu mécanique, appelé ici premier jeu, c'est-à-dire un espace laissé entre les deux filets assemblés.

La Figure 3a est une vue de coupe longitudinale de l'ensemble de la Figure 3 centrée sur les filets 5a et 5b. Comme on le voit, les filets 5a et 5b résultent chacun de l'usinage d'une

structure hélicoïdale autour des axes de symétrie de l'électrode et du porte-électrode respectivement. Les filets sont formés de motifs, de préférence de profil conique ou tronconique, répétés périodiquement le long de la longueur desdits filets, la période constituant le pas desdits filets.

5 Sur les Figures 3 et 3a, le filet 5b est un filet réalisé sur la surface extérieure du porte-électrode, c'est-à-dire un filet extérieur, encore appelé filetage. Le filet 5a est un filet réalisé sur la surface intérieure de l'électrode, c'est-à-dire un filet intérieur, encore appelé taraudage.

10 Le filet 5b réalisé sur l'électrode 1 vissée autour du porte électrode 3 définit un diamètre intérieur contenant et le filet 5a réalisé sur le porte électrode 3 définit un diamètre extérieur contenu. Le premier jeu correspond à la différence entre ces deux diamètres mesurée dans un plan perpendiculaire à l'axe de symétrie de la torche, c'est-à-dire une distance égale au double de la distance d représentée sur la Figure 3a. Ce premier jeu est en général compris entre une valeur minimale de premier jeu et une valeur maximale de premier jeu. Ces valeurs minimale et maximale résultent des tolérances mécaniques définies pour les diamètres des
15 filets 5a et 5b lors de la conception de l'assemblage.

Selon l'invention, les moyens d'assemblage 5 comprennent en outre des moyens de centrage 7 de l'axe de symétrie A de l'électrode 1 avec l'axe de symétrie A' du porte-électrode 3.

20 Ces moyens 7 comprennent un diamètre extérieur 7a centrant et un diamètre intérieur 7b centrant ajustés l'un par rapport à l'autre. Le diamètre extérieur 7a correspond au diamètre extérieur de la partie non filetée de la paroi périphérique 11 du porte-électrode 3. Le diamètre intérieur 7b correspond au diamètre intérieur de la partie non filetée de la paroi périphérique 6 de l'électrode 1.

25 De par les tolérances définies sur les diamètres 7a et 7b, ceux-ci définissent entre eux un deuxième jeu compris entre une valeur minimale de deuxième jeu et une valeur maximale de deuxième jeu.

30 La caractéristique essentielle de l'ensemble de l'invention réside dans la définition des tolérances d'ajustement pour les moyens d'assemblage 5 et les moyens de centrage 7. En effet, les diamètres 7a et 7b et les filets 5a et 5b sont ajustés de manière à ce que la valeur maximale du deuxième jeu entre les diamètres 7a et 7b centrants soit toujours inférieure à la valeur minimale du premier jeu entre les premier et deuxième filets 5a et 5b.

Typiquement, dans le cadre de la présente invention, les tolérances sur les diamètres extérieur et intérieur 7a et 7b centrants sont telles qu'ils définissent entre eux un deuxième jeu dont la valeur maximale est comprise entre 0.001 et 0.040 mm, de préférence de l'ordre de 0.010 mm.

5 Les tolérances sur les diamètres des premier et deuxième filets 5a et 5b sont telles qu'ils définissent entre eux un premier jeu dont la valeur minimale est comprise entre 0.05 et 0.5 mm, de préférence comprise entre 0.1 et 0.4 mm, de préférence encore de l'ordre de 0.1 mm.

10 Selon l'invention, les filets 5a et 5b sont chacun formés de plusieurs filets. Leur pas est compris entre 0.5 et 2 mm, de préférence de l'ordre de 1 mm. Les filets 5a et 5b ont une longueur comprise entre 3 et 10 mm, c'est-à-dire qu'ils sont réalisés le long des surfaces des parois de l'électrode et du porte-électrode se faisant face sur ladite longueur. Cette longueur est représentée par la double flèche L sur les Figures 3 et 4.

15 L'ensemble de l'invention permet d'améliorer la coaxialité de l'électrode 1 et du porte-électrode 3. Plus précisément, il l'axe de symétrie (A) de l'électrode (1) forme avec l'axe de symétrie (A') du porte-électrode (3) un angle (α) inférieur à 3°, de préférence inférieur à 1°.

20 En fait, en imposant volontairement que le jeu entre les filets 5a et 5b soit supérieur au jeu entre les diamètres centrants 7a et 7b, on s'assure que le centrage et l'alignement de l'électrode 1 avec le porte-électrode est opéré grâce audits diamètres centrants, et non grâce aux filets 5a et 5b. Ce type de centrage axial est plus précis que le centrage par filets car un diamètre peut être usiné et contrôlé dimensionnellement avec beaucoup plus de précision qu'un filet. En d'autres termes, l'invention permet de conserver un assemblage de l'électrode 1 par vissage dans ou autour du porte-électrode 3, qui offre l'avantage d'être simple à mettre en œuvre et d'assurer une bonne étanchéité et un bon contact électrique entre l'électrode 1 et le porte-électrode 3, tout en s'affranchissant des défauts géométriques inhérents aux tolérances sur les filets 5a et 5b.

30 En outre, les moyens d'assemblage 5 peuvent comprendre des moyens de butée 8 permettant de serrer l'électrode 1 contre le porte-électrode 3. Ces moyens de butée 8 peuvent consister en un épaulement usiné au niveau de la paroi périphérique de l'électrode 1 ou du porte-électrode 3.

De préférence, les moyens d'assemblage 5 comprennent au moins un composant d'étanchéité 4, par exemple un joint élastomère, agencé entre l'électrode 1 et le porte-électrode 3. Une gorge périphérique 9 peut être aménagée dans au moins une des parois périphériques de l'électrode 1 et/ou du porte-électrode 3 afin d'y loger le composant d'étanchéité 4.

La Figure 3 schématise un mode de réalisation de l'invention dans lequel l'électrode 1 est vissée autour du porte-électrode 3, c'est-à-dire que l'extrémité supérieure de la paroi périphérique 6 de l'électrode 1 vient couvrir au moins en partie l'extrémité inférieure de la paroi périphérique 11 du porte-électrode 3. Dit autrement, l'électrode 1 forme un écrou et le porte-électrode 3 forme une vis.

Plus précisément, le premier filet 5a est réalisé sur l'extrémité supérieure de la surface intérieure de la paroi périphérique 6 de l'électrode 1 et le deuxième filet 5b est réalisé sur la surface extérieure de la paroi périphérique 11 du porte-électrode 3.

Le diamètre extérieur 7a centrante est le diamètre extérieur de la partie non filetée de la paroi périphérique 11 du porte-électrode 3 et le diamètre intérieur 7b centrante est le diamètre intérieur de la partie non filetée de la paroi périphérique 6 de l'électrode 1.

Selon un autre mode de réalisation, illustré en Figure 4, l'électrode 1 est vissée dans le porte-électrode 3. Dans ce cas, l'extrémité inférieure de la paroi périphérique 11 du porte-électrode 3 recouvre en partie l'extrémité supérieure de la paroi périphérique 6 de l'électrode 1. Dit autrement, l'électrode 1 forme une vis et le porte-électrode 3 forme un écrou.

Dans cette configuration, le premier filet 5a est réalisé sur l'extrémité supérieure de la surface extérieure de la paroi périphérique 6 de l'électrode 1 et le deuxième filet 5b est réalisé sur l'extrémité inférieure de la surface intérieure de la paroi périphérique 11 du porte-électrode 3.

Dit autrement, le premier filet 5a est un filet extérieur, c'est-à-dire un filetage, et le deuxième filet 5b est un filet intérieur, c'est-à-dire un taraudage.

Le diamètre extérieur 7a centrante est le diamètre extérieur de l'extrémité supérieure de l'électrode 1 et le diamètre intérieur 7b centrante est le diamètre intérieur de l'extrémité inférieure du porte-électrode 3.

Quelque soit le mode de réalisation de l'invention, le porte-électrode 3 est formé d'un matériau métallique choisi parmi le cuivre et ses alliages, le laiton ou l'argent et ses alliages.

L'électrode 1 de l'ensemble selon l'invention comprend un corps 10 dont la paroi périphérique 6 est formée de cuivre pur ou d'un alliage de cuivre ou d'argent et dont l'insert thermo-émissif 2 est formé de tungstène, d'hafnium, de zircon ou de leurs alliages..

Selon l'invention, différentes valeurs de diamètres centrants ou de diamètres de filets ainsi que différents couples d'ajustements entre les filets 5a et 5b et les diamètres centrants 7a et 7b peuvent être utilisés, à condition que la valeur maximale du deuxième jeu entre les diamètres 7a et 7b centrants reste inférieure à la valeur minimale du premier jeu entre les premier et deuxième filets 5a et 5b.

Dans un exemple de réalisation de l'invention, dans lequel l'électrode 1 est vissée autour du porte-électrode 3 (Figure 3), le diamètre extérieur centrant 7a du porte-électrode 3 a une valeur nominale de 8 mm. Le diamètre 7a est défini avec une tolérance minimale de 7.986 mm et une tolérance maximale de 7.995. Ceci correspond à un ajustement de type g6 selon la norme NF EN ISO 286 – ISO 8015. L'électrode 1 possède un diamètre intérieur centrant 7b de 8 mm défini avec une tolérance minimale de 8 mm et une tolérance maximale de 8.015 mm. Ceci correspond à un ajustement de type H7 selon la norme NF EN ISO 286 – ISO 8015.

Les tolérances définies sur les diamètres 7a et 7b conduisent à un deuxième jeu compris entre une valeur minimale de 0.005 mm et une valeur maximale de 0.029 mm. Selon la norme NF EN ISO 286 – ISO 8015, l'ajustement des diamètres 7a et 7b est du type H7/g6.

Les filets 5a et 5b sont réalisés sur un diamètre de 10 mm, c'est-à-dire de type M10, avec un pas compris entre 0.5 et 2 mm, de préférence de l'ordre de 1 mm.

Conformément à l'invention, l'ajustement entre les filets est choisi de manière à ce qu'ils définissent entre eux un premier jeu dont la valeur minimale est supérieure à la valeur maximale du deuxième jeu, c'est-à-dire 0.029 mm. Selon la norme NF ISO 965-1, l'ajustement des filets 5a et 5b est alors du type 6e/6H. Le premier jeu entre les filets 5a et 5b est compris entre une valeur minimale de 0.06 mm et une valeur maximale de 0.39 mm.

Par ailleurs, la présente invention concerne une électrode d'un ensemble selon l'invention, ainsi qu'une torche à plasma d'arc, conventionnelle ou à vortex d'eau, comprenant un corps de torche alimenté en courant et une tête de torche connectée audit corps de torche. La tête de torche comprend une électrode 1, un porte-électrode 3 et une tuyère amont 23, l'électrode 1 et le porte-électrode 3 formant un ensemble selon l'invention.

L'ensemble selon l'invention peut équiper tout type de torche à plasma d'arc. L'application principale d'une torche à plasma d'arc selon l'invention est un procédé de coupage de pièce métallique par plasma d'arc, sans ou avec vortex d'eau. En effet, l'ensemble de l'invention permet d'améliorer le centrage axial de l'électrode avec l'axe de symétrie de la
5 torche. Il s'ensuit un meilleur centrage de l'arc électrique le long du canal de la tuyère amont ainsi que sur l'insert thermo-émissif de l'électrode, ce qui améliore la durée de vie des composants de la torche. Par ailleurs, une meilleure coaxialité de l'électrode permet d'optimiser les performances de coupe du procédé de coupage par plasma d'arc mis en œuvre.

Revendications

1. Ensemble formé d'un porte-électrode (3) et d'une électrode (1) amovible, l'extrémité supérieure de l'électrode (1) étant assemblée dans ou autour de l'extrémité inférieure du porte-électrode (3) grâce à des moyens d'assemblage (5) comprenant :

- un premier filet (5a) réalisé sur au moins une partie d'une des surfaces intérieure ou extérieure de la paroi périphérique (6) de l'électrode (1),

- un deuxième filet (5b) réalisé sur au moins une partie de la surface de la paroi périphérique (11) du porte-électrode (3) située en regard du premier filet (5a), ledit deuxième filet (5b) étant ajusté au premier filet (5a) et définissant avec ledit premier filet (5a) un premier jeu, et

- des moyens de centrage (7) de l'axe de symétrie (A) de l'électrode (1) avec l'axe de symétrie (A') du porte-électrode (3) comprenant un diamètre extérieur (7a) centrant et un diamètre intérieur (7b) centrant ajustés l'un par rapport à l'autre de manière à définir entre eux un deuxième jeu,

caractérisé en ce que la valeur maximale du deuxième jeu entre les diamètres intérieur et extérieur centrants (7a, 7b) est inférieure à la valeur minimale du premier jeu entre lesdits premier et deuxième filets (5a, 5b).

2. Ensemble selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de butée (8) de l'électrode (1) contre le porte-électrode (3).

3. Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens d'assemblage comprennent en outre au moins un composant d'étanchéité (6) agencé entre l'électrode (1) et le porte-électrode (3).

4. Ensemble selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le composant d'étanchéité (4) est agencé dans une gorge périphérique (9) aménagée dans au moins une des parois périphériques de l'électrode (1) et/ou du porte-électrode (3).

5. Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le composant d'étanchéité (4) est un joint élastomère.

6. Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier filet (5a) est réalisé sur la surface intérieure de la paroi périphérique (6) de l'électrode (1) et le deuxième filet (5b) est réalisé sur la surface extérieure de la paroi périphérique (11) du porte-électrode (3), le diamètre extérieur (7a) centrant étant le diamètre extérieur de l'extrémité inférieure du porte-électrode (3) et le diamètre intérieur (7b) centrant étant le diamètre intérieur de l'extrémité supérieure de l'électrode (1).

7. Ensemble selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le premier filet (5a) est réalisé sur la surface extérieure de la paroi périphérique (6) de l'électrode (1) et le deuxième filet (5b) est réalisé sur la surface intérieure de la paroi périphérique (11) du porte-électrode (3), le diamètre extérieur (7a) centrant étant le diamètre extérieur de l'extrémité supérieure de l'électrode (1) et le diamètre intérieur (7b) centrant étant le diamètre intérieur de l'extrémité inférieure du porte-électrode (3).

8. Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'axe de symétrie (A) de l'électrode (1) forme avec l'axe de symétrie (A') du porte-électrode (3) un angle (α) inférieur à 3° , de préférence inférieur à 1° .

9. Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les premier et deuxième filets (5a, 5b) définissent entre eux un premier jeu dont la valeur minimale est comprise entre 0.05 et 0.5 mm, de préférence de l'ordre de 0.1 mm.

10. Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les diamètres extérieur et intérieur (7a, 7b) centrants définissent entre eux un deuxième jeu dont la valeur maximale est comprise entre 0.001 et 0.040 mm, de préférence de l'ordre de 0.010 mm.

11. Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les premier et deuxième filets (5a, 5b) ont une longueur comprise entre 3 et 10 mm et un pas compris entre 0.5 et 2 mm, de préférence de l'ordre de 1 mm.

5 12. Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le porte-électrode (3) est formé d'un matériau métallique choisi parmi le cuivre et ses alliages, le laiton ou l'argent et ses alliages.

10 13. Electrode (1) d'un ensemble selon l'une des revendications 1 à 12 comprenant un corps creux comprenant une paroi périphérique (6), ladite paroi (6) étant formée de cuivre pur ou d'un alliage de cuivre ou d'argent, et un insert thermo-émissif (2) formé de tungstène, d'hafnium, de zircon ou de leurs alliages.

15 14. Torche à plasma d'arc comprenant un corps de torche alimenté en courant et une tête de torche connectée audit corps de torche comprenant une électrode (1), un porte-électrode (3) et une tuyère amont, caractérisée en ce que l'électrode (1) et le porte-électrode (3) forment un ensemble selon l'une des revendications 1 à 12 et/ou l'électrode (1) est selon la revendication 13.

20 15. Procédé de coupage par plasma d'arc d'une pièce métallique mettant en œuvre une torche à plasma d'arc selon la revendication 14.

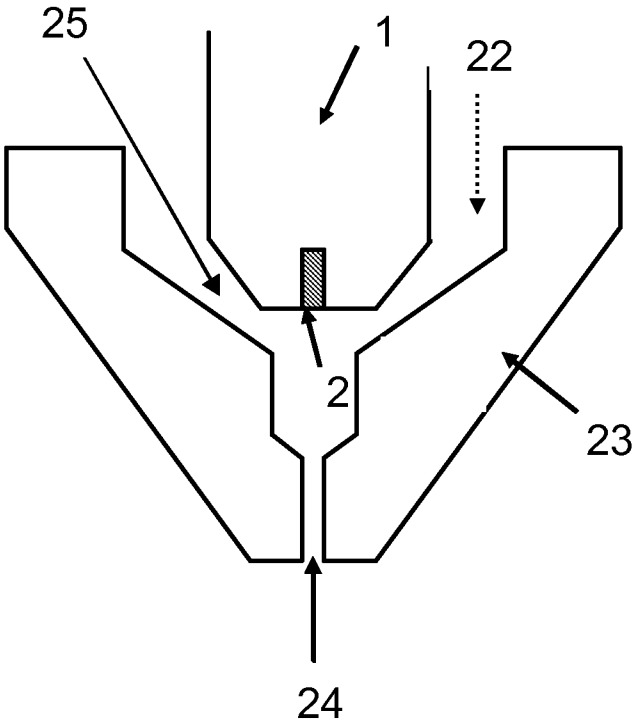


Figure 1

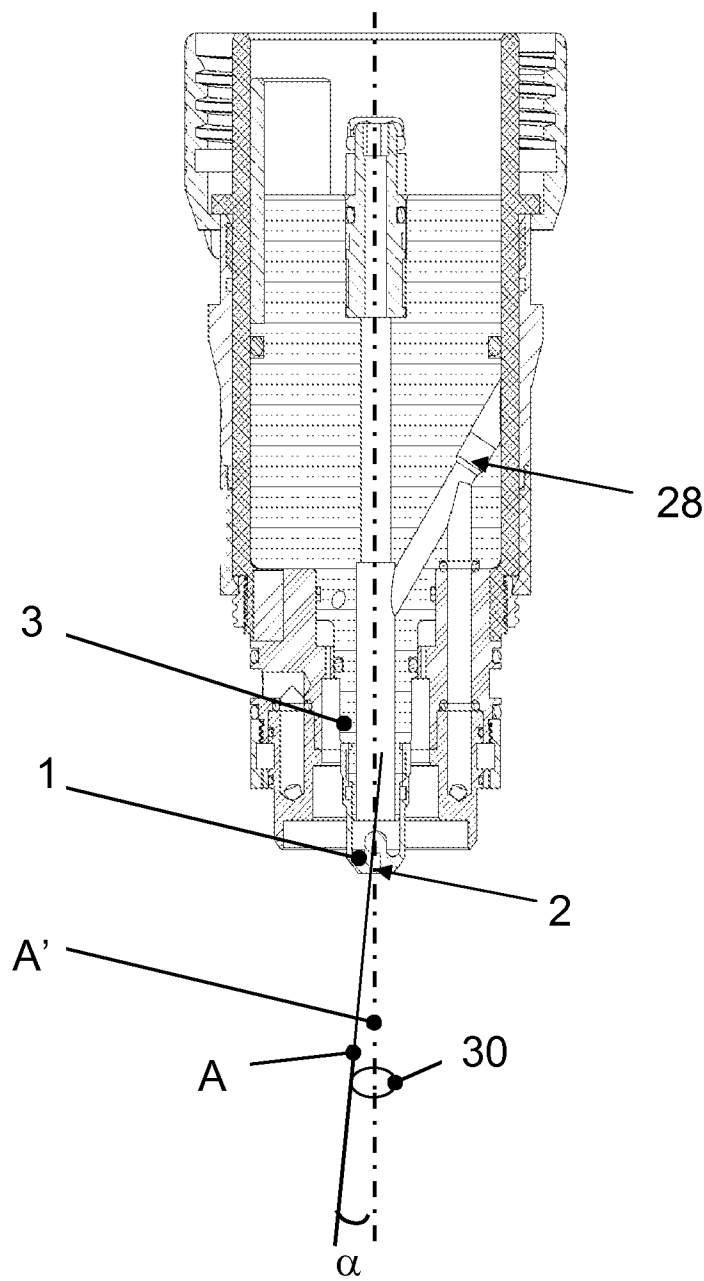


Figure 2

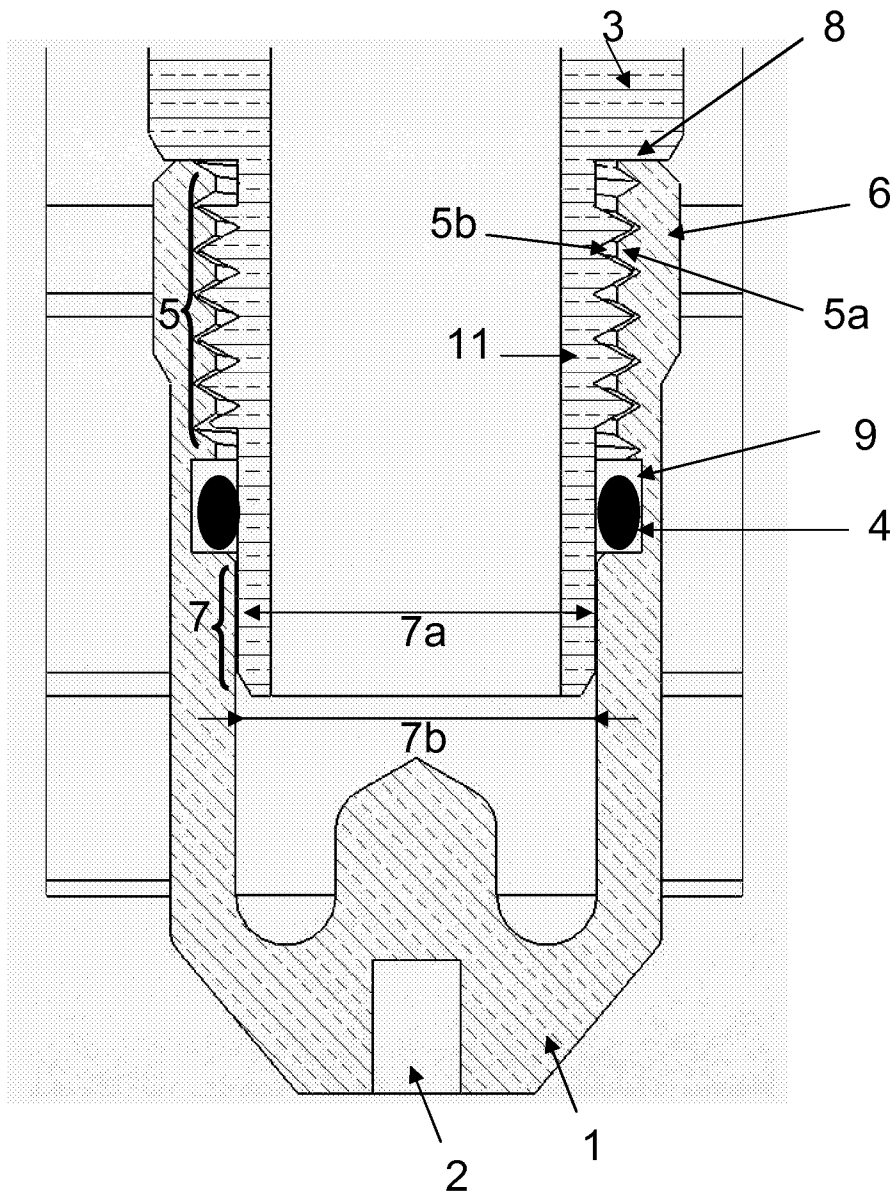


Figure 3

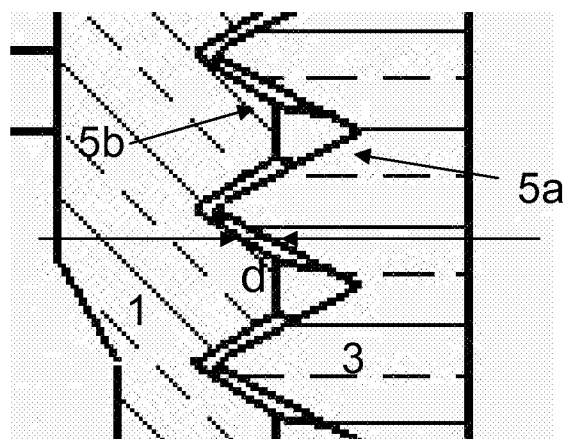


Figure 3a

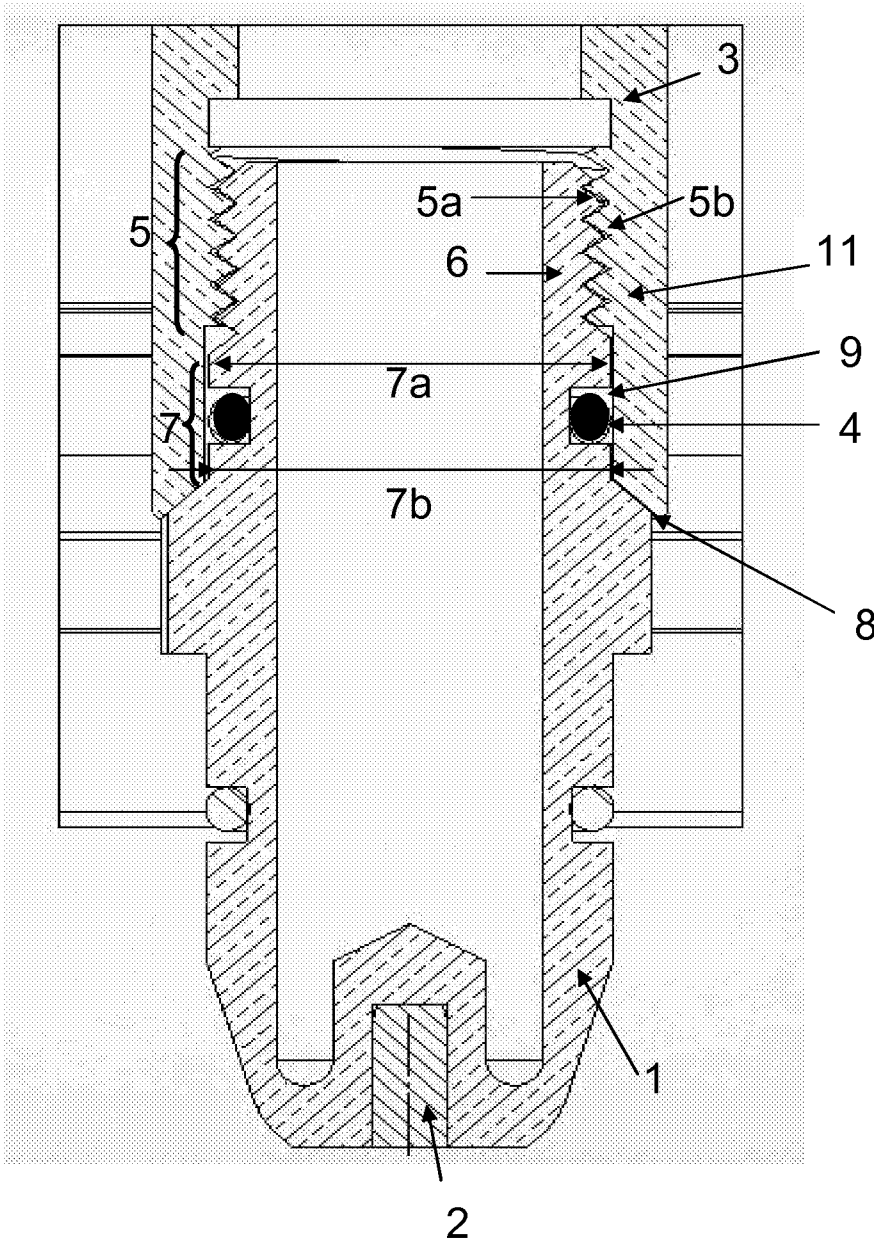


Figure 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/052819

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H05H1/34

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)

H05H

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 practicable, 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.
X	WO 2010/115397 A2 (KJELLBERG FINSTERWALDE PLASMA [DE]; LAURISCH FRANK [DE]; KRINK VOLKER) 14 October 2010 (2010-10-14) abstract; figures 3,4,8 page 14, line 27 - page 16, line 2 page 13, lines 12-15 -----	1-15
X	US 2004/262270 A1 (HARDWICK STEVEN F [US]) 30 December 2004 (2004-12-30) paragraph [0049] - paragraph [0051]; figures 7,8 -----	1-15
A	US 2004/200810 A1 (BRANDT AARON D [US] ET AL) 14 October 2004 (2004-10-14) column 5, lines 8-29; figures 2-6 ----- -/-	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts 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

15 February 2013

Date of mailing of the international search report

21/02/2013

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

Crescenti, Massimo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/052819

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 289 423 A1 (AEROSPATIALE [FR]) 2 November 1988 (1988-11-02) page 5, line 5 - page 6, line 8; figures 1,2 -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/052819

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010115397	A2	14-10-2010	CN 102388681 A	21-03-2012
			DE 102009016932 A1	21-10-2010
			EP 2417840 A2	15-02-2012
			JP 2012523651 A	04-10-2012
			KR 20110136852 A	21-12-2011
			US 2012132626 A1	31-05-2012
			WO 2010115397 A2	14-10-2010

US 2004262270	A1	30-12-2004	NONE	

US 2004200810	A1	14-10-2004	AT 492144 T	15-01-2011
			AU 2004229670 A1	28-10-2004
			BR PI0409268 A	28-03-2006
			CA 2521009 A1	28-10-2004
			CN 1771766 A	10-05-2006
			CN 101579778 A	18-11-2009
			DE 202004021644 U1	10-09-2009
			EP 1621052 A1	01-02-2006
			EP 2265098 A2	22-12-2010
			EP 2271190 A2	05-01-2011
			ES 2353307 T3	01-03-2011
			IN 219017 A1	13-06-2008
			JP 5105469 B2	26-12-2012
			JP 2006523006 A	05-10-2006
			KR 20060023955 A	15-03-2006
			KR 20090032125 A	31-03-2009
			MX PA05010756 A	25-05-2006
			US 2004200810 A1	14-10-2004
			US 2005092718 A1	05-05-2005
			US 2006151447 A1	13-07-2006
			US 2007045245 A1	01-03-2007
			US 2009308849 A1	17-12-2009
			WO 2004093502 A1	28-10-2004

EP 0289423	A1	02-11-1988	AU 604880 B2	03-01-1991
			AU 1528788 A	03-11-1988
			BR 8802101 A	29-11-1988
			CA 1279106 C	15-01-1991
			DE 3866005 D1	12-12-1991
			DK 209588 A	30-10-1988
			EP 0289423 A1	02-11-1988
			ES 2028319 T3	01-07-1992
			FR 2614750 A1	04-11-1988
			JP 7032074 B	10-04-1995
			JP 63274096 A	11-11-1988
			US 4891490 A	02-01-1990
			ZA 8802807 A	20-10-1988

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/052819

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H05H1/34
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)
H05H

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

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2010/115397 A2 (KJELLBERG FINSTERWALDE PLASMA [DE]; LAURISCH FRANK [DE]; KRINK VOLKER) 14 octobre 2010 (2010-10-14) abrégé; figures 3,4,8 page 14, ligne 27 - page 16, ligne 2 page 13, ligne 12-15 -----	1-15
X	US 2004/262270 A1 (HARDWICK STEVEN F [US]) 30 décembre 2004 (2004-12-30) alinéa [0049] - alinéa [0051]; figures 7,8 -----	1-15
A	US 2004/200810 A1 (BRANDT AARON D [US] ET AL) 14 octobre 2004 (2004-10-14) colonne 5, ligne 8-29; figures 2-6 -----	1-15
A	EP 0 289 423 A1 (AEROSPATIALE [FR]) 2 novembre 1988 (1988-11-02) page 5, ligne 5 - page 6, ligne 8; figures 1,2 -----	1-15



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



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

15 février 2013

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/02/2013

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

Crescenti, Massimo

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/052819

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010115397	A2	14-10-2010	CN 102388681 A	21-03-2012
			DE 102009016932 A1	21-10-2010
			EP 2417840 A2	15-02-2012
			JP 2012523651 A	04-10-2012
			KR 20110136852 A	21-12-2011
			US 2012132626 A1	31-05-2012
			WO 2010115397 A2	14-10-2010

US 2004262270	A1	30-12-2004	AUCUN	

US 2004200810	A1	14-10-2004	AT 492144 T	15-01-2011
			AU 2004229670 A1	28-10-2004
			BR PI0409268 A	28-03-2006
			CA 2521009 A1	28-10-2004
			CN 1771766 A	10-05-2006
			CN 101579778 A	18-11-2009
			DE 202004021644 U1	10-09-2009
			EP 1621052 A1	01-02-2006
			EP 2265098 A2	22-12-2010
			EP 2271190 A2	05-01-2011
			ES 2353307 T3	01-03-2011
			IN 219017 A1	13-06-2008
			JP 5105469 B2	26-12-2012
			JP 2006523006 A	05-10-2006
			KR 20060023955 A	15-03-2006
			KR 20090032125 A	31-03-2009
			MX PA05010756 A	25-05-2006
			US 2004200810 A1	14-10-2004
			US 2005092718 A1	05-05-2005
			US 2006151447 A1	13-07-2006
			US 2007045245 A1	01-03-2007
			US 2009308849 A1	17-12-2009
			WO 2004093502 A1	28-10-2004

EP 0289423	A1	02-11-1988	AU 604880 B2	03-01-1991
			AU 1528788 A	03-11-1988
			BR 8802101 A	29-11-1988
			CA 1279106 C	15-01-1991
			DE 3866005 D1	12-12-1991
			DK 209588 A	30-10-1988
			EP 0289423 A1	02-11-1988
			ES 2028319 T3	01-07-1992
			FR 2614750 A1	04-11-1988
			JP 7032074 B	10-04-1995
			JP 63274096 A	11-11-1988
			US 4891490 A	02-01-1990
			ZA 8802807 A	20-10-1988
