(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 989 295**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **12 53460**

(51) Int Cl[8] : ***B 23 K 35/02*** *(2013.01), B 23 K 35/40*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 16.04.12.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 18.10.13 Bulletin 13/42.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *L'AIR LIQUIDE,SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE Société anonyme* — FR, *AIR LIQUIDE WELDING FRANCE Société anonyme* — FR et *FRO - AIR LIQUIDE WELDING ITALIA S.P.A.* — IT.

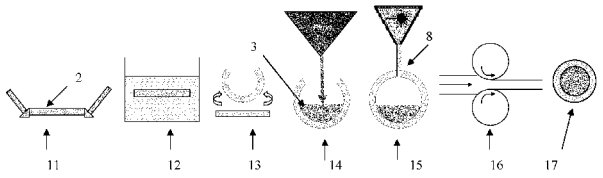
(72) **Inventeur(s) :** BALLERINI GAIA et SCAPPIN MICHELE.

(73) **Titulaire(s) :** L'AIR LIQUIDE,SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE Société anonyme,AIR LIQUIDE WELDING FRANCE Société anonyme, FRO - AIR LIQUIDE WELDING ITALIA S.P.A..

(74) **Mandataire(s) :** L'AIR LIQUIDE.

(54) PROCEDE DE FABRICATION DE FIL FOURRE PAR SOUDAGE LASER AVEC PREPARATION PREALABLE DES BORDS DU FEUILLARD.

(57) L'invention porte sur un procédé de fabrication d'un fil fourré (1) à partir d'une bande métallique (2) et d'un flux interne (3), comprenant les étapes de conformer (13) une bande métallique (2) en une gouttière de section en « U » par rapprochement de ses bords longitudinaux (4, 5) ; remplir (14) la gouttière obtenue avec un flux (3) ; conformer la gouttière remplie par le flux (3) pour obtenir un pré-tube de section en « O », et souder (15) au moyen d'un faisceau laser, les bords longitudinaux (4, 5) l'un avec l'autre. En outre, préalablement à la première étape de conformage, on opère un usinage (11) de la surface latérale (6,7) d'au moins l'un des deux bords (4, 5) de la bande métallique pour lui conférer une rugosité de surface inférieure à 50 µm. De plus, le rapprochement des bords (4, 5) longitudinaux s'effectue jusqu'à obtenir un espacement entre les surfaces latérales (6, 7) desdits bords longitudinaux inférieur à 50 µm, mesuré au point d'impact du faisceau laser. Fil fourré directement obtenu par le procédé de fabrication de l'invention.



FR 2 989 295 - A1

L'invention concerne un procédé de fabrication d'un fil fourré étanche destiné au soudage à l'arc électrique, dans lequel le feuillard, c'est-à-dire l'enveloppe métallique externe du fil, est d'abord usiné, éventuellement nettoyé, mis en forme de U, rempli avec un flux interne, mis en forme de O, puis soudé par faisceau laser.

Les fils fourrés sont utilisés dans certains procédés de soudage, notamment à l'arc, par exemple en soudage MIG/MAG ou en soudage à l'arc submergé.

Un fil fourré est habituellement constitué d'une enveloppe externe, encore appelée feuillard, formée d'une bande métallique mise sous forme tubulaire, et d'un flux de interne formé d'éléments de remplissage, tels des poudres et/ou des granulés, c'est-à-dire des éléments métalliques, non métalliques ou les deux. Un tel fil fourré est notamment décrit par les documents US-A-6787736 ou FR-A-2766399.

Actuellement, la fabrication d'un fil fourré peut être réalisée selon plusieurs procédés présentant chacune des avantages et des inconvénients.

Selon un procédé connu, on part d'une bande métallique qui est progressivement pliée par des galets formeurs de manière à rapprocher ses deux bords longitudinaux l'un de l'autre, puis remplie avec un flux de remplissage. Dans ce cas, les bords longitudinaux du tube formant le fil ne sont pas soudés et donc le fil n'est pas étanche.

Ce premier procédé est simple à mettre en œuvre et permet de produire des fils avec une composition interne homogène. Toutefois, les fils fourrés ainsi obtenus sont sensibles à la reprise d'humidité. En effet, puisqu'ils ne sont pas étanches, de la vapeur d'eau peut pénétrer dans le fil durant son stockage, ce qui peut conduire à des niveaux d'hydrogène diffusible trop élevés et donc non acceptables dans les cordons de soudure obtenus avec ces fils.

Par ailleurs, selon un autre procédé décrit par les documents EP-A-847831 ou JP-A-58148096, on produit d'abord en continu un fil tubulaire par rapprochement l'un de l'autre des deux bords d'une bande métallique. Les bords sont ensuite soudés par soudage à haute fréquence pour obtenir un tube vide soudé. Le remplissage avec le flux interne s'effectue ensuite, généralement par vibration. Le fil ainsi obtenu peut être laminé, recuit et/ou tréfilé jusqu'au diamètre désiré. Cette technologie permet de produire des fils fourrés étanches, donc insensibles à la reprise en humidité.

Toutefois, son inconvénient majeur réside le risque de ségrégation des matières premières du flux. En effet, si la granulométrie et/ou la granulation des matières premières du flux n'est pas optimisée, on risque d'avoir une distribution non homogène du flux dans le tube du fait du remplissage par vibration, avec formation d'ilots présentant des compositions

différentes pouvant engendrer des ruptures du fil lors des étapes de tréfilage ou laminage subséquentes, et/ou des hétérogénéités lors du soudage avec le fil ainsi fabriqué.

Un autre procédé connu décrit par les documents US-A-4,673,121, GB-A-1199736, JP-A-56148494 ou WO-A-2010102318 combine les avantages des deux précédents et permet de produire des fils fourrés remplis en ligne. Dans ce cas, le fil est produit à partir d'une bande métallique laminée, mise en forme de « U » puis remplie avec le flux. On poursuit le formage pour aboutir à une forme de « O », puis le tube, encore appelé « pré-tube », est alors soudé par exemple par laser à pénétration totale ou partielle, de manière à obtenir un fil étanche. Ensuite, le tube est tréfilé jusqu'à un diamètre intermédiaire où il subi un traitement thermique et il est enfin réduit à son diamètre final.

Toutefois, un tel procédé engendre un risque de fusion ou de modification thermique et chimique du mélange homogène contenu dans le tube. En effet, lorsque le faisceau laser vient impacter les bords de la bande métallique pour les souder, il y a un risque que le faisceau laser passe entre les deux bords et aille impacter les matières premières du flux, par exemple en cas de surpuissance ponctuelle du générateur laser conduisant à une sur-pénétration locale de soudage et/ou en cas de jeu ponctuel excessif entre les bords à souder.

Le faisceau laser va alors engendrer une fusion des matières premières du flux, donc à leur modification thermique et/ou chimique et à la formation de conglomérats durs, tel que des amas durs en forme de sphères, d'aiguilles ou autres, par exemple formés de particules de composition mixte, à savoir métallique et non métallique, de dimensions variables comprises entre quelque micron (µm) et quelques millimètres (mm) dans les cas les plus défavorables.

Or, les amas ou conglomérats durs ainsi formés engendrent des problèmes soit pendant la phase de laminage et tréfilage du tube car ils peuvent déchirer le feuillard, par exemple si la dimension de l'amas dur est supérieure au diamètre interne du tube ; soit pendant l'utilisation du fil car ces conglomérats durs et de grandes dimensions ne fondent pas de manière uniforme et peuvent générer des défauts dans la soudure, tel que manque de matière, composition du métal déposé non homogène, variation incontrôlée des paramètres de soudage… De plus, les poudres peuvent être également modifiées d'un point de vue chimique par la chaleur dégagée par le faisceau laser conduisant à des variations indésirables de leurs propriétés en soudage.

Le problème à résoudre est donc de proposer un procédé de fabrication en continu de fils fourrés soudés et étanches amélioré, c'est-à-dire de fils non ou très peu sensibles à la reprise en humidité, qui soit simple à mettre en œuvre et permette d'éviter la formation d'amas ou conglomérats durs dans le flux interne de manière à empêcher, à réduire ou à minimiser les incidents lors de leur tréfilage, notamment les ruptures ou déchirements, et/ou

les défauts de soudage lors de l'utilisation de ces fils en procédés de soudage, notamment MIG/MAG, à l'arc submergé ou autre.

La solution de l'invention est un procédé de fabrication d'un fil fourré à partir d'une bande métallique, encore appelée « feuillard », et d'un flux interne, encore appelé « flux de remplissage », comprenant les étapes de :

a) conformer une bande métallique ayant deux bords longitudinaux parallèles en une gouttière de section en « U » par rapprochement de ses bords longitudinaux,

b) remplir la gouttière obtenue à l'étape a) avec un flux, c'est-à-dire qu'un flux de remplissage est introduit dans la gouttière obtenue à l'étape a) pour la remplir de préférence au moins partiellement,

c) conformer la gouttière de section en « U » contenant le flux obtenue à l'étape b) par rapprochement jusqu'au contact ou quasi-contact l'un de l'autre, desdits bords longitudinaux pour obtenir un pré-tube de section en « O », et

d) souder au moyen d'un faisceau laser, les bords longitudinaux l'un avec l'autre,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins l'une des étapes supplémentaires suivantes :

i) préalablement à l'étape a), opérer un usinage de la surface latérale d'au moins l'un des deux bords longitudinaux parallèles de la bande métallique pour conférer à ladite au moins une surface latérale dudit au moins un bord longitudinal, une rugosité de surface inférieure à 50 µm, et

ii) à l'étape c), rapprocher l'un de l'autre les bords longitudinaux jusqu'à obtenir un espacement entre les surfaces latérales desdits bords longitudinaux inférieur à 50 µm, mesuré au point d'impact du faisceau laser avec le ou les bords longitudinaux à souder.

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

- à l'étape i), l'usinage est un chanfreinage ou un coupage.

- à l'étape i), le coupage est opéré avec une ou des lames ou un ou des couteaux de préférence en forme de disques, de préférence encore des couteaux ou lames très effilés.

- à l'étape i), l'usinage est opéré sur la surface latérale des deux bords longitudinaux parallèles de la bande métallique.

- à l'étape i), on opère un usinage de la surface latérale pour conférer à la surface latérale des bords longitudinaux, une rugosité de surface inférieure à 50 µm, de préférence inférieure ou égale à 10 µm, préférentiellement inférieure ou égale à 5 µm, de préférence encore inférieure ou égale à 1 µm.

- à l'étape ii), le rapprochement l'un de l'autre des bords longitudinaux est réalisé au moyen de galets presseurs.

- à l'étape ii), on rapproche l'un de l'autre les bords longitudinaux jusqu'à obtenir un espacement entre les surfaces latérales desdits bords longitudinaux inférieur à 50 µm, de préférence inférieure ou égale à 10 µm, préférentiellement inférieure ou égale à 5 µm, de préférence encore inférieure ou égale à 1 µm.

- les étapes a) à d), i) et ii) sont opérées en continu en conférant à la bande métallique une vitesse de déplacement d'au moins 10 m/min, de préférence d'au moins 15 m/min.

- le faisceau laser vient impacter au moins l'un des bords à souder, après le rapprochement l'un vers l'autre desdits bords longitudinaux à l'étape c), et pendant la mise en contact l'une avec l'autre des surfaces latérales des desdits bords longitudinaux de manière à opérer un soudage et forgeage simultanés desdits bords. Ceci est particulièrement avantageux car cela conduit à un joint entre les deux bords particulièrement étanche et surtout très résistant, donc apte à bien résister sans se rompre aux opérations de tréfilage et laminage subséquentes.

- il comprend, préalablement à l'étape b), une étape additionnelle de nettoyage et/ou de séchage d'au moins les bords longitudinaux de la bande métallique, en particulier une élimination d'huile (i.e. un dégraissage) avec un solvant, un détergent ou une ou plusieurs enzymes actives, ou leurs mélanges.

- le solvant utilisé lors du nettoyage est par exemple un hydrocarbure chlorhydrique dérivé de la distillation du pétrole.

- le détergent utilisé lors du nettoyage est par exemple un détergent alcalin à basse écume.

- la ou les enzymes utilisées lors du nettoyage sont des enzymes actives dans la décomposition des huiles.

- le séchage est effectué par balayage avec un flux gazeux, par exemple un flux d'air, par exemple de l'air comprimé et/ou chauffé, c'est-à-dire à une température d'au moins 25°C, de préférence d'au moins 40°C.

- il comprend en outre au moins l'une des étapes supplémentaires e) à g) suivantes :

e) laminage du fil fourré étanche obtenu à l'étape d),

f) recuit du fil fourré étanche obtenu à l'étape d), et/ou

g) tréfilage du fil fourré étanche obtenu à l'étape d).

- on obtient un fil fourré soudé ayant un diamètre final compris entre 0,5 et 8 mm, de préférence entre 1 et 5 mm environ.

- le soudage laser se fait au moyen d'une source laser de type CO_2, à diodes, à disques ou à fibres, notamment à fibres d'ytterbium.

- la puissance laser du faisceau laser mis en œuvre pendant le soudage est d'au moins 1 kW, généralement d'au moins 2 kW, typiquement comprise entre 3 et 12 kW.

- la bande métallique est en acier, par exemple de l'acier C-Mn.

- la bande métallique utilisée à l'étape a) a une épaisseur comprise entre 0,5 et 5 mm, de préférence entre 1 et 3 mm.

- la bande métallique utilisée à l'étape a) a une largeur comprise entre 20 et 120 mm, de préférence entre 30 et 90 mm, de préférence encore entre 40 et 70 mm.

- la bande métallique utilisée à l'étape a) a une longueur de plusieurs dizaines de mètres, de préférence de plusieurs centaines de mètres.

- l'usinage, préférentiellement un chainfreinage ou un coupage, est opéré au moyen d'une ou plusieurs lames en un matériau très dur, tel le carbure de tungstène, un autre carbure, ou un matériau à base de diamant.

- l'usinage est effectué hors ligne ou en ligne.

- le flux interne comprend des éléments métalliques et/ou non métalliques.

L'invention porte en outre sur un fil fourré de soudage étanche comprenant une enveloppe externe métallique et un flux interne, lequel est directement obtenu par un procédé selon l'invention et comprend donc tout ou partie des caractéristiques ci-avant. Un tel fil fourré peut être utilisé dans tout procédé de soudage à l'arc, notamment les procédés MIG/MAG, à l'arc submergé ou autre.

L'invention va être mieux comprise grâce aux explications suivantes faites en référence aux Figures annexées parmi lesquelles :

- la Figure 1 est une vue en coupe des bords d'un feuillard de fil fourré, avant soudage, fabriqué selon un procédé de l'art antérieur,

- la Figure 2 est une vue en coupe des bords d'un feuillard, avant soudage, fabriqué avec le procédé de la présente invention,

- la Figure 3 est un schéma comparatif du soudage par laser d'un fil selon l'art antérieur et d'un fil selon l'invention, et

- la Figure 4 schématise les étapes d'un procédé de fabrication selon l'invention.

Sur la Figure 1, on peut voir comment se présentent les bords du feuillard 2, c'est-à-dire de l'enveloppe externe métallique, d'un fil fourré 1', après sa mise sensiblement en forme de « O » et son soudage selon un procédé de fabrication avec soudage par faisceau laser 8 selon l'art antérieur, comme schématisé en Figure 3.

On voit que les bords longitudinaux 4, 5 du feuillard 2 ont été rapprochés l'un de l'autre mais qu'il existe toujours un espacement important entre les surfaces latérales des deux bords. Plus précisément, cet espacement est ici de l'ordre de 0,15 mm du côté intérieur et de l'ordre 0,33 mm du côté extérieur du tube. Or, du fait d'un tel écartement résiduel entre les bords à souder, le faisceau laser 8 peut arriver jusque dans le tube 1' et y provoquer des dommages, en particulier détériorer le flux 3 de remplissage qui est typiquement formé de poudres métalliques et/ou non métalliques, en engendrant les problèmes susmentionnés, comme illustré en Figure 3.

Dans le cadre de la présente invention, il a été mis en évidence que cet espacement important avait deux causes principales, à savoir une préparation très insuffisante des surfaces des bords à souder et un réglage inexistant ou imparfait des galets presseurs conduisant à une mauvaise jonction des bords.

Afin d'y remédier, dans le cadre de la présente invention, il a été procédé d'abord à une opération d'usinage de la surface des deux bords de la bande métallique 2 au moyen d'un dispositif de chanfreinage. Cette opération a consisté à usiner les bords 4, 5 de manière à régulariser leurs surfaces 6, 7 et à améliorer ainsi la surface de contact entre les deux bords 4, 5, comme montré en Figures 2 et 3.

Préférentiellement, on opère un usinage par chanfreinage ou par coupage jusqu'à obtenir une rugosité et/ou une irrégularité de la surface des bords inférieure à 50 µm, préférentiellement inférieure ou égale à 10 µm. Un résultat analogue a été obtenu également par coupage des bords au moyen de lames très affûtées en carbure de tungstène.

Ceci contribue à produire un tube quasiment « hermétique » au faisceau laser 8 quand les deux surfaces 4, 5 sont mises en contact l'une de l'autre, juste avant soudage par faisceau laser 8 et donc permet d'éviter que le faisceau 8 ne vienne impacter et détériorer le flux 3 interne contenu dans le fil 1, comme illustré en Figure 3.

Pour mesurer la rugosité obtenue, on utilise un rugosimètre optique, inductif ou mécanique comme décrit par la norme ISO 4288. Si l'on souhaite opérer une mesure en ligne, on utilise préférentiellement un rugosimètre optique ou inductif.

En fait, l'usinage selon l'invention, tel que chanfreinage ou coupage, repose essentiellement sur une élimination régulière de matière, c'est-à-dire de métal, au niveau des surfaces 6, 7 des bords longitudinaux 4, 5 du feuillard 2 (cf. Figure 3) de manière à obtenir des surfaces 6, 7 ou faces latérales aussi « lisses » que possible, c'est-à-dire avec le moins possible de rugosités ou d'aspérités susceptibles d'y créer des espacements importants indésirables, comme expliqué ci-avant et visible sur la Figure 2.

On peut par exemple utiliser une chanfreineuse de référence commerciale *Strip Edge Preparation Unit* ou *DUO 80 - Duo Edge Trimming Machine*, commercialisée par les sociétés Olimpia80 ou Julius, respectivement.

Des essais réalisés ont montré que procéder à un tel usinage des surfaces 6, 7 du feuillard 2 permettait de réduire considérablement les problèmes de détérioration des constituants du flux car le faisceau laser ne peut plus passer entre les surfaces ainsi usinées, comme illustré sur les Figures 2 et 3.

Toutefois, il a été remarqué que, dans certains cas, ce traitement de surface ne suffisait pas à lui seul. Dès lors, des essais complémentaires ont été menés et ont mis en évidence qu'outre l'usinage préparatoire de surface 6, 7 des bords 4, 5 à souder, il était également souhaitable de contrôler deux autres paramètres, à savoir la pression exercées sur les bords par des galets servant à rapprocher les bords l'un de l'autre, et le positionnement du point d'impact du faisceau laser par rapport aux galets, pour obtenir un résultat encore meilleur.

Tout d'abord, ces essais ont montré que si la force exercée par les galets dans le sens tendant à rapprocher les bords l'un de l'autre, était insuffisante, alors il en résultait un mauvais accostage des bords et un espacement résiduel trop important.

Dès lors, pour y remédier, la pression des galets de soudage doit être réglée ou ajustée de manière à obtenir un espacement, c'est-à-dire un jeu, entre le bords à souder, mesuré au niveau du point d'impact du faisceau laser, inférieur à 50 µm (N12), préférablement inférieur ou égal à 10 µm (N10) environ. Opérer un tel réglage ne pose aucune difficulté en pratique et s'opère directement au niveau des galets en agissant sur des organes de réglage, par exemple par vissage ou dévissage.

La Figure 2 représente une bande d'acier 2 d'un fil fourré 1, à laquelle ont été appliquées les étapes de chanfreinage et de contrôle de l'espacement du procédé selon la présente invention. Comme on le voit, les surfaces 6, 7 des bords longitudinaux 4, 5 sont nettement plus lisses et régulières, c'est-à-dire quasiment sans aspérités, contrairement aux surfaces d'un fil 1' selon l'art antérieur tel que représenté en Figures 1.

Par ailleurs, il est particulièrement avantageux de choisir un positionnement du point d'impact du faisceau laser 8 par rapport aux galets tel que le faisceau laser vienne impacter les bords 4, 5 à souder entre les galets dits de « fermage » ou de « fermeture », et les galets dits de « pression » ou de « soudage », de sorte que le faisceau laser vienne impacter au moins l'un des bords à souder, pendant le serrage des deux bords longitudinaux avec les galets dits de « pression » ou de « soudage » .

En d'autres termes, en choisissant avec soin le positionnement du point d'impact du faisceau laser par rapport aux galets et la pression des galets de soudage, on va réaliser un soudage et un forgeage simultanés.

De façon plus générale, la solution proposée par la présente invention permet de fabriquer un fil fourré 1 à partir d'une bande métallique 2 et d'un flux 3, par exemple une bande métallique 2 en acier et un flux 3 de remplissage pulvérulent ou granulaire comprenant des composés métalliques ou non métalliques choisis parmi les éléments suivants : poudre de fer, rutile, CaF_2, ferroalliages de Mn, Si, Cr, Mo, Ni, B et/ou Ti, ou poudres minérales comme les oxydes de Mg ou Al. Une composition typique d'un tel fil fourré (donnée en masse de poudre) comprend de 50 à 80 % de poudre de fer, de 5 à 15 % ferroalliages au silicium, et de 10 à 30 ferroalliages au manganèse ou du manganèse métallique, et éventuellement un ou plusieurs autres ferroalliages de Ni, Mo et/ou Cr par exemple.

La Figure 4 schématise les principales étapes d'un procédé de fabrication d'un fil fourré 1 selon l'invention.

Une bande métallique en acier est d'abord animée d'un mouvement de déplacement au moyen de galets d'entraînement motorisés par exemple et on opère un usinage (en 11) de la surface latérale des deux bords ou flancs longitudinaux 4, 5 parallèles de la bande métallique 2, en particulier par chanfreinage ou coupage, de sorte de rendre leur surface aussi lisse et régulière que désiré, c'est-à-dire de manière à conférer à leurs surfaces latérales, une rugosité de surface inférieure à 10 µm, de préférence inférieure à 5 µm.

Une fois l'usinage 11 terminé, on réalise avantageusement un nettoyage et un séchage (en 12) des bords longitudinaux chanfreinés de la bande métallique, en particulier une élimination d'huile avec essuyage ou séchage subséquent, de manière à les débarrasser d'éventuels résidus qui pourraient s'y trouver et nuire à leu soudage subséquent.

Ensuite, la bande d'acier est mise en forme de gouttière, c'est-à-dire conformée pour présenter une section en « U » (en 13) par rapprochement de ses bords longitudinaux parallèles, au moyen de galets presseurs.

La gouttière ainsi obtenue est progressivement remplie avec le flux 3 formé d'éléments de remplissage susmentionné (en 14), puis progressivement mise sous forme d'un pré-tube non soudé de section en « O » par rapprochement jusqu'au contact ou quasi-contact l'un de l'autre de ses bords longitudinaux par d'autres galets presseurs, encore appelés galets de « fermage » ou de « fermeture ». Pour ce faire, on règle les galets presseurs de « fermage » pour qu'ils exercent une force mécanique sur la bande métallique tendant à rapprocher les bords longitudinaux l'un de l'autre jusqu'à obtenir un espacement, c'est-à-dire un jeu, entre

les surfaces latérales usinées desdits bords inférieur à 50 µm, mesuré au point d'impact du faisceau laser avec le ou les bords longitudinaux à souder.

Le contrôle de la rugosité de surface des bords longitudinaux ou flancs de la bande métallique et le contrôle de l'espacement entre eux permettent d'éviter que le faisceau laser ne pénètre dans le tube et vienne y détériorer les éléments métalliques ou non métalliques formant le flux de remplissage.

Le soudage des bords chanfreinés est réalisé (en 15) au moyen d'un faisceau laser, par exemple un faisceau laser généré par une source laser de type CO_2, à diodes, à disques ou à fibres, notamment à fibres d'ytterbium. La puissance laser mise en œuvre est généralement comprise entre 3 et 12 kW.

Pour améliorer le soudage des deux bords, on positionne, on oriente et/ou on ajuste le faisceau laser 8 de manière à ce qu'il vienne impacter au moins l'un des bords à souder, pendant la compression des bords 4, 5 l'un vers l'autre pour obtenir le mise en contact total ou quasi-total des surfaces latérales usinées l'une avec l'autre de manière à engendrer un soudage et forgeage simultanés ou quasi-simultanés desdits bords.

Enfin, le tube 1 soudé contenant le flux 3 peut subir des opérations subséquentes de laminage et/ou tréfilage (en 16) jusqu'à son diamètre final (17) désiré, typiquement de l'ordre de 0,5 à 5 mm.

Le fil fourré ainsi obtenu peut être utilisé dans tout procédé de soudage à l'arc, notamment un procédé MIG/MAG ou à l'arc submergé.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un fil fourré (1) à partir d'une bande métallique (2) et d'un flux interne (3), comprenant les étapes de :

a) conformer (13) une bande métallique (2) ayant deux bords longitudinaux (4, 5) parallèles en une gouttière de section en « U » par rapprochement de ses bords longitudinaux (4, 5),

b) remplir (14) au moins partiellement la gouttière obtenue à l'étape a) avec un flux (3),

c) conformer la gouttière de section en « U » contenant le flux (3) obtenue à l'étape b) par rapprochement jusqu'au contact ou quasi-contact l'un de l'autre, desdits bords (4, 5) longitudinaux pour obtenir un pré-tube de section en « O », et

d) souder (15) au moyen d'un faisceau laser, les bords longitudinaux (4, 5) l'un avec l'autre,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins l'une des étapes supplémentaires suivantes :

i) préalablement à l'étape a), opérer un usinage (11) de la surface latérale (6,7) d'au moins l'un des deux bords (4, 5) longitudinaux parallèles de la bande métallique pour conférer à ladite au moins une surface latérale (6, 7) dudit au moins un bord longitudinal, une rugosité de surface inférieure à 50 µm, et

ii) à l'étape c), rapprocher l'un de l'autre les bords (4, 5) longitudinaux jusqu'à obtenir un espacement entre les surfaces latérales (6, 7) desdits bords longitudinaux inférieur à 50 µm, mesuré au point d'impact du faisceau laser avec le ou les bords longitudinaux (4, 5) à souder.

2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'à l'étape i), l'usinage (11) est un chanfreinage ou un coupage.

3. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'à l'étape i), le coupage est opéré avec un ou des couteaux ou lames.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à l'étape i), l'usinage (11) est opéré sur la surface latérale (6, 7) des deux bords (4, 5) longitudinaux parallèles de la bande métallique (2).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à l'étape i), on opère un usinage (11) de la surface latérale (6, 7) pour conférer à la surface latérale des bords longitudinaux (4, 5), une rugosité de surface inférieure à 10 µm, de préférence inférieure ou égale à 5 µm.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à l'étape ii), le rapprochement l'un de l'autre des bords longitudinaux (4, 5) est réalisé au moyen de galets presseurs.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à l'étape ii), on rapproche l'un de l'autre les bords longitudinaux (4, 5) jusqu'à obtenir un espacement entre les surfaces latérales (6, 7) desdits bords longitudinaux (4, 5) inférieur à 10 µm, de préférence inférieure ou égale à 5 µm.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les étapes a) à d), i) et ii) sont opérées en continu en conférant à la bande métallique (2) une vitesse de déplacement d'au moins 10 m/min, de préférence d'au moins 15 m/min.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le faisceau laser vient impacter au moins l'un des bords (4, 5) à souder pendant la compression l'un vers l'autre, desdits bords longitudinaux (4, 5) à l'étape c) de manière à engendrer un soudage et un forgeage simultanés desdits bords (4, 5).

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, préalablement à l'étape b), une étape additionnelle de nettoyage et/ou de séchage (12) d'au moins les bords longitudinaux (4, 5) de la bande métallique (2).

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins l'une des étapes supplémentaires a) à g) suivantes :

e) laminage (16) du fil fourré étanche (1) obtenu à l'étape d),

f) recuit du fil fourré étanche (1) obtenu à l'étape d), et

g) tréfilage du fil fourré étanche (1) obtenu à l'étape d).

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on obtient un fil fourré soudé ayant un diamètre final compris entre 0,5 et 5 mm, de préférence entre 1 et 4 mm.

13. Fil fourré (1) de soudage étanche comprenant une enveloppe métallique externe (2) et un flux interne (1), caractérisé en ce qu'il est directement obtenu par un procédé selon l'une des revendications précédentes.

14. Fil fourré de soudage selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il a une enveloppe externe (2) en acier de diamètre compris entre 0,5 et 5 mm.

15. Procédé de soudage à l'arc, notamment un procédé MIG/MAG ou à l'arc submergé, dans lequel on met en œuvre un fil fourré (1) de soudage étanche selon l'une des revendications 13 ou 14.

FIGURE 1

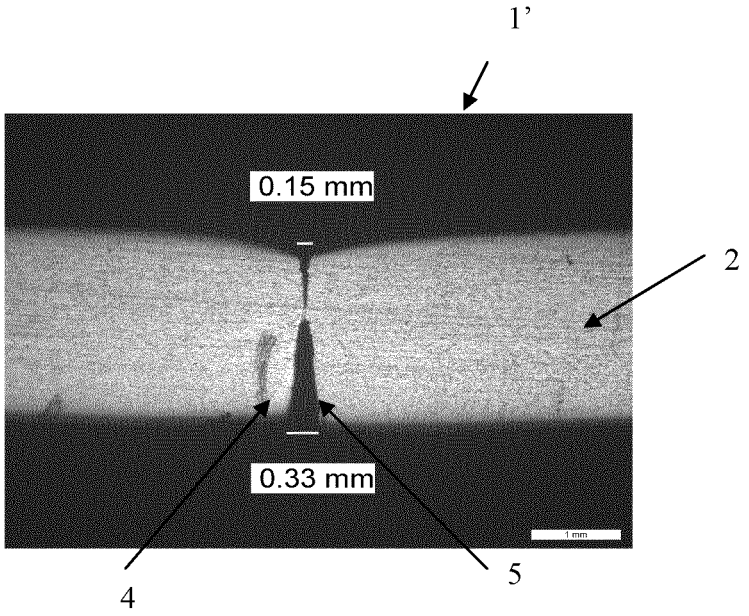


FIGURE 2

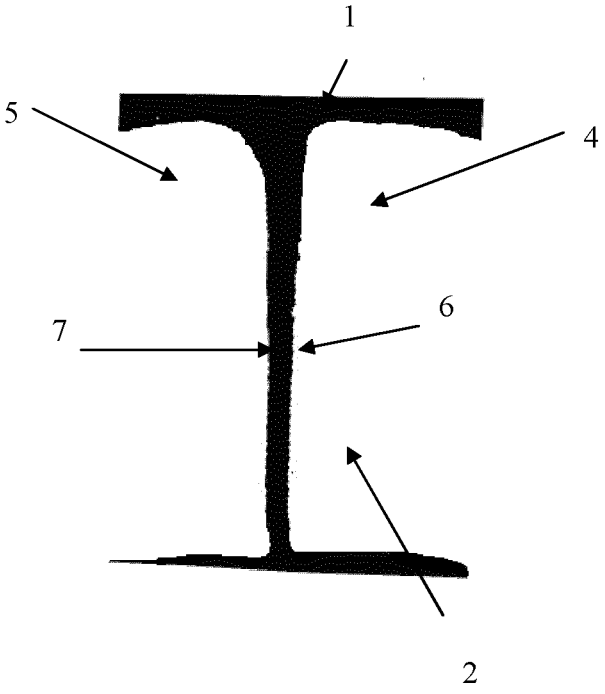


FIGURE 3

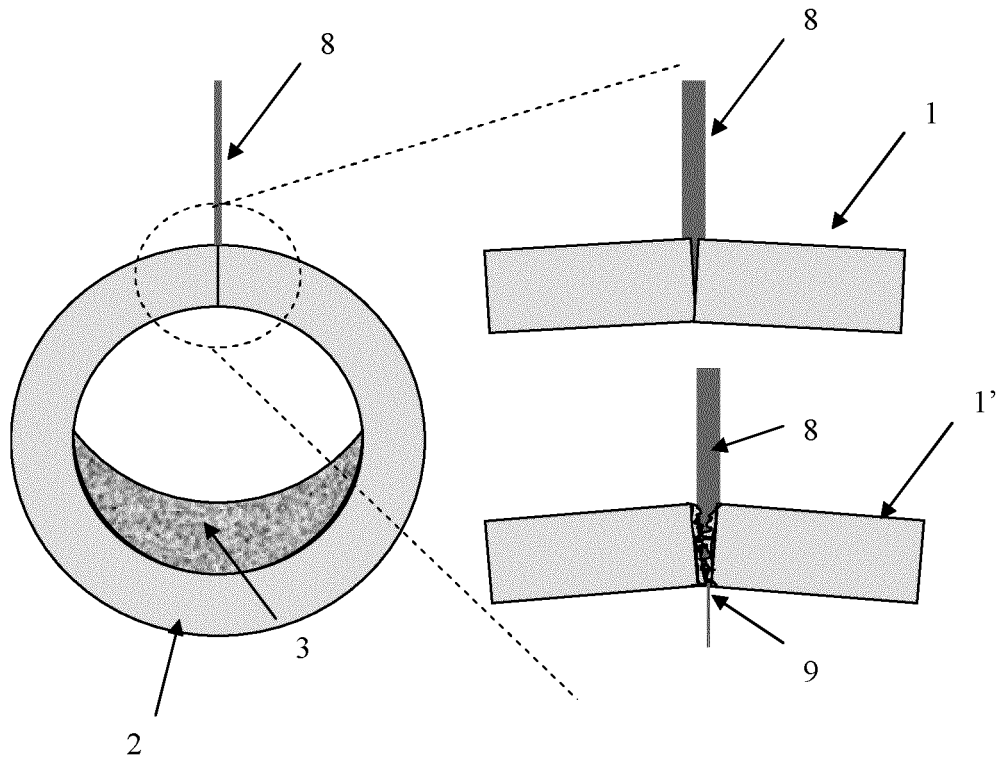
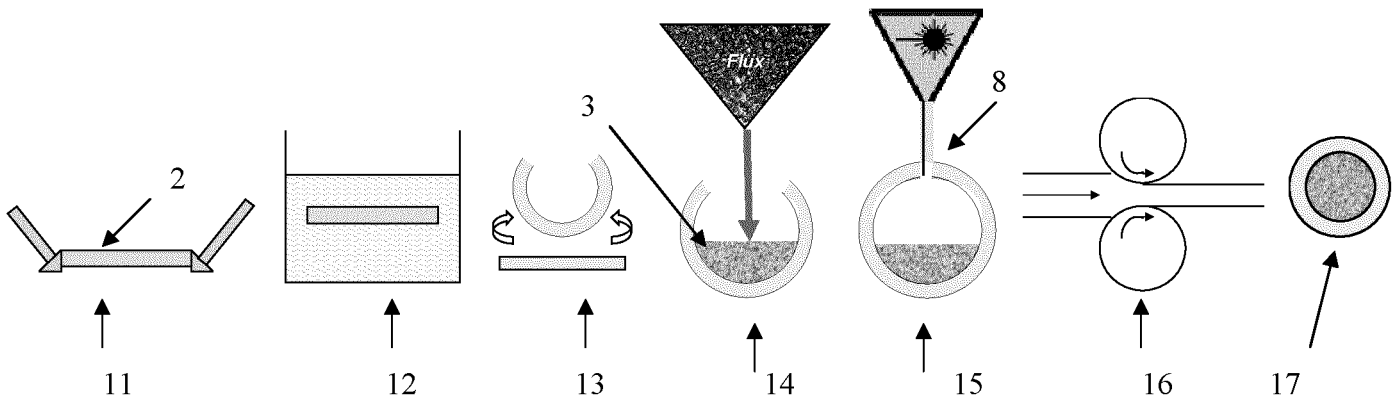


FIGURE 4



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 768015
FR 1253460

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 10 2010 036426 A1 (BUEHLER WUERZ KALTWALZTECHNIK GMBH [DE]) 19 janvier 2012 (2012-01-19) * alinéas [0001], [0002], [0007] - [0025], [0034] - [0044] * * figures 1-7 *	1-13,15	B23K35/02 B23K35/40

X,D	WO 2010/102318 A1 (BOEHLER SCHWEISSTECHNIK [AT]; POSH GERHARD [AT]; MOITZI GUENTER [AT];) 16 septembre 2010 (2010-09-16)	13-15	
A	* page 1, ligne 3 - page 2, ligne 13 * * page 3, ligne 16 - page 4, ligne 26 * * page 5, ligne 10 - page 6, ligne 29 * * page 7, ligne 8 - page 8, ligne 13 * * figures 1-7 *	1-12	

X,D	JP 56 148494 A (NIPPON STEEL CORP) 17 novembre 1981 (1981-11-17)	13,15	
A	* abrégé * * figures 1-2 *	1-12	

X	JP 60 124495 A (NIPPON STEEL CORP) 3 juillet 1985 (1985-07-03)	13,15	
A	* abrégé * * figures 1-5 *	1-12	

	-/--		

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

B23K
B21C

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
17 janvier 2013	Stocker, Christian

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 768015
FR 1253460

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 0 262 363 A2 (HOESCH AG [DE]) 6 avril 1988 (1988-04-06) * colonne 1, ligne 1-8 * * colonne 2, ligne 21 - colonne 4, ligne 8 * * colonne 5, ligne 52 - colonne 6, ligne 5 * * colonne 6, ligne 48-57 * * colonne 7, ligne 33-50 * * colonne 8, ligne 44 - colonne 9, ligne 15 * * colonne 12, ligne 6-15 * * figures 1-7 *	1-12	
A	EP 0 739 678 A1 (NIPPON KOKAN KK [JP]) 30 octobre 1996 (1996-10-30) * page 3, ligne 1-27 * * page 3, ligne 45 - page 4, ligne 9 * * page 3, ligne 43 - page 5, ligne 26 * * figures 1,4-6 *	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
17 janvier 2013	Stocker, Christian

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1253460 FA 768015

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 17-01-2013
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102010036426 A1	19-01-2012	DE 102010036426 A1	19-01-2012
		WO 2012007490 A1	19-01-2012
WO 2010102318 A1	16-09-2010	AT 507914 A1	15-09-2010
		DE 202009007217 U1	27-08-2009
		EP 2406034 A1	18-01-2012
		JP 2012519598 A	30-08-2012
		US 2012061354 A1	15-03-2012
		WO 2010102318 A1	16-09-2010
JP 56148494 A	17-11-1981	AUCUN	
JP 60124495 A	03-07-1985	AUCUN	
EP 0262363 A2	06-04-1988	AR 243106 A1	30-07-1993
		BR 8704959 A	17-05-1988
		CA 1288824 C	10-09-1991
		DE 3632952 A1	07-04-1988
		EP 0262363 A2	06-04-1988
		GR 3000250 T3	15-03-1991
		GR 88300082 T1	21-10-1988
		JP 63090383 A	21-04-1988
		MX 171291 B	18-10-1993
		SU 1718714 A3	07-03-1992
		US 4827099 A	02-05-1989
EP 0739678 A1	30-10-1996	CA 2175169 A1	29-10-1996
		CN 1140116 A	15-01-1997
		DE 69605842 D1	03-02-2000
		DE 69605842 T2	25-05-2000
		DE 69626425 D1	03-04-2003
		DE 69626425 T2	30-10-2003
		EP 0739678 A1	30-10-1996
		EP 0933159 A1	04-08-1999
		JP 8300172 A	19-11-1996
		TW 400262 B	01-08-2000
		US 5900079 A	04-05-1999

EPO FORM P0465