

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 août 1984.

③0 Priorité : US, 1^{er} septembre 1983, n° 528.504.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 10 du 8 mars 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : PPI PERFORMANCE PROCESS INTER-
NATIONAL NV. — Antilles néerlandaises.

⑦2 Inventeur(s) : Jean-Claude Lebel.

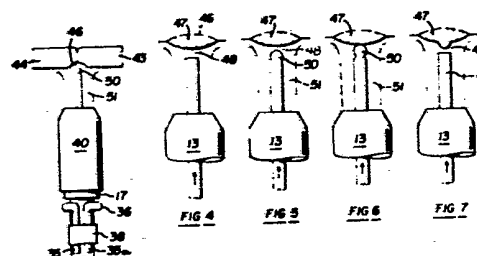
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Regimbeau, Corre, Martin,
Schrimpf, Warcoin, Ahner.

⑤4 Procédé de soudage à l'arc avec apport de métal sous gaz protecteur.

⑤7 L'invention concerne un procédé de soudage à l'arc, avec
apport de métal, sous gaz protecteur.

Le procédé amélioré de l'invention, convenant aussi bien
pour le soudage à plat que pour le soudage hors position,
c'est-à-dire vertical, incliné et en l'air, utilise un pistolet à
électrode consommable de fil, alimenté en continu, s'étendant
sur une grande longueur hors de la pointe de contact du
pistolet, sous un gaz protecteur composé d'un mélange d'ar-
gon, d'hélium et de quantités plus minimes de gaz carbonique
et d'oxygène.



L'invention concerne un procédé amélioré de soudage à l'arc, au métal, et au gaz qui, bien qu'on puisse l'utiliser pour le soudage à plat, convient particulièrement pour le soudage en dehors de cette position. Le procédé concerne plus particulièrement l'utilisation d'un gaz protecteur, composé d'un mélange de quatre gaz, à savoir l'argon et l'hélium, avec des quantités plus minimales de gaz carbonique et d'oxygène. On effectue le soudage au pistolet à l'arc sous gaz protecteur par fusion de l'électrode de fil alimenté en continu.

L'invention concerne particulièrement une amélioration du procédé de soudure à l'arc protégé par un mélange de quatre gaz, à électrode de fil consommable, décrit dans la demande de brevet de John G. CHURCH US Serial n° 404 722 déposée le 3 août 1982. Le concept général de l'utilisation d'un mélange de quatre gaz était connu et décrit par exemple dans les brevets US-A-3.139.506, US-A-2.907.866 et US-A-2.946.847.

A la différence des mélanges de gaz décrits dans les brevets précités de l'art antérieur, le procédé CHURCH précise les compositions spécifiques des mélanges de ces gaz qui se sont révélées produire des effets exceptionnels et inattendus de soudage. Parmi ces effets significatifs, on peut citer de grandes vitesses de fusion, avec des vitesses correspondantes exceptionnellement élevées de dépôts, comparativement aux procédés antérieurs. Les soudures obtenues sont de qualité supérieure en ce qui concerne la forme du cordon de soudure, la pénétration, l'uniformité, les caractéristiques mécaniques comme la résilience, une bonne structure de grain, une diminution de la porosité, etc.

On a utilisé un procédé antérieur de CHURCH avec un pistolet particulier de soudage décrit dans la demande de brevet US Serial n° 349.141 déposée le 16 février 1982. Une électrode consommable de fil est alimentée en continu à travers une pointe tubulaire de contact, qui est entourée par une tuyère tubulaire. L'extrémité libre de la pointe de contact est notablement enfoncée à l'intérieur de la tuyère, de sorte qu'un prolongement particulièrement long de l'électrode dépasse la pointe de contact du pistolet jusqu'à l'extrémité de l'électrode où se produit la décharge de l'arc. Approximativement, la moitié du prolongement de l'électrode est enfoncée dans la tuyère et entourée par celle-ci. Le gaz protecteur s'écoule autour de la pointe et du prolongement de l'électrode, et à travers la tuyère, en une configuration sensiblement longitudinale laminaire. La pointe de contact est énergiquement refroidie par conduction, produite par un conduit externe de liquide de refroidissement, entourant l'extrémité du pistolet qui est éloignée du prolongement de l'électrode.

On connaît déjà des pistolets à électrode de fil consommable, pour souder à l'arc protégé par des gaz, comme par exemple les pistolets de soudage à l'arc décrits dans les brevets US-A-3.283.121 et US-A-3 469 070 et le pistolet de soudage à l'arc sous protection de gaz décrit dans le brevet GB-A-1.094.008. Ces brevets concernent des pistolets de constructions différentes utilisant des gaz de protection s'écoulant autour de la pointe de contact, à l'intérieur des tuyères, avec des moyens de refroidissement des pistolets.

Le procédé de CHURCH envisage le dépôt de gros globules fondus, qui se forment à l'extrémité de l'élec-

trode selon une technique de chute libre ou de projection libre. Ceci signifie que par application d'une énergie électrique suffisamment élevée sur l'électrode, il se forme successivement de gros globules de matière fondue à l'extrémité de l'électrode, dans l'espace de
5 décharge de l'arc. Les globules se détachent de l'électrode et tombent dans la flaque de soudure ou se déposent, principalement sous l'effet des forces de gravitation.

10 Le transfert par projection libre est essentiellement limité au soudage à plat, là où l'espace de décharge de l'arc se situe au-dessous de l'extrémité de l'électrode. Ainsi, bien qu'une partie non négligeable du soudage commercial se fasse dans la position à plat,
15 il existe un besoin d'adaptation du procédé de CHURCH pour le soudage en toutes positions, et en particulier pour le soudage "hors position", comme le soudage en l'air.

Le procédé de soudage à l'arc, au métal et
20 sous gaz de l'invention, convient particulièrement pour le soudage hors position, c'est-à-dire pour le soudage vertical, incliné et en l'air, outre son utilisation pour le soudage à plat. L'invention est basée sur la découverte qu'en combinant des rapports spécifiques de
25 mélanges des quatre gaz, avec un pistolet de soudage à l'arc sous gaz protecteur, à électrode de fil consommable, alimenté en continu, fournissant un écoulement sensiblement laminaire de gaz, longitudinalement à l'axe de l'électrode, avec un prolongement préchauffé
30 de l'électrode résultant d'un long dépassement de celle-ci, avec refroidissement de la pointe de contact du pistolet à travers laquelle passe le fil, on obtient

une soudure de haute qualité, d'une grande vitesse de dépôt, sensiblement dénuée de crachements, par l'emploi d'un mode de transfert par court-circuit comme technique de dépôt. Ceci permet de souder en toutes positions tout en conservant tous les avantages du procédé de CHURCH. De plus, on constate qu'on peut utiliser cette méthode avec un arc plus long, pour le transfert par pulvérisation qui est intéressant pour une grande vitesse de fusion dans la position à plat.

Le gaz protecteur concerné est une composition spécifique d'un mélange de volume proportionnellement élevé de deux gaz nobles, à savoir l'argon et l'hélium, combiné avec un mélange de volume proportionnellement plus faible de gaz carbonique et d'oxygène. L'oxygène est présent en très faible concentration d'environ 0,1 à 1 % en volume. La composition est semblable, mais plus spécifique que celle indiquée dans la demande de brevet de CHURCH précitée.

On constate que la combinaison des compositions particulières de mélanges de gaz, peut être encore davantage précisée et ramenée à trois familles ou groupes de compositions générales, pour souder les aciers doux à faible teneur en carbone, les aciers à faible teneur en alliage et les aciers inoxydables. Quand on utilise ces compositions avec les caractéristiques d'un long dépassement, d'une pointe de contact refroidie, d'un écoulement laminaire, et avec la technique du mode de dépôt de transfert, par court-circuit, (avec une plus faible puissance électrique, il est surprenant de constater qu'on produit des soudures avec des vitesses de fusion et de dépôt très élevées. Il est aussi surprenant de constater, et pour le moment

inexplicable, que l'arc est remarquablement stable et dénué de crachements, les gouttes déposées se déplaçant axialement vis-à-vis de l'électrode, vers la flaque de soudure. Ceci permet une formation excellente, précise et réglée, d'une soudure en l'air aussi bien que dans les autres cas de soudure hors position.

L'invention a pour objet important un procédé de soudage à haute vitesse de fusion, dénuée de crachements, d'application universelle, convenant particulièrement pour le soudage hors position, et qui permet de déposer les gouttes fondues dans une direction axiale réglée.

L'invention sera mieux comprise à la lecture détaillée de la description qui suit et à l'examen des dessins annexés qui représentent à titre non limitatif, divers modes de réalisation de l'invention. Sur ces dessins :

. La Figure 1 est une coupe transversale schématique d'un pistolet de soudage à fil consommable alimenté en continu, le pistolet déposant un cordon de soudure hors position ;

. La Figure 2 est une vue en perspective, éclatée, des éléments de base du pistolet ;

. La Figure 3 représente le pistolet à une échelle réduite, disposé à l'envers pour le soudage en l'air, appliquant une soudure d'assemblage sur les faces inférieures de plaques bout à bout ; et

. Les Figures 4 à 7 représentent schématiquement les opérations successives d'un transfert par court-circuit, utilisé pour le soudage en l'air.

La Figure 1 représente schématiquement un pistolet de soudage à fil consommable. Comme le pistolet

per se n'est pas l'objet de la présente invention, on ne représente pas la poignée usuelle, ni le mécanisme usuel d'alimentation de l'électrode de fil à travers le pistolet, la source d'énergie, les réservoirs de gaz fournissant le mélange de gaz, etc. Ces éléments
5 connus, disponibles dans le commerce, dont la construction ne dépend pas du procédé de l'invention, sont omis sur les dessins.

Le pistolet est un pistolet 10 de soudage à arc, à gaz et métal, à électrode de fil consommable,
10 alimentée en continu. Une électrode de fil 11 se prolonge à travers un alésage central 12 d'une pointe de contact tubulaire en cuivre 13 du pistolet. L'électrode de fil est alimentée selon l'axe à travers la pointe de
15 contact, par un mécanisme conventionnel d'alimentation de fil, non représenté.

La pointe de contact 13 est ajustée à l'intérieur d'un alésage 15, d'un diffuseur de gaz 16, qui comporte une extrémité agrandie, cylindrique, intérieure 17 . Un suralésage agrandi 18, dans l'extrémité
20 cylindrique intérieure 17, contient une cale 20.

La cale 20 se compose d'un corps tubulaire 21, comportant des saillies ou nervures 22 formées à sa surface. La cale s'ajuste exactement dans le sur-
25 alésage 18 et elle est maintenue en place au moyen d'une vis de pression 25, vissée dans un orifice fileté 26 à travers l'extrémité agrandie cylindrique intérieure 17 du diffuseur de gaz.

La pointe de contact tubulaire peut glisser
30 vers le bout à l'intérieur de l'alésage 15 dans le diffuseur de gaz jusqu'à ce qu'elle bute contre la cale 20. Alternativement, on peut l'éloigner de la cale, comme

le montre la Figure 1, pour ajuster sa longueur utile. La pointe de contact est bloquée à friction, en position, par des moyens conventionnels de fixation à friction. On peut, par exemple, utiliser une vis de pression. Un autre moyen usuel de blocage consiste à "désarrondir" ou rendre légèrement ovale une portion de la pointe de contact, avec une dépression correspondante, désarrondie ou ovale, formée dans l'alésage 15 du diffuseur 17. Ainsi, en faisant simplement tourner la pointe de contact, on l'insère dans une position de blocage. Etant donné que ces connexions sont conventionnelles, elles ne sont pas représentées ici. De même la pointe peut être simplement ajustée fermement dans l'alésage pour y être maintenue en place.

Un certain nombre de conduits 27 de passage du gaz sont ménagés dans le diffuseur. Ils s'étendent du suralésage 18 jusqu'à la jonction entre l'extrémité agrandie cylindrique 17 avec la partie principale de plus faible diamètre, du diffuseur. Ces conduits de passage sont espacés et disposés sous un très faible angle vis-à-vis de l'axe du diffuseur. De préférence, l'angle est d'environ 15° . Il peut, par exemple, y avoir six conduits de passage, régulièrement espacés, chacun d'environ 2 mm de diamètre.

Un tube de cuivre 30 comportant une extrémité filetée 31 est en contact avec un logement fileté 32 formé dans l'extrémité agrandie cylindrique 17 du diffuseur. Ce tube est porteur du courant électrique et de l'électrode de fil. Un manchon 33, électriquement isolant, entoure le tube.

Afin de refroidir le diffuseur, qui est de préférence constitué de laiton ou de cuivre, et la

pointe de contact en cuivre, pour qu'ils puissent supporter la chaleur considérable produite par la haute énergie électrique, un tube réfrigérant 35 est disposé le long du tube 30. Ce tube réfrigérant a une courbure circulaire ou un enroulement 36 situé à l'extrémité filetée 31, suivi d'une portion de retour 35a du tube. Par pompage d'eau froide à travers le tube 35, l'enroulement 36 et la portion de retour 35a, à une vitesse relativement élevée, par exemple de 6,8 l/min., l'extrémité du tube de cuivre 30 est refroidie. Par conduction, le diffuseur et la pointe de contact sont aussi vigoureusement refroidis. Ceci leur permet de supporter des charges électriques plus élevées. Il faut remarquer que le système réfrigérant est très simple, sans voies de passages internes compliquées ni scellements, tel qu'utilisés dans les pistolets antérieurement utilisés.

Pour assurer un bon contact de réfrigération entre l'enroulement 36 et le tube de cuivre 30, on forme entre eux un bon assemblage 37 par brasage, comme un brasage à l'argent, qui fournit une bonne conductivité thermique.

On dispose une mordache 38 convenable de serrage du manchon autour du tube de cuivre, du manchon isolant 33 et du tube de réfrigération 35-35a. On peut encore utiliser d'autres manchons isolants ou protecteurs, et, typiquement, une pince manuelle de saisie, ou pour régler l'opération.

Une tuyère allongée tubulaire 40 qui entoure le diffuseur et la pointe de contact, peut être fixée à friction, ou par filetage, ou par vis, à l'extrémité intérieure cylindrique 17 du diffuseur. Ce manchon a une

paroi interne relativement lisse, d'un diamètre uniforme. Il est constitué d'un matériau convenable pour isoler et pour supporter la chaleur. C'est ainsi qu'il peut être constitué soit d'un seul matériau, d'une seule épaisseur, soit d'un matériau stratifié dont la couche intérieure est faite d'un matériau qui résiste mieux à la chaleur.

5

10

Le fonctionnement du pistolet de soudage est schématiquement représenté à la Figure 1, dans une opération de soudage ou de jonction de deux plaques 43 et 44 en métal ferreux, dont les extrémités sont placées bout à bout.

15

20

Le prolongement 45 de l'électrode, qui dépasse la pointe de contact, est considérablement plus long que dans un soudage normal. Ceci provient de ce que l'extrémité de la pointe de contact tubulaire est bien enfoncée dans la tuyère 40, de sorte qu'environ la moitié du dépassement de l'électrode se trouve dans la tuyère et que l'autre moitié se prolonge au-delà. Ce dépassement extra long fournit une résistance électrique accrue, dont résulte un préchauffage de l'électrode de fil considérablement plus élevé que la normale.

25

30

Pendant le soudage, des gouttes fondues successives se forment sur l'extrémité de l'électrode. Avec l'emploi d'un arc court, la goutte fondue se forme dans l'espace 46 de l'arc, étroitement adjacent au dépôt de soudure fondu ou flaque de soudure 47. L'arc 48 (voir Figure 4) est maintenu pendant que la goutte 50 croît (voir Figure 5) jusqu'à ce qu'elle entre en contact physique avec la surface de la flaque de soudure 47 (voir Figure 6). A ce moment se produit un court-circuit qui éteint momentanément l'arc, et la goutte est attirée dans la flaque fondue. La séparation de la goutte de

l'extrémité de l'électrode résulte en un rétablissement de l'arc 48 (voir Figure 7). Cette séquence qui se répète rapidement, est connue sous le nom de technique de dépôt de soudure à arc court et court-circuit.

5 Pendant l'opération de soudage, le gaz de protection s'écoule à travers le tube 30, puis entre les nervures 22 de la cale 20 et à travers les conduits de passage 27 dans le diffuseur. En raison de la faible ouverture d'angle des conduits de passage, le courant gazeux est dirigé contre la paroi interne de la tuyère 10 40, où le gaz est renvoyé en un courant laminaire parallèle à l'axe de la pointe de contact et de l'électrode. Un gaz de protection 51 s'écoule autour de la portion exposée du dépassement, en frappant la pièce travaillée 15 autour de la soudure, puis en se dissipant.

 L'écoulement laminaire du gaz, combiné avec le long dépassement produisant l'électrode préchauffée et avec la forme conductive de réfrigération qui refroidit la pointe de contact, constituent des traits 20 importants de l'invention. L'effet réfrigérant énergique de la circulation d'eau froide à travers le tube réfrigérant permet le passage d'une énergie électrique plus élevée ainsi qu'un préchauffage notable.

 Comme précédemment mentionné, le gaz se compose d'un mélange d'une proportion majeure d'hélium et 25 d'argon, avec une proportion beaucoup plus faible de gaz carbonique et d'oxygène, la proportion d'oxygène était particulièrement minime. La composition générale est la suivante :

30 En volume, gaz carbonique : entre environ 2,5 et 8,5 % ; oxygène : entre environ 0,1 et 0,8 % ; hélium : entre environ 25 et 60 % , argon : le complément à 100 %.

On constate que la composition du gaz doit de préférence tendre vers des intervalles plus étroits pour les trois formes principales de pièces ferreuses utilisées, c'est-à-dire d'acier doux à faible teneur en carbone, d'acier à faible teneur en alliages, et d'acier inoxydable. Le Tableau I indique les intervalles préférés pour ces trois matériaux spécifiques. Les pourcentages indiqués varient quelque peu, en raison de la pureté commerciale des gaz qui est d'environ plus ou moins 2 %. C'est ainsi qu'une variation d'environ ± 5 % des pourcentages indiqués pour chaque gaz individuel est tolérable.

TABLEAU I

INTERVALLES DE COMPOSITIONS POUR LES PIÈCES FERREUSES
SPECIFIQUES

	% CO ₂	% O ₂	% He	% Ar
Acier doux à faible carbone	6,7-8,5	0,3-0,8	25-35	le reste
Acier faiblement allié	3,1-4,0	0,15-0,35	49-57	le reste
Acier inoxydable	2,5-3,4	0,10 - 0,3	52-60	le reste

On a trouvé qu'il faut observer les 5 relations suivantes entre les gaz du mélange, pour déterminer ce mélange :

$$(1) (CO_2 + O_2) + (Ar + He) = 100 \%$$

$$(2) \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} \approx \frac{20}{1} \quad (\text{pour transfert par court-circuit et aussi pour transfert par pulvérisation})$$

$$(2a) \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} \approx \frac{10}{1} \quad (\text{pour transfert par pulvérisation})$$

- 5 (3) Le potentiel d'oxydation de l'oxygène libre et combiné sous forme de gaz carbonique doit être de l'ordre de 0,9 à 2,6. Plus spécifiquement, on le calcule comme suit : % O₂ + 1/4 % CO₂, dont la valeur calculée est donnée dans le Tableau II.

10

TABLEAU II

	Intervalle	Préféré
Acier à faible carbone	2,2 - 2,6	2,4
Acier faiblement allié	1,08 - 1,20	1,14
Acier inoxydable	0,9-1,02	0,96

15

Les relations des potentiels d'oxydation données au Tableau II peuvent varier légèrement, avec les variations du métal contenant plus ou moins de carbone, d'alliages, etc., mais elles indiquent des intervalles raisonnablement précis et utilisables.

20

- (4) On calcule la proportion d'hélium dans le gaz selon la relation suivante : % He = 72,65 - 5,65 (% CO₂), qui a été expérimentalement établie. Cette relation peut toutefois varier dans de faibles limites sans effet notable sur les résultats, bien que ces variations n'ont pas encore été déterminées complètement.

25

(5) Le complément du mélange gazeux, d'après la relation qui précède, est constitué par l'argon.

5 On constate qu'un rapport de gaz carbonique à oxygène d'environ 20/1 est préférable pour l'emploi dans la technique du transfert par court-circuit et convient aussi pour l'emploi dans la technique de transfert par pulvérisation. Mais, si on n'emploie que la technique du transfert par pulvérisation, il est préférable d'abaisser le rapport à environ 10/1. Les mélanges préférés sont indiqués aux Tableaux III et IV.

TABLEAU III
INTERVALLES DE COMPOSITIONS POUR UN RAPPORT
 $\text{CO}_2/\text{O}_2 = 20/1$

	% CO_2	% O_2	% He	% Ar
15 Acier à faible carbone	8	0,4	27,4	le reste
Acier faiblement allié	3,8	0,2	51,2	le reste
Acier inoxydable	3,2	0,15	54,5	le reste

TABLEAU IV
INTERVALLES DE COMPOSITIONS POUR UN RAPPORT
 $\text{CO}_2/\text{O}_2 = 10/1$

20

	% CO_2	% O_2	% He	% Ar
Acier à faible carbone	6,9	0,7	34	le reste
Acier faiblement allié	3,3	0,3	54	le reste
Acier inoxydable	2,7	0,25	57	le reste

A titre d'exemples des paramètres opérationnels, quand on utilise une électrode de fil d'un diamètre de 1,14 mm, la longueur du dépassement au-delà de la tuyère est d'environ 15,87 mm, avec une même longueur enfoncée dans la tuyère, soit un dépassement total d'environ 31,75 mm.

Les électrodes de fil, qui peut être recouvert de flux ou nu, sont du type consommable conventionnel, d'un diamètre compris entre 0,8 mm et 2,4 mm. La dimension peut être aussi faible que de 10,5 mm à 4 mm.

La vitesse d'alimentation en fil varie en fonction de l'épaisseur du fil et du courant qui le traverse, mais généralement, elle est de l'ordre de 2,54 à 2,51 m/min. Par exemple, avec un courant de 90 A et un diamètre du fil de 1,14 mm, la vitesse d'alimentation est approximativement de 2,25 m/min. Avec 440 A, la vitesse d'alimentation est de 25 m/min.

Dans l'exemple typique suivant, le métal de base est un acier doux au carbone, et les électrodes employées répondent aux normes AWS, A 5,18-79, allant de ER70S-2 à ER70S-7. Dans certains cas, on peut aussi employer la norme ER70S-G.

Le courant électrique est compris dans l'intervalle de 90 à 440 A, avec un courant de transition d'environ 220 A, pour 1,14 mm, entre des gouttes plus grandes que le diamètre du fil et des gouttelettes ou des gouttes qui sont de la même dimension ou plus petites que le diamètre du fil. Le potentiel varie approximativement de 20 à 10 % de l'ampérage ; plus spécifiquement, de 90-440 A, le potentiel varie d'environ 19 à 42 V. L'ampérage et le voltage réels sont déterminés par ajustements

opérés par le soudeur au cours de l'opération de soudage. Par ajustements appropriés de l'ampérage et du voltage, on forme des gouttes qui sont à peu près de la dimension du diamètre du fil. Pour un courant plus faible, les gouttes sont plus grandes, et avec l'augmentation du courant, la dimension des gouttes diminue. Pour le transfert par court-circuit, on utilise un courant plus faible. Pour le transfert par pulvérisation, on augmente le courant, en produisant des gouttes plus petites, avec une augmentation de la vitesse de fusion et du dépôt de métal dans la flaque de soudure.

On peut faire varier l'écoulement gazeux dans l'intervalle d'environ 0,707 à 1,698 m³/h, avec une faible pression du gaz, telle que légèrement supérieure à la pression atmosphérique. Ainsi, de l'écoulement du gaz à faible pression à travers les conduits de passage dans le diffuseur, il résulte que ce gaz est dirigé sous un angle très faible vers la paroi intérieure de la tuyère, où le courant gazeux est renvoyé en un écoulement laminaire désiré.

On utilise la technique de dépôt à l'arc court et court-circuit pour le soudage hors de position. Comme représenté sur les dessins, on peut tenir le pistolet de soudage renversé pour former des soudures satisfaisantes en l'air, aussi bien qu'inclinées, à la verticale ou vers le bas. Quand le soudage hors position n'est pas nécessaire, avec une augmentation d'ampérage et de potentiel, on forme de plus petites gouttelettes pour le système de transfert par pulvérisation, et on peut utiliser ce système pour le dépôt rapide de soudure fondue qu'on applique pour le soudage à plat.

Le procédé de soudage de l'invention produit un arc uniforme et stable, avec un mouvement de goutte dirigé selon l'axe du fil, qui résulte en un cordon de soudure linéaire, formé avec une exactitude réglée.

5 L'opération est pratiquement dénuée de crachements. La quantité de scories produite sur le cordon de soudure est minime.

Avec cette méthode, on obtient une réduction notable d'ozone, qu'on estime approximativement à une

10 diminution de $2/3$ à $3/4$ de l'ozone normalement produit pendant le soudage sous gaz protecteurs contenant une proportion élevée d'argon (par exemple, plus de 75 % d'argon), ainsi qu'une réduction très notable des vapeurs produites pendant le soudage. De plus, la forme

15 plus régulière du cordon de soudage donne non seulement un meilleur aspect, mais encore permet une réduction dans la quantité de fil de soudure nécessaire pour former des soudures de forces comparables. En outre, on constate moins de porosité et une teneur réduite en

20 hydrogène dans les soudures formées selon cette méthode, peut être en raison d'une combustion plus efficace des impuretés hydrogénées résiduelles dans l'opération d'étirage du fil, due à son préchauffage. Il existe aussi de bonnes caractéristiques de pénétration, permettant en particulier d'éviter la profonde zone de

25 fusion en forme de doigt, produites dans les autres méthodes, en formant, à la place, une pénétration plus large, en forme de bol. Dans ce système de soudage, on diminue le sous-cavage et il n'existe aucun manque de

30 fusion avec le matériau de base. Il existe aussi une grande résistance au craquelage de la soudure, apparemment due à une structure appropriée de grain dans

le cordon de soudure, avec des grains tendant à irradier depuis un point central, près de la portion supérieure du cordon de soudure. Les soudures formées ont de bonnes propriétés mécaniques, c'est-à-dire des propriétés adéquates de résistance au choc.

Une caractéristique très importante est aussi la grande vitesse de fusion, qui produit une vitesse correspondante très rapide de dépôt de la soudure.

Bien que le procédé soit essentiellement un procédé de soudage plus chaud que les procédés de soudage normaux, on peut aussi l'utiliser comme procédé "froid" par la réduction du courant électrique dans le soudage de feuilles métalliques, ce qui réduit les éclaboussures tout en fournissant une vitesse accrue de fusion et de dépôt du métal de soudure, par rapport aux systèmes antérieurs de soudage. Ceci est particulièrement utile pour le soudage de matériaux en feuilles.

Tandis que la méthode décrite ici concerne le soudage, qui en général se réfère à la jonction de deux pièces métalliques, elle s'applique aussi au surfacage ou à la cémentation de surfaces. C'est-à-dire que dans les zones où on applique un revêtement comme une soudure à un support pour en recharger la surface par exemple, on peut utiliser la présente méthode. Au lieu de former un cordon de soudure, on étale le matériau de la soudure sur toute la surface à la profondeur requise. Ainsi, par le terme de soudage tel qu'utilisé ici, on entend aussi cette forme particulière de revêtement ou de placage, lorsqu'il est applicable.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux exemples décrits. Elle est susceptible de nombreuses variantes, suivant les applications envisagées, sans qu'on s'écarte pour cela de l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

- 1 - Procédé de soudage à l'arc, avec métal sous gaz, pour un soudage à grande vitesse de fusion, pratiquement dénué d'éclaboussures, convenant pour le soudage hors de position de métaux
- 5 ferreux avec l'utilisation d'une électrode consommable de fil maintenu dans la pointe de contact d'un pistolet de soudage à l'arc, avec métal sous gaz, à alimentation en continu, pour faire avancer continuellement l'électrode longitudinalement, vers le dépôt
- 10 de soudure, l'extrémité de l'électrode étant adjacente au bain de dépôt de la soudure en formant un arc avec celui-ci, procédé caractérisé en ce qu'il comprend les opérations qui consistent à :
- 15 faire passer à travers l'électrode un courant électrique d'ampérage et de potentiel suffisants, prédéterminés, pour fondre l'électrode et former sur celle-ci des gouttes fondues qui se déposent sur le bain de soudure ;
- 20 préchauffer et augmenter la vitesse de fusion de l'électrode, par le maintien continu d'un dépassement relativement long de l'électrode, au-delà de la pointe de contact ;
- 25 faire passer continuellement un écoulement de gaz laminaire, sensiblement longitudinal, autour de la pointe de contact, du dépassement de l'électrode et de l'espace de l'arc, ledit gaz comprenant une proportion majeure d'un mélange d'argon et d'hélium, et une proportion mineure d'un mélange de gaz carbonique et d'oxygène ;
- 30 et transférer les gouttes fondues dans le bain de soudure, soit en court-circuitant les gouttes et le bain, pour inclure les gouttes dans celui-ci, pour

le soudage à plat ou hors position, soit par transfert de dépôt par pulvérisation des gouttes de l'extrémité de l'électrode, dans le bain pour le soudage à plat seulement.

5 2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on refroidit vigoureusement l'extrémité de la pointe du pistolet de soudage qui est opposée à l'extrémité du dépassement de l'électrode.

10 3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les relations calculées approximatives volumétriques des gaz sont les suivantes :

 (1) gaz carbonique entre environ 2,5-8,5%, oxygène entre environ 0,1-0,8%, hélium entre environ 15 25-60%, et argon le reste, et

 (2) avec un rapport entre le gaz carbonique et l'oxygène d'environ 10:1 à 20:1 ;

 (3) et avec un potentiel d'oxydation du gaz de protection calculé comme étant la somme du 20 pourcentage d'oxygène et de 1/4 du pourcentage de gaz carbonique, compris entre environ 0,96 et 2,4 ;

 (4) et avec le pourcentage d'hélium dans le gaz total calculé comme étant approximativement 72,65-5,65 fois le pourcentage de gaz carbonique.

25 4 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le mélange gazeux comprend :

 gaz carbonique entre environ 6,7 et 8,5%

 oxygène entre environ 0,3 et 0,8%

 hélium entre environ 25 et 35%

30 argon le reste.

 5 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la composition du gaz comprend :

 gaz carbonique entre environ 3,1 et 4%

 oxygène entre environ 0,15 et 0,35%

35 hélium entre environ 49 et 57%

 argon le reste.

6 - Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que le mélange gazeux comprend :
gaz carbonique entre environ 2,5 et 3,4%
oxygène entre environ 0,10 et 0,3%
5 hélium entre environ 52 et 60%
argon le reste.

7 - Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que le rapport du gaz carbonique
à l'oxygène est égal à environ 20:1.

10 8 - Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que le rapport du gaz carbonique
à l'oxygène est égal à environ 10:1.

FIG. 1

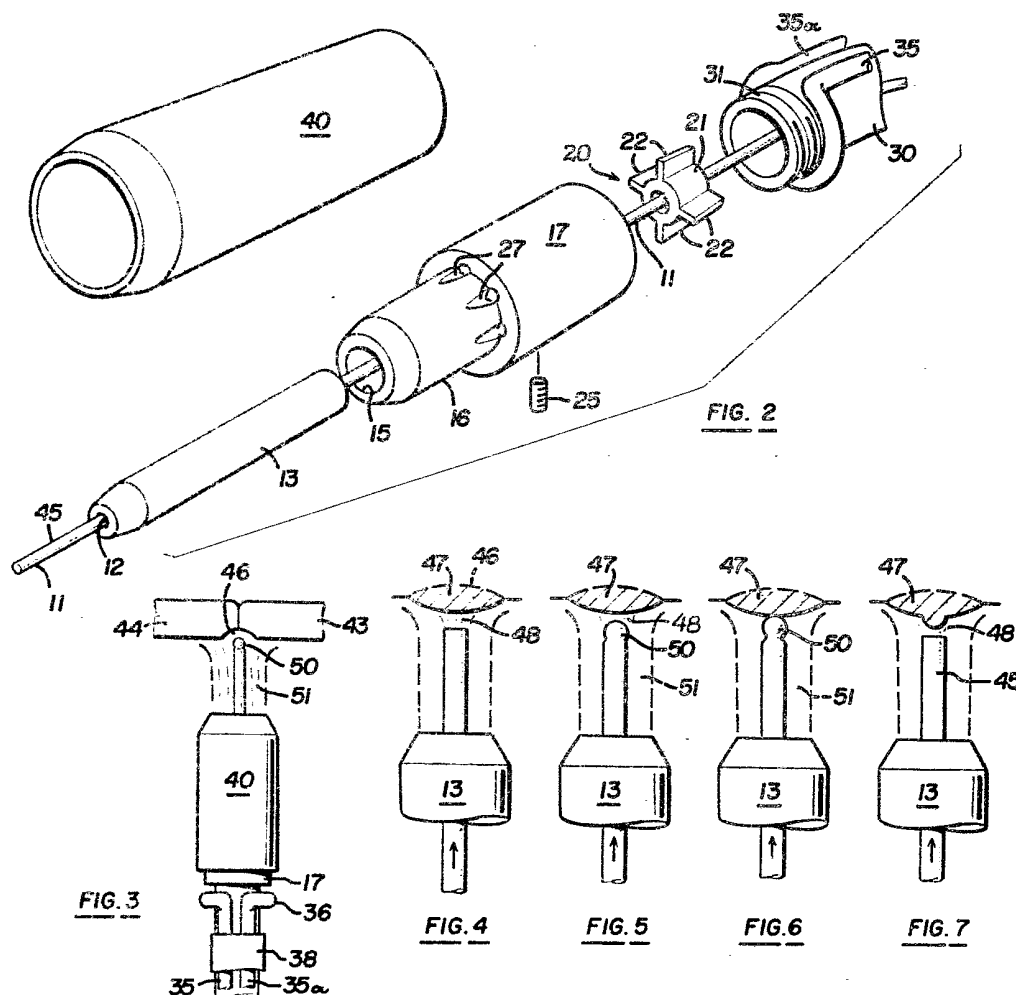
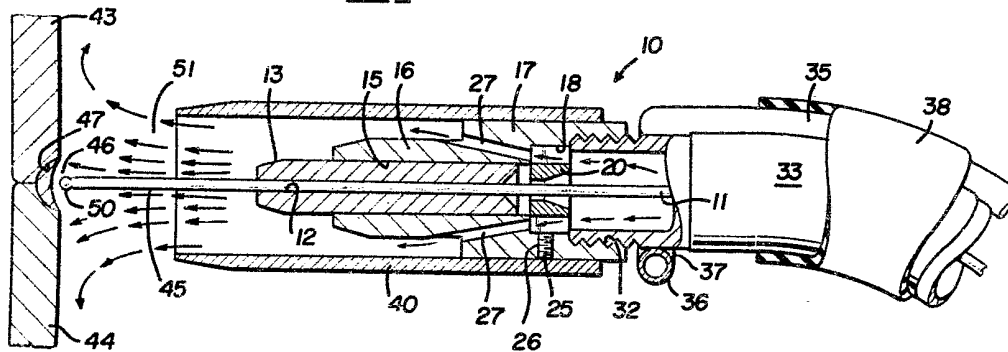


FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5

FIG.6

FIG. 7