



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 655 265 A5

⑤① Int. Cl.4: B 23 H 7/08

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
 Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑳ Numéro de la demande: 6115/83

㉗ Titulaire(s):
 Battelle Memorial Institute, Carouge GE

㉔ Date de dépôt: 14.11.1983

㉘ Inventeur(s):
 Talmor, Yehuda, Genève
 Kornmann, Michel, Grand-Lancy
 Dill, Oscar, Veyrier

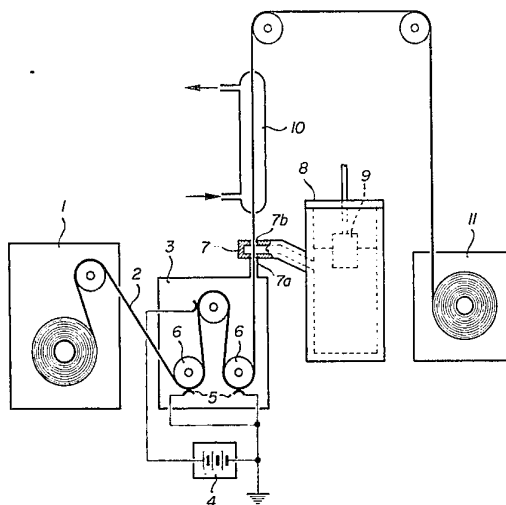
㉔ Brevet délivré le: 15.04.1986

④⑤ Fascicule du brevet
 publié le: 15.04.1986

㉙ Mandataire:
 Blasco Dousse, Carouge GE

⑤④ Procédé de fabrication d'une électrode filiforme pour l'usinage par électro-érosion.

⑤⑦ Le procédé consiste à revêtir un fil de laiton (2) d'une couche d'un métal ou alliage à bas point de fusion et haute tension de vapeur tel que le zinc, le cadmium, le magnésium ou des alliages de ces métaux, en faisant passer le fil verticalement de bas en haut dans une buse (7) alimentée en métal en fusion par un creuset (8). Après refroidissement dans une enceinte (10), le fil ainsi revêtu est amené à son diamètre final et le revêtement à son épaisseur utile par une opération de tréfilage.



Procédé de fabrication d'une électrode filiforme pour l'usinage par électro-érosion comprenant une âme filiforme entourée d'une couche métallique, caractérisé par le fait que l'on choisit un élément filiforme de diamètre supérieur à celui de ladite âme, que l'on préchauffe cet élément à une température située entre 110 et 350°C, que l'on fait défiler axialement l'élément au travers d'une enceinte remplie du métal fondu, destiné à former ladite couche, verticalement et de bas en haut, au travers de deux ouvertures ménagées à l'aplomb l'une de l'autre dans des portions opposées de la paroi de ladite enceinte, la vitesse de défilement de cet élément filiforme étant telle que le temps de séjour de chacune de ses portions ponctuelles dans ledit métal fondu soit inférieur à $5 \cdot 10^{-2}$ s, et que, après solidification du revêtement, l'on soumet l'élément filiforme ainsi revêtu à une opération de tréfilage pour amener tant le diamètre de l'élément filiforme que l'épaisseur du revêtement aux valeurs souhaitées pour l'électrode à obtenir.

La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'une électrode filiforme pour l'usinage par électro-érosion comprenant une âme filiforme entourée d'une couche métallique.

On a déjà proposé de telles électrodes, notamment dans le brevet US N° 4287404. De telles électrodes facilitent l'amorçage des décharges et supportent des intensités élevées. En utilisant un revêtement de zinc ou d'alliage de zinc, la tension de vapeur élevée de ce métal constitue un blindage thermique vis-à-vis de la chaleur dégagée par les décharges, réduisant les risques de rupture de l'âme pour des intensités de courant relativement élevées.

De telles électrodes sont obtenues par dépôt galvanique d'un revêtement métallique et coûtent relativement cher en raison de la vitesse d'un tel processus de dépôt et des problèmes de pollution qui lui sont inhérents. Or la consommation d'électrode est relativement importante. Pour réduire le coût, on a proposé de former une électrode à boucle fermée et de faire passer une portion de cette boucle dans un bac d'électrolyse destiné à régénérer la couche au fur et à mesure de l'utilisation de l'électrode. Cette solution suppose une transformation de la machine, ainsi que l'adaptation du bain électrolytique à la vitesse de défilement du fil imposée par l'usinage par électro-érosion, ce qui ne constitue pas un problème simple. Enfin, l'entretien et la surveillance de la cellule ne sont pas du domaine du mécanicien utilisateur de la machine. C'est sans doute les raisons pour lesquelles de tels fils électrodes ne sont généralement pas régénérés sur la machine d'usinage par électro-érosion.

Le but de la présente invention est d'apporter une solution à la fabrication de tels fils qui soit économiquement plus intéressante que celle proposée jusqu'ici.

On connaît des procédés de revêtement de fil qui consistent à faire passer de bas en haut ce fil dans un bain de métal en fusion. De tels procédés permettent d'obtenir un fil revêtu d'une couche relativement épaisse du métal en fusion, à des vitesses élevées et avec un centrage parfait du revêtement par rapport à l'axe longitudinal du fil. Un tel procédé fait notamment l'objet du brevet US N° 4169426.

La présente invention propose un procédé de fabrication, à grande vitesse, d'électrodes filiformes pour l'usinage par électro-érosion du type susmentionné, fondé en partie sur le procédé de revêtement à haute vitesse ci-dessus.

A cet effet, la présente invention a pour objet un procédé de fabrication d'une électrode filiforme selon la revendication.

Non seulement ce procédé de fabrication propose d'utiliser le procédé de revêtement à haute vitesse connu, mais il permet d'accroître encore très sensiblement la rentabilité du procédé de fabrication en soumettant le fil ainsi revêtu à une opération de tréfilage. Cette combinaison d'opérations de revêtement et de tréfilage, en vue

de produire des électrodes filiformes revêtues pour l'usinage par électro-érosion, est rendue possible du fait que le procédé de revêtement permet de réaliser des couches relativement épaisses et également du fait que le tréfilage du fil revêtu est rendu possible en raison de la non-formation de composés intermétalliques à l'interface, entre l'âme et le revêtement, en raison de la haute vitesse du processus de revêtement à chaud. Il résulte de ce procédé que le coût de fabrication de telles électrodes filiformes, revêtues en vue de l'usinage par électro-érosion, peut être considérablement réduit, compte tenu de l'augmentation sensible de la productivité.

La figure unique du dessin annexé illustre, très schématiquement et à titre d'exemple, une forme d'exécution d'une installation pour la mise en œuvre du procédé objet de l'invention.

Cette installation comporte un poste d'alimentation 1 destiné à délivrer le fil 2 à revêtir. Ce fil passe ensuite dans un poste de préchauffage 3 qui comporte une alimentation de courant continu 4 par frotteurs 5 entre deux poulies 6. Ensuite, le fil 2 passe dans une buse 7 alimentée en métal en fusion par un creuset 8, dont le niveau de métal fondu est commandé par un piston plongeur 9. La buse 7 présente deux ouvertures 7a et 7b situées à l'aplomb l'une de l'autre dans la trajectoire verticale du fil. Au-dessus de cette buse 7 se trouve une enceinte de refroidissement 10 alimentée par une circulation d'eau. A la sortie de cette enceinte, le fil 2 est conduit vers un poste de bobinage 11.

L'installation de tréfilage du fil revêtu n'est pas illustrée ici, étant donné qu'il s'agit d'une installation tout à fait classique. De même, l'installation de revêtement qui vient d'être décrite est, de préférence, précédée d'un poste de nettoyage dans lequel on fait passer le fil dans des solutions de dégraissage et, éventuellement, de décapage chimique, afin de garantir une bonne adhérence du revêtement. L'opération de nettoyage peut également être intercalée entre la sortie du poste d'alimentation et l'entrée du préchauffeur. Ce type de traitement est connu et ne fait pas directement partie de l'invention. C'est la raison pour laquelle il n'est ni décrit ni représenté. Il suffit simplement de savoir que les opérations de nettoyage consistent à faire passer le fil dans une solution alcaline de dégraissage, de le rincer ensuite à l'eau courante, de le faire ensuite passer dans une solution acide de décapage, puis de le rincer à l'eau courante avant de le rincer à l'eau déionisée. Il y a lieu encore de préciser que l'opération de préchauffage dans le poste 3 se déroule dans une atmosphère inerte de $N_2 + H_2$, afin d'éviter l'oxydation du fil.

Le principe du procédé de revêtement du fil 2 à travers la buse 7 consiste à faire passer le fil en le déplaçant de bas en haut et en maintenant le métal en fusion dans la buse 7, de sorte que le fil chaud est mouillé par le métal en fusion et entraîne une couche de métal à sa surface. Comme seuls la mouillabilité du fil par le métal en fusion et le transfert thermique entrent en ligne de compte, l'épaisseur de la couche est égale tout autour de l'âme filiforme, de sorte que cette âme est parfaitement centrée. Par conséquent, l'opération de tréfilage à laquelle ce fil ainsi revêtu est appelé à être soumis permettra d'obtenir un fil revêtu dont l'âme sera parfaitement centrée.

Comme on le verra par la suite, le choix des paramètres de fonctionnement peut être réalisé dans une gamme de vitesses et de températures assez large. De façon générale, plus la vitesse de défilement est grande et plus la température de préchauffage du fil est élevée, plus l'épaisseur de la couche du revêtement diminue. Il existe cependant une valeur maximale de l'épaisseur du revêtement pour un choix précis des paramètres de fonctionnement.

Les fils utilisés pour réaliser les essais ont été des fils de laiton, comprenant 65% Cu, 35% Zn, 0,07% Pb, 0,05% Fe, d'un diamètre de 0,63 mm. Les vitesses de défilement se sont situées entre 30 et 460 m/min, ce qui correspond à un temps de séjour de chacune des portions ponctuelles du fil 2 dans le métal fondu de la buse 7, inférieur à $5 \cdot 10^{-2}$ s. On a constaté que l'effet de la température de préchauffage se fait surtout sentir entre 30 et 150 m/min. Quant à l'effet de la vitesse sur l'épaisseur, celle-ci varie d'environ 150 μ m à 30 m/min à environ 50 μ m à 460 m/min.

Un autre facteur a fait l'objet d'une étude particulière: c'est celui de l'adhérence du revêtement sur le fil. Cette adhérence est premièrement fonction de la propreté du fil et tout le fil revêtu a subi le traitement de dégraissage et de décapage susmentionné. Deux autres facteurs influent sur l'adhérence, soit la température de préchauffage du fil et le temps de contact du fil avec le bain de métal liquide, soit la vitesse de défilement, ce qui revient au même. On a constaté que plus cette vitesse est élevée, plus la température de préchauffage doit l'être également.

Les fils revêtus en vue de réaliser des électrodes par tréfilage sont des fils de 0,63 mm et l'épaisseur de la couche de zinc déposée selon le procédé décrit est de l'ordre de 100 μm pour une vitesse de défilement de l'ordre de 150 à 200 m/min. A cette vitesse, la température de préchauffage doit être supérieure à 200-250° C pour assurer une bonne adhérence du revêtement.

Lors de l'opération de tréfilage à froid, le fil revêtu a été amené d'un diamètre de l'ordre de 0,8 mm à un diamètre de 0,3 mm, constituant le fil destiné à être utilisé en tant qu'électrode dans un proces-

sus d'usinage par électro-érosion. Compte tenu de cette opération, la longueur du fil tréfilé est sept fois plus longue que celle du fil initial, de sorte que la production d'électrode filiforme est de l'ordre de 1000 à 1400 m/min, ce qui donne un diamètre de l'âme de l'électrode de l'ordre de 0,22 mm avec une couche de zinc de l'ordre de 40 μm . Il apparaît que, par rapport au procédé électrolytique, l'augmentation de la productivité est de l'ordre d'un facteur 100. En outre, on peut remarquer, des paramètres discutés précédemment, que ces valeurs ne constituent pas des limites maximales, mais qu'elles se situent dans une gamme moyenne de paramètres.

Le procédé décrit n'est pas limité à l'usage du zinc, mais peut être mis en œuvre avec tout autre métal ou alliage à bas point de fusion et à tension de vapeur élevée, tels que le cadmium et le magnésium ou des alliages de ces métaux. Le fil sur lequel le revêtement pourra être déposé pourra être en laiton ou en cuivre, en acier, ou en tout autre métal susceptible de résister à la température de travail et présentant une résistance à la traction et une conductibilité électrique appropriées.

