

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 27.11.89.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 31.05.91 Bulletin 91/22.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *THERMO COMPACT société
anonyme — FR.*

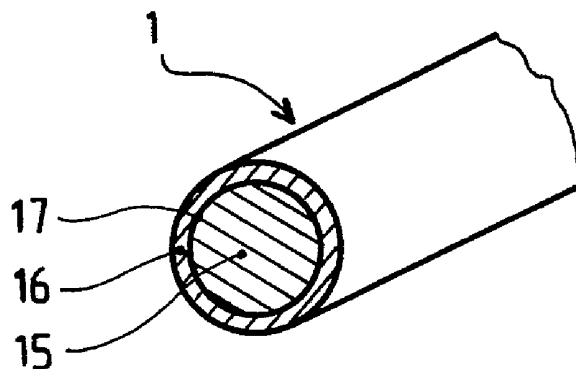
⑦2 Inventeur(s) : *Derobert Pierre et Lacourcelle Louis.*

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : *Cabinet Poncet.*

⑤4 Electrode filiforme à revêtement métallique pour étincelage érosif, et procédé pour sa réalisation.

⑤7 L'électrode selon l'invention est constituée d'un fil métallique comprenant une âme métallique (15) en cuivre ou en alliage cuivre zinc enrobée d'un enrobage métallique (16) comprenant un dépôt d'alliage de cuivre. L'âme (15) présente une composition sensiblement constante et homogène selon toute sa section, jusqu'à son interface de liaison (17) avec l'enrobage.



La présente invention concerne les électrodes en forme de fil que l'on utilise dans l'usinage de pièces métalliques par électroérosion.

Dans un tel usinage, décrit par exemple dans le document FR-A-2 418 699, une électrode en forme de fil est entraînée selon une trajectoire à proximité d'une pièce métallique à usiner. Un générateur électrique produit une différence de potentiel entre la pièce métallique à usiner et le fil métallique formant l'électrode. Un étincelage se produit dans la zone d'usinage comprise entre le fil formant l'électrode et la pièce métallique, et érode progressivement la pièce.

La vitesse d'érosion de la pièce mécanique que l'on peut obtenir dépend d'un grand nombre de paramètres, et notamment du générateur électrique, de la distance d'étincelage, du fluide d'usinage présent dans la zone d'étincelage. Cependant, on a pu constater que la rapidité d'érosion dépend également de la nature des matériaux constituant l'électrode en forme de fil.

Le document CH-A-646 083 mentionne la possibilité de réaliser une électrode en fil pour étincelage érosif en prévoyant une âme bonne conductrice, en acier ou en cuivre, revêtue d'une couche d'alliage à base de zinc. La présence de zinc permet de limiter la température superficielle de l'électrode lors de l'étincelage, par le fait que le zinc a une température d'évaporation relativement basse. Il en résulte un plus faible échauffement de l'âme dans la zone d'étincelage, ce qui réduit les risques de rupture.

Le document CH-A-646 083 enseigne également d'introduire dans l'enrobage contenant du zinc une quantité de nickel dont l'effet est d'augmenter la résistivité électrique de l'enrobage et donc de diminuer sa conductivité thermique ; il en résulte que l'enrobage isole thermiquement l'âme métallique dans la zone d'étincelage, et diminue son échauffement, ce qui diminue également les risques de rupture.

Ces techniques connues, tendant à diminuer les risques de rupture, sont toutefois insuffisantes pour réaliser des fils pour électroérosion dont le diamètre est faible, par exemple inférieur à 0,30 millimètres. Pour les diamètres faibles, on constate en effet que la tendance à la rupture des fils augmente sensiblement, de manière

apparemment plus importante que la diminution du diamètre.

Or les techniques modernes d'électroérosion, notamment pour obtenir une plus grande précision d'usinage, nécessitent l'emploi d'électrodes filiformes dont le diamètre est le plus réduit possible.

5 Partant de ces observations, la présente invention se propose de réaliser une électrode filiforme pour électroérosion avec laquelle les risques de rupture sont sensiblement réduits, permettant d'augmenter sensiblement la vitesse et la précision d'érosion d'une pièce métallique, les autres paramètres d'électroérosion étant maintenus constants.

10 Le problème proposé par l'invention est d'augmenter la conductivité électrique de l'âme recouverte d'un enrobage métallique, de préférence d'un enrobage contenant une proportion de zinc, de façon à réduire l'échauffement de l'âme dû au passage de courant électrique dans l'âme jusqu'à la zone d'étincelage.

15 Il apparaît en effet que, avec les électrodes filiformes obtenues par les procédés décrits dans les documents ci-dessus, la conductivité électrique de l'âme est détériorée lors de la réalisation de l'enrobage, et cette détérioration est d'autant plus sensible lorsque l'âme présente un diamètre relativement faible, c'est-à-dire lorsque
20 l'électrode présente un diamètre inférieur à 0,30 millimètres.

L'invention réside notamment dans le fait d'avoir démontré que les ruptures d'électrodes à âme métallique recouverte d'un enrobage à base de zinc obtenues par les procédés connus résultent de la dégradation de la conductivité électrique de l'âme lors de la réalisation de l'enrobage.
25

L'invention a ainsi pour objet de proposer une nouvelle structure d'électrode en forme de fil, et un procédé pour sa réalisation, dans laquelle l'âme métallique est bonne conductrice de l'électricité, et sa conductivité n'est pas diminuée par la présence de
30 l'enrobage périphérique à base de zinc ou d'un autre métal. Selon l'invention, l'enrobage est réalisé autour d'une âme métallique bonne conductrice de l'électricité sans dégrader l'âme.

Selon un autre aspect de l'invention, l'électrode filiforme doit permettre la réalisation d'usinages par étincelage érosif produisant des états de surfaces les plus réguliers possibles, sur la pièce usinée.
35

Pour cela, l'invention résulte de l'observation suivante : lors

de l'électroérosion, des gouttes de métal en fusion restent provisoirement attachées à l'électrode, puis se détachent de l'électrode, dans la zone d'étincelage. La présence des gouttes de métal en fusion sur l'électrode dans la zone d'étincelage modifie la géométrie de l'électrode, et modifie également le régime d'étincelage. Ces modifications introduisent des irrégularités, en fonction de la production irrégulière de gouttes de métal en fusion, et induisent des irrégularités de surface de la pièce usinée.

Partant de cette observation, l'invention propose d'améliorer la qualité de surface usinée obtenue en favorisant l'évacuation des gouttes de métal en fusion, évitant qu'elles restent attachées à l'électrode dans la zone d'étincelage.

Selon un autre aspect de l'invention, l'électrode filiforme comporte un enrobage dont la structure permet, dans la zone d'étincelage, de réduire encore l'échauffement de l'âme.

Pour atteindre ces objets ainsi que d'autres, la présente invention prévoit d'utiliser, pour l'électroérosion, une électrode constituée par un fil métallique comprenant une âme métallique, l'âme métallique étant enrobée d'un enrobage métallique.

Selon l'invention, l'âme métallique est en cuivre ou en alliage de cuivre, de façon à présenter une conductivité optimale, associée à une résistance mécanique suffisante ; l'âme métallique présente une composition sensiblement constante et homogène sur toute sa section, jusqu'à son interface de liaison avec l'enrobage métallique, l'âme étant dépourvue de zone de diffusion des métaux à l'interface avec l'enrobage. La composition sensiblement constante et homogène de l'âme, sur toute sa section, garantit l'obtention d'une conductivité électrique optimale, malgré la présence d'un enrobage métallique entourant l'âme. L'interface entre l'âme et l'enrobage est nette.

De préférence, l'enrobage est réalisé par dépôt à froid, sur une âme en cuivre ou alliage de cuivre, d'au moins une couche de métal ou d'alliage constituant l'enrobage définitif, à l'exclusion de toute opération ultérieure d'échauffement. Ainsi, le procédé se distingue des procédés utilisés dans les techniques antérieures de réalisation d'enrobage à base d'alliage de zinc, procédés antérieurs dans lesquels on préconise une étape d'échauffement de l'électrode pour assurer une diffusion des couches métalliques composant l'enrobage les unes dans les

autres. Par une telle étape, des atomes de métal composant l'enrobage sont diffusés à l'intérieur de l'âme, et réduisent sensiblement sa conductivité électrique.

Selon un mode de réalisation, l'enrobage selon l'invention
5 comprend une couche superficielle constituée de l'un au moins des métaux du groupe constitué par le fer, le nickel, le chrome, le cobalt. Cette couche superficielle réduit sensiblement l'adhérence des gouttes de métal en fusion, qui se détachent rapidement de l'enrobage dans la zone d'étincelage.

10 Selon un mode de réalisation avantageux, l'enrobage comprend plusieurs couches de métaux ou d'alliages différents, susceptibles de se combiner entre elles lors de la fusion pour former un alliage commun. Cette caractéristique est contraire à l'enseignement des documents antérieurs, qui préconisent une étape d'échauffement pour diffusion des
15 couches d'enrobage les unes dans les autres. De manière surprenante, l'invention met en évidence une diminution sensible des risques de rupture mécanique de l'électrode filiforme présentant un tel enrobage multicouche non diffusé. Il est probable que la combinaison des différentes couches formant l'enrobage, pour constituer un alliage
20 commun lors de la fusion, tend à réduire l'échauffement de l'âme, et tend donc à réduire ses risques de ruptures.

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation particuliers, faite en relation avec les figures jointes, parmi
25 lesquelles :

- la figure 1 représente schématiquement une installation d'électroérosion utilisant une électrode selon la présente invention ;
- la figure 2 représente schématiquement en coupe transversale une électrode selon la présente invention ;
- 30 - la figure 3 représente schématiquement en coupe transversale une électrode selon un autre mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 4 représente schématiquement en coupe transversale une électrode selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

Comme le représente la figure 1, une installation d'électroérosion à électrode en forme de fil comprend généralement une électrode l
35 en forme de fil que l'on déplace selon une trajectoire prédéterminée. L'électrode l en forme de fil se dévide hors d'une réserve de fil 2, et

est récupérée sur une bobine de récupération 3 après l'usinage. Entre la réserve 2 et la bobine de récupération 3, l'électrode 1 suit un parcours schématiquement représenté, au cours duquel elle est entraînée par des galets d'entraînement 4 et 5 sollicités par des moteurs 6 et 7, et elle
5 est guidée par des organes de guidage tels que les galets 8 et 9. Entre les galets 8 et 9, l'électrode 1 passe dans la zone d'usinage 10, zone dans laquelle elle est en regard d'une pièce 11 à usiner. Un générateur d'impulsions électriques 12 est connecté par des électrodes appropriées 13 et 14 entre d'une part l'électrode en forme de fil 1 et la pièce à
10 usiner 11. Les impulsions électriques produites par le générateur d'impulsions électriques 12 produisent un étincelage dans la zone d'usinage 10, entre la pièce à usiner 11 et l'électrode 1. Cet étincelage produit l'érosion progressive de la pièce 11, érosion qui peut être poursuivie à volonté par déplacement relatif de la pièce 11 et
15 de la portion d'électrode 1 comprise entre les galets 8 et 9.

On a représenté sur la figure 2, à plus grande échelle, l'électrode 1 en forme de fil selon la présente invention. L'électrode comprend une âme 15 métallique, constituée avantageusement de cuivre ou d'un alliage cuivre-zinc, ou de tout autre métal approprié, bon
20 conducteur de l'électricité et présentant une résistance mécanique suffisante. L'âme métallique 15 est enrobée d'un enrobage métallique 16, les deux couches constituées par l'âme 15 et l'enrobage 16 étant en contact l'une de l'autre selon une interface 17 nette. Selon toute sa section, jusqu'à son interface de liaison 17 avec l'enrobage métallique,
25 l'âme 15 est dépourvue de zone de diffusion des métaux constituant l'enrobage 16.

L'enrobage 16 est constitué avantageusement à base d'alliage électrolytique de cuivre.

L'enrobage 16 contient avantageusement du zinc, dont la
30 présence réduit l'échauffement de l'âme dans la zone d'étincelage.

L'enrobage 16 peut également contenir avantageusement du nickel, et être constitué par exemple d'un alliage ternaire de cuivre, de zinc et de nickel, ou d'un alliage de cuivre et de nickel.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 3,
35 l'enrobage selon l'invention comprend une couche intérieure 160 en alliage à base de cuivre, par exemple une couche similaire à la couche 16 du mode de réalisation de la figure 2, entourée d'une couche

superficielle 161 constituée de l'un au moins des métaux du groupe constitué par le fer, le nickel, le cobalt, le chrome. La couche superficielle 161 peut être très mince, son épaisseur pouvant par exemple être d'environ 1 micron.

5 Dans le mode de réalisation de la figure 4, l'enrobage 16 comprend une pluralité de couches de métaux ou d'alliages différents susceptibles de se combiner entre elles lors de la fusion pour former un alliage commun. Par exemple, on peut utiliser une première couche interne 160 en alliage de cuivre et de nickel, une seconde couche 162 en
10 cuivre, une troisième couche 163 en zinc, une quatrième couche 164 en un autre métal ou alliage.

Egalement, la couche superficielle 164 peut être constituée comme la couche 161 du mode de réalisation de la figure 3, en fer, nickel, cobalt ou chrome.

15 Pour l'obtention d'une électrode filiforme selon l'invention, on doit utiliser un procédé d'enrobage à froid d'une âme 15 en cuivre ou alliage de cuivre bonne conductrice de l'électricité. L'enrobage est réalisé par dépôt à froid d'au moins une couche de métal ou d'alliage constituant l'enrobage définitif, et il faut éviter toute opération
20 ultérieure d'échauffement de l'électrode. Une amélioration des résultats a été constatée dans le cas où la proportion de métal accompagnant le cuivre contenue dans l'enrobage 16 est inférieure à 50 % en poids de l'enrobage.

L'enrobage peut être réalisé par dépôt chimique, ou peut
25 avantageusement être réalisé par dépôt électrolytique. Le dépôt électrolytique doit être préféré en particulier dans les modes de réalisation dans lesquels l'enrobage est de type multicouche.

On peut également utiliser une étape ultérieure de mise à dimension, par passage de l'électrode dans une filière. On obtient ainsi
30 une électrode de diamètre parfaitement déterminé.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui ont été explicitement décrits, mais elle en inclut les diverses variantes et généralisations contenues dans le domaine des revendications ci-après.

REVENDECATIONS

- 1 - Electrode en forme de fil pour usinage par étincelage érosif, comprenant une âme métallique (15) enrobée d'un enrobage métallique (16), caractérisée en ce que :
- 5 - l'âme métallique (15) est en cuivre ou alliage de cuivre,
- l'âme métallique (15) présente une composition sensiblement constante et homogène selon toute sa section, jusqu'à son interface (17) de liaison avec l'enrobage métallique (16), l'âme (15) étant dépourvue de zone de diffusion des métaux à l'interface (17) avec l'enrobage (16).
- 10 2 - Electrode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'enrobage métallique (16) est constitué d'un alliage électrolytique de cuivre.
- 3 - Electrode selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que l'enrobage (16) contient du zinc.
- 15 4 - Electrode selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'enrobage (16) contient du nickel.
- 5 - Electrode selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'enrobage (16) comprend une couche superficielle (161) constituée de l'un au moins des métaux du groupe comprenant le
- 20 fer, le nickel, le cobalt, le chrome, réduisant l'adhérence des gouttes de métal en fusion sur l'enrobage.
- 6 - Electrode selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'enrobage comprend plusieurs couches de métaux ou d'alliages différents (160, 162, 163, 164) susceptibles de se
- 25 combiner entre elles lors de la fusion dans la zone d'étincelage pour former un alliage commun.
- 7 - Procédé de réalisation d'une électrode filiforme pour usinage par étincelage érosif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'enrobage est réalisé par dépôt à froid,
- 30 sur une âme (15) en cuivre ou alliage de cuivre, d'au moins une couche de métal ou d'alliage (16) constituant l'enrobage définitif, à l'exclusion de toute opération ultérieure d'échauffement.
- 8 - Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'enrobage est réalisé par dépôt électrolytique.

1/1

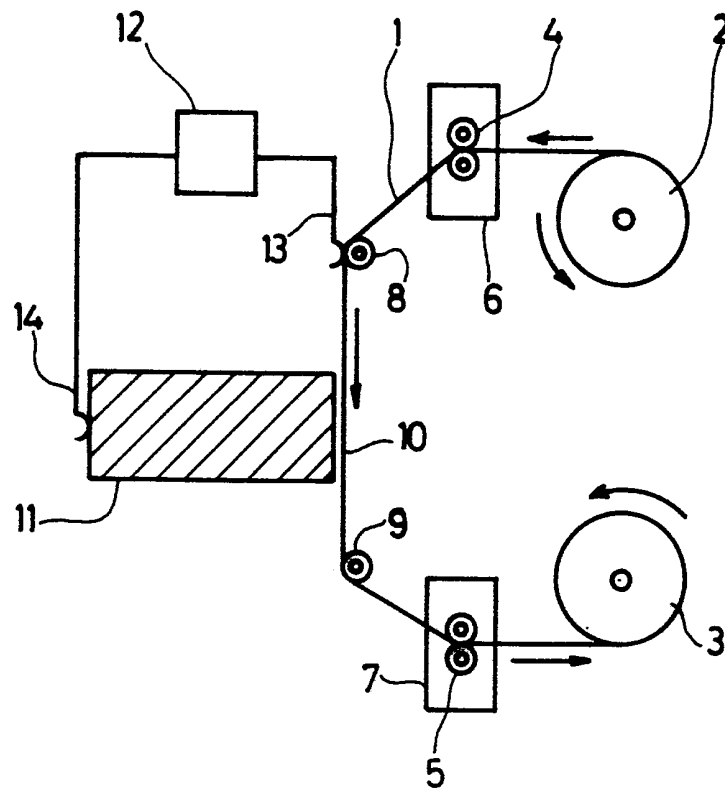


Fig. 1

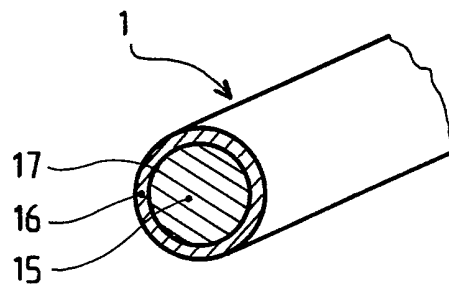


Fig. 2

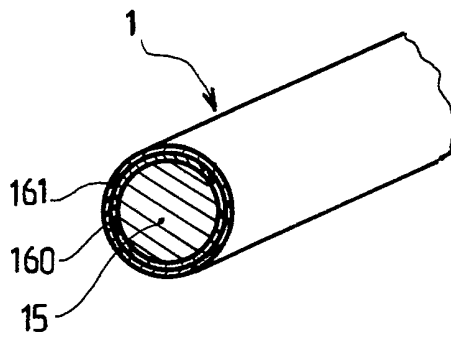


Fig. 3

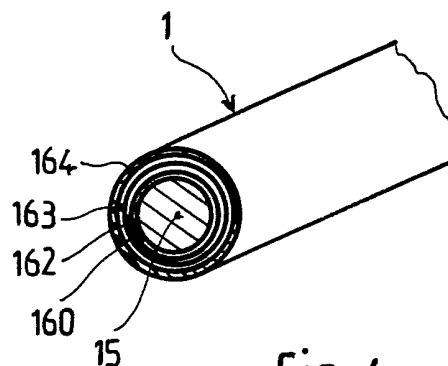


Fig. 4

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

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

N° d'enregistrement
national

FR 8916002
FA 438198

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 67 (M-673)(2914) 02 mars 1988, & JP-A-62 213924 (FURUKAWA ELECTRIC CO) 19 septembre 1987, * le document en entier.* ---	1, 3, 7, 8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 100 (M-295)(1537) 11 mai 1984, & JP-A-59 14429 (SUMITOMO DENKI KOGYO) 25 janvier 1984, * le document en entier * -----	3-6
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		B23H
Date d'achèvement de la recherche 26 JUILLET 1990		Examineur DAILLOUX C.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général 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		