



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 662 074 A5

⑤① Int. Cl.4: B 23 H 1/02

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

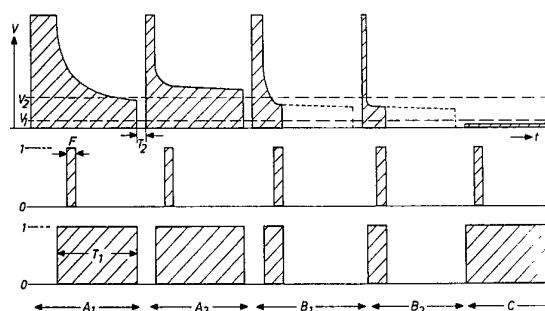
⑳ Numéro de la demande: 4953/84

㉔ Date de dépôt: 16.10.1984

㉔ Brevet délivré le: 15.09.1987

④⑤ Fascicule du brevet
publié le: 15.09.1987㉔ Titulaire(s):
Charmilles Technologies S.A., Genève 13㉔ Inventeur(s):
Diot, Jean-Claude, Douvaine (FR)㉔ Mandataire:
E. Blum & Co., Zürich⑤④ **Procédé pour commander les conditions d'étincelage lors d'un usinage par électroérosion et dispositif pour sa mise en oeuvre.**

⑤⑦ Le procédé consiste à mesurer la tension d'étincelle pendant la durée d'une fenêtre temporelle ($A_1 \dots C$) de lecture dont la position est commandée par la détection du début de l'étincelle, et à interrompre l'étincelle (B_1, B_2) si à l'intérieur de la fenêtre la tension prend une valeur comprise entre un premier niveau (V_1) supérieur à la tension de court-circuit et un second niveau (V_2) inférieur à la tension d'usinage des étincelles. Ceci permet, d'une part de garantir un état de surface homogène de la pièce usinée, même dans des conditions difficiles, et d'autre part, lorsque se produisent des court-circuits (C) dus à des ponts métalliques de détruire ceux-ci sans éloigner mécaniquement l'outil de la pièce à usiner.



REVENDECATIONS

1. Procédé pour commander les conditions d'étincelage au cours d'un usinage par étincelage érosif d'une pièce-électrode au moyen d'un outil-électrode, selon lequel on mesure la tension d'étincelle pendant la durée d'une fenêtre temporelle de lecture dont la position dans le temps est commandée par la détection du début de l'étincelle, caractérisé en ce qu'on interrompt l'étincelle si, à l'intérieur de cette fenêtre, la tension est comprise entre un premier niveau supérieur à la tension de court-circuit et un second niveau inférieur à la tension d'usinage des étincelles.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on détermine le nombre et le pourcentage d'étincelles interrompues et qu'on varie au moins un paramètre d'usinage lorsque ce nombre ou ce pourcentage dépasse une certaine valeur.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on provoque un retrait temporaire de l'outil-électrode par rapport à la pièce-électrode et/ou une diminution du courant moyen d'usinage lorsque ledit pourcentage dépasse une valeur prédéterminée, de préférence 25%.

4. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1 comportant:

- un circuit pour produire des impulsions de tension successives d'amorçage séparées entre elles par un intervalle de temps de repos,
- un circuit de détection de l'instant où une étincelle est amorcée,
- une base de temps commandée par le circuit de détection pour maintenir l'étincelle pendant un intervalle de temps déterminé après son amorçage,
- un servo-moteur pour effectuer des déplacements relatifs de l'outil et de la pièce,
- un circuit de réglage de la vitesse de ces déplacements, agencé de manière à maintenir une distance d'étincelage déterminée entre les électrodes,
- un circuit pour mesurer la tension d'étincelle dans une fenêtre de lecture positionnée par rapport au début de cette étincelle, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit pilote pour commander le circuit générateur d'impulsions de manière à interrompre l'étincelle lorsque sa tension, mesurée pendant ladite fenêtre de lecture, est comprise entre deux niveaux déterminés, un circuit pour évaluer le rapport du nombre d'interruptions au nombre d'étincelles amorcées, et un comparateur pour émettre un signal dès que ce rapport dépasse une valeur déterminée.

Lors d'un usinage par électro-érosion, il est connu de contrôler les conditions d'étincelage au début de chaque étincelle en mesurant la tension d'étincelle à l'intérieur d'une fenêtre temporelle positionnée peu après le début de l'étincelle, principalement pour détecter les courts-circuits mais également parce qu'au-dessous d'un certain seuil, l'énergie des décharges se dissipe en grande partie dans le liquide diélectrique occupant l'espace entre électrodes. Ce liquide dégénère rapidement sous l'effet de la température, du carbone y apparaît, qui adhère aux électrodes et altère localement leur géométrie; d'où l'apparition de piqûres et de taches sur la surface usinée. Comme les courts-circuits se manifestent également par une baisse de la tension, il est usuel d'interrompre l'étincelle si la tension tombe en dessous d'un certain niveau, et de déclencher les mesures appropriées. Comme les courts-circuits sont en règle générale dus à la formation de ponts métalliques composés de particules érodées, il est en particulier usuel d'écarter les électrodes l'une de l'autre pour rompre ces ponts métalliques. Cet écartement peut être accompagné d'une injection de diélectrique frais, pour éliminer le liquide dégénéré. Un inconvénient majeur d'une telle méthode de rupture mécanique est

que celle-ci n'aura lieu qu'une fois les électrodes suffisamment éloignées l'une de l'autre et qu'il faut ensuite les rapprocher à nouveau avant de reprendre l'usinage. Cela implique une perte de temps, en raison des temps de réponse des mouvements mécaniques, d'où une baisse de rendement de l'usinage. L'invention propose une méthode qui élimine ces inconvénients en permettant de maintenir le courant d'usinage en cas de court-circuit et en limitant l'énergie dissipée dans le liquide diélectrique afin d'éviter sa carbonisation. L'invention a aussi pour but de créer un dispositif pour la mise en œuvre de ce

procédé. A cet effet, l'invention est définie comme il est dit aux revendications 1 et 4. Dans un mode de réalisation préféré, le liquide diélectrique dans la zone d'usinage est renouvelé par une pulsation dès que le taux de décharges interrompues dépasse 25% et la distance moyenne entre électrodes, réglée par le servo, se trouve accrue de façon à augmenter le volume de liquide soumis aux décharges.

Un avantage de l'invention est que, lorsqu'un court-circuit fait baisser la tension au-dessous du niveau inférieur, les décharges seront maintenues et que leur énergie se dissipera dans le ou les ponts métalliques qui créent le court-circuit, détruisant ainsi rapidement ces édifices de particules érodées sans risque d'échauffement du liquide diélectrique.

L'invention sera maintenant illustrée plus en détail par la description d'un mode de réalisation et à l'aide du dessin, dans lequel:

la figure 1 représente plusieurs variables électriques en fonction du temps pendant différents types d'étincelles, et

la figure 2 schématise une machine pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

La figure 1 montre, en fonction du temps, la tension d'usinage pour différents types d'étincelles, la durée F de la fenêtre de lecture de cette tension et le courant d'étincelle.

Pour les deux premières étincelles A_1 , A_2 , la tension est au-dessus d'une valeur limite V_2 (qui peut par exemple être de 20 volts) et l'étincelle est maintenue pendant un laps de temps T_1 . Pour les deux étincelles suivantes B_1 et B_2 , la tension mesurée est au-dessous de V_2 et au-dessus de V_1 (qui peut par exemple être égal à 5 V) et l'étincelle est coupée dès la fin de la lecture.

Enfin, pour la 5^e étincelle C, la tension est au-dessous de V_1 , ce qui indique un état de court-circuit et l'étincelle est maintenue pour permettre la fusion du pont métallique qui provoque ce court-circuit.

La figure 2 montre le schéma fonctionnel d'un dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé. Dans cette figure, 1 désigne l'outil-électrode et 2 la pièce à usiner. Le circuit générateur d'impulsions d'usinage comprend, par exemple, une source de tension continue 3, une résistance 19 de limitation de courant et un élément de commutation, par exemple un transistor 4 commandé par une bascule de Schmitt 5 pour détecter le début d'une étincelle, une première bascule monostable 6 pour fixer la durée T_1 de l'étincelle, une seconde bascule monostable 7 pour fixer la durée T_2 de l'intervalle entre deux impulsions et une porte ET 15 dont une entrée est connectée à la bascule 7 et l'autre à un circuit pilote.

Ce circuit pilote, comprenant deux comparateurs 8 et 9, compare la tension aux bornes des électrodes à deux tensions de référence V_1 et V_2 , l'une étant la tension de court-circuit (premier niveau V_1) et l'autre la tension d'usinage des étincelles (deuxième niveau V_2). Par «tension d'usinage des étincelles», on entend «tension typique d'un usinage réputé sans danger». Une porte ET 10 émet un signal de sortie lorsque la tension mesurée est comprise entre les deux tensions de référence. Le signal de sortie de la porte ET 10 est mémorisé dans une bascule bistable 12 dès la fin de la fenêtre de lecture. Cette même bascule est remise à zéro à la détection de l'amorce d'une étincelle. Le signal de sortie de la bascule 12 est à son tour mémorisé dans un registre de transfert 13 par le signal de sortie de la bascule monostable 6, c'est-à-dire chaque fois qu'il se produit une décharge interrompue ou non, et d'autre part il est appliqué à l'entrée de la porte 15 par l'intermédiaire d'un inverseur 11. Un compteur-décompteur 14 fait le bilan des décharges particulières détectées par le circuit pilote pendant la durée de mémorisation du registre 13, ce

bilan représentant une mesure du taux de décharges détectées durant le laps de temps nécessaire pour produire un nombre total de décharges égal à la capacité numérique du registre. Ce bilan, exprimé sous la forme d'un nombre N , est comparé par un circuit logique 16 à un nombre de référence N_0 mémorisé dans un circuit-mémoire 18, et un signal est élaboré pour augmenter la durée T_2 déterminée par la bascule monostable 7 et/ou commander un recul temporaire, ou pulsation, de l'électrode et/ou augmenter la distance moyenne entre électrode et pièce lorsque N devient égal à N_0 . Ce dernier nombre

peut par exemple être choisi égal au quart de la capacité numérique du registre 13. La pulsation de l'électrode est obtenue de manière usuelle en modifiant temporairement une grandeur de référence d'un circuit 17 destiné à régler la position de l'électrode 1 par rapport à la pièce 2 en réponse à la tension moyenne d'étincelage. Un compteur fait le bilan des impulsions successives interrompues. Il s'incrémente et retourne à zéro à la fin du signal délivré par la bascule 6 et est remis à zéro chaque fois qu'une impulsion n'est pas interrompue. Il agit sur les circuits 7 et 77 d'une manière analogue au compteur 14.

Fig.1

