CH 660 857 A5

(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 660 857 A5

(51) Int. Cl.[4]: B 23 H 7/02

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

(21) Numéro de la demande: 4952/84

(22) Date de dépôt: 16.10.1984

(24) Brevet délivré le: 29.05.1987

(45) Fascicule du brevet publié le: 29.05.1987

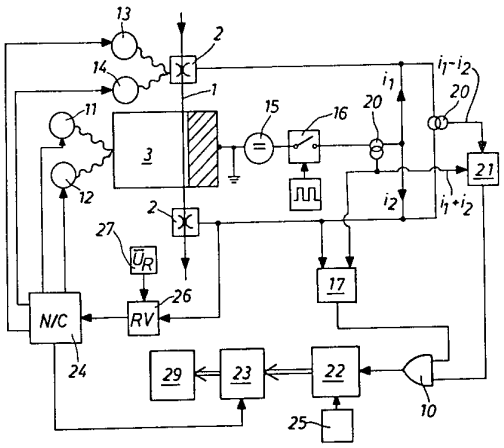
(73) Titulaire(s):
Charmilles Technologies S.A., Genève 13

(72) Inventeur(s):
Balleys, François, Petit-Lancy

(74) Mandataire:
E. Blum & Co., Zürich

(54) Procédé pour contrôler la forme d'une surface usinée par un fil à éroder et dispositif pour sa mise en oeuvre.

(57) Le procédé comprend la division du fil à éroder (1) en plusieurs secteurs et la détermination (22) du nombre de décharges produites dans chacun de ces secteurs à partir d'un instant déterminé. Ces nombres sont ensuite comparés (23) à un ensemble de valeurs de consigne pour déterminer l'écart entre les nombres de décharges observés et les valeurs de consigne correspondantes. Dans le cas le plus simple, toutes les valeurs de consigne sont égales à la valeur moyenne du nombre de décharges par secteur. Si l'un ou plusieurs des écarts constatés dépassent des seuils prédéterminés une modification adéquate des paramètres d'usinage peut être effectuée en relation avec ces écarts.



REVENDICATIONS

1. Procédé pour contrôler la forme d'une surface découpée par décharges érosives dans une pièce-électrode au moyen d'un fil-électrode tendu et défilant entre deux guides, caractérisé en ce qu'il consiste à détecter dans lequel parmi plusieurs secteurs répartis le long de la partie active du fil se produit une décharge érosive, à compter le nombre de décharges produites dans chaque secteur du fil pendant un laps de temps déterminé et à déterminer les écarts entre chacun des nombres et une valeur de consigne corespondante.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de consigne est obtenue en calculant la valeur moyenne des nombres de décharges produites dans tous les secteurs.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le comptage des décharges érosives se fait à partir d'un instant où le fil se trouve par rapport à la pièce dans une position pour laquelle il n'y a pas d'étincelage.

4. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, comportant un circuit de mesure de l'endroit du fil où se produit une décharge, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de détection des décharges érosives, des circuits de comptage associés aux circuits de mesure et de détection et un circuit de calcul associé aux circuits de comptage pour élaborer un signal représentatif des écarts entre les nombres élaborés par les circuits de comptage et la valeur de consigne correspondante.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit de calcul comporte une unité de calcul de la valeur moyenne du nombre des décharges produites dans chaque secteur.

Les méthodes connues pour détecter des défauts d'usinage lors d'une découpe par électroérosion d'une pièce au moyen d'un fil consistent à mesurer la déviation du fil par rapport à une droite joignant ses guides soit par une mesure directe de cette déviation entre la pièce et l'un des guides, soit à partir des mouvements relatifs des guides du fil par rapport à la pièce. Cette déviation du fil provoque une erreur de découpe ou un bombage de la surface usinée de la pièce dans le cas d'une phase de finition.

Cependant, des défauts d'usinage peuvent aussi apparaître sur la surface usinée, même si le fil est rectiligne entre ses guides. En effet, l'une des causes de ces défauts est l'inégalité de l'état de pollution du diélectrique le long de la zone d'usinage dont l'effet est de faire varier la distance d'étincelage entre le fil et la pièce dans le même sens que la pollution. Ces défauts peuvent aussi avoir pour cause des dépôts de matière sur la pièce à certains endroits de la zone d'usinage.

Les méthodes connues sont incapables de détecter de tels défauts et donc de les éliminer par une modification adéquate des conditions d'étincelage.

L'invention a pour but de détecter les défauts d'usinage en question. A cet effet, l'invention est définie comme il est dit à la revendication 1.

Cela permet de déclencher une correction des conditions d'étincelage — par exemple par modification de l'injection du diélectrique dans la zone d'étincelage — lorsqu'on détecte une différence marquée entre la répartition du nombre de décharges sur les différents secteurs et la répartition des valeurs de consigne correspondantes. Pour plus de précision, un poids peut être attribué à chaque décharge lors du comptage, en fonction du courant d'usinage consommé lors de cette décharge.

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

la fig. 1 montre une déviation d'un fil due à son avance lors d'une découpe ainsi que le principe du comptage des décharges,

la fig. 2 montre un évasement de la fente de découpe dû à un flux non optimal du diélectrique,

les fig. 3 et 4 montrent deux autres formes que peut prendre la fente d'usinage par suite d'une concentration inégale des déchets d'usinage dans la zone d'étincelage,

la fig. 5 montre un schéma de principe d'une installation de découpage avec détection des défauts d'usinage, et

la fig. 6 montre un schéma fonctionnel.

La fig. 1 illustre un cas simple, où le fil de découpe 1 tendu entre les guides 2 s'est déplacé de A en B lors de la découpe d'une pièce 3 d'épaisseur H. Le mouvement d'avance du fil par rapport à la pièce 3, ainsi que les différentes forces attractives et répulsives agissant sur le fil lors de l'étincelage font qu'une fois arrivé en B, le fil (désigné alors par 1') au lieu d'être rectiligne entre ses guides (désignés à ce moment par 2') présentera une courbure qui traîne derrière la droite joignant les guides, ce qui aura pour conséquence un défaut d'usinage si la trajectoire de découpe, dans un plan normal à cette droite, décrit une courbe marquée à cet endroit. On supposera maintenant la hauteur H de la pièce divisée en sept secteurs — ou tranches — S_1 à S_7, comme esquissé dans la moitié droite de la fig. 1. Dans cette partie de la figure, l'axe Z représente une coordonnée parallèle à la droite joignant les guides 2 et l'axe Y une coordonnée le long de laquelle est reporté le nombre N_i de décharges détectées dans chacun des huit secteurs depuis le début de l'usinage. Si l'on suppose pour simplifier que la valeur du courant d'usinage — et par conséquent la quantité de matière érodée — est restée la même pour toutes les décharges, alors la quantité de matière enlevée dans chaque secteur S_i sera proportionnelle au nombre N_i de décharges effectuées dans ce secteur. Les différences entre chacun de ces nombres N_i et une valeur de référence, qui dans le cas le plus simple peut être la moyenne $\overline{N}$ de tous les N_i, permettent de déterminer la forme que prend le fil en B, si le comptage est effectué à partir d'un instant ou le fil est rectiligne, par exemple lorsqu'il se trouve en A. Si l'on sait que la fente créée par le fil est souvent évasée dans sa partie haute — comme indiqué dans la fig. 2 —, on pourra par exemple multiplier les nombres N_i correpondant à la partie supérieure de la fente par des facteurs appropriés (inférieurs à 1) pour obtenir des nombres corrigés N_i' essentiellement proportionnels à la distance de travail parcourue par le fil dans les tranches S_i correspondantes depuis le début du comptage. Alternativement, il est naturellement possible d'ajuster non pas les nombres N_i mais les nombres de référence R_i auxquels ils sont comparés pour détecter un défaut d'usinage.

De manière similaire, si l'on désire tenir compte de ce que différentes décharges transportent des quantités de courant qui diffèrent selon les conditions d'étincelage et érodent par conséquent une quantité de matière qui varie selon les cas, on pourra attribuer à chaque décharge un poids équivalent à cette quantité de matière — déterminée à partir d'une mesure du courant d'usinage — et remplacer le simple comptage des décharges dans chaque secteur par l'addition de leurs valeurs pondérées.

Lorsque la comparaison des nombres obtenus par comptage des décharges ou par addition des valeurs pondérées dans chaque secteur avec une série correspondante de valeurs de consigne révèle un décalage trop important entre au moins certaines valeurs observées et les valeurs de consigne correspondante, cela déclenchera soit un signal d'alarme, soit certains processus automatiques de correction pouvant comporter un réglage de l'injection de diélectrique dans la zone d'étincelage, un ralentissement de l'avance du découpage, ou toute autre mesure appropriée.

La méthode décrite jusqu'ici pour déceler la courbure du fil dans le cas de la fig. 1 s'applique de façon similaire à la détection des défauts d'usinage illustrés par les fig. 2 à 4, où le plan du dessin (qui dans la fig. 1 est situé dans le plan de découpage) est normal au plan de découpe. Par analogie avec ce qui a été dit plus haut, l'estimation de l'ampleur des défauts des fig. 2 à 4 pourra être rendue particulièrement précise si l'on évalue le défaut de courbure de la fig. 1 au moyen d'une méthode connue et que l'on se sert ensuite de cette estimation pour pondérer le nombre des décharges dans les divers sec-

teurs. Toutefois, cela n'est pas indispensable, car en régime stable les divers secteurs du fil avancent à la même vitesse, et toute variation d'un secteur à l'autre du nombre de décharges par unité de temps correspond donc à des différences dans l'érosion latérale, c'est-à-dire à des variations de la largeur de la fente de découpe, telles celles illustrées par les fig. 2 à 4.

Le schéma de principe de la fig. 5, qui représente une installation de découpage par fil comprenant un circuit de détection des défauts d'usinage, sera maintenant brièvement décrit. La pièce 3 est découpée par le fil 1 tendu sur des guides 2. Deux moteurs 11 et 12 commandent les déplacements de la pièce à usiner parallèlement au plan de découpe, et deux autres moteurs 13 et 14 commandent les déplacements d'un guide 2 par rapport à l'autre et par conséquent l'orientation du fil par rapport à la pièce. L'installation comporte un circuit générateur d'impulsions qui comprend une source de tension 15 en série avec un interrupteur 16 commandé par un oscillateur.

La position de chaque décharge en direction longitudinale du fil est mesurée par un circuit de détection de type connu indiqué par les éléments 20 et 21. Le circuit 21 calcule le rapport de l'écart entre les courants circulant dans les deux lignes d'alimentation du fil et la somme de ces courants. Cet écart (i_1-i_2) est mesuré par un conducteur shuntant ces deux branches; le quotient obtenu est comparé à des valeurs représentatives de chaque secteur du fil, et le circuit 21 émet un signal logique dès que la valeur du quotient correspond à une de ces branches.

Le signal ainsi obtenu est amené à une porte ET 10. Un circuit discriminateur 17 de type connu émet un signal logique dès qu'apparaît une décharge érosive, éliminant ainsi l'effet d'éventuelles décharges sans action érosive, telles que les courts-circuits qui apparaissent inévitablement dans certaines conditions. Si l'on envisage de classer les décharges érosives selon leur intensité, afin de pondérer leur influence lors du comptage, le circuit 17 pourrait le cas échéant servir à effectuer cette pondération. Le signal de sortie du circuit 17 commande la porte ET 10 pour faire passer lors de chaque décharge érosive un signal dans un compteur correspondant à la partie du fil où cette décharge s'est produite. Les compteurs nécessaires à cet enregistrement sont compris dans une unité de comptage par secteur 22 qui reçoit en outre les signaux émis par une horloge 25. Les valeurs des nombres de décharge par unité de temps dans les différentes parties, ou secteurs, du fil sont transmises de l'unité de comptage 22 à une unité de traitement de données 23 qui peut soit contenir des valeurs de consigne prédéteminées pour les nombres de décharges par unité de temps, soit calculer des valeurs de consigne à partir des informations qu'elle reçoit de l'unité de comptage 22. L'unité de traitement de données 23 effectue en outre les comparaisons nécessaires pour déterminer si les écarts entre les valeurs du nombre de décharges effectives et les valeurs de consigne excèdent un niveau prédéterminé. Ces comparaisons peuvent tenir compte de signaux caractérisant les déplacements relatifs du fil et de la pièce, ces signaux étant délivrés au circuit de traitement de données 23 par un circuit de commande numérique 24 qui commande les moteurs 11 à 14. Comme il est d'usage, le circuit de commande 24 reçoit lui-même des signaux émis par un régulateur de vitesse 26 réglant le gap par modification de la vitesse d'avance du fil en fonction de l'écart entre la tension effective d'usinage et une tension de référence $\overline{U}_R$ délivrée par une source de tension 27. Un dispositif d'affichage 29 reçoit et affiche les informations élaborées par l'unité de traitement 23.

Finalement, la fig. 6 montre le schéma fonctionnel d'une forme de réalisation du circuit servant à traiter les données fournies par l'unité 22. Ce circuit comporte un premier calculateur 30 déterminant la valeur moyenne de l'ensemble des décharges produite dans tous les secteurs du fil ainsi qu'un second calculateur 31 pour déterminer les écarts entre cette valeur moyenne et les valeurs du nombre de décharges dans chaque secteur. Les signaux de sortie du second calculateur commandent, d'une part, le dispositif d'affichage (et éventuellement l'alarme) 29 et, d'autre part, des circuits 32 agissant sur les paramètres d'usinage et d'injection pour réduire ou éliminer les défauts détectés.

660 857
2 feuilles No 1

Fig.1

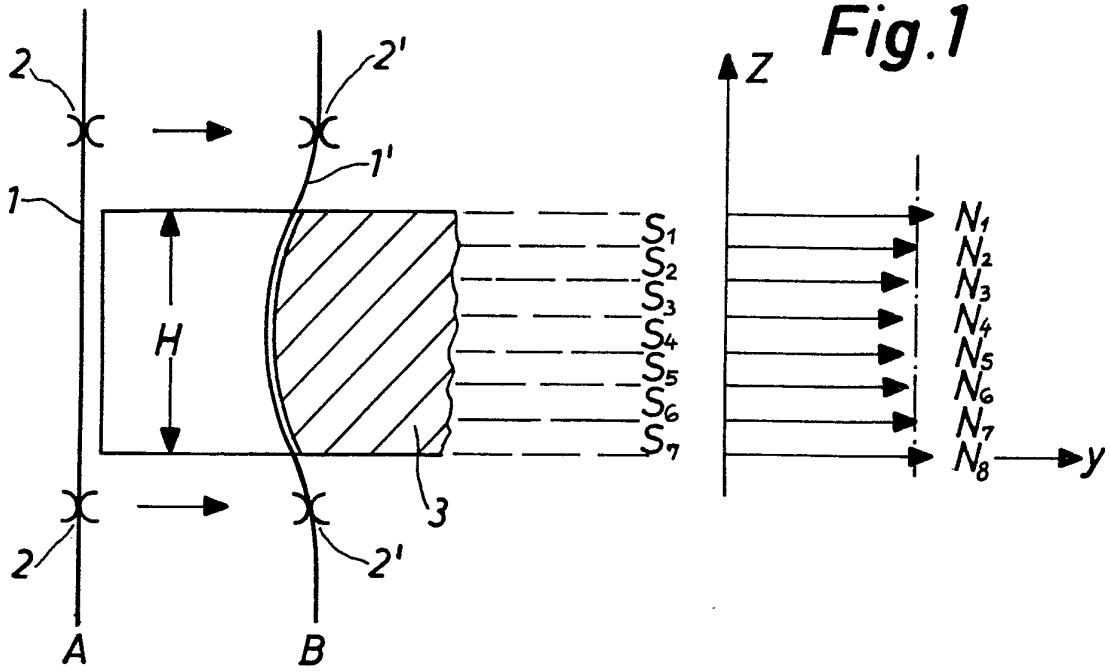


Fig.2

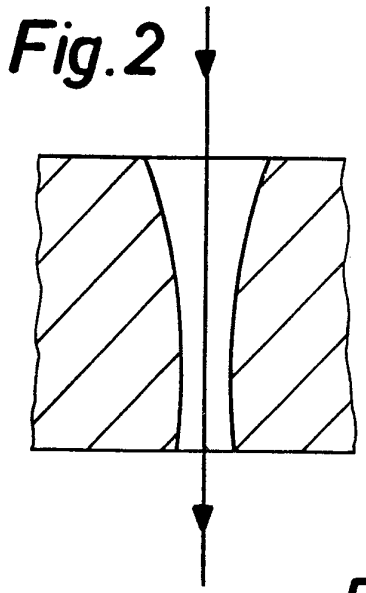


Fig.3

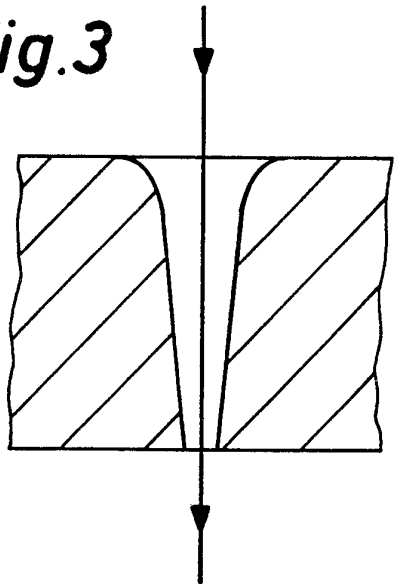
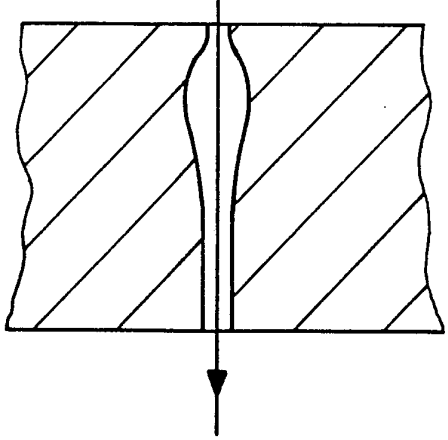


Fig.4



660 857
2 feuilles No 2

Fig.5

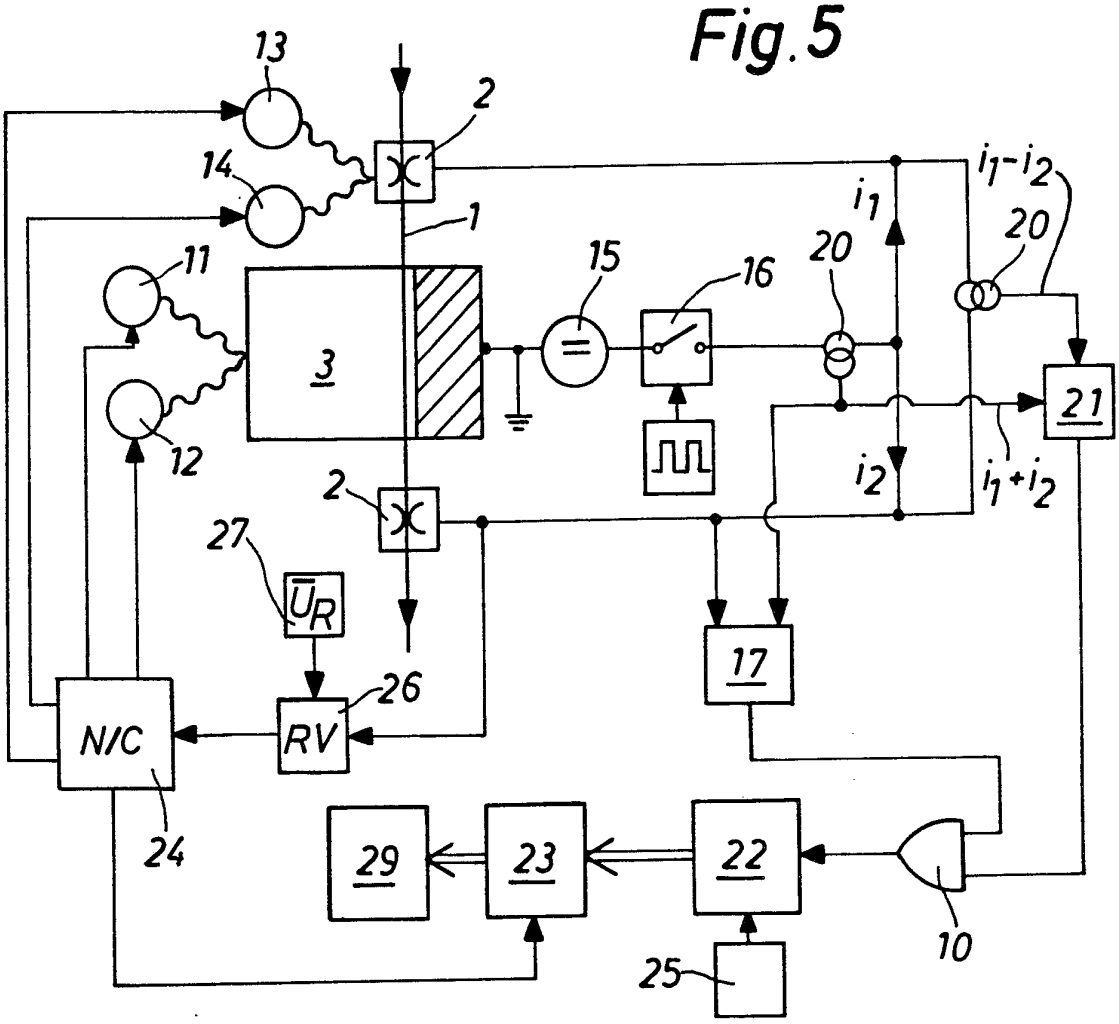


Fig.6

