



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 692 279 A5

51 Int. Cl.⁷: B 23 H 011/00
G 01 B 007/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02120/97

22 Anmeldungsdatum: 09.09.1997

24 Patent erteilt: 30.04.2002

45 Patentschrift veröffentlicht: 30.04.2002

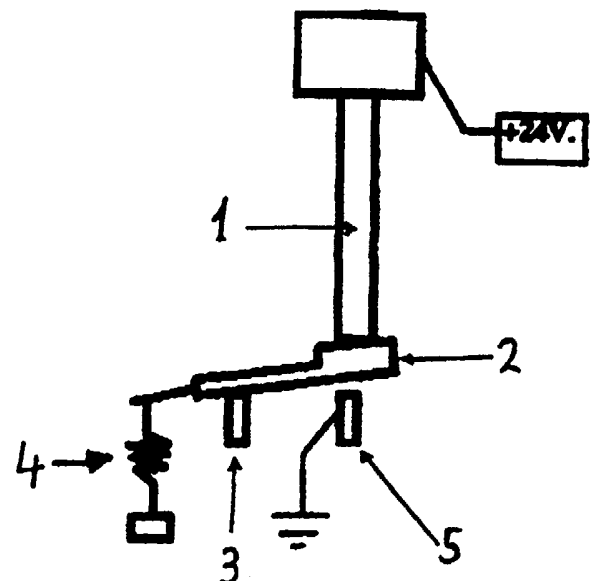
73 Inhaber:
Charmilles Technologies SA,
8-10, rue du Pré-de-la Fontaine,
1217 Meyrin 1 (CH)

72 Erfinder:
Claudio Tricarico, 42 C, Chemin de Prélaz,
1260 Nyon (CH)
Eric Orhant, Sur Châble,
74490 St-Jeoire en Faucigny (FR)
Bernard Forel, 1, Chemin de la Belette,
01710 Thoiry (FR)

74 Vertreter:
Micheli & Cie, 122, rue de Genève,
Case postale 61, 1226 Thônex (Genève) (CH)

54 Verfahren und Messvorrichtung zur Bestimmung der Länge einer Elektrode.

57 Es wird ein Verfahren zur Bestimmung der aktuellen Länge einer Elektrode in einer Elektroerosionsmaschine vorgeschlagen, wobei die Elektrode (1) mit einem Kontaktelement (2) in Berührung gebracht wird. Durch weitere Annäherung an das Kontaktelement wird bei einem Auslösepunkt ein elektrischer Kurzschluss ausgelöst, wodurch durch die bekannte Position des Auslösepunktes die Position des freien Elektrodenendes bestimmt ist. Die Maschinensteuerung bestimmt aus der Position der Elektrodenhalterung und derjenigen des Auslösepunktes die Länge der aus der Elektrodenhalterung ragenden Elektrode.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Länge einer Elektrode in einer Elektroerosionsmaschine während des Bearbeitungsvorgangs sowie eine Messvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Insbesondere bei der Bearbeitung nach dem Prinzip des funkenerosiven Fräsens, bei welchem rohrförmige Elektroden auf einer kontrollierten Bahn geführt werden, ist der gewünschte Materialabtrag an einem Werkstück mit einem starken Verschleiss dieser Elektrode verbunden, welcher zu einer Verkürzung der Elektrode führt. Eine genaue Kenntnis der Länge der Elektrode ist während des Bearbeitungsvorgangs notwendig, um diese rechtzeitig erneuern zu können oder entsprechende Korrekturen der Bahnsteuerung für die Bewegung der Elektrode vornehmen zu können.

Bekannte Elektroerosionsmaschinen, insbesondere Senkerosionsmaschinen, zur Bearbeitung von Werkstücken in einem Dielektrikumbad, sind mit Vorrichtungen ausgestattet, welche es erlauben, vor Beginn einer Bearbeitung eine neue Elektrode gegenüber dem Werkstück oder einer als Referenzpunkt dienenden Messkugel zu positionieren. Gemäss der Patentschrift US 4 039 779 wird zwischen Elektrode und Werkstück/Referenzpunkt eine definierte Spannung, typischerweise 24 V, angelegt und die Elektrode langsam daran angenähert. Bei Annäherung an das Werkzeug/Referenzpunkt findet nun bei einer bestimmten Entfernung, dem Auslösepunkt, bereits vor einer mechanischen Berührung, eine elektrische Entladung, ein so genannter Kurzschluss oder elektrischer Kontakt, statt. Dieser wird durch eine elektrische Schaltung nachgewiesen und somit ist in diesem Moment der relative Abstand zwischen Elektrode und Werkzeug oder Referenzpunkt bestimmt. Erfolgt für eine längliche Elektrode die Annäherung in Längsrichtung, so ergibt sich die Länge der Elektrode aus den bekannten Koordinaten der Elektrodenhalterung und des Auslösepunktes im Moment des gemessenen Kurzschlusses. Durch diese elektrische Messung werden mechanische Kollisionen vermieden, welche zu einer Deformation von Elektrode oder Werkstück führen könnten.

Diese Art der Messung erfordert, dass sich in dem Zwischenraum zwischen Elektrode und dem Werkzeug oder Referenzpunkt keinerlei Verunreinigungen befinden, welche zu einem frühzeitigem Kurzschluss führen würden und daher die Positionsmessung verfälschen könnten. Insbesondere etwaige metallische Abtragspartikel in der dielektrischen Flüssigkeit oder Beläge auf der Oberfläche von Werkzeug oder Elektrode führen zu einer Auslösung der Entladung bei einer Entfernung, welche grösser ist als die normalerweise erwartete. Der Messfehler erreicht typisch 5- bis 10-mal die Grösse des grössten Verunreinigungsteilchens im Zwischenraum. Deshalb können derartige Positionsmessungen nur mit zuvor gereinigten oder neuen Elektroden und Werkstücken durchgeführt werden. Auch sollte sich keine dielektrische Flüssigkeit in diesem Zwischenraum befinden, da diese Verunreinigungen enthalten könnte.

Eine Automatisierung dieses Messprinzips gemäss Stand der Technik ist wegen der notwendigen manuellen Reinigung von Elektrode und Werkzeug nicht durchführbar. Aus diesem Grund ist auch eine rein mechanische Messung nicht geeignet. Optische Messverfahren erfordern ebenfalls ein manuelles Reinigen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zu schaffen, welches ermöglicht, die Länge einer in der Halterung einer Erosionsmaschine eingespannten Elektrode zu bestimmen, derart, dass auf eine manuelle Reinigung von Elektrode und Referenzpunkt zur Durchführung der Messung verzichtet werden kann, die üblicherweise vorhandene Kurzschlussdetektion jedoch weiterhin verwendet werden kann. Das Verfahren soll einfach und automatisierbar sein. Eine weitere Aufgabe ist die Schaffung einer Vorrichtung, welche die Durchführung des Verfahrens erlaubt.

Die Aufgaben werden durch die Lehre der Ansprüche 1 und 6 gelöst. Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Anhand der beigelegten Zeichnungen werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Messvorrichtung;

Fig. 2 eine Seitenansicht der Messvorrichtung mit Schutzbehälter;

Fig. 3 einen Längsschnitt und eine Draufsicht einer Ausgestaltungsvariante;

Fig. 4 eine Draufsicht der Messvorrichtung mit zwei Kontaktflächen;

Fig. 5 eine Skizze zur Darstellung des durch Verunreinigungen verursachten Messfehlers.

In Fig. 1 ist an eine Elektrode 1, für eine nicht dargestellte Elektroerosionsmaschine, eine Spannung (von hier 24 V) angelegt. Diese Elektrode 1 kann in mechanischen Kontakt mit einem Kontaktelement 2 gebracht werden, welches auf einem Kipplager 3 aufliegt. Eine an dem Kontaktelement 2 und an einer elektrisch isolierten Federaufhängung 12 (in Fig. 3) angebrachte Feder 4 verhindert eine Berührung des Kontaktelements 2 mit der Kontaktelektrode 5, welche mit der Masse der nicht abgebildeten Elektroerosionsmaschine verbunden ist. Nähert sich nun die Elektrode 1 dem Kontaktelement 2, so kommt es zu einer mechanischen Berührung, wodurch auch ein elektrischer Kontakt zwischen beiden hergestellt wird. Eine weitere Annäherung der Elektrode erfordert eine geringe mechanische Kraft zur Kompensation der Zugkraft der Feder. Dabei nähert sich nun das Kontaktelement der Kontaktelektrode und es kommt zum bereits beschriebenen elektrischen Kurzschluss zwischen der Elektrode abgewandten (und vor Verschmutzung geschützten) Seite des Kontaktelements und der Kontaktelektrode. Die Länge der Elektrode ergibt sich aus den bekannten Koordinaten der Elektrodenhalterung und des Auslösepunktes der Messvorrichtung im Moment des gemessenen Kurz-

schluss und wird von der Maschinensteuerung aus diesen berechnet.

Aus der Differenz der Längenmessung der Elektrode zu verschiedenen Zeitpunkten kann die Maschinensteuerung den Verschleiss der Elektrode in diesem Zeitraum berechnen und entsprechende Korrekturen an der Bahnbewegung der Elektrode vornehmen oder einen Elektrodenwechsel veranlassen.

Die zur Messung notwendige Kraft wird vorzugsweise zu 250 bis 300 g für Werkzeuge mit einem Durchmesser von 1 mm bis zu 12 mm gewählt. Bei diesem Wert wird der Störeffekt durch Verunreinigungen in der Messzone, wie in Fig. 5 dargestellt, weitgehend vermieden. Für Elektroden mit anderem Durchmesser oder aus anderem Material kann eine Feder entsprechender Kraft verwendet werden.

Ohne Reinigung bzw. ohne Entfernung der dielektrischen Flüssigkeit ergibt sich bei einem maximalen Durchmesser von 20 µm der Verschmutzungsteilchen mit einer üblichen Messvorrichtung gemäss Stand der Technik, wie in Fig. 5a gezeigt, leicht ein Messfehler von ca. 0,12 mm, da sich mehrere Teilchen im elektrischen Feld aneinander reihen. Wie in Fig. 5b dargestellt, lässt sich der Messfehler auf ca. 0,015 mm verringern. Eine Reinigung der Elektrode ist hierbei nicht notwendig.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, ist zum Schutz vor Verunreinigungen durch Abtragspartikel des elektrischen Kontakts 5 und der ihm zugewandten Seite des Kontaktelements 2 eine Schutzhaube 6 aus nicht leitendem Material, beispielsweise Plexiglas, angebracht. Diese umschliesst das Kontaktelement 2 und folgt dessen Kippbewegung.

In einer Variante wird zum Schutz vor Verunreinigungen eine vollständige Kapselung der Kontaktelektrode und ihr zugewandten Seite des Kontaktelements durch eine nicht dargestellte elastische Schlauchdichtung erreicht, welche zusätzlich auch am Sockel 7 des Körpers 8 der Messvorrichtung dicht befestigt ist. Hierdurch wird ein Eindringen von dielektrischer Flüssigkeit und Abtragspartikel in den Bereich des elektrischen Kontaktes verhindert. Die Messvorrichtung kann somit vollständig von dielektrischer Flüssigkeit umgeben sein, was es erlaubt, die Länge einer in die dielektrischen Flüssigkeit eingetauchten Elektrode zu bestimmen.

In der in der Fig. 3 dargestellten Ausführungsform wird die Kippachse durch zwei Vorsprünge 11 realisiert, auf welchen das aus Stahl gefertigte Kontaktelement 2 aufliegt. Die Vorsprünge 11 sind in eine Platte 14 eingebettet und vom Körper 8 elektrisch isoliert. Die Kontaktelektrode 5 ist in die Platte 14 eingebettet und ebenfalls vorsprungartig ausgebildet und befindet sich auf der Mittelsenkrechten der Vorsprünge 11, und ist von diesen elektrisch isoliert und in elektrischem Kontakt mit dem Körper 8. Die Platte 14 ist durch eine elektrisch nicht leitende Schraube 15 mit dem Körper 8 verbunden. Die untere Federaufhängung 12 ist vom Körper 8 elektrisch isoliert. Zur flexiblen Installation im Arbeitsbereich einer Elektroerosionsmaschine ist in den Sockel des Körpers 8 ein Magnet 13 eingebettet.

Durch die in Fig. 4 gezeigte Aufsicht wird eine Variante dargestellt, welche die Messung von zwei

Gruppen von Elektroden sehr unterschiedlichen Durchmessers mit einer einzigen Messvorrichtung ohne Austausch der Feder 4 ermöglicht. Bei grösseren Elektrodendurchmessern (mit Andruckfläche A) ist eine stärkere Kraft F notwendig, um den zur Verminderung des Messfehlers notwendigen Druck ($p = F/A$) zu erzeugen, welcher die Verunreinigungen zusammendrückt bzw. wegdrückt. Durch den unterschiedlichen Hebelarm der zwei auf dem Kontaktelement angeordneten Kontaktflächen 9 und 10 ergeben sich entsprechend zwei verschiedene Kräftebereiche.

Die Einsatzmöglichkeit einer derartigen Messvorrichtung ist nicht auf die Längenmessung der Elektrode beim funkenerosiven Fräsen beschränkt, insbesondere erlaubt sie bei der klassischen Senkerosion die Durchführung von Messungen in der dielektrischen Flüssigkeit, ohne zeit- und arbeitsaufwändiges Ablassen der Flüssigkeit aus dem Arbeitsbereich und ohne manuelles Reinigen der Elektrode.

Bezeichnungen

- 1 Elektrode
- 2 Kontaktelement
- 3 Kipplager
- 4 Feder
- 5 Kontaktelektrode
- 6 Schutzhaube
- 7 Sockel
- 8 Körper
- 9 Kontaktfläche (gross)
- 10 Kontaktfläche (klein)
- 11 Noppen (der Kippachse)
- 12 Federaufhängung
- 13 Magnet
- 14 Platte
- 15 Schraube (nicht leitend)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der aktuellen Länge einer Elektrode in einer Elektroerosionsmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Schritt die Elektrode mit einem Kontaktelement in Berührung gebracht wird, in einem zweiten Schritt durch weitere Annäherung an das Kontaktelement bei einem Auslösepunkt ein elektrischer Kurzschluss ausgelöst wird, wodurch durch die bekannte Position des Auslösepunktes die Position des freien Elektrodenendes bestimmt ist, in einem dritten Schritt eine Maschinensteuerung aus der Position der Elektrodenhalterung und derjenigen des Auslösepunktes die Länge der aus der Elektrodenhalterung ragenden Elektrode bestimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung automatisch, ohne Reinigung von Elektrode und Werkstück und ohne Entfernen der dielektrischen Flüssigkeit durchgeführt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass aus der wiederholten Längenmessung der Elektrode deren Verschleiss während der Bearbeitung durch die Maschinensteuerung bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die gemessene Länge und der bestimmte Verschleiss der Elektrode zur automatischen Korrektur der Bahnsteuerung der Elektrode durch die Maschinensteuerung während des Bearbeitungsvorgangs verwendet werden.

5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass beim Unter- oder Überschreiten eines von der Bahnsteuerung gegebenen Wertes für die gemessene Länge oder den Verschleiss der Elektrode ein Austausch der Elektrode veranlasst wird.

10

6. Messvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein beweglich gelagertes Kontaktelement auf einer ersten Seite mindestens eine Kontaktfläche zur Herstellung eines mechanischen und elektrischen Kontakts mit der zu messenden Elektrode aufweist und die elektrisch mit der ersten Seite verbundene andere Seite des Kontaktelements durch eine an dem Kontaktelement angreifende Kraft in einer bestimmten Entfernung zu einer Kontaktelektrode gehalten wird und durch eine äussere Gegenkraft mit dieser in elektrischen Kontakt bringbar ist.

15

20

25

7. Messvorrichtung nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, dass die an dem Kontaktelement angreifende Kraft veränderbar ist.

8. Messvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Kontakt in einem vor Verunreinigungen geschützten Bereich stattfindet.

30

9. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktelement mehrere Kontaktflächen aufweist, an welchen unterschiedlich starke Kräfte wirken.

35

40

45

50

55

60

65

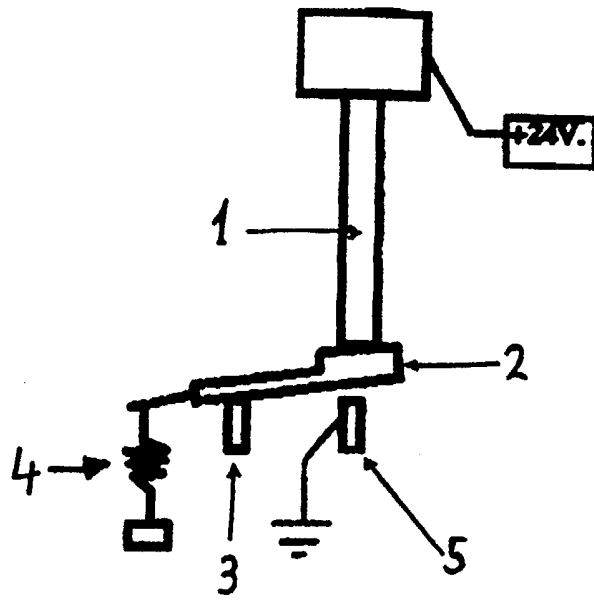


Fig. 1

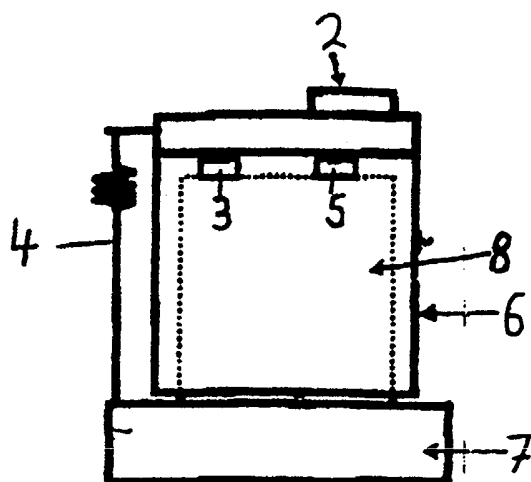


Fig. 2

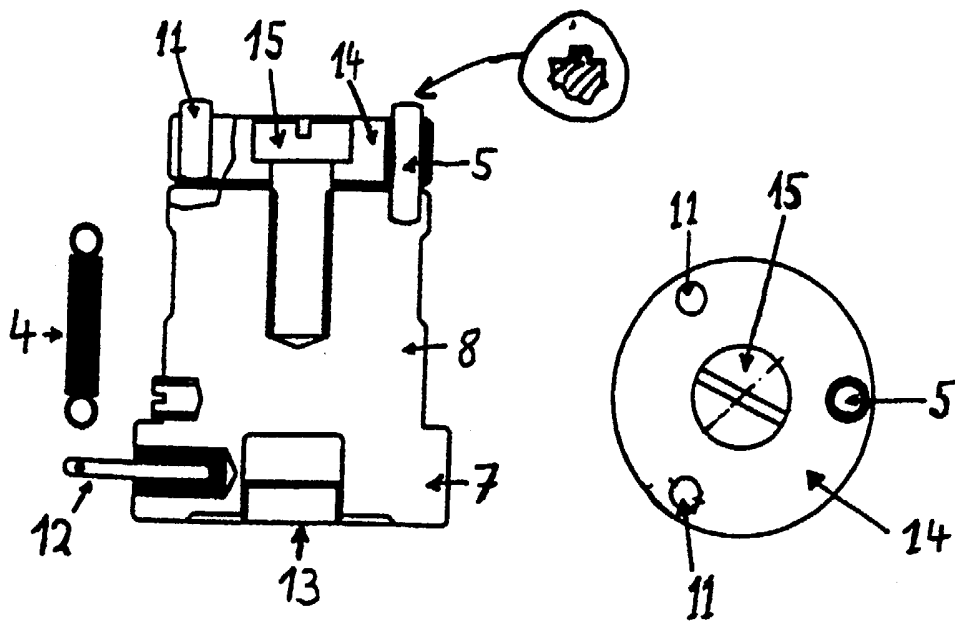


Fig. 3

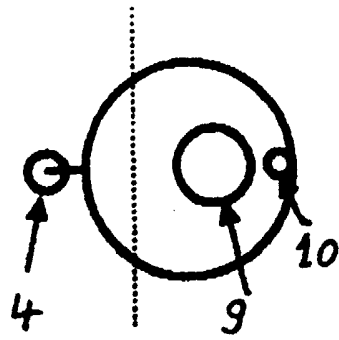


Fig. 4

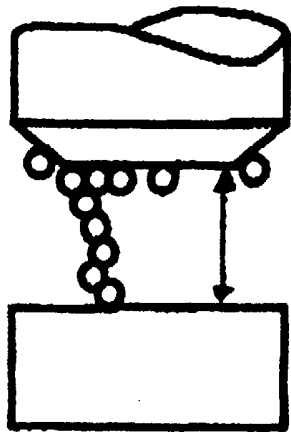


Fig. 5 a

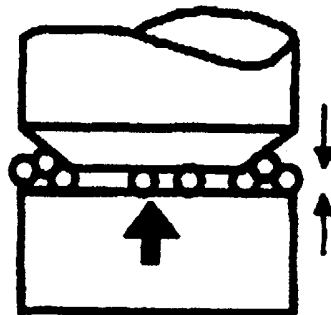


Fig. 5 b