



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 673 001 A5

⑤ Int. Cl.⁵: B 23 H 1/02
B 23 H 7/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 2527/88

㉒ Anmeldungsdatum: 23.10.1987

㉓ Priorität(en): 24.10.1986 JP 61-252928
24.10.1986 JP 61-252933
24.10.1986 JP 61-252932
24.10.1986 JP 61-252931
24.10.1986 JP 61-252929
24.10.1986 JP 61-252941
24.10.1986 JP 61-252939
24.10.1986 JP 61-252936
24.10.1986 JP 61-252935
24.10.1986 JP 61-252934

㉔ Patent erteilt: 31.01.1990

㉕ Patentschrift veröffentlicht: 31.01.1990

㉗ Inhaber:
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha,
Chiyoda-ku/Tokyo (JP)

㉘ Erfinder:
Suzuki, Toshio, Nagoya-shi/Aichi (JP)
Magara, Takuji, Nagoya-shi/Aichi (JP)

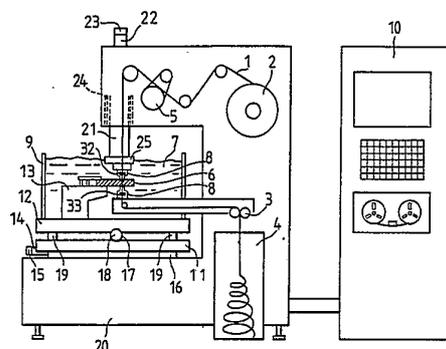
㉙ Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

㉚ Internationale Anmeldung: PCT/JP 87/00815
(Ja)

㉛ Internationale Veröffentlichung: WO 88/03074
(Ja) 05.05.1988

⑤④ Elektro-Erosionsmaschine.

⑤⑦ In einer Elektroerosionsmaschine, in welcher elektrische Entladungen zwischen einem Werkstück (6) und einer Elektrode (1), wie einer Drahtelektrode oder Gesenkelektrode, stattfinden, welche einander in einer Bearbeitungsflüssigkeit mit einem kleinen dazwischenliegenden Spalt gegenüberliegen, währenddem die Elektrode (1) und das Werkstück (6) durch mit Motoren (14, 17) angetriebenen die Antriebswellen mit Kugelspindeln relativ zueinander bewegt werden, so dass das Werkstück (6) wie verlangt bearbeitet wird, werden Korrekturdaten für die Bewegungsbeträge der Antriebswellen für eine Mehrzahl von verschiedenen Belastungskonditionen und Temperaturkonditionen gewonnen und im voraus in einem Speicher einer zentralen Steuereinheit (10) gespeichert und von den so gespeicherten Korrekturdaten werden die für die aktuellen Bearbeitungskonditionen am besten passenden ausgewählt, so dass an die Antriebswellen zu gebende Bewegungsbeträge in bezug auf die so selektierten Korrekturdaten korrigiert werden, wobei gerade wenn die Antriebswellen durch die Umgebungstemperatur expandiert oder kontrahiert, oder durch die Belastung, wie dem Gewicht des Werkstückes (6) oder der Bearbeitungsflüssigkeit (7), deformiert werden, die Bewegungsbeträge der Antriebswelle genau korrigiert werden können; d.h. die relative Position des Werkstückes (6) und der Elektrode (1) wird genau korrigiert, so dass das Werkstück (6) mit grosser Genauigkeit bearbeitet wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektroerosionsmaschine, in welcher elektrische Entladungen zwischen einer Elektrode und einem Werkstück, welche durch eine Bearbeitungsflüssigkeit hindurch einander mit einem dazwischenliegenden kleinen Spalt gegenüberliegen, stattfinden, um das genannte Werkstück zu bearbeiten, und Bewegungsbeträge von Antriebswellen, die, zum relativen Bewegen der genannten Elektrode und des genannten Werkstückes zueinander, in bezug auf im voraus gespeicherte Korrekturdaten korrigierbar sind, enthält: Speichermittel zum Speichern im voraus von Korrekturdaten, welche unter einer Mehrzahl von unterschiedlichen Konditionen gewonnen worden sind, für die genannten Antriebswellen; Auswahlmittel zum Auswählen einer der genannten, im genannten Speicher gespeicherten Korrekturdaten; und Steuermittel zum Steuern von Bewegungsbeträgen, welche für die genannten Antriebswellen spezifiziert sind, in Übereinstimmung zu den durch die genannten Auswahlmittel ausgewählten genannten Korrekturdaten.

2. Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 1, in welcher zwei Antriebswellen zum relativen Bewegen des genannten Werkstückes und der genannten Elektrode zueinander in zwei rechtwinklig zueinanderstehenden Richtungen in einer horizontalen Ebene vorgesehen sind, wobei die genannten Korrekturdaten für jede der genannten zwei Antriebswellen gewonnen worden sind und die demgemäss gewonnen genannten Korrekturdaten in den genannten Speichermitteln so gespeichert sind, dass die genannten Korrekturdaten in bezug zu den genannten zwei Antriebswellen in einer Mehrzahl von Paaren angeordnet sind.

3. Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 1, in welcher eine Mehrzahl von Korrekturdaten in Übereinstimmung zu an die genannten Antriebswellen angelegten Belastungen gespeichert sind.

4. Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 1, in welcher eine Mehrzahl von Korrekturdaten für jede der an den genannten Antriebswellen auftretenden Temperaturen gespeichert sind.

5. Schneiddraht-Elektroerosionsmaschine, in welcher elektrische Entladungen zwischen einer Drahtelektrode und einem Werkstück, welche durch eine Bearbeitungsflüssigkeit hindurch einander mit einem dazwischenliegenden kleinen Spalt gegenüberliegen, stattfinden, um das genannte Werkstück zu bearbeiten, und Bewegungsbeträge von Antriebswellen, die, zum relativen Bewegen von oberen und unteren Drahtführungen zueinander, welche die genannte Drahtelektrode über bzw. unter dem genannten Werkstück tragen, in bezug auf im voraus gespeicherten Korrekturdaten korrigierbar sind, enthält: Speichermittel zum Speichern im voraus von Korrekturdaten, welche unter einer Mehrzahl von unterschiedlichen Konditionen gewonnen worden sind, für die genannten Antriebswellen; Auswahlmittel zum Auswählen einer der genannten, im genannten Speicher gespeicherten Korrekturdaten; und Steuermittel zum Steuern von Bewegungsbeträgen, welche für die genannten Antriebswellen spezifiziert sind, in Übereinstimmung zu den durch die genannten Auswahlmittel ausgewählten genannten Korrekturdaten.

6. Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 5, in welcher zwei Antriebswellen zum relativen Bewegen des genannten Werkstückes und der genannten Drahtelektrode zueinander in zwei rechtwinklig zueinander stehenden Richtungen in einer horizontalen Ebene vorgesehen sind, wobei die genannten Korrekturdaten für jede der genannten zwei Antriebswellen gewonnen worden sind, und die demgemäss gewonnenen genannten Korrekturdaten in dem genannten Speichermittel so gespeichert sind, dass die genannten Korrekturdaten in bezug zu den genannten zwei Antriebswellen in einer Mehrzahl von Paaren angeordnet sind.

7. Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 5, in welcher eine Mehrzahl von Korrekturdaten in Übereinstimmung zu an die genannten Antriebswellen angelegten Belastungen gespeichert sind.

8. Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 5, in welcher zwei Antriebswellen zum relativen Bewegen des genannten Werkstückes und der genannten Drahtelektrode zueinander in zwei rechtwinklig zueinander stehenden Richtungen in einer horizontalen Ebene, und zwei zusätzliche Antriebswellen zum Bewegen von oberen und unteren Drahtelektrodenführungen relativ zueinander in zwei rechtwinklig zueinander stehenden Richtungen in einer horizontalen Ebene vorgesehen sind.

BESCHREIBUNG Technisches Gebiet

Diese Erfindung bezieht sich auf eine Elektro-Erosionsmaschine, insbesondere auf eine Verbesserung der Genauigkeit des Vorschubes derselben.

Stand der Technik

Fig. 1 ist eine Vorderansicht, die eine allgemeine Drahtschneide-Elektroerosionsmaschine zeigt. In der Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 1 eine Drahtelektrode, 2 eine Drahtelektroden-Versorgungsspule, 3 Drahtelektroden-Einziehrollen, 4 ein Drahtelektroden-Einziehgehäuse zum Einziehen einer verbrauchten Drahtelektrode, 5 eine Bremsrolle, 6 ein Werkstück, 7 eine Bearbeitungsflüssigkeit, 8 Versorgungsdüsen für die Bearbeitungsflüssigkeit, 9 einen Bearbeitungsbehälter, der die Bearbeitungsflüssigkeit 7 enthält, 10 eine zentrale Steuereinheit, 11 einen X-Tisch, der sich längs der X-Achse in einer horizontalen Ebene bewegt, 12 einen Y-Tisch, der sich längs der Y-Achse rechtwinklig zur X-Achse bewegt, 13 einen Aufspanntisch, auf welchem ein Werkstück montiert ist und der mit dem Y-Tisch 12 fest verbunden ist, 14 einen Elektromotor zum Antreiben des X-Tisches 11, 15 einen Kodierer zum Detektieren eines Antriebsbetrages des den X-Tisch antreibenden Motors 14, 16 schienenförmige Bewegungsführungen für den X-Tisch, die auf einer Bank 20 (später beschrieben) angeordnet sind, 17 einen Elektromotor zum Antreiben des Y-Tisches 12, 18 einen Kodierer zum Detektieren eines Antriebsbetrages des den Y-Tisch antreibenden Motors 17, 19 Bewegungsführungen des Y-Tisches, 20 die Bank, auf welcher der X-Tisch 11 und der Y-Tisch 12 montiert sind, 21 eine vertikale Z-Welle, 22 einen elektrischen Antriebsmotor zum vertikalen Bewegen der Z-Welle 21, 23 einen Kodierer zum Detektieren des Antriebsbetrages des die Z-Welle antreibenden Motors 22, 24 eine Führung zum Bewegen der Z-Welle 21 und 25 eine Bearbeitungsvorrichtung zum Abschrägen.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht, die einen X-Tisch-Bewegungsmechanismus zeigt. In der Fig. 2 bezeichnet das Bezugszeichen 27 einen Geschwindigkeitsreduzierer zum Reduzieren der Drehgeschwindigkeit des den X-Tisch antreibenden Motors 14, 28 eine über den Geschwindigkeitsreduzierer durch den Motor 14 angetriebene Kugelspindel, 29 eine mit der Kugelspindel in Eingriff stehende Mutter, 30 längs den Führungen 16 bewegbare Schieber und 32 bzw. 33 in den Versorgungsdüsen 8 angeordnete Drahtführungen.

Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung zum Nachjustieren der Antriebsbeträge der Antriebswellen.

Der Betrieb einer so konstruierten Drahtschneide-Elektroerosionsmaschine wird nachfolgend beschrieben.

In Fig. 1 wird die Drahtelektrode 1 von der Drahtelektroden-Versorgungsspule 2 geliefert und durch die Draht-

elektroden-Einziehrollen 3 eingezogen, so dass die gebrauchte Drahtelektrode 1 im Drahtelektroden-Einziehgehäuse 4 abgelegt wird. Bei diesem Betrieb wird die Drahtelektrode 1 durch Mittel an der Bremsrolle 5 unter einer vorbestimmten Spannung gehalten. Die elektrische Energie wird zwischen der Drahtelektrode 1 und dem Werkstück 6 durch eine elektrische Leistungsquelle (nicht gezeigt) angelegt, so, dass eine elektrische Entladung zwischen der Drahtelektrode 1 und dem Werkstück 6 zum Bearbeiten des letzteren stattfindet. Die Bearbeitungsflüssigkeit 7 wird dem Spalt zwischen der Drahtelektrode 1 und dem Werkstück 6, nämlich einem Zwischenelektrodenpalt, durch die Bearbeitungsflüssigkeitsversorgungsdüsen 8 zum Zweck der Isolation und Kühlung zugeführt. Gelegentlich ist die Bearbeitungsflüssigkeit 7 so in den Bearbeitungsbehälter 9 gefüllt, dass das Werkstück beim Bearbeiten in der Bearbeitungsflüssigkeit 7 eingetaucht gehalten wird.

Eine gewünschte Bearbeitungskonfiguration ist im Hauptspeicher der zentralen Steuereinheit 10 programmiert worden. Auf Instruktionen der zentralen Steuereinheit 10 reagierend, werden die Antriebswellen angetrieben, so dass der X-Tisch 11 und der Y-Tisch 12 bewegt werden, und als Resultat, das auf dem Aufspanntisch 13 montierte Werkstück 6 relativ zur Drahtelektrode 1 bewegt wird, wobei das Werkstück, wie mit einer Laubsägemaschine ausgeschnitten, bearbeitet wird. Der X-Tisch 11 und der Y-Tisch 12 werden längs den Tischbewegungsführungen 16 bzw. 19 durch die Antriebsmotoren 14 bzw. 17 bewegt. Die Führungen 16 für den X-Tisch 11 sind an der Bank 20 und die Führungen 19 für den Y-Tisch 12 sind am X-Tisch 11 befestigt. Die Positionsdaten des X-Tisches 11 und des Y-Tisches 12 werden durch die Kodierer 15 und 18 der zentralen Steuereinheit 10 zugeführt. Wenn verlangt ist, ein Werkstück abzuschrägen, wird die Bearbeitungsvorrichtung zum Abschrägen angetrieben, um die obere Drahtelektrodenführung 32 längs der U-Achse in einer horizontalen Ebene oder längs der V-Achse rechtwinklig zur U-Achse zu bewegen, so dass das Werkstück mit der eingeschlossenen Drahtelektrode 1 bearbeitet wird.

Die Bewegung des X-Tisches 11 wird nachfolgend ausführlich beschrieben.

Fig. 2 zeigt den Bewegungsmechanismus des X-Tisches. Der Antriebsmotor 14 des X-Tisches ist über den Geschwindigkeitsreduzierer 28, der am X-Tisch 11 befestigt ist, mit der Kugelspindel 28 gekoppelt. Die an der Kugelspindel 28 montierte Mutter 29 ist fest mit der Bank 20 verbunden. Daraus resultiert, dass, beim Drehen der Kugelspindel 28, diese in ihrer Längsrichtung bewegt wird und dadurch die Halterung 31, die die Kugelspindel drehbar trägt und der Geschwindigkeitsreduzierer 27 zusammen mit dem X-Tisch mit Hilfe der Schieber 30 längs der Bewegungsführung 16 des X-Tisches bewegt werden. Bei diesem Betrieb wird der Bewegungsbetrag des X-Tisches 11 durch den Kodierer 15 detektiert. Gerade in diesem Fall, wenn der X-Tischantriebsmotor 14 eine vorbestimmte Anzahl von Drehungen ausführt, so dass der Ausgang des Kodierers 15 mit dem X-Tisch-Bewegungs-Instruktionswert in Koinkidenz ist, kann der X-Tisch in der Praxis abhängig von der Genauigkeit der Kugelspindel 28 oder der durch die Bewegung unter Last verursachten Deformationen und Stauchungen der mechanischen Strukturen, wie der Bank 20 und der Führungen 16, übermäßig oder ungenügend vorgeschoben werden.

Die Genauigkeit des Vorschubes wird durch die Schwankung der Gewindesteigung der Kugelspindel 28 und durch die Deformation der Kugelspindel 28 verkleinert. Die Deformation der Kugelspindel 28 erfolgt, wenn das Gewicht des Werkstückes oder das Gewicht der Bearbeitungsflüssigkeit im Bearbeitungsbehälter 9 über den X-Tisch 11 oder Y-Tisch 12 auf die Kugelspindel 28 übergreift oder wenn sich die Ku-

gelspindel mit der Höhe der Umgebungstemperatur ausweitet oder zusammenzieht. Infolge Schwankungen in der Steigung der Kugelspindel 28 verursachte Fehler werden Steigungsfehler genannt.

Wenn die Vorschubrichtung des X-Tisches 11 oder des Y-Tisches 12 umgekehrt wird, wird die Drehrichtung der Kugelspindel 28 ebenfalls umgekehrt. Daraus ergibt sich wegen dem Wechsel im Spiel der Kugelspindel, dass wenn die Vorschubrichtung des X-Tisches 11 oder Y-Tisches 12 umgekehrt wird, der X-Tisch oder Y-Tisch übermäßig oder ungenügend vorgeschoben wird.

Die übermäßigen oder mangelhaften Beträge des Vorschubes, die durch den Steigungsfehler und das Spiel der Kugelspindel verursacht werden, sind den Positionen des X-Tisches 11 oder des Y-Tisches 12 innewohnende Werte. Demzufolge wird das folgende Verfahren angewandt:

Die übermäßigen oder mangelhaften Beträge des Vorschubes werden mit einer Laserlängenmessmaschine im voraus gemessen und die Positionen des X-Tisches 11 und des Y-Tisches 12 und Korrekturwerte zum Nachjustieren der übermäßigen oder mangelhaften Beträge des Vorschubes als Folge der Steigungsfehler und dem Spiel werden in der Steuervorrichtung 10 gespeichert, so dass beim Zuführen des X-Tisches 11 oder Y-Tisches 12 der übermäßige oder mangelhafte Betrag des Vorschubes korrigierbar ist.

So wie oben beschrieben wird bei der konventionellen Elektroerosionsmaschine ein Satz von Steigungsfehlerdaten für jede der X-Achse und Y-Achse unter einer Bedingung gemessen und immer verwendet. Dieses Verfahren ist in folgenden Punkten unvorteilhaft. In der Praxis ändert das Gewicht des Werkstückes 6 und die Menge der Bearbeitungsflüssigkeit 7 die Belastung der mechanischen Strukturen, wie der Bank 20, der Führungen 16 und 19 und der Kugelspindel 28, und die mechanischen Strukturen können mit der Zunahme oder Abnahme der Umgebungstemperatur thermisch verformt werden. Folglich ist der Betrag der Deformation oder Stauchung, der die Genauigkeit des Vorschubes beeinflusst, nicht immer konstant. Demzufolge kann die Verwendung von einem Satz von Korrekturdaten für Steigungsfehler und Spielkorrekturdaten für die Antriebswelle, die für jede der X-Achse und Y-Achse unter der einen besonderen Bedingung gemessen worden sind, nicht nur einer unkorrekten Nachjustierung des Vorschubes resultieren, sondern auch in einer Zunahme des Fehlers.

Eine Aufgabe dieser Erfindung ist es, die obenbeschriebenen Schwierigkeiten zu beseitigen. Insbesondere ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Elektroerosionsmaschine vorzusehen, in welcher, wenn die Belastungen der mechanischen Strukturen durch das Gewicht des Werkstückes oder die Menge der Bearbeitungsflüssigkeit beeinflusst werden, oder wenn die Umgebungstemperatur der mechanischen Strukturen ändert, die Antriebsbeträge der Antriebswellen genau korrigiert werden, so dass die Genauigkeit des Vorschubes verbessert und das Werkstück mit hoher Genauigkeit bearbeitet wird.

Eine erfindungsgemäße Elektroerosionsmaschine enthält: Speichermittel zum Speichern von Korrekturdaten, welche unter verschiedenen Bedingungen erhalten worden sind, Auswahlmittel zum Auswählen einer passenden, der gespeicherten Korrekturdaten und Anweisungsmittel zum Übergeben der durch die Auswahlmittel ausgewählten Korrekturdaten an eine Antriebssteuervorrichtung.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Seitenansicht, teilweise als Schnittansicht, die die Anordnung einer allgemeinen, mit einer Drahtelektrode betriebenen Elektroerosionsmaschine zeigt.

Fig. 2 ist eine vergrösserte perspektivische Ansicht, die besonders die den X-Tisch der Maschine betreffenden Bauteile zeigt.

Die Fig. 3 bis 7 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel dieser Erfindung.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das ein Steuersystem für das Ausführungsbeispiel zeigt.

Fig. 4 ist ein begleitendes Diagramm für eine Beschreibung der automatischen Auswahloperation der Korrekturdaten.

Fig. 5 ist ein Begleitdiagramm, das ein Beispiel einer in einem Hauptspeicher in der Fig. 3 gespeicherten Datentabelle zeigt.

Fig. 6 ist eine graphische Wiedergabe, die die Beziehungen zwischen der Abweichung und der Last einer Kugelspindel im Ausführungsbeispiel angibt.

Fig. 7 ist ein Begleitdiagramm für eine Beschreibung der manuellen Auswahloperation der Korrekturdaten und ein Beispiel eines an einer CRT angezeigten Bildes.

Die Fig. 8 und 9 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 8 ist eine perspektivische Ansicht, die wesentliche Teile des Ausführungsbeispiels zum Beschreiben einer abgechrägten Bearbeitungsoperation zeigt.

Fig. 9 ist eine vergrösserte Ansicht, die eine Bearbeitungsvorrichtung zum Abschrägen und den unteren Teil einer Z-Welle zeigt.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung
Ausführungsbeispiele dieser Erfindung werden beschrieben.

Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel dieser Erfindung. In der Fig. 3 bezeichnet das Referenzzeichen 40 eine Haupt-CPU (zentrale Recheneinheit); 41 einen Hauptspeicher, in welchem eine Anzahl Posten von Korrekturdaten und Bearbeitungsprogrammen für Bearbeitungsanordnungen gespeichert sind; 42 eine Servosteuerungsvorrichtung enthaltend: einen Stromkreis 44, welcher, auf eine durch einen Systembus 43 durch die Haupt-CPU 40 an ihn angelegte Bewegungsinstruktion reagierend, eine Instruktionsinterpolation eines Bearbeitungsortes vorsieht, einen arithmetischen Stromkreis 45, der die Ausgangssignale des Stromkreises 44 zu Berechnen eine Bewegungsbetrages in der X-Achsenrichtung und eines Bewegungsbetrages in der Y-Achsenrichtung empfängt und einen Servospeicher 46, welcher diejenigen der im Hauptspeicher 41 gespeicherten Korrekturdaten, welche für die ausgewählten Bearbeitungskonditionen geeignet sind, speichert. Die Referenzzeichen 47 und 48 bezeichnen einen Antriebsverstärker zum Antreiben des den X-Tisch treibenden Motors 14 bzw. einen Antriebsverstärker zum Antreiben des den Y-Tisch treibenden Motors 17.

Im weiteren bezeichnen in Fig. 3 die Bezugszeichen 49 und 50 Rückkopplungsinterfaces, die die Beträge der Drehung des den X-Tisch antreibenden Motors 14 und des den Y-Tisch antreibenden Motors 17 detektieren und die so detektierten Beträge der Drehung als Positionsdaten dem arithmetischen Stromkreis 45 zuführen; 51 einen Steuerstromkreis zum Steuern einer Entladungsleistungsquelle und einer Drahtelektrodenwickelvorrichtung 53; 54 eine Endausgabeeinheit, wie beispielsweise einen Papierstreifenlocher, welcher über ein Eingabe/Ausgabe-Interface 55 Daten ausgibt; 56 Eingabe/Ausgabe-Termineinheit, die über ein Standardinterface 56 und einen lokalen Bus 58 auf die Haupt-CPU 40 geschaltet ist und welche Eingabe/Ausgabe-Termineinheit dem Betreiber erlaubt, Eingabe- und Ausgabeoperationen auszuführen, währenddem der konventionelle CRT-Schirm überwacht wird; und 59 eine Eingabeeinheit, beispielsweise ein Papierstreifenleser.

Die andere Anordnung ist die gleiche wie diejenige der in den Fig. 1 und 2 gezeigten Elektroerosionsmaschine.

Im Folgenden wird der Betrieb des in der Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiels beschrieben. Im Ausführungsbeispiel kann grundsätzlich ein automatischer Auswahlbetrieb, wie in Fig. 4 gezeigt, und ein manueller Auswahlbetrieb, wie in Fig. 7 gezeigt, selektiv betätigt werden.

Als erstes wird der automatische Auswahlbetrieb des Ausführungsbeispiels beschrieben. Im voraus werden eine Auswahl von Kombinationen von Werkstückgewichten, Bearbeitungsflüssigkeitsmengen und Umgebungstemperaturen vorgesehen. Für jede der Kombinationen dieser Daten wird ein Steigungsfehler oder Spiel mit einer konventionellen Laser-Längenmessmaschine oder ähnlichem genau gemessen. Die so gemessenen Steigungsfehler oder Spiele und die Positionen bei den Messungen werden in Daten umgeformt, welche im Hauptspeicher 41 (Schritt S₁ in Fig. 4) gespeichert werden können. Im Schritt S₂ werden die oben beschriebenen gemessenen Daten in der Form einer Datentabelle im Hauptspeicher 41 mit Hilfe der Eingabeeinheit 59 gespeichert.

Vorzugsweise wird ein Steigungsfehler oder Spiel jedesmal gemessen, wenn der Tisch einige Millimeter in den Richtungen der X- oder Y-Achse bewegt ist; d.h. es ist wünschenswert, Steigungsfehler und Spiele so oft und so fein als möglich zu messen, weil der Steigungsfehler oder das Spiel von der Position des X-Tisches 11 oder des Y-Tisches 12 abhängt.

Eine Tabelle von Korrekturdaten (Korrekturwerte), wie beispielsweise in der Fig. 5 gezeigt, ist im Hauptspeicher 41 gespeichert. Es soll zur Kenntnis genommen werden, dass die in der Fig. 5 gezeigte Datentabelle im Speicherformat unterschiedlich zu dem ist, was gerade gespeichert wird.

Nach der Ausführung einer Instruktion zum Starten eines Bearbeitungsprogrammes werden im Schritt S₃ Belastungs- und Temperaturdaten mit Hilfe eines Temperaturfühlers und eines Lastfühlers in die Haupt-CPU eingegeben, und die Haupt-CPU wählt anhand der Eingabedaten die am besten geeigneten Korrekturdaten aus der Datentabelle im Hauptspeicher 41 aus. Die Auswahl geschieht beispielsweise wie folgt: Ein eine Belastung darstellender Analogwert wird in einen digitalen Wert umgewandelt, welcher in der Haupt-CPU 40 verarbeitet wird und einer der Werte, derjenige mit der kleinsten Differenz von der detektierten Belastung in der Spalte «LOAD» der im Hauptspeicher 41 gespeicherten Korrekturdaten wird ausgewählt. Beispielsweise «Last 5 kg» wird gewählt. Ähnlich werden Temperaturdaten, die durch den Temperatursensor ausgegeben werden, in der Haupt-CPU 40 bearbeitet und einer der Werte, derjenige mit der kleinsten Differenz, zur detektierten Temperatur in der Spalte «Temperatur» der Korrekturwerte wird ausgewählt, beispielsweise «Temperatur 15 °C».

Inbezug auf die Kombination der so ausgewählten Belastung und Temperatur werden die besten Korrekturwerte für die X-Achse und Y-Achse selektiert. Die so selektierten Korrekturwerte werden in den Servospeicher 46 übertragen, wo sie gemäss dem Schritt S₄ in der Form einer Datentabelle gespeichert werden.

Nach dem Start des Bearbeitungsprogrammes im Schritt S₅ interpoliert der arithmetische Stromkreis 45 Bewegungsinstruktionen, um Ausgangssignale, die an die Antriebsverstärker angelegt werden, zu erzeugen und vergleicht jederzeit mechanische Koordinaten, die durch das Rückkoppelungsinterface 49 anhand empfangener Drehpositionswerte von den Kodierern 15 und 17 erhalten werden, mit der im Servospeicher 46 gespeicherten Korrekturdatentabelle, so dass für Koordinaten, die korrigiert werden müssen, bereinigte Korrekturwerte ausgegeben werden. Dadurch werden der X-

Tisch 11 und der Y-Tisch 12 genau in der X-Achsenrichtung bzw. in der Y-Achsenrichtung vorgeschoben. Die so ausgewählte Korrekturdatentabelle wird bis zum Ende des Bearbeitungsprogrammes verwendet.

Die Korrekturdatentabelle beinhaltet positive und negative Vorschubrichtungen repräsentierende Daten. Folglich werden auch in den Fällen, wenn die Vorschubrichtung umgekehrt wird, die Korrekturdaten verwendet. In der in Fig. 5 gezeigten ausgewählten Korrekturdatentabelle kann die durch die Belastung verursachte Abweichung der Kugelspindel 28 und die durch die Temperatur verursachte Expansion oder Kontraktion der Kugelspindel 28 durch eine lineare Beziehung zwischen Belastung und Temperatur, wie in Fig. 6 gezeigt, dargestellt werden. Deshalb sollte die Haupt-CPU 40 so programmiert sein, dass in den Fällen, wo die Korrekturwerttabelle Belastungen L_1 , L_2 und L_3 beinhaltet, wie in Fig. 6 gezeigt, die detektierte Belastung innerhalb eines Bereiches von L_2 bis L_3 ist, L_2 ist ausgewählt.

In den Fällen, wo die detektierte Belastung gerade in der Mitte zwischen L_2 und L_3 ist, sollte die Haupt-CPU so programmiert sein, dass nur eine der beiden Werte L_2 und L_3 ausgewählt wird.

In den oben beschriebenen Fällen wird der Korrekturwert von zwei verschiedenen Faktoren bestimmt, von der Belastung und der Temperatur. Wie auch immer, kann er auch von einer der beiden Faktoren bestimmt werden. Zusätzlich kann das folgende Verfahren angewandt werden. Beispielsweise wird der eine und der gleiche Faktor durch eine Mehrzahl von Sensoren detektiert und der Mittelwert der Detektionsresultate wird zur Auswahl das passenden Korrekturwertes verwendet. Im weiteren kann das Lastdetektionsmittel ein Dehnungsmesser G sein, welcher, wie in der Fig. 2 durch die gebrochene Linie angegeben, in der Nähe der Kugelspindel 28 angeordnet ist und in den Fällen, wo der Bearbeitungsablauf mit dem in der Bearbeitungsflüssigkeit eingetauchten Werkstück ausgeführt wird, kann das Belastungsdetektionsmittel ein Flüssigkeitspegel-Detektor sein, weil die Belastung der mechanischen Strukturen stark vom Gewicht der Bearbeitungsflüssigkeit abhängt. Das Temperaturmessmittel kann ein Thermoelement sein, welches im Bereich des Dehnungsmessers G in der Fig. 2 angeordnet ist.

Zuerst werden im Schritt MS_1 die Korrekturdaten ähnlich detektiert wie im oben beschriebenen Schritt S_1 der Fig. 4 und im nächsten Schritt MS_2 werden sie in der Form einer Datentabelle im Hauptspeicher 41 ähnlich wie im oben beschriebenen Fall gespeichert. In diesem Fall werden die Korrekturdaten mit Abrufnummern gespeichert. Im Schritt MS_3 wird ein Korrekturdatenauswahlbild auf dem CRT-Bildschirm der Eingabe/Ausgabe-Terminal-einheit 56 angezeigt. Das Bild, wie in Fig. 7 gezeigt, kann dazu verwendet werden, eine Werkstückgröße, ein Werkstückmaterial und eine Raumtemperatur auszuwählen.

Im Schritt MS_4 braucht der Betreiber die Eingabe/Ausgabe-Terminal-einheit 56, um eine Werkstückgröße, ein Werkstückmaterial usw. unter Bezugnahme auf das auf der CRT angezeigte Bild einzugeben. Beispielsweise, wenn eine Werkstückgröße von $150 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$, ein Werkstückmaterial Aluminium und eine Raumtemperatur von 20°C eingegeben werden, berechnet die Haupt-CPU 40 das Gewicht des Werkstückes. Das so berechnete Gewicht stimmt mit der Belastung der mechanischen Struktur überein. Demzufolge wird der nächste Schritt MS_5 eine Abrufnummer spezifiziert, so dass ähnlich wie im vorgängig beschriebenen Schritt S_5 passende Korrekturwerte aus dem Hauptspeicher 41 ausgelesen werden.

Die so ausgewählten Korrekturwerte werden im Schritt MS_6 zum Servospeicher 46 übertragen und dort gespeichert.

Nach dem Start des Programmes, im Schritt MS_6 , gibt die Servosteuvorrichtung 42 Bewegungssteuerinstruktionen für den X-Tisch 11 und den Y-Tisch 12 aus, indem die Bewegungsbeträge korrigiert werden.

In dieser Schaltung kann das folgende Verfahren angewandt werden: Die im Hauptspeicher 41 gespeicherte Datentabelle wird auf dem CRT-Schirm (CRT) angezeigt, so dass der Bediener die für die Bearbeitungskonditionen am besten passenden Korrekturwerte aus der Datentabelle bestimmen kann. Übereinstimmend mit der Bestimmung werden die Korrekturwerte aufgerufen, um im Servospeicher 46 gespeichert zu werden.

Die zentrale Steuvorrichtung 10 beinhaltet letztlich die Haupt-CPU 40, den Hauptspeicher 41, die Servo-Steuvorrichtung 42, das Eingabe/Ausgabe-Interface 55 und das Standard-Interface 57, die so gestaltet sind, dass sie als Computer verwendbar sind.

Die Schneiddraht-Elektroerosionsmaschine ist beschrieben worden; das technische Konzept der Erfindung ist hingegen mit den gleichen Effekten auch auf eine Gesenk-Elektroerosionsmaschine anwendbar.

Die Fig. 8 und 9 zeigen eine andere Ausführung der Erfindung. In den Fig. 8 und 9 bezeichnen das Bezugszeichen 25 eine Bearbeitungsvorrichtung zum Abschrägen, die zur vorgängig beschriebenen und in der ersten Ausführung gezeigten Vorrichtung identisch ist. Die Bearbeitungsvorrichtung 25 zum Abschrägen enthält einen U-Tisch 60 zum Bewegen der Drahtelektrode 1 in einer horizontalen Ebene in einer U-Achsenrichtung, einen V-Tisch 61 zum Bewegen der Drahtelektrode 1 in einer horizontalen Ebene in einer zu der U-Achsenrichtung rechtwinkligen V-Achsenrichtung, einen elektrischen U-Tisch-Antriebmotor 62, einen elektrischen V-Tisch-Antriebmotor 63, einen Kodierer 64 zum Detektieren des Drehbetrages des Motors 62 und einen Kodierer 65 zum Detektieren des Drehbetrages des Motors 63.

Die oben beschriebene obere Drahtführung 32 wird durch das Ende des V-Tisches 61 getragen und der V-Tisch 61 wird durch den U-Tisch getragen. Demzufolge, wenn die Antriebmotoren 62 und 63 drehen, wird die obere Drahtführung 32 in der U-Achsenrichtung und in der V-Achsenrichtung bewegt, so dass die Drahtelektrode, wie durch die gezogene Linie in der Fig. 8 einen vorbestimmten Winkel zur Senkrechten bildet.

Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht auf einen U-Tischbewegungsmechanismus schräg von unten betrachtet. In der Fig. 9 bezeichnen das Referenzzeichen 66 eine Geschwindigkeitsreduzierer, dessen Eingangsseite mit dem Antriebmotor 62 gekoppelt ist und dessen Ausgangsseite an eine Kugelspindel 67 angekoppelt ist; 68 eine mit der Kugelspindel 62 in Eingriff stehende und an der unteren Oberfläche der Z-Welle 21 befestigte Mutter 69; eine die Kugelspindel 67 drehbar tragende Halterung; 70 zwei schienenförmige, am Z-Schaft 21 angeordnete Bewegungsführungen für den U-Tisch; und 71 längs den Führungen 70 frei bewegbare Schieber. Die Schieber sind mit dem am Geschwindigkeitsreduzierer 66 und an der Halterung 69 befestigten U-Tisch 62 fest verbunden.

Auch der V-Tisch 61 hat einen Bewegungsmechanismus, der in seiner Konstruktion im wesentlichen gleich ist zum U-Tischbewegungsmechanismus und unterhalb des U-Tisches 60 gelagert ist.

Die andere Anordnung ist ähnlich zu der in den Fig. 1 und 2 gezeigten.

Bei der so konstruierten Elektroerosionsmaschine werden in einer Bearbeitungsausführung zum Abschrägen der U-Tisch 60 und der V-Tisch 61 der Bearbeitungsvorrichtung 25 zum Abschrägen durch den Antriebmotor 62 des U-Tisches bzw. der Antriebmotor 63 des V-Tisches so bewegt,

dass die obere und untere Führung 32 und 33 der Drahtelektrode relativ zueinander verschoben werden, d. h. die Drahtelektrode 1 wird geneigt.

Die Bewegung der oberen Elektrodendrahtführung 32 in der U-Achsenrichtung wird genauer beschrieben. Fig. 9 zeigt einen Mechanismus zum Bewegen der oberen Elektrodendrahtführung 32 in der U-Achsenrichtung. Der U-Tischantriebsmotor 62 ist an die Kugelspindel 67 über den am U-Tisch 60 befestigten Geschwindigkeitsreduzierer 66 angekoppelt und die Kugelspindel 67 ist mit der an der Z-Welle 21 befestigten Mutter 68 in Eingriff. Demzufolge wird letztere bewegt, wenn die Kugelspindel 67 bewegt wird und der U-Tisch 60 bewegt sich dadurch zusammen mit den Schiebern 71 längs der Führungen 70. Bei dieser Operation wird der Bewegungsbetrag des U-Tisches 60 durch einen Kodierer 64 detektiert. Immer dann in diesem Fall, wenn der U-Tischantriebsmotor 62 eine vorbestimmte Anzahl Umdrehungen macht, so dass der Ausgang des Kodierers 64 mit der U-Tischbewegungsinstruktion in Koinzidenz ist, kann in der Praxis, abhängig von der Genauigkeit der Kugelspindel 67 oder der Deformation und Stauchung der mechanischen Strukturen der Bearbeitungsvorrichtung 25 zum Abschrägen, der U-Tisch übermässig oder mangelhaft vorgeschoben werden. Im weiteren ändert das Spiel der Kugelspindel 67 beim Umdrehen der Vorschubrichtung, so dass der Vorschubbetrag abweichen kann. Demzufolge werden im zweiten Ausführungsbeispiel, ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel, Korrekturdaten verwendet, um den Fehler im Vorschub, der durch die Änderung in der Steigung oder Spiel

der Kugelspindel 67 oder der Biegung der Kugelspindel 67 verursacht wird, zu minimalisieren; d. h. die Korrekturdaten werden verwendet, um die Vorschubbeträge zu korrigieren. Dadurch können in dem Ausführungsbeispiel übereinstimmend zu den Bearbeitungskonditionen die am besten passenden Korrekturdaten für die Korrektur der Vorschubbeträge in den Richtungen der Antriebsachsen, U-Achse und V-Achse, in welchen die Führungen 32 und 33 der Drahtelektrode relativ zueinander bewegt werden, ausgewählt werden, wobei die Elektrodendrahtführung 32 mit hoher Genauigkeit vorgeschoben werden kann, mit dem Resultat, dass die Bearbeitungsgenauigkeit beim Abschrägen verbessert ist.

Das folgende Verfahren kann in dem Ausführungsbeispiel angewandt werden: ein Dehnungsmesser wird in der Nähe der Bremsrolle 5 installiert und der Ausgang des Dehnungsmessers wird verwendet, um die Spannung der Drahtelektrode 1 und die Belastung der mechanischen Strukturen zu detektieren. Wie auch immer, wird die Erfindung darauf oder dadurch nicht begrenzt. Beispielsweise kann die Belastung durch einen Strom in einem zum Bremsen der Bremsrolle 5 bestimmten Bremsmotor 72 detektiert werden.

Industrielle Anwendbarkeit

Diese Erfindung kann an Elektroerosionsmaschinen, wie einer Gesenk-Elektroerosionsmaschine, die eine Gesenkelektrode verwendet und einer Schneiddraht-Elektroerosionsmaschine, die eine Drahtelektrode verwendet, umfassend angewandt werden.

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

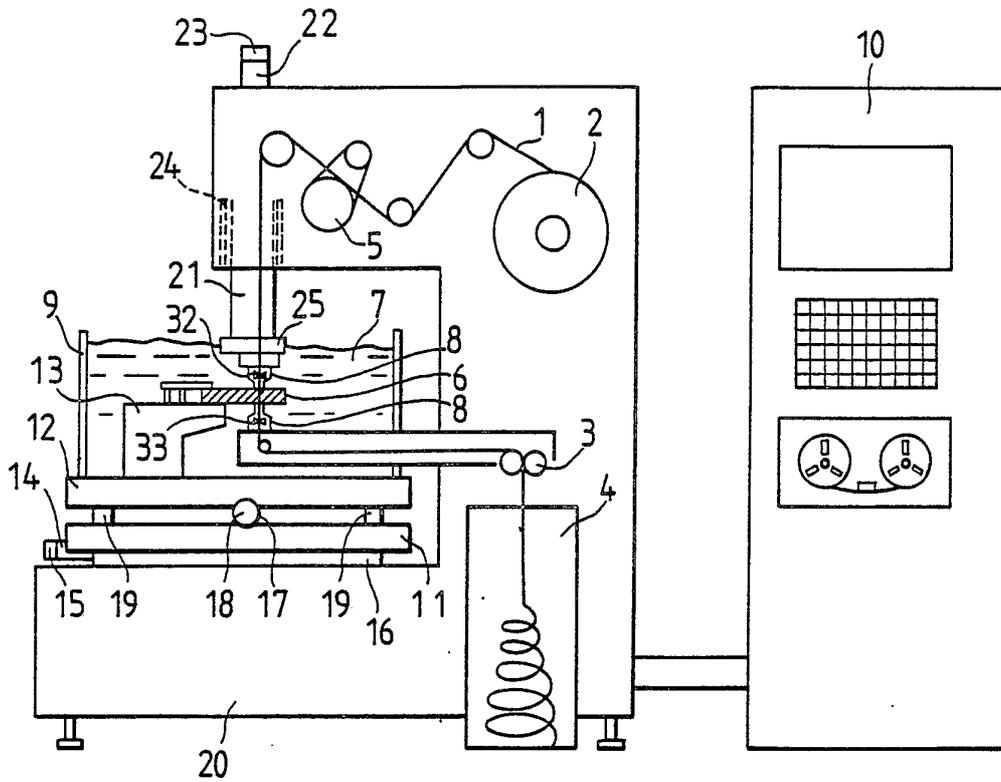


FIG. 2

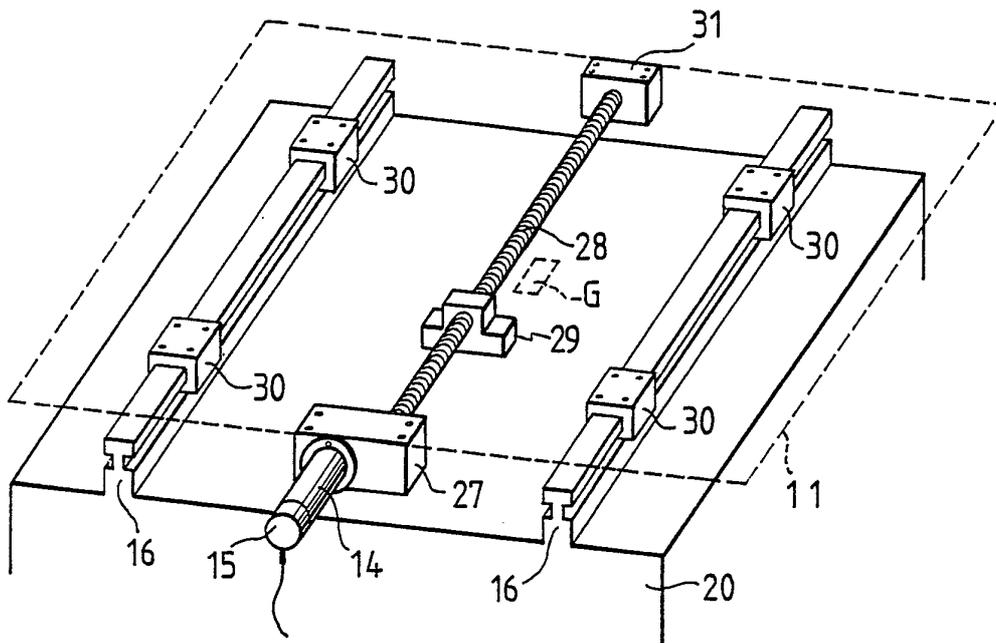


FIG. 3

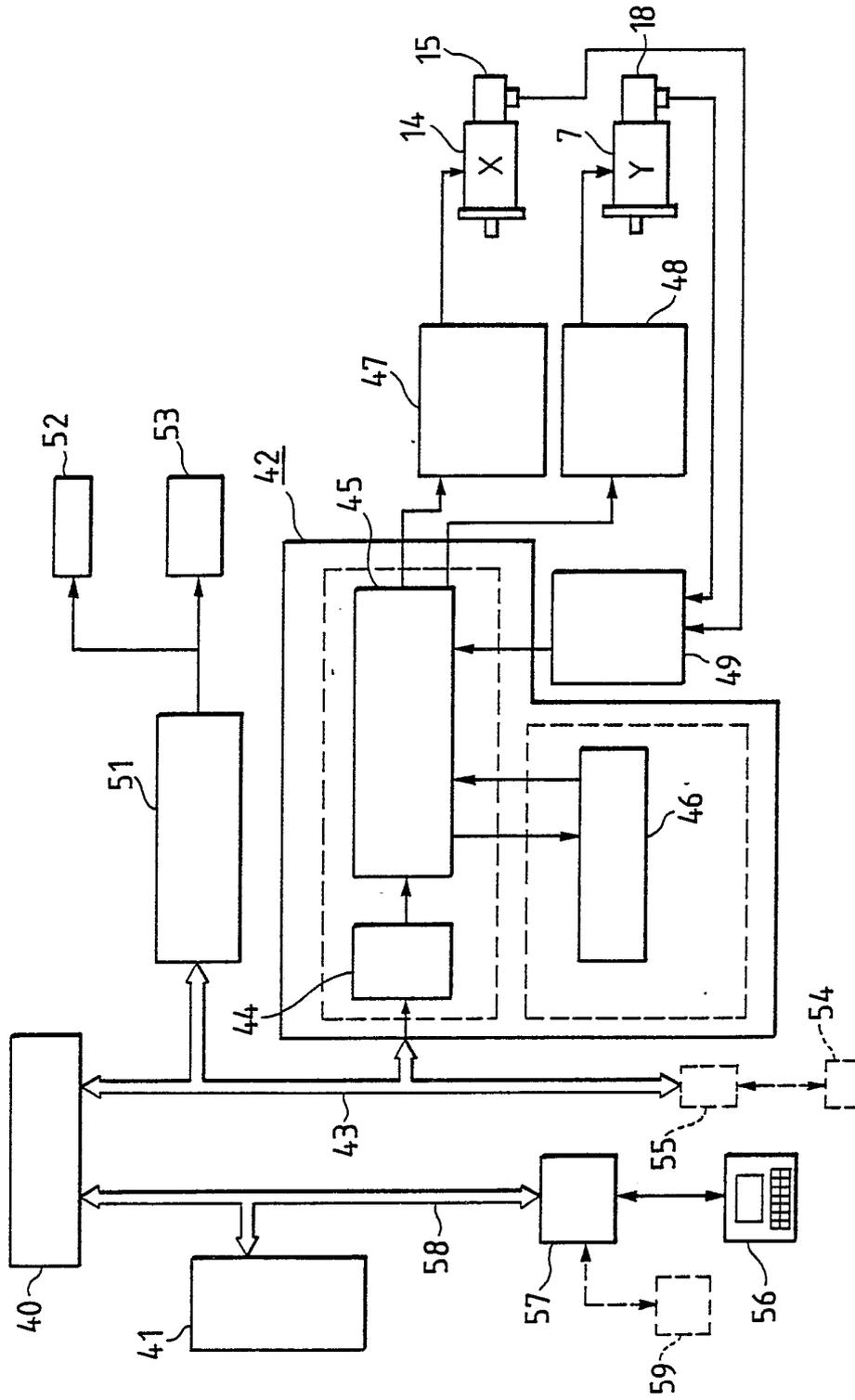


FIG. 4

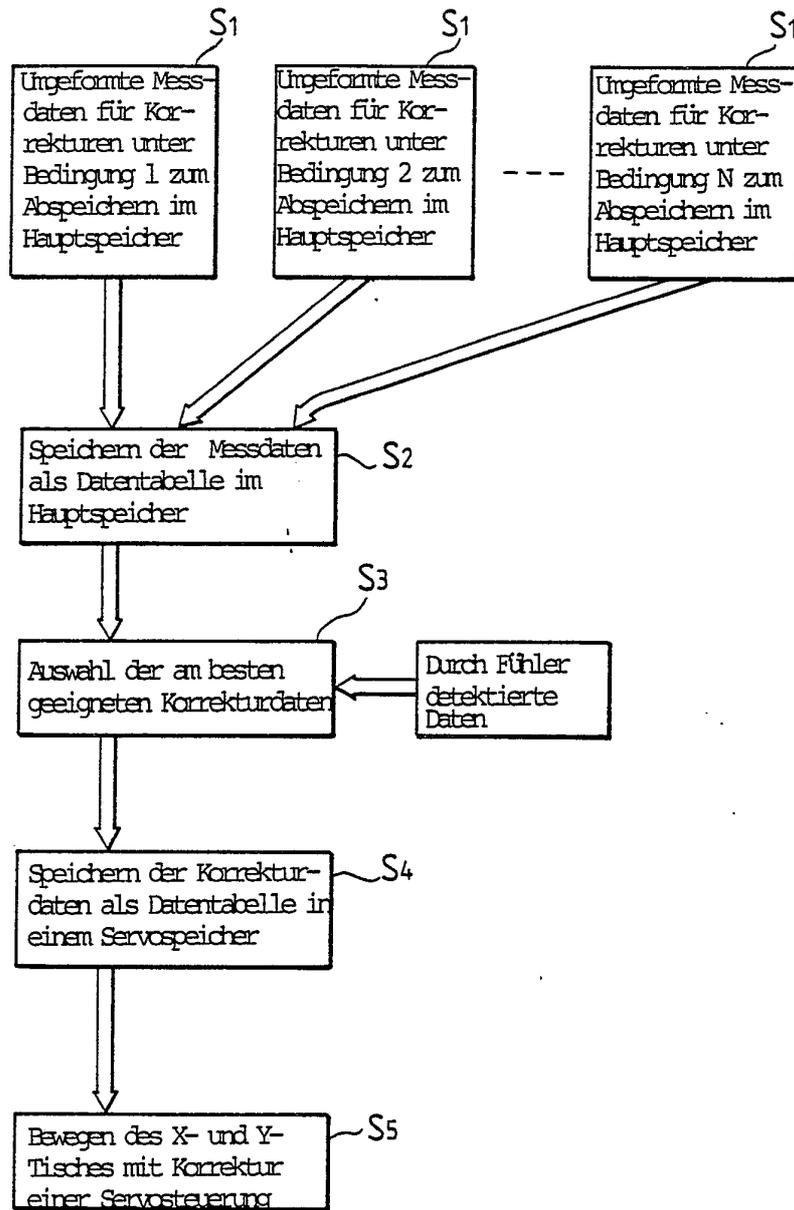


FIG. 5

Last	Temperaturen	Achsen	Position	Richtung	Vorz.	Korrekturwerte
5kg	15°C	X	0 0 5	+	-	0 0 1
		Y				
5kg	20°C	X				
		Y				

FIG. 6

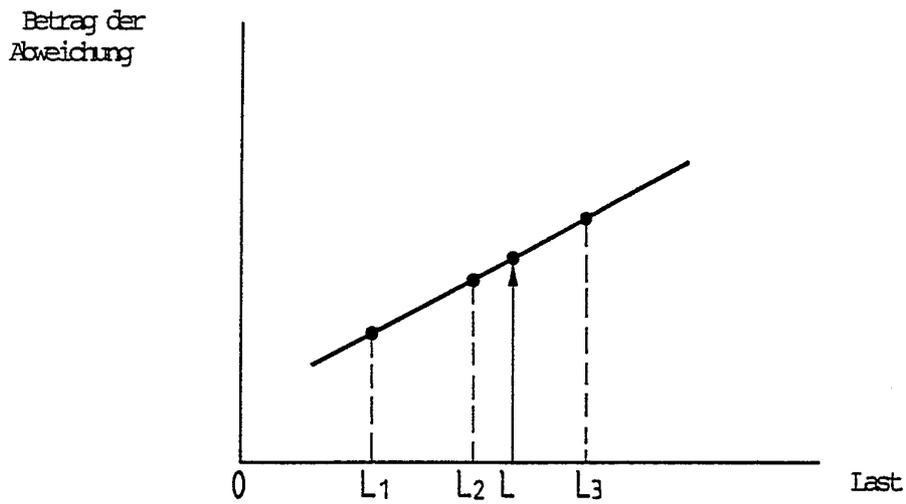


FIG. 7

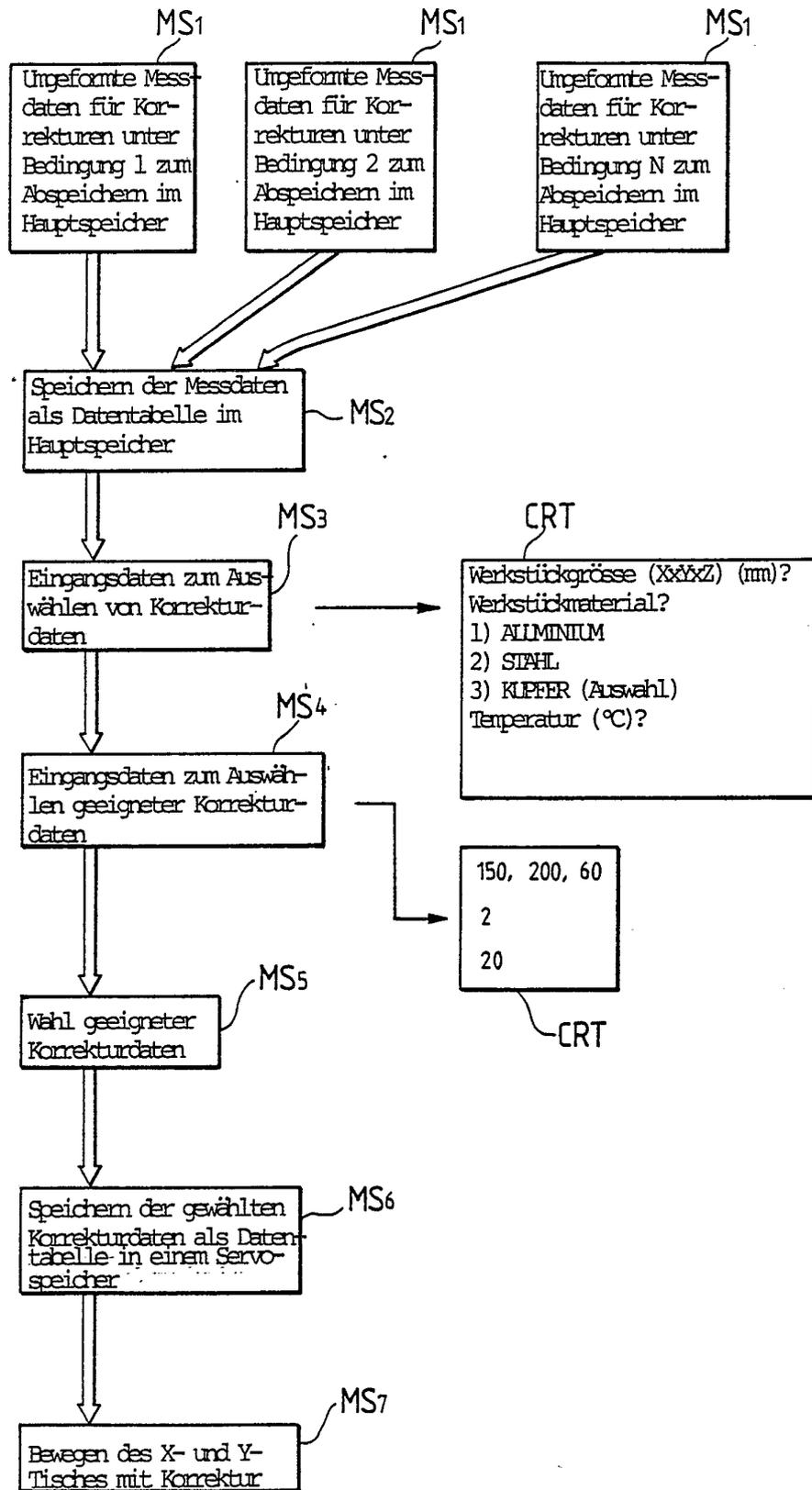


FIG. 8

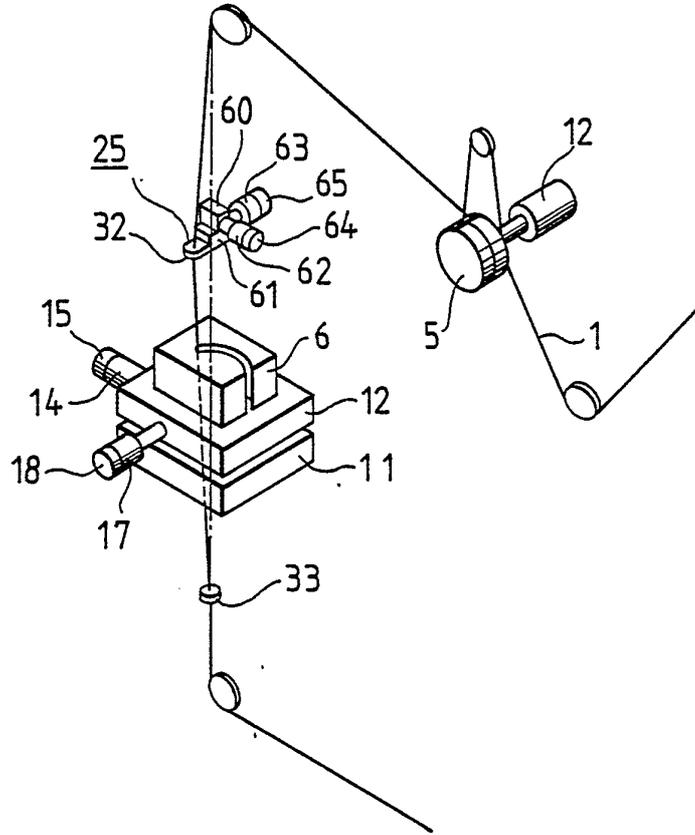


FIG. 9

