

CH 679022 A5

(19)



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11)

CH 679022 A5

(51)

Int. Cl.⁵: B 23 H

7/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT** A5

(21) Gesuchsnummer: 3189/89

(22) Anmeldungsdatum: 01.09.1989

(30) Priorität(en): 01.09.1988 JP 63-219201

(24) Patent erteilt: 13.12.1991

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 13.12.1991

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

(72) Erfinder:
Watanabe, Naoki, Nagoya-shi/Aichi (JP)

(74) Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

(54) **Verfahren zum Berechnen des Betrages eines Versatzes in einem Bearbeitungsprozess einer Schneiddraht-Funkenerosionsmaschine.**

(57) Der Versatzbetrag einer Drahtelektrode in einer Schneiddraht-Funkenerosionsmaschine wird für alle Bearbeitungsschritte, von einer Grobbearbeitung bis zu einer Endbearbeitung unter Bezugnahme auf eine Datentabelle berechnet. Letztere beinhaltet eine Mehrzahl von Versatzdaten, wobei jede eine Kombination von einem ersten Bearbeitungsabstand, der durch die Drahtelektrode selbst vorzusehen ist, und einem zweiten Bearbeitungsabstand, der durch die elektrische Entladung vorzusehen ist, einschliesst. Das Verfahren ist befähigt, die Anzahl der verlangten Daten zum Bestimmen der Versatzbeträge für mehrfache Bearbeitungsschritte zu reduzieren.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Berechnen des Betrages eines Versatzes (Offset) für eine Drahtelektrode in einem Bearbeitungsprozess einer Schneiddraht-Funkenerosionsmaschine gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

In Bearbeitungsprozessen von Funkenerosionsmaschinen wird der Betrag eines Versatzes anhand der Bearbeitungsbedingungen, wie dem Material und Durchmesser der Drahtelektrode und dem Material und Dicke eines zu bearbeitenden Werkstückes, bestimmt.

Die Fig. 1 ist eine erklärende Darstellung, die die vollumfängliche Anordnung einer Schneiddraht-Funkenerosionsbearbeitungsanlage zeigt.

In der Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 50 eine numerische Steuereinheit zum Steuern der Schneiddraht-Funkenerosionsmaschine; 51 eine Bearbeitungs-Leistungsquelle zum Anlegen von hochfrequenten Spannungsimpulsen an eine Drahtelektrode 52 und an ein zu bearbeitendes Werkstück 53, welches aus elektrisch leitendem Material ist; 54 und 55 bewegbare Tische, welche in Richtung der X-Achse bzw. in Richtung der Y-Achse bewegbar sind, mit dem darauf fest positionierten Werkstück; 56 und 57 Antriebsmotoren zum Antreiben der bewegbaren Tische 54 und 55 gemäss den von der numerischen Steuereinheit 50 erhaltenen Instruktionen; 58, 59 Stromzuleitungsplatten zum Anlegen des hochfrequenten Impulsspannungsausganges der Bearbeitungs-Leistungsquelle 51 an die Drahtelektrode 52; 60 eine Drahtaufwickelspule; 61 eine Drahtlieferspule; und 65 eine Bearbeitungsflüssigkeit-Liefervorrichtung zum Liefern einer Bearbeitungsflüssigkeit (im allgemeinen Wasser) an den Spalt zwischen der Drahtelektrode 52 und dem Werkstück 53.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung, die eine Querschnittsansicht der Drahtelektrode 52 und des Werkstückes 53 in dem Falle zeigt, wo durch viermaliges Bearbeiten (4 Bearbeitungsschritte) des Werkstückes 53 eine Matrize gebildet wird. In der Fig. 2 bezeichnet das Referenzzeichen H_1 den Betrag eines Versatzes im ersten Bearbeitungsschritt und 74 die Ortskurve der Mittelachse der Drahtelektrode 52. In entsprechender Weise werden in der Fig. 2 mit den Referenzzeichen H_2 , H_3 und H_4 die Beträge der Versätze im zweiten, dritten und vierten Bearbeitungsschritt bezeichnet und mit 75, 76 und 77 die Ortskurven der Mittelachse der Drahtelektrode 52 in den entsprechenden Bearbeitungsschritten.

Fig. 3 ist eine Tabelle, die die Beträge des Versatzes im ersten, zweiten, dritten und vierten Bearbeitungsschritt angibt.

Der Betrieb dieser so organisierten Schneiddraht-Funkenerosionsanlage wird nachstehend beschrieben.

Einem erhaltenen Befehl gemäss dem in der numerischen Steuereinheit 50 gespeicherten Bearbeitungsablaufprogramm folgend, werden die bewegbaren Tische 54 und 55 in Richtung der X-Achse und in Richtung der Y-Achse verschoben, so dass sich

die Drahtelektrode 52 und das Werkstück 53 relativ zueinander bewegen, wobei das Werkstück mit der Entladeenergie so bearbeitet wird, um, während Spannungsimpulse zur Entladungsbearbeitung zwischen der Drahtelektrode 52 und dem Werkstück 53 angelegt werden, eine vorgesehene zweidimensionale Kontur der letzteren zu erhalten. Bei diesem Vorgehen führt die Bearbeitungsflüssigkeit-Liefervorrichtung 65 die Bearbeitungsflüssigkeit an den sich zwischen der Drahtelektrode 52 und dem Werkstück 53 befindenden Entladeflutschlitz, um dadurch die Drahtelektrode 52 und das Werkstück 53 gegeneinander elektrisch zu isolieren, um die Drahtelektrode 52 und das Werkstück 53 abzukühlen und um den durch die elektrische Entladung gebildeten Schlamm zu entfernen.

Die gewünschte zweidimensionale Kontur wird durch die elektrische Entladebearbeitung des Werkstückes, wie oben beschrieben, erhalten. In diesem Fall sollte der Bearbeitungsprozess entlang der Ortskurve, welche von der im NC-Programm gespeicherten Ortskurve durch die Summe des Drahtradius und des Entladeflutschlitzes verschoben ist, ausgeführt werden. Dies ist der vorgenannte Betrag des Versatzes. Dieser ist von den Bearbeitungskonditionen abhängig und ändert bei jedem Bearbeitungsprozess. Deshalb ist es für jeden Bearbeitungsprozess notwendig, den Betrag des Versatzes (nachstehend, wenn passend, auch als «Offsetdaten» bezeichnet) von einer Bearbeitungskonditionstabelle oder dgl. zu lesen. Dies soll mit Bezug auf die Fig. 2 und 3 beschrieben werden.

Wie bereits erwähnt, zeigt die Fig. 2 eine Ansicht des Querschnittes der Drahtelektrode 52 und des Werkstückes 53 in dem Fall, wo durch viermaliges Bearbeiten des Werkstückes eine Matrize gebildet wird. Im ersten Bearbeitungsschritt ist der Betrag des Versatzes auf H_1 gesetzt, wobei zum Bilden der bearbeiteten Oberfläche 78 die Mittelachse der Drahtelektrode 52 an der Ortskurve 74 entlanggeführt wird. Dann wird ein Endbearbeitungsprozess ausgeführt, der den zweiten, dritten und vierten Bearbeitungsschritt enthält. Im zweiten Bearbeitungsschritt ist der Betrag des Versatzes auf H_2 gesetzt, wobei, um die bearbeitete Oberfläche 79 zu bilden, die Mittelachse der Drahtelektrode 52 entlang der Ortskurve 75 geführt wird. Ähnlich werden im dritten und vierten Bearbeitungsschritt der Betrag des Versatzes auf H_3 und H_4 gesetzt. Auf diese Weise wird schlussendlich die fertig bearbeitete Oberfläche 81 erhalten.

Beim konventionellen Verfahren zum Setzen des Betrages des Versatzes ändert dieser für jeden Bearbeitungsschritt, wenn die Anzahl Bearbeitungsschritte (vier in der obigen Beschreibung) ändert. Im Fall, wo ein Bearbeitungsprozess gemäss Fig. 2 nur einmal ausgeführt wird, um die gewünschte Matrize unter derselben Bearbeitungskondition, wie beim ersten Bearbeitungsschritt, fertig zu erhalten, kann die bearbeitete Oberfläche 78 als die im Endzustand fertige Oberfläche 81 angesehen werden. In diesem Fall, wo der gewünschte Verlauf durch nur einmaliges Bearbeiten des Werkstückes gebildet wird, ist der Abstand zwischen der Oberfläche 78 und der Mittelachse der Drahtelektrode 52

als Betrag des Versatzes eingesetzt worden. Es ist zu bemerken, dass bei diesem Betrieb der Betrag des Versatzes die Summe des Radius der Drahtelektrode 52 und des Entladeluftspaltes ist und deshalb nicht aus den Versatzbeträgen H_1 bis H_4 der obenbeschriebenen vier Bearbeitungsschritte erhalten werden kann, weil die Entladeluftspaltbreite abhängig von den Entladebedingungen änderbar ist. In ähnlicher Weise muss, wenn eine Endoberfläche durch zweimaliges Bearbeiten des Werkstückes erhalten werden soll, die bearbeitete Oberfläche 79 als die Endoberfläche betrachtet werden, wobei der Betrag des Versatzes im ersten Bearbeitungsschritt die Summe des Endbearbeitungsabstandes f_2 im zweiten Bearbeitungsschritt, des Drahtradius und des Entladeluftspaltes im ersten Bearbeitungsschritt ist. Im zweiten Bearbeitungsschritt ist der Betrag des Versatzes die Summe des Drahtradius und des Entladeluftspaltes in diesem zweiten Bearbeitungsschritt. Er kann deshalb nicht direkt aus den Daten H_1 bis H_4 erhalten werden, weil die Endbearbeitungsabstände f_2 bis f_4 und die Entladeluftspalte in den Bearbeitungsprozessen nicht bestimmt werden können.

Wie aus dem obigen Beschrieb hervorgeht, müssen für die Fälle, wo das Werkstück durch nur einen Bearbeitungsschritt oder durch mehrere Bearbeitungsschritte endbearbeitet wird, die Beträge des Versatzes für all die Bearbeitungsschritte als Kombinationen gespeichert werden, obgleich die gleichen Bearbeitungskonditionen vom ersten bis zum vierten Bearbeitungsschritt vorliegen. Im weiteren wird beim Bearbeiten eines Werkstückes unter hoher verbleibender Beanspruchung manchmal ein Bearbeitungsprozess einige Male unter den gleichen Bearbeitungskonditionen ausgeführt. In solch einem Fall ist die konventionelle Art des Setzens eines Versatzbetrages nicht praktisch. Wenn sie wirksam angewendet werden soll, dann werden die notwendigen Daten zum Bestimmen eines Versatzbetrages beträchtlich gross in ihrem Umfang.

Demgemäss ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die obbeschriebenen Schwierigkeiten, die bei einem konventionellen Verfahren des Setzens des Versatzbetrages in einem Schneidraht-Bearbeitungsprozess vorhanden sind, zu beseitigen. Insbesondere hat die Erfindung zur Aufgabe, ein Verfahren vorzuschlagen, mit welchem es möglich ist, die Anzahl der notwendigen Daten zum Bestimmen der Versatzbeträge zu reduzieren und Offsetdaten, die in einer Mehrheit von Bearbeitungsprozessen verwendet werden, zu berechnen, dies von rauen Bearbeitungsprozessen bis zu Endbearbeitungsprozessen, welche unter den gleichen Bearbeitungskonditionen ausgeführt werden.

Erfindungsgemäss wird die obgenannte Aufgabe anhand der im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

Insbesondere wird ein Verfahren zum Berechnen des Betrages eines Versatzes für eine Drahtelektrode in einem Bearbeitungsprozess einer Schneidraht-Funkenerosionsmaschine gezeigt, in welchem die Offsetdaten Daten für Bearbeitungsabstände beinhalten, die direkt von der Drahtelektrode bestimmt worden sind, und Daten für Entladeluftspalte

im voraus in bezug auf jeden Bearbeitungsschritt festgehalten sind, wobei diese Daten passend kombiniert werden, um die Versatzbeträge in den verschiedenen Bearbeitungsprozessen zu berechnen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigen:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1 eine erklärende Darstellung einer vollständigen Anordnung einer Schneidraht-Funkenerosionsmaschine,

Fig. 2 eine erklärende Darstellung zum Beschreiben eines konventionellen Verfahrens zum Bestimmen der Versatzbeträge in Bearbeitungsprozessen,

Fig. 3 eine Tabelle mit aufgeführten Bearbeitungskonditionen für die in der Fig. 2 ausgeführten Bearbeitungsprozesse,

Fig. 4 eine erklärende Darstellung, die eine Ausführungsart der vorliegenden Erfindung zeigt, in welcher ein Werkstück dreimal bearbeitet wird,

Fig. 5 eine Tabelle, die Bearbeitungskonditionen beinhaltet für die in der Fig. 4 gezeigten Bearbeitungsprozesse, und

Fig. 6, 7 und 8 erklärende Darstellungen, die andere Bearbeitungsprozesse zeigen.

Fig. 4, welche eine Schnittansicht eines Werkstückes darstellt, welches durch elektrische Entladungen dreimal bearbeitet wird, zeigt eine Ausführung der vorliegenden Erfindung.

In der Fig. 4 bezeichnen die Bezugszeichen 52 eine Drahtelektrode; w_1 den Radius R der Drahtelektrode 52 oder den Bearbeitungsabstand, welcher im ersten Bearbeitungsschritt durch die Drahtelektrode selbst vorzusehen ist; g_1 die Entladeluftspaltbreite im ersten Bearbeitungsschritt; und 31 die am Ende des ersten Bearbeitungsschrittes bearbeitete Oberfläche. Im weiteren bezeichnen in der Fig. 4 w_2 den Bearbeitungsabstand der durch die Drahtelektrode 52 im zweiten Bearbeitungsschritt vorzusehen ist; g_2 die Entladeluftspaltbreite im zweiten Bearbeitungsschritt und 33 die am Ende des zweiten Bearbeitungsschrittes bearbeitete Oberfläche. In ähnlicher Weise kennzeichnen w_3 den von der Drahtelektrode im dritten Bearbeitungsschritt vorzusehenden Bearbeitungsabstand; g_3 die Entladeluftspalte im dritten Bearbeitungsschritt; und 35 die am Ende des dritten Bearbeitungsschrittes bearbeitete Oberfläche. Des weiteren werden in der Fig. 4 durch das Bezugszeichen 20 die Entladeluftspalte (mit schräggestrichelten Linien gezeichnet) und mit 21 die Bereiche (mit schrägen, ausgezogenen Linien gezeichnet), welche durch die Drahtelektrode abgezogen worden sind, gekennzeichnet.

Fig. 5 ist eine Tabelle, die Bearbeitungskonditionen vom ersten bis zum dritten Bearbeitungsschritt angibt, beispielsweise den durch die Drahtelektrode vorzusehenden Bearbeitungsabstand und die Entladeluftspaltbreite.

In der Fig. 6 ist ein nur einmal gemäss den in Fig. 5 aufgelisteten Bearbeitungskonditionen ausgeführter Bearbeitungsprozess dargestellt (nachstehend, wenn passend, auch als «einmaliger Bearbeitungsprozess» bezeichnet).

Fig. 7 zeigt den Fall, wo das Werkstück unter den in der Fig. 5 gezeigten Bearbeitungskonditionen durch eine zweimalige Bearbeitung bearbeitet wird.

In der Fig. 8 ist der Fall einer viermaligen Bearbeitung des Werkstückes dargestellt, d.h. der erste Bearbeitungsprozess ist unter der in der Fig. 5 gezeigten Bearbeitungskondition A ausgeführt, der zweite und dritte Bearbeitungsprozess werden unter der in der Fig. 5 dargestellten Bearbeitungskondition B ausgeführt und der vierte Bearbeitungsprozess wird mit der in der Fig. 5 enthaltenen Bearbeitungskondition C getätigt.

Der Betrieb der erfindungsgemässen Ausführung wird mit Bezug auf die Fig. 4 bis 8 beschrieben.

Zum ersten wird ein Berechnungsverfahren für den Fall, wo das Werkstück 53 durch dreimaliges, gleiches Bearbeiten unter den in der Fig. 5 gezeigten Bearbeitungskonditionen A, B und C fertiggestellt wird, für die Beträge des Versatzes vom ersten bis zum dritten Bearbeitungsschritt beschrieben. Wie aus der Fig. 4 hervorgeht, ist der Betrag des Versatzes H_1 die Summe des Drahtelektrodenradius R , der Bearbeitungsluftspalte g_1 , g_2 und g_3 im ersten, zweiten und dritten Bearbeitungsschritt sowie der Bearbeitungsabstände w_2 und w_3 , die für die Drahtelektrode 52 im zweiten und dritten Bearbeitungsschritt vorzusehen sind. Demzufolge ist $H_1 = w_1 + g_1 + w_2 + g_2 + w_3 + g_3$. In ähnlicher Weise ist der Betrag des Versatzes im zweiten Bearbeitungsschritt $H_2 = w_1 + g_2 + w_3 + g_3$. Im dritten Bearbeitungsschritt ist der Betrag des Versatzes H_3 die Summe des Radius R der Drahtelektrode und der Entladeluftspaltbreite g_3 , d.h. $H_3 = w_1 + g_3$.

Mit der in der Fig. 5 gezeigten Tabelle können die Versatzbeträge für eine Mehrzahl von Bearbeitungsprozessen unter der gleichen Bearbeitungskondition in der gleichen Weise berechnet werden. Dieser Vorgang wird nachfolgend im Detail beschrieben.

Beim einmaligen Bearbeitungsprozess, der in der Fig. 6 gezeigt ist, wird die bearbeitete Oberfläche 31 nach dem ersten Bearbeitungsschritt gemäss der Fig. 4 als fertig bearbeitete Oberfläche betrachtet, um den Betrag des Versatzes H_1 , wie folgt angegeben, zu bestimmen:

$$H_1 = w_1 + g_1.$$

Im Fall, dass das Werkstück durch zweimaliges, gleiches Bearbeiten fertiggestellt wird, ist die fertig bearbeitete Oberfläche, die bearbeitete Oberfläche 33 am Ende des zweiten Bearbeitungsschrittes. Deshalb ist der Betrag des Versatzes H_1 im ersten Bearbeitungsprozess: $H_1 = (w_1 + g_1) + (w_2 + g_2)$ und der Betrag des Versatzes H_2 im zweiten Bearbeitungsschritt ist $H_2 = w_1 + g_2$.

Im Fall, dass das Werkstück durch viermaliges, gleiches Bearbeiten fertiggestellt wird, wobei die Bearbeitungskonditionen des zweiten Bearbeitungsprozesses zweimal verwendet werden, sind die Versatzbeträge H_1 , H_2 , H_3 und H_4 im ersten, zweiten, dritten und vierten Bearbeitungsschritt gegeben zu:

$$H_1 = (w_1 + g_1) + (w_2 + g_2) \times 2 + (w_3 + g_3)$$

$$H_2 = w_1 + g_2 + w_2 + g_2 + w_3 + g_3$$

$$H_3 = w_1 + g_2 + w_3 + g_3$$

$$H_4 = w_1 + g_3.$$

Wie aus dem obigen Beschrieb hervorgeht, können sogar für den Fall, wo das Werkstück mehrere Male unter den gleichen Bearbeitungskonditionen bearbeitet worden ist (beispielsweise ist es zweimal unter der Bearbeitungskondition des zweiten Bearbeitungsprozesses bearbeitet worden und zweimal unter der Bearbeitungskondition des dritten Bearbeitungsprozesses) die Versatzbeträge für alle Bearbeitungsprozesse ohne weiteres bestimmt werden.

Wie vorstehend im Detail beschrieben, ist es für die Fälle, wo das Werkstück mehrere Male unter unterschiedlichen Bearbeitungskonditionen bearbeitet worden ist, erfindungsgemäss nicht notwendig, Kombinationen von Versatzbeträgen für die Bearbeitungsprozesse für unterschiedliche Konditionen vorhanden zu haben. Deshalb kann die Anzahl der verlangten Daten zum Bestimmen der Versatzbeträge reduziert werden. Mit anderen Worten sind die Versatzbeträge für verschiedenartige Bearbeitungsprozesse verfügbar. Im weiteren kann das erfindungsgemässe Verfahren mit einer Reihe von Bearbeitungsprozessen, egal wie sie kombiniert sind, fertig werden, d.h. es kann die Versatzbeträge beim Bearbeiten eines Werkstückes mit Leichtigkeit effektiv bestimmen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Berechnen des Betrages eines Versatzes für eine Drahtelektrode in einem Bearbeitungsprozess einer Schneiddraht-Funkenerationsmaschine, bei welchem elektrische Entladungen, um einem Werkstück eine gewünschte Struktur zu verleihen, zwischen der genannten Elektrode und dem zu bearbeitenden Werkstück erzeugt werden, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

Bereitstellen einer Mehrzahl von Daten, die alle einen Versatzbetrag darstellen, welcher gemäss einer durch das Material und die Abmessung der Drahtelektrode so wie durch das Material und die Abmessung des Werkstückes vorgegebenen Bearbeitungskondition bestimmt wird, wobei der Versatzbetrag eine Verknüpfung eines ersten Bearbeitungsabstandes, der durch die Drahtelektrode vorzusehen ist, wird und eines zweiten Bearbeitungsabstandes, der durch die elektrische Entladung vorzusehen ist, einschliesst;

Bestimmen der Anzahl Bearbeitungsschritte von Grobbearbeitung bis zu einer Fein- oder Endbearbeitung;

und basierend auf der Mehrzahl der Daten Berechnen des Versatzbetrages für alle die Bearbeitungsschritte.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Bearbeitungsabstand dem Radius der Drahtelektrode entspricht und dass der zweite Bearbeitungsabstand der Spaltbreite zwischen den Elektroden entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Mehrzahl von Daten die

Versatzbeträge für die gleiche Bearbeitungskondition dargestellt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrzahl von Daten in mehrere Sätze mit einer Mehrzahl von Daten aufgeteilt werden, wobei in jedem Satz die Versatzbeträge für die gleiche Bearbeitungskondition dargestellt werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

FIG. 1

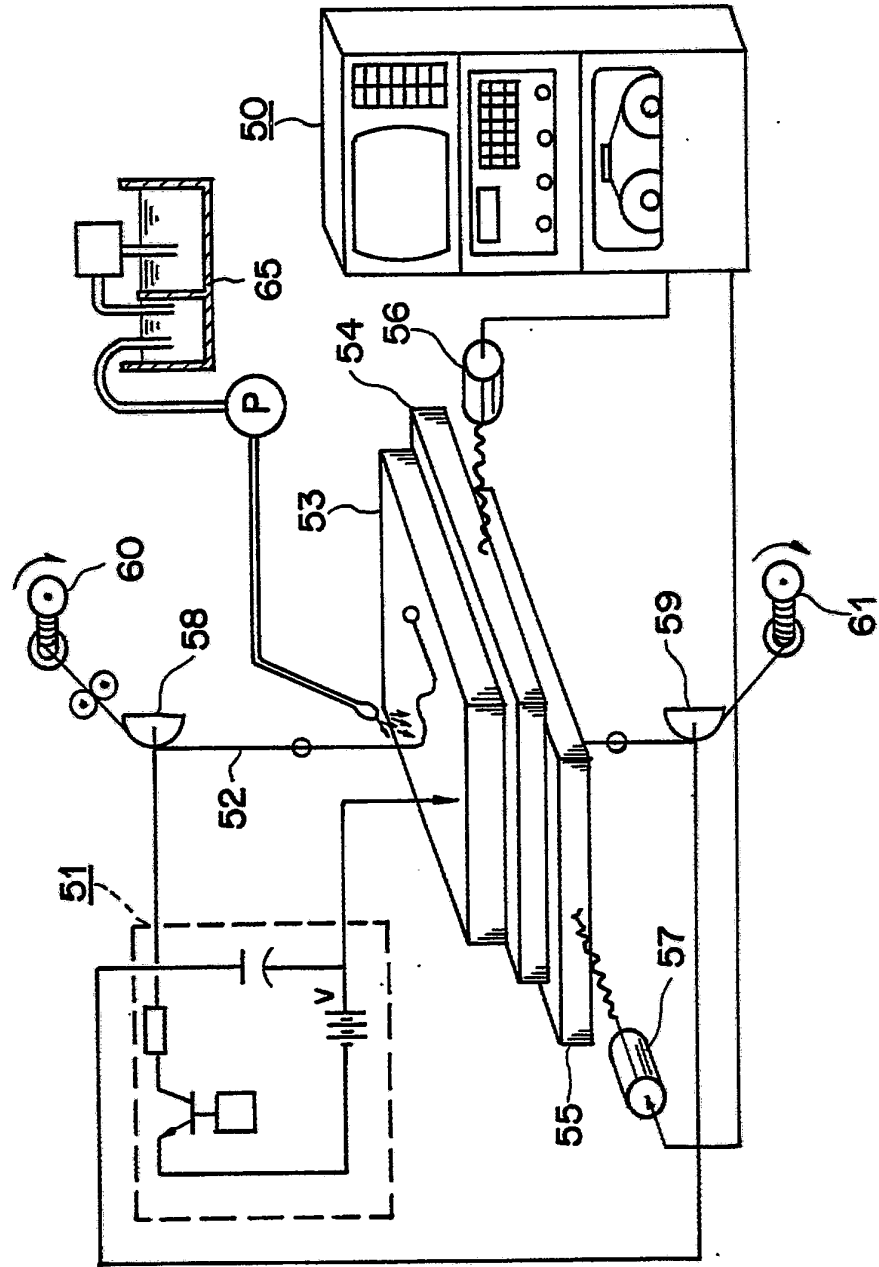


FIG. 2

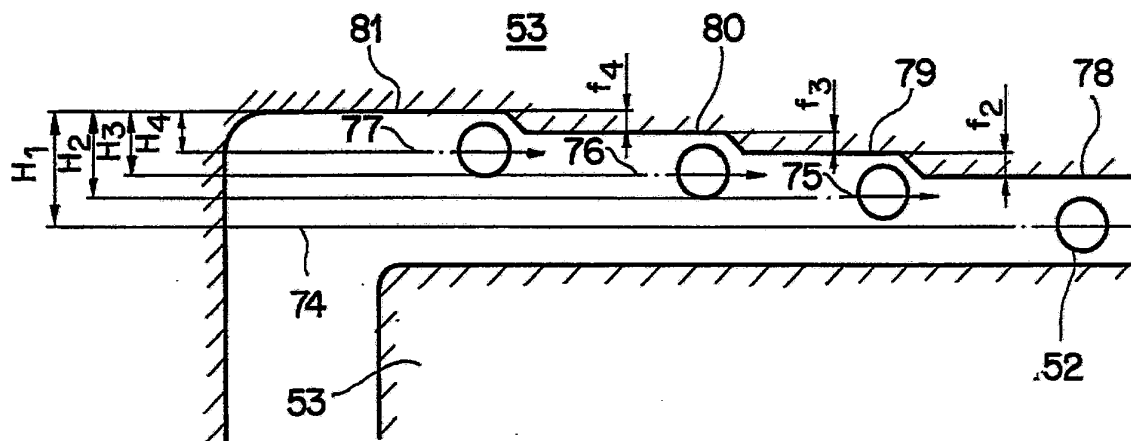


FIG. 3

Bearbeitungsschritt	Betrag des Versatzes
erster	H_1
zweiter	H_2
dritter	H_3
vierter	H_4

FIG. 4

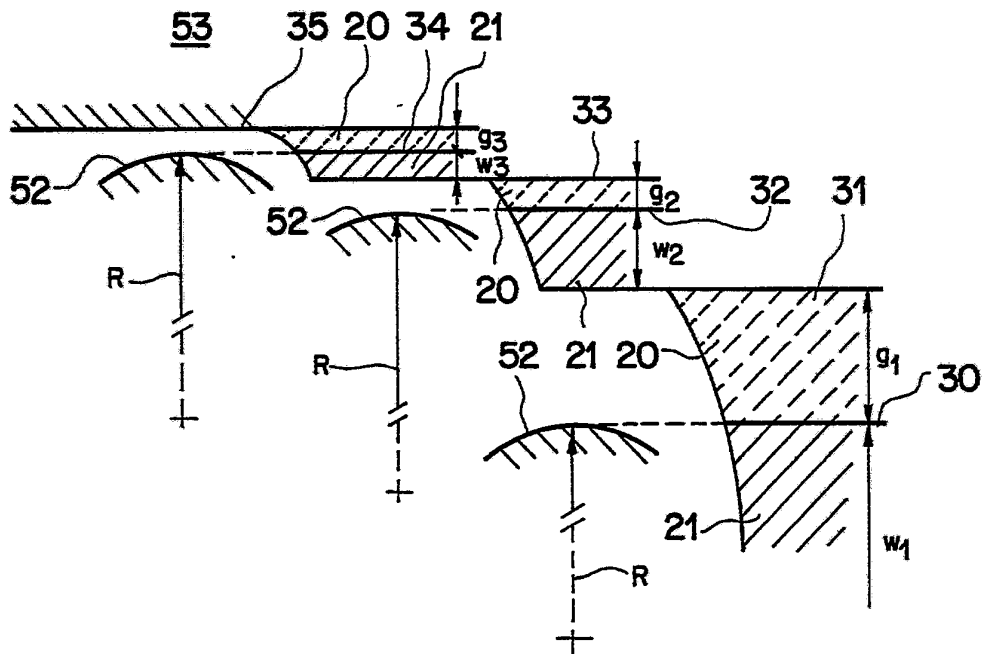


FIG. 5

Bearbeitungskondition	Bearbeitungsabstand	Entladeluftspaltbreite
A	w_1	g_1
B	w_2	g_2
C	w_3	g_3

FIG. 6

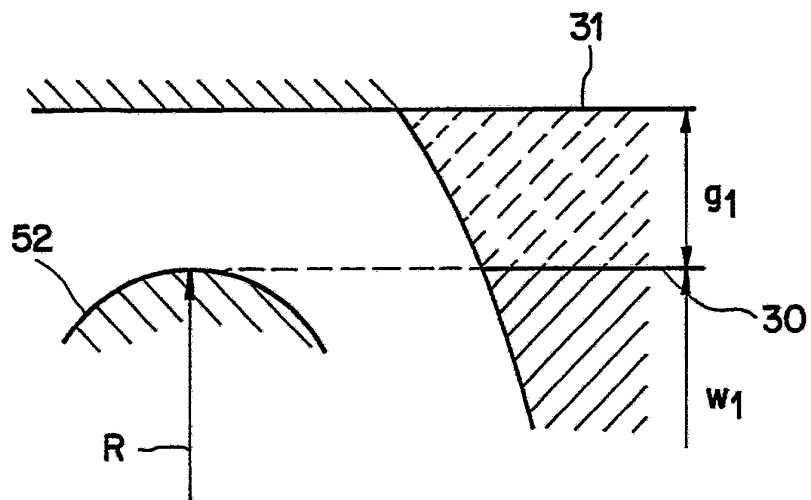


FIG. 7

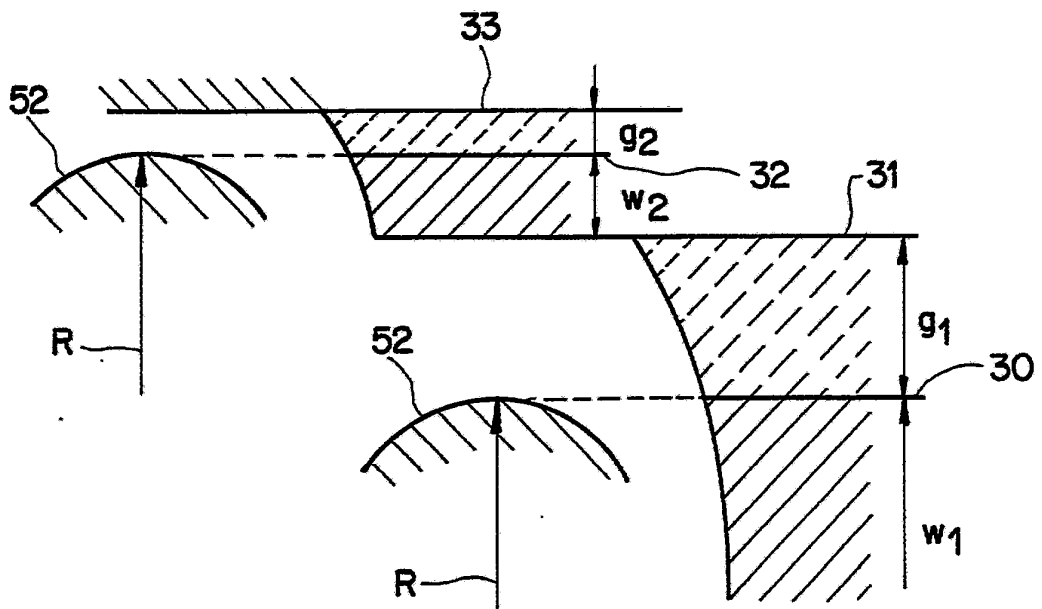


FIG. 8

