

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 695 242 A5

(51) Int. Cl.: B23H 7/10 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

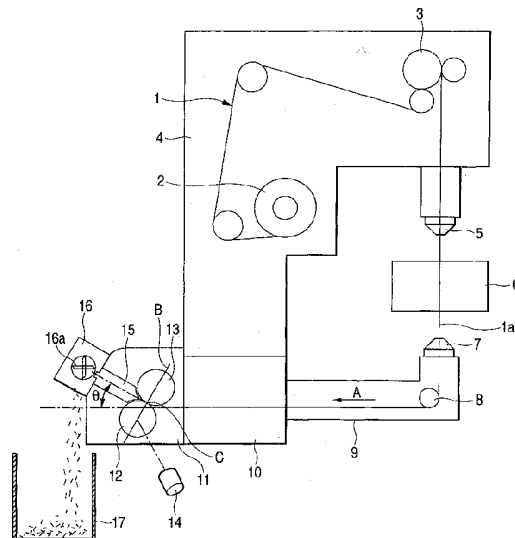
(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 00553/03
(22) Anmeldedatum: 28.09.2000
(24) Patent erteilt: 15.02.2006
(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.02.2006

(73) Inhaber:
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha,
No. 2-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310 (JP)
(72) Erfinder:
Hisashi Yamada, Tokyo 100-8310 (JP)
Yoichi Otomo, Tokyo 100-8310 (JP)
Shuichiro Ishihara, Tokyo 100-8310 (JP)
(74) Vertreter:
Bovard AG Patentanwälte, Optingenstrasse 16
3000 Bern 25 (CH)
(86) Internationale Anmeldung:
PCT/JP 2000/006691
(87) Internationale Veröffentlichung:
WO 2002/026434

(54) **Draht-Elektroerosionsmaschine.**

(57) Eine Draht-Elektroerosionsmaschine, bei der die Laufrichtung einer Drahtelektrode (1) auf einer ersten Rolle (8), welche unterhalb eines Werkstückes (6) angeordnet ist, geändert wird, die Drahtelektrode (1) von einer Abzugsrolle (12) und einer Gegenrolle (13) gehalten und vorwärts bewegt wird, und elektrische Energie zur Bearbeitung zwischen der Drahtelektrode (1) und des Werkstückes (6) angebracht wird, wobei sich die Drahtelektrode (1) vorwärts bewegt, weist die folgenden Merkmale auf: Die Abzugsrolle (12) und die Gegenrolle (13) sind so angeordnet, dass der Winkel Θ der Richtungsänderung der Drahtelektrode (1), die durch das Hindurchtreten der Drahtelektrode (1) zwischen der Abzugsrolle (12) und der Gegenrolle (13) erzeugt wird, einen Wert von $0^\circ < \Theta < 90^\circ$ annehmen kann, und zwar nach oben gegenüber der Laufrichtung der Drahtelektrode (1), wie sie von der unteren Rolle (8) geändert worden war. Durch diese Erfindung ist es möglich, das Auftreten von Drahtbrüchen der Drahtelektrode (1) zu verhindern. Die Anordnung eignet sich für eine Automatisierung der Zufuhr der Drahtelektrode (1). Wenn ein Drahtschneider (16) verwendet wird, so ist es möglich, das Eintreten von Bearbeitungslösung in den Drahtschneider (16) zu verhindern. Wenn ein solcher Drahtschneider (16) nicht eingesetzt wird, können die Ablegeigenschaften des verbrauchten Elektroden drahts (1a) verbessert werden.



Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Verbesserungen einer Draht-Elektroerosionsmaschine bei der Bearbeitung eines Werkstückes durch elektrische Entladungsenergie, wenn elektrische Kraft zur Bearbeitung zwischen einer Drahtelektrode und dem Werkstück angelegt wird.

Stand der Technik

[0002] Fig. 5 zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung einer klassischen Draht-Elektroerosionsmaschine. In der Zeichnung ist 1 eine Drahtelektrode, das Bezugszeichen 1a ist eine (teilweise) verbrauchte Drahtelektrode, das Bezugszeichen 2 eine Zufuhrrolle, das Zeichen 3 eine Spannungsbremse, das Zeichen 4 eine Säule, eine obere Führung ist durch 5 bezeichnet, ein Werkstück durch 6, das Bezugszeichen 7 stellt eine untere Führung dar, das Zeichen 8 eine untere Rolle, das Zeichen 9 einen unteren Arm, das Bezugszeichen 10 einen Sattel, das Bezugszeichen 11 eine Drahtsammelstation, die am Sattel 10 befestigt ist, das Bezugszeichen 12 eine Abzugsrolle, das Bezugszeichen 13 eine Gegenrolle (Andrückrolle), das Zeichen 14 einen Antriebsmotor zum Antrieb der Abzugsrolle 12, das Bezugszeichen 15 eine hohle Drahtführung, das Zeichen 16 einen Drahtschneider, das Zeichen 16a eine Schneidklinge des Drahtschneiders 16, das Bezugszeichen 17 einen Drahtwiedergewinnungsbehälter, das Bezugszeichen A eine Laufrichtung (Vorschubrichtung) der Drahtelektrode 1, deren Laufrichtung durch die untere Rolle 8 geändert wurde, das Bezugszeichen B ist eine gerade Linie, die das Drehzentrum der Abzugsrolle 12 mit demjenigen der Gegenrolle 13 verbindet, und das Bezugszeichen C ist ein Punkt, an dem die Gegenrolle 13 gegen die Abzugsrolle 12 gedrückt ist.

[0003] Die Gegenrolle 13 kommt in Druckkontakt mit der Abzugsrolle 12 am Punkt C, wenn eine Kraft, die von einer nicht dargestellten Feder erzeugt wird, auf die Gegenrolle 13 ausgeübt wird. Die Drahtführung 15 dient dazu, die Drahtelektrode 1, die durch einen Drahtelektroden-Halteabschnitt hindurchgegangen ist, der zwischen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 vorgesehen ist, zum Drahtschneider 16 zu führen (nach Beginn der Bearbeitung durch Drahtelektroerrosion wird eine verbrauchte Drahtelektrode 1a zum Drahtschneider geführt).

[0004] Es soll nun im Nachstehenden die Betriebsweise erklärt werden. Die Spannung der Drahtelektrode 1 wird durch die Drahtbremse 3 geregelt, die vor dem Werkstück 6, in Laufrichtung der Drahtelektrode gesehen, angeordnet ist. Die Drahtelektrode 1 wird durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 gehalten, die nach dem Werkstück 6 in Laufrichtung der Drahtelektrode angeordnet sind (nach Beginn der Bearbeitung durch Drahtelektrodenerosion wird eine gebrauchte Drahtelektrode 1a von der Abzugsrolle und der Gegenrolle gehalten). Während die Drahtelektrode 1 zwischen Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 gehalten ist, lässt man die Drahtelektrode 1 vorlaufen, indem sie durch das Antriebsmoment abgezogen wird, welches durch den Antriebsmotor 16 geliefert wird. Wie oben beschrieben wurde, wird während des Vorlaufes der Drahtelektrode 1 elektrische Energie zur Bearbeitung zwischen dem Werkstück 6 und der Drahtelektrode 1 angebracht, und die Bearbeitung durch Entladung mittels der Drahtelektrode wird am Werkstück 6 ausgeführt.

[0005] Die gebrauchte Drahtelektrode 1a, die beim Verfahren der Bearbeitung durch Drahtelektrodenerosion teilweise verbraucht wurde, geht durch die untere Führung 7, um die untere Rolle 8, durch den unteren Arm 9, den Sattel 10 zur Drahtsammelstation 11, in der sie durch den Drahtschneider 16 zerhackt und dann im Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 aufgenommen wird. Alternativ wird in manchen Fällen die verbrauchte Drahtelektrode 1a in den Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 fallen gelassen und in dieser Form gesammelt, ohne dass sie durch einen Drahtschneider 16 zerkleinert wird.

[0006] Seit neustem können wegen der Vergrößerung der Vorratsrolle 2 und des Drahtwiedergewinnungsbehälters 17 Drahtelektroden mit grösseren Durchmessern verwendet werden. In diesem Falle wird die verbrauchte Drahtelektrode 1a mittels des Drahtschneiders 16 zerhackt, beispielsweise wird die verbrauchte Drahtelektrode 1a mit einem Drahtschneider zerkleinert, der in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 9-267 221 beschrieben ist, und dann gesammelt.

[0007] Wie weiterhin in Fig. 5 gezeigt ist, sind die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 symmetrisch zueinander bezüglich der gebrauchten Drahtelektrode 1a angeordnet, d.h. in diesem Falle steht eine gerade Linie B, die die Drehachsen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 miteinander verbindet, senkrecht auf der Laufrichtung A der Drahtelektrode, deren Richtung nach Beendigung der Erosionsbearbeitung durch die untere Rolle 8 geändert worden war. Die Zufuhr der Drahtelektrode wird in geeigneter Weise automatisiert, wenn die Drahtelektrode mit der Elektrizität verbunden wird. Es können jedoch die folgenden Probleme auftreten. Da die verbrauchte Drahtelektrode 1a, die bei der Elektroerosionsbearbeitung teilweise verbraucht wurde, lediglich am Druckpunkt C gehalten und dort abgezogen wird, bei welchem die Gegenrolle 13 gegen die Abzugsrolle 12 gepresst wird, liegt eine hohe Belastung im Haltebereich zwecks Halten der verbrauchten Drahtelektrode 1a durch die Gegenrolle 13 und die Abzugsrolle 12 an, da sich die Spannung, unter der die Drahtelektrode 1 steht, während der Bearbeitung des Werkstückes 6 durch Elektroerosion ändert. Demgemäss neigt die Drahtelektrode 1a zum Bruch.

[0008] Fig. 6 ist eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer Anordnung der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13, durch welche das Problem des Bruches einer Drahtelektrode gelöst werden kann. In der Zeichnung gibt das Bezugszeichen D einen Punkt an, bei dem sich die Laufrichtung der Drahtelektrode gegenüber der Laufrichtung A zu ändern beginnt. Ähnliche Bezugszeichen werden zur Bezeichnung ähnlicher Teile in den Fig. 5 und 6 verwendet.

[0009] Die Anordnung gemäss Fig. 6(a) ist beispielsweise in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 59-232 730 offen-

bart, und die Anordnung, welche in Fig. 6(b) gezeigt ist, wird beispielsweise in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 1-92 029 gezeigt. Die in Fig. 6(c) dargestellte Anordnung ist eine solche, die bekannt ist und normalerweise bei einer gegenwärtig verfügbaren Maschine verwendet wird. Bei jeder Anordnung steht die Gerade B, die die Drehachse der Abzugsrolle 12 mit derjenigen der Gegenrolle 13 verbindet, auf der Laufrichtung A der Drahtelektrode 1 nicht senkrecht, wobei A die Laufrichtung ist, die durch die untere Rolle 8 geändert worden war. Bei der obigen Anordnung wird die Drahtelektrode 1 durch einen äusseren Umfangsbereich (der Abschnitt der Oberfläche der Abzugswalze 12, um den die Drahtelektrode 1 gewickelt ist) der Abzugswalze 12 zwischen dem Andruckpunkt C an dem die Gegenrolle 13 gegen die Abzugsrolle 12 gedrückt ist, und der Stelle des beginnenden Wechsels der Laufrichtung D, bei der die Laufrichtung der Drahtelektrode gegenüber der vorherigen Laufrichtung A der Drahtelektrode geändert wird. Daher ist ein Bruch der Drahtelektrode 1 bei dieser Anordnung weniger wahrscheinlich als bei der in Fig. 5 gezeigten Vorrichtung, bei der die Drahtelektrode nur vom Druckpunkt C abgezogen wird, an welchem die Gegenrolle 13 gegen die Abzugsrolle 12 gedrückt ist.

[0010] Die Anordnungen, die in Fig. 6(a) und 6(b) gezeigt sind, haben die folgenden Nachteile: Wenn die Drahtelektroden 1 miteinander verbunden werden, ist es bei der Drahtelektrode 1, deren Laufrichtung durch die untere Rolle 8 geändert wird, schwierig, automatisch zwischen die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 eingeführt zu werden. Demgemäss ist eine Automatisierung der Zufuhr der Drahtelektrode 1 nur schwierig zu erreichen. Die in Fig. 6(c) gezeigte Anordnung eignet sich für eine Automatisierung der Zufuhr der Drahtelektrode 1, wenn die Drahtelektrode 1 mit der nächsten zu verbinden ist, wobei jedoch bei der Anordnung, die in Fig. 6(c) gezeigt ist, die Laufrichtung der Drahtelektrode 1 schräg nach unten gegenüber der Laufrichtung A der Drahtelektrode geändert wird. Da die Drahtelektrode 1 zur Drahtsammelstation 11 geführt wird, während sie sich in einer Bearbeitungslösung befindet, tritt bei der Verbindung von Drahtelektroden 1 miteinander die Bearbeitungslösung in den Drahtschneider 16 ein, da sie durch einen Spalt zwischen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 hindurch tritt, und es besteht die Schwierigkeit, dass sich an den Schneidklingen 16a Rost bildet.

[0011] In Fig. 7 ist als Beispiel eine Anordnung gezeigt, bei der eine Drahtschneide-Vorrichtung 6 nach der Anordnung gemäss Fig. 6(c) nicht vorhanden ist und die verbrauchte Drahtelektrode 1a, so wie sie ist, in den Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 fallen gelassen wird, wo der Draht gesammelt wird. Die verbrauchte Drahtelektrode 1a, die bei der Bearbeitung durch Drahterosion teilweise verbraucht wurde, besitzt die Neigung, sich zu kräuseln, wenn die Laufrichtung der gebrauchten Drahtelektrode 1a verändert wird. Da die Laufrichtung der gebrauchten Drahtelektrode 1a durch die untere Rolle 8 um 90° und dann in Gegenrichtung durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 geändert wurde, rollt sich die gebrauchte Drahtelektrode 1a so auf, wie in Fig. 7 gezeigt ist. Die gebrauchte Drahtelektrode 1a nimmt daher im Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 einen verhältnismässig sehr grossen Raum ein. Es ist daher erforderlich, einen noch grösseren Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 vorzusehen.

Erfindungsbeschreibung

[0012] Die vorliegende Erfindung hat sich zum Ziel gesetzt, die oben angesprochenen Probleme zu lösen. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Draht-Elektroerosionsmaschine, welche sich durch folgende Merkmale auszeichnet: Das Auftreten von Brüchen der Drahtelektrode kann beseitigt werden; die Draht-Elektroerosionsmaschine ist für eine Automatisierung der Zufuhr einer Drahtelektrode geeignet; es kann verhindert werden, dass Bearbeitungslösung in den Drahtschneider eintritt, falls ein solcher verwendet wird; und eine gebrauchte Drahtelektrode kann auf wirksame Weise in einem Sammelbehälter für gebrauchte Drahtelektroden gestapelt werden, falls der Drahtschneider nicht eingesetzt wird.

[0013] Die vorliegende Erfindung schafft eine Draht-Elektroerosionsmaschine, bei der die Laufrichtung einer Drahtelektrode durch eine untere Rolle, die unterhalb eines Werkstückes angeordnet ist, geändert wird, die Drahtelektrode durch eine Abzugsrolle und eine Gegenrolle gehalten und vorwärts bewegbar ist und elektrische Energie zur Bearbeitung zwischen der Drahtelektrode und dem Werkstück angebracht wird, während sich die Drahtelektrode bewegt, so dass das Werkstück durch elektrische Entladungsenergie bearbeitet wird. Diese Draht-Elektroerosionsmaschine weist folgende Merkmale auf: eine Abzugsrolle mit Gegenrolle, die derart angeordnet sind, dass der Winkel Θ der Richtungsänderung der Drahtelektrode, um den die Laufrichtung der Drahtelektrode von der Abzugsrolle und der Gegenrolle verändert wird, $0^\circ < \Theta < 90^\circ$ betragen kann und nach oben bezüglich der Laufrichtung der Drahtelektrode gerichtet ist, welche von der unteren Rolle geändert worden war; einen Drahtschneider zum Zertrennen der Drahtelektrode, nachdem diese zwischen der Abzugsrolle und der Gegenrolle hindurch gegangen ist; eine Drahtführung mit einer Serie von Rohrleitungen zur Zufuhr von Gas zwecks Stützung des Vorschubs der Drahtelektrode, indem Gas in einer Richtung eingeleitet wird, in der die Drahtelektrode dem Drahtschneider zugeführt wird, und mit einer weiteren Serie von Rohrleitungen zur Zufuhr von Gas, um das Auslaufen von Bearbeitungslösung aus einem Spalt zwischen der Abzugsrolle und der Gegenrolle zu verhindern, indem Gas in Richtung des Spaltes zwischen der Abzugsrolle und der Gegenrolle eingeblasen wird und während die Drahtführung die Drahtelektrode führt, welche in Richtung zum Drahtschneider die Abzugsrolle und die Gegenrolle passiert hat; und Mittel zur Zufuhr von komprimiertem Gas zu den Rohrleitungen der Drahtführung.

[0014] Insbesondere schafft diese Erfindung eine Draht-Elektroerosionsmaschine, bei welcher die Laufrichtung einer Drahtelektrode durch eine untere Rolle, die unterhalb eines Werkstückes angeordnet ist, änderbar ist, wobei die Drahtelektrode durch eine Abzugsrolle und eine Gegenrolle haltbar und vorwärts bewegbar ist, und wobei elektrische Energie zur Bearbeitung zwischen der Drahtelektrode und dem Werkstück während der Vorwärtsbewegung der Drahtelektrode angebracht ist, so dass das Werkstück durch elektrische Entladungsenergie bearbeitbar ist, und wobei die Draht-Elektroerosionsmaschine eine Drahtführung umfasst, so dass die Abzugsrolle und die Gegenrolle derart angeordnet sind, dass der Winkel der Richtungsänderung Θ der Drahtelektrode, um den die Laufrichtung der Drahtelektrode durch

die Abzugsrolle und die Gegenrolle änderbar ist, ein Winkel im Bereich $0^\circ < \Theta < 90^\circ$ ist und dabei nach oben bezüglich der Laufrichtung der Drahtelektrode gerichtet ist, welche Laufrichtung durch die untere Rolle änderbar ist.

[0015] In einer anderen Ausführungsform schafft diese Erfindung eine Draht-Elektroerosionsmaschine, bei welcher die gebrauchte Drahtelektrode nach dem Durchgang zwischen der Abzugsrolle und der Gegenrolle durch die Drahtführung in Richtung eines Drahtschneiders führbar ist.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform schafft diese Erfindung eine Draht-Elektroerosionsmaschine, bei welcher die Drahtführung eine Serie von Rohrleitungen zur Zufuhr von Gas zwecks Stützung des Vorschubs der Drahtelektrode umfasst, indem Gas in eine Richtung einführbar ist, in der die Drahtelektrode dem Drahtschneider zuführbar ist, und eine weitere Serie von Rohrleitungen zur Zufuhr von Gas umfasst, um das Ausströmen von Bearbeitungslösung aus einem Spalt zwischen der Abzugsrolle und der Gegenrolle zu verhindern, indem Gas in Richtung des Spaltes zwischen der Abzugsrolle und der Gegenrolle einführbar ist und die Drahtelektrode, welche zwischen der Abzugsrolle und der Gegenrolle passierbar ist, durch die Drahtführung in Richtung des Drahtschneiders führbar ist; und bei welcher die Drahtführung Gaszufuhrmittel zur Zufuhr von komprimiertem Gas zu den Rohrleitungen der Drahtführung umfasst.

[0017] In einer wieder anderen Ausführungsform schafft diese Erfindung eine Draht-Elektroerosionsmaschine, bei welcher die gebrauchte Drahtelektrode nach dem Durchgang zwischen der Abzugsrolle und der Gegenrolle durch die Drahtführung in Richtung eines Drahtwiedergewinnungsbehälters führbar ist. Ebenfalls schafft diese Erfindung eine Draht-Elektroerosionsmaschine, welche eine Serie von Rohrleitungen zur Zufuhr von Gas zwecks Vorschubs der Drahtelektrode zur Drahtführung umfasst, oder eine Draht-Elektroerosionsmaschine, bei welcher der Winkel Θ der Richtungsänderung der Drahtelektrode etwa 30° beträgt.

[0018] Da die Draht-Elektroerosionsmaschine der vorliegenden Erfindung wie oben beschrieben konstruiert ist, können die folgenden Wirkungen erzielt werden. Es ist beispielsweise möglich, einen Bruch einer Drahtelektrode zu verhindern. Die Draht-Elektroerosionsmaschine ist dafür geeignet, dass die Zufuhr einer Drahtelektrode automatisiert wird. Weiterhin ist es möglich, wenn an der Draht-Elektroerosionsmaschine ein Drahtschneider vorgesehen ist, ein Auslaufen der Bearbeitungslösung und deren Eintritt in den Drahtschneider zu verhindern. Falls kein Drahtschneider an der Draht-Elektroerosionsmaschine verwendet wird, ist es möglich, die Ablageeigenschaften einer verwendeten Drahtelektrode zu verbessern.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0019]

- Fig. 1 zeigt schematisch eine Draht-Elektroerosionsmaschine gemäss Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 2 zeigt schematisch eine Draht-Elektroerosionsmaschine gemäss Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 3 zeigt als Diagramm die Ergebnisse von Messungen, bei denen die kritische Bruchspannung einer Drahtelektrode gemessen wurde, und worin der Winkel Θ der Änderung der Laufrichtung der Drahtelektrode ausgehend von der Laufrichtung A als Parameter der Messungen verwendet wurde.
- Fig. 4 ist eine schematische Ansicht einer Draht-Elektroerosionsmaschine gemäss Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 5 zeigt schematisch eine übliche, bekannte Draht-Elektroerosionsmaschine.
- Fig. 6(a) bis 6(c) sind schematische Darstellungen, die übliche Anordnungen einer Abzugsrolle und einer Gegenrolle zur Lösung des Problems zeigen, dass eine Drahtelektrode zum Reißen neigt.
- Fig. 7 zeigt schematisch einen Fall, bei dem kein Drahtschneider verwendet wird und eine verbrauchte Drahtelektrode, so wie sie ist, in einen Drahtwiedergewinnungsbehälter fällt und dort abgelegt wird.

Beste Ausführungsformen der Erfindung

Ausführungsform 1

[0020] Fig. 1 zeigt als schematische Ansicht ein Beispiel der Draht-Elektroerosionsmaschine gemäss Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung. In der Zeichnung stellen dar: Bezugszeichen 1 eine Drahtelektrode, Bezugszeichen 1a eine teilweise verbrauchte Drahtelektrode, Bezugszeichen 2 eine Vorratsrolle, Bezugszeichen 3 eine Spannungsbremse, Bezugszeichen 4 eine Säule, Bezugszeichen 5 eine obere Führung, Bezugszeichen 6 ein Werkstück, Bezugszeichen 7 eine untere Führung, Bezugszeichen 8 eine untere Rolle, Bezugszeichen 9 einen unteren Arm, Bezugszeichen 10 einen Sattel, Bezugszeichen 11 eine Drahtsammelstation, welche am Sattel 10 angebracht ist, Bezugszeichen 12 eine Abzugsrolle, Bezugszeichen 13 eine Gegenrolle, Bezugszeichen 14 einen Antriebsmotor zum Antrieb der Abzugsrolle 12, Bezugszeichen 15 eine hohle Drahtführung, Bezugszeichen 16 einen Drahtschneider, Bezugszeichen 16a eine Schneidklinge des Drahtschneiders 16, Bezugszeichen 17 einen Drahtwiedergewinnungsbehälter, Bezugszeichen 18 eine gerade Linie, welche die Drehachsen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 miteinander verbindet, Bezugszeichen B einen Punkt, an welchem die Gegenrolle 13 gegen die Abzugsrolle 12 gedrückt ist, und Bezugszeichen Θ einen Winkel, der die Änderung der Laufrichtung der Drahtelektrode bezüglich der vorherigen Laufrichtung A, verursacht durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13, definiert.

[0021] Die Durchmesser bis zum äusseren Umfang der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 sind ungefähr 50 bis

60 mm. Die Gegenrolle 13 kommt in Druckkontakt mit der Abzugsrolle 12 am Punkt C, verursacht durch eine Druckkraft, die von einer nicht dargestellten Feder geliefert wird. Die Abzugsrolle 12 wird vom Antriebsmotor 14 mit einer Umdrehungszahl von etwa 100 min^{-1} angetrieben. Die Drahtführung 15 wird dazu verwendet, die teilweise verbrauchte Drahtelektrode 1a zum Drahtschneider 16 zu transportieren, welche zuvor durch eine Drahtelektrode-Haltestation hindurchgegangen ist, die sich zwischen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 befindet. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Schneidklinge 16a des Drahtschneiders 16 beträgt üblicherweise 1000 bis 2000 min^{-1} .

[0022] Fig. 1 zeigt eine Anordnung, bei der die gebrauchte Drahtelektrode 1a vom Drahtschneider 16 zerhackt wird und die Stücke dann im Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 gesammelt werden. Der Betrieb der gesamten Draht-Elektroerosionsmaschine ist der gleiche wie derjenige des Standes der Technik, gezeigt in Fig. 5.

[0023] Fig. 2 ist eine Darstellung, welche ein Beispiel zeigt, bei dem der Drahtschneider 16 nicht vorhanden ist und die gebrauchte Drahtelektrode 1a, so wie sie ist, in den Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 fällt und dort gesammelt wird. Gleiche oder ähnliche Bauteile in Fig. 1 und 2 tragen die gleichen Bezugszeichen.

[0024] Fig. 1 und 2 sind Darstellungen, die einen Fall zeigen, bei dem die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 derart angeordnet sind, dass die Laufrichtung der Drahtelektrode 1 durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 ausgehend von der Laufrichtung A der Drahtelektrode 1 schräg nach oben geändert werden kann, und dabei ist die Laufrichtung A diejenige, die an der unteren Rolle 8 geändert worden ist, nachdem die Bearbeitung eines Werkstückes durch Drahtelektroerosion vervollständigt ist. In diesem Fall ist der Winkel Θ , mit dem sich die Vorschubrichtung der Drahtelektrode gegenüber der Laufrichtung A durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 ändert, 30° . Wie oben beschrieben wurde, steht die gerade Verbindungslinie B der Drehachsen der Abzugsrolle 12 mit der Gegenrolle 13 bei der Anordnung gemäss Fig. 1 und 2 nicht senkrecht auf der Vorschubrichtung A der Drahtelektrode 1, die zuvor durch die untere Rolle 8 geändert worden ist. Daher ist es für die Drahtelektrode 1 auf die gleiche Art wie in Fig. 6 gezeigt schwierig, bei dieser Anordnung im Vergleich zur Anordnung gemäss Fig. 5 des Standes der Technik, bei der die Drahtelektroden lediglich am Druckpunkt C gezogen werden, an dem die Gegenrolle 13 gegen die Abzugsrolle 12 gedrückt wird.

[0025] Fig. 3 zeigt das Ergebnis von Messungen, bei denen die kritische Bruchspannung der Drahtelektrode, die aus Messing bestand und einen Durchmesser von $0,2 \text{ mm}$ besass, gemessen wurde, wobei der Winkel Θ der Änderung der Laufrichtung der Drahtelektrode gegenüber der ankommenden Laufrichtung A an der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 als Parameter eingesetzt wurde. Das Ergebnis der Messungen ist das Folgende: je grösser der absolute Wert des Winkels Θ , der die Änderung der Laufrichtung der Drahtelektrode gegenüber der Vorschubrichtung A angibt und durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 vergrössert wird, desto höher ist die kritische Bruchspannung der Drahtelektrode, d.h. es wird immer unwahrscheinlicher, dass die Drahtelektrode reisst. Was den Punkt betrifft, an dem ein Bruch der Drahtelektrode auftritt, so liegt dieser im Falle, wo $\Theta 0^\circ \pm 10^\circ$ und $\pm 15^\circ$ ist, an einem Punkt rechts vor dem Bereich des Haltens der Drahtelektrode durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13. Wenn der Winkel $\Theta \pm 30^\circ$ beträgt, tritt ein Bruch der Drahtelektrode eher an der unteren Rolle 8 auf. Mit andern Worten reisst nach den Ergebnissen des in Fig. 3 gezeigten Versuches bei einem absoluten Wert von 30° die Drahtelektrode nicht an der Stelle, an der die Laufrichtung der Drahtelektrode durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 geändert wird. Wie oben beschrieben wurde, kann das Folgende nun verstanden werden. Wenn der Winkel der Änderung in der Laufrichtung der Drahtelektrode Θ gegenüber der vorherigen Drahtelektroden-Laufrichtung A durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 einen bestimmten Wert übersteigt, tritt an der Stelle, an der die Laufrichtung der Drahtelektrode von der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 geändert wird, kein Bruch der Drahtelektrode auf. In der Anordnung, die in Fig. 1 und 2 gezeigt ist, ist der Winkel Θ der Änderung in der Laufrichtung der Drahtelektrode bezüglich der vorherigen Laufrichtung A der Drahtelektrode durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 nicht $\pm 90^\circ$. Wie schon im Abschnitt über den Stand der Technik erläutert wurde, ist diese Anordnung für eine Automatisierung der Zufuhr einer Drahtelektrode im Falle einer Verbindung von Drahtelektroden miteinander gut geeignet.

[0026] Im Falle, wo der Drahtschneider 16 verwendet wird, wie in Fig. 1 gezeigt ist, wird die Laufrichtung der Drahtelektrode schräg nach oben gegenüber der Laufrichtung A der Drahtelektrode geändert, und der Drahtschneider 16 ist oberhalb des Spaltes zwischen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 angeordnet. Auf diese Weise kann ein Austritt von Bearbeitungslösung und das Fließen in den Drahtschneider 16 verhindert werden, und daher ist es möglich, die Entwicklung von Rost an der Schneidklinge 16a zu vermeiden.

[0027] Im Falle, wo der Drahtschneider 16 nicht verwendet wird, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, fällt die gebrauchte Drahtelektrode 1, so wie sie ist, in den Drahtwiedergewinnungsbehälter 17, wo sie abgelegt wird. In diesem Falle ist die Eigenschaft der gebrauchten Drahtelektrode 1, Platz sparend in den Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 abgelegt zu werden, wichtig, d.h. Schlingen der gebrauchten Drahtelektrode 1, durch welche die Ablage der Drahtelektrode 1 übermässig viel Raum einnimmt, stellen ein grosses Problem dar. Nach der Bearbeitung durch Drahtelektroerosion ist die Drahtelektrode 1 teilweise verbraucht. Daher besteht die Neigung, dass die gebrauchte Drahtelektrode 1a Schlingen bildet, wenn die Laufrichtung der gebrauchten Drahtelektrode 1a durch die Rollen geändert wird. Die Erfinder haben Untersuchungen angestellt bezüglich des Durchmessers geringelter Bereiche der gebrauchten Drahtelektrode, wenn die gebrauchte Drahtelektrode, die aus Messing bestand und einen Durchmesser von $0,2 \text{ mm}$ hatte, sich in den Drahtwiedergewinnungsbehälter 17 einlegte, und es wurden die folgenden Ergebnisse erhalten. Wenn der Winkel $\Theta 0^\circ$ war, beispielsweise wenn der Drahtschneider in Fig. 5, welche den Stand der Technik zeigt, nicht verwendet wurde, betrug der Durchmesser der gebogenen Bereiche etwa 220 mm . Wenn der Winkel $\Theta -30^\circ$ betrug, beispielsweise im Falle der Fig. 6(c) und 7, welche auch den Stand der Technik zeigen, betrug der Durchmesser der geringelten Bereiche etwa 130 mm . Wenn der Winkel Θ den Wert von 30° hatte, beispielsweise im Falle der Fig. 1 und 2, betrug der Durchmesser der geringelten Bereiche etwa 200 mm . Im Falle eines Winkels Θ von -30° wird der Durchmesser der geringelten Bereiche der Drahtelektrode etwas kleiner. Wie beispielsweise in Fig. 7 dargestellt ist, welche den Stand der Technik zeigt, ringelt

sich die Drahtelektrode und bildet beim Ablegen einen Bausch. Die Ablageeigenschaft der Drahtelektrode wird also verschlechtert. Wie andererseits in Fig. 2 gemäss Ausführung 1 der vorliegenden Erfindung gezeigt ist, wo die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 so angeordnet sind, dass die Laufrichtung der Drahtelektrode schräg nach oben bezüglich der Laufrichtung A der Drahtelektrode 1 geändert wird, wobei diese Laufrichtung A diejenige ist, die von der unteren Rolle 8 geändert wurde, und wenn beispielsweise der Winkel Θ 30° ist, beträgt der Durchmesser der geringelten Bereiche der Drahtelektrode im Falle einer direkten Ablage der Drahtelektrode praktisch gleich viel wie der Durchmesser der geringelten Bereiche im Falle eines Winkels Θ von 0° . Daher ringelt sich, wie in Fig. 2 gezeigt ist, die Drahtelektrode nicht im Gegensatz zur Erscheinung, die in Fig. 7 dargestellt ist. Demgemäss kann die Ablageeigenschaft der Drahtelektrode verbessert werden.

[0028] Bei den Anordnungen, die in Fig. 6(a) und 6(b) gezeigt sind und den Stand der Technik betreffen, bei denen der Winkel Θ der Änderung in der Laufrichtung der Drahtelektrode gegenüber der ankommenden Laufrichtung A der Drahtelektrode durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 $\pm 90^\circ$ beträgt, wie im Abschnitt über den Stand der Technik erläutert wurde, ist es schwierig, die Zufuhr der Drahtelektrode 1 im Falle der Verbindung zweier Drahtelektroden 1 miteinander zu automatisieren. Wenn Θ negativ ist, d.h. im Falle von $-90^\circ < \Theta < 0^\circ$, wie in Fig. 6(c) des Standes der Technik dargestellt ist, läuft eine Bearbeitungslösung in den Drahtschneider 16 aus einem Spalt zwischen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 ein, wodurch sich auf der Schneidklinge 16a Rost bildet. Wenn der Absolutwert von Θ nicht $< 90^\circ$ ist, stören sich der Drahtwiedergewinnungsbehälter und der Körper der Draht-Elektroerosionsmaschine und es wird weiterhin schwierig, die Zufuhr der Drahtelektrode zu automatisieren.

[0029] Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass es möglich ist, das Auftreten von Brüchen der Drahtelektrode zu verhindern, wenn der Winkel Θ der Änderung in der Laufrichtung der Drahtelektrode gegenüber der Laufrichtung A zwischen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 $0^\circ < \Theta < 90^\circ$ beträgt, d.h. wenn die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 so angeordnet sind, dass die Laufrichtung der Drahtelektrode 1 schräg nach oben gegenüber der vorherigen Laufrichtung A der Drahtelektrode 1 gewählt wird, wobei diese vorherige Laufrichtung durch eine Richtungsänderung an der unteren Rolle 8 bestimmt wurde. Diese Anordnung hat weiterhin die folgenden Auswirkungen: Sie ist zur Automatisierung der Zufuhr der Drahtelektrode gut geeignet. Wenn der Drahtschneider verwendet wird, ist es möglich, das Einlaufen einer Bearbeitungslösung in den Drahtschneider zu verhindern. Wenn der Drahtschneider nicht verwendet wird, kann die Ablageeigenschaft der gebrauchten Drahtelektrode verbessert werden.

[0030] Vom Gesichtspunkt der Beseitigung von Brüchen der Drahtelektrode, der Automatisierung der Zufuhr der Drahtelektrode, der Verhinderung eines Eintritts von Bearbeitungslösung in einen Drahtschneider, falls dieser verwendet wird, und zur Verbesserung der Ablageeigenschaften der gebrauchten Drahtelektrode, falls kein Drahtschneider eingesetzt wird, wie es in Beispielen gemäss Fig. 1 und 2 dargestellt ist, die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigen, ist es besonders günstig, wenn der Winkel Θ der Änderung in der Laufrichtung der Drahtelektrode gegenüber der Laufrichtung A der ankommenden Drahtelektrode durch die Abzugsrolle 12 und die Gegenrolle 13 auf etwa 30° eingestellt wird.

Ausführungsform 2

[0031] Fig. 4 ist eine schematische Seitenansicht einer Draht-Elektroerosionsmaschine gemäss Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung. In der Zeichnung bedeuten die Bezugszeichen Folgendes: Bezugszeichen 1 eine Drahtelektrode, Bezugszeichen 11 eine Drahtsammelestation, Bezugszeichen 12 eine Abzugsrolle, Bezugszeichen 13 eine Gegenrolle, Bezugszeichen 15a eine hohle Drahtführung, Bezugszeichen 15b einen Düsenabschnitt der Drahtführung 15a, wobei die Querschnittsfläche des hohlen Abschnittes des Düsenbereiches sich in Richtung des Drahtvorschubes vermindert, Bezugszeichen 15c eine Anzahl von Rohrleitungen zur Zufuhr von Gas, welches zum Transport einer Drahtelektrode verwendet wird, Bezugszeichen 15d ein Rohrleitungssystem zur Zufuhr von Gas zwecks Verhinderung eines Auslaufens von Bearbeitungslösung, Bezugszeichen 16 einen Drahtschneider, Bezugszeichen 16a eine Schneidklinge des Drahtschneiders 16, Bezugszeichen A eine Laufrichtung der Drahtelektrode 1, Bezugszeichen B eine gerade Linie, die die Drehachsen der Abzugsrolle 12 mit derjenigen der Gegenrolle 13 verbindet, Bezugszeichen E eine Strömungsrichtung von Gas zum Transport der Drahtelektrode und Bezugszeichen F eine Strömungsrichtung von Gas zur Verhinderung des Auslaufens von Bearbeitungslösung. Was das Gas betrifft, das zum Fördern der Drahtelektrode und zur Verhinderung des Auslaufens von Bearbeitungslösung dient, so wird Luft oder Stickstoff verwendet.

[0032] Die Anordnung der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 bezüglich der Laufrichtung A der Drahtelektrode 1 ist die gleiche wie diejenige der Ausführungsform 1, welche in Fig. 1 gezeigt ist. Die gesamte Anordnung und der Betrieb der Draht-Elektroerosionsmaschine dieser Ausführungsform sind die gleichen wie diejenigen gemäss Ausführungsform 1, die in Fig. 1 gezeigt ist.

[0033] Auf die gleiche Weise wie diejenige der Drahtführung 15 in der Ausführungsform 1, die in Fig. 1 gezeigt ist, besitzt die Drahtführung 15a die Funktion, die Drahtelektrode 1 zu führen, welche durch den Bereich des Haltens der Drahtelektrode hindurch gegangen ist, der von der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 gebildet wird, und zwar in Richtung des Drahtschneiders 16. Die Drahtführung 15 weist folgende Teile auf: eine Reihe von Rohrleitungen 15c zur Zufuhr von Gas zum Transportieren der Drahtelektrode, und das Gas fördert den Vorschub der Drahtelektrode in einer Richtung, so dass die Drahtelektrode 1 zum Drahtschneider 16 transportiert werden kann (die Richtung E in Fig. 4); und eine Serie von Rohrleitungen 15d zur Zufuhr von Gas, um ein Auslaufen von Bearbeitungslösung aus einem Spalt zu verhindern, der zwischen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 entsteht, und das Ausfliessen wird dadurch verhindert, dass das Gas gegen den Spalt geblasen wird (das Gas wird in Richtung F in Fig. 4 geblasen), wobei der Höchstwert des Spaltes etwa 0,3 mm beträgt. Komprimiertes Gas kann zu den Rohrleitungsserien 15c und 15d geleitet werden, und zwar von einer Quelle für komprimiertes Gas, beispielsweise einem Kompressor, Trockner, Schmiermittels-

penden und Regler.

[0034] Realisiert man die oben beschriebene Konstruktion, so ist es möglich, ein Ausfließen der Bearbeitungslösung aus dem Spalt zwischen der Abzugsrolle 12 und der Gegenrolle 13 wirksam zu verhindern. Demgemäss kann ein mögliches Eintreten von Bearbeitungslösung in den Drahtschneider 16 besser verhindert werden als in der Ausführungsform 1. Die Verhinderung einer Rostbildung an der Schneidklinge 16a des Drahtschneiders 16 ist absolut verwirklicht. Dadurch kann die Zuverlässigkeit der Draht-Elektroerosionsmaschine verbessert werden.

Industrielle Anwendung

[0035] Wie oben beschrieben eignet sich die Draht-Elektroerosionsmaschine der vorliegenden Erfindung zur Bearbeitung mittels Draht-Elektroerosion.

Patentansprüche

1. Draht-Elektroerosionsmaschine, wobei die Laufrichtung einer Drahtelektrode (1) durch eine untere Rolle (8), die unterhalb eines Werkstückes (6) angeordnet ist, änderbar ist, wobei die Drahtelektrode (1) durch eine Abzugsrolle (12) und eine Gegenrolle (13) haltbar und vorwärts bewegbar ist, und wobei elektrische Energie zur Bearbeitung zwischen der Drahtelektrode (1) und dem Werkstück (6) während der Vorwärtsbewegung der Drahtelektrode (1) angebracht ist, so dass das Werkstück (6) durch elektrische Entladungsenergie bearbeitbar ist, und wobei die Draht-Elektroerosionsmaschine eine Drahtführung (15) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Abzugsrolle (12) und die Gegenrolle (13) derart angeordnet sind, dass der Winkel der Richtungsänderung Θ der Drahtelektrode (1), um den die Laufrichtung der Drahtelektrode (1) durch die Abzugsrolle (12) und die Gegenrolle (13) änderbar ist, ein Winkel im Bereich $0^\circ < \Theta < 90^\circ$ ist und dabei nach oben bezüglich der Laufrichtung der Drahtelektrode (1) gerichtet ist, welche Laufrichtung durch die untere Rolle (8) änderbar ist.
2. Draht-Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gebrauchte Drahtelektrode (1a) nach dem Durchgang zwischen der Abzugsrolle (12) und der Gegenrolle (13) durch die Drahtführung (15) in Richtung eines Drahtschneiders (16) führbar ist.
3. Draht-Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtführung (15) eine Serie von Rohrleitungen zur Zufuhr von Gas (15c) zwecks Stützung des Vorschubs der Drahtelektrode (1) umfasst, indem Gas in eine Richtung einführbar ist, in der die Drahtelektrode (1) dem Drahtschneider (16) zuführbar ist, und eine weitere Serie von Rohrleitungen zur Zufuhr von Gas (15d) umfasst, um das Ausströmen von Bearbeitungslösung aus einem Spalt zwischen der Abzugsrolle (12) und der Gegenrolle (13) zu verhindern, indem Gas in Richtung des Spaltes zwischen der Abzugsrolle (12) und der Gegenrolle (13) einführbar ist und die Drahtelektrode (1), welche zwischen der Abzugsrolle (12) und der Gegenrolle (13) passierbar ist, durch die Drahtführung (15) in Richtung des Drahtschneiders (16) führbar ist; und dass die Drahtführung (15) Gaszufuhrmittel zur Zufuhr von komprimiertem Gas zu den Rohrleitungen der Drahtführung (15) umfasst.
4. Draht-Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gebrauchte Drahtelektrode (1a) nach dem Durchgang zwischen der Abzugsrolle (12) und der Gegenrolle (13) durch die Drahtführung (15) in Richtung eines Drahtwiedergewinnungsbehälters (17) führbar ist.
5. Draht-Elektroerosionsmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Serie von Rohrleitungen (15c) zur Zufuhr von Gas zwecks Vorschubs der Drahtelektrode (1) zur Drahtführung (15) umfasst.
6. Draht-Elektroerosionsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel Θ der Richtungsänderung der Drahtelektrode (1) etwa 30° beträgt.

FIG. 1

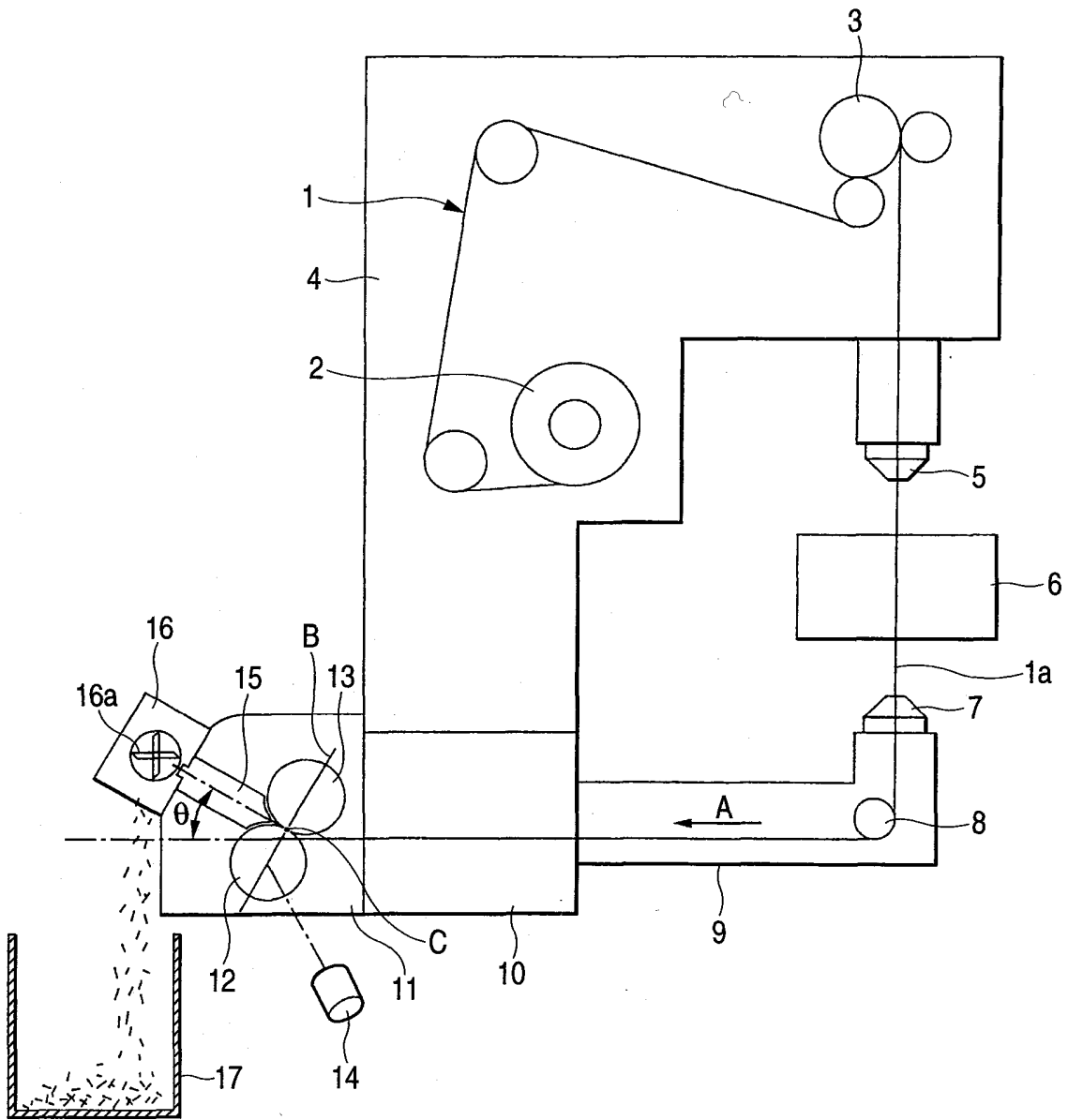


FIG. 2

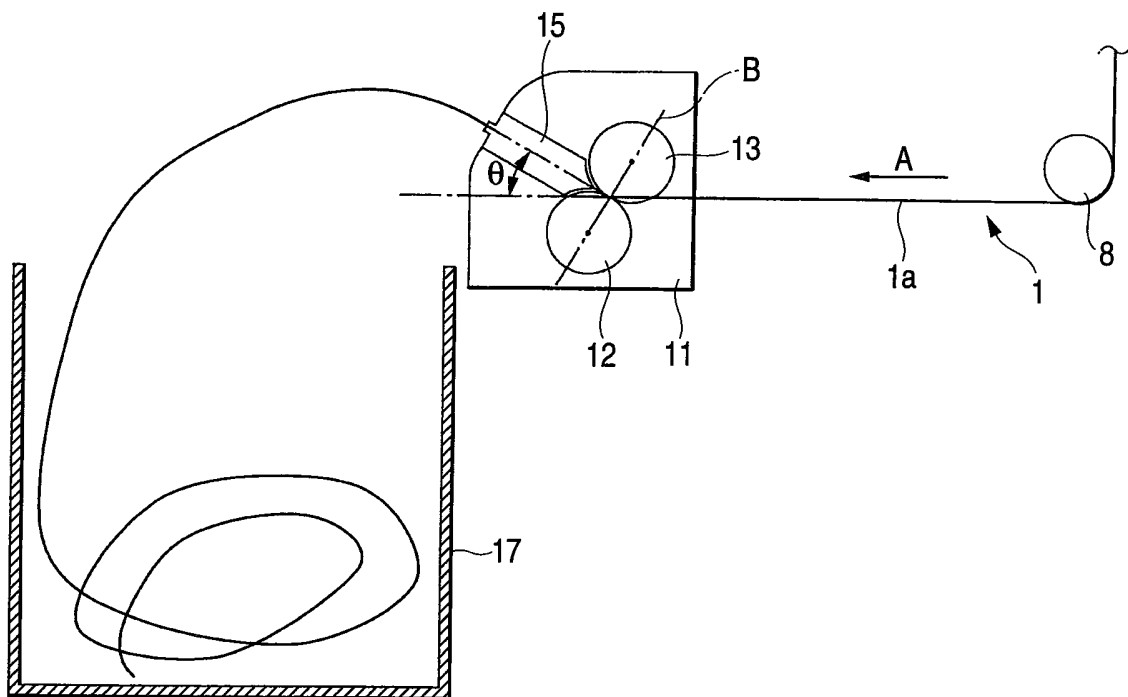
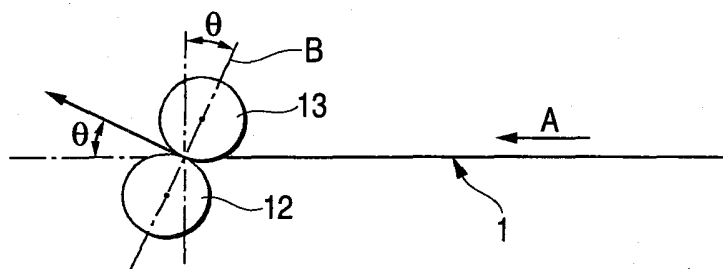


FIG. 3



θ (°)	0	± 10	± 15	± 30
KRITISCHE DRAHT- BRUCHSPANNUNG (N)	19.6	20.0	20.6	24.5

FIG. 4

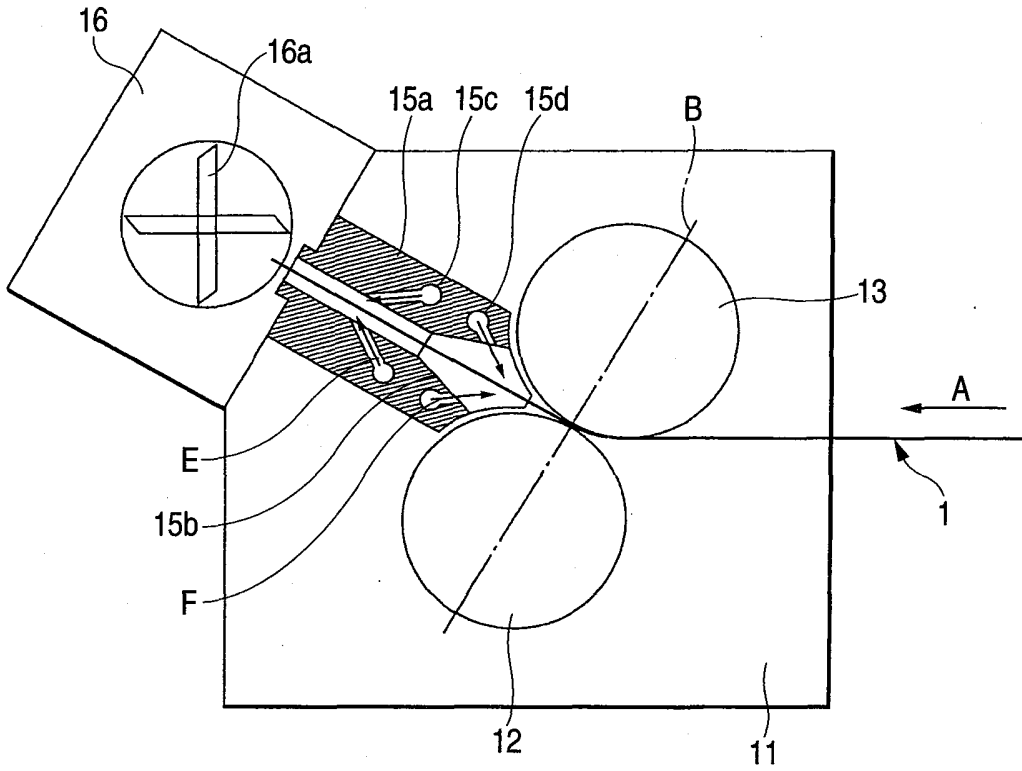


FIG. 5

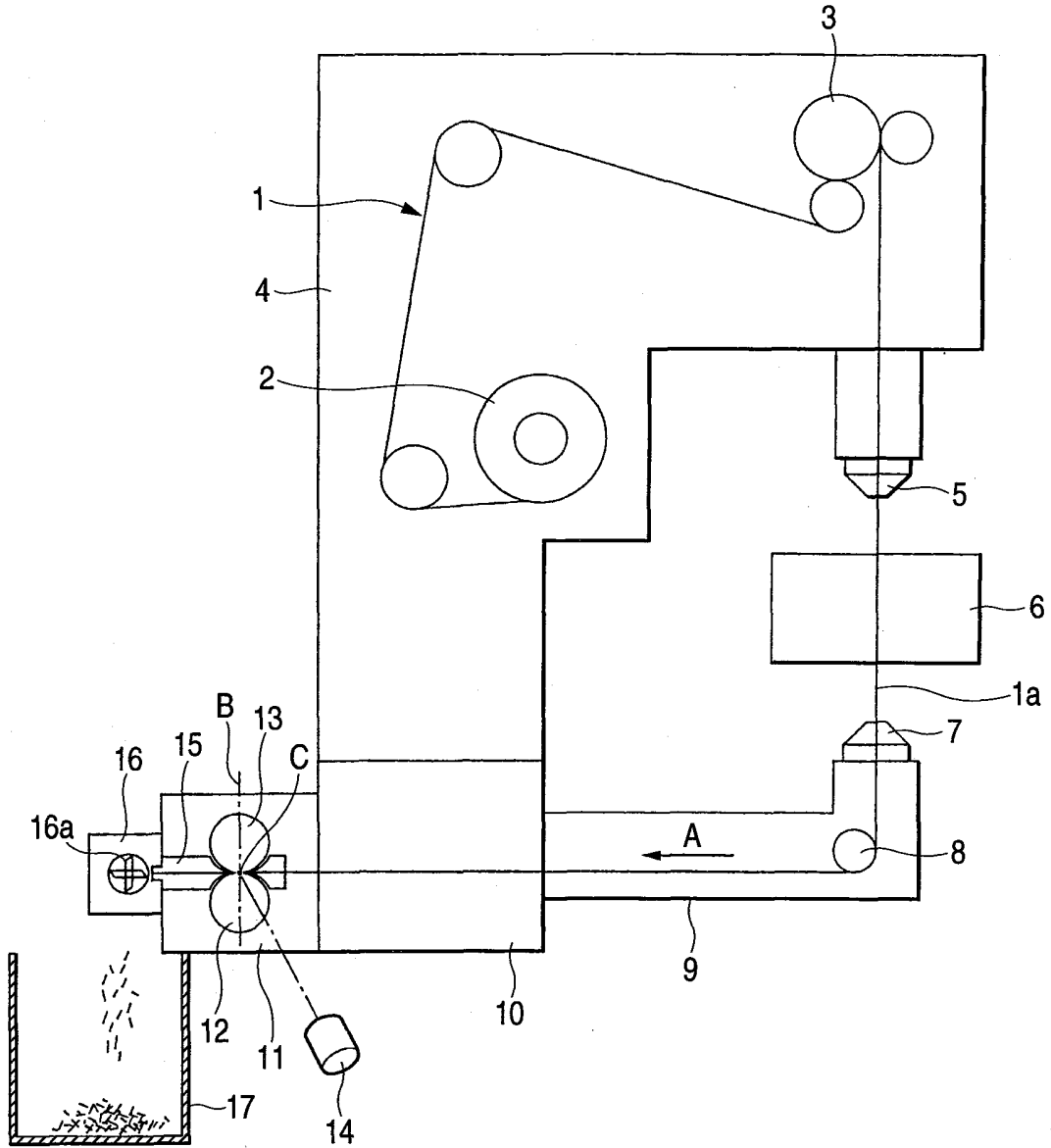


FIG. 6 (a)

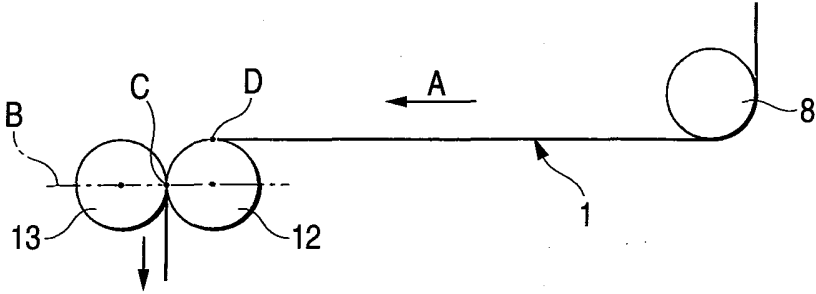


FIG. 6 (b)

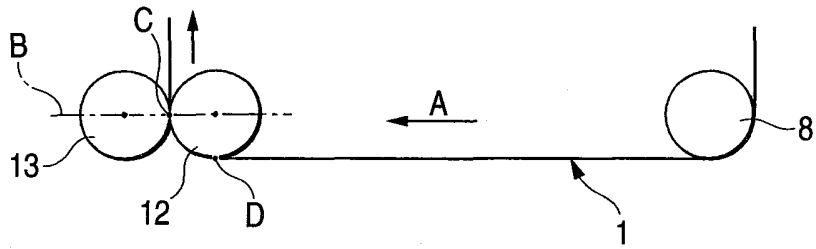


FIG. 6 (c)

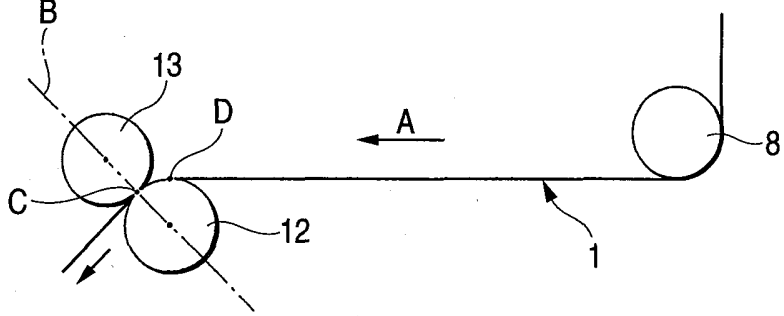


FIG. 7

